研究團隊說明

序號	姓名	職稱	所屬機關
01	陳鍇山	教授兼主任 （計畫主持人）	通訊系統研究中心
02	梁隆鑫	博士兼技士	太空及遙測研究中心
03	廖宏儒	博士後研究	太空及遙測研究中心
04	陳佩苓	研究助理	通訊系統研究中心
05	江陽聖	研究助理	通訊系統研究中心
06	韓詩玫	研究助理	通訊系統研究中心
07	王安妮	研究助理	通訊系統研究中心
08	朱昶任	研究助理	通訊系統研究中心

摘要

生態系統碳循環中，植物行光合作用，將水和二氧化碳轉化成氧氣與碳水化合物，減少大氣中二氧化碳的含量，因此植物本身對於生態系中扮演著重要的角色。自工業革命以來人類大量燃燒石化燃料，造成排放至大氣中二氧化碳快速增加，全球人口及土地利用型態大幅度改變，森林面積急速減少，造成全球環境變化甚鉅。

本計畫應用 Terra/Aqua-MODIS GPP 及 PSNnet 產品，提供植生碳吸存成果，以氣候、植群及人工林等區域予以分析其碳吸存量，在氣候區中，夏雨型氣候區春、夏季碳吸存量最多，而恆濕型氣候區則為春季碳吸存量最多；植群帶中，以中海拔的楠櫧林帶碳吸存量最多，平均約 2.0 噸/公頃/月，當海拔越高，各植群碳吸存量越低。並配合國家實驗研究院颱風洪水中心籌備處所設置之通量塔台實測二氧化碳通量值進行比較與驗證，其中霞雲水文站同質性約為 0.63，巴陵雨量站同質性約為 0.70，可看出定性趨勢相符。

森林健康乃是森林對於外界壓力具有一定的抵抗能力，來滿足其功能需求，藉以 2001 年至 2009 年 Terra/Aqua-MODIS Max NDVI 與 EVI 等長期植生指標 95%的率定值視為基期標準，比對今年度成果，並利用中央氣象局氣象監測資料予以佐證，由於兩指標在時間與空間上的獲取與整併有所不同，因此在觀測上略有差異，但趨勢大致相同。

而森林生長觀測是以樣木實際量測數據以瞭解生長現況，但遙測是以非接觸方式俯視觀測，兩者定義有所差異；藉由 Terra/Aqua-MODIS LAI 實際物理量觀測森林樹冠的生長情形，以國有林內各植群帶中可看出由低海拔的闊葉林帶轉為針葉林帶直至高山草原（或矮灌木）時，當海拔逐漸上升，各植群帶葉面積指數呈現下降。

透過遙感探測之大面積、即時性與多光譜等特性，進行全台森林碳吸存量的推估與瞭解森林健康差異及生長變化趨勢，以建立中長期的植生碳吸存、森林健康及生長觀測資料，以做為林務單位宣導造林、撫育及永續林業經營的重要依據。

關鍵字：植生碳吸存、森林健康、森林生長

Abstract

Photosynthesis is the process that converts carbon dioxide (CO_2) into organic compounds by using the energy from sunlight. It has played an important role for the reduction of greenhouse gases in the atmosphere. Since the Industrial revolution at the end of the 18^{th} century, the emission of anthropogenic CO_2 has dramatically increased among the greenhouse gases, mostly as a result of combustion of fossil fuels and landuse changes. With the potential threat of global climate change, it is important to quantify the ability of forest ecosystem as the terrestrial source for carbon sequestration.

Moderate Resolution Image Spectroradiometer (MODIS) is the principal observation sensor on-board NASA' s Terra and Aqua satellites. With its unprecedented coverage and observation frequency, the space-based terrestrial state measurements provide new opportunities for scientific advances in global and regional mapping of primary productivity, vegetation index, and leaf area index (LAI) at the land-atmosphere boundary. The routine observation (since 2000) also provides a consistent and standardized data source for the forest-related research, such as carbon sequestration, forest health monitoring, and evaluation of forest growth, which is also essential for the administration to consolidate its forest policy on sustainable management and afforestation/reforestation.

This study has acquired MODIS level-4 GPP/PSNnet (MOD17) as the standard data product for estimation of carbon flux among forest ecosystems. The results were further quantified with various terrain features, such as vegetation species, plantation areas, and climatological districts, so as to identify the

spatial and temporal trends for different terrain features. The study indicated that Machilus-Castanopsis zone contains the highest capability for carbon uptake, with an average of 2.0 ton/hectare/month. A decreasing trend was also found with increased elevation. Among the climatological districts, the south-western part, which receives most of its rainfall in summer, presents a higher GPP/PSNnet in both spring and summer seasons. Meanwhile, a higher value was found in spring for the north-eastern part of Taiwan, which obtains precipitation all year round. To validate MODIS GPP/PSNnet results, the study were further compared with CO_2 flux measurements provided by Taiwan Typhoon and Flood Research Institute. The comparison indicated that MODIS PSNnet were closely related in the temporal trend with tower-based net ecosystem exchange (NEE), with correlation coefficient of 0.70 and 0.63 for Shiayun and Balin station, respectively.

Forest health is a critical issue for plantation planning and disease control. MODIS-based normalized difference vegetation index (NDVI) and enhanced vegetation index (EVI) have been incorporated to evaluate the capability of spectral absorption and reflection within upper forest canopy, so as to provide required information for determination of forest health. Based on the comparison with reference dataset (8-year average), time-series difference of vegetation index were used to assess the variation of forest status and provide a consistent data source for the monitoring of forest health. The preliminary results indicated that NDVI and EVI anomaly have both revealed a similar trend in response to the climate disturbance (based on meteorological data from central weather bureau), despite of some disparity due to theoretical basis and data acquisition procedure of the two parameters.

Leaf Area Index (LAI) is the projected, one-sided leaf area per unit ground surface (m^2/m^2). It is an important biophysical parameter that can be measured based on both in-situ measurements and remote-sensed approach. To evaluate forest growth, MODIS LAI products were used to analyze yearly life cycle based on time-series variation of the photosynthetic capacity of a forest ecosystem. For the national forest, the study indicated that a higher LAI was presented for the broadleaf forest, which was primarily located at low altitude regions. As elevation goes up, where coniferous forest and alpine pasture have become the dominant landscape, LAI drops down accordingly.

Keyword：Carbon sequestration in vegetation、Forest health、Forest growth

目錄

研究團隊說明 i

摘要 ii

Abstract iv

一、 計畫目標 1

二、 工作項目 3

三、 交付成果及驗收方式 7

四、 工作項目執行程序及成果 8

1. Terra/Aqua-MODIS 衛星產品影像蒐集 8

2. 植生碳吸存估算 22

3. 森林健康估算 93

4. 森林生長估算 109

五、 結論與建議 123

六、 計畫進度 125

七、 參考文獻 127

附錄 A 期初審查會議建議事項與辦理情形 A-1

附錄 B 七月份工作會議建議事項與辦理情形 B-1

附錄 C 期中審查會議建議事項與辦理情形 C-1

附錄 D 十月份工作會議建議事項與辦理情形 D-1

附錄 E 期末審查會議建議事項與辦理情形 E-1

附錄 F 專有名詞中英文對照表 F-1

附錄 G MODIS-MOD13、15 及 17 產品處理流程技術文件 G-1

附錄 H 各月份地理氣候分區碳匯成果 H-1

附錄 I 各月份地理氣候分區與國有林區交集碳匯成果 I-1

附錄 J 各月份植群帶碳匯成果 J-1

附錄 K 各月份植群帶與國有林區交集碳匯成果 K-1

圖目錄

圖 1. Terra/Aqua-MODIS sinusoidal 網格分布圖 11
圖 2. Terra/Aqua-MODIS Sinusoidal 網格 H28V06 及 H29V06 台灣全島範圍圖 11
圖 3. Terra/Aqua-MODIS MOD17 產品資料處理流程 27
圖 4. BPLUT 低溫及蒸氣壓力差對最大輻射利用率線性衰減 29
圖 5. Terra/Aqua-MODIS 總初級生產量及每日淨生產量產品鏈結 31
圖 6. Terra/Aqua-MODIS GPP/PSNnet 產品標準作業流程 33
圖 7. ESRI ArcGIS 軟體開啟 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品畫面 34
圖 8. MOD17 產品處理資料。上圖為 MOD17 產品 H28V06 及 H29V06 網格鑲嵌與整併後資料，左下圖為品質信心資訊，中下圖為 MOD17 產品單期 GPP 成果，右下圖為替補後 MOD17 產品月份 GPP 成果 35
圖 9. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度台灣全島各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形 37
圖 10. 台灣全島各氣候區年雨量與冬季雨量分布 43
圖 11. 台灣全島各氣候區分布圖 43
圖 12. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度地理氣候分區各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化情形 44
圖 13. 台灣全島各氣候區與國有林交集區域分布圖 46
圖 14. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候分區與國有林區交集各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化情形 47
圖 15. 台灣地區植群帶分布圖 49

圖 16. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度植群帶分區各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化趨勢 50
圖 17. 台灣全島植群帶與國有林交集區域分布圖 51
圖 18. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度植群帶與國有林區交集各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化情形 52
圖 19. 台中港海岸防風林樣區位置圖 54
圖 20. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形 56
圖 21. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林區域與榕楠林帶植群各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形 57
圖 22. 人工純林二葉松樣區位置示意圖 58
圖 23. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形 64
圖 24. 人工林主要樹種扁柏樣區位置示意圖 65
圖 25. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形 71
圖 26. 人工林主要樹種柳杉樣區位置示意圖 72
圖 27. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種柳杉各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 78
圖 28. 加拿大國家森林碳監測、會計和報告的碳預算模式系統架構圖 81
圖 29. 英國碳流動模式（C-Flow model）的整體架構圖 81
圖 30. 生物量及生長量估算植生碳吸存程序架構圖 84

圖 31. 生態系生產量層級關係圖 85
圖 32. 渦流協變性系統儀器照片 87
圖 33. 淨生態系統交換演算標準作業流程 89
圖 34. 霞雲水文站單點 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖 90
圖 35. 巴陵雨量站單點 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖 90
圖 36. 霞雲水文站 5×5 公里 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖 91
圖 37. 巴陵雨量站 5×5 公里 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖 91
圖 38. 霞雲水文站及巴陵雨量站 NEE 及 PSNnet 關係圖 92
圖 39. 植生健康光譜反應圖 93
圖 40. Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 產品月平均 Max NDVI 值標準作業流程 97
圖 41. NDVI 影像及 EVI 影像雲/霧反應比較圖 99
圖 42. Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 產品月平均 EVI 值標準作業流程 100
圖 43. 森林健康估算標準作業流程 102
圖 44. 2010 年 04 月台灣主要氣象站逐日氣溫與雨量圖（資料來源：中央氣象局） 108
圖 45. 森林生態系構造概念 110
圖 46. LAI 及 Max NDVI 空間關係比較圖 112
圖 47. MOD15 A2 LAI 產品連結 114
圖 48. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月各月份維持性呼吸與葉面積相關性 115
圖 49. Terra/Aqua-MODIS MOD15 A2 產品月平均 LAI 值標準作業流程 116
圖 50. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月各植群帶各月份平均 LAI 值 122

表目錄

表 1. Terra/Aqua-MODIS 衛星產品一覽表 9

表 2. Terra/Aqua-MODIS 衛星產品一覽表（續） 10

表 3. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD13 衛星產品各月份 Max NDVI 套色影像表 13

表 4. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD13 衛星產品各月份 EVI 套色影像表 14

表 5. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD15 衛星產品各月份 LAI 套色影像表 15

表 6. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 GPP 套色影像表 16

表 7. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 GPP 套色影像表 17

表 8. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 GPP 套色影像表 18

表 9. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 PSNnet 套色影像表 19

表 10. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 PSNnet 套色影像表 20

表 11. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 PSNnet 套色影像表 21

表 12. 植生碳吸存估算相關名詞表 26

表 13. 生態群系參數對照表 30
表 14. 2007 年 05 月至 08 月氣溫距平及雨量距平分布表 38
表 15. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果 39
表 16. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果 40
表 17. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果 41
表 18. 台灣地理氣候區劃分表 42
表 19. 台灣中部植群、海拔及氣溫帶分布表 49
表 20. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 55
表 21. 人工純林二葉松樣區位置表 59
表 22. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 60
表 23. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 61
表 24. 2008 年 10 月至 2009 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 62
表 25. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 63
表 26. 人工林主要樹種扁柏樣區位置表 66

表 27. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 67
表 28. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 68
表 29. 2008 年 10 月至 2009 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 69
表 30. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 70
表 31. 人工林主要樹種柳杉樣區位置表 73
表 32. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月人工林主要樹種柳杉各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 74
表 33. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月人工林主要樹種柳杉各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 75
表 34. 2008 年 10 月至 2009 年 09 月人工林主要樹種柳杉各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 76
表 35. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種柳杉各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果 77
表 36. FullCAM 模型列表 82
表 37. 渦流協變性系統測站位置分布表 88
表 38. 植生劣化光譜指標 94
表 39. Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 像元資料分級 98
表 40. 各月份森林健康 Max NDVI 植生指標差異套色影像 103

表 41. 各月份森林健康 EVI 植生指標差異套色影像 104
表 42. 2009 年 10 月氣溫距平、雨量距平與植生指標差異值套色影像 105
表 43. 2010 年 01 月至 03 月氣溫距平、雨量距平與植生指標差異值套色影像 106
表 44. 2010 年 04 月氣溫距平、雨量距平與植生指標差異值套色影像 107
表 45. 地貌分類類別與冠層結構屬性輻射傳輸比較表 112
表 46. Terra/Aqua-MODIS MOD15 A2 像元資料分級 115
表 47. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區各月份 LAI 成果 117
表 48. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內高山植群各月份 LAI 成果 118
表 49. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內冷杉林帶各月份 LAI 成果 118
表 50. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內鐵杉雲杉帶各月份 LAI 成果 119
表 51. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內櫟林帶上層各月份 LAI 成果 119
表 52. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內櫟林帶下層各月份 LAI 成果 120
表 53. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內楠櫧林帶各月份 LAI 成果 120
表 54. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內榕楠林帶各月份 LAI 成果 121

表 55. 2010 年工作進度表.....125

表 56. 2010 年工作項目甘梯圖.....126

表 57. 專有名詞中英文對照表 1.....F-1

表 58. 專有名詞中英文對照表 2.....F-2

表 59. 專有名詞中英文對照表 3.....F-3

表 60. 專有名詞中英文對照表 4.....F-4

表 61. 專有名詞中英文對照表 5.....F-5

表 62. 專有名詞中英文對照表 6.....F-6

表 63. 專有名詞中英文對照表 7.....F-7

表 64. 專有名詞中英文對照表 8.....F-8

表 65. 專有名詞中英文對照表 9.....F-9

表 66. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-CW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值.....H-1

表 67. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-EN 區各月份 GPP 及 PSNnet 值.....H-2

表 68. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-ES 區各月份 GPP 及 PSNnet 值.....H-3

表 69. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值.....H-4

表 70. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值.....H-5

表 71. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SE 區各月份 GPP 及

PSNnet 值 H-6

表 72. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-7

表 73. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-CW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-8

表 74. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-EN 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-9

表 75. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-ES 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-10

表 76. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-11

表 77. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-12

表 78. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-13

表 79. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-14

表 80. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-CW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-15

表 81. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-EN 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-16

表 82. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-ES 區各月份 GPP 及

PSNnet 值 H-17

表 83. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-18

表 84. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-19

表 85. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-20

表 86. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值 H-21

表 87. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-CW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-1

表 88. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-EN 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-2

表 89. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-ES 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-3

表 90. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-4

表 91. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-5

表 92. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-6

表 93. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-7

表 94. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-CW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-8

表 95. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-EN 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-9

表 96. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-ES 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-10

表 97. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NE 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-11

表 98. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-12

表 99. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SE 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-13

表 100. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-14

表 101. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-CW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-15

表 102. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-EN 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-16

表 103. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-ES 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值.....I-17

表 104. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NE 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... I-18

表 105. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... I-19

表 106. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SE 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... I-20

表 107. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SW 區與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... I-21

表 108. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-高山植群帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-1

表 109. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-冷杉林帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-2

表 110. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-3

表 111. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-櫟林帶上層各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-4

表 112. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-櫟林帶下層各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-5

表 113. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-楠櫧林帶帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-6

表 114. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-榕楠林帶帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-7

表 115. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-高山植群帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-8

表 116. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-冷杉林帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-9

表 117. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-10

表 118. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶上層各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-11

表 119. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶下層各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-12

表 120. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-楠櫧林帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-13

表 121. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-榕楠林帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-14

表 122. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-高山植群帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-15

表 123. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-冷杉林帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-16

表 124. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-17

表 125. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶上層各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-18

表 126. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶下層各月份 GPP 及

PSNnet 值 J-19

表 127. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-楠櫧林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值 J-20

表 128. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-榕楠林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值 J-21

表 129. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-高山植群帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-1

表 130. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-冷杉林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-2

表 131. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-3

表 132. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-檜林帶上層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-4

表 133. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-檜林帶下層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-5

表 134. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-楠櫧林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-6

表 135. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-榕楠林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-7

表 136. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-高山植群帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值 K-8

表 137. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-冷杉林帶與國有林區交集各

月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-9

表 138. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-10

表 139. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶上層與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-11

表 140. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶下層與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-12

表 141. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-楠櫧林帶與國有林區交集各

月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-13

表 142. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-榕楠林帶與國有林區交集各

月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-14

表 143. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-高山植群帶與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-15

表 144. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-冷杉林帶與國有林區交集各

月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-16

表 145. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-17

表 146. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶上層與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-18

表 147. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶下層與國有林區交集

各月份 GPP 及 PSNnet 值..... K-19

表 148. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-楠櫧林帶與國有林區交集各

月份 GPP 及 PSNnet 值.....K-20

表 149. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-榕楠林帶與國有林區交集各

月份 GPP 及 PSNnet 值.....K-21

一、計畫目標

生態系統碳循環中，植物行光合作用，將水和二氧化碳轉化成氧氣與碳水化合物，減少大氣中二氧化碳的含量，並以碳水化合物的方式儲存於生物圈。自工業革命以來人類大量燃燒石化燃料，造成排放至大氣中二氧化碳快速增加；此外，全球人口增加亦改變了土地利用型態，森林面積急速減少，造成溫室效應日趨嚴重，全球氣溫逐漸升高。藉由不穩定同位素 ^{14}C 及 $^{13}C/^{12}C$ 測量資料亦觀察到人為因素造成的碳排放在大氣碳組成成分中比例逐漸增加的現象。依據 2001 年政府間氣候變遷特別委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）的預估，若無法有效減緩全球溫室效應氣體的排放，則極端氣候發生的頻率會更趨頻繁，若不採取任何防治措施，則於 2100 年時，地表溫度將增加 1℃至 3.5℃，海平面將上升 15 至 95 公分。京都議定書（Kyoto Protocol）中明定在 2008 至 2012 年工業化國家的溫室氣體排放總量，需控制降低到 1990 年的排放水準再減少 5%，以期減緩溫室效應惡化的速度。為履行京都議定書之承諾，各國除應積極發展再生能源，取代石化燃料外；林業方面應積極執行可持續森林管理、造林與再造林等經營方式，加強碳吸存之功能；並提出 1990 年以來造林、再造林、砍伐森林等林業活動產生之溫室氣體排放及碳匯之數據報告，以供查核。因此，有關台灣地區森林碳吸存量資料之建立，是刻不容緩之任務。

森林健康是指森林生態系統對於乾旱、病蟲害、火災等外界壓力，具有一定抵抗能力之功能，以滿足人類對於森林生產木材、提供野生動物棲息環境、涵養水源、保固土石等功能之需求，簡言之健康森林可保持良好的生態特性和更新的狀態，發揮森林公益功能。

而森林生長則是透過產出的能量與維持呼吸間的關係，藉由兩者之間的消長，以指示系統處於生長發育階段、穩定階段或老化階段。藉由森林的生長與健康趨勢的監測與分析，可瞭解森林的發育情形，作為林業經營管理之依據與參考。

本計畫期望透過遙感探測之大面積、即時性與多光譜等特性，進行全台森林碳吸存量的推估與瞭解森林健康及生長相關指數的變化趨勢，以建立長期的碳匯、森林健康及生長監測資料；進一步利用相關實地量測及現場調查資料，進行比較、驗證與修正，以獲得更準確的成果，提供台灣全島碳匯重要輔助資訊，並作為林務局宣導造林、撫育及永續林業經營的重要依據。

二、工作項目

全程工作項目及內容：

1. 利用 Terra/Aqua-MODIS 衛星影像資料，建立 2000 至 2008 及 2010 至 2012 年間台灣全島、各地理氣候區及不同植群區之碳吸存變動趨勢資料。
2. 藉由二氧化碳通量相關研究資料、實地觀測資料或其他碳吸存相關研究資料，與本計畫彙整的 2010 至 2012 年間 Terra/Aqua-MODIS 衛星推估之碳吸存量加以比較、驗證與修正，提高推估之準確性。
3. 利用 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品，推估與森林健康及生長相關之常態化植生指標、葉面積指數及初級生產量等指數，分析台灣森林健康及生長情況；並藉由現場調查資料，與衛星資料推估各指數之成果相比較、驗證與修正。

分年度工作項目及內容：

1. 本（2010）年度工作項目及內容：
   (1) 利用 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品，收集 2006 年 10 月至 2008 年 09 月及 2009 年 10 月至 2010 年 09 月期間衛星產品，估算與分析台灣全島、各氣候區與植群區碳吸存意義。
   (2) 利用 2009 年 10 月至 2010 年 09 月期間 Terra/Aqua-MODIS 中解析度衛星產品，估算植生指數（Maximum normalized difference vegetation index, Max NDVI & Enhanced vegetation index, EVI）、葉面積指數（Leaf area index, LAI）、初級生產量（Gross primary production, GPP & Net photosynthesis, PSNnet）等成果，並分析台灣全島森林健康及生長趨勢。

2. 2011 年度工作項目及內容：

(1) 利用 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品，收集 2003 年 10 月至 2006 年 09 月及 2010 年 10 月至 2011 年 09 月期間衛星產品，估算與分析台灣全島、各氣候區與植群區碳吸存意義。

(2) 利用 2010 年 10 月至 2011 年 09 月期間 Terra/Aqua-MODIS 中解析度衛星產品，估算植生指數（Max NDVI & EVI）、葉面積指數（LAI）、初級生產量（GPP & PSNnet）等成果，並分析台灣全島森林健康及生長趨勢。

(3) 利用二氧化碳通量相關研究成果、實地觀測資料或其他碳吸存相關研究資料，比對及驗證以衛星資料估算之台灣本島上各氣候區及各植群類別之碳匯，瞭解遙測與現地調查資料上的差異，並加以校正。

(4) 利用現場調查收集之資料核對遙測估算植生指數（Max NDVI & EVI）、葉面積指數（LAI）、初級生產量（GPP & PSNnet）等指數之差異。

3. 2012 年度工作項目及內容：

(1) 利用 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品，收集 2000 年 10 月至 2003 年 09 月及 2011 年 10 月至 2012 年 09 月期間衛星產品，估算與分析台灣全島、各氣候區與植群區碳吸存意義。

(2) 利用 2011 年 10 月至 2012 年 09 月期間 Terra/Aqua-MODIS 中解析度衛星產品，估算植生指數（Max NDVI & EVI）、葉面積指數（LAI）、初級生產量（GPP & PSNnet）等成果，並分析台灣全島森林健康及生長趨勢。

(3) 利用二氧化碳通量相關研究成果、實地觀測資料或其他碳吸存相關研究資料，比對及驗證以衛星資料估算之台灣本島上各氣候區及各植群類別之碳匯，並校正林務局農林航空測量所 2000 年至 2012 年間收集

Terra/Aqua-MODIS 衛星資料推估之碳匯成果。

(4) 利用現場調查收集之資料核對遙測估算植生指數（Max NDVI & EVI）、葉面積指數（LAI）、初級生產量（GPP & PSNnet）等指數之差異。並應用 3 年期各指數與 2 年期現地調查的比較，進行各指數加權試辦，提供較為正規化成果。

本（2010）年度工作項目及內容：

1. 利用 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品，收集 2006 年 10 月至 2008 年 09 月及 2009 年 10 月至 2010 年 09 月期間衛星產品，估算與分析台灣全島、各氣候區與植群區碳吸存意義。
2. 利用 2009 年 10 月至 2010 年 09 月期間 Terra/Aqua-MODIS 中解析度衛星產品，估算植生指數（Max NDVI & EVI）、葉面積指數（LAI）、初級生產量（GPP & PSNnet）等成果，並分析台灣全島森林健康及生長趨勢。

三、交付成果及驗收方式

交付成果：

1. 完成 2006 年 10 月至 2008 年 09 月及 2009 年 10 月至 2010 年 09 月期間 Terra/Aqua-MODIS 碳吸存套色影像(每月 1 期，共 36 期)，檔案以通用影像格式（GeoTIFF），TWD97 TM 二度分帶坐標系統儲存；並分析及比較台灣全島、各氣候區及各植群類別之碳匯意義。
2. 完成 2009 年 10 月至 2010 年 09 月期間 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品之植生指數（Max NDVI & EVI）、葉面積指數（LAI）、生產量（GPP & PSNnet）等各類指數套色影像(每月 1 期，各 12 期)，檔案以通用影像格式（GeoTIFF），TWD97 TM 二度分帶坐標系統儲存；並推估台灣全島森林健康及生長趨勢。
3. 辦理教育訓練及技術轉移：必要時需在林務局農林航空測量所指定的時間及地點舉辦至少 4 小時的訓練課程或技術轉移研討會。

驗收方式：

繳交「三、期末交付成果及驗收方式」中交付成果所列 1 至 2 項之資料光碟片 2 份；報告書及電子檔（含 WORD 及 PDF 檔）20 份，以上成果採書面驗收並點交份數。

四、工作項目執行程序及成果

近年來，國際間已重視人類活動對於生態環境的衝擊，而節能減碳亦為國內重視的目標，以林區保育層面而言，在全民造林政策的落實下，有效增加綠植物覆蓋，改善過度開發的環境變遷，提供人民舒適的生活環境；以林區保存層面而言，有效觀測森林碳吸存狀況、生長及健康分布與趨勢，更為刻不容緩。

人造衛星所拍攝的衛星影像擁有快速獲取資訊及大範圍即時監測的優點，本計畫利用 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品進行台灣全島森林碳吸存、森林健康及生長監測調查，有助瞭解目前台灣國有林保育及保存現況。Terra/Aqua-MODIS 衛星產品，應用範圍包含大氣、溫度、地表、植物及海洋等，對本計畫而言，有著大範圍整合監測的優點，可一次拍攝台灣全島無需鑲嵌的優越特性，降低鑲嵌影像的時間、季節、大氣及系統差異等，以利完成涵蓋台灣全島的大面積森林碳吸存估算、森林健康及生長監測。以下依據計畫需求與目標，說明衛星影像資料獲取、工作流程訂定及工作實行等工作。

1. Terra/Aqua-MODIS 衛星產品影像蒐集

Terra/Aqua 衛星在相互支援的運轉下，正式的 MODIS 產品依據各種不同用途，區分為以下數類，如表 1 及表 2 所示。本計畫主要應用於森林碳吸存、森林健康及生長監測應用，使用的產品包含 MOD13、MOD15 及 MOD17 等。

表1. Terra/Aqua-MODIS 衛星產品一覽表

分項	產品編號	產品說明
影像處理等級	MOD 01	等級 1A（輻射值計算）
	MOD 02	等級 1B（地理定位輻射值校正）
	MOD 03	地理定位資料建置
大氣	MOD 04	氣溶膠產品
	MOD 05	總降水量（包含水蒸氣）
	MOD 06	雲層產品
	MOD 07	大氣剖面
	MOD 08	網格化大氣產品
	MOD 35	雲層範圍
地表	MOD 09	地表反射率
	MOD 11	地表溫度
	MOD 12	地貌分類
	MOD 13	植生指標 （常態化植生差異指數及增進植生指數）
	MOD 14	熱量異常、火及生物燃燒
	MOD 15	葉面積指數及光合作用有效輻射分量
	MOD 16	蒸發散量
	MOD 17	光合作用及初級生產量
	MOD 43	地表反射率
	MOD 44	植生覆蓋轉換
冷圈	MOD 10	雪覆蓋範圍
	MOD 29	海洋冰山覆蓋

表2. Terra/Aqua-MODIS 衛星產品一覽表（續）

分項	產品編號	產品說明
海洋	MOD 18	常態水殘量輻射值
	MOD 19	色素含量
	MOD 20	葉綠素螢光
	MOD 21	葉綠素色素含量
	MOD 22	光合作用有效光
	MOD 23	懸浮固體含量
	MOD 24	有機物質含量
	MOD 25	球石片含量
	MOD 26	海洋水衰減係數
	MOD 27	海洋主要生產力
	MOD 28	海洋表面溫度
	MOD 31	藻紅素含量
	MOD 36	總吸收係數
	MOD 37	海洋氣溶膠特性
	MOD 39	清水的 ε

MOD13 Q1 產品主要為最大常態化植生差異指標（Max NDVI）及增進植生指標（EVI），主要內容包含 Max NDVI、EVI、藍光波段反射值、紅光波段反射值、近紅外光波段反射值及中波紅外光波段反射值等，可用於植生指數及綠覆蓋率估算，具有 250～500 公尺空間解析(近紅外光段及紅光段為 250 公尺解析；藍光段為 500 公尺解析)，以 16 天為一期資料期距，各週期的首日做為名稱，

如 001 (01 月 01 日至 01 月 16 日)、017 (01 月 17 日至 02 月 01 日)、...以此類推，產品資料座標格式採用 sinusoida 網格，台灣全島分屬 H28V06 及 H29V06 圖幅 (Huete *et al.*, 1999)，如圖 1 及圖 2 所示。

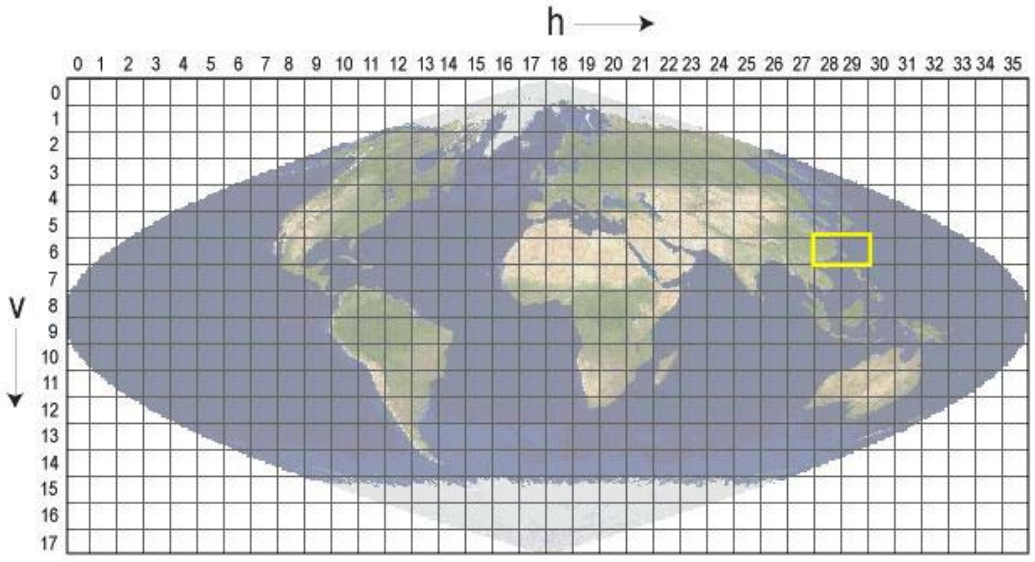


圖1. Terra/Aqua-MODIS sinusoidal 網格分布圖

圖2. Terra/Aqua-MODIS Sinusoidal 網格 H28V06 及 H29V06 台灣全島範圍圖

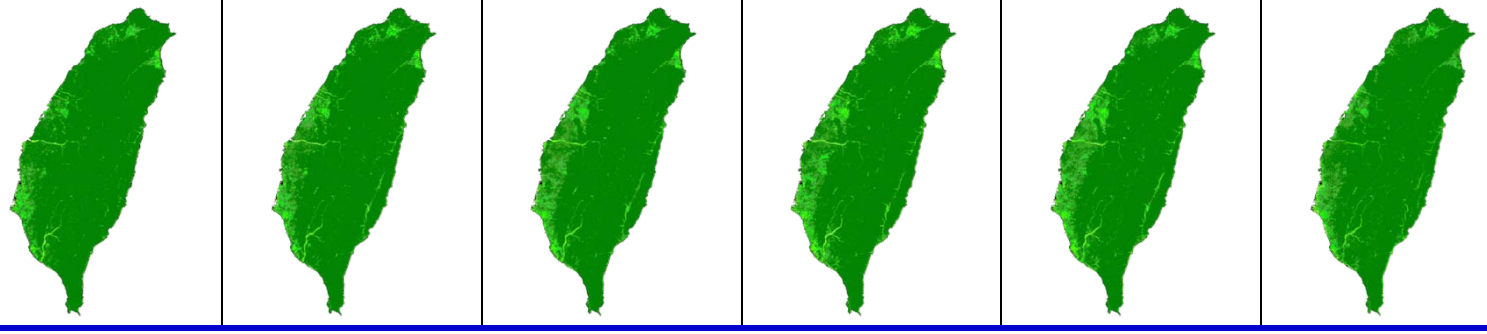
透過地表觀測，提供每 16 日中晴空時期、並經由大氣輻射校正、近地點觀測糾正（nadir-adjusted）的全球性地表植生資訊，以延續 NOAA AVHRR 20 年（1981-1999）NDVI 觀測，提供長期持續性的生態監測。

MOD15 A2 產品為葉面積指數及光合作用有效輻射分量，內容包含光合作用有效輻射分量（FPAR）、葉面積指數（LAI）、品質信心（QC & Extra QC）及標準差（Standard Deviation）等資訊，具有 1,000 公尺空間解析，以 8 天為一期資料期距，各週期的首日做為名稱，產品命名方式及產品格式同 MOD13 Q1。

MOD17 A2 產品為淨光合作用和初級生產力，內容包含總初級生產量（GPP）、每日淨生產量（PSNnet）及品質信心（QC）等資訊，具有 1,000 公尺空間解析，以 8 天為一期資料期距，各週期的首日做為名稱，產品命名方式及產品格式同 MOD13 Q1。

以下為台灣全島各月份 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品處理成果，其中表 3 為 MOD13 Q1 產品 Max NDVI 套色影像，表 4 為 MOD13 Q1 產品 EVI 套色影像，表 5 為 MOD15 A2 產品 LAI 套色影像，表 6 至表 8 為 MOD17 A2 產品 GPP 套色影像，表 9 至表 11 為 MOD17 A2 產品 PSNnet 套色影像。

表3. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD13 衛星產品各月份 Max NDVI 套色影像表

年度	2009			2010		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/15） 289（10/16-10/31）	305（11/01-11/16） 321（11/17-12/02）	337（12/03-12/18） 353（12/19-12/31）	001（01/01-01/16） 017（01/17-02/01）	033（02/02/02/17） 049（02/18-03/05）	065（03/06-03/21） 081（03/22-04/06）
Max NDVI 套色影像						
圖例 -1.00 - 0.00 0.00 - 0.08 0.08 - 0.18 0.18 - 0.28 0.28 - 0.35 0.35 - 0.45 0.45 - 1.00						

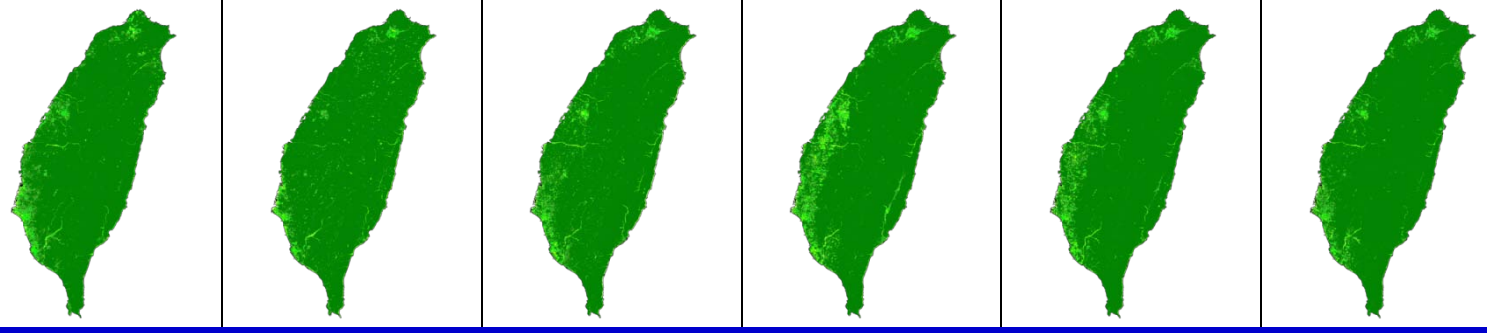
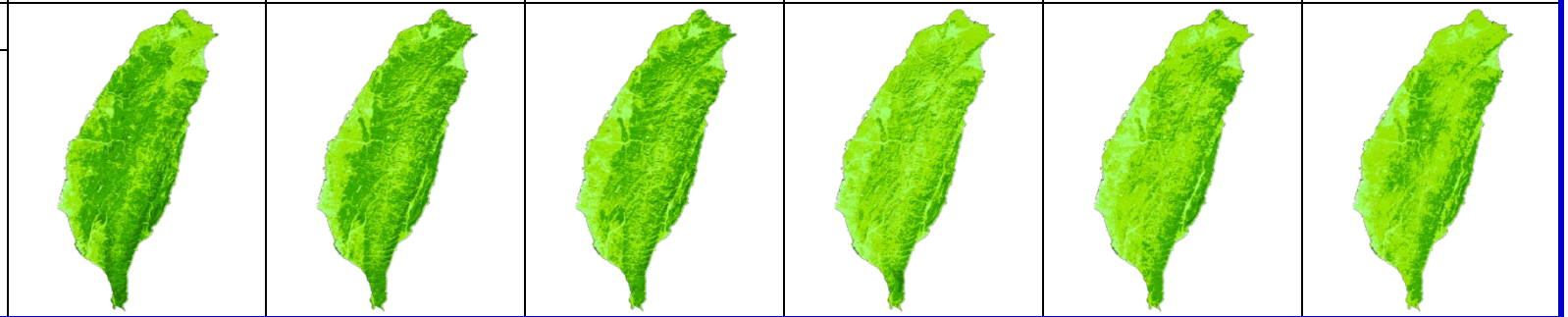
年度	2010					
期別	04	05	06	07	08	09
期別	097 （04/07-04/22）	129 （05/09-05/24）	161 （06/10-06/25）	177（06/26-07/11） 193（07/12-07/27）	209（07/28-08/12） 225（08/13-08/28）	241（08/29-09/13） 257（09/14-09/29）
Max NDVI 套色影像						
圖例 -1.00 - 0.00 0.00 - 0.08 0.08 - 0.18 0.18 - 0.28 0.28 - 0.35 0.35 - 0.45 0.45 - 1.00						

表4. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD13 衛星產品各月份 EVI 套色影像表

年度	2009			2010		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/15） 289（10/16-10/31）	305（11/01-11/16） 321（11/17-12/02）	337（12/03-12/18） 353（12/19-12/31）	001（01/01-01/16） 017（01/17-02/01）	033（02/02/02/17） 049（02/18-03/05）	065（03/06-03/21） 081（03/22-04/06）
EVI 套色影像						
圖例 0.0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1.0						

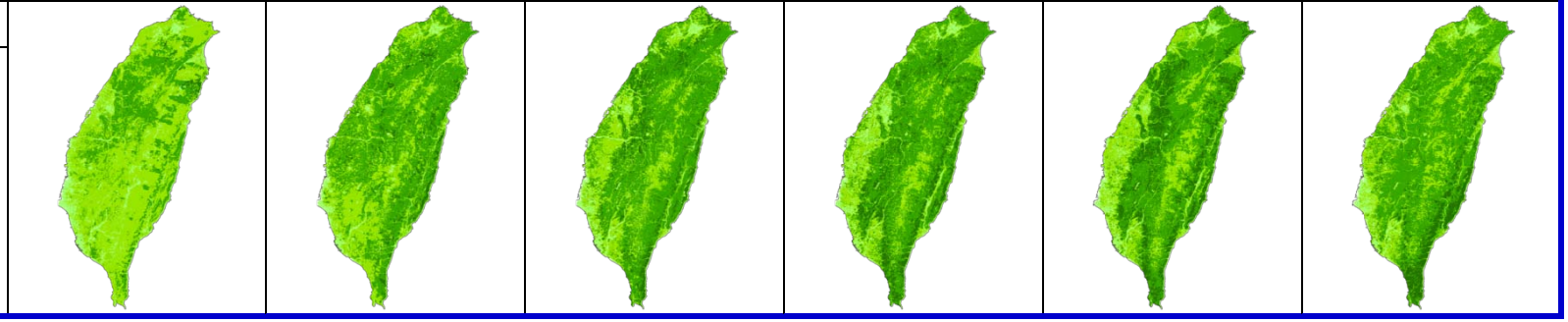
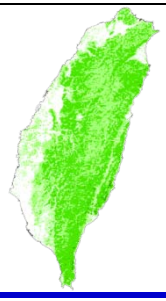
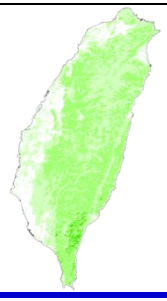
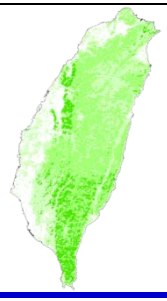
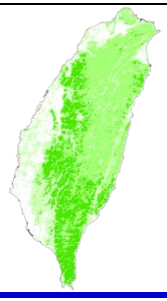
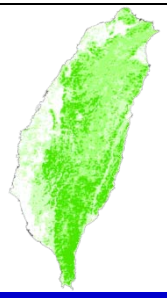
年度	2010					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	097 （04/07-04/22）	129 （05/09-05/24）	161 （06/10-06/25）	177（06/26-07/11） 193（07/12-07/27）	209（07/28-08/12） 225（08/13-08/28）	241（08/29-09/13） 257（09/14-09/29）
EVI 套色影像						
圖例 0.0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1.0						

表5.　2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD15 衛星產品各月份 LAI 套色影像表

年度	2009			2010		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/06-03/13） 073（03/14-03/21） 081（03/22-03/29）
LAI 套色影像						
圖例 0.0 - 1.6 1.6 - 3.2 3.2 - 4.8 4.8 - 6.4 6.4 - 8.0						

年度	2010					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/30-04/06） 097（04/07-04/14） 105（04/15-04/22） 113（04/23-04/30）	121（05/01-05/08） 129（05/09-05/16） 137（05/17-05/24） 145（05/25-06/01）	153（06/02-06/09） 161（06/10-06/17） 169（06/18-06/25）	185（07/04-07/11） 193（07/12-07/19） 201（07/20-07/27）	217（08/05-08/12） 225（08/13-08/20） 233（08/21-08/28）	249（09/06-09/13） 257（09/14-09/21） 265（09/22-09/29）
LAI 套色影像						
圖例 0.0 - 1.6 1.6 - 3.2 3.2 - 4.8 4.8 - 6.4 6.4 - 8.0						

表6.　2006 年 10 月至 2007 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 GPP 套色影像表

年度	2006			2007		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/06-03/13） 073（03/14-03/21） 081（03/22-03/29）
GPP 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

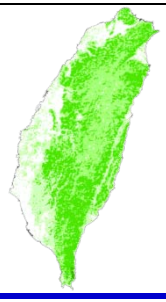
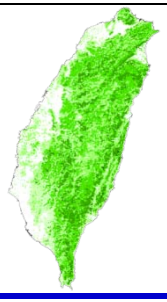
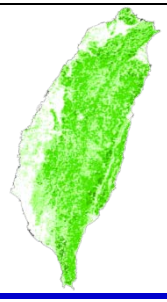
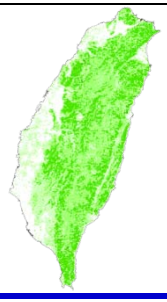
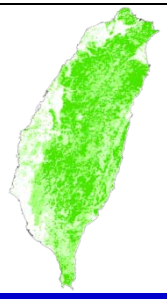
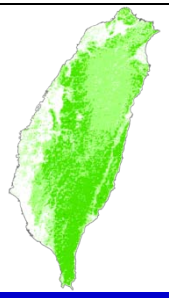
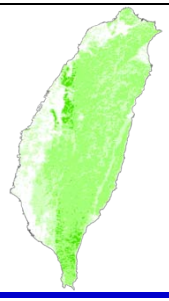
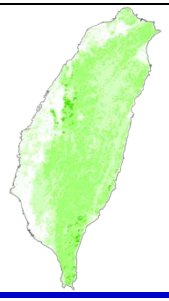
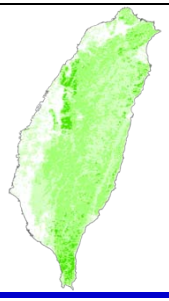
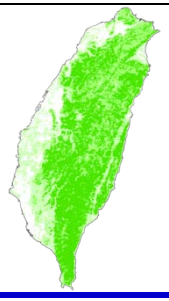
年度	2007					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/30-04/06） 097（04/07-04/14） 105（04/15-04/22） 113（04/23-04/30）	121（05/01-05/08） 129（05/09-05/16） 137（05/17-05/24） 145（05/25-06/01）	153（06/02-06/09） 161（06/10-06/17） 169（06/18-06/25）	185（07/04-07/11） 193（07/12-07/19） 201（07/20-07/27）	217（08/05-08/12） 225（08/13-08/20） 233（08/21-08/28）	249（09/06-09/13） 257（09/14-09/21） 265（09/22-09/29）
GPP 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

表7.　2007 年 10 月至 2008 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 GPP 套色影像表

年度	2007			2008		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/05-03/12） 073（03/13-03/20） 081（03/21-03/28）
GPP 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

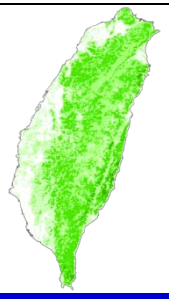
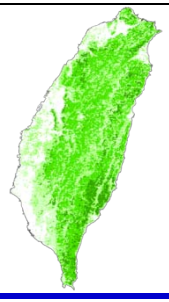
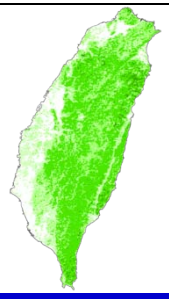
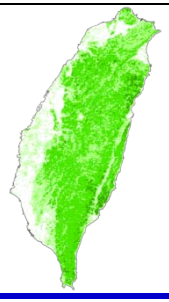
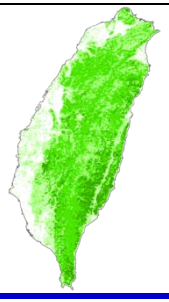
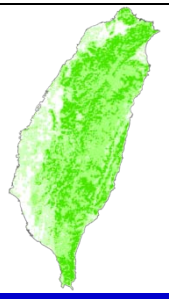
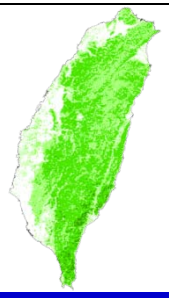
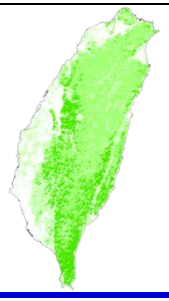
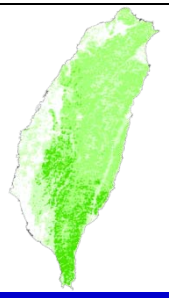
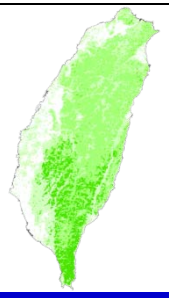
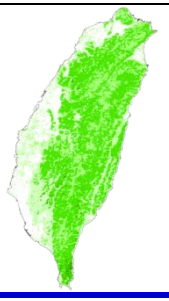
年度	2008					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/29-04/05） 097（04/06-04/13） 105（04/14-04/21） 113（04/22-04/29）	121（04/30-05/07） 129（05/08-05/15） 137（05/16-05/23） 145（05/24-05/31）	153（06/01-06/08） 161（06/09-06/16） 169（06/17-06/24）	185（07/03-07/10） 193（07/11-07/18） 201（07/19-07/26）	217（08/04-08/11） 225（08/12-08/19） 233（08/20-08/27）	249（09/05-09/12） 257（09/13-09/20） 265（09/21-09/28）
GPP 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

表8.　2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 GPP 套色影像表

年度	2009			2010		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/06-03/13） 073（03/14-03/21） 081（03/22-03/29）
GPP 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

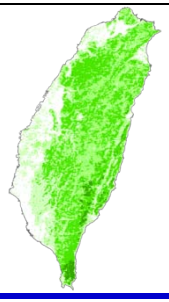
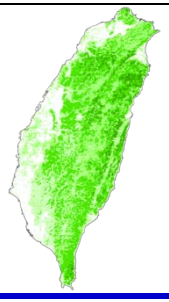
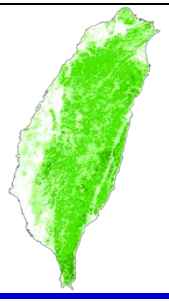
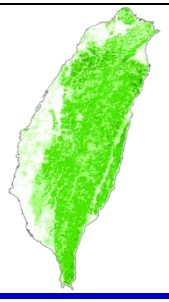
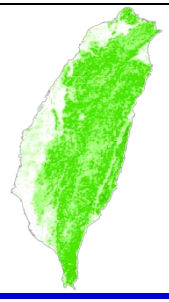
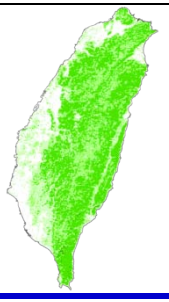
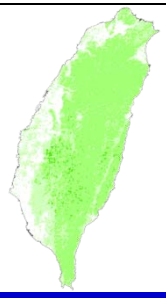
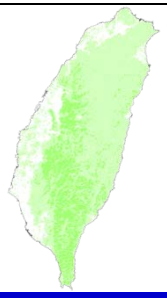
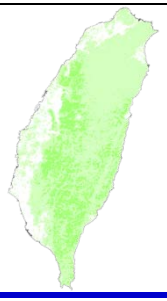
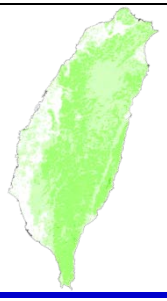
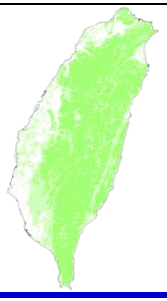
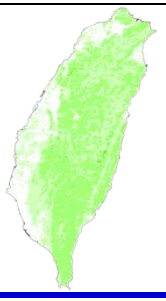
年度	2010					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/30-04/06） 097（04/07-04/14） 105（04/15-04/22） 113（04/23-04/30）	121（05/01-05/08） 129（05/09-05/16） 137（05/17-05/24） 145（05/25-06/01）	153（06/02-06/09） 161（06/10-06/17） 169（06/18-06/25）	185（07/04-07/11） 193（07/12-07/19） 201（07/20-07/27）	217（08/05-08/12） 225（08/13-08/20） 233（08/21-08/28）	249（09/06-09/13） 257（09/14-09/21） 265（09/22-09/29）
GPP 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

表9.　2006 年 10 月至 2007 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 PSNnet 套色影像表

年度	2006			2007		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/06-03/13） 073（03/14-03/21） 081（03/22-03/29）
PSNnet 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

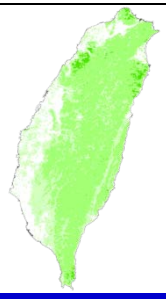
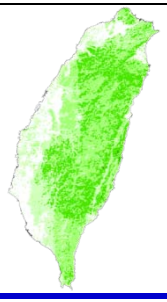
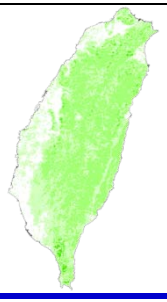
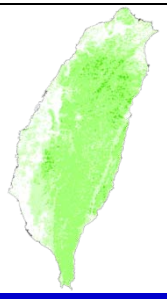
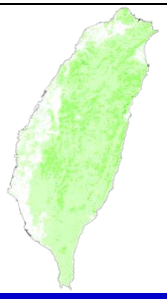
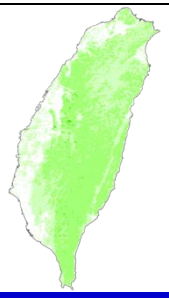
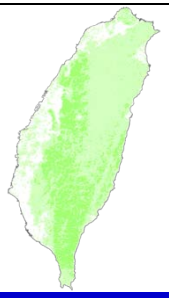
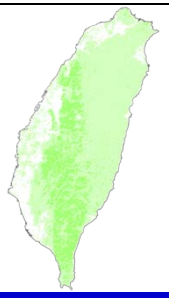
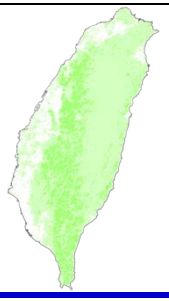
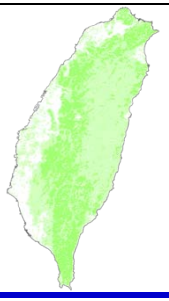
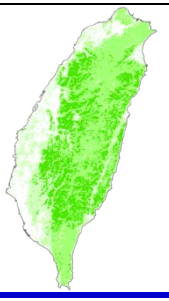
年度	2007					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/30-04/06） 097（04/07-04/14） 105（04/15-04/22） 113（04/23-04/30）	121（05/01-05/08） 129（05/09-05/16） 137（05/17-05/24） 145（05/25-06/01）	153（06/02-06/09） 161（06/10-06/17） 169（06/18-06/25）	185（07/04-07/11） 193（07/12-07/19） 201（07/20-07/27）	217（08/05-08/12） 225（08/13-08/20） 233（08/21-08/28）	249（09/06-09/13） 257（09/14-09/21） 265（09/22-09/29）
PSNnet 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

表10. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 PSNnet 套色影像表

年度	2007			2008		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/05-03/12） 073（03/13-03/20） 081（03/21-03/28）
PSNnet 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

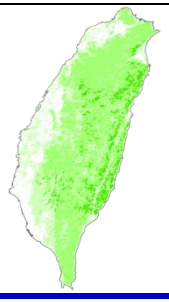
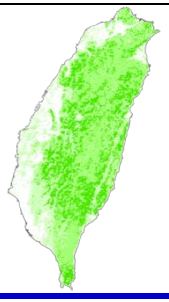
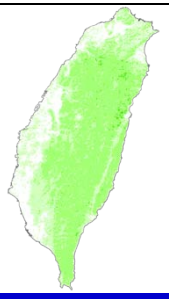
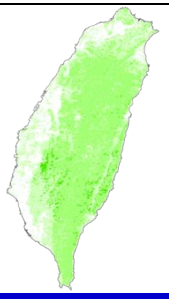
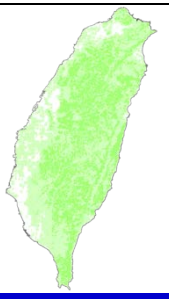
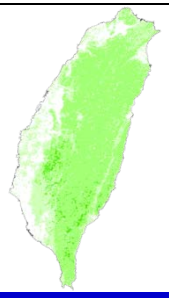
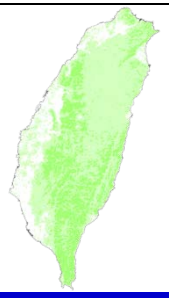
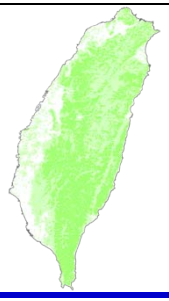
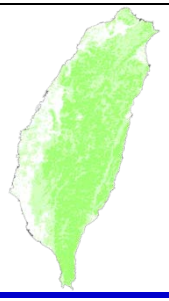
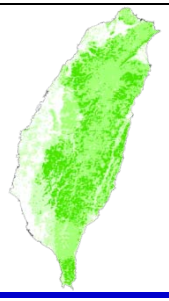
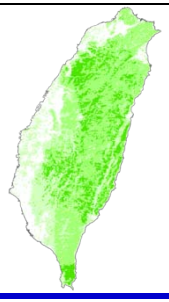
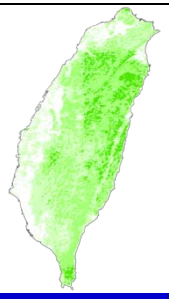
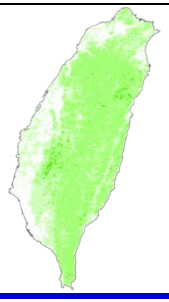
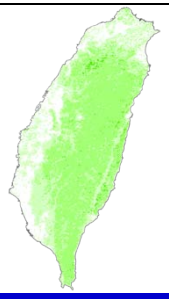
年度	2008					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/29-04/05） 097（04/06-04/13） 105（04/14-04/21） 113（04/22-04/29）	121（04/30-05/07） 129（05/08-05/15） 137（05/16-05/23） 145（05/24-05/31）	153（06/01-06/08） 161（06/09-06/16） 169（06/17-06/24）	185（07/03-07/10） 193（07/11-07/18） 201（07/19-07/26）	217（08/04-08/11） 225（08/12-08/19） 233（08/20-08/27）	249（09/05-09/12） 257（09/13-09/20） 265（09/21-09/28）
PSNnet 套色影像						
圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

表11. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品各月份 PSNnet 套色影像表

年度	2009			2010		
月份	10	11	12	01	02	03
期別	273（09/30-10/07） 281（10/08-10/15） 289（10/16-10/23） 297（10/24-10/31）	305（11/01-11/08） 313（11/09-11/16） 321（11/17-11/24） 329（11/25-12/02）	337（12/03-12/10） 345（12/11-12/18） 353（12/19-12/26） 361（12/27-12/31）	001（01/01-01/08） 009（01/09-01/16） 017（01/17-01/24） 025（01/25-02/01）	033（02/02-02/09） 041（02/10-02/17） 049（02/18-02/25）	065（03/06-03/13） 073（03/14-03/21） 081（03/22-03/29）
PSNnet 套色影像 圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

年度	2010					
月份	04	05	06	07	08	09
期別	089（03/30-04/06） 097（04/07-04/14） 105（04/15-04/22） 113（04/23-04/30）	121（05/01-05/08） 129（05/09-05/16） 137（05/17-05/24） 145（05/25-06/01）	153（06/02-06/09） 161（06/10-06/17） 169（06/18-06/25）	185（07/04-07/11） 193（07/12-07/19） 201（07/20-07/27）	217（08/05-08/12） 225（08/13-08/20） 233（08/21-08/28）	249（09/06-09/13） 257（09/14-09/21） 265（09/22-09/29）
PSNnet 套色影像 圖例（單位：t-C/ha） 0 0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 以上						

2. 植生碳吸存估算

全球氣候變遷與溫室效應之間存在著緊密關係。二氧化碳、水蒸氣、甲烷、氮氣、臭氧等溫室效應氣體將地表散發的熱能吸收，使大氣溫度保持於適合生物生長，但近年溫室氣體的急速增加，使全球氣溫也隨之升高，加速冰河消退，以及海平面的上升，根據 2001 年 IPCC 的預測，若無法有效減緩全球溫室效應氣體的排放，全球地表溫度到 2100 年將上升 1.4 至 5.8℃，而伴隨著全球暖化的結果，全球水文收支亦將受到影響，造成極端氣候發生的頻度增加。

在人為產生之溫室效應氣體當中，二氧化碳增量佔最重要部份(Gurevitch et al., 2002)。由南極冰蕊(Etheridge *et al.*, 1998)的氣體取樣及在夏威夷 Mauna Loa 火山的大氣量測（Etheridge *et al.*,1998）顯示，十八世紀工業革命前，二氧化碳含量保持穩定狀態，直到石化工業興起與土地利用型態變遷，大氣中二氧化碳含量開始顯著增加（Walker *et al.*, 2001），工業革命前二氧化碳混合比 275 至 284ppmv 至現今約 373ppmv，不穩定同位素 ^{14}C 及 $^{13}C/^{12}C$ 測量資料亦顯示人為因素導致之碳排放在大氣碳組成成分中比例逐漸增加（Butcher and Charlson, 1992），故京都議定書中明定各國的二氧化碳排放總量，需控制降低到 1990 年的排放水準，針對此全球性溫室氣體增加的趨勢，國際間亦投入相當研究進行碳循環及碳存量的監測。

Schimel 等學者於 2000 年應用 BIOME-BGC（BIOME-BioGeochemical Cycles），Century 及 TEM（Terrestrial Ecosystem Model）三模型進行模擬，研究氣候與二氧化碳存量變化對生態系統之影響，研究顯示，1980 至 1993 年間，美國本土每年增加 0.08Gt （gigaton, 十億噸）的淨碳吸存，多來自二氧化碳增量，由於森林具有將二氧化碳轉換成本身生物量的功能，可減少大氣中二氧

化碳的含量，故森林的碳吸存及減碳功能逐漸受到各界重視。京都議定書中明定各國的碳排放交易權，以及森林對二氧化碳的吸存與排放淨值，藉此強化造林政策以降低大氣中的二氧化碳濃度。

在植生碳吸存潛力的研究上，可藉由實地生物量的取樣、通量塔台觀測、模型推估及遙測技術等多種方法進行估測，在研究尺度及應用層面上皆存有差異。

其中實地取樣係依據生態植群的不同，藉由光學量測、樹徑測量、相對生長分析（allometry）、落葉收集及農作物收割等測量方式以分別量測或估算地上及地下部份的淨初級生產力（aboveground net primary productivity, ANPP & belowground net primary productivity, BNPP），提供生態系統最直接之碳吸存量測量，但相對人力及時間成本較高，地下植物根莖則是藉由相對生長式和迴歸分析式進行生物量推估，缺乏實測數據，包括生態系統自營性及異營性呼吸量測的缺乏，所能量測主要為淨初級生產力。

而通量監測塔站觀測主要應用渦旋共變異法（eddy-covariance method）進行測量，計算二氧化碳、水氣、及微量氣體之流通量為風速之共變異數，藉由此微氣象觀測站台，可據以估計淨生態系統碳交換（net ecosystem exchange, NEE），並提供連續性之觀測（Curtis *et al.*, 2002）。理論上，為避免過多對流產生及造成通量之不連續性，塔站週遭需為大範圍的平坦地形，並由均質的植被層所覆蓋。其觀測範圍則受風速、大氣穩定性、以及塔台高度等綜合影響，一般約介於 100 至 1,000 公尺之間（Baldocchi *et al.*, 1996）。故氣旋共變異法適合應用於平坦地形之碳通量觀測，在具有地形起伏及豐沛對流之山區地形，其應用則較不適當；而 Fluxnet 為一全球性之通量監測網，由通量監測塔站（flux tower）所組成，作為觀測大氣及陸域生態系間二氧化碳、水氣及微量氣體之交換及動態

情形，其主要任務為針對全球主要陸域生態系進行長期之通量監測，並建構一標準資料平台以利資料流通及相互比對分析，目前全球有多個區域性通量監測網路，如 AmeriFlux、AsiaFlux、CarboEurope、OzFlux （Australia、New Zealand）。相較於實地取樣及通量塔台觀測，遙測技術能以較經濟的方式，在短時間內提供大範圍尺度的地表觀測資訊，彌補單點量測在空間上的不連續性；在碳吸存及碳存量的應用上，大致可區分為林分材積的生物量推估，以及藉由植生對光譜能量的吸收情形，評估碳吸存及排放量等兩種應用方式；其中碳吸存的方式為藉由探討綠色植生的光合作用，評估實際吸收輻射量（Absorbed Incident PAR, APAR）及總初級生產量的相互關係，進而推估碳吸存量，由於各植生種類的吸存排放比率及生長限制因素各異，在實際應用上常需結合廣泛先期研究所得的生態參數，以進行適時適地的推估。

模型估測提供另一途徑估算初級生產力及碳存量，生態系統模型乃模擬生態系統中能量、養分、及微量元素的循環過程，藉由提供生態系空間區位、生化、及氣象因子等數據條件，即可推估生態系統產出。由於生態過程複雜且交互影響，模型推估的準確性取決於模型設計是否針對不同尺度考量其生態機制及約制因素（Churkina *et al.*, 2003），故一完整模型建立需要廣泛之基礎實驗研究作為參考依據；而模型推估之優勢在於能彌補實地量測在時間及空間尺度上的不連續性（Turner *et al.*, 2005），通量塔台觀測及現地調查雖提供場地尺度碳通量數據，可與遙測資料推估值進行驗證，但侷限於小區域內單點或多點之測量，且實地取樣在時間尺度上常呈現不連續性。相對地，衛星遙測方式提供廣泛空間範圍尺度的瞬時觀測，兩者在時間及空間尺度上存在落差，實證模型能提供連續性的推估資料，彌補實測與遙測推估資料尺度的不對稱性，提供遙測資料一有效驗證途

徑，且可進一步針對生態系統未來的生態過程及狀態進行預估。

(1) 以植生吸收輻射推估植生生產量

植物淨初級生產力（net primary productivity, NPP）及光合作用有效吸收輻射之關係由學者 Monteith 於 1972 及 1977 年所提出，輻射利用率（radiation use efficiency, RUE）說明在充分養份及水分灌溉下的生長作物，其淨初級生產力與光合作用有效吸收輻射呈現線性關係，其中光合作用有效吸收輻射受到日照時數、潛勢入射輻射以及植物的葉面幾合呈現方式（geometry of displayed leaf material）影響，而地理空間區位、季節及雲層覆蓋等因素則影響潛勢入射輻射量。此輻射利用率提供另一途徑估算植生生產力，考量空間區位上有效日照輻射及植物本身輻射吸收限制，排除探討碳循環及養分平衡等複雜的植生生長機制（Heinsh *et al.*, 2003）。

學者 Monteith 的輻射利用率係針對在充分養份及水分灌溉下的生長作物進行研究，在實際應用於生態系統初級生產量的估算時，需考量植物種類及所處環境的約制條件。Monteith 研究著重於一年生草本作物，其維持機能所需的自營性呼吸較低，相對地，多年生木本植物由於木質邊材（sapwood）比例較多，其維持性呼吸成本（maintenance respiration cost）較大，導致淨初級生產力較低，由於植物在不同年齡及樹種的情況條件下，其維持機能所需的自營性呼吸差異極大，造成輻射利用率變異，進而影響光合作用有效吸收輻射與淨初級生產力的相關性，研究顯示若排除植物維持性呼吸的因素，光合作用有效吸收輻射與總初級生產力呈現出較佳的相關性，亦即輻射利用率更能反映光合作用有效吸收輻射與總初級生產力間的關係。

輻射利用率另一變異來自於非極適天候情況，並以溫度及溼度為植生生

長的主要制約因素，當氣溫低於冰點溫度，或蒸氣壓力差（vapor pressure deficit, VPD）過大，將導致植物氣孔關閉，限制光合作用的進行，進而造成輻射利用率的降低，故 Monteith 理論在實際應用於非極適氣候情況時，尚需考量約制因素所造成的影響。表 12 為相關名詞說明。

表12. 植生碳吸存估算相關名詞表

中文全名/英文全名	英文簡稱	單位	說明
總初級生產量 gross primary productivity	GPP	g-C/m²/day （0.01 t-C/ha/day）	在生態系統中初級生產者的總碳吸存量。
淨初級生產量 net primary productivity	NPP	g-C/m²/year （2.74×10^{-5} t-C/ha/day）	淨初級生產力為總初級生產量減去植生自營性呼吸(包含維持性呼吸及生長性呼吸)(GPP-Ra)。
每日淨生產量 Net photosynthesis	PSNnet	g-C/m²/day （0.01 t-C/ha/day）	總初級生產力減去葉片及根系之維持性呼吸（GPP-MR）。
淨生態系統碳交換 net ecosystem exchange	NEE	g-C/m²/year （3.65 t-C/ha/day）	生態系統中總初級生產量扣除自營性及異營性呼吸（GPP-Ra-Rh）。
入射光合作用有效輻射 incident photosynthetically active radiation	IPAR	MJ/m²/day （0.0001 MJ/ha/day）	太陽光電磁波長約介於 400-700nm 的光譜波段，為植物進行光合作用所仰賴的太陽光能。
光合作用有效輻射分量 fraction of incident PAR absorbed by the surface	FPAR	ratio	光合作用有效輻射中實際為植被層吸收的比率。
光合作用有效吸收輻射 absorbed incident PAR	APAR	MJ/m²/day （0.0001 MJ/ha/day）	植被層實際吸收的光合作用有效輻射量，為前兩者乘積(IPAR×FPAR)。
輻射利用率 radiation use efficiency	RUE	g-C/MJ （0.00001 t-C/MJ）	綠色植生在單位輻射能量下所產生的碳吸存量。

(2) 總初級生產量演算

Terra/Aqua-MODIS 衛星影像推估初級生產量主要使用 MOD17 產品，推估方式是主要參酌學者 Monteith 於 1972 及 1977 年研究而得，藉由光合作用有效吸收輻射及輻射利用率推估總初級生產量，推估流程如圖 3 所示(資料來源：MOD17 ATBD)(Running *et al.*, 1999)，其計算式如下式 1 所示。

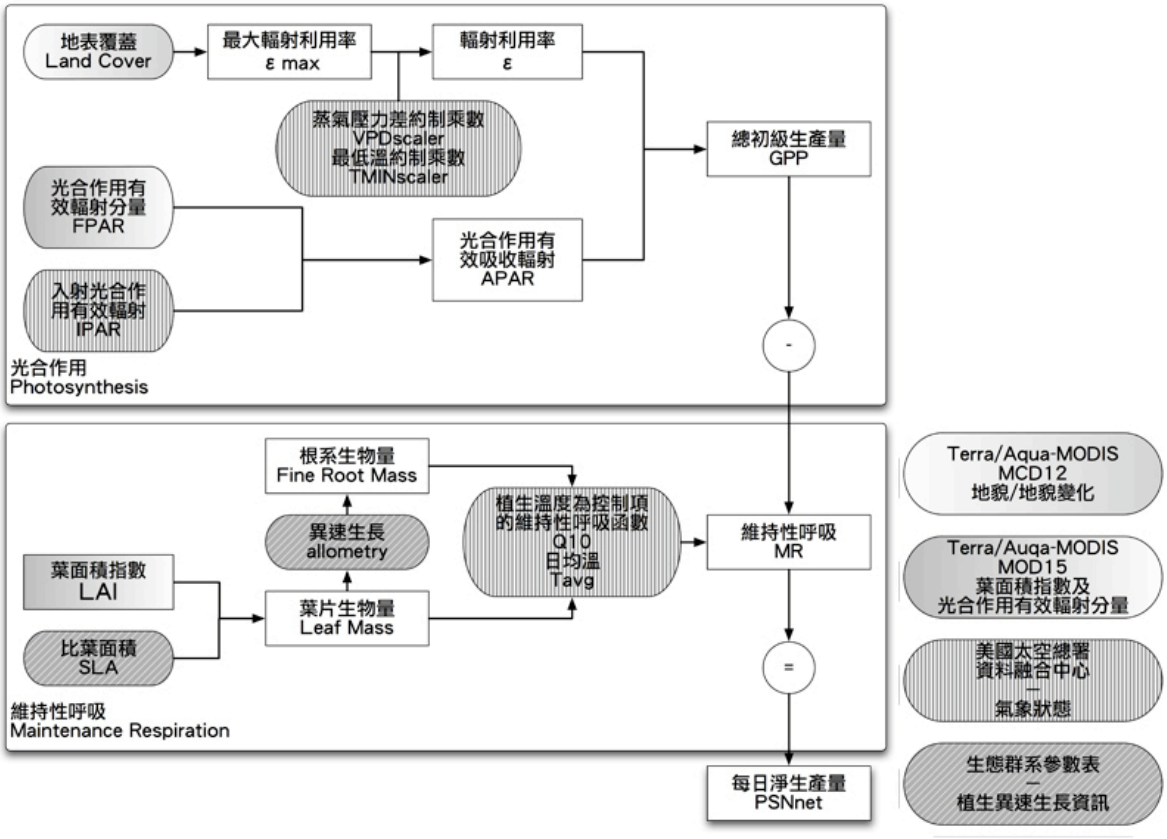


圖3. Terra/Aqua-MODIS MOD17 產品資料處理流程

$$GPP = \varepsilon \times APAR \quad \text{（式 1）}$$

其中：

ε=輻射利用率（t-C/MJ）

APAR=光合作用有效吸收輻射（MJ/ha/day）

其中輻射利用率考量溫度及蒸氣壓力差兩項約制因素，其計算式如式 2 所示

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \times TMIN_scalar \times VPD_scalar \quad \text{（式 2）}$$

其中：

TMIN_scaler=最低溫約制乘數

VPD_scaler=蒸氣壓力差約制乘數

光合作用有效吸收輻射則藉由入射光合作用有效輻射及光合作用有效輻射分量計算而得，其計算式如式 3 所示。

$$APAR = (IPAR \times FPAR) \quad \text{（式 3）}$$

其中：

IPAR=入射光合作用有效輻射（MJ/ha/day）

FPAR =光合作用有效輻射分量（ratio）

在輻射利用率的推估上，MOD17 產品研究團隊採用 BIOME-BGC 模型，針對全球主要植生型態進行總初級生產量及光合作用有效吸收輻射的模擬估算，計算出各生態植群最大輻射利用率，由於溫度及蒸氣壓力差對植物光合作用產生約制效應，降低輻射利用率，MOD17 產品演算式採用一簡單線性關係，表示日低溫及蒸氣壓力差對最大輻射利用率產生的衰減作用如圖 4 所示(資料來源：MOD17 ATBD)。圖中 TMINmax(℃)、TMINmin(℃)、VPDmax（Pa）、VPDmin（Pa）分別為當 $\varepsilon=\varepsilon_{max}$ 之日低溫（在極適蒸氣壓情況下）、當 $\varepsilon=0$ 之日低溫（在任何蒸氣壓情況下）、當 $\varepsilon=\varepsilon_{max}$ 之日間平均蒸氣壓力差(在極適日低溫情況下)、以及當 $\varepsilon=0$ 之日之平均蒸氣壓力差(在任何日低溫情況下)。藉由廣泛先期研究，全球主要植生型態的 ε、TMINmin、

TMINmax、VPDmin、VPDmax 以表列形式呈現於生態群系參數對照表（Biome Parameter Look-Up Table, BPLUT）；以生態群系參數對照表配合 MOD12 產品的地貌分類資訊及美國太空總署資料融合中心（Data Assimilation Office, DAO/NASA）提供的每日最低溫及蒸氣壓差等氣象資料，可據以推估輻射利用率，如表 13 所示（資料來源：MOD17 ATBD）。

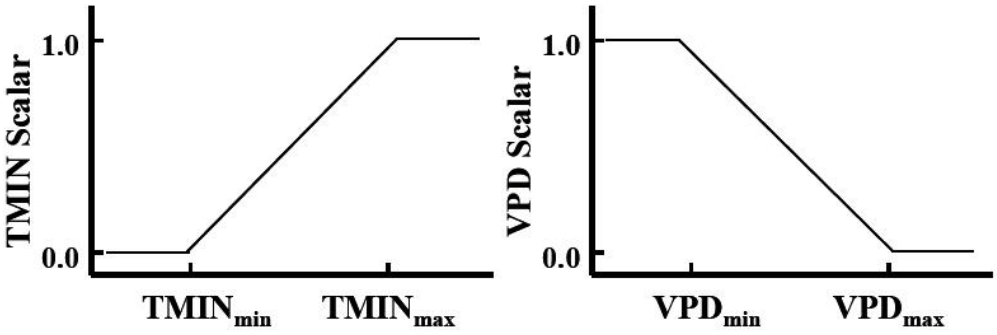


圖4. BPLUT 低溫及蒸氣壓力差對最大輻射利用率線性衰減

光合作用有效吸收輻射需由入射光合作用有效輻射及光合作用有效輻射分量進行計算。其中入射有效輻射由美國太空總署資料融合中心提供 1˚×1.25˚解析度的入射短波輻射量資料（incident shortwave radiation），以進行光合作用有效輻射估算，其計算式如式 4 所示。

$$IPAR = (SWRad \times 0.45) \quad \text{（式 4）}$$

其中：

IPAR=入射光合作用有效輻射（MJ/ha/day）

SWRad=短波輻射量（MJ/ha/day）

光合作用有效輻射分量則為 MOD15 產品，主要藉由地表反射率（MOD09 產品）與地貌型態（MOD12 產品）進行推估演算，如圖 5 所示

（資料來源：MOD17 ATBD）。

表13. 生態群系參數對照表

參數 Parameter	生態群系分類					
	常綠針葉林（ENF）	常綠闊葉林（EBF）	落葉針葉林（DNF）	落葉闊葉林（DBF）	混合林（MF）	草生地（WL）
最大輻射利用率 ε_{max}	0.001008	0.001159	0.001103	0.001044	0.001116	0.000800
每日						
當 $\varepsilon=\varepsilon_{max}$ 之日低溫 TMIN_Max（℃）	8.31	9.09	10.44	7.94	8.50	11.39
當 $\varepsilon=0$ 之日低溫 TMIN_Min（℃）	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00
當 $\varepsilon=\varepsilon_{max}$ 之日間平均蒸氣壓力差 VPD_Max（Pa）	2,500.00	3,900.00	3,100.00	2,500.00	2,500.00	3,100.00
當 $\varepsilon=0$ 之日之平均蒸氣壓力差 VPD_Min（Pa）	650.00	1,100.00	650.00	650.00	650.00	930.00
比葉面積 SLA $\left(\frac{\text{projected ha}}{\text{t-leaf C}}\right)$	2.11	2.33	3.10	2.62	2.15	3.38
以植生溫度為控制項的維持性呼吸函數 Q10_mr（unitless）	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

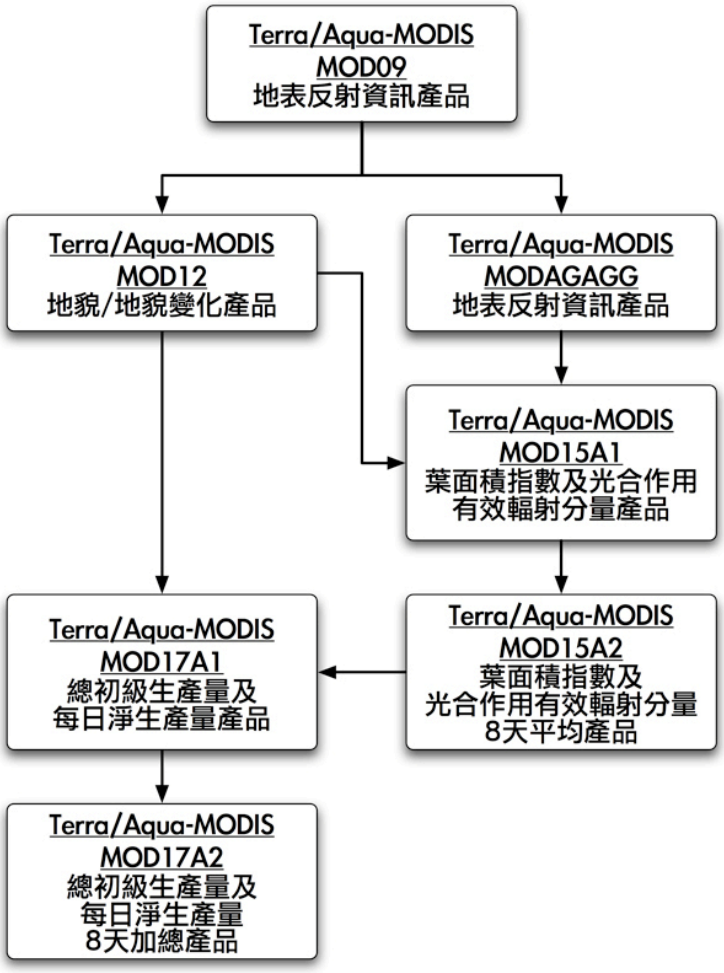


圖5. Terra/Aqua-MODIS 總初級生產量及每日淨生產量產品鏈結

(3) 每日淨生產量演算

植物藉由光合作用將大氣中的碳吸存，轉化為本身生物量，但為維持生理機能，亦進行呼吸作用，進而將碳釋放出來；總碳吸存量與維持性呼吸所產生碳排放的差值，即為淨碳吸存量（生產量），在 MODIS 演算式針對 GPP 及 PSNnet 值的演算中，此碳排放主要包含植物葉片及根系（fine root）的維持性呼吸（maintenance respiration, MR），其計算式如式 5 所示。並藉由各別生物量（biomass）及維持性呼吸比率演算而得，其中生物量以

MOD15 產品所演算的植物葉面積進行推估，其計算式如式 7 及式 8 所示。而維持性呼吸比率則藉由美國太空總署資料融合中心提供的氣溫資料進行律定，其計算式如式 6 及式 9 所示。各生態群系參數（SLA、leaf_mr_base、Q10、froot_leaf_ratio）則為廣泛先期研究的成果，詳列於 BPLUT 供對照演算。

$$PSNnet = GPP - LMR - frMR \quad \text{（式 5）}$$

$$LMR = LMass \times LMR_base \times Q10_MR^{[(Tavg-20.0)/10.0]} \quad \text{（式 6）}$$

$$LMass = \frac{LAI}{SLA} \quad \text{（式 7）}$$

$$fr_MR = fr_Mass \times fr_MR_base \times Q10_MR^{[(Tavg-20.0)/10.0]} \quad \text{（式 8）}$$

$$fr_Mass = LMass \times frLratio \quad \text{（式 9）}$$

其中：

PSNnet=每日淨生產量（t-C/ha/day）

LMR=葉片維持性呼吸（t-C/ha/day）

frMR=根系維持性呼吸（t-C/ha/day）

LMass=葉片生物量（t-C）

Lmr_base=於 20°C 情況下的葉片維持性呼吸比例基底（t-C/t-C/day）

Q10_MR=以植生溫度為控制項的維持性呼吸函數（指數型式）

Tavg=日均溫（°C）

LAI=葉面積指數（ha-leaf/ha-ground area）

SLA=比葉面積（t-C/ha）

fr_Mass=根系生物量（t-C）

frLratio =根系與葉片的碳質量比例

(4) 初級生產量產品資料處理流程及分析

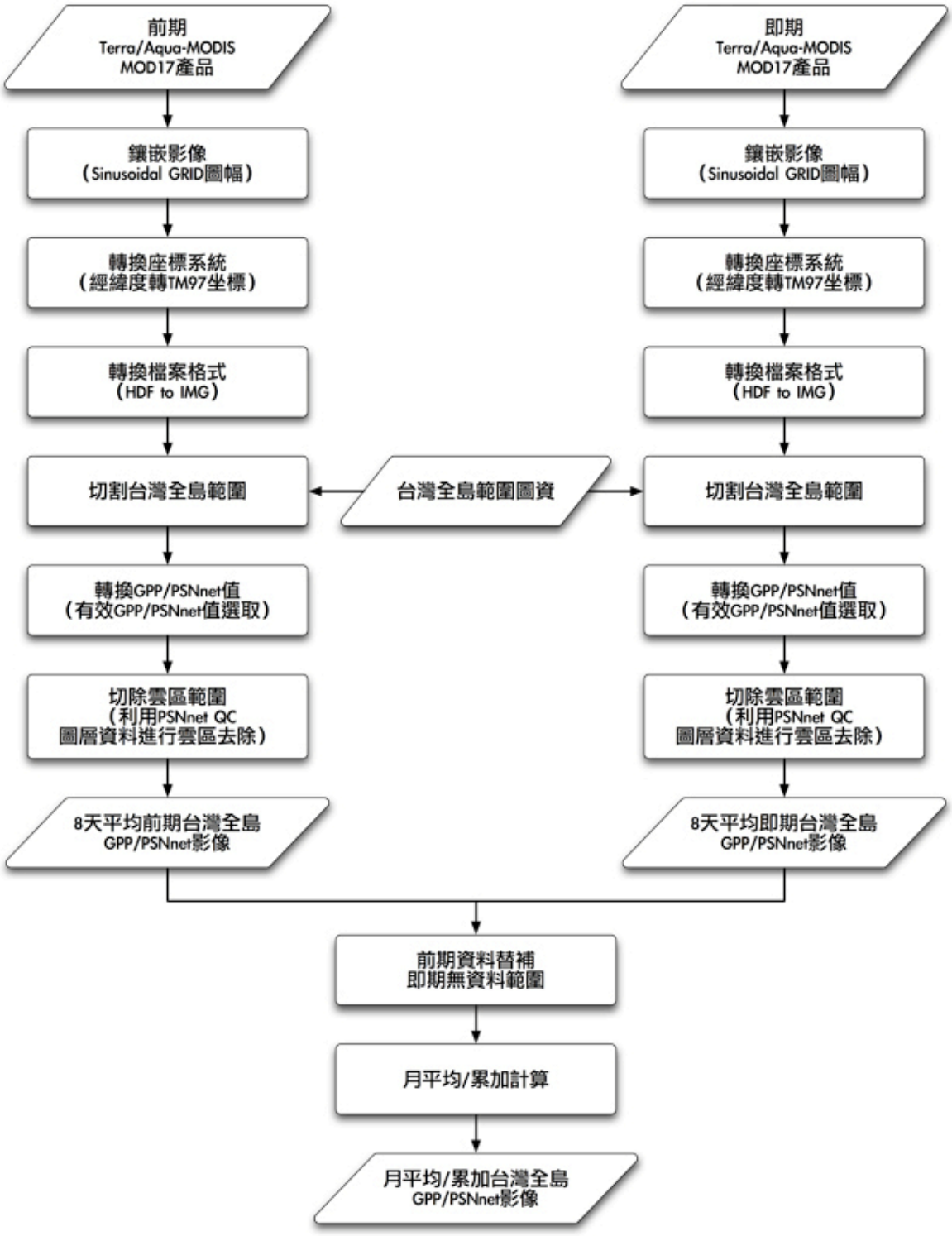


圖6. Terra/Aqua-MODIS GPP/PSNnet 產品標準作業流程

圖 6 為 Terra/Aqua-MODIS 初級生產量產品標準作業程序。依據前期多元衛星遙測於全島綠資源調查、追蹤、分析比較計畫中訂定的初級生產量標準作業程序，MOD17 A2 為 Terra MODIS 全球性初級生產量產品，為利於台灣全島碳吸存量的分析，在資料處理流程上，需考慮雲區及無資料區域替補等要項；應用 ESRI ArcGIS 軟體進行資料前處理，由於 MOD17 產品屬於全球網格資料，利用此程式進行資料選取、坐標參數轉換、影像資料鑲嵌及資料的整併，如圖 7 所示。詳細操作步驟請參閱附錄 G 所示。

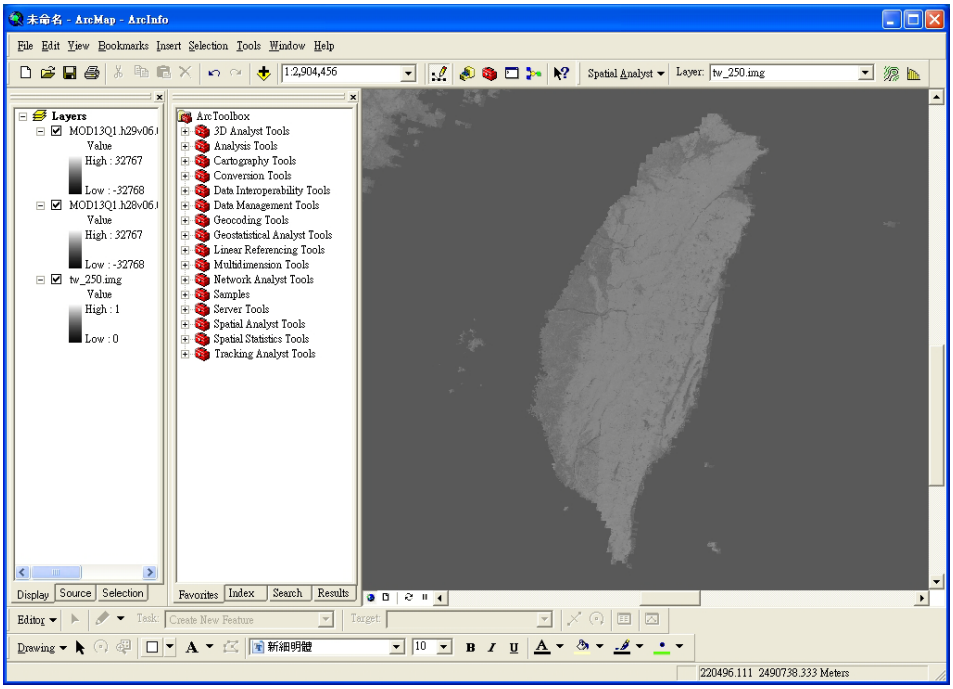


圖7.　ESRI ArcGIS 軟體開啟 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品畫面

經由資料整併後，應用相關影像處理軟體將台灣全島範圍切割出來，藉由 Science Data Sets 中的品質信心資訊，進行資料像元的篩選，剔除受到雲層影響的範圍，並以前期 (如即期為 2010 年 01 月，則前期則為 2009 年

01 月) 資料替補即期無資料區域；以前一年度進行替補主要用意在於植生碳吸存量會受到季節與氣候影響，故假設前一年度同月資料與即期資料相仿，替補區域不影響分析成果，並可完成計畫需求而訂定，如圖 8 所示；上圖為 MOD17 產品 H28V06 及 H29V06 網格鑲嵌與整併後資料，左下圖為品質信心資訊，中下圖為 MOD17 產品單期 GPP 成果，右下圖為替補後 MOD17 產品月份 GPP 成果。

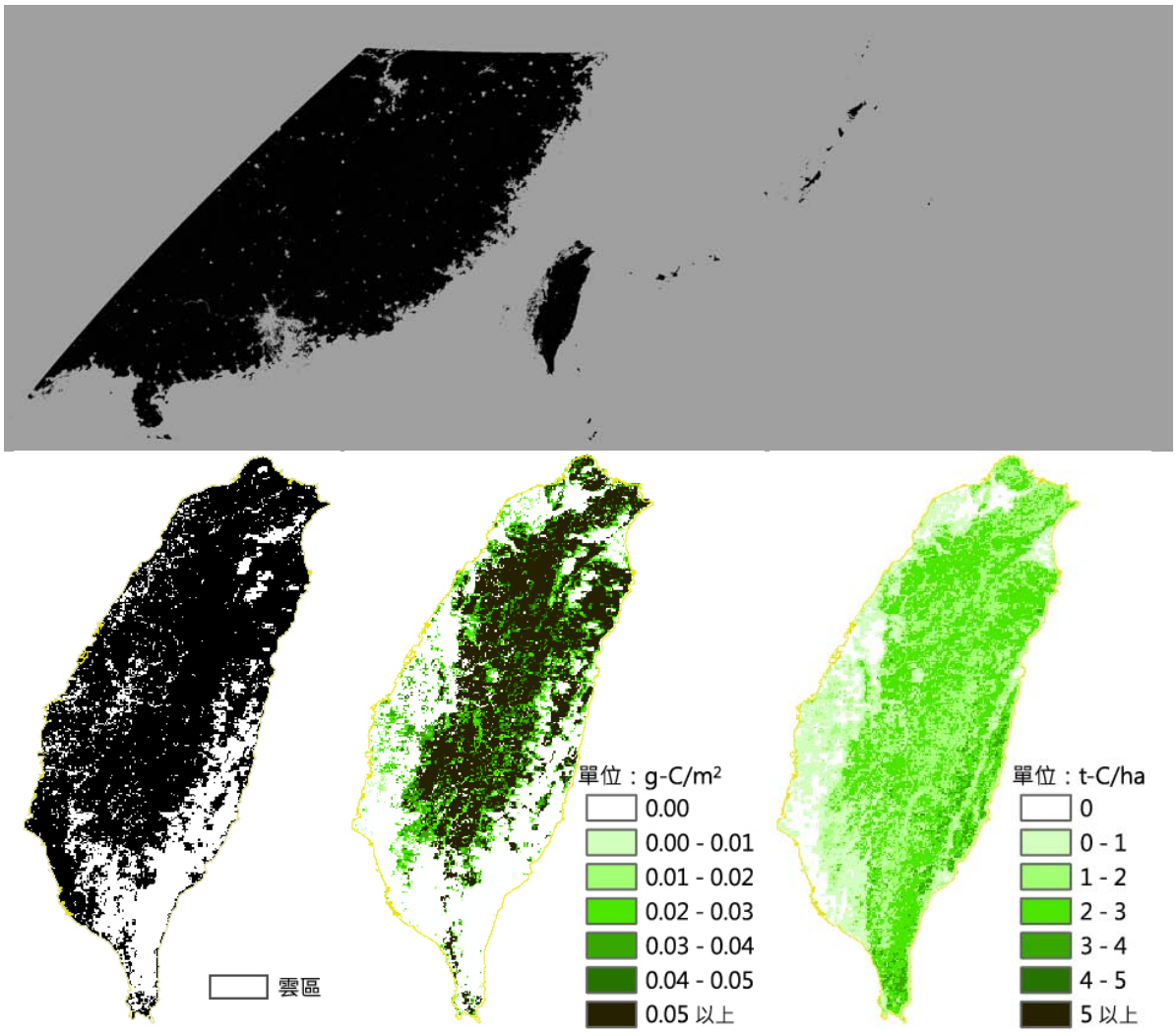


圖8. MOD17 產品處理資料。上圖為 MOD17 產品 H28V06 及 H29V06 網格鑲嵌與整併後資料，左下圖為品質信心資訊，中下圖為 MOD17 產品單期 GPP 成果，右下圖為替補後 MOD17 產品月份 GPP 成果

(5) 植生碳吸存分析

藉由 Terra/Aqua-MODIS 衛星資料、DAO/NASA 提供全球性氣象參數及 BIOME-BGC 模型演算的生態群系參數，GPP 及 PSNnet 值得據以推估，提供瞬時台灣全島碳吸存資訊，如圖 9 為 2006 年 10 月至 2010 年 06 月等共四年度台灣全島各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形（2008 年 10 月至 2009 年 09 月資料為前期計畫成果，在此僅列出進行各年度比較）。表 15 至表 17 為 2006 年 10 月至 2008 年 09 月及 2009 年 10 月至 2010 年 06 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果表。

透過四年度資料的分析，2007 年 GPP 共 0.058Gt，PSNnet 共 0.039Gt；2008 年 GPP 共 0.060Gt，PSNnet 共 0.040Gt；2009 年 GPP 共 0.064Gt，PSNnet 共 0.043Gt；其成果顯示每年 10 月開始當秋季轉為冬季時，氣候由溫暖逐漸轉為寒冷，溫度及日照時數不若夏季，GPP 及 PSNnet 平均值逐漸下降，而跨年度 01 月過後，冬季開始隨氣候由寒冷轉為溫暖，日照時間增加，植物行光合作用效率亦遞增，GPP 及 PSNnet 平均值逐漸上升，因台灣多元且複合的地貌呈現較為平緩的趨勢。其中 2007 年 04 月至 09 月 GPP 及 PSNnet 平均值可看出每個月份數值較其他年度明顯跳動，透過中央氣象局提供之氣候監測報告，初步可看出 05 月及 07 月份相較 06 月及 08 月氣溫距平較高，且雨量亦稍有變化，氣溫距平及雨量距平如表 14 所示，由於氣候的擾動，間接影響日照時間的多寡，因此造成 GPP 及 PSNnet 平均值跳動。

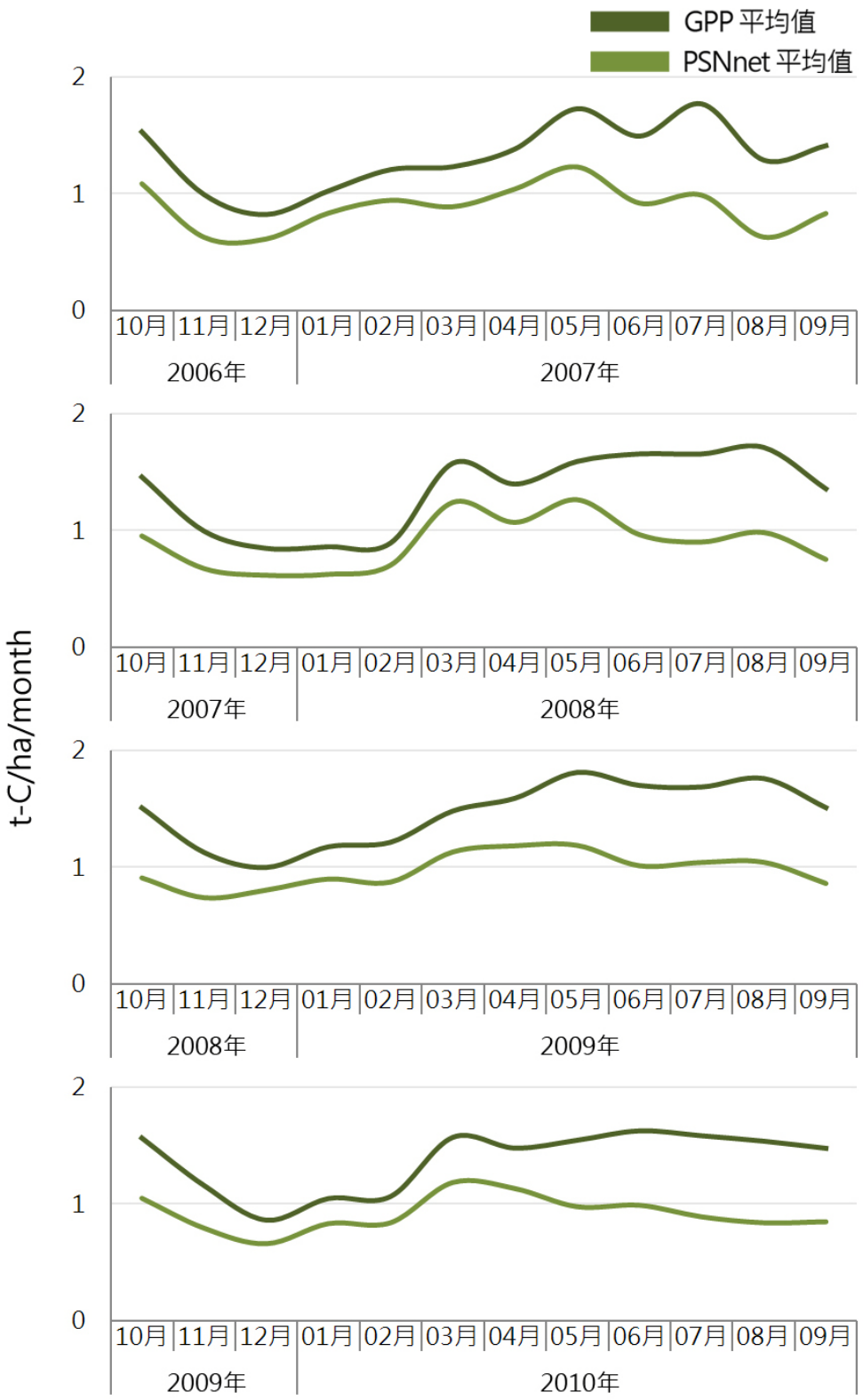


圖9. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度台灣全島各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形

表14. 2007 年 05 月至 08 月氣溫距平及雨量距平分布表

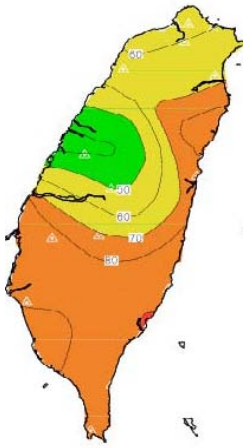
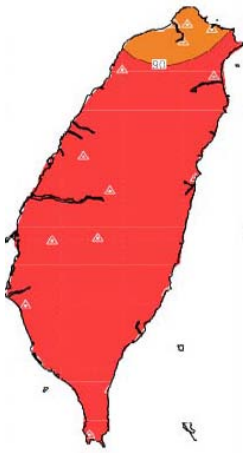
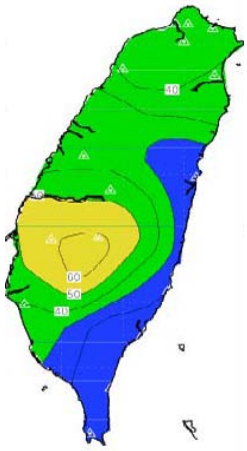
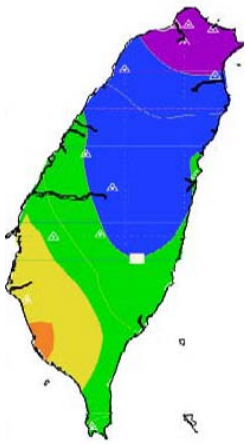
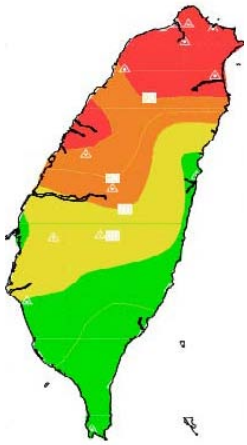
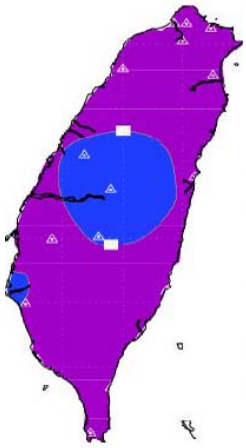
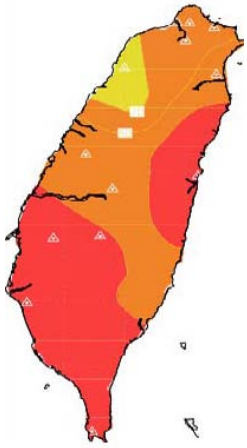
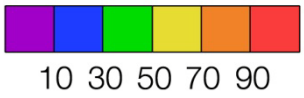
年度	2007			
月份	05	06	07	08
氣溫距平				
距平雨量				
圖例			數值 70 以上是偏高溫或偏多雨類別(橘紅色到紅色); 數值 30 以下是偏低溫或偏少雨類別 (深藍色); 數值介於 30 和 70 之間是接近氣候正常值類別 (黃色至淺藍色)。	

表15. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	5,625,704.43	0.0000	3.2337	1.5272	0.9491
	11	3,647,832.24	0.0000	2.2875	0.9903	0.6428
	12	3,021,458.17	0.0000	2.2448	0.8202	0.5678
2007	01	3,764,676.04	0.0000	2.6738	1.0220	0.7109
	02	4,434,943.89	0.0000	2.5664	1.2040	0.8082
	03	4,527,549.60	0.0000	3.0070	1.2291	0.8674
	04	5,086,609.57	0.0000	3.4069	1.3809	0.9071
	05	6,356,199.14	0.0000	4.8050	1.7255	1.1568
	06	5,491,510.88	0.0000	3.7613	1.4908	1.0042
	07	6,509,289.56	0.0000	3.7123	1.7671	1.1363
	08	4,735,930.85	0.0000	3.6890	1.2857	0.8333
	09	5,190,560.76	0.0000	3.0038	1.4091	0.9421

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	4,002,157.73	-0.6510	2.2708	1.0865	0.6645
	11	2,311,547.41	-0.0450	1.5075	0.6275	0.3989
	12	2,257,516.36	-0.1608	1.4880	0.6129	0.3935
2007	01	3,073,654.78	0.0000	2.0886	0.8344	0.5669
	02	3,477,749.38	0.0000	1.8725	0.9441	0.6058
	03	3,275,490.27	0.0000	2.1041	0.8892	0.6176
	04	3,834,480.26	0.0000	2.3663	1.0410	0.6757
	05	4,532,411.95	-0.0891	3.4255	1.2304	0.8423
	06	3,390,507.00	-0.3394	2.5425	0.9204	0.6189
	07	3,641,430.15	-1.1199	2.4184	0.9886	0.7018
	08	2,317,706.39	-0.5309	2.3831	0.6292	0.4204
	09	3,063,727.48	-0.5475	1.9425	0.8317	0.5117

表16. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	5,368,589.15	0.0000	3.5766	1.4574	0.9395
	11	3,669,289.21	0.0000	2.6148	0.9961	0.6534
	12	3,127,472.17	0.0000	2.2785	0.8490	0.5693
2008	01	3,177,436.52	0.0000	2.5885	0.8626	0.6025
	02	3,294,891.79	0.0000	2.4152	0.8945	0.6619
	03	5,801,706.84	0.0000	3.2418	1.5750	1.0128
	04	5,145,473.50	0.0000	3.4763	1.3969	0.9350
	05	5,857,550.21	0.0000	3.8595	1.5902	1.0881
	06	6,092,527.06	0.0000	3.4463	1.6540	1.0111
	07	6,091,458.81	0.0000	3.7006	1.6537	1.0641
	08	6,296,782.68	0.0000	3.7975	1.7094	1.1012
	09	4,996,619.22	0.0000	2.8748	1.3565	0.8077

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	3,492,741.63	-0.4495	2.4684	0.9482	0.6045
	11	2,462,748.14	0.0000	1.6598	0.6686	0.4261
	12	2,249,946.56	-0.1143	1.6585	0.6108	0.3953
2008	01	2,279,522.19	0.0000	2.0266	0.6188	0.4203
	02	2,570,736.55	-0.0109	1.8759	0.6979	0.5052
	03	4,556,208.00	0.0000	2.4994	1.2369	0.8072
	04	3,923,107.67	0.0000	2.5313	1.0650	0.7062
	05	4,638,831.15	0.0000	3.2511	1.2593	0.8194
	06	3,534,410.52	-0.8775	2.3175	0.9595	0.6477
	07	3,302,229.52	-0.9300	2.1584	0.8965	0.6303
	08	3,604,229.47	-1.2749	2.3793	0.9785	0.6716
	09	2,752,360.13	-0.1472	1.5347	0.7472	0.4390

表17. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	5,753,635.86	0.0000	4.3013	1.5620	0.9842
	11	4,251,132.25	0.0000	2.5125	1.1541	0.7569
	12	3,154,852.37	0.0000	2.3550	0.8565	0.5812
2010	01	3,838,790.07	0.0000	2.5614	1.0421	0.7417
	02	3,902,958.38	0.0000	2.5130	1.0596	0.7526
	03	5,775,111.24	0.0000	3.3151	1.5678	1.0470
	04	5,433,567.85	0.0000	3.3675	1.4751	1.0073
	05	5,683,242.26	0.0000	3.9254	1.5429	1.0305
	06	5,978,814.32	0.0000	3.7238	1.6231	1.0446
	07	5,824,987.19	0.0000	3.6193	1.5813	1.0394
	08	5,653,073.58	0.0000	3.7433	1.5347	0.9838
	09	5,426,421.67	0.0000	3.1725	1.4731	0.9269

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	3,858,755.18	0.0000	2.5226	1.0476	0.6475
	11	2,907,163.42	0.0000	1.7138	0.7892	0.4993
	12	2,410,507.32	0.0000	1.6059	0.6544	0.4246
2010	01	3052035.73	0.0000	1.8484	0.8285	0.5598
	02	3,079,986.89	0.0000	1.7483	0.8361	0.5697
	03	4,358,140.83	0.0000	2.3754	1.1831	0.7852
	04	4,164,346.64	0.0000	2.4263	1.1305	0.7544
	05	3,589,038.30	-1.0346	2.6854	0.9743	0.7132
	06	3,635,068.57	-0.9975	2.5425	0.9868	0.6601
	07	3,267,732.61	-2.0499	2.3250	0.8871	0.6474
	08	3,078,730.78	-0.9804	2.3056	0.8358	0.5484
	09	3,109,359.91	-0.5775	2.1188	0.8441	0.5359

在氣候分區方面，由於台灣地區植物多樣性，分布受到環境控制，影響最大者為氣候因子中之溫度與雨量，首當考慮溫度與雨量之變異與季節性分布，考慮雨季分配與冬季雨量區域性差異，將台灣全島劃分為水平方向之地理氣候區，分出七個主要地理氣候區 (Su, 1985)，分屬於兩種主要氣候型，如表 18 及圖 10 及圖 11 所示。東北區及蘭嶼區代表恆濕性氣候，冬季與夏季雨量約略相等，植群趨向於熱帶雨林及亞熱帶雨林，其餘之東部區、西北區、中西區、西南區及東南區之冬季雨量占全年雨量比例概在 0.4 以下，屬夏雨型氣候，其冬季雨量比例向南端遞減，但偏向東部或東南部則全年雨量或冬季雨量有增加趨勢，且乾季亦逐漸消失，故台灣東南部至恆春半島東側一帶，雖然雨量仍集中在夏天，但因受東北季風影響，冬季雨量仍較多，與東北區一樣，有偏向恆濕性氣候之趨勢。

表18. 台灣地理氣候區劃分表

主氣候型	主要分區	氣候分區代碼	面積 (公頃)
恆濕型氣候	東北	NE	382,000
夏雨型氣候	蘭嶼	LAN	6,221
	東部	EN	350,800
		ES	463,400
	西北	NW	494,400
	中西	CW	962,200
	西南	SW	931,100
	東南	SE	171,300
註：本計畫範圍僅為台灣本島，因此蘭嶼分區不進行分析。			

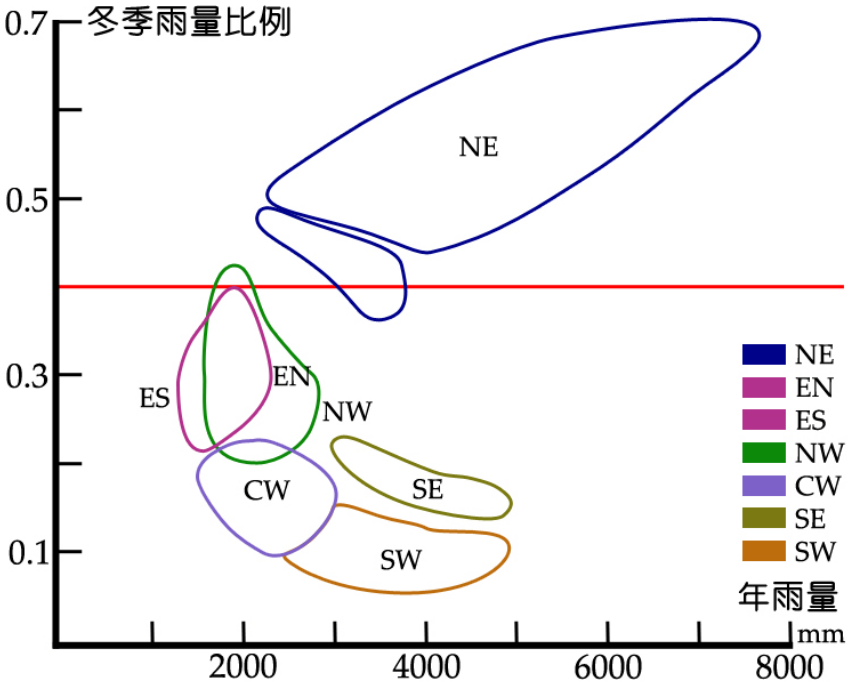


圖10. 台灣全島各氣候區年雨量與冬季雨量分布

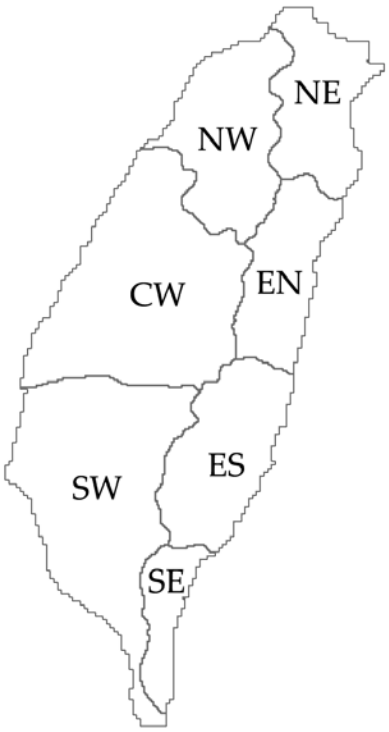


圖11. 台灣全島各氣候區分布圖

依據地理氣候分區進行分析，其 2006 年 10 月至 2008 年 09 月與 2009 年 10 月至 2010 年 09 月共三年度各分區 GPP 及 PSNnet 平均值成果如附錄 H 所示，並透過前期計畫 2008 年 10 月至 2009 年 09 月成果一同進行比較，以瞭解四個年度的各地理氣候分區 GPP 及 PSNnet 平均值分布情形，如圖 12 所示。

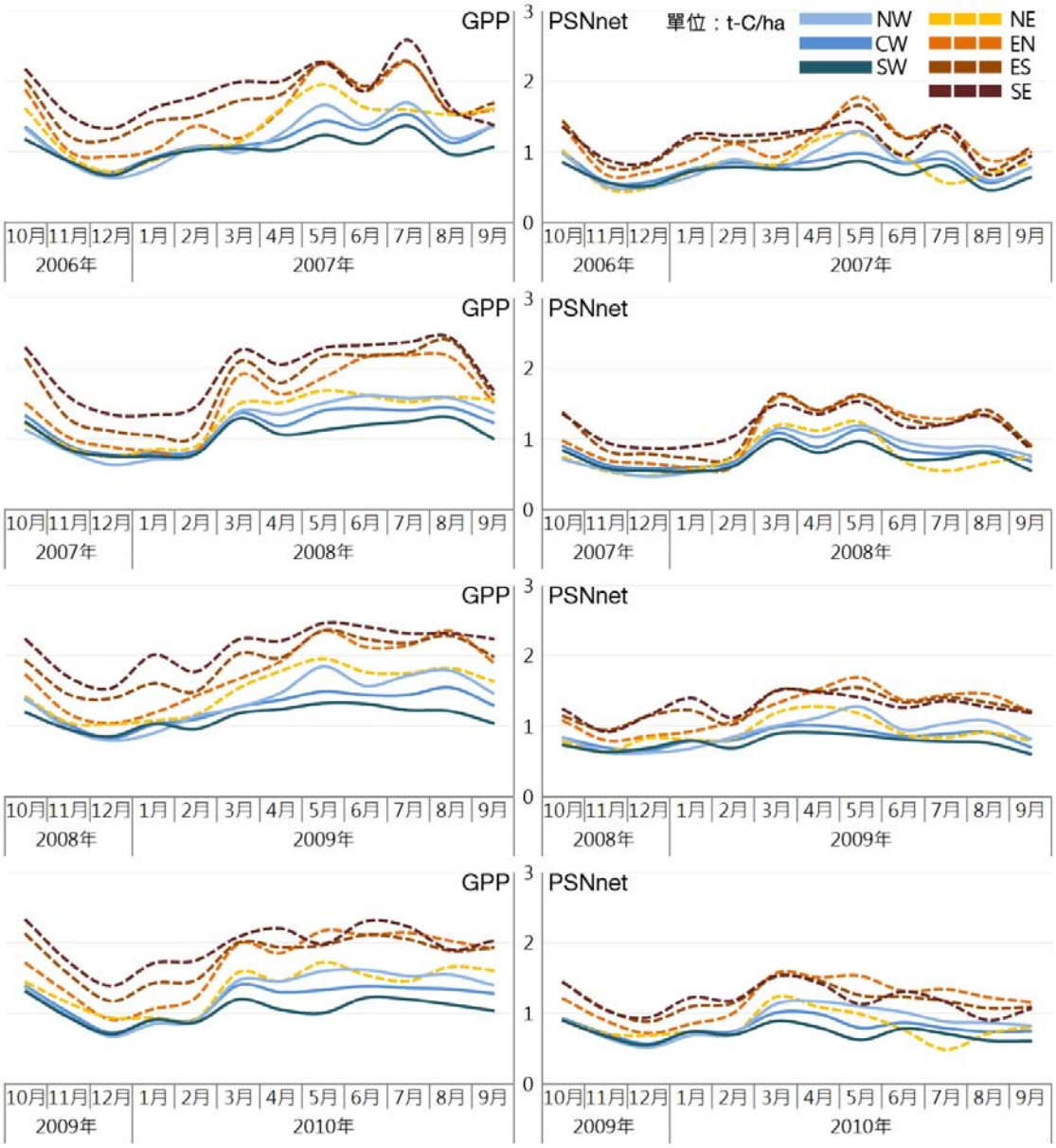


圖12. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度地理氣候分區各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化情形

將各地理氣候分區大致區分為東西兩部份，西部 NW、CW 及 SW 區以藍色漸層實線表示，而東部 NE、EN、ES 及 SE 區則以黃到紅色漸層虛線表示，由分布狀況可清楚看到各年度中各分區分布相當一致，無論是 GPP 或是 PSNnet 值，東部四分區的 GPP 或 PSNnet 平均值都大於西部三個分區。而各分區中以 GPP 平均值為例，由南到北，東西部 GPP 平均值正好呈現相反趨勢，東部 GPP 平均值最高為最南端 SE 區，最低為北端 NE 區；西部則正好相反，以北部 NW 區 GPP 平均值最高，SW 區最低。東西兩部最大差異可看出，西部平原由於多複合式地貌，部分區域更為定居地及裸露地，因此所得 GPP 平均值呈現偏低狀況，而東部多為原始林區，且因為 SE 區冬季日照較 NE 區多，且南部氣候溫暖宜人，因此東部四個分區的 GPP 平均值由北到南逐漸升高。

為瞭解各氣候分區中植生區域 GPP 及 PSNnet 平均值的情形，以國有林區範圍與地理氣候區交集，取得各地理氣候區裡國有林區域進行分析，如圖 13 所示。其 2006 年 10 月至 2008 年 09 月與 2009 年 10 月至 2010 年 09 月等共三年度各地理氣候分區與國有林區交集 GPP 及 PSNnet 平均值成果如附錄 I 所示，並透過前期計畫 2008 年 10 月至 2009 年 09 月成果一同進行比較，以瞭解四個年度的各地理氣候分區與國有林區交集 GPP 及 PSNnet 平均值分布情形，如圖 14 所示。

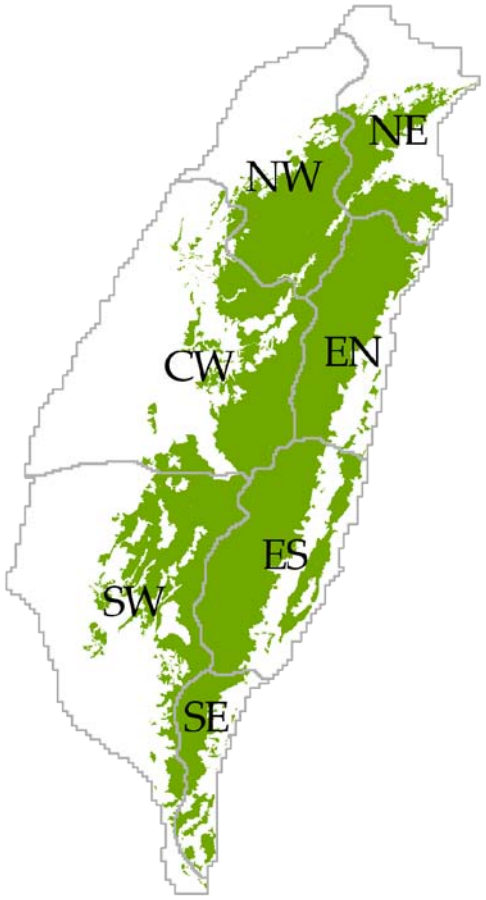


圖13. 台灣全島各氣候區與國有林交集區域分布圖

各氣候分區與國有林交集分析後可以看出原本西部 GPP 平均值偏低的三個分區，透過林區交集後，GPP 平均值已經與東部四個分區相差無幾，主要最大的差異在於複合地貌與國有林區地貌上的差異，除了 GPP 平均的差異縮小外，在各分區中將近四年的 PSNnet 平均值可以看出趨勢一致，但 NE 區可明顯看出四個年度的成果均在六月時開始下降，形成明顯的差異，可看出在不同的氣候型態對於植生碳吸存的影響。

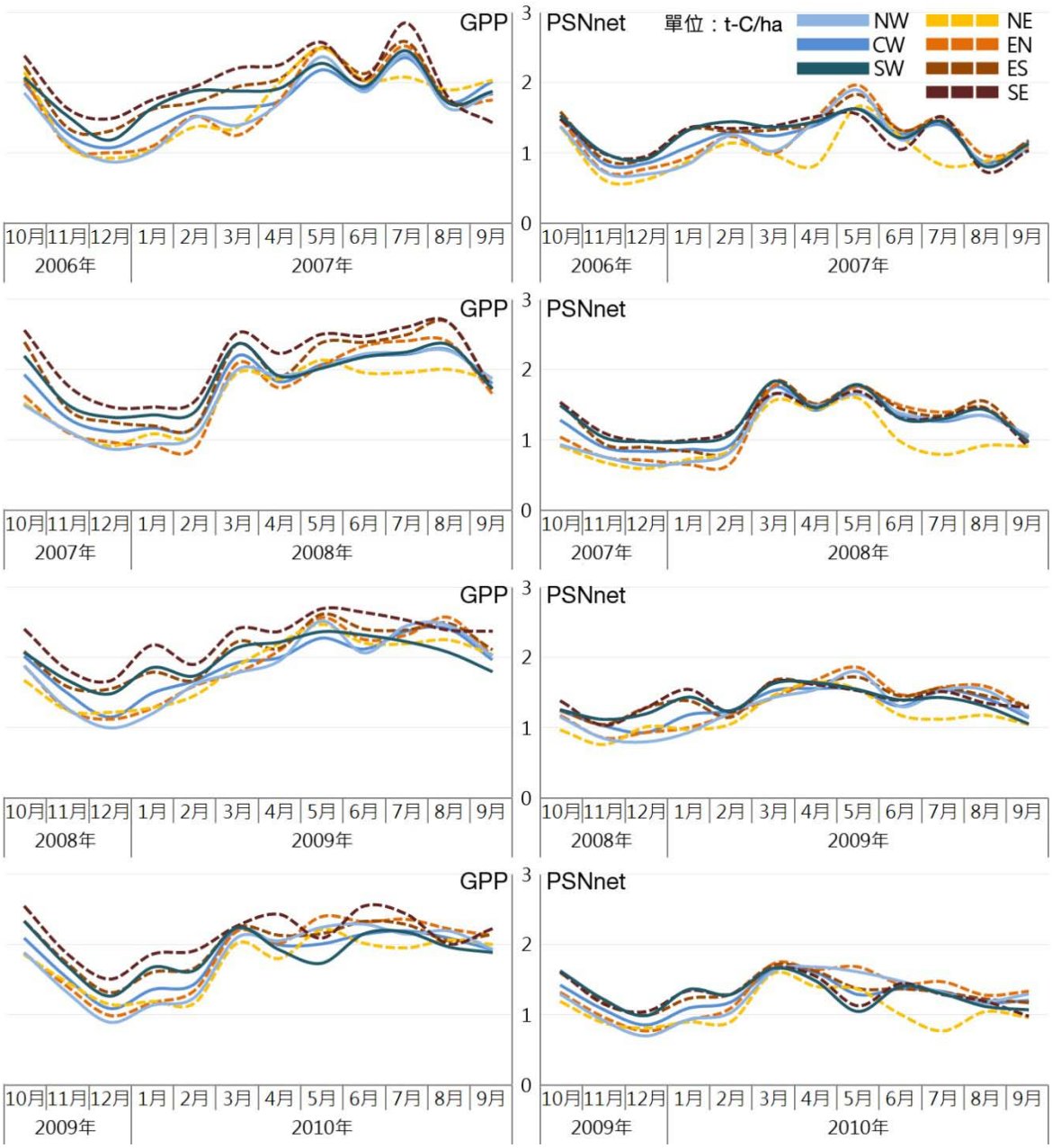


圖14. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候分區與國有林區交集各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化情形

在植群、海拔及氣溫分布方面，考慮山區盛行雲霧帶（prevalent cloud zone）的位置與林相變化的對應性，由分段點推估溫度之變化範圍。位在台灣樑脊山脈頂部者為高山植群帶，由灌木與高山草本組成。熱帶附近之山岳島嶼，在山區之某一海拔範圍內會有盛行雲霧帶，台灣之盛行雲霧帶相當於海拔中段之櫟林帶，大多位於由樑脊山脈延伸而出之山脊，為偏好溼潤之闊葉樹林、檜木林或針闊葉樹混淆林。櫟林帶上方，有針葉樹為主之鐵杉雲杉林帶，更上方則是位於森林界線下側之冷杉林帶。櫟林帶之下側已近山脈之基底部，屬於小支稜與溪谷交錯的地形，由溪谷中之楠木林型與支稜上之櫧木林型組成楠櫧林帶。至於最低海拔之山麓地區與平地，則由楠木類與榕科植物構成榕楠林帶。上述植群帶之劃分是以林相與年平均溫度的變域為基礎，在林相或植群轉變之處作切分點，以其優勢林型來命名，溫度與海拔高度雖有相關，但台灣各地海拔梯度上的溫度變化（山地溫度遞減率）並不完全相同（Su, 1984），同一海拔高度之溫度，在台灣島之南北兩端稍低，中部則較高，各地植群帶的海拔高度也有類似之變化，表 19 為台灣中部植群、海拔及氣溫帶分布，圖 15 為台灣地區植群帶分布圖。

依據台灣地區植群帶進行分析，其 2006 年 10 月至 2008 年 09 月與 2009 年 10 月至 2010 年 09 月等共三年度各分區 GPP 及 PSNnet 平均值成果如附錄 J 所示，並透過前期計畫 2008 年 10 月至 2009 年 09 月成果一同進行比較，以瞭解四個年度的各植群帶 GPP 及 PSNnet 月平均值變化趨勢，如圖 16 所示。

表19. 台灣中部植群、海拔及氣溫帶分布表

山地高度帶	植群帶	海拔高度（公尺）	年平均溫度（℃）	相當氣候帶	面積（公頃）
高山帶	高山植群帶（圓柏杜鵑帶）	>3,600	<5	亞寒帶	944.68
亞高山帶	冷杉林帶	3,100-3,600	5-8	冷溫帶	25,360.34
山地上層帶	鐵杉雲杉林帶	2,500-3,100	8-11	涼溫帶	156,859.69
山地帶	櫟林帶上層	2,000-2,500	11-14	溫帶	242,542.85
	櫟林帶下層	1,500-2,000	14-17	暖溫帶	328,592.03
山地下層帶	楠櫧林帶	500-1,500	17-23	亞熱帶	930,416.62
山麓帶	榕楠林帶	<500	>23	熱帶	1,908,620.86

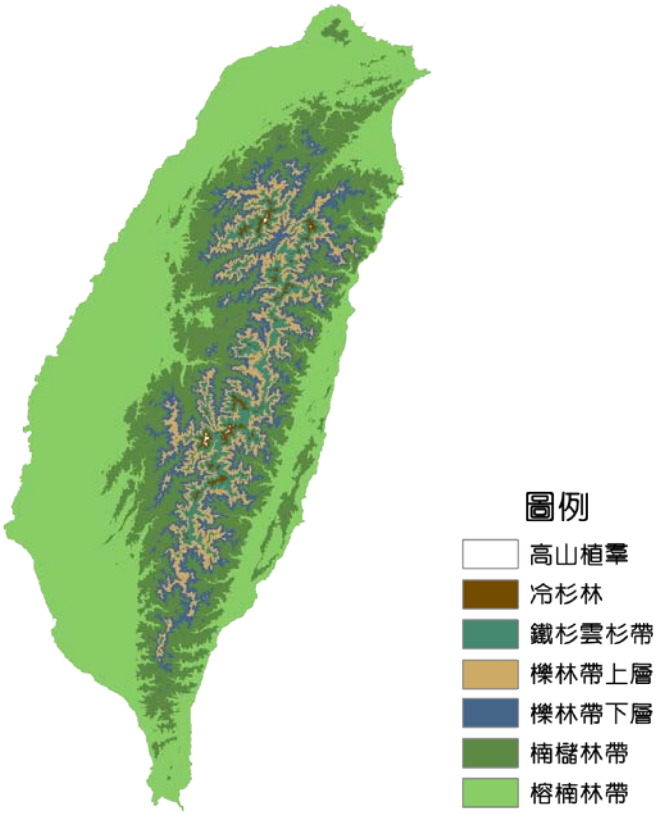


圖15. 台灣地區植群帶分布圖

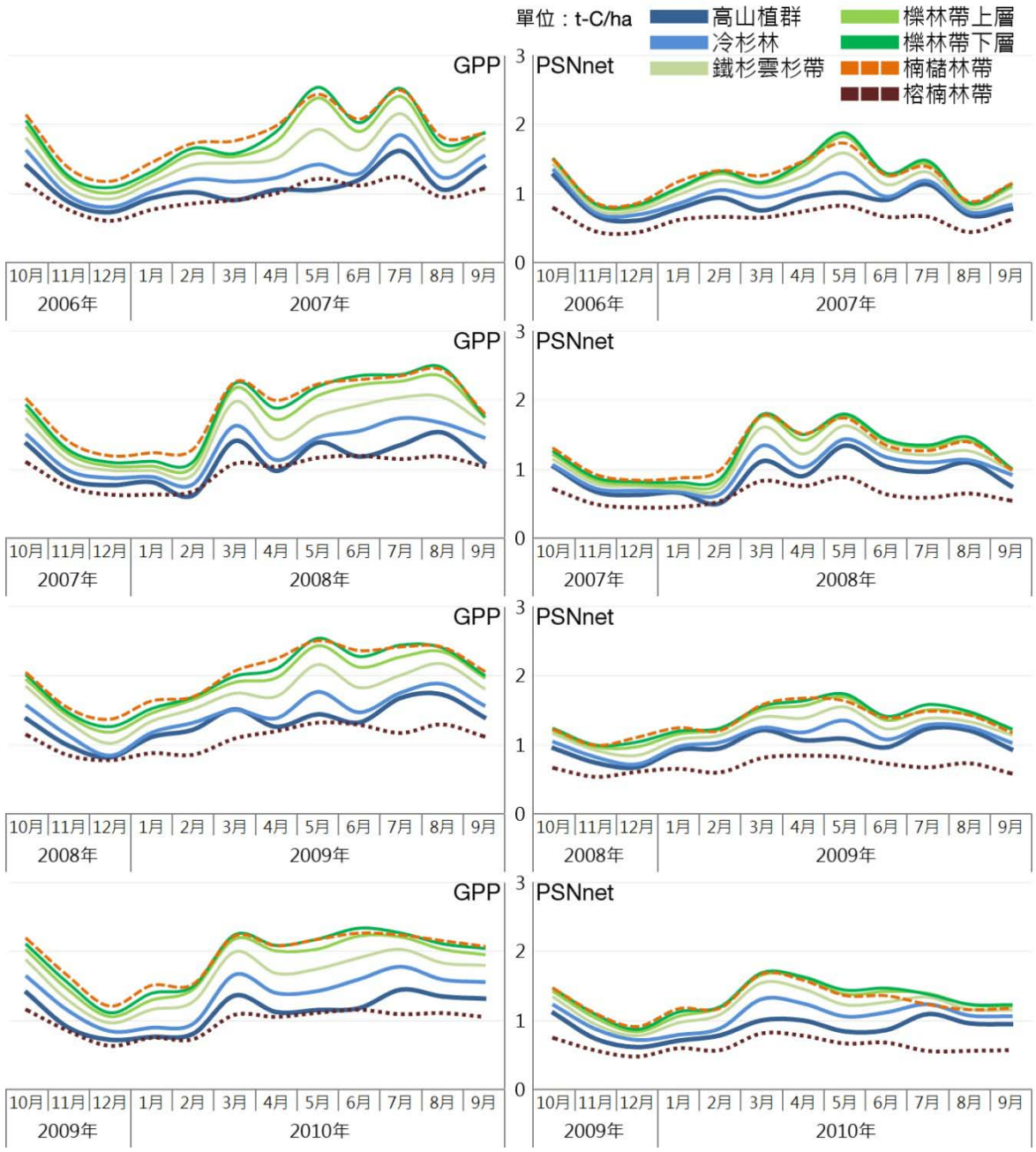


圖16. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度植群帶分區各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化趨勢

由成果可以看出，榕楠林帶位於平地區域，即高度小於 500 公尺處，此範圍多為複合式地貌，因此 GPP 及 PSNnet 平均值呈現偏低狀態，植生亦無明顯的生長趨勢；檫林帶上、下層及楠櫧林帶高度約為 500 至 2,500 公尺間，

此區域多為闊葉林，為 GPP 及 PSNnet 值最高者，而鐵杉雲杉林、冷杉林及高山植群帶，高度約為 2,500 公尺以上範圍，高度越趨高則 GPP 及 PSNnet 值逐漸偏低，由植群分布與海拔高度關係得知，海拔高度越高，植群分布由闊葉林逐漸轉為針闊葉混合林至針葉林，溫度及光合作用皆逐漸降低，使得 GPP 及 PSNnet 值偏低。

為瞭解各植群帶中國有林內 GPP 及 PSNnet 平均值的情形，利用與前述各地理氣候區交集分析相同模式，將各植群帶與國有林區範圍交集，進行統計分析，如圖 17 所示。其 2006 年 10 月至 2008 年 09 月與 2009 年 10 月至 2010 年 09 月共三年度各植群帶與國有林區交集 GPP 及 PSNnet 平均值成果如附錄 K 所示，並透過前期計畫 2008 年 10 月至 2009 年 09 月成果一同進行比較，以瞭解四個年度的各植群帶與國有林區交集 GPP 及 PSNnet 平均值分布情形，如圖 18 所示。

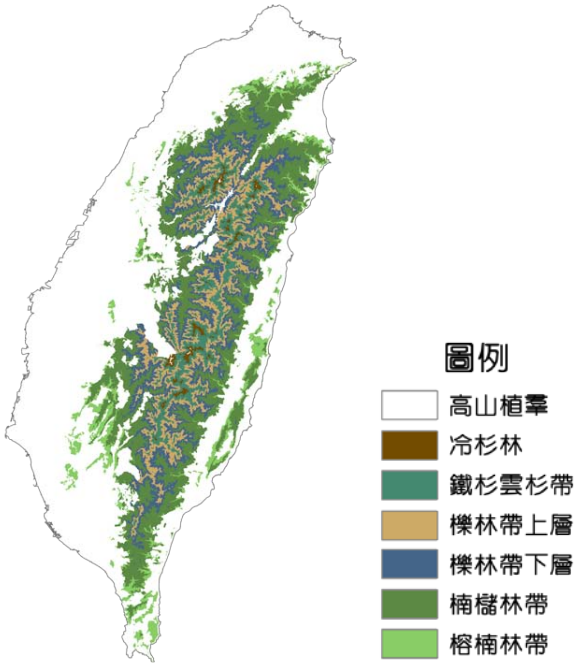


圖17. 台灣全島植群帶與國有林交集區域分布圖

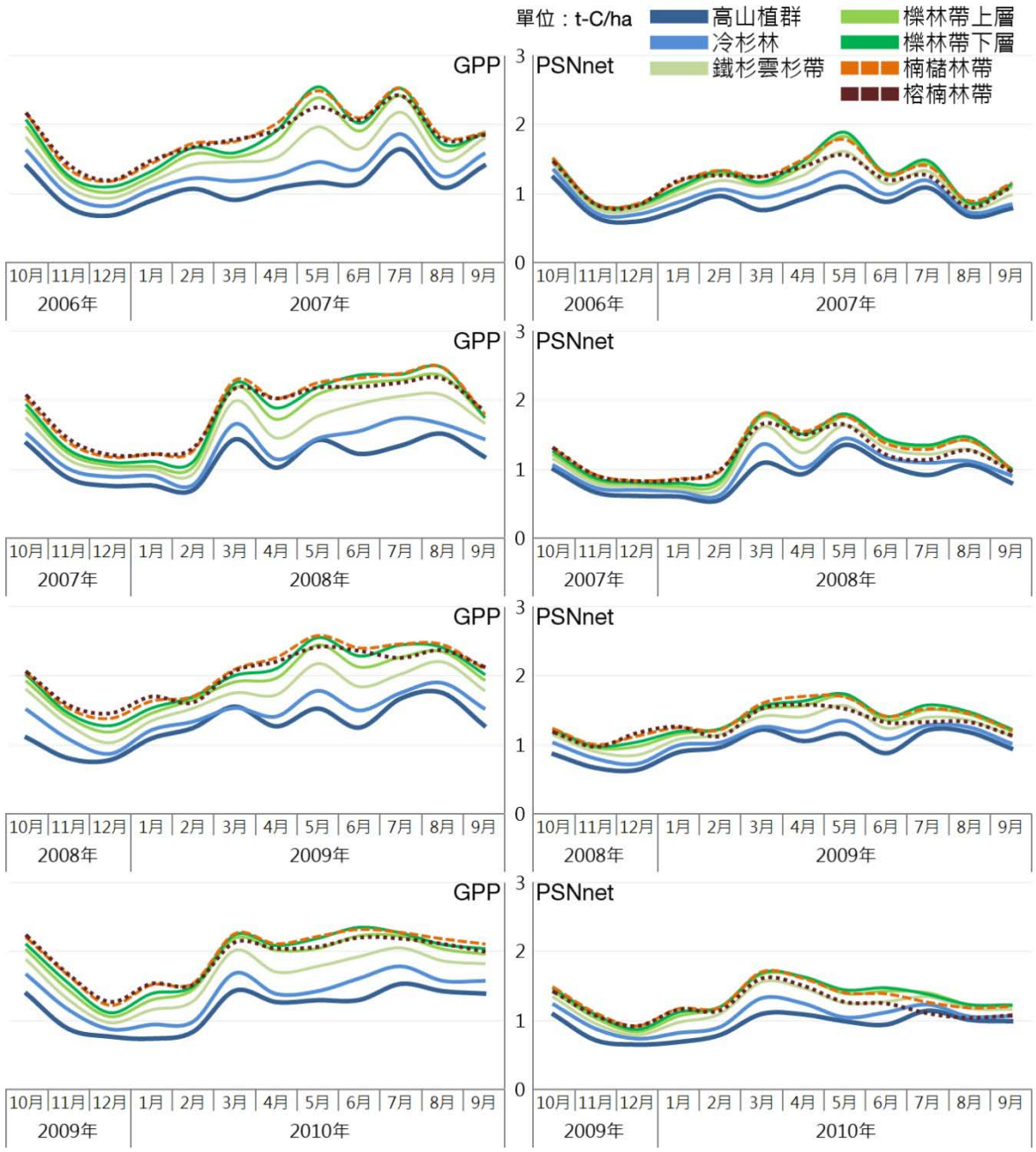


圖18. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月共四年度植群帶與國有林區交集各月份平均 GPP 及 PSNnet 值變化情形

各植群帶與國有林區交集後，明顯差異最大的即為榕楠林帶，由於此分區包含各類不同的地貌類別，而非純榕楠林相，因此未交集分析時，如同各地理氣候區一般，此分區 GPP 及 PSNnet 平均值皆因複合地貌的因素，而導

致其數值偏低，而透過國有林範圍交集分析後，可看出榕楠林帶與楠櫧林帶的 GPP 及 PSNnet 平均值有趨於一致的現象，亦是所有分區中最高者；而其他分區，隨著海拔高度越高，其 GPP 及 PSNnet 平均值呈現下降趨勢，與未交集前一致。

對於單一林相的碳吸存能力，亦是林業單位關切方向，其成果有助於提供中長期短時距的基礎碳匯資料。為此，透過林務局提供的保安林及人工林範圍資料中，應用海岸防風林區域與人工林區域進行分析，因 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品空間解析度為 1 公里×1 公里，又台灣本島地貌多元，對於單一林相的觀測實有困難，為能有效分析 GPP 及 PSNnet 值現況，以樣區觀測方式，避免選擇狹長、零碎或小於 MOD17 衛星產品最小像元範圍進行分析。

海岸防風林區域多為狹長型，藉由全台保安林範圍中，篩選較為等長矩形範圍的台中港海岸防風林做為樣區，樣區面積共 169.55 公頃。經由空間套合分析，擷取較具代表性像元進行分析，共兩個像元（200 公頃），樣區位置圖如圖 19 所示;其 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果如表 20 所示，變化情形如圖 20 所示。

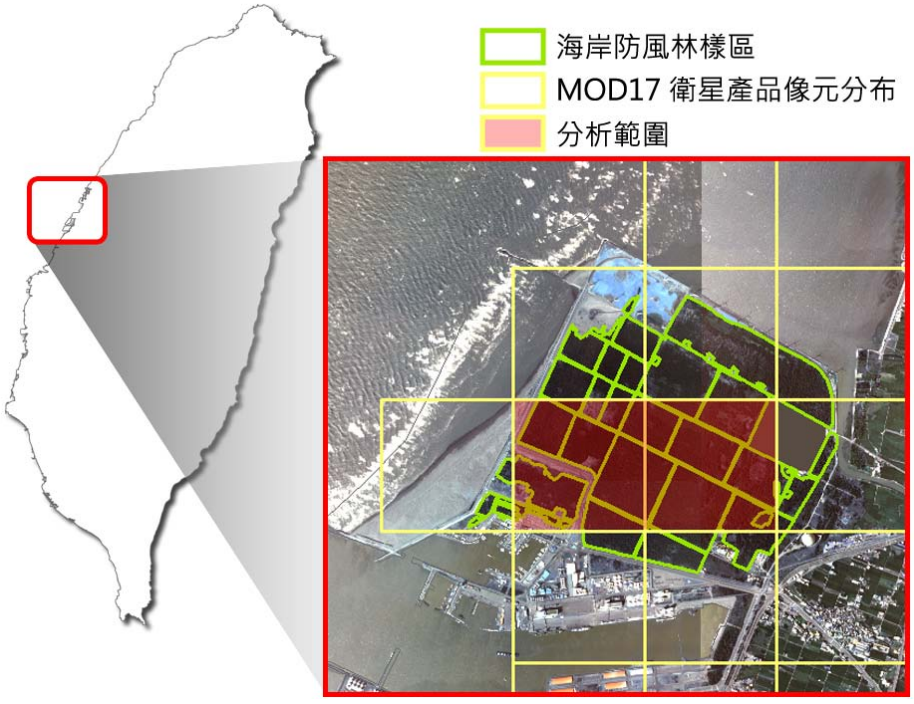


圖19. 台中港海岸防風林樣區位置圖

表20. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果

GPP 平均值（噸-碳/公頃）					
年度 / 月份	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
01 月		0.9339	0.8265	0.7665	0.8283
02 月		0.8116	0.7653	0.6904	0.6108
03 月		0.6898	0.8273	0.9305	0.9392
04 月		0.9497	0.8002	1.1522	0.8892
05 月		0.8961	1.0144	1.0126	0.9479
06 月		1.2713	0.9731	0.9806	1.2638
07 月		1.0743	1.0366	0.8554	0.8854
08 月		0.9174	1.1634	1.1208	0.9106
09 月		1.5070	0.8265	0.9506	1.1292
10 月	1.2168	1.3943	1.2492	0.9927	
11 月	0.7430	0.8897	0.9363	0.7964	
12 月	0.6123	0.6730	0.6374	0.6438	

PSNnet 平均值（噸-碳/公頃）					
年度 / 月份	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
01 月		0.8094	0.4466	0.6832	0.7295
02 月		0.6956	0.7359	0.5758	0.5320
03 月		0.5551	0.6345	0.7513	0.6631
04 月		0.8077	0.6009	0.8475	0.6049
05 月		0.5561	0.7488	0.6045	0.5236
06 月		0.9019	0.8616	0.6563	0.8681
07 月		0.7881	0.5614	0.4921	0.5212
08 月		0.5856	0.6956	0.7769	0.5115
09 月		0.8681	0.6352	0.3619	0.6558
10 月	0.9499	0.9838	0.8707	0.7251	
11 月	0.5679	0.7066	0.7376	0.6248	
12 月	0.6067	0.5788	0.5713	0.5714	

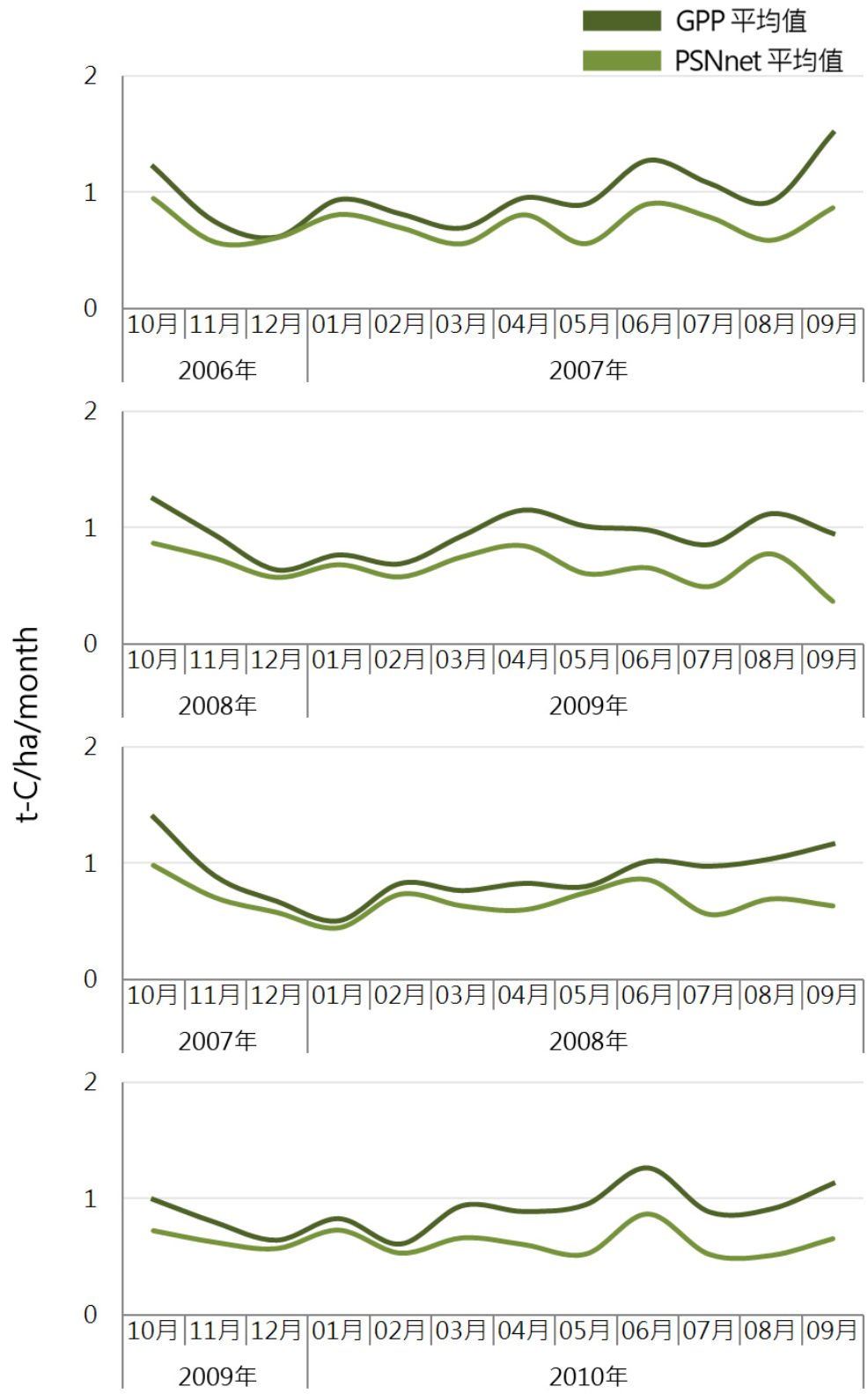


圖20. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形

防風林範圍相對於與 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品像元，較具有代表性僅有兩個像元，再考慮衛星影像像元易受複合地貌及混合像元的影像，單以兩個像元進行分析與統計，代表性較略為不足，但定性上仍可瞭解其趨勢，經由分析近四個年度的中長期 GPP 與 PSNnet 平均值變化趨勢可知，其 GPP 平均值約 0.9295t-C/ha，PSNnet 平均值約為 0.6738t-C/ha。冬季時，防風林維持性呼吸甚小，但春季轉為夏季時，防風林維持性呼吸增加，但 PSNnet 平均值並無明顯增長。

圖 21 為台中港海岸防風林區域與榕楠林帶植群比較圖，可看出兩者碳匯量的差異，主要榕楠林帶多為闊葉林，而海岸防風林中以木麻黃為主，由於木麻黃葉退化成鞘狀齒裂，兩者葉面積不同，故行光合作用效率有所差異，其生產量亦有區別。

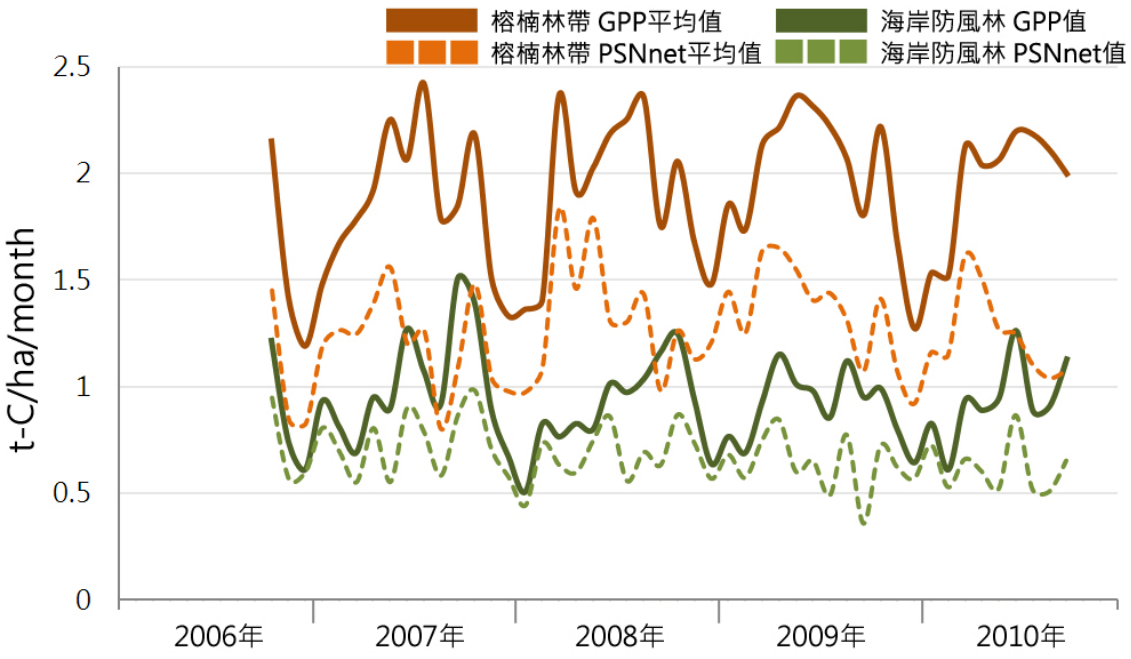


圖21. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月台中港海岸防風林區域與榕楠林帶植群各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形

為持續造林政策的推行，依生態系統經營原則，進行人工林撫育經營，如前所述，單一林相的碳吸存能力，亦為林業單位關切的方向，但大範圍撫育單一林相區域甚少，因此透過國有林區中小班圖挑選單一面積最大與全部面積最大者進行篩選，人工種植純林部份以二葉松做為樣區，其中單一最大樣區有 186.39 公頃，樣區總面積為 11,961.53 公頃，經由空間套合分析，擷取較具代表性像元進行分析，共 20 個像元（2,000 公頃），各像元中心坐標及位置如表 21 所示，樣區位置示意圖如圖 22 所示；其 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果如表 22 至表 25 所示，變化情形如圖 23 所示。

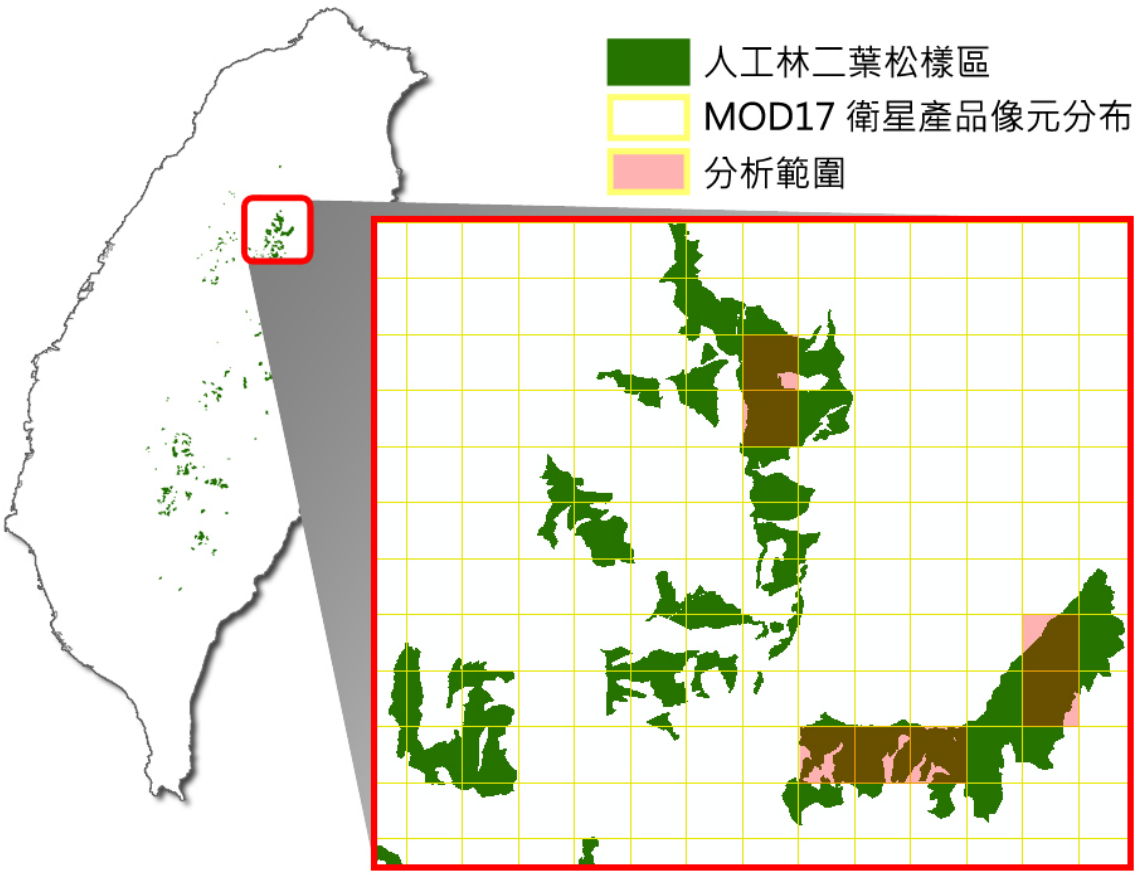


圖22. 人工純林二葉松樣區位置示意圖

表21. 人工純林二葉松樣區位置表

樣區編號	樣區中心坐標（TWD97）		樣區所屬事業區	樣區所屬植群帶
01	X 281860	Y 2699120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層
02	X 281860	Y 2698120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層
03	X 286860	Y 2694120	大甲溪事業區	櫟林帶上層、鐵杉雲杉林帶
04	X 286860	Y 2693120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層
05	X 282860	Y 2692120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層
06	X 283860	Y 2692120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層
07	X 284860	Y 2692120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層及鐵杉雲杉林帶
08	X 279860	Y 2682120	大甲溪事業區	櫟林帶上層、鐵杉雲杉林帶
09	X 278860	Y 2681120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層及鐵杉雲杉林帶
10	X 279860	Y 2681120	大甲溪事業區	櫟林帶上、下層及鐵杉雲杉林帶
11	X 231860	Y 2587120	玉山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
12	X 231860	Y 2586120	玉山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
13	X 236860	Y 2579120	玉山事業區	櫟林帶上、下層
14	X 236860	Y 2578120	玉山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶上、下層
15	X 249860	Y 2574120	關山事業區	冷杉林帶及鐵杉雲杉林帶
16	X 250860	Y 2574120	關山事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶
17	X 249860	Y 2573120	關山事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶
18	X 250860	Y 2573120	關山事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶
19	X 254860	Y 2572120	關山事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶
20	X 243860	Y 2548120	關山事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶

表22. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	4093.60	0.8041	2.8714	2.0468	0.4348
	11	2577.28	0.4655	1.7461	1.2886	0.2902
	12	2187.78	0.3042	1.4725	1.0939	0.2834
2007	01	2727.76	0.4674	1.9549	1.3639	0.4221
	02	3392.64	0.6099	2.2689	1.6963	0.3785
	03	3601.32	0.6442	2.4819	1.8007	0.4918
	04	3712.68	0.5864	2.3939	1.8563	0.4525
	05	4766.54	1.2594	3.5747	2.3833	0.4901
	06	3933.00	0.7875	2.7525	1.9665	0.6303
	07	5299.44	1.1131	3.2318	2.6497	0.5428
	08	3674.46	0.7818	2.2562	1.8372	0.3529
	09	4240.12	0.8428	2.7525	2.1201	0.4792

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	3162.72	0.6835	2.0169	1.5814	0.3317
	11	1860.80	0.3586	1.2708	0.9304	0.1993
	12	1735.47	0.3221	1.1470	0.8677	0.1749
2007	01	2256.22	0.3381	1.6033	1.1281	0.3569
	02	2790.98	0.4891	1.7745	1.3955	0.2782
	03	2723.54	0.4214	1.9627	1.3618	0.3569
	04	3003.60	0.5761	1.8572	1.5018	0.3912
	05	3957.34	0.8835	2.5575	1.9787	0.4170
	06	2615.82	0.6150	1.8338	1.3079	0.3847
	07	3317.58	0.6694	2.0886	1.6588	0.4081
	08	1840.33	0.3982	1.2129	0.9202	0.2393
	09	2405.06	0.5203	1.5413	1.2025	0.2941

表23. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	3593.28	0.8307	2.9314	1.7966	0.4918
	11	2692.64	0.4917	1.7025	1.3463	0.2794
	12	2314.24	0.4166	1.5829	1.1571	0.2969
2008	01	2144.96	0.3710	1.5854	1.0725	0.3389
	02	2480.58	0.3761	1.8216	1.2403	0.3643
	03	4602.62	1.1617	2.9347	2.3013	0.3896
	04	3791.54	0.7961	2.6920	1.8958	0.5493
	05	4794.54	0.9920	3.0148	2.3973	0.5788
	06	4947.18	0.9150	3.0431	2.4736	0.5970
	07	4872.72	1.0453	2.9382	2.4364	0.4445
	08	5170.70	1.1257	3.0477	2.5854	0.4624
	09	3786.84	1.0348	2.2829	1.8934	0.3396

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	2343.70	0.6035	2.0150	1.1719	0.3524
	11	1864.13	0.3614	1.2150	0.9321	0.2163
	12	1711.30	0.3299	1.1983	0.8556	0.2053
2008	01	1549.85	0.2935	1.2347	0.7749	0.2502
	02	1954.69	0.3190	1.4083	0.9773	0.2679
	03	3694.82	0.6762	2.2882	1.8474	0.3557
	04	3173.54	0.5456	2.0738	1.5868	0.4179
	05	3727.32	0.8728	2.6195	1.8637	0.4408
	06	2996.82	0.5878	2.0044	1.4984	0.4255
	07	3058.24	0.6093	1.9394	1.5291	0.3929
	08	3153.38	0.6859	1.9026	1.5767	0.3515
	09	2221.80	0.5767	1.3611	1.1109	0.2132

表24. 2008 年 10 月至 2009 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2008	10	4182.04	0.8041	2.3783	2.0910	0.3521
	11	2987.20	0.5611	1.9781	1.4936	0.3234
	12	2413.64	0.4495	1.7215	1.2068	0.3466
2009	01	3108.14	0.5130	2.1095	1.5541	0.4277
	02	3472.18	0.4953	2.0729	1.7361	0.3454
	03	4230.44	0.6103	2.7328	2.1152	0.4678
	04	4582.78	0.9042	2.8303	2.2914	0.4723
	05	5172.10	1.0075	3.1756	2.5861	0.5126
	06	4205.06	1.0041	2.6184	2.1025	0.5224
	07	5012.80	0.9281	2.9838	2.5064	0.4811
	08	5158.50	0.9029	3.4023	2.5793	0.7167
	09	4166.16	0.7003	3.0900	2.0831	0.4970

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2008	10	2564.52	0.5280	1.5282	1.2823	0.2653
	11	2041.36	0.4139	1.3533	1.0207	0.2169
	12	1972.47	0.3851	1.3998	0.9862	0.2897
2009	01	2462.18	0.4292	1.6793	1.2311	0.3403
	02	2602.52	0.3973	1.5514	1.3013	0.2728
	03	3378.70	0.4892	2.1526	1.6894	0.3590
	04	3545.54	0.6919	2.1666	1.7728	0.3700
	05	3724.98	0.6370	2.5817	1.8625	0.4788
	06	2595.10	0.5775	1.5422	1.2976	0.2594
	07	3415.82	0.6898	2.1235	1.7079	0.3528
	08	3359.04	0.5890	2.2746	1.6795	0.4750
	09	2598.84	0.4650	2.0550	1.2994	0.3130

表25. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	4386.26	0.7382	2.6520	2.1931	0.3916
	11	3142.88	0.4894	2.0906	1.5714	0.3414
	12	2220.24	0.2714	1.5108	1.1101	0.3125
2010	01	2767.42	0.3526	2.0915	1.3837	0.4221
	02	2981.48	0.3098	1.9863	1.4907	0.3796
	03	4624.62	0.6471	2.9140	2.3123	0.4796
	04	4242.38	0.7547	2.8631	2.1212	0.5909
	05	4730.16	0.7702	3.1281	2.3651	0.5990
	06	4334.24	0.6750	2.8838	2.1671	0.5186
	07	4797.54	0.8796	2.8675	2.3988	0.5144
	08	4411.40	0.8486	2.7193	2.2057	0.5453
	09	4059.38	0.7106	2.4225	2.0297	0.4710

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	3003.70	0.5701	1.9520	1.5019	0.3082
	11	2219.16	0.3863	1.6050	1.1096	0.2637
	12	1756.17	0.2264	1.2117	0.8781	0.2459
2010	01	2341.96	0.3439	1.6847	1.1710	0.3263
	02	2519.30	0.3019	1.6634	1.2597	0.3123
	03	3534.96	0.4398	2.1913	1.7675	0.3960
	04	3531.46	0.4955	2.1830	1.7657	0.4556
	05	3402.20	0.4892	2.3236	1.7011	0.5695
	06	3052.22	0.4538	1.9350	1.5261	0.3859
	07	3115.40	0.5793	1.9298	1.5577	0.3783
	08	2733.32	0.5328	1.7050	1.3667	0.3111
	09	2557.22	0.4650	1.5300	1.2786	0.2946

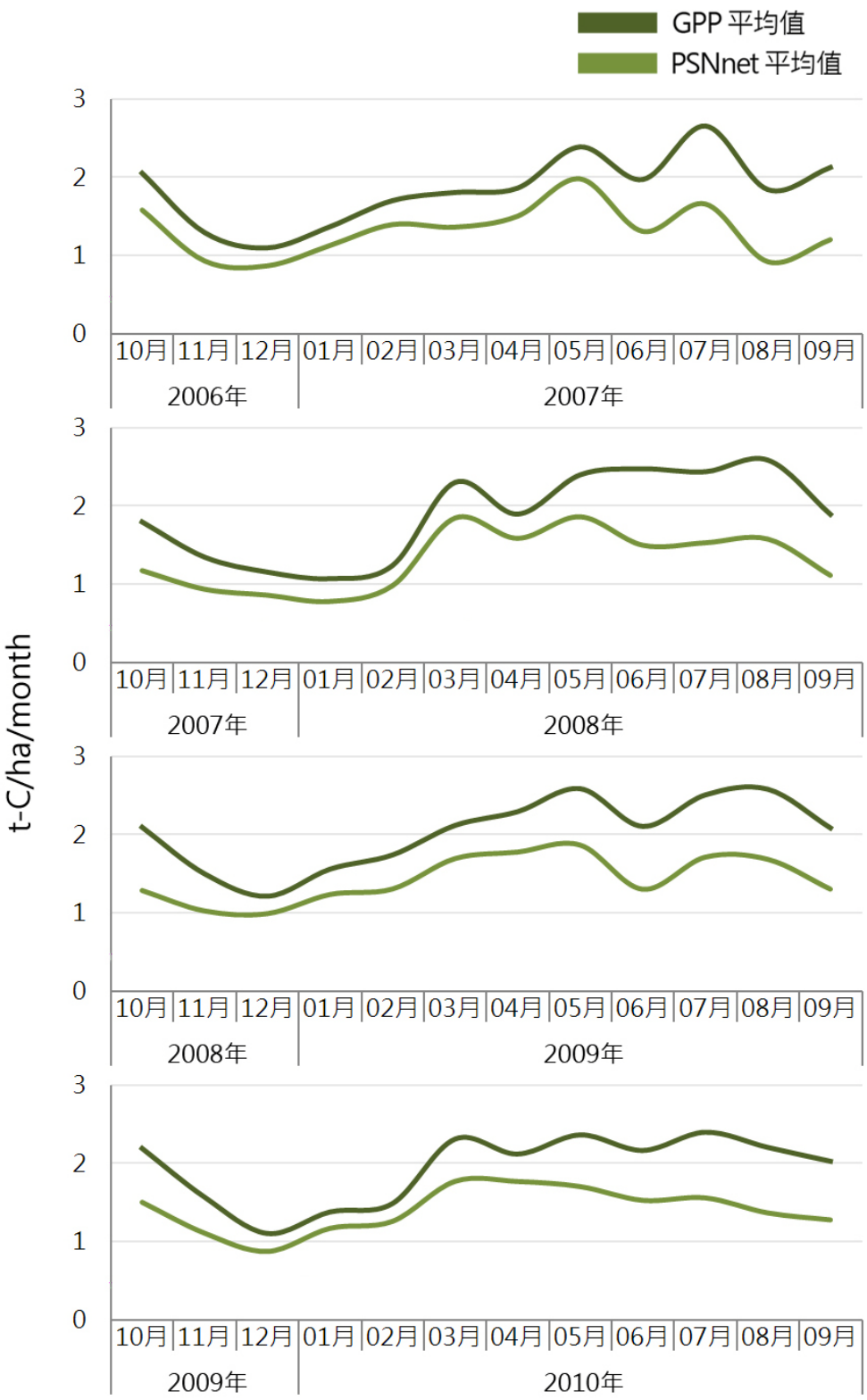


圖23. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工純林二葉松各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形

除人工種植純林樣區外，另外篩選混植區中主要種植樹種為扁柏與柳杉進行分析，以瞭解各樹種的碳匯成果，相同以空間套合觀念，擷取較具代表性像元進行分析，主要樹種為扁柏的樣區共 15,460.49 公頃，共有 26 個像元（2,600 公頃）可供分析，各像元中心坐標及位置如表 26 所示，樣區位置示意圖如圖 24 所示；其 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果如表 27 至表 30 所示，變化情形如圖 25 所示。

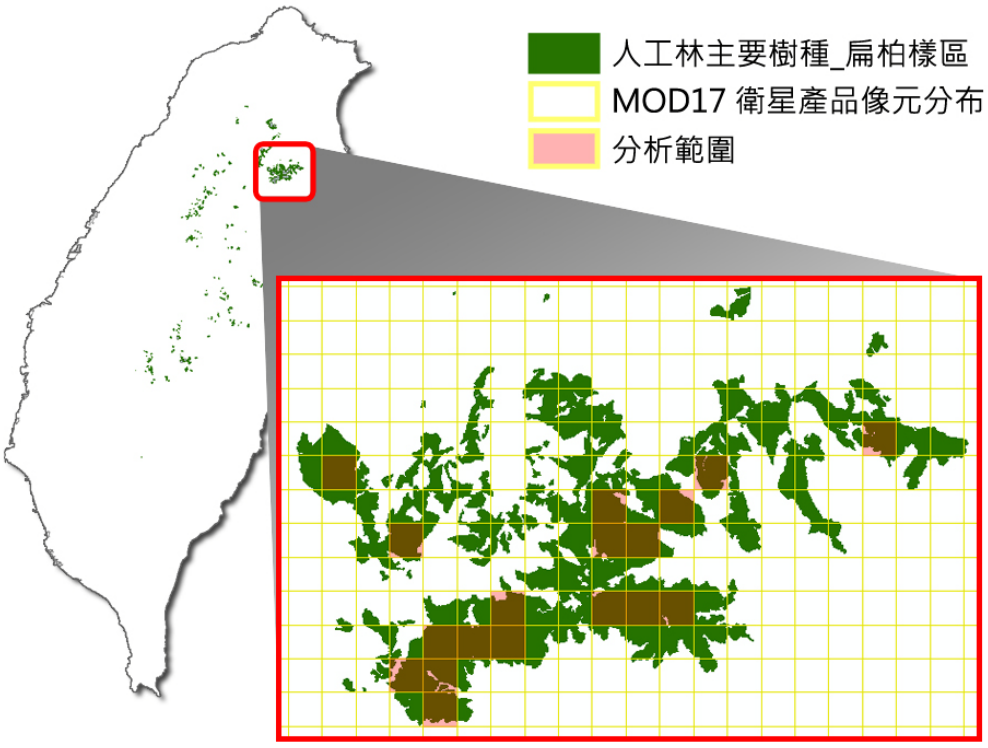


圖24. 人工林主要樹種扁柏樣區位置示意圖

表26. 人工林主要樹種扁柏樣區位置表

樣區編號	樣區中心坐標（TWD97）		樣區所屬事業區	樣區所屬植群帶
01	X 296860	Y 2735120	烏來事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
02	X 296860	Y 2734120	烏來事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
03	X 298860	Y 2734120	烏來事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
04	X 291860	Y 2721120	太平山事業區 大溪事業區	櫟林帶上、下層
05	X 311860	Y 2711120	和平事業區	櫟林帶上、下層
06	X 295860	Y 2710120	太平山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
07	X 306860	Y 2710120	和平事業區	櫟林帶上、下層
08	X 303860	Y 2709120	和平事業區	櫟林帶上、下層
09	X 305860	Y 2709120	和平事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
10	X 297860	Y 2708120	太平山事業區	櫟林帶上、下層
11	X 303860	Y 2708120	和平事業區	櫟林帶上、下層
12	X 304860	Y 2708120	和平事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
13	X 300860	Y 2706120	和平事業區	櫟林帶上、下層
14	X 303860	Y 2706120	和平事業區	櫟林帶上、下層
15	X 304860	Y 2706120	和平事業區	櫟林帶上、下層
16	X 305860	Y 2706120	和平事業區	櫟林帶上、下層
17	X 298860	Y 2705120	太平山事業區 和平事業區	櫟林帶上、下層
18	X 299860	Y 2705120	和平事業區	櫟林帶上、下層
19	X 300860	Y 2705120	和平事業區	櫟林帶上、下層
20	X 297860	Y 2704120	太平山事業區 和平事業區	櫟林帶上、下層
21	X 298860	Y 2704120	和平事業區	櫟林帶上、下層
22	X 298860	Y 2703120	和平事業區	櫟林帶上、下層
23	X 287860	Y 2648120	木瓜山事業區	櫟林帶上層
24	X 245860	Y 2618120	巒大事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶
25	X 249860	Y 2606120	巒大事業區	櫟林帶上、下層
26	X 247860	Y 2605120	巒大事業區	櫟林帶上層及鐵杉雲杉林帶

表27. 2006年10月至2007年09月人工林主要樹種扁柏各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	5643.69	1.3122	2.7503	2.1707	0.4877
	11	3175.17	0.6084	1.6734	1.2212	0.3081
	12	2651.04	0.6810	1.3853	1.0196	0.1833
2007	01	3031.65	0.7096	1.8547	1.1660	0.2472
	02	4506.94	0.7613	2.1455	1.7334	0.2891
	03	3933.12	0.7324	2.5691	1.5127	0.4092
	04	5099.61	1.2534	2.3916	1.9614	0.2755
	05	7970.30	1.1838	3.6231	3.0655	0.6280
	06	5774.05	0.6938	2.9438	2.2208	0.7235
	07	7277.63	1.7670	3.2143	2.7991	0.4456
	08	5353.50	1.2439	2.6331	2.0590	0.3446
	09	4868.63	0.9000	2.7478	1.8726	0.4195

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	4083.33	1.1606	2.0189	1.5705	0.1958
	11	2203.59	0.5578	1.2206	0.8475	0.1586
	12	2023.67	0.4418	1.1053	0.7783	0.1562
2007	01	2580.22	0.7295	1.4604	0.9924	0.1826
	02	3590.99	0.7044	1.6748	1.3812	0.1814
	03	2733.82	0.6558	1.9956	1.0515	0.3348
	04	3991.03	0.6919	1.9959	1.5350	0.2672
	05	6002.28	0.9978	2.8229	2.3086	0.4788
	06	3839.45	0.6019	1.8431	1.4767	0.3578
	07	4557.10	0.8980	2.1409	1.7527	0.3888
	08	2890.94	0.7111	1.8493	1.1119	0.2381
	09	2983.21	0.6272	1.5356	1.1474	0.1976

表28. 2007年10月至2008年09月人工林主要樹種扁柏各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	4479.98	1.2109	2.5091	1.7231	0.2841
	11	2955.84	0.4538	1.6697	1.1369	0.2786
	12	2485.71	0.3798	1.4076	0.9560	0.2345
2008	01	2596.69	0.6839	1.5563	0.9987	0.2725
	02	2365.49	0.0870	1.9430	0.9098	0.4872
	03	6003.01	1.5044	2.8263	2.3089	0.2873
	04	5319.60	0.8100	2.6063	2.0460	0.4678
	05	5344.30	0.4340	3.1155	2.0555	0.9376
	06	6838.31	1.4213	3.1931	2.6301	0.5097
	07	6246.79	1.1954	2.9944	2.4026	0.5181
	08	6591.08	1.6052	2.9934	2.5350	0.4352
	09	4733.82	1.2137	2.3332	1.8207	0.3135

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	2799.21	0.7246	1.7074	1.0766	0.2485
	11	2097.84	0.3900	1.1461	0.8069	0.1791
	12	1843.19	0.2499	1.1039	0.7089	0.1864
2008	01	1921.90	0.4902	1.1058	0.7392	0.1885
	02	1913.00	0.0761	1.4989	0.7358	0.3721
	03	4964.86	1.1625	2.3483	1.9096	0.2939
	04	4525.87	0.7322	2.0063	1.7407	0.3238
	05	4375.46	1.0097	2.0569	1.6829	0.3313
	06	4842.68	0.7702	2.7164	1.8626	0.5365
	07	3883.13	0.6898	1.8610	1.4935	0.3736
	08	4099.55	0.7731	1.8910	1.5768	0.3080
	09	2827.73	0.6045	1.3451	1.0876	0.1807

表29. 2008年10月至2009年09月人工林主要樹種扁柏各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2008	10	5197.30	1.1208	2.3478	1.9990	0.2849
	11	3500.38	0.9591	1.8286	1.3463	0.2093
	12	2975.36	0.8186	1.5490	1.1444	0.1769
2009	01	3374.31	0.8578	1.9733	1.2978	0.2521
	02	4462.51	0.8540	2.0685	1.7164	0.3125
	03	5171.66	1.2555	2.7658	1.9891	0.4005
	04	6120.89	1.5525	2.8200	2.3542	0.3230
	05	7393.80	2.0189	3.4517	2.8438	0.4014
	06	5964.48	1.4494	3.4425	2.2940	0.4521
	07	6562.11	1.6062	3.3112	2.5239	0.4797
	08	6963.76	1.5268	3.4294	2.6784	0.6465
	09	6509.44	1.4006	3.0750	2.5036	0.4286

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2008	10	3236.30	0.9000	1.4565	1.2447	0.1779
	11	2396.44	0.6441	1.2834	0.9217	0.1529
	12	2441.15	0.5861	1.3282	0.9389	0.1698
2009	01	2698.12	0.7028	1.5481	1.0377	0.2061
	02	3399.19	0.7271	1.5453	1.3074	0.2117
	03	4192.66	0.9562	2.1322	1.6126	0.2994
	04	4832.31	1.3219	2.1788	1.8586	0.2402
	05	5379.66	1.4430	2.6679	2.0691	0.3618
	06	3857.54	0.8944	2.3325	1.4837	0.2888
	07	4725.16	0.9223	2.0925	1.8174	0.3705
	08	4511.86	1.0017	2.2591	1.7353	0.4099
	09	4133.17	0.9947	2.1225	1.5897	0.3064

表30. 2009年10月至2010年09月人工林主要樹種扁柏各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	5247.71	1.0443	2.6045	2.0184	0.3201
	11	4171.41	0.9131	1.9303	1.6044	0.2722
	12	2728.02	0.6113	1.4963	1.0492	0.1704
2010	01	3452.62	0.9867	1.9147	1.3279	0.1852
	02	3832.14	0.6860	1.9810	1.4739	0.2963
	03	6333.11	1.8261	2.9121	2.4358	0.2735
	04	6221.49	1.1297	2.9231	2.3929	0.5058
	05	7135.08	1.7660	3.1775	2.7443	0.4853
	06	6792.08	1.9181	2.9794	2.6123	0.3667
	07	6300.66	0.3798	2.9043	2.4233	0.5307
	08	6179.65	1.5268	2.8636	2.3768	0.4042
	09	5658.20	1.4381	2.5744	2.1762	0.2950

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	3760.41	0.7111	1.8896	1.4463	0.2124
	11	2875.78	0.5869	1.3931	1.1061	0.1892
	12	2071.97	0.4847	1.1442	0.7969	0.1464
2010	01	2825.16	0.6607	1.5355	1.0866	0.1652
	02	3167.94	0.6615	1.6275	1.2184	0.2266
	03	4928.22	1.4057	2.1991	1.8955	0.2218
	04	4878.98	1.2009	2.2425	1.8765	0.3429
	05	5128.55	0.9000	2.3415	1.9725	0.4319
	06	4487.99	1.0463	2.0325	1.7262	0.3139
	07	3959.28	0.3216	1.8726	1.5228	0.3745
	08	3709.55	0.7711	1.8464	1.4268	0.2543
	09	3435.28	0.9516	1.5844	1.3213	0.1819

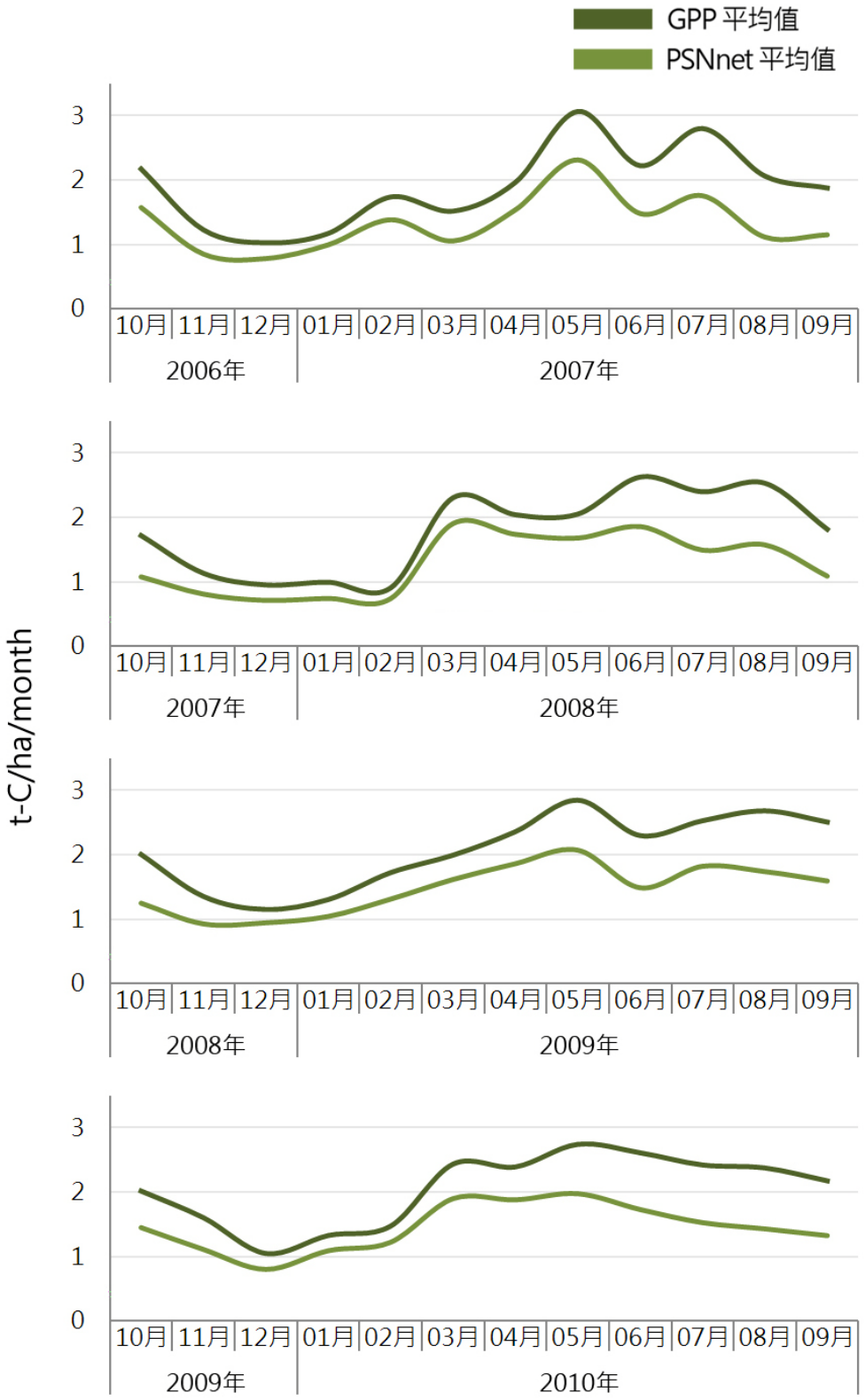


圖25. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種扁柏各月份平均 GPP 及 PSNnet 變化情形

而主要樹種為柳杉的樣區共 33,871.83 公頃，共有 32 個像元（3,200 公頃）可供分析，各像元中心坐標及位置如表 31 所示，樣區位置示意圖如圖 26 所示；其2006年10月至2010年09月人工林主要樹種柳杉各月份平均GPP及PSNnet值成果如表 32 至表 35 所示，變化情形如圖 27 所示。

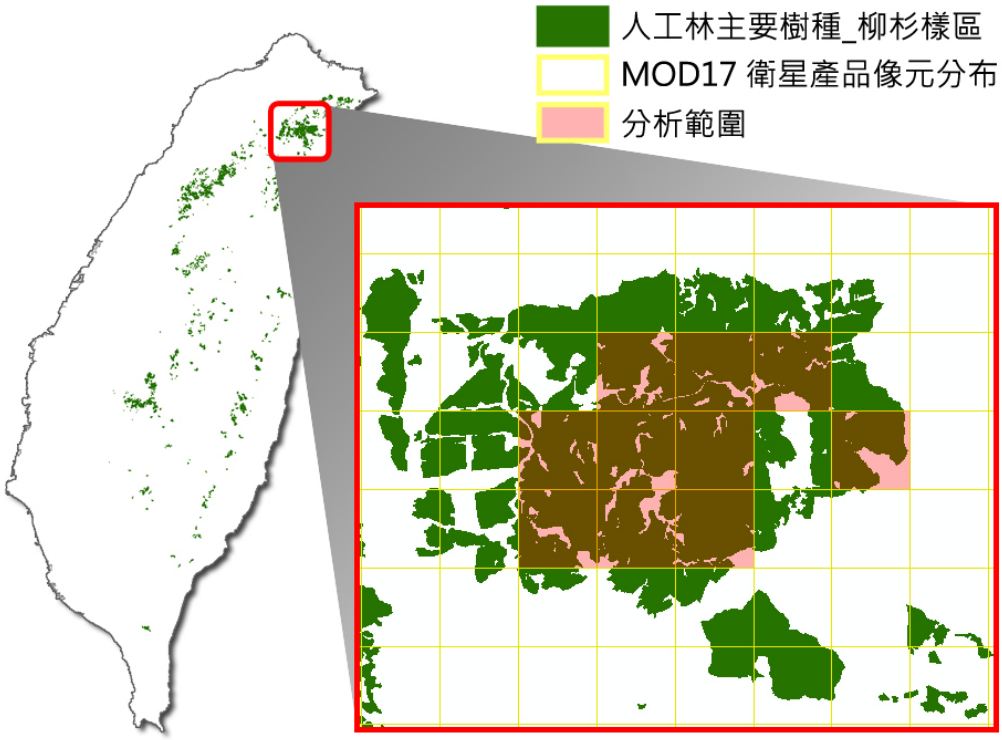


圖26. 人工林主要樹種柳杉樣區位置示意圖

表31. 人工林主要樹種柳杉樣區位置表

樣區編號	樣區中心坐標（TWD97）		樣區所屬事業區	樣區所屬植群帶
01	X 326860	Y 2759120	文山事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
02	X 326860	Y 2758120	文山事業區	楠櫧林帶
03	X 310860	Y 2750120	烏來事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
04	X 315860	Y 2748120	烏來事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
05	X 316860	Y 2748120	烏來事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
06	X 317860	Y 2748120	烏來事業區	楠櫧林帶
07	X 314860	Y 2747120	烏來事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
08	X 315860	Y 2747120	烏來事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
09	X 316860	Y 2747120	烏來事業區	楠櫧林帶
10	X 318860	Y 2747120	烏來事業區	楠櫧林帶
11	X 314860	Y 2746120	烏來事業區	楠櫧林帶
12	X 315860	Y 2746120	烏來事業區	楠櫧林帶
13	X 316860	Y 2746120	烏來事業區	楠櫧林帶
14	X 301860	Y 2730120	太平山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
15	X 298860	Y 2729120	太平山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶上、下層
16	X 300860	Y 2729120	太平山事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
17	X 302860	Y 2727120	太平山事業區	楠櫧林帶
18	X 302860	Y 2726120	太平山事業區	楠櫧林帶
19	X 299860	Y 2723120	太平山事業區	楠櫧林帶
20	X 266860	Y 2722120	竹東事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
21	X 266860	Y 2721120	竹東事業區	楠櫧林帶及櫟林帶下層
22	X 298860	Y 2721120	太平山事業區	楠櫧林帶
23	X 299860	Y 2716120	太平山事業區	楠櫧林帶及榕楠林帶
24	X 253860	Y 2711120	南庄事業區	櫟林帶下層
25	X 227860	Y 2614120	阿里山事業區	櫟林帶上、下層
26	X 228860	Y 2614120	阿里山事業區	櫟林帶下層
27	X 228860	Y 2600120	大埔及阿里山事業區	櫟林帶上、下層
28	X 277860	Y 2598120	玉里事業區	楠櫧林帶
29	X 278860	Y 2598120	玉里事業區	楠櫧林帶
30	X 277860	Y 2597120	玉里事業區	楠櫧林帶
31	X 278860	Y 2597120	玉里事業區	楠櫧林帶
32	X 279860	Y 2597120	玉里事業區	楠櫧林帶

表32. 2006年10月至2007年09月人工林主要樹種柳杉各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	6808.22	1.1160	2.9954	2.1276	0.5117
	11	3174.05	0.2231	1.6847	0.9919	0.3975
	12	3161.90	0.2824	1.7980	0.9881	0.3428
2007	01	3804.03	0.3623	2.1816	1.1888	0.5222
	02	4874.37	0.6195	2.3485	1.5232	0.3995
	03	4637.41	0.7295	2.5653	1.4492	0.4905
	04	6534.27	1.2042	2.7281	2.0420	0.3368
	05	7435.94	0.8554	3.5224	2.3237	0.7721
	06	6688.22	0.5325	3.1369	2.0901	0.7252
	07	6820.58	0.9552	3.2860	2.1314	0.7419
	08	5856.10	0.6278	2.9954	1.8300	0.4764
	09	5981.82	0.3581	2.6213	1.8693	0.7088

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	4558.59	0.6917	2.0460	1.4246	0.3399
	11	2113.55	0.1744	1.0294	0.6605	0.2087
	12	2287.12	0.3565	1.1160	0.7147	0.2047
2007	01	3120.97	0.3023	1.7011	0.9753	0.3987
	02	3883.07	0.5443	1.7771	1.2135	0.2686
	03	3421.63	0.5280	1.8629	1.0693	0.3310
	04	4831.97	0.7748	1.9631	1.5100	0.3012
	05	5181.34	0.8331	2.6389	1.6192	0.6080
	06	4209.06	0.4313	2.1113	1.3153	0.4303
	07	3327.65	-0.6006	2.0906	1.0399	0.7734
	08	2801.33	0.3178	1.6159	0.8754	0.2962
	09	3163.59	0.5569	1.4213	0.9886	0.2276

表33. 2007年10月至2008年09月人工林主要樹種柳杉各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	5603.87	0.5503	2.4529	1.7512	0.4399
	11	4160.06	0.4575	1.7138	1.3000	0.2241
	12	2976.58	0.5105	1.5442	0.9302	0.3093
2008	01	3264.93	0.3778	1.6866	1.0203	0.3623
	02	3628.00	0.1631	2.0191	1.1338	0.5293
	03	5841.95	0.9162	2.8065	1.8256	0.5457
	04	5175.90	0.4726	2.3419	1.6175	0.4529
	05	5775.17	0.4030	3.2046	1.8047	0.7567
	06	5485.47	0.4500	2.9953	1.7142	0.7773
	07	6603.10	1.0094	3.0089	2.0635	0.6241
	08	6635.55	0.7828	3.0806	2.0736	0.6786
	09	5356.90	0.0990	2.4118	1.6740	0.5869

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	3653.92	0.4766	1.6943	1.1419	0.2520
	11	2409.33	0.3825	1.0538	0.7529	0.1809
	12	2130.67	0.3391	1.1208	0.6658	0.2054
2008	01	2278.99	0.3236	1.2187	0.7122	0.2315
	02	2955.01	0.1414	1.6276	0.9234	0.4075
	03	4967.36	0.7983	2.3153	1.5523	0.4064
	04	4047.55	0.1613	1.9378	1.2649	0.3486
	05	4743.68	0.3759	2.7009	1.4824	0.4658
	06	3239.23	-0.1500	2.0156	1.0123	0.6475
	07	2760.16	-0.7595	1.8561	0.8626	0.7317
	08	3291.33	-0.2170	1.9201	1.0285	0.6333
	09	2764.98	0.0806	1.3650	0.8641	0.2975

表34. 2008年10月至2009年09月人工林主要樹種柳杉各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2008	10	5264.64	0.6142	2.4044	1.6452	0.5337
	11	4227.01	0.4861	1.9838	1.3209	0.3709
	12	4264.19	0.6045	1.8852	1.3326	0.3555
2009	01	4411.36	0.8583	2.0823	1.3786	0.2777
	02	4766.05	0.9625	2.1805	1.4894	0.3009
	03	6444.42	1.0094	2.6805	2.0139	0.4188
	04	7139.42	1.5863	2.8538	2.2311	0.3638
	05	8119.01	1.4996	3.3674	2.5372	0.4859
	06	7428.35	0.9188	3.4950	2.3214	0.6825
	07	6727.97	0.4863	3.2569	2.1025	0.8603
	08	7442.14	1.1896	3.3267	2.3257	0.6174
	09	6506.43	1.1822	2.8800	2.0333	0.4383

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2008	10	3241.09	0.4650	1.5403	1.0128	0.2699
	11	2717.95	0.2930	1.2136	0.8494	0.2031
	12	3581.38	0.5793	1.6033	1.1192	0.2831
2009	01	3391.07	0.7304	1.6294	1.0597	0.2036
	02	3529.57	0.7963	1.5741	1.1030	0.2124
	03	5043.01	0.8186	2.0683	1.5759	0.3204
	04	5394.85	1.1606	2.1450	1.6859	0.2924
	05	5167.90	0.7178	2.5662	1.6150	0.5598
	06	4205.15	0.2063	2.3475	1.3141	0.6590
	07	3296.06	-0.3643	2.1506	1.0300	0.9346
	08	4094.91	0.3604	2.1351	1.2797	0.5609
	09	3539.33	0.3816	1.8638	1.1060	0.3755

表35. 2009年10月至2010年09月人工林主要樹種柳杉各月份平均GPP及PSNnet值成果

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	5569.50	0.6462	2.7193	1.7405	0.5651
	11	4609.02	0.3975	2.1169	1.4403	0.4564
	12	3823.39	0.4875	1.5675	1.1948	0.2506
2010	01	4208.35	0.4543	2.1293	1.3151	0.3531
	02	4195.46	0.7210	1.9548	1.3111	0.3154
	03	6119.30	0.9261	2.8065	1.9123	0.5376
	04	4804.45	0.6544	2.8031	1.5014	0.6256
	05	6350.69	0.5076	3.2821	1.9846	0.7868
	06	6491.26	0.1838	3.4950	2.0285	0.7944
	07	5600.74	0.3333	3.0341	1.7502	0.7068
	08	6699.58	1.0065	2.8753	2.0936	0.5357
	09	6000.19	0.4800	2.4600	1.8751	0.5027

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	3729.79	0.5231	1.8634	1.1656	0.3600
	11	3047.91	0.3225	1.4522	0.9525	0.3016
	12	2808.05	0.4402	1.1503	0.8775	0.1798
2010	01	3192.03	0.4127	1.7108	0.9975	0.2745
	02	3250.37	0.7070	1.5418	1.0157	0.2178
	03	4822.34	0.8331	2.0896	1.5070	0.3990
	04	4191.62	0.6150	2.1713	1.3099	0.4370
	05	4022.62	0.1201	2.2814	1.2571	0.7043
	06	3766.98	0.1388	2.3475	1.1772	0.6357
	07	2886.20	-0.6956	1.7689	0.9019	0.6628
	08	3553.76	0.3604	1.7360	1.1106	0.4134
	09	3305.82	0.3975	1.5863	1.0331	0.3328

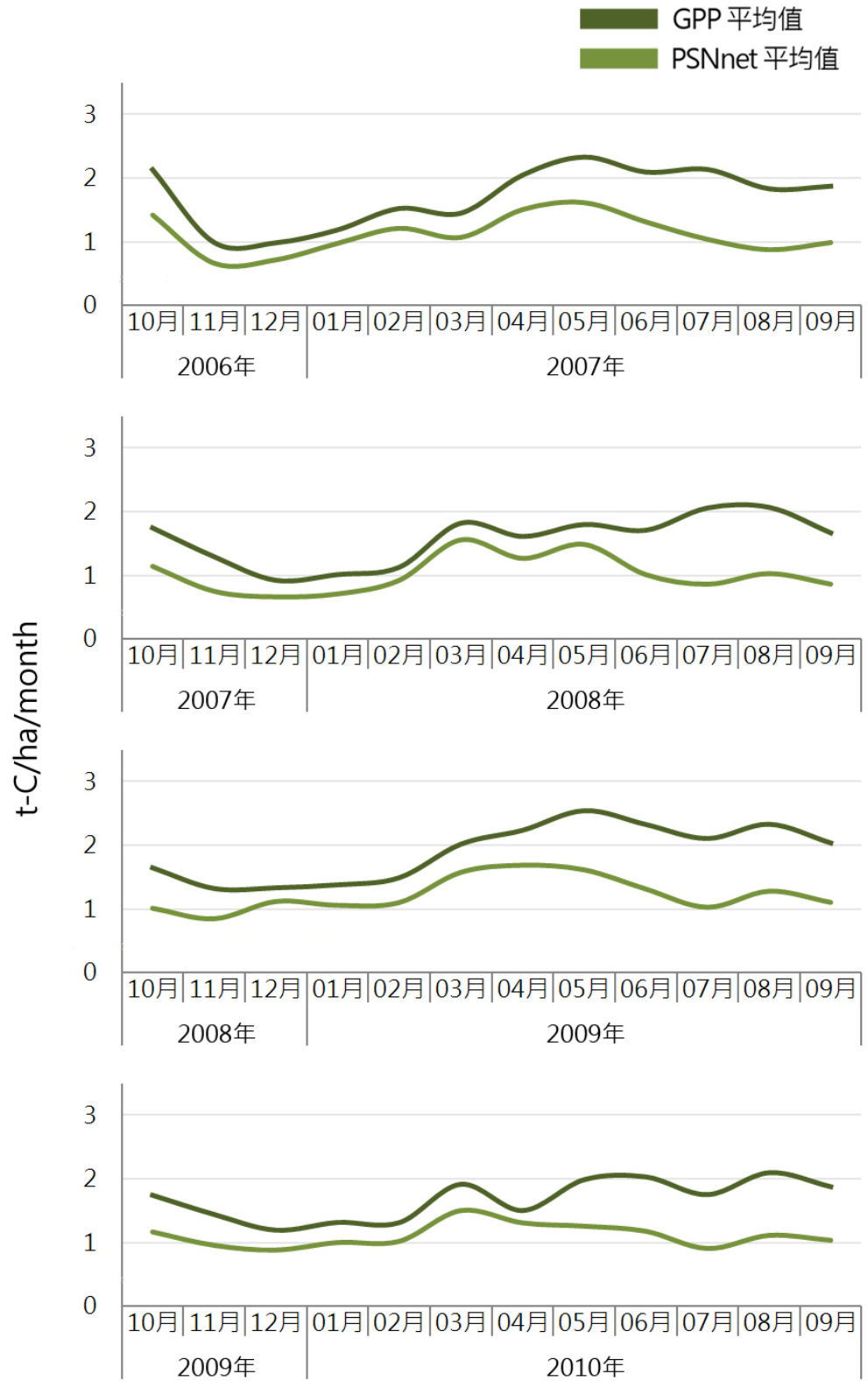


圖27. 2006 年 10 月至 2010 年 09 月人工林主要樹種柳杉各月份平均 GPP 及 PSNnet 值成果

透過近四個年度的中長期人工林純林二葉松及主要種植扁柏與柳杉等樹種的 GPP 與 PSNnet 分析，其中人工純林二葉松目前僅取單一樹種進行分析，因此無其他成果可供比較，其四個年度的 GPP 平均值為 1.9249 t-C/ha/month，PSNnet 平均值為 1.3661 t-C/ha/month。

而樣區範圍包含種植其他樹種的扁柏與柳杉中，主要樹種扁柏四個年度的 GPP 平均值為 1.9511 t-C/ha/month，PSNnet 平均值為 1.3831 t-C/ha/month；主要樹種柳杉四個年度的 GPP 平均值為 1.7155 t-C/ha/month，PSNnet 平均值為 1.1193 t-C/ha/month，由成果顯示可知悉主要種植柳杉相較於主要種植扁柏生產量低，但以林務局所提供的主要造林樹種之二氧化碳固定能力研究結果顯示，檜木每公頃二氧化碳固定量為 8.6 公噸/年；柳杉每公頃二氧化碳固定量為 8.7 公噸/年，而扁柏為檜木屬，其兩者定性結果呈現相異，但由於主要樹種扁柏與柳杉樣區範圍仍有包含其他樹種，因此無法直接將其視為成果，而兩者人工純林亦需詳細比對才可瞭解其實際碳匯量。

(6) 植生碳吸存演算法差異

近年來，節能減碳已為世界各國所共同努力的目標，而森林資源對於二氧化碳的減量貢獻在京都議定書中已被肯定（林俊成，2007），氣候變化綱要公約與京都議定書均要求締約國依規定需提出國家報告（national report），其中國家溫室氣體年度清冊即為其中重要的一環，而國內近幾年亦積極進行森林對碳吸存進行估算，除了愛台十二建設中第十項綠色造林是其主要宗旨外，主要目的在於提供國家清冊資訊，與國際接軌。

以國外估算碳吸存為例，各國依據地形、環境或已建立之估算模式進行碳吸存估算，以下就以加拿大、英國、日本、澳洲及美國等國進行說明（邱祈榮，2009）。

- 加拿大

  加拿大主要利用國家森林碳監測、會計與報告系統（Canada’s National Forest Carbon Monitoring，Accounting，and Reporting System，NFCMARS）為用來模擬未來經營管理活動對碳貯存的改變，以提供政策分析。由加拿大森林署碳會計小組（Canadian Forest Service Carbon Accounting Team）與加拿大模式森林網路（Model Forest Network of Canada）合作，發展出用於國家系統的可操作尺度版本之碳預算電腦模式，加拿大森林部門的碳預算模式 CBM-CFS（Carbon Budget Model of Canadian Forest Section，CBM-CFS），其架構圖如圖 28 所示。

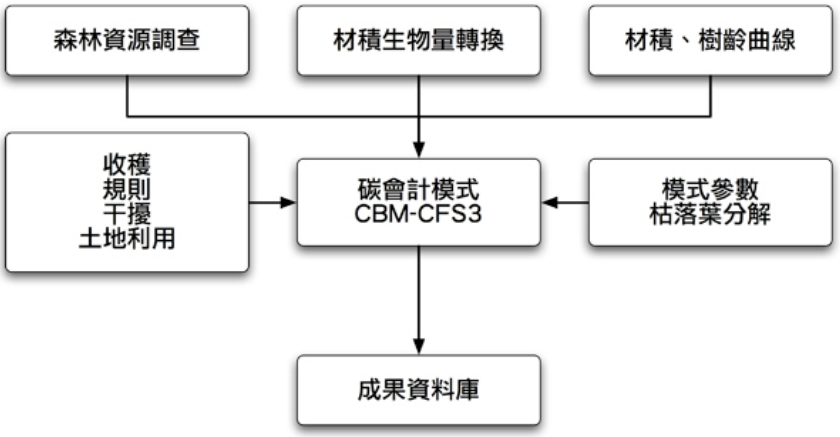


圖28. 加拿大國家森林碳監測、會計和報告的碳預算模式系統架構圖

- 英國

  英國主要應用土地利用變遷與森林部門的釋放量與吸存量，係由碳流動模式（C–Flow model）來推估碳變動量，而 C–Flow model 的碳變動量包括：（一）每年各樹種森林面積的變化，（二）貯存於人工林的樹體、土壤與枯枝落葉、林產物的碳貯存量，其碳流動模式架構圖如圖 29 所示。

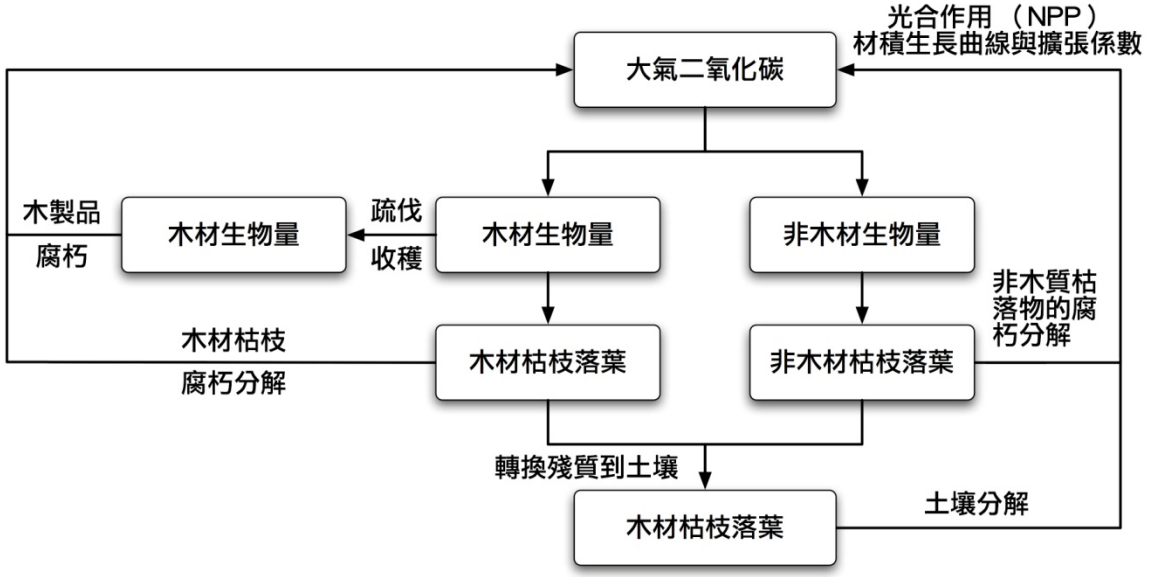


圖29. 英國碳流動模式（C-Flow model）的整體架構圖

- 日本

日本於 2006 年國家溫室氣體報告中指出，對於土地使用、土地使用變化與林業推估方法，在碳貯存量的估算，主要還是依循 IPCC 的 LULUCF 良好做法指南之相關規範，一般推估林木每公頃碳吸存量，係根據 IPCC 所制定估算林業部門碳吸存量之原則。

- 澳洲

共有兩種模式，一為 FullCAM 模型，主要整合土地覆蓋改變、土地使用和管理、氣候、植被生產力和土壤碳量資料。用來計算在森林和農業系統的所有生物量、枯枝落葉和土壤碳的流動，其中 FullCAM 模型包含五種模型，如表 36 所示。

表36. FullCAM 模型列表

模型名稱	內容
CAMFor	forest systems （森林系統）
CAMAg	cropping and grazing systems （耕作與放牧系統）
3PG	forest growth （森林生長）
GENDEC	microbial decomposition （微生物分解）
RothC	agricultural soil carbon （農田土壤的碳）

二為 CO2FIX 模型，亦為推估不同林型碳預算與碳吸存的有效分析工具。其利用全碳會計方法（full carbon accounting approach）來量化

推估森林林分的碳貯存量（stocks）與變動量（flux）。

- 美國

計量與監測森林碳匯方面，美國科學家認為，遙感技術主要適用於分析碳匯時空格局變換以及因土地利用變化而產生的碳匯變化等，而難以適應 IPCC 提出的對森林地上生物量、地下生物量、土壤生物量的計量要求。因此，美國大尺度的碳匯計量主要採用遙感和模型相結合的方法。他們利用多期遙感資料估測植被覆蓋狀況，分析植被的光合作用，研究地表物候變換情況，估算森林生態系統的初級生產力（GPP）和淨初級生產力（NPP）並利用通量塔觀測資料結合遙感資料，估算全國森林生態系統的碳儲量和碳吸收能力。

遙感和地理資訊系統收集和使用多種資料來源，如 AVHRR，MODIS，航空像片等。模型類型，如林分碳貯存模擬模型（STANDCARB）、森林碳評估模型（FORCARB）。

然而以台灣本島而言，植生碳吸存估算的方式眾多，以現地調查與計算植生碳吸存而言，分別有依據生物量及生長量方式進行，生物量推估方式主要為實測植物的乾重與鮮重比例，推估基礎密度，再配合乾重回歸式轉換、擴散係數轉換、碳轉換係數轉換及材積年生長率轉換，估算碳吸存量；而生長量則主要利用量測植物胸徑平方與樹高做為預測變數，透過每五年材積定期平均生長量與總平均生長量變化、材積生長回歸式計算、材積-生物轉換係數轉換、擴張係數轉換及平均碳濃度計算，估算碳吸存量（林世宗，2008），

兩者估算方式如圖 30 所示。

生物量及生長量兩者多有相似回歸式計算與係數轉換，最主要的差異在於生物量演算方式是以植物的比重進行生物量推估；在生長量演算方式是以植物的胸徑與樹高做為生長量的推估，而由於調查方式不同，所得估算成果亦有差異，但對於兩種調查方式皆有互相進行推估的轉換，如生物量推估方式中材積年生長率的成果提供碳儲存量轉為吸存量，而生長量推估方式中材積-生物轉換係數提供總生長量轉為地上部生長量。

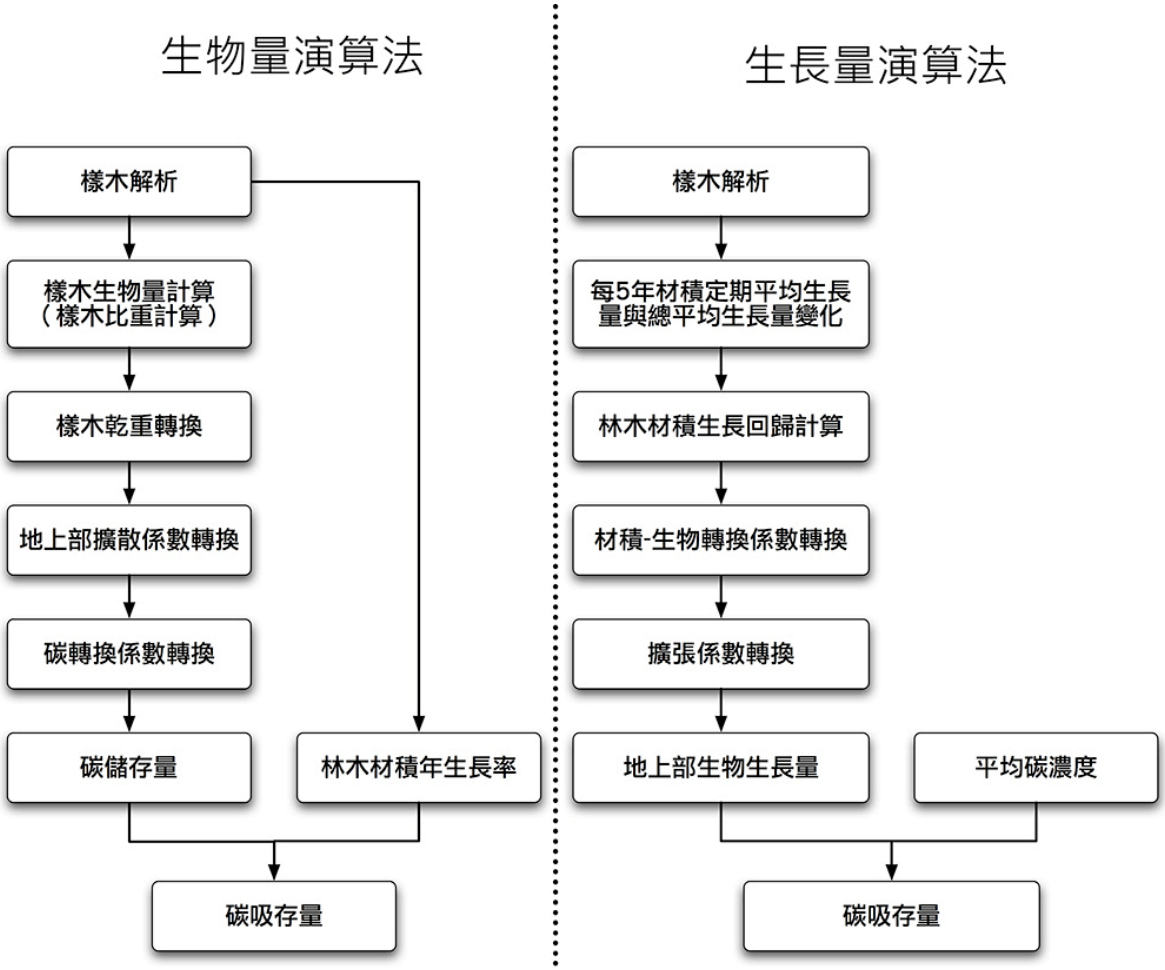


圖30. 生物量及生長量估算植生碳吸存程序架構圖

然而，以遙測的角度配合現地植被反應係數與模式推估的植生生產量而

言，與現地調查的生物量與生長量亦有差異，以生產量推估植生碳吸存，就前章節所述，利用 Terra/Aqua-MODISMOD17 衛星產品 GPP 及 PSNnet 值推估每個月的植生碳匯能力，而估算植生生產量的 GPP 及 PSNnet 值，僅為生態圈中生產量的一環，而整個生態系中生產量的推估更包含著其他指數，各指數中皆有著層級關係，如圖 31 所示。其中 NEP 稱淨生態系統生產量（Net ecosystem production），為 NPP 減去消費者（異營生物）呼吸消耗（土壤呼吸）光合作用產物之後的部分；而 NBP 稱淨生物群區生產量（Net biome production），為 NEP 減去各類自然和人為干擾等非生物呼吸消耗所剩下的部分。（方精雲，2001）

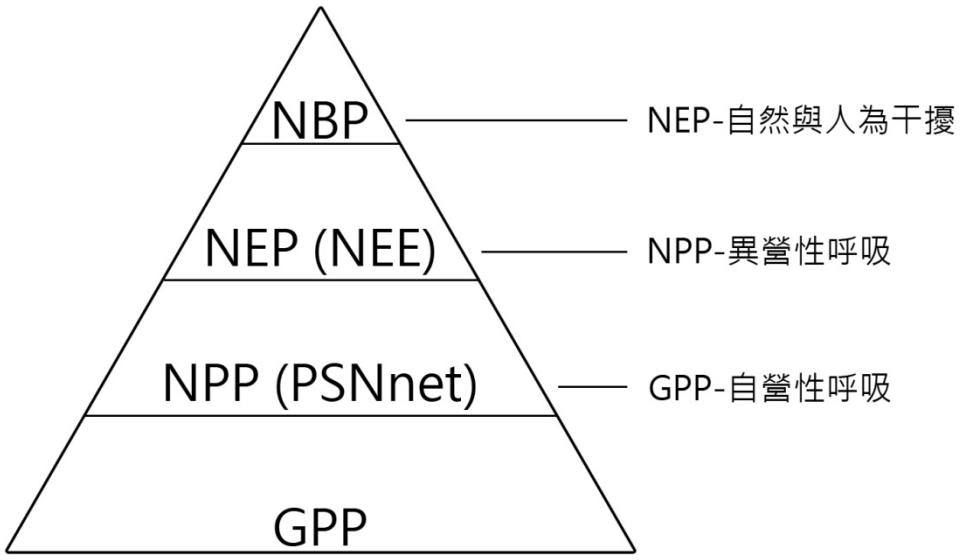


圖31. 生態系生產量層級關係圖

將生態系中生產量區分為大略四個等級，可清楚瞭解 GPP 包含所有其他生產量，NPP（PSNnet）是扣除植物自營性呼吸的生產量，其中 NPP 及 PSNnet 值都為淨初級生產量，不同之處在於 NPP 值主要計算年淨初級生產

量，而 PSNnet 值為計算每日淨生產量，NEP（NEE）是 GPP 扣除掉自營性與異營性呼吸的生產量，而 NBP 是 GPP 扣除自營性與異營性呼吸外，額外再扣除掉自然與人為的干擾；簡而言之，GPP、NPP、NEP 及 NBP 四個生產量對於植生碳吸存而言，有著繼承的關係，其定性趨勢亦有相同關係。就以生物量的角度，NBP 累計的現存量被視為狹義的生物量。而以生長量的角度而言，可透過 NBP 的五年生產量與變化進行推估。以此理論初步推估生物量與生長量的差異與比較皆可使用 PSNnet 來進行定性上的比對，亦或可利用 Terra/Aqua-MODIS MOD17 A3 NPP 衛星產品進行比較與驗證。

(7) 植生碳吸存估算成果與二氧化碳觀測成果驗證與比較

為驗證 Terra/Auqa-MODIS MOD17 產品所估算碳匯成果正確性，藉由國家實驗研究院颱風洪水研究中心籌備處所架設渦流協變性系統（Eddy Covariance System, ECS）實測之二氧化碳通量成果進行分析與比較。渦流協變性系統為現今公認可長期和連續測量陸地生態系統與大氣之間動量、熱、水氣及溫室效應氣體（CO2、O3 等）交換行為的觀測系統；目前已取得架設於桃園縣石門水庫集水區內霞雲水文站及巴陵雨量站的觀測資料，觀測時距為 2009 年 05 月 22 日至 2010 年 01 月 08 日，每五分鐘量測一次，觀測空間範圍為塔台上風處約 500 公尺，距地面約 10 公尺，位置分布如表 37 所示。系統測站所掛載的儀器包含音波風速計、開放式紅外線二氧化碳/水氣分析儀、長/短波輻射計、溫濕度計、土壤熱通量板、土壤溫度計、光量子計、紅外線表面溫度計、土壤含水率計、風速風向計及資料處理器等；測站頂部高度為 14.5 公尺，加掛測量儀器最高高度可達 18 公尺，總重量為 520 公斤，系統測站及儀器照片如圖 32 所示。

圖32. 渦流協變性系統儀器照片

表37. 渦流協變性系統測站位置分布表

測站名稱		坐標	測站位置示意圖	資料 量測時間	測站地貌	地形
桃園	霞雲 水文站	286,899 2,742,827		2009/05/22 至 2010/01/08	常綠闊葉林 定居地	山區地勢 起伏
	巴陵 雨量站	290,000 2,730,971				
註：坐標系統為 TWD97。						

為與 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星資料所估算的碳吸存量比較驗證，首先將實際觀測之二氧化碳通量資料轉換成淨生態系統交換（Net Ecosystem Exchange, NEE），其演算方式如圖 33 所示。轉換主要目的在於總碳吸存量包含自營性呼吸（autotrophic respiration, Ra）及異營性呼吸（heterotrophic respiration, Rh），故渦流協變性系統觀測二氧化碳值較接近 NEE（GPP-Ra-Rh）定義。

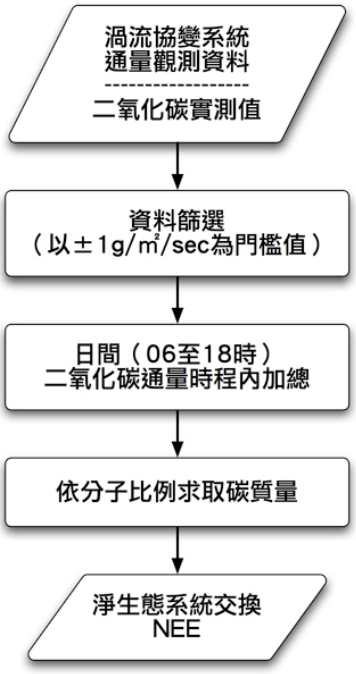


圖33. 淨生態系統交換演算標準作業流程

以相同日期期距，擷取 Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星資料原始八天 PSNnet（GPP-Ra）資料，並將渦流協變性系統測站 NEE（GPP-Ra-Rh）資料轉換同以八天平均值為週期進行比較，由於渦流協變性系統在空間上僅代表塔台上風處約 500 公尺的觀測資訊，而 Terra/Aqua-MODIS MOD17 產品屬於連續面的資料，兩者成果實有差異，若以 MOD17 產品單一點位資料進行觀測值比對時，須考量幾何校正誤差（空間解析度 1 公里×1 公里）及取樣造成的差異，透過比較，可看出整體趨勢略為一致，如圖 34 及圖 35 所示。

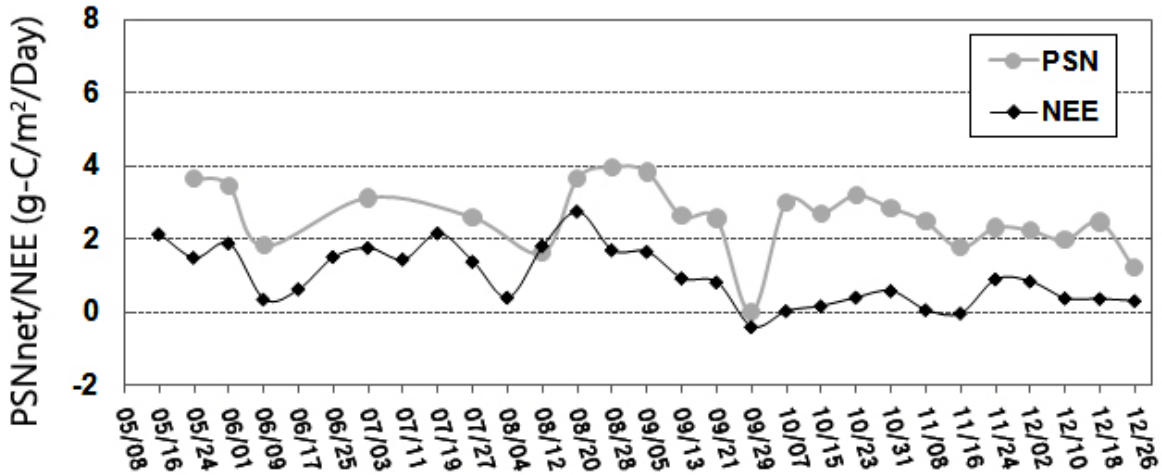


圖34. 霞雲水文站單點 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖

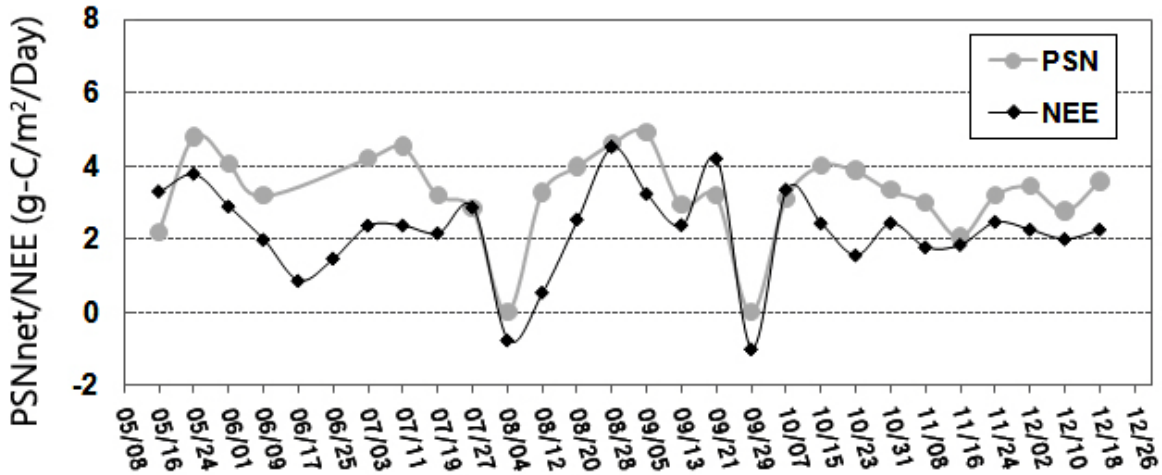


圖35. 巴陵雨量站單點 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖

而為了更進一步瞭解兩者在空間上的差異，假設渦流協變性系統測站站位為均值區域，以 5×5 公里平均值做為估算範圍（David P. Turner, 2006），其成果如圖 36 及圖 37 所示，可知悉霞雲水文站及巴陵雨量站 NEE 及 PSNnet 在時間趨勢上大致相符，進一步進行相關性分析，其變化趨勢大致亦呈現相符狀態，霞雲水文站同質性約有 0.70，而巴陵雨量站同質性約有 0.63，如圖

38 所示，PSNnet 與 NEE 的差異在定性的解釋上可解釋為異營性呼吸(Rh)，因此由此證明 Terra/Aqua-MODIS MOD17 產品所估算之 GPP 及 PSNnet 可大致反應實地碳匯的變化狀況。

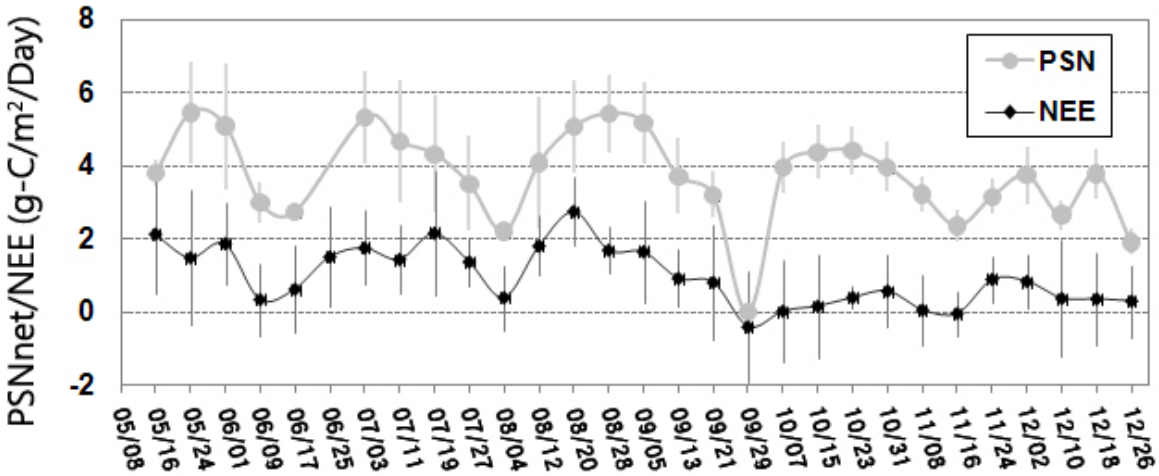


圖36. 霞雲水文站 5×5 公里 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖

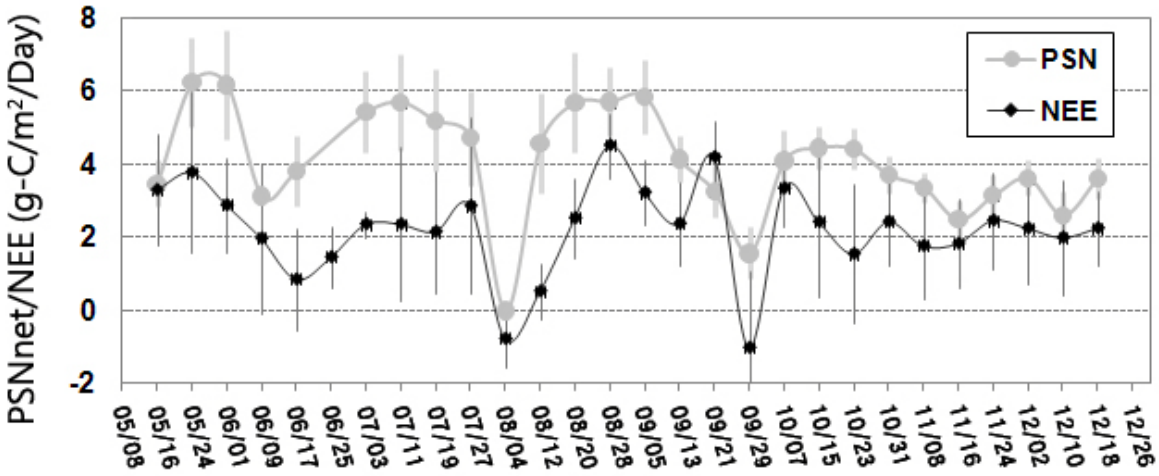


圖37. 巴陵雨量站 5×5 公里 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖

由巴陵雨量站 5×5 公里的 NEE 及 PSNnet 平均值比較圖中可發現 2009 年 09 月 21 日演算的 NEE 高於 MOD17 產品的 PSNnet，此項差異的發生，

以 MOD17 產品所演算的來源與方式而言，主要以標準作業流程估算成果，其衛星觀測方式亦趨於同時間同地點重覆觀測，相關演算來源亦為固定觀測與推估而得，因此對於短期變動較不易發生，而相對於通量觀測資料，由於塔台位置架設於高山林區中，因此在開放式的空間下，對於垂直性的氣體紊流較易影響其觀測值，但此狀況應屬單一現象，未來可藉由長期觀測資料進行比對，以瞭解後續變化。

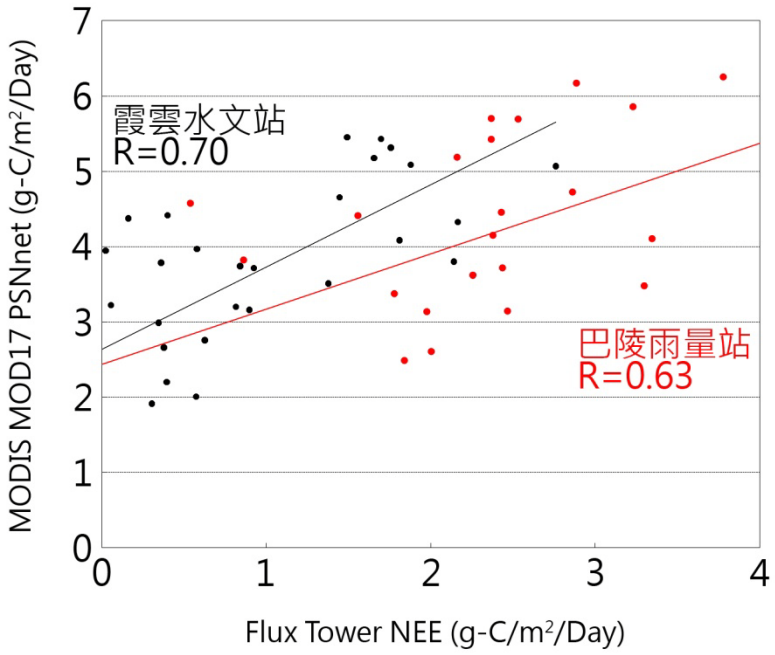


圖38. 霞雲水文站及巴陵雨量站 NEE 及 PSNnet 關係圖

3. 森林健康估算

以森林健康而言，廣義的定義為森林的功能對外界壓力，如乾旱、病蟲害、火災等具有一定的抵抗能力，且能滿足人類社會所要求具有涵養水源、提供木材與野生動物棲息環境、自我更新及其他多樣化需求；狹義的定義為可保持自身良好特性存在與更新的狀態（羅時凡等，2008、2009）。而美國林務署歸納出的森林健康定義，為提供人類所需之餘，仍維持一定複雜性、多樣性及生產力的狀況（Mangold, 1998）。一般估算植生健康與否，皆是以實地量測，主要評估指標共有七項，如根部、冠層狀態、樹冠密度、樹冠透視度、樹冠重疊情形、活冠層比例及樹冠梢枯等（USDA Forest Service, 2005）。

遙測技術不若現地森林資源調查，是以非接觸方式感測，因此亦無法利用各項現地調查的指標予以評估植生狀況，Pontius 等學者於 2005 年提出多項植生劣化指標，利用各指標推估森林健康狀況，其各項指標如下表 38 所示。學者陳朝圳也於 2007 年第四次全國森林資源調查技術研習訓練班─森林健康調查課程中提出健康植生與受到疾病的植生光譜反應差異，如圖 39 所示。

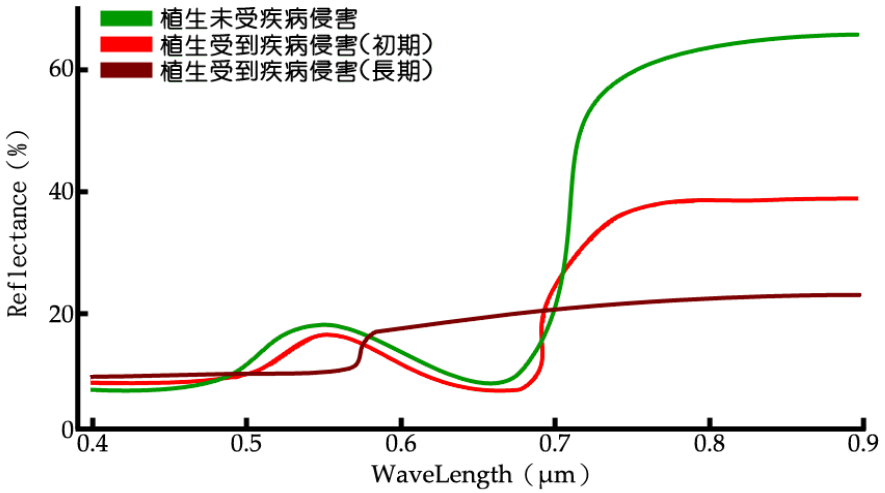


圖39. 植生健康光譜反應圖

表38. 植生劣化光譜指標

指標名稱	說明	指標公式
曲度變化指標 Curvature Index	葉綠素螢光	$CI = \frac{R^2_{683\,nm}}{R_{675nm} \times R_{691nm}}$
衍生葉綠素指標 Derivative Chlorophyll Index	葉綠素 α 及 β 含量	$DCI = \frac{FD_{705\,nm}}{FD_{723\,nm}}$
常態化差異植生指標 Normalized Difference Vegetation Index	葉綠素含量及能量吸收	$NDVI = \frac{R_{800\,nm} - R_{680\,nm}}{R_{800\,nm} + R_{680\,nm}}$
植生亮度指標 Photo-Chemical Reflectance Index	葉黃素循環活動力	$PRI = \frac{R_{531nm} - R_{570\,nm}}{R_{531nm} + R_{570\,nm}}$
紅光邊緣反曲點 Red Edge Inflection Point	葉綠素 α 含量 綠色植生密度	$REIP = \lambda FD_{max}$
比率植生指標 Ratio Vegetion Index	葉綠素含量	$RVI = \frac{R_{800\,nm}}{R_{680\,nm}}$
水波段指標 Water Band Index	冠層水含量	$WBI = \frac{R_{970\,nm}}{R_{900\,nm}}$
註：R=反射係數，FD=第一衍物。		

以遙測技術進行森林健康觀測，能在相較於單株及林分尺度的詳細縱向調查下，於短時間內提供大範圍空間區域的橫向資訊，降低時域變化對植生生長所產生的影響，以有效輔助外業調查進行更完整的森林健康監測；被動式光學遙測（optical remote sensing）0.4~2.5μm 波段，則主要透過柵狀葉肉（palisade

mesophyll）中的葉綠素 a、b 及 β 胡蘿蔔素對可見光波段的吸收作用、海綿葉肉組織（spongy mesophyll）對近紅外光的散射作用，以及葉片水含量的分子震動過程（vibrational molecular process），藉由不同波段的資訊組合，對冠層葉片植生進行健康及生長觀測，例如常態化差異水含量指標（Normalised Difference Water Index, NDWI）、增進植生指標、植生亮度指標、常態化差異植生指標，或藉由多波段輻射通量密度及反射輻射，評估光合作用吸收輻射比率及葉面積指數。

上述相關植生劣化指標均是以植被對光譜反應所獲得成果，而實際遙測資訊無法依據單一光譜值進行分析，因此兩者有部分差異，以 Terra/Aqua-MODIS 陸地植生相關產品為例，MOD13 產品中 Max NDVI 及 EVI 為最常被應用的植生指標，藉由此項指標提供樹冠資訊進行森林健康估算。

(1) 最大常態化差異植生指標

綠色植物因有吸收藍光、紅光及強烈反射近紅外光的特性（Green *et al.*, 1997; Price and Bausch, 1995），故應用多光譜態資訊於植物資源之探測，常被應用於判別植生的現況。

在各週期 NDVI 觀測值的篩選上，MODIS 演算法採用最大值合成法（Maximum value compositing, MVC），亦即 NDVI 像元值代表各 16 日週期中的最大值，主要即考量雲層及氣溶膠皆傾向降低 NDVI 數值（Goward *et al.*, 1994; Eidenshink and Faundeen, 1994），而光學路徑愈長，受到的大氣影響亦較嚴重，故採用 MVC 方法，能篩選出較不受大氣雲層影響及接近近地點觀測的 NDVI 觀測值，在某種程度上亦達到常態化觀測幾何的效能。透過地表觀測，提供每 16 日中晴空時期、並經由大氣輻射校正、近地點觀測

糾正的全球性地表植生資訊，以延續 NOAA AVHRR 20 年（1981-1999）NDVI 觀測，提供長期持續性的生態監測。

Terra/Aqua-MODIS MOD13 Max NDVI 產品主要由紅光（0.620～0.670μm）及近紅外光（0.841～0.876μm）波段反射值演算而得，其計算式如式 10 所示。

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad \text{（式 10）}$$

其中：

ρ_{NIR}=近紅外光反射值

ρ_{Red}=紅外光反射值

目前國內應用最為廣泛的植生指標為 NDVI，主要乃因 NDVI 可由簡單的近紅外光及紅光差異，於同一值域內之高低值，反應植生生長及健康狀況，可依據樣區設置，統計分析出植生與非植生門檻，訂定綠覆蓋範圍。

為利於資料處理及符合台灣全島應用，訂定標準作業流程，如圖 40 所示。依序進行影像鑲嵌、投影座標及資料格式的轉換、台灣全島的萃取，並將像元值轉換為 NDVI 值，藉由 Science Data Sets 中的 Pixel Reliability 進行像元資料篩選，剔除受到雲層、冰雪覆蓋影響的區域，如表 39 所示，並以前期資料替補即期無資料區域，以作為植生分析及綠覆蓋率演算所需資料。

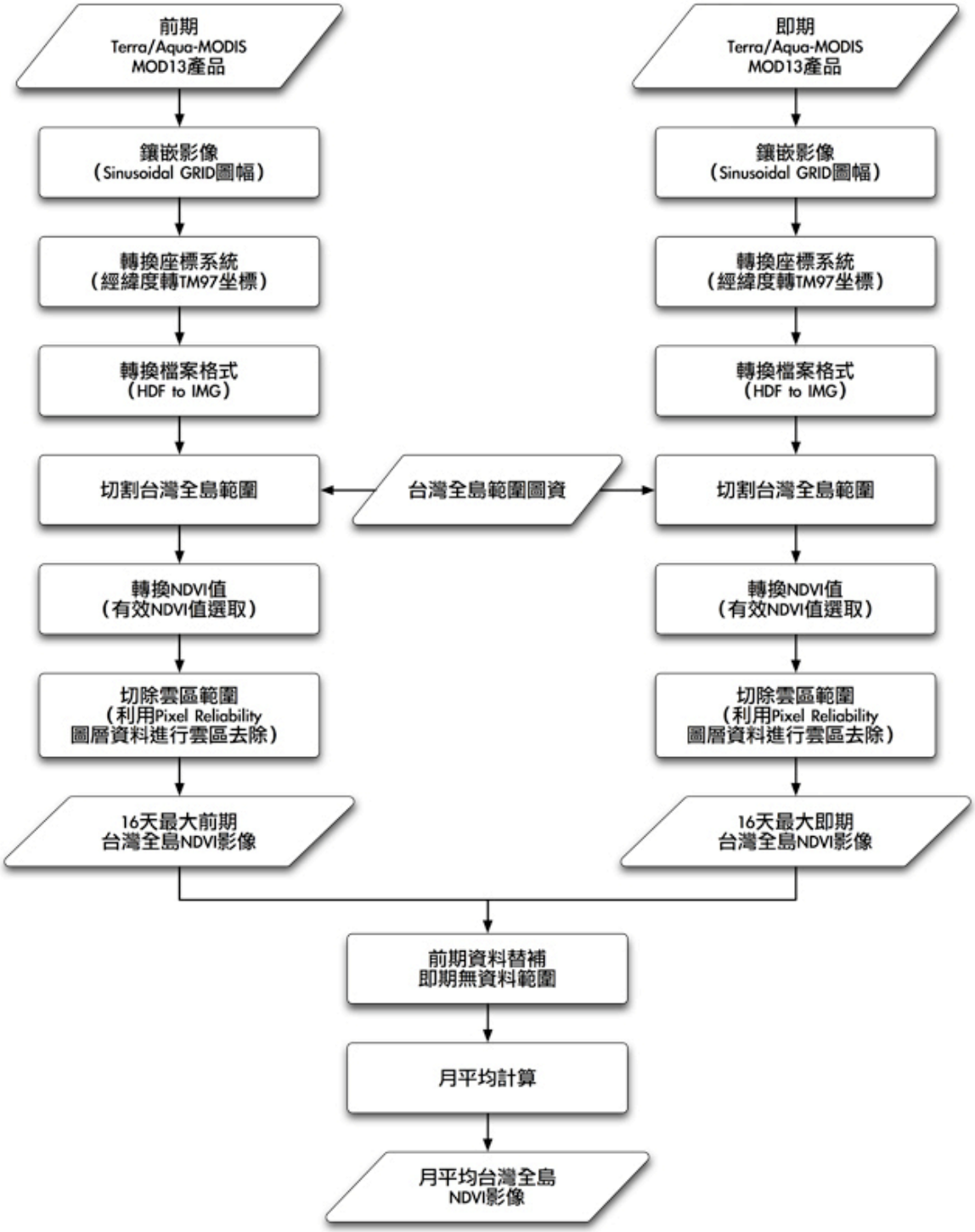


圖40. Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 產品月平均 Max NDVI 值標準作業流程

表39. Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 像元資料分級

分級編號	項目
-1	無資料
0	品質良好的資料
1	可用的資料
2	積雪或冰層
3	雲霧

(2) 增進植生指標

NDVI 公式簡單，國內亦大多使用此方式進行植生指標估算，但其方式仍有部分缺陷，如高覆蓋植被區容易較易飽和及未考慮植生背景對指數影響（如針葉林及闊葉林的差別）等（王正興，2003）。

學者 Huete 和 Liu 於 1994 年發現 NDVI 值會受到大氣氣溶膠含量（如濃霧影響而造成水平能見度 5 公里以下）的影響而下降，因此衛星資料亦無法有效的演算植生指標（Qi *et al.*, 1993），可以預期的是大氣或雲霧的問題在 NDVI 值的計算上會更加明顯，而大氣校正的演算方法更為重要。學者 Liu 和 Huete 於 1995 年發現以反演的方式，推估出冠層背景及大氣影響之間的相互關係，其中包含了背景的調整與大氣阻力的概念，將此土壤及大氣因子修正植生指標定義為 EVI，其計算式如式 11 所示。

$$EVI = G\frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + C_1\rho_{Red} - C_2\rho_{Blue} + L} \quad \text{（式 11）}$$

其中：

G=增益值（Gain）

ρ_{NIR}=近紅外光反射值

ρ_{Red}=紅光反射值

ρ_{Blue}=藍光反射值

C_1=紅光反射值大氣阻力校正值

C_2=藍光反射值大氣阻力校正值

L=植生背景亮度校正值

EVI 主要為修改 NDVI 土壤校正因子，包含 L、C1 及 C2 等係數，其中利用藍光段反射值（Blue Band）修正紅光段反射值（Red Band）中的大氣氣溶膠散射影響，如圖 41 為 NDVI 影像及 EVI 影像對於雲/霧反應的比較，其中最左圖為 LandSAT 衛星假色影像，中圖為 NDVI 影像，右圖為 EVI 影像。由 NDVI 及 EVI 影像可反應兩者對於濃煙反應上的差異(資料來源 : MOD13 ATBD)。

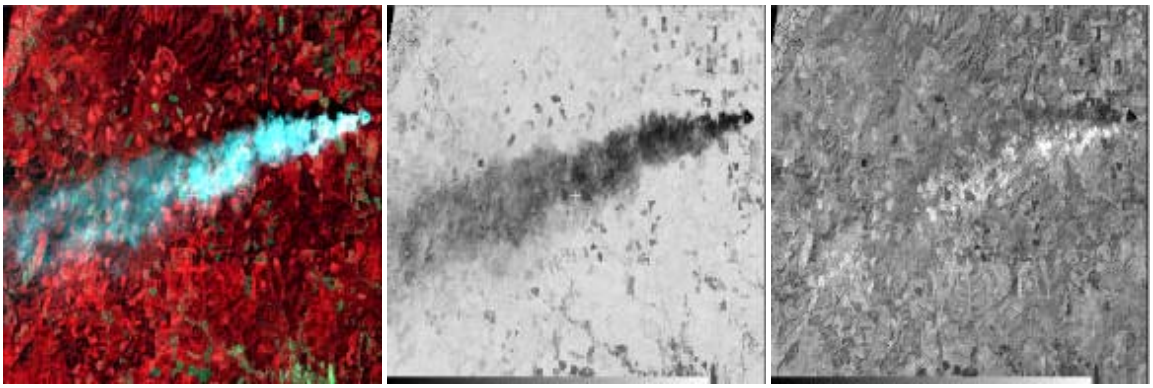


圖41. NDVI 影像及 EVI 影像雲/霧反應比較圖

EVI 與 Max NDVI 皆為 Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 衛星產品，兩者資料處理流程一致，其標準作業流程如圖 42 所示。

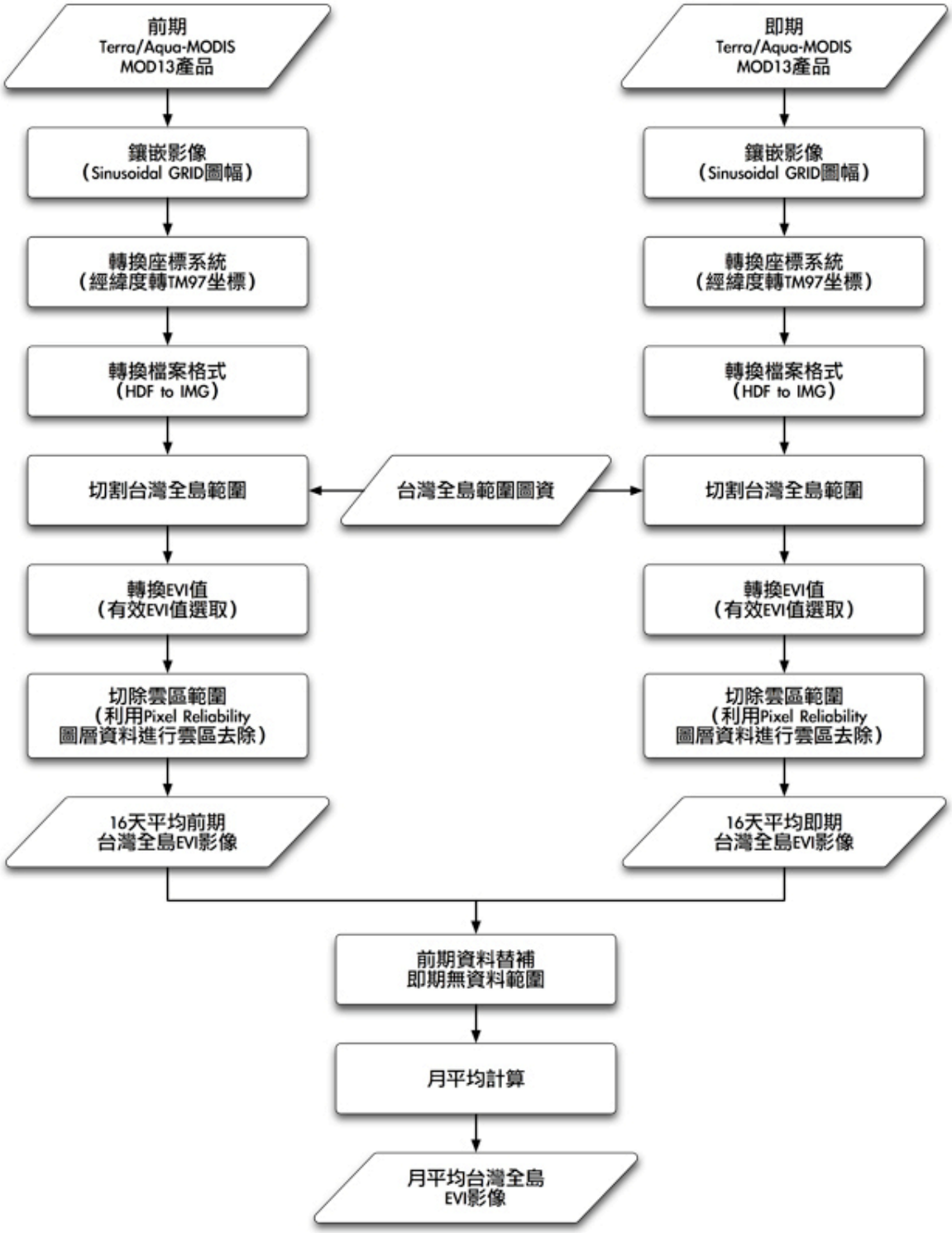


圖42. Terra/Aqua-MODIS MOD13 Q1 產品月平均 EVI 值標準作業流程

應用 Terra/Aqua-MODIS MOD13 產品進行森林健康評估應用，能提供規律常態性且大範圍的地表資訊，藉由 Max NDVI 及 EVI 等指標提供一相對性的樹冠健康資訊，反映地表植生受到外力影響（乾旱、病蟲害、林火、風暴、汙染及人為干擾）所產生的異常情形，做為分析的依據。由於植生指標的增減與植物本身的生長現況有所關聯，而植物的生長會隨著季節與氣候的影響而影響生長，春季轉入夏季時生長量明顯增加，因此植生指標亦隨之上升，為避免生長環境影響林木健康的觀測，以基、即期方式進行比對，基期資料視為即期比對的基準值，由於此基準值並非單一數值，亦無標準可供比對，但 Terra/Aqua-MODIS MOD13 產品目前共累積了數年的長期成果資料可供使用，其中各年度氣候、環境與植被現地狀況均有差異，直接以數年的成果予以平均直接視為基期，仍有部分疑慮，例如 2009 年因八八風災，導致高屏地區國有林區內多處土石崩落，與過去數年地貌差異甚多，因此以統計方式將 2001 年 10 月至 2009 年 09 月的基期資料平均後，取兩倍標準差，擷取信心水準約 95%的資料做為率定值，並以率定後的平均值視為基期基準，與即期比對，其標準作業流程如圖 43 所示。

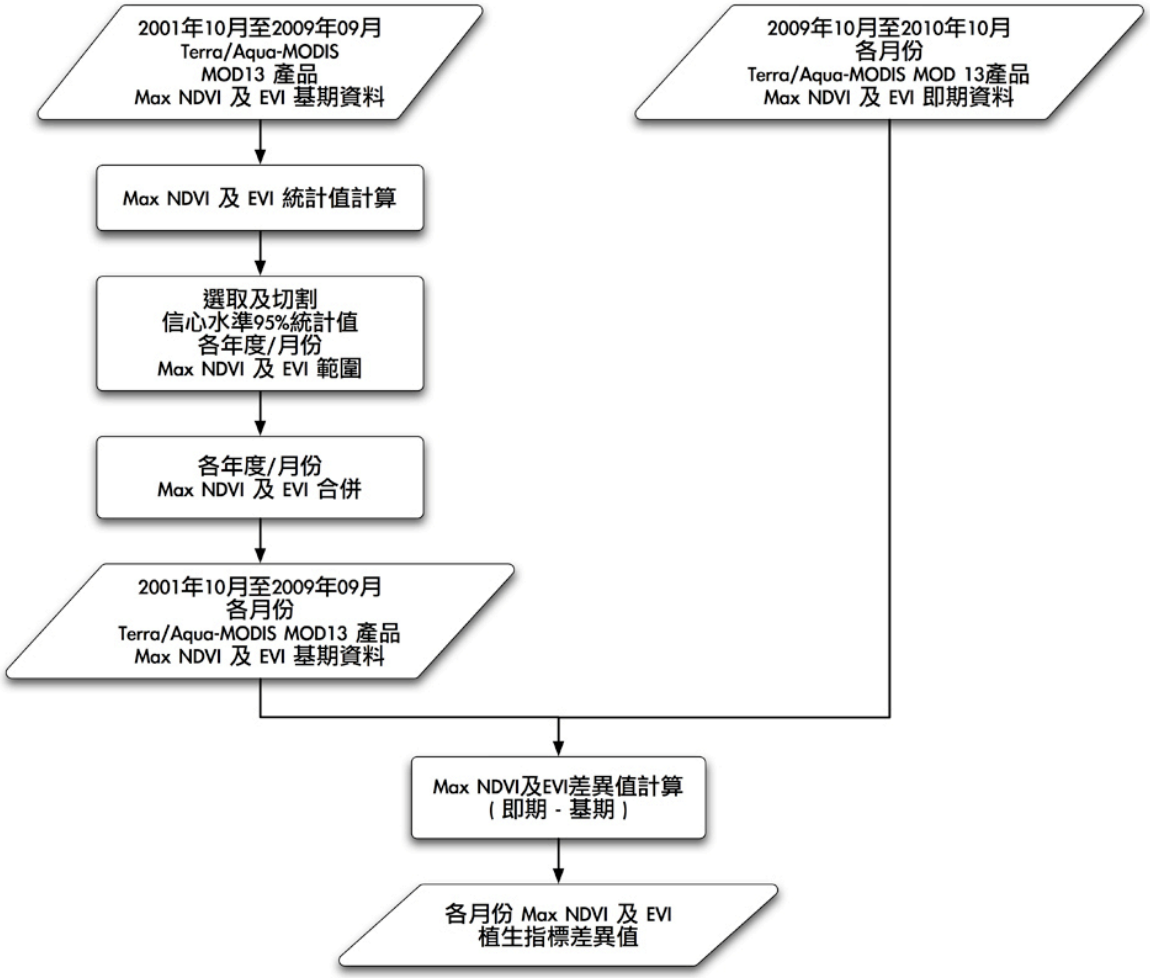
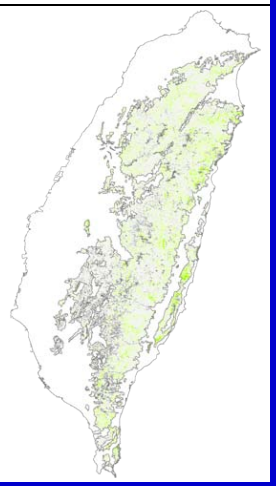
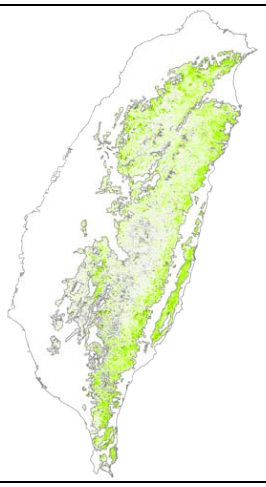
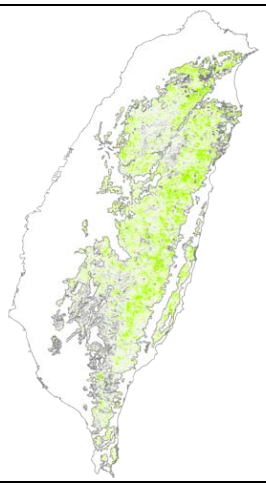
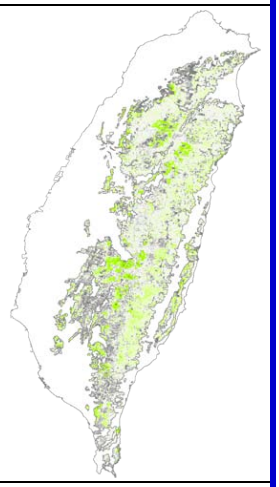


圖43. 森林健康估算標準作業流程

透過資料的整併與計算，其各月份基、即期的比對成果如下表 40 及表 41 所示。整體而言，植生指標差異計算雖以縱向同月份進行差異比較，但在各月份的連結性而言，亦可看出時間軸的趨勢，例如以 2009 年八八風災事件後，西南部國有林區大面積的地貌改變，多處土石崩落，各月份的指標差異即可看出此變化趨勢。

表40. 各月份森林健康 Max NDVI 植生指標差異套色影像

即期月份	2009/10	2009/11	2009/12	2010/01
Max NDVI 差異套色影像				
圖例	-0.30 以上 -0.20 ~ -0.30 -0.10 ~ -0.20 -0.05 ~ -0.10 0 ~ -0.05 0 0 ~ 0.05 0.05 ~ 0.10 0.10 ~ 0.20 0.20 ~ 0.30 0.30 以上			

即期月份	2010/02	2010/03	2010/04	2010/05
Max NDVI 差異套色影像				
圖例	-0.30 以上 -0.20 ~ -0.30 -0.10 ~ -0.20 -0.05 ~ -0.10 0 ~ -0.05 0 0 ~ 0.05 0.05 ~ 0.10 0.10 ~ 0.20 0.20 ~ 0.30 0.30 以上			

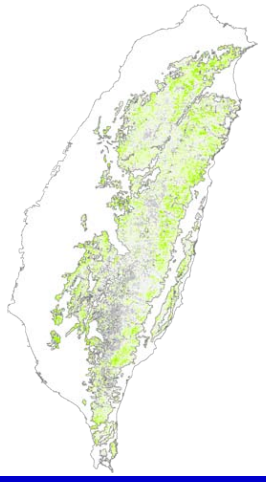
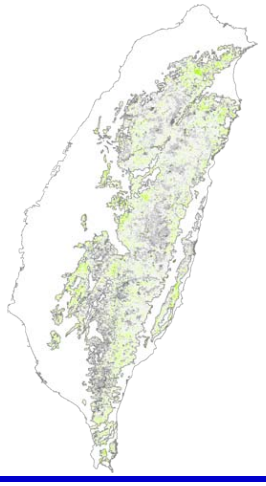
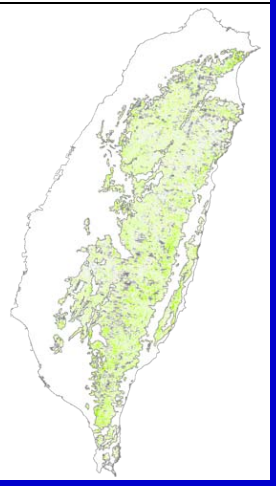
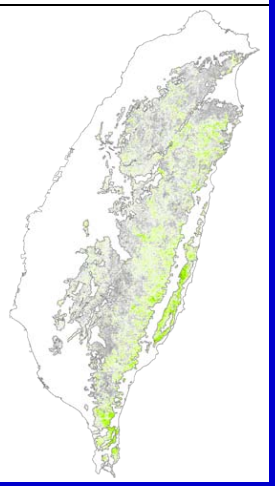
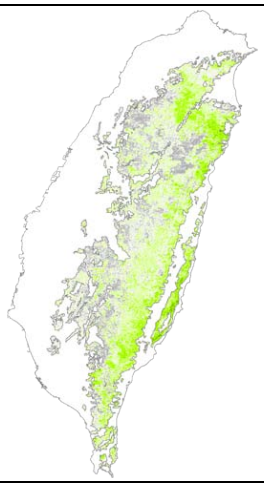
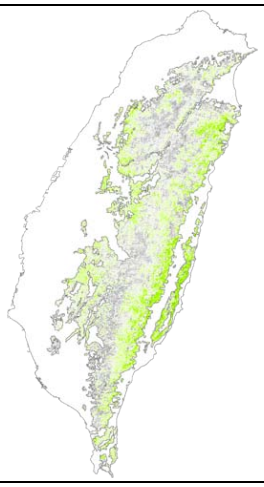
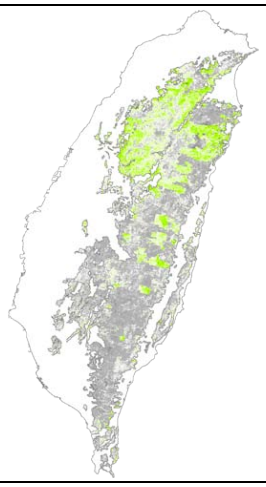
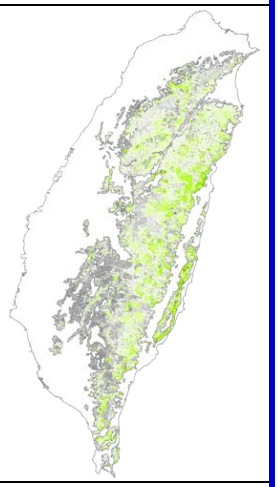
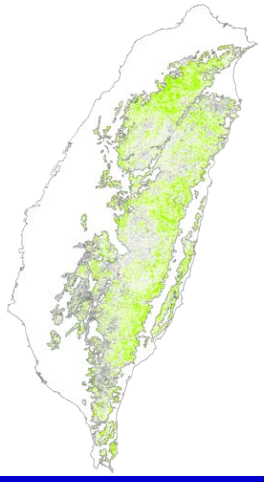
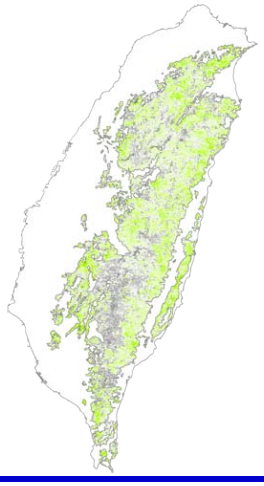
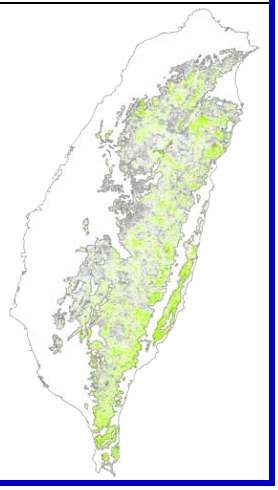
即期月份	2010/06	2010/07	2010/08	2010/09
Max NDVI 差異套色影像				
圖例	-0.30 以上 -0.20 ~ -0.30 -0.10 ~ -0.20 -0.05 ~ -0.10 0 ~ -0.05 0 0 ~ 0.05 0.05 ~ 0.10 0.10 ~ 0.20 0.20 ~ 0.30 0.30 以上			

表41. 各月份森林健康 EVI 植生指標差異套色影像

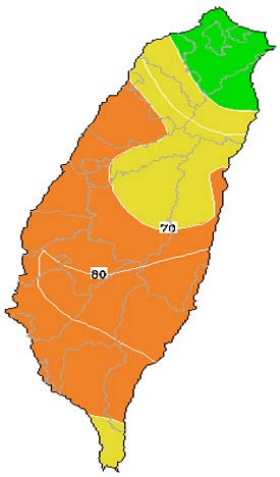
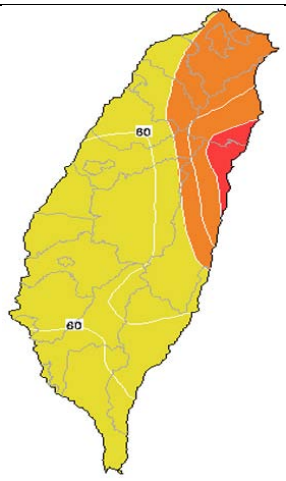
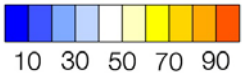
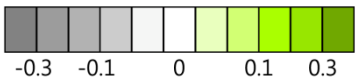
即期月份	2009/10	2009/11	2009/12	2010/01
EVI 差異套色影像				
圖例 -0.30 以上 -0.20 ~ -0.30 -0.10 ~ -0.20 -0.05 ~ -0.10 0 ~ -0.05 0 0 ~ 0.05 0.05 ~ 0.10 0.10 ~ 0.20 0.20 ~ 0.30 0.30 以上				

即期月份	2010/02	2010/03	2010/04	2010/05
EVI 差異套色影像				
圖例 -0.30 以上 -0.20 ~ -0.30 -0.10 ~ -0.20 -0.05 ~ -0.10 0 ~ -0.05 0 0 ~ 0.05 0.05 ~ 0.10 0.10 ~ 0.20 0.20 ~ 0.30 0.30 以上				

即期月份	2010/06	2010/07	2010/08	2010/09
EVI 差異套色影像				
圖例 -0.30 以上 -0.20 ~ -0.30 -0.10 ~ -0.20 -0.05 ~ -0.10 0 ~ -0.05 0 0 ~ 0.05 0.05 ~ 0.10 0.10 ~ 0.20 0.20 ~ 0.30 0.30 以上				

透過 Max NDVI 及 EVI 植生指標差異值比較，可發現各月份 EVI 差異值相較於 Max NDVI 差異值明顯的擾動較大，主要原因在於兩指標在時間與空間上的資料整併有所不同，因此在時間趨勢上各月份 Max NDVI 差異值較為平緩，形成兩者存在著小部份的差異，藉由中央氣象局所提供氣候監測報告做為植生指標差異的說明，以 2009 年 10 月氣候監測報告為例，台灣主要受東北季風和颱風外圍環流雙重影響，因此氣溫距平較其他地區低，雨量距平較其他地區高，其氣候差異直接影響植被健康狀況，比對 MaxDVI 與 EVI 植生指標差異值北部國有林區的植生差異反應，可看出 EVI 差異值反應甚大，如表 42 所示。

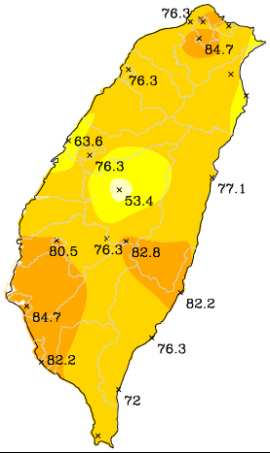
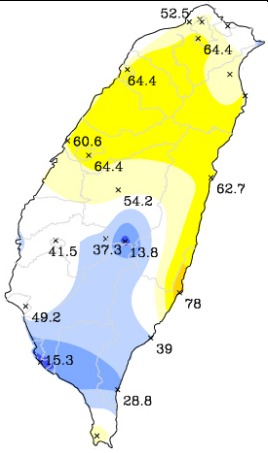
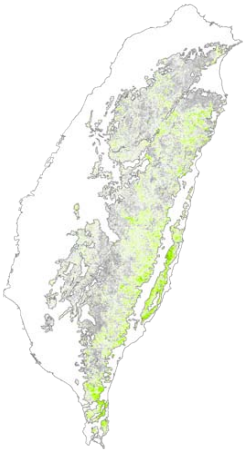
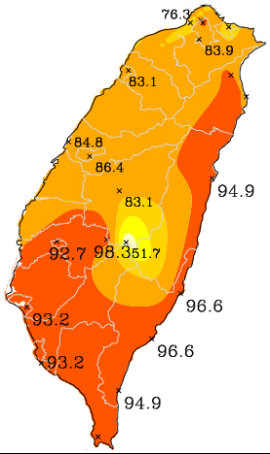
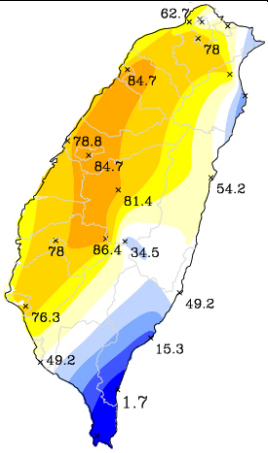
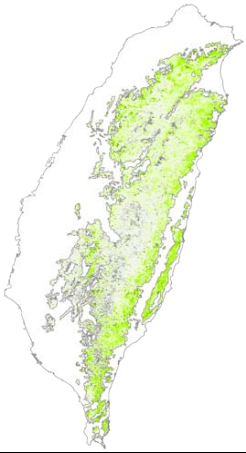
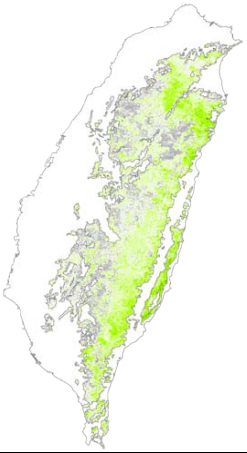
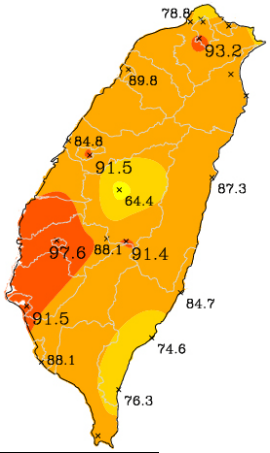
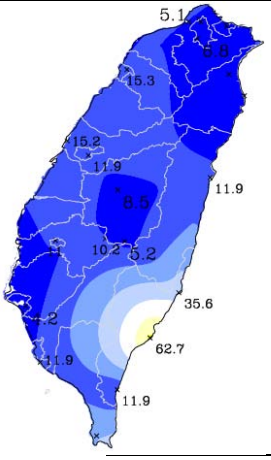
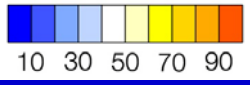
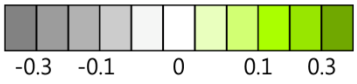
表42. 2009 年 10 月氣溫距平、雨量距平與植生指標差異值套色影像

即期 月份	氣溫距平	雨量距平	Max NDVI 植生指標差異值	EVI 植生指標差異值
2009/10				
圖例				

其中，02 月及 04 月的 Max NDVI 植生差異較為旺盛，02 月成果與 EVI 差異值亦可看出相同趨勢，相較於往年甚高，相同的在 02 月的氣候監測報告中，本 (2010) 年度的 01 至 03 月氣溫距平偏高，尤以 02 月南部最甚；相對的在雨

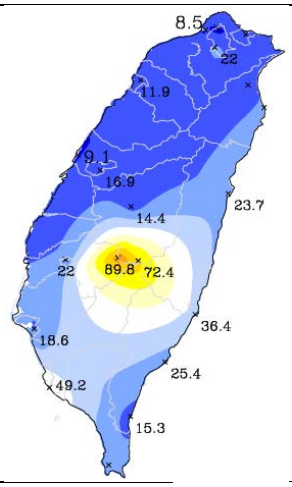
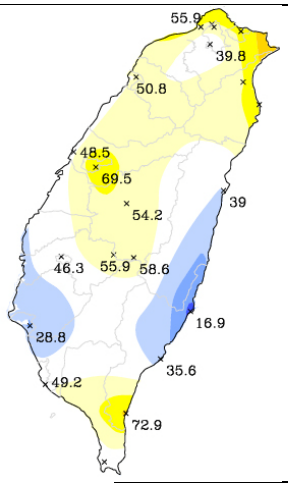
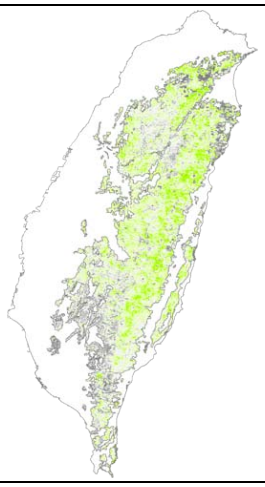
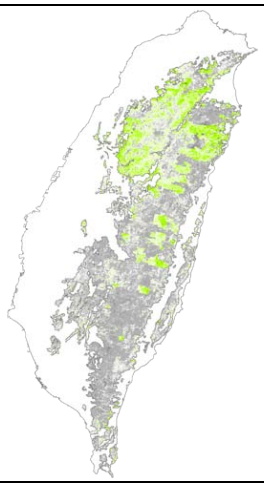
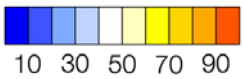
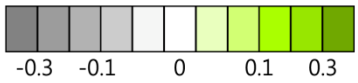
量距平方面 02 月西部雨量距平偏高，但至 03 月則呈現偏低，如表 43 所示。

表43. 2010 年 01 月至 03 月氣溫距平、雨量距平與植生指標差異值套色影像

即期 月份	氣溫距平	雨量距平	Max NDVI 植生指標差異值	EVI 植生指標差異值
2010/01				
2010/02				
2010/03				
圖例				

04 月的部份，Max NDVI 與 EVI 差異值則呈現兩極化的趨勢，如表 44 所示，單以氣溫距平與雨量距平並無法直接看出差異，如前所述，Max NDVI 植生指標差異值提供較為緩和的均化成果，是由於各期資料均獲取最大值，以避免大氣或輻射的影響，而 EVI 則是透過不同的波段及增益值與參數推估增進植生指標，兩者的本質實有差異，以各地主要氣象站逐日氣溫與雨量即可發現 04 月份無論是氣溫或雨量均呈現跳動的趨勢，進而影響到兩者植生指標的推估，如圖 44 所示。其中紅色虛線代表該日之氣候平均值（單位：℃）；紅色實線代表每日平均氣溫；綠色直條代表每日之降雨量（單位：毫米）（資料來源：中央氣象局）。

表44. 2010 年 04 月氣溫距平、雨量距平與植生指標差異值套色影像

即期 月份	氣溫距平	雨量距平	Max NDVI 植生指標差異值	EVI 植生指標差異值
2010/04				
圖例				

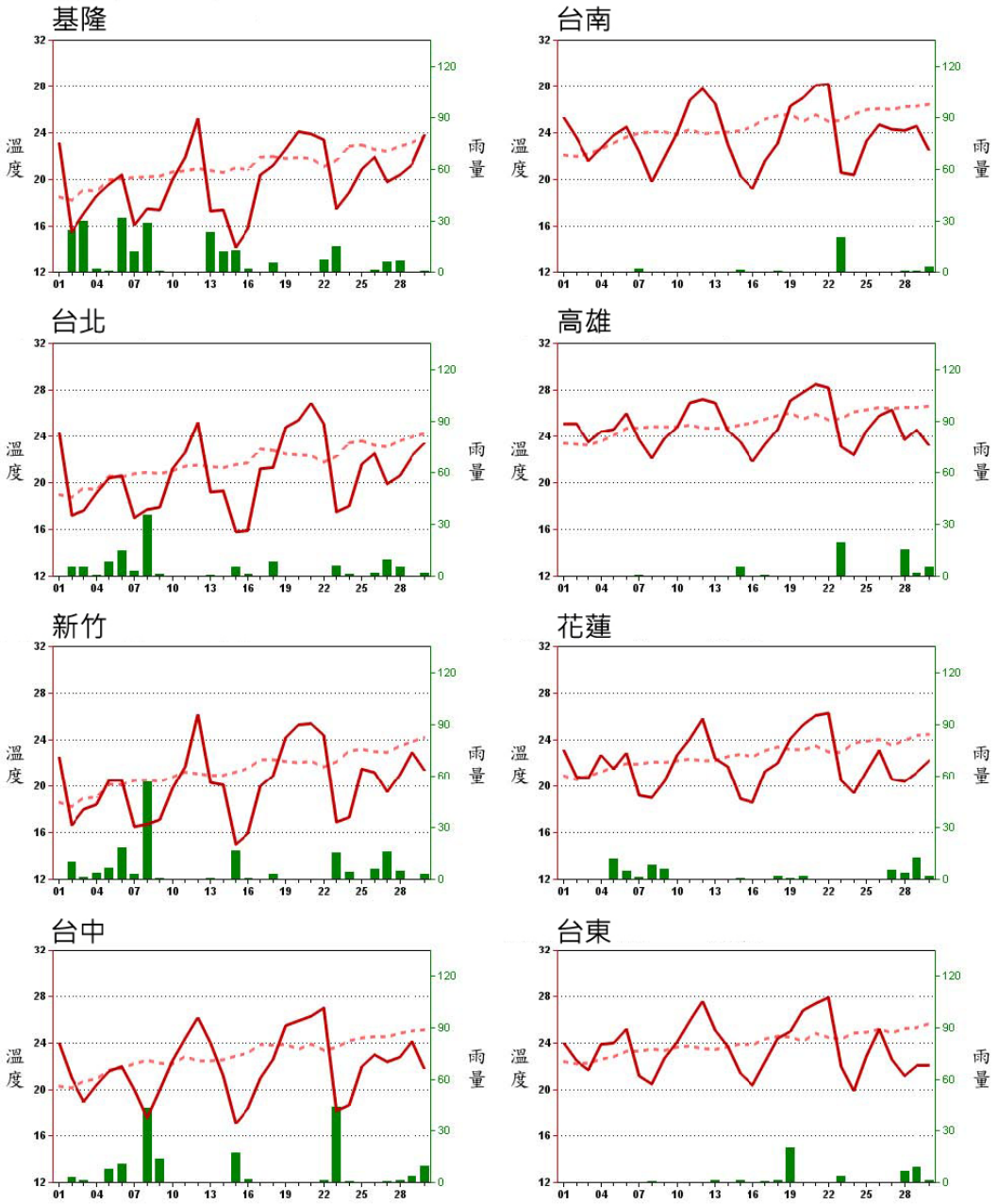


圖44. 2010 年 04 月台灣主要氣象站逐日氣溫與雨量圖（資料來源：中央氣象局）

4. 森林生長估算

以能量獲取觀點來說，生態系的生物可分為兩大類，一為自營性生物（autotrophic organisms），能自行固定太陽光能以製造有機物，並利用簡單的無機物，再合成更複雜的物質；二為異營性生物（heterotrophic organisns），無法自行製造養分，需利用其他生物做為食物或分解其他有機物以轉換為自身生長的能量。依據上述將生態系可分為下列六大組成份子（Odum, 1971），組成份子構造概念如圖 45 所示。

(1) 無機物質（Inorganic Substances）：包括物質循環中 C、N、CO_2 及 H_2O 等物質。

(2) 有機化合物（Organic Compounds）：如蛋白質、碳水化合物、脂肪及腐植質（Humic substances）等。

(3) 氣候機制（Climate Regime）：如輻射能、溫度及其他物理因子。

(4) 生產者（Producers）：即前述之自營生物，如綠色植物。

(5) 大型消費者或攝食者（Macroconsumers or Phagotrophs），即異營生物，一般指動物而言，能消化其他生物之有機物者。

(6) 小型消費者或腐解者（Microconsumers or Saprotrophs），亦為異營生物，主要為細菌（Bacteria）及真菌（Fungi），可將複雜之有機體分解程有機物與無機物，此類生物本身吸收一部分分解物，本身吸收一部分分解物，以維持生活，同時放出無機養份，供給生產者再度利用，或放出有機物，作為其他生物組成份子之能源。

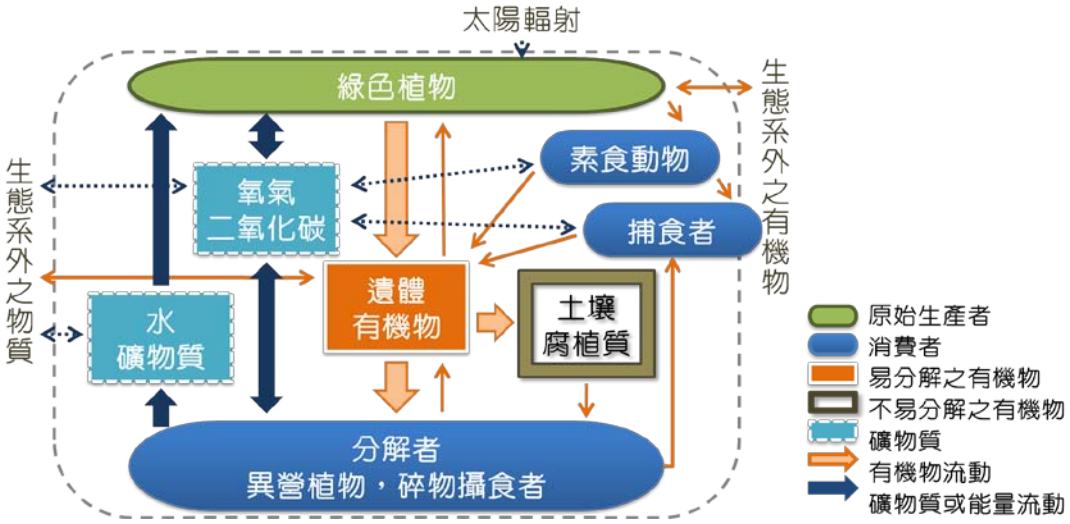


圖45. 森林生態系構造概念

森林生長主要在於植生的總生產量（Gross production）與維持呼吸消耗量（Total community respiration）的關係，而植生亦為整個森林生態系的生產者，因此當兩者不能平衡，則生態系勢必產生變化，當森林建立之初，生產量大於維持呼吸消耗量，故消費者可以逐漸獲取能量，此現象稱為生長系統（Growth system）或發育系統（Developmental system）。待森林成長至穩定狀態，總生產量與維持呼吸消耗量呈現平衡後，稱為穩定系統（Steady system），此時森林雖無法釋放多餘能量，但可保持土地肥力、防止水土流失及穩定森林生態系等。當森林總生產量小於維持呼吸消耗量時，則森林生態系隨即發生退化，稱為老化系統（Aging system）。

而林木生長狀況的主要指標共有五項，如樹高、基徑、胸高直徑（DBH）、枝下高（HCB）及樹冠直徑（crown diameter）。綜合以上所述，以遙測的觀點觀測森林生長實屬不易，主要由於被動式光學衛星僅可以俯視方式進行非接觸方式觀測樹冠生長狀態，對於其他樹高、基徑、胸高直徑及枝下高均無法量測。因

此使用遙測資訊推估森林生長方式受限於此，皆使用其他相關指標性參數或生長季生長狀態進行估算，例如 Terra/Aqua-MODIS MOD 17 產品本身即為植被生產量的推估，當生產量降低，配合相關植生指標，如 NDVI 等，多可推估出植被的生長或是健康狀況，但由於兩者均會因植被本身或外在的環境所影響，因此單以遙測技術對於植被的健康與生長的現況並無法實際區隔出來，除了使用的指標有所不同外，觀測方式亦有所區別。

Terra/Aqua-MODIS 陸地類別產品，有關觀測植被相關部份除了植被指標外，另有 MOD15 產品可進行植被的觀測，產品中葉面積指數為每單位面積中的葉片面積，光學衛星觀測及估算植生指標主要透過葉片中的葉綠素對可見光波段的吸收作用，因此考慮樹冠反射的模式共有三種重要的決定因子，如各樹種的樹冠結構、樹木本身（莖、葉）及生理條件（水分狀況、色素濃度）及大氣條件決定入射反射場等。

由於 NDVI 在高植被區易趨於飽和，因此藉以 LAI 比較以同一測區之 LAI 及 Max NDVI 空間關係比較圖，如圖 46 所示（資料來源：MOD15 ATBD），可以知悉 LAI 值坐落於 2 至 7 之間時，Max NDVI 值皆為 0.8，由此可顯示 MODIS MOD 13 產品所演算的 Max NDVI 值趨於飽和，對於高植生或是高密度之樹冠無法有效觀測（Myneni *et al.*, 1999）。

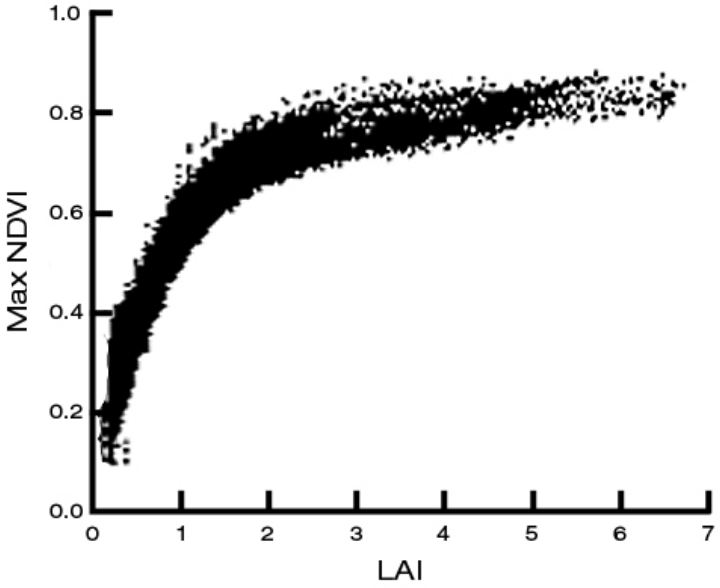


圖46. LAI 及 Max NDVI 空間關係比較圖

LAI 演算為了考慮植生背景及相關生理條件，透過地貌分類，共區分為六種型態（類別），依據其冠層結構，將這些屬性及地貌分類定義其輻射傳輸模型，如表 45 所示（資料來源：MOD15 ATBD）。

表45. 地貌分類類別與冠層結構屬性輻射傳輸比較表

	農作物	灌木	果園	草地	闊葉林	針葉林
水平異質性	無	有	不一定	有	有	有
垂直異質性	無	無	無	有	有	有
覆蓋程度	100%	20-60%	10-100%	20-40%	>70%	>70%
樹莖/幹	無	無	綠莖	有	有	有
樹冠下	無	無	無	草	有	有
樹冠色散	單一最小單位	任意	規律	單一	成群	廣大群
樹冠陰影	無	部份影響	無	無	互相影響	互相影響
亮度及冠層表面	中等	明亮的	暗	中等	暗	暗

依據地貌分類類別與冠層結構屬性輻射傳輸比較，異質性的植物冠層可以描述為三維葉面積分佈函數 U_L。其數值的空間點取決於樹幹分佈、地型、樹的莖、幹及樹枝部分、葉子分佈，葉和樹冠的大小和葉叢（Myneni and Asrar, 1991; Oker-Blom *et al.*, 1991），計算式如式 12 所示（Kuusk, 1985; Li and Strahler, 1985; Verstraete *et al.*, 1990）。

$$LAI = \frac{1}{X_s \cdot Y_s} \int_V u_L(r)\, dr \quad \text{（式 12）}$$

其中：

U_L=異質性的植物冠層可以描述為三維葉面積分佈函數

V=某區域中的植生樹冠

Xs 及 Ys =某區域中的長、寬度

Terra/Aqua-MODIS MOD15 產品主要來源包含了 MOD09 產品的七個波段的地表反射值，包含 648、858、470、555、1240 及 2130nm、MOD12 產品全球化的地貌分類及相關的屬性資料，包含輻射轉換系數表、演算表及輸出變量屬性等，進行推估演算（Myneni *et al.*, 2003），如圖 47 所示。

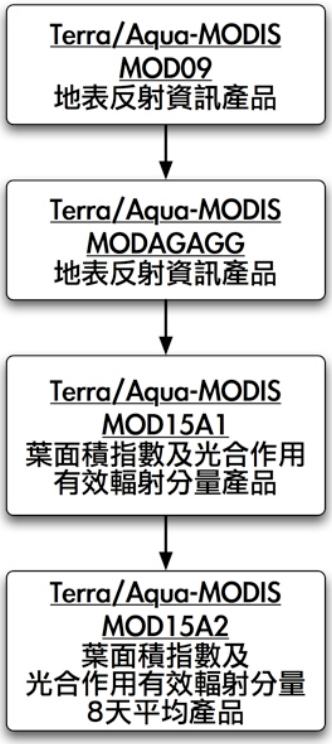


圖47. MOD15 A2 LAI 產品連結

以 MOD15 產品葉面積指數做為森林生長估算，可瞭解國有林內森林樹冠生長現況，而植物的生長著重在於本身提供的生產能力與呼吸能力，同理而言，MOD17 產品 GPP 及 PSNnet 成果亦有相同概念，但不同的是此產品透過大量觀測資料與模式推估，主要應用在植生碳吸存的研究上，其模式輸入端所引用的 MOD15 產品，包含光合作用有效輻射分量及葉面積指數，其中 GPP 與 PSNnet 差值為維持性呼吸，而葉面積指數為演算植物維持性呼吸的來源，兩者呈現高度相關，其維持性呼吸與葉面積指數的相關性如圖 48 所示。透過相關性分析，其相關性約為 0.84。

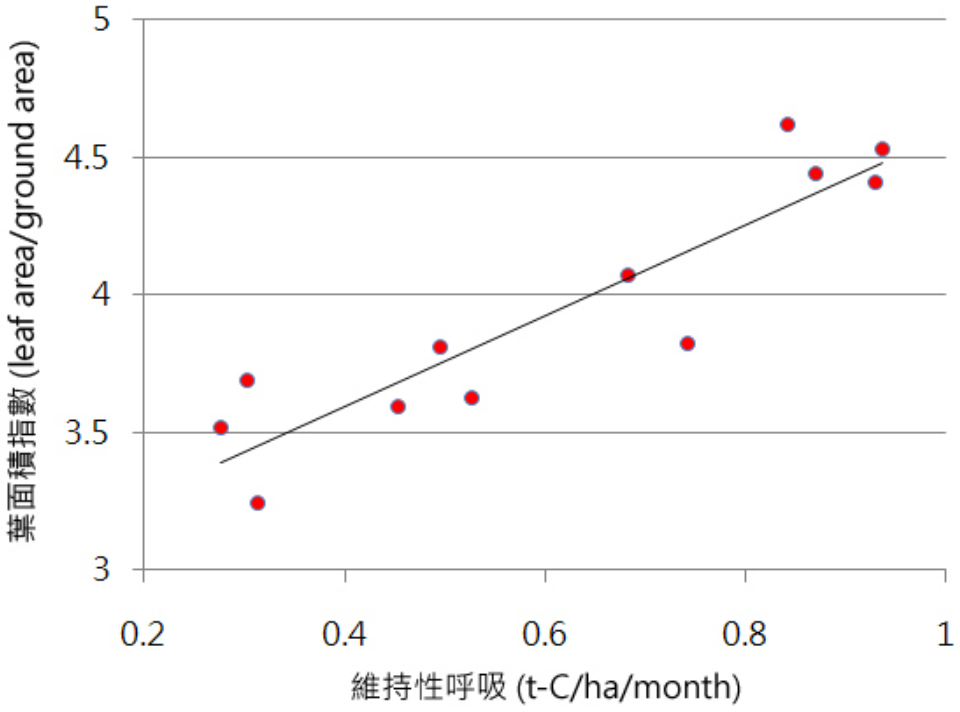


圖48. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月各月份維持性呼吸與葉面積相關性

為利於資料處理及符合台灣全島應用，與上述 MOD13 Q1 產品處理程序相似，以作為演算森林生長標準作業流程，如圖 49 所示。其像元分級如表 46 所示。

表46. Terra/Aqua-MODIS MOD15 A2 像元資料分級

像元編號	項目
1~248	葉面積指數資料
249	無法分類
250	定居地
251	濕地及沼澤
252	雪地
253	裸露地
254	水
255	無資料

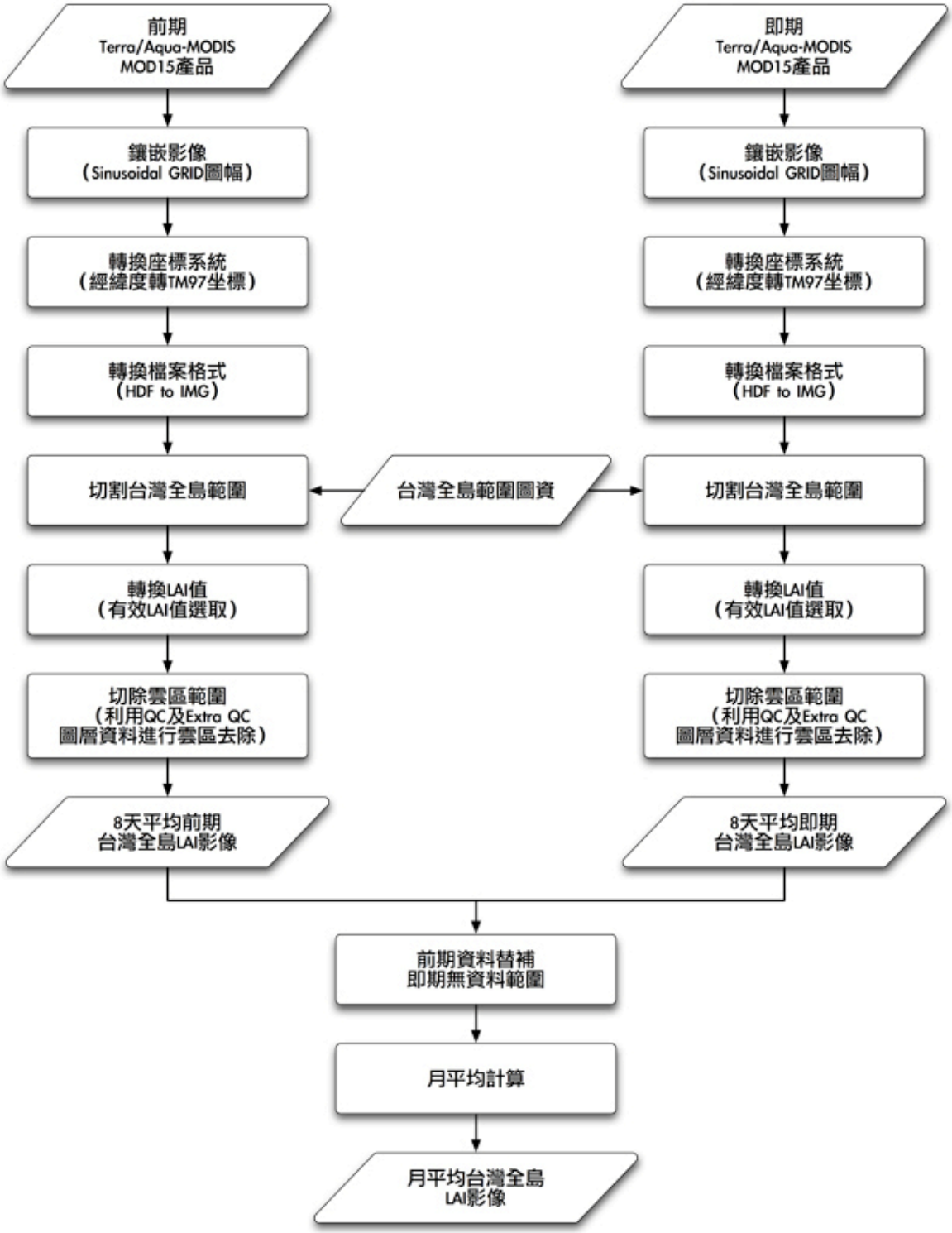


圖49. Terra/Aqua-MODIS MOD15 A2 產品月平均 LAI 值標準作業流程

引用 Terra/Aqua-MODIS MOD15 產品進行森林生長評估，藉由葉面積指數提供實際物理量的樹冠生長情形，葉面積指數為每單位面積中所量測出的最大葉面積，以判定植生茂密的程度，因此直接以予引用做為森林生長的現況觀測。其國有林區內 2009 年 10 月至 2010 年 09 月的 LAI 成果如表 47 所示，並依據國有林區內各植群帶進行比較，以瞭解森林生長的現況趨勢，如表 48 至表 54 及圖 50 所示。

表47. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.1000	6.9000	4.0750	1.5870
	11	0.1000	6.9000	3.8110	1.6750
	12	0.1000	7.0000	3.5160	1.7420
2010	01	0.1000	6.9000	3.6890	1.6120
	02	0.1000	6.9000	3.2470	1.5100
	03	0.1000	6.8000	3.6280	1.5500
	04	0.1000	6.6000	3.5940	1.7040
	05	0.1000	6.9000	3.8230	1.6120
	06	0.1000	7.0000	4.4400	1.6750
	07	0.1000	7.0000	4.5320	1.7480
	08	0.1000	7.0000	4.4110	1.8540
	09	0.1000	7.0000	4.6170	4.6650

表48. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內高山植群各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.7500	2.7250	1.8458	0.6016
	11	0.8000	2.0250	1.5542	0.4041
	12	0.7125	2.1000	1.3083	0.4338
2010	01	0.6875	2.1625	1.2806	0.4793
	02	0.4750	2.2250	1.2417	0.4823
	03	0.9000	2.6000	1.7528	0.5024
	04	1.1000	1.9625	1.5417	0.2800
	05	0.8000	2.3750	1.6667	0.4929
	06	1.0000	3.1000	1.8833	0.7284
	07	0.9000	2.9250	2.0500	0.6772
	08	0.5750	3.4750	1.9306	0.8367
	09	0.9000	3.7500	2.2278	0.8634

表49. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內冷杉林帶各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.4250	5.5250	2.6494	1.1333
	11	0.3250	5.5125	2.2990	1.1778
	12	0.3000	6.4500	1.8627	1.1458
2010	01	0.1000	5.3250	2.0717	1.1516
	02	0.3000	5.1750	1.7971	0.9799
	03	0.2250	4.8500	2.2161	0.9679
	04	0.3250	4.8375	1.7389	0.7448
	05	0.2500	5.0625	1.8921	0.8222
	06	0.4000	6.5000	2.5636	1.2934
	07	0.5500	6.5000	2.8276	1.2850
	08	0.5000	6.6000	2.4819	1.2815
	09	0.5750	5.8000	2.8427	1.2217

表50. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內鐵杉雲杉帶各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.1000	6.2750	3.3874	1.2434
	11	0.2500	6.2500	3.0277	1.3377
	12	0.2125	6.5500	2.6032	1.4227
2010	01	0.2000	6.2625	2.9668	1.2743
	02	0.2000	5.9500	2.5509	1.1126
	03	0.2250	6.0250	2.9491	1.1149
	04	0.2000	6.2500	2.4999	1.1931
	05	0.1875	6.1000	2.6844	1.1435
	06	0.1000	6.6000	3.4011	1.3561
	07	0.3000	6.6000	3.5842	1.4083
	08	0.2000	6.7000	3.3604	1.5950
	09	0.3500	6.5000	3.7491	1.4701

表51. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內櫟林帶上層各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.1000	6.7500	3.8932	1.3477
	11	0.2750	6.6000	3.5450	1.4671
	12	0.1500	6.9000	3.2113	1.5516
2010	01	0.1750	6.6500	3.5218	1.3183
	02	0.1750	6.2500	3.0715	1.1535
	03	0.2000	6.2000	3.5174	1.2118
	04	0.3000	6.4750	3.4091	1.3950
	05	0.1000	6.7000	3.4782	1.3739
	06	0.2000	6.6000	4.3139	1.3854
	07	0.2000	6.9000	4.2490	1.5255
	08	0.1000	6.6500	4.0433	1.7973
	09	0.3000	6.6000	4.3574	1.5189

表52. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內櫟林帶下層各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.1500	6.6000	4.0546	1.4316
	11	0.1750	6.7500	3.7641	1.5450
	12	0.2000	6.9000	3.5155	1.6385
2010	01	0.2000	6.7500	3.7915	1.4542
	02	0.1000	6.4500	3.2895	1.2891
	03	0.1000	6.3500	3.7890	1.3769
	04	0.1000	6.5875	3.7383	1.5570
	05	0.1000	6.7000	4.0070	1.4094
	06	0.2000	6.7000	4.6890	1.4107
	07	0.1000	6.9500	4.5399	1.6128
	08	0.1000	6.9000	4.3520	1.8655
	09	0.3000	6.9000	4.7120	1.5488

表53. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內楠櫧林帶各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.0000	6.9000	4.2466	1.5513
	11	0.0000	6.9000	4.0484	1.6350
	12	0.0000	7.0000	3.8152	1.6650
2010	01	0.0000	6.9000	4.0079	1.5684
	02	0.0000	6.7000	3.4897	1.5194
	03	0.0000	6.8000	3.8857	1.5652
	04	0.0000	6.6000	3.8633	1.6708
	05	0.0000	6.9000	4.1847	1.5240
	06	0.0000	6.9000	4.7308	1.6060
	07	0.0000	7.0000	4.8371	1.6996
	08	0.0000	6.8000	4.7289	1.7535
	09	0.0000	7.0000	4.9485	1.5323

表54. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月國有林區內榕楠林帶各月份 LAI 成果

年度	月份	最小值	最大值	平均值	標準差
2009	10	0.0000	6.9000	4.4139	1.7282
	11	0.0000	6.8000	4.1696	1.7891
	12	0.0000	6.8500	3.9080	1.8680
2010	01	0.0000	6.7250	3.7636	1.8010
	02	0.0000	6.6500	3.3681	1.7549
	03	0.0000	6.7000	3.5471	1.7600
	04	0.0000	6.6000	3.7615	1.9235
	05	0.0000	6.9000	3.8988	1.7953
	06	0.0000	7.0000	4.5672	1.8220
	07	0.0000	6.9000	4.8771	1.8190
	08	0.0000	7.0000	4.8185	1.8018
	09	0.0000	7.0000	4.7489	1.7804

由成果初步可看出，各植群帶由闊葉林帶轉為針葉林帶直至高山草原（或矮灌木）時，當海拔逐漸上升，各植群帶葉面積指數呈現下降，接近於中低海拔的榕楠林帶、楠櫧林帶與櫟林帶下層三者均為闊葉林（包含竹林），呈現的葉面積指數較為相似；櫟林帶上層為針闊葉混合林區，因此葉面積略低於闊葉林的樹冠狀態；其他如鐵杉雲杉帶及冷杉林均為針葉林，其葉面積更少；高山植群為高山草原或矮灌木，由於面積較小，植物覆蓋面積亦同。

以生長趨勢而言，榕楠林帶對於季節所產生的生長週期最為明顯，2010 年 02 月葉面積最少，平均僅有 3.368，而同年 07 月最高，為 4.877；而其他各植群帶中，海拔越高的植群，生長趨勢相較低海拔植群越不明顯，主要海拔越高，林木種類由闊葉轉為針葉，且受限於季節與大氣的影響，因此有所差異。以氣候

及外在環境因素而言，前節森林健康估算中透過中央氣象局的氣候監測報告，可看出 2009 年 12 月至 2010 年 04 月的氣溫距平與雨量距平在時間上有著明顯的氣候擾動，因此就外在環境的影響中，也可以看出各植群帶在此時間上的現象，而同一時間期距中，亦發現高山植群帶與榕楠林帶受外在環境擾動較少。

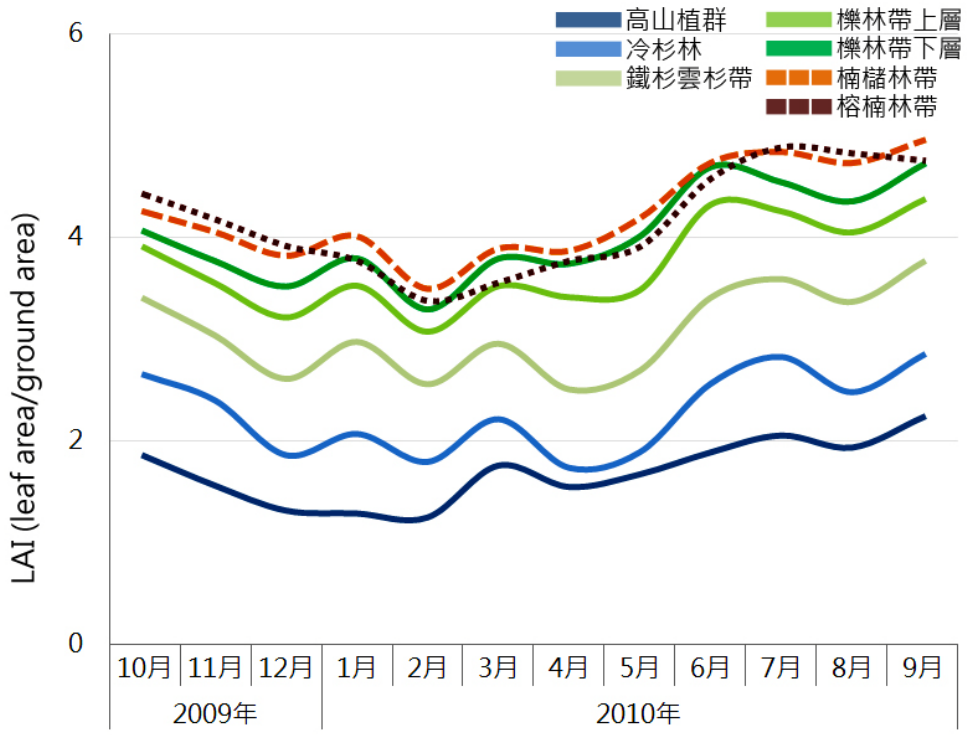


圖50. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月各植群帶各月份平均 LAI 值

五、結論與建議

本（2010）年度應用 Terra/Aqua-MODIS 衛星產品進行植生碳吸存估算、森林健康與生長估算，總括計畫執行成效而言，其遙測資訊的空間解析度雖然較無法提供細小尺度的成果，但其拍攝跨幅、衛星再訪率與產品標準化的優點均滿足計畫的需求。

在植生碳吸存部份，利用 MOD17 A2 產品進行四年期的碳匯觀測，初步藉由台灣本島、各地理氣候區及各植群帶的統計及分析可瞭解，台灣全島植生生產量均為春季時明顯上升，而秋季轉東季時開始下降；各地理氣候區部分，由於東部多為原始林相，而南部亦因日照時間相較於北部多，因此各氣候區以東南的 SE 區生產量最多，透過國有林交集後，恆濕型氣候區的 NE 區可發現淨生產量春季最多，而夏季即開始略減，相較於其他分區夏季生產量最多而有所不同；而在植群帶分布中可發現當海拔越高，則對應的植群生產量逐漸下降，而中低海拔的榕楠林帶與楠櫧林帶由於皆屬於闊葉林，因此生產量差異不大。進一步比對更細小空間尺度的人工林區域與海岸防風林，初步試辦瞭解各區域中碳匯變化與趨勢，進程期望蒐集更多歷史資料以完成多年期的碳匯成果，並配合相關單位，如國家研究院颱風洪水研究中心等機構，協助觀測二氧化碳通量資料，持續進行比較及驗證，做為台灣全島目前碳匯重要驗證資訊，亦以探討 MOD17 產品與生物量或生長量估算方法的不同，供林務單位於第四次森林資源調查完成之前，提供台灣全島植生長年期短時距的碳匯初步估算成果。

在森林健康估算方面藉以 2001 年至 2009 年 Max NDVI 與 EVI 等長期植生指標 95%的率定值視為基期標準，比對今年度成果，並利用中央氣象局氣象監測資料予以佐證，其趨勢大致相同，並發現 Max NDVI 與 EVI 植生指標在觀測上的差異，由於兩指標在時間與空間上的獲取與整併有所不同，獲取最大值的 NDVI 值，可補償大氣或

氣溶膠所產生觀測值下降的不足，亦以縮短資料整併的時程，而 EVI 透過平均的方式進行資料整併，較易受到外在氣候或是大氣的影響，因此在時間趨勢上各月份 Max NDVI 差異值較為平穩，EVI 差異值相較於 Max NDVI 較易受到干擾，由於目前僅就遙測資訊提供森林健康現況與趨勢，並未進行實際資料驗證，未來期望透過林務單位輔助提供相關現地調查資料進行植被健康驗證。

森林生長部份，應用遙測以非接觸方式俯視觀測，透過葉面積指數實際物理量觀測森林樹冠的生長情形，初步可看出各植群帶由闊葉林帶轉為針葉林帶直至高山草原（或矮灌木）時，當海拔逐漸上升，各植群帶葉面積指數呈現下降，以中央氣象局所提供的氣候監測報告比較，由於 2009 年 12 月至 2010 年 04 月的氣溫距平與雨量距平在時間上有著明顯的氣候擾動，可看出高山植群與榕楠林干擾較少，高山植群主要因地勢與氣溫的影響，生長較為緩和；而榕楠林帶屬低海拔區域，闊葉林樹冠葉面較密，在空間上覆蓋性較高，因此外在氣候干擾時，對於葉面積的反應上較不易看出，為此建議後續可應用多元方向進行成果比對與驗證，如針對常綠或落葉林在各個季節上的變化現地觀察記錄，或透過第三、四次森林資源調查成果驗證時間上的林型或樹種改變，更期望配合國家研究院颱風洪水研究中心所實地量測的葉面積指數成果進行比對。

綜合以上所述，期望透過長期的碳匯成果，提供給林務單位做為國家氣體清冊中多元尺度成果中的一環；而森林健康與生長現況，當發生重大變化時，可及時提供資料做為參考警訊，再者以森林演替變化的觀點驗證造林政策的成效，進而宣達綠色造林推廣。

六、計畫進度

表 55 至表 56 為本計畫 2010 年度工作進度及甘梯圖：

表55. 2010 年工作進度表

重要工作項目		2010 年度工作進度		
		4-6 月	7-9 月	10-12 月
Terra/Aqua-MODIS 衛星產品影像蒐集	工作比重	56%	42%	2%
	查核項目	2006 年 10 月至 2007 年 9 月，共 12 期 2009 年 10 月至 2010 年 5 月，共 8 期	2007 年 10 月至 2008 年 9 月，共 12 期 2010 年 6 月至 2010 年 8 月，共 3 期	2010 年 9 月，共 1 期
GPP 及 PSNnet 產品資料處理及鑲嵌	工作比重	56%	42%	2%
	查核項目	2006 年 10 月至 2007 年 9 月，共 12 期 2009 年 10 月至 2010 年 5 月，共 8 期	2007 年 10 月至 2008 年 9 月，共 12 期 2010 年 6 月至 2010 年 8 月，共 3 期	2010 年 9 月，共 1 期
台灣全島、各氣候區與植群區碳吸存分析	工作比重	56%	42%	2%
	查核項目	2006 年 10 月至 2007 年 9 月，共 12 期 2009 年 10 月至 2010 年 5 月，共 8 期	2007 年 10 月至 2008 年 9 月，共 12 期 2010 年 6 月至 2010 年 8 月，共 3 期	2010 年 9 月，共 1 期
植生碳吸存成果比對及驗證	工作比重	0%	0%	100%
	查核項目	無	無	比較及驗證 2006 年 10 月至 2010 年 9 月植生碳吸存成果定性關係
Max NDVI、EVI、LAI 產品資料處理及鑲嵌	工作比重	67%	25	8%
	查核項目	2009 年 10 月至 2010 年 5 月，共 8 期	2010 年 6 月至 2010 年 8 月，共 3 期	2010 年 9 月，共 1 期
森林健康及生長趨勢估算	工作比重	0%	0%	100%
	查核項目	無	無	估算 2009 年 10 月至 2010 年 9 月森林健康及生長趨勢
合計	累計百分比	39.2%	25.2%	35.6%

表56. 2010 年工作項目甘梯圖

重要工作項目	2010 年度工作進度								
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Terra/Aqua-MODIS 衛星產品影像蒐集	■	■	■	■	■	■	■		
GPP 及 PSNnet 產品資料處理及鑲嵌	■	■	■	■	■	■	■		
台灣全島、各氣候區與植群區碳吸存分析	■	■	■	■	■	■	■		
植生碳吸存成果比對及驗證							▲	■	
Max NDVI、EVI、LAI 產品資料處理及鑲嵌	■	■	■	■	■	■	■		
森林健康及生長趨勢估算							▲	■	
備註	■符號為正式作業；▲符號為預先作業								

七、參考文獻

Baldocchi, D., Valentini, R., Running, S., Oechel, W., and Dahlman, R., (1996) "Strategies for measuring and modeling carbon dioxide and water vapor fluxes over terrestrial ecosystems," *Global Change Biology*, Vol.2, pp.159-168.

Butcher, S. S., and Charlson, R. J. (Eds.), (1992) *Global Biogeochemical Cycles,* Academic Press, CA.

Churkina, G., Tenhunen, J., Thornton, P., Falge, E. M., Elbers, J. A., Erhard, M., Grunwald, T., Kowalski, A. S., Rannik, U., and Sprinz, D., (2003) "Analyzing the ecosystem carbon dynamics of four European coniferous forests using a biogeochemistry model," *Ecosystems,* Vol.6, No.2, pp.168-184.

Curtis, P. S., Hanson, P. J., Bolstad, P., Barford, C., Randolph, J. C., Schmid, H. P., and Wilson, K. B., (2002) "Biometric and eddy-covariance based estimates of annual carbon storage in five eastern North American deciduous forests," *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.113, pp.3-19.

Turner, D. P., Ritts, W. D., Cohen, W. B., Gower, S. T., Running, S. W., Zhao, M., Costa, M. H., Kirschbaum, A. A., Ham, J. M., Saleska, S. R., Ahl, D. E., (2006) "Evaluation of MODIS NPP and GPP products across multiple biomes," *Remote Sensing of Environment*, Vol.102 (2006), pp. 282-292.

Eidenshink, J. C. and Faundeen, J. L., （1994） "The 1km AVHRR global l and data set: first stages in implementation," *Int. J. Remote Sensing*, Vol.15（17）, pp. 3443-3462.

Etheridge, D. M., Steele, L. P., Langenfelds, R. L., and Francey, R. J.,（1998） "Historical CO2 records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DS S ice cores," from Carbon Dioxide Information Analysis Center: Web site: http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/lawdome.html.

Goward, D. G., Turner, S., Dye, D. G., and Liang, J., （1994） "University of Maryland improved Global Vegetation Index," *Int. J. Remote Sensin g*, Vol.15（17）, pp.3365-3395.

Green, E. P., Mymby, P. J., Edwards, A. J., Clark, C. D. and Ellis A. C. (1997) "Estimating leaf area index of mangroves from satellite data.," *Aqu at. Bot*. Vol.58, pp.11-19.

Gurevitch, J., Scheiner, S.M., and Fox G.A.,（2002） *The Ecology of Plants*, Massachusetts: Sinauer Associates.

Hansen, M. C., DeFries, R. S., Townshend, J. R. G., and Sohlberg, R., （200 0） "Global land cover classification at the 1km spatial resolution usin g a classification tree approach, " *Int. J. Remote Sens.*, Vol.21, pp.13 31-1364.

Heinsh, F. A., Reeves, M., Votava, P., Kang, S., Mllesl, C., Zhao, M., Glassy, J., Jolly, W. M., Loehman, R., Bowker, C. F., Kimball, J. S., Nemanl, R. R., and Running, S. W.,（2003） "User's guide: GPP and NPP (MO

D17A2/A3) products NASA MODIS land algorithm." : http://www.ntsg.umt.edu/modis/MOD17UsersGuide.pdf.

Huete, A., Justice, C., and Leeuwen, W. V., (1999) "MODIS vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basis document," : http://eospso.gsfc.nasa.gov/ftp_ATBD/REVIEW/MODIS/ATBD-MOD-13/atbd-mod-13.pdf.

Huete, A. R. and Liu, H. Q., (1994) "An error and sensitivity analysis of the atmosphericand soil-correcting variants of the NDVI for the MODIS-EOS," *IEEE Tans. Geosci. Remote Sensing,* Vol.32 (4), pp.897-905.

Kuusk, A., (1985) "The hot spot effect of a uniform vegetative cover," *Sov. J. Remote Sensing,* Vol*3*, pp.645-658.

Li, X., and A. Strahler, (1985) "Geometric-optical modeling of a coniferous forest canopy," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, GE-23*, pp.207-221.

Liu, H. Q., and Huete, A. R., (1995) "A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing,* Vol.33, pp.457-465.

Mangold R. D., (1998) "Overview of the forest health monitoring programs.," *Biose*, Idaho, USA. pp.129-140.

Monteith, J., (1972) "Solar radiation and productivity in tropical ecosystems," *Journal of Applied Ecology*, Vol.9, pp.747-766.

Monteith, J., (1977) "Climate and efficiency of crop production in Britai

n," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *Series B.,* Vol.300, pp.277-294.

Myneni, R. B., and Asrar, G., (1991) "Photon interaction cross sections for aggregations of finite dimensional leaves," *Remote Sensing Envir onment*, Vol.*37*, pp.219-224.

Myneni R. B., Knyazikhin Y., Glassy J., Votava P., and Shabanov N., (2003) "User's Guide: FPAR, LAI (ESDT: MOD15A2) 8-day Composite NASA MODIS Land Algorithmt." : http://cybele.bu.edu/modismisr/products/modis/userguide.pdf.

Myneni R. B., Knyazikhin Y., Zhang Y., Tian Y., Wang Y., Lotsch A., Privette J. L., Morisette J. T., Running S. W., Nemani R., Glassy J., and Votava P., (1999) "MODIS Leaf Area Index (LAI) And Fraction Of Photosynthetically Active Radiation Absorbed By Vegetation (FPAR) Product (MOD15) Algorithm Theoretical Basis Document." : http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod15.pdf.

Odum, E. P., (1971) "*Fundamentals of Ecology*, 3rd ed. W. B. Saunders Co.," Philadelphia. pp.574.

Oker-Blom, P., Lappi,J., and Smolander, H., (1991) "Radiation regime and photosynthesis of coniferous stands," in *Photon-Vegetation Interactions: Applications in Plant Physiology and Optical Remote Sensing*, pp.469-499, edited by R. B. Myneni and J. Ross, Springer-Verlag, New York.

Pontius, J., Hallett, R. and Martin, M., (2005) "Using AVIRIS to assess h emlock abundanceand early decline in the Catskills, New York," *Rem ote Sensing of Environment*. Vol.97, pp.163-173.

Price, J. C. and Bausch, W. C., (1995) "Leaf area index estimation from vi sible and nearinfrared reflectance data," *Remote Sensing of Environ ment*, Vol.52, pp.55-65.

Qi, J., Huete, A. R., Moran, M. S., Chehbouni, A., and Jackson, R. D., (199 3) "Interpretation of vegetation indices derived from multi-temporal SPOT images," *Remote Sensing Environment.,* Vol.44, pp.89-101.

Running, S., Nemani, R., Glassy, J., and Thornton, P., (1999) "MODIS dail y photosynthesis and annual net primary production product –algorit hm theoretical basis document. NASA MODIS land algorithm," : http: //www.ntsg.umt.edu/modis/MOD17 UsersGuide.pdf.

Schimel, D., Melillo, J., Tian, H., McGuire, A. D., Kicklighter, D., Kittel, T., Ro senbloom, N., Running, S., Thorton, P., Ojima, D., Parton, W., Kelly, R., Sykes, M., Neilson, R., and Rizzo, B., (2000) "Contribution of increa sing CO2 and climate to carbon storage by ecosystems in the United States," *Science*, Vol.287, No.5460, pp.2004-2006.

Strahler, A., Muchoney, D., Borak, J., Friedl, M., Gopal, S., Lambin, E., and Moody, A., (1999) "MODIS Land Cover Product Algorithm Theoretic al Basis Document (ATBD)," : http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atb d_mod12.pdf.

Su, H. J.,（1984） “Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (II).,” Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient,” *Quart. J. Chin. For.* Vol. 17, No.4, pp.57-73.

Su. H. J.,（1985） “Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (III).,” A scheme of geographical climatic regions,” *Quart. J. Chin. For.* Vol. 18, No.3, pp.33-44.

Turner, D., Ritts, W., Cohen, W., Maeirsperger, T., Gower, S., Kirschbaum, A., Running, S., Zhao, M., Wofsy, S., Dunn, A., Law, B., Campbell, J., Oechel, W., Kwon, H., Merers., T., Small, E., Kurc., S., and Gamon, J.,（2005） “Site-level evaluation of satellite-based global terrestrial gross primary production and net primary production monitoring.” *Global Change Biology*, Vol.11, pp.666-684.

USDA Forest Service,（2005） “Forest Inventory and Analysis National Core Field Guide, “ National Core Field Guide, Version 3.0, pp.203.

Verstraete M.M., Pinty, B. and Dickenson, R.E.,（1990） “A physical model of the bidirectional reflectance of vegetation canopies,” *J. Geophys. Res.*, Vol.*95*, pp.11765-11775.

Walker, H., Keim, B., and Arndt, M. B.,（2001） “Natural and anthropogenic factors affecting global and regional climate,” National Health and Environmental Effects Research Laboratory: http://www.necci.sr.unh.edu/necci-report/2001-Foundation-PDF/Chapter3.pdf.

方精雲、柯金虎、唐志曉、陳安平（2001）〝生物生產力的〝4P〞概念、估算及其相

互關係〞，植物生態學報，25（4）: 414-419 頁。

王正興、劉闖（2003）〝植被指數研究進展：以 AVHRR-NDVI 到 MODIS-EVI〞，生態學報，23（5）: 979-987 頁。

林世宗、鐘智昕、邱祁榮、林朝欽(2008)台灣二葉松上部生物量及碳吸存量之估算，中華林學季刊，41（4）: 521-535 頁。

林俊成（2007）世界森林資源碳會估算結果分析，台灣林業期刊，33（4）：67-71 頁。

邱祁榮、蔡維倫、梁玉琦、呂欣苓、陳莉坪、黃鈺婷（2009）溫室氣體國家清冊林業活動碳量估算及驗證機制之研究，行政院農業委員會計畫報告。

羅時凡、陳淯婷、沙學均、陳朝圳（2008）林木健康指標之建立與效度評估，林業研究季刊，30（3）：41-52 頁。

羅時凡、魏浚紘、李崇誠、陳朝圳（2009）遙測技術應用於溪頭地區柳杉人工林之森林健康調查，林業研究季刊，31（1）：37-54 頁。

附錄 A 期初審查會議建議事項與辦理情形

時間：2010 年 05 月 31 日

地點：林務局農林航空測量所

審查意見	辦理情形
目前計畫內碳吸存成果主要分析生長趨勢，而通量塔台實測資料和林務局資料執行計畫以生長量與生物量等數據為主，兩者代表意義不同，在比對及驗證上，需詳細說明。	Terra/Aqua-MODIS MOD17 衛星產品成果為植生生產量，與生長量及生物量皆有部分差異，本計畫主要比對及驗證皆以通量觀測資料進行。
報告書中結論是否合理仍須多斟酌，如報告書中提及「Max NDVI 對於森林健康、生長趨勢較無法進行評估」等字詞需說明清楚。	已修正，Max NDVI 與 NDVI 名稱雖有關係，但植被實際反應有些許的差異，Max NDVI 趨於飽和，因此對於高植生或混合林易造成觀測上的混淆。
對於計畫所使用的指數與預期效益以及實際對林務單位的助益可以再詳列說明，如以中大尺度遙測的觀點來評估總碳吸存量，提供給國際單位參考；又如觀測到森林健康與生長趨勢當發生重大變化時，應提供林務局做為林地的警訊，再者是其為演替變化觀點對驗證造林政策成效有所幫助。	詳列於結論與建議章節中，請參閱報告書第 123 頁。 對於森林健康與生長，若突發異常與長時期演替變化情形，皆可即時提供資料以供參考。
有關報告書中有許多專有名詞重覆出現，建議增列附錄以中英對照說明，報告內文於專有名詞初次出現時加以解釋，爾後不再詳述。另外指數的單位不一，較無法明白彼此的關係，並請補充單位換算關係以利閱讀。	專有名詞中英文對照表請參閱報告書附錄 F。 相關單位以相同單位表示。

審查意見	辨理情形
在應用蘇鴻傑植群分類成果時，由於現今低海拔榕楠林帶地貌已非原始林相，在資料計算時應排除都市、農地等非林地區域以獲得較精準的碳吸存估算成果，建議利用蘇鴻傑植群分類及國有林事業區圖層取交集後加以分析。另針對榕楠林帶包含的海岸林、紅樹林等區域，建議參考內政部公布之海岸林與紅樹林圖層，進行碳吸存量估算。	目前地理氣候分區及植群帶進行植生碳吸存估算皆與國有林區進行交集分析，另已針對台中港海岸防風林樣區進行分析，而紅樹林樣區面積由於代表性不足，因此不進行分析，詳細說明請參閱報告書第 54 頁。

附錄 B 七月份工作會議建議事項與辦理情形

時間：2010 年 07 月 16 日

地點：林務局農林航空測量所

建議事項	辦理情形
植生碳吸存估算分析中，防風林區域可參照農業委員會林務局所訂定的保安林範圍，並利用保安林圖層再選擇適當樣區，如台中港防風林樣區；紅樹林區域可參酌台北關渡或台南四草地區。	目前已取得林務局所提供之保安林範圍，以台中港防風林樣區進行分析；紅樹林樣區面積由於代表性不足，因此不進行分析，詳細說明請參閱報告書第 54 頁。
GPP 值與 PSNnet 值實際於碳匯的意義為何？對於林務單位能夠提供何種助益？其分析成果數值，建議以海拔高度或轉換為 Log 尺度呈現。	GPP 與 PSNnet 值主要為推估植生瞬時的總生產量及淨生產量，可提供林務單位大範圍且快速的碳匯成果，瞭解台灣本島植生碳匯的能力。 GPP 與 PSNnet 已透過植群帶進行，植群帶中亦以海拔高度納入參考，詳細說明請參閱報告書第 49 頁；分析成果目前尚不需轉換為 Log 尺度呈現，未來工作如需以此方式呈現，亦比照辦理。
植生碳吸存估算以國研院提供之通量觀測資料做為比對及驗證，其通量觀測成果精確度是否符合計畫需求；另外林務局地面觀測資料為實測生物量，與計畫估算之植生生長量，兩者不同，是否可互相比較及驗證，另國際間較常使用方式為何，兩種方式優缺點為何。	通量觀測成果目前在國際間已有眾多研究成果，其精確度可符合計畫比對的需求，而林務局亦有通量觀測研究與地面調查資料，雖生長量與生物量定義不一，其成果亦可預期實有差異，國際間兩種方式皆有相關研究，透過不同的估算方式，冀希可提供更多元化的成果，詳細說明請參閱報告書第 80 頁。

建議事項	辨理情形
森林健康與生長量估算部份，其生長量主要是估算森林生長量還是生長趨勢。另森林健康與生長量兩者是否需獨立分析。	本計畫預定工作時程為中程計畫，共有三年時間，本（2010）年度森林健康與生長量主要皆以推估趨勢為主；以遙測的方式對於森林健康與生長，皆是以差異程度進行推估，因此兩者可通盤考量，以瞭解兩者的差異。
森林健康、生長趨勢估算使用 MODIS MCD 12 Q1 產品的原因為何。是否有前人研究做為依據。其地貌分類是否以國外地區為標準。可否直接適用於台灣？其常綠闊葉林與落葉闊葉林是如何區分。	Terra/Aqua-MODIS MODIS MCD 12 Q1 衛星產品名稱雖為地貌分類，但實際上 UMD 類別並無實際區分各類地貌的詳細類別，僅以衛星多波段及再訪率等優點，進行植被型態區分，因此藉由此成果，可瞭解不同植被型態的森林健康與生長趨勢。 常綠闊葉林與落葉闊葉林類別區分主要透過 Terra 及 Aqua 衛星每日交替觀測，植物透過光譜反應，記錄長期植生指標反應，配合長年現地調查後而得成果，而非單一觀測成果進行判釋與歸類。
有關林務局國家清冊規劃，採用的資料為生物量或生產量？希望可提拱相關資料參考。	林務局國家清冊規劃由林務局統籌承辦，本計畫主要估算瞬時且大面積的碳吸存估算成果，可做為林務單位碳吸存估算多元成果中的一環。
有關報告內文敘述，應更具有森林生物性的意義與資訊。	本計畫主要由衛星觀測的角度進行，未來亦會著手由森林生物性的角度多方面敘述。

附錄 C 期中審查會議建議事項與辦理情形

時間：2010 年 08 月 09 日

地點：林務局農林航空測量所

審查意見	辦理情形
請於期末報告書中詳述 MODIS 產品原始資料下載、雜訊處理、資料轉換、演算等處理流程，建立技術文件，以利後續技術轉移。	MODIS 產品處理技術手冊請參閱附錄 G 所示。
建議報告敘述方式以科普角度編寫，並說明 MODIS 產品本身的限制與以此方式估算碳吸存的優、劣勢；針對不同林型估算成果是否會有適用性的限制。	**優、劣勢：** 1. 短時距提供大範圍的成果。 2. 弭補實地量測在空間上的不連續性。 3. 降低人力及經濟成本。 4. 定期提供資訊，掌握季節及年度間的變化趨勢。 5. 易受混合像元的影響。 **適用性限制：** 應用 MODIS 碳吸存估算主要藉由輻射利用率的概念，針對植被區域進行估算，而針對非植生區以及海洋所扮演的碳匯功能，須仰賴其他模式進行推估。 國外亦有研究針對不同生態系與 MODIS GPP 及 NPP 的驗證資料，此驗證主要針對地形及地貌均值的區域進行，而台灣地區屬於複合地貌，是否針對不同林型具有不同的適用性，由於目前國內尚無較完整的驗證報告，仍有待後續的驗証評估。

建議事項	辨理情形
植生碳吸存估算中，防風林與紅樹林樣區因面積狹長，在單一像元分布範圍不足 50 %，分析成果是否具代表性？建議選取其他保安林樣區或大面積人工林樣區進行分析，如分析成果仍無法滿足計畫需求，應考慮是否持續分析。	由於樣區範圍的代表性不足，因此利用空間套疊樣區代表性最高的單一像元數值，以提供較具代表性的碳吸存估算成果。 原植群帶由於與林區交集後，為瞭解平地區域部分特殊樹種的碳吸存估算成果，以台中港防風林、人工林純林與人工林主要樹種進行分析，詳細說明請參閱報告書第 58 頁。
森林資源調查通常以年為單位進行，在森林碳吸存研究文獻中，淨初級生產量時多採用以年為單位的 NPP 值估算，PSNnet 值則多用於估算短期變化。在本計畫採用 PSNnet 值，其兩者資料上的差異為何? 而空間與時間的比較上，是否有趨勢或統計的差異。	傳統碳吸存估算主要結合取樣及森林生長模型，受限於取樣的頻度，以年為單位，然而光學遙測方式進行碳吸存推估，則藉由植物葉片的光能吸收情形進行，由於衛星軌道穩定，其高重複觀測特性能提供短時距內的估測數據；此外，NPP 及 PSNnet 在定義上也存有差異，PSNnet 演算由於著重於短期間的植株碳吸收作用，其生長性呼吸忽略不計，相對而言，以年度為期的 NPP 則考量到年距間的生長性呼吸。
建議以統計檢定方式分析資料，以瞭解資料差異的顯著性。	報告書中所有分析均依據統計檢定方式進行。
碳吸存估算成果以通量資料比對驗證，雖國際間多以通量資料比對碳吸存成果，但國內通量資料的建立尚未健全，其比對準確度是否可符合需求。簡報中列出數國不同碳吸存估算模式，建議詳加比較及引證不同尺度下碳匯估算的成果差異。	目前國內應用通量觀測資料估算碳匯尚在起步，若兩者需進行驗證，其面臨問題包含觀測尺度的差異及觀測物理量的差異，故目前的資料驗證主要先著重於定性的趨勢。
碳吸存估算中八八水災高屏溪流域案例，可再利用其他指數(如 NDVI)比對，監測其森林健康情勢。	由於八八風災崩塌地案例，其衛星影像像元代表性不足，因此不列入報告書成果。

建議事項	辨理情形
建議森林健康監測方向可以監測人工林為主，瞭解其撫育、經營方式與病蟲害等對人工林的影響，目前森林健康與生長量估算都是以劣化的角度估算，但影響森林健康、生長的參數不同，建議應將其區隔。	為明確界定森林健康與生長的估算方式，森林健康著重於森林面對外來壓力(乾旱、火災、風災、病蟲害)的容受能力，因此以植生指標差異的角度探討；森林生長則由葉面積指數進行評估，可探討不同生態系下樹冠層的生長變化情形，而植生總初級生產量與淨生產量在此僅探討植生碳吸存部份，不列入森林健康與生長估算。
森林健康監測為長期監測，是否能利用退化指標參酌建立模式推估，再輔以氣候資料的比對，解釋森林變化的原因	森林健康以劣化指標進行，主要透過相關指標推估，而模式建立則需長期觀測與現地調查佐證才可進行。
8/10 上午於林業試驗所舉辦第一次林業論壇：森林碳效益及碳交易議題，討論主題與本計畫內容相關，建議可前往參與	本工作團隊已於 2010 年 08 月 10 日參與此論壇會議。
林務局企劃組資訊科提供「植林碳匯專案管理」兩冊，供計畫執行及承辦單位參閱	本工作團隊已取得「植林碳匯專案管理」一冊，做為本計畫參考資料。

附錄 D 十月份工作會議建議事項與辦理情形

時間：2010 年 10 月 01 日

地點：林務局農林航空測量所

建議事項	辦理情形
正面肯定計畫執行單位依委員期中審查建議修正執行方向。	感謝委辦單位及各位委員的指導於建議，讓本計畫得以順利完成。
植生碳吸存估算分析中，台中港防風林樣區範圍應更新以符合現況；並建議以人工林區域進行分析，以瞭解不同純林的碳匯成果，做為後續分析的可行性評估。	已取得更新的台中港防風林樣區範圍，詳細分析成果請參閱報告書第 54 頁。 人工林部份以純林二葉松與主要種植扁柏及柳杉樣區進行分析，詳細分析成果請參閱報告書第 58 頁。
簡報中引用文獻分析 BigFoot 與 MODIS 等不同研究方式估算各種林型之 GPP 及 PSNnet 成果，觀察到以 MODIS 估算熱帶雨林初級生產力有低估之現象，而針、闊葉林型估算成果亦有差異，對此結果是否適用於台灣？又引用時應如何校正。	目前國際間各種碳吸存估算方式，均配合不同類型資料進而推估，以 BigFoot 計畫而言，除了通量觀測資料外，對於樣區的光合作用有效輻射及輻射利用率等均有實測資料與 MODIS 資料進行比對，而國內尚無較完整的資料可供比對；此外，台灣本島多為複合式地貌，與大範圍且均值的通量觀測樣區實有差異，因此引用文獻僅能說明有其差異。
植生碳吸存估算分析中，本研究目前觀察到的 GPP 及 PSNnet 等均為正值。然而針對天然老熟林，其林份總初級生產力與自營性呼吸相近，淨初級生產力趨近於零，但目前於分析中並無觀察到此趨勢。	由各分析成果而言，尚無針對老熟林進行分析，因此現行成果較不易發現此趨勢。

建議事項	辦理情形
八八風災布唐布那斯溪崩塌地案例中，GPP 及 PSNnet 成果中部份像元值偏高，與現況不一致，應詳細說明差異。	MOD17 產品像元為 1 公里×1 公里，其崩塌地範圍代表性不足，易受到混合像元的影響，因此不列入報告書成果。
森林健康監測目前未能建立量化數值，而台灣地貌與植群分布複雜，使用 MODIS 產品來推算森林健康狀態是否能適用。此外，森林健康的基期目前以五年度同月份值加以比較，為一變動範圍，是否適當？建議應明確定義森林健康估算的基期基準點。	藉由比較即期及基期影像中植生指標的差異，能評估森林樹冠層光譜反射的差異，提供大範圍區域的定量變化趨勢，但在健康程度的評定上，仍需仰賴林務單位的協助，取得實地森林觀測資料，以有效將遙測資料轉換為所需的資訊。 基期影像為過去八年度同期資料，透過標準差量化基準值的變動範圍，以平均值作為基期資料；此外，森林健康變化常具有空間及時間上的持續性，藉由觀測連續多期的差異資料，亦能協助判定此差異的可信程度。

附錄 E 期末審查會議建議事項與辦理情形

時間：2010 年 11 月 15 日

地點：林務局農林航空測量所

建議事項	辦理情形
植生碳吸存估算挑選人工林樣區進行分析，選取樣區的地理區位資料(位置、地形、環境等)應補充於報告書中。此外，報告書中將三種人工林樹種碳吸存估算成果進行比較，建議參考林務局已執行計畫「主要造林樹種二氧化碳固定能力」地面調查成果，再下結論。	人工林樣區地理區位資料詳細說明請參閱報告書第 59、66 及 73 頁。 已取得主要造林樹種二氧化碳固定能力資料，其中由於人工純林二葉松屬於松類中的一項，而主要種植扁柏與柳杉樣區中均種植其他樹種，無法直接予以比較，詳細說明請參閱報告書第 79 頁。
植生碳吸存估算成果與通量觀測成果比對，其中發現巴陵雨量站 265 期中 PSNnet 值較 NEE 值低的狀況發生，請檢視資料正確性，並說明原因。	巴陵雨量站 265 期（09/21）PSNnet 值較 NEE 值低狀況乃由於通量觀測中氣體垂直性紊流影響，導致此情形發生，詳細說明請參閱報告書第 91 頁。
植生碳吸存估算中紅樹林分析，建議可挑選新竹沿海地區進行觀測與比較。	建議此試辦工作項目可於明年度計畫進行，亦可藉由工作會議進行細部討論。
森林生長使用 MOD15 產品中的葉面積指數進行估算，而森林生長與碳吸存能力兩者間具有相關性。目前 2009 年 10 月至 2010 年 9 月期間森林生長（LAI）與碳吸存（GPP、PSNnet）的分布趨勢略有差異，請說明 MOD15 產品 LAI 與 MOD17 產品 GPP 及 PSNnet 之間的關係。	MOD17 產品 GPP 及 PSNnet 成果中模式輸入端所引用的 MOD15 產品，包含光合作用有效輻射分量及葉面積指數，其中 GPP 與 PSNnet 差值為維持性呼吸，而葉面積指數為演算植物維持性呼吸的來源，其相關性約為 0.84，詳細說明請參閱報告書第 114 頁。

建議事項	辨理情形
建議報告書中之文字敘述可再通俗化，使用名詞應對應相關學科如生態學、植物生理學之專有名詞；而植生碳吸存估算使用之部分專有名詞翻譯引自大陸學者之翻譯，期能檢視修正符合台灣地區用語。	報告書中由於使用大量遙測資料進行，且各項成果均引用標準化產品說明編寫，以葉面積指數為例，由於 MODIS 產品空間解析度為 1 公里×1 公里，估算方式均以輻射傳輸模式進行推估，因此與現地調查的葉面積指數方法不同，而本計畫主要亦以遙測觀點出發，因此報告書中編寫方式主要以遙測觀點編寫，但後續計畫進行亦為朝著更科普的方式編寫。 已修正，請參閱「以植生吸收輻射推估植生生產量」章節，報告書第 25 頁。
氣候分區劃分取決於雨量與氣候，所對於各氣候區之 GPP 及 PSNnet 之變化趨勢，建議以生態氣候圖加以配合解釋或再參酌氣象專家所劃分之氣候分區。	由蘇鴻傑教授的氣候分區研究成果得知，其分區的方式主要以全年度雨量與冬季雨量進行分析所劃分，各分區並非以生態氣候圖進行區分，此分區由於與行政區劃分類似，因此亦建議明年度工作可透過氣候專家所制訂的氣候分區加以探討。
林業單位於估算碳吸存多以年度為單位，建議報告書增列以年度為單位統計之碳吸存估算值。	植生碳吸存估算中，主要成果為 GPP 及 PSNnet，其中 PSNnet 數值為短時距淨生產量成果，因此相關數據僅列出以供參考，成果請參閱報告書第 36 頁。
台灣全島各月份 GPP 及 PSNnet 值成果中，05 至 09 月份 PSNnet 最小值呈現負值，建議補充說明之。	GPP 及 PSNnet 計算方式為獨立演算，PSNnet 由 GPP 及 MR 相減而得，GPP 受到主要受到日照因子影響，而 MR 主要估算植物呼吸狀況，植物行光合作用進行呼吸並產生能量，但無日照時，植物亦會進行呼吸，以維持生長，因此 PSNnet 最低值出現負值乃為正常現象。

建議事項	辦理情形
對於單一林相的碳吸存能力分析，除人工林外，建議未來或是明年度可選取竹林做為觀測。	目前本（2010）年度對於人工林進行碳吸存能力試辦，如成效良好，未來亦可朝此方向進行分析。
引用中央氣象局氣候監測報告的距平平均氣溫與距平雨量等資料，使用圖例所代表的類別請於報告書中補充說明。	中央氣象局所提供的氣溫距平與雨量距平圖，其圖例並無單位，此圖僅就當月氣溫與雨量與平均值依據比例趨勢繪出，主要用意僅提供當月份的氣溫與雨量趨勢，而本計畫應用此資料主要目的在於各月份全島性氣候與雨量對於植生碳吸存、森林健康甚至是森林生長是否有影響。
參考植生劣化光譜指標，可瞭解影響森林健康度還包含葉綠素與冠層含水量波譜等指標。本計畫係利用 MOD13 產品之 Max NDVI 及 EVI 進行森林健康估算，過程是否包含上述其他指標？使用 MOD13 產品來推算森林健康狀態是否適用？	植生劣化光譜指標中各類指標均為單一光譜反射值，與衛載所觀測的單一波段範圍實有差異，Terra/Aqua-MODIS 雖有 36 個波段，但各波段及各類產品均有固定研究範疇，以陸域研究範疇的產品目前可進行森林健康估算主要即為 MOD13 產品，而相關葉綠素及冠層水量產品均為海域研究範疇。以 Max NDVI 及 EVI 公式中，即包含了葉片葉綠素及冠層水量的觀測，因此可滿足計畫需求。
100 年研提計畫構想書請修正以符合實際作業內容。明年度委辦計畫書請加入第一年初步成果，並列明二、三年預定工作內容。	遵照辦理。
100 年研提計畫構想書中分析與比較碳匯意義，但計畫實際執行僅描述碳吸存變化趨勢，建議修正。	已修正研提構想書，並已交提

建議事項	辦理情形
建議計畫後續增列澳洲、加拿大、日本等國運用遙測技術估算碳吸存之研究方法。	已增列，詳細說明請參閱報告書第 80 頁。
本計畫執行情形符合預期進度，通過期末審查，請依會議紀錄修改報告書後，提交正式成果報告書及計畫相關成果。	遵照辦理
100 年度研提計畫構想書修正後，儘速提交。	已於 11 月 16 日交提。

附錄 F 專有名詞中英文對照表

表57. 專有名詞中英文對照表 1

英文名	中文名	說明
^{12}C	碳-12	碳的同位素（同位素就是質子量相同，但中子量不同的原子）共有 12 種，包含 ^{8}C 至 ^{19}C，其中與 ^{13}C 為穩定型，其餘均帶放射性，^{14}C 的半衰期(指原來核種質量或強度變成一半的時間）長達五千多年，其餘均不足半小時。頁 1
^{13}C	碳-13	
^{14}C	碳-14	
3PG		澳洲碳吸存估算 FullCAM 模式中的一種，主要估測森林生長。頁 82
Aboveground net primary productivity, ANPP	地上部淨初級生產力	地上部莖、葉之淨初級生產力。頁 23
Absorbed incident PAR, APAR	光合作用有效吸收輻射	植被層實際吸收的光合作用有效輻射量，為前兩者乘積（IPAR×FPAR）。頁 24
Aging system	老化系統	森林總生產量小於維持呼吸消耗量，即為老化系統。頁 110
Allometry	異速生長	研究生物之間的關係包括大小和形狀。頁 23
Autotrophic organisms	自營性生物	能自行固定太陽光能以製造有機物，並利用簡單的無機物，再合成更複雜的物質。頁 109
Autotrophic respiration, Ra	自營性呼吸	自營性細菌與植物之呼吸作用。頁 88

表58. 專有名詞中英文對照表 2

英文名	中文名	說明
Advanced Very High Resolution Radiometer, AVHRR	先進超高解析輻射計	為 NOAA 系列衛星上的感測器，空間解析度為 1.2 公里，拍攝像幅寬為 2800 公里，光譜解析度為五波段，主要應用於土地覆蓋及氣象方面。頁 83
Bacteria	細菌	具有細胞壁的單細胞生物；屬於原核細胞型微生物。頁 109
Belowground net primary productivity, BNPP	地下部淨初級生產力	地下部根之淨初級生產力。頁 23
Biomass	生物量	生物組成分子的總量。頁 31
BIOME-biogeochemical cycles, BioME-BGC	生態系統模式	模擬一般生態系統的碳、水文和氮循環，從 FOREST-BGC 發展而來，能與遙測資料結合，應用於全球的空間尺度。頁 22
Biome Parameter Look-Up Table, BPLUT	生態群系參數對照表	頁 29
C–Flow model	碳流動模式	包含每年各樹種森林面積的變化、貯存於人工林的樹體、土壤與枯枝落葉及林產物的碳貯存量以推估碳變動量。頁 81
CAMAg		澳洲碳吸存估算 FullCAM 模式中的一種，主要估測耕作與放牧系統。頁 82
CAMFor		澳洲碳吸存估算 FullCAM 模式中的一種，主要估測森林系統。頁 82
Canadian Forest Service Carbon Accounting Team	加拿大森林署碳會計小組	頁 80

表59. 專有名詞中英文對照表 3

英文名	中文名	說明
Carbon Budget Model of Canadian Forest Section , CBM-CFS	加拿大森林部門的碳預算模式	頁 80
Century		於土壤養分循環中模擬碳和養分動態不同類型的生態系統。頁 22
Climate Regime	氣候機制	如輻射能、溫度及其他物理因子。頁 109
CO2FIX		為澳洲推估不同林型碳預算與碳吸存的有效分析工具。頁 82
Crown diameter	樹冠直徑	地面進行樹冠量測時，根據樹幹基部分別往兩方向(N-S 及 E-W)延伸，至樹冠邊界，兩方向距離的平均作為樹冠直徑。頁 110
Curvature index, CI	曲度變化指數	量測葉綠素螢光含量可作為植生健康的指標。頁 94
Data assomolation office, DAO/NASA	美國太空總署資料融合中心	頁 29
Diameter of BreastHeight, DBH	胸高直徑	以人站立的胸部高度，量出樹幹周長，除以 3.14 就是樹木直徑。頁 110
Derivative Chlorophyll Index, DCI	衍生葉綠素指標	應用第一衍物量測葉綠素α及β含量，做為植生健康指標。頁 94
Developmental system	發育系統	當森林初形成，生產量大於維持呼吸消耗量，故消費者可以逐漸獲取能量。頁 110
Eddy-covariance method	渦旋共變異法	為量測紊流 (turbulent flow) 通量的方式之一，主要量測平均的氣體瞬時濃度乘上瞬時風速的變化。頁 23

表60. 專有名詞中英文對照表 4

英文名	中文名	說明
Enhanced vegetation index, EVI	增進植生指數	修正 NDVI 大氣與土壤校正因子的指數。頁 3
Extra quality control, Extra QC	額外品質信心	頁 12
Fine root	根系	頁 31
Fine root Leaf ratio, frLratio	根系與葉片的碳質量比例	頁 32
Fine root Maintenance Respiration, FrMR	根系維持性呼吸	根系利用碳產能以維持正常生理功能。頁 32
Fine root mass, fr_Mass	根系生物量	植物根系包含的生物量。頁 32
Flux tower	通量監測塔站	利用氣旋共變異法來量測二氧化碳、水氣及熱能的通量。頁 23
Fluxnet	通量觀測網	全球性的地表二氧化碳、水氣及熱能流通量的監測網。頁 23
FORCARB	森林碳評估模型	頁 83
Fraction of incident PAR absorbed by the surface, FPAR	光合作用吸收輻射比率	光合作用有效輻射中實際為植被層吸收的比率。頁 26
Full carbon accounting approach	全碳會計方法	量化推估森林林分的碳貯存量與變動量。頁 82
FullCAM		主要整合土地覆蓋改變、土地使用和管理、氣候、植被生產力和土壤碳量資料，用來計算在森林和農業系統的所有生物量、枯枝落葉和土壤碳的流動。頁 82
Fungi	真菌	為一種真核生物。頁 109
GENDEC		澳洲碳吸存估算 FullCAM 模式中的一種，主要估測為生物分解。頁
Geometry of displayed leaf material	葉面幾合呈現	頁 25

表61. 專有名詞中英文對照表 5

英文名	中文名	說明
Gross primary productivity, GPP	總初級生產量	在生態系統中初級生產者的總碳吸存量。頁 3
Gross production	總生產量	初級生產者的總生產量。頁 110
Growth system	生長系統	當森林初形成，生產量大於維持呼吸消耗量，故消費者可以逐漸獲取能量。頁 110
Height to crown base, HCB	枝下高	自地面算起至冠層下方側枝自然枯死之高度，即林木開始有主要活枝之高度。頁 110
Heterotrophic organisns	異營性生物	無法自行製造養份，需利用其他生物做為食物或分解其他有機物以轉換維自身生長能量。頁 109
Heterotrophic respiration,Rh	異營性呼吸	透過呼吸作用把有機物質分解，碳經由二氧化碳或甲烷的形式釋放離開生態系統。頁 88
Humic substances	腐殖質	由微生物分解生物殘體（如植物組織（枯枝落葉）和動物的排泄物，皮毛和屍體等）來進行腐殖化過程（humification）的產物。頁 109
Incident photosynthetically active radiation, IPAR	入射光合作用有效輻射	太陽光電磁波長約介於 400-700nm 的光譜波段，為植物進行光合作用所仰賴的太陽光能。頁 26
Inorganic Substances	無機物質	包含物質循環中 C、N、CO_2 及 H_2O 等物質。頁 109

表62. 專有名詞中英文對照表 6

英文名	中文名	說明
Intergovernmental panel on climate change, IPCC	政府間氣候變遷特別委員會	為附屬於聯合國之下的跨政府組織，在 1988 年由世界氣象組織、聯合國環境署合作成立，專責研究由人類活動所造成的氣候變遷。頁 1
kyoto Protocol	京都議定書	頁 1
Leaf area index, LAI	葉面積指數	每單位面積中最大的葉面積。頁 3
Leaf maintenance respiration base, Lmr_base		於 20°C 情況下的葉片維持性呼吸比例基底。頁 32
Leaf maintenance respiration, LMR	葉片維持性呼吸	植物葉利用碳產能以維持正常生理功能。頁 32
Leaf_mass, LMass	葉片生物量	植物葉片之生物量。頁 32
Macroconsumers	大型消費者	即異營生物，一般指動物而言，能消化其他生物之有機物者。頁 109
Maintenance respiration	維持性呼吸	植物利用碳產能以維持正常生理功能。頁 31
Maintenance respiration cost	維持性呼吸成本	頁 25
Maximum normalized difference vegetation index, Max NDVI	最大常態化植生指數	最大 NDVI 值。頁 3
Maximum value compositing, MVC	最大值合成法	頁 95
Microconsumers	小型消費者	主要為細菌及真菌，可分解複雜之有機體。頁 109
Model Forest Network of Canada	加拿大模式森林網路	頁 80
Nadir-adjusted	近地點觀測糾正	頁 12
National report	國家報告	頁 80

表63. 專有名詞中英文對照表 7

英文名	中文名	說明
Net biome production, NBP	淨生物群區生產量	淨生態系統生產量扣除各類自然和人為干擾等非生物呼吸消耗所剩下的部分（GPP-Ra-Rh-NR）。頁 85
Net ecosystem exchange, NEE	淨生態系統碳交換	生態系統中總初級生產量扣除自營性及異營性呼吸（GPP-Ra-Rh）。頁 23
Net ecosystem production, NEP	淨生態系統生產量	生態系統中淨初級生產力扣除消費者（異營生物）呼吸消耗（土壤呼吸）光和產物之後的部分（GPP-Ra-Rh）。頁 85
Net primary productivity, NPP	淨初級生產力	植生為維持生理機能，亦進行呼吸作用，進而造成碳的排放。淨初級生產力為總初級生產量及植生自營性呼吸的差值（GPP-Ra）。頁 25
Canada’s National Forest Carbon Monitoring, Accounting, and Reporting System, NFCMARS	加拿大國家森林碳監測、會計與報告系統	主要用以模擬未來經營管理活動對碳貯存的改變。頁 80
Normalised Difference Water Index, NDWI	常態化差異水含量指標	頁 95
Optical remote sensing	光學遙測	頁 94
Organic Compounds	有機化合物	如蛋白質、碳水化合物、脂肪及腐植質等。頁 109
Palisade mesophyll	柵狀葉肉	植物葉片中靠近表皮，排列較緊密的長圓柱狀細胞組成，主要進行光合作用。頁 94

表64. 專有名詞中英文對照表 8

英文名	中文名	說明
Phagotrophs	攝食者	即異營生物，一般指動物而言，能消化其他生物之有機物者。頁 109
prevalent cloud zone	盛行雲霧帶	台灣山區在海拔 1,800 至 2,500 公尺處常有明顯的雲霧，亦為登山時所見到的雲海，稱作「霧林帶」，是台灣山地植群帶的明顯分界線，櫟林帶即位於這範圍中。頁 48
Net Photosynthesis, PSNnet	每日淨生產量	總初級生產力減去葉片及根系之維持性呼吸。頁 3
Producers	生產者	即自營生物，如綠色植物。頁 109
Photo-chemical reflectance index, PRI	光化學反應指數	可量測葉黃素循環活動力。頁 94
Q10 Maintenance respiration, Q10_MR	以植生溫度為控制項的維持性呼吸函數（指數型式）	頁 32
Quality control, QC	品質信心	頁 12
Radiation use efficiency, RUE	輻射利用率	綠色植生在單位輻射能量下所產生的碳吸存量。頁 25
Ratio vegetation index, RVI	比率植生指數	量測葉綠素含量。頁 94
Red Edge inflection point, REIP	紅光邊緣反曲點	可量測葉綠素α含量及綠色植生密度。頁 94
RothC		澳洲碳吸存估算 FullCAM 模式中的一種，主要估測農田土壤的碳。頁 82
Saprotrophs	腐解者	主要為細菌及真菌，可分解複雜之有機體。頁 109

表65. 專有名詞中英文對照表 9

英文名	中文名	說明
Short wave Radiation, SWRad	短波輻射量	波長介於 300 到 3000nm 間之太陽輻射。頁 29
STANDCARB	林分碳貯存模擬模型	頁 83
Steady system	穩定系統	總生產量與維持呼吸消耗量呈現平衡後，此時森林雖無法釋放多餘能量，但可保持土地肥力、防止水土流失及穩定森林生態系等。頁 110
Specific leaf area, SLA	比葉面積	每單位碳量所對應的葉片面積。頁 32
Spongy mesophyll	海綿葉肉組織	植物葉面中靠近下表皮，是由一些排列較疏鬆的不規則形細胞組成，胞間隙發達，主要進行氣體交換，也能進行光合作用。頁 95
Terrestrial ecosystem model, TEM	陸地生態系模型	說明陸地生態系植被和土壤中的碳和氮的動態變化。頁 22
Total community respiration	維持呼吸消耗量	生物為維持基本生理機能所消耗的能量。頁 110
Vibrational molecular process	葉片水含量的分子震動過程	頁 95
Water band index, WBI	水波段指數	可量測冠層水含量。頁 94

附錄 G MODIS-MOD13、15 及 17 產品處理流程技術文件

主要介紹本計畫中使用之 MODIS 產品影像處理流程，包含產品下載與座標投影轉換、影像轉換檔案格式、影像擷取、有效數值選取、品質信心資料擷取處理及影像鑲嵌處理等。下面以 MOD13 產品為例。

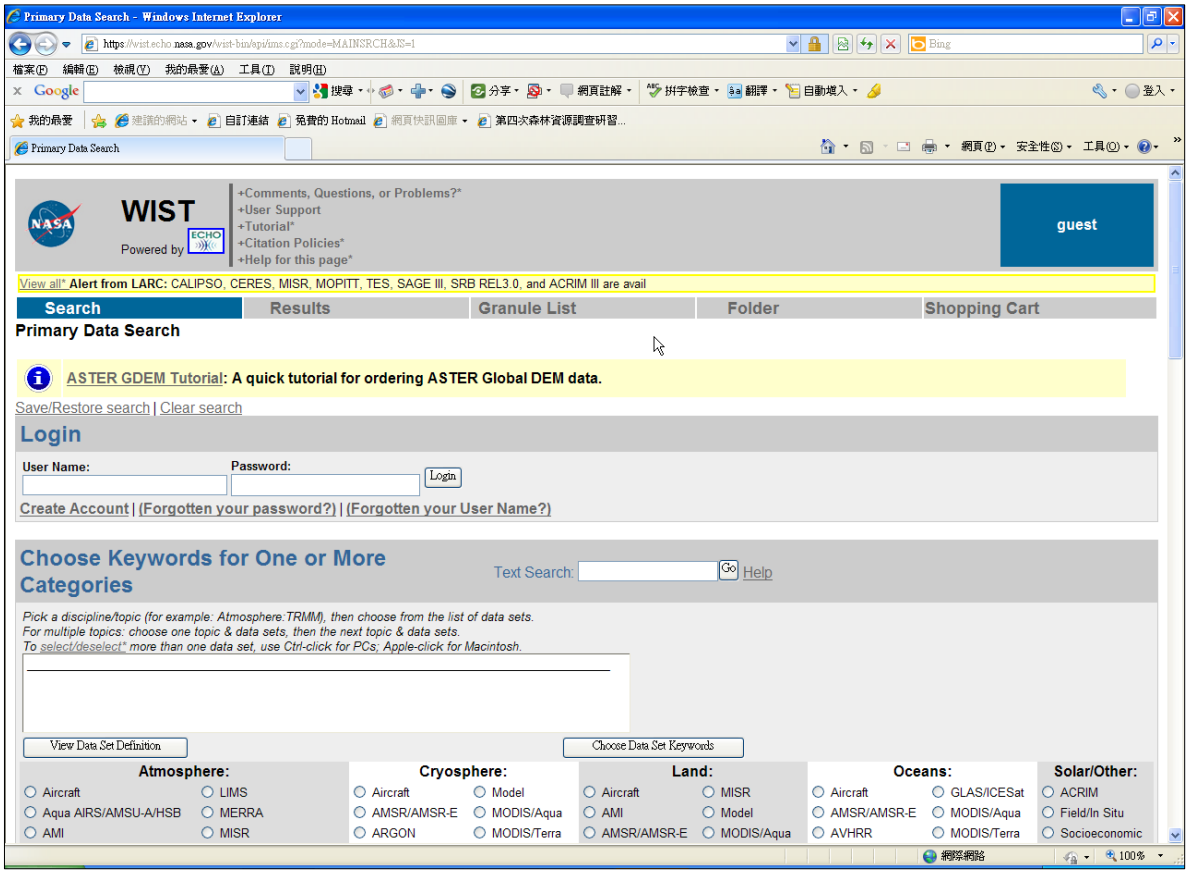
- 使用軟體：ESRI ArcGIS。

一、 MODIS 產品下載

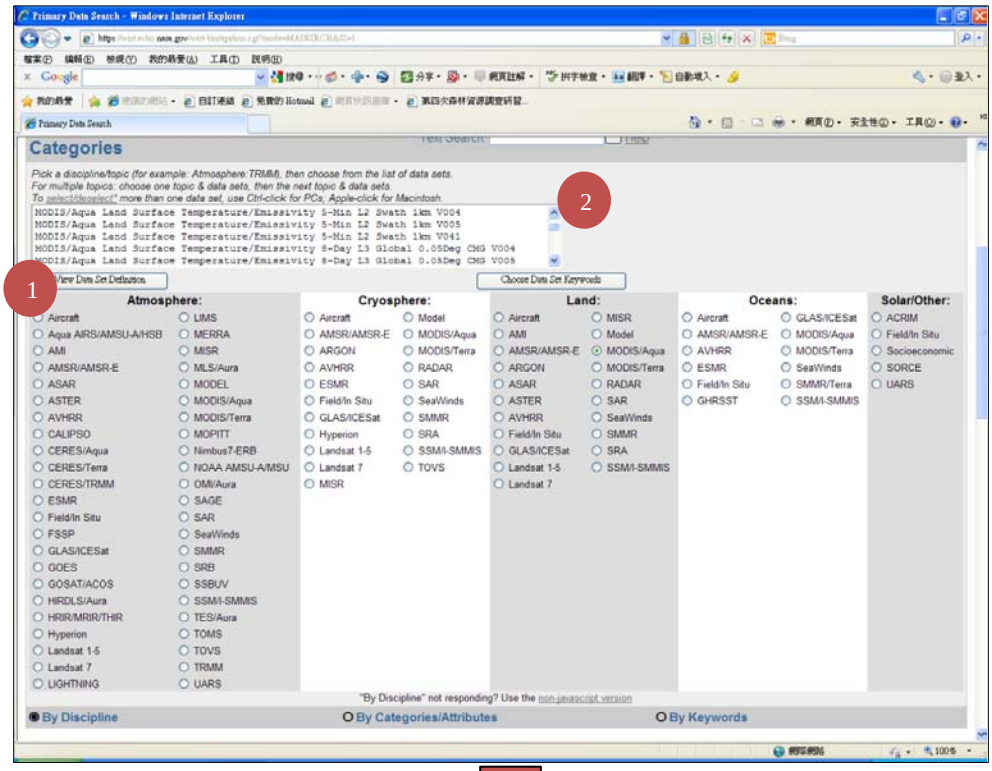
MODIS 產品下載主要是由 NASA 官方網站連結下載取得，如下圖所示。

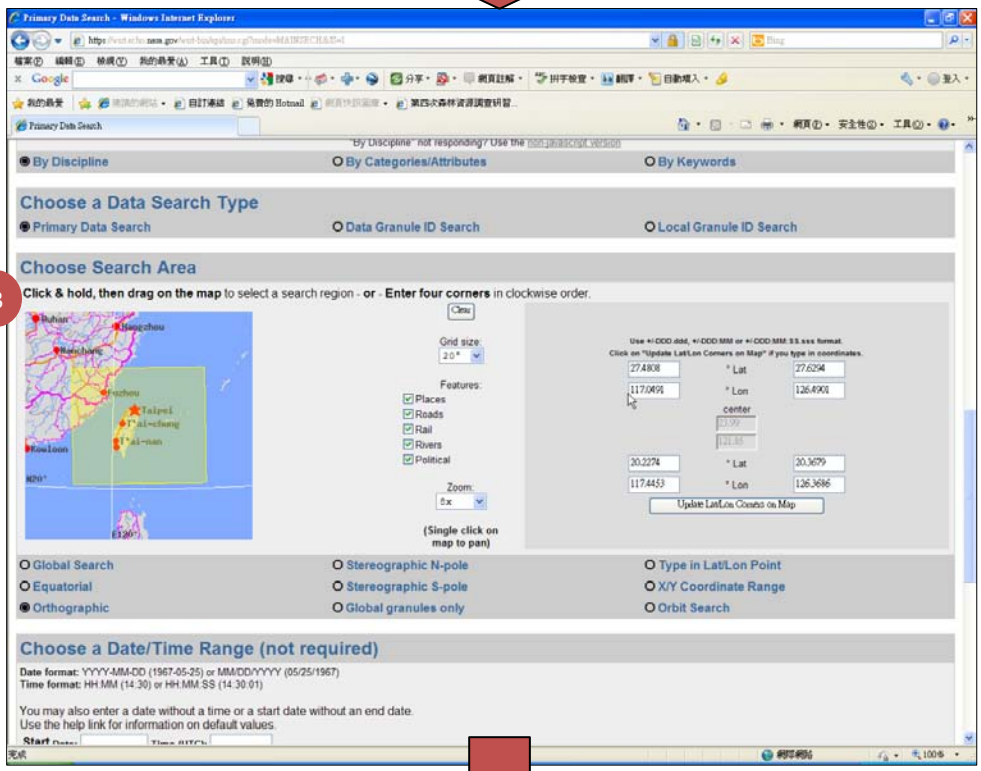
- 產品下載網址：

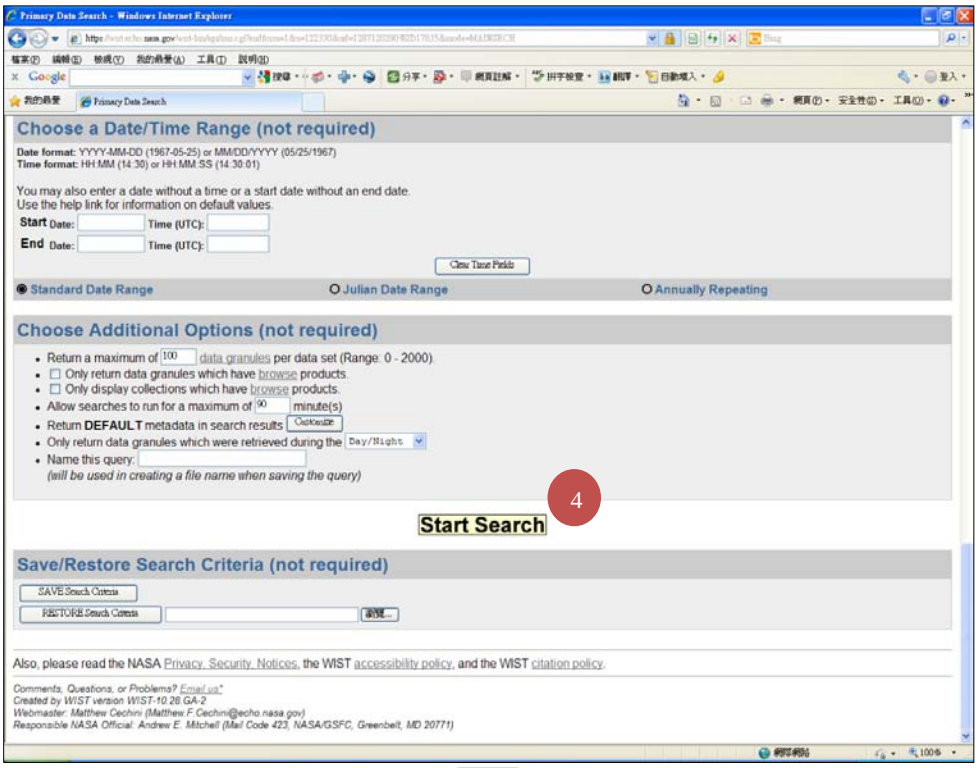
https://wist.echo.nasa.gov/wist-bin/api/ims.cgi?endform=1&u=122330&sid=1287120290%2D17835&mode=MAINSRCH

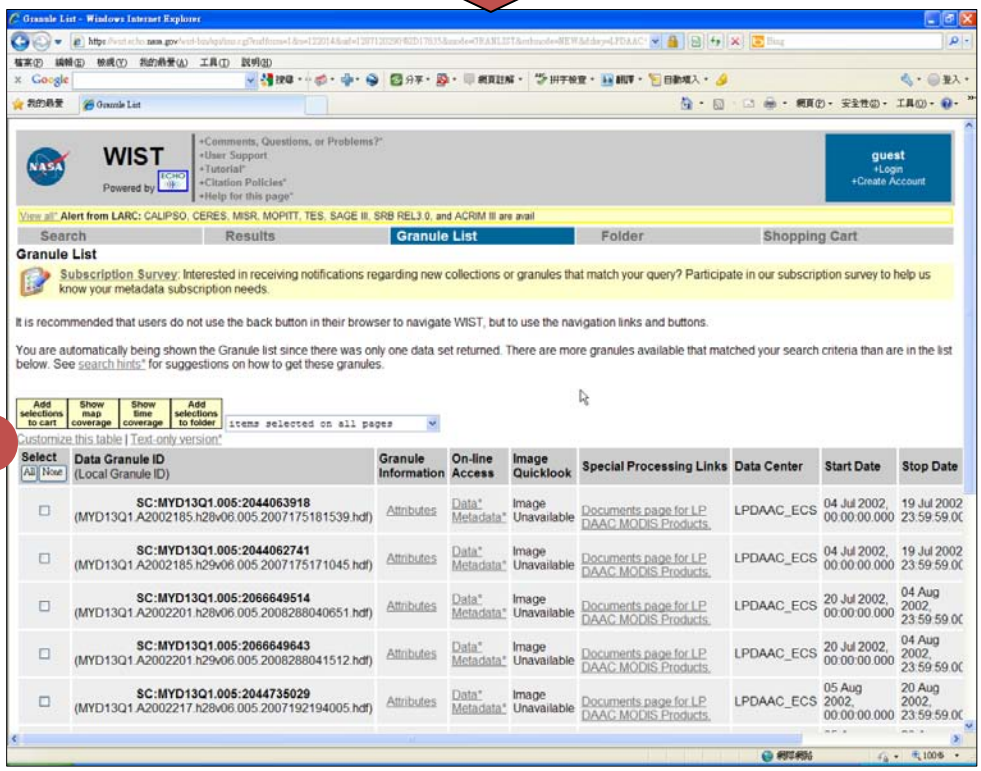


產品下載流程：


Primary Data Search - Windows Internet Explorer
Categories
Pick a discipline/topic (for example: Atmosphere:TRMM), then choose from the list of data sets.
For multiple topics: choose one topic & data sets, then the next topic & data sets.
MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity 5-Min L2 Swath 1km V004
MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity 5-Min L2 Swath 1km V005
MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity 5-Min L2 Swath 1km V041
MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 0.05Deg CMG V004
MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 0.05Deg CMG V005
View Data Set Definition
Choose Data Set Keywords
1
2
Atmosphere:
Cryosphere:
Land:
Oceans:
Solar/Other:
By Discipline
By Categories/Attributes
By Keywords


Primary Data Search - Windows Internet Explorer
By Discipline
By Categories/Attributes
By Keywords
Choose a Data Search Type
Primary Data Search
Data Granule ID Search
Local Granule ID Search
Choose Search Area
3
Click & hold, then drag on the map to select a search region - or - Enter four corners in clockwise order.
Clear
Grid size:
Features:
Places
Roads
Rail
Rivers
Political
Zoom:
(Single click on map to pan)
Update Lat/Lon Corners on Map
Global Search
Equatorial
Orthographic
Stereographic N-pole
Stereographic S-pole
Global granules only
Type in Lat/Lon Point
X/Y Coordinate Range
Orbit Search
Choose a Date/Time Range (not required)
Date format: YYYY-MM-DD (1967-05-25) or MM/DD/YYYY (05/25/1967)
Time format: HH:MM (14:30) or HH:MM:SS (14:30:01)
You may also enter a date without a time or a start date without an end date.
Use the help link for information on default values.


Primary Data Search - Windows Internet Explorer
Choose a Date/Time Range (not required)
Date format: YYYY-MM-DD (1967-05-25) or MM/DD/YYYY (05/25/1967)
Time format: HH:MM (14:30) or HH:MM:SS (14:30:01)
You may also enter a date without a time or a start date without an end date.
Use the help link for information on default values.
Start Date:
Time (UTC):
End Date:
Time (UTC):
Clear Time Fields
Standard Date Range
Julian Date Range
Annually Repeating
Choose Additional Options (not required)
Return a maximum of 100 data granules per data set (Range: 0 - 2000).
Only return data granules which have browse products.
Only display collections which have browse products.
Allow searches to run for a maximum of 90 minute(s)
Return DEFAULT metadata in search results
Only return data granules which were retrieved during the Day/Night
Name this query:
(will be used in creating a file name when saving the query)
4
Start Search
Save/Restore Search Criteria (not required)
SAVE Search Criteria
RESTORE Search Criteria
Also, please read the NASA Privacy, Security, Notices, the WIST accessibility policy, and the WIST citation policy.
Comments, Questions, or Problems? Email us*
Created by WIST version WIST-10.28.GA-2
Webmaster: Matthew Cechini (Matthew.F.Cechini@echo.nasa.gov)
Responsible NASA Official: Andrew E. Mitchell (Mail Code 423, NASA/GSFC, Greenbelt, MD 20771)


Granule List - Windows Internet Explorer
WIST
Powered by ECHO
+Comments, Questions, or Problems?*
+User Support
+Tutorial*
+Citation Policies*
+Help for this page*
guest
+Login
+Create Account
View all* Alert from LARC: CALIPSO, CERES, MISR, MOPITT, TES, SAGE III, SRB REL3.0, and ACRIM III are avail
Search
Results
Granule List
Folder
Shopping Cart
Granule List
Subscription Survey: Interested in receiving notifications regarding new collections or granules that match your query? Participate in our subscription survey to help us know your metadata subscription needs.
It is recommended that users do not use the back button in their browser to navigate WIST, but to use the navigation links and buttons.
You are automatically being shown the Granule list since there was only one data set returned. There are more granules available that matched your search criteria than are in the list below. See search hints* for suggestions on how to get these granules.
Add selections to cart
Show map coverage
Show time coverage
Add selections to folder
items selected on all pages
5
Customize this table | Text-only version*
Select All None
Data Granule ID (Local Granule ID)
Granule Information
On-line Access
Image Quicklook
Special Processing Links
Data Center
Start Date
Stop Date
SC:MYD13Q1.005:2044063918 (MYD13Q1.A2002185.h28v06.005.2007175181539.hdf)
SC:MYD13Q1.005:2044062741 (MYD13Q1.A2002185.h29v06.005.2007175171045.hdf)
SC:MYD13Q1.005:2066649514 (MYD13Q1.A2002201.h28v06.005.2008288040651.hdf)
SC:MYD13Q1.005:2066649643 (MYD13Q1.A2002201.h29v06.005.2008288041512.hdf)
SC:MYD13Q1.005:2044735029 (MYD13Q1.A2002217.h28v06.005.2007192194005.hdf)
Attributes
Data* Metadata*
Image Unavailable
Documents page for LP DAAC MODIS Products.
LPDAAC_ECS
04 Jul 2002, 00:00:00.000
19 Jul 2002 23:59:59.0
20 Jul 2002, 00:00:00.000
04 Aug 2002, 23:59:59.0
05 Aug 2002, 00:00:00.000
20 Aug 2002, 23:59:59.0

①依照產品類別及相關衛星/感測器進行選取。

②點選完成後，視窗上方出現產品編號以及相關產品說明進行選取。

③選取所需的範圍。

④開始進行搜尋。

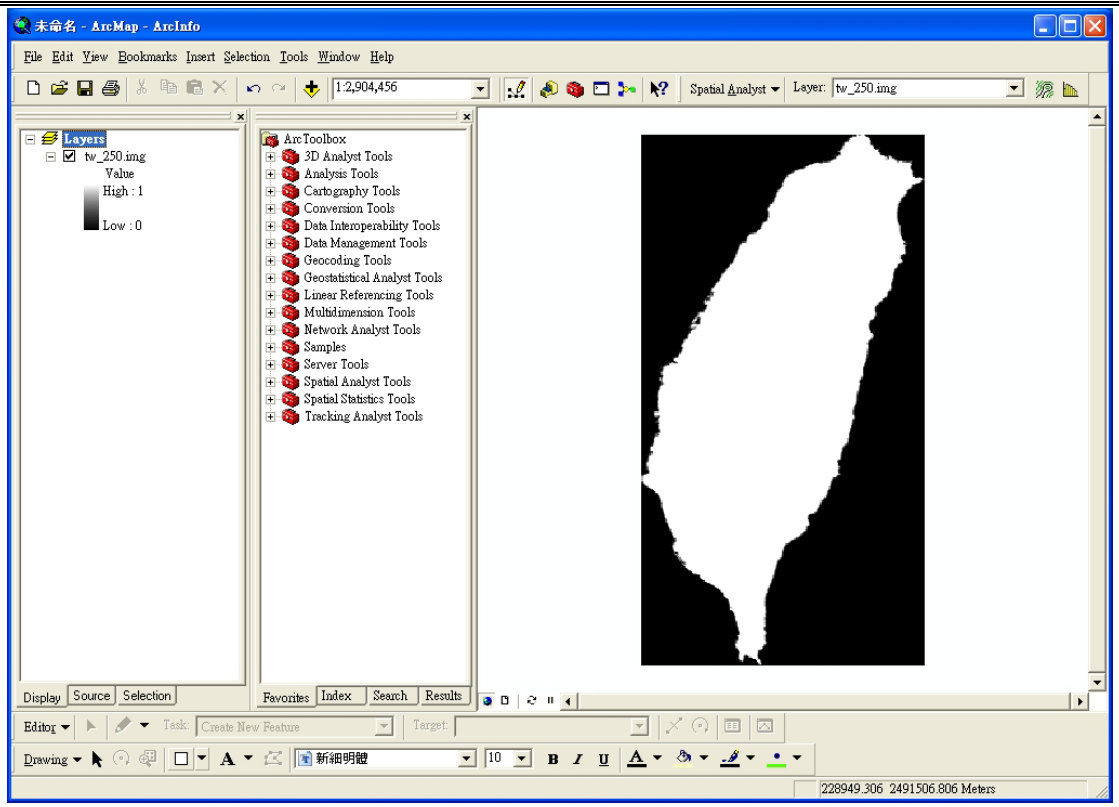
⑤產品日期選取及下載。

此網站提供的 MODIS 數據產品具有不同的時間解析力，MOD13Q1 產品以 16 天為一期資料期距，MOD15A2 及 17A2 產品則為以 8 天為一期資料期距。

二、 影像投影座標轉換與檔案格式轉換及鑲嵌

影像橢球體參數轉換及投影座標系統校正。由於台灣全島範圍於 Terra/Aqua-MODIS Sinusoida 網格中分屬 H28V06 及 H29V06，為使影像範圍呈現完整，因此需將影像進行整併處理。方法如下說明：

- 開啟 ArcGIS 軟體點選 Add Data 工具鈕加入台灣全島範圍，如下圖所示。



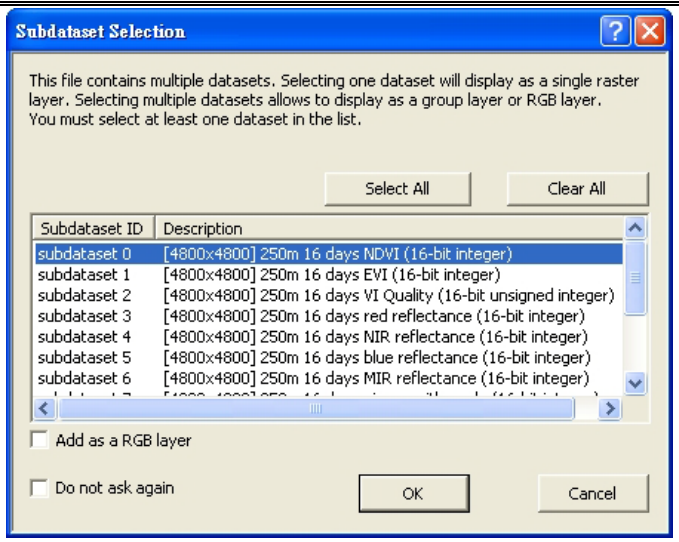
開啟後，加入 MOD13.HDF（例：MOD13.H28V06.HDF/MOD13.H29V06.HDF）並於 Subdataset Selection 視窗選取所需數值，如下圖所示。

其中，MODIS 各產品於計畫中所需數值為：

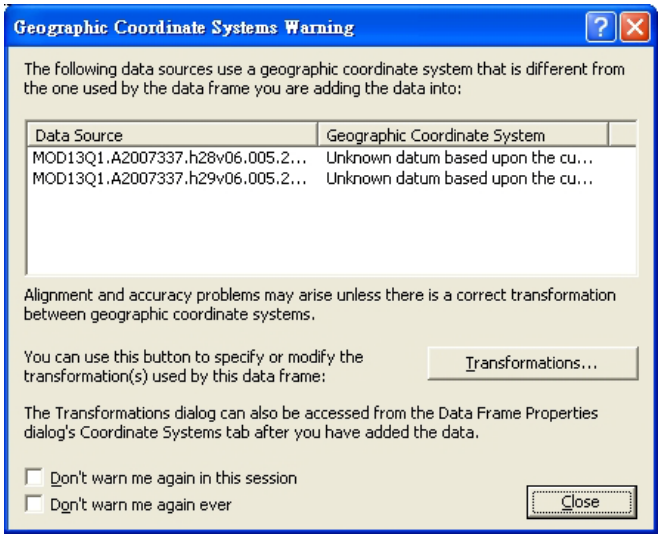
MOD13 產品：NDVI 及 Pixel Reliability。

MOD15 產品：LAI、FPARLAI_QC 及 FPARExtra_QC。

MOD17 產品：GPP、PsnNet 及 Psn_QC。

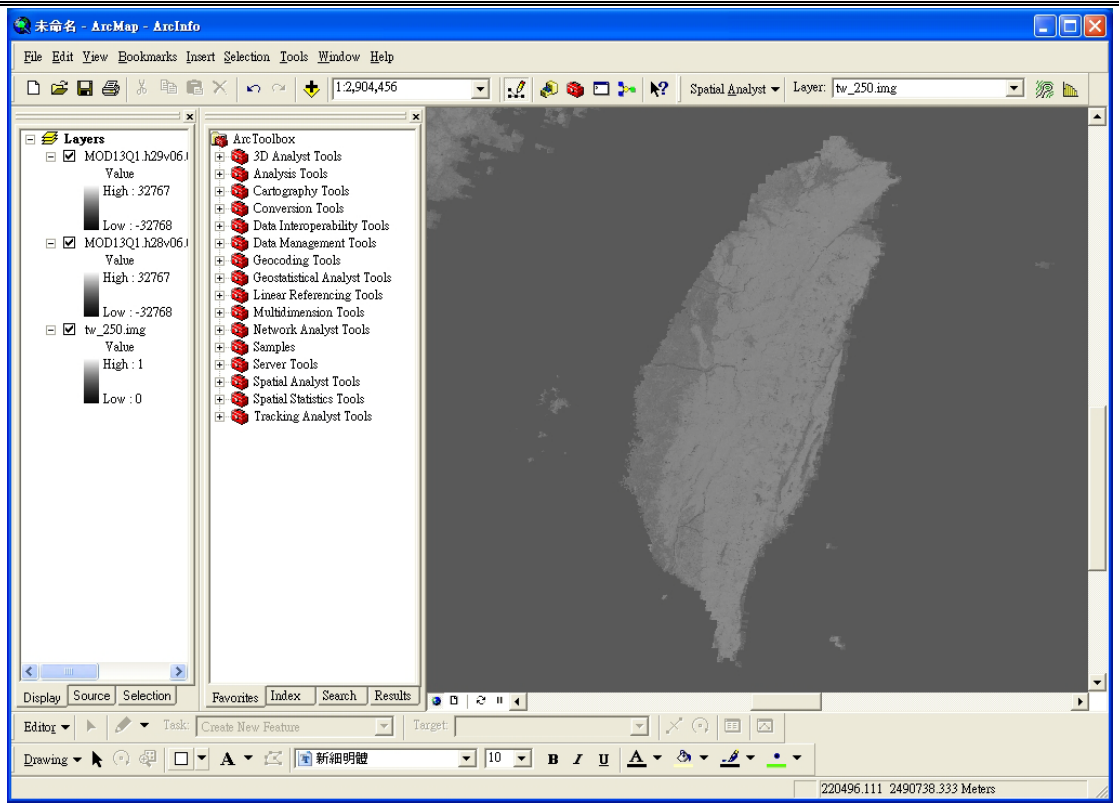


即出現如下圖所示要求橢球體轉換，點選取消即可。

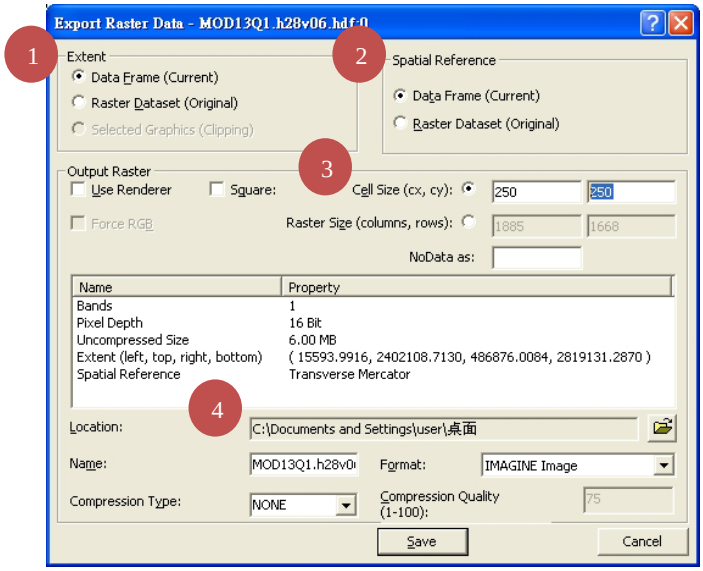


匯入成果如下圖所示。

MOD13.h28v06.HDF/MOD13.h29V06.HDF



再將 MOD13.h28v06.HDF/MOD13.h29V06.HDF 另存新檔，如下圖所示。完成影像座標系統轉換及檔案格式的轉換。



①影像範圍設定。

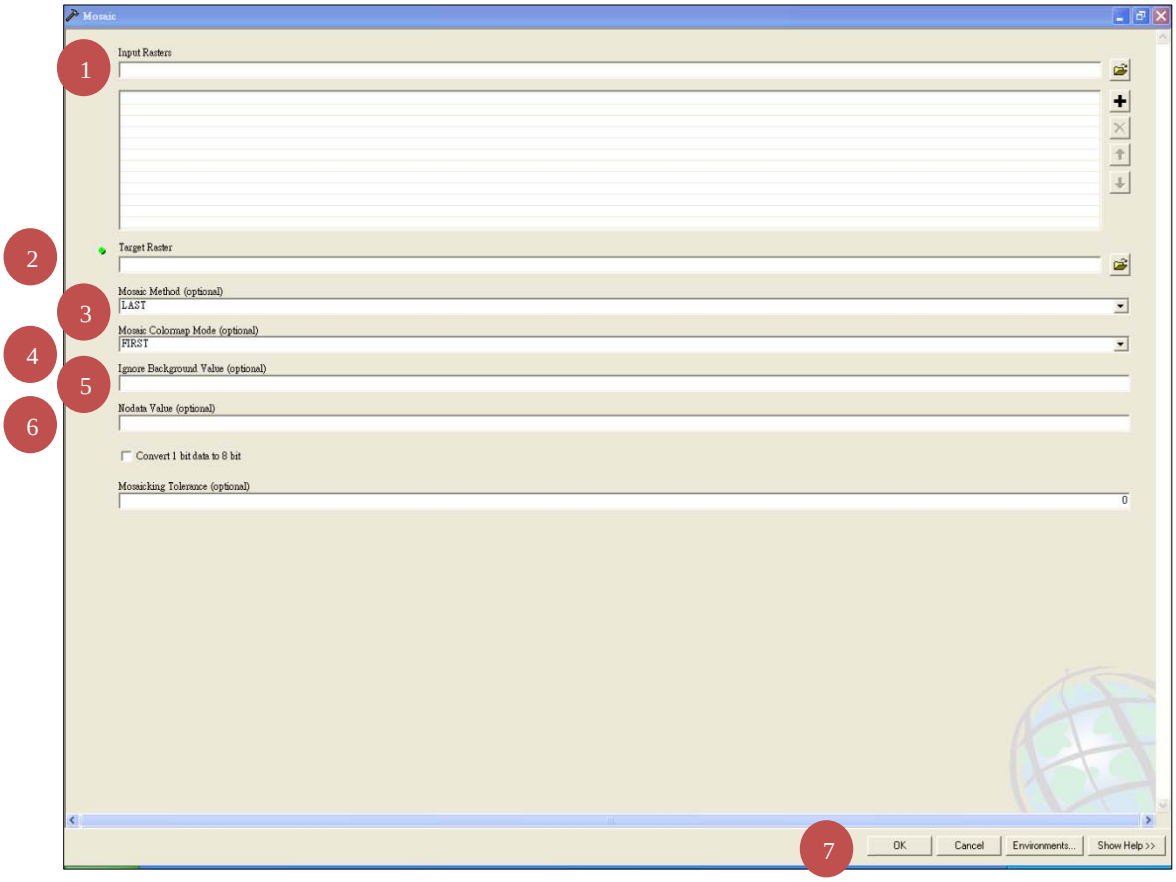
②影像橢求體參數設定。

③影像像元大小設定。

④另存新檔的儲存位置、格式與名稱設定。

- 將完成投影座標轉換與檔案格式轉換後的影像，進行鑲嵌處理。

開啟 ArcTools 的 Mosaic 功能，如下圖所示。



①輸入所需進行鑲嵌的影像資料，如 MOD13.H28V06.img 與 MOD13.H29V06.img。

②在 Target Raster 輸入任一期資料。

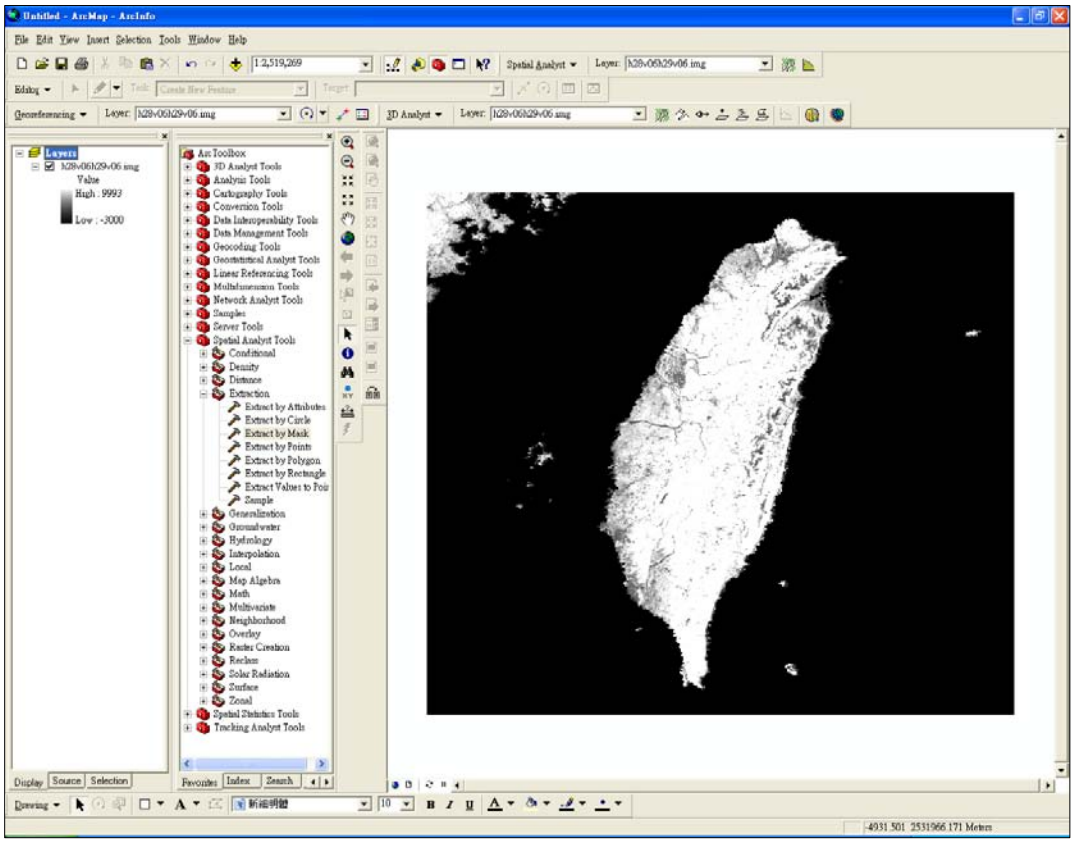
③在 Mosaic Method 選單選擇鑲嵌影像的計算方法。

④在 Mosaic Colormap Mode 選單選取影像鑲嵌的標準。

⑤Ignore Background Value 數值設定。

⑥Nodata Value 數值設定

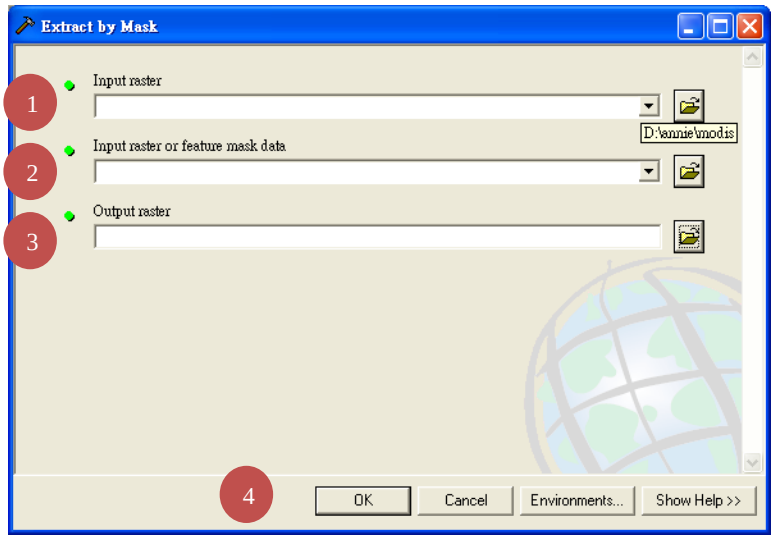
⑦設定完成，按下 OK 鍵即可，成果如下圖所示。



三、 影像擷取

由於本計畫研究區域為台灣本島。因此，可利用影像切割的功能選取所需使用的部分。

選擇 ArcTools 的 Mask 功能，如下圖所示。

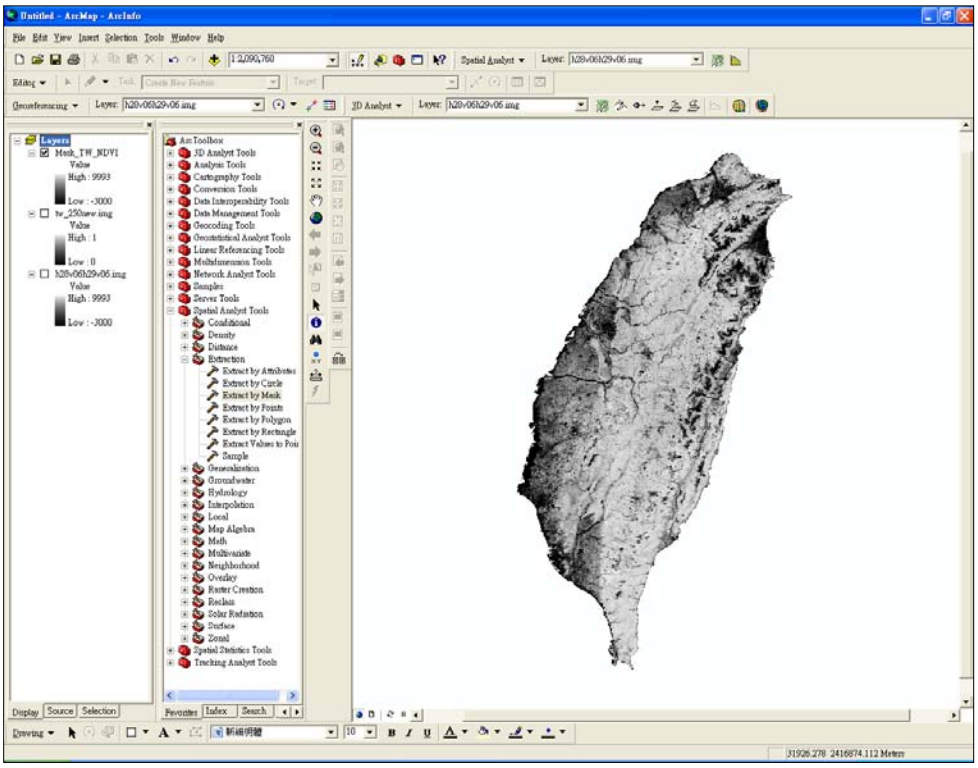


①在 Input Raster 選擇要擷取的影像。

②Input raster or feature mask data 選擇台灣本島。

③Output Raster 輸入完成後影像的名稱與位置。

④設定完成後，點選 OK 鍵即可，如下圖所示。

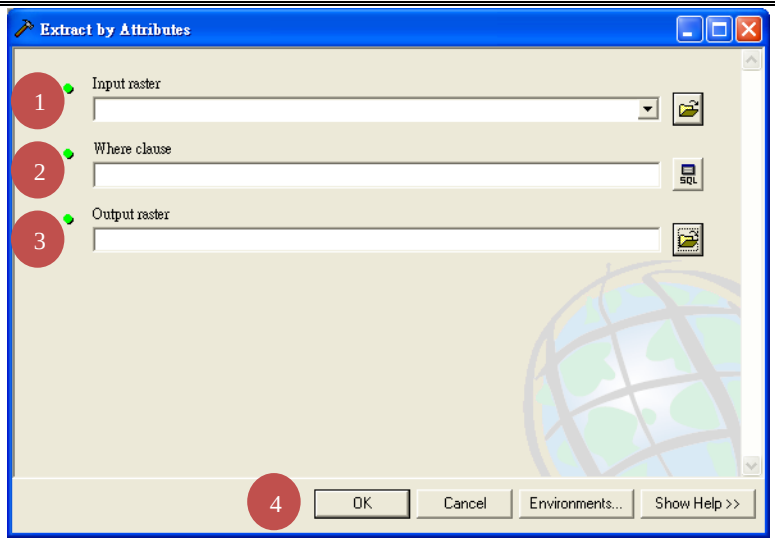


四、 有效數值選取及 MODIS 產品品質信心資料擷取處理

以 MOD13 產品的 Max NDVI 資料為例。將 MOD13 產品進行有效數值，如 MaxNDVI 的選取，進行後續相關分析以及藉由 MOD13 數值產品規格 Science Data Sets 中的 Pixel Reliability 進行像元資料的篩選作為品質信心資料。方法如下說明。

- 有效數值的選取：

在 ArcTools 中選取 Extract by Attributes 功能，進行有效數值的選取，如下圖所示。



①在 Input Raster 選擇擷取為完整範圍後，欲進行處理的影像。

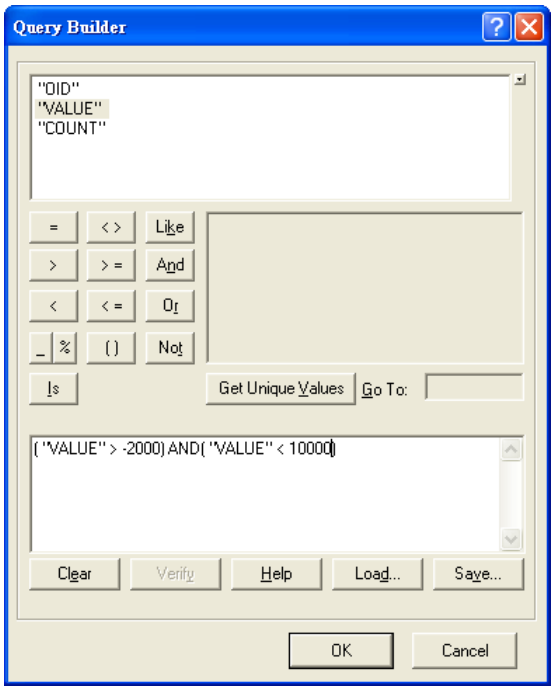
②在 Where clause 進行值域選取，相關演算式如下說明。

③Output Raster 輸入完成後影像的名稱與位置。

④設定完成後，點選 OK 鍵即可。

- 演算式說明：

以 MOD13 Max NDVI 為例，值域選取計算如下圖所示。



計算方法請參酌 MOD13 相關數值產品規格說明，如網址及該網址於 MOD13 產品規格說明圖所示：

https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products_table/vegetation_indices/16_day_l3_global_250m/mod13q1

Science Data Sets for MODIS Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V005 (MOD13Q1):

Science Data Sets (HDF Layers) (12)	UNITS	BIT TYPE	FILL	VALID RANGE	MULTIPLY BY SCALE FACTOR
250m 16 days NDVI	NDVI	16-bit signed integer	-3000	-2000, 10000	0.0001
250m 16 days EVI	EVI	16-bit signed integer	-3000	-2000, 10000	0.0001
250m 16 days VI Quality detailed QA	Bits	16-bit unsigned integer	65535	0, 65534	NA
250m 16 days red reflectance (Band 1)	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0, 10000	0.0001
250m 16 days NIR reflectance (Band 2)	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0, 10000	0.0001
250m 16 days blue reflectance (Band 3)	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0, 10000	0.0001
250m 16 days MIR reflectance (Band 7)	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0, 10000	0.0001
250m 16 days view zenith angle	Degree	16-bit signed integer	-10000	-9000, 9000	0.01
250m 16 days sun zenith angle	Degree	16-bit signed integer	-10000	-9000, 9000	0.01
250m 16 days relative azimuth angle	Degree	16-bit signed integer	-4000	-3600, 3600	0.1
250m 16 days composite day of the year	Julian day of year	16-bit signed integer	-1	1, 366	NA
250m 16 days pixel reliability summary QA	Rank	8-bit signed integer	-1	0, 3	NA

其他產品相關演算式及數值選取說明：

MOD15 相關數值產品規格說明網址與圖示：

https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products_table/leaf_area_index_fraction_of_photosynthetically_active_radiation/8_day_l4_global_1km/mod15a2

Science Data Sets for MODIS/Terra Leaf Area Index/FPAR 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V005 (MOD15A2):

Science Data Sets (HDF Layers) (6)	UNITS	BIT TYPE	FILL	VALID RANGE	MULTIPLY BY SCALE FACTOR
Fpar_1km	Percent	8-bit unsigned integer	249–255	0–100	0.01
Lai_1km	m2plant/m2ground	8-bit unsigned integer	249–255	0–100	0.1
FparLai_QC	Class flag	8-bit unsigned integer	255	0–254	na
FparExtra_QC	Class flag	8-bit unsigned integer	255	0–254	na
FparStdDev_1km	Percent	8-bit unsigned integer	248–255	0–100	0.01
LaiStdDev_1km	m2plant/m2ground	8-bit unsigned integer	248–255	0–100	0.1

MOD17 相關數值產品規格說明網址與圖示：

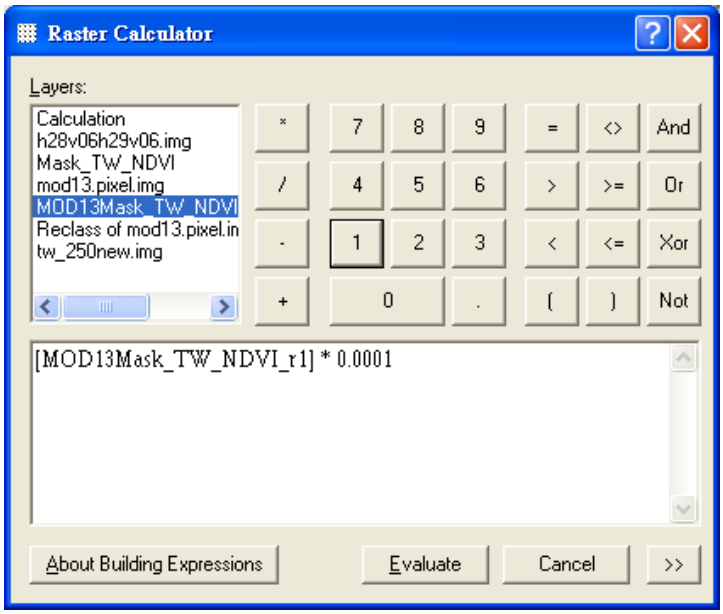
https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products_table/gross_primary_productivity/8_day_l4_global_1km/mod17a2

Science Data Sets for MODIS/Terra Gross Primary Productivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V005 (MOD17A2):

Science Data Sets (HDF Layers) (3)	UNITS	BIT TYPE	FILL	VALID RANGE	MULTIPLY BY SCALE FACTOR
Gpp_1km: Gross Primary Production	kg_C/m2	16-bit signed integer	32761–32767	0–30000	0.0001
PsnNet_1km: Net Photosynthesis (GPP – maintenance respiration)	kg_C/m2	16-bit signed integer	32761–32767	-30000–30000	0.0001
PSN_QC_1km: QC for GPP/PSN	Bit	8-bit unsigned integer	255	0–254	na

完成 MOD13 MaxNDVI 的值域選取後，再將成果進行比值的換算，使 MaxNDVI 的數值能正規化限於正常區間。

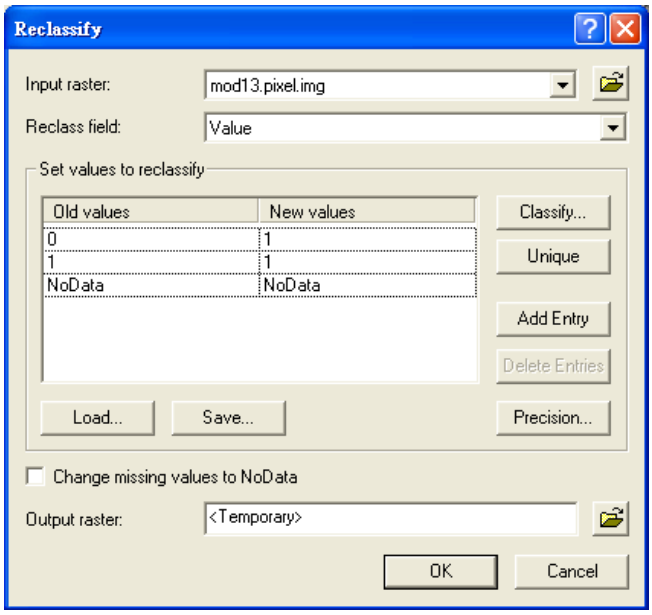
點選 Spatial Analyst 工具鈕下的 Raster Calculator 功能進行比值換算，如下圖所示。參數設定請參閱 MOD13 數值產品規格說明。



- Pixel Reliability 品質信心資料：

將像元資料進行分級，以利 MOD13 Max NDVI 有效數值資料進行品質信心資料的擷取。

點選 Spatial Analyst 工具鈕下的 Reclassify 功能，將 MOD13 Pixel Reliability 資料進行品質分級，如下圖所示。



品質分級說明請參閱網址：

http://tbrs.arizona.edu/project/MODIS/UserGuide_doc.php

其他產品品質信心資料說明請參閱如網址所示：

MOD15 產品的品質信心資料 FPARLAI_QC 及 FPARExtra_QC 說明：

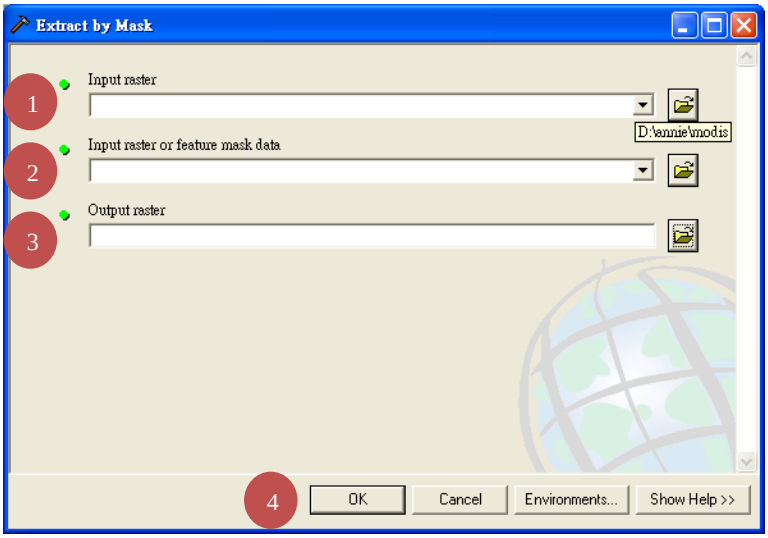
http://cybele.bu.edu/modismisr/products/modis/userguide.pdf

MOD17 產品的品質信心資料 Psn_QC 說明：

http://www.ntsg.umt.edu/modis/MOD17UsersGuide.pdf

- MODIS 產品品質信心資料擷取處理：

利用 ArcTools 的 Mask 影像擷取處理功能，將 MOD13 MaxNDVI 有效數值資料利用 MOD13 Pixel Reliability 品質信心資料進行擷取，方法如下圖所示。

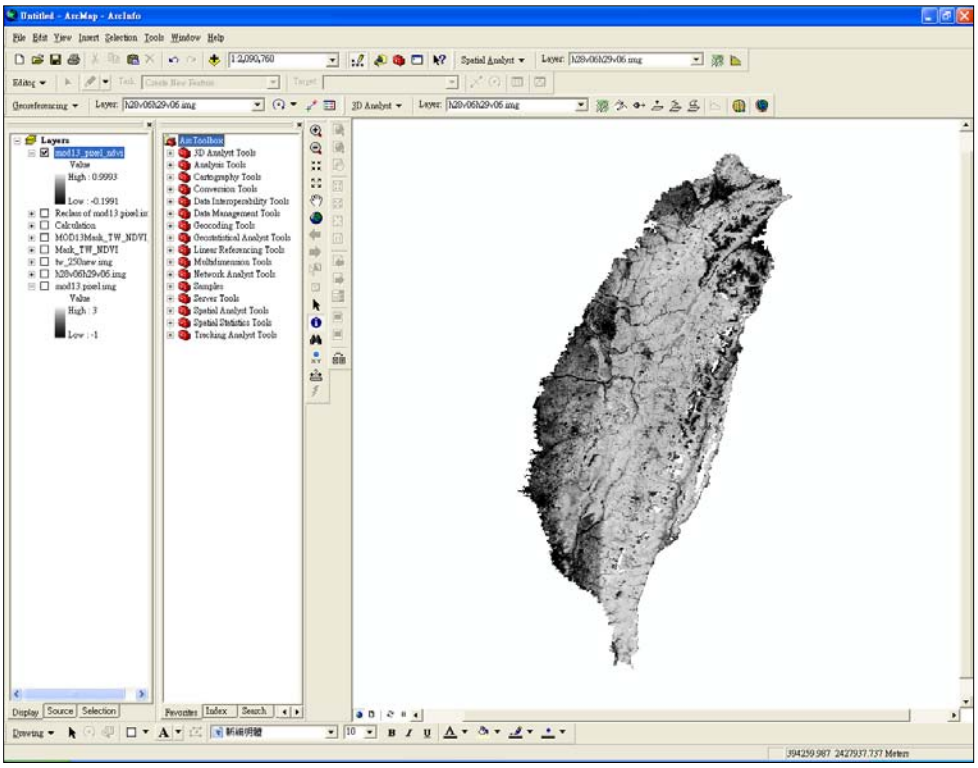


①在 Input Raster 選擇要擷取的影像，例如 MOD13 MaxNDVI。

②Input raster or feature mask data 選擇進行擷取，例如 MOD13 Pixel Reliability 品質信心資料。

③Output Raster 輸入完成後影像的名稱與位置。

④設定完成後，點選 OK 鍵即可，如下圖所示。

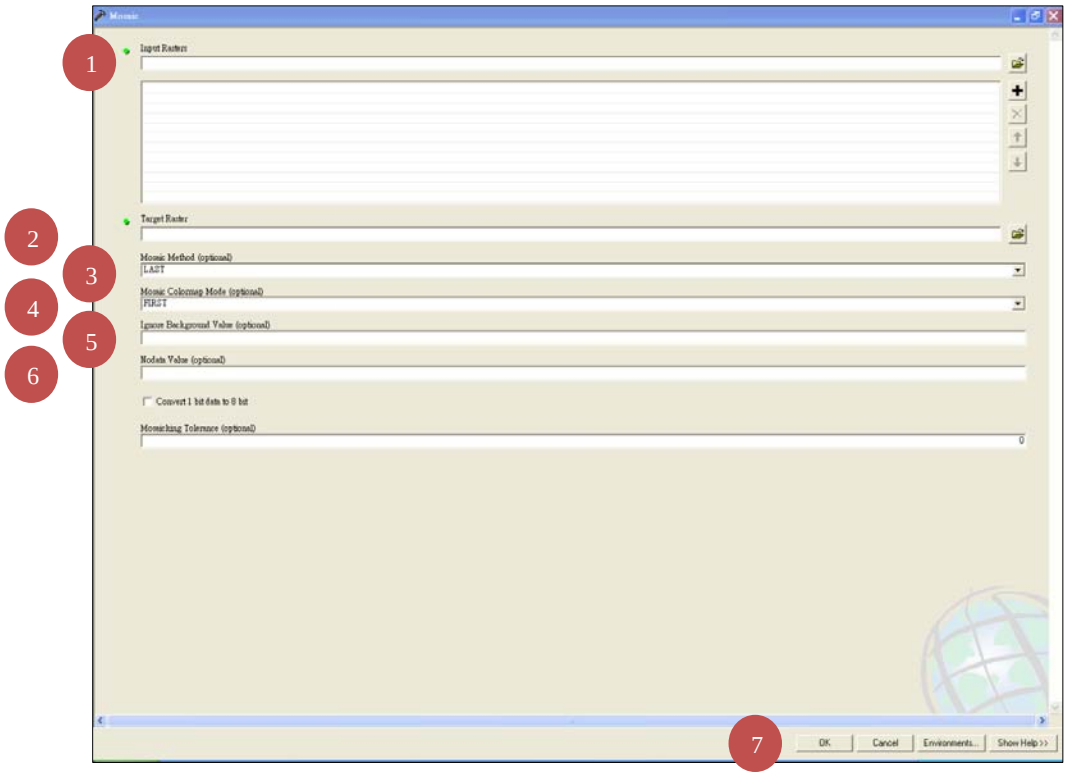


五、影像鑲嵌處理

為完成 MODIS 各產品不同資料期距的平均影像 ; 如 MOD13Q1 以 16 天為一期距，MOD15A2 與 MOD17A2 以 8 天為一期距，便可利用影像鑲嵌處理完成平均影像。

以 MOD13 MaxNDVI 平均 16 天影像為例。

開啟 ArcTools 的 Mosaic 功能，如下圖所示。



①輸入所需進行鑲嵌的影像資料。一月份資料包含 001 及 017 共兩期資料進行影像鑲嵌處理。

②在 Target Raster 輸入任一期資料，例如以 001 期為例。

③在 Mosaic Method 選單選擇鑲嵌影像的計算方法。

④在 Mosaic Colormap Mode 選單選取影像鑲嵌的標準。

⑤Ignore Background Value 數值設定。

⑥Nodata Value 數值設定

⑦設定完成，按下 OK 鍵即可。

附錄 H 各月份地理氣候分區碳匯成果

依據地理氣候分區分析，其 2006 年 10 月至 2008 年 09 月成果如表 66 至表 79 所示；2009 年 10 月至 2010 年 09 月成果如表 80 至表 86 所示。

表66. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-CW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,299,922.58	0.0000	3.0845	1.3510	0.9682
	11	848,737.38	0.0000	2.1525	0.8821	0.6655
	12	695,193.35	0.0000	1.9704	0.7225	0.5794
2007	01	893,224.69	0.0000	2.4393	0.9283	0.7327
	02	1,039,406.93	0.0000	2.4763	1.0802	0.8704
	03	1,055,090.79	0.0000	2.8326	1.0965	0.8784
	04	1,141,640.68	0.0000	3.0000	1.1865	0.8994
	05	1,387,165.25	0.0000	4.5144	1.4417	1.0823
	06	1,268,141.11	0.0000	3.3863	1.3180	1.0254
	07	1,475,803.12	0.0000	3.5534	1.5338	1.1700
	08	1,095,541.68	0.0000	3.2240	1.1386	0.8635
	09	1,315,548.71	0.0000	2.9775	1.3672	1.0075

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	965,279.04	0.0000	2.1138	1.0032	0.7126
	11	562,399.16	-0.0450	1.4025	0.5845	0.4277
	12	557,562.19	0.0000	1.4241	0.5795	0.4411
2007	01	730,412.76	0.0000	1.9026	0.7591	0.5952
	02	819,859.83	0.0000	1.8725	0.8521	0.6608
	03	783,870.66	0.0000	2.1041	0.8147	0.6521
	04	855,753.74	0.0000	2.0719	0.8894	0.6671
	05	952,382.67	-0.0194	3.2511	0.9898	0.7772
	06	814,959.35	-0.2625	2.5425	0.8470	0.6542
	07	865,630.72	-0.4282	2.2591	0.8996	0.6979
	08	548,113.38	-0.4108	2.0770	0.5696	0.4324
	09	754,136.76	-0.0263	1.9425	0.7838	0.5693

表67. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-EN 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	658,311.28	0.0000	3.1155	1.8766	0.7423
	11	358,724.57	0.0000	2.0100	1.0226	0.4290
	12	329,967.74	0.0000	2.0799	0.9406	0.4146
2007	01	359,822.58	0.0000	2.3986	1.0257	0.4548
	02	483,118.25	0.0000	2.1735	1.3772	0.5645
	03	419,911.11	0.0000	2.8210	1.1970	0.6884
	04	558,596.38	0.0000	3.0000	1.5924	0.6572
	05	802,816.32	0.0000	4.6113	2.2885	0.9838
	06	656,999.29	0.0000	3.5213	1.8729	0.8496
	07	800,557.17	0.0000	3.4333	2.2821	0.8699
	08	551,741.75	0.0000	3.5146	1.5728	0.6664
	09	561,655.36	0.0000	2.7319	1.6011	0.7413

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	478,782.36	0.0000	2.0731	1.3648	0.4797
	11	241,067.66	0.0000	1.2825	0.6872	0.2601
	12	254,330.00	0.0000	1.4877	0.7250	0.2712
2007	01	306,508.34	0.0000	1.9104	0.8737	0.3606
	02	392,731.12	0.0000	1.6170	1.1195	0.4110
	03	327,843.65	0.0000	2.0421	0.9346	0.5149
	04	450,956.91	0.0000	2.3625	1.2855	0.5264
	05	627,325.12	0.0000	3.3054	1.7883	0.7021
	06	429,059.97	0.0000	2.0813	1.2231	0.5121
	07	478,508.74	-0.1008	2.4184	1.3641	0.5607
	08	312,599.98	0.0000	2.3831	0.8911	0.3614
	09	350,323.26	0.0000	1.6988	0.9986	0.3613

表68. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-ES 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	933,639.78	0.0000	3.2337	2.0148	0.7331
	11	573,193.36	0.0000	2.2800	1.2369	0.5134
	12	546,269.82	0.0000	2.1041	1.1788	0.5058
2007	01	665,776.05	0.0000	2.5885	1.4367	0.5955
	02	697,991.62	0.0000	2.3310	1.5062	0.6343
	03	801,658.83	0.0000	3.0070	1.7300	0.7583
	04	843,272.15	0.0000	3.1875	1.8198	0.7524
	05	1,049,225.65	0.0000	4.8050	2.2642	1.0201
	06	897,684.58	0.0000	3.2363	1.9372	0.8250
	07	1,063,340.81	0.0000	3.7123	2.2947	0.8958
	08	723,483.25	0.0000	3.5030	1.5613	0.6514
	09	785,588.12	0.0000	3.0038	1.6953	0.8643

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	662,935.41	-0.6510	2.1313	1.4306	0.5077
	11	376,215.46	0.0000	1.4963	0.8119	0.3145
	12	381,962.55	0.0000	1.4028	0.8243	0.3033
2007	01	548,716.57	0.0000	2.0886	1.1841	0.4631
	02	530,671.78	0.0000	1.7745	1.1452	0.4490
	03	550,292.13	0.0000	2.0964	1.1875	0.5112
	04	619,973.59	0.0000	2.2350	1.3379	0.5367
	05	770,022.51	0.0000	3.3713	1.6617	0.7161
	06	558,299.69	0.0000	2.0100	1.2048	0.4846
	07	593,277.12	-0.4534	2.2398	1.2803	0.5305
	08	349,750.22	-0.3565	2.1235	0.7547	0.3176
	09	493,043.70	-0.1838	1.7775	1.0640	0.3959

表69. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	614,164.32	0.0000	3.0438	1.6078	0.9378
	11	365,228.29	0.0000	2.0963	0.9561	0.5754
	12	277,783.14	0.0000	2.2448	0.7272	0.4707
2007	01	336,906.05	0.0000	2.5575	0.8820	0.5959
	02	414,313.38	0.0000	2.1805	1.0846	0.6557
	03	435,930.76	0.0000	2.8481	1.1412	0.7162
	04	614,366.78	0.0000	3.0188	1.6083	0.8977
	05	747,528.16	0.0000	4.6578	1.9569	1.1611
	06	621,888.36	0.0000	3.7613	1.6280	1.0164
	07	610,959.34	0.0000	3.4429	1.5994	0.9947
	08	585,762.62	0.0000	3.5495	1.5334	0.9039
	09	616,922.36	0.0000	2.9213	1.6150	0.9518

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	388,990.60	0.0000	1.9084	1.0183	0.5925
	11	185,893.81	0.0000	1.2638	0.4866	0.2866
	12	184,092.29	-0.1608	1.1315	0.4819	0.2842
2007	01	275,582.44	0.0000	1.9453	0.7214	0.4812
	02	343,228.15	0.0000	1.7255	0.8985	0.5115
	03	314,299.29	0.0000	1.9491	0.8228	0.5152
	04	455,416.58	0.0000	2.1384	1.1922	0.6685
	05	483,340.78	0.0000	3.2821	1.2653	0.8052
	06	365,137.37	-0.1781	2.3550	0.9559	0.6105
	07	215,238.28	-1.1199	2.1390	0.5635	0.7083
	08	264,926.17	-0.5309	2.1158	0.6935	0.4541
	09	324,149.92	-0.4725	1.6313	0.8486	0.4812

表70. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	656,350.61	0.0000	2.8297	1.3276	0.8609
	11	425,361.49	0.0000	1.8047	0.8604	0.5677
	12	316,564.32	0.0000	1.7864	0.6403	0.4448
2007	01	386,784.94	0.0000	2.0208	0.7823	0.5444
	02	536,087.81	0.0000	2.3310	1.0843	0.7367
	03	493,661.37	0.0000	2.6931	0.9985	0.7269
	04	623,982.24	0.0000	3.0900	1.2621	0.8672
	05	825,583.73	0.0000	4.2470	1.6699	1.1720
	06	687,883.44	0.0000	3.4725	1.3914	1.0095
	07	840,613.49	0.0000	3.5921	1.7003	1.1463
	08	596,582.59	0.0000	3.6890	1.2067	0.8146
	09	678,974.35	0.0000	2.8538	1.3733	0.9088

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	483,850.00	0.0000	1.8697	0.9787	0.6158
	11	256,985.16	0.0000	1.2150	0.5198	0.3392
	12	249,508.85	0.0000	1.2323	0.5047	0.3371
2007	01	321,737.72	0.0000	1.6604	0.6508	0.4510
	02	444,065.14	0.0000	1.7675	0.8982	0.5913
	03	371,439.26	0.0000	2.0266	0.7513	0.5563
	04	510,230.69	0.0000	2.3663	1.0320	0.6972
	05	641,909.18	0.0000	3.2976	1.2984	0.9099
	06	427,212.52	-0.1115	2.1525	0.8641	0.6159
	07	497,910.24	-0.3720	2.3173	1.0071	0.7128
	08	299,262.30	-0.3720	2.3638	0.6053	0.4175
	09	382,998.83	-0.1013	1.6219	0.7747	0.4963

表71. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	370,785.70	0.0000	3.1116	2.1645	0.8290
	11	262,263.73	0.0000	2.2875	1.5310	0.6275
	12	228,510.77	0.0000	2.1661	1.3340	0.6026
2007	01	277,512.85	0.0000	2.6738	1.6200	0.7021
	02	306,544.78	0.0000	2.5428	1.7895	0.7216
	03	341,611.60	0.0000	2.9431	1.9942	0.8199
	04	343,530.16	0.0000	3.4069	2.0054	0.8461
	05	389,503.65	0.0000	4.7081	2.2738	1.0289
	06	319,628.67	0.0000	3.6563	1.8659	0.7999
	07	443,382.64	0.0000	3.5805	2.5883	0.9634
	08	280,174.85	0.0000	3.3286	1.6356	0.7024
	09	237,384.11	0.0000	2.8144	1.3858	0.7647

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	231,696.95	0.0000	1.9133	1.3526	0.5248
	11	154,219.68	0.0000	1.5075	0.9003	0.3436
	12	145,919.68	0.0000	1.4880	0.8518	0.3398
2007	01	213,247.94	0.0000	2.0731	1.2449	0.5053
	02	211,680.55	0.0000	1.7465	1.2357	0.4736
	03	216,554.03	0.0000	1.9511	1.2642	0.5232
	04	228,575.87	0.0000	2.1694	1.3344	0.5738
	05	242,838.31	-0.0891	3.0303	1.4176	0.6665
	06	163,233.48	0.0000	2.3775	0.9529	0.4646
	07	237,457.77	-0.2441	2.0034	1.3862	0.5442
	08	116,837.56	-0.0988	2.0150	0.6821	0.3218
	09	161,310.13	0.0000	1.6275	0.9417	0.3532

表72. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,092,084.88	0.0000	3.1717	1.1775	0.9985
	11	814,029.65	0.0000	2.2219	0.8777	0.7432
	12	626,945.48	0.0000	2.1623	0.6760	0.5961
2007	01	844,268.01	0.0000	2.5536	0.9103	0.8151
	02	957,105.80	0.0000	2.5664	1.0319	0.9228
	03	979,384.35	0.0000	2.7745	1.0559	0.9497
	04	960,815.80	0.0000	2.9738	1.0359	0.9410
	05	1,153,847.10	0.0000	4.6771	1.2440	1.1361
	06	1,038,744.35	0.0000	3.7575	1.1199	1.0078
	07	1,274,143.85	0.0000	3.5379	1.3737	1.1756
	08	902,257.16	0.0000	3.2124	0.9728	0.8390
	09	993,983.20	0.0000	2.9175	1.0717	0.9629

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	790,332.95	0.0000	2.2708	0.8521	0.7272
	11	534,552.57	0.0000	1.4475	0.5763	0.4777
	12	483,922.20	0.0000	1.3524	0.5217	0.4374
2007	01	677,146.42	0.0000	2.0809	0.7301	0.6482
	02	735,198.64	0.0000	1.8603	0.7927	0.6991
	03	710,958.43	0.0000	2.0344	0.7665	0.6873
	04	713,231.73	0.0000	2.0681	0.7690	0.6991
	05	814,247.61	0.0000	3.4255	0.8779	0.8157
	06	632,256.35	-0.3394	2.3513	0.6817	0.6225
	07	753,066.93	-0.2073	2.1778	0.8119	0.7013
	08	426,057.33	-0.5154	1.9181	0.4594	0.4144
	09	597,473.24	-0.5475	1.8150	0.6442	0.5461

表73. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-CW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,282,545.25	0.0000	3.1775	1.3329	0.9754
	11	881,069.22	0.0000	2.1488	0.9157	0.7047
	12	750,303.35	0.0000	2.1933	0.7798	0.6070
2008	01	775,356.16	0.0000	2.2940	0.8058	0.6617
	02	806,930.75	0.0000	2.4152	0.8386	0.7159
	03	1,316,847.68	0.0000	3.0037	1.3686	1.0702
	04	1,140,745.83	0.0000	3.0525	1.1856	0.9284
	05	1,353,873.13	0.0000	3.5999	1.4071	1.0757
	06	1,379,458.03	0.0000	3.1350	1.4337	1.0370
	07	1,354,748.73	0.0000	3.5030	1.4080	1.0758
	08	1,392,996.18	0.0000	3.4410	1.4477	1.0997
	09	1,190,000.85	0.0000	2.6684	1.2368	0.8528

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	866,450.52	0.0000	2.3948	0.9005	0.6534
	11	618,523.33	0.0000	1.5656	0.6428	0.4837
	12	563,206.45	0.0000	1.5423	0.5853	0.4408
2008	01	584,968.53	0.0000	1.8174	0.6079	0.4871
	02	651,402.66	0.0000	1.8759	0.6770	0.5740
	03	1,045,584.25	0.0000	2.4994	1.0867	0.8562
	04	855,708.52	0.0000	2.3850	0.8893	0.6941
	05	1,094,223.46	0.0000	2.9179	1.1372	0.8570
	06	830,626.85	-0.0356	2.1788	0.8633	0.6539
	07	761,981.58	-0.2180	2.0633	0.7919	0.6176
	08	803,613.08	-0.4069	2.2746	0.8352	0.6444
	09	668,077.59	-0.1118	1.4832	0.6943	0.4743

表74. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-EN 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	528,080.29	0.0000	2.7745	1.5054	0.5795
	11	361,920.36	0.0000	2.0085	1.0317	0.4360
	12	314,000.03	0.0000	1.6914	0.8951	0.3551
2008	01	292,521.95	0.0000	2.1778	0.8339	0.3766
	02	282,005.66	0.0000	2.2457	0.8039	0.4651
	03	666,260.41	0.0000	2.9838	1.8993	0.7132
	04	574,926.12	0.0000	3.3225	1.6389	0.7744
	05	656,539.74	0.0000	3.6774	1.8716	0.9471
	06	759,001.40	0.0000	3.4163	2.1636	0.7953
	07	769,507.86	0.0000	3.3616	2.1936	0.8285
	08	758,675.16	0.0000	3.3868	2.1627	0.8456
	09	539,975.92	0.0000	2.6459	1.5393	0.5960

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	341,682.71	0.0000	1.9414	0.9740	0.3510
	11	248,527.77	0.0000	1.4428	0.7085	0.2704
	12	231,660.60	0.0000	1.1722	0.6604	0.2411
2008	01	211,509.95	0.0000	1.7903	0.6029	0.2580
	02	217,481.97	-0.0109	1.6711	0.6200	0.3458
	03	557,666.76	0.0000	2.3986	1.5897	0.6051
	04	492,165.38	0.0000	2.4488	1.4030	0.6140
	05	565,612.38	0.0000	3.2511	1.6124	0.6676
	06	477,666.82	0.0000	2.3175	1.3617	0.5381
	07	451,181.42	0.0000	2.0886	1.2862	0.5161
	08	469,791.36	0.0000	2.1429	1.3392	0.5258
	09	325,511.53	0.0000	1.4791	0.9279	0.3381

表75. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-ES 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	989,827.03	0.0000	3.1388	2.1360	0.7371
	11	601,984.40	0.0000	2.2125	1.2991	0.5105
	12	520,699.41	0.0000	1.9995	1.1237	0.4496
2008	01	489,832.34	0.0000	2.5885	1.0570	0.4870
	02	489,266.99	0.0000	2.4143	1.0558	0.5228
	03	972,259.54	0.0000	3.0109	2.0981	0.7715
	04	836,107.99	0.0000	3.4763	1.8043	0.8526
	05	1,011,884.87	0.0000	3.8595	2.1836	0.9629
	06	1,016,463.27	0.0000	3.4313	2.1935	0.7444
	07	1,033,799.06	0.0000	3.3945	2.2309	0.8539
	08	1,113,327.77	0.0000	3.7975	2.4025	0.9047
	09	760,286.48	0.0000	2.5918	1.6407	0.6042

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	637,592.06	0.0000	2.1545	1.3759	0.4642
	11	392,054.94	0.0000	1.5038	0.8460	0.3125
	12	369,683.37	0.0000	1.4531	0.7978	0.2981
2008	01	342,208.85	0.0000	2.0266	0.7385	0.3331
	02	354,103.87	0.0000	1.7690	0.7641	0.3552
	03	751,064.82	0.0000	2.3444	1.6208	0.6147
	04	654,770.30	0.0000	2.5313	1.4130	0.5978
	05	754,452.27	0.0000	2.8288	1.6281	0.6217
	06	605,580.39	0.0000	2.2013	1.3068	0.4835
	07	561,756.65	-0.3061	1.9220	1.2123	0.4886
	08	654,501.53	-0.2674	2.3793	1.4124	0.5543
	09	421,405.30	-0.0480	1.3758	0.9094	0.3179

表76. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	466,643.56	0.0000	3.0244	1.2216	0.7846
	11	341,923.23	0.0000	2.6148	0.8951	0.5510
	12	287,583.35	0.0000	1.9026	0.7528	0.4740
2008	01	327,983.29	0.0000	1.7205	0.8586	0.5200
	02	343,955.47	0.0000	2.2548	0.9004	0.6540
	03	572,965.62	0.0000	2.8636	1.4999	0.8271
	04	580,403.16	0.0000	3.3075	1.5194	0.8525
	05	645,679.32	0.0000	3.7781	1.6903	1.0699
	06	618,966.06	0.0000	3.4463	1.6203	0.9303
	07	584,249.90	0.0000	3.4139	1.5295	0.9423
	08	610,046.36	0.0000	3.4294	1.5970	0.9661
	09	596,420.42	0.0000	2.8748	1.5613	0.8075

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	284,868.48	0.0000	1.8600	0.7457	0.4598
	11	210,758.95	0.0000	1.6598	0.5517	0.3274
	12	185,938.50	-0.1143	1.1935	0.4868	0.2895
2008	01	220,328.81	0.0000	1.3408	0.5768	0.3334
	02	282,991.71	0.0000	1.7871	0.7408	0.5200
	03	454,988.74	0.0000	2.3444	1.1911	0.6918
	04	428,817.92	0.0000	2.4150	1.1226	0.6566
	05	472,278.06	0.0000	2.6389	1.2363	0.7400
	06	267,041.68	-0.8775	2.2313	0.6991	0.6350
	07	213,003.96	-0.9300	2.0654	0.5576	0.6049
	08	255,918.61	-1.2749	2.1158	0.6699	0.5935
	09	288,274.77	-0.0143	1.5347	0.7546	0.3924

表77. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	558,177.60	0.0000	2.6757	1.1290	0.7384
	11	411,436.22	0.0000	1.9416	0.8322	0.5571
	12	317,061.69	0.0000	1.8678	0.6413	0.4496
2008	01	354,029.46	0.0000	2.0383	0.7161	0.5228
	02	389,778.04	0.0000	2.1641	0.7884	0.5792
	03	685,149.41	0.0000	2.9566	1.3858	0.9555
	04	669,303.89	0.0000	2.8913	1.3538	0.9060
	05	747,226.27	0.0000	3.4875	1.5114	1.0420
	06	799,558.51	0.0000	3.3000	1.6172	1.0299
	07	781,483.25	0.0000	3.3054	1.5807	1.0682
	08	783,589.39	0.0000	3.1659	1.5849	1.0654
	09	679,696.18	0.0000	2.6017	1.3748	0.8561

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	352,491.38	0.0000	1.7186	0.7130	0.4575
	11	279,790.85	0.0000	1.2839	0.5659	0.3712
	12	233,993.09	0.0000	1.3427	0.4733	0.3219
2008	01	262,495.75	0.0000	1.4764	0.5309	0.3769
	02	314,221.85	0.0000	1.7346	0.6356	0.4607
	03	565,855.63	0.0000	2.3754	1.1445	0.7881
	04	510,626.21	0.0000	2.1488	1.0328	0.6936
	05	591,144.19	0.0000	2.6040	1.1957	0.7872
	06	477,951.81	-0.3469	2.2950	0.9667	0.6762
	07	436,510.21	-0.4476	2.1041	0.8829	0.6433
	08	446,845.64	-0.7401	2.0615	0.9038	0.6361
	09	379,736.77	-0.1472	1.4711	0.7681	0.4778

表78. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	392,599.04	0.0000	3.5650	2.2919	0.8431
	11	275,174.61	0.0000	2.2875	1.6064	0.6042
	12	231,393.75	0.0000	2.1235	1.3508	0.5382
2008	01	230,729.11	0.0000	2.5110	1.3469	0.6021
	02	250,392.64	0.0000	2.3925	1.4617	0.6594
	03	386,815.96	0.0000	3.2418	2.2581	0.8148
	04	352,871.15	0.0000	3.3375	2.0600	0.8730
	05	393,342.49	0.0000	3.7588	2.2962	0.9844
	06	400,006.06	0.0000	3.4388	2.3351	0.7186
	07	407,817.34	0.0000	3.7006	2.3807	0.8643
	08	418,674.33	0.0000	3.7006	2.4441	0.8821
	09	292,628.36	0.0000	2.7314	1.7083	0.6917

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	232,193.72	0.0000	2.3676	1.3555	0.4980
	11	164,500.42	0.0000	1.4625	0.9603	0.3600
	12	150,211.60	0.0000	1.4764	0.8769	0.3318
2008	01	153,833.40	0.0000	1.7263	0.8980	0.3838
	02	177,965.28	0.0000	1.7291	1.0389	0.4412
	03	254,966.35	0.0000	2.3715	1.4884	0.5989
	04	232,496.93	0.0000	2.1488	1.3573	0.5714
	05	263,567.32	0.0000	2.5653	1.5386	0.6325
	06	203,665.42	0.0000	2.0625	1.1889	0.4643
	07	207,360.36	-0.1027	2.1468	1.2105	0.4720
	08	227,803.31	0.0000	2.2165	1.3299	0.5063
	09	148,683.60	0.0000	1.3179	0.8680	0.3262

表79. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,150,276.23	0.0000	3.5766	1.2402	1.0478
	11	795,489.85	0.0000	2.2950	0.8577	0.7308
	12	706,163.26	0.0000	2.2785	0.7614	0.6565
2008	01	706,853.32	0.0000	2.2126	0.7621	0.6772
	02	732,308.55	0.0000	2.3907	0.7896	0.7194
	03	1,200,797.15	0.0000	3.0521	1.2947	1.1318
	04	990,672.03	0.0000	2.9700	1.0681	0.9521
	05	1,048,668.60	0.0000	3.7278	1.1306	1.0513
	06	1,117,906.48	0.0000	3.3413	1.2053	1.0157
	07	1,159,337.90	0.0000	3.3054	1.2500	1.0737
	08	1,218,874.13	0.0000	3.5263	1.3142	1.1430
	09	936,923.40	0.0000	2.7005	1.0102	0.8246

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	777,168.95	-0.4495	2.4684	0.8379	0.7020
	11	548,363.04	0.0000	1.5825	0.5912	0.4932
	12	515,024.98	0.0000	1.6585	0.5553	0.4673
2008	01	504,073.99	0.0000	1.6275	0.5435	0.4710
	02	572,340.77	0.0000	1.7871	0.6171	0.5508
	03	925,785.98	0.0000	2.4684	0.9982	0.8943
	04	748,236.51	0.0000	2.1638	0.8067	0.7271
	05	897,228.26	0.0000	2.9063	0.9674	0.8931
	06	671,636.14	-0.0075	2.1375	0.7241	0.6246
	07	670,096.49	-0.2945	2.1584	0.7225	0.6281
	08	745,398.36	-0.2480	2.3444	0.8037	0.7104
	09	520,258.87	-0.0801	1.4031	0.5609	0.4571

表80. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-CW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,331,819.51	0.0000	3.3751	1.3841	1.0081
	11	978,730.60	0.0000	2.4413	1.0172	0.7875
	12	700,003.39	0.0000	2.2088	0.7275	0.5798
2010	01	879,220.83	0.0000	2.4132	0.9138	0.7537
	02	882,142.07	0.0000	2.1998	0.9168	0.7613
	03	1,346,050.45	0.0000	3.0923	1.3989	1.0928
	04	1,249,512.92	0.0000	3.0609	1.2986	1.0177
	05	1,281,217.41	0.0000	3.3635	1.3316	1.0067
	06	1,333,128.10	0.0000	3.3675	1.3855	1.0359
	07	1,307,504.71	0.0000	3.4294	1.3589	1.0569
	08	1,290,723.95	0.0000	3.1465	1.3414	1.0214
	09	1,234,762.39	0.0000	2.8875	1.2833	0.9512

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	888,511.84	0.0000	2.3095	0.9234	0.6632
	11	689,076.64	0.0000	1.6950	0.7161	0.5362
	12	551,361.77	0.0000	1.5975	0.5730	0.4420
2010	01	878,309.63	0.0000	2.4132	0.9128	0.7542
	02	715,462.09	0.0000	1.6905	0.7436	0.5977
	03	971,302.41	0.0000	2.3599	1.0095	0.7961
	04	957,629.55	0.0000	2.2800	0.9953	0.7752
	05	766,578.97	-0.5096	2.3812	0.7967	0.6622
	06	838,058.88	-0.1050	2.4375	0.8710	0.6542
	07	761,073.26	-0.6394	2.2049	0.7910	0.6271
	08	712,740.03	-0.2480	1.8910	0.7407	0.5599
	09	722,271.58	-0.0825	2.0250	0.7506	0.5608

表81. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-EN 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	600,832.70	0.0000	2.7706	1.7128	0.6567
	11	452,875.78	0.0000	2.1900	1.2910	0.5353
	12	322,463.08	0.0000	1.6838	0.9192	0.3705
2010	01	375,748.90	0.0000	1.9375	1.0711	0.4646
	02	431,557.67	0.0000	2.2645	1.2302	0.5177
	03	696,829.12	0.0000	3.0622	1.9864	0.7763
	04	651,649.59	0.0000	3.2213	1.8576	0.7927
	05	763,544.26	0.0000	3.4371	2.1766	0.8675
	06	741,934.98	0.0000	3.5513	2.1150	0.7926
	07	753,213.20	0.0000	3.4681	2.1471	0.7828
	08	712,516.90	0.0000	3.6348	2.0311	0.7898
	09	671,452.25	0.0000	2.9944	1.9141	0.6774

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	425,085.41	0.0000	1.9608	1.2118	0.4315
	11	315,537.58	0.0000	1.4588	0.8995	0.3377
	12	252,654.93	0.0000	1.5525	0.7202	0.2681
2010	01	375,654.18	0.0000	1.9375	1.0709	0.4646
	02	353,855.47	0.0000	1.6975	1.0087	0.4015
	03	551,692.64	0.0000	2.2649	1.5727	0.5871
	04	531,465.51	0.0000	2.4263	1.5150	0.5854
	05	539,018.23	0.0000	2.5265	1.5365	0.6353
	06	462,968.30	-0.3938	2.5088	1.3198	0.5236
	07	473,106.42	-0.2945	2.2591	1.3487	0.4916
	08	432,911.76	0.0000	2.3056	1.2341	0.4574
	09	408,822.32	0.0000	1.8225	1.1654	0.3953

表82. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-ES 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	981,254.13	0.0000	3.9951	2.1175	0.7957
	11	721,560.14	0.0000	2.4638	1.5571	0.6236
	12	543,341.13	0.0000	2.2594	1.1725	0.4878
2010	01	662,124.46	0.0000	2.4994	1.4288	0.6241
	02	682,073.83	0.0000	2.3433	1.4719	0.6320
	03	928,588.72	0.0000	3.0690	2.0039	0.8756
	04	897,318.49	0.0000	3.2053	1.9364	0.8924
	05	910,947.09	0.0000	3.9254	1.9658	0.8482
	06	979,604.43	0.0000	3.6188	2.1140	0.8494
	07	950,526.08	0.0000	3.6193	2.0512	0.8041
	08	875,177.24	0.0000	3.7433	1.8886	0.7794
	09	895,506.60	0.0000	3.1613	1.9325	0.6949

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	666,350.66	0.0000	2.4064	1.4380	0.5092
	11	492,167.87	0.0000	1.6538	1.0621	0.3878
	12	411,868.99	0.0000	1.6059	0.8888	0.3431
2010	01	661,971.53	0.0000	2.4994	1.4285	0.6230
	02	533,002.68	0.0000	1.7483	1.1502	0.4657
	03	704,738.72	0.0000	2.3754	1.5208	0.6449
	04	679,909.75	0.0000	2.3738	1.4672	0.6182
	05	583,077.68	-0.4766	2.6854	1.2583	0.5997
	06	574,458.44	-0.2138	2.4713	1.2397	0.5202
	07	547,103.94	-0.2286	2.2010	1.1806	0.4785
	08	499,976.16	0.0000	2.2785	1.0789	0.4100
	09	507,691.77	-0.5775	1.9350	1.0956	0.3977

表83. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	550,473.46	0.0000	2.6389	1.4410	0.8286
	11	440,465.10	0.0000	2.4878	1.1531	0.6898
	12	360,313.86	0.0000	2.0588	0.9432	0.5751
2010	01	362,127.98	0.0000	2.0111	0.9480	0.5945
	02	351,416.32	0.0000	2.2925	0.9199	0.6011
	03	603,097.78	0.0000	2.9324	1.5788	0.9140
	04	556,123.24	0.0000	3.0408	1.4558	0.8933
	05	658,079.04	0.0000	3.4449	1.7227	1.0085
	06	589,364.88	0.0000	3.3113	1.5428	0.9393
	07	557,338.00	0.0000	3.6154	1.4590	0.9699
	08	634,028.32	0.0000	3.3325	1.6598	0.9518
	09	613,117.64	0.0000	2.9231	1.6050	0.9053

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	345,167.56	0.0000	1.6779	0.9036	0.5172
	11	271,373.18	0.0000	1.4550	0.7104	0.4112
	12	262,021.82	0.0000	1.4513	0.6859	0.4014
2010	01	361,770.81	0.0000	2.0111	0.9470	0.5939
	02	270,688.26	0.0000	1.6660	0.7086	0.4409
	03	473,359.12	0.0000	2.2223	1.2392	0.6992
	04	418,740.76	0.0000	2.1713	1.0962	0.6446
	05	379,753.84	-0.3914	2.3405	0.9941	0.6998
	06	294,825.69	-0.9975	2.2125	0.7718	0.6422
	07	184,647.72	-2.0499	2.2398	0.4834	0.6991
	08	273,106.70	-0.4766	2.1099	0.7149	0.5246
	09	308,970.77	0.0000	1.7175	0.8088	0.4893

表84. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	674,287.44	0.0000	3.3073	1.3639	0.8944
	11	478,599.47	0.0000	2.3175	0.9680	0.6465
	12	331,702.85	0.0000	1.9594	0.6709	0.4607
2010	01	419,279.88	0.0000	2.1797	0.8481	0.6081
	02	441,444.32	0.0000	2.1840	0.8929	0.6414
	03	725,250.19	0.0000	3.0884	1.4669	1.0048
	04	718,872.43	0.0000	3.0281	1.4540	0.9929
	05	791,835.98	0.0000	3.2821	1.6016	1.0815
	06	800,661.02	0.0000	3.0619	1.6195	1.0590
	07	756,827.52	0.0000	3.5534	1.5308	1.0667
	08	766,112.35	0.0000	3.4526	1.5496	1.0380
	09	693,905.23	0.0000	2.7769	1.4035	0.9290

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	450,758.32	0.0000	1.8503	0.9117	0.5841
	11	328,782.92	0.0000	1.5300	0.6650	0.4299
	12	258,308.18	0.0000	1.4400	0.5225	0.3468
2010	01	419,211.65	0.0000	2.1797	0.8479	0.6081
	02	357,156.04	0.0000	1.6450	0.7224	0.5013
	03	562,909.01	0.0000	2.3657	1.1386	0.7778
	04	581,617.10	0.0000	2.2406	1.1764	0.7895
	05	546,485.04	0.0000	2.3681	1.1054	0.7766
	06	507,615.31	0.0000	2.0250	1.0267	0.6864
	07	439,673.38	-0.6045	2.3250	0.8893	0.6659
	08	433,307.98	-0.2829	2.3056	0.8764	0.6061
	09	411,764.01	-0.1800	1.6200	0.8329	0.5526

表85. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SE 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	399,161.55	0.0000	4.3013	2.3302	0.9304
	11	297,143.83	0.0000	2.4975	1.7346	0.6955
	12	237,997.37	0.0000	2.3550	1.3894	0.5697
2010	01	293,548.25	0.0000	2.5614	1.7137	0.7164
	02	300,343.72	0.0000	2.5130	1.7533	0.7022
	03	358,424.69	0.0000	3.3151	2.0924	0.9248
	04	378,871.06	0.0000	3.3675	2.2117	0.9629
	05	340,407.36	0.0000	3.2235	1.9872	0.9205
	06	396,790.76	0.0000	3.4988	2.3164	0.9246
	07	383,028.51	0.0000	3.3887	2.2360	0.8737
	08	326,859.24	0.0000	3.3558	1.9081	0.8145
	09	348,605.78	0.0000	3.1500	2.0351	0.7962

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	246,036.48	0.0000	2.5226	1.4363	0.5516
	11	179,690.27	0.0000	1.5150	1.0490	0.3919
	12	162,162.69	0.0000	1.5506	0.9467	0.3688
2010	01	293,623.62	0.0000	2.5614	1.7141	0.7157
	02	203,199.49	0.0000	1.7290	1.1862	0.4714
	03	262,112.98	0.0000	2.2901	1.5301	0.6432
	04	245,793.23	0.0000	2.3363	1.4349	0.6512
	05	193,933.87	-1.0153	2.2732	1.1321	0.6710
	06	224,377.31	0.0000	2.1863	1.3099	0.5186
	07	199,718.67	-0.1550	2.1041	1.1659	0.4683
	08	155,400.45	-0.3856	1.9026	0.9072	0.3680
	09	183,004.93	-0.1763	1.7925	1.0683	0.4236

表86. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SW 區各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,215,460.93	0.0000	3.6018	1.3105	1.1086
	11	881,479.31	0.0000	2.5125	0.9504	0.8303
	12	658,788.41	0.0000	2.2547	0.7103	0.6348
2010	01	846,464.33	0.0000	2.5207	0.9126	0.8635
	02	813,687.40	0.0000	2.3695	0.8773	0.8421
	03	1,116,487.40	0.0000	3.1581	1.2038	1.1249
	04	980,821.98	0.0000	3.2194	1.0575	0.9928
	05	936,747.18	0.0000	3.5340	1.0100	0.9357
	06	1,136,873.85	0.0000	3.7238	1.2257	1.0851
	07	1,116,070.03	0.0000	3.4449	1.2033	1.0552
	08	1,047,110.40	0.0000	3.1581	1.1290	0.9665
	09	968,578.98	0.0000	3.1725	1.0443	0.9141

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	836,605.00	0.0000	2.3676	0.9020	0.7559
	11	630,316.94	0.0000	1.7138	0.6796	0.5835
	12	511,917.86	0.0000	1.6003	0.5519	0.4810
2010	01	846,237.09	0.0000	2.5207	0.9124	0.8636
	02	646,410.92	0.0000	1.7238	0.6969	0.6484
	03	831,716.15	0.0000	2.3328	0.8967	0.8387
	04	748,904.31	0.0000	2.3663	0.8074	0.7578
	05	579,879.49	-1.0346	2.5071	0.6252	0.6069
	06	732,481.07	-0.0638	2.5425	0.7897	0.6951
	07	662,079.18	-0.1318	2.2165	0.7138	0.6213
	08	571,015.38	-0.9804	1.8445	0.6157	0.5179
	09	566,561.52	-0.2100	2.1188	0.6108	0.5386

附錄 I 各月份地理氣候分區與國有林區交集碳匯成果

以地理氣候分區與國有林區交集分析，2006 年 10 月至 2008 年 09 月成果如表 87 至表 100 所示；2009 年 10 月至 2010 年 09 月成果如表 101 至表 107 所示。

表87. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-CW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	575,305.33	0.0000	3.0303	1.9723	0.4469
	11	371,684.14	0.0000	2.1525	1.2742	0.3466
	12	312,997.02	0.0000	1.8891	1.0730	0.3236
2007	01	388,363.55	0.0000	2.4393	1.3314	0.3936
	02	469,050.68	0.0000	2.4763	1.6080	0.4864
	03	480,394.90	0.0000	2.8210	1.6469	0.5333
	04	505,807.80	0.0000	2.8575	1.7340	0.5004
	05	635,879.75	0.0000	4.3323	2.1799	0.7381
	06	556,788.21	0.0000	3.2175	1.9088	0.7167
	07	685,763.36	0.0000	3.5495	2.3509	0.6348
	08	503,926.34	0.0000	3.2628	1.7276	0.4633
	09	585,080.19	0.0000	2.9738	2.0058	0.5623

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	443,098.13	0.0000	2.1099	1.5190	0.3145
	11	250,253.22	0.0000	1.4025	0.8579	0.2109
	12	250,553.67	0.0000	1.3606	0.8589	0.2180
2007	01	318,749.34	0.0000	1.8542	1.0927	0.3100
	02	379,460.86	0.0000	1.8725	1.3009	0.3181
	03	363,548.63	0.0000	2.0964	1.2463	0.3892
	04	407,262.79	-0.4282	2.2591	1.3962	0.4212
	05	476,025.23	-0.0126	2.9489	1.6319	0.5332
	06	372,200.45	-0.2625	2.1038	1.2760	0.4285
	07	407,262.79	-0.4282	2.2591	1.3962	0.4212
	08	255,862.03	-0.4108	2.0770	0.8771	0.2445
	09	334,506.98	0.0000	1.9425	1.1468	0.3026

表88. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-EN 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	512,231.60	0.0000	3.1155	2.0286	0.5564
	11	279,545.28	0.0000	2.0100	1.1071	0.3443
	12	255,519.90	0.0000	2.0799	1.0120	0.3236
2007	01	278,484.78	0.0000	2.3986	1.1029	0.3528
	02	386,254.30	0.0000	2.1735	1.5297	0.4105
	03	317,652.58	0.0000	2.8210	1.2580	0.6213
	04	444,023.78	0.0000	3.0000	1.7585	0.4739
	05	632,972.05	0.0000	4.6113	2.5068	0.7726
	06	514,170.80	0.0000	3.5213	2.0363	0.6997
	07	637,736.73	0.0000	3.4333	2.5257	0.5791
	08	435,408.48	0.0000	3.5146	1.7244	0.5241
	09	443,917.73	0.0000	2.7169	1.7581	0.6296

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	371,687.58	0.0000	2.0228	1.4720	0.3184
	11	189,801.98	0.0000	1.2825	0.7517	0.1912
	12	196,981.06	0.0000	1.4877	0.7801	0.1905
2007	01	237,788.09	0.0000	1.9104	0.9417	0.2643
	02	313,286.85	0.0000	1.6135	1.2407	0.2648
	03	250,078.78	0.0000	2.0421	0.9904	0.4602
	04	378,479.83	-0.1008	2.2746	1.4989	0.4386
	05	495,920.10	0.0000	3.2821	1.9640	0.5067
	06	334,681.18	0.0000	2.0813	1.3255	0.4004
	07	378,479.83	-0.1008	2.2746	1.4989	0.4386
	08	244,268.25	0.0000	2.3831	0.9674	0.2807
	09	273,338.83	0.0000	1.6988	1.0825	0.2544

表89. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-ES 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	697,212.71	0.0000	3.2240	2.2211	0.4838
	11	426,147.50	0.0000	2.2425	1.3576	0.3933
	12	411,315.73	0.0000	2.1041	1.3103	0.3763
2007	01	508,656.12	0.0000	2.5885	1.6204	0.4102
	02	538,354.20	0.0000	2.3310	1.7151	0.4287
	03	609,477.66	0.0000	3.0070	1.9416	0.5748
	04	644,807.10	0.0000	3.0975	2.0542	0.5376
	05	784,910.09	0.0000	4.6810	2.5005	0.8208
	06	667,944.67	0.0000	3.2175	2.1279	0.6569
	07	811,422.08	0.0000	3.7123	2.5850	0.5449
	08	544,205.29	0.0000	3.5030	1.7337	0.4824
	09	576,973.31	0.0000	2.9259	1.8381	0.8020

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	492,681.75	-0.6510	2.1313	1.5696	0.3473
	11	285,071.11	0.0000	1.4963	0.9082	0.2316
	12	289,131.41	0.0000	1.4028	0.9211	0.1979
2007	01	417,669.06	0.0000	2.0886	1.3306	0.2983
	02	409,463.72	0.0000	1.7745	1.3044	0.2779
	03	416,736.78	0.0000	2.0964	1.3276	0.3771
	04	450,311.52	-0.4534	2.2398	1.4346	0.3851
	05	574,766.60	0.0000	3.3713	1.8311	0.5576
	06	415,468.62	0.0000	2.0100	1.3236	0.3691
	07	450,311.52	-0.4534	2.2398	1.4346	0.3851
	08	260,588.79	-0.3565	2.1235	0.8302	0.2480
	09	365,718.61	0.0000	1.7775	1.1651	0.2882

表90. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	304,236.18	0.0000	3.0438	2.1365	0.4888
	11	158,459.87	0.0000	2.0963	1.1128	0.3719
	12	132,318.65	0.0000	1.8174	0.9292	0.3242
2007	01	149,645.31	0.0000	2.4025	1.0509	0.4420
	02	196,214.38	0.0000	2.1700	1.3779	0.4109
	03	194,767.60	0.0000	2.8055	1.3678	0.4450
	04	285,997.58	0.0000	2.9381	2.0084	0.4371
	05	355,288.00	0.0000	4.0339	2.4950	0.7436
	06	291,104.05	0.0000	3.5550	2.0443	0.7159
	07	296,852.74	0.0000	3.3848	2.0846	0.6763
	08	270,888.94	0.0000	3.3422	1.9023	0.5560
	09	289,950.61	0.0000	2.9213	2.0362	0.5676

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	193,363.54	0.0000	1.9084	1.3579	0.3082
	11	88,690.14	0.0000	1.2638	0.6228	0.1887
	12	89,236.67	-0.1608	1.0579	0.6267	0.1565
2007	01	125,990.39	0.0000	1.9298	0.8848	0.3584
	02	162,902.75	0.0000	1.6765	1.1440	0.2622
	03	139,163.11	0.0000	1.9491	0.9773	0.3102
	04	117,797.27	-1.1199	2.1390	0.8272	0.7348
	05	236,432.42	0.0000	2.9101	1.6603	0.5861
	06	176,173.01	0.0000	2.2950	1.2372	0.4257
	07	117,797.27	-1.1199	2.1390	0.8272	0.7348
	08	125,672.56	-0.2790	2.0421	0.8825	0.3306
	09	150,666.32	0.0000	1.6313	1.0581	0.2638

表91. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-NW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	418,910.53	0.0000	2.7038	1.8389	0.3572
	11	263,366.41	0.0000	1.7288	1.1561	0.2564
	12	198,980.34	0.0000	1.7864	0.8735	0.2372
2007	01	234,675.00	0.0000	1.8111	1.0302	0.2888
	02	343,800.32	0.0000	2.3258	1.5092	0.3464
	03	317,147.72	0.0000	2.6931	1.3922	0.3953
	04	388,599.46	0.0000	3.0900	1.7059	0.4386
	05	539,961.17	0.0000	4.2470	2.3703	0.7294
	06	425,970.05	0.0000	3.4725	1.8699	0.7192
	07	547,038.92	0.0000	3.5921	2.4014	0.5515
	08	372,097.63	0.0000	3.6890	1.6334	0.4467
	09	421,575.79	0.0000	2.7600	1.8506	0.4644

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	310,871.83	0.0000	1.8697	1.3647	0.2161
	11	166,107.43	0.0000	1.2150	0.7292	0.1497
	12	158,394.12	0.0000	1.2323	0.6953	0.1588
2007	01	191,814.43	0.0000	1.5340	0.8420	0.2233
	02	285,793.32	0.0000	1.7115	1.2546	0.2270
	03	233,278.59	0.0000	2.0266	1.0241	0.3259
	04	330,460.35	-0.1589	2.3173	1.4507	0.4044
	05	431,651.39	0.0000	3.2976	1.8949	0.4945
	06	270,505.67	0.0000	2.1525	1.1875	0.4095
	07	330,460.35	-0.1589	2.3173	1.4507	0.4044
	08	190,355.38	0.0000	2.3638	0.8356	0.2254
	09	238,114.78	0.0000	1.5694	1.0453	0.2230

表92. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	204,388.61	0.0000	3.0942	2.3684	0.5094
	11	141,078.93	0.0000	2.2875	1.6348	0.4436
	12	128,551.62	0.0000	2.1545	1.4896	0.5003
2007	01	151,787.03	0.0000	2.6738	1.7588	0.5385
	02	167,724.91	0.0000	2.5428	1.9435	0.4937
	03	190,506.39	0.0000	2.9431	2.2075	0.5159
	04	194,362.27	0.0000	3.4069	2.2522	0.5352
	05	222,356.27	0.0000	4.7081	2.5766	0.7824
	06	176,550.81	0.0000	3.6563	2.0458	0.6090
	07	246,062.01	0.0000	3.5611	2.8512	0.5290
	08	153,779.70	0.0000	3.3093	1.7819	0.5041
	09	124,504.15	0.0000	2.8144	1.4427	0.7153

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	127,367.58	0.0000	1.8988	1.4759	0.3483
	11	86,150.79	0.0000	1.5075	0.9983	0.2338
	12	82,859.65	0.0000	1.4880	0.9601	0.2533
2007	01	117,668.32	0.0000	2.0731	1.3635	0.3705
	02	116,864.01	0.0000	1.6958	1.3542	0.3080
	03	120,035.53	0.0000	1.9511	1.3909	0.3531
	04	131,421.96	0.0000	1.9840	1.5229	0.3478
	05	134,357.02	-0.0891	2.9411	1.5569	0.5413
	06	90,915.32	0.0000	2.3738	1.0535	0.3928
	07	131,421.96	0.0000	1.9840	1.5229	0.3478
	08	64,000.77	0.0000	2.0150	0.7416	0.2663
	09	89,275.62	0.0000	1.6275	1.0345	0.2285

表93. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月地理氣候區-SW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	578,249.26	0.0000	3.1717	2.0608	0.5834
	11	428,490.23	0.0000	2.2800	1.5271	0.4169
	12	332,404.37	0.0000	2.1264	1.1846	0.3731
2007	01	460,972.49	0.0000	2.5420	1.6428	0.5036
	02	528,658.82	0.0000	2.5664	1.8840	0.5553
	03	528,204.25	0.0000	2.7513	1.8824	0.6482
	04	538,679.04	0.0000	2.9053	1.9197	0.6209
	05	638,999.16	0.0000	4.6771	2.2773	0.8545
	06	547,010.06	0.0000	3.7575	1.9494	0.7666
	07	689,204.11	0.0000	3.5379	2.4562	0.6286
	08	479,536.98	0.0000	3.2124	1.7090	0.4931
	09	525,468.40	0.0000	2.9175	1.8727	0.7555

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	426,113.55	0.0000	2.2708	1.5186	0.4498
	11	283,537.88	0.0000	1.4475	1.0105	0.2632
	12	257,362.67	0.0000	1.3446	0.9172	0.2450
2007	01	371,814.64	0.0000	2.0809	1.3251	0.3824
	02	405,834.59	0.0000	1.8603	1.4463	0.4060
	03	383,813.10	0.0000	2.0344	1.3678	0.4645
	04	405,837.39	-0.0233	2.1584	1.4463	0.4167
	05	455,371.71	0.0000	3.4255	1.6229	0.6266
	06	341,574.38	0.0000	2.3775	1.2173	0.4839
	07	405,837.39	-0.0233	2.1584	1.4463	0.4167
	08	228,221.80	-0.1550	1.9181	0.8133	0.2916
	09	315,632.91	-0.0150	1.8113	1.1249	0.3591

表94. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-CW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	559,107.22	0.0000	3.0574	1.9167	0.4767
	11	383,244.21	0.0000	2.1347	1.3138	0.3585
	12	328,941.34	0.0000	2.1216	1.1277	0.3374
2008	01	342,942.94	0.0000	2.1099	1.1757	0.3938
	02	345,124.86	0.0000	2.3001	1.1832	0.4360
	03	640,433.18	0.0000	3.0037	2.1955	0.5124
	04	533,881.01	0.0000	2.9438	1.8302	0.5759
	05	605,502.11	0.0000	3.5689	2.0758	0.7175
	06	639,479.33	0.0000	3.1350	2.1923	0.5685
	07	647,725.68	0.0000	3.4449	2.2205	0.5591
	08	666,102.78	0.0000	3.4410	2.2835	0.5949
	09	530,864.83	0.0000	2.6144	1.8199	0.4155

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	372,261.71	0.0000	2.2475	1.2762	0.3218
	11	263,909.74	0.0000	1.4888	0.9047	0.2440
	12	246,311.77	0.0000	1.5423	0.8444	0.2272
2008	01	254,560.76	0.0000	1.6934	0.8727	0.2763
	02	273,830.46	0.0000	1.8596	0.9387	0.3400
	03	510,279.56	0.0000	2.4994	1.7493	0.4081
	04	415,710.42	0.0000	2.3850	1.4251	0.4374
	05	515,614.75	0.0000	2.8869	1.7676	0.4995
	06	399,042.68	0.0000	2.0400	1.3680	0.3659
	07	370,216.89	-0.2180	2.0633	1.2692	0.3771
	08	393,905.85	-0.0581	2.2514	1.3504	0.3741
	09	308,070.20	0.0000	1.4589	1.0561	0.2242

表95. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-EN 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	408,686.40	0.0000	2.7706	1.6186	0.3945
	11	280,110.88	0.0000	2.0085	1.1094	0.3389
	12	245,718.36	0.0000	1.6663	0.9731	0.2492
2008	01	231,516.49	0.0000	2.1661	0.9169	0.2951
	02	223,414.78	0.0000	2.2312	0.8848	0.4239
	03	527,634.10	0.0000	2.9838	2.0896	0.4732
	04	440,291.83	0.0000	3.2588	1.7437	0.6519
	05	520,690.35	0.0000	3.6774	2.0621	0.8514
	06	590,433.38	0.2025	3.4088	2.3384	0.5966
	07	608,151.30	0.0000	3.3616	2.4085	0.5653
	08	604,457.23	0.0000	3.3868	2.3939	0.5986
	09	423,558.65	0.0000	2.4874	1.6775	0.4500

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	262,377.80	0.0000	1.9143	1.0391	0.2283
	11	192,718.86	0.0000	1.4428	0.7632	0.1970
	12	180,855.15	0.0000	1.1722	0.7163	0.1555
2008	01	165,135.76	0.0000	1.7709	0.6540	0.1950
	02	170,827.87	-0.0109	1.6711	0.6765	0.3118
	03	448,147.10	0.0000	2.3986	1.7748	0.3789
	04	381,615.88	0.0000	2.4488	1.5114	0.5002
	05	444,773.70	0.0000	2.8830	1.7615	0.5202
	06	378,929.28	0.0000	2.2088	1.5007	0.3955
	07	353,744.93	0.0000	2.0538	1.4010	0.4030
	08	370,798.78	0.0000	2.1429	1.4685	0.3884
	09	253,010.05	0.0000	1.4619	1.0020	0.2501

表96. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-ES 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	745,496.81	0.0000	3.1388	2.3750	0.4272
	11	452,577.88	0.0000	2.2125	1.4418	0.3589
	12	395,749.43	0.0000	1.9995	1.2608	0.3036
2008	01	378,958.91	0.0000	2.5885	1.2073	0.3666
	02	374,906.47	0.0000	2.4143	1.1944	0.4298
	03	741,463.19	0.3323	3.0109	2.3621	0.4722
	04	597,806.86	0.0000	3.4763	1.9045	0.7356
	05	748,952.84	0.0000	3.8595	2.3860	0.8021
	06	750,060.91	0.1388	3.4313	2.3895	0.4840
	07	783,255.84	0.0000	3.3945	2.4952	0.5274
	08	837,475.78	0.0000	3.7588	2.6680	0.5982
	09	550,100.33	0.0990	2.5918	1.7525	0.4731

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	479,990.77	0.0000	2.1545	1.5291	0.2800
	11	297,196.75	0.0000	1.5038	0.9468	0.2160
	12	281,566.10	0.0000	1.4531	0.8970	0.1889
2008	01	263,617.61	0.0000	2.0266	0.8398	0.2491
	02	271,177.58	0.0000	1.7690	0.8639	0.2846
	03	577,080.04	0.0000	2.2998	1.8384	0.3674
	04	477,011.86	0.0000	2.5313	1.5196	0.4800
	05	563,409.69	0.0000	2.7648	1.7949	0.4442
	06	456,008.81	0.0000	2.2013	1.4527	0.3084
	07	423,498.19	0.0000	1.9220	1.3492	0.3578
	08	488,572.79	-0.2674	2.3521	1.5565	0.4059
	09	307,364.92	0.0167	1.3758	0.9792	0.2405

表97. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	215,213.39	0.0000	3.0244	1.5113	0.5261
	11	161,602.64	0.0000	2.6148	1.1349	0.3399
	12	131,305.19	0.0000	1.9026	0.9221	0.2777
2008	01	155,616.14	0.0000	1.7166	1.0928	0.3113
	02	151,327.06	0.0000	2.2475	1.0627	0.5520
	03	277,403.74	0.0000	2.8534	1.9481	0.4313
	04	265,726.94	0.0000	3.2813	1.8661	0.5220
	05	303,769.10	0.0000	3.7704	2.1332	0.7886
	06	278,551.49	0.0000	3.4088	1.9561	0.7187
	07	279,116.82	0.0000	3.2744	1.9601	0.6256
	08	285,231.47	0.0000	3.2395	2.0030	0.6398
	09	264,241.71	0.0000	2.6910	1.8556	0.4340

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	130,235.76	0.0000	1.8600	0.9146	0.2916
	11	98,003.95	0.0000	1.6598	0.6882	0.1869
	12	85,033.59	-0.0717	1.0773	0.5971	0.1540
2008	01	103,817.57	0.0000	1.0966	0.7291	0.1834
	02	123,490.85	0.0000	1.7364	0.8672	0.4211
	03	222,810.43	0.0000	2.3444	1.5647	0.3667
	04	205,886.19	0.0000	2.3888	1.4458	0.3930
	05	228,321.31	0.0000	2.6389	1.6034	0.4657
	06	140,138.40	-0.6900	2.0663	0.9841	0.5932
	07	113,393.69	-0.7866	2.0654	0.7963	0.6119
	08	131,926.48	-0.6006	2.0848	0.9265	0.5301
	09	130,577.10	0.0000	1.4592	0.9170	0.2241

表98. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-NW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	338,166.82	0.0000	2.6757	1.4845	0.3366
	11	257,325.16	0.0000	1.8806	1.1296	0.2652
	12	198,808.12	0.0000	1.8678	0.8727	0.2481
2008	01	214,708.79	0.0000	1.8445	0.9425	0.3144
	02	240,108.03	0.0000	2.1179	1.0540	0.3491
	03	454,736.64	0.0000	2.8107	1.9962	0.4279
	04	436,483.02	0.0085	2.8913	1.9161	0.3918
	05	461,978.40	0.0000	3.4449	2.0280	0.6365
	06	506,716.04	0.0000	3.3000	2.2244	0.5242
	07	511,160.42	0.0000	3.3054	2.2439	0.5369
	08	516,989.82	0.0000	3.0981	2.2695	0.5142
	09	429,694.58	0.1124	2.5719	1.8863	0.3476

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	212,803.47	0.0000	1.7089	0.9342	0.2025
	11	175,106.90	0.0000	1.2628	0.7687	0.1675
	12	147,943.34	0.0000	1.3427	0.6494	0.1593
2008	01	157,792.50	0.0000	1.3456	0.6927	0.2196
	02	190,970.21	0.0000	1.6983	0.8383	0.2642
	03	375,746.99	0.0000	2.3638	1.6495	0.3296
	04	341,043.94	0.0000	2.1488	1.4971	0.2949
	05	378,268.73	0.0000	2.6040	1.6605	0.3728
	06	316,405.09	-0.2850	2.2950	1.3890	0.3644
	07	296,750.50	-0.0978	2.1041	1.3027	0.3869
	08	308,042.55	0.0000	2.0615	1.3523	0.3302
	09	246,522.88	0.0931	1.4498	1.0822	0.1893

表99. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	219,714.62	0.0000	3.5650	2.5459	0.4631
	11	153,731.37	0.0000	2.2875	1.7814	0.3510
	12	127,510.84	0.0000	2.1235	1.4775	0.3706
2008	01	127,029.29	0.0000	2.4761	1.4720	0.4630
	02	133,934.15	0.0000	2.3925	1.5520	0.5336
	03	217,408.69	0.0000	3.2418	2.5192	0.4539
	04	192,543.07	0.0000	3.1556	2.2311	0.6237
	05	216,208.25	0.0000	3.7588	2.5053	0.7454
	06	213,771.14	0.4688	3.3525	2.4771	0.4348
	07	224,855.51	0.0000	3.7006	2.6055	0.4858
	08	230,565.12	0.0000	3.5301	2.6717	0.4819
	09	150,558.98	0.0000	2.7314	1.7446	0.5315

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	131,667.91	0.0000	2.3676	1.5257	0.2983
	11	94,955.89	0.0000	1.4625	1.1003	0.2197
	12	84,509.28	0.0000	1.4764	0.9793	0.2195
2008	01	86,043.00	0.0000	1.6856	0.9970	0.2883
	02	96,656.00	0.0000	1.7291	1.1200	0.3460
	03	143,087.13	0.0000	2.3211	1.6580	0.3937
	04	126,581.39	0.0000	2.0381	1.4668	0.4164
	05	146,268.14	0.0000	2.5653	1.6949	0.4261
	06	113,282.56	0.0000	1.9988	1.3127	0.2926
	07	114,505.43	0.0000	2.1468	1.3268	0.3096
	08	125,107.38	0.0000	2.2165	1.4497	0.3187
	09	79,134.77	0.0000	1.3179	0.9170	0.2433

表100. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月地理氣候區-SW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	613,430.88	0.0000	3.4720	2.1861	0.5811
	11	423,181.28	0.0000	2.2238	1.5081	0.4120
	12	373,226.06	0.0000	2.2785	1.3301	0.3942
2008	01	382,339.95	0.0000	2.0789	1.3626	0.4101
	02	393,673.38	0.0000	2.3907	1.4030	0.4769
	03	665,291.38	0.0000	3.0521	2.3710	0.6597
	04	536,984.22	0.0000	3.0722	1.9137	0.6467
	05	568,694.83	0.0000	3.7510	2.0267	0.8023
	06	613,747.96	0.0000	3.2213	2.1873	0.5859
	07	633,061.66	0.0000	3.3054	2.2561	0.5958
	08	662,384.36	0.0000	3.5263	2.3606	0.6845
	09	491,470.90	0.0000	2.5319	1.7515	0.4925

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	415,532.12	0.0000	2.2843	1.4809	0.3930
	11	291,279.64	0.0000	1.5825	1.0381	0.2692
	12	274,104.67	0.0000	1.6585	0.9769	0.2663
2008	01	273,019.59	0.0000	1.5093	0.9730	0.2728
	02	304,397.69	0.0000	1.7871	1.0848	0.3486
	03	515,234.91	0.0000	2.4684	1.8362	0.5502
	04	409,325.25	0.0000	2.1413	1.4588	0.5018
	05	502,565.82	0.0000	2.8791	1.7910	0.6579
	06	366,682.47	-0.0038	2.1038	1.3068	0.3806
	07	365,540.43	-0.2945	2.1584	1.3027	0.3957
	08	401,976.34	-0.1279	2.3444	1.4326	0.4564
	09	274,776.99	0.0000	1.3937	0.9792	0.2792

表101. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-CW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	606,126.35	0.0000	3.3403	2.0779	0.4708
	11	444,019.91	0.0000	2.4413	1.5222	0.4189
	12	319,370.66	0.0000	2.2088	1.0949	0.3179
2010	01	397,493.76	0.0000	2.4132	1.3627	0.4553
	02	421,057.28	0.0000	2.1998	1.4435	0.4313
	03	645,669.20	0.0000	3.0923	2.2135	0.5616
	04	581,903.58	0.0000	3.0103	1.9949	0.6393
	05	586,419.10	0.0000	3.3635	2.0104	0.6640
	06	626,300.32	0.0000	3.2325	2.1471	0.5792
	07	639,473.49	0.0000	3.3693	2.1922	0.5503
	08	610,344.33	0.0000	3.1465	2.0924	0.5636
	09	563,351.46	0.0000	2.8875	1.9313	0.5043

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	413,140.54	0.0000	2.2553	1.4163	0.3080
	11	314,184.24	0.0000	1.6950	1.0771	0.2680
	12	251,435.48	0.0000	1.5975	0.8620	0.2238
2010	01	320,578.30	0.0000	1.8125	1.0990	0.3274
	02	346,099.13	0.0000	1.6905	1.1865	0.3214
	03	477,839.60	0.0000	2.3599	1.6381	0.4350
	04	468,012.23	0.0000	2.2800	1.6044	0.4490
	05	376,742.22	-0.2838	2.3720	1.2915	0.5335
	06	400,191.98	-0.1050	2.2538	1.3719	0.3821
	07	389,480.76	-0.6394	2.2010	1.3352	0.3489
	08	343,613.85	0.0000	2.0250	1.1780	0.2939
	09	352,289.01	-0.1163	1.9104	1.2077	0.3133

表102. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-EN 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	470,740.80	0.0000	2.6989	1.8643	0.4442
	11	353,679.28	0.0000	2.1656	1.4007	0.4003
	12	250,343.65	0.0000	1.6838	0.9915	0.2634
2010	01	296,440.05	0.0000	1.9375	1.1740	0.3450
	02	340,455.85	0.0000	2.2645	1.3483	0.3728
	03	552,858.85	0.0000	3.0031	2.1895	0.5212
	04	508,653.68	0.0000	3.0675	2.0145	0.6149
	05	605,495.00	0.0000	3.4216	2.3980	0.6216
	06	586,453.98	0.0000	3.1800	2.3226	0.5347
	07	595,549.03	0.0000	3.4681	2.3586	0.4988
	08	561,183.78	0.0000	3.6348	2.2225	0.5683
	09	538,011.85	0.0000	2.7844	2.1307	0.3874

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	332,593.00	0.0000	1.9608	1.3172	0.2737
	11	245,951.41	0.0000	1.4363	0.9741	0.2351
	12	196,400.31	0.0000	1.5525	0.7778	0.1783
2010	01	236,711.93	0.0000	1.3679	0.9375	0.2320
	02	278,305.50	0.0000	1.6975	1.1022	0.2810
	03	437,395.65	0.0000	2.2649	1.7323	0.3764
	04	416,713.38	0.0000	2.4150	1.6504	0.4161
	05	426,565.93	0.0000	2.5265	1.6894	0.4816
	06	365,102.38	-0.3938	2.1750	1.4460	0.3988
	07	373,141.98	-0.2945	2.2591	1.4778	0.3280
	08	325,002.85	0.0000	1.7513	1.2871	0.2277
	09	338,408.08	0.0000	2.2514	1.3402	0.3182

表103. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-ES 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	729,770.42	0.0000	3.9138	2.3249	0.5485
	11	543,985.56	0.0000	2.4638	1.7330	0.4396
	12	413,880.29	0.0000	2.2594	1.3185	0.3404
2010	01	504,917.57	0.0000	2.4994	1.6085	0.4504
	02	523,629.15	0.0000	2.3433	1.6681	0.4334
	03	706,720.74	0.0000	3.0690	2.2514	0.6590
	04	670,424.48	0.0000	3.2053	2.1358	0.7377
	05	678,017.72	0.0000	3.9254	2.1600	0.6615
	06	732,799.55	0.0000	3.6188	2.3345	0.6098
	07	718,893.78	0.0000	3.6193	2.2902	0.5055
	08	646,203.96	0.0000	3.5805	2.0586	0.5988
	09	673,698.46	0.0000	3.1575	2.1462	0.4411

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	500,077.23	0.0000	2.4064	1.5931	0.3343
	11	372,018.59	0.0000	1.6538	1.1852	0.2548
	12	313,987.89	0.0000	1.6059	1.0003	0.2240
2010	01	388,206.41	0.0000	1.7660	1.2367	0.3053
	02	407,009.02	0.0000	1.7483	1.2966	0.3096
	03	536,687.39	0.0000	2.3754	1.7097	0.4666
	04	510,112.61	0.0000	2.3550	1.6251	0.4696
	05	432,136.71	-0.4069	2.6544	1.3767	0.5086
	06	431,948.37	-0.0263	2.4713	1.3761	0.4018
	07	416,011.67	-0.2286	2.2010	1.3253	0.3331
	08	386,319.87	-0.5775	1.8731	1.2307	0.2625
	09	370,364.33	0.0000	2.2204	1.1799	0.2967

表104. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	262,927.36	0.0000	2.6118	1.8464	0.4161
	11	208,228.67	0.0000	2.2763	1.4623	0.4066
	12	163,711.58	0.0000	1.9594	1.1497	0.3465
2010	01	169,685.26	0.0000	1.9453	1.1916	0.3879
	02	166,381.58	0.0000	2.2925	1.1684	0.4149
	03	287,434.40	0.0000	2.8946	2.0185	0.4850
	04	256,432.50	0.0000	3.0408	1.8008	0.6094
	05	315,326.29	0.0000	3.4449	2.2144	0.6275
	06	287,250.70	0.0000	3.2775	2.0172	0.6107
	07	277,922.08	0.0000	3.3906	1.9517	0.7151
	08	294,349.34	0.0000	3.2473	2.0671	0.5632
	09	285,164.54	0.0000	2.9231	2.0026	0.4803

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	169,138.45	0.0000	1.6391	1.1878	0.2676
	11	127,086.16	0.0000	1.3875	0.8925	0.2285
	12	116,705.06	0.0000	1.3425	0.8196	0.2159
2010	01	129,247.08	0.0000	1.3727	0.9076	0.2544
	02	129,427.93	0.0000	1.6660	0.9089	0.2772
	03	226,854.59	0.0000	2.2223	1.5931	0.3321
	04	200,446.51	0.0000	2.1713	1.4076	0.3915
	05	194,928.51	-0.3914	2.3405	1.3689	0.5625
	06	144,449.14	-0.9975	2.1863	1.0144	0.5932
	07	110,803.29	-1.5384	2.2398	0.7781	0.7204
	08	149,666.67	0.0000	1.7175	1.0510	0.3064
	09	138,453.10	-0.2093	2.1099	0.9723	0.4307

表105. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-NW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	428,152.38	0.0000	2.7232	1.8795	0.3756
	11	300,766.62	0.0000	2.0813	1.3203	0.3195
	12	205,190.39	0.0000	1.7288	0.9007	0.2498
2010	01	260,701.15	0.0000	2.1400	1.1444	0.3487
	02	286,228.42	0.0000	2.1840	1.2565	0.3504
	03	479,395.99	0.0000	2.9498	2.1045	0.4206
	04	469,012.86	0.0000	2.9569	2.0589	0.4927
	05	512,597.84	0.0000	3.2821	2.2502	0.5395
	06	522,805.56	0.0000	3.0281	2.2950	0.4536
	07	490,674.37	0.0000	3.5534	2.1540	0.6055
	08	500,784.13	0.0000	3.4526	2.1984	0.4862
	09	443,442.31	0.0000	2.7150	1.9466	0.4289

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	292,267.40	0.0000	1.7757	1.2830	0.2222
	11	208,927.45	0.0000	1.4550	0.9172	0.1887
	12	159,202.59	0.0000	1.3903	0.6989	0.1687
2010	01	212,123.72	0.0000	1.5355	0.9312	0.2424
	02	235,048.60	0.0000	1.6450	1.0318	0.2430
	03	369,359.48	0.0000	2.3657	1.6214	0.3226
	04	382,899.91	0.0000	2.2406	1.6809	0.3294
	05	367,142.98	0.0000	2.3681	1.6117	0.4229
	06	337,146.28	0.0000	2.0250	1.4800	0.3273
	07	299,709.63	-0.5115	2.3250	1.3157	0.4082
	08	271,558.10	0.0000	1.6200	1.1921	0.2386
	09	294,317.60	0.0000	2.3056	1.2920	0.2973

表106. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SE 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	218,820.55	0.0000	3.9448	2.5356	0.6426
	11	160,944.32	0.0000	2.4975	1.8649	0.4836
	12	130,150.76	0.0000	2.2819	1.5081	0.4037
2010	01	160,998.69	0.0000	2.5614	1.8656	0.5104
	02	165,150.58	0.0000	2.5130	1.9137	0.4415
	03	195,798.30	0.0000	3.2763	2.2688	0.6668
	04	210,012.78	0.0000	3.3675	2.4335	0.6652
	05	180,637.98	0.0000	3.2066	2.0931	0.7254
	06	220,301.46	0.0000	3.4988	2.5527	0.5787
	07	210,288.94	0.0000	3.3887	2.4367	0.5678
	08	173,534.63	0.0000	3.3558	2.0108	0.6302
	09	191,737.89	0.0000	3.1500	2.2218	0.5322

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	138,741.92	0.0000	2.3676	1.6077	0.3702
	11	100,022.56	0.0000	1.5150	1.1590	0.2553
	12	90,696.12	0.0000	1.5506	1.0509	0.2518
2010	01	116,440.28	0.0000	1.7321	1.3493	0.3340
	02	111,973.39	0.0000	1.7290	1.2975	0.3105
	03	144,085.62	0.0000	2.2378	1.6696	0.4379
	04	134,278.49	0.0000	2.2570	1.5560	0.4964
	05	97,716.63	-1.0153	2.2315	1.1323	0.6188
	06	125,049.56	0.0000	2.1788	1.4490	0.3387
	07	111,533.26	0.0000	2.1041	1.2924	0.3163
	08	103,384.81	0.0000	1.8113	1.1980	0.2927
	09	85,463.24	0.0000	1.9026	0.9903	0.2673

表107. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月地理氣候區-SW 區與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	651,729.98	0.0000	3.6018	2.3226	0.5980
	11	476,374.62	0.0000	2.5050	1.6977	0.4855
	12	357,273.95	0.0000	2.2538	1.2733	0.3965
2010	01	472,216.13	0.0000	2.5207	1.6829	0.5729
	02	460,043.70	0.0000	2.4115	1.6395	0.5742
	03	629,803.89	0.0000	3.1601	2.2445	0.7629
	04	541,757.23	0.0000	3.2306	1.9307	0.7548
	05	488,468.48	0.0000	3.5340	1.7408	0.7340
	06	605,865.91	0.0000	3.7238	2.1592	0.7009
	07	612,185.02	0.0000	3.4449	2.1817	0.6049
	08	553,306.72	0.0000	2.9605	1.9719	0.5776
	09	531,997.96	0.0000	3.1275	1.8959	0.5540

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	452,518.01	0.0000	2.2262	1.6127	0.4097
	11	342,772.54	0.0000	1.6800	1.2216	0.3302
	12	278,347.90	0.0000	1.6003	0.9920	0.2902
2010	01	381,986.39	0.0000	1.8484	1.3613	0.4258
	02	362,128.33	0.0000	1.7220	1.2906	0.4356
	03	466,118.69	0.0000	2.3328	1.6612	0.5848
	04	416,014.75	0.0000	2.1900	1.4826	0.5682
	05	294,975.14	-1.0036	2.5071	1.0512	0.5482
	06	394,038.16	0.0000	2.5425	1.4043	0.4596
	07	364,934.33	-0.0310	2.2165	1.3006	0.3766
	08	315,172.73	-0.0188	1.8600	1.1232	0.3427
	09	302,006.97	-0.2354	1.8290	1.0763	0.3184

附錄 J 各月份植群帶碳匯成果

依據各植群帶分析，其 2006 年 10 月至 2008 年 09 月成果如表 108 至表 121 所示；2009 年 10 月至 2010 年 09 月成果如表 122 至表 128 所示。

表108. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-高山植群帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,540.55	0.0000	1.9041	1.4005	0.4879
	11	968.30	0.0000	1.2197	0.8803	0.3165
	12	801.50	0.0000	0.9465	0.7286	0.2504
2007	01	1,026.29	0.0000	1.3427	0.9330	0.3483
	02	1,120.97	0.0000	1.4726	1.0191	0.3829
	03	994.91	0.0000	1.3175	0.9045	0.3468
	04	1,159.50	0.0000	1.4259	1.0541	0.3749
	05	1,156.78	0.0000	2.0886	1.0516	0.5471
	06	1,320.56	0.0000	2.1000	1.2005	0.5810
	07	1,779.49	0.0000	2.3085	1.6177	0.5805
	08	1,162.02	0.0000	1.5984	1.0564	0.4226
	09	1,526.06	0.0000	1.7588	1.3873	0.4620

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,395.14	0.0000	1.6178	1.2683	0.4364
	11	755.91	0.0000	0.9098	0.6872	0.2411
	12	671.05	0.0000	0.8636	0.6100	0.2118
2007	01	864.51	0.0000	1.2323	0.7859	0.3078
	02	1,037.92	0.0000	1.2600	0.9436	0.3316
	03	832.25	0.0000	1.0966	0.7566	0.3012
	04	1,038.94	0.0000	1.2398	0.9445	0.3318
	05	1,119.01	0.0000	1.6914	1.0173	0.4465
	06	1,000.69	0.0000	1.4888	0.9097	0.4023
	07	1,251.72	0.0000	1.6275	1.1379	0.4053
	08	755.72	0.0000	0.9261	0.6870	0.2632
	09	855.09	0.0000	1.2169	0.7774	0.3051

表109. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-冷杉林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	41,439.19	0.0000	2.6069	1.6124	0.4142
	11	25,130.03	0.0000	1.9013	0.9778	0.3057
	12	20,835.02	0.0000	1.6672	0.8107	0.2766
2007	01	26,537.31	0.0000	1.8920	1.0326	0.3688
	02	31,108.82	0.0000	2.1928	1.2105	0.3882
	03	30,257.90	0.0000	2.3056	1.1774	0.4019
	04	31,682.96	0.0000	2.4197	1.2328	0.3677
	05	36,576.50	0.0000	3.4274	1.4232	0.5831
	06	33,188.21	0.0000	2.8650	1.2914	0.5746
	07	47,438.86	0.0000	3.0874	1.8459	0.5147
	08	31,763.92	0.0000	2.1371	1.2360	0.4228
	09	39,674.38	0.0000	2.6738	1.5438	0.5158

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	34,475.01	0.0000	1.9772	1.3414	0.2959
	11	18,677.17	0.0000	1.4006	0.7267	0.1945
	12	17,935.44	0.0000	1.1315	0.6979	0.1969
2007	01	22,080.39	0.0000	1.5921	0.8592	0.2976
	02	27,102.19	0.0000	1.6923	1.0546	0.2795
	03	24,341.40	0.0000	1.7438	0.9471	0.3018
	04	28,149.98	0.0000	1.8797	1.0953	0.3010
	05	33,441.10	0.0000	2.6040	1.3012	0.4114
	06	24,675.73	0.0000	1.8450	0.9601	0.3709
	07	30,609.21	0.0000	1.9840	1.1910	0.3048
	08	18,927.92	0.0000	1.2943	0.7365	0.2018
	09	21,640.51	0.0000	1.5506	0.8420	0.2709

表110. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	282,079.68	0.0000	2.8791	1.7944	0.3931
	11	172,698.35	0.0000	2.0438	1.0986	0.3004
	12	145,650.99	0.0000	1.9181	0.9265	0.2773
2007	01	182,991.80	0.0000	2.3599	1.1641	0.3703
	02	223,084.09	0.0000	2.3380	1.4191	0.3859
	03	227,435.39	0.0000	2.8055	1.4468	0.4893
	04	237,577.93	0.0000	2.5603	1.5113	0.4174
	05	303,265.52	0.0000	3.8886	1.9292	0.7035
	06	256,588.13	0.0000	2.9963	1.6322	0.6888
	07	338,843.03	0.0000	3.2318	2.1555	0.5394
	08	230,780.60	0.0000	2.6030	1.4681	0.4378
	09	281,626.94	0.0000	2.8425	1.7915	0.5402

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	223,214.57	0.0000	2.0848	1.4199	0.2806
	11	122,647.44	0.0000	1.3481	0.7802	0.1915
	12	119,224.41	0.0000	1.2943	0.7584	0.1886
2007	01	155,149.01	0.0000	1.9956	0.9870	0.3043
	02	186,863.64	0.0000	1.8393	1.1887	0.2566
	03	172,310.06	0.0000	2.0324	1.0961	0.3607
	04	198,037.42	0.0000	1.9406	1.2598	0.3155
	05	249,996.73	0.0000	2.8404	1.5903	0.4572
	06	178,398.42	0.0000	1.9350	1.1349	0.4071
	07	206,380.02	0.0000	2.1526	1.3129	0.3432
	08	124,142.57	0.0000	1.7767	0.7897	0.2047
	09	153,427.36	0.0000	1.7250	0.9760	0.2670

表111. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-櫟林帶上層各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	475,792.89	0.0000	3.0186	1.9572	0.4264
	11	294,890.02	0.0000	2.1206	1.2130	0.3371
	12	246,253.01	0.0000	2.0654	1.0130	0.3246
2007	01	306,111.52	0.0000	2.3037	1.2592	0.4195
	02	383,991.04	0.0000	2.4176	1.5796	0.4176
	03	373,644.70	0.0000	2.9644	1.5370	0.5605
	04	426,256.40	0.0000	3.0000	1.7534	0.4475
	05	578,682.53	0.0000	4.6694	2.3804	0.7157
	06	461,289.54	0.0000	3.3450	1.8975	0.6843
	07	584,113.39	0.0000	3.5960	2.4028	0.5623
	08	397,349.38	0.0000	2.8946	1.6345	0.4251
	09	457,871.56	0.0000	2.8800	1.8835	0.6275

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	361,061.84	0.0000	2.1313	1.4852	0.3070
	11	202,370.05	0.0000	1.4250	0.8325	0.2203
	12	195,782.04	0.0000	1.3873	0.8054	0.2125
2007	01	256,954.27	0.0000	1.8523	1.0570	0.3238
	02	312,971.80	0.0000	1.8410	1.2874	0.2754
	03	277,437.88	0.0000	2.0809	1.1413	0.4036
	04	339,513.46	0.0000	2.3625	1.3966	0.3325
	05	444,379.51	0.0000	3.1620	1.8280	0.4852
	06	306,099.37	0.0000	2.0738	1.2592	0.3984
	07	347,645.16	0.0000	2.2204	1.4301	0.3834
	08	204,351.80	0.0000	2.0421	0.8406	0.2178
	09	264,269.15	0.0000	1.8113	1.0871	0.2717

表112. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-櫟林帶下層各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	671,142.50	0.0000	3.1717	2.0424	0.4518
	11	414,315.31	0.0000	2.2800	1.2609	0.3760
	12	358,302.15	0.0000	2.1235	1.0904	0.3681
2007	01	433,387.25	0.0000	2.5575	1.3189	0.4655
	02	544,996.24	0.0000	2.4850	1.6585	0.4444
	03	519,358.87	0.0000	3.0070	1.5805	0.6095
	04	623,856.96	0.0000	3.0600	1.8985	0.4749
	05	833,257.31	0.0000	4.6771	2.5358	0.7152
	06	665,119.26	0.0000	3.3488	2.0241	0.6835
	07	827,664.54	0.0000	3.5418	2.5188	0.5334
	08	566,128.51	0.0000	3.5146	1.7229	0.4325
	09	616,256.44	0.0000	2.9175	1.8754	0.6784

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	492,242.80	0.0000	2.1206	1.4980	0.3287
	11	280,704.58	0.0000	1.4775	0.8542	0.2410
	12	275,954.67	0.0000	1.4028	0.8398	0.2208
2007	01	355,610.92	0.0000	2.0499	1.0822	0.3509
	02	435,128.83	0.0000	1.8725	1.3242	0.2936
	03	381,695.19	0.0000	2.0964	1.1616	0.4285
	04	479,387.97	0.0000	2.3663	1.4589	0.3548
	05	617,091.08	-0.0891	3.4061	1.8779	0.5137
	06	425,385.84	0.0000	2.1000	1.2945	0.4023
	07	484,346.54	-0.1008	2.3173	1.4740	0.3910
	08	285,245.50	-0.4108	2.3831	0.8681	0.2459
	09	371,991.63	0.0000	1.9425	1.1321	0.2688

表113. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-楠櫧林帶帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,983,813.20	0.0000	3.2066	2.1279	0.5461
	11	1,281,120.05	0.0000	2.2875	1.3742	0.4183
	12	1,095,648.28	0.0000	2.1661	1.1752	0.4029
2007	01	1,349,289.82	0.0000	2.6738	1.4473	0.5153
	02	1,612,049.25	0.0000	2.5664	1.7291	0.5123
	03	1,643,971.21	0.0000	2.9528	1.7634	0.6410
	04	1,848,200.84	0.0000	3.1875	1.9824	0.5519
	05	2,274,308.56	0.0000	4.7081	2.4395	0.7861
	06	1,937,170.23	0.0000	3.7613	2.0778	0.7110
	07	2,328,372.64	0.0000	3.5921	2.4975	0.6375
	08	1,693,569.57	0.0000	3.5534	1.8166	0.5189
	09	1,744,277.36	0.0000	2.9513	1.8709	0.7108

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,384,745.19	0.0000	2.2708	1.4853	0.3750
	11	810,334.65	0.0000	1.5075	0.8692	0.2594
	12	798,521.48	-0.1608	1.4880	0.8565	0.2438
2007	01	1,092,394.56	0.0000	2.0886	1.1717	0.3931
	02	1,241,525.26	0.0000	1.8603	1.3317	0.3422
	03	1,171,239.17	0.0000	2.0964	1.2563	0.4438
	04	1,367,264.57	0.0000	2.3588	1.4666	0.4149
	05	1,610,100.75	-0.0581	3.4255	1.7270	0.5992
	06	1,182,324.21	0.0000	2.3738	1.2682	0.4383
	07	1,291,244.82	-1.1160	2.2940	1.3850	0.5214
	08	825,576.82	-0.3604	2.3599	0.8855	0.3041
	09	1,062,989.81	-0.1013	1.9350	1.1402	0.3042

表114. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-榕楠林帶帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	2,160,996.43	0.0000	3.2337	1.1346	1.0061
	11	1,452,627.07	0.0000	2.2463	0.7627	0.6913
	12	1,149,522.64	0.0000	2.2448	0.6035	0.5854
2007	01	1,458,760.21	0.0000	2.6738	0.7659	0.7413
	02	1,631,872.68	0.0000	2.5428	0.8568	0.8283
	03	1,725,827.72	0.0000	2.9431	0.9061	0.8823
	04	1,910,890.28	0.0000	3.4069	1.0033	0.9438
	05	2,320,057.93	0.0000	4.8050	1.2181	1.1289
	06	2,127,188.01	0.0000	3.7163	1.1168	1.0194
	07	2,370,361.06	0.0000	3.7123	1.2445	1.1601
	08	1,807,487.92	0.0000	3.6890	0.9490	0.8725
	09	2,039,876.56	0.0000	3.0038	1.0710	0.9624

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,498,819.86	-0.6510	2.1138	0.7869	0.6835
	11	872,270.70	0.0000	1.3988	0.4580	0.4047
	12	845,802.99	-0.1589	1.3873	0.4441	0.4036
2007	01	1,185,209.10	0.0000	2.0615	0.6223	0.5931
	02	1,267,730.23	0.0000	1.8603	0.6656	0.6208
	03	1,243,127.22	0.0000	2.1041	0.6527	0.6284
	04	1,415,494.95	0.0000	2.1984	0.7432	0.6909
	05	1,570,308.96	-0.0126	3.3713	0.8244	0.7871
	06	1,266,935.97	-0.3394	2.5425	0.6652	0.6150
	07	1,273,705.27	-1.1199	2.4184	0.6687	0.6824
	08	854,871.26	-0.5309	2.3638	0.4488	0.4195
	09	1,183,220.59	-0.5475	1.8338	0.6212	0.5341

表115. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-高山植群帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,509.12	0.0000	1.9268	1.3719	0.5083
	11	954.19	0.0000	1.2056	0.8674	0.3171
	12	849.06	0.0000	1.1470	0.7719	0.2961
2008	01	899.58	0.0000	1.1475	0.8178	0.3139
	02	685.85	0.0000	1.1600	0.6235	0.3047
	03	1,555.86	0.8713	1.9604	1.4144	0.3258
	04	1,077.84	0.3618	1.2978	0.9799	0.2627
	05	1,530.23	0.0000	2.2320	1.3911	0.6081
	06	1,305.37	0.4594	1.5394	1.1867	0.2692
	07	1,494.01	0.0000	2.0092	1.3582	0.4821
	08	1,690.67	0.0000	2.2446	1.5370	0.5876
	09	1,204.89	0.1758	1.6938	1.0954	0.4041

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,140.22	0.0000	1.4066	1.0366	0.3762
	11	746.34	0.0000	0.8850	0.6785	0.2394
	12	694.11	0.0000	0.8859	0.6310	0.2393
2008	01	732.67	0.0000	0.9271	0.6661	0.2503
	02	563.14	0.0000	0.8011	0.5119	0.2237
	03	1,224.50	0.0000	1.6198	1.1132	0.4130
	04	992.06	0.0000	1.2000	0.9019	0.3234
	05	1,473.86	0.0000	1.8213	1.3399	0.4937
	06	1,143.85	0.0000	1.3734	1.0399	0.3732
	07	1,062.62	0.0000	1.2439	0.9660	0.3300
	08	1,205.71	0.0000	1.6168	1.0961	0.4073
	09	834.53	0.1384	1.1592	0.7587	0.2778

表116. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-冷杉林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	38,432.29	0.0000	2.4974	1.4954	0.4585
	11	25,347.47	0.0000	1.7681	0.9863	0.2991
	12	22,559.77	0.0000	1.5703	0.8778	0.2857
2008	01	22,946.73	0.0000	1.5931	0.8929	0.2953
	02	20,230.94	0.0000	1.5696	0.7872	0.3256
	03	41,841.91	0.0212	2.7546	1.6281	0.4836
	04	29,209.08	0.0128	2.4803	1.1365	0.3808
	05	37,503.75	0.0000	2.8016	1.4593	0.6593
	06	39,990.23	0.0000	2.7581	1.5560	0.4240
	07	44,727.51	0.0000	2.9692	1.7404	0.5086
	08	42,897.41	0.0000	3.0516	1.6692	0.5233
	09	37,577.77	0.0143	2.1537	1.4622	0.3771

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	27,114.01	0.0000	1.8523	1.0550	0.3138
	11	18,603.18	0.0000	1.2286	0.7239	0.1941
	12	17,768.80	0.0000	1.1727	0.6914	0.2014
2008	01	17,444.83	0.0000	1.1586	0.6788	0.2084
	02	16,414.72	0.0000	1.2108	0.6387	0.2422
	03	34,499.94	0.0000	2.2979	1.3424	0.4053
	04	26,491.30	0.0000	2.0456	1.0308	0.3648
	05	36,948.12	0.0000	2.5653	1.4377	0.4136
	06	30,214.72	0.0000	1.8984	1.1757	0.3015
	07	28,234.02	0.0000	1.8687	1.0986	0.2750
	08	29,190.57	0.0000	1.9104	1.1358	0.2887
	09	23,855.67	0.0110	1.3335	0.9282	0.2006

表117. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	271,383.79	0.0000	2.9314	1.7264	0.4677
	11	178,404.71	0.0000	1.9294	1.1349	0.2922
	12	155,789.60	0.0000	2.0820	0.9910	0.2901
2008	01	155,288.76	0.0000	1.7447	0.9878	0.3009
	02	145,831.92	0.0000	2.2856	0.9277	0.3716
	03	311,389.62	0.0000	2.8971	1.9809	0.4276
	04	226,019.02	0.0000	2.7455	1.4378	0.4764
	05	277,852.57	0.0000	3.4488	1.7675	0.7548
	06	302,968.42	0.2963	3.0544	1.9273	0.4695
	07	321,202.04	0.0000	3.0516	2.0433	0.5176
	08	321,774.25	0.0000	3.2666	2.0469	0.5962
	09	261,439.32	0.0142	2.4240	1.6631	0.3456

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	179,039.80	0.0000	2.0383	1.1389	0.3120
	11	124,473.63	0.0000	1.3481	0.7918	0.1902
	12	118,809.72	0.0000	1.4570	0.7558	0.1990
2008	01	112,748.87	0.0000	1.2846	0.7172	0.2095
	02	114,217.12	0.0000	1.7382	0.7266	0.2719
	03	252,026.18	0.0000	2.3909	1.6032	0.3509
	04	192,129.84	0.0000	2.2838	1.2222	0.3976
	05	256,133.82	0.0000	2.6583	1.6294	0.4244
	06	203,366.50	0.0000	2.1169	1.2937	0.2992
	07	189,510.89	0.0000	1.9840	1.2055	0.3221
	08	198,843.85	0.0000	2.1041	1.2649	0.3312
	09	155,230.91	0.0110	1.3990	0.9875	0.1883

表118. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶上層各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	449,416.54	0.0000	3.5650	1.8487	0.5191
	11	299,888.16	0.0000	2.1431	1.2336	0.3427
	12	255,303.62	0.0000	1.9859	1.0502	0.3217
2008	01	254,790.68	0.0000	2.1235	1.0481	0.3429
	02	251,773.81	0.0000	2.4143	1.0357	0.4009
	03	529,065.82	0.2881	3.0521	2.1763	0.4427
	04	418,720.30	0.0064	2.9888	1.7224	0.5269
	05	503,333.69	0.0000	3.6038	2.0705	0.7611
	06	541,505.25	0.1388	3.1894	2.2275	0.4963
	07	553,932.52	0.0000	3.2318	2.2786	0.5043
	08	570,623.77	0.0000	3.5069	2.3473	0.5799
	09	427,943.52	0.0609	2.4779	1.7604	0.3815

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	294,357.64	0.0000	2.3676	1.2109	0.3561
	11	205,813.08	0.0000	1.4288	0.8466	0.2262
	12	191,978.74	0.0000	1.4386	0.7897	0.2209
2008	01	185,574.03	0.0000	1.6314	0.7634	0.2433
	02	196,162.50	0.0000	1.7690	0.8069	0.2966
	03	427,469.47	0.0000	2.4316	1.7584	0.3552
	04	345,447.53	0.0000	2.3625	1.4210	0.4089
	05	428,529.39	0.0000	2.7280	1.7628	0.4608
	06	341,976.06	0.0000	2.0944	1.4067	0.3226
	07	320,911.45	0.0000	2.1041	1.3201	0.3520
	08	343,077.31	0.0000	2.3328	1.4113	0.3582
	09	248,190.51	0.0527	1.4274	1.0209	0.2101

表119. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶下層各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	631,605.35	0.0000	3.5650	1.9221	0.5453
	11	422,934.49	0.0000	2.1600	1.2871	0.3837
	12	363,421.74	0.0000	2.0896	1.1060	0.3466
2008	01	368,439.46	0.0000	2.2669	1.1212	0.3833
	02	366,149.12	0.0000	2.3689	1.1143	0.4470
	03	736,264.45	0.3648	3.0027	2.2406	0.4976
	04	618,543.50	0.0155	3.1275	1.8824	0.5556
	05	721,760.04	0.0000	3.6735	2.1965	0.7449
	06	772,663.47	0.1763	3.3150	2.3514	0.4850
	07	777,539.89	0.0000	3.3170	2.3662	0.5082
	08	811,053.81	0.0000	3.6696	2.4682	0.5424
	09	581,963.74	0.0470	2.5153	1.7710	0.4399

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	412,889.19	0.0000	2.3676	1.2565	0.3768
	11	289,601.09	0.0000	1.5038	0.8813	0.2487
	12	268,903.24	0.0000	1.5529	0.8183	0.2358
2008	01	265,617.24	0.0000	1.7709	0.8083	0.2628
	02	283,580.49	-0.0109	1.7291	0.8630	0.3311
	03	590,129.45	0.0000	2.4684	1.7959	0.3880
	04	494,924.18	0.0000	2.3250	1.5062	0.4071
	05	593,553.47	0.0000	2.8791	1.8063	0.4943
	06	471,757.88	0.0000	2.1788	1.4357	0.3423
	07	444,316.49	0.0000	2.0228	1.3522	0.3695
	08	481,832.75	0.0000	2.3211	1.4663	0.3632
	09	334,120.48	0.0357	1.4498	1.0168	0.2416

表120. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-楠櫧林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,877,241.99	0.0000	3.5766	2.0136	0.6177
	11	1,306,683.71	0.0000	2.6148	1.4016	0.4186
	12	1,111,115.14	0.0000	2.1235	1.1918	0.3867
2008	01	1,152,984.73	0.0000	2.5885	1.2367	0.4295
	02	1,201,464.33	0.0000	2.4152	1.2887	0.4998
	03	2,109,132.97	0.0000	3.0312	2.2623	0.5796
	04	1,861,336.95	0.0000	3.4763	1.9965	0.6257
	05	2,083,392.16	0.0000	3.8130	2.2347	0.7558
	06	2,143,217.86	0.0000	3.4313	2.2989	0.6136
	07	2,193,105.23	0.0000	3.4798	2.3524	0.6080
	08	2,275,035.75	0.0000	3.7588	2.4402	0.6320
	09	1,689,933.60	0.0111	2.6925	1.8127	0.4836

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,212,940.95	0.0000	2.4684	1.3010	0.4047
	11	866,809.65	0.0000	1.6598	0.9298	0.2716
	12	787,442.96	-0.0717	1.6585	0.8446	0.2581
2008	01	815,879.04	0.0000	2.0266	0.8751	0.2917
	02	921,924.43	0.0000	1.8306	0.9889	0.3704
	03	1,654,627.39	0.0000	2.4994	1.7748	0.4550
	04	1,410,057.14	0.0000	2.5313	1.5125	0.4593
	05	1,623,889.46	0.0000	3.1194	1.7418	0.5331
	06	1,255,584.35	-0.6900	2.3175	1.3468	0.4459
	07	1,184,151.52	-0.7595	2.1584	1.2701	0.4696
	08	1,298,097.23	-0.5696	2.3521	1.3924	0.4692
	09	932,004.46	-0.1118	1.5347	0.9997	0.2655

表121. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-榕楠林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	2,090,046.36	0.0000	3.2705	1.0973	0.9873
	11	1,428,997.37	0.0000	2.2688	0.7502	0.6946
	12	1,213,314.85	0.0000	2.2785	0.6370	0.5987
2008	01	1,217,206.15	0.0000	2.4761	0.6391	0.6273
	02	1,302,986.22	0.0000	2.3780	0.6841	0.6997
	03	2,064,751.94	0.0000	3.2418	1.0840	1.0069
	04	1,982,849.84	0.0000	3.3375	1.0410	0.9720
	05	2,223,946.77	0.0000	3.8595	1.1676	1.0942
	06	2,280,954.44	0.0000	3.4463	1.1975	1.0176
	07	2,189,928.83	0.0000	3.7006	1.1498	1.0685
	08	2,263,583.57	0.0000	3.7975	1.1884	1.0951
	09	1,986,887.81	0.0000	2.8748	1.0432	0.8631

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,359,464.39	0.0000	2.3948	0.7137	0.6262
	11	952,565.23	0.0000	1.5656	0.5001	0.4466
	12	860,604.41	-0.1143	1.6391	0.4518	0.4098
2008	01	877,998.13	0.0000	1.9336	0.4610	0.4385
	02	1,033,284.51	0.0000	1.8759	0.5425	0.5438
	03	1,590,757.82	0.0000	2.4064	0.8352	0.7952
	04	1,447,693.90	0.0000	2.4825	0.7601	0.7090
	05	1,691,649.78	0.0000	3.2511	0.8881	0.8092
	06	1,225,049.71	-0.8775	2.2688	0.6432	0.6187
	07	1,128,639.51	-0.9300	2.1468	0.5926	0.5898
	08	1,246,184.26	-1.2749	2.3793	0.6543	0.6415
	09	1,053,015.30	-0.1472	1.4815	0.5529	0.4456

表122. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-高山植群帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,540.79	0.0000	1.9051	1.4007	0.5015
	11	988.12	0.0000	1.2309	0.8983	0.3143
	12	794.53	0.0000	1.2600	0.7223	0.3314
2010	01	840.34	0.0000	1.2124	0.7639	0.3379
	02	887.77	0.0000	1.4420	0.8071	0.3592
	03	1,495.85	0.0000	2.0131	1.3599	0.5092
	04	1,233.66	0.0000	1.6772	1.1215	0.4589
	05	1,266.35	0.0000	1.7612	1.1512	0.4736
	06	1,296.37	0.0000	2.0063	1.1785	0.4683
	07	1,590.01	0.0000	2.0634	1.4455	0.5353
	08	1,481.22	0.0000	1.8213	1.3466	0.4808
	09	1,447.13	0.0000	1.8413	1.3156	0.4826

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,225.13	0.0000	1.4914	1.1138	0.3916
	11	816.19	0.0000	1.0406	0.7420	0.2627
	12	680.34	0.0000	1.0313	0.6185	0.2791
2010	01	840.34	0.0000	1.2124	0.7639	0.3379
	02	869.05	0.0000	1.2626	0.7900	0.3082
	03	1,108.54	0.0000	1.5355	1.0078	0.4018
	04	1,106.95	0.0000	1.5127	1.0063	0.3904
	05	931.50	0.0000	1.4822	0.8468	0.4121
	06	953.63	0.0000	1.3706	0.8669	0.3304
	07	1,209.87	0.0000	1.4812	1.0999	0.3945
	08	1,060.98	0.0000	1.2303	0.9645	0.3429
	09	1,048.69	0.0000	1.2638	0.9534	0.3477

表123. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-冷杉林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	41,948.05	0.0000	2.6762	1.6322	0.4472
	11	29,324.21	0.0000	2.1675	1.1410	0.3730
	12	21,810.28	0.0000	1.8319	0.8486	0.2957
2010	01	23,139.07	0.0000	1.8852	0.9004	0.4172
	02	24,566.14	0.0000	2.0003	0.9559	0.3953
	03	42,810.55	0.0000	2.8782	1.6658	0.4835
	04	35,989.51	0.0000	2.7577	1.4004	0.4064
	05	36,730.70	0.0000	2.8617	1.4292	0.4732
	06	41,112.03	0.0000	2.8331	1.5997	0.5061
	07	45,767.59	0.0000	2.7513	1.7808	0.4959
	08	41,012.32	0.0000	2.7144	1.5958	0.5004
	09	40,067.07	0.0000	2.4206	1.5590	0.4259

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	31,485.33	0.0000	1.9147	1.2251	0.2985
	11	22,504.49	0.0000	1.5863	0.8757	0.2506
	12	18,419.29	0.0000	1.4456	0.7167	0.2305
2010	01	23,093.56	0.0000	1.8852	0.8986	0.4150
	02	22,788.94	0.0000	1.6774	0.8867	0.3037
	03	33,831.74	0.0000	2.2427	1.3164	0.3723
	04	32,151.21	0.0000	2.1858	1.2510	0.3456
	05	27,280.55	0.0000	2.1991	1.0615	0.4071
	06	28,804.82	0.0000	1.9313	1.1208	0.3149
	07	31,892.42	0.0000	1.9549	1.2410	0.2980
	08	27,635.98	0.0000	1.6517	1.0753	0.2849
	09	27,334.78	0.0000	1.5891	1.0636	0.2527

表124. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	294,163.64	0.0000	2.8041	1.8713	0.4052
	11	203,023.80	0.0000	2.2575	1.2915	0.3784
	12	151,761.35	0.0000	1.9716	0.9654	0.2941
2010	01	182,186.94	0.0000	2.1942	1.1590	0.3922
	02	200,043.29	0.0000	2.1805	1.2725	0.4030
	03	314,044.73	0.0000	3.0051	1.9977	0.4614
	04	264,982.61	0.0000	3.0534	1.6856	0.5125
	05	275,364.10	0.0000	3.2201	1.7517	0.5270
	06	300,544.39	0.0000	3.0525	1.9119	0.4973
	07	319,832.83	0.0000	3.1775	2.0346	0.4697
	08	288,785.83	0.0000	3.0206	1.8371	0.5161
	09	283,343.57	0.0000	2.9138	1.8024	0.4184

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	210,267.58	0.0000	2.0305	1.3376	0.2653
	11	149,107.50	0.0000	1.5900	0.9485	0.2453
	12	123,396.50	0.0000	1.5469	0.7850	0.2191
2010	01	182,240.39	0.0000	2.1942	1.1593	0.3914
	02	171,266.26	0.0000	1.7203	1.0895	0.2986
	03	243,230.84	0.0000	2.3211	1.5473	0.3539
	04	229,222.75	0.0000	2.3081	1.4582	0.3707
	05	193,472.33	-0.2441	2.3444	1.2307	0.4463
	06	199,232.14	0.0000	2.0250	1.2674	0.3414
	07	210,619.70	0.0000	2.2010	1.3398	0.2908
	08	182,823.60	0.0000	1.9220	1.1630	0.2770
	09	181,448.10	0.0000	1.7888	1.1543	0.2366

表125. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶上層各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	489,564.50	0.0000	3.2705	2.0138	0.4505
	11	350,744.68	0.0000	2.4300	1.4428	0.4063
	12	257,146.32	0.0000	2.2594	1.0578	0.3146
2010	01	314,875.28	0.0000	2.4819	1.2953	0.4337
	02	352,424.50	0.0000	2.2908	1.4497	0.3942
	03	529,712.47	0.0000	3.0923	2.1790	0.4906
	04	487,656.17	0.0000	3.1303	2.0060	0.5617
	05	494,569.93	0.0000	3.2511	2.0344	0.6204
	06	540,386.99	0.0000	3.1163	2.2229	0.4990
	07	536,983.59	0.0000	3.3131	2.2089	0.4877
	08	493,590.24	0.0000	3.3499	2.0304	0.5486
	09	475,216.74	0.0000	3.0525	1.9548	0.4317

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	343,821.19	0.0000	2.2417	1.4143	0.3064
	11	252,211.39	0.0000	1.6800	1.0375	0.2701
	12	203,508.00	0.0000	1.5975	0.8371	0.2312
2010	01	314,729.42	0.0000	2.4819	1.2947	0.4334
	02	289,449.45	0.0000	1.7430	1.1907	0.2984
	03	403,387.99	0.0000	2.3599	1.6594	0.3809
	04	392,691.59	0.0000	2.3184	1.6154	0.4030
	05	335,961.77	-0.6084	2.3638	1.3820	0.5276
	06	345,792.73	0.0000	2.0588	1.4224	0.3622
	07	338,686.92	0.0000	2.2165	1.3932	0.3116
	08	297,914.19	0.0000	2.1739	1.2255	0.2957
	09	293,270.98	0.0000	1.8263	1.2064	0.2506

表126. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶下層各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	688,617.45	0.0000	3.5418	2.0956	0.4844
	11	506,218.16	0.0000	2.4638	1.5405	0.4173
	12	366,628.88	0.0000	2.2463	1.1157	0.3360
2010	01	458,929.33	0.0000	2.4994	1.3966	0.4726
	02	491,924.06	0.0000	2.2838	1.4970	0.4244
	03	736,146.15	0.0000	3.0535	2.2403	0.5454
	04	685,827.63	0.0000	3.1538	2.0871	0.6111
	05	716,154.13	0.0000	3.3945	2.1794	0.6411
	06	767,169.28	0.0000	3.5025	2.3347	0.5063
	07	744,522.16	0.0000	3.4991	2.2657	0.5217
	08	693,230.99	0.0000	3.2976	2.1097	0.5633
	09	671,586.11	0.0000	3.0375	2.0438	0.4388

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	480,074.74	0.0000	2.2553	1.4610	0.3269
	11	358,065.56	0.0000	1.6950	1.0897	0.2770
	12	285,465.34	0.0000	1.6050	0.8687	0.2432
2010	01	458,702.60	0.0000	2.4994	1.3959	0.4725
	02	393,429.49	0.0000	1.7483	1.1973	0.3178
	03	556,319.80	0.0000	2.3153	1.6930	0.4148
	04	536,804.25	0.0000	2.3344	1.6336	0.4350
	05	473,667.04	-1.0153	2.3889	1.4415	0.5549
	06	483,160.30	0.0000	2.3550	1.4704	0.3658
	07	453,829.46	-0.1860	2.3250	1.3811	0.3362
	08	405,571.26	-0.0039	2.0499	1.2342	0.3083
	09	403,152.77	0.0000	1.8150	1.2269	0.2608

表127. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-楠櫧林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	2,034,521.00	0.0000	4.3013	2.1823	0.5921
	11	1,531,498.53	0.0000	2.4975	1.6427	0.4668
	12	1,131,495.22	0.0000	2.2819	1.2137	0.3886
2010	01	1,409,628.28	0.0000	2.5614	1.5120	0.5215
	02	1,424,545.08	0.0000	2.4115	1.5280	0.5207
	03	2,073,537.75	0.0000	3.1814	2.2241	0.6561
	04	1,940,451.93	0.0000	3.2705	2.0814	0.7059
	05	2,028,050.84	0.0000	3.9254	2.1753	0.7049
	06	2,112,274.82	0.0000	3.6188	2.2657	0.6520
	07	2,084,762.65	0.0000	3.6193	2.2362	0.6312
	08	2,009,749.79	0.0000	3.6348	2.1557	0.5767
	09	1,934,466.56	0.0000	3.1725	2.0749	0.5045

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,362,826.82	0.0000	2.5226	1.4618	0.3832
	11	1,032,391.73	0.0000	1.7138	1.1074	0.2992
	12	852,776.67	0.0000	1.6059	0.9147	0.2676
2010	01	1,409,507.08	0.0000	2.5614	1.5119	0.5213
	02	1,100,011.45	0.0000	1.7290	1.1799	0.3744
	03	1,558,600.49	0.0000	2.3754	1.6718	0.4829
	04	1,474,618.91	0.0000	2.4263	1.5817	0.4930
	05	1,271,340.22	-0.9765	2.6854	1.3637	0.5767
	06	1,267,853.42	-0.9675	2.4713	1.3599	0.4638
	07	1,150,924.35	-1.7283	2.3134	1.2345	0.4849
	08	1,079,668.66	-0.2809	2.3056	1.1581	0.3619
	09	1,100,897.13	0.0000	1.8731	1.1808	0.3144

表128. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-榕楠林帶各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	2,194,519.15	0.0000	3.9951	1.1522	1.0345
	11	1,623,120.58	0.0000	2.5125	0.8522	0.7941
	12	1,220,141.30	0.0000	2.3550	0.6406	0.6158
2010	01	1,442,989.29	0.0000	2.5391	0.7576	0.7641
	02	1,402,826.79	0.0000	2.5130	0.7365	0.7599
	03	2,069,723.21	0.0000	3.3151	1.0866	1.0549
	04	2,009,744.21	0.0000	3.3675	1.0552	1.0158
	05	2,122,921.48	0.0000	3.5340	1.1146	1.0368
	06	2,206,042.59	0.0000	3.7238	1.1582	1.0614
	07	2,082,675.17	0.0000	3.6154	1.0934	1.0427
	08	2,116,255.03	0.0000	3.7433	1.1111	1.0106
	09	2,011,306.06	0.0000	3.1725	1.0560	0.9594

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,423,502.31	0.0000	2.3676	0.7474	0.6514
	11	1,087,835.12	0.0000	1.7138	0.5711	0.5094
	12	922,322.40	0.0000	1.5309	0.4842	0.4438
2010	01	1,441,743.62	0.0000	2.5391	0.7569	0.7642
	02	1,097,566.23	0.0000	1.7290	0.5762	0.5665
	03	1,555,808.48	0.0000	2.3657	0.8168	0.7867
	04	1,491,957.22	0.0000	2.4150	0.7833	0.7451
	05	1,281,200.26	-1.0346	2.4916	0.6727	0.6645
	06	1,303,294.78	-0.9975	2.5425	0.6843	0.6421
	07	1,075,675.52	-2.0499	2.1971	0.5647	0.6033
	08	1,079,555.39	-0.9804	2.2785	0.5668	0.5213
	09	1,097,223.39	-0.5775	2.1188	0.5761	0.5215

附錄 K 各月份植群帶與國有林區交集碳匯成果

以各植群帶與國有林區交集分析，2006 年 10 月至 2008 年 09 月成果如表 129 至表 142 所示；2009 年 10 月至 2010 年 09 月成果如表 143 至表 149 所示。

表129. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-高山植群帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,259.96	0.0000	1.9041	1.4000	0.5321
	11	730.08	0.0000	1.1006	0.8112	0.3143
	12	619.37	0.0000	0.9465	0.6882	0.2702
2007	01	813.02	0.0000	1.3427	0.9034	0.3632
	02	967.31	0.0000	1.4726	1.0748	0.4104
	03	821.69	0.0000	1.1703	0.9130	0.3367
	04	972.75	0.0000	1.4259	1.0808	0.4055
	05	1,048.48	0.0000	2.0886	1.1650	0.6086
	06	1,034.81	0.0000	2.1000	1.1498	0.5965
	07	1,480.15	0.0000	2.3085	1.6446	0.6431
	08	982.70	0.0000	1.5984	1.0919	0.4472
	09	1,265.16	0.0000	1.7588	1.4057	0.5111

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,112.27	0.0000	1.6178	1.2359	0.4705
	11	594.05	0.0000	0.9098	0.6601	0.2586
	12	535.33	0.0000	0.8636	0.5948	0.2306
2007	01	686.65	0.0000	1.2323	0.7629	0.3226
	02	870.01	0.0000	1.2600	0.9667	0.3640
	03	684.52	0.0000	0.9998	0.7606	0.3018
	04	833.39	0.0000	1.2398	0.9260	0.3567
	05	994.91	0.0000	1.6914	1.1055	0.5137
	06	792.56	0.0000	1.4888	0.8806	0.4298
	07	979.89	0.0000	1.6275	1.0888	0.4395
	08	603.73	0.0000	0.9261	0.6708	0.2805
	09	706.50	0.0000	1.2169	0.7850	0.3271

表130. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-冷杉林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	40,922.24	0.0000	2.6069	1.6175	0.4329
	11	24,891.89	0.0000	1.9013	0.9839	0.3087
	12	20,810.34	0.0000	1.6672	0.8225	0.2837
2007	01	26,919.45	0.0000	1.9220	1.0640	0.3866
	02	30,979.85	0.0000	2.1928	1.2245	0.4084
	03	29,953.18	0.0000	2.4219	1.1839	0.4300
	04	31,846.63	0.0000	2.4272	1.2588	0.4037
	05	36,945.08	0.0000	3.4274	1.4603	0.6405
	06	34,269.36	0.0000	2.8650	1.3545	0.6089
	07	47,107.34	0.0000	3.0923	1.8620	0.5603
	08	31,685.72	0.0000	2.2126	1.2524	0.4413
	09	39,824.48	0.0000	2.6888	1.5741	0.5309

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	33,827.87	0.0000	1.9772	1.3371	0.3074
	11	18,455.89	0.0000	1.4006	0.7295	0.2019
	12	17,867.49	0.0000	1.1315	0.7062	0.2023
2007	01	22,332.54	0.0000	1.6028	0.8827	0.3127
	02	26,883.27	0.0000	1.7115	1.0626	0.2938
	03	23,930.84	0.0000	1.8910	0.9459	0.3187
	04	28,058.71	0.0000	1.9031	1.1090	0.3226
	05	33,285.95	0.0000	2.6195	1.3157	0.4467
	06	25,157.89	0.0000	1.8863	0.9944	0.3826
	07	30,147.48	0.0000	2.1158	1.1916	0.3343
	08	18,657.74	0.0000	1.2943	0.7375	0.2039
	09	21,459.11	0.0000	1.5600	0.8482	0.2887

表131. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	279,082.73	0.0000	2.8791	1.8029	0.3984
	11	171,061.74	0.0000	2.0438	1.1051	0.3062
	12	144,279.79	0.0000	1.9181	0.9320	0.2820
2007	01	181,193.40	0.0000	2.3599	1.1705	0.3746
	02	219,758.72	0.0000	2.2925	1.4196	0.3924
	03	226,114.81	0.0000	2.8055	1.4607	0.4913
	04	235,009.62	0.0000	2.6419	1.5182	0.4237
	05	304,386.34	0.0000	3.8886	1.9663	0.7182
	06	254,508.23	0.0000	2.9663	1.6441	0.6880
	07	337,086.29	0.0000	3.2744	2.1776	0.5454
	08	228,278.92	0.0000	2.6030	1.4747	0.4422
	09	278,296.34	0.0000	2.8238	1.7978	0.5466

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	220,676.69	0.0000	2.0848	1.4256	0.2861
	11	121,921.10	0.0000	1.3481	0.7876	0.1937
	12	118,029.74	0.0000	1.2943	0.7625	0.1911
2007	01	153,283.73	0.0000	1.9956	0.9902	0.3086
	02	184,218.19	0.0000	1.7841	1.1900	0.2610
	03	171,458.03	0.0000	2.0324	1.1076	0.3623
	04	196,436.56	0.0000	1.9678	1.2690	0.3206
	05	249,923.05	0.0000	2.8404	1.6145	0.4648
	06	176,841.97	0.0000	1.9350	1.1424	0.4081
	07	205,665.73	0.0000	2.1429	1.3286	0.3492
	08	122,782.72	0.0000	1.7767	0.7932	0.2090
	09	151,947.19	0.0000	1.7250	0.9816	0.2698

表132. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-櫟林帶上層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	468,879.84	0.0000	3.0186	1.9602	0.4243
	11	291,144.67	0.0000	2.2144	1.2172	0.3358
	12	245,122.59	0.0000	2.0693	1.0248	0.3226
2007	01	301,250.87	0.0000	2.3037	1.2594	0.4174
	02	378,368.95	0.0000	2.4176	1.5818	0.4119
	03	366,224.77	0.0000	2.9644	1.5310	0.5652
	04	420,678.65	0.0000	3.0000	1.7587	0.4456
	05	571,027.81	0.0000	4.6694	2.3872	0.7250
	06	456,405.56	0.0000	3.3450	1.9081	0.6932
	07	577,713.45	0.0000	3.5960	2.4152	0.5556
	08	391,718.70	0.0000	2.8946	1.6376	0.4206
	09	453,073.50	0.0000	2.8800	1.8941	0.6250

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	356,077.90	0.0000	2.1313	1.4886	0.3042
	11	199,596.37	0.0000	1.4250	0.8344	0.2200
	12	194,513.61	0.0000	1.3873	0.8132	0.2101
2007	01	252,322.51	0.0000	1.8116	1.0549	0.3218
	02	308,563.22	0.0000	1.8410	1.2900	0.2706
	03	272,207.21	0.0000	2.0809	1.1380	0.4059
	04	335,176.61	0.0000	2.3625	1.4012	0.3322
	05	439,132.93	0.0000	3.2976	1.8358	0.4887
	06	302,217.24	0.0000	2.0738	1.2635	0.4027
	07	343,577.31	0.0000	2.2204	1.4364	0.3857
	08	202,191.22	0.0000	2.0421	0.8453	0.2196
	09	261,436.03	0.0000	1.8113	1.0930	0.2714

表133. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-櫟林帶下層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	635,891.26	0.0000	3.1717	2.0552	0.4500
	11	390,660.82	0.0000	2.2800	1.2626	0.3749
	12	340,355.47	0.0000	2.1235	1.1001	0.3708
2007	01	410,437.66	0.0000	2.6505	1.3266	0.4654
	02	515,420.18	0.0000	2.4561	1.6659	0.4314
	03	492,437.95	0.0000	3.0070	1.5916	0.6061
	04	590,226.91	0.0000	3.0600	1.9077	0.4663
	05	787,710.74	0.0000	4.6771	2.5459	0.7130
	06	625,229.33	0.0000	3.3563	2.0208	0.6816
	07	780,721.40	0.0000	3.5418	2.5233	0.5367
	08	533,275.65	0.0000	3.5146	1.7236	0.4360
	09	577,832.35	0.0000	2.9175	1.8676	0.6860

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	463,833.92	0.0000	2.1206	1.4991	0.3251
	11	264,325.06	0.0000	1.4775	0.8543	0.2403
	12	260,326.68	0.0000	1.4877	0.8414	0.2214
2007	01	337,450.20	0.0000	2.0499	1.0907	0.3483
	02	410,883.20	0.0000	1.8235	1.3280	0.2822
	03	360,791.34	0.0000	2.0964	1.1661	0.4247
	04	454,499.32	0.0000	2.3663	1.4690	0.3488
	05	583,485.08	-0.0891	3.4255	1.8859	0.5116
	06	399,633.42	0.0000	2.1263	1.2916	0.3984
	07	456,860.04	0.0000	2.3173	1.4766	0.3884
	08	268,528.57	-0.4108	2.3831	0.8679	0.2440
	09	349,965.43	0.0000	1.9425	1.1311	0.2673

表134. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-楠櫧林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,439,770.54	0.0000	3.2066	2.1547	0.5026
	11	909,954.76	0.0000	2.2875	1.3618	0.4043
	12	785,870.02	0.0000	2.1506	1.1761	0.3940
2007	01	959,555.25	0.0000	2.6660	1.4360	0.5040
	02	1,154,582.78	0.0000	2.5664	1.7279	0.4787
	03	1,170,900.22	0.0000	2.9256	1.7523	0.6301
	04	1,345,166.78	0.0000	3.0975	2.0131	0.5090
	05	1,665,281.36	0.0000	4.7081	2.4922	0.7651
	06	1,400,540.52	0.0000	3.7575	2.0960	0.6897
	07	1,691,481.48	0.0000	3.5921	2.5314	0.5943
	08	1,221,142.18	0.0000	3.6890	1.8275	0.5001
	09	1,252,681.22	0.0000	2.9513	1.8747	0.7008

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	1,003,562.90	0.0000	2.2708	1.5019	0.3462
	11	578,478.11	0.0000	1.5075	0.8657	0.2512
	12	570,181.74	-0.1608	1.4880	0.8533	0.2320
2007	01	780,016.59	0.0000	2.0886	1.1673	0.3778
	02	892,875.57	0.0000	1.8725	1.3362	0.3097
	03	831,862.23	0.0000	2.0964	1.2449	0.4298
	04	998,357.62	0.0000	2.3588	1.4941	0.3854
	05	1,190,705.67	-0.0581	3.3674	1.7820	0.5777
	06	859,752.89	0.0000	2.3738	1.2867	0.4171
	07	935,346.36	-1.1160	2.3173	1.3998	0.5146
	08	598,429.23	-0.3604	2.3638	0.8956	0.2945
	09	767,120.33	0.0000	1.9350	1.1480	0.2796

表135. 2006 年 10 月至 2007 年 09 月植群帶-榕楠林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	423,230.65	0.0000	3.2240	2.1528	0.6805
	11	279,166.10	0.0000	2.2463	1.4200	0.4786
	12	233,830.14	0.0000	2.1545	1.1894	0.4376
2007	01	291,131.18	0.0000	2.6738	1.4808	0.5668
	02	328,835.13	0.0000	2.5428	1.6726	0.6091
	03	350,526.00	0.0000	2.9431	1.7829	0.7069
	04	377,297.03	0.0000	3.4069	1.9191	0.7071
	05	443,167.86	0.0000	4.6578	2.2542	0.9340
	06	406,252.27	0.0000	3.6563	2.0664	0.7445
	07	476,800.22	0.0000	3.7123	2.4252	0.8013
	08	351,760.65	0.0000	3.4313	1.7892	0.5612
	09	363,564.52	0.0000	2.9738	1.8493	0.7021

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2006	10	285,317.72	-0.6510	2.0944	1.4513	0.4506
	11	165,595.98	0.0000	1.3931	0.8423	0.2918
	12	162,369.38	0.0000	1.3659	0.8259	0.2658
2007	01	234,380.62	0.0000	2.0693	1.1922	0.4364
	02	248,463.08	0.0000	1.8130	1.2638	0.4171
	03	244,977.36	0.0000	2.0305	1.2461	0.4812
	04	273,374.27	0.0000	2.1694	1.3905	0.5043
	05	306,524.96	-0.0126	3.3713	1.5591	0.6865
	06	236,277.81	-0.2625	2.3775	1.2018	0.4942
	07	248,217.33	-1.1199	2.2398	1.2626	0.6477
	08	157,339.18	-0.3565	2.0633	0.8003	0.3234
	09	214,150.48	-0.0150	1.8338	1.0893	0.3431

表136. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-高山植群帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,235.74	0.0000	1.9268	1.3730	0.5440
	11	785.25	0.0000	1.2056	0.8725	0.3417
	12	685.54	0.0000	1.1470	0.7617	0.3093
2008	01	691.20	0.0000	1.1475	0.7680	0.3344
	02	631.75	0.0000	1.1600	0.7019	0.3149
	03	1,287.34	0.8713	1.9604	1.4304	0.3378
	04	921.09	0.3618	1.5295	1.0234	0.3432
	05	1,279.13	0.0000	2.2320	1.4213	0.6875
	06	1,099.31	0.4594	1.6238	1.2215	0.3132
	07	1,207.45	0.0000	2.0092	1.3416	0.5225
	08	1,361.87	0.0000	2.2446	1.5132	0.6233
	09	1,064.75	0.1758	1.6584	1.1831	0.4134

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	901.08	0.0000	1.4066	1.0012	0.4054
	11	604.87	0.0000	0.8850	0.6721	0.2593
	12	557.95	0.0000	0.8859	0.6199	0.2505
2008	01	550.01	0.0000	0.9271	0.6111	0.2635
	02	506.96	0.0000	0.8193	0.5633	0.2379
	03	983.09	0.0000	1.6198	1.0923	0.4436
	04	841.69	0.0000	1.5413	0.9352	0.3978
	05	1,221.21	0.0000	1.8523	1.3569	0.5437
	06	963.00	0.0000	1.4119	1.0700	0.4228
	07	828.57	0.0000	1.2381	0.9206	0.3478
	08	961.19	0.0000	1.6168	1.0680	0.4354
	09	728.08	0.1384	1.0994	0.8090	0.2888

表137. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-冷杉林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	38,217.93	0.0000	2.5338	1.5106	0.4690
	11	25,597.78	0.0000	1.7681	1.0118	0.3127
	12	22,723.73	0.0000	1.6081	0.8982	0.3012
2008	01	23,034.46	0.0000	1.6953	0.9105	0.3112
	02	19,753.00	0.0000	2.1705	0.7808	0.3559
	03	41,947.65	0.0212	2.7546	1.6580	0.5024
	04	29,101.33	0.0128	2.2904	1.1503	0.4016
	05	36,649.07	0.0000	2.8016	1.4486	0.6835
	06	39,333.66	0.0000	2.7581	1.5547	0.4260
	07	44,119.41	0.0000	2.9692	1.7439	0.5436
	08	41,969.66	0.0000	3.0516	1.6589	0.5596
	09	36,526.37	0.0143	2.2690	1.4437	0.3909

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	26,680.12	0.0000	1.8523	1.0546	0.3136
	11	18,589.55	0.0000	1.2286	0.7348	0.2006
	12	17,812.74	0.0000	1.2323	0.7041	0.2105
2008	01	17,344.42	0.0000	1.1586	0.6856	0.2159
	02	15,983.45	0.0000	1.7101	0.6318	0.2639
	03	34,453.03	0.0000	2.2979	1.3618	0.4168
	04	25,928.45	0.0000	2.0213	1.0248	0.3784
	05	36,644.27	0.0000	2.5653	1.4484	0.4421
	06	29,663.74	0.0000	1.8984	1.1725	0.3165
	07	27,742.46	0.0000	1.8765	1.0965	0.2969
	08	28,357.25	0.0000	1.8813	1.1208	0.3112
	09	23,114.86	0.0110	1.3709	0.9136	0.2078

表138. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	268,590.38	0.0000	3.1252	1.7351	0.4712
	11	176,346.61	0.0000	1.9294	1.1392	0.2934
	12	154,317.95	0.0000	2.0820	0.9969	0.2892
2008	01	153,786.68	0.0000	1.9608	0.9935	0.3002
	02	143,848.67	0.0000	2.2856	0.9293	0.3753
	03	307,576.76	0.0000	2.8971	1.9869	0.4387
	04	224,469.29	0.0000	2.7455	1.4501	0.4798
	05	273,703.43	0.0000	3.4488	1.7681	0.7657
	06	301,353.80	0.2963	3.0544	1.9467	0.4808
	07	318,522.67	0.0000	3.0283	2.0576	0.5285
	08	321,456.13	0.0000	3.3790	2.0766	0.5975
	09	258,898.36	0.0142	2.4240	1.6725	0.3492

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	177,235.16	0.0000	2.1719	1.1449	0.3164
	11	123,020.49	0.0000	1.3481	0.7947	0.1920
	12	117,564.72	0.0000	1.3737	0.7595	0.1988
2008	01	111,513.59	0.0000	1.3330	0.7204	0.2096
	02	112,771.18	0.0000	1.7382	0.7285	0.2750
	03	249,067.01	0.0000	2.3909	1.6090	0.3594
	04	191,246.11	0.0000	2.2838	1.2354	0.4035
	05	252,892.12	0.0000	2.6776	1.6337	0.4313
	06	202,140.94	0.0000	2.0269	1.3058	0.3038
	07	188,421.01	0.0000	1.9840	1.2172	0.3309
	08	198,718.31	0.0000	2.1041	1.2837	0.3365
	09	153,661.45	0.0110	1.3996	0.9926	0.1915

表139. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶上層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	442,732.89	0.0000	3.5650	1.8509	0.5206
	11	295,450.27	0.0000	2.1600	1.2352	0.3431
	12	253,382.17	0.0000	2.0702	1.0593	0.3180
2008	01	250,578.74	0.0000	2.2669	1.0476	0.3408
	02	248,253.72	0.0000	2.3209	1.0379	0.3973
	03	521,520.58	0.2881	3.0521	2.1803	0.4365
	04	411,818.68	0.0064	2.9063	1.7217	0.5354
	05	498,521.50	0.0000	3.6038	2.0841	0.7523
	06	535,843.88	0.1388	3.3150	2.2402	0.4996
	07	547,653.18	0.0000	3.2318	2.2895	0.4954
	08	561,940.60	0.0000	3.5069	2.3493	0.5814
	09	421,723.95	0.0609	2.4779	1.7631	0.3818

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	289,637.71	0.0000	2.3676	1.2109	0.3559
	11	202,895.66	0.0000	1.5038	0.8482	0.2275
	12	190,230.74	0.0000	1.5345	0.7953	0.2183
2008	01	182,309.39	0.0000	1.6314	0.7622	0.2417
	02	193,278.62	0.0000	1.6911	0.8080	0.2946
	03	421,575.65	0.0000	2.4316	1.7624	0.3535
	04	340,936.54	0.0000	2.3625	1.4253	0.4111
	05	422,824.27	0.0000	2.7280	1.7677	0.4546
	06	337,384.42	0.0000	2.1169	1.4105	0.3262
	07	317,497.34	0.0000	2.1041	1.3273	0.3521
	08	338,140.30	0.0000	2.3328	1.4136	0.3589
	09	244,491.10	0.0527	1.4274	1.0221	0.2119

表140. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-櫟林帶下層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	596,715.03	0.0000	3.5650	1.9286	0.5489
	11	399,305.45	0.0000	2.1900	1.2906	0.3866
	12	342,932.77	0.0000	2.0896	1.1084	0.3443
2008	01	346,995.19	0.0000	2.2591	1.1215	0.3791
	02	345,203.77	0.0000	2.4143	1.1157	0.4472
	03	694,575.15	0.3294	2.9876	2.2449	0.4865
	04	584,100.79	0.0155	3.1275	1.8879	0.5512
	05	678,186.24	0.0000	3.6231	2.1919	0.7488
	06	731,338.06	0.1763	3.2775	2.3637	0.4874
	07	734,169.07	0.0000	3.3170	2.3729	0.5069
	08	764,372.70	0.0000	3.6464	2.4705	0.5482
	09	546,032.21	0.0470	2.5153	1.7648	0.4451

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	389,608.86	0.0000	2.3676	1.2592	0.3773
	11	272,641.11	0.0000	1.4719	0.8812	0.2492
	12	253,167.79	0.0000	1.5529	0.8183	0.2324
2008	01	249,839.26	0.0000	1.6004	0.8075	0.2591
	02	266,920.31	-0.0109	1.7690	0.8627	0.3301
	03	557,971.96	0.0000	2.4684	1.8034	0.3742
	04	468,252.15	0.0000	2.3288	1.5134	0.4062
	05	558,847.56	0.0000	2.8791	1.8062	0.4875
	06	445,622.63	0.0000	2.1788	1.4403	0.3400
	07	419,069.92	0.0000	2.0228	1.3545	0.3659
	08	454,431.25	0.0000	2.3211	1.4688	0.3640
	09	313,595.46	0.0357	1.4498	1.0136	0.2430

表141. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-楠櫧林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	1,345,320.47	0.0000	3.4720	2.0134	0.5916
	11	929,439.47	0.0000	2.6148	1.3910	0.3961
	12	787,928.08	0.0000	2.2785	1.1792	0.3701
2008	01	816,734.18	0.0000	2.5885	1.2223	0.4080
	02	846,322.07	0.0000	2.3925	1.2666	0.4848
	03	1,529,696.90	0.1163	3.0312	2.2893	0.5288
	04	1,354,087.25	0.0000	3.4763	2.0265	0.6003
	05	1,507,058.28	0.0000	3.8130	2.2554	0.7509
	06	1,551,981.37	0.1425	3.4313	2.3226	0.5774
	07	1,597,038.09	0.0000	3.4798	2.3901	0.5669
	08	1,656,033.47	0.0000	3.7588	2.4784	0.6021
	09	1,210,310.66	0.0470	2.6740	1.8113	0.4633

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	864,136.29	0.0000	2.2475	1.2932	0.3896
	11	615,358.74	0.0000	1.6598	0.9209	0.2541
	12	557,719.81	-0.0717	1.6585	0.8347	0.2465
2008	01	575,521.33	0.0000	2.0266	0.8613	0.2746
	02	645,823.32	0.0000	1.8306	0.9665	0.3542
	03	1,203,120.83	0.0000	2.4994	1.8005	0.4095
	04	1,034,774.52	0.0000	2.5313	1.5486	0.4326
	05	1,182,132.67	0.0000	2.8869	1.7691	0.5047
	06	916,316.02	-0.6900	2.2950	1.3713	0.4270
	07	860,347.59	-0.7595	2.1584	1.2876	0.4602
	08	948,757.13	-0.5696	2.3521	1.4199	0.4557
	09	671,861.74	0.0357	1.4619	1.0055	0.2522

表142. 2007 年 10 月至 2008 年 09 月植群帶-榕楠林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	405,159.18	0.0000	3.0458	2.0608	0.6993
	11	283,644.65	0.0000	2.2688	1.4428	0.4696
	12	238,155.34	0.0000	2.1216	1.2114	0.4287
2008	01	240,160.66	0.0000	2.4761	1.2216	0.4793
	02	257,365.13	0.0000	2.3780	1.3091	0.5577
	03	426,374.28	0.0000	3.2418	2.1687	0.6926
	04	398,158.25	0.0000	3.2363	2.0252	0.7297
	05	429,085.40	0.0000	3.8595	2.1825	0.8724
	06	430,709.31	0.0000	3.4050	2.1908	0.7135
	07	443,118.71	0.0000	3.7006	2.2539	0.7580
	08	454,602.11	0.0000	3.7200	2.3123	0.7699
	09	365,009.53	0.0000	2.7314	1.8566	0.5326

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2007	10	255,656.67	0.0000	2.1487	1.3004	0.4365
	11	179,365.45	0.0000	1.5450	0.9123	0.2944
	12	162,579.35	0.0000	1.4744	0.8270	0.2829
2008	01	166,241.03	0.0000	1.6934	0.8456	0.3167
	02	195,302.44	0.0000	1.8596	0.9934	0.4021
	03	324,272.04	0.0000	2.3909	1.6494	0.5507
	04	294,500.90	0.0000	2.4825	1.4980	0.5324
	05	323,552.48	0.0000	2.8830	1.6457	0.6102
	06	237,736.58	-0.6150	2.1938	1.2092	0.5371
	07	223,095.78	-0.7866	2.1468	1.1348	0.5567
	08	250,218.72	-0.6006	2.3444	1.2727	0.5749
	09	191,512.98	0.0000	1.4589	0.9741	0.2869

表143. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-高山植群帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,246.73	0.0000	1.9051	1.3853	0.5495
	11	790.22	0.0000	1.2309	0.8780	0.3317
	12	689.30	0.0000	1.2600	0.7659	0.3293
2010	01	662.48	0.0000	1.2124	0.7361	0.3766
	02	751.98	0.0000	1.4420	0.8355	0.3682
	03	1,287.76	0.0000	2.0131	1.4308	0.5531
	04	1,139.81	0.0000	1.7264	1.2665	0.4964
	05	1,164.54	0.0000	1.9976	1.2939	0.5541
	06	1,167.56	0.0000	2.0644	1.2973	0.5820
	07	1,378.82	0.0000	2.1555	1.5320	0.6270
	08	1,282.73	0.0000	2.2659	1.4253	0.5994
	09	1,251.47	0.0000	1.9988	1.3905	0.5706

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	975.44	0.0000	1.4914	1.0838	0.4256
	11	648.09	0.0000	1.0406	0.7201	0.2787
	12	591.33	0.0000	1.0313	0.6570	0.2773
2010	01	624.55	0.0000	1.0666	0.6939	0.3179
	02	714.18	0.0000	1.2626	0.7935	0.3325
	03	984.06	0.0000	1.5355	1.0934	0.4299
	04	978.47	0.0000	1.5970	1.0872	0.4585
	05	889.99	0.0000	1.6537	0.9889	0.4883
	06	847.13	0.0000	1.5019	0.9413	0.4167
	07	1,026.00	0.0000	1.5839	1.1400	0.4613
	08	907.72	0.0000	1.5364	1.0086	0.4133
	09	890.44	0.0000	1.3519	0.9894	0.4012

表144. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-冷杉林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	42,015.20	0.0000	2.7261	1.6607	0.4665
	11	29,368.24	0.0000	2.1675	1.1608	0.3914
	12	22,289.30	0.0000	1.8319	0.8810	0.3110
2010	01	23,974.33	0.0000	2.1555	0.9476	0.4346
	02	25,084.85	0.0000	2.0003	0.9915	0.4129
	03	42,711.46	0.0000	2.9838	1.6882	0.5087
	04	35,181.42	0.0000	2.7577	1.3906	0.4293
	05	36,179.00	0.0000	2.8617	1.4300	0.4959
	06	40,836.48	0.0000	2.8575	1.6141	0.5217
	07	45,248.54	0.0000	2.9915	1.7885	0.5268
	08	39,967.42	0.0000	2.7193	1.5797	0.5179
	09	39,905.69	0.0000	2.4206	1.5773	0.4519

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	31,228.04	0.0000	1.9147	1.2343	0.3080
	11	22,336.69	0.0000	1.5863	0.8829	0.2605
	12	18,673.12	0.0000	1.4456	0.7381	0.2414
2010	01	20,835.11	0.0000	1.7176	0.8235	0.3452
	02	22,995.78	0.0000	1.6870	0.9089	0.3116
	03	33,660.39	0.0000	2.3211	1.3305	0.3931
	04	31,699.13	0.0000	2.1858	1.2529	0.3610
	05	26,556.40	0.0000	2.2262	1.0497	0.4208
	06	28,427.59	0.0000	1.9275	1.1236	0.3213
	07	31,301.16	0.0000	2.1196	1.2372	0.3156
	08	26,880.49	0.0000	1.7069	1.0625	0.2976
	09	26,999.40	0.0000	1.5891	1.0672	0.2707

表145. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-鐵杉雲杉帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	290,324.30	0.0000	2.9111	1.8755	0.4120
	11	202,298.83	0.0000	2.3325	1.3068	0.3788
	12	150,624.58	0.0000	1.9716	0.9730	0.2985
2010	01	179,580.38	0.0000	2.1942	1.1601	0.3973
	02	198,608.40	0.0000	2.1805	1.2830	0.4126
	03	311,836.86	0.0000	3.0051	2.0145	0.4725
	04	263,621.30	0.0000	3.0534	1.7030	0.5178
	05	276,455.77	0.0000	3.2511	1.7859	0.5401
	06	298,276.38	0.0000	3.0525	1.9269	0.5052
	07	317,590.78	0.0000	3.1775	2.0516	0.4715
	08	288,828.94	0.0000	3.0206	1.8658	0.5208
	09	282,277.80	0.0000	2.9138	1.8235	0.4204

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	207,507.85	0.0000	2.0305	1.3405	0.2713
	11	148,257.07	0.0000	1.5900	0.9577	0.2455
	12	122,343.08	0.0000	1.5469	0.7903	0.2219
2010	01	150,695.01	0.0000	1.7515	0.9735	0.3022
	02	170,067.92	0.0000	1.7360	1.0986	0.3067
	03	241,983.36	0.0000	2.2659	1.5632	0.3607
	04	228,467.77	0.0000	2.3081	1.4759	0.3739
	05	194,777.10	-0.2441	2.3512	1.2583	0.4533
	06	197,823.56	0.0000	2.0250	1.2779	0.3497
	07	208,736.96	0.0000	2.2010	1.3484	0.2944
	08	182,493.72	0.0000	1.9220	1.1789	0.2797
	09	180,064.91	0.0000	1.7813	1.1632	0.2369

表146. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶上層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	482,487.93	0.0000	3.2705	2.0171	0.4424
	11	345,825.79	0.0000	2.4300	1.4458	0.4059
	12	253,666.82	0.0000	2.2594	1.0605	0.3096
2010	01	310,866.71	0.0000	2.4819	1.2996	0.4278
	02	347,196.41	0.0000	2.2908	1.4515	0.3916
	03	523,290.66	0.0000	3.0923	2.1877	0.4830
	04	482,059.76	0.0000	3.1303	2.0153	0.5562
	05	488,276.57	0.0000	3.2279	2.0413	0.6177
	06	532,298.94	0.0000	3.1163	2.2253	0.4976
	07	530,600.62	0.0000	3.3131	2.2182	0.4835
	08	486,659.58	0.0000	3.3499	2.0345	0.5474
	09	469,308.01	0.0000	3.0525	1.9620	0.4222

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	338,893.78	0.0000	2.1991	1.4168	0.3016
	11	248,550.33	0.0000	1.6800	1.0391	0.2702
	12	200,753.86	0.0000	1.5975	0.8393	0.2282
2010	01	254,893.91	0.0000	1.8096	1.0656	0.3226
	02	285,322.54	0.0000	1.7483	1.1928	0.2964
	03	399,423.34	0.0000	2.3599	1.6698	0.3723
	04	387,786.26	0.0000	2.3184	1.6212	0.4030
	05	333,042.94	-0.6084	2.3638	1.3923	0.5273
	06	341,240.33	0.0000	2.0588	1.4266	0.3634
	07	335,315.34	0.0000	2.2320	1.4018	0.3104
	08	294,077.26	0.0000	2.1739	1.2294	0.2953
	09	290,161.56	0.0000	1.8263	1.2131	0.2467

表147. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-櫟林帶下層與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	649,235.68	0.0000	3.9138	2.0984	0.4906
	11	478,100.35	0.0000	2.4638	1.5453	0.4183
	12	346,265.01	0.0000	2.2463	1.1192	0.3353
2010	01	431,631.56	0.0000	2.4568	1.3951	0.4702
	02	464,492.94	0.0000	2.2838	1.5013	0.4157
	03	692,987.93	0.0000	3.0613	2.2398	0.5401
	04	646,150.96	0.0000	3.1538	2.0884	0.6144
	05	678,050.10	0.0000	3.4488	2.1915	0.6362
	06	726,938.39	0.0000	3.5025	2.3495	0.4979
	07	701,400.52	0.0000	3.4991	2.2670	0.5207
	08	650,247.42	0.0000	3.2976	2.1016	0.5728
	09	632,317.69	0.0000	3.0375	2.0437	0.4461

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	452,398.49	0.0000	2.4064	1.4622	0.3281
	11	337,289.32	0.0000	1.6950	1.0901	0.2736
	12	269,435.11	0.0000	1.6050	0.8708	0.2418
2010	01	346,756.96	0.0000	1.7970	1.1207	0.3434
	02	370,791.15	0.0000	1.7150	1.1984	0.3105
	03	524,219.51	0.0000	2.3250	1.6943	0.4114
	04	506,521.83	0.0000	2.3344	1.6371	0.4305
	05	447,488.31	-1.0153	2.5071	1.4463	0.5559
	06	456,835.29	0.0000	2.2725	1.4765	0.3606
	07	427,018.41	-0.1860	2.3250	1.3802	0.3326
	08	381,072.51	-0.0039	2.0499	1.2317	0.3095
	09	379,961.76	0.0000	1.8150	1.2281	0.2620

表148. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-楠櫧林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	1,464,520.67	0.0000	3.9448	2.1917	0.5610
	11	1,102,489.91	0.0000	2.4975	1.6499	0.4370
	12	815,317.59	0.0000	2.2819	1.2202	0.3679
2010	01	1,012,710.56	0.0000	2.5614	1.5156	0.4956
	02	1,026,903.12	0.0000	2.4115	1.5368	0.4878
	03	1,505,454.60	0.0000	3.1814	2.2530	0.6090
	04	1,408,291.64	0.0000	3.2705	2.1076	0.6793
	05	1,479,895.95	0.0000	3.9254	2.2148	0.6811
	06	1,548,660.41	0.0000	3.6188	2.3177	0.6035
	07	1,518,016.76	0.0000	3.6193	2.2718	0.5951
	08	1,456,796.28	0.0000	3.6348	2.1802	0.5479
	09	1,407,950.86	0.0000	3.1575	2.1071	0.4630

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	988,969.41	0.0000	2.3676	1.4801	0.3621
	11	742,670.89	0.0000	1.6763	1.1115	0.2810
	12	613,590.69	0.0000	1.6059	0.9183	0.2515
2010	01	782,562.43	0.0000	1.8135	1.1712	0.3519
	02	793,948.56	0.0000	1.7290	1.1882	0.3499
	03	1,140,243.21	0.0000	2.3328	1.7064	0.4394
	04	1,076,176.19	0.0000	2.4000	1.6106	0.4650
	05	937,678.38	-1.0036	2.6544	1.4033	0.5698
	06	926,793.40	-0.9975	2.4713	1.3870	0.4491
	07	844,778.53	-1.4299	2.3134	1.2643	0.4669
	08	791,349.26	-0.2286	2.3056	1.1843	0.3443
	09	804,626.39	0.0000	1.8731	1.2042	0.2877

表149. 2009 年 10 月至 2010 年 09 月植群帶-榕楠林帶與國有林區交集各月份 GPP 及 PSNnet 值

年度	月份	GPP				
		總吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	436,770.49	0.0000	3.6522	2.2216	0.6915
	11	327,799.04	0.0000	2.5050	1.6673	0.5344
	12	249,935.61	0.0000	2.2575	1.2713	0.4413
2010	01	301,609.96	0.0000	2.5304	1.5341	0.6024
	02	298,696.35	0.0000	2.5130	1.5193	0.6329
	03	418,830.74	0.0000	3.2763	2.1304	0.8099
	04	400,865.43	0.0000	3.3675	2.0390	0.8467
	05	406,181.50	0.0000	3.5340	2.0660	0.8220
	06	432,457.09	0.0000	3.7238	2.1997	0.7715
	07	429,535.61	0.0000	3.4681	2.1848	0.7439
	08	414,741.46	0.0000	3.4449	2.1096	0.6413
	09	393,076.14	0.0000	3.1500	1.9994	0.6358

年度	月份	PSNnet				
		淨吸存量（噸-碳）	最小值（噸-碳/公頃）	最大值（噸-碳/公頃）	平均值（噸-碳/公頃）	標準差
2009	10	277,654.25	0.0000	2.2262	1.4123	0.4370
	11	210,497.65	0.0000	1.6725	1.0707	0.3291
	12	180,628.41	0.0000	1.5300	0.9188	0.2875
2010	01	227,940.01	0.0000	1.8484	1.1594	0.4233
	02	225,274.11	0.0000	1.7220	1.1459	0.4422
	03	316,801.24	0.0000	2.3754	1.6114	0.5895
	04	296,073.70	0.0000	2.4150	1.5060	0.5855
	05	249,448.05	-0.9920	2.4916	1.2688	0.6167
	06	245,280.13	-0.9825	2.5425	1.2476	0.5569
	07	217,003.15	-1.5384	2.1971	1.1038	0.6043
	08	204,108.15	-0.2354	2.2204	1.0382	0.4184
	09	211,388.25	-0.5775	2.0250	1.0752	0.3751