

# 香港極端風力、降雨及溫度的長期趨勢

Long Term Trends of Extreme Winds, Rainfall  
and Temperature in Hong Kong

珠三角氣候變化及氣候預報工作坊

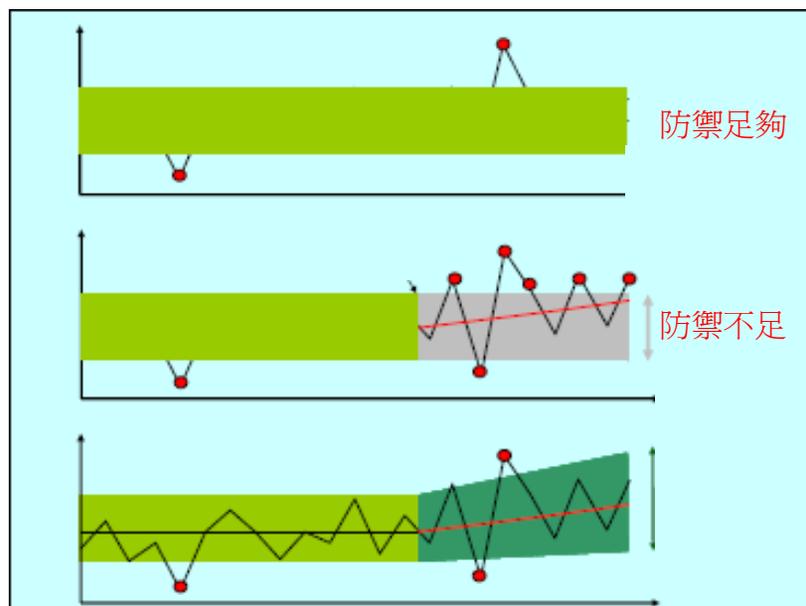
2008年12月15-16日

# 2008年的極端天氣

- 40年來最長的寒潮：1月24日至2月16日
- 破紀錄的一小時雨量：6月7日（145.5mm）
- 最暖的10月：平均氣溫26.5°C
- 4個熱帶氣旋需要發出8號烈風或暴風信號：  
自1999年以來最多

# 極端事件

- 發生率極低的事件
- 必須以長期觀測資料的統計為基礎
- 有沒有長期趨勢？



# 極端事件辨識方法

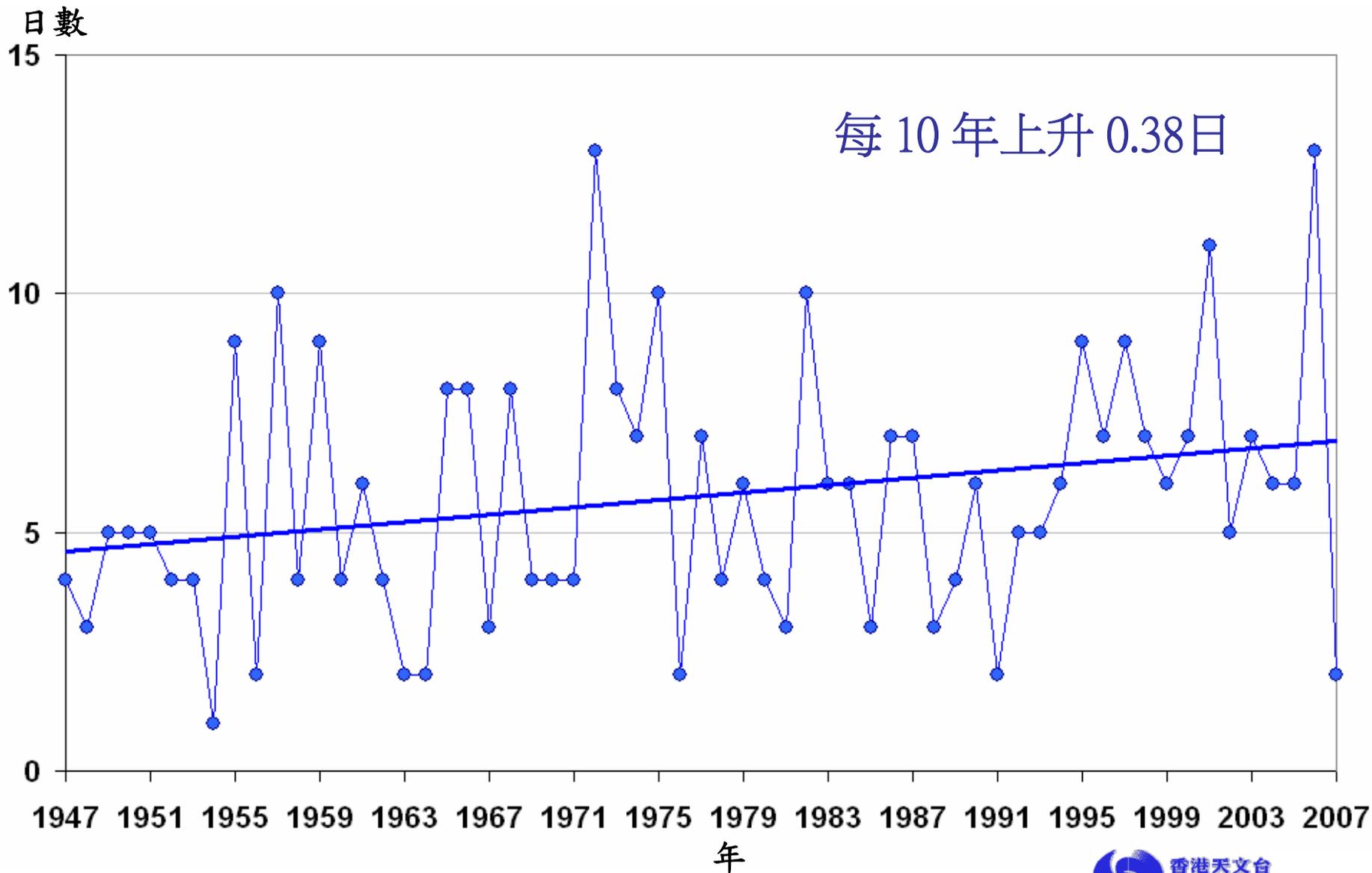
- 極端值指數法
- 極端值統計理論

# 極端值指數法

- 酷熱日數 - 該日的最高氣溫在 33 度或以上
- 寒冷日數 - 該日的最低氣溫在 12 度或以下
- 熱夜日數 - 該日的最低氣溫在 28 度或以上
- 大雨日數 - 該日曾出現每小時超過30 毫米的雨量

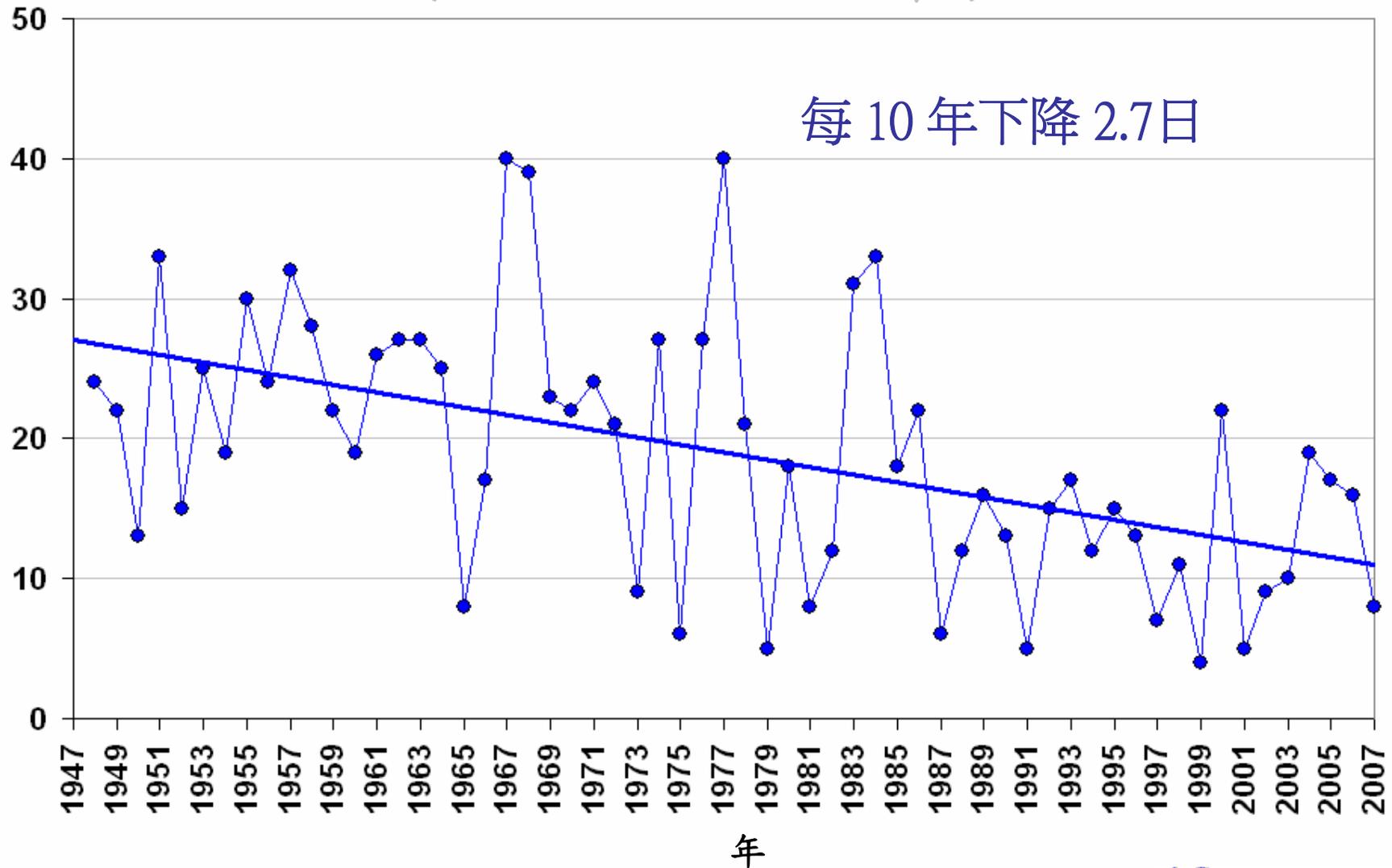
有沒有長期趨勢？

# 天文台總部大雨日數 (1947-2007年)

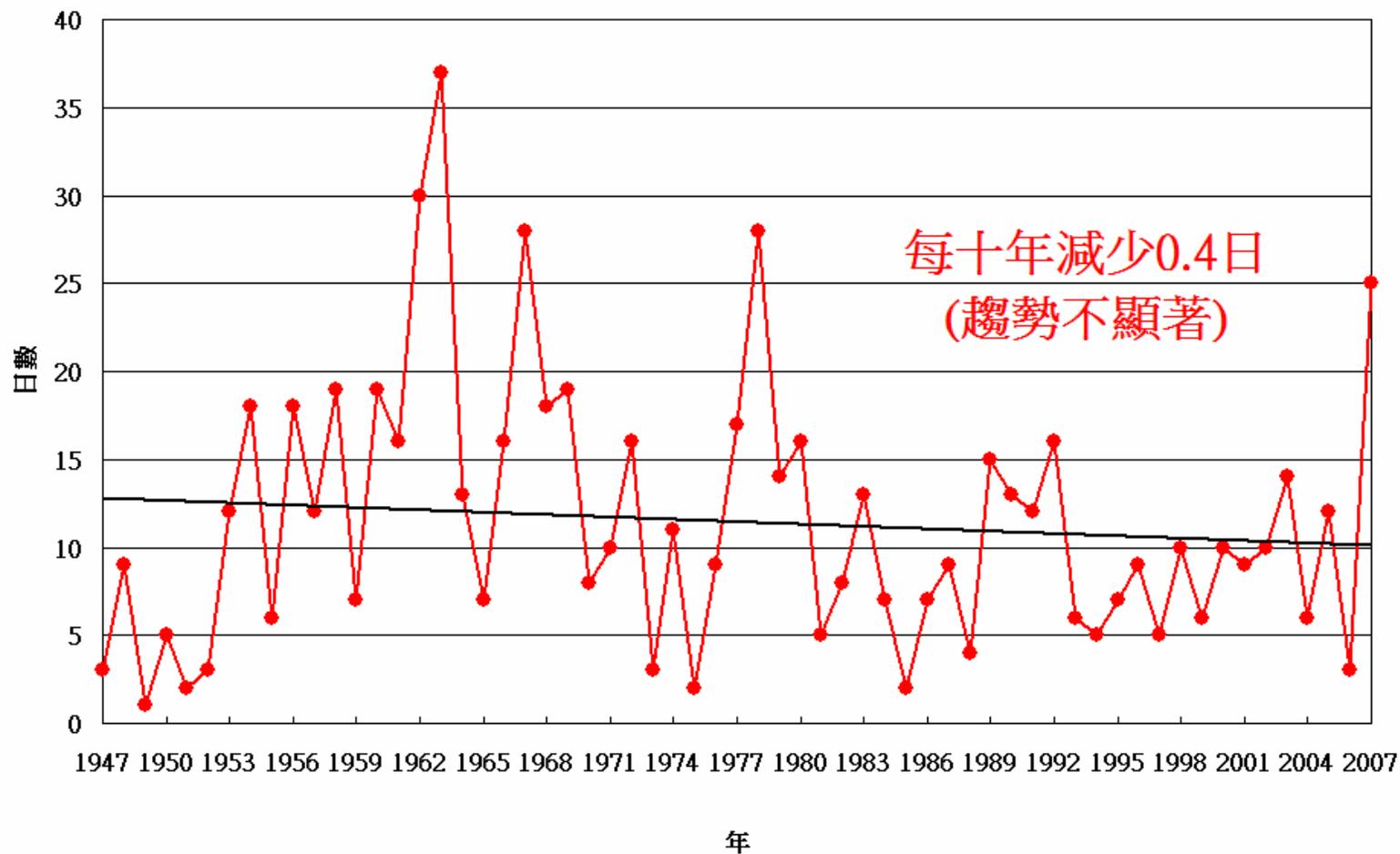


# 天文台總部冬季寒冷日數 (1947-2007年)

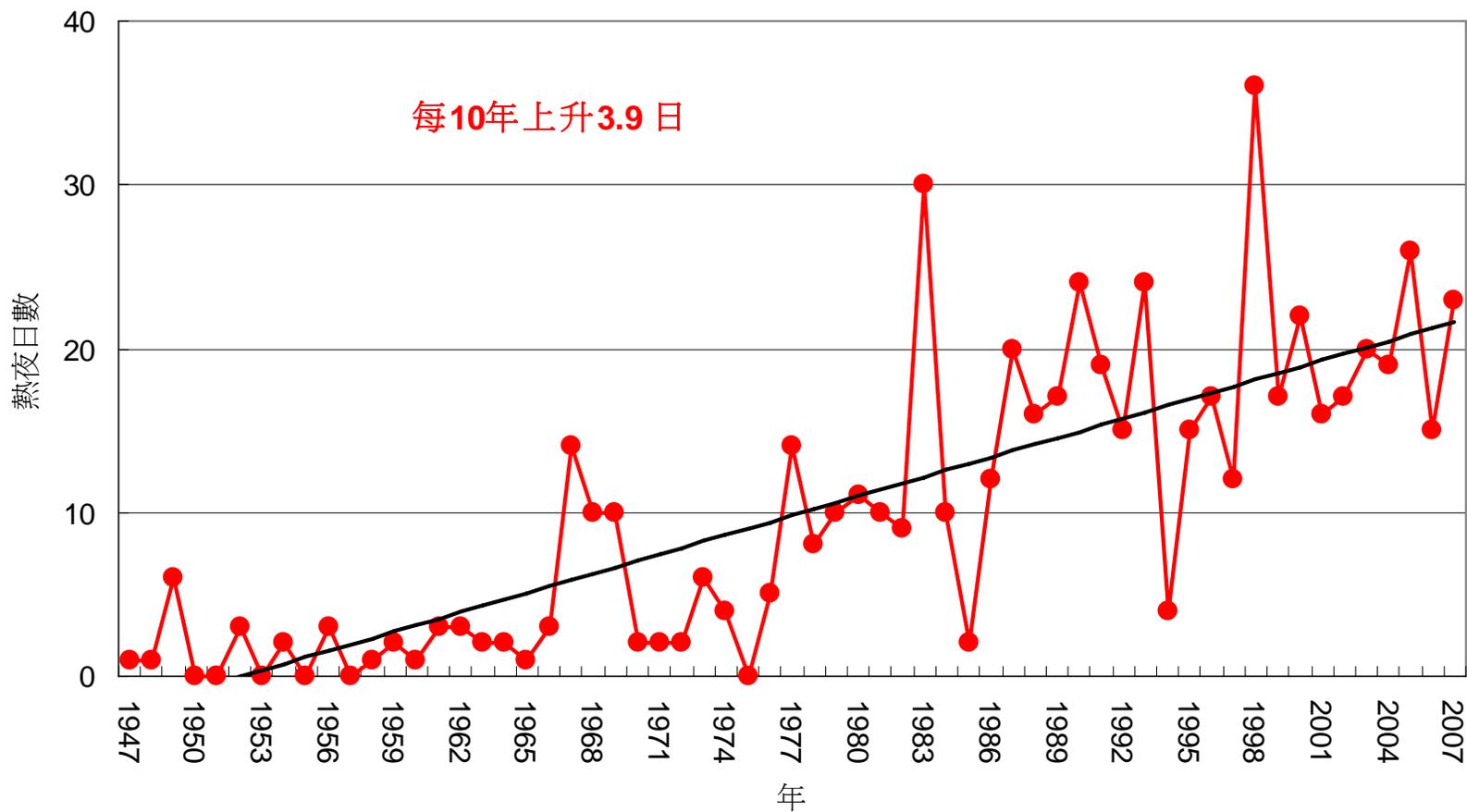
日數



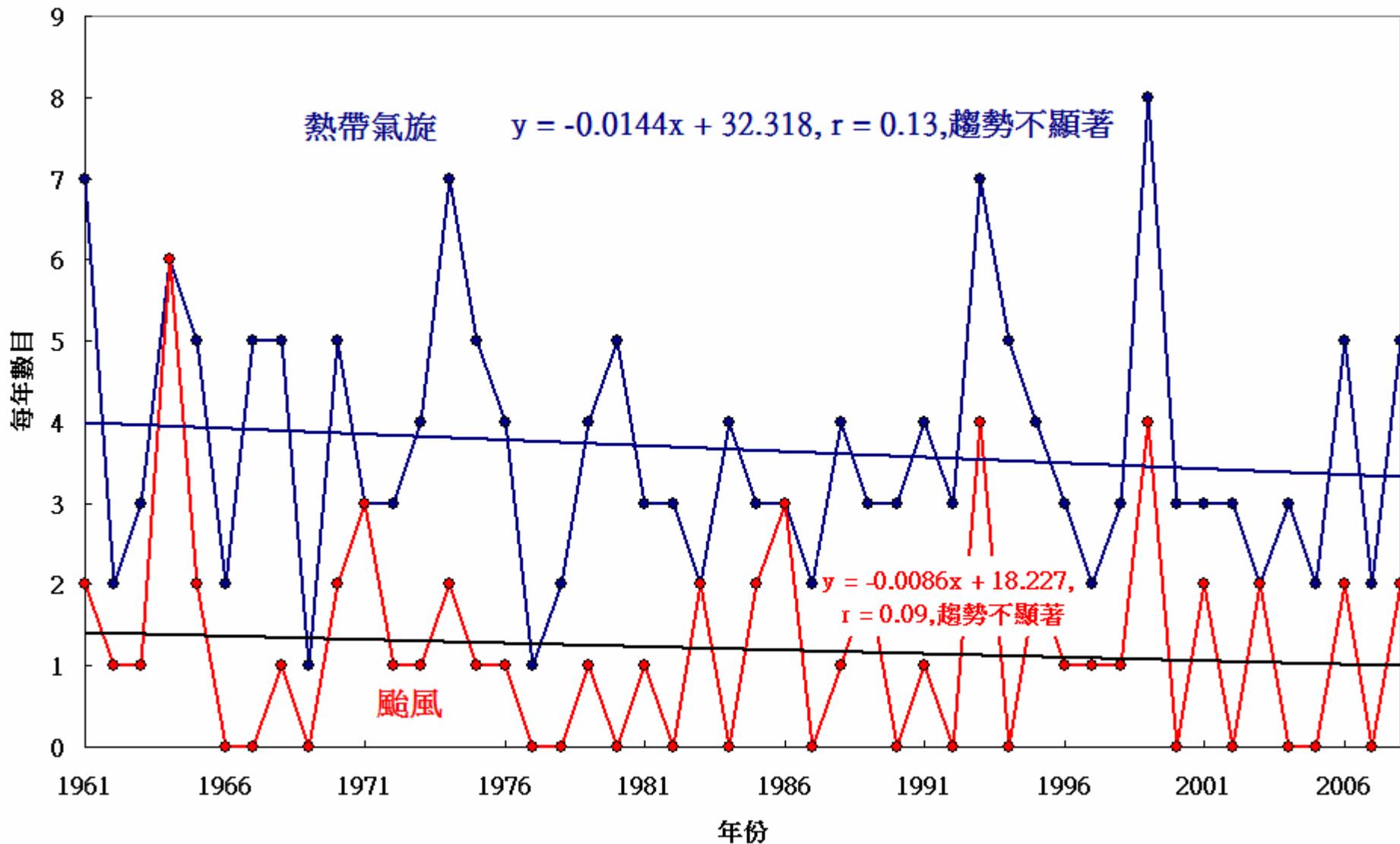
# 天文台總部每年酷熱日數 (1947-2007年)



# 天文台總部每年熱夜日數 (1947-2007年)



# 香港300公里內掠過的熱帶氣旋和颱風



# 極端值統計理論

- 某極端值(重現值)出現的頻率(重現期)

有沒有長期趨勢？

# 極端值統計分析

- 選用固定一段期間內的最大值(如年最大值)後再利用廣義極端值分布(Generalized Extreme Value Distribution, GEV)表示
- GEV分布相當適合用來描述這些極大值

# 廣義極端值分佈

## Generalized Extreme Values (GEV) Distribution

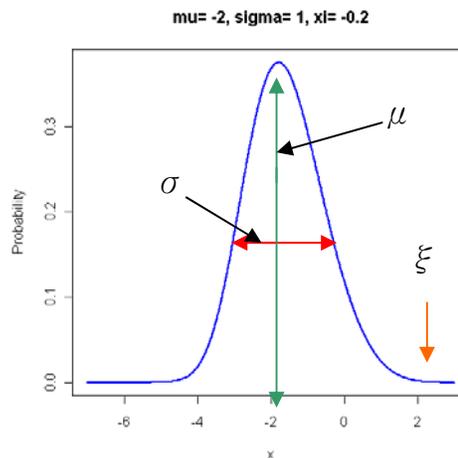
- 一個足夠大的樣本中的最大值的分佈皆可以GEV分佈描述

- 累積分佈函數式：
$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \exp\{-\exp(-\frac{x-\mu}{\sigma})\}, & \xi = 0, x > 0 \\ \exp\{-[1 + \xi(\frac{x-\mu}{\sigma})]^{-1/\xi}\}, & \xi \neq 0, 1 + \xi(x-\mu)/\sigma > 0 \end{cases}$$

- 機率密度函數(pdf): 
$$f(x; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \exp\{-[\frac{x-\mu}{\sigma} + \exp(-\frac{x-\mu}{\sigma})]\} \\ \frac{1}{\sigma} [1 + \xi(\frac{x-\mu}{\sigma})]^{-1/\xi-1} \exp\{-[1 + \xi(\frac{x-\mu}{\sigma})]^{-1/\xi}\} \end{cases}$$

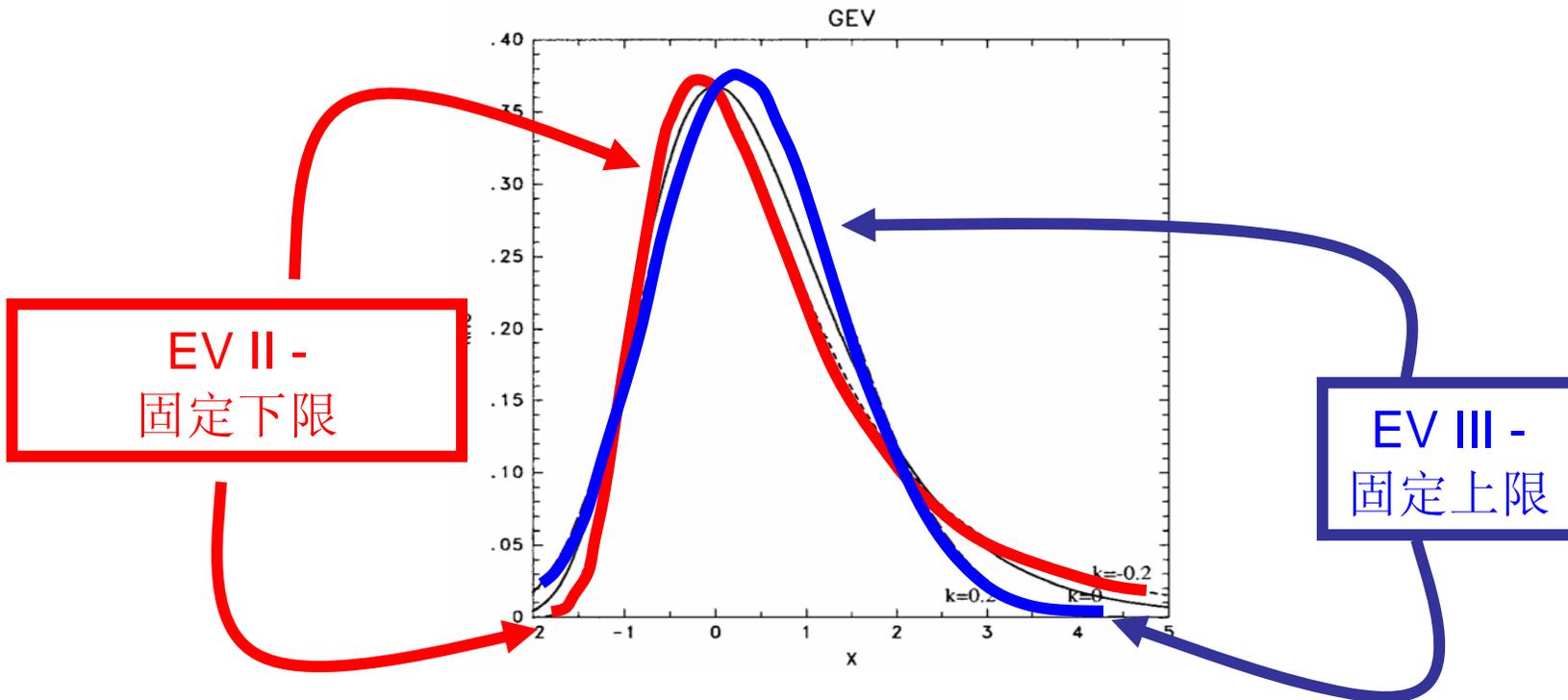
- 三個參數

- 位置  $\mu$
- 規模  $\sigma$  ( $>0$ )
- 尾端厚度  $\xi$



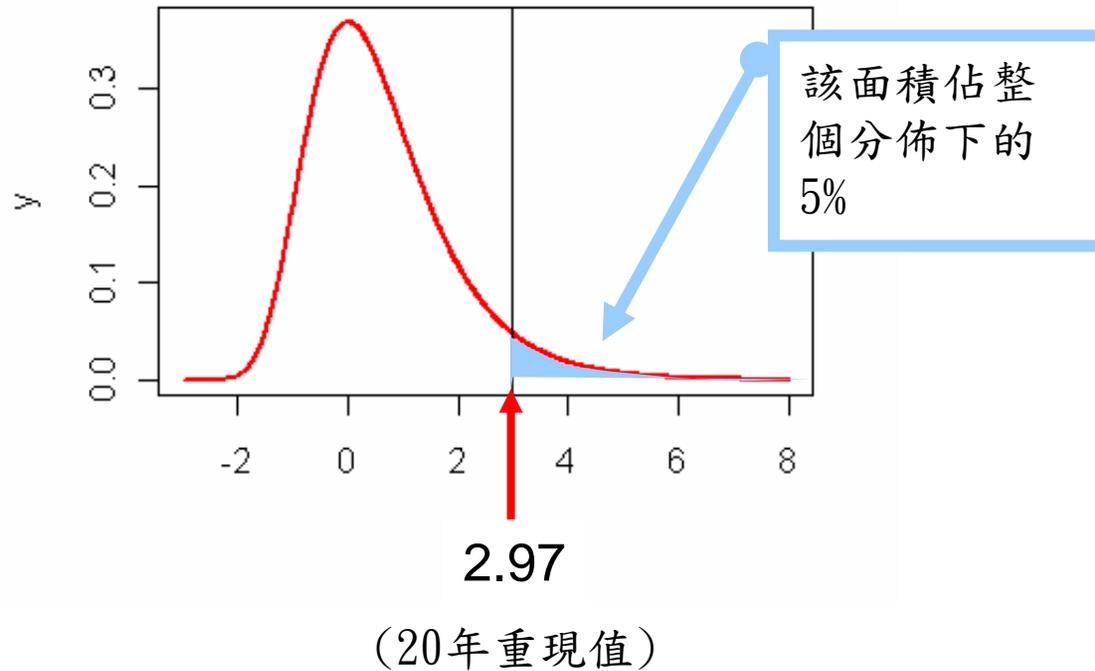
# 廣義極端值的三類分佈

- EV-I            Gumbel :  $\xi = 0$
- EV-II           Fréchet :  $\xi > 0$  (固定下限)
- EV-III          Weibull :  $\xi < 0$  (固定上限)



# 重現期與重現值

Gumbel 分佈



# 極大似然法

(Method of Maximum Likelihood)

- 利用n個年極端值以極大似然法找出3個參數的最佳值
- 該3個參數可以是隨時間改變的函數
- 如  $\mu_{t_i} = a + bt_i$
- $\sigma, \xi$  也可以是隨時間改變的函數

pdf 為  $f(x | \mu, \sigma, \xi)$  的似然函數:

$$\begin{aligned} l(\mu, \sigma, \xi | x_1, K, x_n) \\ &= \prod_{i=1}^n f(x_i | \mu, \sigma, \xi) \\ &= \prod_{i=1}^n f(x_i | \mu(t_i), \sigma(t_i), \xi(t_i)) \end{aligned}$$

# 網上公開工具

The R Project for Statistical Computing



About R  
[What is R?](#)  
[Contributors](#)  
[Screenshots](#)  
[What's new?](#)

Download  
[CRAN](#)

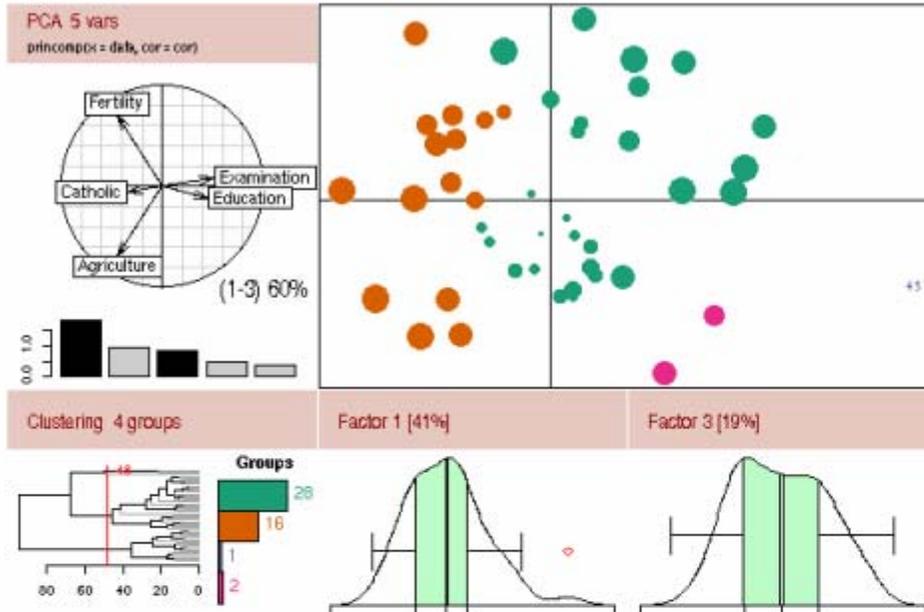
R Project  
[Foundation](#)  
[Members & Donors](#)  
[Mailing Lists](#)  
[Bug Tracking](#)  
[Developer Page](#)  
[Conferences](#)  
[Search](#)

Documentation

[Manuals](#)  
[FAQs](#)  
[Newsletter](#)  
[Wiki](#)  
[Books](#)  
[Certification](#)  
[Other](#)

Misc

[Bioconductor](#)  
[Related Projects](#)  
[Links](#)



## Getting Started:

- R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows, MacOS. To download R, please choose your preferred [CRAN mirror](#).
- If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

## News:

- [R version 2.7.2](#) has been released on 2008-08-25.
- [useR! 2009](#), the R user conference, will be held at Agrocampus Rennes, France, July 8-10, 2009.
- [R News 8/1](#) has been published on 2008-05-27.
- [useR! 2008](#), has been held at Dortmund University, Germany, August 12-14, 2008.

# 分析資料

極端天氣要素	氣象資料	
	氣象站	年份
最高陣風	橫瀾島	1968-2008
最大逐時十分鐘平均風速		
日最高氣溫	天文台總部	1884-2008
日最低氣溫		
1, 2, 3, 4, 6, 12, 24小時降雨量		

# 分析結果

- 以下分析結果乃屬初步
- 部份結果有待進一步的分析估算, 或須修定

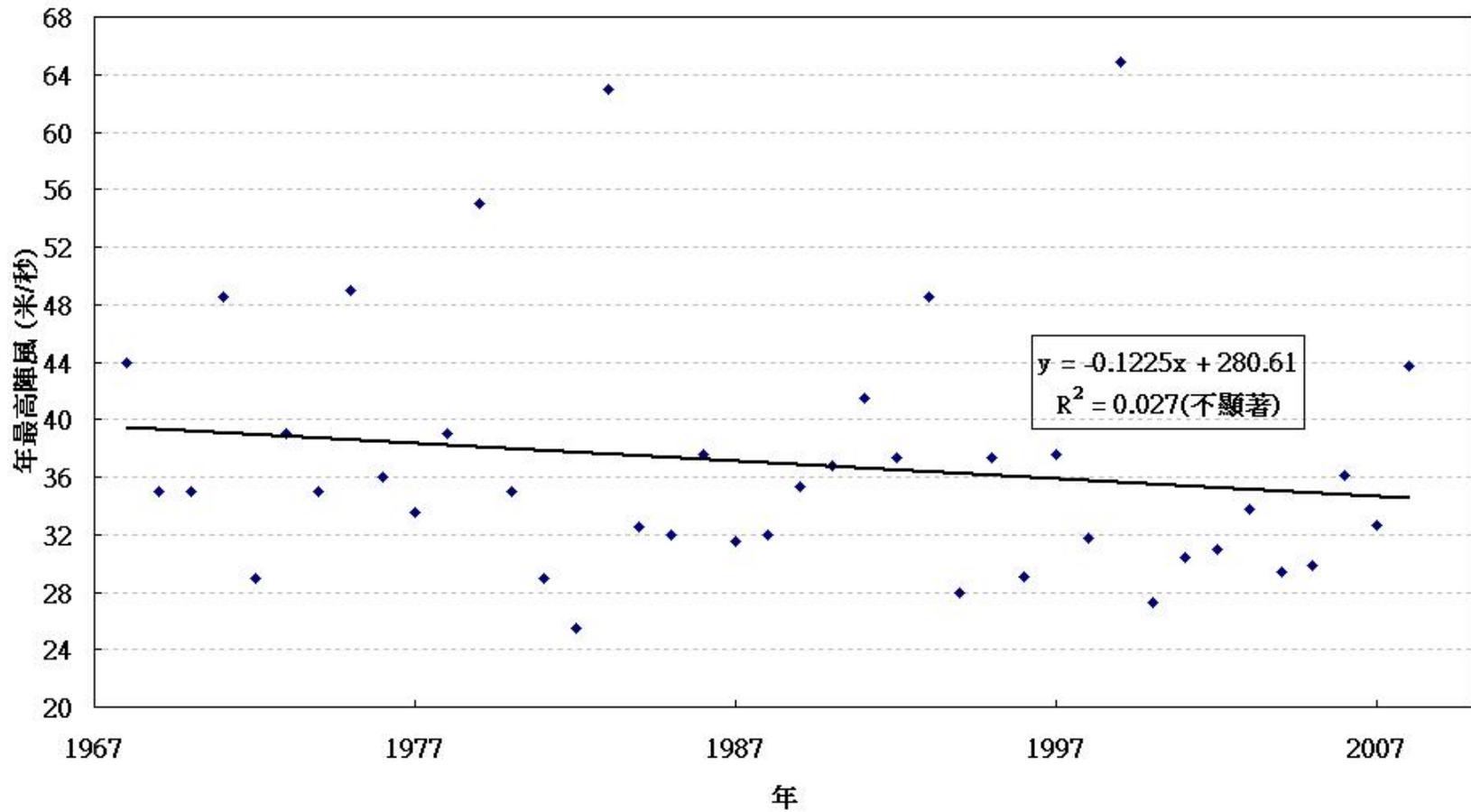
# 結果-摘要

極端天氣要素	GEV參數加入時間變數後 重現期呈顯著長期趨勢		
	$\mu$	$\sigma$	$\xi$
最高陣風 <sup>#</sup>	×	×	×
最大逐時十分鐘平均風速 <sup>#</sup>	×	×	×
日最高氣溫 <sup>&amp;</sup>	✓	×	×
日最低氣溫 <sup>&amp;</sup>	✓	×	✓
一小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	✓	×	×
兩小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	✓	×	×
三小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	✓	×	×
四小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	×	×	×
六小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	×	×	×
十二小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	×	×	×
二十四小時降雨量 <sup>&amp;</sup>	×	×	×

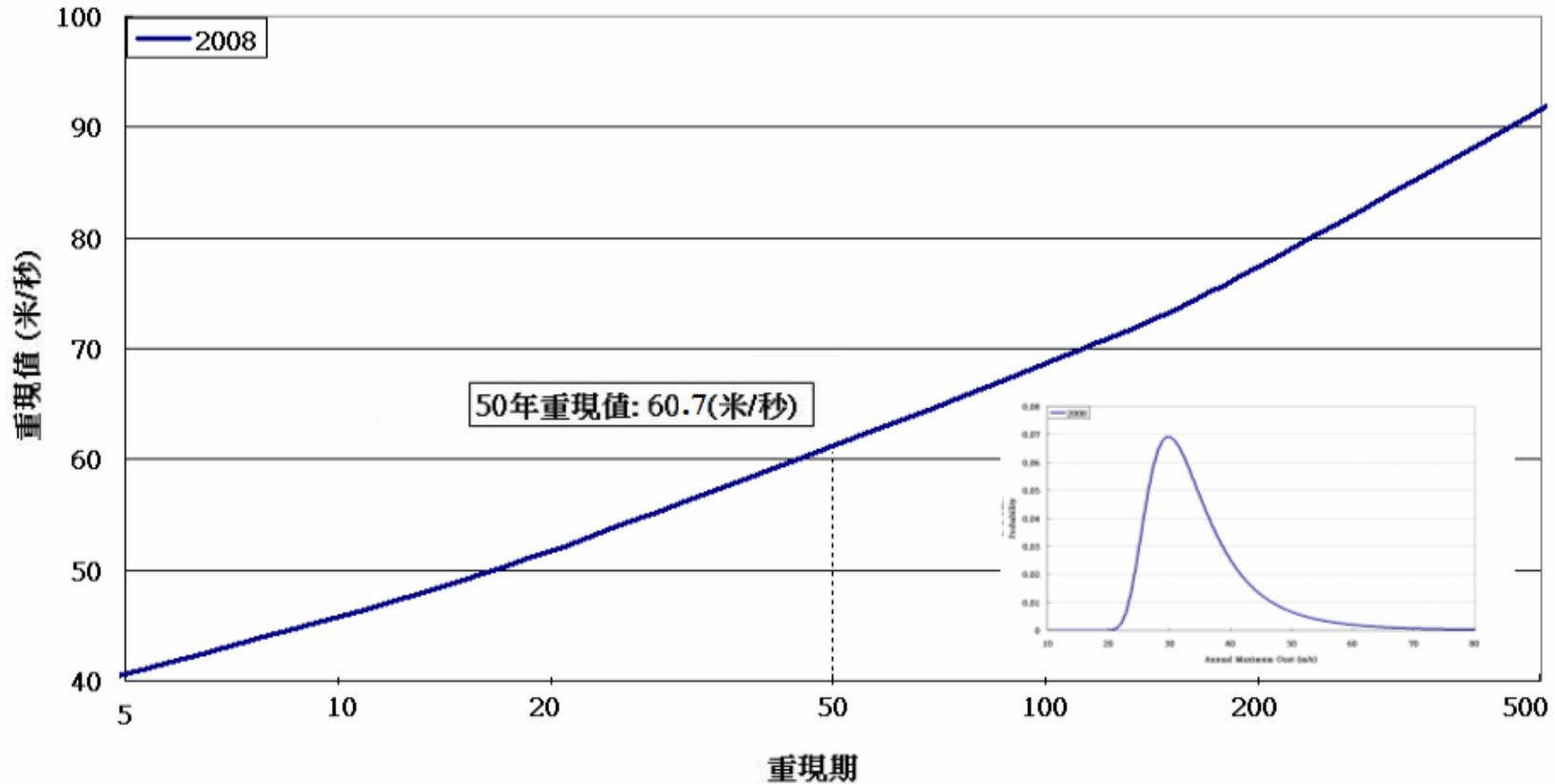
&: 天文台

#: 橫瀾島

# 年最大陣風長期趨勢

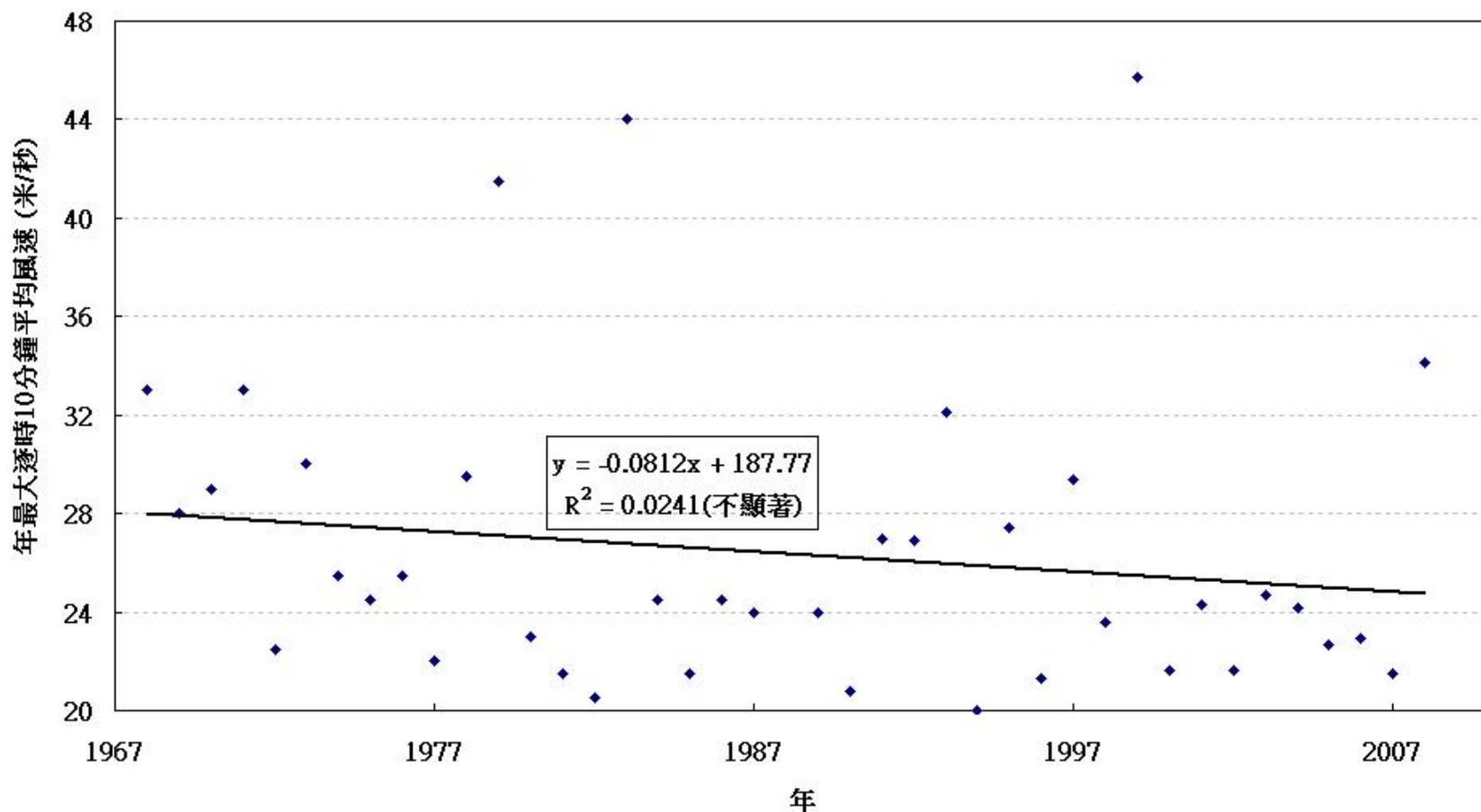


# 年最大陣風不同重現值的重現期

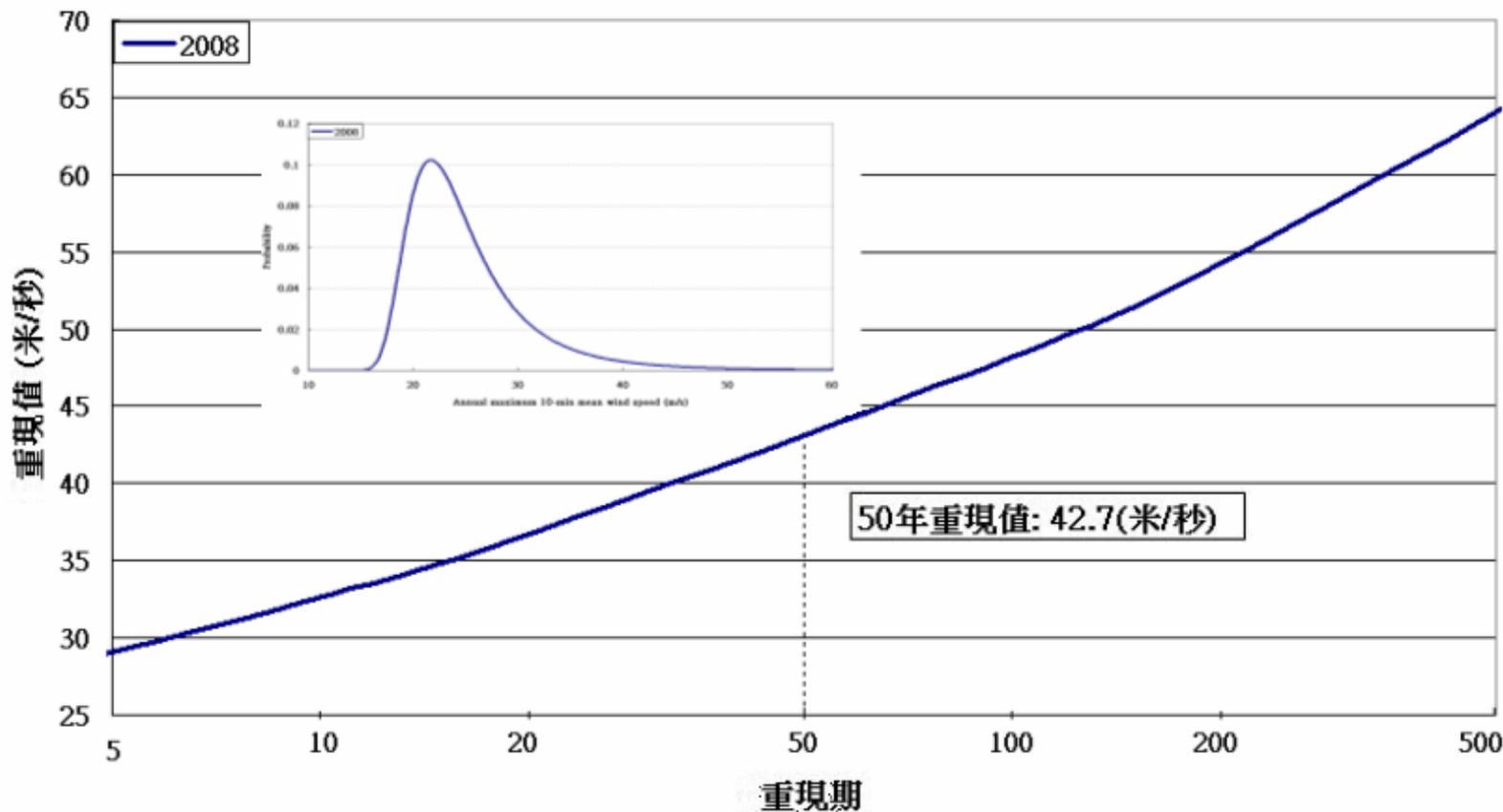


\* 初步分析結果

# 年最大逐時十分鐘平均風速長期趨勢

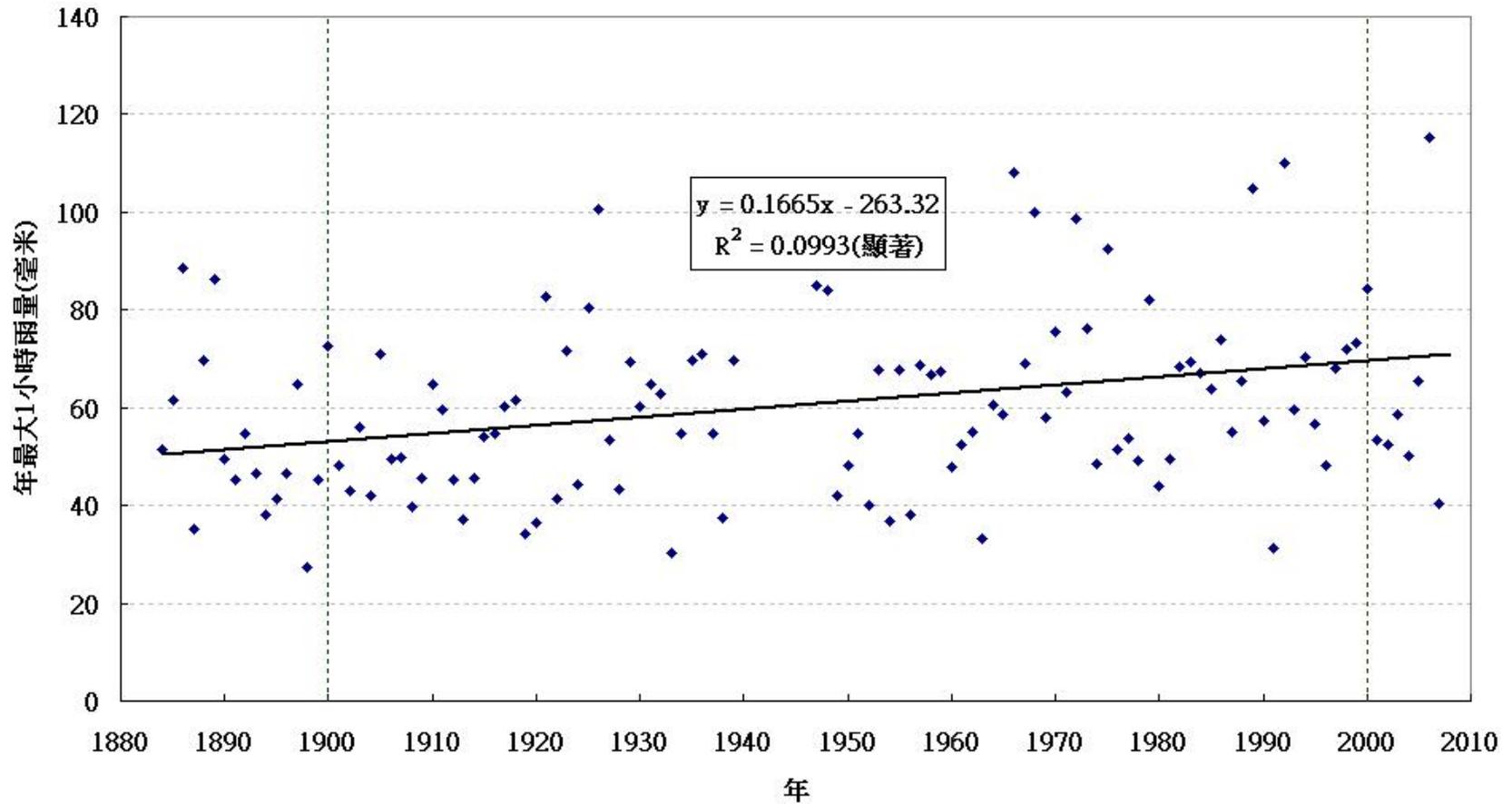


# 年最大逐時十分鐘平均風速不同重現值的重現期

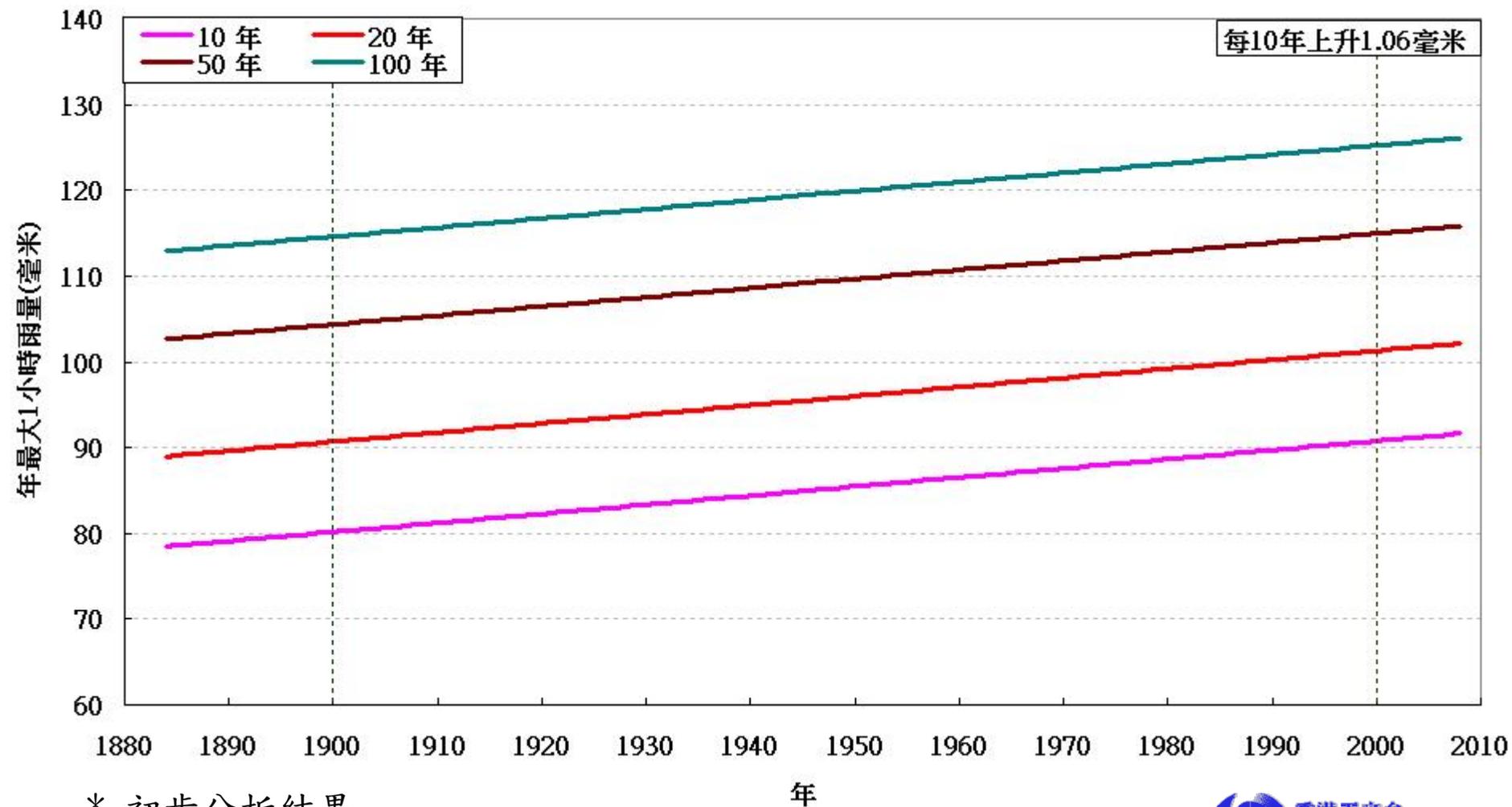


\* 初步分析結果

# 年最大一小時降雨量長期趨勢

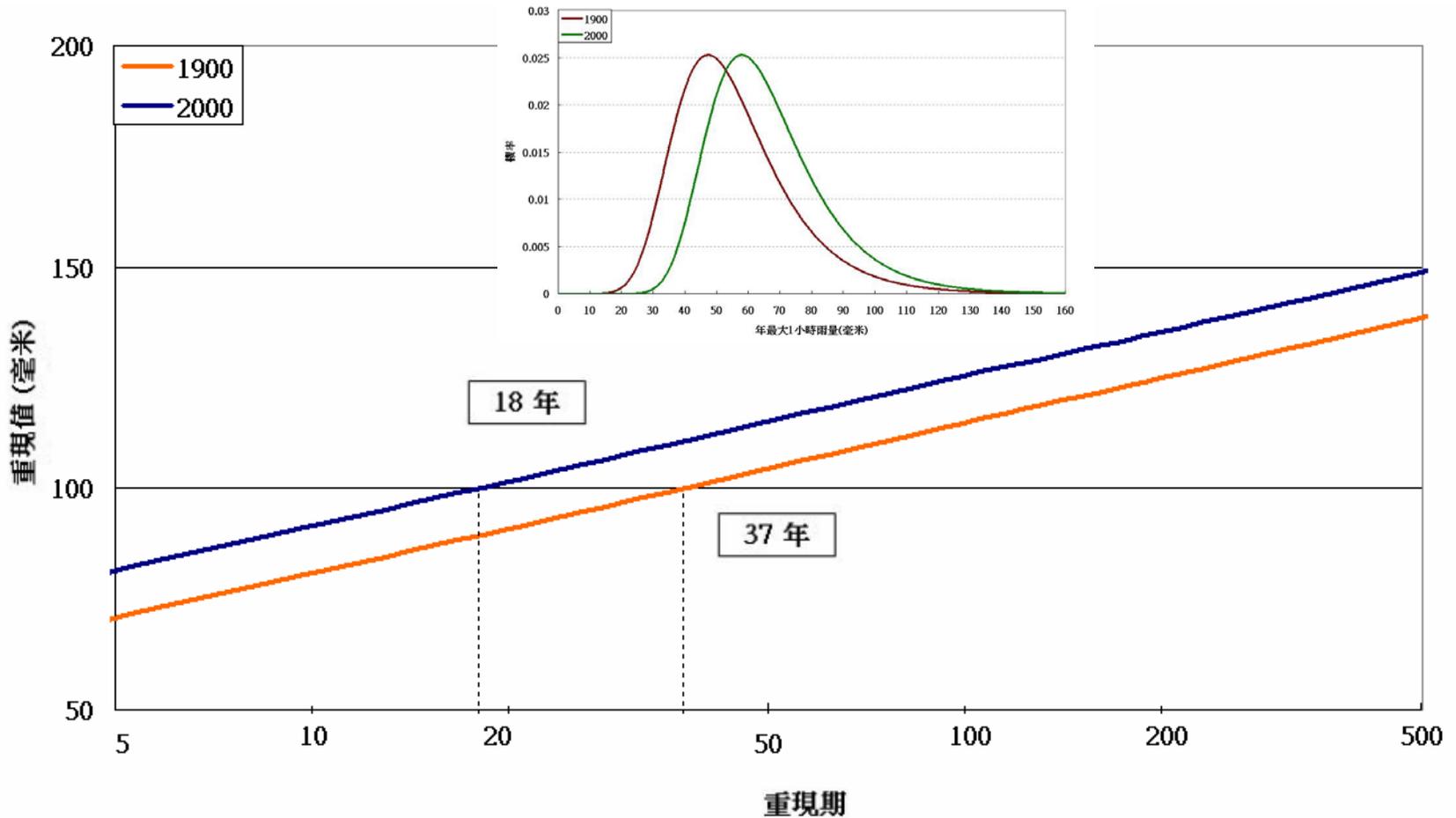


# 年最大一小時降雨量重現值長期趨勢



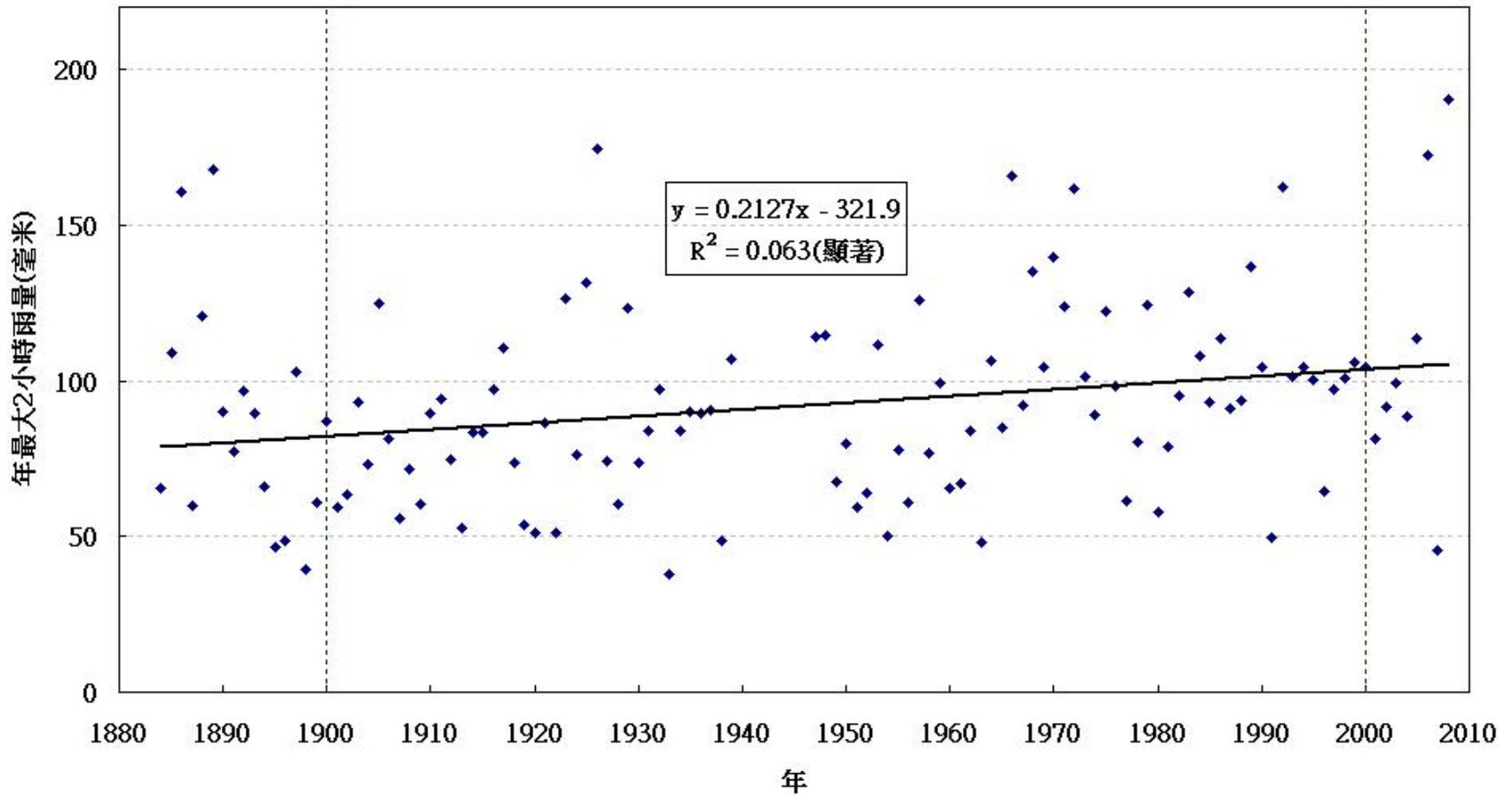
\* 初步分析結果

# 年最大一小時降雨量不同重現值的重現期

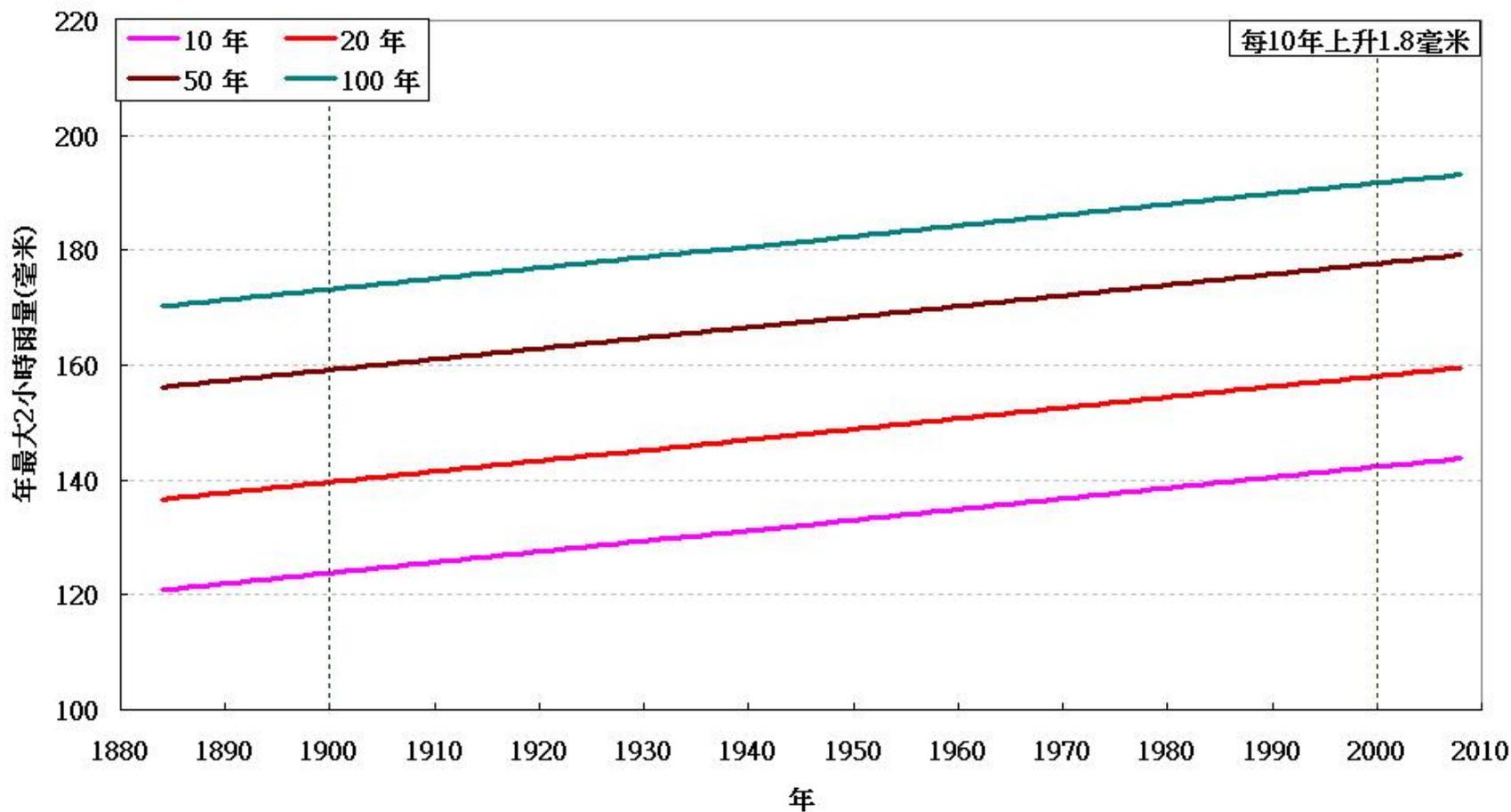


\* 初步分析結果

# 年最大二小時降雨量長期趨勢

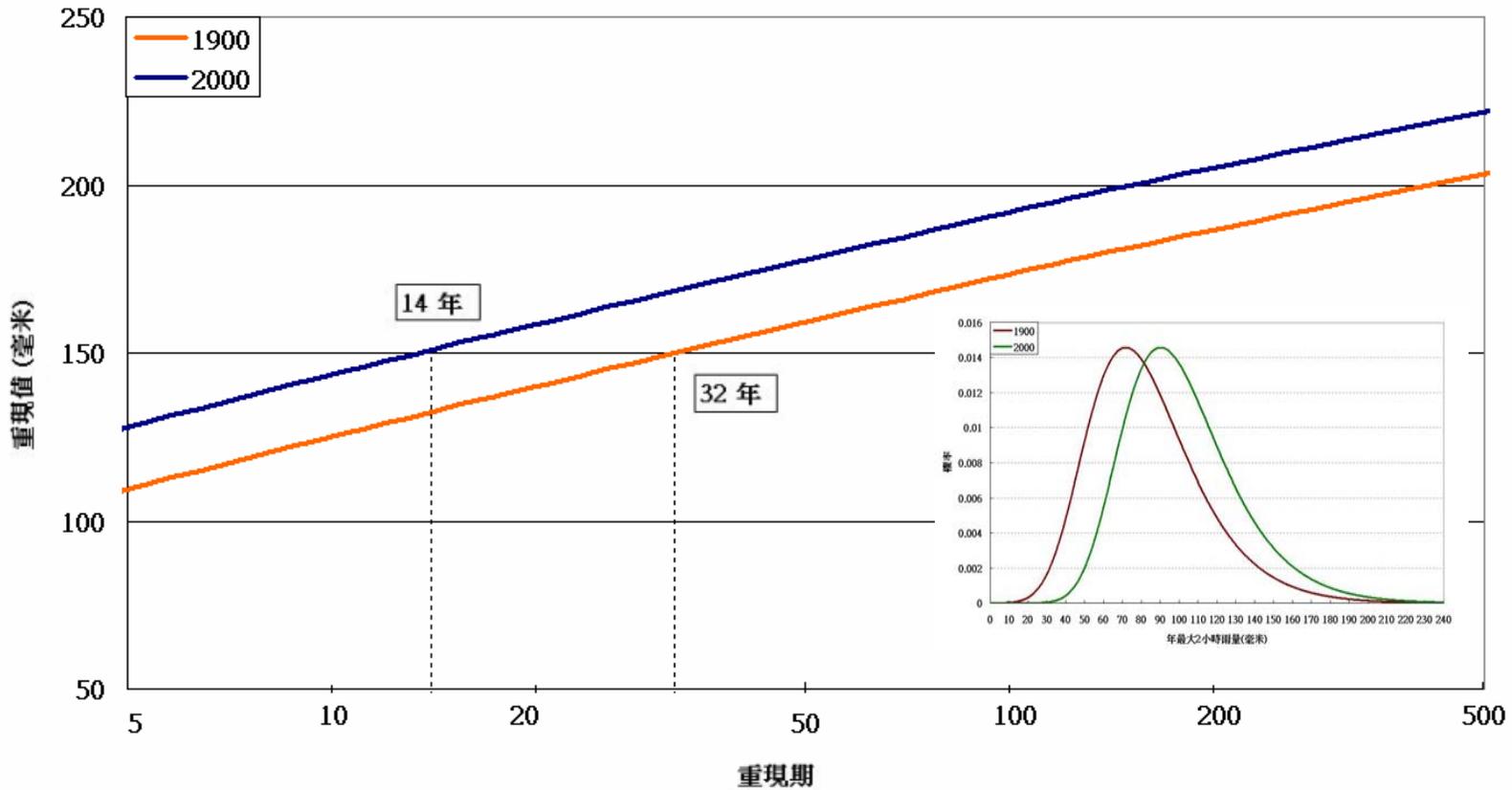


# 年最大二小時降雨量重現值長期趨勢



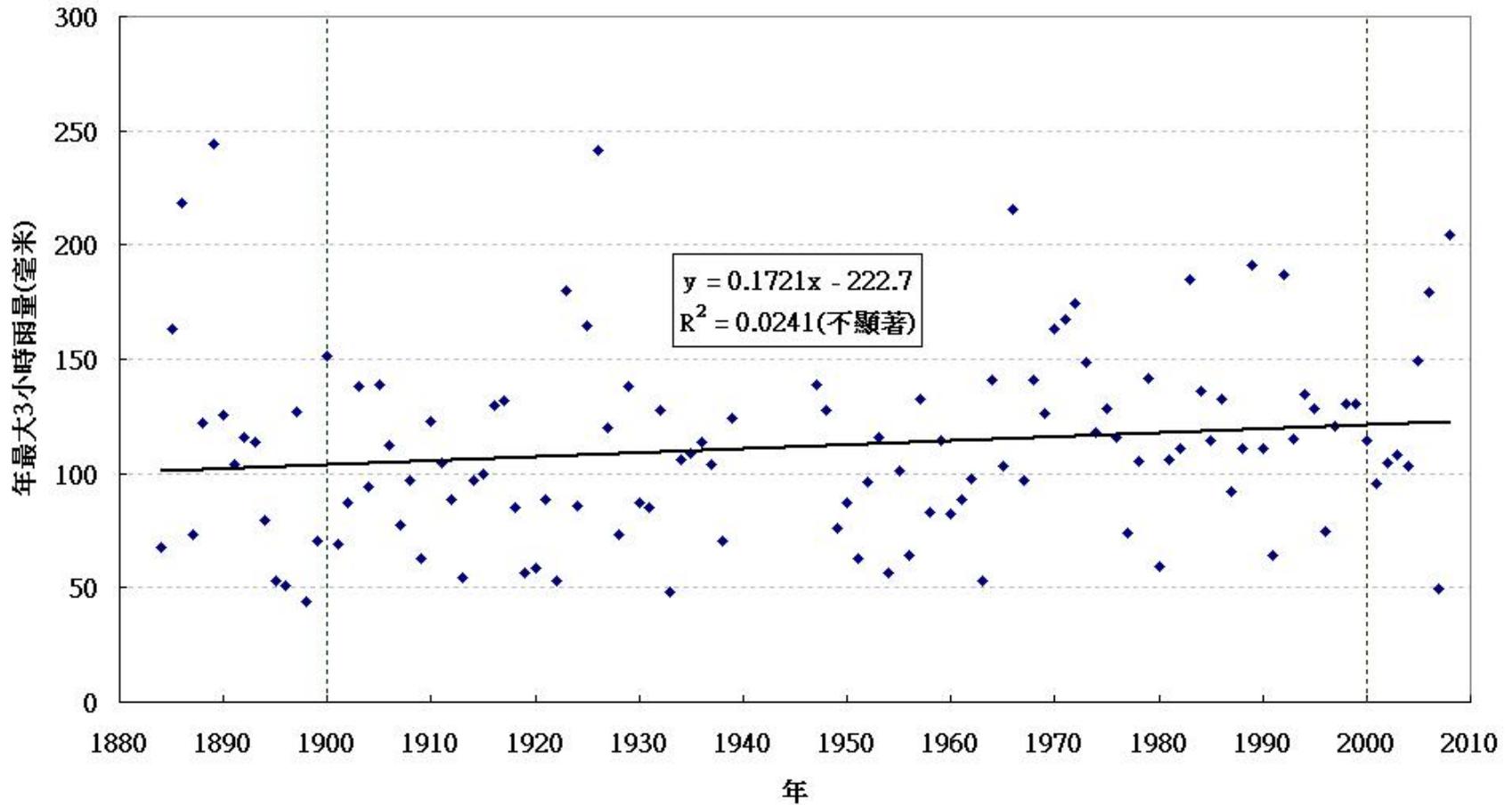
\* 初步分析結果

# 年最大二小時降雨量不同重現值的重現期

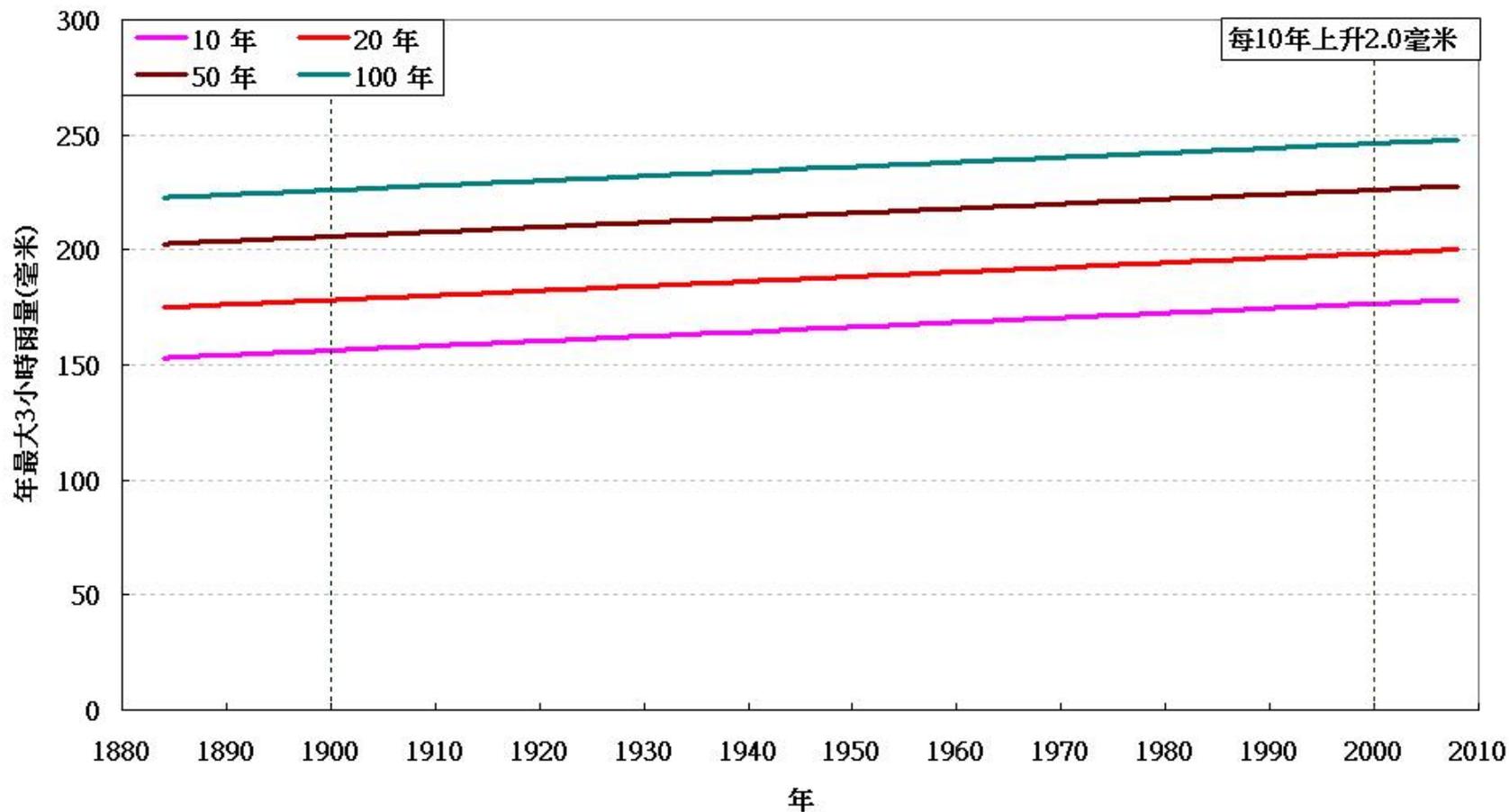


\* 初步分析結果

# 年最大三小時降雨量長期趨勢

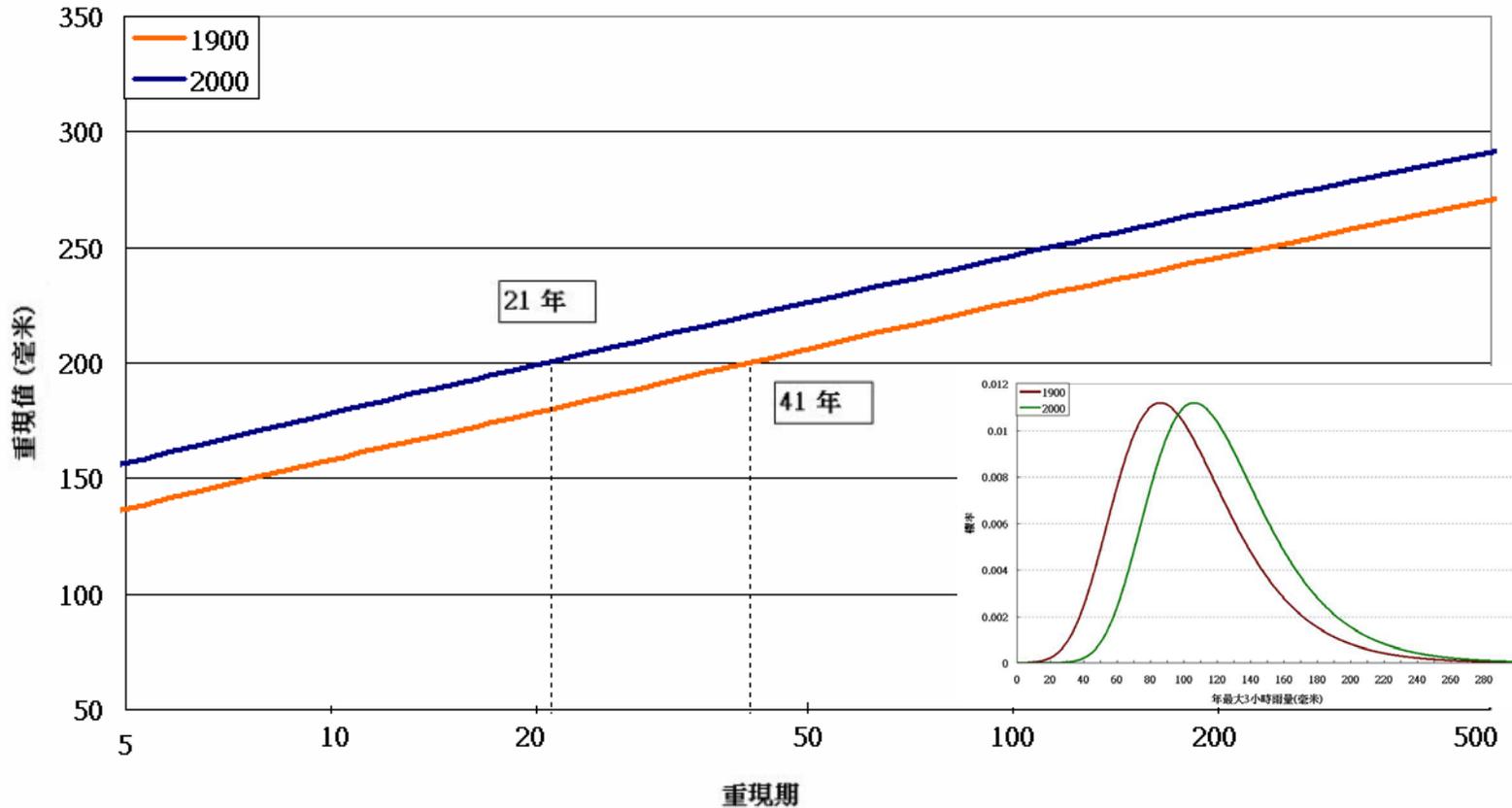


# 年最大三小時降雨量重現值長期趨勢



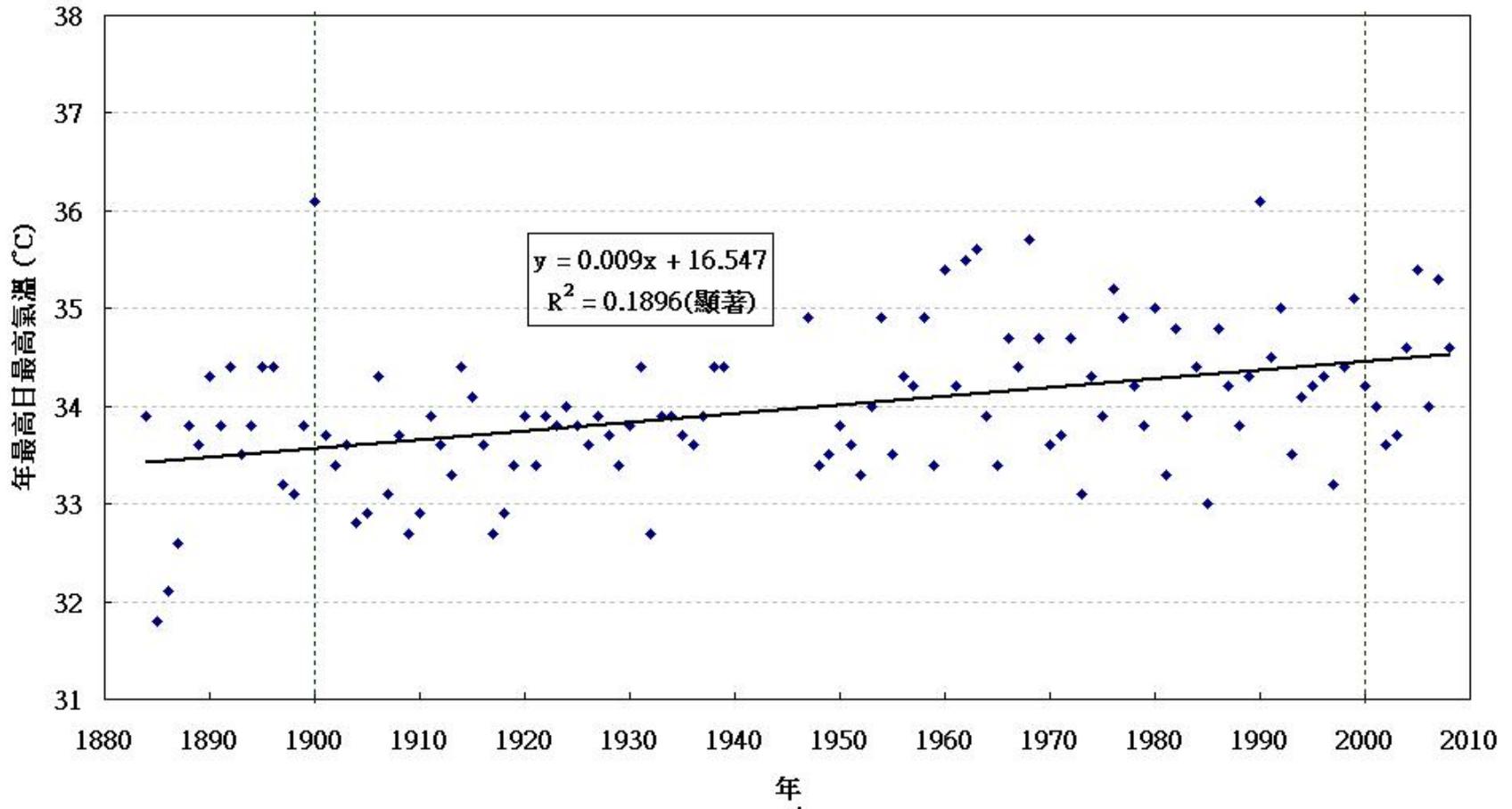
\* 初步分析結果

# 年最大三小時降雨量不同重現值的重現期

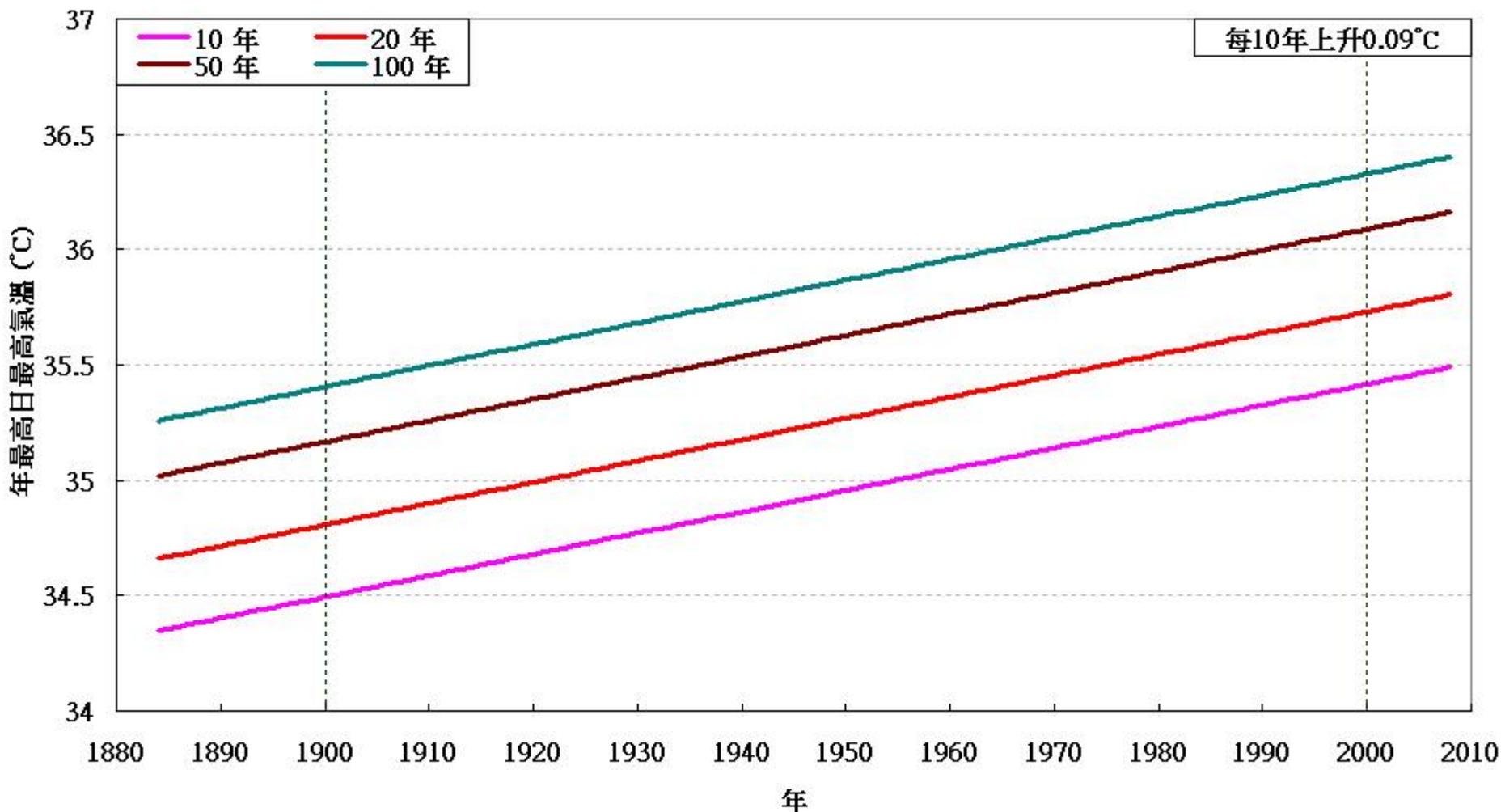


\* 初步分析結果

# 年最高日最高氣溫長期趨勢

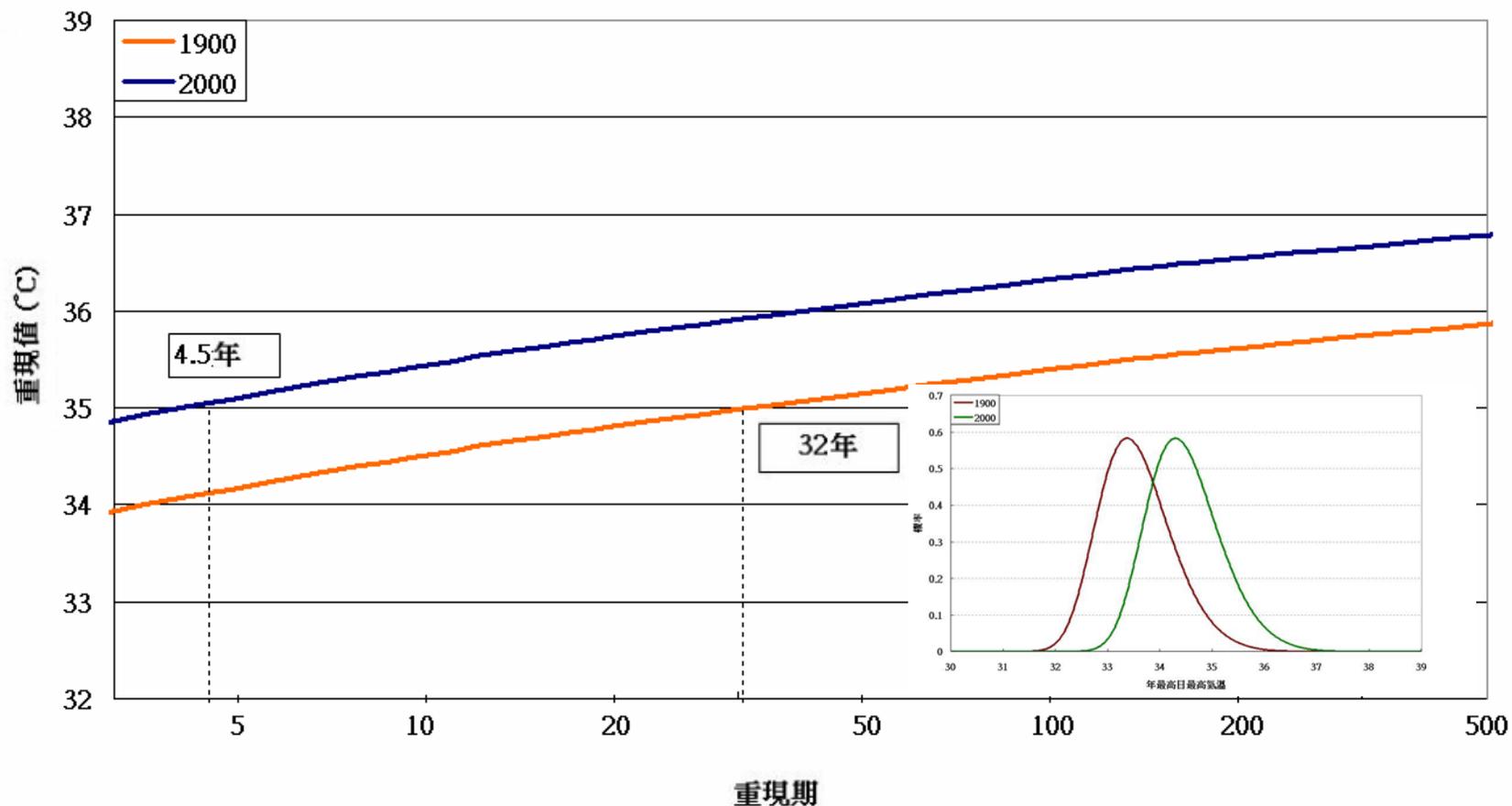


# 年最高日最高氣溫重現值長期趨勢



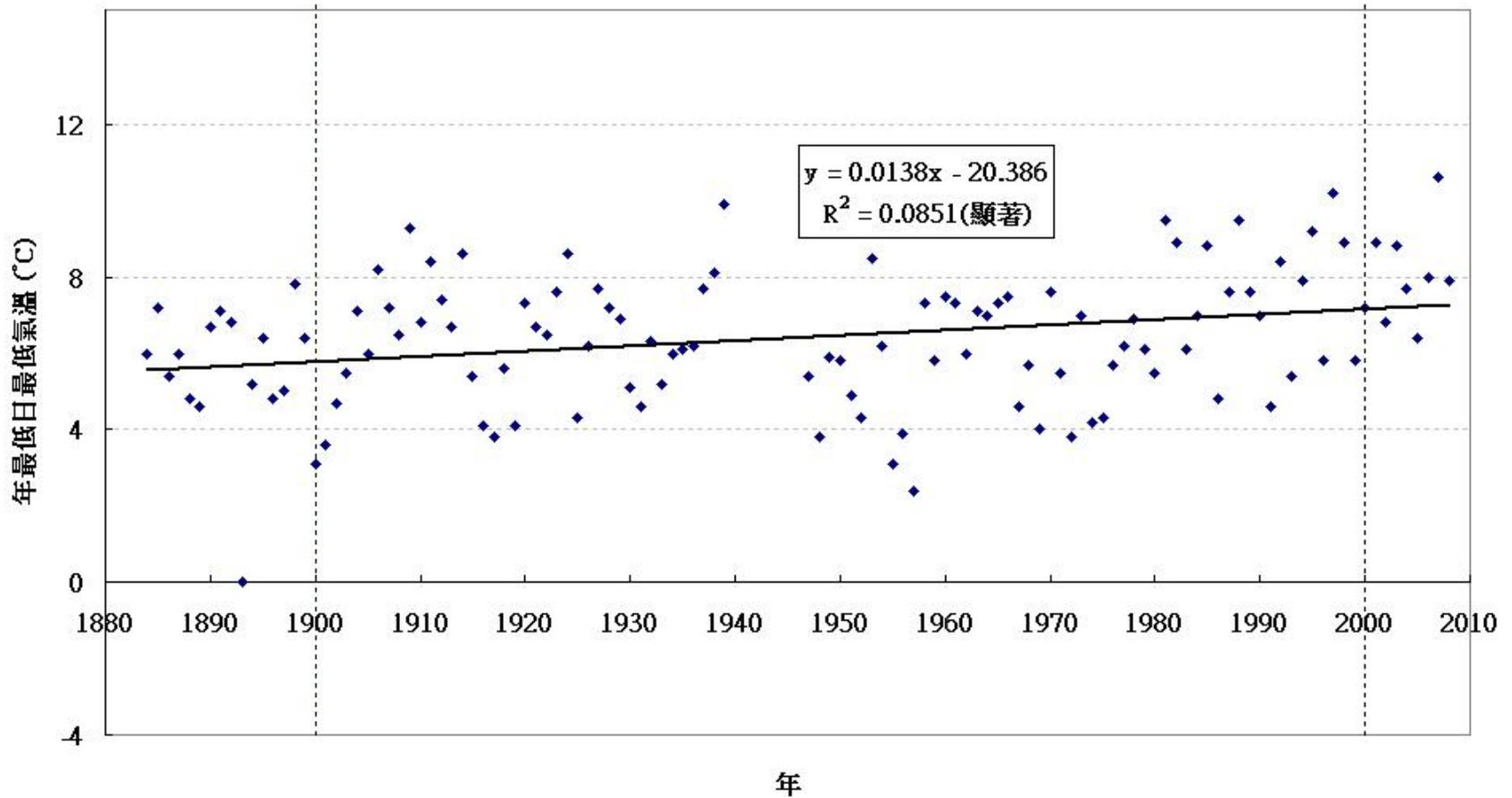
\* 初步分析結果

# 年最高日最高氣溫不同重現值的重現期

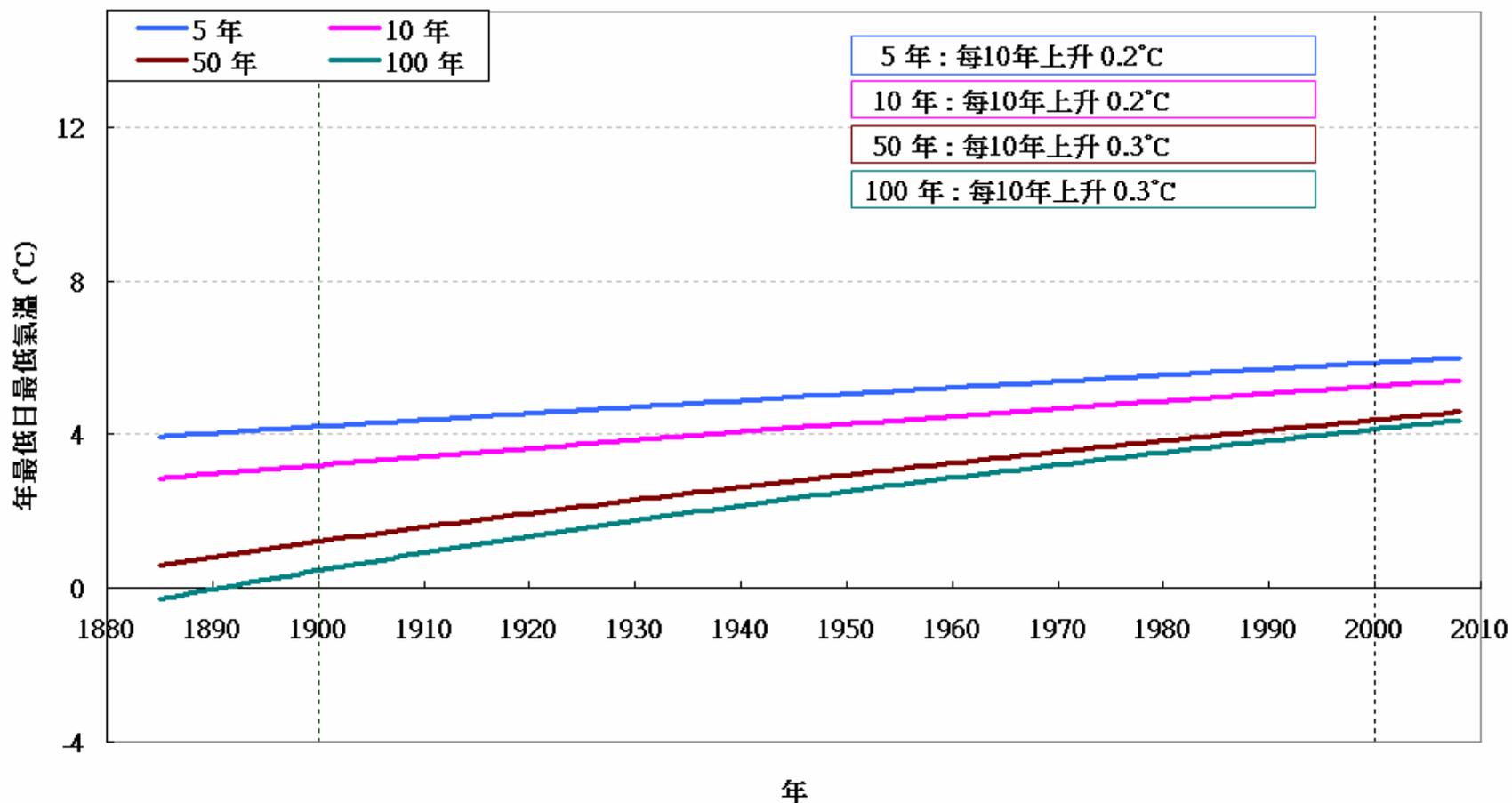


\* 初步分析結果

# 年最低日最低氣溫長期趨勢

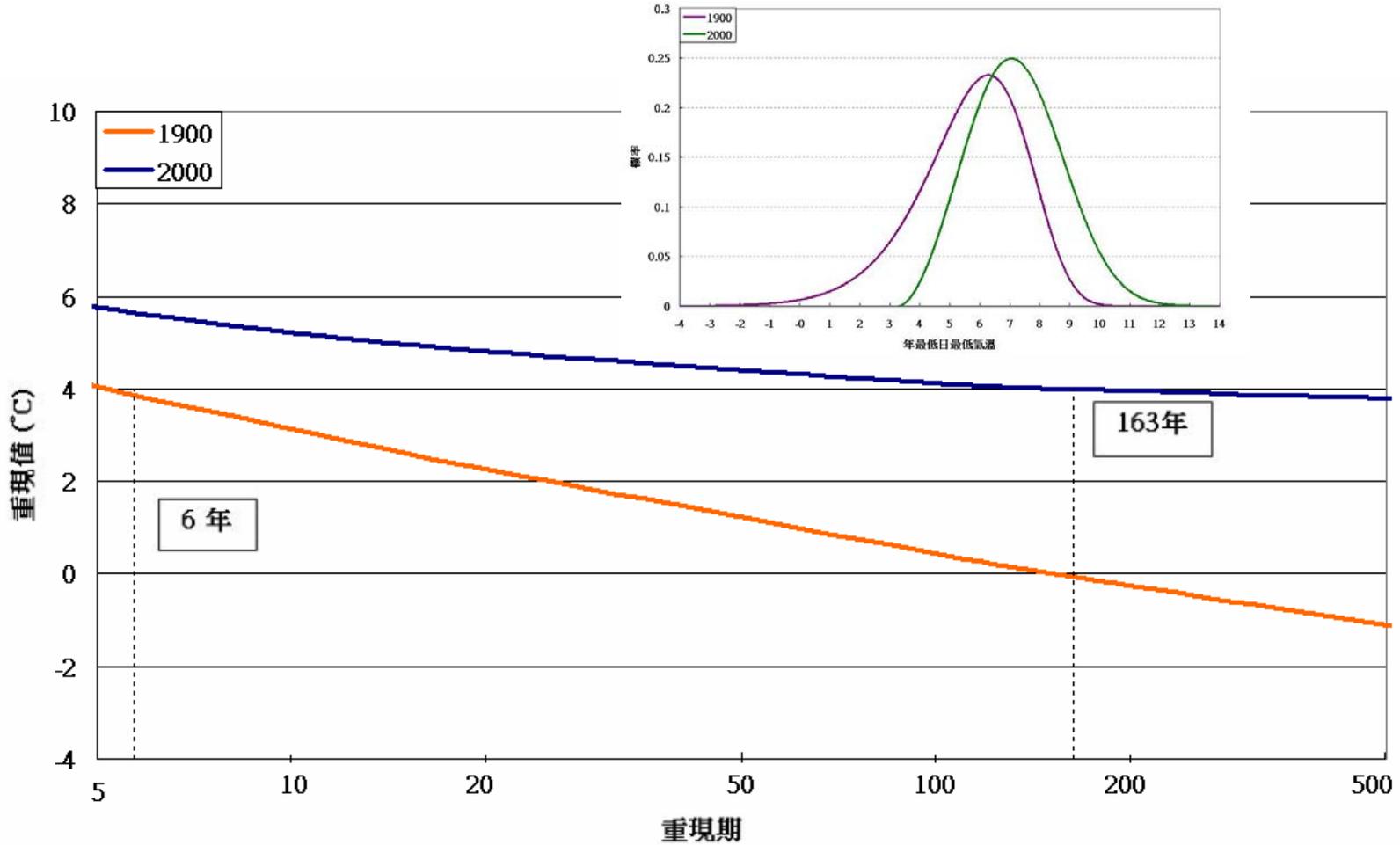


# 年最低日最低氣溫重現值長期趨勢



\* 初步分析結果

# 年最低日最低氣溫不同重現值的重現期



\* 初步分析結果

# 總結

極端天氣要素	長期趨勢 (每十年)	重現期變化	
		1900年	2000年
日最高氣溫	⧈ 0.1°C	35°C	
		32年	4.5年
日最低氣溫	⧈ 0.2至0.3°C	4°C	
		6年	163年
一小時降雨量	⧈ 1.1毫米	100毫米	
		37年	18年
兩小時降雨量	⧈ 1.8毫米	150毫米	
		32年	14年
三小時降雨量	⧈ 2.0毫米	200毫米	
		40年	21年

\* 初步分析結果

謝謝!