

天空的死神——酸雨的成因與後果

王靜如譯

紐約阿第倫達克山(Adirondacks)的針葉林、松樹林和鐵杉林，以及布魯特湖(Brooktrout)都籠罩著死亡的沉寂，沒有蛙鳴，在清澈的湖面上也一無動靜。二十年前，這寧靜的湖水盛產大量的鱒魚、鱸魚和小梭魚，給那些抄小路還得跋涉五哩路的人垂釣，如今這裏的魚兒卻不見了。

布魯特湖和此地二十個湖泊的魚羣全被酸雨(Acid rain)毒死。酸雨是大氣中的濕氣結合發電廠、工廠、汽車所放出硫、氮之氧化物而造成的污染。酸雨隨風飄送，危及水路、植物，甚至造成酸雨的工廠，附近幾千哩內的建築物也會遭到侵蝕。俄亥俄州(Ohio)和印地安那州(Indiana)的工廠可能正威脅著愛德羅黛湖。而一團阿拉斯加(Alaska)的酸霧可能是來自日本。科羅拉多州的參議員哈特(Gary Hart)在最近的一次聽證會中指出：「因人為而飄上空氣中的污染物，在過了一段時間之後，必定會隨著雨水再下降到地面上來。由於酸雨的發現，證明出那些降下來的酸性雨，要比原來污染物的破壞性，還要嚴重」。

西元一九五〇年瑞典氣象學家首先驗證了這個問題，而今酸雨已經傾盆而下，殃及廣闊的北半球，美國東部的雨水大部份像蕃茄汁一樣，也有些像醋酸一樣。科學家已經檢驗出洛山磯、西雅圖、洛磯山上的酸性都很強，甚至發現委內瑞拉的熱帶雨林也遭遇到暴風酸雨的襲擊。布魯哈文國家研究所(Brookhaven National Labora-

tory)研究員韓德瑞(George Hendrey)說：「我們所看見的一切已使得科學家們感到異常的恐慌，它比我們想像的還要糟糕。」

北美的情況似乎無法在短期內轉好，因為美國在那裏興建了許多火力發電廠、火力發電廠以煤為燃料會放出大量硫的氧化物，專家們認為這些硫的氧化物會使雨水變得更酸。最近加拿大政府研究估計在二十年內將有四萬八千個湖泊會遭遇到酸雨的感染。

相反的，酸雨的形成，部份是來自「致力減輕污染」的結果，二十年前，工程師們致力於減少工業區的煙霧，所以建造了更高的煙囪，安大略史德柏立城(Sudbury Ont.)有一座銅鎳煉廠的超級煙囪高達一千兩百呎，環境保護署史蒂芬(Stephen Gage)說：「煙霧升入更高的天空，當地的空氣就會比較清新，但是這些污染的氣流在高空中會四處飄流，最後可能降落在幾千哩外的某些地方。」

科學家們目前還不了解這些致死沉降物的先驅混合物是什麼。韓德瑞(Hendrey)說：「化學型式與反應速率都是值得議論的主題。」氣象學家探究某一工業區的污染與遙遠郊區酸雨之間的因果關係，也碰到類似的問題。英國科學家開始作空中測量(Airborne measurements)，測量斯干地那維亞(Scandinavian)半島，(包括瑞典、挪威)溫泉區酸雨的含量，發現製造這些酸雨的工廠，大部分是設立在污穢的英國內

陸。

大部分的雨水微帶酸性，因為它含有溶解的二氧化碳，而轉變成碳酸。沒有污染的雨水 pH 值^(註)約為 5.6，而阿第倫達克山 (Adirondacks) 的雨水在 pH 計上却降到 4.0 ~ 4.5 之間。康乃爾 (Cornell) 和耶魯 (Yale) 大學的科學家偵測到在胡伯溪森林試驗站 (Hubbard Brook, N.H.) 的一次暴風雨，其 pH 值已降到 2.85，其酸性比正常的雨水高了 500 倍，它的酸度嚴重地危害了植物的生長。

暴斃：西元一九七五年，針對阿第倫達克山 (Adirondacks) 山上湖泊的加強研究，已顯示出酸雨如何傷害水生生物，比方說，春天來臨時，山上的冰雪溶化了，短短幾天之後，湖水的酸性將增加十倍以上，因此引起了暴斃：正待孵化的小魚無法再生。康乃爾 (Cornell) 大學的生物學家卡爾 (Carl Schofield) 說：「鱒魚和更小的魚兒首先消失了。」魚類學家認為酸性物會傷害魚鰓，同時使魚類的食物鏈瓦解，酸性增加，湖底和湖邊的植物就被苔類菌類和新種的藻類所取代。

生態學家唯恐酸雨不僅使海洋生物瀕臨危機，自然資源保護協會會員理查 (Richard Ayres

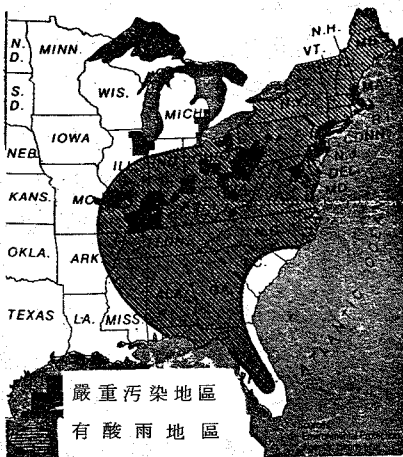
) 呼籲：「酸雨潛伏了更嚴重的危機，它可能影響土地的肥沃。」布魯哈文國家研究所的韓德瑞 (Brook haven's Hendrey) 說：「幾千平方哩土地上的營養物質都被酸雨洗劫，人類的建造物，包括雕塑、建築物，也逃不了被酸雨的侵蝕。」

平衡：酸雨的衝擊可能無法挽回，研究人員試用直昇機灑下石灰，以減少湖泊的酸性，同時希望養殖一些耐酸的魚類，可是只有一種方法能減少酸性。生態學家里肯 (Likens) 建議說：「限制硫和氮之氧化物的排出量，或者把它們燃燒掉，似乎是處理這個問題的方法。」假使這個解決的辦法可以實施，至少也需要好幾年才能使生態環境復元。有些人盼望著能盡快採取行動，挽回生態上的平衡。

註：科學家以 pH 作為測量雨水酸性的標準，

pH 值由 0 到 14，pH 值 7 則表示中性，介於酸性與鹼性之間。pH 值愈小則雨水愈酸。因為 pH 是一種對數值，所以當 pH 值小 1 時（比如 pH 由 5 減為 pH 4 時）則酸性增為十倍。

[本稿譯自 Newsweek Oct. 22, 1979]



襲擊酸雨：在湖泊上空噴灑石灰