

地球村的隱憂

二百多年前，西元一七七五年的一天，法國科學院發佈一則啟事，公開重金徵求製造純鹼的方法。在當時，這是一件極其不尋常的舉動。因為從洪荒原始時代以來，人類所吃的食物，所穿的獸皮樹葉棉麻，以至住的樹洞山窟，都是自然界天生物質。法國科學院居然認為人應該也可以製出這種物質來，正合先賢胡適之先生所說的「大膽假設」。至於促成法國科學院這項舉動的原因，倒也不難瞭解。原來歐洲自西元十八世紀工業革命以後，各類大型民生工業興起，其中如製紙、玻璃、肥皂、瓷器等工業都需要大量純鹼。過去純鹼來源是從木灰和海草中提煉，成本高、效率低，產量極其有限。另一方面由於基本科學的發展，大家都已經知道純鹼是由碳酸根和鈉組成的碳酸鈉。同時也知道食鹽裡含大量的鈉，滿山遍野的石灰石就是碳酸根和鈣的化合物。因此在食鹽和石灰石裡，純鹼的成分都已經有了，問題是要經過怎麼樣的程序，才能產生出純鹼？因此就出現了當時破天荒的重金徵求啟事。

「重賞之下，必有勇夫」，學醫出身的呂布蘭（Nicholas Le Blanc）經過十多年努力，終於在西元一七九〇年發明了人工製鹼法。他的方法是，先用硫酸處理食鹽，產生芒硝（硫酸鈉）。再將芒硝和石灰石一起用煤焙燒，製成碳酸鈉，也就是純鹼。可惜那時候正值法國大革命期間（西元1798~99年），有關當局缺乏經費頒發獎金，僅僅給予呂氏十五年專利，聊表獎勵。呂氏倒也不多計較，於是自行籌款，建設工廠。不幸在二年後就被當時左傾政府沒收。直到西元一八〇〇年拿破

崙上台，才發還給呂氏。但是由於疏於維修，工廠已經殘破不堪。呂氏因為無法籌措修復經費，失望之餘，憤於西元一八〇六年自殺。

不過法國大革命時期，法國雖然動亂不已，對岸英國卻是一片安定繁榮，而且對純鹼的需求，更為龐大。呂氏死後，英國人便把呂氏製鹼法移轉至英國，大量製造純鹼。直到西元十九世紀末期才為更便宜有效的索維爾法所替代，呂氏製鹼法足足風光了約莫六十年。此時其他人工製造天然物質方法不斷推出，其中最受注意的應該是，西元一九〇九年德國物理學家哈柏（Fritz Haber），利用氮和氫合成氨。氨是無機物質中最接近有機物質的化學化合物，也是主要氮肥來源。當時一般人認為只有具有生命的物體，才能產生氨出來，如人類尿液和雞糞尿中便有大量的氨，因此可以說氨是造物者送給芸芸眾生的神奇禮物。哈氏居然能以人工方法製成，真可以說得上是巧奪天工。當時農業生產遲遲未能發展，就是因為沒有充分的氨供應來充作氮肥。哈氏的發明突破了這項限制，大幅度提高了農業生產，哈氏因此獲得西元一九一八年諾貝爾獎。

人類掌握了製造天然物質的能力後，開始嘗試製造自然界不存在的物質，也就是所謂新的物質。因此西元十九世紀出現了一個非常詭異的時期。也許是為了證明一種學理，也許純粹是由於好奇，科學家們製成了不少地球村中過去所沒有的新物質。這些新物質在製成時並沒有什麼用處，因此倒也相安無事。西元二十世紀現代工業興起以後，人們開始發現這些原來以為沒有用處的新物

質，竟然具有從天然物質中難以得到的神奇性質，正好合乎新時代的需要。於是予以大量製造，普遍使用，結果卻肇致重大環境問題，恐怕是早期發展這些新物質的科學家們萬萬沒有想到的。

這中間有一個相當凸出的例子是農藥滴滴涕（DDT）。滴滴涕是西元一八七四年由德國化學家齊特拉（Ziedler）製成，在當時並沒有特殊目的和用途。直到六十多年後，西元一九三九年瑞士人米勒（Paul H. Muller）發現滴滴涕有強烈殺蟲能力。傳統殺蟲劑往往只對特種害蟲有效，滴滴涕卻是對各種昆蟲都有效。同時有效期也特別長，而且可以大量製造，價格合理。滴滴涕立刻成為最理想的控制有害昆蟲藥品。聯合國世界衛生組織利用滴滴涕推動全球撲滅瘧蚊運動，來控制當時極為普遍流行的瘧疾，成效非常顯著，可以說真正達到立竿見影程度。很多瘧疾流行地區的瘧蚊數量遽減，使得該區病患數量很快就遠低於疫區標準之下。米氏因此獲得西元一九四八年諾貝爾獎。不幸瘧蚊後來逐漸產生抗藥性，使得滴滴涕功能大打折扣，瘧蚊復又捲土重來。不過像台灣這種海島環境，因為外來瘧蚊不易達到，光復初期極為普遍的瘧疾，自從經過世界衛生組織協助撲滅瘧蚊後，目前可以說已經絕跡，年輕一輩很少嚐過老一輩所忍受又發冷又發熱的「打擺子」苦楚。

大大出乎人們意料之外的是，除了有害昆蟲產生抗藥性外，滴滴涕的大量普遍使用，竟然帶來一連串恐怖的環境問題。而且產生這些環境問題的主要原因，也正是由於滴滴涕的所謂「優點」，包括殺蟲力強大，對各種昆蟲都有效，而且還持久有效，結果是很多有益的昆蟲首遭其殃。

不少捕食昆蟲的鳥類也附帶受害。卡遜女士因此在西元60年代發表影響深遠的論著：「沉寂的春天」。由於滴滴涕持久不變，如今土壤中、水體中到處都是。最令人驚心的是，人體裡面竟然也發現了滴滴涕的蹤跡。因為滴滴涕易溶於脂肪中，所以在人體內主要分佈於腎上腺、睪丸、甲狀腺等多脂肪器官。想一想有毒性物質居然存在於如此重要的人體組織裡，實在不得不令人不寒而慄。目前世界上大多數國家已經採取禁用滴滴涕的嚴厲手段，但環境裡已經存在的殘餘量，仍未削減。也因此，雖然有些國家已經禁止生產、進口和使用滴滴涕，但水質標準中仍然列有這個項目。

另外一個和滴滴涕極為相似的例子，是英國物理學家法拉第（Michael Faraday）在西元一八一五年製成的靈丹（Benzene Hexachloride，縮寫為BHC，有人認為正確名稱是Hexachloro-Cyclohexane，縮寫為HCH），提到法拉第，唸過物理學的一定記得，他是電磁學的鼻祖，想不到竟然在創製新物質上面也插上一手，可見當時科學家對創製新物質的熱忱。法氏製成靈丹時並無用處。直到約一百年後第二次世界大戰時，被發現有強烈殺蟲效能，大量製造使用。結局和滴滴涕也很相似，已經受到嚴格管制。

西元一八六四年製成的氯化聯苯（Chlorinated Biphenyl）是一個更為特殊的例子。這種物質在合成時毫無實用可言。後來被聚合後，成為多氯聯苯（PCB），無色無味，性質穩定，很少和其他物質化合，但卻具有高度絕緣能力，高溫下不會分解，傳熱迅速等特質，成為電容器變壓器等的

理想材料。自西元一九二九年開始大量生產。據西元一九八四年統計，全球年產量約達一百萬噸，而且散佈到地球村每一個角落，包括不少在電氣設備裡面。到西元六十年代，多氯聯苯的黑暗面漸次顯現。西元一九六八年日本因食油受到多氯聯苯污染，有一千五百人感到不適，當時被稱為「油症」。西元一九七九年台灣地區也爆發「油症」，中毒者多達二千人。多氯聯苯影響人體包括呼吸系統、肝臟、免疫系統，及生殖系統等主要組織。由於多氯聯苯分佈普遍，持久不會分解，生態環境中的生物累積機率很大。據估計墨魚可能累積到二百倍，海豚則更可高達一萬倍。多氯聯苯雖然已被禁止使用，如何清理舊電氣設備和河川污泥中存積的多氯聯苯，已經成為一大環境問題。

近年來更有一個驚人的發現。由於像滴滴涕這種物質，在分子結構上，和包括人類在內生物繁殖有密切關連的性賀爾蒙，有極其相似的地方。因此這些物質進入體內後，往往被誤認為是性賀爾蒙。張冠李戴，直接影響生殖系統的運作。據醫學界研究多年積存資料結果顯示，現代男性精液中的精蟲數量，已比過去少了一半，主要原因很可能包括上述物質的作用。精蟲減少的情形，雖然還沒有嚴重到不能繁衍子孫的程度，仔細推敲起來，仍然是一件很可怕的事實。美國佛羅里達州的著名大濕地區，因為滴滴涕污染，竟然使有些鱷魚生殖器官過小，不能生育，似乎可以作為這些毒性物質可能傷害生殖系統的明證。

從上面這些實例顯示，人類自以為是萬物之靈，能夠巧奪天工，製造出天然不存在的新物

質，不知不覺中，竟然埋下對生態環境和人類自身的無限殺機。後來更因為發現這些新物質具有神奇性質，於是大量製造，普遍使用，終致引起環境危害，對地球村造成可怕後果。最令人憂心的是，這些可怕後果竟然包括傷害人類存亡絕續所繫的生殖系統。問題是有多少這樣的新物質，已經存在我們周圍？有多少這樣的新物質在被創造中？這些新物質可能會帶來多少尚未被發現的可怕後果？對於這一連串問題的答案，很可能絕大部份是不知道。

在西元一九六一年到一九七五年漫長的越南戰爭中，最令美軍困擾的是從北越通往南越，受濃密叢林野草掩護的無數胡志明小路。這些小路替在南越作戰的遊擊隊帶來人員、武器、和給養。因此美軍覺得如果能夠把叢林野草組成的青紗帳揭開，應該可以大大增加利用轟炸阻隔南北交通的功效。為了這個目的，當時看中了稱為橘劑（Agent Orange），市場已買得到的2，4，5-T殺草劑。這種殺草劑噴在草地上，不會影響種植的青草，但是野草卻像打了強心針似地，突然加快成長，顯出欣欣向榮氣象。但是好景不常，不到幾天，就全部自行衰竭死亡。當年美軍曾在遍佈胡志明小路的叢林上空，大量噴灑這種殺草劑。不料越戰結束後，受過殺草劑噴灑地區出現不少畸形嬰兒。經過深入研究，才發現製造這種殺草劑的過程中，會產生含量約百萬分之0.02到54的戴奧辛（Dioxins）。這種不請自來的物質，正是產生畸形嬰兒的元凶。後來更發現戴奧辛也會在焚燒多氯聯苯以及有些塑膠產品時出現。因此都市垃圾焚化爐排放廢氣時，必須特別注意控制戴奧辛的含

量。至於戴奧辛的毒性，據估計是多氯聯苯的十萬倍，因此有世紀之毒之稱。

戴奧辛和上面提到的幾種人工製造新物質最大的不同是，戴奧辛的出現和存在，完全出乎人們的意料，但是人類卻在不知不覺中創造了孕育戴奧辛的環境。在日新月異的科技發展中，究竟會產生多少不請自來的新物質？這種新物質將對生態和人體產生何種傷害？對於這些問題的答案，恐怕絕大部份又是不知道。

從吸煙的人容易得到肺癌的事實中，不少熱愛環境人士老早已經懷疑，環境污染和癌症之間有著相當密切的因果關係。由於近年科學家們的不斷努力，這一想法已經得到相當程度的科學性證實。在人體的每一個細胞中，最具神秘性和關鍵地位的是23對，像螺絲一樣互相糾纏在一起的染色體。這23對染色體的兩邊，分別來自父母。每邊各包括約八萬個基因（Genes）。這些基因的作

用，倒並不像一般人想像那麼單純，以為一個基因便代表一種素質，如黑頭髮、棕眼珠等。

其實每一種人體素質，往往來自好幾個基因。原則上每一個基因會製造一種特定的蛋白質，達成特定功能。在23對染色體中的第17對的頂部，有一個叫P53的基因。在正常情形下，這個基因會製造少量P53蛋白質，不斷在細胞內巡邏，而且時時換新，保持高度性能。事實上人體的每一個細胞，不管是在鼻子上或腳趾頭，都具有全套基因。但是在基因的運作上，卻有嚴格管制。例如骨頭裡的細胞，在需要補充骨頭組織時，只有製造骨頭有關的基因，會開始生產相關的蛋白質。如果



骨頭細胞裡的染色體中，有些和製造骨頭沒有關係的基因，突然製造起蛋白質來，而且無限制增加，使骨頭中充滿不是骨頭的物質，結果便是癌症。當這種情形發生時，P53基因會立刻停止對P53蛋白質的淘汰換新，並且大量增產新的P53蛋白質。這些原有的和新製的P53蛋白質便會到染色體的適當部位，制止不應該活動基因的活動，化解一場癌症危機。萬一情況已經失控，P53蛋白質也會啟動細胞自殺機制，徹底破壞細胞組織，癌症自然也無從發生。從預防癌症觀點來說，P53基因彷彿是國防體系的中樞。P53基因出了問題，細胞馬上變成不設防城市，癌症便可以長驅直入。P53基因會不會出問題呢？答案不幸是肯定的。一個基因本身是由A、G、C及T四種物質，由特定數量以特定順序排列組成，很像一個英文字由英文字母組成一樣。這中間組成的數量不能少，順序也不能錯。

P53基因是由二千三百六十二個這種物質，以一定順序排列組成。研究結果顯示，燃燒煤焦油或香煙時產生的苯並芘（Benzopyrene），會將P53基因中的G轉變為T，使之失去原有功能。吸入煙害的肺部首當其衝，生肺癌的機率大增。發過霉的玉米，有時會挾帶黃麴素（Aflatoxin），如果進入人體，也能使P53基因中G轉變為T，常肇致肝癌。事實上由於環境中不少毒性物質，會妨礙或破壞P53基因運作，因而大大增加了癌症發病機率。據估計90%的子宮頸癌是由於P53基因失去功能。

在美國每年死於肺癌的人數約為十五萬七千四百人，其中約有一半是由於PS3基因失常。無可諱言，PS3基因失常的原因很多，包括遺傳等，但人為因素至少是比較可以預防的。不幸我們對現有物質中有多少會干擾PS3基因運作，已經所知有限，更何況對新引用的物質。

上面關於PS3基因的敘述，應該已經足夠使我們深切體會到，作為生命基本結構的基因，竟然是如此脆弱。只要在組成的特質中，稍稍有些變動，便影響整體運作。戴奧辛肇致畸形嬰兒，應該也是傷害基因造成。因此對於環境中既有物質，原則上恐怕只好亡羊補牢，力求減少風險。但對新引進物質，實在沒有理由不予以嚴格把關，使地球村得以永續發展，人人得以享受健康的環境。

對引用新物質可能帶給地球村的種種嚴重後果，到現在為止似乎還沒有系統地考慮對策。比較上可以搭得上關係的似乎是，西元一九九二年在巴西里約熱內盧台開的地球高峰會中，所通過的西元二十一世紀議程（Agenda 21）。其中第19章為：「毒性物質的正確環境管理，包括防止國際間輸送有毒及危險產品」；第20章為：「有害廢棄物的正確環境管理，包括防止國際非法偷運有害廢棄物」。不過兩者的重點似乎都在使用中的有毒、危險、有害物質，並沒有特別提到新開發引用物質。而且其管理理念的基本架構似乎是風險管理。事實上像滴滴涕這種物質的風險，已經很不容易擺到可管理的範圍內了。

無可諱言，西元二十一世紀議程代表一項深具前瞻性，並且是對新世紀極為重要的文件。但

在解決新引用物質可能肇致嚴重環境問題上面，似乎仍有相當探討和補充空間。下面幾點構想應該值得作為初步考慮：

1. 建立新開發引用物質管制體系。
2. 擬訂評估新開發引用物質對環境生態及人體健康具風險的標準程序和方法。
3. 在上述標準程序和方法發展完成前，如引用一項新物質有逸入環境，經由空氣、水或食品進入生物體內之虞時，應仿照食品藥物管理方法，必須事先經過嚴格安全試驗及核准手續。
4. 建立工業製程或廢棄物處理中產生性質不明物質申報制度。

（本文原刊環境工程會刊第8卷第4期，民國86年11月出版）

參考文獻：

- 1 姚關穆，「環境與環境政策」，台灣環境保護，第十四期，台灣省政府環境保護處出版，台中市，民國86.4.，pp.6~20。
- 2 姚關穆，「環保隨筆」，中興工程，第56期，中興工程顧問社，台北市，民國86.7.，pp.104~110。
- 3 "The Earth Summit", Graham & Trotman/ Martinus Nijhoff, London, 1993.