

論述	大陸現況	法令天地	全民國防	資通安全	科技新知	健康生活	生態保育	文與藝	美麗台灣·文化領航	其他
----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----------	----

臺灣春季受到沙塵、空氣污染物及生質燃燒等多重污染源影響，造成空氣污染並直接影響民眾健康，值得國人重視。

影響臺灣春季空氣品質的重要因子—境外長程輸送

◎林傳堯

豪雨預報能力

近年來由於東亞地區國家的工業及經濟快速發展，所衍生跨國區域性的環境問題也日益嚴重。由於臺灣地理位置的關係，在東北季風期間，受長程輸送的亞洲沙塵及空氣污染物的影響也格外顯著；而春季同時也是東南亞生質燃燒盛行的季節，其瞬間可排放出大量的氣態污染物及懸浮微粒，對於區域環境及區域氣候也有深遠的影響，特別是臺灣位於東南亞主要生質燃燒區的下風處，處於此特殊的地理環境，同時接受多重的境外污染源，因此值得我們投注更多心力，探討境外長程傳輸對臺灣空氣品質及區域氣候之影響。

亞洲沙塵及空氣污染物之長程輸送

在每年的東北季風期間，源自於亞洲大陸的大陸冷氣團，不僅使得氣溫降低，並且在適當的天氣條件下，可帶來沙塵及長程傳輸的空氣污染物並影響臺灣的空氣品質。沙塵暴是東亞地區冬末及春季經常發生的現象，沙塵主要發生的地點是位於強風且乾燥少雨的沙漠地區；當有強的冷高壓伴隨著鋒面通過上述地區時，便很容易產生沙塵暴，並且隨著反氣旋冷高壓之移動路徑，往東方及南方傳送。由於氣團的傳輸路徑同時也經過了中國大陸沿岸都市及工業區，因此無可避免地也會攜帶該地區的空氣污染物往其他地區輸送。事實上，由於東北季風的存在，即使沒有沙塵暴的發生，空氣污染的長程輸送也可能持續地發生，端賴氣象條件的適合與否。

近年來由於中國大陸的高速工業化，使得空氣污染物的排放明顯增多。舉例而言，中國大陸的氮氧化物排放由1990年的每年8.8百萬公噸增加到2000年的每年14.2百萬公噸，增加的幅度超過60%，同期間二氧化硫的排放也有顯著的增加，由每年之20百萬公噸增加到27.5百萬公噸。臺灣地區的二氧化硫及氮氧化物排放量分別為中國大陸排放量之1.5%及3.5%，所以即使僅有1%的中國大陸空氣污染物傳輸至臺灣，其影響也是很嚴重的。因此，中國大陸的空氣污染物排放對臺灣的空氣品質造成顯著衝擊的可能性很高，尤其在東北季風盛行的冬季及春季，此可藉由衛星所觀測的懸浮微粒柱密度在冬、春兩季於整個西太平洋上空大量增加而得到證實（以圖1為例）。

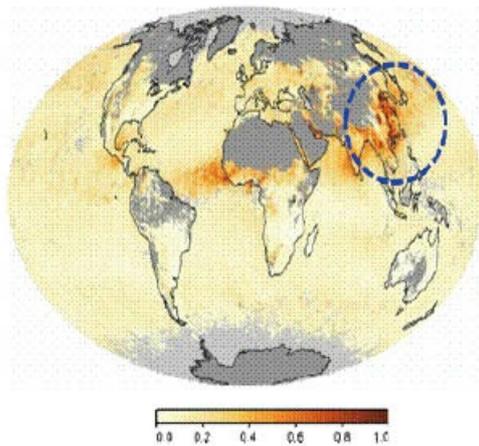


圖 1. MODIS 衛星觀測 98 年 4 月懸浮微粒氣柱平均光學厚度圖（資料取自 NASA MODIS 衛星資料網頁）

為了了解長程傳輸的沙塵或污染物對臺灣空氣品質的影響，中央研究院環境變遷研究中心與環保署合作，探討在東北季風期間，亞洲沙塵及空氣污染物對臺灣空氣品質的影響。研究結果顯示，在東北季風期間，臺灣北部約有50%至75%的懸浮微粒質量濃度，是經由長程輸送所帶來。其次，若以影響程度而言，亞洲沙塵及污染物對臺灣北部及東部的影響最顯著，因受地形的影響，對臺灣西部的衝擊相對較小。以污染物而言，大氣生命期較長的污染物，譬如一氧化碳（CO）、懸浮微粒（PM10）及總氧化物（O3+NO2），其對臺灣北部的影響可高達50%至80%，南部約為15%至50%；而大氣生命期較短的污染物，譬如氮氧化物（NOx）及二氧化硫（SO2）的影響，相對就較不明顯。

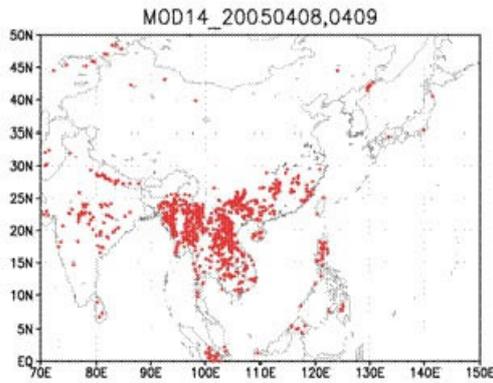


圖 2a. MODIS 衛星偵測 94 年 4 月 8 至 9 日火點的位置 (紅色表示)

東南亞生質燃燒

春季東南亞的生質燃燒，是影響臺灣乃至於東亞地區另一重要的污染來源。在每年的春季，是東南亞地區生質、農廢燃燒盛行的季節，這現象也可經由衛星資料加以證實（如圖2a；以2005年4月8日至9日為例）。透過高解析度（1 KM）衛星資料Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 研究顯示，每年春季總計有超過二萬個火點在這區域（10°N至25°N，90°E至110°E）被衛星所偵測，資料統計也顯示主要發生於春季。為什麼在春季常有大量面積的農廢燃燒呢？中南半島的生質燃燒通常發生在每年的2到4月，在季節交替需要土地的再利用或拓展農地規模時，常常大規模地燃燒農地或森林以清除農作廢物，此即通稱的「火耕法」。這些開放式的燃燒不僅會產生大量的氣態污染物及懸浮微粒，造成嚴重的空氣污染，同時燃燒產物如氮氧化物、一氧化碳及碳氫化合物，更是臭氧的前驅物；當大氣條件適合，便可在火源的下風處經由光化反應形成臭氧。這也是為什麼在2004年及2005年春季，經由密集施放的臭氧探空資料，常發現在低對流層（2至4公里）有臭氧濃度的峰值（60至80 ppbv）出現，在我們2005年4月12日所施放的探空甚至量測到4公里高的臭氧濃度達120 ppbv的高值（圖2b）。

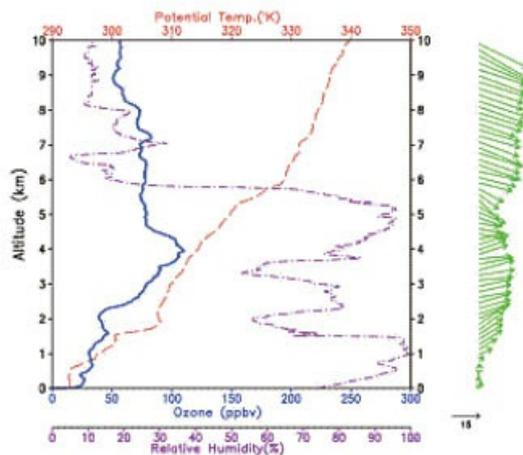


圖 2b. 94 年 4 月 12 日臺北上空臭氧探空資料，藍色實線為臭氧濃度，紅色虛線為位溫，紫色虛線為相對溼度，綠色箭頭表示風向，長度大小為風速。

然而，這些燃燒出來的產物，是經由什麼樣的大氣過程而影響臺灣？首先，必須從大氣條件說起，資料分析顯示在低對流層3公里（700 hpa）左右，在青藏高原以南、20°N以北，存在一條明顯的強風帶，此強西風帶一直往東延伸至臺灣上空及以東地區，因此，若大氣條件足以將生質燃燒的產物帶至3公里以上的高空，那麼這些空氣污染物就很容易影響位處下風處的臺灣，甚至於整個東亞地區。經由數值模擬的結果，我們證實了在天氣條件適合下，地形背風面所形成的背風槽（lee side trough）所導致的上升運動，扮演著相當重要的動力過程；配合著密集臭氧探空的觀測結果也支持這項看法，一旦有顯著的背風槽發生，便容易在下風處的低對流層產生高臭氧。

生質燃燒所產生的細懸浮微粒是另一項影響空氣品質，甚至是區域氣候的重要因子。事實上，不只是生質燃燒所產生的懸浮微粒，沙塵暴或是長程輸送的人為空氣污染物，也都有懸浮微粒的存在。大氣中的細懸浮微粒透過複雜的物理過程及化學過程，足以影響地表的輻射收支；此外，細懸浮微粒能影響雲凝結核（cloud condensation nuclei, CCN）的濃度，使得雲液滴變小，增加雲量及在空中停留的時間，因此，也可能會改變水循環和雲的反照率，並間接影響大氣的輻射作用，從而影響區域氣候。可惜的是到目前為止，學界對於懸浮微粒的直接效應及間接效應的影響評估不確定性仍高，聯合國「政府間氣候變遷小組」所提出的報告明白指出，懸浮微粒的直接與間接效應是研究全球暖化問題的最大不確定因子，因此有關這方面的研究仍待進一步努力。

結語

臺灣由於處於特殊的地理位置，不僅有明顯的季風變化，空氣污染問題也因大氣條件的改變，污染形態也不盡相同。如前所述，在臺灣乃至於東

亞地區，春季包括有沙塵、空氣污染物及生質燃燒等多重污染源的影響所造成的空氣污染問題，一旦有顯著的境外長程輸送事件發生，更非僅靠國內環保單位藉由污染物排放的管制可以改善空氣品質，特別是空氣污染物藉由大氣物理及大氣化學的連鎖反應，所影響的不僅僅是空氣品質而已，長期以來，不但對環境及人體健康有影響，更足以影響區域氣候。雖然近年來，衛星觀測技術及數值模式皆有長足的進步，但欲降低懸浮微粒對區域氣候的不確定性評估，未來仍需藉由參與大規模的實驗計畫，同時觀測這些物質的三度空間與時間分布，並藉由改進數值模式，才能提供足夠的資訊來了解以上提及的複雜物理、化學過程，並評估其對環境的衝擊。

(作者現任中央研究院環境變遷研究中心副研究員)

MJIB
調查局

MJIB
調查局

MJIB
調查局

MJIB
調查局

MJIB
調查局

MJIB
調查局

▲Top

論述	大陸現況	法今天地	全民國防	資通安全	科技新知	健康生活	生態保育	文與藝	美麗台灣·文化領航	其他
----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----------	----

新觀念、新知識、新視野

科技新聞摘要

◎林治平

從事危險任務 無人船將問世

無人飛機在軍事上應用日廣，使用類似控制技術的無人船艦也將問世。這種無人船艦長約12公尺，運送方便，時速可達50公里，可於16至19公里外遙控，在陸上海上或空中皆可；若是須赴遠洋執行任務，可轉換至由衛星系統控制，遙控距離擴增至將近2,000公里。研發的美國業者預計將供應給各國海軍，用於掃雷、偵查潛艦、蒐集情資和接近敵艦等危險任務，以減少人員涉險。

以往研發的無人船艦只是在船上安裝遙控設備，而這種看似魚雷快艇的無人船艦，則係針對無需船員操控的狀況而設計。它採用柴油燃料，可巡航72小時無需加油，而且淺到僅5呎的水域也可進入。更神奇的是，這種無人船艦遇到事故時不易沈沒；萬一翻覆，它會關閉推進器，回正船身，然後重新啟動推進器，繼續進行任務；當與控制中心失聯時，則會依程式設計返回出發地點或預先設定的地點。

抗暖化新奇想 都市反射陽光

全球暖化的後果令人憂心，科學家提出各種天馬行空的構想，希望能緩和地球發燒的趨勢，其中加拿大的研究人員提出一個構想，建議將都市建築的屋頂和道路改為白色或淺色，如此可形成巨型的陽光反射器，或可減輕日照的熱效應。科學家認為，都市的路面和屋頂會捕捉太陽能，產生所謂的「熱島效應」，若將路面和屋頂顏色改為淺色或白色，可反射陽光，降低「熱島效應」，應能達到對抗地球暖化的效果。

研究團隊推估，若逐步將城市的屋頂和道路改成白色或淺色材料，今後50年獲得的冷卻效益相當於減碳250億至1,500億公噸，這幾乎是相同期間世界上所有汽車的碳排放量。不過，如同其他對抗暖化的方法，這個構想也受到質疑，例如在廣大的城市貧民區即難以實行，而其涵蓋面僅占全世界不到1%的陸地表面，效果十分有限，況且每年還須耗費約3,000億美元，成本也甚昂貴。

簡易滅菌裝置 惡劣環境建功

全球天災頻仍、戰火不斷，當災區和戰區的緊急救護人員忙著搶救人命時，自身卻可能已曝露在細菌感染的風險之中。亞太地區科學家於是研發出輕便的「電漿手電筒」滅菌裝置，讓醫療人員在缺乏乾淨用水與藥物的情況下，能在常溫中迅速殺死危險的細菌；這種裝置大量生產的單價不超過100美元，未來不只醫療人員，甚至一般消費者也可使用。

目前已有熱電漿滅菌裝置可用來消毒手術器具，但既昂貴又笨重，而且必須在高溫下運作；若要在較低溫環境下使用，則須有供電系統或發電機。而新研發的電漿手電筒式滅菌裝置，可在接近室溫的環境下使用，且不會灼傷皮膚；同時，它只需12伏特電池供電，即能射出帶電或離子化的噴射氣流，在實驗中可殺死耐熱和具抗藥性的頑強細菌，滅菌的時間大約只需幾秒鐘。

鐵達尼沈百年 冰山仍是威脅

「鐵達尼號」郵輪撞冰山沈沒的慘劇距今已滿百年，儘管一世紀來科技突飛猛進，惟釀禍的冰山，至今仍是海上船隻難以防範、神出鬼沒的殺手；雖然船隻撞冰山的事件已持續減少，但威脅卻始終難以根除。據統計，1912年鐵達尼號遇難前25年，共有170起船隻撞冰山事件，平均每年6.8起；1980至2005則共有57起，平均每年2.3起；如今船隻撞冰山機率為兩千分之一，只比百年前減少一半。

冰山之所以危險，主因在於其漂流不定，位置難以確定；且遇到大海浪時，冰山易隱沒在後，雷達也難以察覺。為防範這些海中巨物釀禍，科學家可說試遍各種方法，包括投擲紅漆和投彈轟炸；但紅漆會褪色，炸彈也難剷除冰山。冰山監控機構於是改用發出早期警報向船隻預警的方式，實施後，凡能夠注意這些警訊的船隻，尚無任何一艘遭遇撞擊冰山的事件。

微裝置入人體 醫技驚異奇航

科幻電影「聯合縮小軍」和「驚異大奇航」都以微縮科技為主題，描繪將人縮小後注射進入人體的歷險記；以往可能覺得這種事不可思議，但如今科學家已證明並非遙不可及，相關的研究已有起步和進展。美國的華人科學家最近已宣布研發出一種微型醫療裝置，它能進入病人的血管中，由醫生在體外遙控，用來投送藥物、進行手術，或只是偵察病情，此一研究成果可能促成醫學科技的革命。

將醫療裝置植入體內並不是新的概念，只是先前各種裝置大都因電池太大而受阻，這些電池又大又重，且必須定期更換，成為微縮技術的障礙。新研發的裝置採取由體外透過電磁波無線供電的方式，因此體積得以縮小到約米粒大小，可置入血管內進行動作；主要用於診斷或輕微侵入性的手術，未來可能用以摧毀血凝塊或去除硬化動脈中的斑塊。

免受注射之苦 微晶片送藥物

慢性病患常須承受每日注射藥物的不便與痛苦。美國研究人員首度推出植入皮下的微晶片，成功投送骨質疏鬆症的藥物，雖然距離上市可能還要5年，但以後應用在心臟病、多發性硬化症、癌症和慢性疼痛等疾病的前景看好。這種投藥方式除了讓病患免於打針之苦，醫師還可由遠端調整劑量，若能確認其可靠性與耐用性，或許可廣泛應用，造福全球約兩億的骨質疏鬆症患者和其他病患。

這種投藥晶片的大小如同心律調節器或電腦隨身碟，從腰下植入，每日所需劑量貯存在小孔內，以奈米薄度的金箔封住，保護藥物並避免流出；當預設投藥時間一到，或收到無線訊號時，黃金就會自動溶解，讓藥物能進入血液中。研究已證實這種投藥方式和注射一樣有效，尤其適用於須要定期小量投送的強效藥物，估計每年所需費用約在一萬至一萬二千美元之間。

MJIB 調查局

MJIB 調查局

MJIB 調查局

MJIB 調查局

MJIB 調查局

MJIB 調查局

▲Top