

# 高雄市都會區夏季溫濕效應與 人體舒適度之研究

鄧財文  
莊福泰

中央氣象局恆春氣象站  
高雄市立瑞祥高中

103年天氣分析與預報研討會

# 大綱

- 壹、研究動機、目的與資料
- 貳、研究理論
- 參、結果
- 肆、討論
- 伍、結論與未來研究

# 研究動機、目的與資料

- 高雄市氣候特徵-熱帶季風氣候
- 夏季最高氣溫 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 的日數

地名	五月	六月	七月	八月	九月	合計
臺南	24.0	25.6	28.5	28.0	26.9	180.7
高雄	22.8	25.1	28.2	27.1	26.3	165.7
嘉義	21.2	25.6	28.8	28.0	25.2	163.2
恆春	23.0	24.7	27.5	26.3	23.6	164.3

(資料來源:氣象局官網, 1981-2010)

- 夏季(5-9月)平均相對濕度76.9~80.5%

# 研究動機、目的與資料

- 高雄都會區高溫+高濕環境

- 1. 人體舒適度？如何量化？
- 2. 量化指數-溫濕指數(THI)
- 3. 指數年際變化(全球暖化?)
- 4. 高指數天氣類型及特徵



- 資料:1983-2012年高雄氣象站氣象觀測資料

# 研究理論

## 一、人體熱平衡機制與溫、濕度

- $T_{\text{空氣}} = 28^{\circ}\text{C} \rightarrow T_{\text{皮膚}} = 34^{\circ}\text{C}$  熱平衡/舒適
- $T_{\text{空氣}} \geq 28^{\circ}\text{C} \rightarrow$  血管擴張  $\rightarrow$  散熱
- $T_{\text{空氣}} > 30^{\circ}\text{C} \rightarrow$  排汗散熱 不舒適增加
- $T_{\text{空氣}} > 35^{\circ}\text{C} \rightarrow$  調節失衡  $\rightarrow$  中暑、熱衰竭
- 排汗  $\sim$  相對溼度及風速  
(高雄市夏季平均風速 2.3  $\sim$  2.6 m/s)

# 研究理論

## 二、溫濕指數(Thom, G. C., 1959, Discomfort Index, DI)

$$THI = T - 0.55(1 - 0.01RH)(T - 14.5)$$

---

指數範圍	21以下	21.1-23.9	24.0-26.9	27.0-29.4	29.5以上
人體舒適度	舒適(0%)	稍熱	熱(50%)	悶熱(100%)	酷熱(易中暑)

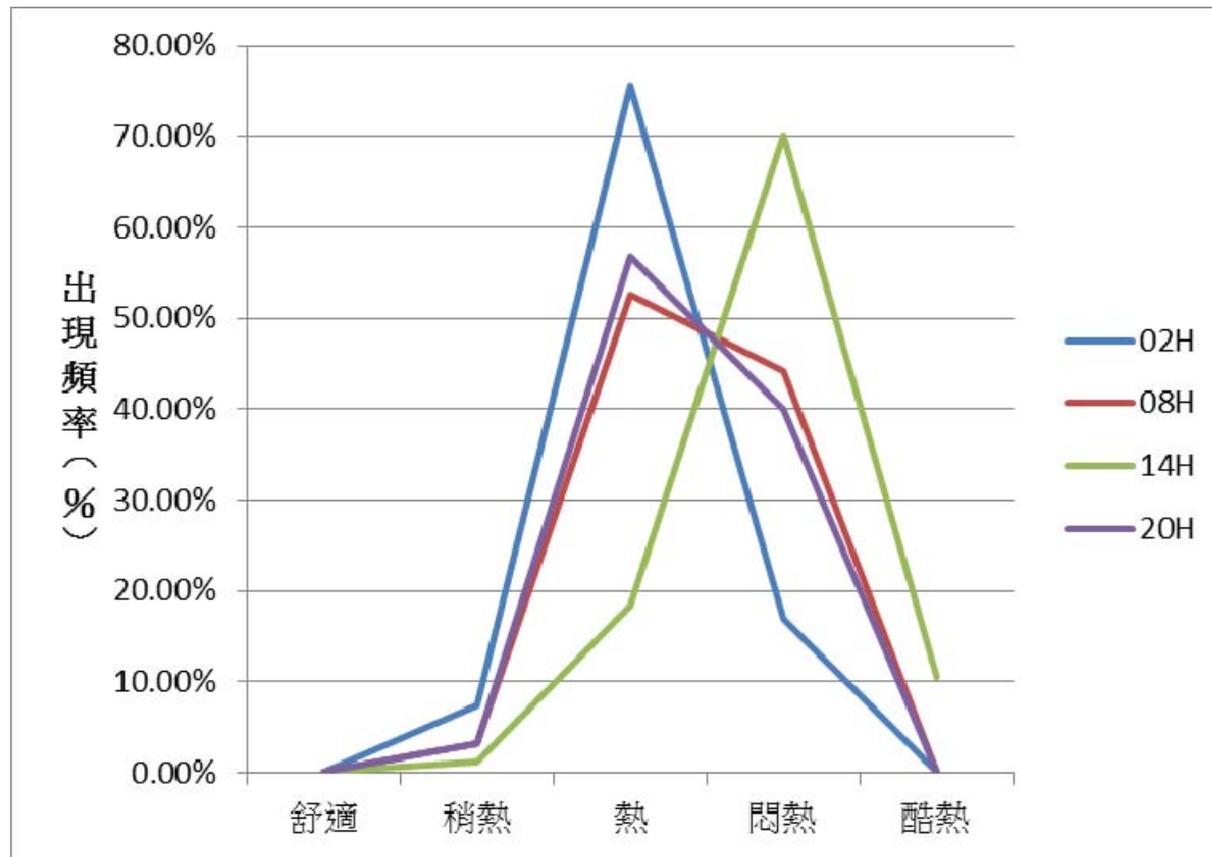
---

# 研究理論

- 不同時段的溫溼度指數對居民的影響不同
- 02H：THI的高低對居民夜間休息影響很大，若THI高，濕熱的環境條件使居民難以得到充分的休息，影響次日的工作。
- 08H：大約是居民外出工作的出行時間，THI高低基本上決定了一天內工作時不舒適感的時間長短
- 14H：處於一天中THI最高的一段時間，不舒適程度最強，極端的高溫高濕容易導致熱中暑的發生。
- 20H：將開始休息，較高的THI不利於工作疲勞的恢復，特別是長時間的處於高THI的環境中，容易對老年體弱者和兒童造成熱傷害。

# 結果

## 一、各時段THI統計分布



# 各時段THI頻率分布

人體舒適度(THI)	舒適(<21)	稍熱(21~23.9)	熱(24~26.9)	悶熱(27~29.4)	酷熱(>29.5)
02H	0.07%	7.41%	75.60%	16.93%	0.00%
08H	0.07%	3.20%	52.55%	44.18%	0.00%
14H	0.00%	1.11%	18.39%	70.09%	10.41%
20H	0.02%	3.25%	56.84%	39.89%	0.00%

時段	溫度(°C)	相對溼度(%)	THI
02H	27.0	83.7	25.9
08H	28.3	78.7	26.6
14H	30.6	72.2	28.1
20H	28.0	79.7	26.5

# 各時段THI頻率分布

- 1983~2012高雄市夏季各時段之相對濕度、氣溫分布

時段	<60%	60%~70%	70%~80%	80%~90%	>90%
02H	0.11%	1.81%	23.59%	57.10%	17.39%
08H	0.31%	9.50%	48.74%	31.13%	10.33%
14H	3.53%	38.89%	41.13%	10.50%	5.95%
20H	0.70%	6.99%	43.22%	37.78%	11.31%

時段	<26°C	26°C~29°C	29°C~32°C	32°C~35°C	>35°C
02H	22.18%	71.66%	6.17%	0.00%	0.00%
08H	9.52%	52.05%	38.30%	0.13%	0.00%
14H	4.10%	14.05%	55.56%	25.95%	0.35%
20H	10.76%	58.76%	30.44%	0.04%	0.00%

# 各時段THI頻率分布

- 白天高THI與高的氣溫有關
- 14時酷熱日=498天(93% $\geq$ 32°C)

溫度	<26°C	26°C~29°C	29°C~32°C	32°C~35°C	>35°C
百分比	0.00%	0.00%	6.28%	90.38%	3.35%

相對濕度	<60%	60%~70%	70%~80%	80%~90%	>90%
百分比	5.23%	49.58%	43.31%	1.88%	0.00%

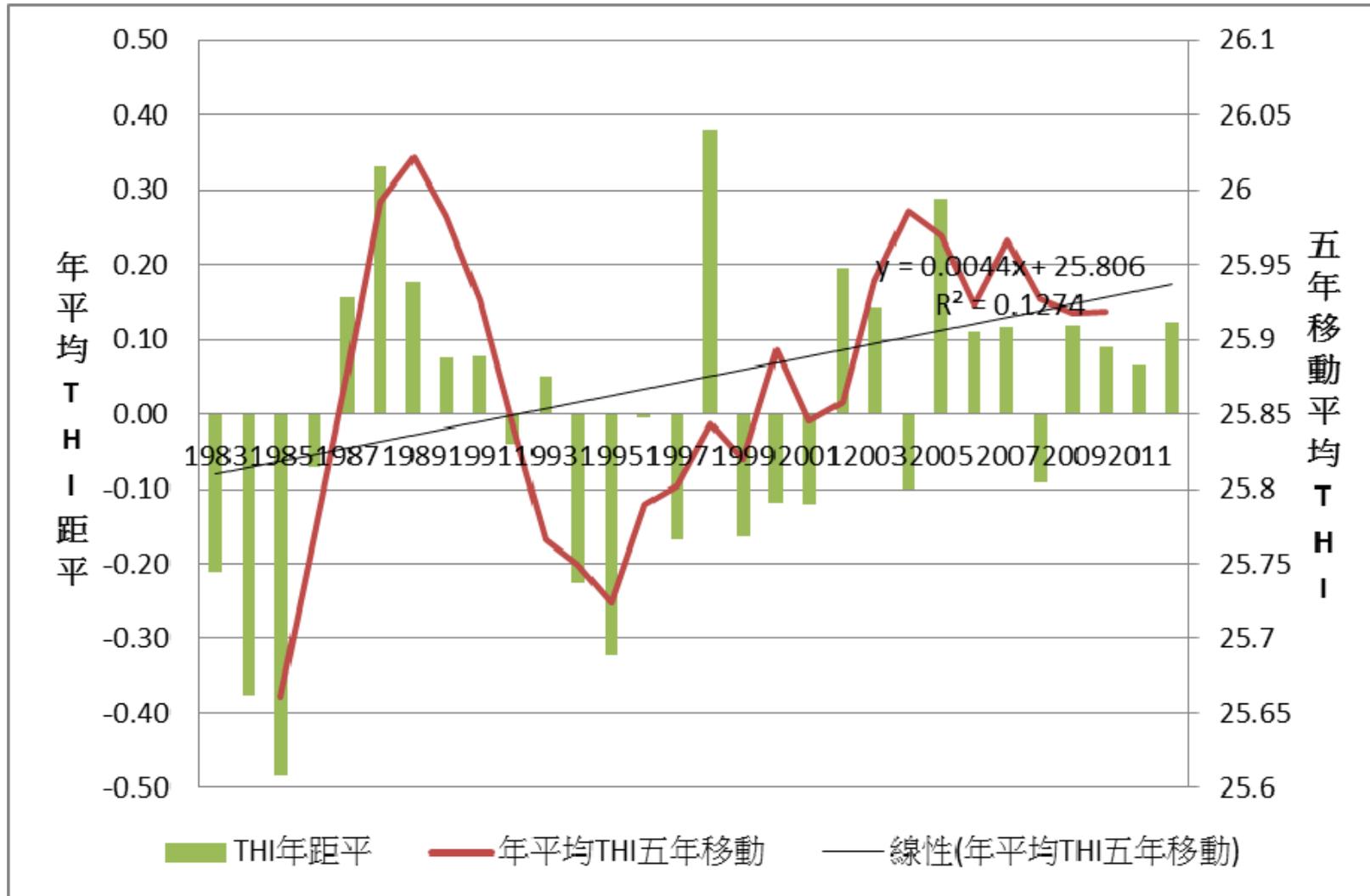
# 各時段THI頻率分布

- 一天之中持續性悶熱以上不舒適感

項目	02H、08H、14H、20H均達悶熱以上	08H、14H、20H均達悶熱以上
日數	571 天	1366 天
頻率	12.44%	29.76%

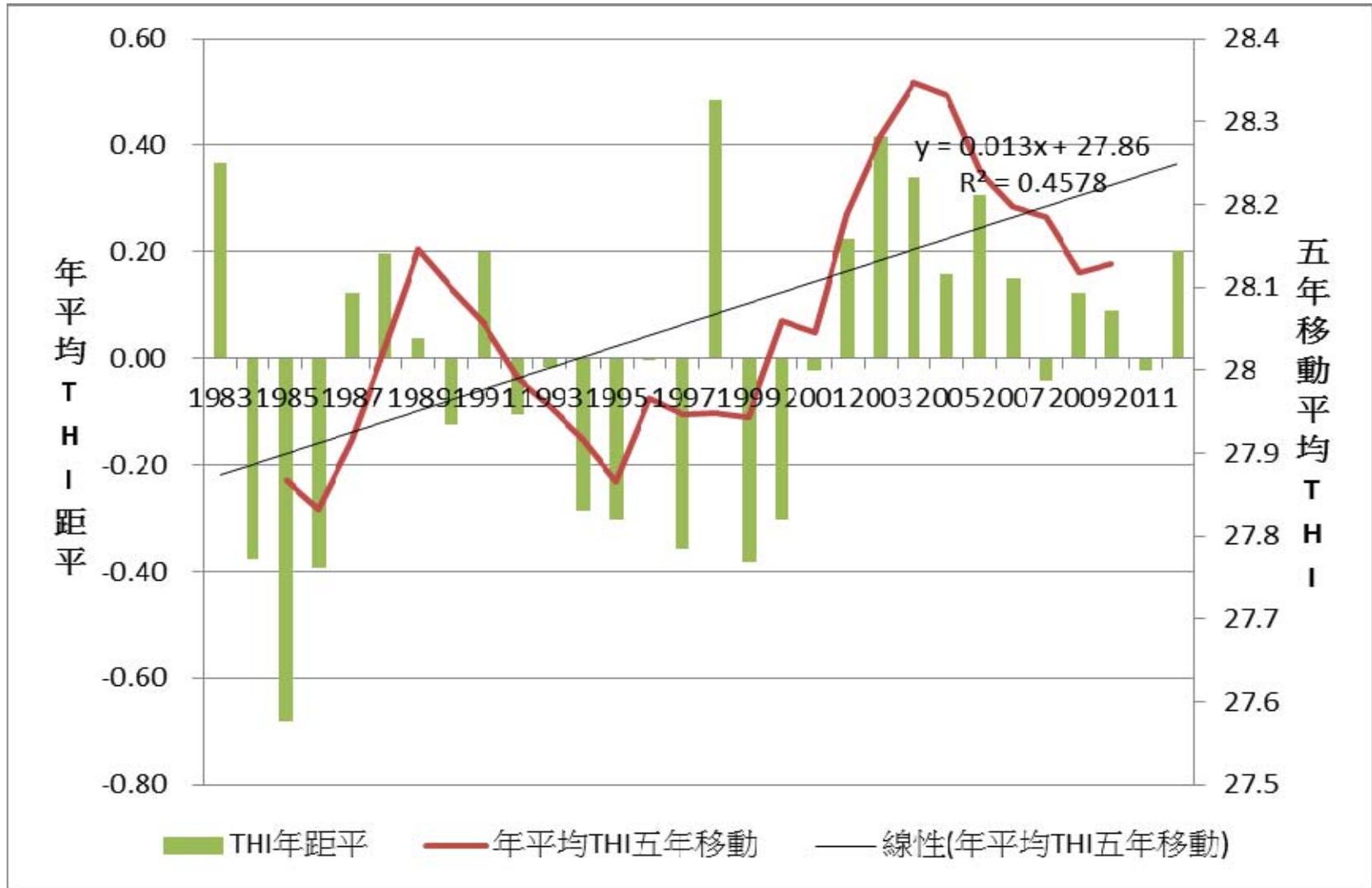
# 溫溼指數與溫度之年際變化

## (一)02時THI



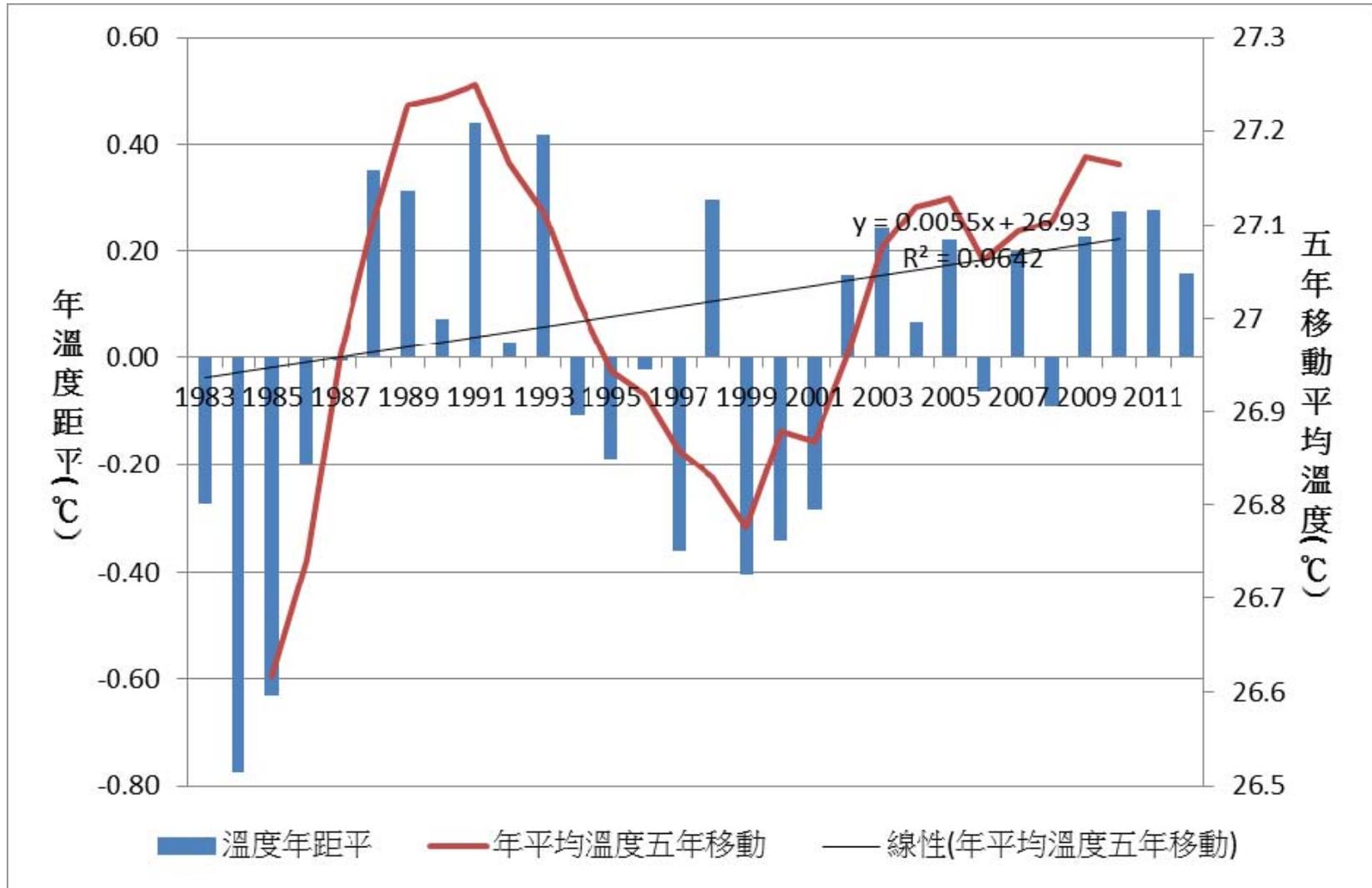
# 溫溼指數與溫度之年際變化

## (二)14時THI



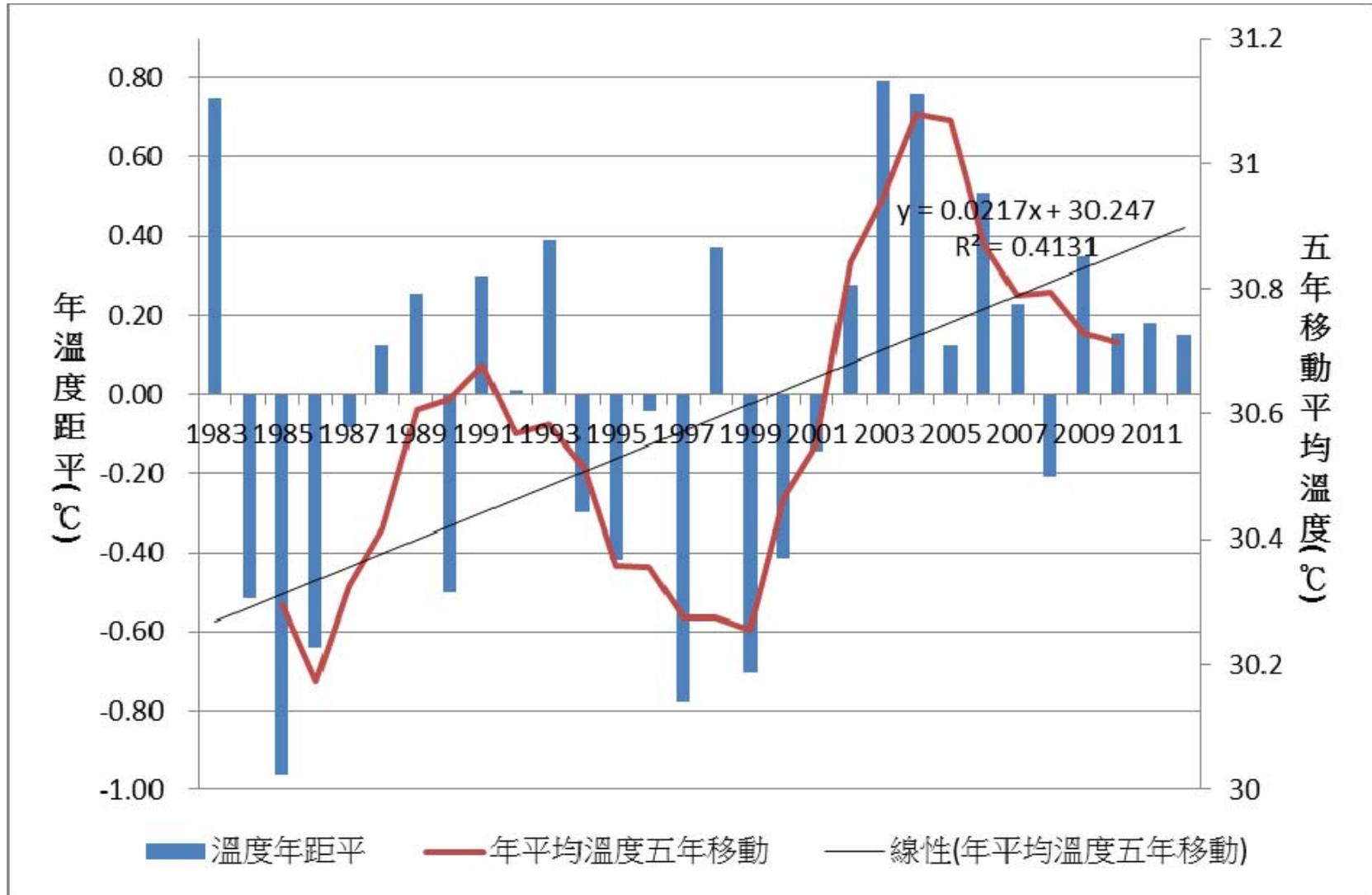
# 溫溼指數與溫度之年際變化

## (三)02時溫度



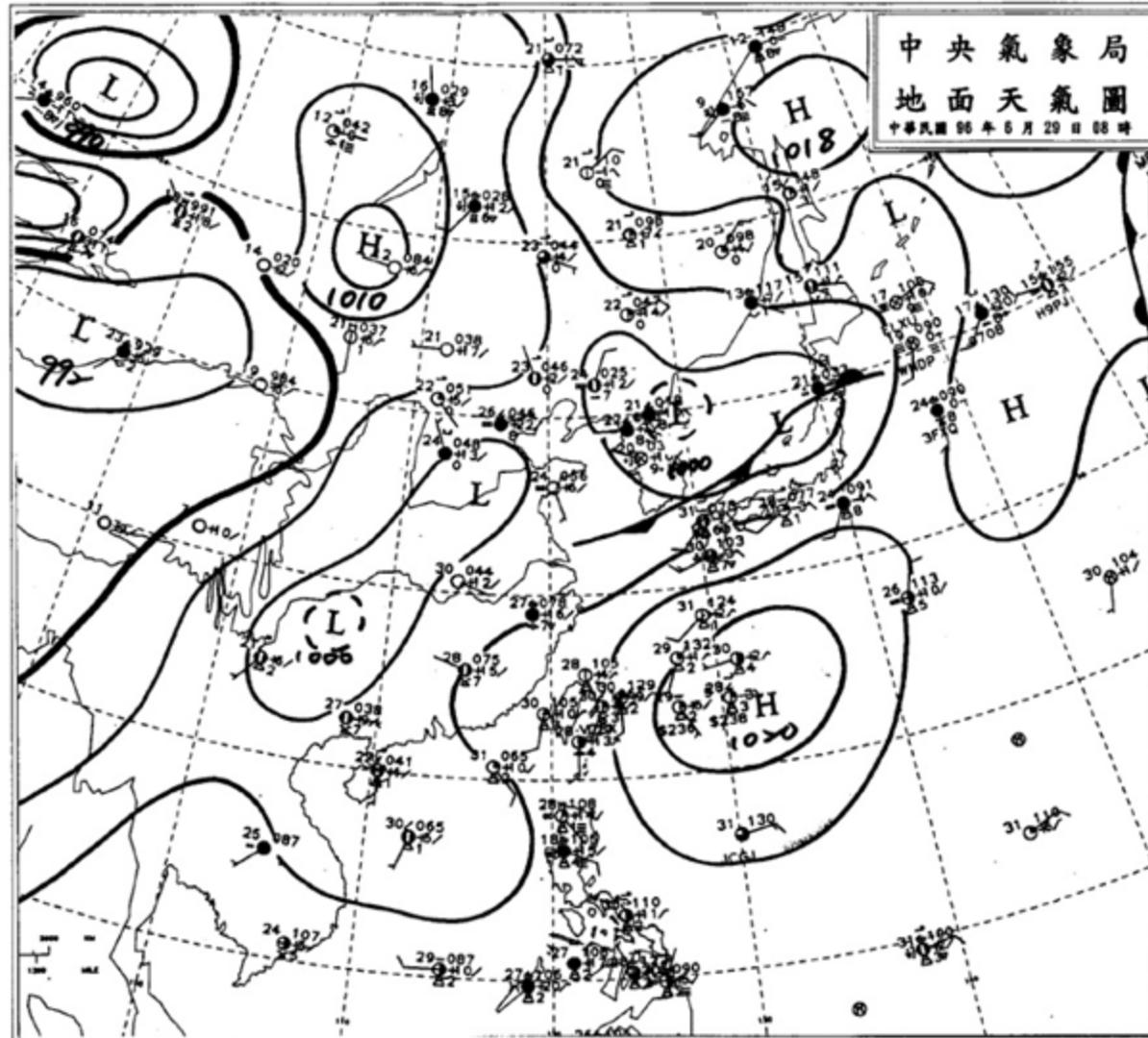
# 溫溼指數與溫度之年際變化

## (四)14時溫度

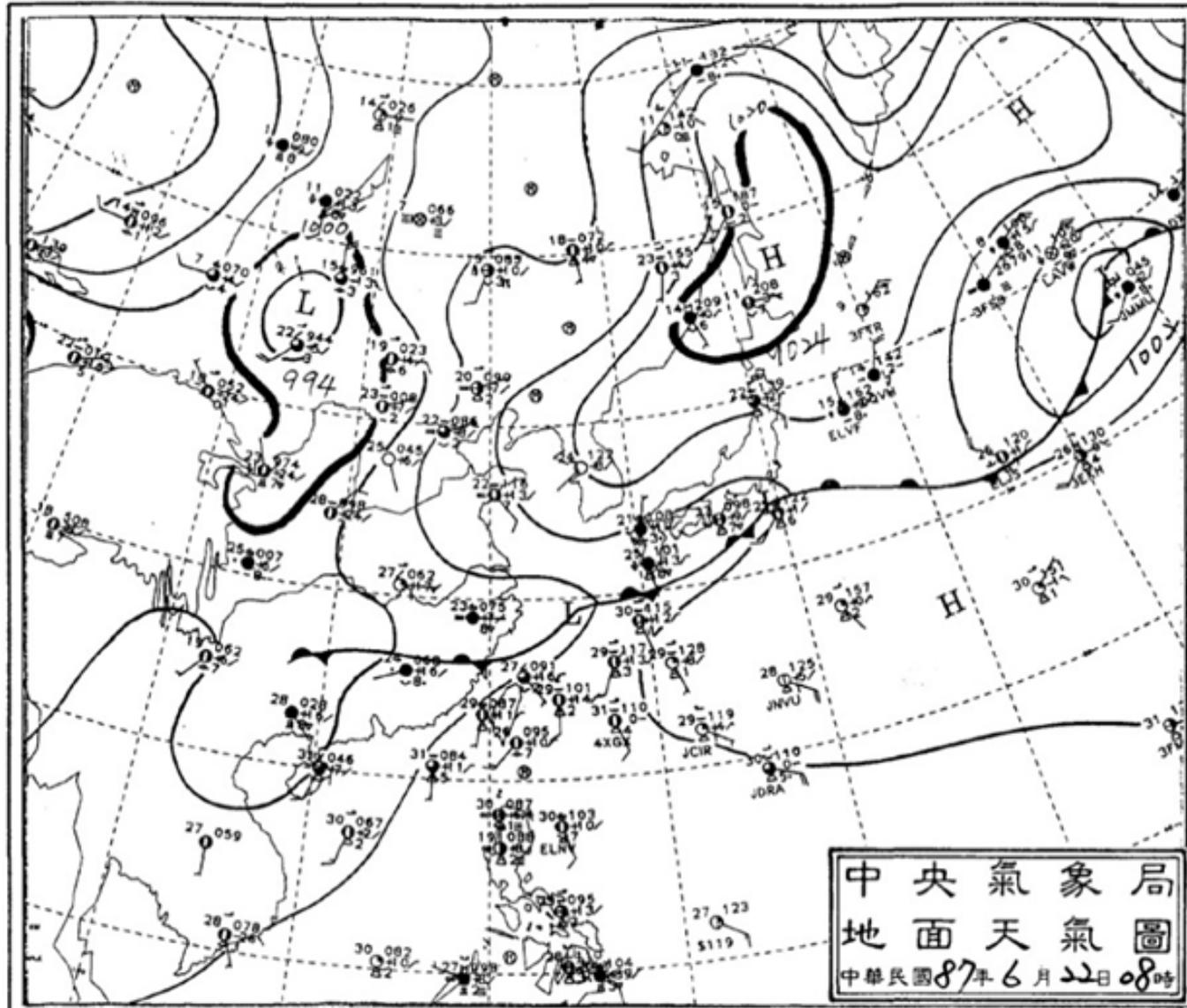


# 高溫濕天氣類型

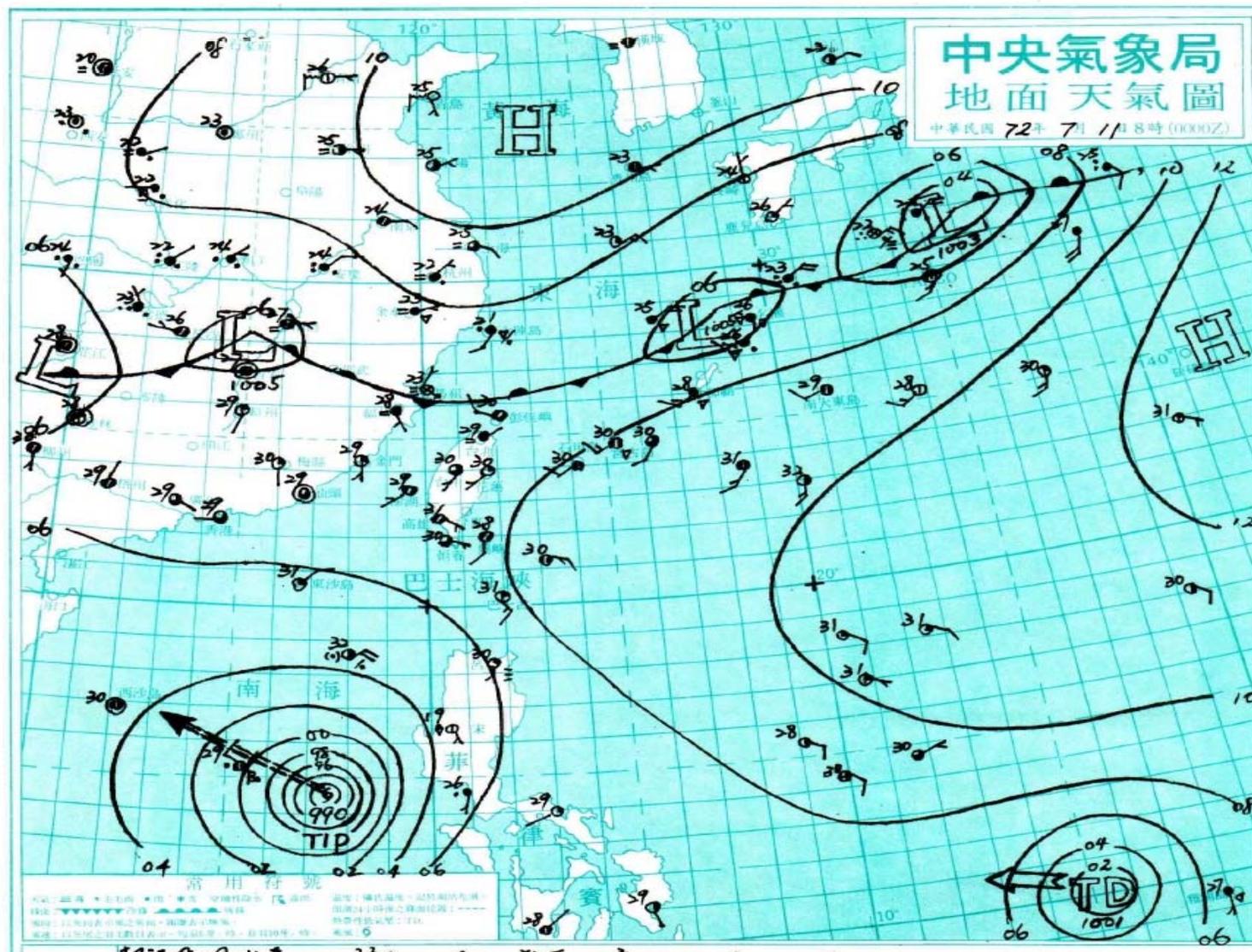
- 一、太平洋高壓型



## 二、鋒面前暖區型

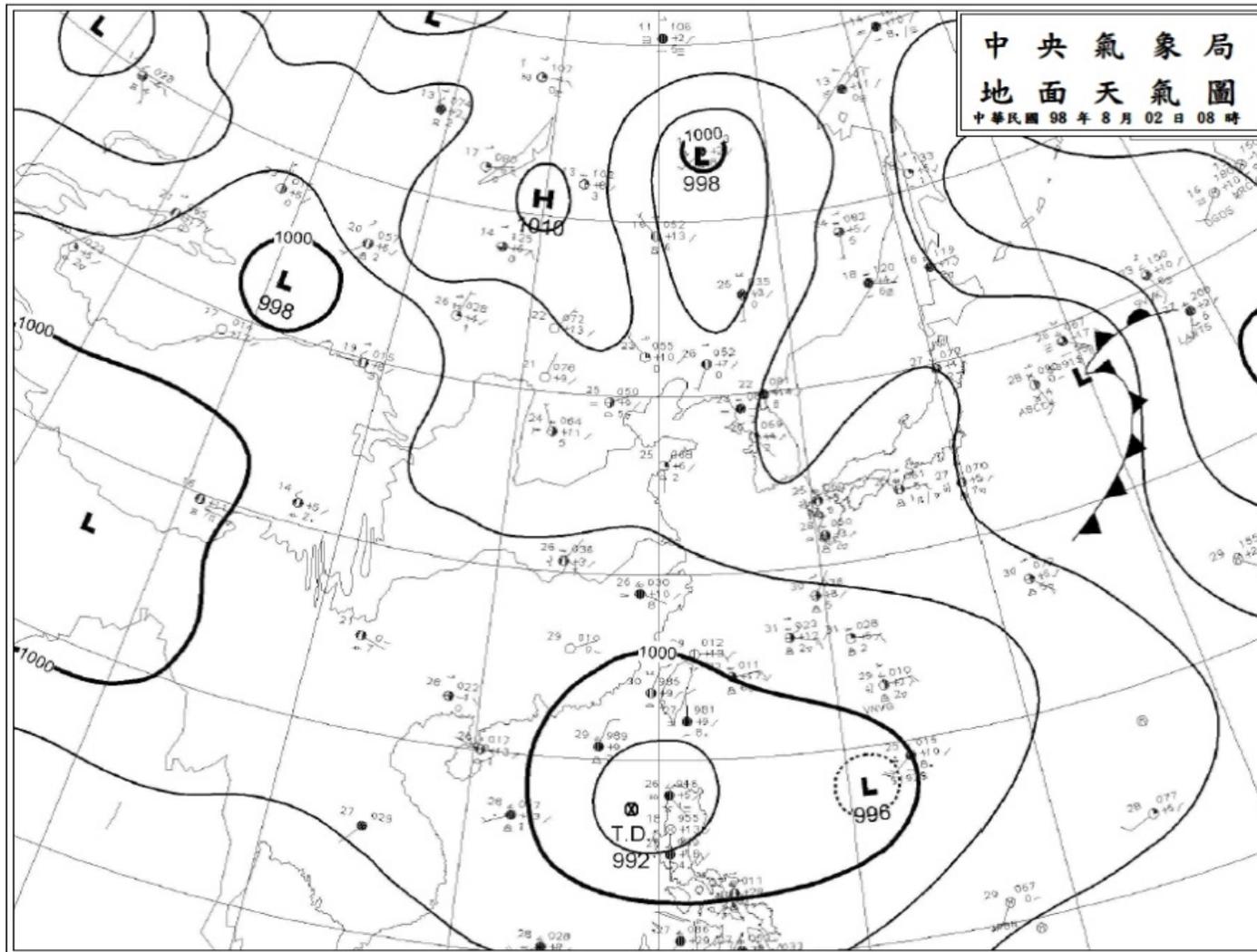


### 三、西行颱風搭配太平洋高壓型



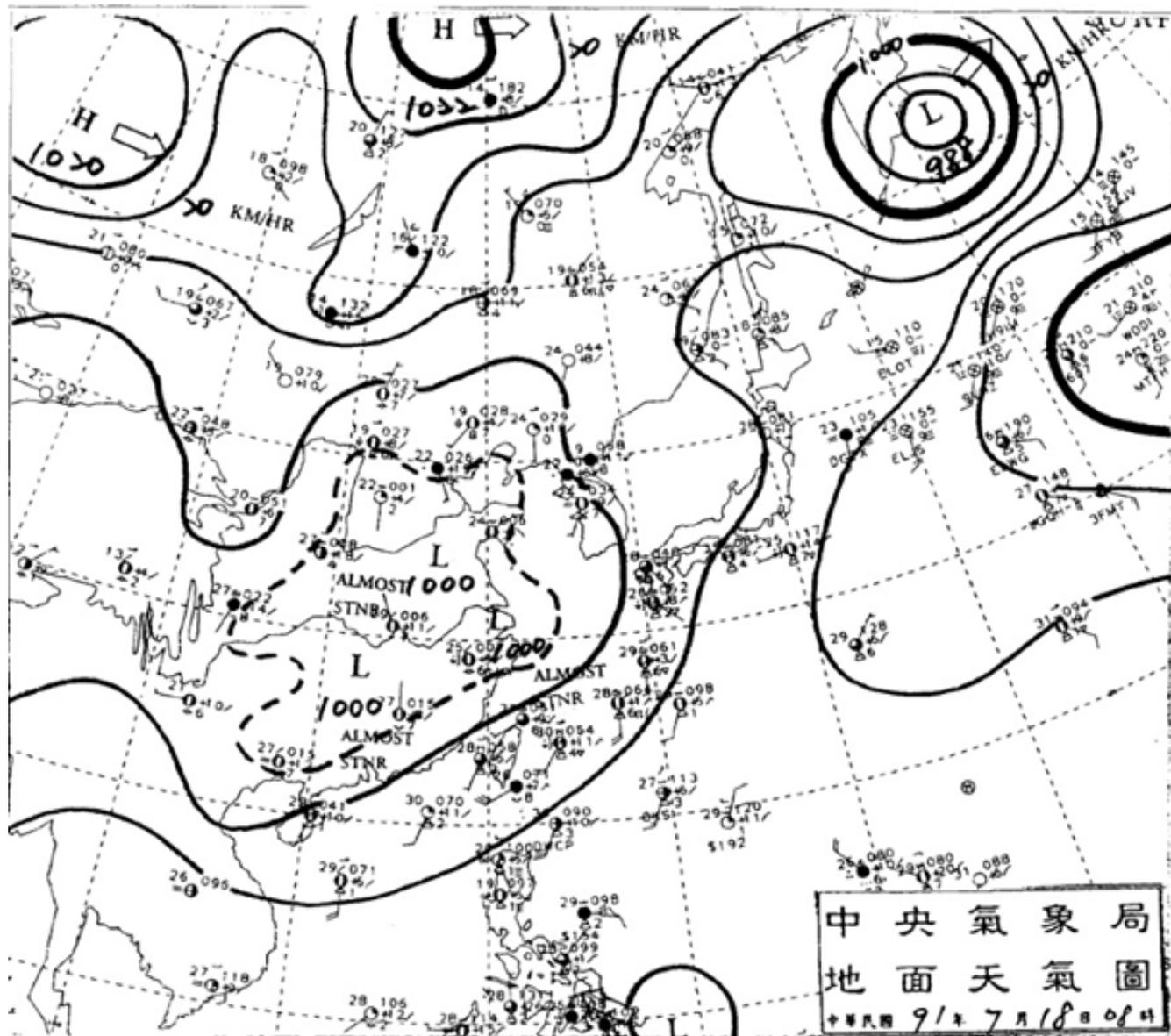


## 四、南方低壓擾動型



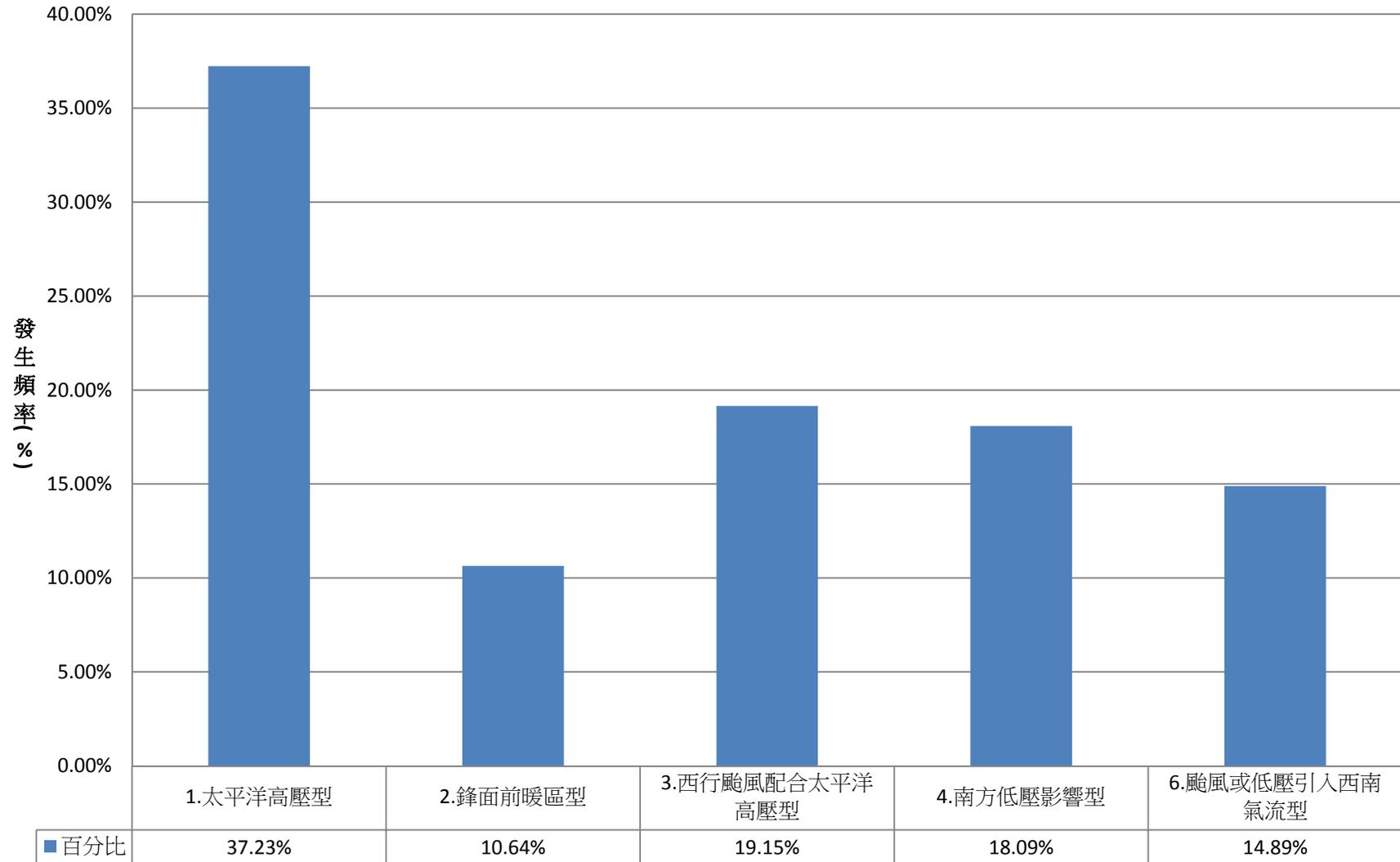
- 熱低壓出現在台灣南方海域與呂宋島一帶
- 與第三型比較，氣溫較低，濕度較高

# 五、颱風或低壓引進西南氣流型

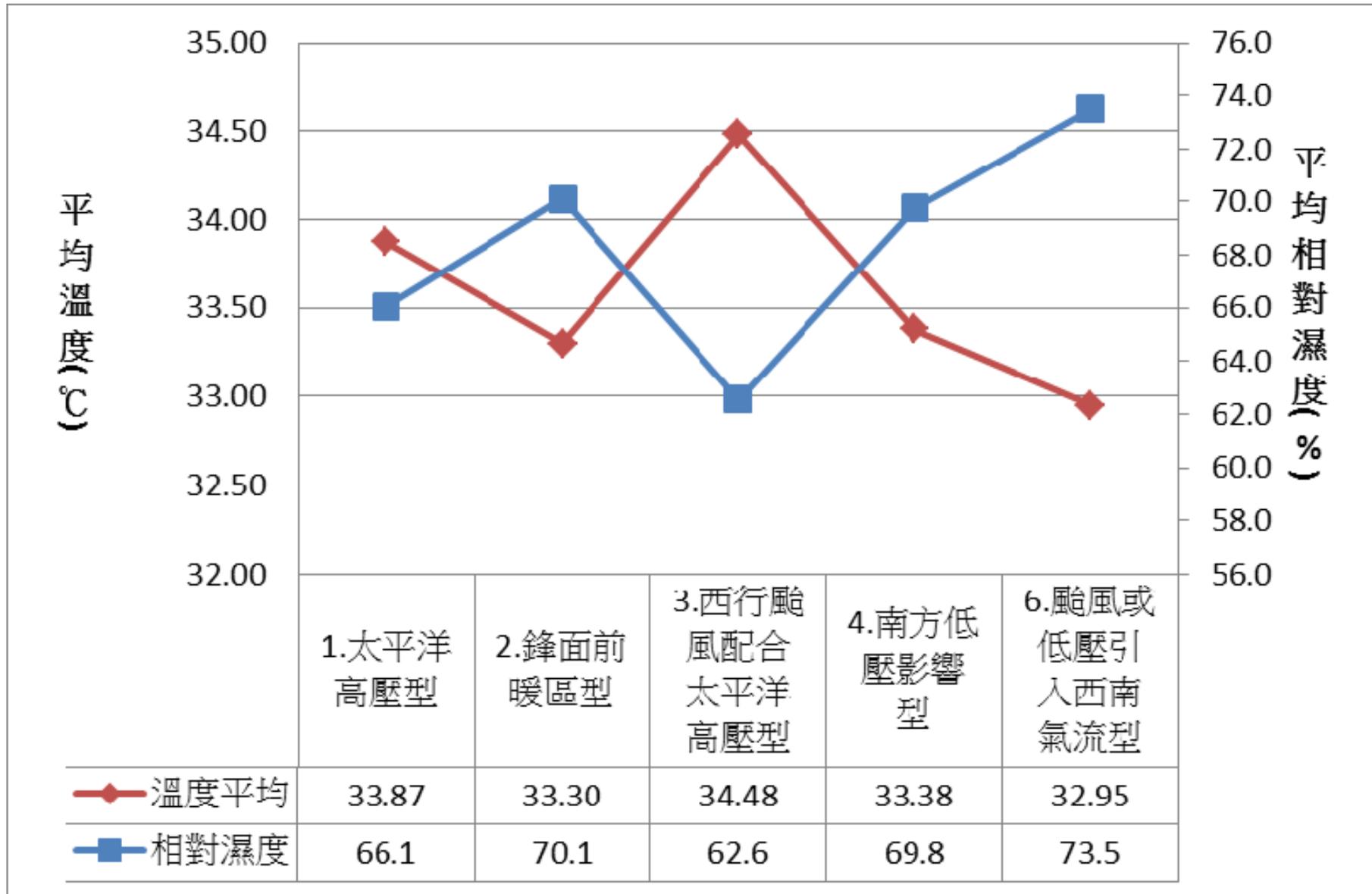


- 高濕西南風
- 濕度最大

# 各天氣類型出現頻率



# 各天氣類型溫溼度比較



# 討論

一、夜間高溫濕指數不利睡眠與休息，  
02時熱不舒適比例達92%，20時則高達  
97%。

二、白天08時熱不舒適比例高達96.7%  
14時則達98.9%

幾乎整個夏季都在高溫濕不舒適狀態  
14時酷熱頻率達10.4%，戶外工作有  
熱中暑危險

# 討論

- 三、夜間高溫濕不舒適-高濕度造成
- 02時-83.7%
- 20時-79.7%
- 白天高溫濕不舒適-高溫造成

14時-30.6度(平均)

$\geq 32^{\circ}\text{C}$  26.3%

# 討論

- 四、持續長時間不舒適

- 全天 12.4%

- 8AM-8PM 29.8%

- 五、高溫濕指數與氣溫呈現升高趨勢，白天大於夜間

- 14時 0.013/yr (THI)

- 0.022°C/yr (>0.014/yr)

# 討論

- 六、高溫濕指數五大天氣類型，
  - 1. 太平洋高壓型，
  - 2. 鋒面前暖區型，
  - 3. 西行颱風配合太平洋高壓型，
  - 4. 南方低壓影響型，
  - 5. 颱風或低壓引入西南氣流型
  
- 14時-酷熱預防

# 結論與未來研究

- 由過去1983~2012年高雄市夏季逐時氣象觀測資料分析顯示，高雄市都會區是一個高溫溼指數的地區，夏季夜間雖然人體舒適度稍微減緩，但白天幾乎都有持續性的高溫溼指數，對於戶外工作、戶外活動和運動(尤其是學校體育課的安排)都應注意各項預防中暑的措施。
- 近30年高雄市夏季的溫溼指數和氣溫的逐年上升速度，初步觀察比台灣都會地區百年平均值要高，未來可將溫溼指數的研究擴及全年和其他城市，進一步探討是高雄市的獨特的現象還是近代升溫速度的加速，或是其他因素的影響。
- 本研究提出高溫溼指數發生的五大類天氣狀態，可進一步研究這五大類天氣型態不同溫溼指數的分布頻率，以進一步理解這五大類天氣型態產生高溫溼指數天氣的機率。
- 高雄三伏天氣的氣候學定義與劃分
- 台南都會區對比研究