

懸浮微粒衰減直達太陽輻射研究— 1995年2~3月台南永康監測分析

柳中明、沈金清
台灣大學大氣科學研究所

李崇德
中央大學環境工程研究所

張修武
中央氣象局

摘要

本研究在中央氣象局台南永康測站進行密集太陽輻射、懸浮微粒與雲相觀測，以探討晴日時，大氣中懸浮微粒對直達太陽輻射之衰減；並建立利用太陽輻射觀測資料，反演垂直上空懸浮微粒之大氣混濁度的方法。同時探究近地面懸浮微粒對衰減直達太陽輻射之重要性。

結果發現：在只選取晴空無雲的條件下，懸浮微粒約造成直達太陽輻射衰減-78~ -20%，大致與天頂角呈負相關。所反演得之寬頻大氣混濁度(turbidity； τ)，在1995年2月份為約 0.34 ± 0.25 ，3月份為 0.43 ± 0.15 。此外，分析大氣混濁度與實測之(散射/直射)輻射通量密度比之相關，發現相關係數非常高，如2月份為0.97，3月份為0.98，大致顯示僅利用直射輻射通量密度資料所反演得之寬頻大氣混濁度，與實測之散射輻射變動呈正相關。另外，分析 τ 與相對濕度、風速、能見度等之變化相關，除在少數日子裏相關不佳外，大致呈現正相關，也即近地面氣象環境為高相對濕度、低風速與低能見度時，垂直大氣混濁度的數值也偏高。經查在台南永康測站所測之懸浮微粒散射係數(藍、綠與紅光)，以及懸浮微粒粒徑數譜，大致與 τ 變化呈現正相關，相關係數可達0.9左右。

不過，大氣混濁度之反演主要在尋找垂直方向上懸浮微粒特性之改變，雖然大多數的狀況下， τ 的數值與近地面氣象環境以及懸浮微粒的變化等相關極高，但是仍有少數情況 τ 的變化與近地面環境的變動相關性極差。因此，未來如何進行垂直方向上懸浮微粒特性的監測，當為進一步推動相關工作的重點。

一、前言

懸浮微粒對局部地區而言，會影響能見度及空氣品質；就長期而言，對氣候亦有顯著的影響(柳，1994a)。其重點是：懸浮微粒具有對太陽短波輻射散射的能力(Paltridge and Platt, 1976)，因此大量的懸浮微粒將造成近地面的能見度降低，與形成霾(Haze)，並使到達近地面的太陽輻射通量減少(Wang and Domoto, 1974)。懸浮微粒對太陽短波輻射通量的衰減，主要表現在直達太陽輻射通量(direct)的測量上。Paltridge and Platt (1976)認為輻射通量密度的減少，為太陽天頂角與空氣中懸浮微粒含量的函數；若空氣中懸浮微粒含量為標準大氣的兩倍，則天頂角 0° 時直達輻射通量可減少36%，若天頂角 78.5° 時可減少78%。

懸浮微粒對能見度的影響，Trijonis (1982)、Trijonis et al. (1990)、Baik et al. (1996)等均有許多研究成果報告。Birckenheuer (1996)亦對晴日和霧日的個案作分析，認為懸浮微粒的消光效應中散射在晴日和霧日分別佔55.2%及79.4%，即說明懸浮微粒散射是主要的太陽輻射消光方式，晴日消光係數為 $0.297 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ，霧日則為 $0.791 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ 。

我國李(1989, 1992, 1993, 1995)，蔣等(1995)與簡(1986)亦曾進行懸浮微粒實驗觀測分析，以及其對能見度的影響研究。中央氣象局(1994)並曾提出近十年來我國各地日照時數減少，認為應與空氣品質惡化和懸浮微粒增加有關。事實上，由於懸浮微粒會散射太陽輻射，抑制溫室效應，其對氣候變遷的影響實不容忽視(柳，1994a)。

近日，柳等(1995)分析台南地區93年7日到94年6月的能見度變化，發現當地月平均白日「晴朗時」能見度9~4月較差(約7~12公里)，而其他月份較佳(15~23公里)，且以7~8月最佳。此特徵，事實上並不會因為白日有雲或無雲的分析方式，而呈現不同的結果。此外，9~4月出現晴日的機率是大於其他月份的。如12~1月「晴朗時」出現百分比約為40%，6~7月僅約5~11%，顯示台南地區在秋、冬、春季多晴朗無雲，但近地面能見度降低。經分析環保署在後甲、安南與善化的三個空氣品質監測資料，証實在9~4月直徑小於 $10 \mu\text{m}$ 的懸浮微粒(PM10)濃度，確實是大於其它月份的濃度。如後甲9~4月白日月平均PM10介於 $100 - 140 \mu\text{g m}^{-3}$ ，其它月份則介於 $55 - 80 \mu\text{g m}^{-3}$ 。顯然，台南地區能見度的季節性變化，受空氣中懸浮微粒的多寡影響極大。

本研究在以上的背景思考因素下，決定延續柳與馮（1989），馮等（1989）與 Liu and Feng（1990）的研究設計，應用晴時近地面的太陽輻射通量測量資料，反演垂直空氣柱中懸浮微粒衰減太陽輻射的光程厚度（optical thickness），亦稱大氣混濁度（turbidity），以探究地區性大氣混濁度的變異。由於此研究過程中，需要直接追蹤太陽移動，以量測直達太陽輻射通量密度（如圖 1 所示），因此特別選擇地形平坦的台南地區作為研究對象，並在台南永康氣象測站安置輻射測量儀器，進行測量與分析。在本研究中，並選取 1995 年 2-3 月進行密集觀測，因為依據柳等（1995）研究，台南地區 9-4 月期間為空氣中懸浮微粒對能見度影響最大的時段。另外，同時邀請相關學者進行近地面懸浮微粒之粒徑譜與散射係數（scattering coefficient）測量分析，期望能估算出晴日懸浮微粒衰減太陽輻射通量的情形，並分析垂直空氣柱中大氣混濁度的變化，及其與近地面懸浮微粒特性的相關。

本文特別區分寬頻（0.3~4 μm ）與窄頻（個別波段）之大氣混濁度分析，以了解懸浮微粒對不同可見光波段與對所有太陽光波段的影響，有何不同。不過，限於篇幅，本文不詳細說明研究過程，主要將說明觀測分析結果。

二、觀測儀器與晴時個案選取

詳細的觀測實況，已述於柳（1995）。吾人在 1995 年 2-3 月在台南永康站進行密集觀測，所使用之輻射儀器如下：

1. 全天空太陽輻射感應器（TSP）
 - （1）量測波長：0.3 到 4 μm ；
 - （2）解析度：1 wm^{-2} ；
 - （3）靈敏度：4.53 mv/wm^{-2} ；
 - （4）餘弦反應： $\pm 1\%$ ，0 度到 75 度頂點角度；
 - （5）反應時間： ≤ 1 秒；
 - （6）精確度（溫度量測）： $\leq \pm 1\%$ ，-50 $^{\circ}\text{C}$ 到+50 $^{\circ}\text{C}$ 時間。
2. 多濾鏡旋轉擋陽板輻射感應器（MFRSR）
 - （1）量測波長：415、500、610、665、862、940nm；
 - （2）餘弦反應： $\leq 0.5\%$ ，0 度到 80 度頂點角度；
 - （3）操作溫度：-20 $^{\circ}\text{C}$ 到+50 $^{\circ}\text{C}$ ；
 - （4）測量頻率： \geq 每分鐘取樣 4 次。

其中，TSP 只有寬頻（0.3~4 μm ）的全天空輻射量（global），MFRSR 有寬頻（0.3~3 μm ）及窄頻（6 個波段）的直達（Direct）、散射（Diffuse）與全天空輻射量（global）。原則上，全天空輻射量等於直達輻射量乘上天頂角之餘弦值與散射輻射量之和（柳，1994b）。二者均為每 15 分鐘提供一筆資料。TSP 的觀測值較準確，

而 MFRSR 的觀測值相對偏高，因此需將 MFRSR 對 TSP 作修正，依沈（1996）的分析，MFRSR 修正因子 = $a + b\theta + c\theta^2 + d\theta^3$ ，式中 θ 為天頂角（radian）， $a = 0.723571$ ， $b = 0.626272$ ， $c = -0.71755$ ， $d = 0.271382$ 。原則上，窄頻輻射通量密度亦應同步修正。

本研究的密集觀測期間為 1995 年 2 月 16 日到 3 月 31 日，在此期間內除輻射觀測外，尚同時進行每 15 分鐘的雲相錄影，因此可以藉由分析錄影雲相，來判斷晴時，亦即完全無雲的時刻。在 2、3 月的觀測期內，因為個案太少，因此另外擴張選取資料分析期間為 1995 年 2 月 1 日~3 月 31 日，而在判斷晴時方面，乃利用永康站的雲相目視資料，若雲量為 0，即選取為晴時；如此，總共選取 197 個晴時個案。

三、結論

詳細之觀測資料處理方法與理論依據已述於柳等（1996），本文為簡省篇幅，不贅重覆。大致上，乃利用近地面所測之寬頻（0.3~4 μm ）直達太陽輻射通量密度，反演垂直空氣柱中懸浮微粒對太陽短波輻射散射之總光程厚度（optical depth），又稱之為大氣混濁度（Turbidity, τ ）。並採用 MFRSR-6 所觀測之窄頻直達輻射量資料，選擇全天空雲量為 0 的情形，反演垂直空氣柱中窄頻之大氣混濁度（ τ ）。過程中並分析懸浮微粒衰減太陽輻射之情形。

2~3 月間在晴時無雲下，大氣中懸浮微粒衰減直達太陽輻射通量約達 -78 ~ -20%。最大衰減出現在 8 點，爾後逐漸上升到 13 時上下，然後再逐漸下降到 17 時的 -60% 上下。充份顯示太陽天頂角改變，大氣層的厚薄變化，對直達輻射量衰減的影響情形。不過，天頂角最小是出現在 12 時，但直達量衰減最少是出現在 13 時；此可能與最高氣溫未出現在 12 時有關，即熱力最強時，混合層也達相當高度，懸浮微粒衰減直達太陽輻射的情況，反成一日內最弱狀態。

由於在反演大氣混濁度之計算過程中，僅能使用晴朗無雲的個案，因此同時整理觀測期間之地面氣象與雲相錄影資料，乃於 2~3 月取得 197 個案，每一個案為 15 分鐘平均資料。所得之 2、3 月平均 τ 值，分別為 0.35 ± 0.25 與 0.43 ± 0.157 ；日平均（單日個案在 10 以上者） τ 值在 2、3 月，分別介於 0.19~0.48 與 0.36~0.62 之間；至於每一個案 τ 值，約介於 0.005~1.8。

為檢驗所反演得 τ 值之可信度，乃使用同時觀測到之散射輻射通量密度，計算（散射/直達）與（散射/全天空）比值，並分析此二值與 τ 之相關。表一與表二顯示（散射/直達）比與 τ ，在單日內之相關係數，至少大於 0.67，多數介於 0.85~1。（散射/全天空）比與 τ 之相關略差，但亦多數可達 0.7~1 之間。大致上，此項分析支持本文所反演得之 τ 值，已充份反映微粒散射會造成近

地面散射通量增減的變動情形。

本文同時分析 τ 值與環保署後甲PM10監測濃度，以及 τ 值與近地面相對濕度、風速與能見度等之相關(表一、表二)。發現在單日內，若 τ 與後甲PM10之正相關明顯時， τ 與近地面相對濕度定呈正相關，與近地面風速和能見度等均呈負相關。換言之：當垂直空氣柱中懸浮微粒對太陽輻射散射之影響，主要受近地面懸浮微粒所主導時，近地面相對濕度增加應會促使懸浮微粒增大，而至散光效應加強(李，1996)；近地面風速減弱，則會促使微粒滯流，而至能見度下降與 τ 值上升。不過，由於氣象與PM10監測資料，均非每15分鐘之觀測資料，因此部份情況下， τ 與這些因子之單日相關係數並不理想，且進一步會影響整體資料間之相關。至於當 τ 與後甲PM10相關不佳時，應是近地面懸浮微粒在整體垂直空氣柱中，對太陽輻射之散射並非重要影響因子；初步分析此現象應與當日綜觀天氣環境(表一、二)，以及區域性大氣環流結構等有關。不過目前缺乏垂直方向上懸浮微粒特性資料，所以無法作進一步探討。

本文進一步使用中央大學在密集觀測期間，所觀測得之近地面微粒粒徑譜與散光係數資料。將這些資料與大氣混濁度資料相互配對比較，發現僅在個案充裕的4個單日中： τ 與散光係數與粒徑譜之逐時變動非常相近，彼此間之相關係數均在0.8以上。其中0.5~0.6 μm 粒徑之微粒對散光係數與 τ 之影響最為顯著，彼此相關係數亦在0.8以上。4單日個案中，又以3月8日13-14時之間，近地面微粒數量突然增加，造成散光係數與大氣混濁度同時上升的現象，最為顯著。此資料分析，基本上支持本文所反演得之大氣混濁度，在多數情況下，確實能反映永康地區近地面懸浮微粒對衰減太陽輻射之重要性。

至於在3月4日的資料分析，亦出現如後甲PM10資料一般，中央大學近地面微粒粒徑譜、散光係數與 τ 的相關均不佳，也即近地面懸浮微粒在整體垂直空氣柱中，對太陽輻射之散射並非重要影響因子。分析3月2~4日的綜觀天氣，發現黃土高原在3日出現沙暴現象，爾後大陸冷高壓快速南移；或許黃沙在冷高壓上層被輸送至台灣高層，影響垂直 τ 的反演，但黃沙未落地，所以近地面測量並無法測知其影響。未來若需明確探討此問題，或需在沙暴頻繁的3~5月(楊等，1996；Chung and Yoon, 1996)，進行垂直方向之氣球或飛航懸浮微粒監測。事實上，同月內12~13日間，黃沙曾造成台灣西岸中部以北，出現黃雨與高濃度PM10污染事件(楊等，1996)，可惜鋒面系統通過，雲層較厚，無適當之地面輻射資料用以探討直達輻射受衰減之情形。

此外，本文採用Motran-6計算晴日無雲無懸浮微粒下之窄頻太陽輻射直達量(理論值)，並使用MFRSR-6所觀測之窄頻直達輻射量資料，選擇全天空雲量為0的情形，反演垂直空氣柱中窄

頻之大氣混濁度(τ)。經分析理論與觀測直達量之差異，以及觀測直達與散射量的差異等，均支持懸浮微粒散射太陽輻射的效益，應隨波長增長而削弱。所反演得之窄頻 τ 值亦明顯隨波長增長而減小。大致上，懸浮微粒造成直達輻射量的衰減率，415nm為-80~-66%，500nm為-74~-55%，610nm為-60~-20%，862nm為-50~-5%。

為探討 τ 值的可信度，本文計算(散射/直達)比，並估算窄頻 τ 值與此比值間之相關係數，結果僅在2月6日內相關係數介於0.62-0.76，其它數日內相關係數均至少大於0.92，甚至達1，此主要說明本文僅利用直達量所反演得之大氣混濁度，確能充份反映實測散射量之變動。

大致上，2月內寬頻平均 τ 值為0.34±0.25，窄頻415nm平均 τ 值為0.93±0.29，500nm為0.7±0.21，610nm為0.31±0.14，862nm為0.16±0.12。3月內寬頻平均 τ 值為0.43±0.15，窄頻415nm平均 τ 值為0.94±0.32，500nm為0.78±0.21，610nm為0.38±0.10，862nm為0.20±0.06。大致上，2-3月間 τ 值變動不大。若計算2-3月所有資料的平均寬頻 τ 值為0.38±0.22，405nm為0.96±0.3，500nm為0.79±0.21，862nm為0.18±0.1。

最後，本文探討寬頻、窄頻與後甲PM10間之相關，發現在相關性高的日子裏，如2月7日、2月12日、3月8日等(圖1a,b,d)，垂直空氣柱中懸浮微粒對太陽輻射的衰減，主要受近地面微粒的影響。但在彼此相關性不高的日子裏，如3月4日(圖1c)，近地面懸浮微粒的影響在整個垂直空氣柱中較不重要，因此可能與當時之綜觀大氣環境與長程物質的傳送等因素有關聯。未來，吾人期望能建立起全台灣完整之太陽輻射場觀測，以探討垂直上空大氣混濁度之長期性時空變化；當然，如何能獲得完整的垂直上空懸浮微粒特徵資料，仍將是一大難題。

參考文獻

- 中央氣象局，1994：台灣地區近百年氣候之變化。中央氣象局氣象科技中心。
- 李崇德，1989：台灣地區懸浮微粒濃度與氣象關係之研究。EPA。
- 李崇德，1992：台北都會區懸浮微粒粒徑分佈的物理化學特性(I)。NSC80-0421-E008-07Z。
- 李崇德，1993：台北都會區懸浮微粒分佈的物理化學特性(II)。NSC81-0421-E008-10Z。
- 李崇德，1995：台灣地區懸浮微粒空氣污染問題及防治之研究(III)。台灣北部都會區氣懸微粒分佈之污染物特性分析。EPA-84-E3F1-09-01。
- 李崇德，1996：氣懸微粒粒徑分佈及散光係數的量測。NSC85-2621-P-008-006。
- 沈金清，1996：台南地區大氣混濁度分析。台灣大學大氣科學系碩士論文。83頁。

- 柳中明, 1994a: 全球氣候變遷之不確定性: 對流層內臭氧與懸浮微粒的影響。 *大氣科學*, 22, 523-544。
- 柳中明, 1994b: 蘭嶼大氣輻射場觀測與分析。 *大氣科學*, 22, 219-245。
- 柳中明, 沈金清, 楊之遠, 1995: 台南地區能見度與懸浮微粒之相關研究。 *氣象學報*, 41, 123-130。
- 柳中明、沈金清、李崇德、張修武, 1996: 懸浮微粒衰減直達太陽輻射研究—1995年2~3月台南永康監測分析。(投稿 *大氣科學*)
- 柳中明, 馮欽賜, 1989: 近地面垂直太陽輻射通量受大氣懸浮微粒衰減分析。 *大氣科學*, 17, 169-186。
- 馮欽賜, 柳中明, 沈秀蓉, 1989: 懸浮微粒衰減全天空太陽輻射之研究。 *大氣科學*, 17, 287-302。
- 楊之遠、李侃翰、柳中明, 1996: 長程傳送黃沙與區域性污染之空氣品質監測資料比較分析。 *環境保護* (印刷中)
- 簡慶芳, 1986: 台北市能見度的變異性分析: 1980-1984。台灣大學大氣科學系碩士論文。
- 蔣本基、張勝祺、樓基中, 1995: 台北地區懸浮微粒空氣污染問題及防治研究。 EPA-84-E3F1-09-01。
- Birkenheuer Daniel, 1996: Applying satellite gradient moisture information to local scale water vapor analysis using variational methods. *J. Appl. Meteor.*, 35, 24-34.
- Baik, N. J, Y. P. Kim, and K. C. Moon, 1996: Visibility study in Seoul, 1993. *Atmos. Environ.*, 30, 2319-2328.
- Chung, Y. -S. and M.-B. Yoon., 1996: On the occurrence of yellow sand and atmospheric loadings. *Atmos. Environ.*, 30, 2387-2397.
- Liu, C. M. and T. S. Feng, 1990: Atmospheric turbidity over Taiwan. *Atmos. Environ.*, 24, 1303-1312.
- Natusch, D. F. S., and J. R. Wallace, 1974, Urban aerosol toxicity: The influence of particle size. *Science*, 186, 695-699.
- Ning D.T., L.X. Zhong, and Y.-S. Chung, 1996: Aerosol size distribution and elemental composition in urban areas of northern China. *Atmos. Environ.*, 30, 2355-2362.
- Prospero, J. M. et al., 1983, The atmospheric aerosol system: A overview. *Rev. of Geophys. and Space Phys.*, 21, 1607-1629.
- Shiobara, M., J. D. Spinhirne, A. Uchiyama and S. Asano, 1996: Optical depth measurements of aerosol, cloud, and water vapor using sun photometers during FIRE CIRRUS IFO II. *J. Appl. Meteor.*, 35, 36-46.
- Subcommittee on Airborne Particles (SAP), 1979: *Airborne Particles*. National Research Council, 343pp, Uni. Park Press, Baltimore, MD.
- Trijonis, J. C., 1982: Existing and natural background levels of visibility and fine particles in the rural east. *Atmos. Environ.*, 16, 2431-2445.
- Trijonis, J. C., W. C. Malm, M. Pitchford and W. H. White, 1990: *Visibility: Existing and Historical Conditions--Causes and Effects*. NAPAP, report 24.
- Utsunomiya, A., and S. Wamatsu, 1996: Temperature and humidity dependence on aerosol composition in the northern Kyushu, Japan. *Atmos. Environ.*, 30, 2379-2386
- Wakamatsu, S., A. Utsunomiya, J. S. Han, A. Mori, I. Uno and K. Uehara, 1996: Seasonal variation in atmospheric aerosols concentration covering northern Kyushu, Japan and Seoul, Korea. *Atmos. Environ.*, 30, 2343-2354.
- Wallace, J. M., and P. V. Hobbs., 1977: *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press.
- Wang, W. C., and G. A. Domoto, 1974: The radiative effect of aerosol in the earth's atmosphere. *J. Appl. Meteor.*, 13, 521-534.

表一：1995年2、3月，在台南永康測站進行輻射觀測期間，經判定為晴時（雲量為0）之日期與當日晴時數（每15分鐘為單位），以及在此晴時數內後甲之平均PM10濃度（ $\mu\text{g m}^{-3}$ ）、所反演得之寬頻大氣混濁度。同時列出寬頻大氣混濁度與相對濕度、風向等之相關係數（ r ），以及綜觀天氣情況。表中 σ 代表標準偏差。

月	日	晴時數	後甲	大氣		與大氣混濁度之相關係數 (r)						綜觀天氣	
			PM10	平均	σ	相對濕度	風速	能見度	後甲PM10	diffuse direct	diffuse global		
2	3	2	75	0.84	0.03	-	-	-	-	-	-	-	寒流
2	6	27	140	0.30	0.26	0.83	-0.78	-	0.41	0.99	0.90	-	高壓出海
2	7	26	146	0.28	0.24	0.44	-0.79	-0.65	0.83	0.99	0.90	-	高壓迴流
2	9	16	135	0.33	0.27	0.75	0.27	0.59	-0.97	0.99	0.99	-	高壓出海
2	12	13	137	0.19	0.19	0.93	-0.93	-0.93	0.93	1.00	1.00	-	冷鋒通過
2	13	12	237	0.48	0.17	0.96	-0.96	-0.96	0.82	1.00	1.00	-	台灣波形成
2	17	13	133	0.40	0.04	-0.50	-0.50	-	0.76	0.85	-0.53	-	高壓迴流
2	18	1	275	0.88	0.00	-	-	-	-	-	-	-	冷鋒前暖區
2	23	1	124	0.66	0.00	-	-	-	-	-	-	-	冷鋒通過
2月			150	0.34	0.25	0.41	-0.28	-0.27	0.45	0.97	0.90	-	
3	4	32	121	0.38	0.12	0.80	-0.07	-0.94	-0.79	0.98	0.69	-	高壓出海
3	5	13	150	0.46	0.09	0.95	-0.95	-	-0.25	0.98	0.94	-	高壓迴流
3	7	2	219	0.77	0.16	-	-	-	-	-	-	-	高壓迴流
3	8	25	189	0.36	0.12	0.54	-0.59	-0.67	0.71	0.98	0.43	-	氣壓梯度微弱 冷鋒接近
3	9	1	203	0.72	0.00	-	-	-	-	-	-	-	冷鋒前暖區
3	11	5	96	0.62	0.07	-	-	-	-	-	-	-	高壓壅罩
3	12	5	60	0.54	0.11	-	-	-	-	-	-	-	高壓迴流 台灣波
3	14	1	152	0.44	0.00	-	-	-	-	-	-	-	台灣波
3	24	1	45	0.17	0.00	-	-	-	-	-	-	-	氣壓梯度微弱
3	27	1	147	0.61	0.00	-	-	-	-	-	-	-	高壓迴流
3月			143	0.43	0.15	0.12	-0.15	-0.54	0.10	0.98	0.59	-	
2-3月			145	0.38	0.22	0.28	-0.13	-0.29	0.31	0.96	0.85	-	

表二：1995年2月12、13日與3月4、5、8日，在台南永康所測得之懸浮微粒數（粒徑介於0.1-10 μm ），藍光、綠光與紅光之散射係數，以及綠光散射係數（G）與 τ 、G與0.5-0.6 μm 間粒子數密度（N）、 τ 與N之相關係數等。

月	日	資料數	Aerosol (A) #/cm ⁻³	藍光 449nm km ⁻¹	綠光 (G) 539nm km ⁻¹	紅光 690nm km ⁻¹	G與 τ 之相關	G與N 之相關	τ 與N 之相關
2	12	13	2404 (562)	0.26 (0.10)	0.20 (0.08)	0.14 (0.05)	0.90	0.98	0.87
2	13	12	2681 (515)	0.41 (0.13)	0.33 (0.11)	0.24 (0.09)	0.87	0.98	0.93
3	4	32	1145 (68)	0.27 (0.03)	0.20 (0.02)	0.14 (0.02)	-0.41	0.63	0.03
3	5	13	1393 (280)	0.34 (0.09)	0.25 (0.07)	0.18 (0.05)	0.90	0.96	0.91
3	8	25	1296 (142)	0.45 (0.12)	0.37 (0.11)	0.29 (0.10)	0.88	0.90	0.81
2-3月		95	1585 (656)	0.34 (0.12)	0.27 (0.11)	0.20 (0.09)	0.63	0.43	0.32

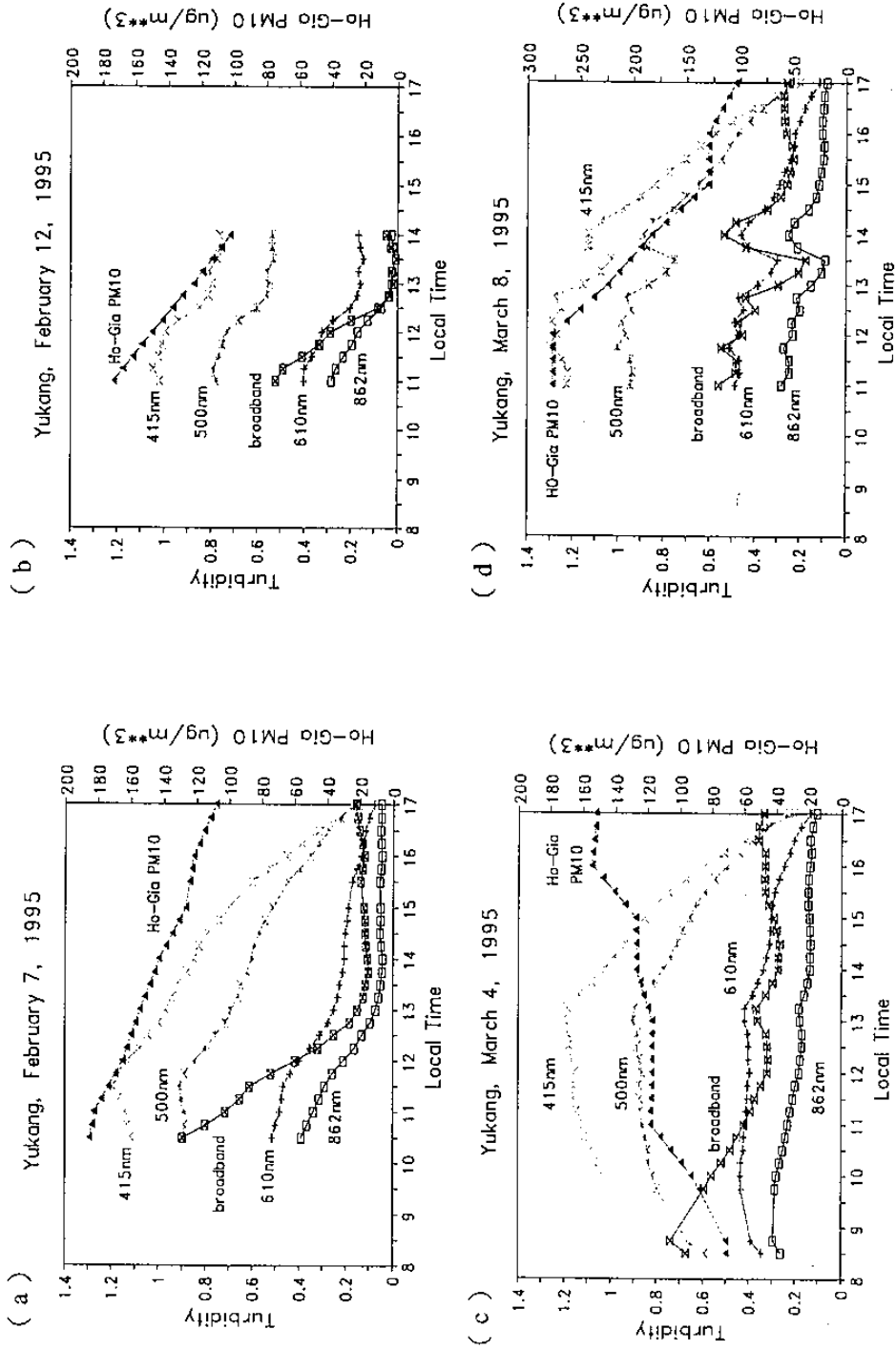


圖 1：1995 年 (a) 2 月 7 日，(a) 2 月 12 日，(a) 3 月 4 日與 (a) 3 月 8 日在台南永康測站所估算得之每 15 分鐘寬頻、415nm、500nm、610nm 與 862nm 大氣混濁度，與當時之環保署後甲站 PM10 濃度變化。