



行政院環境保護署

Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

登革熱病例數與氣候資訊分析

登革熱資料統計分析小組

報告人：周建儒

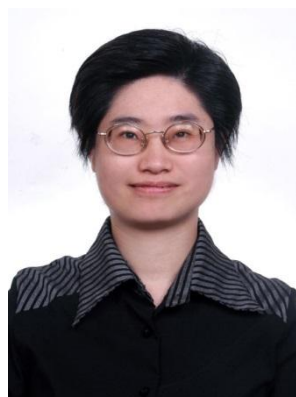


大綱

- 一.本小組簡介
- 二.87-103年全國資料回顧
- 三.ARIMA模型分析
- 四.104年病例數與氣候資訊圖
- 五.圍堵與切穿策略
- 六.結語與建議

本小組簡介-起源與組成

- 104/9/15於署長指示下，會同環管處、統計室與署長室成立。
- 小組成員：
環管處張簡任技正鼎旺、張薦任技士家銓；
統計室謝科長美秀、許科員育誌；
署長室周薦任科員建儒、林替代役柏鈞。



本小組簡介-成立目的

- 分析過去臺灣的病例數變化，以期找出可能隱藏的規律或影響原因。
- 利用ARIMA模型推測病例數的變化。
- 結合上述成果，檢視今年「圍堵與切穿」的施行成效。

資料說明

- 本資料係自氣象局和政府資料開放平臺取得。氣象資料來源為中央氣象局統計資料，病例資料來源為衛福部疾病管制署。
- 病例數資料，選取本土感染之病例，並以發病日作為時間欄位。
- 從91-102年全國病例數以高雄市居多（66%），因此全國病例數與氣候資訊之比較，以高雄市的氣溫和雨量為代表。

87-103年全國資料回顧

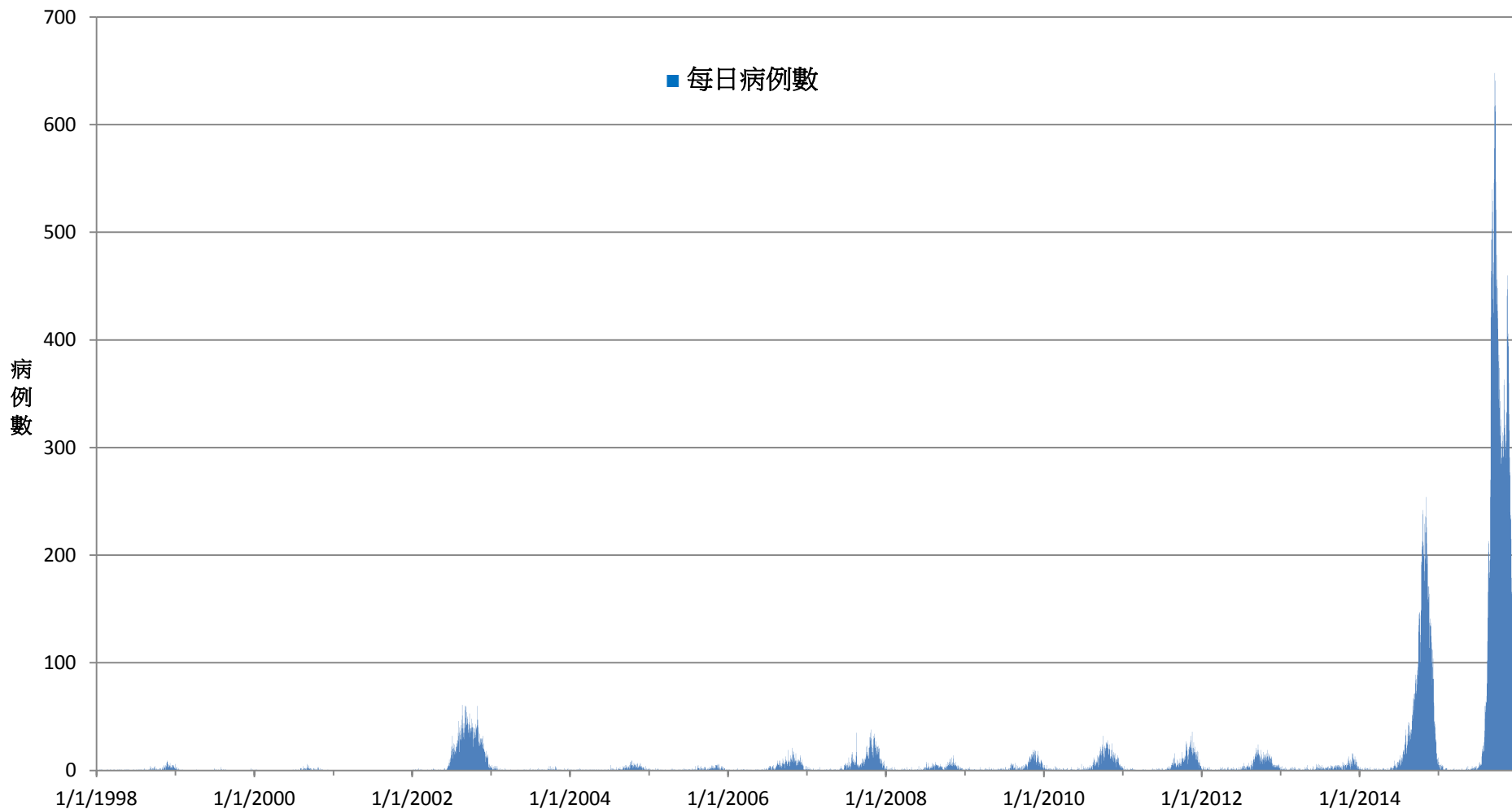
■ 依據政府公開資料平臺中，各項資料完整度不同，將民國87-103年的病例數與下列氣候資料比較：

□ MEI指數（多元聖嬰現象指數）

□ 氣溫資訊

□ 雨量資訊

全國病例數回顧



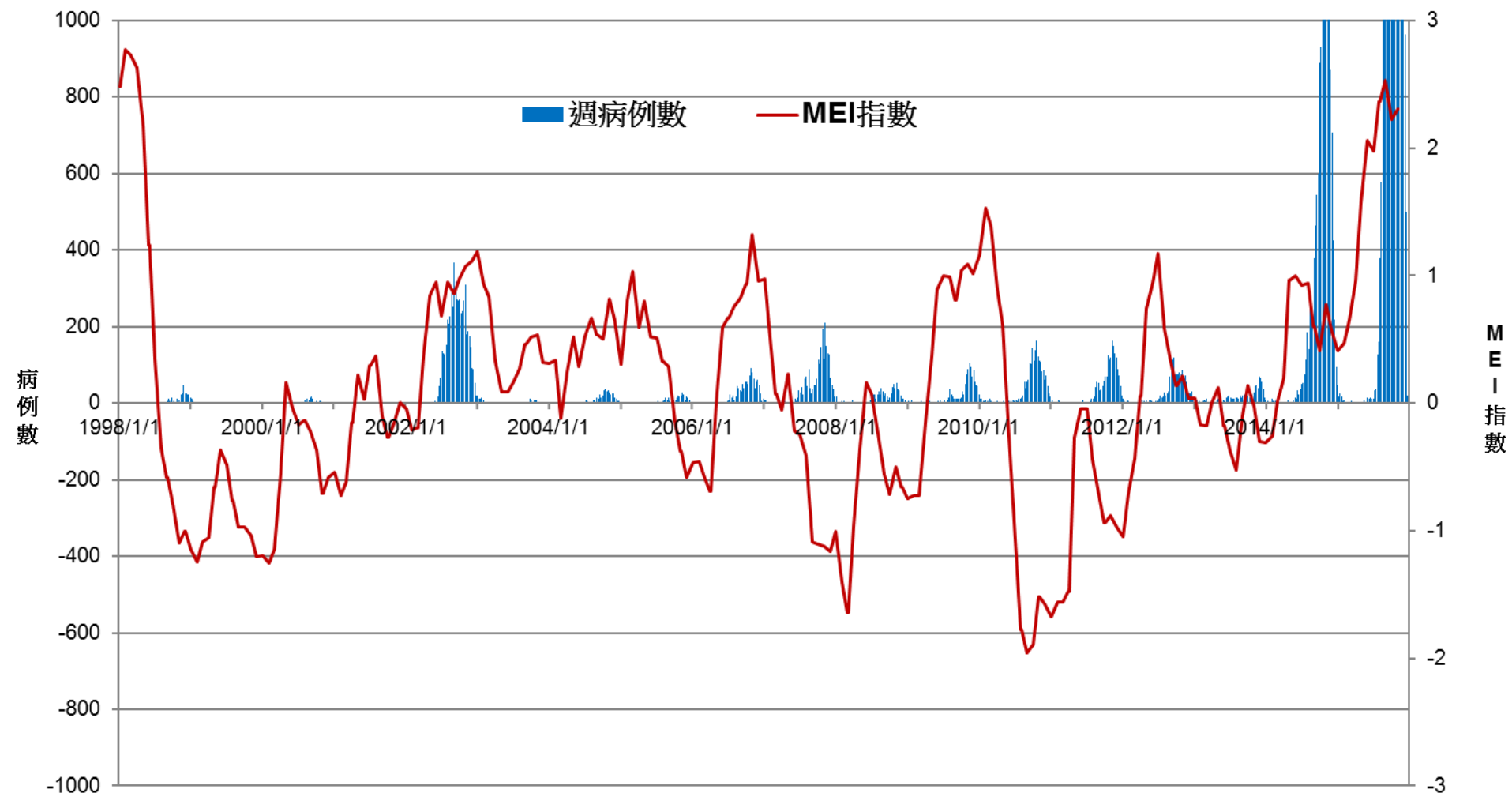
全球爆發登革熱大流行，超級聖嬰現象為主要原因 (疾管署10/6新聞稿)

- 疾病管制署與美國匹茲堡大學合作，參與美國、法國、英國、韓國、新加坡、越南、泰國、寮國、柬埔寨、菲律賓及馬來西亞等跨國登革熱研究，於104年10月5日於美國國家科學院院刊 (PNAS，期刊影響指數9.674)共同發表「東南亞8國登革熱疫情區域流行及擴散模式」論文。研究結果發現，登革熱於東南亞的流行趨勢與超級聖嬰現象所致高溫現象有關，每2至5年會有區域內登革熱大流行。
- 此研究發現於86年至87年登革熱疫情擴散速度最快，與當時超級聖嬰現象帶來的東南亞氣候高溫吻合，而高溫有助於病媒蚊快速繁殖及散播。
- 此篇登革熱大數據研究得出的結論，有助了解台灣鄰近區域登革熱傳播的自然週期，進行登革熱流行的早期預警。因應今年超級聖嬰現象來臨，有必要立即採取有效防治策略。
- 依中央氣象局預測(中央氣象局9/1新聞稿)，今年夏季開始至明年春季的聖嬰現象，是近18年來最強的。



87-104年全國登革熱病例數與MEI指數圖

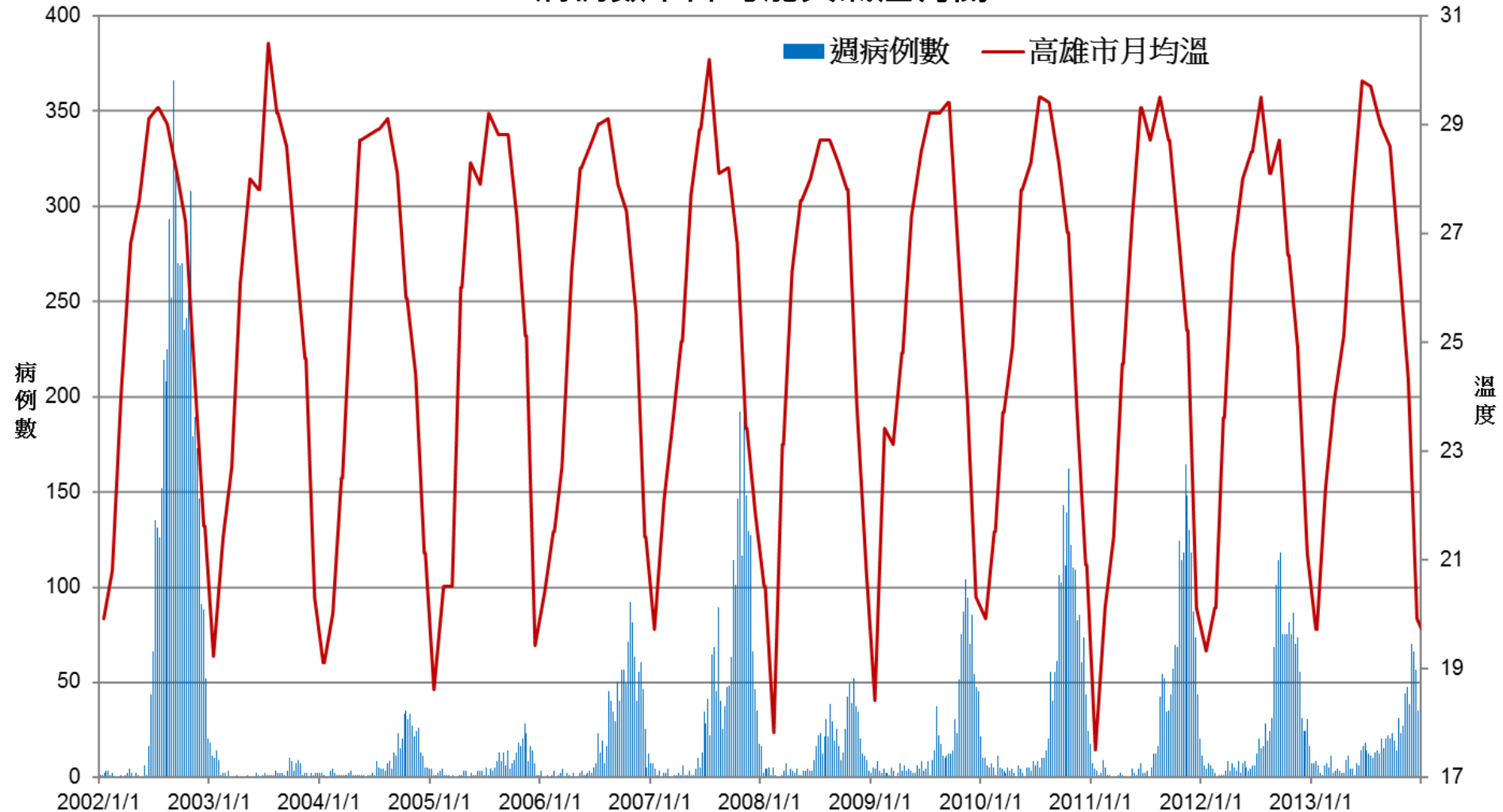
臺灣病例數和聖嬰現象程度不全然有關



MEI(Multivariate ENSO Index)：多元聖嬰現象指數

91-102年全國登革熱病例數與氣溫圖

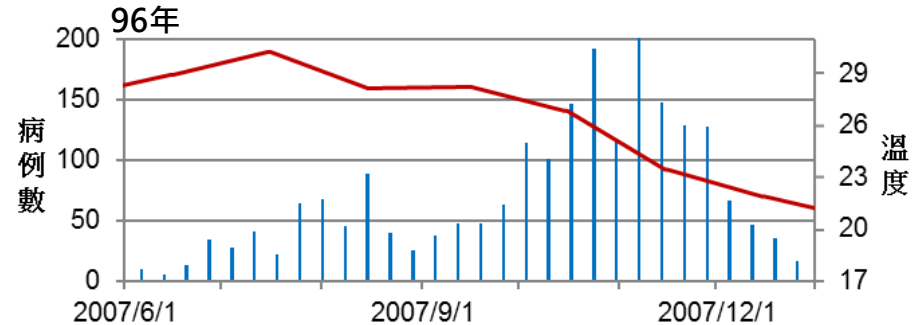
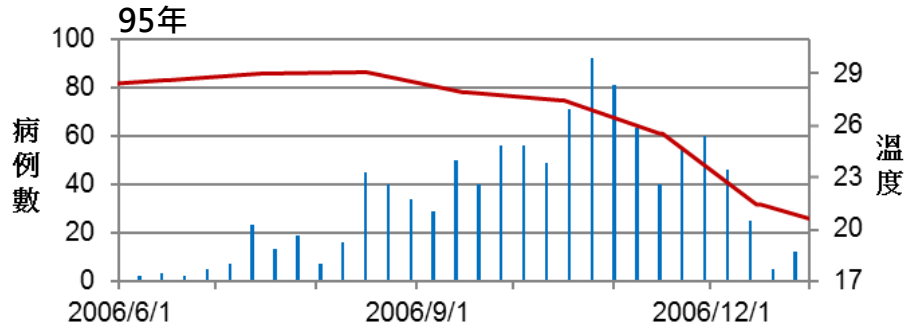
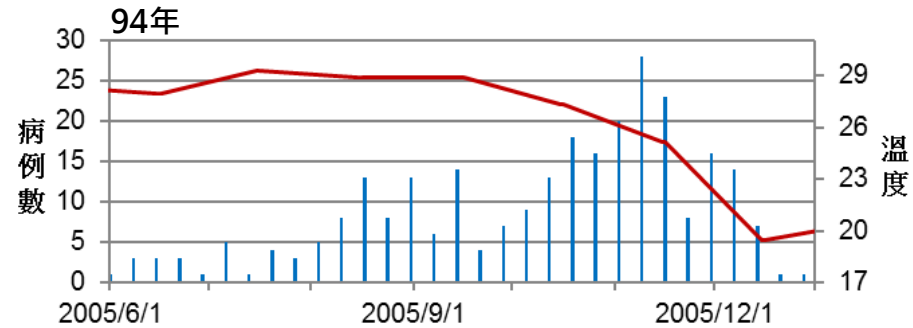
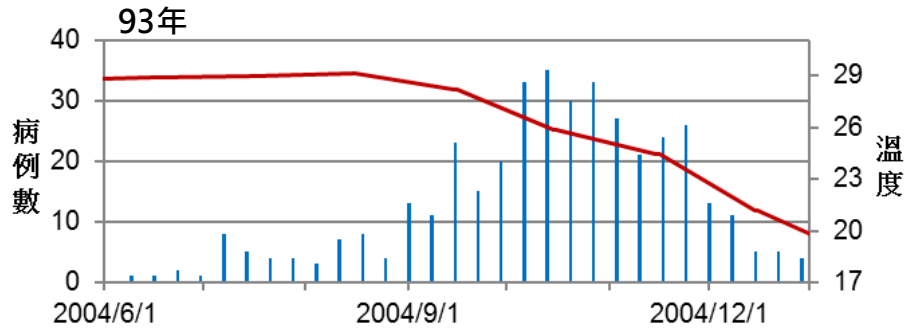
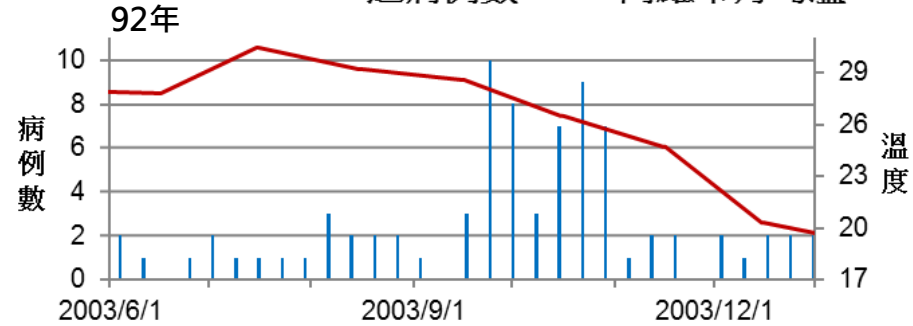
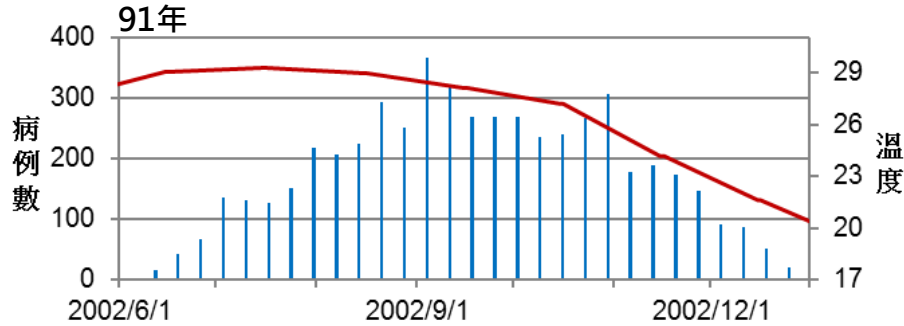
病例數下降可能與氣溫有關



91-96年全國登革熱病例數與氣溫圖

病例數下降可能與氣溫有關

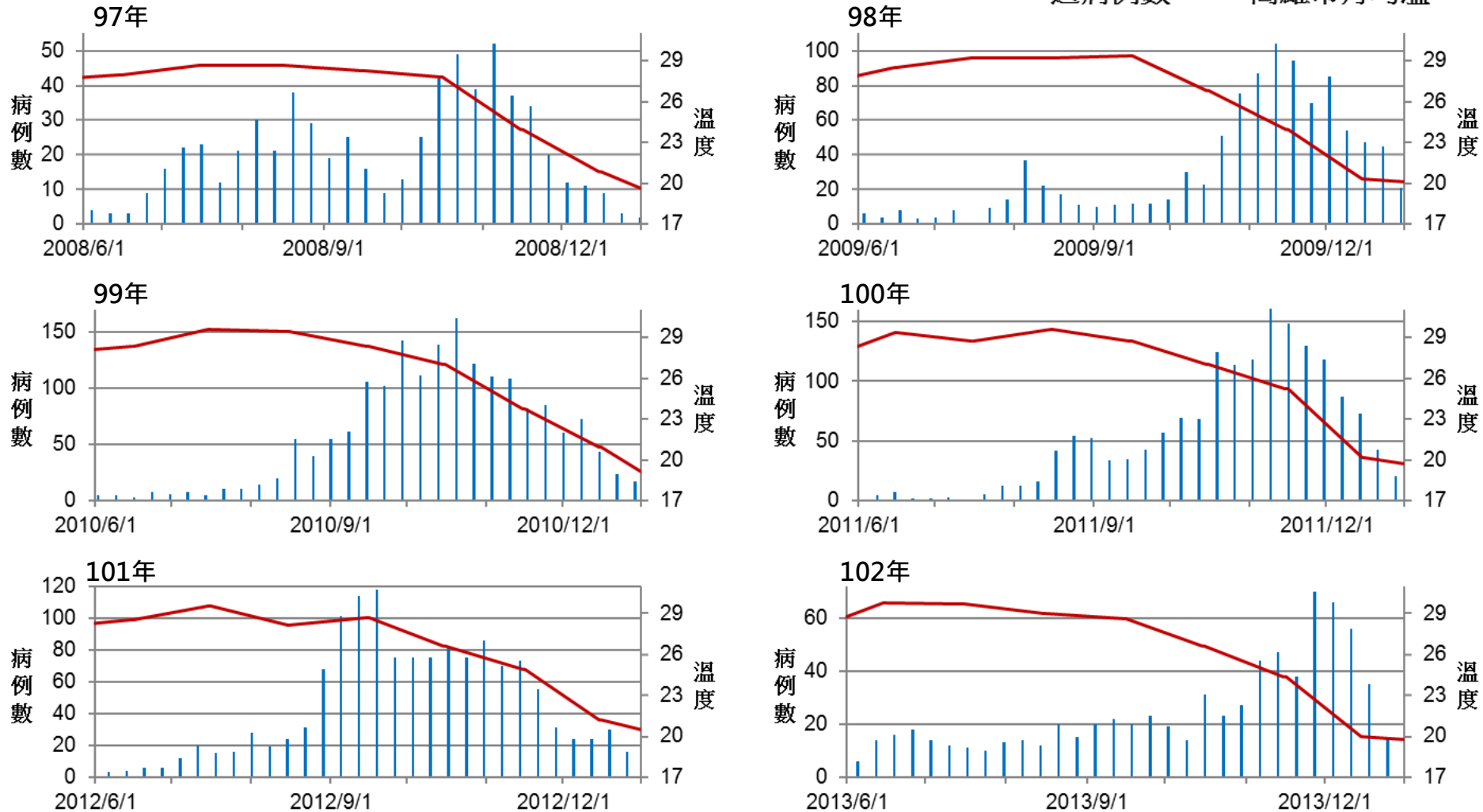
■ 週病例數 — 高雄市月均溫



97-102年全國登革熱病例數與氣溫圖

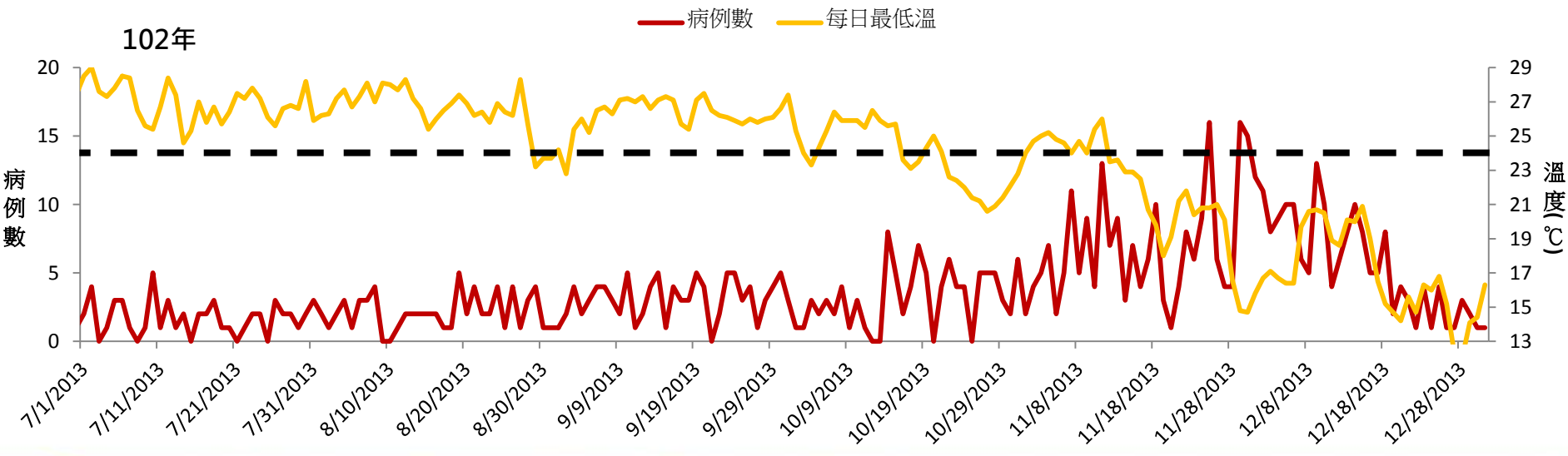
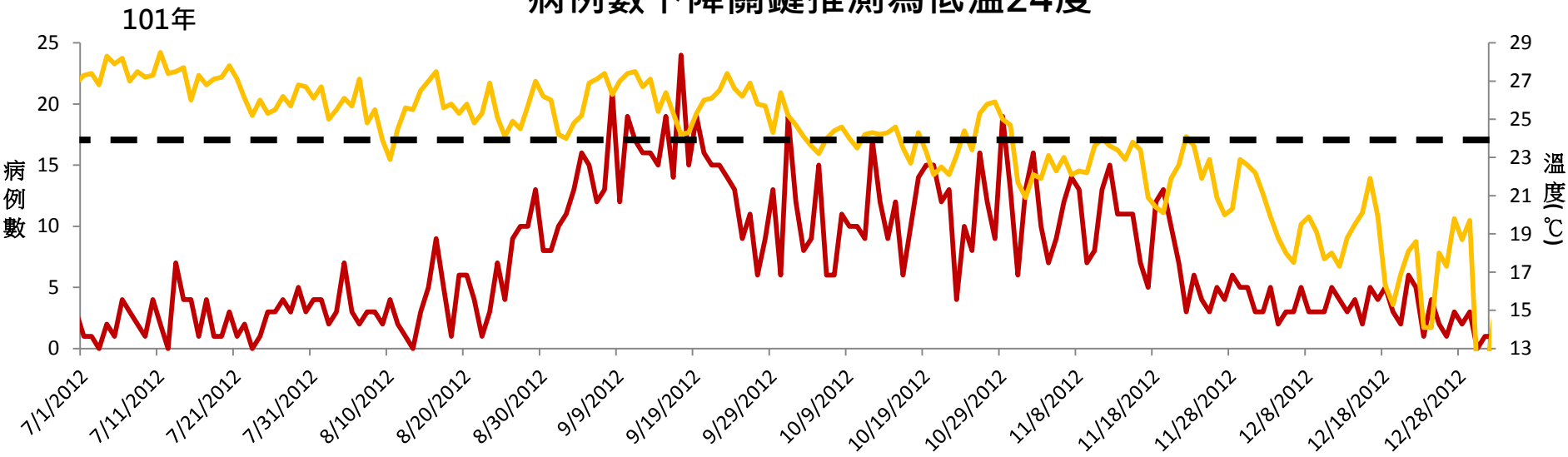
病例數下降可能與氣溫有關

■ 週病例數 — 高雄市月均溫



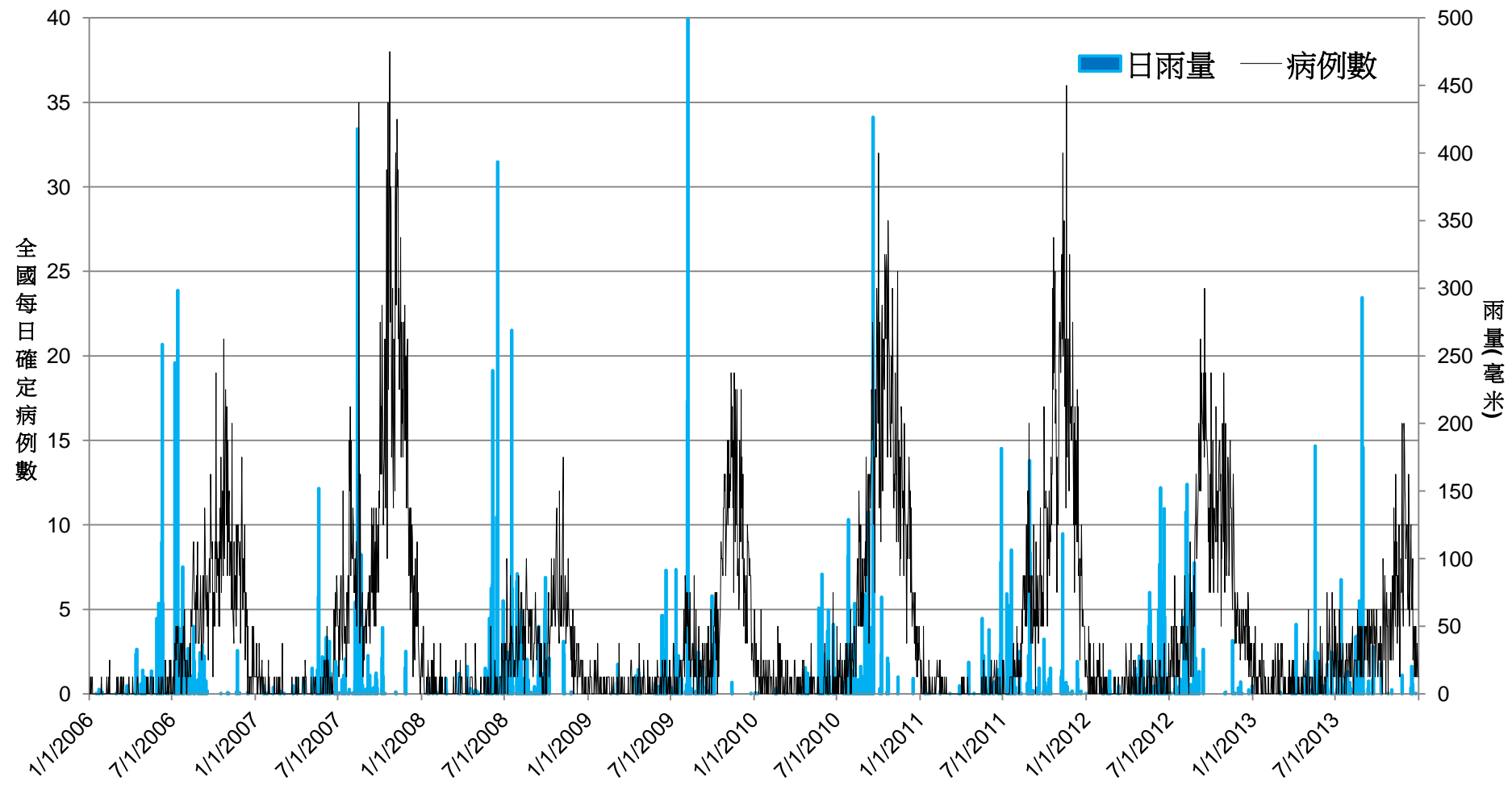
101-102年全國登革熱病例數與氣溫圖

病例數下降關鍵推測為低溫24度



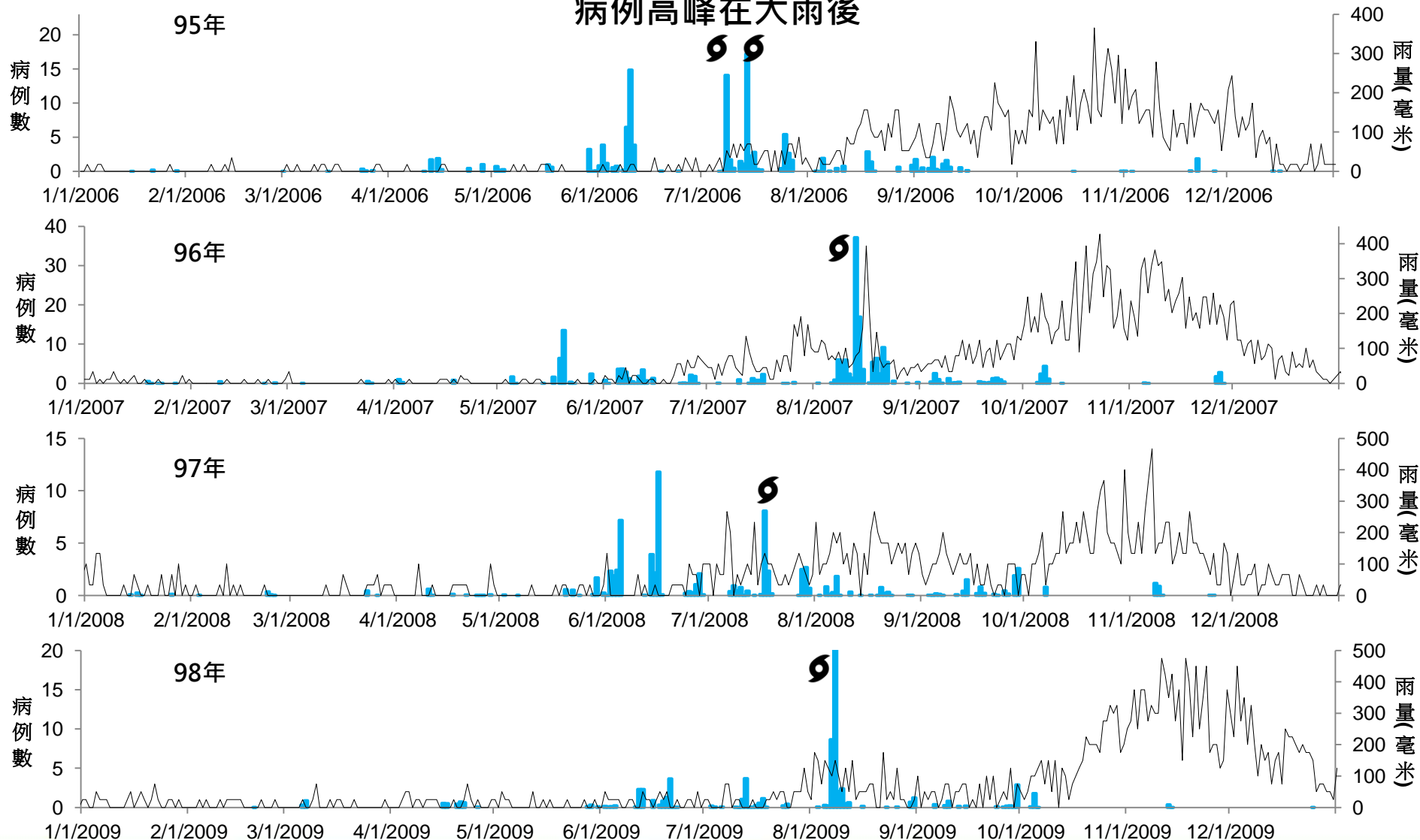
95-102年全國登革熱病例數與雨量圖

病例高峰在大雨後



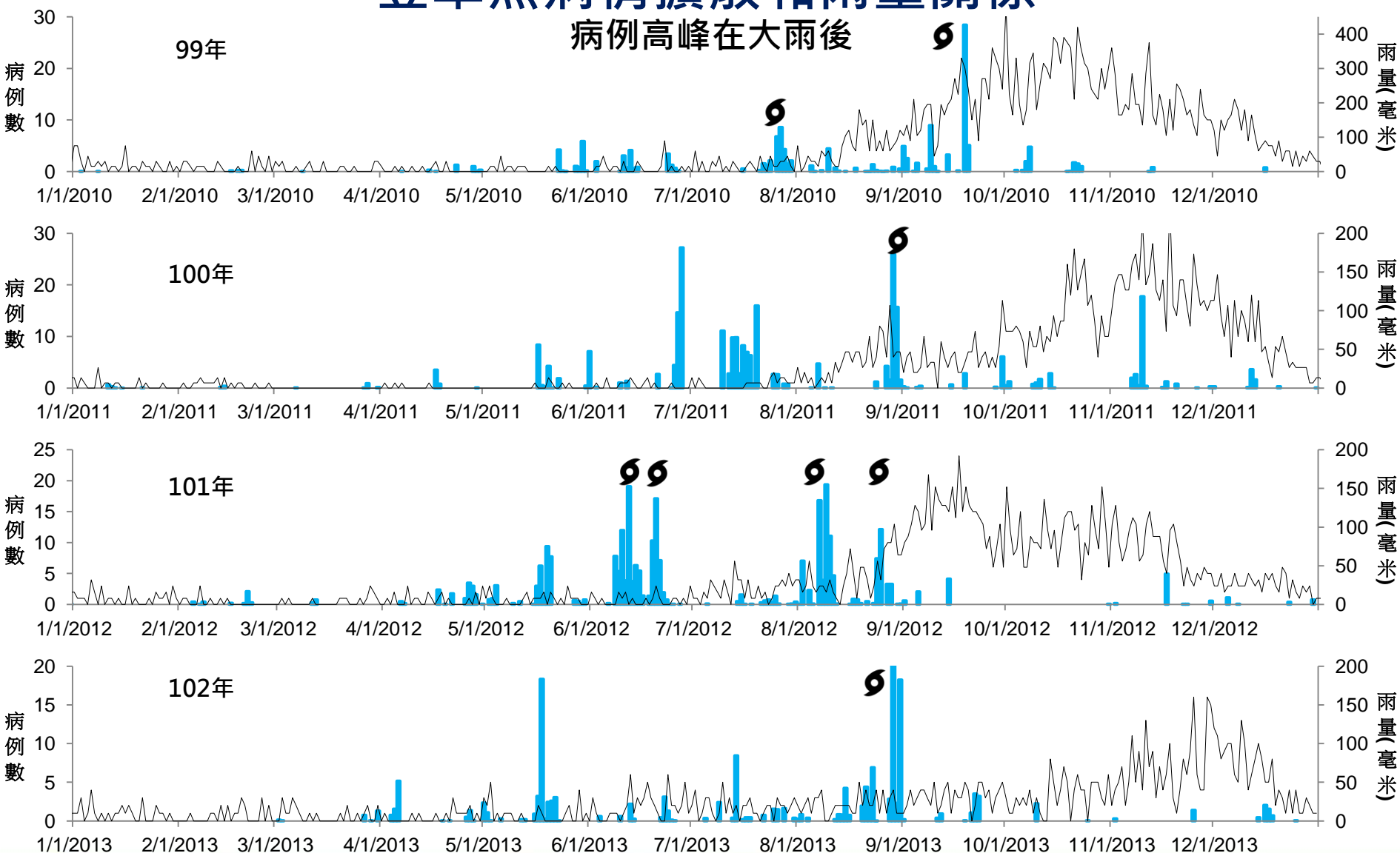
登革熱病情擴散和雨量關係

病例高峰在大雨後

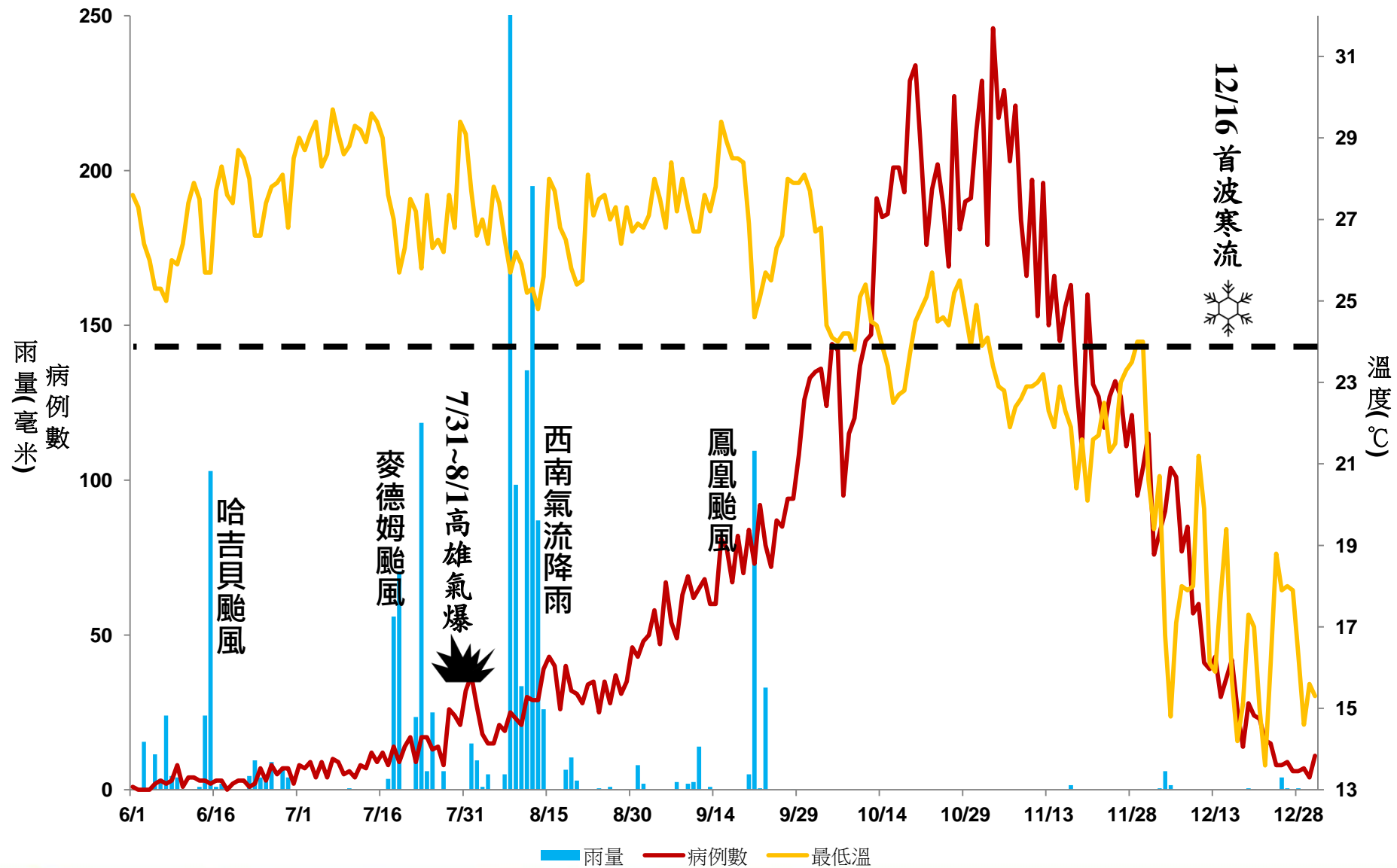


登革熱病情擴散和雨量關係

病例高峰在大雨後



103年6-12月高雄市登革熱病例數與氣候資訊圖



資料回顧小結

- 每年入夏後之大雨，極可能是引起病媒蚊擴散之關鍵。
- 病例數隨入冬降溫趨緩，推測關鍵溫度為每日低溫達24度以下。

ARIMA模型

■ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

□ ARIMA(p, d, q)

- p : 自回歸項數。
- d : 時間序列為成為平穩序列所做的差分次數。
- q : 移動平均項數。

- 以R軟體使用auto.arima語法，依據不同的(p, d, q)order，計算出個別的AIC(Akaike 's Information Criterion)，最後選擇AIC最小的所對應到的(p, d, q)order 再對資料建立ARIMA(p, d, q)配適模型。

ARIMA模型

■ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

□ ARIMA(p, d, q)

- p : 自回歸項數。
- d : 時間序列為成為平穩序列所做的差分次數。
- q : 移動平均項數。

- 此模型係利用過去的資料當作解釋變數，以預測未來的數列變化。選取發病日作為時間欄位，並以居住地為縣市區域劃分，對本土性登革熱每日病例數進行分析及預測。

ARIMA模型分析

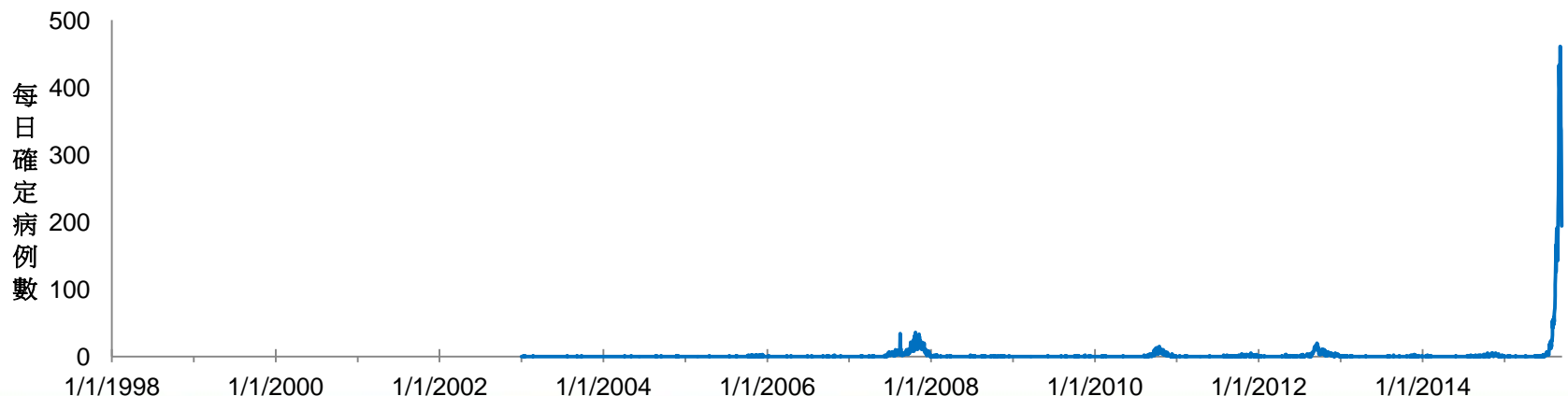
- 此模型係利用過去的資料當作解釋變數，以預測未來的數列變化。選取發病日作為時間欄位，並以居住縣市為地區劃分，對本土性登革熱每日病例數進行分析及預測。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	發病日	個案研判	通報日	性別	年齡層	居住縣市	居住鄉鎮	居住村里	感染縣市	感染鄉鎮	感染村里	是否境外	感染國家	確定病例數	
2	1998/1/2		1998/1/7	男	40-44	屏東縣	屏東市					否		1	
3	1998/1/3		1998/1/14	男	30-34	屏東縣	東港鎮					是		1	
4	1998/1/13		1998/2/18	男	55-59	宜蘭縣	宜蘭市					是		1	
5	1998/1/15		1998/1/23	男	35-39	高雄市	苓雅區					否		1	
6	1998/1/20		1998/2/4	男	55-59	宜蘭縣	五結鄉					否		1	
7	1998/1/22		1998/2/19	男	20-24	桃園市	蘆竹區					是		1	
8	1998/1/23		1998/2/2	男	40-44	新北市	新店區					否		1	

- 利用往年病例數資料進行建模與配適，推估104年9月後之病例數趨勢。

ARIMA模型分析

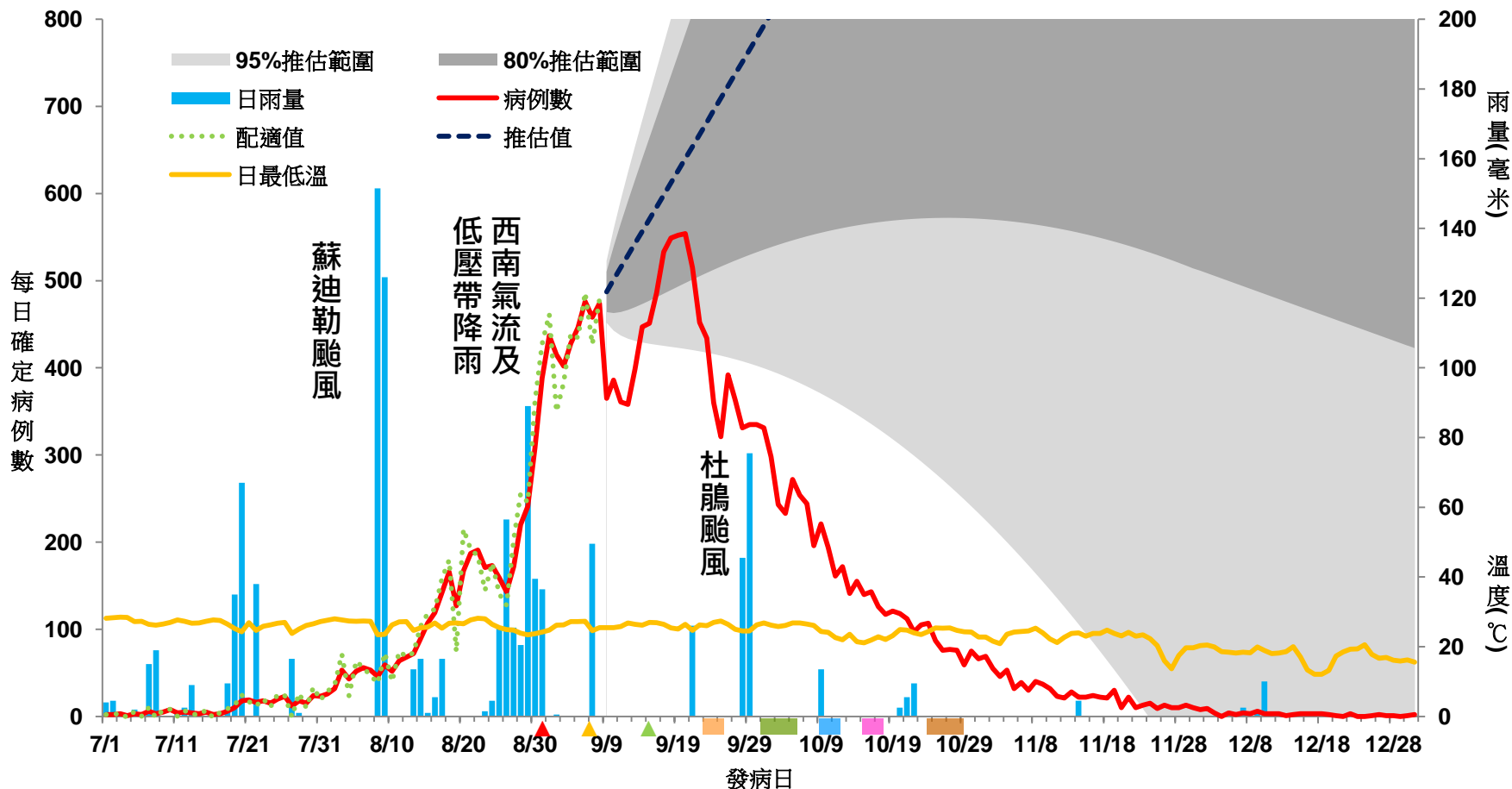
- 綜觀過去病例數資料，並非每年都有固定波段趨勢，且每個波段長度及發生時間並不一致，較難發現時間週期性。
- 以臺南為例，104年7月之後每日病例數明顯增加，並顯著高於往年登革熱好發年度增加趨勢，使得過往模型函數難以套用。



ARIMA模型分析

- ARIMA係利用過去的每日病例數當作解釋變數，若考慮放入溫度等變數去預測每日病例數，或許能夠更有效的去進行預測。
- 雖ARIMA模型無法預測實際病例數趨勢，不過該模型之預測方法只和過往資料有關，因此可以作為防疫策略成效檢視使用。
- 分別對臺南與高雄兩市，以104年7月1日至9月8日之病例數資料作為模型配適區間，預測9月8日之後的病例數變化。

104年7-11月臺南市登革熱病例數與氣候資訊圖

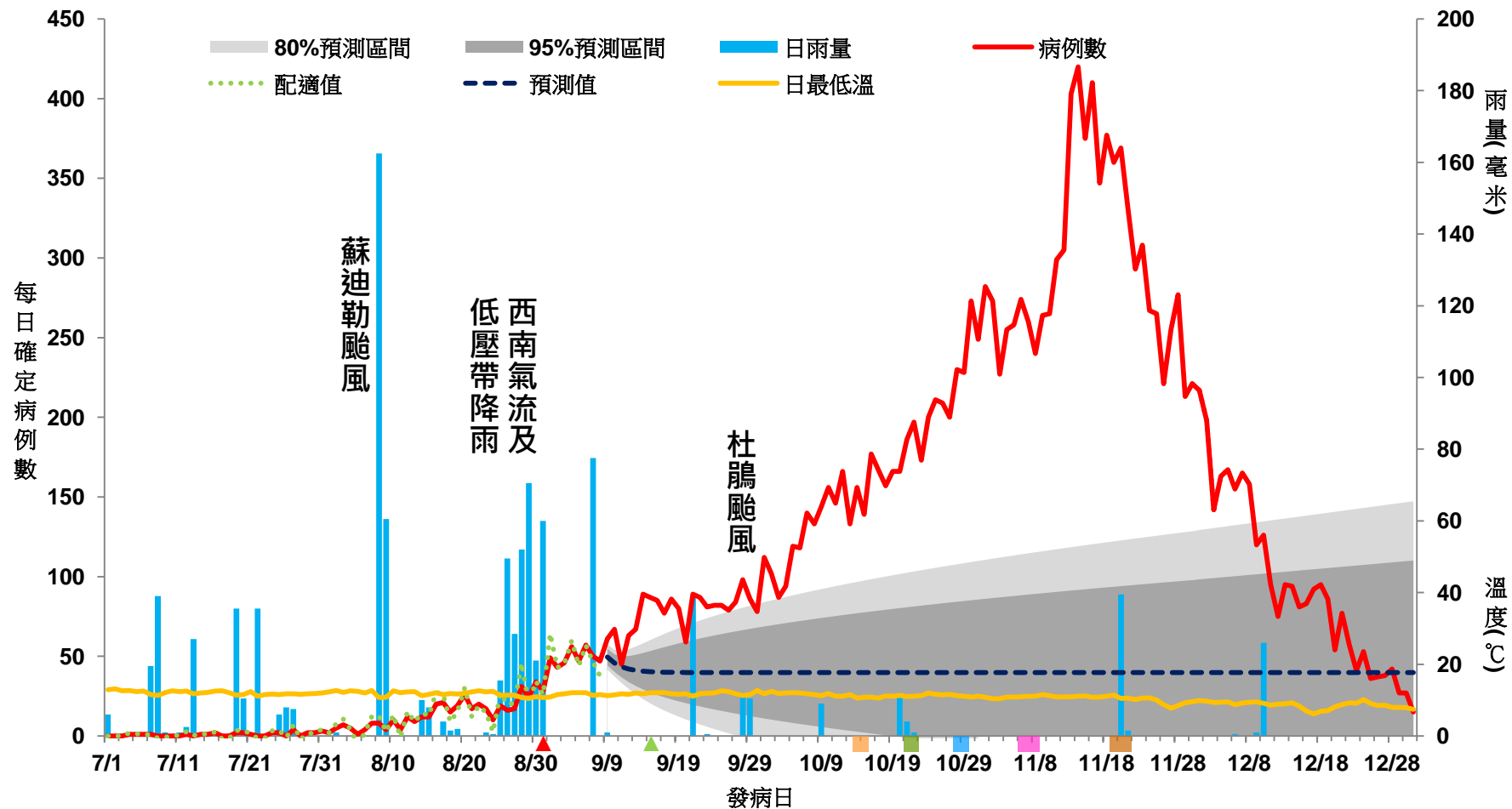


ARIMA (1, 2, 1) 模型：
以7/1~9/8為配適區間，
做之後的預測。

- ▲ 9/1 環保署成立登革熱孳生源清除指揮中心
 - ▲ 9/7 疾管署郭旭崧署長進駐台南
 - ▲ 9/15 中央成立指揮中心
- 依模型推估累積至11/1將會突破5萬例，實際累積21,931例。

- 共五期清除孳生源行動
- 9/23~25 ■ 10/1~5
- 10/9~11 ■ 10/15~17
- 10/24~28

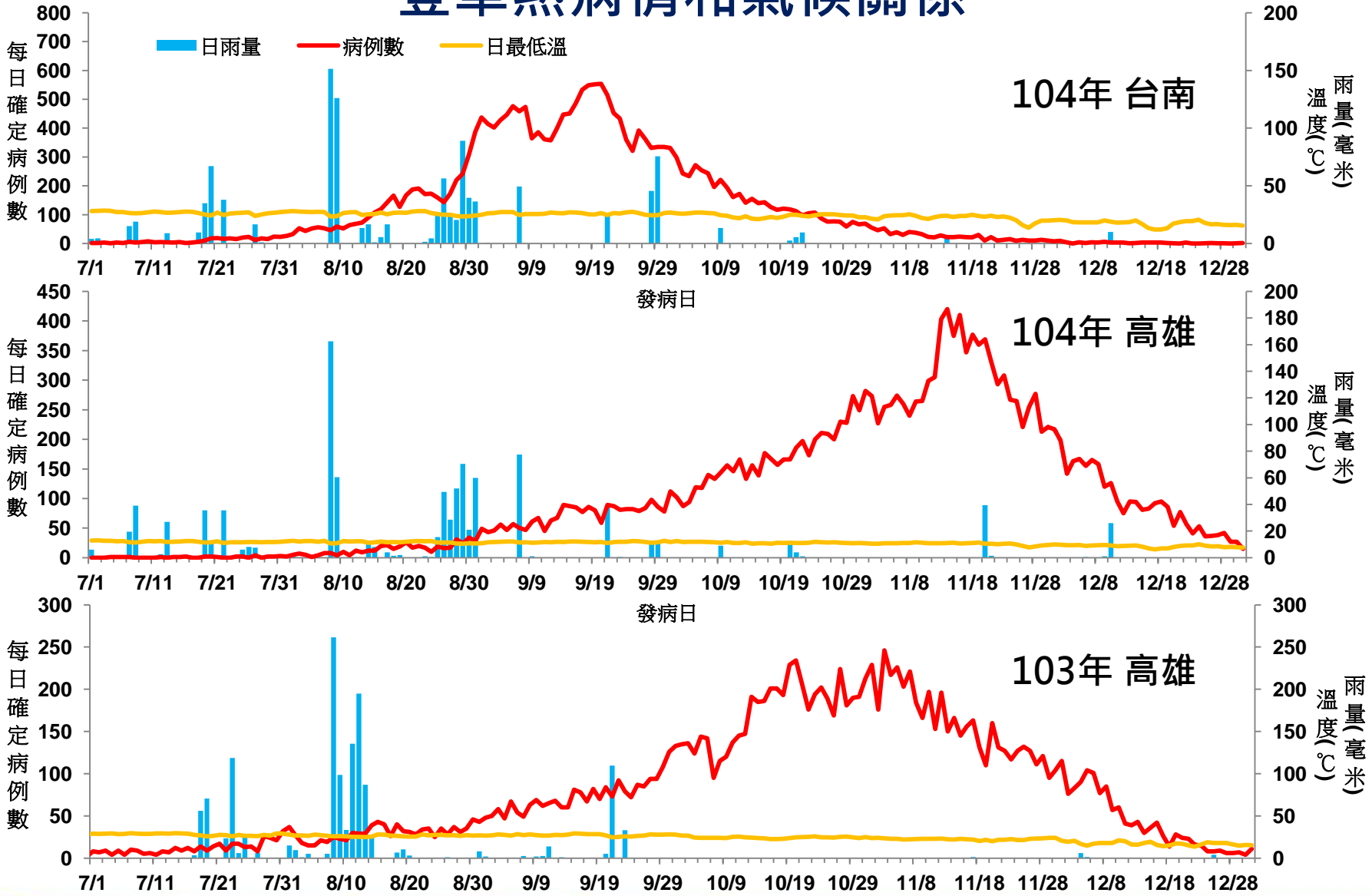
104年7-11月高雄市登革熱病例數與氣候資訊圖



ARIMA (1, 1, 2) 模型：
以7/1~9/8為配適區間，
做9/9之後的預測。

- ▲ 9/1 環保署成立登革熱孳生源清除指揮中心
- ▲ 9/15 中央成立指揮中心
- 共五期清除孳生源行動
 - 10/14~15 ■ 10/21~22
 - 10/28~29 ■ 11/6~8
 - 11/19~21

登革熱病情和氣候關係



圍堵與切穿策略

■ 魏署長於10/14聯合報之投書

防堵與切割 抗蚊子兵團

魏國彥／環保署署長（台北市）

民衆聞登革熱色變，面對台南大面積感染源區，應如何進行滅蚊動員？我想到生態學中對於瀕臨絕滅的生物的保育原理，「愛者欲其生，惡者欲其死」，反向操作即可。生物多樣性消失的主要原因是因為棲地消失與棲地破碎。環保署向來所推廣的「巡、倒、清、刷」符合「棲地消失」的原則，就是消除戶外棄置容器的積水孳生源。需要另外加強「破碎化」的戰略，所謂「破碎化」並非打破瓶瓶罐罐、花盆、輪胎，而是從「生物地理學」的角度來切割棲地。

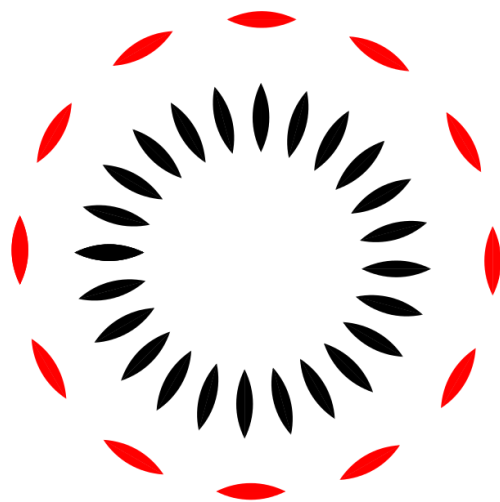
中央防疫指揮中心成立之後，我們開始執行「防堵與切割」的戰略。第一期行動先在疫區熱區外緣形成防堵圈，第二期加上東西向的橫貫切穿，攔腰分割台南市成爲南北兩大戰區，第三期進行各防堵包圍圈內的縱橫切割。

每次切割係沿道路或地窪區或特定民居型態（多院落或透天厝）線性延伸，沿線的斷面寬度約五十公尺到一百公尺不等，開闢出縱橫交錯的病媒蚊防治「防火巷」。當防火巷開闢完成時，等同形成新的「防堵圈」，各區里社區就可以在這縮小的區域中繼續進行切割與碎化。「防堵與切割」不斷重複、不斷縮小，動員與管理的行政層次也可由中央、市、區的層級逐漸下降到里鄰與社區。

以學術語言描述，「防堵與切割」戰略有三個基礎：一、「生物演化與絕滅」中的「島嶼生物地理學」，強調棲地破碎化的效果；二、破碎化過程蘊含「碎形幾何」的數學與過程，可在不同的地理與行政尺度上不斷複製，有利行政作爲與效率；三、作爲「機會主義者」的蚊蟲，其孳生蔓延如同森林失火，其撲滅之道與森林救火有相似之處，這也是上述防堵圈與開闢防火巷用語之來源；四、細菌繁殖、蚊蟲孳生與森林大火的過程都是幾何級數成長，破解之道，亦需讓病媒蚊數目以幾何級數方式下降，島嶼生物地理學的學理與實例表現出這樣的能耐，提供了新的防疫戰略。

圍堵與切穿策略

- 福密歐戰法 (Battle of Rhium, 429 BC)
- 同時由外圍向內攻擊 (孳清)



圍堵與切穿策略

■ 島嶼生物地理學 (Island Biogeography)

□ 研究島嶼上生物多樣性與該島嶼之氣候面積、與大陸的距離等因子間的關係。

由R. Mac Arthur, E.O. Wilson, R.M. May 於 60 年代發展完成。

□ 一島嶼之物種數目受距離效應(distance effect) 與島嶼之面積效應(area effect)所決定。

□ 外來的因素變化 (氣候、人類活動等) 造成的生態擾動(perturbation)會改變物種數量。

圍堵與切穿策略

■ 島嶼生物地理學 (Island Biogeography)

□ 面積效應(area effect) :
面積越大、越圓越利物種發展。

□ $S = cA^Z$

➤ S : 物種數目

➤ c : 常數

➤ A : 面積

➤ Z : 常數，與生物類型有關

□ 島嶼面積變成一半物種減少1/10。

圍堵與切穿策略

- 仿福密歐戰法，外圈圍堵，形成防火牆。
- 依據島嶼生物地理學，以及碎形幾何概念，在不同的地理尺度上不斷重複。
- 內部切穿，形成小塊，同時形成新防火牆，並將病媒蚊棲地破碎化。



圍堵與切穿策略



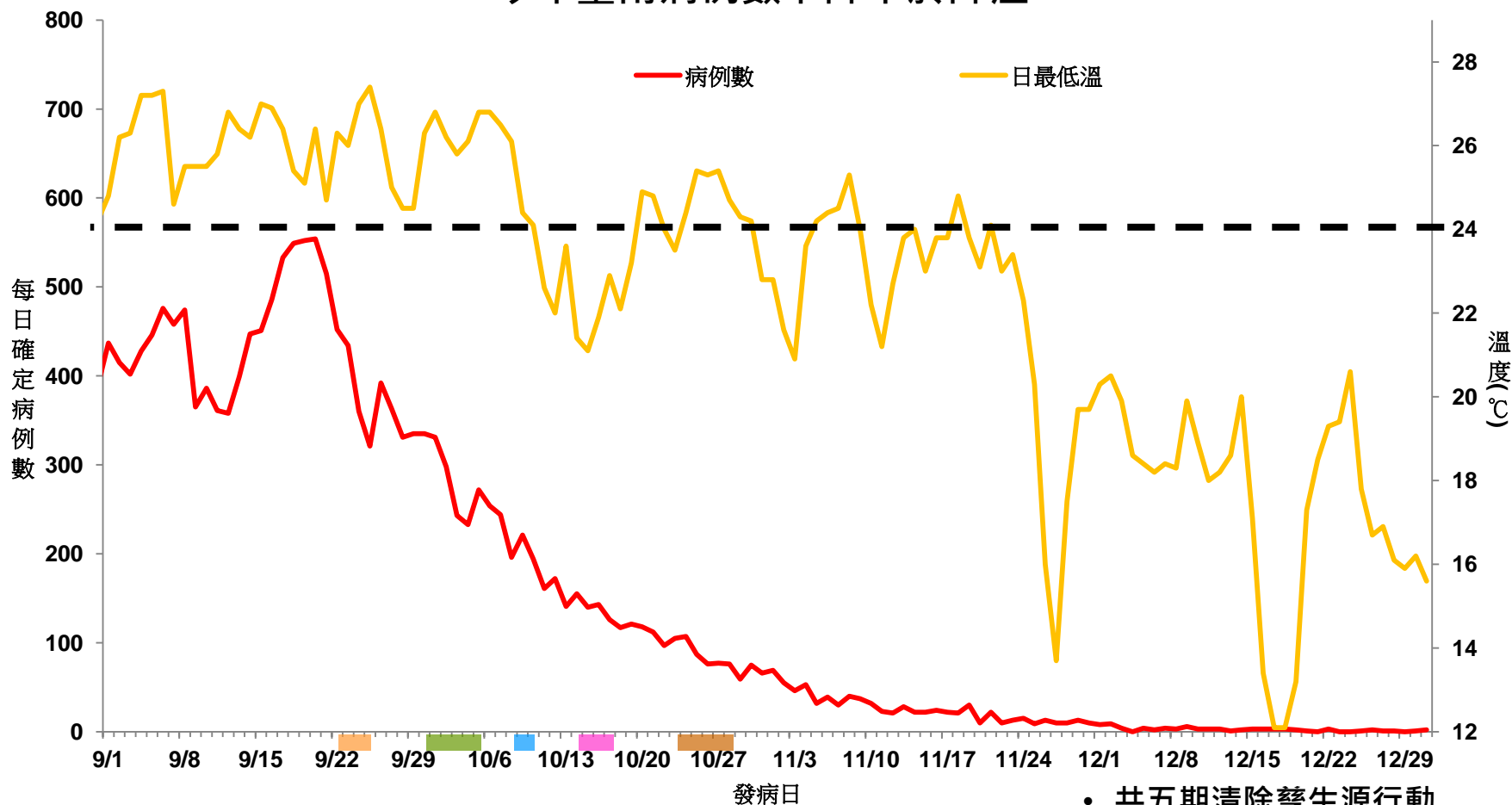
104年策略施行成效評估

■ 圍堵與切穿

- 孳生源清除（包括平面、垂直）
- 環境用藥
- 社區動員
- 環教工作
- 三級複式動員等等...

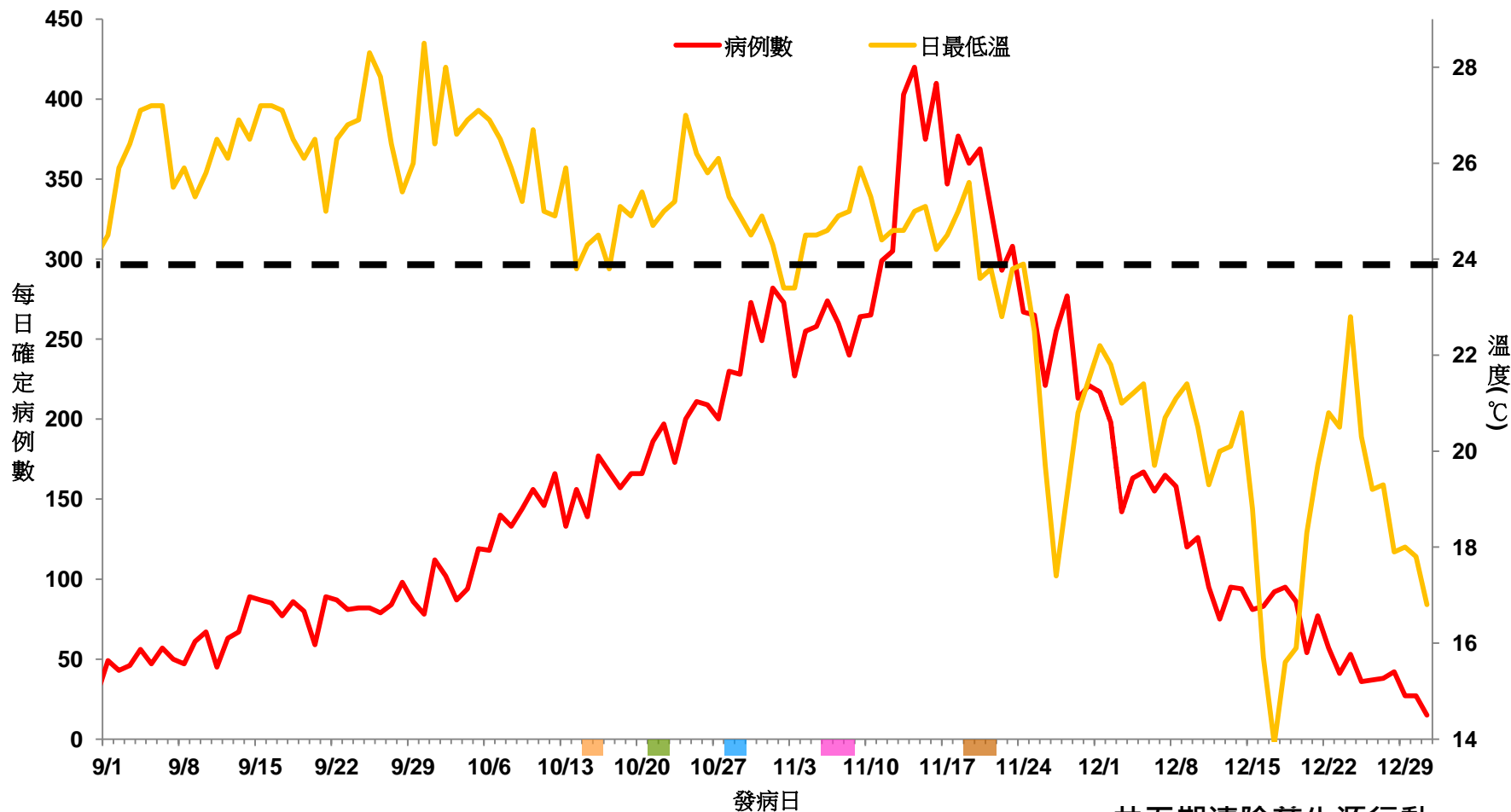
104年9-11月臺南市登革熱病例數與氣候資訊圖

今年臺南病例數下降早於降溫



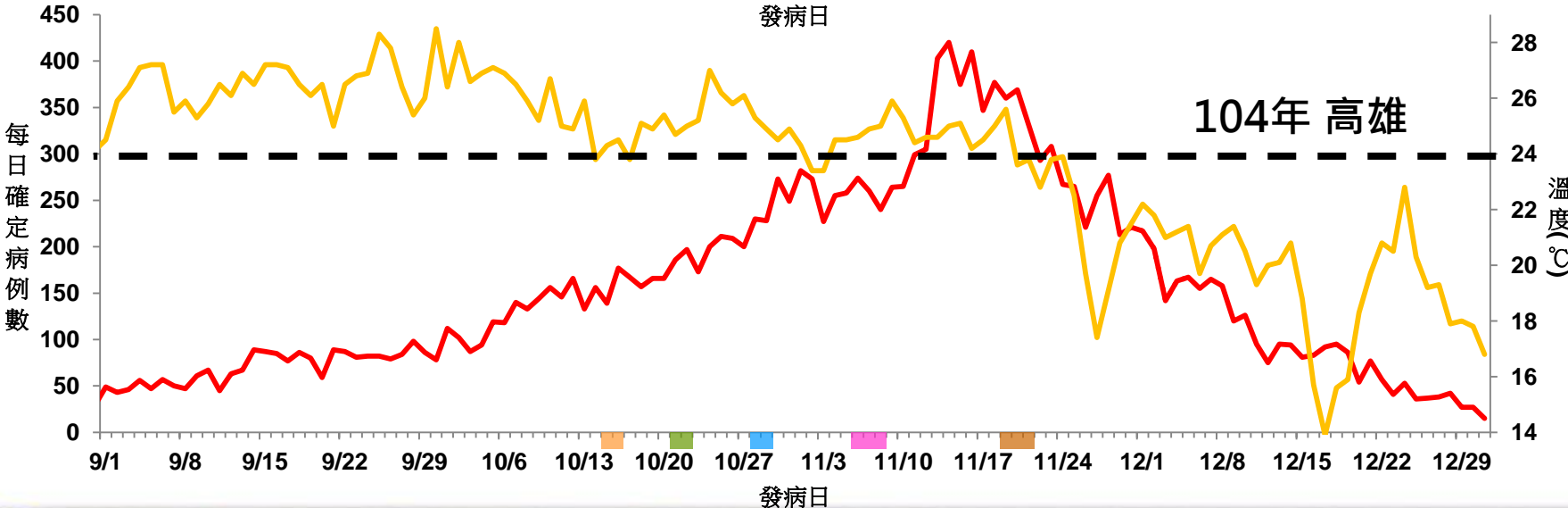
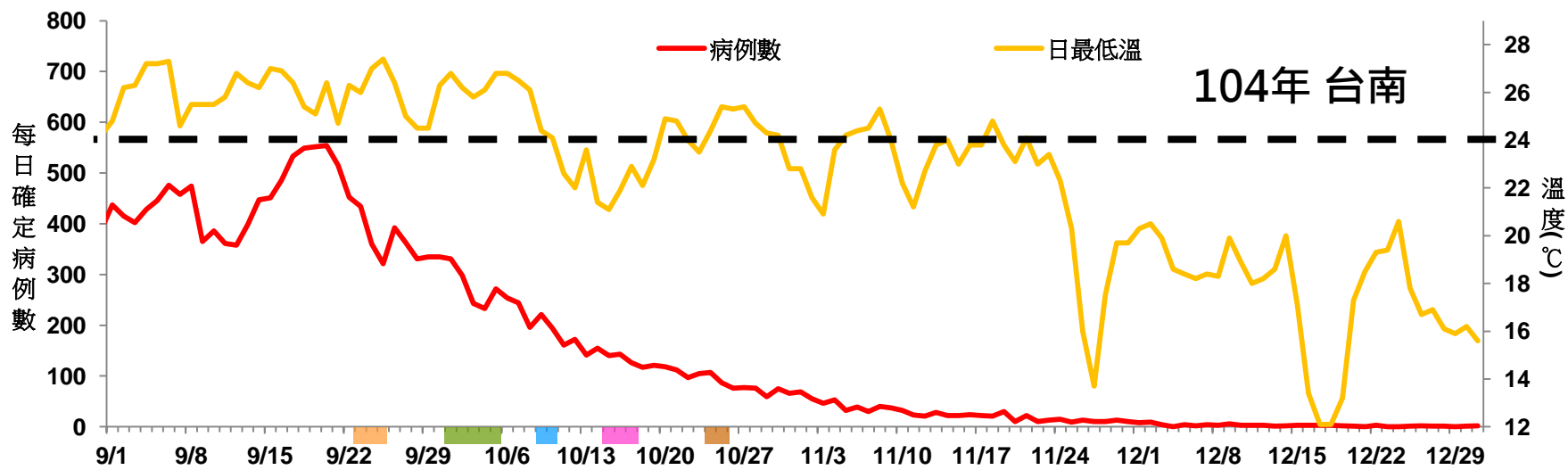
- 共五期清除孳生源行動
- 9/23~25
- 10/1~5
- 10/9~11
- 10/15~17
- 10/24~28

104年9-11月高雄市登革熱病例數與氣候資訊圖



- 共五期清除孳生源行動
- 10/14~15 ■ 10/21~22
- 10/28~29 ■ 11/6~8
- 11/19~21

104年策略施行成效評估



結語與建議

- 每年入夏後之大雨，極可能是病媒蚊擴散之關鍵。
- 病例數隨入冬降溫趨緩，推測關鍵溫度為每日低溫達24度以下。
- 綜觀歷年病例數和氣候資訊，若要有效進行病例數之預測，一併考量氣候資訊會更加準確。
- 檢視臺南市的孳清行動，圍堵與切穿策略十分有成效，病例數下降趨勢早於往年入冬降溫時間。
- 今年入冬時間較晚，可能是導致高雄市到11月病例仍居高不下之原因。

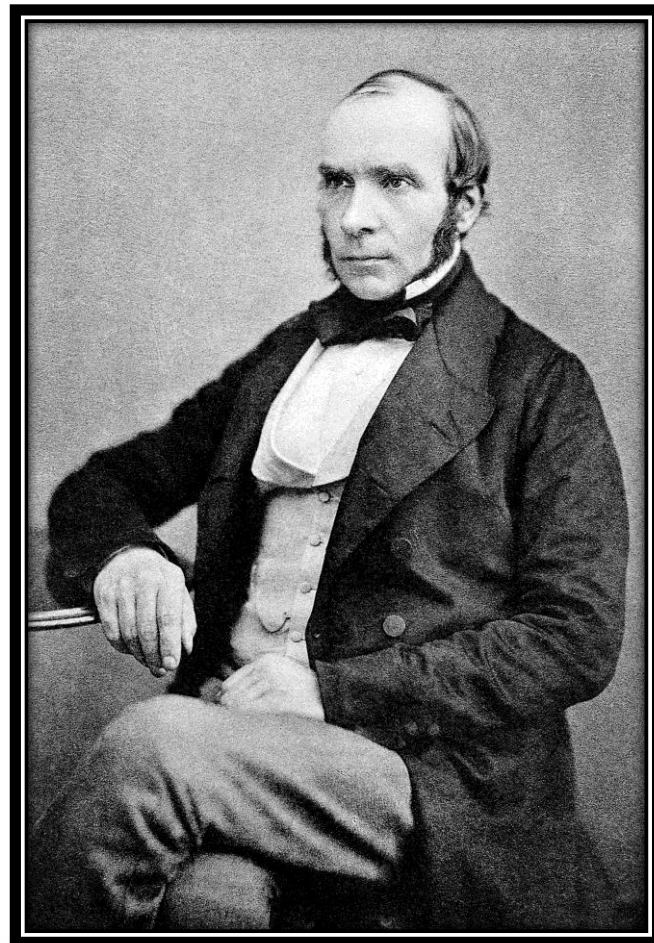
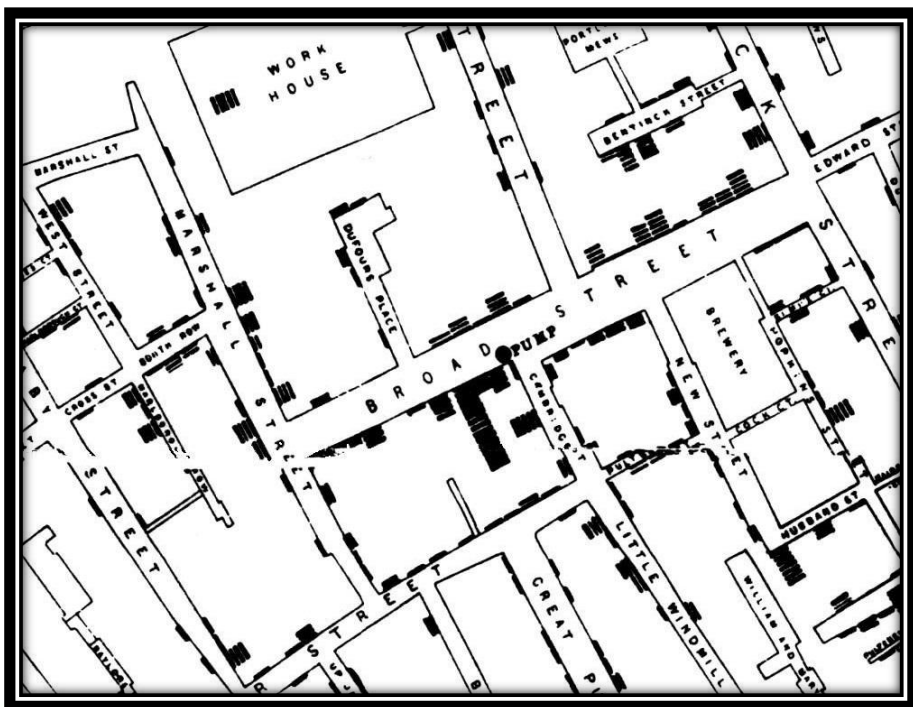


結語與建議

- 近兩年每日病例數激增，很可能代表病毒已根留在本土病媒蚊體內，靠過往病例數少時的單點孳清噴藥方式可能已不足以因應。
- 因應方法：
 - 在入夏初期病例仍低時，以傳統方式因應。
 - 大雨過後，適當投入快篩劑有效作為群聚感染之示警。
 - 搭配較大範圍的圍堵與切穿，以達到預防的效果。
- 密切注意氣候訊息，及早作為以避免疫情蔓延。

霍亂幽靈地圖

- 約翰·斯諾 (John Snow , 19世紀 , 英國)
- 麻醉學和公共衛生醫學開拓者。
- 運用時間、空間和統計學，成功遏止倫敦的霍亂蔓延。



以上報告

■ 敬請大家不吝指教，謝謝。

