

台灣的颱風災害會越來越嚴重嗎？

曾鴻陽

中國文化大學 大氣科學系

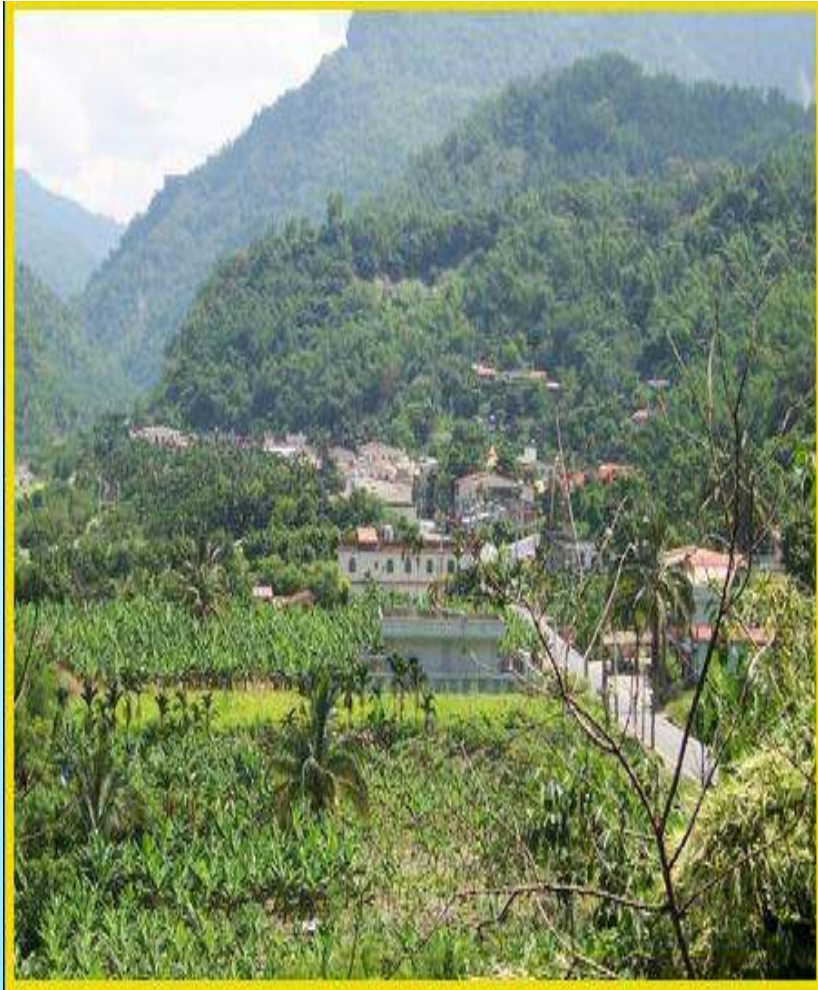
2010.12.7華岡博物館



- 一 . 前言
- 二 . 都是預對課差惹的禍？
- 三 . 如何面對未來健康的可持續發展
- 四 . 結語



莫拉克颱風造成之國土衝擊

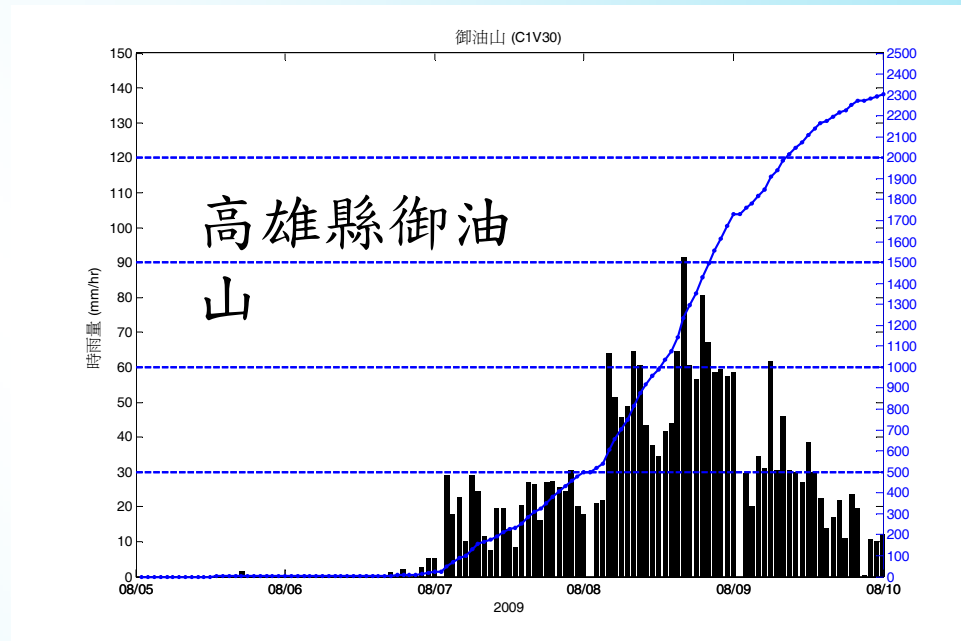


災前、災後的小林村

莫拉克颱風為破紀錄的長延時降雨

1970~2009 梅埔強降雨 歷屆排名

| | 年份 | 名稱 | 最大總 |
|----|------|-----|--------|
| 1 | 2009 | 莫拉克 | 3059.5 |
| 2 | 1996 | 賀伯 | 1987.0 |
| 3 | 1987 | 琳恩 | 1941.4 |
| 4 | 2008 | 辛樂克 | 1470.9 |
| 5 | 1978 | 娜拉 | 1434.1 |
| 6 | 2001 | 納莉 | 1315.0 |
| 7 | 2005 | 海棠 | 1215.5 |
| 8 | 2004 | 敏督利 | 1181.5 |
| 9 | 2007 | 柯羅莎 | 1093.0 |
| 10 | 1973 | 娜拉 | 1073.7 |
| 11 | 1974 | 貝絲 | 1044.3 |
| 12 | 2000 | 象神 | 1022.1 |
| 13 | 1990 | 楊奇 | 985.6 |
| 14 | 1989 | 莎拉 | 937.3 |
| 15 | 1998 | 瑞伯 | 921.3 |
| 16 | 2008 | 番蜜 | 885.6 |
| 17 | 1986 | 艾貝 | 827.0 |
| 18 | 1985 | 尼爾森 | 814.2 |
| 19 | 1986 | 韋恩 | 803.9 |
| 20 | 1972 | 貝奇 | 796.2 |



平均降雨量均超過50-60 mm/hr，
連續超過24個小時以上，為全
部地區帶來嚴重災情



極端降雨颱風意謂嚴重的災情

1970~2009 颱風降雨指標排名前20名颱風

| 排名 | 年份 | 名稱 | 期間 | 降雨綜合指標 | 死亡 | 失蹤 | 受傷 | 全倒 | 半倒 | 備註 |
|----|------|-----|-------------|--------|-----|-----|-----|------|------|------------|
| 1 | 2009 | 莫拉克 | 08/06~08/09 | 0.91 | 619 | 76 | 33 | -- | -- | 農損164億 |
| 2 | 1996 | 賀伯 | 07/29~08/01 | 0.73 | 51 | 22 | 463 | 503 | 880 | |
| 3 | 1987 | 琳恩 | 10/22~10/27 | 0.59 | 54 | 9 | 8 | 254 | 277 | |
| 4 | 2001 | 納莉 | 09/08~09/19 | 0.59 | 94 | 10 | 265 | 0 | 0 | |
| 5 | 2008 | 辛樂克 | 09/11~09/16 | 0.52 | 15 | 7 | 26 | 66 | 7 | 農損8億8896萬 |
| 6 | 2005 | 海棠 | 07/16~07/20 | 0.50 | 13 | 2 | 31 | 0 | 0 | 48億2145萬 |
| 7 | 2002 | 娜克莉 | 07/09~07/10 | 0.49 | 2 | 1 | 10 | 0 | 0 | |
| 8 | 2004 | 敏督利 | 06/28~07/03 | 0.48 | 3 | 1 | 4 | 270 | 0 | |
| 9 | 2007 | 柯羅莎 | 10/04~10/07 | 0.46 | 9 | 2 | 57 | 4 | 26 | 農損42億5623萬 |
| 10 | 2000 | 象神 | 10/30~11/01 | 0.44 | 64 | 25 | 65 | 0 | 0 | |
| 11 | 1978 | 娜拉 | 10/11~10/14 | 0.42 | 4 | 3 | 8 | 6 | 0 | |
| 12 | 1989 | 莎拉 | 09/08~09/13 | 0.41 | 32 | 20 | 47 | 430 | 760 | |
| 13 | 2008 | 卡玫基 | 07/16~07/18 | 0.40 | 20 | 6 | 8 | 8 | 2 | 農損5億8134萬 |
| 14 | 2001 | 桃芝 | 07/28~07/31 | 0.39 | 111 | 103 | 188 | 645 | 1972 | |
| 15 | 1973 | 娜拉 | 10/07~10/10 | 0.39 | 30 | 38 | 85 | 1251 | 433 | |
| 16 | 1998 | 瑞伯 | 10/13~10/17 | 0.39 | 28 | 10 | 27 | 4 | 26 | 1013-1017 |
| 17 | 2008 | 番蜜 | 09/26~09/29 | 0.38 | 4 | 1 | 65 | 0 | 7 | 農損24億8714萬 |
| 18 | 1990 | 楊基 | 08/17~08/20 | 0.37 | 23 | 7 | 15 | 45 | 96 | |
| 19 | 1974 | 貝絲 | 10/10~10/12 | 0.36 | 14 | 3 | 3 | 264 | 112 | 瓦卡門 |
| 20 | 1992 | 寶莉 | 08/27~08/31 | 0.35 | 6 | 5 | 6 | 3 | 1 | |

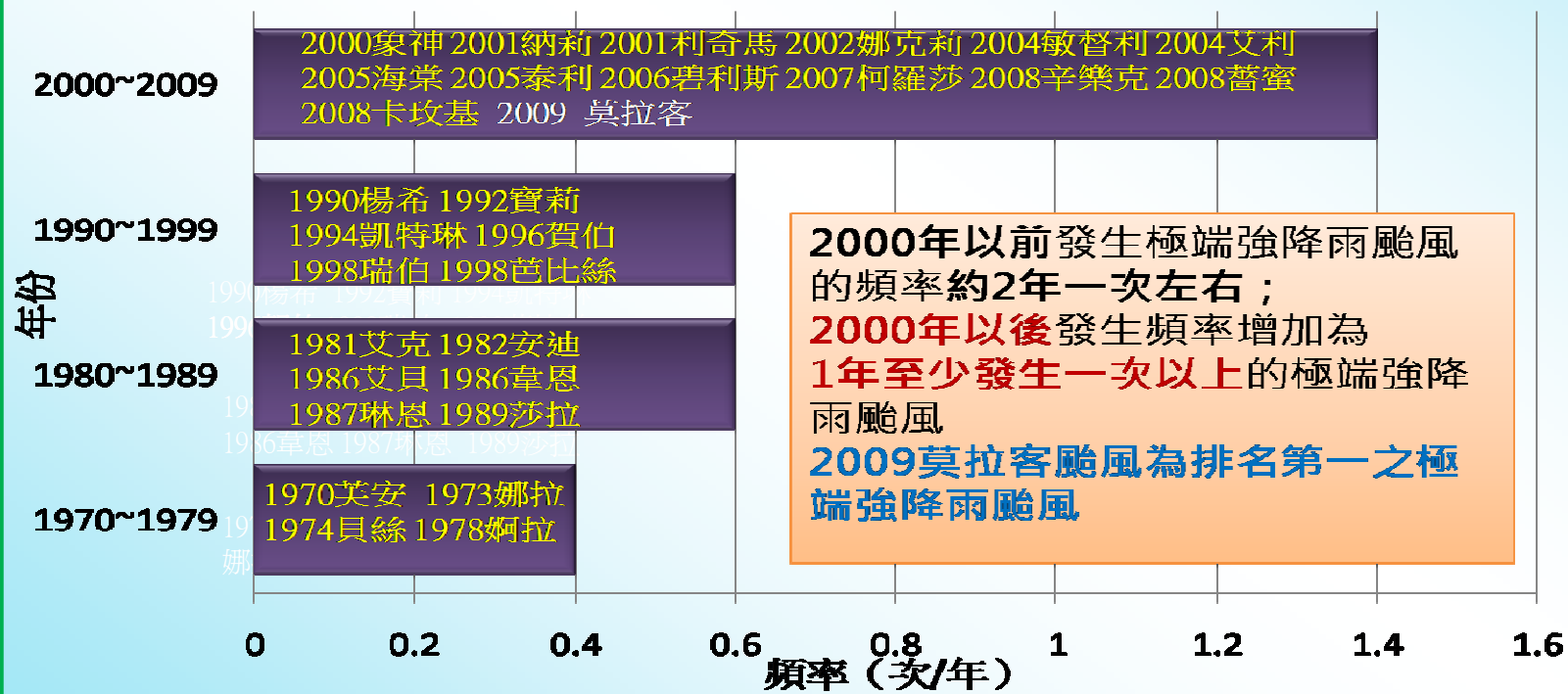
此綜合指標修正為六項降雨指標（最大總降雨量、總平均雨量、前五大雨量平均、最大24小時延時雨量、最大6小時延時雨量、最大1小時雨量）



造成台灣重大災害的往往是極端事件，
而極端強降雨颱風事件發生機率愈趨頻繁，
！

極端強降雨颱風發生頻率統計

(1970~2009年排名前30名強降雨颱風)





都是預報誤差惹的禍？



八八水災看到的現象

一. 滯動的, 批判性的報導

1. 一個記者在災區報導時, 無法知道全國各地災情的廣泛和嚴重

二. 會參殺人 - 講多, 甚麼都變成真的

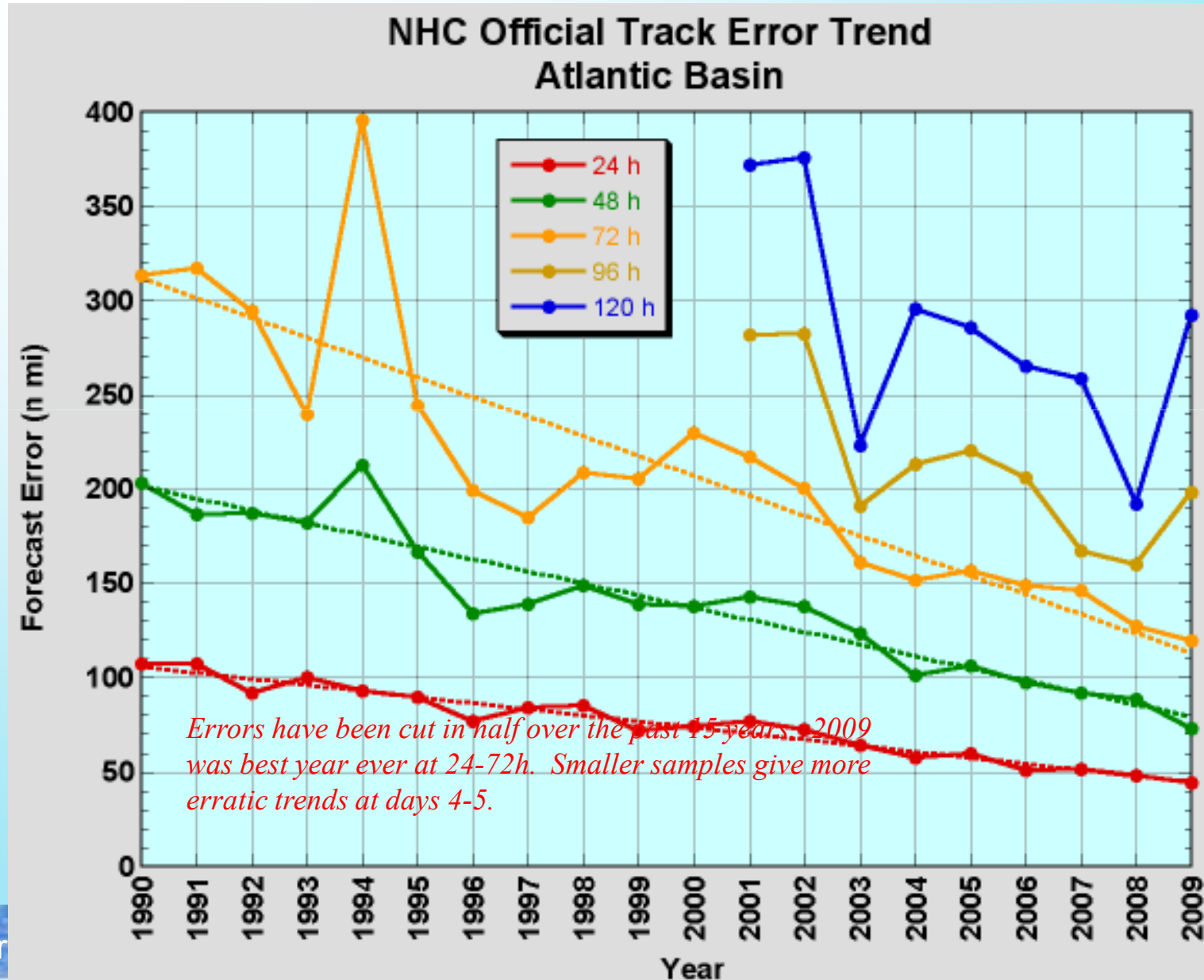
1. 救災真的是不力嗎?
2. CNN 神準



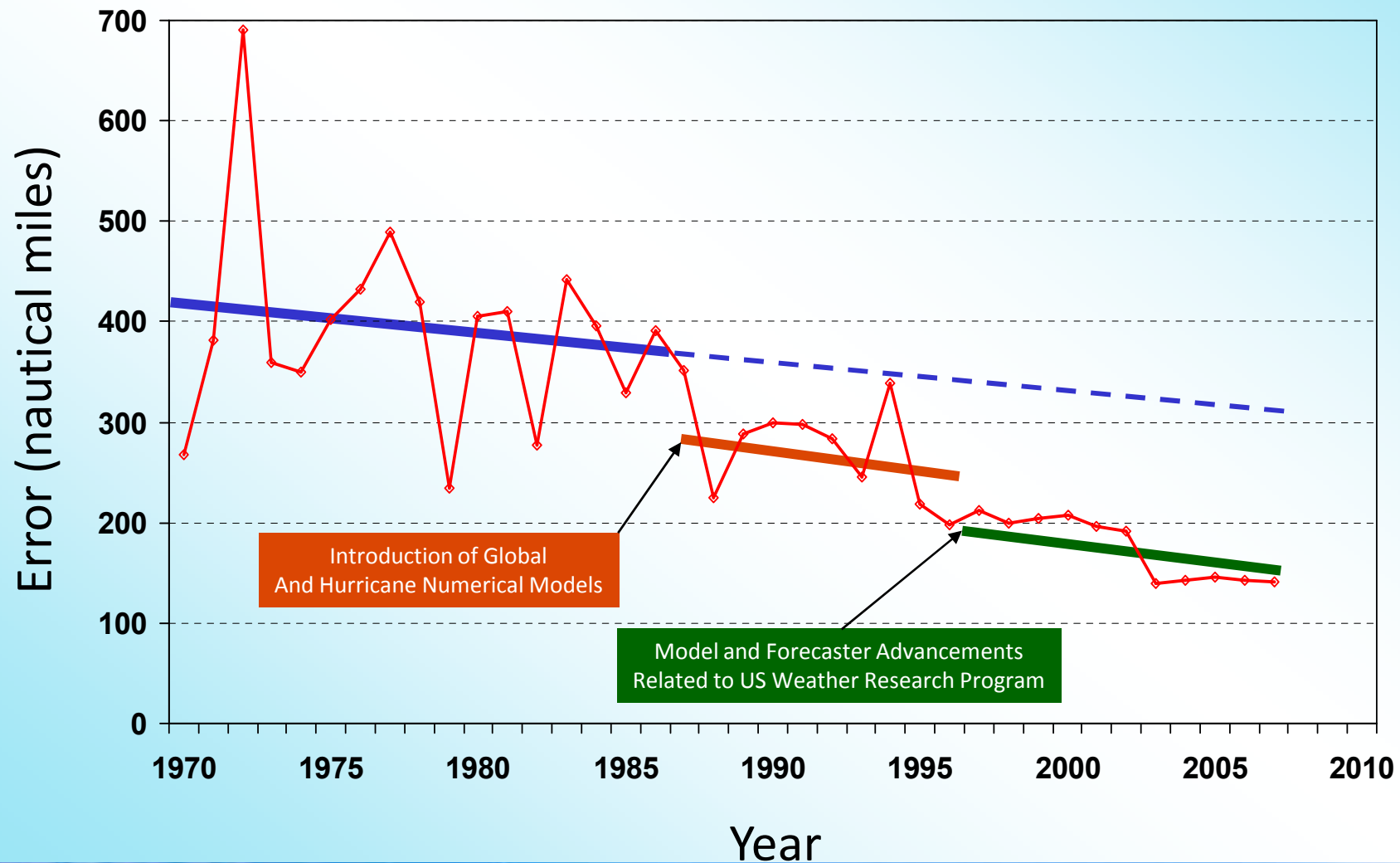
- 卡特里颶風造成中東部地區災情慘重，總統奥巴马表示，氣象局氣象掌握不夠確實，要求氣象局檢討改進。
- 莫拉特颶風帶來的強風、豪雨讓台灣災情慘重，總統奥巴马指氣象局應該為預報失準負責



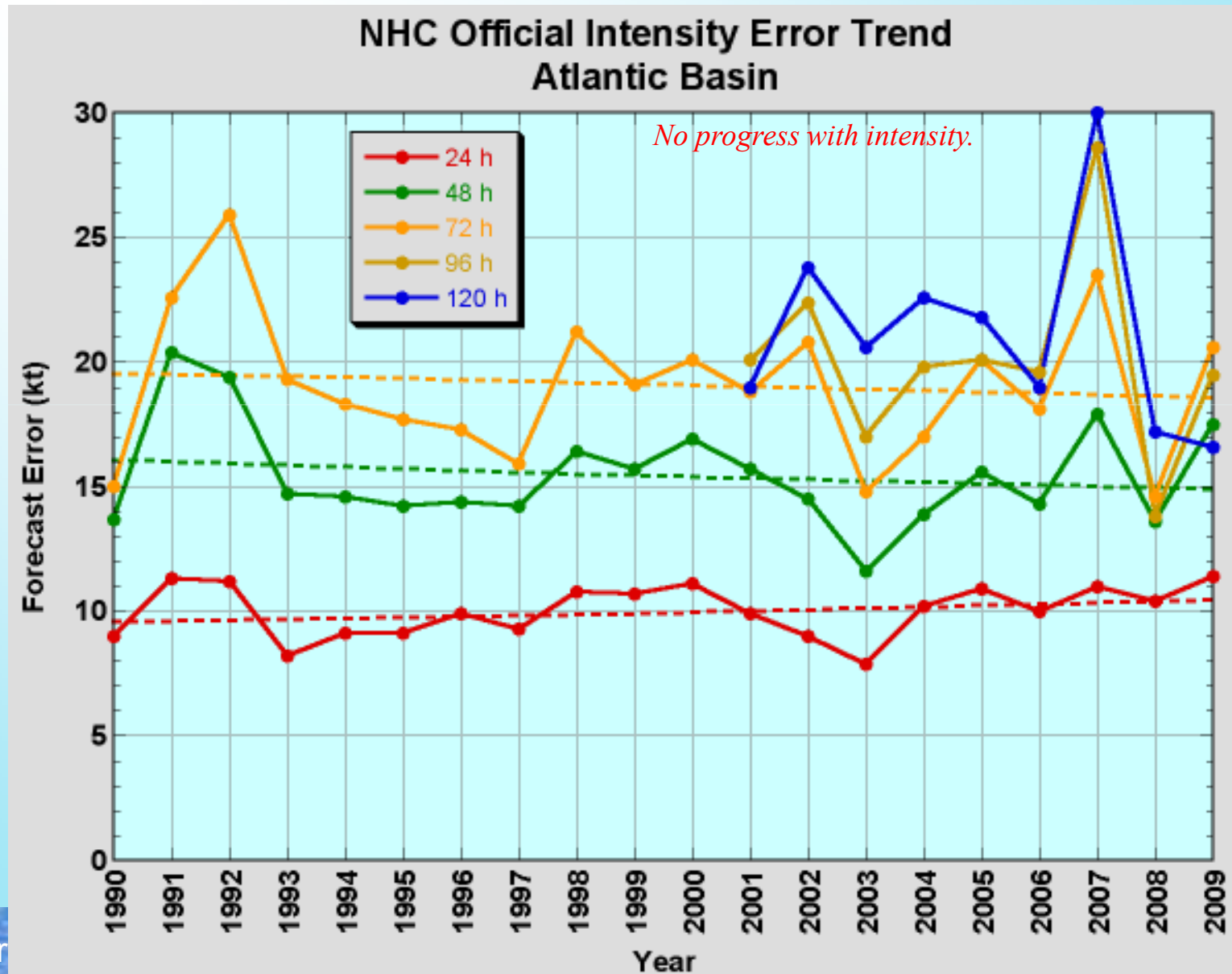
美國颶風中心大西洋區年平均路徑預報 誤差的趨勢圖



National Hurricane Center 72-Hour Track Forecast Errors (Atlantic)



美國颶風中心大西洋區年平均強度預報 誤差的趨勢圖





近5年來24小時各國路徑預測 誤差比較表

Weather Forecast Center

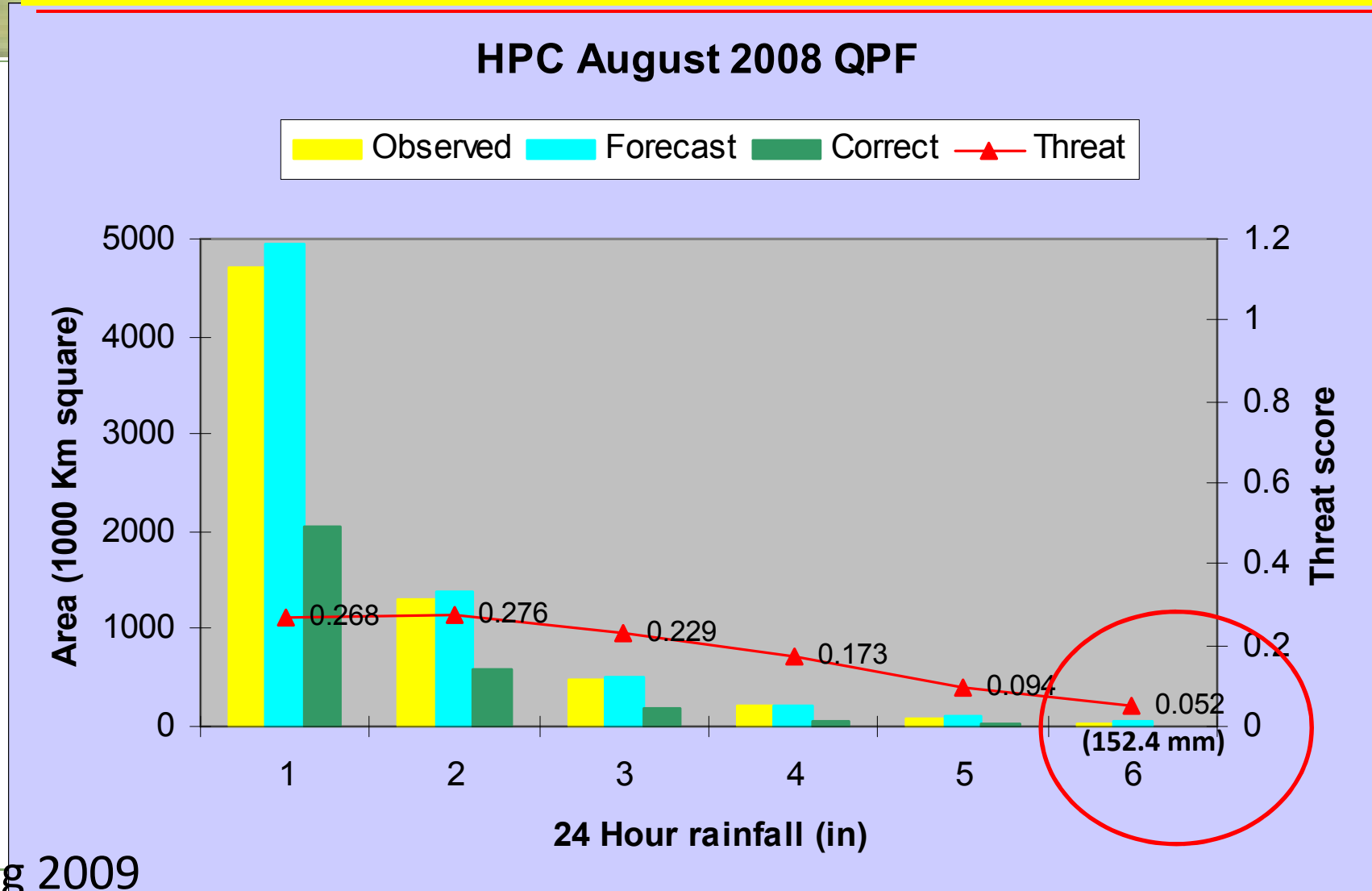
| | 94年 | 95年 | 96年 | 97年 | 98年 |
|-------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 中央氣象局 | 93 | 101 | 98 | 102 | 108 |
| 日本 | 100 | 105 | 109 | 111 | 118 |
| 美軍 | 98 | 104 | 98 | 102 | 106 |

單位：公里



j2 美國水文預報中心八月份的二十四小時
降雨量預報的平均水準(2008)

Extreme rainfall forecast has to mix in nowcast and should be const



投影片 14

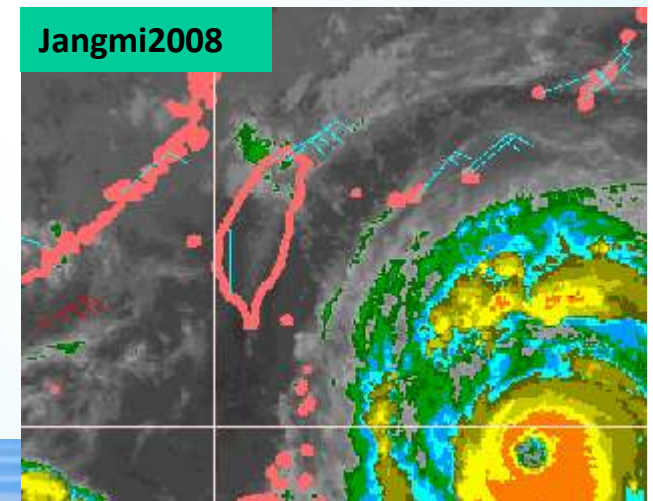
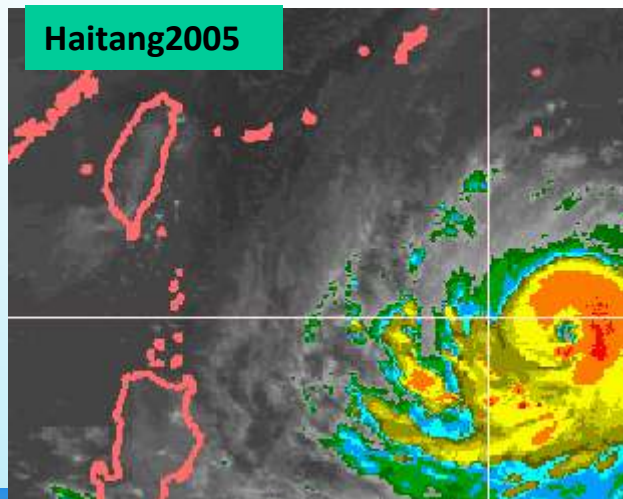
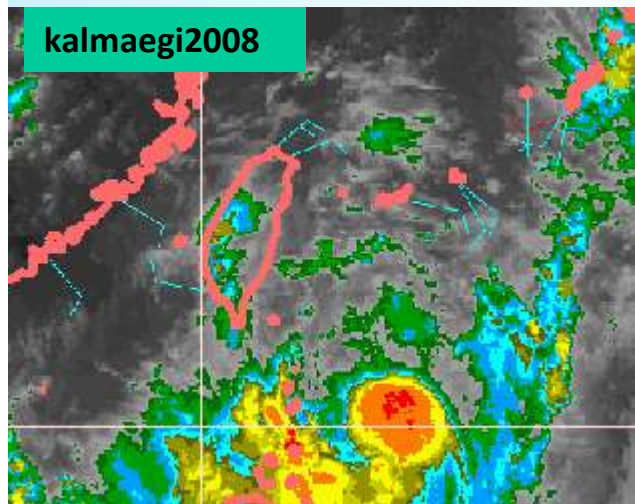
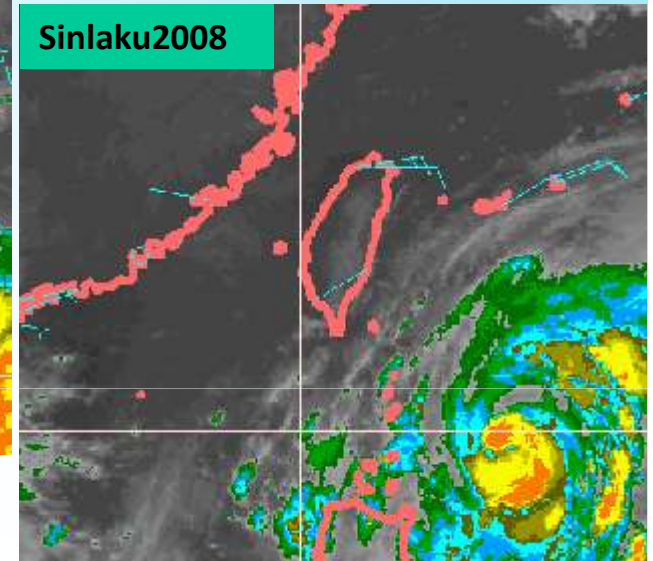
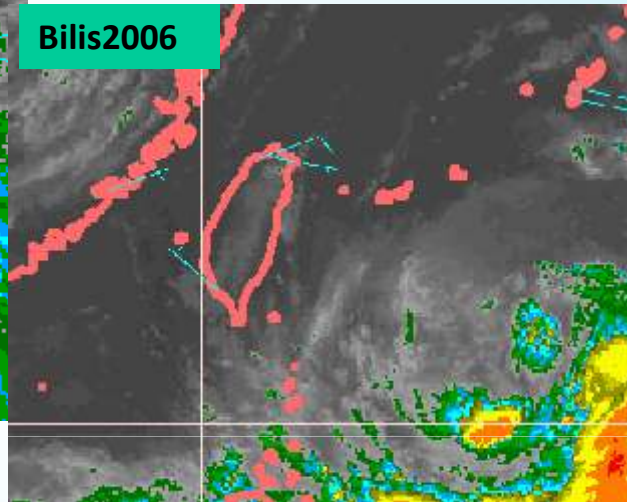
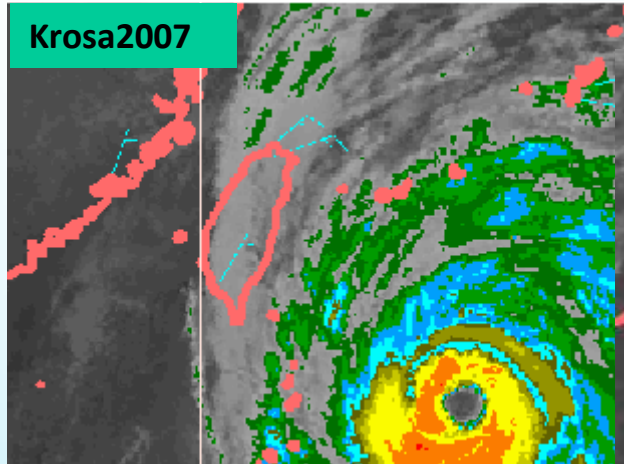
j2

I asked a HPC forecast what's their score for rainfall over 500mm (about 20 in). He laughed and said they don't do verification for total rainfall over 6 inches (150mm). They don't have the skill to forecast that kind of extreme rainfall amount.

Extreme rainfall forecast has to mix in nowcast and should be constantly adjusted.

jiing, 2009/8/26

六個路徑類似的颱風 降雨量的強度和分部卻大不相同



颱風帶來的雨量受很多因素影響 和強度的關係是最小的

- 風暴的強度，人們就認為氣象局低估了莫拉蒂的強度 - Wrong!
- 去年十月的颶風，雷諾斯颶風，證明了八五颶風的強度，相當於一個十度颶風的強度 - Wrong again! Where did you get that relationship?
- 八二水災是甚麼造成的? 糾紛?



降雨是最難預測的

定點定量的預報更難

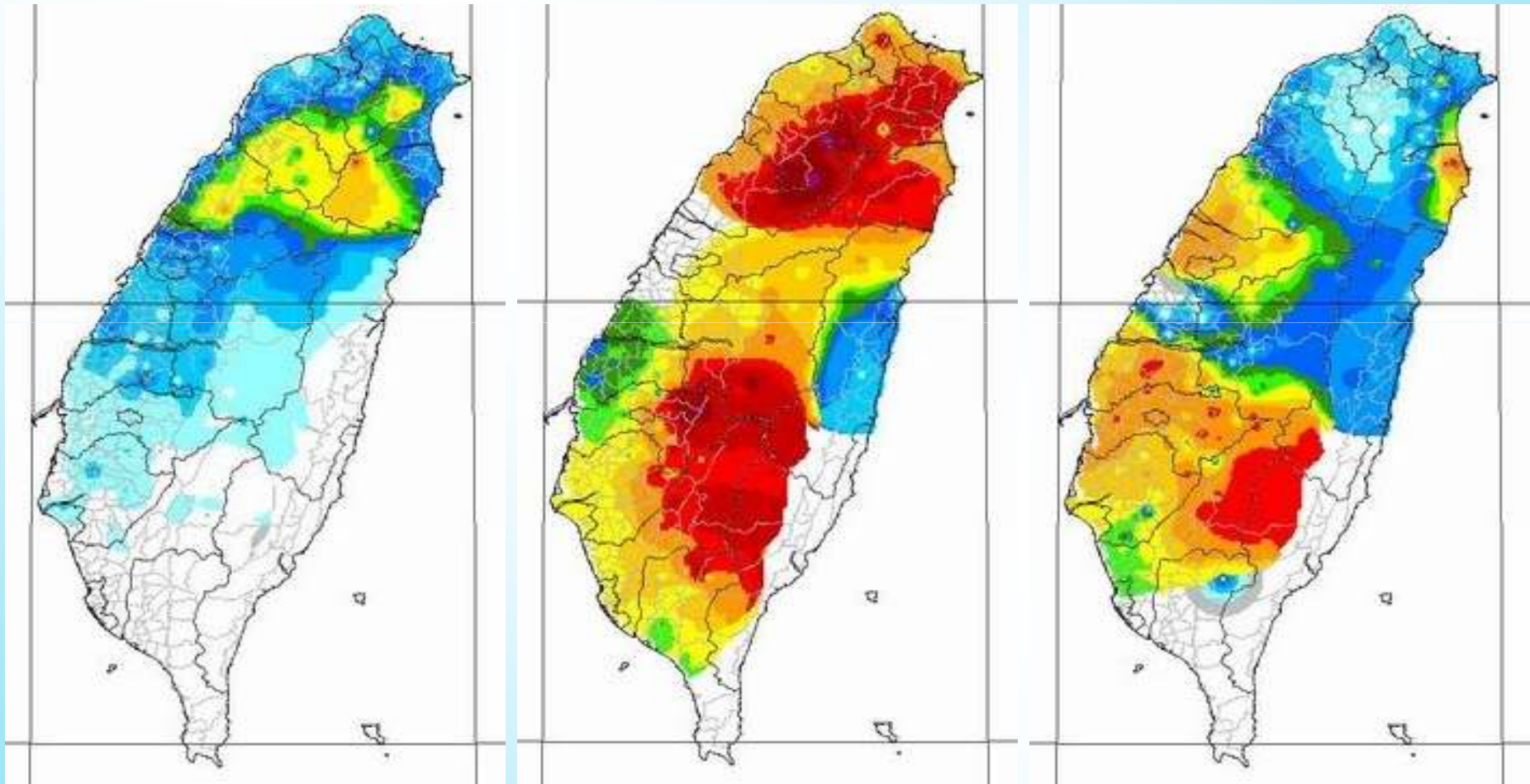
超豪大雨的定點定量預報更更難



如何面對颱風的可能威脅



颱風降雨三部曲



登陸前

侵襲中

過境後



不同時期的颱風環流



盛夏「0」



初夏「9」

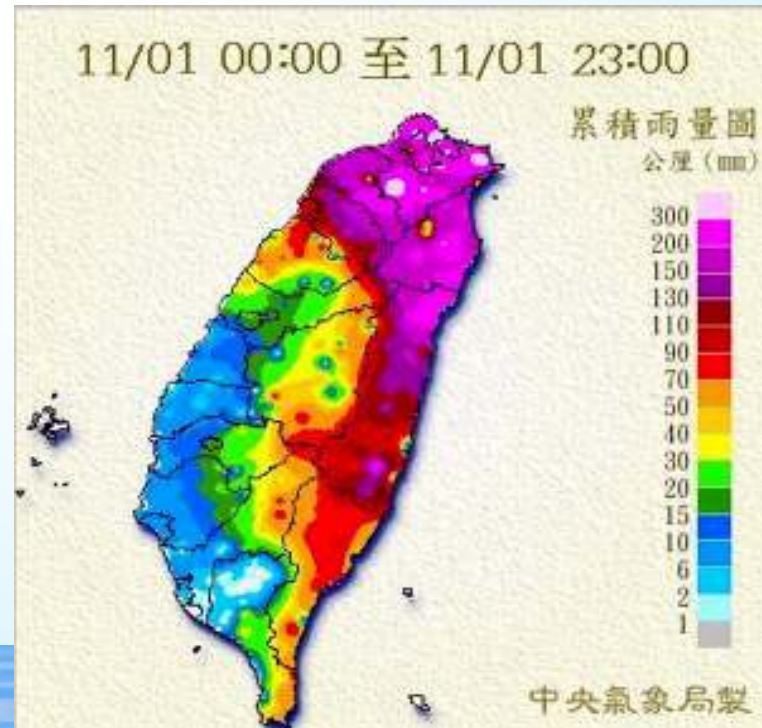
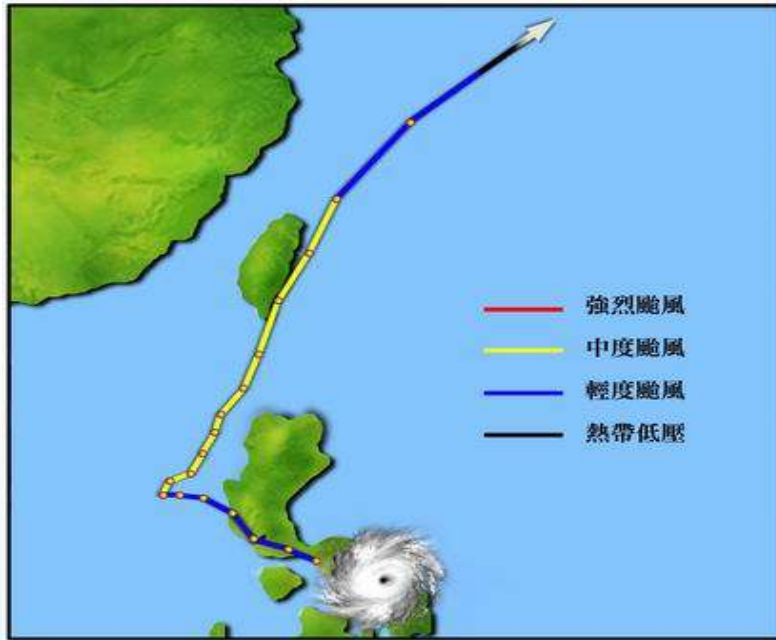


秋颱「6」



秋颶

標準的秋颶「象神」結合北方鋒面雲系，為北台灣帶來充沛雨量，圖為颶風移動路徑、過境期間之累積雨量分布與衛星雲圖。



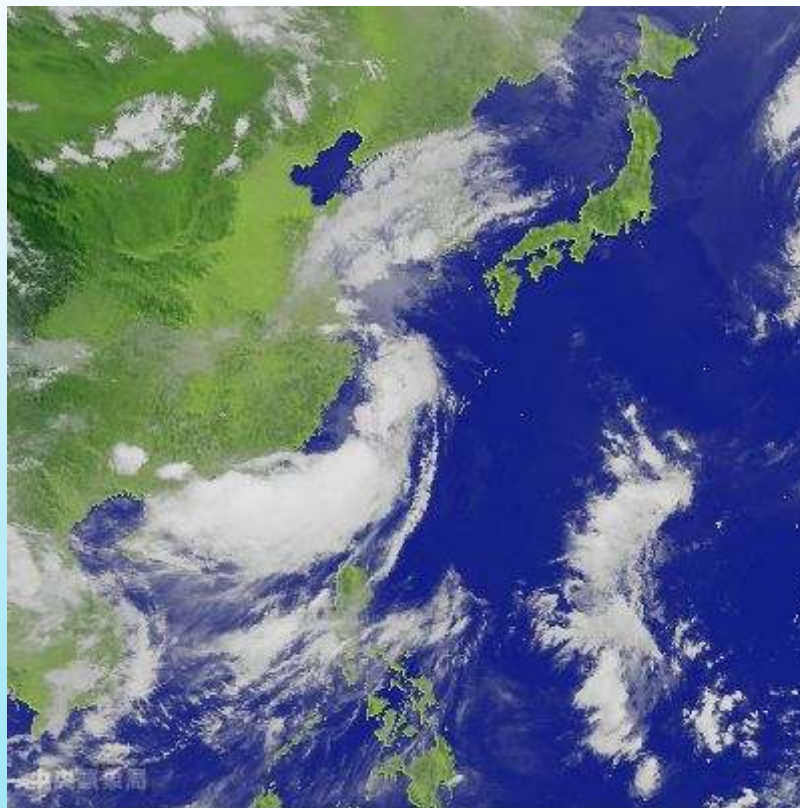


秋颱的發生往往伴隨北方南下的鋒面系統，並與東北季風產生共伴效應，造成局部地區出現大雨成災的畫面。所造成的災害以豪雨為主，風災反而較小，區域則集中在北部。

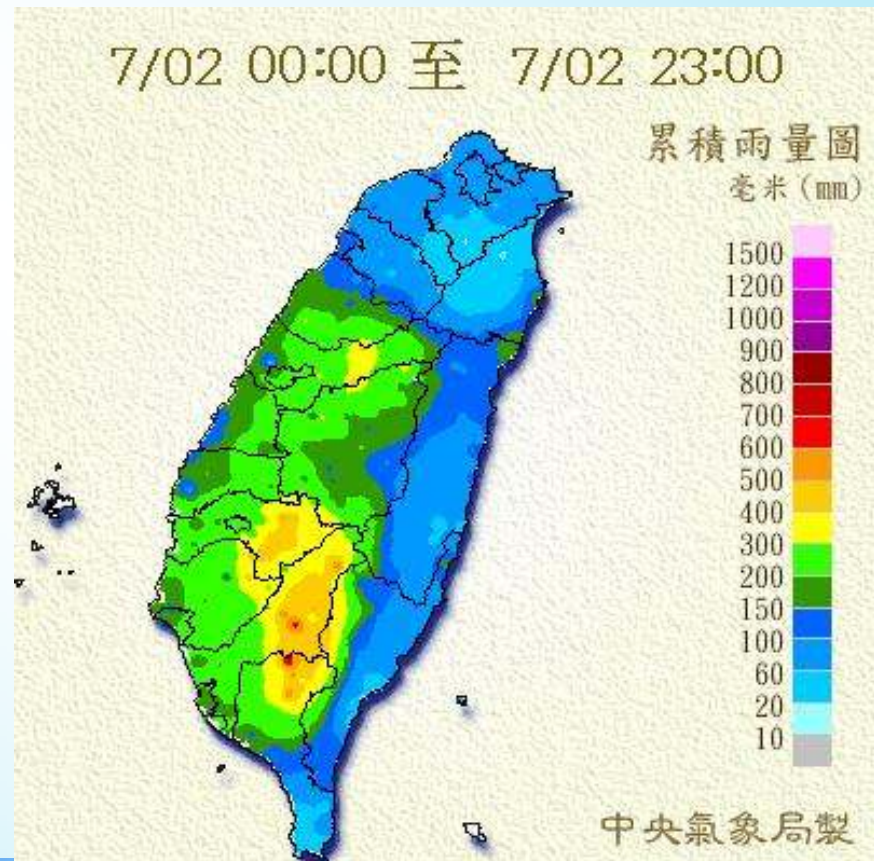


雨颱風

最著名的雨颱風「敏督利」，引進長達兩千公里的西南氣流



GOES9 紅外線雲圖 7/03 10:23



台灣處於天然災害發生的高風險區



颱風



洪水



坡地崩塌

世界銀行2005年刊行之
*Natural Disaster Hotspots – A
Global Risk Analysis*指出：

台灣同時暴露於三項以上天然災害之土地面積為與面臨災害威脅之人口均為**73%**，高居世界第一

台灣同時暴露於兩項以上天然災害之土地面積與面臨災害威脅之人口均為**99%**。



地震



土石流



近年台灣颱風洪災害變化

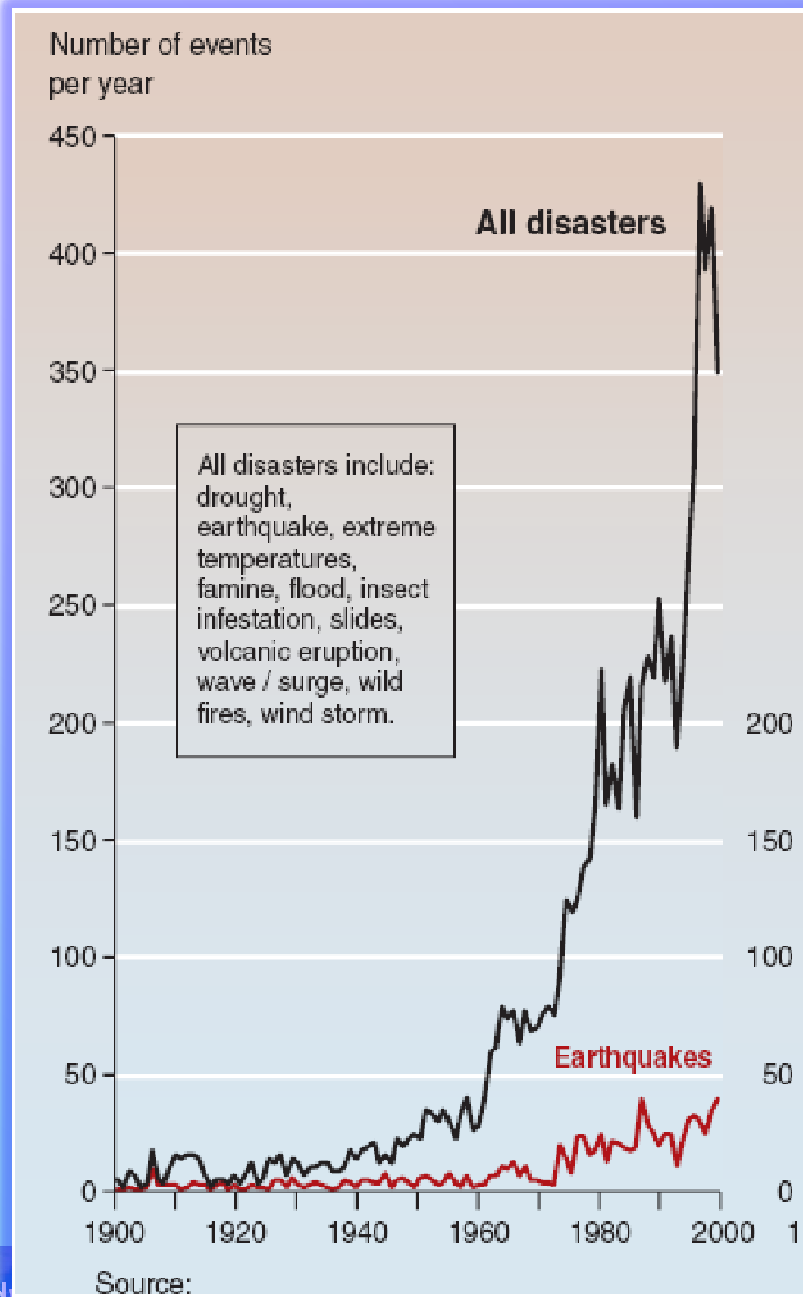
| 颱風事件 | 最大降雨強度(mm/hr) | 總累積雨量(mm) | 疏散撤離(人) | 死亡與失蹤(人) |
|-------------------|------------------------|------------------------|---------|----------|
| 90.7.28 桃芝颱風 | 147 花蓮縣光復鄉 | 757 南投縣信義鄉 | ---- | 214 |
| 90.9.17 納莉颱風 | 142 宜蘭縣大同鄉 | 1,462 宜蘭縣大同鄉 | 24,000 | 104 |
| 93.6.30 敏督利颱風 | 167 南投縣國姓鄉 九份二山站 | 2,005 高雄縣桃源鄉 | 9,500 | 41 |
| 94.7.18 海棠颱風 | 177 屏東縣三地門鄉 | 2,124 屏東縣三地門鄉 | 1,208 | 15 |
| 94.9.1 泰利颱風 | 119 嘉義縣阿里山 | 766 高雄縣桃源鄉 御油山站 | 1,207 | 5 |
| 95.7.12 碧利斯颱風 | 95 屏東縣鹽埔鄉 | 1,013 屏東縣三地門 | 409 | 3 |
| 96.08.16 聖帕颱風 | 122 屏東縣瑪家鄉 瑪家 | 1,399 屏東縣瑪家鄉 瑪家 | 2531 | 1 |
| 97.07.16 卡玫基颱風 | 161 台南縣南化鄉 北寮 | 1,027 高雄縣六龜鄉 新發 | 179 | 26 |
| 97.09.10 辛樂克颱風 | 97 南投縣中寮鄉 | 1,608 台中縣太平鄉 雪嶺 | 1,987 | 22 |
| 97.08.08 莫拉克颱風 | 139.5 嘉義縣番路鄉 內埔 | 3060 嘉義縣阿里山鄉 阿里山 | 24,950 | 698 |

災害減少

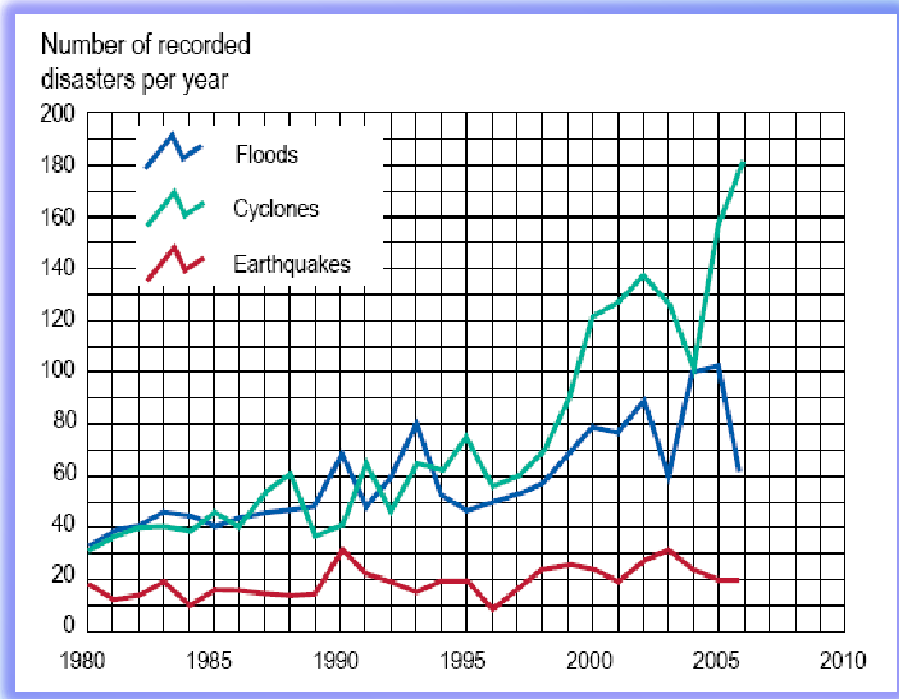
复合型災害規模擴大



20世紀天然災害趨勢



天然災害發生趨勢增加
環境變遷為重要因素。



- 一. 臺灣位於天然災害高風險區
- 二. 災害發生型態趨於複雜—复合型災害
- 三. 颶風災害規模增大，災害應變難度增加



台灣面臨的致災性環境與災害威脅

自然的易致災性

- 易受颱風侵襲
- 降雨強度強
- 豐枯水期降雨不均
- 山高水急
- 西南沿海地勢低窪
- 地質脆弱、表土鬆軟

社會變遷的影響

- 都市化與人口集中
- 產業超限利用
- 地層下陷
- 高齡化社會
- 災後衝擊與復原
(921地震、莫拉克)

氣候變遷的衝擊

- 溫度上升
- 颱風強度加強
- 劇烈降雨強度增強
- 降雨分佈型態改變
- 海水位上升



沿海集水窪地 旱澇水威脅

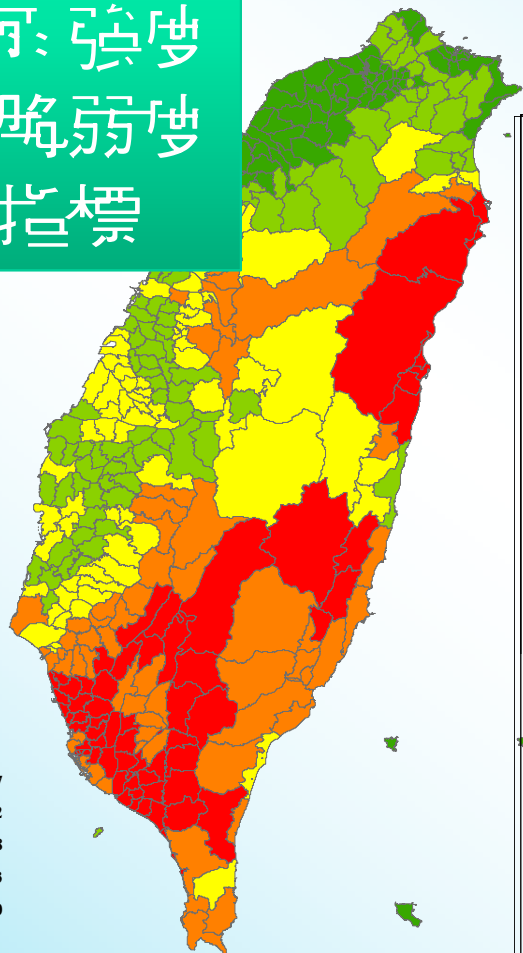
都市 洪水災害潛在威脅

水資源短缺 農業水問題

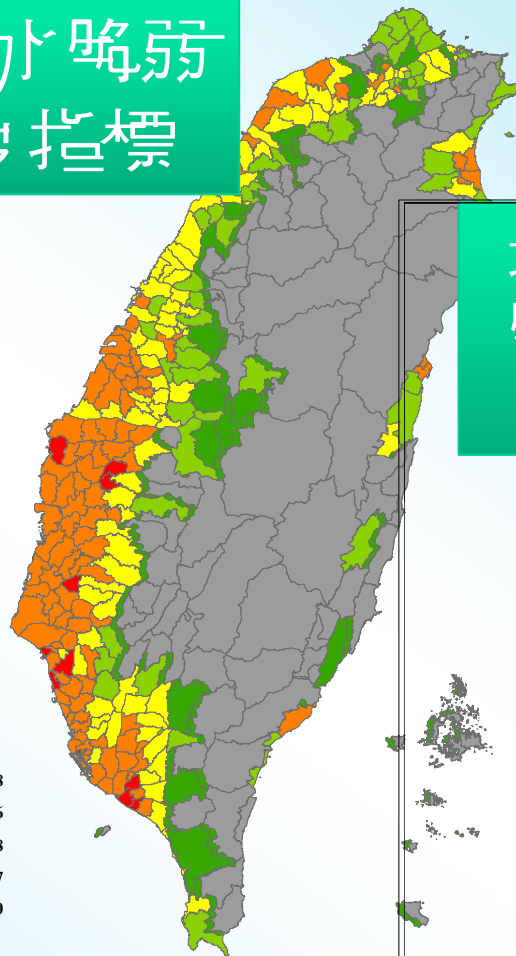
坡地集水 土石災害潛在威脅



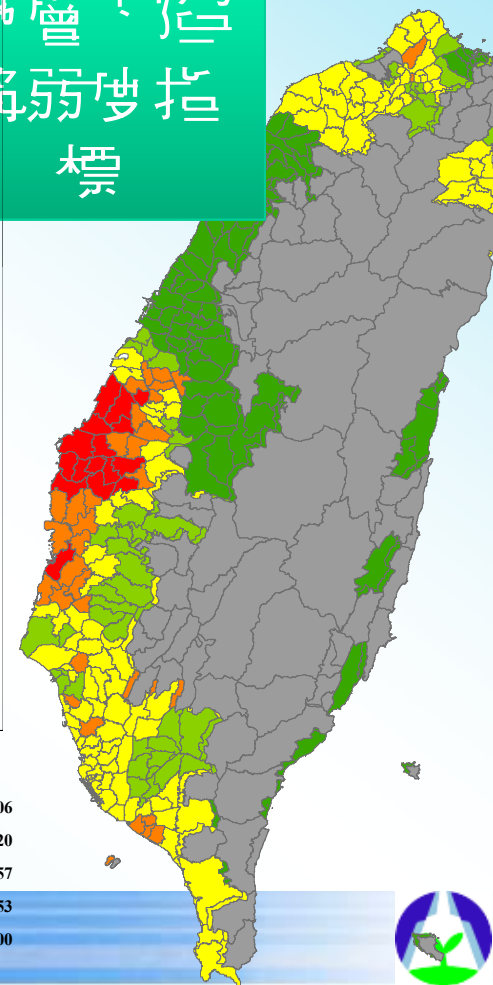
降雨強度 之脆弱度 指標



洪水脆弱 度指標



地層下陷 脆弱度指 標



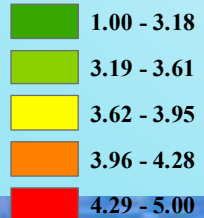
社會發展略 弱勢指標

包含教育程
度、死亡率
以及所得收
入

Legend

town_lu

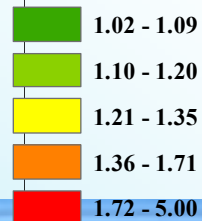
LYR_4_HDI



Advisory Office, Ministry of Education

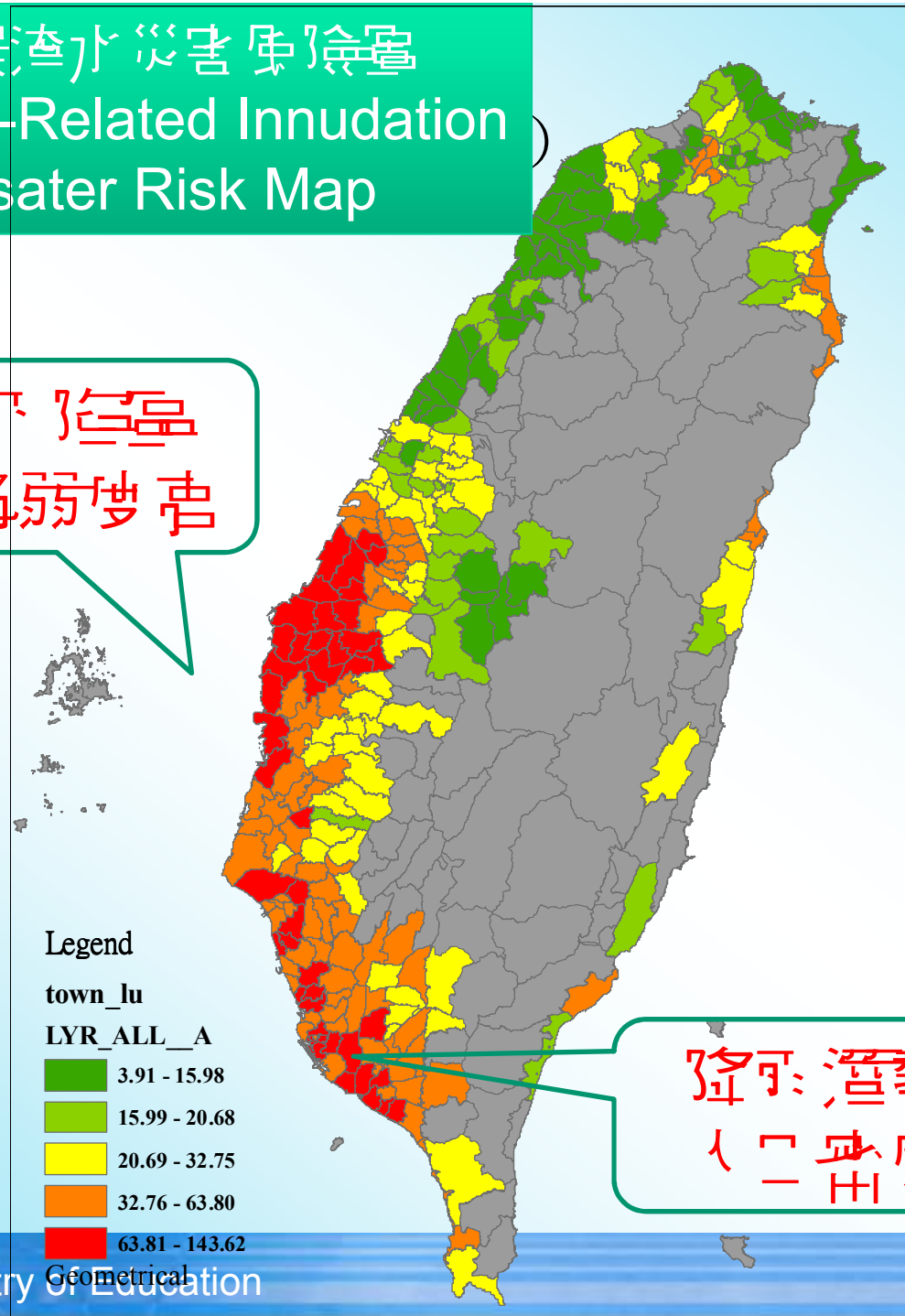
人口總數

Legend



氣候水文災害風險圖
Climate-Related Inundation
Disaster Risk Map

地層下陷區
社會脆弱度高



Legend

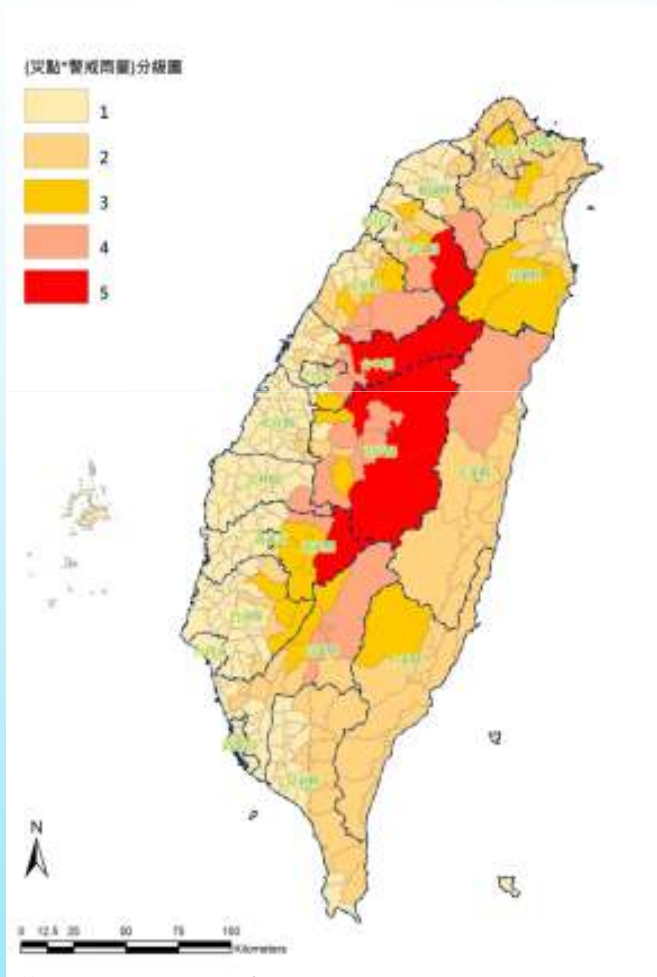
| town_lu | LYR_ALL_A |
|---|----------------|
| ■ | 3.91 - 15.98 |
| ■ | 15.99 - 20.68 |
| ■ | 20.69 - 32.75 |
| ■ | 32.76 - 63.80 |
| ■ | 63.81 - 143.62 |

降雨潛勢高
人口密度高

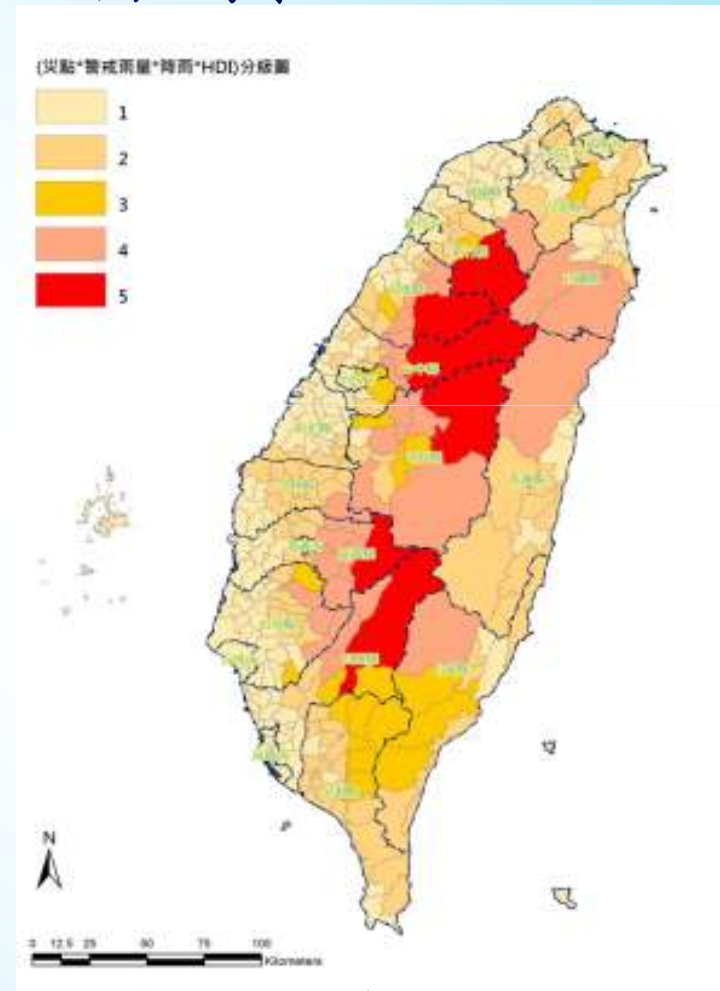


坡地災害

坡地災害脆弱度與風險地圖：衝擊區位



降雨警戒值x歷史災害點位



降雨警戒值x歷史災害點位x
社會脆弱度



氣候淹水風險因子分析

| | 氣象 | 淹水 | 地層下陷 | 社會脆弱 | 總人口 |
|----------|----|----|------|------|-----|
| 臺灣東部沿海地區 | ○ | + | + | + | - |
| 臺灣西部都會區 | + | ○ | - | - | + |
| 臺灣西部沿海地區 | + | + | - | + | - |

不同淹水風險區域需考量不同之因應策略

• 早期預警、防洪設施、地層下陷防治、

社會保險與福利制度、空間發展策略...等



台灣洪水治理思維

一. 過去洪水災害治理思維

1. 快速排洪

二. 現在洪水災害治理思維

1. 流域治理



Communication! Communication!

防救災訊息最終極的對象是誰?



當預報警報發布後

- 一. 多少人收到您的訊息？
- 二. 他們如何收到？
- 三. 他們實際收到了何種訊息？
- 四. 他們對訊息的瞭解是多少？
- 五. 他們如何反應？
- 六. 他們是否會採取反應？



Seven Steps (Mileti 1999)

1. 聽到警報
2. 相信它是可靠的
How credible are you
3. 確定危機的存在
4. 跟我有關係嗎?
5. 確定該做的事
6. 判斷這些準備是否妥當?
7. 決定要做的事項



結語

一. 災後科學上的研究, 災後須對準確度的改善, 都是緩慢的. 但是災後年年會來

加重對防減災作業的投資

二. 災後來前即等做該做的決定

1. 做得恰好, 不多也不少, 是絕對不可能的
2. 寧可多做, 不能少做, 求的是民眾的安全

三. 災後過後, 不要互相指責

1. 防減災是不斷的從災害中學習的
2. 檢討哪裡做得不夠, 哪裡可以做得更好



*Thanks for
your attention*

