

全球環境變遷對公共衛生衝擊之評析

萬國華¹ 王根樹^{2,*} 李芝珊³

王秋森²

GOW-HWA WAN¹, GEN-SHUH WANG^{2,*}, CHIH-SHAN LI³, CHIU-SEN WANG²

¹ 私立長庚護理專科學校護理科

Department of Nursing, Chang Gung Institute of Nursing.

² 國立台灣大學公共衛生學院公共衛生學系，台北市仁愛路一段1號

Department of Public Health National Taiwan University. No. 1, Jen-Ai Road, Section 1, Taipei, Taiwan.

³ 國立台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所，台北市仁愛路一段1號

Institute of Environmental Health National Taiwan University.

* 通訊作者Correspondence. E-mail: gswang@ha.mc.ntu.edu.tw

本研究主要目的在透過文獻回顧之形式蒐集相關文獻，探討全球環境變遷與氣候變遷對公共衛生可能造成之衝擊，並嘗試提出因應對策以供政府施政之參考。針對全球氣候變遷及環境變遷對公共衛生之衝擊，由於無法以實證之方式探討相關效應，僅能以文獻回顧之方式探討氣候及環境變遷對人體健康所產生之影響。文獻顯示環境變遷之直接衝擊主要在熱危害，間接衝擊則涵蓋病媒導致之傳染病、紫外線導致之皮膚病變、環境污染導致之過敏、氣喘等疾病盛行率之增加等。但由於生態系受環境及氣候影響所產生之效應不易確定，加上目前相關領域之研究成果無法針對未來五十年生態系之變化作一預測，以致無法確實評估氣候及環境變遷對人體健康所可能產生之影響。(中華衛誌 2000；19(1)：20-32)

關鍵詞：全球環境變遷、氣候變遷、公共衛生。

Assessment of vulnerability of public health to the impact of global environmental change

Critical literature review was used in this study to collect the information concerning the potential impact of global environmental changes on public health. Although the potential influence of global warming on public health has been a subject of study for decades, no clear conclusions have been made. The vulnerability of public health to environmental changes is hypothetical until the degree of change is known. The global environmental changes may have direct or indirect effects on public health. The main direct effects are heat stroke and heat exhaustion. The indirect effects from global changes include changes in the pattern and trends of vectorborne diseases from unusual distribution of vectors, increased skin diseases from ultraviolet light, and increased cases of allergy and asthma from environmental pollution. However, due to uncertainty concerning the impact of global climate changes on public health, it will be difficult to justify trends and correlation between observed health changes and environmental changes.(*Chin J Public Health, (Taipei):2000;19(1):20-32*)

Key words: Global change, Public health, Vulnerability.

Taiwan Public Health Association
台灣公共衛生學會

前言

由人類活動所導致的自然環境和人文環境之變遷，稱為全球變遷(Global change)。全球變遷所涵蓋的範圍，包括全球氣候變遷(Global climate change)、全球臭氧減少(Global ozone depletion)及全球土地地貌變遷(Global land cover change)，這三項與環境相關的變化不僅會造成環境生態的破壞，也可能危及人體的健康。近百年來人類活動對自然環境的衝擊已經達到全球性的幅度，這些全球性環境變遷可能直接或間接對人體健康產生衝擊，因此必須從公共衛生的角度來探討這些變遷的造因以及其可能引起的健康效應。過去數十年來，有關環境變遷對人類健康的可能威脅一直是各國政府與學術部門關心與討論的主題。由於臺灣位處亞熱帶地區，常年高溫又高濕的環境，外加上環境保護工作進行得不十分完善，因此全球變遷未來可能引發臺灣地區產生更多的公共衛生問題；提前做好相關的規劃及準備，乃是政府當務之急的工作，也是公共衛生相關學者未來要面臨的新挑戰與責任。本研究之主要目的，即在藉由文獻回顧方式蒐集國外相關文獻，探討全球環境變遷及氣候變遷對公共衛生的可能衝擊。

全球環境變遷之公共衛生議題

在全球變遷對公共衛生的影響方面，目前被多數專家學者所重視的問題主要有兩點，一是平流層臭氧破壞所帶來的紫外線(Ultraviolet radiation, UV)照射量增加，另一則是溫室效應氣體累積所導致的溫室效應[1,2,3,4]。此外全球變遷也包括環境污染，如農藥、毒性化學物質之散佈，以及造成水域生態、農業與建築物損壞的酸性沉降現象[5]。全球變遷除了造成環境生態的改變之外，亦可能引起人體健康效應。目前有關全球變遷對於人體健康效應之相關研究並不多，主要是探討熱危害及氣候暖化對人體健

康的影響[6,7,8]。一般而言，臭氧層的稀薄化、氣候暖化、氣候變異、酸性沈降、森林消失、有害化學物質的廣泛流佈、氣懸微粒、表土流失、地層下陷及水藻增生等全球性或廣泛的地區性環境變遷都有可能產生公共衛生衝擊，而這些環境變遷對公共衛生的衝擊有直接的也有間接的(圖一)。間接的衝擊雖不如直接的衝擊那樣明顯，但其衝擊程度則不亞於後者，因此在探討全球環境變遷對公共衛生的衝擊時必須同時考慮直接衝擊和間接衝擊。全球變遷可能造成人體健康影響的項目，包括臭氧層稀薄化、氣候暖化和空氣污染等項目[9]。其中臭氧層稀薄化主要是探討紫外線對人體的影響，而氣候暖化造成溫度和降雨分佈的改變，以及加速空氣污染物的生成速率，這些結果均可能影響人體的健康。

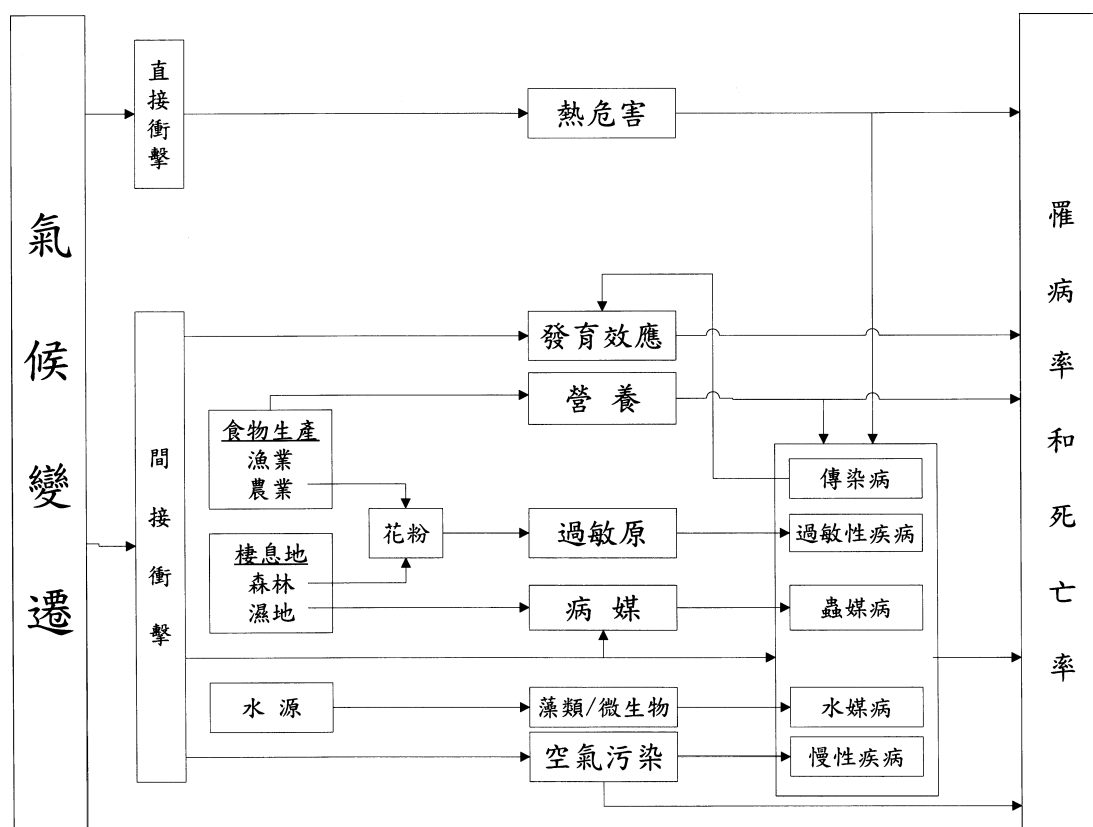
臭氧層稀薄化

在對流層中的臭氧是光化學煙霧的毒性成份之一，主要是機動車輛所排放的廢氣經由光化學反應形成而來，對人體會產生傷害。而平流層(離地面高度12~45公里處)臭氧的功能，則是吸收陽光中99%有害人體的紫外線。過去工業上經常使用的氟氯碳化物(Chlorofluorocarbons；CFCs)及其他氯化物(如海龍、四氯化碳等)是一種相當穩定且較空氣輕的化學物質，當此化學物上升至平流層時，經紫外線照射後可釋出氯原子，一個氯原子在連鎖反應下可破壞數萬個臭氧分子，而造成臭氧層稀薄化現象[10]。根據美國環保署的估計，自一九六九年起北半球的臭氧層已漸漸稀薄化[11]，臭氧減少的濃度可達3%[12]，在1980~1989年之間，平流層臭氧減少的濃度更高達7%[13]。

一九八七年國際間針對保護臭氧層達成共識而簽署蒙特婁議定書，該議定書於一九八九年生效。自一九九四年一月一日起海龍的生產量及消費量必須降為零，而一九九六年一月一日起，氟氯碳化物、四氯化碳、三氯乙烷及氟溴烴的生產量與消費量也必須降為零，並且明定簽約國不得自非簽約國進口

投稿日期：88年11月30日

接受日期：89年2月23日



圖一 全球環境變遷對公共衛生衝擊流程圖

相關的產品。目前雖然已有法令規定全球應禁用有關氟氯碳化物的產品，但是過去存留在大氣中的氟氯碳化物仍會繼續破壞平流層臭氧分子，直到該化學物質完全被分解消失為止，因此臭氧層稀薄化對於生物圈的影響，未來仍然不容忽視。

一般紫外線可分為UV-A(320~400 nm)、UV-B(280~320nm)和UV-C(200~280 nm)，其中對生物體較具有威脅性的是UV-B。有研究指出，平流層臭氧濃度每減少1%，到達地表的UV-B量則會增加1%[14]。臭氧層稀薄化導致紫外線對於公共衛生的衝擊，包括生態影響和人體健康危害(表一)。在生態影響方面，除了破壞微小和單細胞有機體的遺傳物質(DNA)之外，尚會阻礙植物生長及光合作用進行，造成作物的收成量減低；影響水中浮游植物(Phytoplankton)的活動

性，並降低其對二氧化碳的吸收力，使得氣候暖化更為嚴重；降低動物的繁殖能力；以及破壞土壤中的固氮菌[5]。

當人體照射少量的UV-B時，有助於體內維生素D的合成，但是暴露大量的UV-B時，則可能造成不良的健康效應如下[5,15]：

1.皮膚傷害：

包括晒斑(Sunburn)、皮膚彈性減低、加速皮膚老化、光過敏(Photosensitivity)、唇癌(Cancer of lip)、唾液腺癌(Salivary gland cancer)，以及皮膚癌，如惡性黑色素細胞癌(Melanoma cancer)及非惡性黑色素細胞癌(Non-melanoma cancer)、基底細胞癌(Basal cell carcinoma)和鱗狀細胞癌(Squamous cell cancer)。根據研究顯示，臭氧濃度每減少

表一 紫外線照射的生物效應

項 目	影 響
環境生態效應	
破壞遺傳基因	對小細胞及單細胞有機體影響極大
損害作物生長及光合作用	作物收成量減少
損害浮游生物的運動性及降低繁殖能力	二氧化碳的攝取量減少
破壞土壤中的固氮細菌	影響作物生長
人體健康效應	
抑制免疫功能	增加感染的機會
皮膚效應	晒斑
	皮膚彈性降低(皮膚提早老化)
	光過敏
形成新生物	惡性黑色素細胞瘤
	鱗狀細胞癌
	基底細胞癌
	唇癌
	唾液腺癌
眼睛效應	白內障
	翼狀贅片

1%，則非惡性黑色素細胞癌的發生率會增加2~3%[16]；美國的研究指出，在1960~1986年間，女性經年齡校正後的鱗狀細胞癌發生率由十萬分之9.7上升至十萬分之29.8，男性則由十萬分之41.6上升至十萬分之106.1[17]，由此可知紫外線的暴露對於人體皮膚的影響值得大眾注意。

2. 眼睛損害：

紫外線對眼角膜、水晶體和結膜的傷害最大，其中對角膜的傷害最常見的是雪盲症(Snow-blindness)及光角膜炎(Photokeratitis)，而水晶體的傷害是造成白內障(Cataract)，對於結膜的影響則是翼狀贅片(Pterygium)。

3. 人體免疫抑制作用：

包括淋巴球數目減少、協助性T細胞和抑制性T細胞的比例降低、自然殺手細胞和T淋巴球的活性減低、表皮Langerhans細胞數目減少和延遲性過敏反應破壞，不僅提高感染性疾病的發生率，同時也會增加癌症傾向

與疾病的嚴重性[18,19,20]。

全球氣候變遷

由自然或人為方式產生的二氧化碳、水蒸氣、氧化亞氮(N_2O)、甲烷、氟氯碳化物和臭氧均與全球暖化有關，其中二氧化碳是主要的溫室效應氣體，自工業革命以來，大氣中的二氧化碳已增加了25%，在未來的五十年有可能增加到30%[21]，而其他的溫室效應氣體雖然在大氣中的濃度較二氧化碳低，但是它們的濃度不斷上升且溫室效應較二氧化碳更強，因此未來地球表面溫度的上升，可能與氧化亞氮、甲烷、氟氯碳化物和臭氧等氣體有關。

有研究指出，在1880~1990年間全球氣溫的年平均值上升0.3~0.6°C，且科學家預測未來的50~100年，地球表面氣溫可能會再上升1~5°C[5]；根據環保署的報告指出，臺灣地區在1896~1991年之間的平均氣溫上升約0.54~0.91°C[22]，另外在1981~1991年之間，除了年平均溫及最低溫具有溫室效應現

象之外，冬季的溫室效應尤其明顯[23]，因此氣候暖化是臺灣未來必須面對的重要公共衛生議題。

由於地球溫暖化會造成整個地球的氣候變遷，出現氣溫上升及降雨量改變的情形，有些地區會變得溫濕多雨，有些地區則是變得炙熱乾燥，這些氣候的改變均會影響環境生態的平衡及人體的健康[24,25,26]。在一九九二年六月舉行的地球高峰會議，由155國代表簽署的氣候變化綱要公約，已於一九九四年生效，希望藉此緩解氣候暖化對於生態系統的影響。世界衛生組織收集全球三十個國家百餘位學者，所進行的氣候變遷與人體健康之相關性研究報告，結果發現以熱休克、蟲媒病和空氣污染三個領域的研究最多，幾乎佔了一半[27]。

極端高溫將對公共衛生產生直接與間接性的影響，其中間接影響較為複雜，包括自然生態系統的改變，如食物產量改變及水源變化，以及傳染病與非傳染病的流行。在氣候變遷對環境生態的危害方面，包括以下數點：

1.氣候改變：

全球暖化會造成雨量的分佈改變，也會造成氣候的異常變化，例如颶風、暴雨、乾旱、大風雪等[5]。

2.海平面上升：

全球氣溫增加可能造成海平面的上升，因而淹沒許多海岸濕地並破壞環境的生態系統，將帶來許多衛生問題的惡化[4,5]。根據研究指出，在未來的五十年內，海平面會因為全球暖化導致南北極冰山溶解的結果而上升0.5公尺[4]，嚴重時甚至可高達5~7公尺[5]，並且因大氣熱能增加而經常發生嚴重的暴風雨，造成住家及公共設施的損失[27]。

3.植物和食物的生產量缺乏：

由於環境中的昆蟲、真菌和微生物因氣溫升高而大量繁殖，因此往往會造成穀物和蔬果病蟲害的發生，尤其是在開發中國家

有四千萬至三億人口，將因氣候改變而受饑餓之苦[28]；根據科學家估計，未來的二十一世紀可能會發生嚴重的食物短缺，甚至出現饑荒問題[5]。另外因溫度增加而造成的海平面上升現象，將會破壞海底珊瑚礁及河口，使得漁獲量大為減少。

4.土壤沙漠化和表土流失：

氣溫上升和雨量減少會使得土壤中的水份喪失，造成作物的生產量降低，進而導致土壤沙漠化的情形，由於可耕地面積的減少將迫使當地居民往外遷移而造成人口擁擠現象[29,30,31]，這可能引發傳染病(如霍亂、蟲媒病)的流行。此外森林的大量砍伐和不當的農耕方法，均可能導致嚴重的表土流失，造成湖泊或水庫的蓄水容量減少並嚴重影響水質。

5.飲用水鹽化：

由於氣候暖化引起的海平面上升作用，以及大量抽用地下水的海岸地區容易出現地層下陷現象，因此水源往往會受到海水的入侵而出現鹽化情形，造成淡水匱乏之虞[32]。

6.加速空氣污染物的形成：

石化燃料的使用會導致氮氧化物和硫氧化物的排放，這些物質會在大氣中經由化學反應而轉化為硝酸鹽類及硫酸鹽類，它們可能以微粒形式降落地面，也可能溶於雨或雪中再沉降至地表。當大氣溫度上升時，會加速空氣污染物形成的化學反應速率，不僅造成嚴重的酸性沉降問題，也會促使光化學霧(臭氧和過氧硝酸酯類)的產生[33]，而引起人體呼吸系統的病變。

全球暖化之健康效應

至於全球暖化對於人體的健康效應，可分為直接衝擊和間接衝擊影響兩方面，整理如表二。在直接衝擊方面，主要是熱壓力造成的罹病率和死亡率之改變[34,35]，常見的

表二 全球暖化對人體之健康效應

	受	體	影	響
全球暖化	人 體		熱壓力	熱衰竭 熱中暑 心臟血管疾病 腦血管疾病 冠狀血管疾病 中風
		病 媒	瘧疾 住血吸蟲病 血絲蟲病 蟠尾絲蟲病 非洲昏睡病 利什曼原蟲病 龍線蟲病 病毒性疾病	登革熱 黃熱病 日本腦炎 其他
			落磯山斑疹熱 萊姆病	
	空氣品質		懸浮微粒濃度增加(人爲污染)*	呼吸系統癌症 氣喘
	森林／濕地		土壤沙漠化(表土流失)* 氣喘 乾草熱	懸浮微粒濃度增加
	農田		乾旱／饑荒	營養不良 個體敏感性增加
	水藻		繁生(氮磷養分增加)*	霍亂或其他腸病 魚貝中毒
	生殖力		周產期死亡率上升 早產	
	海岸線／海平面		消失／上升(地層下陷)*	洪水 飲用水鹽化(匱乏) 人口遷徙 人口擁擠 病媒分佈改變

*: 加強因子

熱相關疾病包括熱中暑及熱衰竭，這對於小孩、老人、慢性心臟血管疾病患者與呼吸道患者的影響特別大[36,37]。熱相關疾病的死亡率可能會受到空調系統的使用和人體適應程度的影響而減少[26]，其中空調系統在減緩熱疾病死亡率上所扮演的角色相當複雜；

也有研究指出，對於空調系統是否有助於死亡率下降情形抱持懷疑的態度[38]；另外當人體受到環境壓力(如溫度改變)時，體內將會合成熱休克蛋白質[39]。在死亡率的研究中，經常被用來探討的天氣相關因子，包括最高溫度、最低溫度、最高露點、最低露

點、冷卻度時數(夏天)、加熱度時數(冬天)、清晨三點的可見度、下午三點的可見度、上午三點的風速、下午三點的風速、上午十點至下午四點的雲量、時間與日數[26]。

美國的研究指出，在一九六六年七月在紐約市發生的熱浪事件中，標準化總死亡率高於平均死亡率，且七月中的某一天之標準化死亡率高達平均死亡率的三倍；同時也估計紐約市在一九六四年至一九八八年之間，因為空調系統的使用而減少三千五百人(21.4%)死於熱相關疾病[26]。根據上海的研究指出，當大氣最高溫度在34℃以上時，每日的死亡率會明顯上升；而廣州的情形則與上海類似[26]。這個結果與美國北部的中緯度城市一致，但是與美國南部常年高溫的城市並不相同[37]。在加拿大的研究結果中，發現多倫多市和蒙特婁市的死亡率與夏季有關，但是其死亡率遠較上海及廣州為低，其中蒙特婁市的死亡率略低於紐約市，且每年的夏季期間平均每十萬人中有二人以上死亡[26]。此外，預估公元2060年時因氣候導致的死亡率可能會增加至二倍之多[40]，尤其對小孩、老人、罹患心臟血管及呼吸道疾病的患者影響最大。

另外在間接衝擊方面，由於大氣溫度逐漸升高，可能會刺激微生物的生長和繁殖，使得微生物的數量和過敏原的濃度增加，而病原體也可能出現突變種情形[41]，造成許多傳染病或非傳染病的流行。可能出現的疾病包括：

1.結核病：

根據報告指出，目前世界上三分之一以上的人口受到分枝桿菌的感染[42]，每年約有一千萬名結核病新案例，其中有三百萬人死於結核病[43]，而愛滋病患者感染的結核病的情形尤其嚴重[44,45]。

2.水媒病：

與水質有關的疾病包括霍亂、A型肝炎、梨形鞭毛蟲病、阿米巴痢疾和其他腸病等。有研究指出，由霍亂弧菌引起的霍亂與

藍綠藻的繁殖有明顯相關，主要是因為水體中的氯化鈉可刺激霍亂弧菌生長，而海洋植物又是霍亂弧菌的重要貯主[34,46]，因此當海水的溫度上升時，將使得水中藻類大量生長並形成紅潮[27]，可能造成霍亂弧菌的繁殖[47]，另外引發人體產生腹瀉和寄生蟲病[48,49]。

3.過敏性疾病：

根據研究指出，臺灣地區每三名孩童中就有一名患有過敏性疾病(如氣喘、過敏性鼻炎和異位性濕疹等)，其中罹患氣喘病的比率已由一九七四年的1.3%上升至一九八五年的5.08%[50]，一九九一年的5.8%，以至一九九四年的10.79%。由臨床結果顯示，室塵蟎(House dust mite)及真菌被發現是最重要的過敏原，氣喘個案中有90%以上對塵蟎(*Dermatophagoides pteronyssinus*；Dp)抗原過敏[51]，另外有45%的氣喘孩童對真菌過敏[52]。全球暖化可能會影響室塵蟎和真菌的生長，以及花粉之散佈，進而導致過敏性疾病的發生[53]。室塵蟎多以人類的頭皮屑和皮膚碎片為食物來源，通常在高溫又潮濕的環境下生長，當相對濕度大於70%或絕對濕度大於7g/kg的環境特別容易生長，而17~32℃的溫度則為室塵蟎生長的最佳條件。由於臺灣地區終年為高溫又高濕的環境，因此室塵蟎抗原的濃度極高且呈季節性的變化[54]。此外真菌在20~40℃的溫度及75~95%的相對濕度下很容易生長，而臺灣地區居家環境的真菌濃度在 $10^2 \sim 10^3$ CFU/m³，主要菌屬為*Aspergillus*、*Penicillium*和*Cladosporium* (均是過敏原)[55,56]。

4.呼吸性疾病：

由於高溫可能加速大氣中的化學反應，進而產生較多的二次空氣污染物(如硫酸鹽微粒、硝酸鹽微粒、臭氧等)[33]，因此全球暖化可能使得人體罹患支氣管炎、細支氣管炎、肺炎及呼吸性癌症的機會明顯增加，另外患有慢性阻塞性肺病的個案可能也會因為空氣污染的原因而有病情惡化的現象。

5. 蟲媒病：

溫度會直接影響病原體的繁殖、發育及感染期，而間接影響病媒的感染力[6,41,57,58,59]，造成蟲媒病的地理分佈與發生率有所改變。有研究指出，氣候變遷可能會引發瘧疾(Malaria)、住血吸蟲病(Schistosomiasis)、登革熱(Dengue fever)、黃熱病(Yellow fever)、萊姆熱(Lyme disease)、日本腦炎(Japanese encephalitis)、利什曼蟲病(Leishmaniasis)、血絲蟲病(Filariasis)和蟠尾絲蟲病(Onchocerciasis)的流行[31,60,61,62,63,64]。

蟲媒病是否會發生應具備以下三個條件，一是具有病媒、中間宿主和貯主的存在，二是環境狀況(包括溫度和濕度)，三是人口族群的反應性。氣候暖化對病媒發育繁殖的影響，包括加速病媒生長發育並縮短其生活史、縮減病媒蛻皮次數及蟲齡、縮短病媒冬眠期、病媒分佈改變、縮短吸血間隔並增加吸血次數與頻率，以及增加病原體和病媒之活性等[65]。

在撒哈拉沙漠以南，每年約有一億人口致生瘧疾[58]，但是在世界衛生組織的報告中卻指出該區每年僅有二百萬至七百萬人致生該病[62]，而瘧疾的發生率和溫度、雨量有明顯的相關，其中溫度是重要的影響因子，當溫度接近20℃時，瘧原蟲的生活史將會明顯的縮短[61]，而瘧蚊的生長溫度限制為19℃[64]。至於溫室效應對臺灣地區蟲媒病可能的影響，包括瘧疾的捲土重來，以及登革熱與出血性登革熱的爆發流行，其中登革熱的感染患者會出現發燒、紅疹、不舒服和虛弱的症狀，嚴重時會伴隨出血和休克現象，大多不會致命[63]。另外根據研究發現，台閩地區目前有溝鼠、家鼠、鬼鼠、黃胸鼠、小黃腹鼠和錢鼠六種漢他病毒宿主出現，鼠隻抗體的總陽性率為7.2%，平均帶毒率為2.8%，感染過宿主的平均帶毒率為40.2%，因此未來應重視經由鼠類攜帶的漢他病毒所引起的人體健康危害[66]。

根據美國的研究指出，傳染病已經明顯造成當地的經濟損失和請假日數的增加[67]。然而蟲媒病的發生與全球暖化之間的關係，目前仍充滿著許多的不確定性，因此

未來在評估傳染病的變化上，將以病媒和致病病原的氣候限制因子為主要的考量。由於目前對於許多疾病的致病因子、潛伏期、傳播高峰期和致病機轉的知識相當缺乏，所以這些將是未來研究的重點方向。

6. 其他：

人體的體溫上升會影響生殖系統[68]和新生兒的發育情形[69]，然而目前極少資料顯示環境溫度升高會造成上述效應。有研究指出，美國夏季的新生兒死亡率[70]和早產情形[71]會明顯增加。

綜合討論

雖然已有許多文獻提到環境變遷及氣候暖化對公共衛生可能造成的影響，但許多論點卻是基於氣候或環境變化之程度已達到某一個閾值時所得到的結論[72]。以現今環境及氣候變化之程度而言，實無法確認此種影響或變化是否全部來自環境變遷之結果。地區性的環境污染和環境破壞若與全球變遷同時作用，則其產生的公共衛生衝擊往往有增效的現象，因此在評估全球環境變遷對公共衛生衝擊時，應將地區性的環境問題同時加以考慮。台灣地處亞熱帶，其可能受到氣候暖化、森林消失、地層下陷等變遷帶來的公共衛生衝擊顯然要比溫帶及寒帶地區更為嚴重；台灣都會地區的大氣中懸浮微粒污染問題已經非常嚴重，若此項環境因素與氣候暖化同時作用，則其產生的公共衛生衝擊亦可能有嚴重的增效現象。過去台灣的環境衛生維護工作做得並不完善，在氣候暖化後病媒將更易孳生繁殖，其所帶來的傳染病也可能會更為嚴重。

有關全球變遷的環境因子(如溫度、溫室效應氣體)和人類活動(如海岸開發、森林砍伐)等資料，目前並沒有全球性的資料庫系統。尤其在感染性疾病方面，目前除了法定傳染病和報告傳染病有進行監控之外，對於其他的感染性疾病通報作業仍嫌不足，而環境和疾病的監測內容，應包括病媒的分佈和數量、各種致病因造成的疾病、熱相關疾

病，以及食物供應的監測等。

美國疾病管制中心在一九九四年提出發展國際傳染性疾病資料庫的方案，將微生物抗藥性、食物媒介傳染病、傳染病流行、疾病一覽表、旅遊者健康、傳染病趨勢、疫苗和抗微生物製劑的可用性，以及疫苗使用等監測資料予以整合，並且定期更新資料庫的所有內容[67]。

有鑑於此，臺灣地區在面臨環境變遷時，應採取的因應策略將有以下幾點建議：

1. 強化環境和疾病之監測系統：

針對環境生態(如紫外線照射量、水質、病媒、病原體、食物供應等)及疾病(如糞口傳染病、呼吸性疾病、蟲媒病、癌症、白內障、皮膚損傷、熱相關疾病等)的監測方式予以評估及整合。以國內現況而言，環境品質監測體系(包括空氣品質及水質監測)係由環保機關負責，氣溫及雨量變化由中央氣象局負責，疾病監測則係衛生機關之責任。為探討全球變遷對公共衛生衝擊的可能效應，必須仰賴各種相關疾病之監測數據並探討其與環境變遷狀況之關聯性；有關臺灣目前的疾病通報項目、通報方式及疫情處理應變機制是否已考慮環境因子之影響，仍需做進一步的考量；另外亦建議統合各環保、衛生、氣象相關部門的監測體系，各不同監測部門間建立聯繫管道，以增強環境生態及疾病監測系統的功能。

2. 加強環境生態系之整合研究

目前仍無法確認氣候暖化在生態系變化的過程中所扮演的角色，亦無法預估未來生態系之變化，因此無法具體瞭解環境變遷對公共衛生之影響。為探討此一議題，必須透過不同領域間之生態研究來探討環境變遷對各種疾病之潛在影響，同時透過氣象學、生態學與公共衛生學間的合作，才能具體明瞭全球環境變遷對公共衛生的衝擊[73]。加強對於各種環境生態、紫外線及疾病監測資料的收集、分析工作，建立國內本土性之環境變遷與公共衛生相關性之研究體系，並評估各相關資料庫(包括環保、衛生、氣象單位)彼此間之相容性及應用方式。此外，建議強化現有疾病管制作

業之業務功能，成立以人體為主的傳染病流行病學暨預防中心，以支持地方和全國性的環境相關疾病監測和研究相關事宜。亦應加強全球變遷對人體健康影響之相關性研究，同時對於人體健康的干擾因子(如空調設備、人體適應等)也須做進一步的探討。

3. 加強病媒管制：

有關環境變遷對公共衛生效應之課題中，蟲媒傳染病之研究成果較為豐富。文獻顯示目前較確認者為氣候變遷(尤以聖嬰現象)所導致登革熱、黃熱病病媒蚊密度之變化最為明顯[23,72]。在目前的情況下，純就蟲媒傳染病之防治而言，較具體可行之辦法是加強有關蟲媒傳染病傳染機制之研究，並研擬妥當之病媒防治技術，以避免蟲媒傳染病疫情之爆發[73]。利用大眾傳播媒體加強宣導環境衛生的重要性，並且鼓勵民眾使用對環境影響較小的環境衛生用藥進行病媒防治。

結 語

全球環境變遷是目前倍受矚目的環境課題之一，其中在公共衛生的衝擊方面，至今仍然存在許多的不確定性，主要的原因可能是干擾因子無法受到控制，以致於因果關係不明確。為了因應全球變遷的來臨，應加倍努力做好各項有關環境生態或人體健康的規劃工作，結合氣象、生態、與公共衛生之研究成果，並徹底執行適當的因應對策，以減低任何損及環境和人體的狀況發生。

致 謝

本研究係行政院國家科學委員會永續發展委員會補助群體研究計畫「台灣環境變遷與全球氣候變遷衝擊之評析」子計畫之一，計畫編號NSC88-2621-Z-002-023，謹此致謝。

參考文獻

1. NASA. Rep. of the ozone trends panel. Washington, DC, 1987.

2. Schneider SH. The greenhouse effect: science and policy. *Science* 1989;**243**:771-81.
3. Rind D, Rosenzweig C, Goldberg R. Modelling the hydrological cycle in assessments of climate change. *Nature* 1992;**358**:119-22.
4. Wigley TML, Raper SCB. Implications for climate and sea level of revised IPCC emissions scenarios. *Nature* 1992;**357**:293-300.
5. Last JM. Global change: ozone depletion, greenhouse warming, and public health. *Annu. Rev Publ Health* 1993;**14**:115-36.
6. Ewan C, Bryant EA, Calvert D. Potential health effects of greenhouse effect and ozone layer depletion in Australia. *Med J Australia* 1991;**154**:554-9.
7. White MR, Hertz-Picciotto, Human Health: Analysis of Climate Related to Health, in White MR ed., *Characterization of Information Requirements for Studies of CO2 Effects: Water Resources, Agriculture, Fisheries, Forests and Human Health*, Department of Energy, Washington, DC, 1985;172-205.
8. Kalkstein LS, Valimont KM, Climate Effects on Human Health, in Tirpak D ed., *Potential Effects of Future Climate Changes on Forests and Vegetation, Agriculture, Water Resources, Human Health*, US Environmental Protection Agency Science and Advisory Committee Monograph #2538, US Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1987;122-52.
9. Martens WJM, Rotmans J, Vrieze OJ. Global atmospheric change and human health: more than merely adding up the risks. *World Res Rev* 1995;404-16.
10. Farman JC, Gardiner BG, Shanklin JD. Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction. *Nature* 1985;**315**:207-10.
11. Kerr RA. New assaults seen on ozone shield. *Science* 1992;**255**:747-8.
12. Stolarski RS, Bloomfield P, Mcpeters RD, Herman JR. Total ozone trends deduced from Nimbus 7 TOMS data. *Geophys Res Lett* 1991;**18**:1015-8.
13. Hilsenrath E, Cebula RP, Jackman CH. Ozone depletion in the upper stratosphere estimated from satellite and space shuttle data. *Nature* 1992;**358**:131-3.
14. Reilly WK. Public health and global environmental change: giving nature some space. *Environ Impact Assess Rev* 1990;**10**:441-9.
15. Amminikutty Jeevan, Kripke ML. Impact of ozone depletion on immune function. *World Resource Review* 1993;**5**:141-55.
16. US Environmental Protection Agency. Assessing the risks of trace gases that can modify the stratosphere. EPA 400/1-87/001A-H, Government Printing Office, Washington, DC, 1987.
17. Glass AG, Hoover RN. The emerging epidemic of melanoma and squamous cell skin cancer. *J Am Med Assoc* 1989;**262**:2097-100.
18. Roberts LK, Smith DR, Seilstad KH, Jun BD. Photoimmunology: the mechanisms involved in immune modulation by UV radiation. *J Photochem Photobiol* 1988;**21**:149-77.
19. Morison WL. Effects of ultraviolet radiation on the immune system in humans. *Photochem Photobiol* 1989;**50**:515-24.
20. Kripke ML. Photoimmunology. *Photochem Photobiol* 1990;**52**:919-24.
21. Houghton JT, Jenkins GJ, Ephraums JJ. Climate change. The IPCC scientific assessment. Intergovernmental panel on climate change. pp.364. United nations environmental programme/world meteorological organization, cambridge university press, 1990.
22. 行政院環境保護署：關心我們的地球系列 (2)溫室效應。台北：環保署，1992。
23. 王正雄：臺灣地區溫室效應對病媒生態可能之影響。氣候變遷衝擊評估與因應策略

- 建議研討會論文集，1996；335-64。
24. Longstreth J. Anticipated public health consequences of global climate change. *Environmental health perspectives* 1991;**96**:139-44.
 25. Hayes RL, Hussain ST. Public health and forced climate change: extreme temperature exposure and infectious disease. *World Resource Review* 1995;**7**:63-76.
 26. Nichols MC, Kalkstein LS, Shouquan Cheng. Possible human health impacts of a global warming. *World Resource Review* 1995;**7**:77-103.
 27. Patz J. Assessing the public health effects of global warming: new and ongoing international efforts. *World resource review* 1995;**7**:104-12.
 28. Parry ML, Rosenzweig C. Food supply and the risk of hunger. *Lancet* 1993;**342**:1345-7.
 29. Leaf A. Potential health effects of global climatic and environmental changes. *N Engl J Med* 1989;**321**:1577-83.
 30. McCally M, Cassel CK. Medical responsibility and global environmental change. *Annals of Internal Med* 1990;**113**:467-73.
 31. World Health Organization. Potential health effects of climate change. Monograph No. WHO/PEP/90.10, WHO, Geneva, 1990.
 32. Haines A, Fuchs C. Potential impacts on health of atmospheric change. *J Pub Health Med* 1991;**13**:69-80.
 33. Lippman M. Ozone, in WN Rom ed. *Environmental and occupational medicine*, 2nd ed., Little, Brown, Boston, 1992:489-501.
 34. Kalkstein L. Direct impacts in cities. *Lancet* 1993;**342**:1397-9.
 35. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *New Engl J Med* 1996;**335**:84-90.
 36. Kilbourne EM, Choi K, Jones TS, Thacker SB. Risk factors for heat stroke: a case control study. *J Am Med Assoc* 1982;**247**:3332-6.
 37. Kalkstein LS, Davis RE. Weather and human mortality: an evaluation of demographic and inter-regional responses in the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 1989;**79**:44-64.
 38. Kalkstein LS. A new approach to evaluate the impact of climate upon human mortality. *Environ Health Perspective* 1991;**96**:145-50.
 39. Born W, Happ MP, Dallas A et al. Recognition of heat shock proteins and cell functions. *Immunology Today* 1990;**11**:40-3.
 40. Kalkstein LS. Climate change and public health: what do we know and where are we going? *Environ Impact Assess Rev* 1990;**10**:383-92.
 41. Shope RE. Global climate change and infectious diseases. *Environ Health Perspectives* 1992;**96**:171-4.
 42. Kaufmann S. Towards new leprosy and tuberculosis vaccines. *Microbiol Sci* 1987;**4**:324-8.
 43. Styblo K. Overview and epidemiologic assessment of the current global tuberculosis situation with an emphasis on control in developing countries. *Rev Infect Dis* 1989;**11(suppl 2)**:s339-46.
 44. Young LS, Inderlied CB, Berlin OG, Gottlieb MS. Mycobacterial infections in AIDS patients, with an emphasis on the *Mycobacterium avium* complex. *Rev Infect Dis* 1986;**8**:1024-33.
 45. Snider DE J, Roper WL. The new tuberculosis. *New Engl J Med* 1992;**326**:703-5.
 46. Colwell R. Global climate and infectious disease: the cholera paradigm. *Science* 1996;**274**:2025-31.
 47. Huq A, Colwell RR, Rahman, Ali A. Detection of vibrio cholerae 01 in the aquatic environment by fluorescent-monoclonal antibody and culture methods. *Appl Envi-*

- ron Microbial 1990;**56**:2370-3.
48. Epstein PR. Algal blooms and public health. *World Resource Review* 1993;**5**:190-205.
49. Epstein PR, Ford TE, Colwell RR. Marine ecosystems. *Lancet* 1993;**342**:1216-9.
50. Chang YC, Hsieh KH. The study of house dust mites in Taiwan. *Ann. Allergy* 1989;**62**:101-6.
51. Lin KL, Hsiung KH, Thomas WR, Chiang BL, Chua KY. Allergens, IgE, mediators, inflammatory mechanisms. *J Allergy Clin Immunol* 1994;**94**:989-96.
52. Chen CD, Chang DW, Wu CC. Study of skin tests in asthmatic patients in Taiwan. *Chinese J Microbiol Immunol* 1984;**17**: 98-104.
53. Molino NA, Wright SC, Katz I et al. Effect of low concentrations of ozone on inhaled allergen responses in asthmatic subjects. *Lancet* 1991;**338**:199-203.
54. Li CS, Wan GH, Hsieh KH, Chua KY, Lin RH. Seasonal variations of house dust mite allergen (Der p I) in the subtropical climate. *J Allergy Clin Immunol* 1994;**94**:131-4.
55. Kuo YM, Li CS. Seasonal fungus prevalence inside and outside of domestic environments in the subtropical climate. *Atmos Environ*, 1994;**28**:3125-30.
56. Li CS, Hsu LY, Kuo YM, Chou CC, Hsieh KH. Fungus allergen characteristics inside and outside the residences of atopic and control children. *Arch Environ, Health* 1995;**50**:38-43.
57. Koopman JS, Prevots DR, Vaca Marin MA, et al. Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. *Am J Epidemiol* 1991;**133**:1168-1178.
58. Loevinsohn M. Climate warming and increased malaria incidence in Rwanda. *Lancet* 1994;**34**:714-8.
59. Reeves WC, Hardy JL, Reisen WK, Milby MM. The potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses. *J Medical Entomology* 1994;**31**:323-32.
60. Dobson A, Carper R. Global warming and potential changes in host-parasite and disease-vector relationships. *Proceedings of the conference on the consequences of global warming for biodiversity*, New Haven, CT, Yale University Press, 1988.
61. Molineaux L. The epidemiology of human malaria as an explanation of its distribution, including some implications for its control. In Wernsdorfer WH, McGregor I eds., *Malaria: Principles and Practices of Malariaology*, Edinburgh: Churchill Livingstone 1988;914-8.
62. World Malaria Situation. *World Health Stat Q* 1990. 1988;**43**:68-79.
63. Andrew Haines. Potential effects on health of global warming. *World Resource Review* 1993;**5**:430-48.
64. Claus Kroegel, Andreas Zedtwitz, Peter Deibert et al. Health and climate change. *Lancet* 1994;**343**:303-4.
65. Gillett JD. Increased atmospheric carbon dioxide and the spread of parasitic disease in parasitological topics: a presentation volume to P.C. Garnham on his 80th birthday. Lawrence Kansas, Society of Photozoologists Special Publication 1981;**1**:106.
66. 金權、楊文琴：漢他病毒與腎出血熱。國防醫學 1995；**21**：57-61。
67. CDC. Addressing emerging infectious disease threat. Center for Disease Control and Prevention, Atlanta, 1994.
68. Mieusset R, Bujan L, Mondinat C, Mansat A, Pontonnier F, Grandjean H. Association of scrotal hyperthermia with impaired spermatogenesis in infertile men. *Fertil Steril* 1987;**6**:1006-11.
69. Edwards MJ. Hyperthermia as a teratogen: a review of experimental studies and their clinical significance. *Teratog Carcinog Mutagen* 1986;**6**:563-82.
70. Keller CA, Nugent RP. Seasonal patterns in perinatal mortality and preterm delivery.

- Am J Epidemiol 1983;**118**:689-98.
71. Cooperstock M, Wolfe RA. Seasonality of preterm birth in the collaborative perinatal project: demographic factors. Am J Epidemiol 1986;**124**:234-41.
72. McMichael AJ, Haines A. Global climate change: the potential effects on health. BMJ 1997;**315**:805-9.
73. Haines A, McMichael AJ. Climate change and health: implications for research, monitoring, and policy. BMJ 1997;**315**:870-4.