

從環境史看永續發展

劉翠溶*

本文原為行政院國科會永續發展研究推動委員會主辦，「永續發展科技與政策研討會」(2005年12月23日)的演講稿，未另刊行。

環境史(environmental history)做為一個學術領域是在1970年代以後才逐漸形成，永續發展(sustainable development)的觀念則出現於1987年的《布倫德蘭報告》(The Brundtland Report，亦稱為《我們共同的未來》*Our Common Future*)。這兩個範疇都是二十世紀全球環境變化下的產物。永續發展的觀念提出後，很快的成為世界環境議題的主流價值。經濟學家從經濟發展的角度來看問題，有人認為永續發展的宗旨在於維持自然的資本存量在時間過程中永不減少，也有人強調要維持生產、所得和福利在長期間沒有呈現降低的趨勢。¹ 然而，也有人批評它的缺點。例如，社會學家紀駿傑曾指出，《我們共同的未來》所開的處方因缺乏政治經濟學的分析與視野而流於空泛，甚至可能加速環境的破壞，造成強勢者壓迫弱勢者的後果。² 今天，我想試著從環境史的角度來看永續發展。首先，略為介紹環境史研究的概況。

目前習用的環境史一詞是指歷史見證的不再只是個人生死的故事，而是關於社會與物種，以及他們與週遭環境的關係。環境史與當代環境主義思潮有關，而後者之思想淵源可上溯至十七、八世紀一些西歐人對陌生的熱帶地區環境之實際經驗。此外，自十九世紀中葉以來，環境的觀念就已運用於歷史地理的研究。³ 但自1970年代以來，環境史才逐漸成為歷史學研究的一個領域。美國史家伍斯特(Donald Worster)認為，環境史研究是在「要求重新檢討全球文化的時機中」展開，其目的在於「加深我們瞭解在時間過程中人類如何受到自然環境的影響，以及他們如何影響

* 中央研究院臺灣史研究所特聘研究員兼副院長。

¹ 前者見 David Pearce, Edward Barbier, and Anil Markandya, 1990, *Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World* (Hants, England: Edward Elgar), p. 1; 後者見 Jeroen C.J.M. van den Bergh and Jan van der Straaten, 1994, "Historical and Future Models of Economic Development and Natural Environment," in Jeroen van den Bergh and Jan van der Straaten (eds.), *Toward Sustainable Development, Concepts, Methods, and Policy* (Washington, D.C.: Island Press), pp. 201-211.

² 紀駿傑，1998，〈我們沒有共同的未來：西方主流「環保」關懷的政治經濟學〉，《臺灣社會研究》，31，頁141-168。

³ 這個看法見於 Richard H. Grove, 1995, *Green Imperialism: Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860* (Cambridge: Cambridge University Press)。亦可參看 Richard H. Grove, 2001, "Environmental History," in Peter Burke (ed.), *New Perspectives on Historical Writing* (Cambridge: Polity), pp. 261-282. 此一看法也為 Mark Elvin 所引用，見 Mark Elvin, "Introduction," in Mark Elvin and Liu Ts'ui-jung (eds.), *Sediments of Time: Environment and Society in Chinese History* (New York: Cambridge University Press, 1998), p. 1.

環境和得到了什麼結果。」⁴ 對於中國歷史學者而言，環境史猶在萌芽，因為第一份研究構想是在 1990 年才由任教於澳洲國立大學的伊懋可(Mark Elvin)提出。⁵

伍斯特曾為環境史下一個簡潔的定義，他說：「環境史是有關自然在人類生活中之角色與地位 (Environmental history is about the role and place of nature in human life)。」他指出，環境史研究大致上以三個層次進行，探索三大團的問題：(1)自然本身在過去如何被組織起來以及如何作用；(2)社會經濟與環境間之互動；(3)在個人與群體中形成的對於自然的觀念、倫理、法律、神話及其他意義結構。他也強調，雖分為三個層次，其實要探索的是一個整體。⁶ 伊懋可也曾簡潔的為環境史下一個定義，他說：「環境史較精確的定義為透過歷史時間來研究特定的人類系統與其他自然系統相會的界面 (Environmental history is more precisely defined as the study, through historical time, of the interface where specifically human systems meet with other natural systems)。」其他自然系統指氣候、地形、岩石、土壤、水、植被、動物和微生物。這些系統生產、製造能量及可供人類開發的資源，並重新利用廢物。⁷

澳洲學者多佛斯(Stephen Dovers)認為，伍斯特指出的三大團問題確實把環境史的範疇含蓋得很好，然而，做為操作的定義(operational definition)則有所不足。於是，多佛斯提出兩個操作的定義。其一、比較簡單的說，環境史嘗試解釋我們如何達到今日的地步？我們現在生活的環境為什麼是這個樣子？其二、比較正式的說，環境史探討並描述生物物理環境(biophysical environment)過去的狀態，探討人類對於非人類環境的影響，以及彼此之間的關係。多佛斯也指出，環境史嘗試解釋各種地景(landscapes)，其演化與動態、及其所面臨的問題，並從而闡明未來的問題與機會所在。他認為，做環境史研究有兩個基本理由：一是有好故事可說，二是瞭解我們如何達到今日的地步有助於更加瞭解我們自己。從實用的角度來說，環境史對於解決今日的環境問題會有助益。⁸

環境史自 1970 年代以來逐漸形成一個學術領域。至於更早的淵源，近年也有學者加以追溯。例如，美國學者克羅斯比(Alfred W. Crosby)認為，美國環境史或可上溯至 1926 年出版的有關地力枯竭的書(Odell Craven, *Soil Exhaustion as a Factor in the Agricultural History of Virginia and Maryland, 1660-1860*)，1931 年出版的有關大邊疆的書(Walter Prescott Webb, *Great Frontier*)，以及 1947 年出版的有關北美草原的書

⁴ Donald Worster, 1988, "Doing Environmental History," in Donald Worster (ed.), *The Ends of the Earth: Perspectives on Modern Environmental History* (New York: Cambridge University Press), pp. 290-291.

⁵ Mark Elvin, 1990, "The Environmental History of China: An Agenda of Ideas," *Asian Studies Review*, 14.2, pp. 39-53.

⁶ Donald Worster, 1988, "Doing Environmental History," pp. 292-293.

⁷ Mark Elvin, 1998, "Introduction," in Mark Elvin and Liu Ts'ui-jung (eds.), *Sediments of Time: Environment and Society in Chinese History* (Cambridge and New York: Cambridge University Press), pp. 5-6.

⁸ Stephen Dovers (ed.), 1994, *Australian Environmental History* (Oxford: Oxford University Press), pp. 3-4.

(James C. Maalin, *Grassland of North America*), 但那時歷史學界或大眾都尚未感到需要做環境史。在二十世紀上半, 考古學、生態學與地理學的研究開始影響歷史學家。人類登陸月球對環境史是一個刺激, 而 1960 年代以來的環境主義運動成為驅策環境史的動力。在 1970 年代, 美國開始訂定環境保護的法規, 同時, 環境史也逐漸蔚為一門學術領域。⁹

澳洲環境史學者葛洛夫(Richard H. Grove)指出, 直到 1970 年代, 環境史一詞其實是地質學家和考古學家在討論第四紀和史前人類與環境互動時慣用的名詞。新的環境史學主要是受到當代全球環境危機的刺激。但他強調, 對環境問題的敏感並不是二十世紀的創見。他指出, 自十九世紀中葉以來歷史地理學家就一直探討環境問題。在 1956 年出版的一本論文集, 題為《人類改變地球面貌所扮演的角色》(W. L. Thomas ed., *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago University Press), 代表了歷史地理研究的一個高潮。此外, 1967 年地理學家葛拉肯(Clarence Glacken)探討西方自古代至十八世紀對於自然與文化的思想(*Traces on the Rhodian Shore: Nature and Culture in Western Thought, from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century*, University of California Press), 堪稱為至今最有深度的一本環境史著作, 而其影響也開始得到歷史學家的肯定。葛洛夫把環境史的早期演化上溯至二十世紀初期對於全球乾旱(global desiccation)理論的探討, 生態學的出現, 利用航空照片研究土地利用, 以及第二次世界大戰的影響。至於環境史做為一門跨領域的研究, 則可溯自 1955 年出版、霍金斯(W. G. Hoskins)所著《英國地貌的形成》(*The Making of the English Landscape*, The University of Leicester Press)。這本書對於後來研究英國地方史和森林史有深刻的影響, 甚至成為霍金斯學派(Hoskins School)。這個學派也成為許多地區環境史的主要根源, 尤其是在澳洲。葛洛夫特別指出環境史在澳洲的特點, 有別於以美國為中心的環境史研究, 值得半乾旱及熱帶地區環境史研究之借鏡, 也有助於做環境史的比較研究。¹⁰

學術期刊對環境史的重視最早見於美國歷史學會西部分會出版的期刊, *Pacific Historical Review*, 在 1972 年 8 月有一期環境史的專刊。另外法國年鑑學派的期刊, *Annales: Economie, société, civilisations*, 在 1974 年 5-6 月也有一期環境史的專刊。目前, 環境史已有兩份重要的學術期刊, 一份是在美國出版的 *Environmental History*, 由美國環境史學會與森林史學會出版。(該期刊在 1976 年創刊時原稱為 *Environmental Review*, 於 1990 年改名為 *Environmental History Review*, 又於 1996 年改為今名, 並重新自第一卷開始)。另一份是在英國出版的 *Environment and History*, 於 1995 年創刊, 強調人文科學與生物科學的跨領域研究。

此外, 近年也有兩部重要的工具書出版。一部是 2002 年出版的《美國環境史指

⁹ Alfred W. Crosby, 1995, "The Past and Present of Environmental History," *American Historical Review*, 100.4 (October), pp. 1177-1189.

¹⁰ Richard H. Grove, 2001, "Environmental History," in Peter Burke (ed.), *New Perspectives on Historical Writing* (Cambridge: Polity), pp. 261-282.

南》(Carolyn Merchant, *The Columbia Guide to American Environmental History*, New York: Columbia University Press)。另一部是 2004 年出版的三巨冊《世界環境史百科全書》(Stephen Krech, III, J. R. McNeill, and Carolyn Merchant eds., *Encyclopedia of World Environmental History*, New York: Routledge)。

這些期刊和工具書的出版意味著環境史已是相當成熟的學術領域，雖然各國環境史研究的程度仍頗有差距，不可能在此細說。在這裡，我想透過介紹一些環境史的著作來說明，歷史學家往往從環境史中觀察到不永續的發展(unsustainable development)，而不是永續發展。

以中國環境史研究來說，在 1993 年，伊懋可發表一篇論文，討論三千年來中國經歷了不持續的成長。¹¹ 這篇論文把中國環境史分成三大時期。第一期從西元前 1000 年至西元前 500 年，為古代生態經濟體系。在第一期，生產以採集、漁、獵為主，農業的主要作物是粟和麻，已有小規模的防禦水患的措施。第二期自西元前 500 年至西元 1000 年，為由國家權力主導的發展經濟體系。在第二期，農業仍以旱作為主，有一些大規模的灌溉渠道，且有人工開鑿的運河，市場制度主要由國家控制。第三期自西元 1000 年至 1949 年，為主要由市場引導的相對成熟的經濟體系。在第三期，人口重心南移，農業以水田稻作占優勢，開始生產棉花，經濟已貨幣化，市場制度漸漸不受國家控制；在這一期的後半，引進新世界的作物玉米和蕃薯，從而加速邊際土地的利用，但近代國際貿易及新工業的影響則尚未深入內陸地區。這篇論文也指出，衝擊中國環境的主要原因，在早期是由於追求國家的政治和軍事力量，在後期則是由於人口的壓力。

就長期趨勢而言，這篇論文認為，在土地利用方面採取的排水和開墾措施，如低地的圍田，丘陵和山地的砍伐森林、種植高地作物，導致土地耕地化的極限。另外，土地私有化、零細化，形成極端勞力密集的耕作方式。中國在過去幾千年中生存下來，而且在中古時期甚至可能是在世界上領先，因為中國經濟掌握了一些新技術，諸如複雜的水利灌溉系統，並且不斷擴張到具有新資源的地區，如臺灣(17 世紀)、西南地區(19 世紀)、東北地區(20 世紀)。但是在近代開始以前，中國經濟可能就面臨嚴重的環境壓力，由於人口增加，可耕地已經大量開墾，森林幾乎砍伐殆盡，土壤嚴重流失，建立新灌溉系統的機會幾乎用盡，以致於形成技術與環境互動被鎖住(lock-in)的現象。環境的破壞基本上並不是由於無知，而是受到短期經濟壓力的影響。

另一位研究中國環境史的美國學者馬立博(Robert B. Marks)在 1998 年發表了探討嶺南地區環境史的專書。¹² 這本書追溯自漢朝至清朝嶺南地區的開發，涉及聚落

¹¹ Mark Elvin, 1993, "Three Thousand Years of Unsustainable Growth: China's Environment from Archaic Times to the Present," *East Asian History*, 6 (December), pp. 7-46. 這篇論文的看法更詳細的出現於 Mark Elvin, 2004, *The Retreat of Elephants: An Environmental History of China* (New Haven and London: Yale University Press), chapters 3-6.

¹² Robert B. Marks, 1998, *Tigers, Rice, Silk, and Silt: Environment and Economy in Late Imperial China*

與生態環境的變化，人口的增加，氣候變化與農業生產，糧食貿易，倉儲制度與糧食供應系統，稻米市場整合對環境的影響，人口壓力促使桑園圍的發展、森林的大量砍伐及山區的擴大開墾，從而造成老虎及其他物種的消失。

以世界環境史來說，美國學者約翰·麥克尼爾(John R. McNeill)於 2000 年發表《太陽之下有新事：二十世紀世界環境史》(*Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World*) 一書，闡明世界環境史在二十世紀的變化與過去不同。¹³ 他認為，二十世紀之所以特別，在於人類已經打破了舊的經濟、人口、及能源體制的限制與粗略的穩定。近代爆發性的成長大部分是由於人類的智巧所造成。大幅擴張的結果，除了具有解放的基本意涵之外，也帶來了破壞。從長期以來使用的淡水、木材、礦物或工業產量來看，二十世紀顯得非凡。同樣的，在造成廢棄物、空氣和水污染方面，也是前所未有。在這些原因與指標背後，環境變化也有同樣驚人的故事。(見該書頁 6-17) 他在該書結論中呼應伊懋可的看法，認為人類目前的做法在生態環境上是不永續的。(頁 358)

在下面，我試著介紹麥克尼爾的主要看法。首先，讓我們看一看二十世紀環境變化的一些指標，自 1890 年代至 1990 年代的一百年間，各項指標變化的情況如下(頁 360-361)：

項目	增加倍數, 1890s-1990s
世界總人口	4
世界總人口中的城市人口	3
世界城市總人口	13
世界經濟	14
工業生產量	40
能源使用量	16
煤產量	7
空氣污染	≈5
二氧化碳排放量	17
二氧化硫排放量	13
排放至大氣層的鉛	≈8
水使用量	9
海洋漁獲量	35
牛隻數	4
豬隻數	9
馬匹數	1.1
藍鯨數(只計南半球海洋)	0.0025 (減少 99.75%)
鯨鯨數	0.03 (減少 97%)
鳥類與哺乳類物種	0.99 (減少 1%)
灌溉面積	5
森林面積	0.8 (減少 20%)
耕地面積	2

(Cambridge and New York: Cambridge University Press), 383 pages.

¹³ J. R. McNeill, 2000, *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World* (New York, N.Y.: W. W. Norton & Company), 421 pages.

在這個表上並未列出 1900 年以後才出現的新事物，如氟氯化碳(CFCs)的釋出、拖曳機、汽車、化學肥料的增加。不過，表上所列的各項數字已足以讓我們對二十世紀環境變化的鉅大幅度有個印象。下面再看一些突出的事實。

土壤惡化已使全球地表的三分之一受到影響。由於人類的活動而造成的土壤惡化面積約有 20 億公頃(大約相當於美國與加拿大兩國面積之和)，這大約是全世界總耕地面積的四分之一。其中約有 4 億 3 千萬公頃(大約是美國德州面積的七倍)是再也無法恢復的破壞了。土壤浸蝕是土壤惡化的各種原因中最嚴重的。據聯合國糧食與農業組織(UNFAO)在 1991 年的估計，單單是浸蝕一項，每年就破壞全世界耕地的 0.3-0.5%。人為造成的浸蝕比自然的浸蝕多 2-3 倍。土壤惡化與浸蝕確有其嚴重後果。人類已經大量使用化學肥料，以致於使用更多的氮肥和磷肥都不能再提高產量，以彌補因土壤流失所造成的損失。二十世紀另一種改善產量的方法是植物育種，但它也有限度。此外，一旦水資源和能源的約制開始緊張，迫使灌溉和肥料的成本升高，則那些已惡化、已浸蝕、已固結、及已污染的土壤仍將永遠失去。(頁 48-49)

造成二十世紀空氣污染最大的原因是使用化石燃料，主要是煤和石油。在 1900 年，燃煤是空氣污染的主因，使天空瀰漫煙霧、煤灰、二氧化硫、以及其他氣味不佳的物質。當時燃煤造成的污染大多來自工廠和住家的煙囪。自從 1960 年代以後，汽車的尾噴管挑戰煙囪，到了 1990 年，道路交通已成為全世界最大的空氣污染來源。空氣污染的歷史隨著工業化及自動車化而推進。不過，在 1945 至 1980 年間，有些城市逐漸改善了空氣污染的情況，這是由經濟、政治與地理三層原因共同促成的。經濟的原因是自 1920 年以後，尤其是自 1950 年以後，石油取代煤成為最重要的燃料。政治的原因是政治壓力抑制污染，一般是透過立法管制和採用新技術。地理的原因是密集使用能源的工業在 1960 年以後逐漸分散到世界各地，它們大多離開城市而集中到工業區。但在另一方面，自 1950 年以後，愈來愈多人居住在像墨西哥市和加爾各達一樣的都市。世界衛生組織(WHO) 在 1988 年估計，全球 18 億城市居民中，有 10 億以上呼吸的空氣是含有不健康的二氧化硫和煤灰或灰塵。那些曾經使倫敦、匹茲堡以及西歐、北美、與日本的數十個都市淨化空氣的科學與政治共同機制，對一些大都市仍然是難以理解的。它們成長得太快了。經濟發展優先於其他考量。也許最重要的是，如此快速的成長產生了不少社會病狀，它威脅著窮人的健康與強勢者的安全：在這種氣氛下，實在難以迫切注意、花力氣或用資源於減低空氣污染。(頁 58-83)

造成區域性空氣污染需要有重工業大規模的燃燒，導致污染物停留在空氣中好幾天或好幾個星期。自從十九世紀後期以來，有好幾個重工業區出現，有些是由於國家政策，有些是因為煤、鐵礦和市場毗連，而大多數是由於兩種因素皆備。這些重工業區在 1970 年以前造成了毫不受約束的空氣污染，但以後有相當的改善，如魯爾(Ruhr)以及美國、日本、瑞典和英國的一些工業區。但直到 1990 年代，蘇俄與東歐的工業區仍然不為減低空氣污染之壓力所動。(頁 84-99)

二十世紀空氣污染造成的健康後果是巨大無比的，雖然難以精確的衡量。據世界銀行的一項估計，在 1992 年以前，在全世界的都市中，單是懸浮微粒一項，每年就造成 30-70 萬人死亡。在 1996 年，哈佛大學公共衛生學院的估計數是 56 萬 8 千人。在 1997 年世界衛生組織估計，各種空氣污染每年在全球造成 40 萬人死亡。如果就這些數字來做個猜測的估計，則空氣污染在二十世紀大約使 2 千 5 百萬至 4 千萬人喪命，這大約是第一、二次世界大戰死亡人數之總合，也大約近似於 1918-1919 年間全球流行性感冒的死亡人數。除了致人於死外，二十世紀的空氣污染也使更多人的慢性病症加劇。(頁 103-104)

在二十世紀，人類的活動增加了大氣層溫室氣體的存在並且減少了平流層臭氧的集中。這種變化對二十一世紀的歷史可能將有很大的潛在影響，雖然仍有許多不確定性。在此值得注意的是，在 1930-1931 年，化學家米吉理(Thomas Midgley)發明了氟氯烷(Freon，它是第一種氟氯化碳)以後，氟氯化碳被大量做為冷凍劑、溶劑、噴霧劑及其他用途。在 1974 年羅蘭(Sherwood Rowland)與墨利納(Mario Molina)提出氟氯化碳在理論上可能造成臭氧層破壞，在 1985 年經過法曼(J.C. Farman)觀察證實後，針對此一議題已召開多次國際會議以求解決之道。自 1988 年以後，氟氯化碳釋出的比率已逐漸降低；大用戶如美國、歐盟、日本與蘇俄已降低 75-100%；但印度和中國仍大量使用。因為氟氯化碳是非常穩定的氣體，可以在大氣中存留很長的時間，在 1987 年以前釋出的仍會繼續破壞臭氧層直到 2087 年。(頁 108-116) 由氟氯化碳的故事可見，當這個發明提出及推廣應用時，發明的人和應用的人顯然都不知道它會造成如此嚴重的後果。但事實證明，這項科技發明和應用並不能永續。對於永續發展科技的研發，氟氯化碳的故事是一個值得警惕的歷史教訓。

從水資源方面來看，二十世紀的人類也比過去用更多、浪費更多、污染更多且更徹底。在 1700 年，全世界人口約有 7 億，使用淡水的總量約為 110 立方公里，其中 90%用於灌溉，大部分是在亞洲。在 1990 年，如果估計正確的話，使用的淡水量是 4,130 立方公里。如果只以二十世紀計算，用水量增加 9 倍，人口增加 4 倍，這表示每人用水量在 1990 年是 1900 年的 2 倍。雖然工業和城市的用水增加，灌溉用水卻仍占大部分。在二十世紀不但是用水量增加，河川污染、湖泊優養化、內海和沿海水域的污染也是空前。(頁 118-145)

最重要而且令很多人憂心的變化是二十世紀過度的抽取地下水。二十世紀的新技術與相對價廉的能源使大規模抽取地下水成為可能。中東地區和美國西部是大規模使用地下水的著例，較小規模的計劃也出現在墨西哥、歐洲、印度、中國和其他地方。但是地下水只能補充短期水源之不足，過度抽取之後難以回注，顯然是不能永續的。(頁 151-156)

興建水壩和導河轉向的技術在二十世紀引起水圈更大的變化。在 1930 年代以前，興建水壩大多只為一個主要目的，但美國田納西流域管理局(Tennessee Valley Authority)開始運作之後，在蘇俄、印度及其他地方也相繼模仿興建多功能的鉅壩。

在 1968 年興築水壩達到高潮。到了 1990 年代，全世界河川大約有三分之二流過大大小小的水壩。水資源的管理不但為政治利益服務，也使那些未被水壩淹沒的地區、不受水媒疾病困擾的地區、以及土壤未因而鹽化的地區受益。在 1990 年，灌溉面積占全球總耕地面積的 16%，在 1995 年，水力發電提供 20% 的電力。這些理由使二十世紀大規模水資源的操作有助於改善人類的命運。然而，在糧食與能源生產成功的表面下，存在的是陰暗的環境紀錄。整個二十世紀所導引的水有一半浪費掉了。在美國和俄國發展出來的水壩技術毫無反省的轉移到蒸發量高的地方，更擴大了水的損失。在 1980 年以前，印度、巴基斯坦、美國和埃及的灌溉面積約有四分之一受到鹽化傷害。在 1990 年代，全球 10% 的灌溉面積受到嚴重的鹽化影響。土地被水浸透和土壤養分的濾出使問題更加嚴重。這個巨大的全球水管業計劃不但危害未來的農作，它在二十世紀也破壞許多人的生計，甚至生命。水壩的興建迫使成千上萬的人遷移居所，水庫和渠道助長水媒疾病的傳播，包括瘧疾、血吸蟲病、霍亂、傷寒等等。(頁 157-182)

就人類與微生物(細菌)的關係來看，自 1880 年代以來，由於微生物學知識的進步，從西歐和美國開始，醫務人員多方面展開疾病的防治。有兩個趨勢加重了這個挑戰。一方面，快速的工業化和都市化在西歐和美國都市中造成一大群營養不良的居民，疾病在他們之間迅速傳播。另一方面，帝國主義國家派至亞洲和非洲的士兵多罹患瘧疾、黃熱病及其他可怕的疾病。這些挑戰使對抗疾病顯得特別緊急，從而有助於徵集資金和人力。對應的措施有三方面：一是環境的疾病控制，意思是提倡衛生、控制害蟲、扁蟲和老鼠，以及其他可使人類環境不利於病菌滋生的措施；二是發現和製造抗生素；三是接種疫苗和免疫學。藉著這些發展，在 1880-1960 年間，人類向病菌進軍，大大減少了疾病的負擔，加速了人口成長，並改變了人類與細菌間的條件。(頁 194-195)

環境的疾病控制、抗生素和接種疫苗似乎預示著人類對抗傳染病會有完全的勝利。世界衛生組織在 1980 年宣布全球不再有天花。對抗天花的運動也許象徵著世界衛生組織的成就。但黃金時代並不持久。由於細菌對抗生素產生了抗藥性，細菌感染的疾病終於開始還擊。在 1977 年，無法治癒的結核病類型首次出現於南非，到了 1985 年，美國結核病的統計數第一次超過十九世紀中葉的紀錄。在 1997 年，全世界約有 5 千萬人感染多重抗藥性(multiple-drug-resistant)的結核病。人類免疫力缺乏病毒(human immunodeficiency virus, 簡稱 HIV, 即愛滋病病毒)的出現更助長結核病的復興。在 1985 年以後，結核病在美國的流行約有一半可歸咎於 HIV, 在南非約有四分之一。在 1990 年代初期，結核病每年在全球致使 2 百 50 萬人死亡。到了 1995 年，死亡人數超過 3 百萬人，而且持續在增加。(頁 202)

其他病媒介也一樣產生抗藥性。在 1955 年，世界衛生組織提出撲滅瘧疾計畫。在 1992 年就放棄了。世界衛生組織在一開始成功的依計畫使用 DDT 和其他殺蟲劑來滅蚊，但蚊蟲演變出對 DDT 的抗藥性，於是瘧疾再起。在印度，瘧疾的病例在

1977 年比 1960 年多 60 倍。到了 1980 年代，多重抗藥性的瘧疾在泰緬邊界出現。抗氯奎(chloroquine-resistant)的瘧疾在東非、亞馬遜河流域、及東南亞出現。再起的瘧疾在 1990 年代每年大約使 2 百萬人死亡，其中半數在非洲。此外，肺炎、志賀氏菌痢疾、以及一些其他疾病在 1980 年代末期，也都發展出多重抗藥性的類型。在 1992 年，霍亂也在富含藻類的孟加拉沿海演變出多重抗藥性的類型。(頁 202-203)

二十世紀的一些主要特徵都涉及人類與細菌間的關係，特別值得注意的是灌溉面積的擴張、交通運輸的加速、人類對熱帶生態系統的破壞、人類與動物關係的變化，以及大都市的擴展。在二十世紀灌溉面積約增加 5 倍。這對一些病媒來說是幸運。粗略的說，熱帶疾病大都是水媒傳染，而有些是藉著灌溉而擴張。更快的交通運輸無意中提供了有效的高速道路，有助於疾病的維持和傳播。歐洲人在 1885 年以後爭奪非洲，破壞了非洲的生態。隨後熱帶地區生態的破壞更釋放了其他疾病的媒介。出血性登革熱於 1940 年代首次出現於東南亞，拉沙熱(Lassa fever)於 1969 年第一次在尼日利亞被認定，馬爾堡病毒(Marburg virus)於 1967 年在中非出現，而依波拉(Ebola)病毒則於 1976 年記錄。愛滋病在 1997 年造成全球 2 百 30 萬人死亡，是全球第五大死因，顯然也是由於人類在熱帶森林的活動所引發。再起的瘧疾雖大部分是由於抗藥性，卻也因人類在熱帶的擾亂而增強力道。(頁 205-208)

許多人類的疾病是由動物傳染所引起，在二十世紀開啟了新的接觸途徑。人類湧進熱帶地區使人們與更多物種接觸。此外，家畜數量也比以前更多，也有更多雖非家畜而與人共生的動物，如老鼠。人類與動物關係的變化，使物種間疾病互相感染的機會增大。自 1970 年以來，一些主要的新病毒是由嚙齒動物所引起。在近幾個世紀常發生的流行性感冒也很可能是由於飼養更多的雞鴨和豬。(頁 209-210)

從土地利用與農業的角度來看，近代農業發展是二十世紀地表植物劇變的動力。二十世紀植物的主要趨勢是人類的管理和佔用增加。在二十世紀末，全世界有植物的土地約有三分之一是種植培育的品種，大約比 1900 年多兩倍。大約有 35-40% 的陸生產品是為了滿足人類的需要。二十世紀人口增加 4 倍的主要原因在於耕地雖只增加 2 倍，農業生產力卻更高。這是由許多因素共同造成的，最值得注意的是化學肥料與農藥、灌溉、農業機械、與植物育種。自 1940 年以後，農業機械化與綠色革命伴同著肥料與灌溉，對農業生態體系也對其他生態體系和社會帶來了極為重大的改變。以 1996 年的情況來說，如果沒有這些技術變化，要養活全世界人口大約需要增加一塊如北美洲一樣大的農地。在缺少這樣一大塊農地的情況下，人類在二十世紀只得僵硬不安的與現代農業連結在一起。(頁 212-227)

從森林的角度來看，二十世紀是一個壞的世紀，森林面積和品質都衰退。整體而言，巨大的變化發生在熱帶和北方的森林。自農業起源至今，全球森林減少的面積大約在 15% 至 45% 之間，其中大約有一半是發生在二十世紀，尤其是在 1960 以後。二十世紀後半伐林的規模更大，生態的效果很不同，而且使用的技術完全不同，但動機仍然大至與過去相同：開闢農牧用地和取得可售的木材。在 1980 年以後，對

於森林住民的消失、生態系統之消失、以及因森林消失而助長溫室效應，已有警訊，但與動機相較之下，抗衡的力量甚小。伐林受益者的政治力量太大了。(頁 229-236)

從漁業的角度來看，政府和國際組織都承認無節制的捕魚和捕鯨已產生一些壞的效果，但一如對木材一樣，他們採取的措施很少。漁業比森林更難管理。從全球漁獲量來看，在 1943 至 1973 年間，海洋漁獲量增加，然後成長轉慢。早期的幸運一部分是由於在第二次大戰把漁船趕出海洋，尤其是在北大西洋，而使魚群得以恢復。在 1950 年代和 1960 年代的擴張則主要來自漁船進入南大西洋和太平洋。但自 1971 年以來，要維持既有的漁獲量，不要說增加，就需要更密集的努力，而這有賴於政府補貼和技術改進。新技術包括用聲納和衛星影像來尋找魚群，以及用更大更好的拖網漁船和流網來捕魚。漁人用氰化物和炸藥來搜捕暗礁的魚群。這些確實都是密集的努力，而且對於捕獲成群的魚很有效。但政府補貼和新技術在 1970 年以後把漁場一個一個導向衰退，如果不是崩潰。到了 1990 年代，有三分之二以上的漁場已充分利用或過度捕撈。諷刺的是，要捕得更多必須寄望於捕得更少：網住更少未成年的魚，並讓更多魚長大到能再繁殖。(頁 237-250)

再看生物入侵(biological invasion)。旋動的貿易和移民潮流使二十世紀成為生物入侵的大紀元。大多數在二十世紀新興的疾病事實上都是生物入侵。生物入侵的歷史隨著歐洲人越洋航行(1492-1788)及其後的移民加速發生。但在二十世紀，區域間，尤其是洲際貿易和交通量的增加，提供了更多的入侵機會。此外，擾亂生態系統的頻率和強度尤其使入侵容易成功。以遙遠的地質年代來看，二十世紀的一個主要特點將是它促進了生物入侵。有一個估計表示，在 1906 至 1991 年間，入侵美國的昆蟲使美國大約花費 100 兆美元；到了 1990 年代中期，每年花費 1 億美元以上。在 1999 年以前，各類入侵物種使美國每年花費 123 兆美元，平均每人 500 美元。(頁 252-254)

二十世紀不過是地質時間的一瞬，很可能是另一次大毀滅的初期階段。自地球有生命以來已發生過五次大毀滅。這些毀滅最大的一次發生在 2 億 4 千 5 百萬年前，使大約十分之九的海洋物種滅絕。最近的一次發生在大約 6 千 5 百萬年前，結束了恐龍的事業而讓路給哺乳類。「滅絕的參考比率(extinction background rates)」雖不是常數，平均而言，在漫長的時期中每年有一至三種物種滅絕。每 100 年左右，平均有一種哺乳類滅絕(目前大約有 5,000 種哺乳類)。人類的探險、在新地方定居、清除森林以及打獵，加速了物種滅絕的速度。自從 1600 年以來，至少有 484 種動物和 654 種植物消失不見了。二十世紀的哺乳類滅絕率大約是參考比率的 40 倍；鳥類大約是參考比率的 1,000 倍。在 1900 年尚存的鳥類和哺乳類約有 1% 在 1995 年以前消失不見。大多數在近代滅絕的物種是因為失去棲息地。環球對熱帶森林的破壞必然提高了滅絕率，因為約有一半的陸棲物種生活在熱帶森林中。專家的意見雖分歧，卻有許多人預期在未來一兩個世紀中將有 30-50% 的陸棲物種消失不見。如果這樣發生了，那將是地球歷史上的第六次大滅絕，比過去幾次發生得更快，而其原因也是

獨特的。(頁 262-263)

二十世紀最大的特徵還包括人口成長與都市化的雙生波濤。一般而言，人口成長引起更多的空氣和水污染，當經濟已工業化而國家(社會)卻尚未注意環境適意的問題。這種情形在 1890-1970 年間的美國，1960 年以後的俄國，確是如此。人口成長可能增加用水量和強化水源不足的問題。人口成長確實在驅策二十世紀生物區系(biota)的改變中扮演要角。但是，巨大的環境變化常是由多種原因互相激盪而成的，而不只是因為人口成長。移民可能比成長更重要。從環境變化的角度來說，最重要的移民活動是邊區的開發。在二十世紀，這些移民手中握有更能變形的技術，而且大多數與市場和國家計畫有更緊密的連結，於是他們開闢更多土地、種植更多作物、飼養更多動物、捕更多魚、或開更多礦，遠超出自己維生所需。在全世界，自發與計畫的移民在二十世紀進入不熟悉的生態區，結果造成一大部分的環境變化，尤其是與邊區農業相關的方面：植被、地表覆蓋、生物多樣性、土壤條件、以及在乾旱土地的用水。(頁 269-281)

二十世紀的都市化幾乎影響人類事務的每一方面，而且與過去有很大的不同。在城市中，人類對環境的改變無與倫比，而其影響延伸到城市以外。在 1700 年，全世界只有 5 個都市人口超過百萬。在 1800 年，只有 6 個。到了 1900 年，有 43 個都市人口超過 50 萬。到了 1990 年約有 800 個這樣的都市，其中 270 個都市人口超過百萬，14 個超過千萬。都市人口的總數在 1900 年為 2 億 2 千 5 百萬，在 1998 年則有 28 億。全球擾攘的都市化對環境的意義是既廣泛而多樣的。都市的影響超出其範圍而深入腹地，波及位於順風和下游的社區，而在某些方面則擴及全球。都市從遠近各處吸取大量的水、能源和物資；做為交換的是貨品和服務，以及污染物、垃圾和固體廢棄物。廣義來說，都市的新陳代謝過程引起兩類的環境變化：污染效應和土地利用效應。在 1900 年，都市本身只佔地球土地的 0.1%；在 1990 年，大約是 1%。然而，都市空間的擴大只是其環境影響的一小部分而已，因為都市伸出的觸角既廣且遠，都市的生態腳印(ecological footprint)遠大於它本身的面積。(頁 281-290)

在二十世紀的過程中，透過新能源、新工具和新市場的關連，更多人從環境中獲得更大的利益。能源、技術與經濟體系緊密的相連在一起，這種同時發生的技術、組織與社會創新可以「叢聚(clusters)」稱之。在十九世紀中葉以後，主導的叢聚是煤、鐵、鋼和鐵路；自 1920 年代以至 1990 年代，主導的是組裝線、石油、電力、汽車與飛機、化學品、塑膠和肥料，都由大公司來加以組織。這些叢聚及社會、經濟與環境的快速變化影響全世界，但各地有差別。(頁 296-297)

每一個社會都有其能源體制。二十世紀的能源主要是煤和石油。二者在世界上的分布都不均勻，因此巨大的商業興起以從事能源的開採、運輸、加工及送至最終使用者。石油在 1930 年以前開始取代煤，到了 1950 年代末，它在工業上完全取代煤的地位。就世界環境史而言，很少有其他事比石油的勝利更重要。石油化學產品創造新的物質，如塑膠。許多石油化學產品證明是有毒的污染物。此外，由於石油

價格低廉，尤其在 1919-1939 年間，1948-1973 年間及 1984 年以後，更鼓勵多用能源。這種能源體制在二十世紀的社會、經濟和地緣政治上引起很大的後果。它也使空氣和水受到污染，以前所未有的規模改變了環境。(頁 297-306)

二十世紀的技術與相關的能源與經濟體制糾結在一起，有力的決定了環境變化的比率和種類。一個技術叢聚的影響力至少可以如同人口和政治一樣大。例如，鏈鋸在森林中以爆發的石化能源改變了社會和生態景觀。它讓一個人砍樹的速度比用斧頭快 100 至 1,000 倍。如果沒有鏈鋸，熱帶森林的清除可能不會發生，既使發生也會慢得多。汽車對二十世紀社會和環境是最具影響力的技術，造一輛汽車需要不少能源和材料，讓路給汽車需要很多空間，汽車也殺死不少人。核能發電則是不受歡迎且不經濟的發明，它有令人心驚的生態意涵。(頁 306-313)

一個新技術叢聚可能正在興起，它可能對人類生活和地球環境造成革命性改變。自從 1750 年以來，大約每隔 50-55 年會出現一個新技術叢聚，而另一個「預期」會在 1990 年代出現。基因改造與資訊技術是其重心。在二十世紀末，生物技術有重大的進展，尤其是熱烈的努力想把有關基因的新知識轉為有用和有利。幾百萬年來，基因的選擇主導自然演化；然後，藉著人類社會，文化演化慢慢成為一股對抗的力量。自 1990 年代以來兩者開始結合，當科學獲得能力來直接干預基因的選擇與繁殖。基因工程的創造物，尤其是那些微小的，出現在害蟲的控制、肥料、開礦，回收利用、廢水處理、及其他直接與環境相關的領域中。在 1999 年以前，計算機造成的環境後果似乎可以忽略，但是如同基因改造一般，有無限的有能性。(頁 313-314)

技術、能源體制與經濟系統共同演化，有時形成革命性的叢聚，但這只是圖畫的一部分。在二十世紀一如其他世紀，這些叢聚轉而與社會和環境共同演化。成功的、廣為採用的叢聚必須與同時代的社會與環境條件及趨勢相契合。同時，社會與環境受到這些叢聚的影響並加以調適。於是，三者共同相互決定，它們的相對角色因時而異。在過去，環境扮演較強的角色而影響社會與技術；在二十世紀，技術的角色，尤其是在自動化叢聚中，擴大並塑造了社會與環境。但是，如果某些環境的擾亂——諸如顯著的全球暖化或生物多樣性消失——證明是重要的，那麼公式將再朝著更強的新環境決定性角色而修正。矛盾的是，如果人類要避免預期的危機，那麼，技術，既已協助人類達到此一地步，也會被要求帶領人類脫離困境。(頁 314)

二十世紀經濟史的三個主要特徵是工業化、福特主義(Fordism)、及經濟整合。它們互相糾結並一起與石化燃料的擴張及技術變化相結合。它們也促使破壞與繁榮，帶動二十世紀的經濟奇蹟並激起廣大的環境變化。在二十世紀，工業生產增加了 40 倍。這 40 倍的增加意味著新原料的使用與工業污染的大幅提高。有些工業固然已開始採用減料減廢的新技術，但此趨勢仍然掩蓋於工業規模整體擴張之下。福特主義指涉的是自動化生產及工業勞工與雇主間的妥協，它帶動了大眾消費。如果沒有大眾消費，二十世紀的環境史將會平靜得多。世界經濟整合曾一度出現於 1870-1914 年間，後因二次世界大戰及俄國革命而稍停頓。但自 1980 年代以來，經

濟整合加速發展，原因包括運輸價格下降、即時的電子傳訊、私有化、金融市場和主要工業撤銷管制，以及社會主義國家政治的崩潰等等。經濟整合常常突然地把自然(如野生動植物)加以商品化，結果是這些商品的迅速枯竭和生態的轉變。總之，能源、技術與經濟相結合的軌跡對二十世紀環境史有最重要的影響。(頁 314-324)

以上，我借用現有的環境史著作來說明歷史學家的看法。我個人近年雖也做台灣環境史的研究，卻未能全面展開，很慚愧不能夠在此提出有關台灣的周詳的看法。不過，從上面所說二十世紀世界環境的各項重要變化中，隱約可見台灣的身影。面臨未來可能發生的環境危機，以永續發展做為人類願景，理所當然。如何發展相關的科技並提出合宜的政策以解除人類的困境，將是每一個國家和社會都應該努力以赴。在發展科技時如果能參考過去的歷史，也許有助於避免重蹈覆轍。

參考文獻

紀俊傑，1998，〈我們沒有共同的未來：西方主流「環保」關懷的政治經濟學〉，《臺灣社會研究》，31，頁 141-168。

Crosby, Alfred W., 1995, "The Past and Present of Environmental History," *American Historical Review*, 100.4 (October), pp. 1177-1189.

Dovers, Stephen (ed.), 1994, *Australian Environmental History* (Oxford: Oxford University Press)

Elvin, Mark, 1990, "The Environmental History of China: An Agenda of Ideas," *Asian Studies Review*, 14.2, pp. 39-53.

Elvin, Mark, 1993, "Three Thousand Years of Unsustainable Growth: China's Environment from Archaic Times to the Present," *East Asian History*, 6 (December), pp. 7-46.

Elvin, Mark, 1998, "Introduction", in Mark Elvin and Liu Ts'ui-jung (eds.), *Sediments of Time: Environment and Society in Chinese History* (New York: Cambridge University Press).

Elvin, Mark 2004, *The Retreat of Elephants: An Environmental History of China* (New Haven and London: Yale University Press).

Grove, Richard H., 1995, *Green Imperialism: Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860* (Cambridge: Cambridge University Press).

Grove, Richard H., 2001, "Environmental History," in Peter Burke (ed.), *New Perspectives on Historical Writing* (Cambridge: Polity), pp. 261-282.

Marks, Robert B., 1998, *Tigers, Rice, Silk, and Silt: Environment and Economy in Late Imperial China* (Cambridge and New York: Cambridge University Press)

McNeill, J. R., 2000, *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World* (New York, N.Y.: W. W. Norton & Company)

Pearce, David, Edward Barbier, and Anil Markandya, 1990, *Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World* (Hants, England: Edward Elgar).

Van den Bergh, Jeroen C. J. M. and Jan van der Straaten, 1994, "Historical and Future Models of Economic Development and Natural Environment," in Jeroen C. J. M. van den Bergh and Jan van der Straaten (eds.) *Toward Sustainable Development, Concepts, Methods, and Policy* (Washington, D.C.: Island Press), pp. 201-211.

Worster, Donald, 1988, "Doing Environmental History," in Donald Worster (ed.), *The Ends of the Earth: Perspectives on Modern Environmental History* (New York: Cambridge University Press), pp. 290-291.