

颱風災害境況模擬之應用與探討

郭鴻基

教育部國家講座教授
臺大講座教授
臺大大氣系特聘教授
臺大天氣氣候災害研究中心主任



林李耀

國家災害科技中心副執秘

December 8, 2010

一.何謂災害境況模擬？

- **災害境況模擬：**
 - 利用各種工具，建立災害發生之可能情境、規模與衝擊。
- **應用：**
 - 災前：提供決策者採取早期的因應措施
 - 災後：協助使用者了解災情與可能的發生原因
 - 平時：提供使用者規劃防救災計畫
- **極限：**
 - 境況模擬常有基本假設，或是科學上仍具不確定性，應用時需瞭解其意義與應用限制。

二.台灣常見的颱風災害

- **強風：**
 - 颱風的風壓直接損毀建築物、通訊、電力、農作物等。
- **豪雨：**
 - 颱風的豪雨可造成低窪地區淹水、農作物損失等。
- **洪水：**
 - 長時間的豪雨常引起河水高漲，河水破堤或越堤時發生水災，常發生在河川下游及沿岸低窪地區。
- **坡地災害：**
 - 豪雨沖刷土石造坡地崩塌、土石流等災害，常損毀、淹沒山區的道路、房屋及農田等，並造成人命傷亡。
- **其他：**
 - 暴潮造成海水倒灌、焚風造成農作物損失、巨浪造成海難…等。

24至36小時前有能力預測
數十至近百公里豪大雨區域
(地形鎖住效應)

數小時與數十公里範圍
中小尺度的氣象預報
仍是挑戰

2001年潭美颱風，無預警

情形下，中尺度對流，

五小時下355mm豪雨，

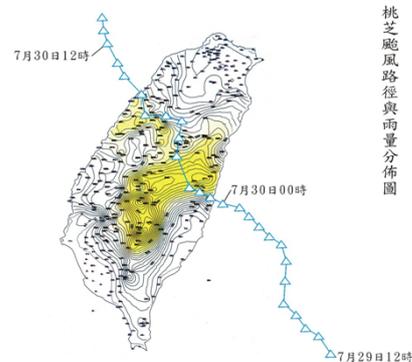
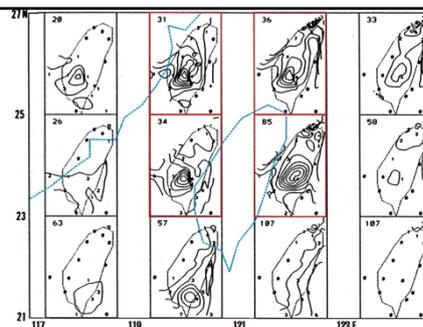
重創高雄市，2008年卡玫基颱風重創中南部；2010年凡那比颱風再次6小時重創高雄

24-72小時路徑預報（颱風來不來？）

水門關閉時機

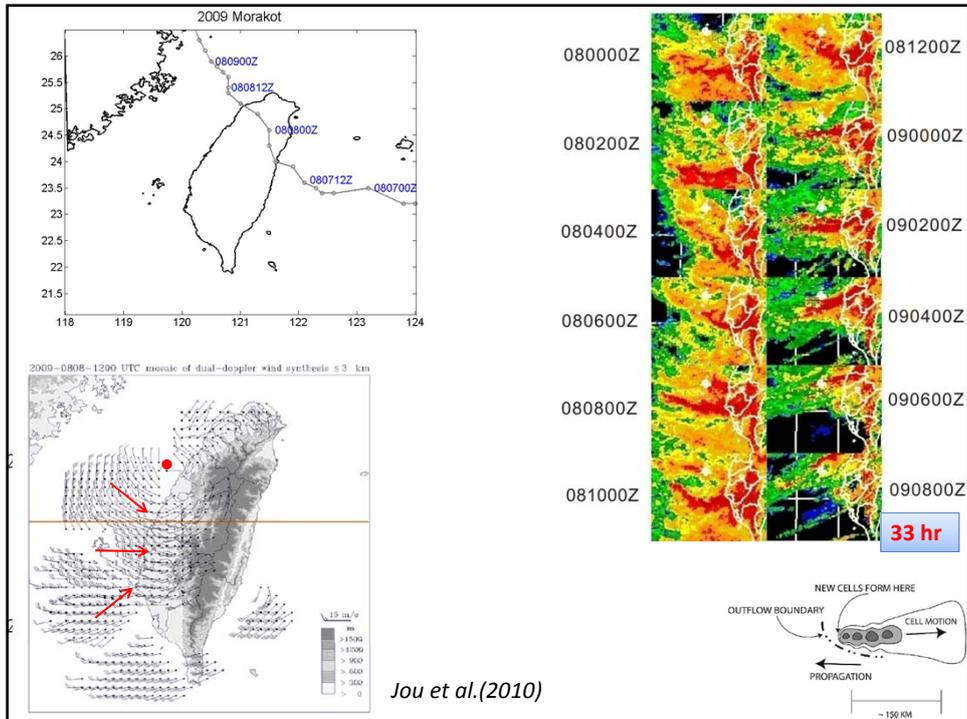
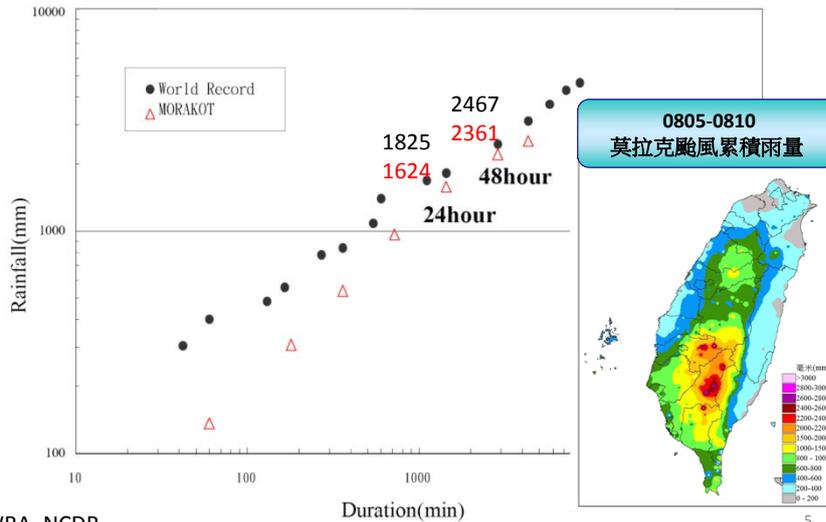
停班停課與停止活動

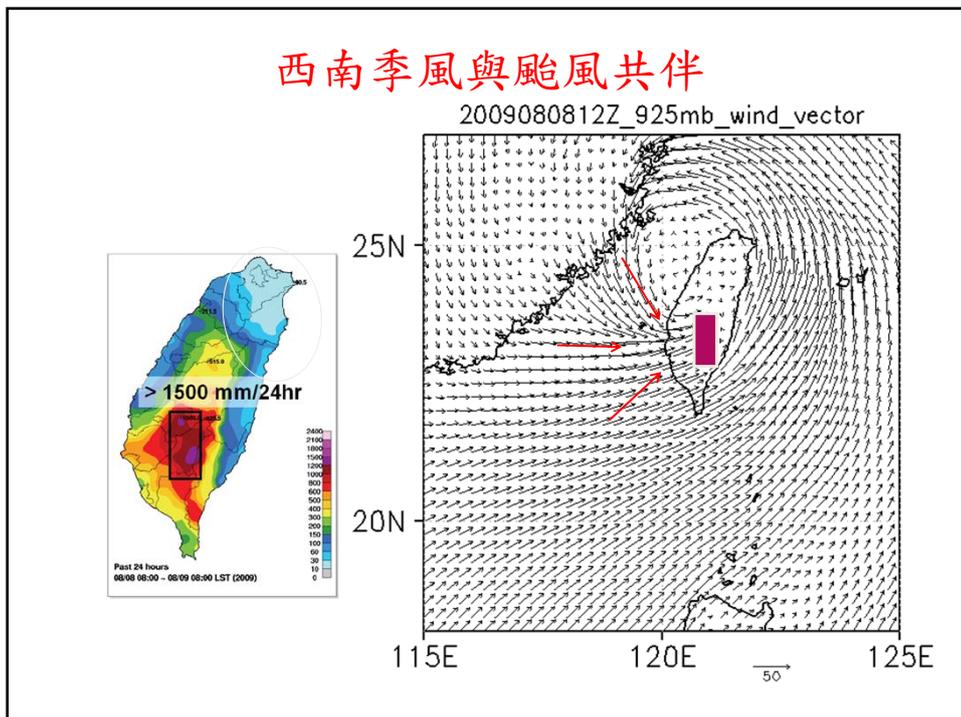
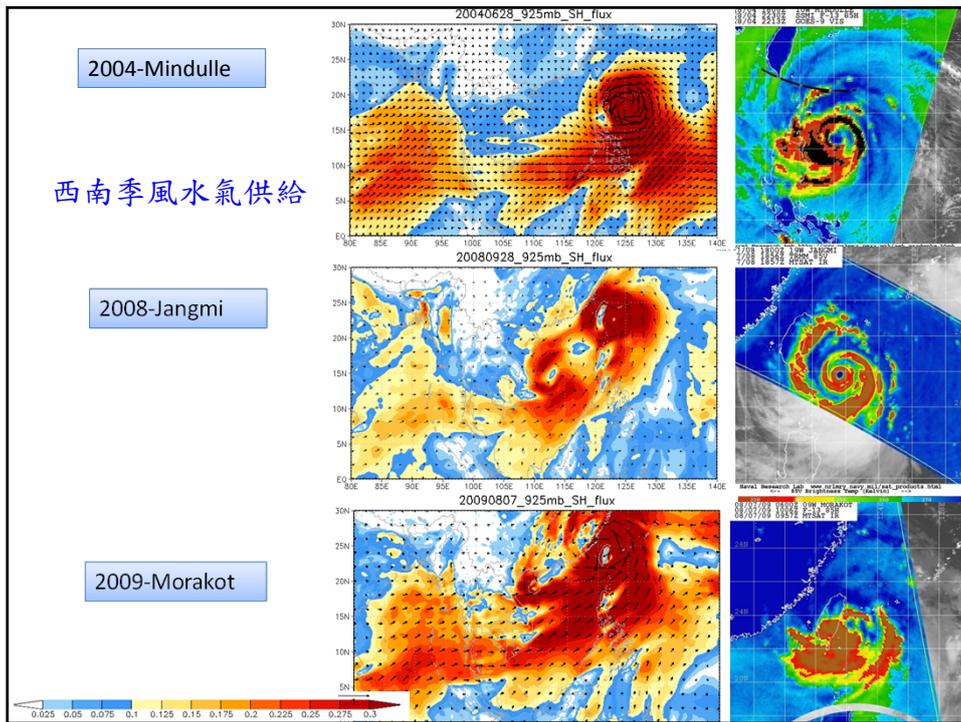
考試舉行與否



三.近年來颱風豪雨是主要的致災原因

莫拉克颱風(2009)





Interplay of Southwest Monsoon, Terrain, and Mesoscale Convection 跨尺度過程

Slow movement (long duration time)
移速慢

Mesoscale convection 中尺度對流

Southwest monsoon surge 季風環境

Asymmetry in convection

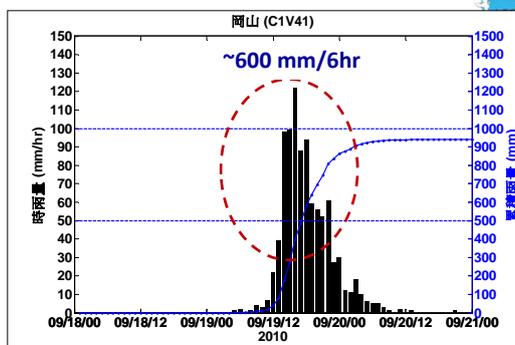
Terrain 地形

三.近年來颱風豪雨是主要的致災原因

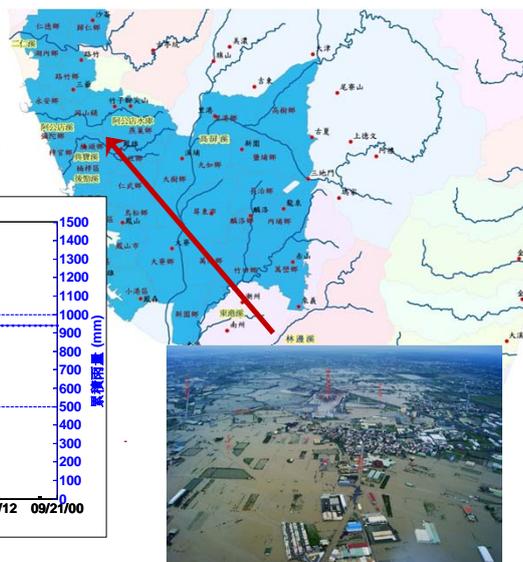
凡那比颱風(2010)

大高雄低窪地區淹水

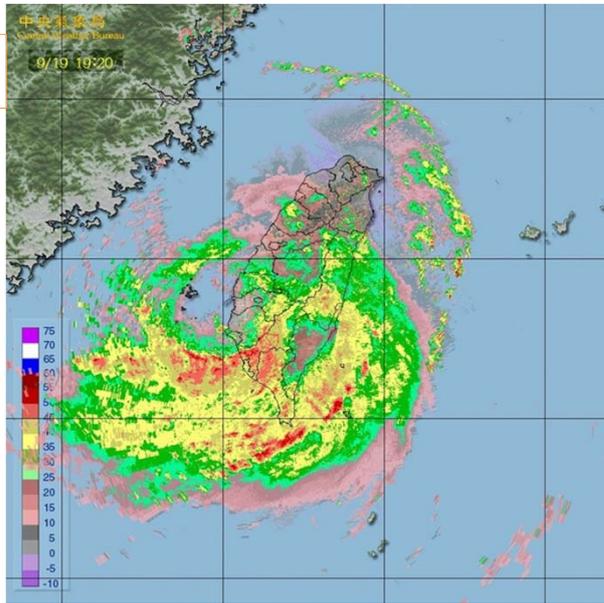
岡山站6小時累積大約600毫米的降雨



From NCDR



中央氣象局雷達回波
19:20



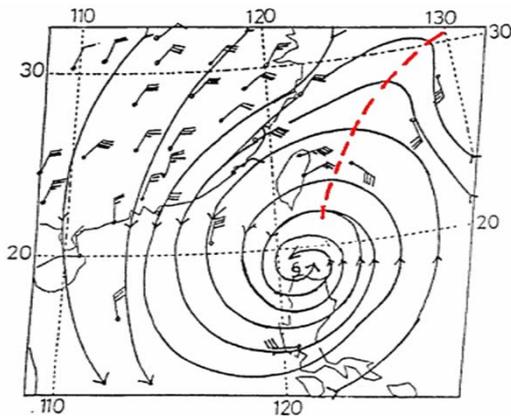
雷達回波顏色說明(無地形)

僅約略呈現空中雲雨系統含水量(包括三態之水)的分布情形，不能直接換算成地面降水量的多寡。



7

東北季風與秋季颱風共伴環流



Northeast Monsoon surge

Typhoon Lynn (1987)
Flood in Taipei city

Typhoon Megi (2010)
重創蘇花高速公路

颱風位於巴士海峽，北部東北部持續降雨

中尺度對流系統與地形作用

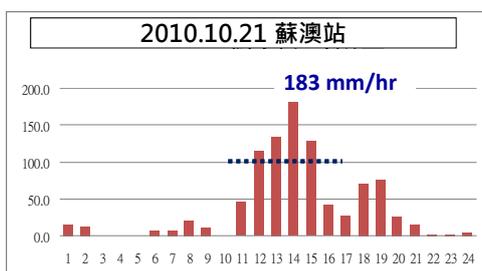
氣象局紀水上副局長

三.近年來颱風豪雨是主要的致災原因

梅姬颱風(2010)

蘇花高嚴重崩塌災害

蘇澳測站**連續4小時**降雨雨量超過 **100 mm/hr**，
觀測最大值達到**183mm/hr**



From NCDR



13

四.颱風災害的境況模擬

- 颱風災害模擬的重要項目：
 - 颱風
 - 路徑、風力、降雨
 - 淹水
 - 淹水潛勢、即時淹水模擬
 - 土石流
 - 土石流潛勢、即時土石流模擬

四.災時的境況模擬(應變)

颱風路徑預報 (萊羅克颱風,2010)



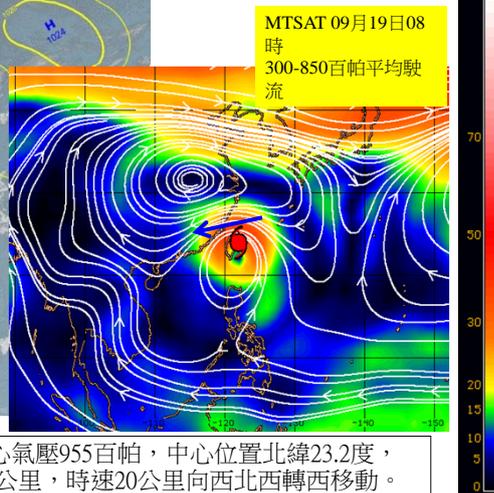
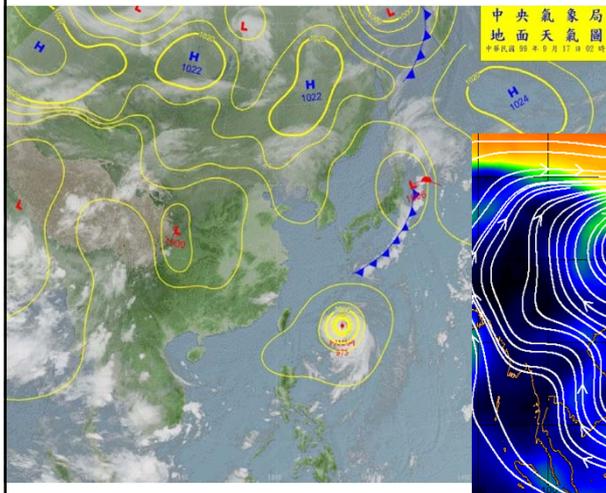
國立台灣大學氣候天氣災害研究中心

第11號颱風凡那比 (Fanapi)

資訊分析第6報

2010年9月19日14時00分

綜觀環境場

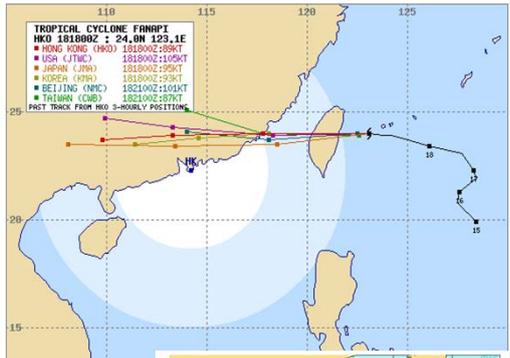
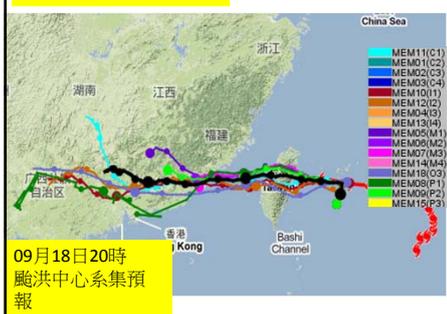


2010年9月19日12時，**凡那比**颱風中心氣壓955百帕，中心位置北緯23.2度，東經120.8度，位於花蓮西南方約120公里，時速20公里向西北西轉西移動。

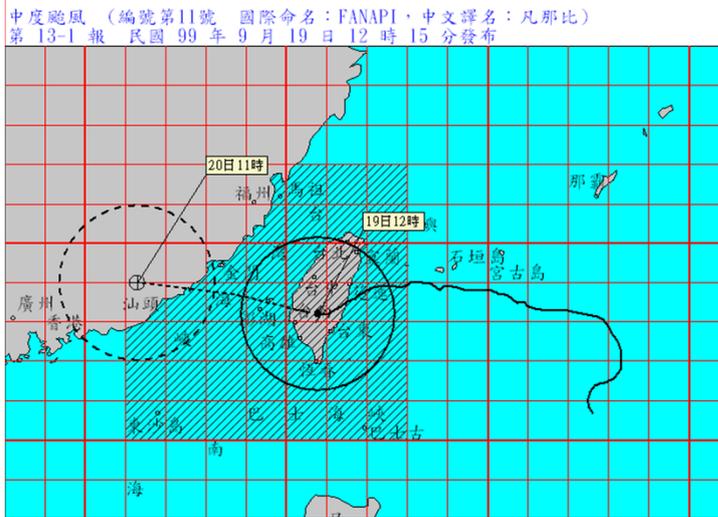
動畫 1 資料來源:中央氣象局

未來颱風動態

各國模式路徑預報



未來颱風動態



預測速度及方向：以每小時20公里速度，向西北西轉西進行。
 預測時間：20日11時。
 預測位置：北緯 24.0 度，東經 116.3 度
 即在金門的西南西方約 220 公里之處。

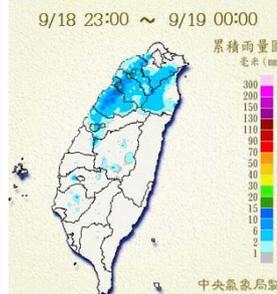
19

過去降雨情勢

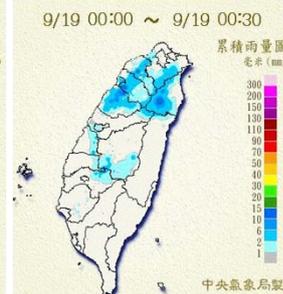
紅外線衛星雲圖



時雨量變化



累積雨量變化



2010年9月19日12時凡那比颱風位於花蓮西南方約120公里，
全臺籠罩在強風豪雨之暴風圈內。

動畫²⁰ 資料來源:中央氣象局

過去降雨情勢

累積總雨量排名

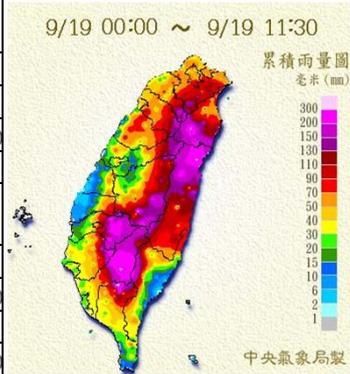
2010/09/18 00:00 ~ 2010/09/19 11:00

更新時間：2010/09/19 11:18:39

今日累積雨量

降雨集中於東部與南部地區

排行	雨量(毫米)	測站名稱	所在地
1	391.0	尾寮山	屏東縣三地門鄉
2	355.0	太平山	宜蘭縣大同鄉
3	340.5	上德文	屏東縣三地門鄉(德文村)
4	334.5	布洛灣	花蓮縣秀林鄉
5	334.0	御油山	高雄縣桃源鄉(鳳崗山苗圃)
6	308.0	望鄉	南投縣信義鄉
7	301.5	瀨頭	嘉義縣番路鄉(龍美地區)
8	295.0	馬頭山	嘉義縣大埔鄉
9	289.5	甲仙	高雄縣甲仙鄉(甲仙國中)
10	288.0	溪南	高雄縣桃源鄉



資料來源:中央氣象局

過去降雨情勢

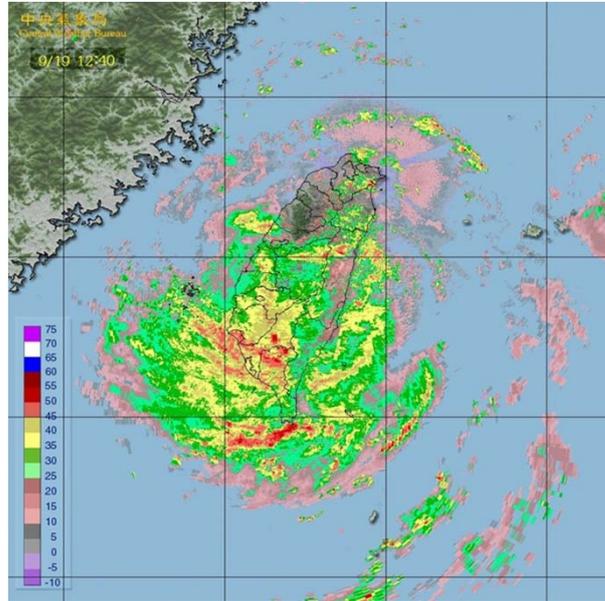
雨量統計表

目前時間：09/19 12:30

序號	站名	地址	最新雨量 (毫米) 09/19 12:20	小時累計(毫米)							日累計 (毫米)		最大累積(毫米)			
				10分	1小時	3小時	6小時	12小時	24小時	1日	2日	1小時	12小時	24小時	48小時	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
31	四堵	台北縣坪林鄉	0.0	23.0	37.5	117.5	159.0	219.0	51.5	226.0	38.5	160.0	219.0	217.5		
33	碧湖	台北縣坪林鄉	4.0	23.0	39.0	113.0	149.5	208.5	53.0	216.0	36.0	150.0	208.5	216.0		
36	下盆	台北縣烏來鄉	0.5	2.0	4.5	65.0	146.5	202.0	49.5	206.0	33.0	179.5	202.0	205.5		
41	桶後	台北縣烏來鄉	0.5	7.0	26.5	83.0	159.5	196.0	51.0	212.0	34.0	160.5	196.5	211.5		
44	福山	台北縣烏來鄉	2.0	2.5	8.0	84.5	152.5	192.5	55.0	195.0	38.5	166.5	192.5	201.0		
50	福山	台北縣烏來鄉	1.0	1.0	7.0	85.0	152.0	184.0	53.0	187.0	41.0	158.0	185.0	194.0		
52	坪林	台北縣坪林鄉	0.0	6.0	27.5	87.5	137.5	181.0	41.0	195.0	29.0	140.0	181.5	193.0		
53	坪林	台北縣坪林鄉	1.0	6.0	29.0	84.0	134.0	178.0	35.0	191.0	27.0	134.0	178.0	190.0		
59	坪林	台北縣坪林鄉	1.5	6.0	30.0	86.5	132.0	172.0	34.5	185.5	29.5	133.5	172.0	184.0		
65	火燒寮	台北縣平溪鄉	1.0	7.0	60.0	120.0	148.0	163.0	49.0	175.0	55.0	150.0	163.0	175.0		
66	四十份	台北縣新店市	0.5	8.5	24.5	78.5	130.5	160.0	33.5	169.0	29.0	131.5	160.0	167.0		
73	熊空山	台北縣三峽鎮	1.0	4.0	17.0	71.0	123.0	154.0	23.0	156.0	34.0	123.0	154.0	156.0		
84	溪坑	台北縣深坑鄉	1.0	3.5	50.0	86.5	127.5	143.0	28.0	144.5	31.0	127.5	143.0	144.0		
93	大桶山	台北縣新店市	2.0	4.0	16.0	62.0	105.0	139.0	26.0	144.0	23.0	108.0	139.0	143.0		
99	屈尺	台北縣新店市	5.0	7.5	27.0	72.5	111.0	136.0	11.5	140.0	25.5	111.0	136.0	135.5		

累積降雨集中於坪林、烏來、平溪、新店地區

中央氣象局雷達回波
12:20



雷達回波顏色說明(無地形)

僅約略呈現空中雲雨系統含水量(包括三態之水)的分布情形,不能直接換算成地面降水量的多寡。



未來降雨情勢

發布時間: 09月19日 10:00

24小時累積雨量預測(下修)

北部平地150~250mm

北部山區200~400mm

總雨量預測

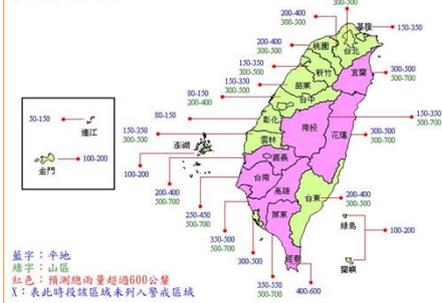
北部平地200~400mm

北部山區300~500mm

24小時雨量預測
24小時累積雨量預測
發布時間: 19日 10時
預測19日14時至
20日14時各地區
累積雨量

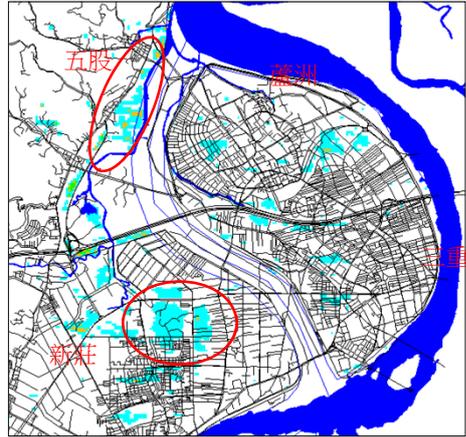


1011號颱風雨量預測
發布時間: 19日 10時

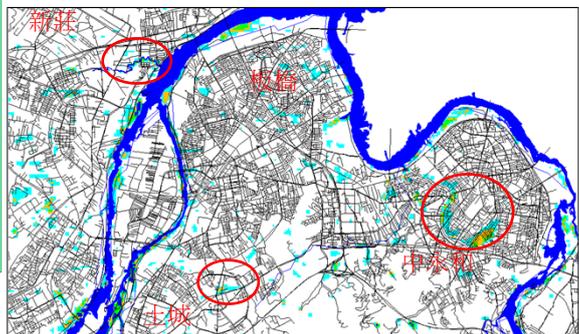


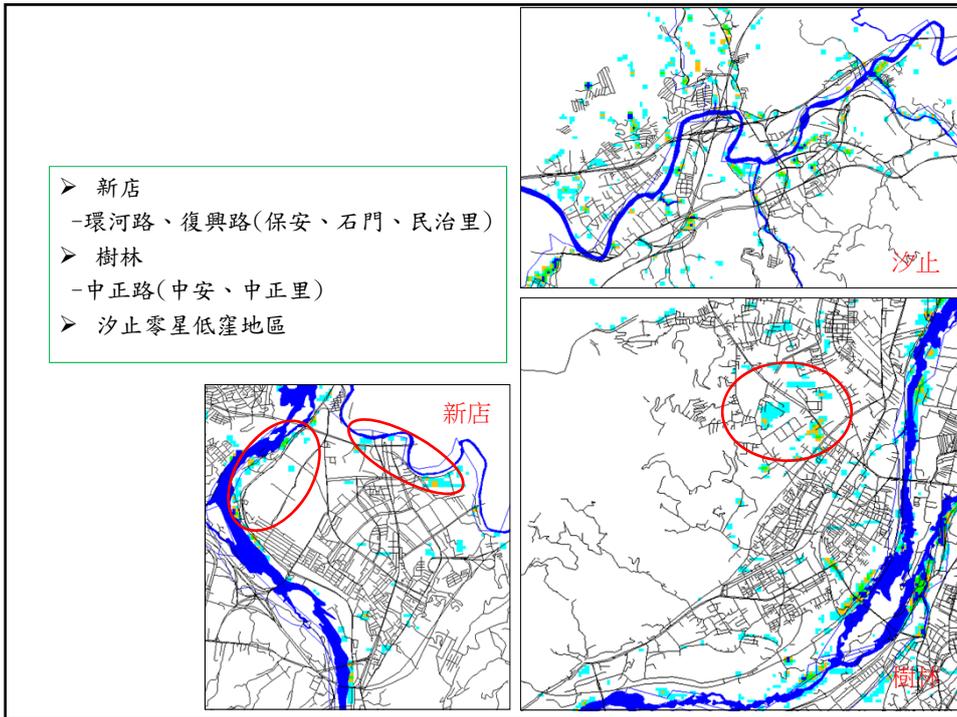
資料來源:中央氣象局

- 新莊
 - 思源路(頭前、和平、昌平里)
 - 中港大排上游沿岸(幸福、自信、中隆里)
- 五股
 - 成泰路二、三段(小西村、永春村)
- 三重蘆洲零星低窪地區



- 新莊
 - 塔寮坑溪下游(瓊林、建安里)
- 中永和
 - 瓦礫溝沿岸中正路、中和路(景南、華新里)
- 土城
 - 金城路二段(河堤里)
- 板橋零星低窪地區





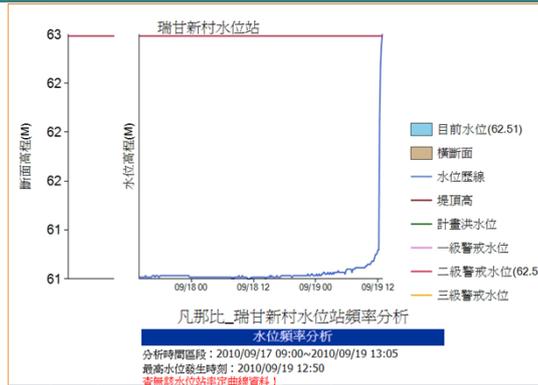
99年9月19日10:00
中央氣象局風力預測

分區	風力(級)	台北市		台北地區	
		平均風	陣風	平均風	陣風
19日	19時	6	9	7	10
至	18時	7	11	8	12
19日	20時	5	8	6	9
至	18時	6	10	7	11
20日	20時	4	7	4	7
至	06時	5	8	5	9

水位統計表

瑞甘新村達二級警戒水位

序號	基本資料			目前水位		一級警戒 (公尺)	二級警戒 (公尺)	三級警戒 (公尺)	堤頂高 (公尺)		上升 速率
	河川局	站名	流域	最新時間	公尺	警戒差(警戒值)	警戒差(警戒值)	警戒差(警戒值)	堤頂差	堤頂高	
1	第七河川局	新埤	林邊溪	09/19 13:40	9.0	-0.4 (9.3)	0.1 (8.8)	---- (----)	-5.4	14.3	▲0.4
2	第十河川局	瑞甘新村	淡水河	09/19 13:30	62.6	---- (----)	0.0 (62.5)	---- (----)	----	----	0.0
3	第七河川局	東門橋	高屏溪	09/19 13:20	46.9	0.0 (46.9)	1.2 (45.7)	---- (----)	----	----	▼-0.7
4	第九河川局	箭環大橋	花蓮溪	09/19 13:20	84.8	-0.2 (85.0)	1.0 (83.8)	---- (----)	-2.5	87.3	▲0.4



水庫逐時查詢表

水庫名稱	水情時間	颱風期間 總累積雨量 (毫米)	入流量 (cms)	目前 水位 (M)	滿水位 (M)	蓄水 百分比 (%)	放流量 (cms)	洩洪量 (cms)	目前 蓄水量 (萬立方 公尺)	濁度	預計洩洪時間
明德水庫	09/19 12:00	136.0	34.5	60.15	61.00	90.2	4.4	10.0	1122.2	濁度	----
永和山水庫	09/19 11:00	83.5	1.9	84.46	85.00	99.7	2.1	0.0	2716.9	濁度	----
寶山第二水庫	09/19 12:00	139.0	1.1	148.06	150.00	93.0	1.5	0.0	2913.2	濁度	----
寶山水庫	09/19 12:00	88.5	1.0	141.04	141.60	93.3	1.3	0.0	499.3	濁度	----
翡翠水庫	09/19 12:00	112.7	644.0	144.78	170.00	42.2	89.0	----	14176.2	濁度	----
新山水庫	09/19 12:00	18.0	0.9	76.92	83.00	68.5	0.0	0.0	566.9	濁度	----
西勢水庫	09/19 12:00	20.0	0.0	69.46	72.08	47.8	0.0	0.0	20.9	濁度	----
石門水庫	09/19 12:00	159.0	1056.2	239.69	245.00	79.3	160.1	203.5	16567.0	濁度	----

石門水庫洩洪中

預估未來6小時淡水河流域未達警戒水位

站名	目前水位 09/19 12:00	預報 13:00	預報 14:00	預報 15:00	預報 16:00	預報 17:00	預報 18:00	警戒水位
新海大橋	1.42	1.25	1.11	0.99	0.88	0.82	0.87	7.7
台北橋	0.5	0.18	0.09	0.26	0.22	0.07	0.61	6.7
三峽(2)	31.58	31.5	31.42	31.35	31.28	31.23	31.17	34.3
橫溪								24.2
中正橋	1.81	1.73	1.65	1.59	1.55	1.53	1.56	8.4
五堵	7.41	8.01	8.46	8.81	9.08	9.32	9.51	14.4
獅子頭	0.21	-0.12	-0.36	-0.44	-0.3	0.1	0.65	2.7
秀朗	3.73	3.75	3.74	3.72	3.69	3.67	3.65	7.1
三鶯橋	31.24	31.25	31.2	31.13	31.05	30.98	30.91	43.6
屈尺	49.34	49.33	49.32	49.31	49.29	49.28	49.27	52.5
石門(後池)	--	--	--	--	--	--	--	--
介壽橋	--	--	--	--	--	--	--	47.3
寶橋	13.61	13.34	13.14	13	12.9	12.84	12.79	14.8
入口堰	0.9	0.67	0.48	0.34	0.27	0.35	0.66	3.5
上龜山橋	--	--	--	--	--	--	--	--
大直橋	0.66	0.62	0.76	1.1	1.57	2.04	2.49	8
長安橋	4.33	5.02	5.6	6.15	6.66	7.08	7.4	10.5
大華橋	11.75	12.15	12.47	12.72	12.92	13.09	13.22	18.9
社后橋	2.83	3.62	4.34	5.21	5.93	6.44	6.8	8.5
南湖大橋	2.6	3.27	3.91	4.72	5.37	5.83	6.15	9.8
百齡橋	0.45	0.25	0.18	0.29	0.61	1.04	1.49	7
江北橋	3.13	3.95	4.68	5.44	6.13	6.63	6.99	9.7
暖江橋	18.26	18.46	18.64	18.76	18.85	18.91	18.96	21.9
碇內	23.14	23.28	23.42	23.53	23.61	23.67	23.72	25.1
河口	-0.09	-0.43	-0.61	-0.57	-0.31	0.15	0.7	--
碧潭橋	7.96	7.98	7.97	7.96	7.95	7.94	7.93	--
中山二橋	0.49	0.3	0.27	0.42	0.76	1.2	1.69	--

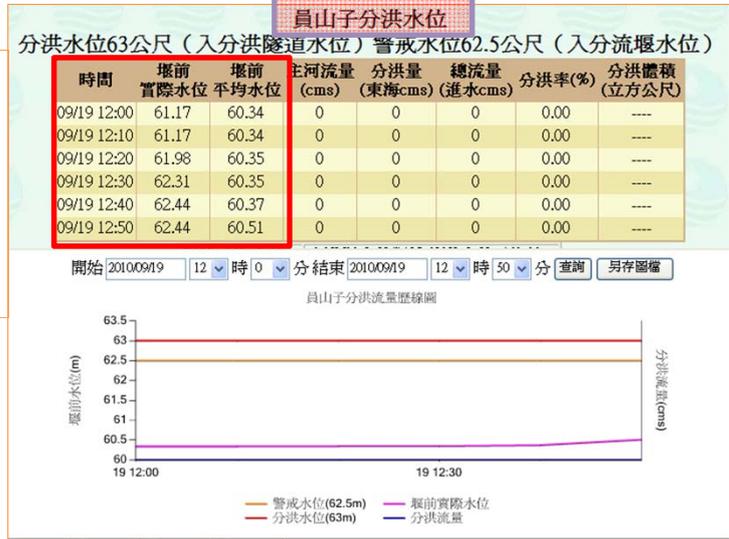
預報時間：99年 09月19日08時 報別：第4-1報

台北縣目前未發布土石流黃色警戒

		土石流警戒區							
		紅色警戒				黃色警戒			
縣市		潛勢溪	座落	座落	異動狀	潛勢溪	座落	座落	異動狀
		流(條)	鄉鎮	村里	態(條)	流(條)	鄉鎮	村里	態(條)
宜蘭縣		-0	-0	-0	-0	490	20	160	-0
基隆市		-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
台北市		-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
台北縣		-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
桃園縣		-0	-0	-0	-0	300	10	100	-0
新竹縣		-0	-0	-0	-0	360	20	90	-0
苗栗縣		-0	-0	-0	-0	180	10	60	-0

預報時間：99年 09月 19日 11時 類別：第5類

目前未達分洪水位



台灣沿海09/19(週日/農曆
08/12)大潮時刻

08:02(第一次)0.935m
20:55(第二次)1.195m



台灣沿海09/20(週一/
農曆08/13)大潮時刻

08:56(第一次)1.075m
21:36(第二次)1.275m



分析研判

- 1.天氣圖現況：2010年9月19日12時，**凡那比**颱風中心氣壓955百帕，中心位置北緯23.2度，東經121.0度，位於花蓮西南方約120公里，時速20公里向西北西轉西移動。**過去3小時強度有減弱現象。**
- 2.各模式預報：各國模式預測**凡那比**颱風路徑一致，中心登陸花蓮後續向西行。
- 3.對臺灣影響：中颱**凡那比**暴風圈已籠罩全臺灣，颱風中心過山後續向西行，隨著颱風西移，**嘉南與高屏地區受西南氣流響，豪雨將持續至20日**，應嚴防土石流、坍方、水位暴漲及低窪低區積淹水。

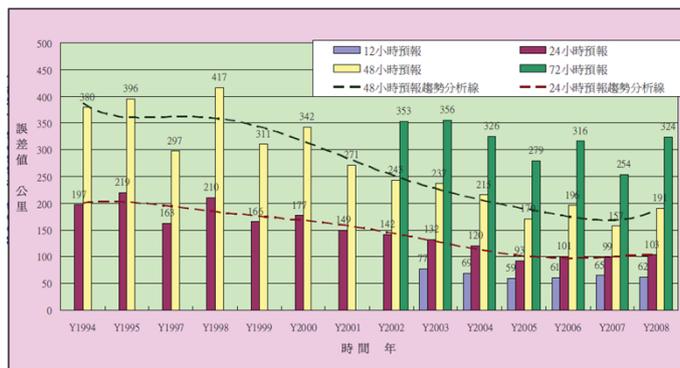
35

四.災時的境況模擬(應變)

颱風路徑預報誤差 (中央氣象局)

1. 氣象局颱風路徑預報已具國際水準，但台灣面積太小，預報仍有困難。
2. 比較24、48、72小時的路徑預報誤差，24小時的預報結果較適合防救災作業參考。
3. 預報結果好壞常隨個案有所差別。

From CWB



24小時預報誤差(公里)

	2004	2005	2006	2007	2008	Morakot
CWB	120	95	101	99	103	87
JMA	125	104	105	111	112	93
JTWC	130	104	104	100	103	91

四.災時的境況模擬(應變)

颱風風力預報(中央氣象局)

99年第06號颱風各警戒地區風力預測
中央氣象局發布

發布時間：99年09月01日07時00分(加報)

分區 風力級	嘉義地區		台南地區		高雄市		高雄地區		屏東地區		恆春半島		澎湖地區	
	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風
01日 01時	4	7	4	7	4	7	4	7	6	8	6	8	4	8
01日 07時	5	8	5	8	6	9	6	9	7	10	7	10	5	9
01日 12時	5	8	5	8	6	9	6	9	7	10	7	10	5	9
01日 18時	6	9	6	9	7	10	7	10	8	11	8	11	6	10
02日 00時	6	9	6	9	7	10	7	10	8	11	8	11	6	10
02日 06時	6	9	6	9	7	10	7	10	8	11	8	11	6	10
02日 12時	6	9	6	9	7	10	7	10	8	11	8	11	6	10
02日 18時	6	9	6	9	7	10	7	10	8	11	8	11	6	10

註：沿海地區風力較內陸地區為大。此預測將根據最新氣象資料而做調整。

預定下次發布時間：99年09月01日10時00分

風力預報
發布時間：01日07時
預測01日18時至
02日06時各地可
能出現最大平均
風力與陣風

○：表示區域預報值過小

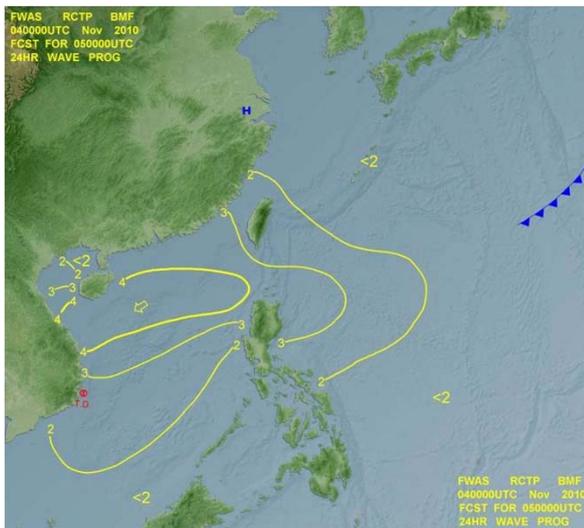
○：表示區域預報值過小

交通部中央氣象局發布

From CWB

四.災時的境況模擬(應變)

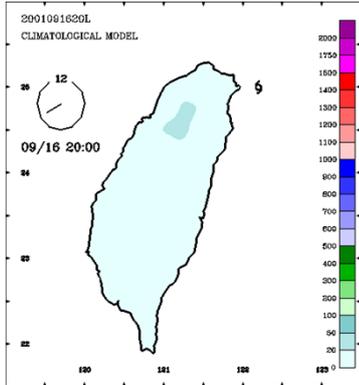
颱風波浪預報(中央氣象局)



From CWB

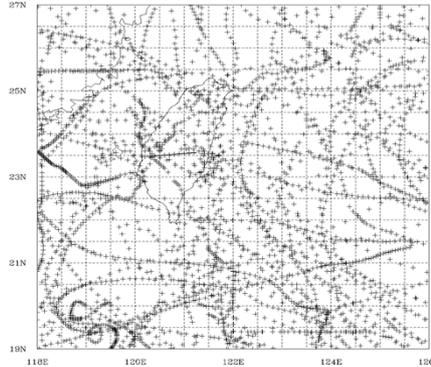
四.災時的境況模擬(應變)

颱風降雨預報(颱風統計模式)



From NCDR

365個自動雨量資料



1989 - 2008 颱風逐時路徑分析
(104cases)

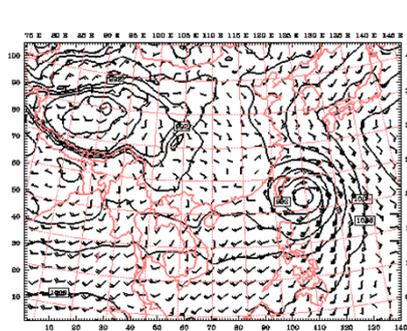
四.災時的境況模擬(應變)

颱風降雨預報(颱風動力模式)

From NCDR

網格解析度：45公里

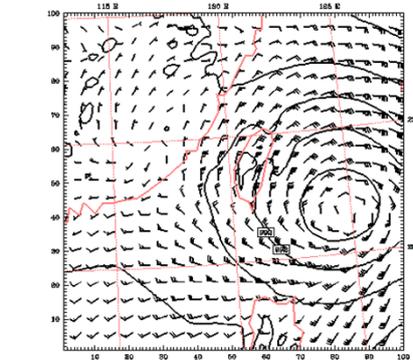
Dataset: 2006071212 d1 RFP: rip 3hrain Init: 1200 UTC Wed 12 Jul 06
 Test: 0.00 h Valid: 1200 UTC Wed 12 Jul 06 (2000 LST Wed 12 Jul 06)
 Total precip. in past 3 h
 Sea-level pressure
 Horizontal wind vectors at pressure = 1000 hPa mn = 2



Model Info: V6.1.1 & 2D
 L7: RSTM DT: 16-delta EUFF: 420000 EUC ID: Shaogor

網格解析度：15公里

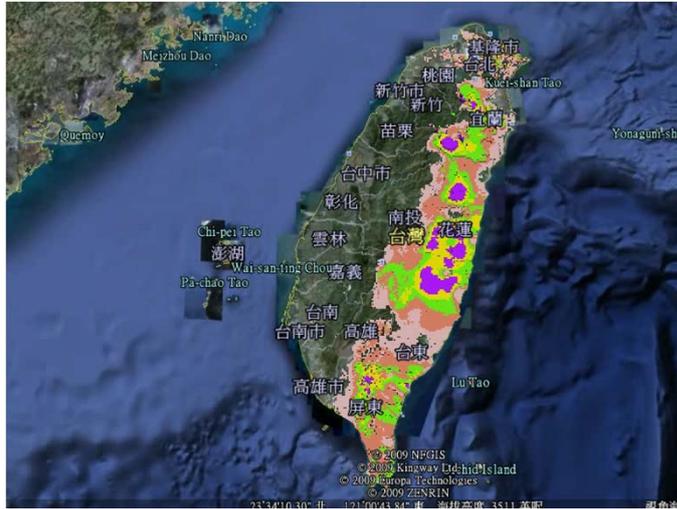
Dataset: 2006071212 d2 RFP: rip 3hrain Init: 1200 UTC Wed 12 Jul 06
 Test: 0.00 h Valid: 1200 UTC Wed 12 Jul 06 (2000 LST Wed 12 Jul 06)
 Total precip. in past 3 h
 Sea-level pressure
 Horizontal wind vectors at pressure = 1000 hPa mn = 2



Model Info: V6.1.1 & 2D
 L7: RSTM DT: 16-delta EUFF: 420000 EUC ID: Shaogor

四.災時的境況模擬(應變)

颱風降雨預報(3D GIS展示)

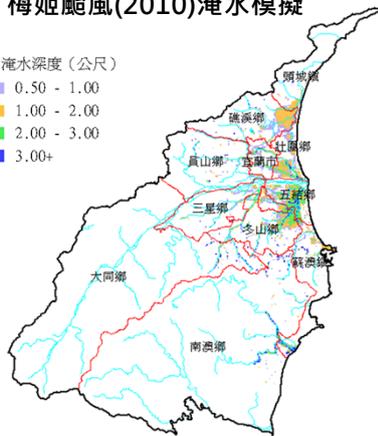
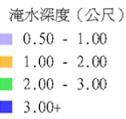


From NCDR

四.災時的境況模擬(應變)

淹水境況模擬(即時模擬)

梅姬颱風(2010)淹水模擬



實際淹水範圍調查結果



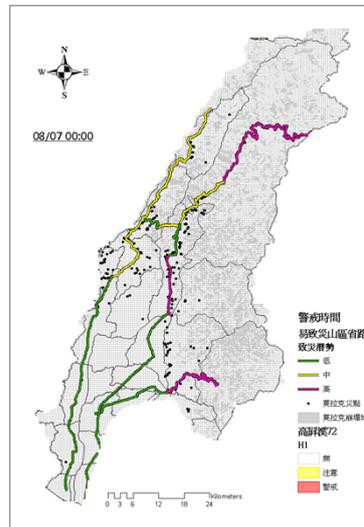
From NCDR

四.災時的境況模擬(應變)

崩塌災害境況模擬



From NCDR

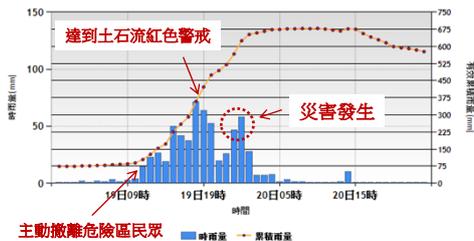


四.災時的境況模擬(應變)

□ 避難疏散(社區防災, 凡那比颱風)

1. 9月18日縣市政府宣導自主撤離
2. 9月19日晚間20時達到土石流紅色警戒前, 居民已陸續撤離, 疏散人數約300~400人。
3. 9月19日晚間23時災害發生, 來義東部落約52棟房屋遭淹沒, 無人傷亡。

土石流警戒值: 450mm



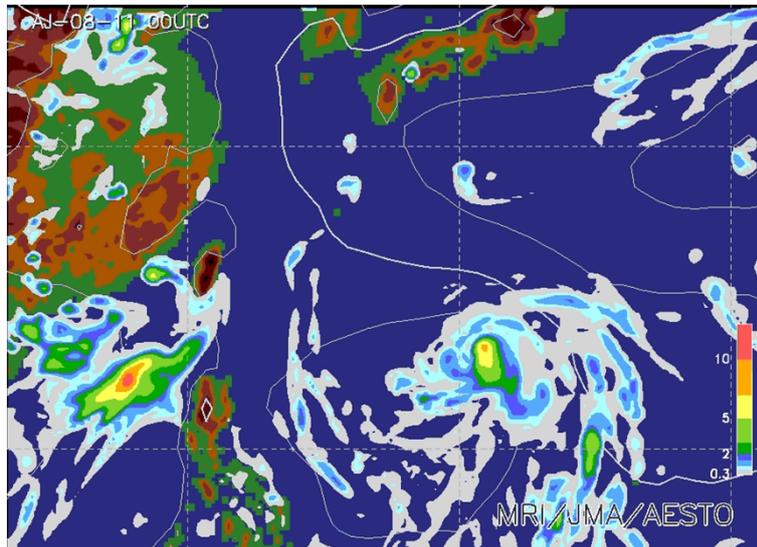
From SWCB



五.災後的境況模擬(復原、減災)

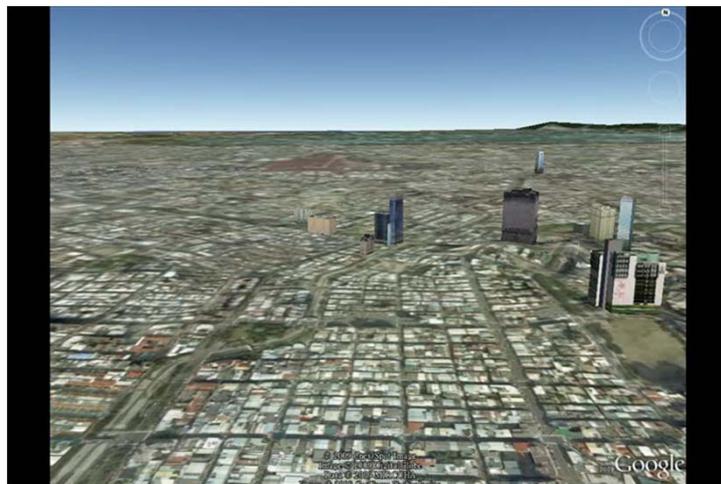
颱風降雨模擬

From MRI/Japan



五.災後的境況模擬(復原、減災)

淹水境況模擬(3D GIS展示)

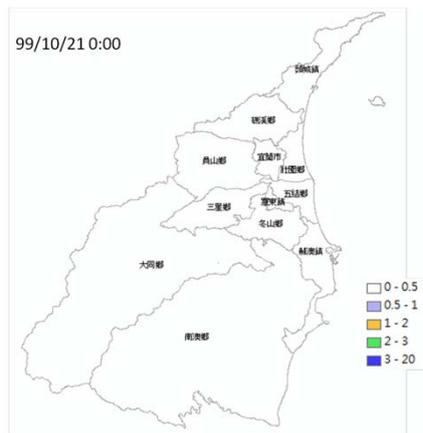


From NCDR

五.災後的境況模擬(復原、減災)

淹水境況模擬(災後檢討並了解發生災害細節)

梅姬颱風(2010)淹水模擬



五.災後的境況模擬(復原、減災)

梅姬颱風(2010)蘇花公路崩塌



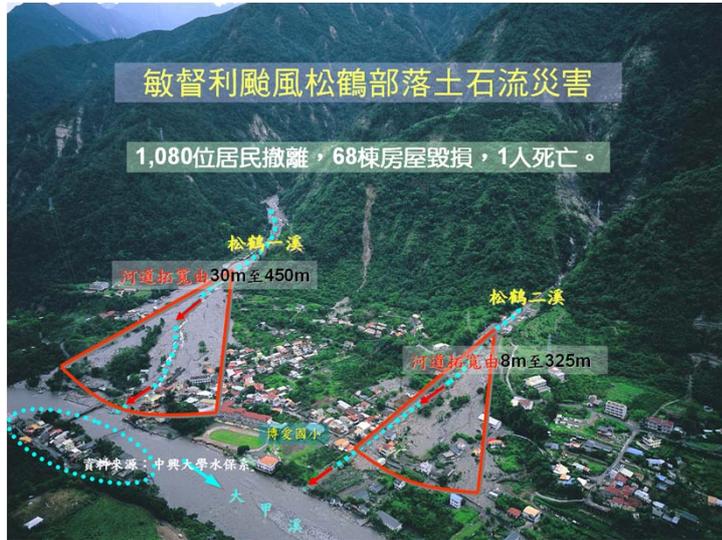
福衛二號 災前2010/09/15 2公尺



福衛二號 災後2010/10/25 2公尺

五.災後的境況模擬(復原、減災)

敏督利颱風(2004)土石流事件



五.災後的境況模擬(復原、減災)

土石流境況模擬(3D GIS展示)



五.災後的境況模擬(復原、減災)

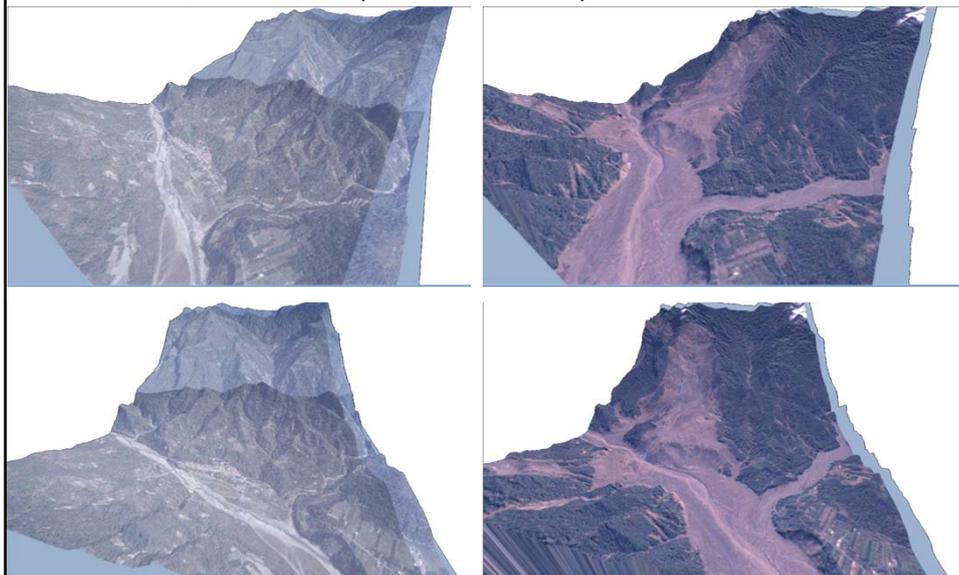
小林村(莫拉克颱風災前災後照片比對)

From SWCB



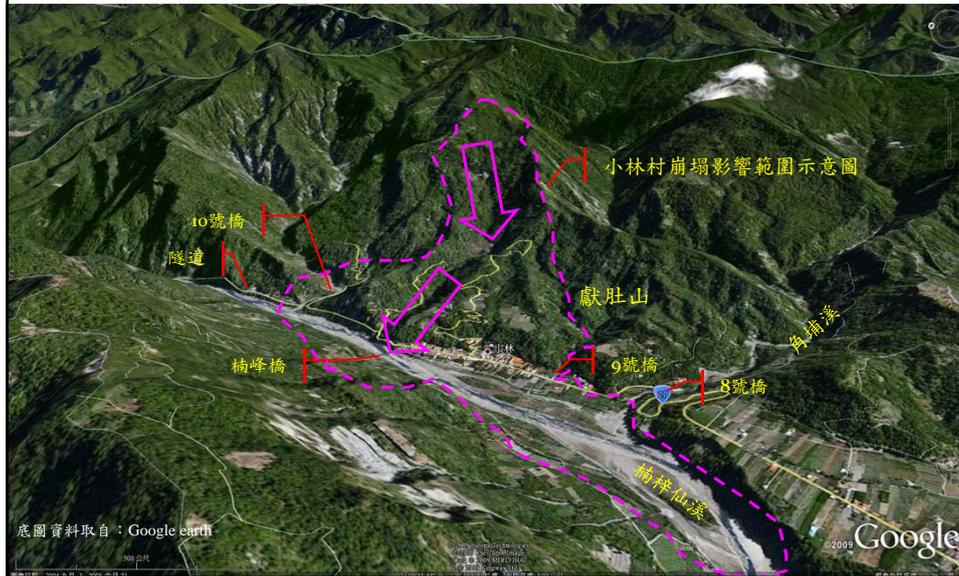
五.災後的境況模擬(復原、減災)

甲仙鄉小林村崩塌影響範圍(衛星航照影像合成)



五.災後的境況模擬(復原、減災)

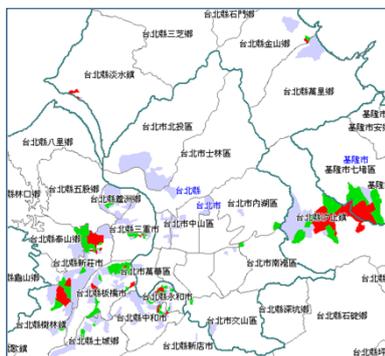
甲仙鄉小林村崩塌影響範圍(示意境況模擬)



六.平時的境況模擬(減災)

淹水潛勢圖(假設降雨 600mm/24小時)

From WRA, NCDR



台北縣淹水潛勢區：
金山鄉、淡水鎮、汐止市、新莊市、
三重市、板橋市、樹林鎮、永和市、
中和市、土城市、蘆洲鄉、泰山鄉。

台北市淹水潛勢區：
內湖區、南港區、文山區、北投區、
士林區、中山區、大同區、信義區、萬華區。



基隆市淹水潛勢區：
安樂區、仁愛區、七堵區、中山區。

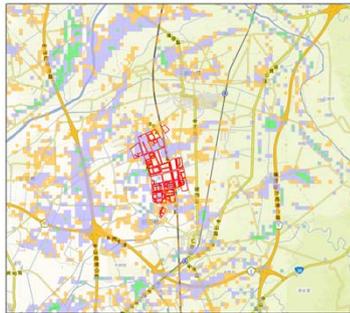
淹水分級表	平均淹水深度
□ (Light Green)	0.5 公尺~ 1.0公尺
■ (Green)	1.0 公尺~ 1.5公尺
■ (Red)	1.5 公尺以上

六.平時的境況模擬(減災)

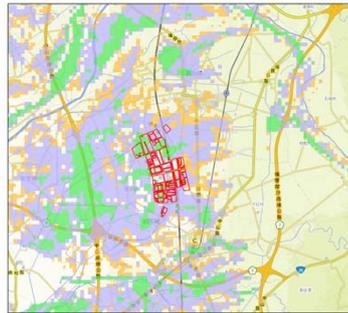
淹水潛勢圖(台南科學園區)



(600mm/24小時)



(1200mm/72小時)



圖例
 台南科學工業園區
 0.3-1.0公尺
 1.0-1.5公尺
 1.5-2.0公尺

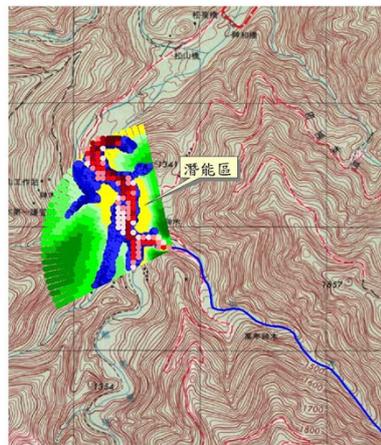
From NCDR

六.平時的境況模擬(減災)

土石流境況模擬(出水溪)

From SWCB,NCDR

- Flow2D數值模擬堆積區
- 0.52m - 3.98m
 - 3.98m - 7.58m
 - 7.58m - 11.24m
 - 11.24m - 14.81m
 - 14.81m - 23.05m
- 微地形判釋堆積區
- 1.43m - 4.45m
 - 4.45m - 7.28m
 - 7.28m - 18.08m
- 地形掃描潛能區
- -8.33° - -5.61°
 - -5.61° - -3.13°
 - -3.13° - -0.53°
 - -0.53° - -2.23°
 - 2.23° - 5.47°
 - 5.47° - 9°
 - 9° - 13.69°
 - 13.69° - 21.49°
- ▲ 出水溪



1 0 1 2 Kilometers

(1998.5.9)



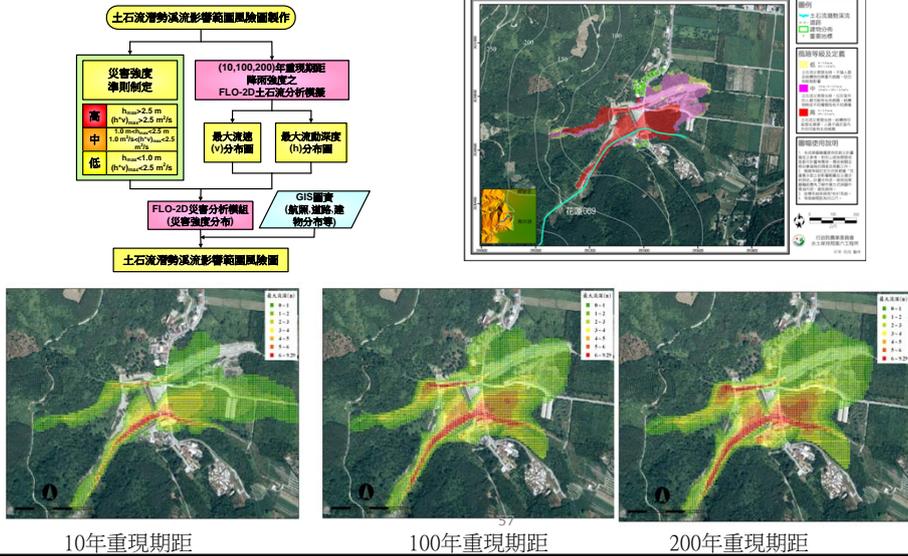
(桃芝颱風後, 2001)



六.平時的境況模擬(減災)

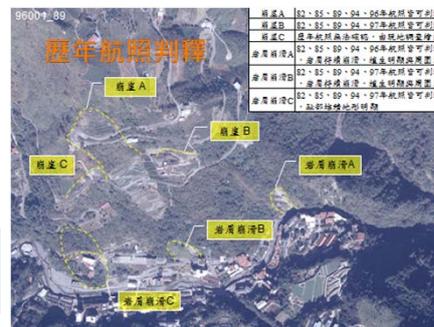
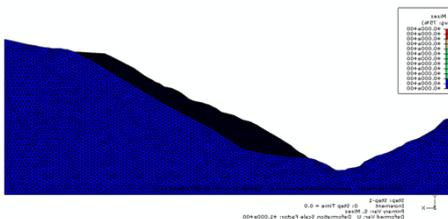
土石流潛勢風險圖(見晴,花蓮069)

From SWCB



六.平時的境況模擬(減災)

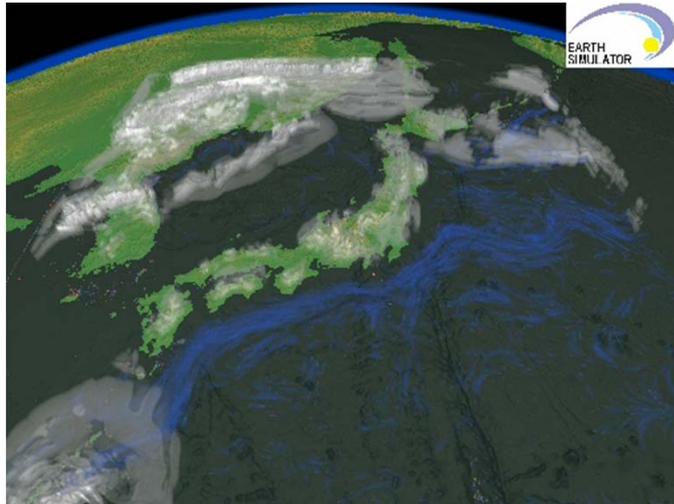
深層滑動境況模擬(廬山)



From CGS

六.平時的境況模擬(減災)

颱風整合模擬與展示(地球模擬器,日本)



七.問題與探討

問題

- **模式工具的限制：**
 - 模式常有基本假設與簡化，無法完全表達災害境況。
 - 對颱風的科學了解仍有不足，需了解模擬資訊極限。
- **觀測資料的限制：**
 - 即時觀測資訊不易取得，或無觀測資料。
 - 災後環境條件已改變，需重新調查。
- **計算時效的限制：**
 - **災害應變期間時效有限**，即時模擬需大量計算資源，無法做太過複雜或精細的模擬。

七.問題與探討

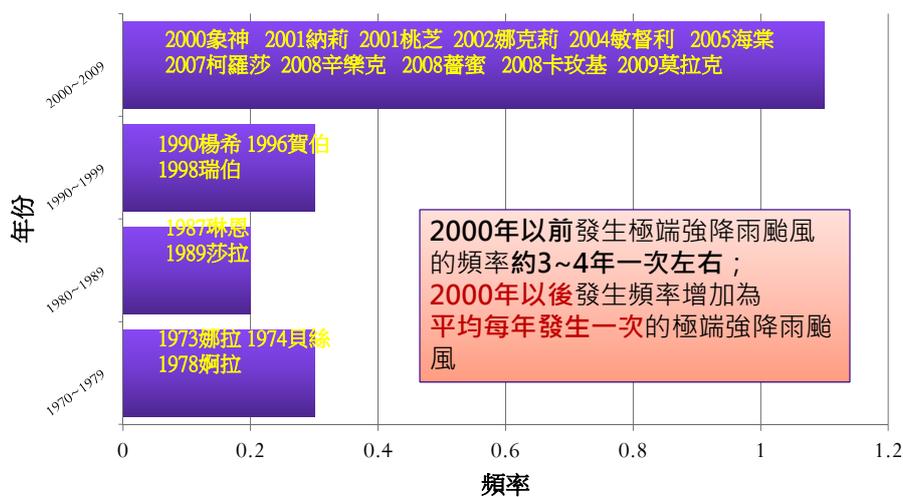
探討

- 強化基本資料取得與模式發展：
 - 模擬需求的基本環境觀測資料，災後需調查更新。
 - 持續投入颱風、淹水、土石流等的模式研發。
- 災害因應與處理的細緻化：
 - 災時適當參考模式結果，採取合理的因應作為。
 - 平時參考模擬結果，針對災害高潛勢區進行減災工作。
- 災害風險溝通與推廣：
 - 建立不同需求的災害潛勢資訊與防災地圖。
 - 進行危險區民眾的災害風險溝通與應變疏散演練。

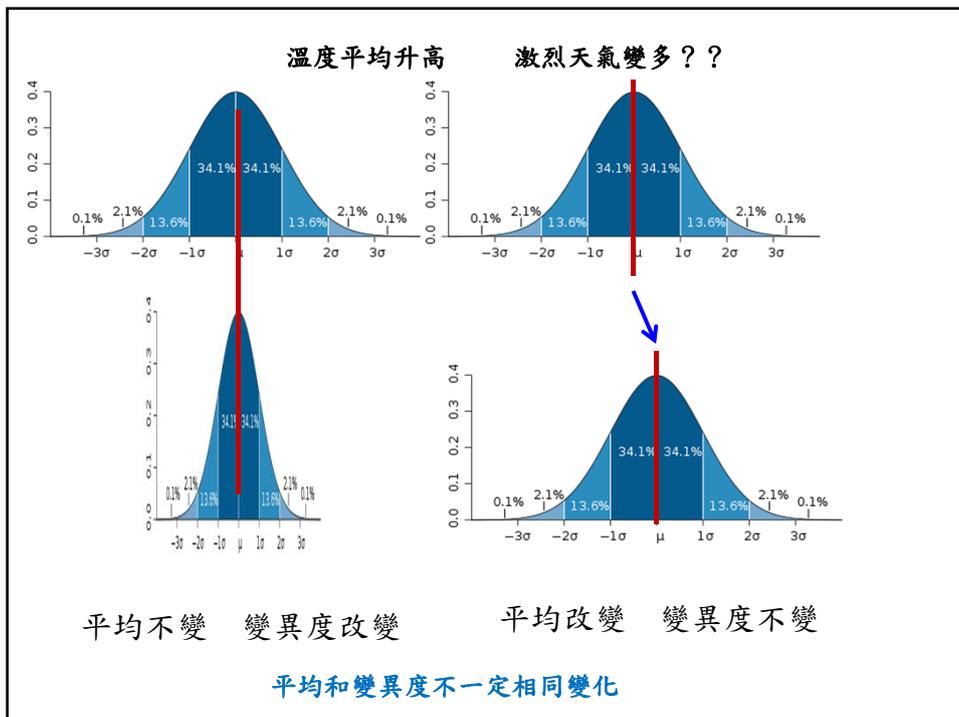
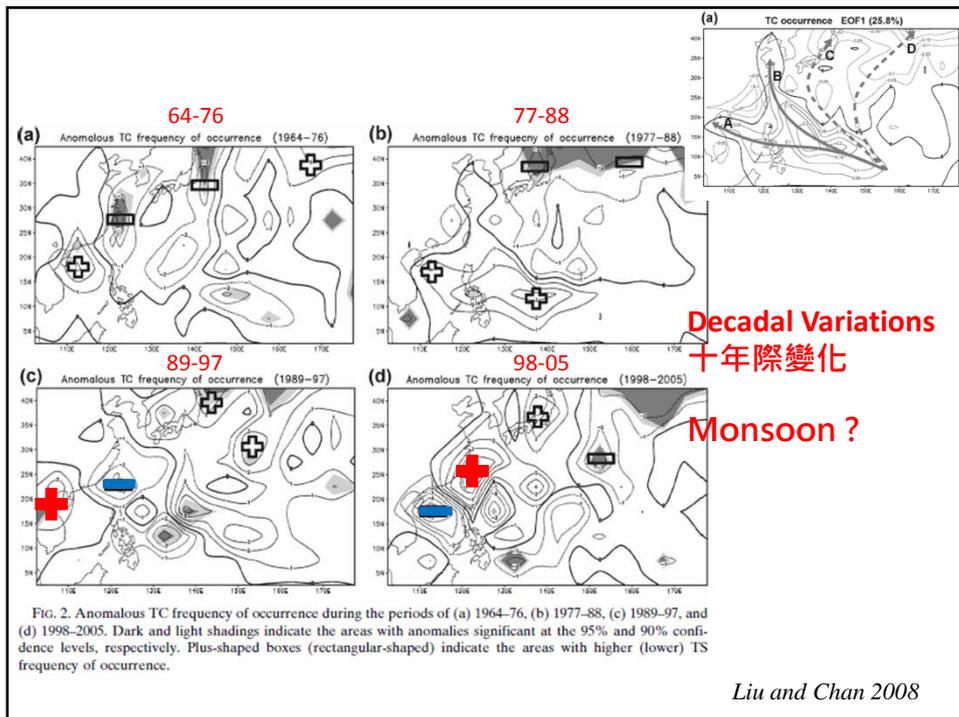
基礎科學研究 基本觀念

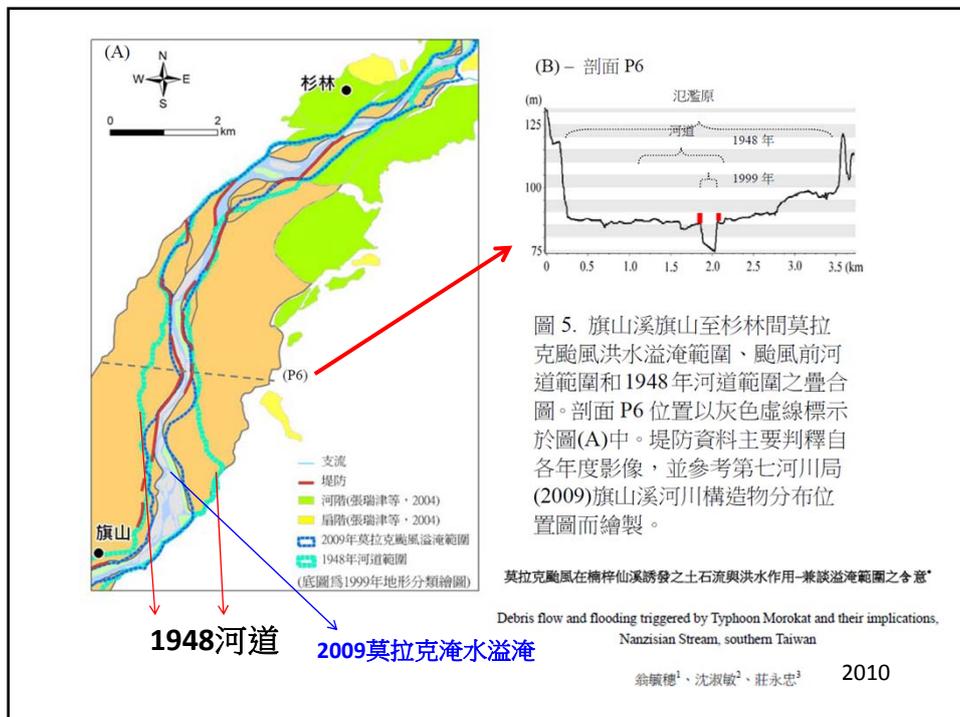
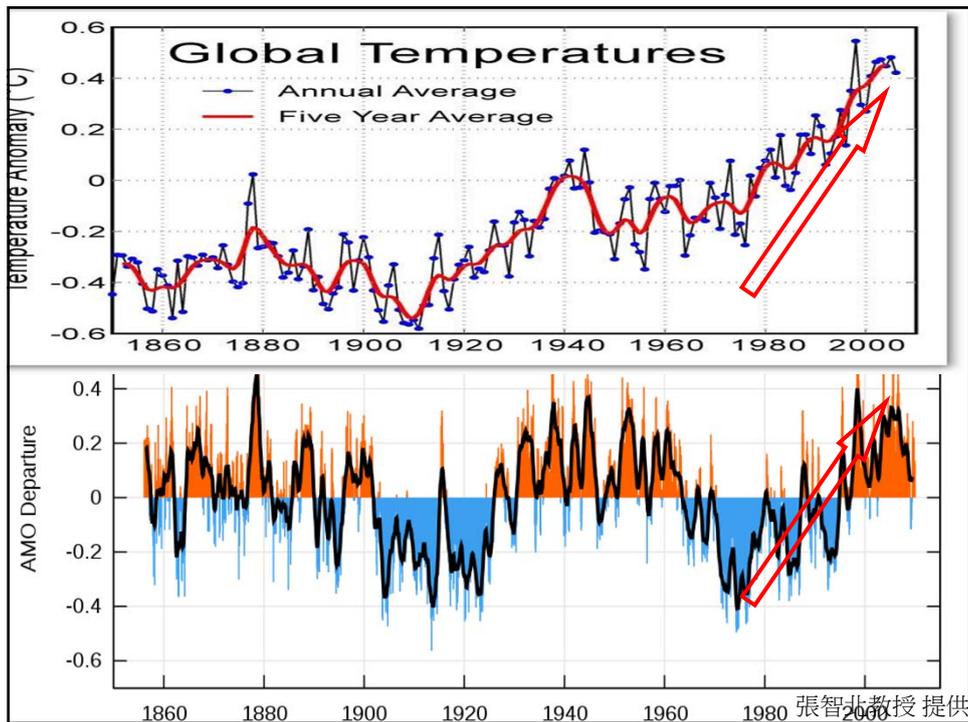
極端強降雨颱風發生頻率統計

(依據1970~2009年排名前20名之綜合降雨指標)

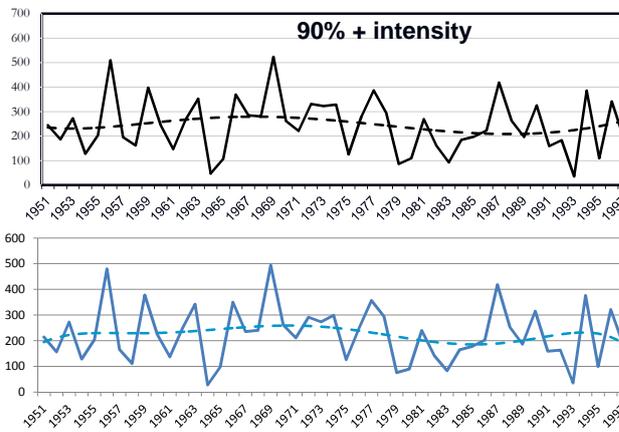


NCDR陳永明博士提供



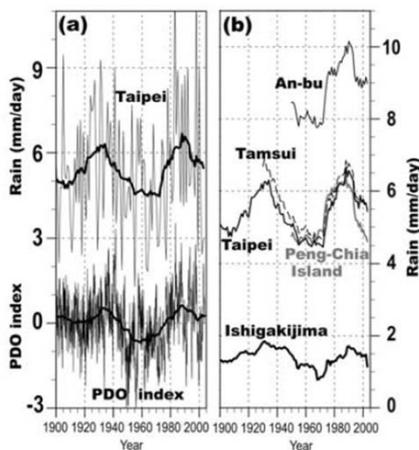


台灣強降雨



← Centennial (世紀尺度) →
 ← Decadal (年代尺度) →

張智北教授 提供



年代際變化(數十年)
 Decadal change

Figure 2. (a) The monthly standardized PDO index and the year-to-year variation of the FMA rainfall in Taipei. The thick line is the 21-year running mean. (b) The 21-year running means of the FMA rainfalls at 4 Taiwanese stations and 1 Japanese island (Ishigakijima).

洪致文教授

Hung and Hsu 2004

侵台颱風增加只是近期→時間年代際變化。

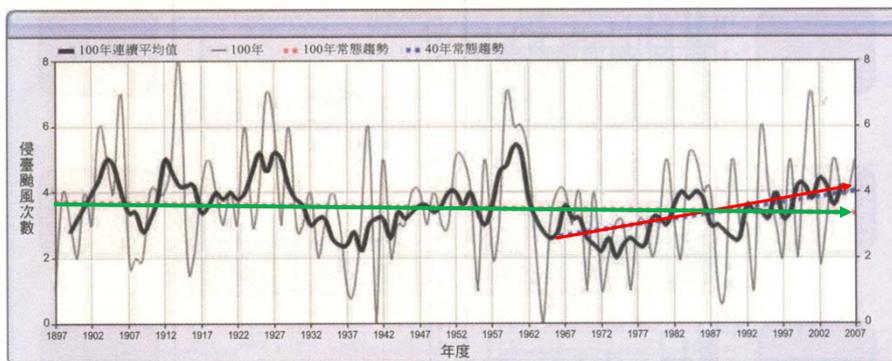


圖 2-5 臺灣地區近百年來侵臺颱風次數歷年變化圖

資料來源：李清勝、賈新興，〈颱風的長期氣候變遷〉，發表於「2008 臺灣氣候變遷」研討會（臺北：交通部中央氣象局，2008 年 8 月 25-26 日）。

報告完畢
敬請指正