

## 第五章 寬譜之地表反照率推估

由於缺乏大範圍實測之地表反照率資料，且衛星遙測數據資料所反應的是較高解析度之地球表面整體且複雜反照率資訊，利用地表實測資料驗證衛星推估地表反照率結果有其困難性。因為地球同步衛星所推估反照率為大範圍、密集觀測資料，因此具有一定的氣候代表性，所以我們在此引用美國國家環境預報中心氣候資料庫的平均反照率氣候數據資料修正同步衛星窄譜的反照率，進而獲得寬譜平均地表反照率。

### 第一節 美國國家環境預報中心簡介

美國國家海洋大氣總署所屬環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction；簡稱 NCEP)，原名為美國國家氣象中心(National Meteorological Center；NMC)，1994 美國聯邦政府整合幾個大氣與海洋相關組織，並命名為國家環境預報中心。<sup>3</sup> 為全球最具規模之海洋、大氣環境研究群，旗下包括有首席計畫辦公室<sup>4</sup> (Office of the Director) 帶領下列九個國家研究中心：

#### 1. 飛航天氣預測中心 (Aviation Weather Center；AWC)

提供國際與國內飛行航空器之危害氣象條件的天氣預測與警告。

#### 2. 國家氣候預測中心 (Climate Prediction Center；CPC)

負責監測與預測短期氣候變動情形，並提供全球長期氣候型態變遷影響的引導資訊。

### 3. 環境數值模式預報中心 ( Environmental Modeling Center ; EMC )

與廣泛的研究社群建立合作關係，專職資料分析、模式與產品應用程式開發並發展與改進各種天氣、氣候、水文與海洋數值預報模式。

### 4. 水文氣象預測中心 ( Hydrometeorological Prediction Center ; HPC )

提供水文方面的分析與預報產品，特別是在提供 5 天的定量降雨預測、7 天天氣預報產品與即時天氣預報診斷模式和地面氣壓鋒面系統分析。

### 5. 海洋預報中心 ( Ocean Prediction Center ; OPC )

負責利用圖形、文字與聲音等形式對外發布太平洋與大西洋地區 0~5 天之天氣系統的警報與預測。

### 6. NCEP 運作中心 ( NCEP Central Operations )

負責海洋、大氣數值模式分析與預報之運作，並經由電腦連線方式連結 9 個國家中心與相關資料用戶，提供所需應用產品與服務。

### 7. 太空環境中心 ( Space Environmental Center ; SEC )

提供影響民眾與工商界對發生在地球、太空空間亂流天氣的預報警報。

### 8. 風暴系統預測中心 ( Storm Prediction Center ; SPC )

負責中尺度天氣系統監測與分析產品供應，並提供美國與鄰近國家龍捲風、劇烈天氣等危害性天氣系統的監測與預報。

### 9. 熱帶天氣預報中心 ( Tropical Prediction Center ; TPC )

負責對美國與鄰近國家地區所發生的熱帶天氣系統移動方向與強度發展，官方監測與警告資訊發布。並提供涵蓋大西洋與東太平洋熱帶洋面分析預報品。

因此美國環境預報中心擁有各種海洋、大氣的數值預報模式與相

關所需的資料庫，同時保有最新 2 年資料，並與美國國家氣候資料中心 ( National Climatic Data Center ; NCDC ) 建立分工關係，超過 2 年以上資料則轉移給 NCDC 保存。尤其是 NCEP 與 NCAR (National Center for Atmospheric Research) 所聯合開發的全球再分析格點資料數據資料庫，已成為世界上氣候變化和天氣預報模式改進研究領域的主要數據資源。<sup>5</sup>

## 第二節 美國國家環境預報中心氣候數據資料再分析

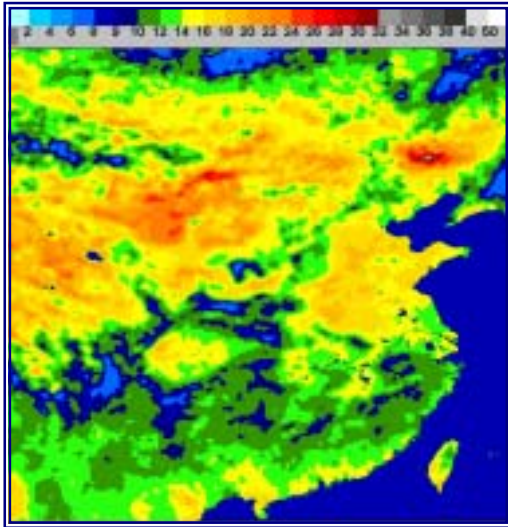
美國國家環境預報中心(NCEP)目前已發展了各種中、長期天氣預報模式且擁有完整支援模式所需之各種環境參數資料庫，透過網路系統由 NCEP 取得全球地表反照率之數據資料，此數據資料反演自 NOAA 精密高分辨率輻射計 (Advanced Very High Resolution Radiometer, 簡稱 AVHRR) 衛星資料，具有 5 年的氣候平均值，原始資料為每月全球地表氣候反照率，解析度約為 0.15 度 (~16 公里)。

經由資料的再分析，選取研究區  $20^{\circ} \sim 50^{\circ} \text{N}$ ;  $95^{\circ} \sim 125^{\circ}$  範圍之反照率數據資料並將之內插為解析度 6 公里的網格資料，並將網格數據資料轉換成研究區各月平均氣候地面反照率圖 (圖二十六)。

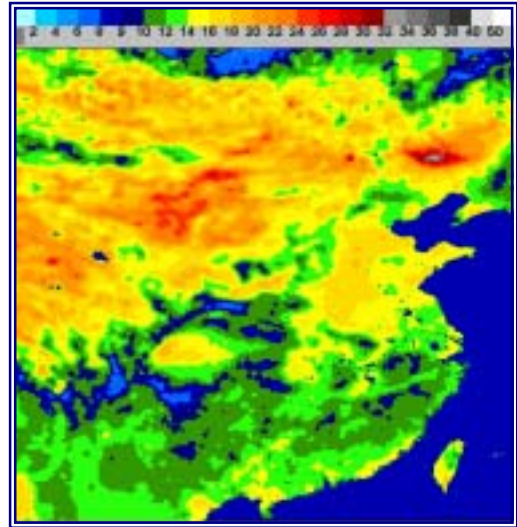
由 NCEP 每月之再分析平均反照率資料，我們可發現我國東部地表反照率有隨地域、季節的不同而有所變化。

一、二月我國東北、內蒙河套附近、青藏高原反照值平均約為 16~24%，在東北附近出現 34% 最大反照率；其次為四川盆地、山東半島附近，反照率約為 16~20%；河西走廊、華中以南地區反照率相對偏低約為 8~14%，另外在華南沿海有相對較高反照率表現；水體反照率 6~10%。

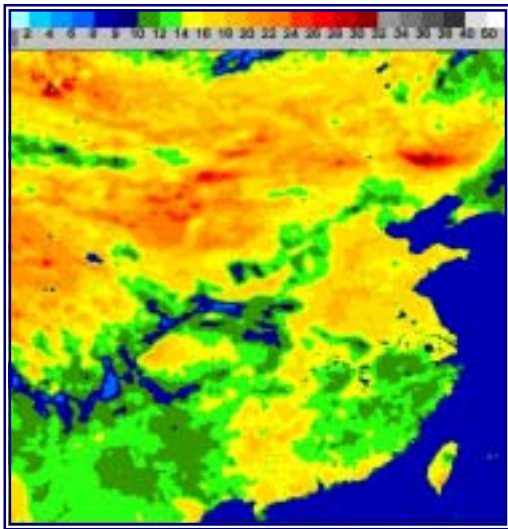
三月高反照率區域無明顯變化，惟在東北局部高反照值下降為 30~32%；華南沿海較高反照率範圍有擴大情形，反照率約為 16~20%。四月份東北局部高反照率持續下降，內蒙河套附近、東北、青藏高原仍維持約 18~26% 較高反照率情形，河西走廊與華南長江、珠江流域反照率恢復相對較低的 8~14% 反照值，陸表湖泊與洋面的水體反照率為 6~10%。



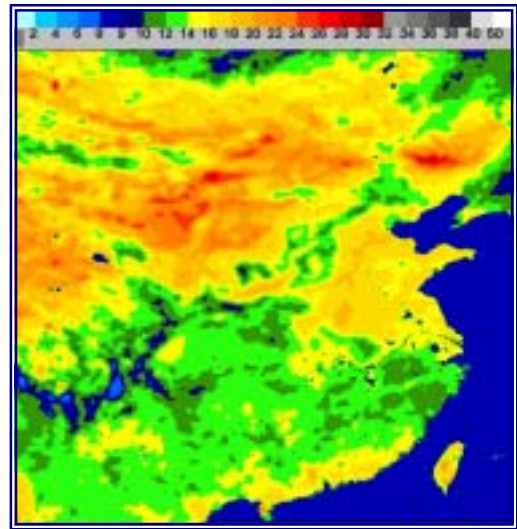
一月



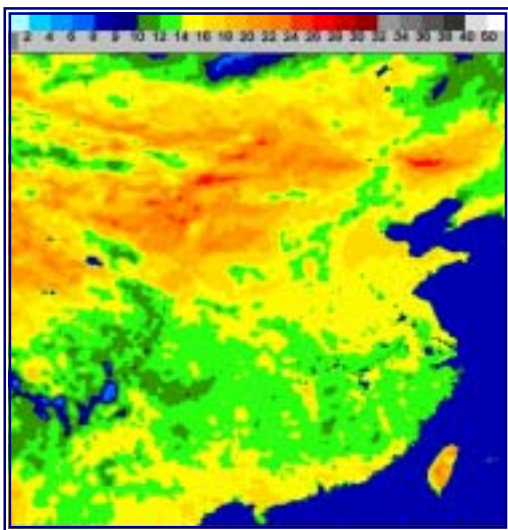
二月



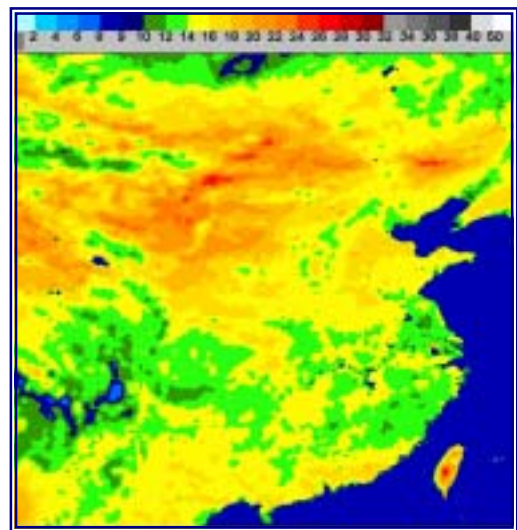
三月



四月

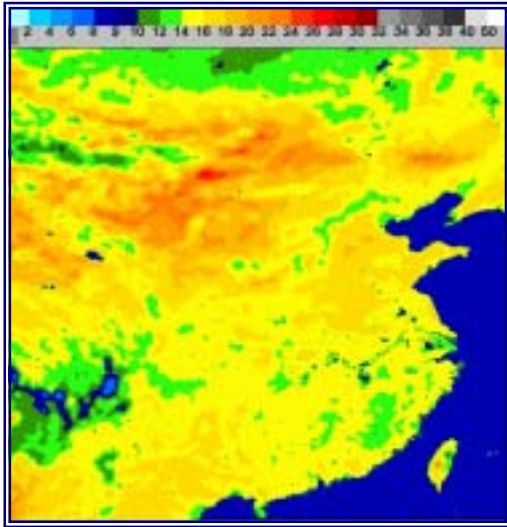


五月

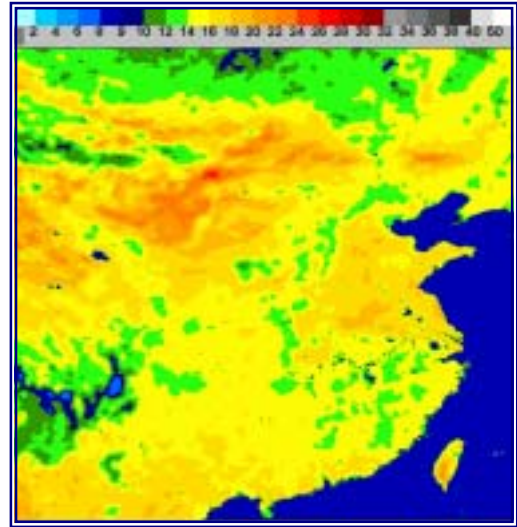


六月

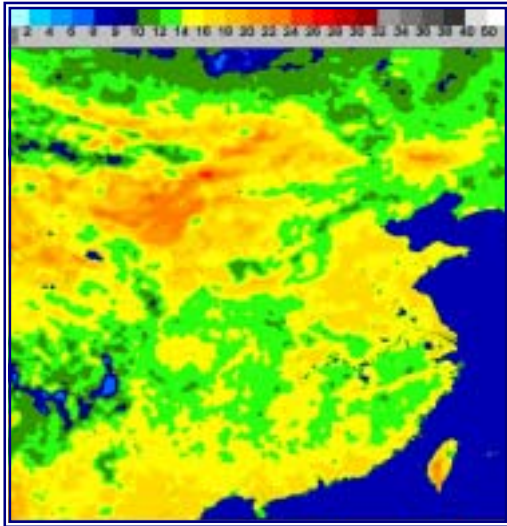
圖二十六 NCEP 各月地表平均反照率 (%)



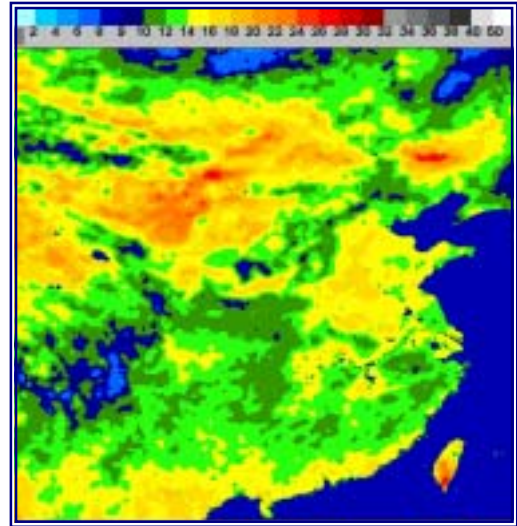
七月



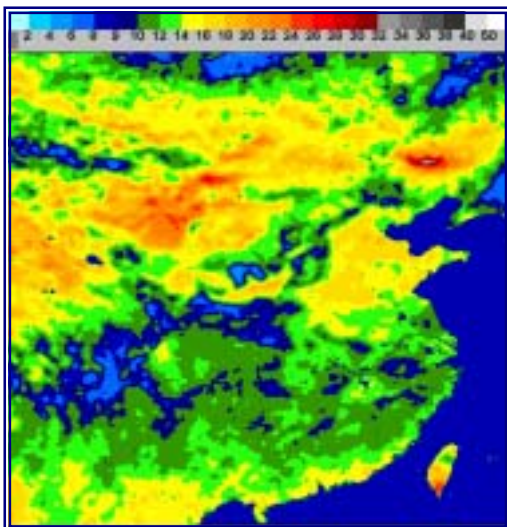
八月



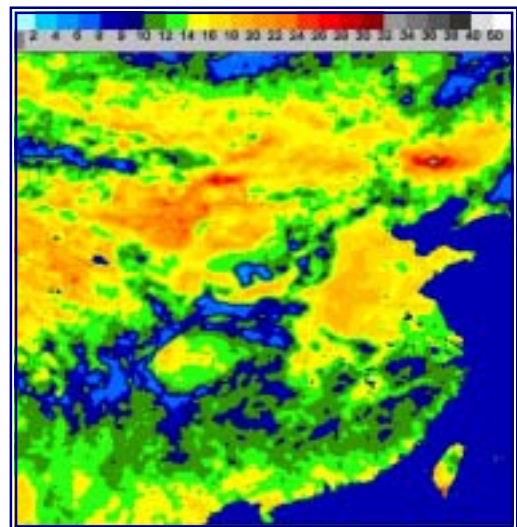
九月



十月



十一月



十二月

續 圖二十六

五月與四月分布型態類似，僅山東半島附近反照率稍有下降，其平均反照率為 16~18%。六月內蒙河套附近、東北、青藏高原平均反照值約為 18~22%，華南沿海與廣東、廣西附近較高反照率區域明顯擴大，僅在長江流域附近部分地區維持為 8~14%的較低反照率。

七、八月地表反照率整體都有升高趨勢，除原有的高反照率區域外，位於華中以南地區反照率大部分上升至為 16~18%，湖泊與洋面的水體反照率無明顯改變。

九月開始華南地區地表反照率逐漸下降，河西走廊與華南長江流域平均反照率約為 8~14%，高反照率區域分布於內蒙河套附近、東北、青藏高原，其次為山東半島附近地區，十月較高反照範圍持續縮小。

十一、十二月高反照率分布型態與十月相似，長江、珠江流域一帶仍具有較低反照率之地理特性，反照率平均約為 8~14%。但在此區的四川盆地附近有相對較高的反照率分布，最大反照率區域仍在東北附近，約為 30~34%；其次為內蒙河套一帶與青藏高原附近，反照率約為 18~24%；湖泊與海面反照率無明顯變化，約為 8~10%。

由以上分析發現，我國東半部在地表反照率上最大不同為華中以北地區具有較高的反照率，尤其在內蒙河套附近、東北、青藏高原，平均反照率約為 20~30%，其次為山東半島附近地區。華南地區平均地表反照率隨季節變化較為明顯，夏季（6~9月）在華南地區反照率較高約為 12~20%，冬季至春、秋季節反照率則降為 8~18%，華南沿海地區則存在相對較高反照率特性。陸上湖泊與海面水體部分，無明顯變化情形，反照率約為 8~10%。

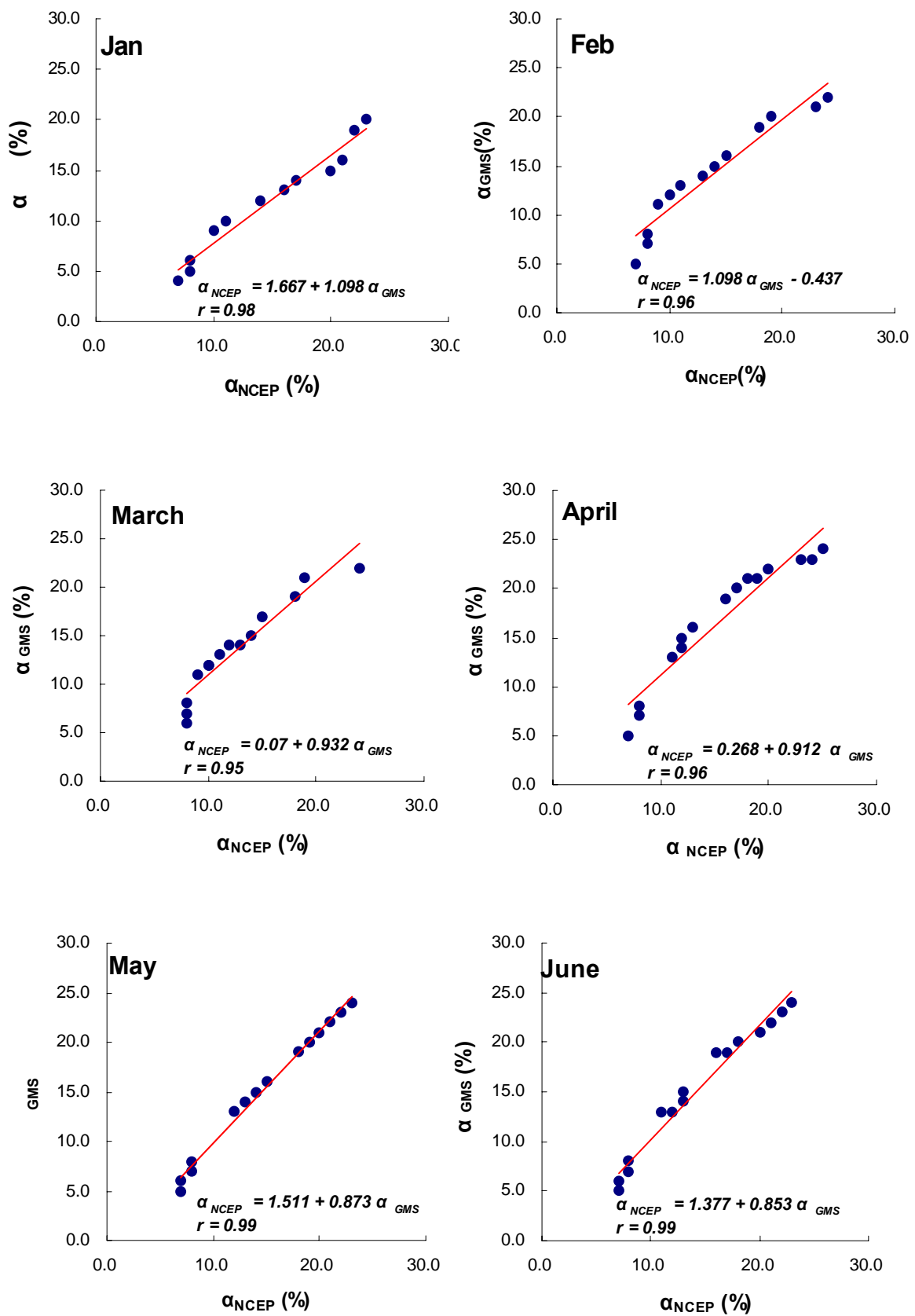
### 第三節 同步衛星窄譜反照率與 NCEP 氣候資料庫 反照率迴歸修正方程

衛星可見光單頻道資料僅能表現部分的全波譜太陽短波輻射 (0.2~4.0 $\mu\text{m}$ ), 根據美國國家航空暨太空總署( National Aeronautics and Space Administration ; NASA ) 在 1974 年所出版的技術手冊指出, 在晴天大氣較乾燥的環境條件下, 衛星的可見光波段 (0.3~0.725 $\mu\text{m}$ ), 佔總入射能的 52.6 % 能量; 近紅外線波段 (0.725~1.4 $\mu\text{m}$ ), 能量佔總入射能的 36.2 % , 中紅外線波段 (1.4~4.0 $\mu\text{m}$ ) 範圍, 能量為總入射能的 11.2 % 能量。所以衛星可見光單頻道僅能表現約太陽輻射約 80 % 能量, 因此可見光單頻道窄波譜數據資料必需經過修正, 方可得到太陽全波譜的反射能量。

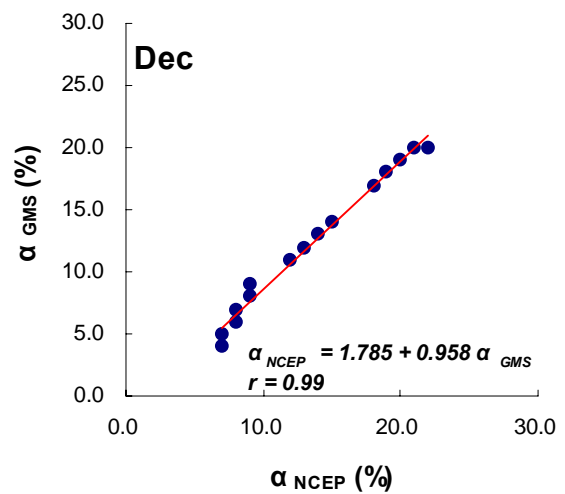
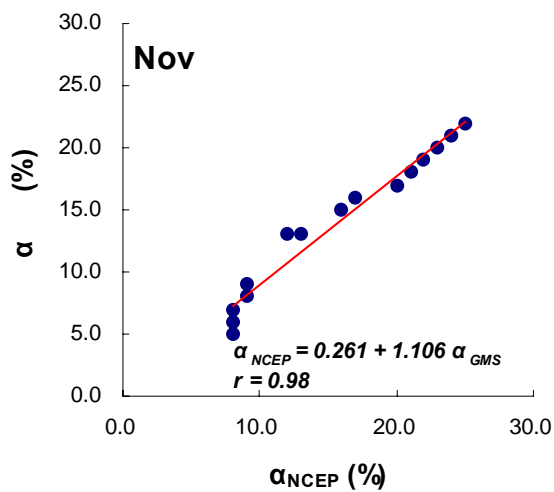
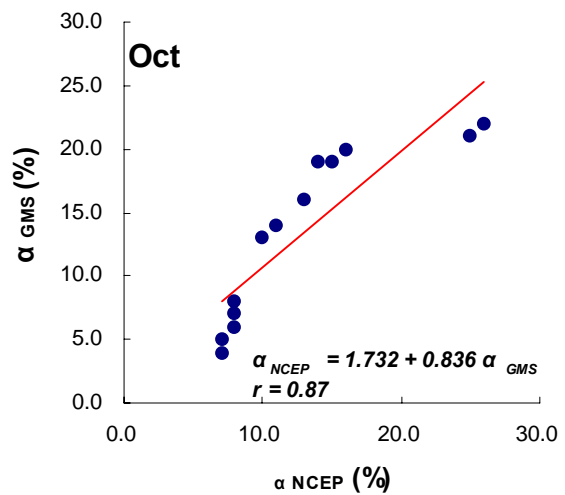
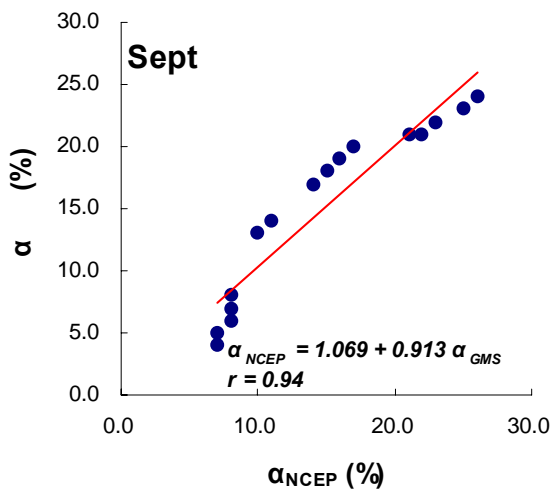
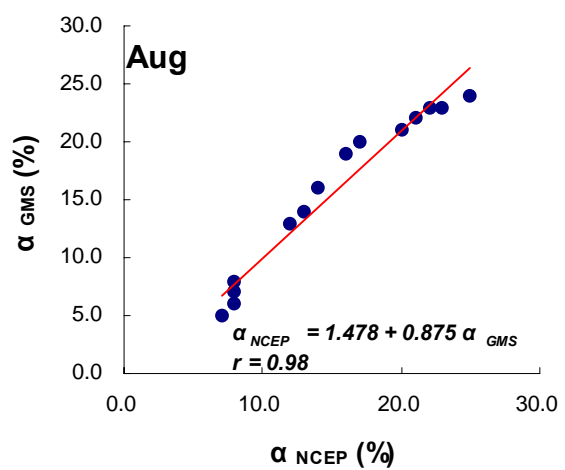
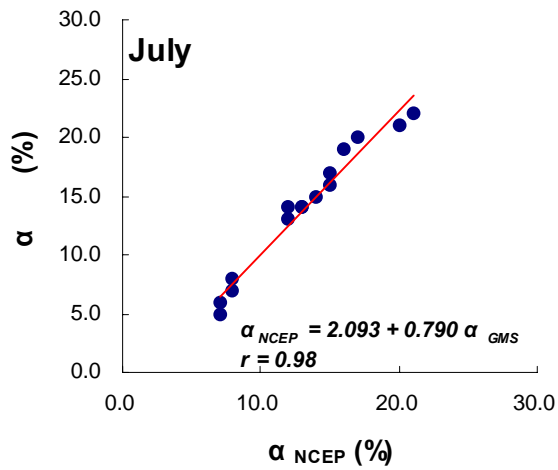
由於地面大範圍的實測 ( ground truth ) 反照率資料取得的困難, 因此我們由美國國家環境預報中心氣候資料庫取得 5 年反照率之氣候平均資料與 2002 年地球同步衛星單頻道資料, 選取不同區域之平均反照值, 計算其統計相關及散佈程度分析 ( 圖二十七 ), 由計算得到之線性迴歸相關方程式修正衛星單頻道資料, 其迴歸相關方程與相關係數結果如表七所示。

由各月 NCEP 反照率氣候值與 2002 年同步衛星可見光單頻道反照率之散佈圖與相關係數顯示各月間兩者具有高度正相關, 除在十月相關係數為  $r=0.87$  , 其餘各月相關係數超過 0.94 ; 因此我們可利用平均迴歸方程式  $NCEP = 1.675 + 0.875 \text{ GMS}$  修正同步衛星單頻道可見光反照率, 得到各月平均地表反照率分布情形。

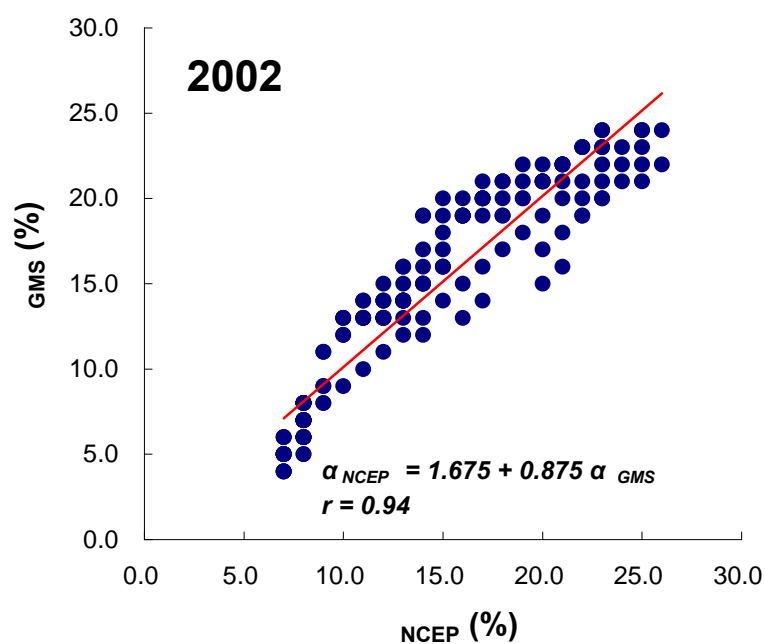




圖二十七 GMS 單頻道反照率與 NCEP 氣候值反照率迴歸相關及散佈圖



續 圖二十七



續 圖二十七

表七 NCEP 反照率與 2002 年同步衛星可見光頻道反照率統計相關情形

| 月 份           | 相 關 係 數 ( r ) | 迴 歸 方 程  |
|---------------|---------------|--|
| 一 月           | 0.98          | $NCEP = 1.667 + 1.098 \ GMS$                   |
| 二 月           | 0.96          | $NCEP = - 0.437 + 1.098 \ GMS$                 |
| 三 月           | 0.95          | $NCEP = 0.07 + 0.932 \ GMS$                    |
| 四 月           | 0.96          | $NCEP = 0.268 + 0.912 \ GMS$                   |
| 五 月           | 0.99          | $NCEP = 1.511 + 0.873 \ GMS$                   |
| 六 月           | 0.99          | $NCEP = 1.377 + 0.853 \ GMS$                   |
| 七 月           | 0.98          | $NCEP = 2.093 + 0.790 \ GMS$                   |
| 八 月           | 0.98          | $NCEP = 1.478 + 0.875 \ GMS$                   |
| 九 月           | 0.94          | $NCEP = 1.069 + 0.913 \ GMS$                   |
| 十 月           | 0.87          | $NCEP = 1.732 + 0.836 \ GMS$                   |
| 十一 月          | 0.98          | $NCEP = 0.261 + 1.106 \ GMS$                   |
| 十二 月          | 0.99          | $NCEP = 1.785 + 0.958 \ GMS$                   |
| <b>2002 年</b> | <b>0.94</b>   | <b><math>NCEP = 1.675 + 0.875 \ GMS</math></b> |

GMS : 可見光單頻道反照率(%)

NCEP : 修正後之地面反照率(%)

## 第四節 小 結

由於缺乏大範圍密集地面實測之地表反照率氣候值資料，因此我們在此引進美國 NCEP 氣候資料庫的平均反照率氣候數據資料，經由資料再分析後內差為高解析網格資料並轉換成研究區各月平均氣候地面反照率圖。

NCEP 研究區之各月平均氣候反照率分布情形發現，我國東半部在地表反照率上最大不同為華中以北地區具有較高的反照率，尤其在內蒙河套附近、東北、青藏高原，平均反照率約為 20~30%。華南地區平均地表反照率隨季節變化較為明顯，夏季反照率高於其他季節，平均反照率約為 8~20%。水體反照率無季節變化情形，反照率約為 8~10%。

統計分析 NCEP 之 5 年反照率氣候平均資料與 2002 年地球同步衛星平均窄頻反照率分布，顯示兩者具有高度正相關情形，其平均統計相關  $r=0.94$ ，迴歸方程為  $NCEP = 1.675 + 0.875 \text{ GMS}$ 。由此迴歸方程代入修正同步衛星可見光頻道平均反照率資料，經此修正迴歸方程計算可修正得到 2002 年寬譜之各月平均地表反照率。