

台灣的氣候、蚊子與登革熱之流行

Climate, mosquito, and dengue epidemiology in Taiwan

吳民惠¹、楊凱婷²、盧孟明³、陳維鈞⁴、康啓杰⁵、王燕惠⁵、金傳春¹

台大流行病學研究所¹、中國公衛²、中央氣象局³、長庚大學⁴、屏東縣衛生局⁵

摘要

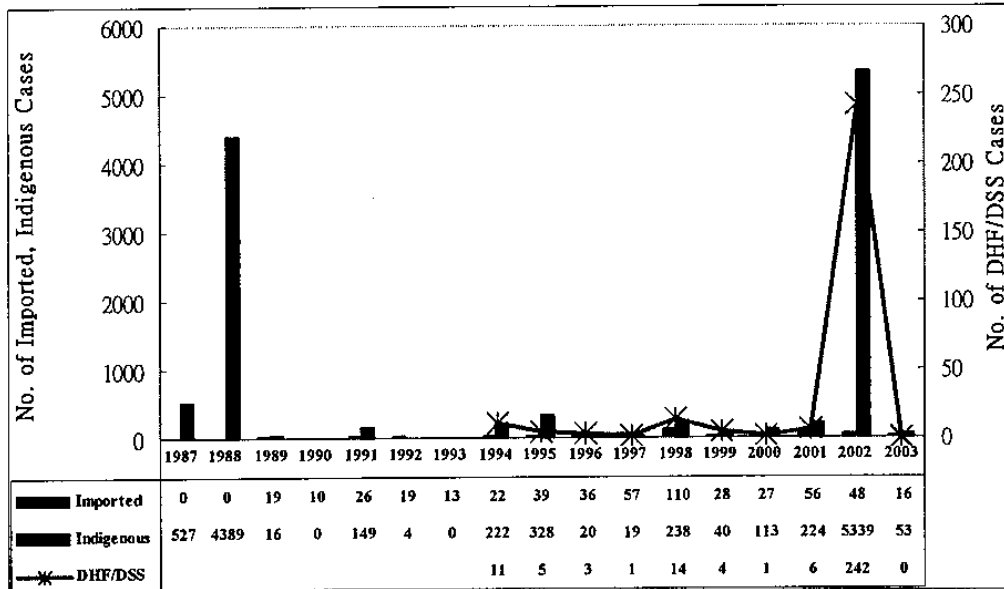
過去台灣登革疫情多在秋後爆發，而且是隨著「境外移入」的出現造成地區性大小不等的流行，然而 2002 年的疫情卻打破此一一成不變的模式，提前至五月引爆流行，而重症病例數更達歷年新高(衛生署疾病管制局報告：出血熱病例 240 人，死亡數 21 人)，加上全台均有報告病例，流行病學的重要性與特殊意義值得深入探討。一般而言，疾病的發生是環境、病原、宿主三者交互作用下的結果，本文係環境因素進行氣候與病原之間的關係，探討 2002 年登革熱/登革出血熱流行的獨特性：(一)、台灣南部冬季氣溫偏高，月均溫未低於 16°C (病媒蚊停止傳播的臨界溫度)，環境溫度提供病媒蚊越冬潛能；(二)、高屏地區夏季有雨，約一至二個月時間後出現病例數上升，與病媒蚊族群變大、增加傳播效率相關。

背景

登革熱(dengue fever)/登革出血熱(dengue hemorrhagic fever)是一種藉由蚊子傳播的熱帶傳染病，主要病媒蚊為埃及斑蚊和白線斑蚊，由於蚊子為無脊椎動物，其發展與生殖均受環境因素的影響，尤其蚊子各發育期的生長和環境物理因素更息息相關(王正雄 1984)。過去氣候和疾病的關係常廣泛的被人討論，其中又以溫度和病媒的生長分布、病毒的傳播能力受到重視，曾有研究指出，溫度對於蚊子的外潛伏期有正相關，當溫度為 70°F、80°F、與 90°F 時，吸到有病毒血的蚊子，將病毒傳給下一個人的時間(外潛伏期)分別為 40、28、與 16 天，證實病毒在蚊子體內複製的能力與溫度的影響具顯著性(Sudia 1955)。因此了解環境的變動對蚊子之生態學與登革病毒之影響，有助於解釋疾病的發生與分布。

台灣和泰國、巴西等終年流行登革熱的國家比較，雖同樣具有適合登革病毒傳播條件仍是登革出血熱病例數較少的地區，除 1998 年台南的流行之外，過去的流行是多起於皆於暑假國外旅遊旺季過後的九月，2002 年的流行卻打破固有的模式，不但提前至五月中旬引爆，流行的規模並且為近五十年來最嚴重(登革確定病例為 5387 人，出血/休克重症為 240 人，死亡為 21 人。圖一)，這次流行起始時間點是延續 2001 年的疫情，再加上境外移入病患，而 2002 年的特殊處在境外移入登革病例數(48 位)較 1997 年的 57 位與 2001 年的 56 位為低(圖一)，但卻有較歷年為最多登革出血熱病例數。而本土病例數的飆高，主要是需要環境病媒蚊密度高、氣候條件適宜、民眾沒有免疫力者眾等條件得宜，一旦病毒入侵，感染者驟增而移動面迅速擴大，即爆發大規模的流行。

圖一、1987~2003 年(五月)各年的登革熱之本土登革病例、境外移入登革病例數、及登革出血熱/登革休克症候群人數



(資料來源：疾病管制局 <http://www.cdc.gov.tw>，資料截至 2003 年五月)

一、登革病媒蚊的生態

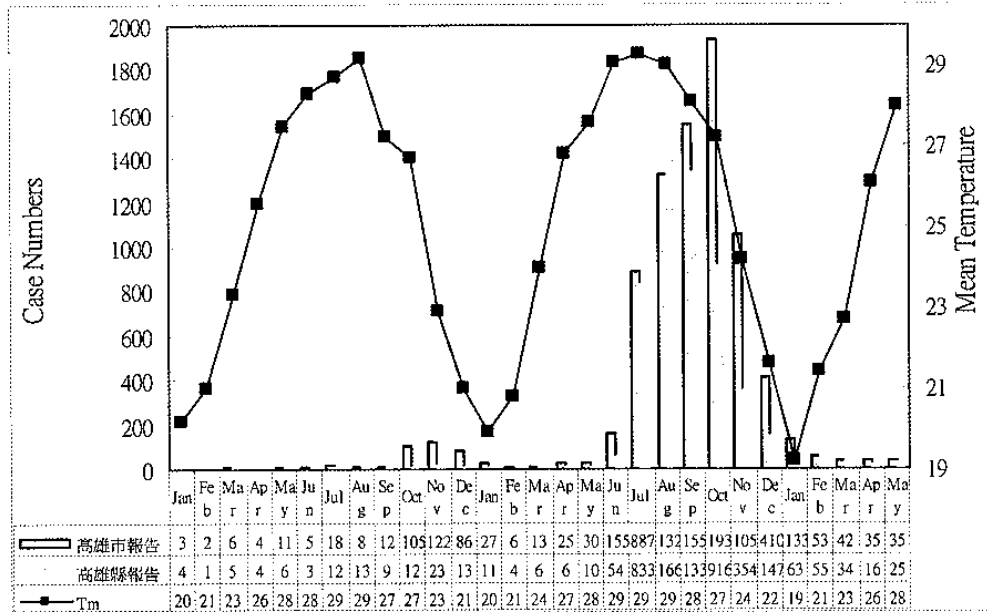
蚊子的發育可分為卵、幼蟲、蛹、及成蟲等四期。卵的發育所需時間極短，約 2~3 天即可孵化成幼蟲，這段時期與降雨積水有密切相關，由於斑蚊的卵殼厚，可抵抗乾旱耐低溫，即使在無水的情況，仍可在溼度適宜的條件下保存數個月，而成熟的卵遇水後數分鐘內即可孵化，因此當一有降雨，休眠和新生的卵便齊同孵化(黃正中 1986)。一般而言，幼蟲期約 6~7 天，而蛹期的長短在室溫下約 2~3 天，整體而言，氣溫和雨量對於病媒蚊族群變動與數量消長具正相關，從 Yasuno 的觀察歸納中也證實，泰國的登革出血熱和季節性的氣候變動有相依現象(Yasuno M 1970)。此外，成蚊若叮咬帶病毒的血液後，也可能受到溫度和濕度的影響，而改變病毒進入下一個人體內的時間，即「體外潛伏期」(extrinsic incubation period)，過去的研究曾對於溫度和外潛伏期的時間做比較，發現母蚊在 32°C 時有最短的體外潛伏期時間(McLean DM 1974)，並且在高溫下進行體外潛伏期的蚊子，所傳播的病毒又具有較高的毒力與較長的壽命(Douglas 1987)，因此，高溫的氣候環境對於疾病的影響，不僅會縮短流行的間隔期，更暗示可能出現較高危險的重症發生率(Kuno 1995)。

二、2002 年南台灣氣候分析

(一)、氣溫：有人認為 2002 年的流行是 2001 年的延續，因此提早爆發疫情，由連綿不斷病例數觀察，可見「斬草不除根，春風吹又生」的情形，然而不論是由 2001 年末垂直傳染病毒的蚊卵越冬、或是已帶有登革病毒的成蚊所引起，均不能忽略「氣溫」因素。由圖二顯示 2001 到 2002 年的冬天，高雄地區的月平均溫沒有低於 20°C，而蚊子在氣溫 16°C 以下才全部停止傳播，且性喜戶內居家的埃及斑蚊，也有可能居家生活而逃避大自然的低溫威脅，如此台灣南部冬天的氣候型態幾乎可以讓病媒蚊終年適應生存，尤其冬季的實際低溫期短，春季又快速回溫，因此不論是已帶登革病毒的成蚊或是卵越冬後，仍保有病毒，

一旦遇到春暖花開，氣溫復甦，登革疫情自然捲土重來。

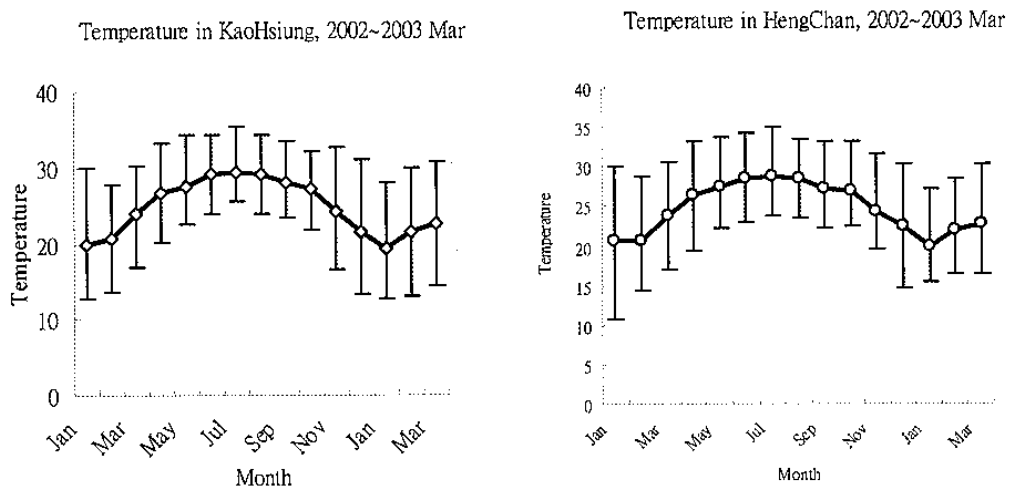
圖二、2001~2003 年五月的高雄地區，月均溫及高雄縣、市的登革報告病例



(註：月平均溫為氣象局高雄地區監測)

蚊子的孵化、生長速度、外潛伏期以及所傳播病毒的毒力均和氣溫有關，然而氣候又可細分為微氣候，意指人類居家環境所營造的溫度、溼度等，埃及斑蚊的生活型態是屬於都會型病媒，成蚊較性喜生活在人類居住的室內環境(如陰暗的角落、地下室等處)，產卵的地點也多在花瓶、人為的積水容器裡，即使室外的溫度很低，在人口密集、建築林立的都市，無形中也提供了病媒蚊過冬的絕佳棲息地(microhabitat)，只要有一隻帶病毒的蚊子在過冬後仍存活，就有潛力成為下一年的流行起點。台灣南部地區氣候穩定，月均溫終年波動在 10°C 之內(圖三)，氣溫對於台灣登革疫情，影響較大為流行波的長短以及病毒傳播的速率及效率，至於冬天的低溫是否足以殺死所有病媒蚊？答案是可能會有「損兵折將」的效果，換句話說，都市所提供越冬的環境條件，已經很難像過去一樣，藉著冬天的低溫而自然滅除所有的蚊子！尤其在帶病毒的蚊子數量多、冬天溫度不夠低、低溫期不夠久及室內滋生源多等情況下，期待冬天到來登革熱消失無疑是緣木求魚！

圖三、2002~2003 年三月高雄地區、屏東恆春的月均溫、月最高溫及月最低溫圖



(二)、雨量、溼度：雨量對幼蟲滋生有影響，當病媒蚊在族群密度變大、指數變高，接觸到登革病人的機會增加，疫情容易嚴重而難控制，因此在溫暖的南部地區，雨量是一個病媒蚊族群波動的理想警訊。綜觀 2002 年的流行病資料、病媒蚊指數以及氣候條件 (表一)，發現五、六月是重要防疫期，這段時間不但是發病人數、重症數上升最快，布氏指數曾達三級以上村里也高達 23.65%，同時也是該年首次出現 231.7mm 的高雨量。相同的情形出現在高雄縣、市、屏東縣(圖四、五、六)，雨量的出現伴隨著多雨後的一個月左右顯著的登革病例數上升。雨量的來臨與高溫孕育大量的病媒蚊幼蟲，約 12~25 天的成長與體外潛伏期，即造成一波的流行，然而當帶有病毒的蚊子叮咬到健康人，約一個禮拜左右又可造成第二波流行。

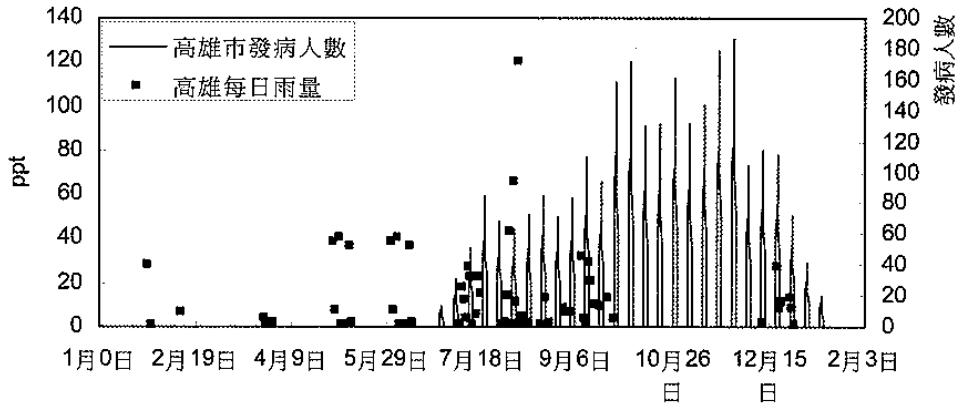
表一、2002 年高雄縣、市與病媒蚊布氏指數、氣候因素月份配對

月份	高雄縣市 登革病例數		布氏指數(村里百分比)			氣候		
	DF	DHF/DSS	0 級	0~2 級	≥3 級	月均溫(°C)	雨量(mm)	溼度(%)
一月	4	0	32.45%	61.70%	5.85%	19.9	29	69
二月	1	0	38.79%	58.18%	3.03%	20.8	7	71
三月	0	0	38.83%	59.57%	1.60%	24	6	73
四月	3	1	41.18%	53.72%	4.81%	26.8	0	74
五月	5	1	36.32%	58.71%	4.98%	27.6	231.7	78
六月	122	4	18.67%	57.68%	23.65%	29.1	126.5	80
七月	122	15	30.17%	51.34%	18.49%	29.3	134.8	80
八月	311	36	41.18%	48.93%	9.65%	29	293.5	80
九月	212	77	41.55%	53.40%	4.85%	28.1	139	79
十月	305	34	38.95%	54.17%	6.87%	27.2	0	75
十一月	194	*	43.00%	53.45%	3.55%	24.2	-9.8	67
十二月	*	*	44.28%	46.73%	8.99%	21.6	70	74

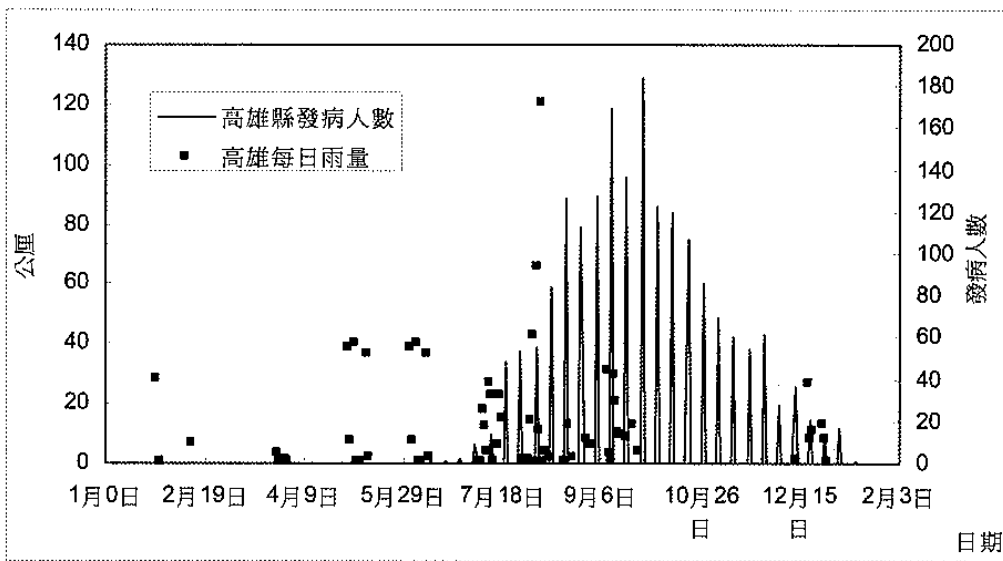
(資料來源：疾病管制局網站 <http://www.cdc.gov.tw>)

2002 年的流行區以高屏地區為主，如果將主要流行區分高雄縣、高雄市、屏東縣做雨量與病例數的相關比較，會發現病例數上升之前，三地區均有降雨的發生，很可能是因為病媒蚊數量增大，碰上帶有病毒的居民，在都市叢林中密集的傳播下，造成疾病蔓延，再加上合適的氣溫，拉長蚊子的壽命，病毒在蚊子體內的複製效率變高，即使往後沒有降雨，也可以繼續流行下去。高雄市在四月至六月皆有小規模降雨，漸漸就有了病例數上升的趨勢，到七月底的高降雨量，有助於八月之後的疫情上升 (圖四)；高雄縣市第二個大流行的地區，其八月初的雨量和九月的病例數高峰，也證實雨量所帶來的影響(圖五)；屏東縣八月中雨量最高，到十月底病例數才達高峰，有可能是因為大量的蚊子孵化後，但是碰上病毒的機會少，當有病毒引進後，才造成流行，此外，屏東縣的病例數相較高雄縣市，也呈現「小規模」的流行(圖六)。

圖四、2002 年高雄市每日雨量與發病人數

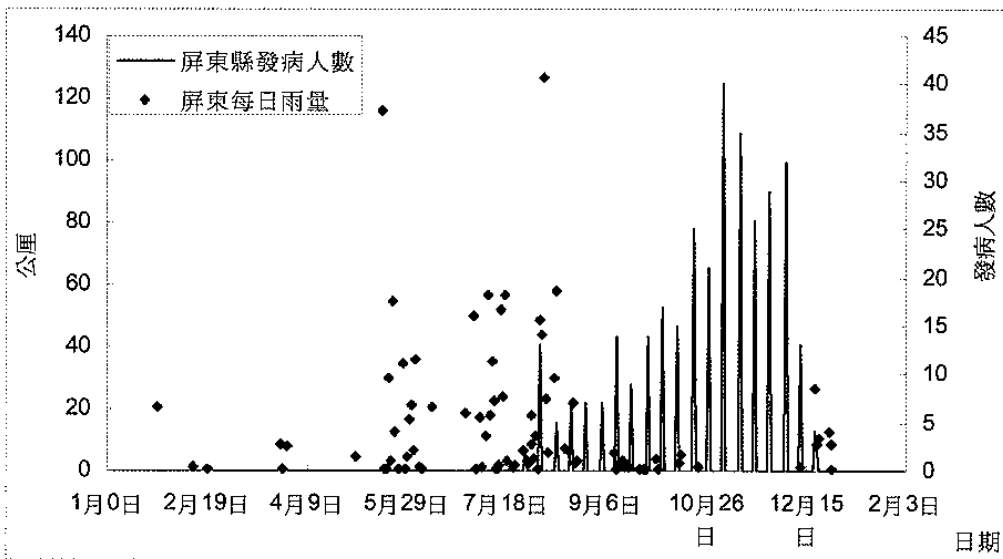


圖五、高雄縣每日雨量與發病人數



圖六、屏東

縣每日雨量與發病人數



討論

氣候對於蚊子生態的影響，過去多由實驗室方法中得到臨界數據，但是在外推性上仍需考慮其他許多複雜的變項，然而，由氣候因素解釋病例數與流行，尚須氣候與病毒分子變異族群關係之確實數據以證實。去年氣候中雨量與氣溫對蚊子與病例數做分析，由以下的結論可應用於公共衛生防治：(一)、台灣南部冬季氣溫偏高，病媒蚊具越冬潛力，尤其在前一年夏季曾有大流行時，更需提高警覺，嚴防次年提早流行；(二)、雨量對於蚊子幼蟲數量有直接的關係，在大雨之後，除了對積水容器做清除工作，也必須注意登革熱患者與病媒的接觸，以免在大量病媒蚊的孳生下碰上病毒，造成大量有病毒的蚊子，感染給沒有抗體的民眾。

結語

登革熱的流行，總是與病媒蚊的生態分布與族群動態息息相關，在台灣，除了高山地帶，白線斑蚊幾乎遍及全島，較常在戶外繁殖；埃及斑蚊則多分布西南地區，和人類生活習性較密切，而台灣的氣候，夏季的高溫和降雨量皆適合病媒蚊的孳生，冬季降雨量減少、氣溫下降，可能主要對白線斑蚊影響較大，以室內生活為主的埃及斑蚊相對較不受影響，在疫情較為嚴重的高屏地區，主要病媒就是埃及斑蚊。此外，人為的運輸流動都比過去密切頻繁，環境因素使蚊類分布動態更加多元複雜，因此，欲釐清氣候對台灣病媒蚊、登革熱疫情的影響，仍需更進一步的實驗證據。

Douglas (1987). "Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus." 1987 **36(1)**: 143-52.

Kuno, G. (1995). "Review of the factor modulating dengue transmission." *Epidemiologic Review* **17**: 321-35.

McLean DM, C. A., Coleman JC, et al. (1974). "Vector capability of *Aedes aegypti* mosquitoes for California encephalitis and dengue viruses at various temperatures." *Can J Microbiol* **20**: 255-62.

Sudia, R. W. C. a. W. D. (1955). "The effect of temperature upon the extrinsic incubation of eastern equine encephalitis in mosquitoes." *Am. J. Hyg.* **62**: 295-305.

Yasuno M, T. R. (1970). "A study of biting habits of *Aedes aegypti* in Bangkok." *Bull World Health Organ* **43**: 319-25.

王正雄, P. M. ? s. ? M. (1984). 醫學昆蟲學.

黃正中 (1986). "埃及斑蚊與白線斑蚊在台灣分布現況之探討." *東海生物* **13**: 32-43.