

臭氧層的探究

篇名

# 臭氧層的探究

作者

黎育閔。國立台中二中。三年六班

# 臭氧層的探究

## 壹 前言

一顆地球為何能使如此多的生物及非生物存在著，無疑地，一定有著別個星球所沒有或是有但是不及地球的地方。最基本的當然是臭氧層，在地球剛形成之初，雷電交加，天氣忽冷忽熱，沒有生物能生存其中，但是，伴隨著臭氧層的形成，生命體也漸漸出現。不過近年來卻不斷傳出臭氧層破洞的事情，是否意味世界即將滅亡呢？這是謠言還是事實就有待科學家們的證實了。其實，我們也要好好的省思，臭氧層的破洞是一種警訊，告訴人們，我們所居住的地球他病了，而且還病得不輕，身為人類的我們其實就是地球最好的醫生，在現在資訊發達的時代，人們能從各種不同的管道來得到一些有關保護地球的資訊，不在乎做的是否真有效，但是只要有做，或許地球就能多活一秒鐘，「一秒鐘」或許聽起來很少，但是全球有五十幾億人口，一人只要初意思思的力就能就地球，何樂而不為，不過人們的團結以及努力是我們所要努力的，而臭氧層的維護也是你我所要盡心的。

## 貳 正文

### 一、臭氧層的生成與功能

#### 01.何謂臭氧層

臭氧 ( $O_3$ ) 是一種具有刺激性氣味，略帶有淡藍色的氣體，在大氣層中，氧分子因高能量的輻射而分解為氧原子 ( $O$ )，而氧原子與另一氧分子結合，即生成臭氧。臭氧又會與氧原子、氯或其他游離性物質反應而分解消失，由於這種反覆不斷的生成和消失，乃能使臭氧含量維持在一定的均衡狀態，而大氣中約有 90% 的臭氧存在於離地面 15 到 50 公里之間的區域，也就是平流層 (Stratosphere)，在平流層的較低層，即離地面 20 到 30 公里處，為臭氧濃度最高之區域，是為臭氧層 (Ozone Layer) (註一)

#### 01.臭氧層的功能

我們所居住的地球周圍環繞著一層大氣。這層大氣的主要成分是氮和氧，約占 99% 以上。此外，還有少量的氫、二氧化碳、水汽和臭氧 ( $O_3$ ) 等等。雖然大氣中二氧化碳、水汽和臭氧含量很少，但對整個地球氣候的變化卻影響很大。

包圍地球的大氣，其特性會隨高度不同而有許多變化，科學家便依照氣溫梯度，來

劃分大氣的垂直結構。最接近地表的是「對流層」，其次為「平流層」、「中氣層」和熱氣層」。熱氣層是大氣的最外圈，大氣愈向外愈稀薄，並沒有一條明顯的界限。由於大氣是受地球重力吸引而環繞在地球四周，因此離地表越近，空氣密度越高，大約 90% 的空氣，都聚集在離地表 30 公里的範圍之內；到了離地 100 公里處，大氣密度已不及海平面的百萬分之一，故若與地球半徑約 6370 公里相比，大氣的確只有薄薄一層而已。

平流層的位置大約在離地 10~50 公里處，但大氣中的臭氧，絕大部分都集中在離地面大約 25~30 公里的上平流層中，稱為「臭氧層」。名雖為一層，但實際上臭氧分布各地並不均勻，而且大氣中臭氧的總含量非常少，尚不到 1ppm。這極薄的一層臭氧，對於地球上的生命非常重要，因為臭氧能吸收陽光中的紫外線，將這些波長很短，而且有致命危險的輻射線，轉換成熱能，只有極少量能到達地表。紫外線會破壞包括 DNA 在內的生物分子，增加罹患皮膚癌、白內障的機率，而且和許多免疫系統疾病有關。此外，紫外線對於農作物，甚至海洋生態系都會造成負面影響。然而這層重要的臭氧已經受到嚴重破壞，而且情形一年比一年惡化。（註二）

## 二、臭氧層的破壞

### 01. 臭氧稀疏的原因

1920 年代晚期，杜邦公司與通用汽車公司生產電冰箱的部門合作發展出一種化學藥品，當時最新推出的冰箱使用這種化學品作熱交換劑，用來取代傳統的冰箱。這種化學冷凍劑叫作氟氯碳化物（其中的 CFC-11、CFC-12、CFC-113 是臭氧層主要破壞者，CFC-11 是塑膠發泡劑的主要成份，冷煤中即是 CFC-12 為主要成份，而在金屬等清潔溶劑可見到 CFC-113 成份），它對人體無害、不可燃而且穩定，所有的特質都非常適合於家庭用途。

另一組化學藥品海龍和氯仿、四氯化碳兩種有機溶劑也被證明是破壞臭氧的主要化學藥品。海龍是含有溴的化合物，是另一組在地面時很穩定但是能存在很久的化學藥品。它們與大氣中臭氧的反應性甚至比氟氯碳化物還要強。

海龍是二次世界大戰期間由美國陸軍所發展出來的坦克車滅火劑，現在它們被用於手提式的滅火器，以及電腦室、博物館、電信局和銀行所使用的緊急滅火系統中。海龍滅火器的需求量每年以 20% 到 25% 的比率在成長。

氯仿廣泛的被當成溶劑來使用，尤其是用來清洗金屬。四氯化碳用來製造氟氯碳化物，而且也可以當溶劑使用，主要是在東歐和發展中國家。氟氯碳化物和化學藥品海龍上升至同溫層，日光將它們分解，再由旋風將分解後的化合物往北吹到北極。

這些化學物質附著在北極上空形成的結晶雲層，然後停留在緩慢移動的旋風中；這種旋風在冬季時形成，春季時則消失。極地同溫層的冰雲為氟氯碳化物和海龍創造了破壞臭氧的理想條件。極地寒冷陰暗的冬季裡，冰雲捕捉並去除大氣中的氮化合物，否則這些氮化合物將會阻礙臭氧的破壞。當春天陽光再次照耀時，氯分子和溴分子與臭氧快速地反應，每一個氯分子或溴分子足以破壞數十萬的臭氧分子，因此對臭氧層造成莫大的威脅。（註三）

### 02.全球臭氧普遍減少

科學家大約在 10 年前，就已實際觀測到臭氧層的「破洞」。西元 1985 年，英國南極觀測站（British Antarctic Survey）的科學家曼等人發現，從 1977~1984 年，南極赫利灣（Halley Bay）上空，春季時的大氣臭氧含量大約減少了 40% 以上。其他研究團體也迅速證實了這項發現，並指出臭氧量急遽減少的這塊區域，其面積甚至大於南極大陸，高度則是介於 12~24 公里之間的平流層。這就是所謂的「臭氧洞」（ozone hole）。

臭氧洞其實並不是真正有個「洞」，而只是表示臭氧含量反常稀少的區域。雖然科學已經知道 CFCs（氟氯碳化物）是造成臭氧洞的主要原因，但是由於南極地區特殊的氣候型態，使科學家相信，南極臭氧洞應是平流層化學反應與大氣環流變化等多種因素交互作用下的結果。

然而，不僅是南極，北極上空平流層的臭氧，也發現有在冬季減少，形成類似臭氧洞的現象。尤有甚者，根據世界各地地面站和人造衛星的觀測結果，長期以來，全球除熱帶地區之外的大部分區域，平流層臭氧都有稀薄化的傾向。

南極和北極地區人煙稀少，臭氧洞對人類所造成的影響尚不明顯，但如果臭氧減少的範圍擴及全球，則包括東北亞、歐洲和北美洲等人口密集的地球，有害紫外線就會大量增加，對人類的為害亦將相應擴大。目前澳洲和加拿大等國都已採取具體因應措施，如發佈警報以提醒居民不要在陽光下過度曝曬等。（註四）

### 03.南極臭氧連創新低

科學家在調查大氣臭氧含量時，通常使用如「陶伯遜分光光度計」等儀器在地面進行測量，或是利用高空汽球、飛機和人造衛星等，直接在大氣層中觀測，再比較分析測得各不同波長輻的量，以了解臭氧的消長情形。例如 1987 年 9 月，來自 19 個國際組織的 150 位科學家，在南美智利南端的奔德亞利拿（Punta Arenas），就進行過一項整合地面、衛星、高空汽球以及科學觀測機 ER-2 的大型臭氧測量實驗。

長期以來的觀測紀錄顯示，從 1991 年開始，南極上的臭氧含量每年都創下新的最低紀錄。1991 年 9 月 30 日為 162D.U.，11 月 8 日為 191D.U.，每個月都是歷年來的最低值。D.U. (Dobson Unit) 是代表大氣單位面積中臭氧含量的單位，以 m atm-cm (milli atm-centimeter) 表示。在 1 大氣壓標準狀態下，1D.U.相當於百分之一公釐。

1985 年以前，南極臭氧洞的大小和深度，大約以 2 年為消長周期。但從 1989~1999 年，卻連續 3 年觀測到大規模的臭氧洞。根據日本氣象廳發布的資料顯示，從 1982~1991 的 10 年間，南極臭氧洞的面積擴大了 10 倍，深度增加了 2 倍，被破壞的臭氧量則估計為過去的 4.3 倍。而且自 1990 年之後，南極上空臭氧洞的形成時間也開始提早。1992 年，南極臭氧洞最大時範圍曾一度超過 2300 萬平方公里，約為南極大陸面積的 1.5 倍，而 1993 年的情形亦相當不樂觀。根據 NASA 和「世界氣象組織」WMO 的調查，已經確定 1993 年南極臭氧層的破洞不但偏及南極大陸，而且將擴及南美洲部分地區。

依據日本昭和基地南極觀測隊的報告，從 1993 年 8 月中至 9 月中旬，基地上空的臭氧量和 1992 年相同，都維持相當低的水準，其中 8 月 26 日只有 188D.U.，是基地歷年 8 月觀測紀錄中的最低值。而進入 9 月後，臭氧量仍持續減少，9 月 1~19 日的平均值只有 209D.U.，是 1970~1979 年年平均值的 72%。(註五)

#### 04.北極臭氧層亦將不保

過去科學家認為，由於北極和南極上空的氣象型態不同，除非北極氣溫顯著下降，否則北極臭氧不會像南極一樣大量減少。但現在情形也有了變化。1989 年，NAS 科學家布洛維爾 (Edward V. Browell) 和美國「海洋暨大氣總署」(NOAA) 的普羅斐特 (Michael H. Proffite)，發現北極上空大約 6% 的臭氧遭到破壞。雖然相較於同時期南極上空的 50% 要低得多，但後續發展顯示，北極上空的臭氧層也已陷入危機。

到了 1990 年 2 月上旬，北極部分地區上空的臭氧量已低至 200D.U. 以下。1992 年 1 月，NASA 的氣象觀測機在北極上空，檢測出歷年來最高濃度的氧化氯自由基 (ClO)。氧化氯自由基在氟氯碳化物分解臭氣的一連串反應中，扮演重要角色，因此高濃度的氧化氯自由基，即意味著今後北極上空的臭氧層將遭到大規模的破壞。

根據 WMO 和希臘亞里斯多德大學 (Aristotelin University) 科學家的分析，北緯 45~65 度之間的北美、歐洲和西伯利亞等地，在 1992~1993 年冬春之交的幾個月份中，臭氧含量均是歷年來的最低值。由此可見，北極和北半球上空的臭氧都已岌岌可危。

就全球而言，根據日本氣象廳的分析資料，1990 年之間的 10 年間，全球大氣臭氧量平均減少 2.7% 而最近 10 年，世界各地的臭氧量也都在迅速減少。以臭氧減少率

來看,一般高緯度地區要比低緯度地區為高,而南半球也非常明顯地高於北半球(註六)

### 三、臭氧破洞的危機及因應方法

#### 01. 臭氧減少使 UV-B 大增

在電磁波譜中,波長在 200~300nm ( 奈微米, 1nm=10<sup>-9</sup>m ) 之間的屬於「近紫外線」,波長在 10~200nm 之間的屬於「遠紫外線」。近紫外線可分為 A、B、C 三種,其中以波長在 280~315nm 的「紫外線 B」( UV-B ) 對生物危害最大。

UV-B 的強度,會隨著時間、地點不同而異。通常夏季較冬季強,低緯度比高緯度地區強,而高海拔則比低海拔地區強。但無論如何,大氣中臭氧減少,全球各地的 UV-B 都會增強。據估計,臭氧若減少 1%,UV-B 大約就會增加 2%;而在出現臭氧洞的南極地區,臭氧大量減少的結果,已使紫外線量加倍增加。

紫外線增加對人類健康所造成的危害,以皮膚癌最為人所熟知,而且為害最廣。皮膚癌的罹患率與人種和緯度有關,例如同為 10 萬人口的地區,美國德州就有 100 人以上罹患皮膚癌,瑞典為 5~20 人,而日本只有 5 人以下。換言之,一般以白種人的罹患率最高,居住地區則愈近赤道罹患率愈高。根據聯合國相關組織的統計資料顯示:大氣總臭氧量若減少 10%,皮膚癌的罹患率將增加 26%,且每年全世界將新增加 30 萬名以上的皮膚癌患者。(註七)

#### 02. 臭氧層的保護行動

為配合全球保護臭氧層的行動,除了政府應加強管制措施外,業界亦應積極開發替代技術,並確實做到減量、回收、再利用的削減策略。另外,民眾也可從日常生活加以配合,例如:

- A. 避免購買以 CFCs 為發泡劑所製成的紙和塑膠產品。
- B. 避免使用聚苯、乙烯泡沫膠製品,包括泡沫填充劑和冷藏箱。
- C. 避免用以 CFCs 為動力的噴霧式產品,改採用機械噴霧式之產品。
- D. 採用替代品,例如用丙烷代替 CFC,做為噴霧劑及以對臭氧破壞能力較小的 HCFCs 取代 CFCs。
- E. 購買使用 CFCs 替代品為冷媒的汽車、冰箱和冷凍空調設備。
- F. 汽車空調補充冷媒時,應要求維修廠服務人員,先將存留在冷氣系統中之 CFC 冷媒回收或回用,以減少 CFC 使用量及排放量。
- G. 汽車空調或其他冷凍空調,補充 CFC 冷媒時,應要求維修人員證明使用之冷媒

不是走私品。(註八)

## 參 結論

地球是我們居住的地方，如果連地球都被我們「消滅」，那我們還能何去何從呢？人類的發明，給了全世界方便及舒適，但是靜下來好好思考，人類的發明，不也是破壞大自然的元兇嗎？「臭氧層」 - - 地球最後一道防線，當它漸漸稀疏時，也代表全球的生物即將滅亡，有人說：「如此一來，地球又回到了最原始的面貌」；但是，又有誰敢保證，第二顆地球還會出現呢？回到現實，這些只是最壞的打算，只要每個人都能盡一分心力，我們還怕地球消失嗎？在日常生活中，一定都用得到塑膠製品，別小看這小東西，燃燒後的它可是很厲害的，它也是破壞臭氧層原因之一，還有其他像紙張、垃圾的燃燒、化學藥劑的使用等等，這些行為都是能避免的，認真做好資源回收的工作，保護地球從這開始。

## 肆 引註資料

- 註一、知恆管理顧問公司。「什麼是臭氧層」。2004年10月6日。環境生活資訊網。  
2004年10月11日，取自：<<http://gaia.org.tw/air/care/air1-1.htm>>。
- 註二、翠娟。「職前教師」。2000年6月1日。2004年10月12日。取自：  
<<http://coop.bio.ncue.edu.tw/pro-teach/evo/evo-16.html>>
- 註三、Alex。「臭氧層的危機」。2004年06月26日。ARMAGEDDON。2004年10月13日，取自：<<http://how.to/armageddon/>>
- 註四、同註二。
- 註五、同註二。
- 註六、同註二。
- 註七、同註二。
- 註八、同註一。