

都市人造氣候面面觀 賴欽露(譯)

Are We Changing Our Weather By Accident

根據新的科學研究，科學家說，汽車的排氣，工業的空氣污染，與噴射機的凝結尾可能正在改變地球的氣候，並使我們再進入一個新的冰河時期。

首次發現在雲中撒播乾冰或碘化銀造雨的科學家說，一輛車子在路上行駛一秒鐘排氣管就會排出一百億個也可以在雲中造雨的微小粒子。然而，它們不但不造雨反而造成乾旱。

另一位氣象學家說，城市的骯髒空氣正在令我們的冬季變長，也許美國北部各州的夏季不久將所餘不多。

一位大氣研究家說，噴射機的凝結尾正在改變地球的大氣——令世界上某些地區變得較冷而其他地區較暖。

我們常常聽到很多如何如何需要改變天氣的言論。然而，科學家說，目前最迫切的需要是首先必須研究我們如何已在不意地改變我們週遭的天氣。他們對於『天氣染污』(Weather Pollution)正在如何改變我們的天氣這件事愈來愈表關切。

此等改變似乎很小。世界上某些地區漸漸地在變冷，其他地區在變暖，而若干地區則愈來愈乾燥。至於在別的某些地方變化可能很大。由於美國大部份地區是受極地氣團影響，例如溫度降低數度便可令冬季更長更冷。而極地氣團的溫度確是在降低中。

事實上，大約從一九四〇年起全世界就已在漸漸變冷。在那以前，一段相當長的時間地球一直就是在變暖的。

此種由變暖轉至變冷的現象，是首次由美國環境科學勤務署的氣候學家，茂萊，密契爾博士觀察出來的。他說，迄今北極的冬季溫度已平均降低六度。

在若干地區平均數字隱蔽了某些較極端的變化——在變冷與變暖兩方面。地球表面只有百分之八十的地區是實際在變冷。變冷最大的地方計有極區，北加拿大與西伯利亞，美洲西部山麓地區(除美國屬部外)，與非洲南部。

但令人感到奇怪的是，如美國，加拿大東南部，東歐、巴西、太平洋沿岸的亞洲，與印度洋等廣大地區却一直在變暖。

此等變化之發生能歸之於人造的天氣染污嗎？專家說，地球從十九世紀初至一九四〇年間的逐漸變暖，是由於燃燒化石燃料(Fossil-Fuel，如煤。)之量大增，而令大氣中二氧化碳增加百分之十以上的原因所引起。大氣中二氧化碳增加的結果於是產生『溫室效應』(Greenhouse Effect)，雖然熱實際上是來自太陽。太陽的能量正常是以光波的形式通過大氣而令地球表面熱起來。能量然後以較長的紅外線光波形式重又向外輻射。但二氧化碳吸收此等輻射。二氧化碳含量豐富的大氣，於是像具有玻璃屋頂的溫室一樣能捕捉熱量，並令溫度升高。

當全球變暖趨勢正在倒轉過來的時候，顯然的，大事擴展工業化的地區之繼續變暖並不是巧合的。

城市的急速成長正在改變城市的天氣。那是因為城市產生與收集熱。牆壁、屋頂、與街道構成了一片錯綜混亂的陽光反射器，並提供了一個吸收熱的廣大表面。城市中像岩石一樣的物质比較泥土與樹葉更良於吸收熱。籠蓋在城市上空由染污的空氣構成的於圓罩亦具溫室效應而有助於捕捉熱。

因此，城市是『熱島』(Heat Islands)。無論日夜，其溫度都比周圍的鄉村高十到十五度。城市亦以其他方法製造它們自己的天氣：濕度較低，但雨量較它們週圍的地區多約百分之十，少風與多霧。此種現象在小如只有人口二萬人的奧勒岡州柯華里斯，大如華盛頓，紐約與倫敦；以及在平曠如印地安那波里斯或建造在起伏不平山嶺上的舊金山之類的城市均有明確的記錄以證明之。

『城市能引起乾旱嗎？』

若干科學家認為，乾旱是熱島的一項副產品。由於天氣染污而在局部造成一種天氣效應的話，則在較大地區則造成另一種相反的天氣效應。此種事

實令人頗為困擾。城市較鄉村地區獲得較多雨量，但是它們的熱量支出可能會引起區域性規模的乾旱。

羅哲斯特理工學院的肯尼斯·希克曼博士已計算出，在美國東部海岸與芝加哥和聖路易間地區，以及洛杉磯盆地放出的熱，足以令寬廣一千平方哩的區域的溫度升高六·五度。

一羣城市熱島，美國國家科學基金會的彼得·衛柯夫說，『能之作用如熱山屏障 (Thermal Mountain Barrier)』實際上形成能逼使天氣繞過城市流至他處或上升遠離地面的障礙。他認為此種效應與最近五年來美國東北部的乾旱有着密切的關係。

城市空氣所含的塵埃較四周鄉村地區高達一萬倍，此等微細的粒子亦在幫助將城市加熱與轉變城市地區為灰塵滾滾的沙漠。這是威斯康辛州州立大學氣候研究中心主任雷德·A·布里遜博士對於城市能改變天氣的看法。

城市製造塵埃，他說，因為城市區被百分五十到六十防水的混凝土所遮蓋。由於水迅速的流走，致地面乾燥而塵埃維持鬆散。公路亦同樣地增加了開曠的鄉村地區之塵埃量；布里遜估計，現有百分之一的美國陸地被鋪成了道路。

空氣中的塵埃增多使空氣變得更重，從而引起壓縮與加熱作用（譯者按：空氣壓縮時內能增加，於是產生熱。）而加熱結果減少了空氣的相對濕度，並使它能蒸發掉更多的水份。

塵埃的另一個效應可能是形成世界性變冷的趨勢。大氣中引起地球變暖的二氧化碳仍繼續在增加；但是到一九四〇年左右，某種相反的抵銷影響駕凌了二氧化碳的效應。布里遜博士聲稱，這就是由於空氣中塵埃增多的原故。

最小的塵埃粒子並不沉落在原來的地方附近，而是飄浮在空氣中令大氣塵埃含量愈來愈大。據布里遜說，美國城市外的其他地區上空之空氣含塵量在一九五七至一九六三年間已增加一倍。其他研究家報告說，在世界上別的地區亦有相同的增加。

由於塵埃增多的結果，於是在大氣中形成一層塵毯 (Dust Blanket)，此毯不僅阻擋若干陽光射到地面，並且將它們反射回外太空。『塵埃使地球變成爲一個更光亮的星球，』布里遜說。而地球的『熱量預算』 (Heat Budget) 就因此爲之改變。

『大氣中塵埃的增加是適於用來解釋自一九四

〇年以以來世界性的變冷趨勢的，』他說。『今日，大氣含塵量稍微增加就可令美國中部若干州的冬季延長約六個星期，而夏季也將因此爲之縮短。

『噴射機如何影響天氣』

噴射機的凝結尾亦改變了地球的反射率，國家大氣研究中心主任華爾特·奧爾·勞勃斯說。

他解釋說，凝結尾不僅是簡單地散佈在噴射機飛行的三萬到四萬呎的高空而已，並且由飛機排出之廢氣可轉變水蒸汽，能令高層的空氣凝聚成卷雲 (Cirrus)。在晴朗的白天，我們可以在交通繁忙的高空航道附近清楚地看到此種情形的發生。

『現在幾乎可以肯定的說，很多時候——例如每年卅到四十天——凝結尾是形成卷雲雲層的原因。此等薄的雲層能涵蓋美洲大陸頗大部份——或許半個美國，並且對於地球的輻射預算 (Radiation Budget) 有着重大的影響。』

他說。在北極，霜可以減低地面熱量向外太空反射，因此在太陽照射下之增暖。在溫帶與熱帶地區，由於雲層增大了反射率，因此具有令大氣變冷的效應。

『汽車與天氣』

據第一個研究出如何以乾冰或碘化銀撒播在雲中以造雨的科學家文遜·J·斯卡艾佛說，汽車帶出的廢氣可能有助於產生乾旱。

現任紐約州州立大學大氣科學研究中心的斯卡艾佛教授正在研究產自大部份汽油中之減震附加劑 (Antiknock Additive) 四乙鉛 (Tetraethyl Lead) 的鉛微粒。他說，微小的鉛粒子在大氣中與微量的碘化合物產生碘化鉛，這亦是一種像碘化銀一樣強力的雲中造雨劑。數十年來已有如此多的鉛粒瀰漫在大氣中，而天空中的雲由於所含造雨的粒子過多，反而不能釋放下雲中的雨或雪。

無論是自然的或人造的，雨的形成均是發生在有過冷却的水——在冰點下仍維持水態的小水滴——存在的雲中。某些小的粒子，諸如碘化物晶體，其作用如水晶所由以形成的『凝結核』。由於與附近的小水滴和水晶撞擊，水晶於是逐漸成長變大，直至大到落下爲止。

但是，雲能夠變成冰凍：雲中如形成太多的水晶，則由於水晶太小相互間的撞擊常常不够，因此保持着浮懸在氣流上。這也就是造雨粒子過多的雲。

斯卡艾佛教授在實驗室的冷室中，由冷却被汽

車排氣染污了的空氣至冰點以下溫度 (華氏五度) 而獲得的超冷樣品，以搜集實驗的證據。當在超冷的染污空氣樣品中加上少量的碘蒸氣 (含有碘晶體的空氣) 後，數秒鐘內冷室便充滿冰凍的雲 (Glaciated Cloud)，在此種雲中每立方呎有廿八億到二千八百億個水晶分子。

以輕便的冷室，在美國與歐洲各地已作過甚多此種試驗——迄今已超過一千次。僅在少數偏僻地方，諸如隆冬的黃石公園，空氣沒有晶體形成的反應。從飛機的空氣取樣飛行得到的資料，他說，在高層大氣中鉛粒子較靠近地面爲多。

鉛粒子是否能成雲造雨，要看大氣中是否有少量的碘。在大氣中已發現有若干的碘存在。能令大氣有碘的自然與工業來源甚多，例如海洋，植物枝葉的蒸汽，燃煤，木頭與其他物質而生的烟均能產生碘。

『雨雲已改變』

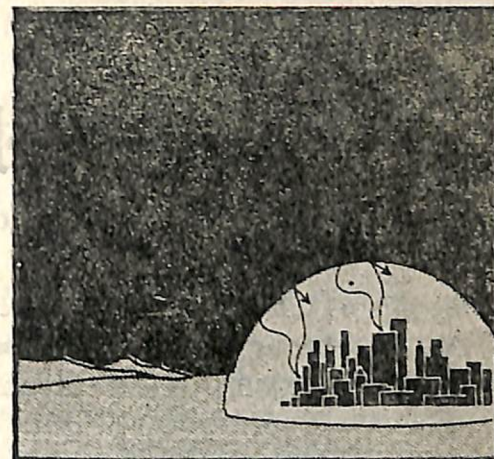
經過廿多年的觀察與研究後，斯卡艾佛發現，在過去會產生雨的雲現在能保有更多的水份浮懸在空中而不落下。那就是何以在美國東北部爲解除乾旱而進行的造雨行動效果甚微的原因。

我們能否省去汽油中的四乙鉛？『問題沒有這樣簡單，』斯卡艾佛說。『從認爲是不含鉛的汽油中，我們亦獲得很好的反應。也許若干鉛是來自軸承與引擎中的其他地方。但奇怪的是，當我們簡單地在簇新的吹管上燃燒不含鉛的汽油時也獲得反應。』

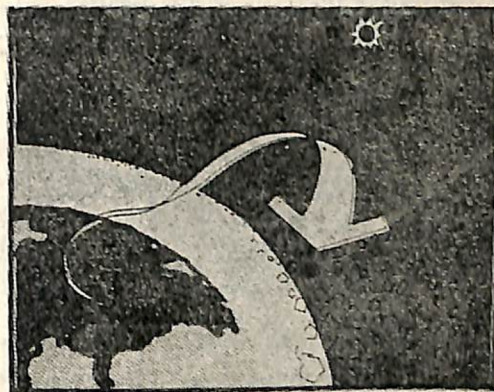
石油工業界對於斯卡艾佛的發現至表懷疑。乙基公司——四乙鉛主要供應者——的防瑟·霍克斯博士指出了他在推理上的漏洞：在雲中撒播鉛粒子以造雨需要碘 (現在沒有人知道在大氣中究竟有多少碘)，而不含鉛的汽油亦照樣生產反應。

若干氣象學家認爲，和促成天氣改變的自然力——這亦是難以測量的——比較，我們似乎高估了人類不意的天氣改造。地球的天氣引擎 Weather Engine 是如此錯綜複雜，迄今科學家仍未能完全的了解它。

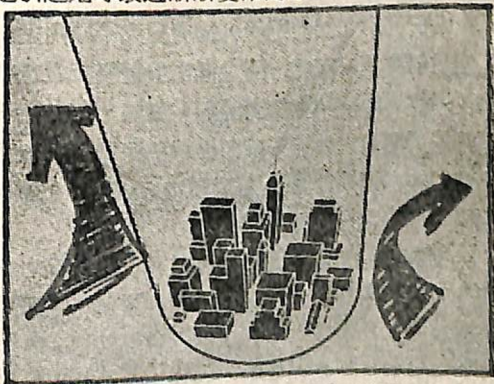
雖然如此，但有許多證據足可辨明其利害關係。經由純然的數字與文明日漸增加的複雜性，人類是能够在不意中改變產生我們氣候的複雜天氣模式，而令天氣發生不當的變化的。



(一)由二氧化碳染污，在大氣中引起的「溫室效應」構成地球的熱。像玻璃屋頂一樣，二氧化碳能捕捉熱，並防止過多的太陽能再輻射入太空中。



(二)根據一項科學理論，城市上空的塵毯使陽光射不到地面，並將其反射入太空中。此項效應可能是引起地球最近漸漸變冷的原因之一。



(三)在城市區形成的熱島作用如熱屏障一樣，能迫使天氣繞過或遠離地面。科學家說，這可能是最近五年來美國東北部旱災的原因。