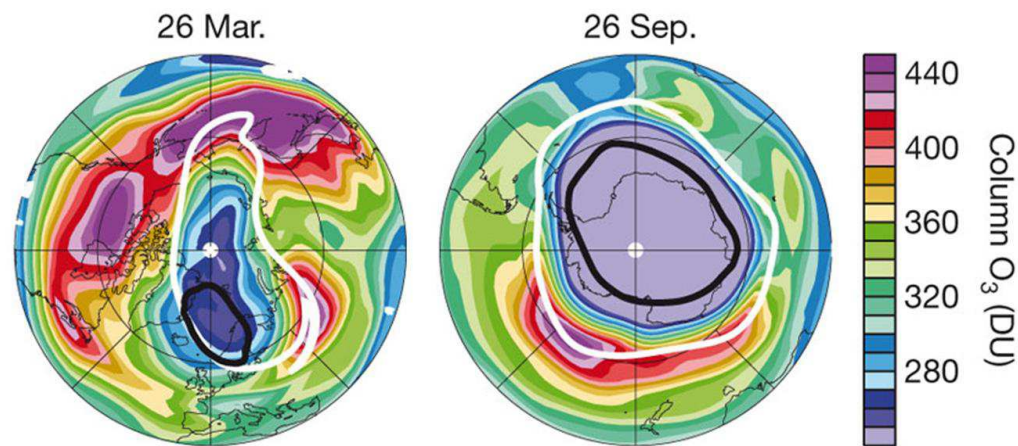




## 北極也有臭氧洞！

根據 2010-2011 年間北極地區的觀測數據顯示，由於**冬季持續低溫**的情況，導致北極上空的平流層出現有觀測紀錄以來最嚴重的臭氧洞，其範圍大小與平流層臭氧變稀薄的程度，已經漸漸追上南極的臭氧洞了（如圖一）。



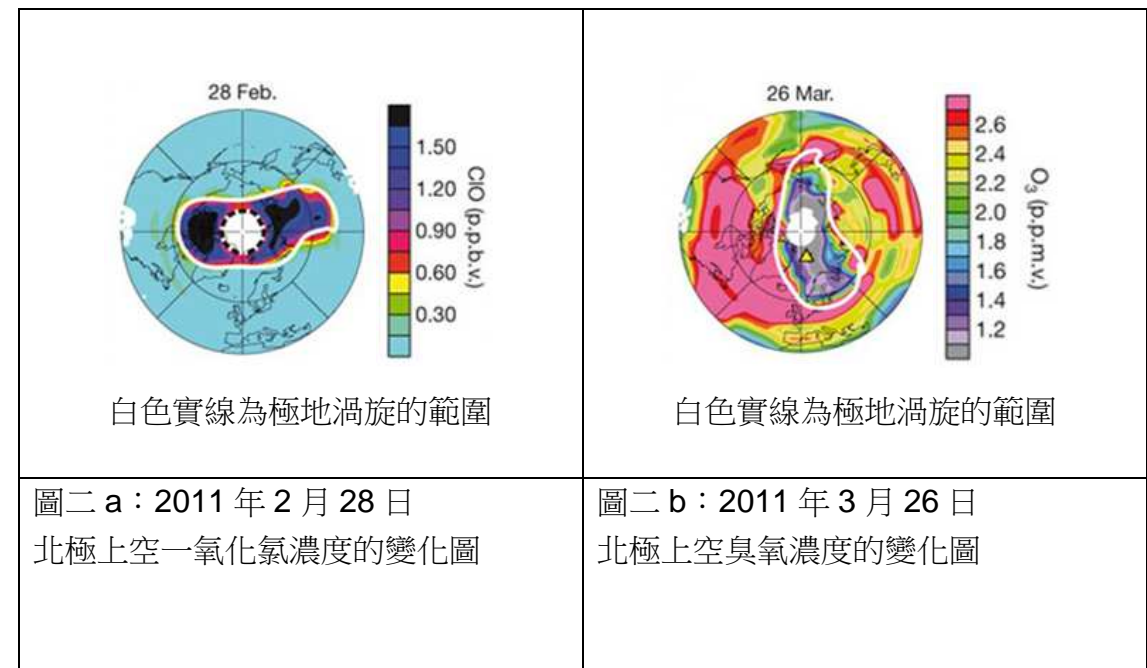
圖一：臭氧洞的分佈範圍。左圖為 2011 年 3 月北極上空臭氧洞的分佈範圍，右圖為 2010 年 9 月南極上空臭氧洞的分佈範圍。（3 月是北極的春天、9 月是南極的春天）

冬季時，由於**極地渦旋（polar vortex）**的形成，會導致極地上空的**平流層底部出現極低溫度**。當溫度低於絕對溫度 197K（約零下 80℃）時，水氣與硝酸（HNO<sub>3</sub>）會凝結成極地平流層雲（polar stratospheric clouds, PSCs），導致空氣中原本處於穩定狀態的氯化物，像是硝酸氯（ClONO<sub>2</sub>）和鹽酸（HCl），轉化為會與臭氧反應的一氧化氯（ClO）。

這種一氧化氯濃度增加的情況，通常會在南極持續 4~5 個月，並在每年九月底（南極的春夏交替之際），當陽光重新照射到南極上空，這些一氧化氯便開始與平流層中（約 14~20 公里高）的臭氧發生反應，使得臭氧層濃度達到最低的狀況，形成所謂「臭氧洞」。而這個狀況過去在北極都鮮少持續到 2~3 個月的程度，因此臭氧洞的情形在北極向來都不明顯。

但不同於過往的是，在 2010-2011 年間，北極上空平流層高度約 15~23 公里之間，溫度低於 197K 的情況持續了超過 100 天。結果導致北極極地渦旋範圍內的一氧化氯持續維持高濃度到三月底，使得臭氧濃度降低了將近 80%（如圖二），臭氧濃度低於 250 道伯森單位（Dobson units, DU）的範圍則達到 200 萬平方公里，形成有觀測紀錄以來最嚴重的北極臭氧洞（如圖一）。

事實上，在 2010-2011 年間的北極單日最低溫都並非特別地冷，只是平流層持續的低溫才導致了北極臭氧洞的情況變得嚴重。至於北極的氣候為什麼會出現這樣的變化，以及未來的北極會否持續出現臭氧洞的情形，我們仍沒有足夠的資料可以加以推論。但可以確定的是，只要北極再次出現這樣的低溫情形，北極臭氧洞必然就會無可避免地隨之相伴而生。



參考資料與網站：

1.原始論文

Manney, G. L. et al. (2011). Unprecedented Arctic ozone loss in 2011. Nature 478, 469–475.

<http://www.nature.com/nature/journal/v478/n7370/full/nature10556.html>

2.參考網站

Atmospheric science: An Arctic ozone hole?

<http://www.nature.com/nature/journal/v478/n7370/full/478462a.html>

極地渦旋 Polar vortex（維基百科） [http://en.wikipedia.org/wiki/Polar\\_vortex](http://en.wikipedia.org/wiki/Polar_vortex)

臭氧洞 Ozone depletion（維基百科） [http://en.wikipedia.org/wiki/Ozone\\_depletion](http://en.wikipedia.org/wiki/Ozone_depletion)