

氣候變遷對公共衛生的衝擊

國立台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所 陳培詩、李芝珊

一、前言

本文主要透過文獻回顧之形式蒐集相關文獻，探討氣候變遷對世界各國公共衛生議題的衝擊與調適策略，並根據國內之研究成果，歸納分析目前與未來氣候變遷與衝擊之趨勢及可能之調適方案。由於 IPCC 的報告相當完整，故本研究在國外文獻回顧的部分，主要以 IPCC2001 的報告為主，並以為其架構，將氣候變遷對公共衛生衝擊分成四個主要方向：熱效應、極端事件、空氣污染、與傳染性疾病作探討，在各部分同時討論台灣目前研究現況，由於在台灣，相關研究並不多，因此，也將對台灣有限的研究進行文獻回顧，同時根據分析結果建議未來科學研究在氣候變遷衝擊與調適策略應該推動之研究項目。另外，根據資料研析結果，探討在氣候變遷不確定性下哪些是要關注與立即採取行動之政策與議題，哪些可待衝擊評估不確定性降低後，再擬定調適策略。同時，本報告完成氣候變遷對台灣地區衝擊與調適策略研析報告與執行摘要，提供政府瞭解氣候變遷對台灣地區衝擊與調適策略研究之進程，並協助政府瞭解自然系統與人為管理系統之脆弱度，及建議政府強化因應氣候變遷衝擊能力之推動策略，並作為後續推動相關工作之重要參考依據。

二、熱衝擊

全球氣候變遷除了會使夏季更熱和冬季暖化之外，可能伴隨熱浪頻率和強度的增加，此現象已經陸續出現在世界各國。文獻顯示全球氣候變遷對熱衝擊的公共衛生衝擊目前主

要分為兩大方面來探討，一為夏季熱浪發生的頻率與嚴重度，另一方面則為冬季減少的死亡率。目前全球的研究多為熱浪方面的討論，在世界各地已發生的熱浪事件所造成的傷亡損失情形之報告指出，熱浪造成死亡人數之增加在世界各地均為高度肯定之結果，而歸因於熱浪的多數額外死亡率主要是因為心血管、腦血管及呼吸性疾病，在敏感族群部份，研究指出，幼童、老年人、身體虛弱和罹病、住在公寓頂樓沒機會使用空調的人與接受藥物治療而影響到體溫調節能力的人均為敏感族群。而針對美國、亞洲等地的敏感區域也有進行探討。此外，熱浪在城市地區造成的健康衝擊大於鄰近的市郊及鄉村地區，熱島效應、持續地夜間的活動與高污染為其可能的原因，在預測模式的研究方面，已有部份模式被提出。而因為冬季減少的死亡率而導致淨死亡率之上升或下降的部份，目前相關的研究甚少，瞭解不多。

在台灣地區，非常缺乏熱衝擊的研究，目前有的研究僅僅是在討論心血管疾病與腦血管疾病，討氣候因子的相關性，包括溫度與濕度。在真正探討氣候變遷的影響時，從最基本的熱浪發生的頻率與嚴重度、到熱浪發生時就醫率或死亡率上升情形，以及發生頻率、嚴重度、死亡率與疾病率上升情形均是需要開始投入的研究領域。與世界各國比較起來，台灣本土化的數據仍須收集、建立資料庫，進行研究，並建立本土化的預測模式，此外，在脆弱度與調適能力的部份，目前尚無定量研究，本研究依據現有研究結果與台灣現況，提出台灣地區脆弱度與調適因應方向。

三、極端事件

在極端事件部分，全球暖化會增加極端氣候事件的數量及嚴重性，例如暴風雨、水災、乾旱和颶風，還有相關的山崩和大火災。本研究在回顧全球文獻後，主要針對極端事件中的水災、熱帶氣旋和乾旱，以及相關的山崩和大火災進行探討，這樣的事件會增加死亡率和疾病率－健康的影響可分為立即性、中期和長期。立即性的效應為導因於事件發生時的大量傷亡，如水災時的溺水、大水衝擊撞擊到堅硬物體的傷亡，以及救難人員的傷亡與熱相關疾病的發生。中期的效應主要為包括傳染性疾病的增加，而長期效應則有營養不良、過敏原滋生與心理創傷等。在預測模式發展方面，對於極端事件例如暴風雨，要去預測哪裡將會發生及指出易受攻擊的人是很困難的，因此，目前尚無極端事件之健康衝擊預估研究。脆弱族群部份，在易發生水災的貧民窟或避難所，對天災特別敏感。在發展中國家，人民對災難的脆弱度變得較大。

在台灣地區全島在過去 100 年呈現暖化的趨勢，而在不同地理區位、不同季節似乎呈現不同的變化趨勢異常氣候狀況如暴雨、颱風、乾旱及沙塵暴等事件，在台灣地區發生的頻率及次數亦有所變動。台灣全島 75% 以上是山地、平均海拔 660 公尺，因而使台灣的河川具有坡度大、水流急的特點；特別是近年來大規模的土地開發與都市化發展，使得台灣地區的土地含水能力變差，因而台灣地區對於暴雨及颱風的異常天候侵襲抵抗力亦趨弱，動輒損失慘重。而這些暴雨除了損害了民生基本建設、危及生命財產外，亦可能導致其他後續的生態及環境衛生的影響。近年來各國的氣象專家紛紛推測，因為海水溫度持續升高的影響，未來全球颱風生成頻率將有所增加，更有專家推測形成強烈颱風的頻率亦會有所增加，因而，台灣地區有必要加強防災應變體系及後續

民眾環境衛生以及疾病控制的能力。

四、空氣污染

空氣污染方面，天氣條件會經由污染物或污染物的前趨物質傳輸與形成，而影響空氣污染程度；天氣條件亦會影響生物所造成的空氣污染釋放物（如花粉）的產生，或人類產生的空氣污染物，如由於人類能源需求量的增加而產生空氣污染物。暴露於空氣污染物可能會有許多嚴重的健康影響，特別是嚴重污染事件。有關於氣候變遷與空氣污染的研究目前分為三個層次：第一為評估空氣污染物濃度與氣象因子間關係的研究；第二為空氣污染物與健康的相關研究，第三則為氣候變遷與空氣污染物如何影響疾病。全球現有之研究的污染物指標主要有臭氧、氫氣、二氧化氮、煙霧、酸性氣膠、微粒與過敏原，多為空氣污染物與健康的相關研究，其次有部份研究為評估空氣污染物濃度與氣象因子間關係的研究，但至今仍無評估空氣污染物濃度與氣象因子間關係的研究之研究。而模式研究方面，目前僅有針對臭氧之有限的研究，氣候與特定地點空氣品質變數之間的關係必須被更進一步地評估，而且台灣，回歸模式中的溫度、污染物、互相影響的參數必須被建立。

台灣目前僅有針對大陸地區沙塵暴對台灣地區居民之健康影響方面之有限的研究，結果發現在沙塵暴事件發生後第一～三天，心肺疾病之急診人數有明顯的增加，且發炎指標 hs-CRP 則有上升的趨勢，表示生物性感染情形的發生，而 24 小時心電圖監測儀檢查結果，發現心跳速度變異有下降的趨勢。在台灣，以上所討論的三個層次之研究均需開始進行，建立本土化的數據與模式，方能更精準的預測，短期來說，能再預測將出現高污染事件日之前，對敏感族群與醫療體系提出警告與因應措施，而長期來看，更希望能因長期趨勢

的預測，而盡早做出調適措施以其減輕因氣候變遷所產生之空氣污染所帶來之健康效應。

五、傳染性疾病

傳染性疾病，尤其是經由蚊蟲傳播的疾病，常在自然被某些方式擾亂後發生流行。其中包括環境變化，如氣象變化、森林砍伐、人口密度的改變、蚊蟲結構的改變、脊椎動物宿主結構的改變以及遺傳上的變異。這些疾病全部都對氣候敏感，但是因為它們傳播週期的複雜性，使得難以瞭解氣候變遷對其分佈與發生的影響。在澳洲，氣候變遷也可能對人類地方流行病/獸類地方流行病產生影響。因此，這些可能的正面和負面的影響，將取決於疾病本身。若氣候變遷導致部分區域水源短缺，則可能產生更多灌溉需求，尤其在乾旱地區。如果灌溉系統擴展至符合其需求，宿主蝸牛族群可能會增加，因而導致人類和寄生動物一起感染住血吸蟲病的風險增高。然而，這樣的衝擊可由經由建造不利蝸牛繁殖的灌溉系統來降低。氣候變遷導致水源短缺，則可能產生更多灌溉需求，尤其在乾旱地區。如果灌溉系統擴展至符合其需求，宿主蝸牛族群可能會增加，因而導致人類和寄生動物一起感染的風險增高。然而，這樣的衝擊可由建造不利蝸牛繁殖的灌溉系統來降低。適合用來降低接觸病媒及齧齒動物傳播疾病風險的方法包括提供旅遊者相關資訊、疫苗接種和預防藥物，以及防禦措施、監控及監測。在大部分已開發國家，由食物引起之疾病發生率正在上升，這是由於行為、消費情形及貿易的改變所導致的結果。台灣的高相對濕度也使得真菌類皮膚感染疾病有較大的風險，因為溫暖及濕潤狀況下可提高真菌類皮膚感染 (fungal skin infection)，例如孢子絲菌病 (sporotrichosis)。溼度的降低可導致真菌孢子顆粒分散的增加，因而增加球孢子菌病引起的肺炎的風險。

台灣目前已有研究著手進行資料庫的建立，在個別傳染病探討部份，主要針對我國登革熱周期性流行與氣象因子之探討，結果顯示現行的埃及斑蚊布氏指數監測並無法有效預測疾病是否會爆發，而利用溫度的變化卻可評量疾病爆發與否的相對危險性，但是降雨量及相對溼度則無顯著之影響。此結果顯示，台灣南部地區長期暖化趨勢極可能助長登革熱在都會區地方性流行之嚴重性。建議未來相關應繼續進行合病媒蚊地理分布、都市化指標、台灣各地區之平均溫度變化趨勢，用以推估未來在氣候變遷的壓力下，登革熱疾病發生之地理分布特性，以進一步事先確認潛在危險之區域，提供主管機關參考以擬定相關配套措施。並在完成進一步相關性探討後，針對我國現行之登革熱疾病監視系統提出相關之討論與建議。

六、參考文獻

- Ahlholm, J.U., M.L. Helander, and J. Savolainen, 1998: Genetic and environmental factors affecting the allergenicity of birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* [Orl.] Hamet-Ahti) pollen. *Clinical and Experimental Allergy*, 28, 1384-1388.
- Bates, D.V., M. Baker-Anderson, and R. Sizto, 1990: Asthma attack periodicity: a study of hospital emergency visits in Vancouver. *Environmental Research*, 51, 51-70.
- Beggs, P.J., 1998: Pollen and pollen antigen as triggers of asthma: what to measure? *Atmospheric Environment*, 32, 1777-1783.
- Beggs, P.J. and P.H. Curson, 1995: An integrated environmental asthma model. *Archives of Environmental Health*, 50, 87-94.
- Conti Diaz, I.A., 1989: Epidemiology of sporotrichosis in Latin America.

- Mycopathologia*, 108, 113-6.
- Donaldson, G.C., R.S. Kovats, W.R. Keatinge, and A.J. McMichael, 2001: Heat- and cold-related mortality and morbidity and climate change. In: *Health Effects of Climate Change in the UK*. Department of Health, London, United Kingdom.
- Gage, K.L., 1998: Plague. In: *Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections, 9th edition, Volume 3: Bacterial Infections* Hausler, W.J. Jr. and M. Sussman (eds.). Arnold, London, United Kingdom, pp. 886-903.
- Haines, A. and D. Kammen, 2000: Sustainable energy and health. *Global Change and Human Health*, 1, 2-11.
- John, T.J., 1996: Emerging and re-emerging bacterial pathogens in India. *Indian Journal of Medical Research*, 103, 4-18.
- Klein, R.J. and R.J. Nicholls, 1999: Assessment of coastal vulnerability to climate change. *Ambio*, 28, 182-187.
- Lederberg, J., S.C. Oates, and R.E. Shope, 1992: *Emerging Infections, Microbial Threats to Health in the United States*. Institute of Medicine, National Academy Press, Washington, DC, USA, 294 pp.
- Loevinsohn, M.E., 1994: Climate warming and increased malaria in Rwanda. *Lancet*, 343, 714-748.
- Martens, W.J.M., R.S. Kovats, S. Nijhof, P. deVries, M.J.T. Livermore, A.J. McMichael, D. Bradley, and J. Cox, 1999: Climate change and future populations at risk of malaria. *Global Environmental Change*, 9, S89-S107.
- Schiff, C.J., W.C. Coutts, C. Yiannakis, and R.W. Holmes, 1979: Seasonal patterns in the transmission of *Schistosoma haematobium* in Rhodesia, and its control by winter application of molluscicide. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 73, 375-380.