

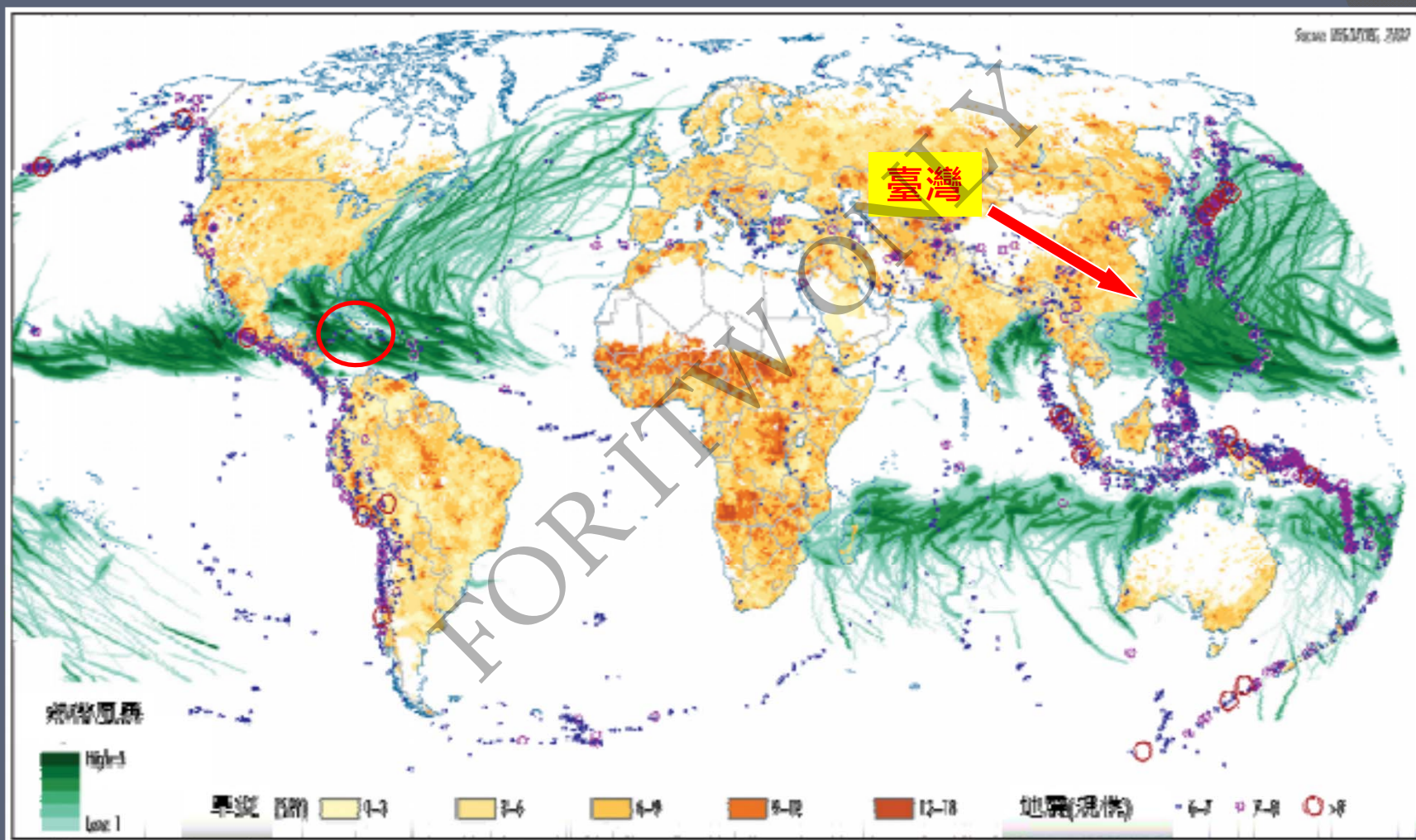
Demonstration of Road Safety Assessment (Early Warning System Application)

Presentation Outlines

1. Integrated Hazard Mitigation
Concept
2. Watershed Management for
Highway Bridges
3. Active Risk Management for
Mountain Highways
4. Early-warning Mechanism for
Highway Hazard Mitigation
5. Case Study for Verification

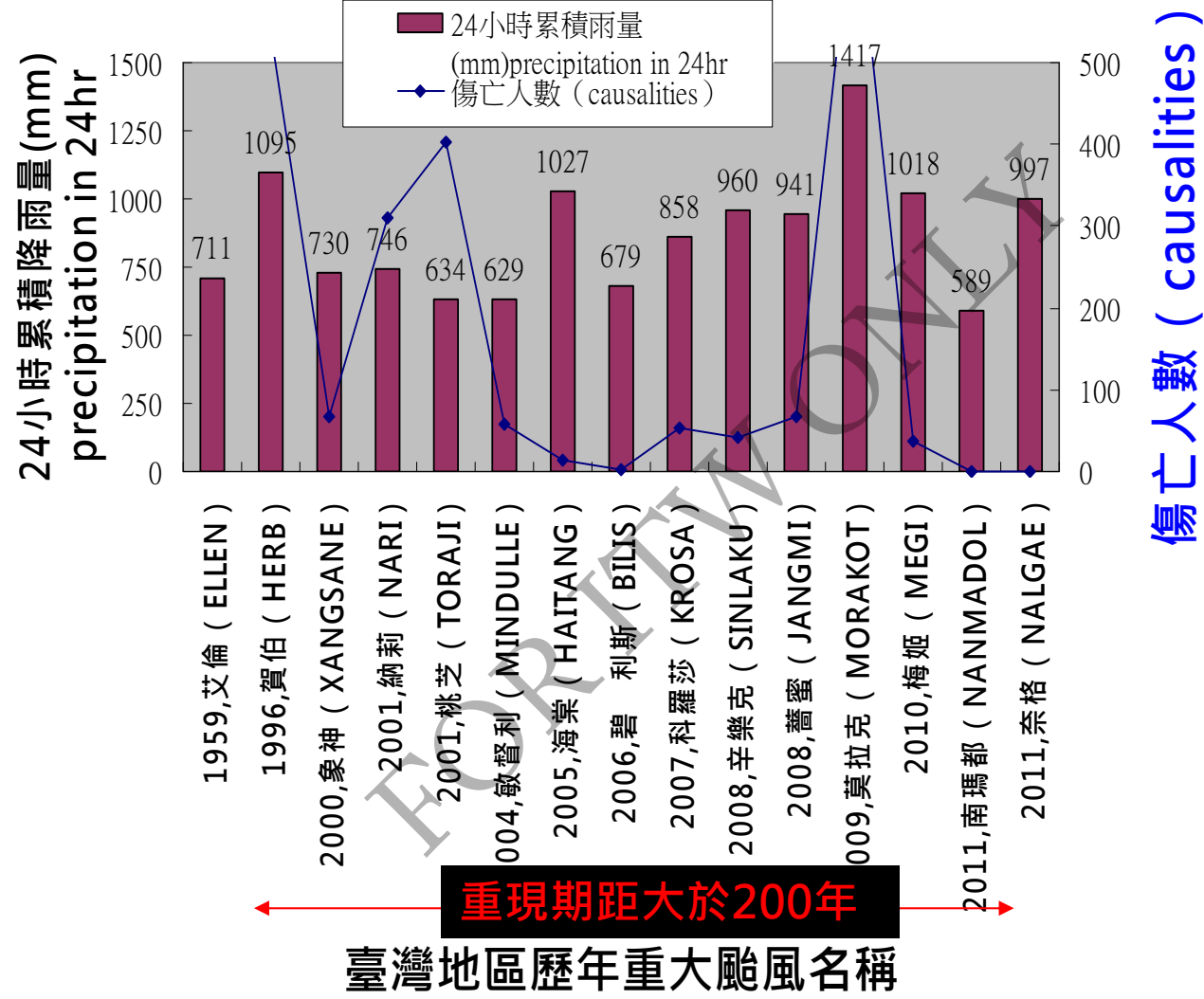


全球天然災害潛勢分佈圖



資料來源：世界銀行評估

臺灣地區歷年重大劇烈天氣下降雨量與傷亡人數統計圖



臺灣地區歷年重大颱風24小時累積最大降雨量與發生地示意圖



2008, 辛樂克
960 mm。

2007, 科羅莎
858 mm。

2000, 象神
730 mm。
2001, 納莉
746 mm

1959, 艾倫 711 mm。
1996, 賀伯 1095 mm。
2001, 桃芝 634 mm。

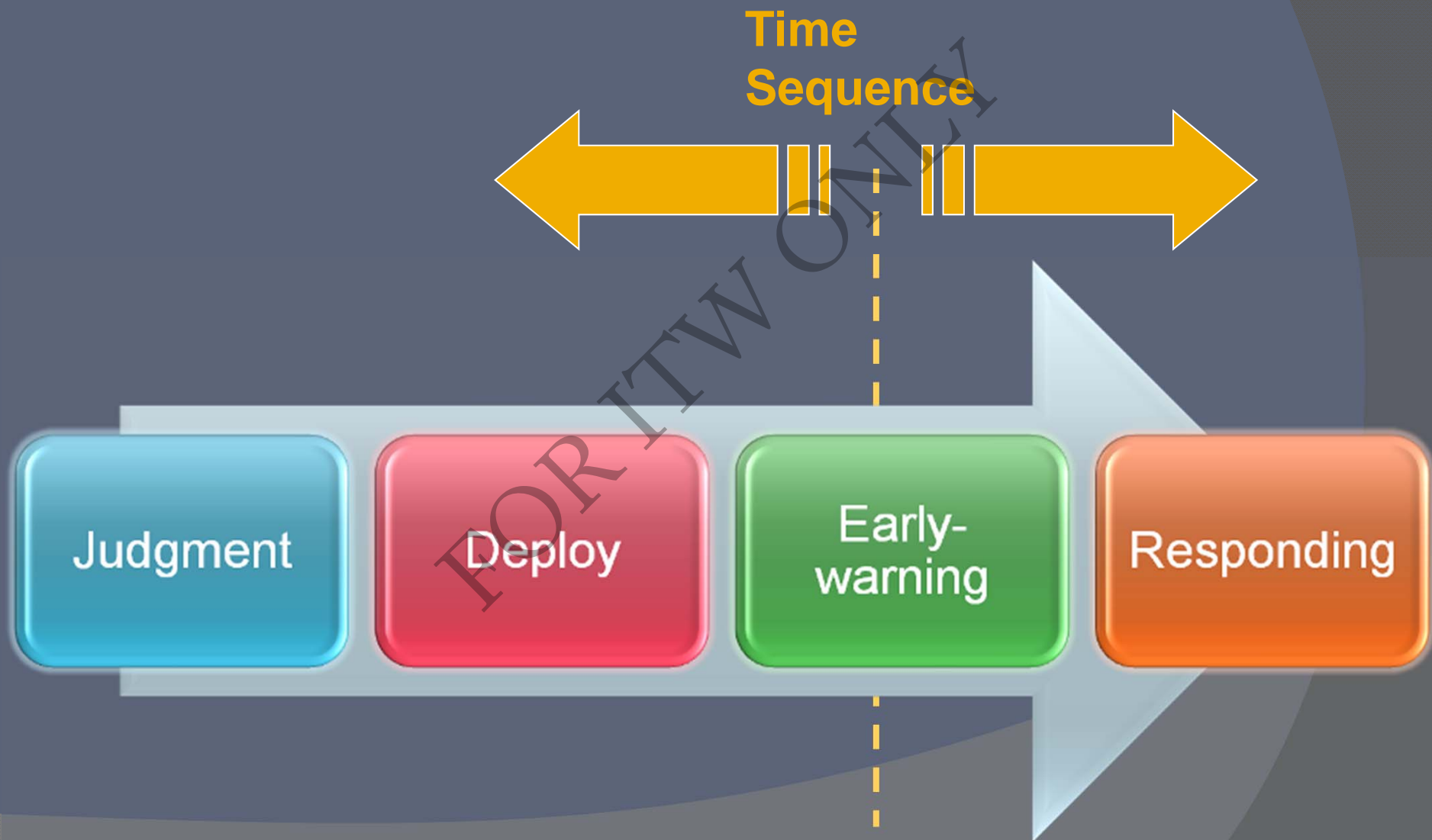
2008, 薔蜜
941 mm。
2010, 梅姬
1018 mm。
2011, 奈格
997 mm

2004, 敏督利 629 mm。
2005, 海棠 1027 mm。
2006, 碧 利斯 679 mm。
2009, 莫拉克 1417 mm。
2011, 南瑪都 589 mm。

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2012 Ches/Spot Image

Google earth

Integrated Hazard Mitigation






早期預警 (early warning) - 雲 (cloud of meteorology)

災時預警 (pre- warning) - 雨 (rainfall)



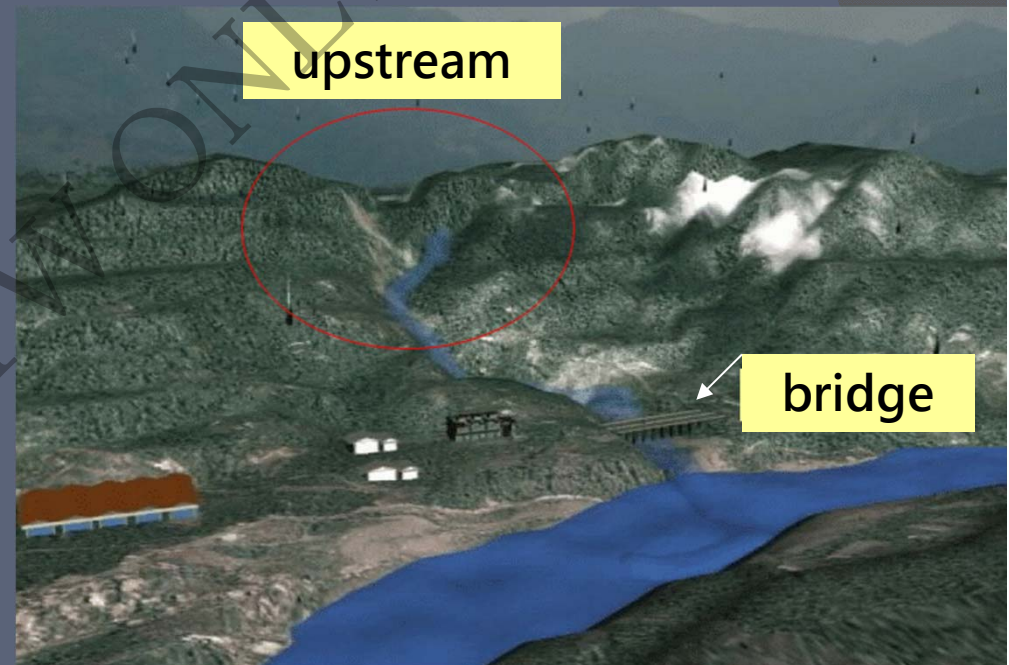
各類災害警戒顏色燈號訂定原則

顏色燈號		Pantone 色號 (色彩數值)	危險 等級	優先順序	管制方案	疏散撤離
紅色		Red 032 C (M100 Y100)	高	第一優先	禁止、封閉、 強制	強制撤離
橙色		Orange 021 C (M50 Y100)	中	第二優先	加強注意	加強勸告 撤離準備
黃色		Yellow 012C (Y100)	低	第三優先	注意、警戒、 通知、警告	勸告、 加強宣導
綠色		Hexachrome Green C (C100 Y100)	一般狀況、平時、整備作業			

行政院101年3月27日院臺忠字第1010126718A號函各類災害警戒顏色
燈號訂定原則

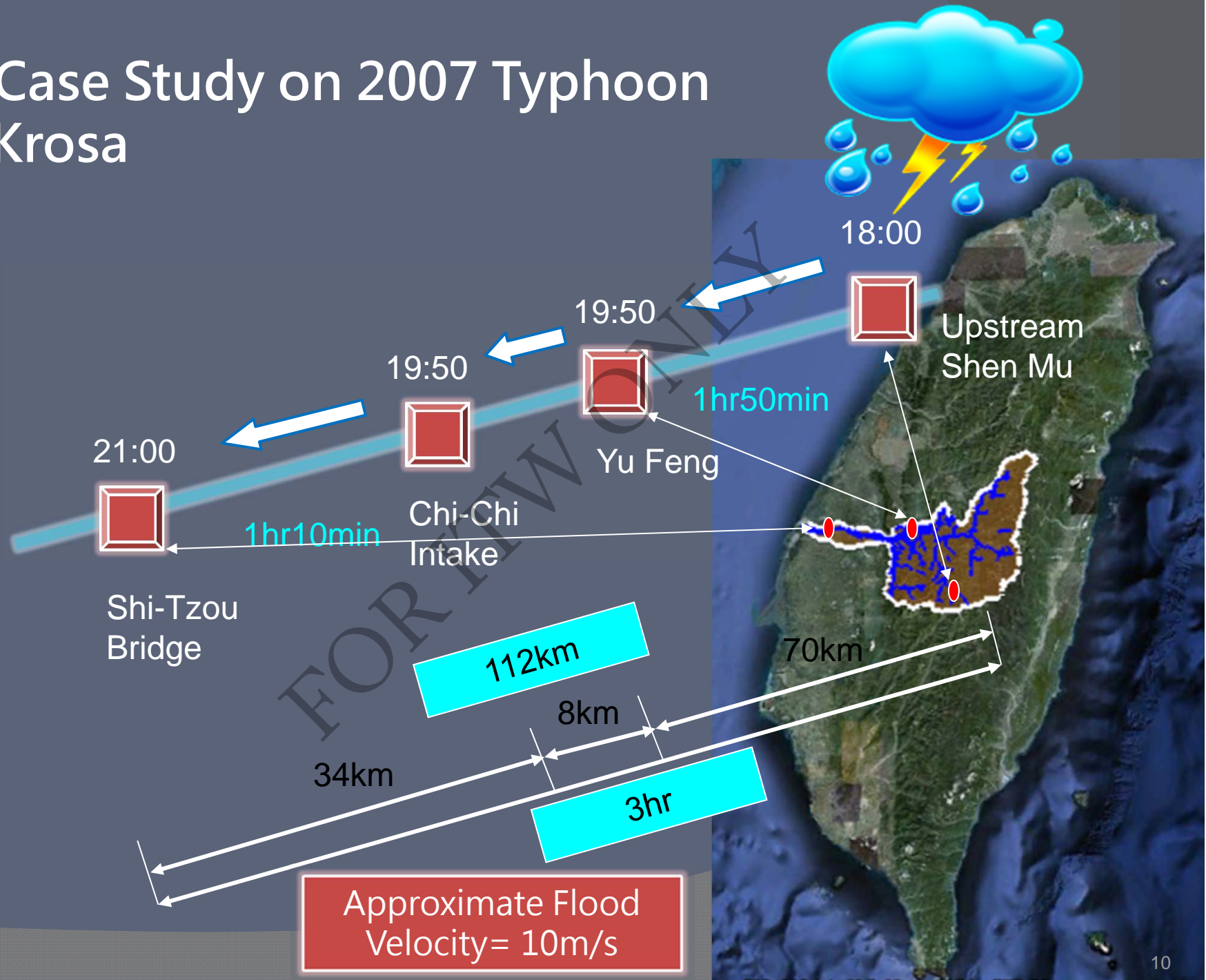
Watershed Management for Highway Bridges

- Active risk management scheme could be installed for midstream and downstream bridges by **monitoring rainfall** and river flow conditions **in the upstream area**.
- **Historical rainfall patterns** and critical flow conditions **were** collected and **analyzed to identify potential hazard pattern**.



Wei F. Lee et al, 2010

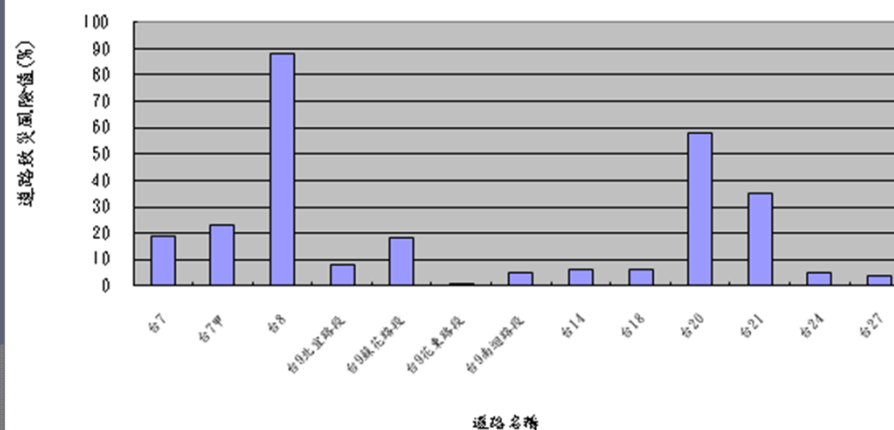
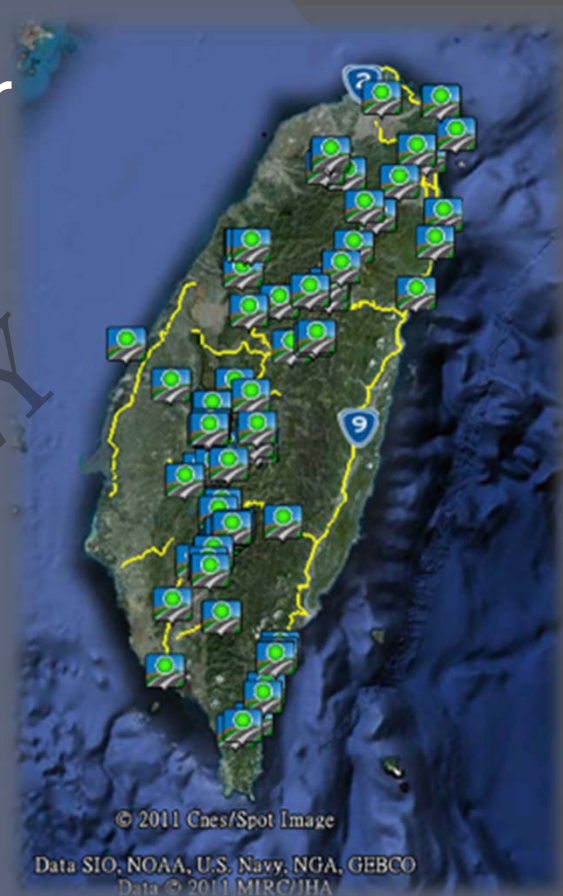
➤ Case Study on 2007 Typhoon Krosa



Active Risk Management for Mountain Highways

- To monitor and equip high risk mountain highway sections based on data of historical hazard events and damage scales
- Protocol of responding program is divided into early warning, warning, and action three levels, with according threshold rainfall indices.
- total 64 monitoring section throughout all mountain highways in Taiwan.

Risk Statistics for Mountain Highways (1997~2007), NCDR



➤ Responding Protocol

Early Warning (yellow)

Def. : Rainfall indices are predicted to reach threshold values or monitored rainfall indices reaches threshold values

Traffic Control :

Maintain **normal traffic**, and install control point management forces

Information :

Government broadcast systems for refreshing cautious reminders

Warning (orange)

Def. : Rainfall indices **reach critical values**

Traffic Control : In cases of small rock falls or erosion, drivers will be **advised to stop entering** high risk highway sections

Information : Both broadcasting and local signs

Action (traffic control)

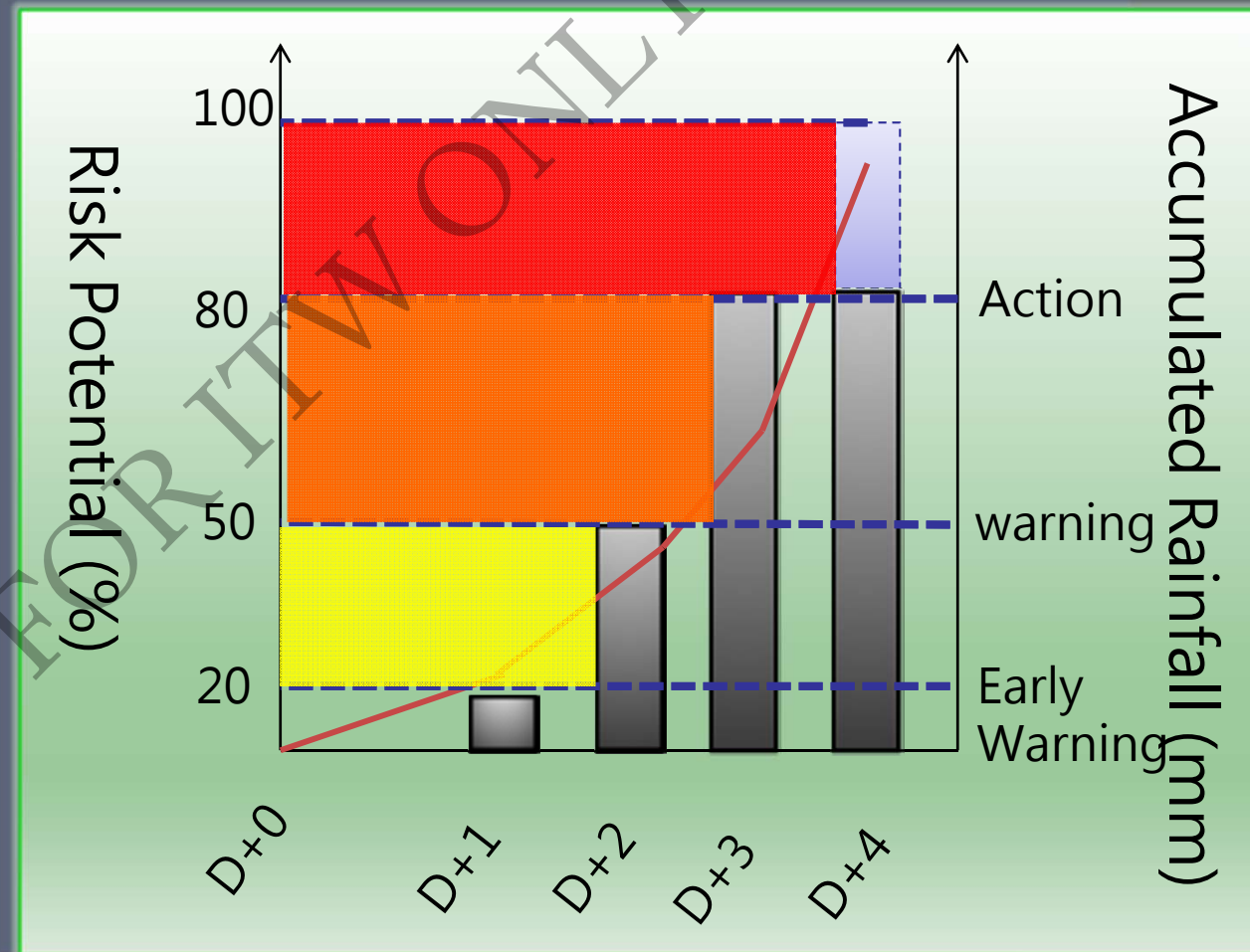
Def. : Action or **emergency levels** of rainfall indices are reached.

Traffic Control : Traffic would be **closed** and monitored closely

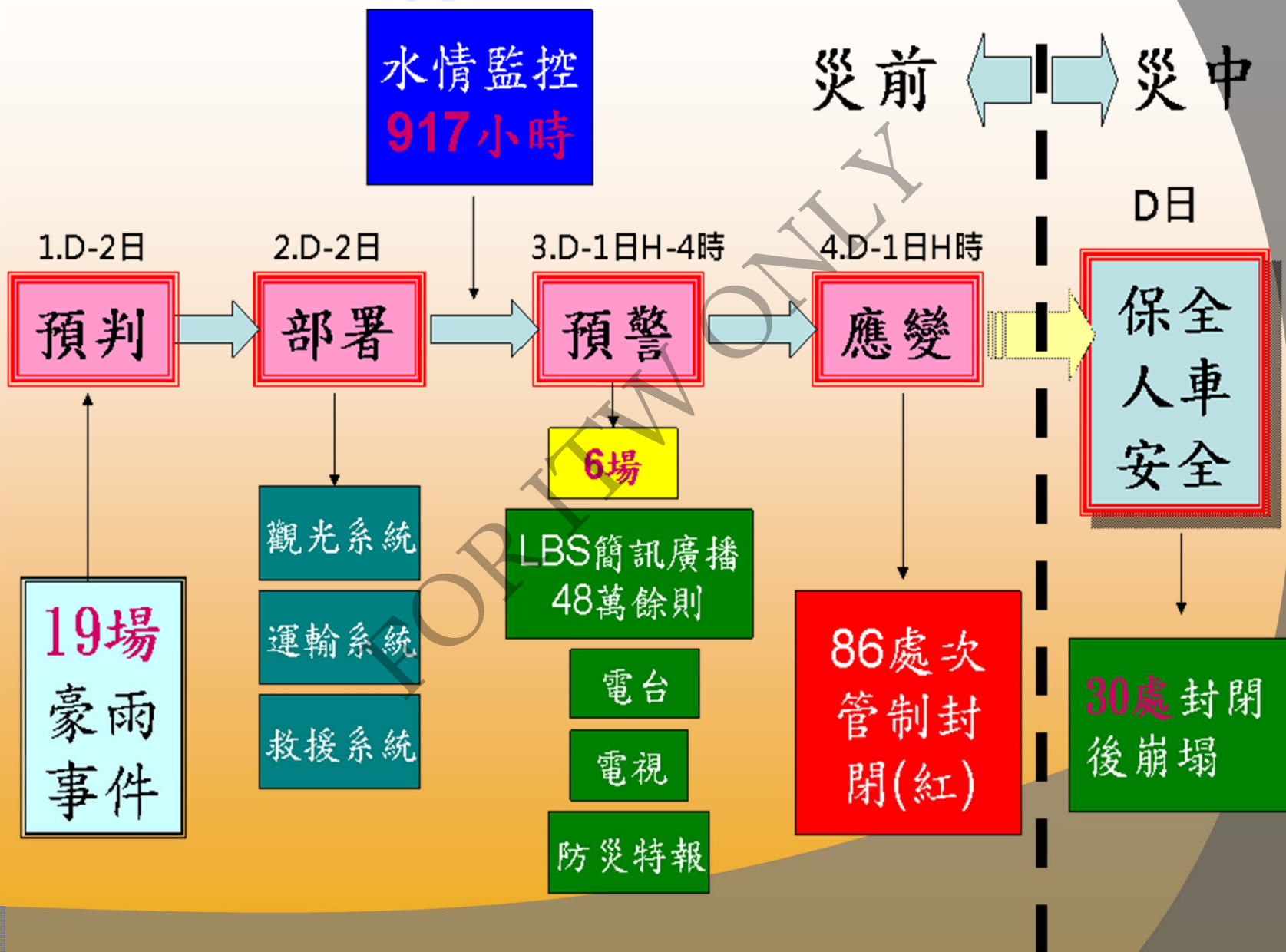
Information : Traffic closure messages would be sent out via all news media including high risk sections and locations of shelter stations

➤ Diagram of risk management

Risk could be defined as the probabilities of failure and consequences caused by the failure of the protected objects under hazards



100年執行成果(2)

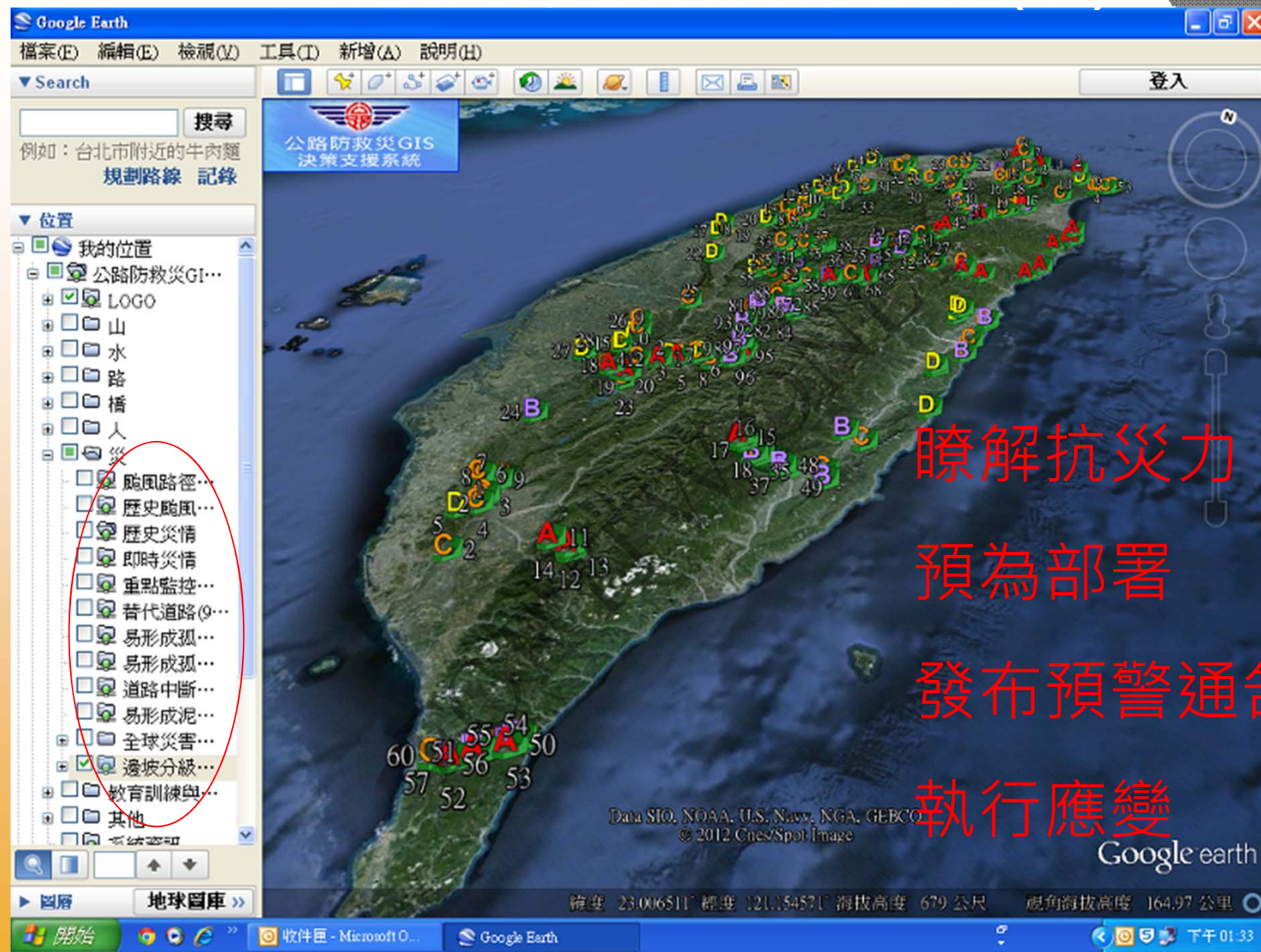


實施重點：協助篩選全國高風險值之易 致災路段



省道之崩塌地文敏感等級之分布圖

資料來源：2011.國家災害防救科技中心



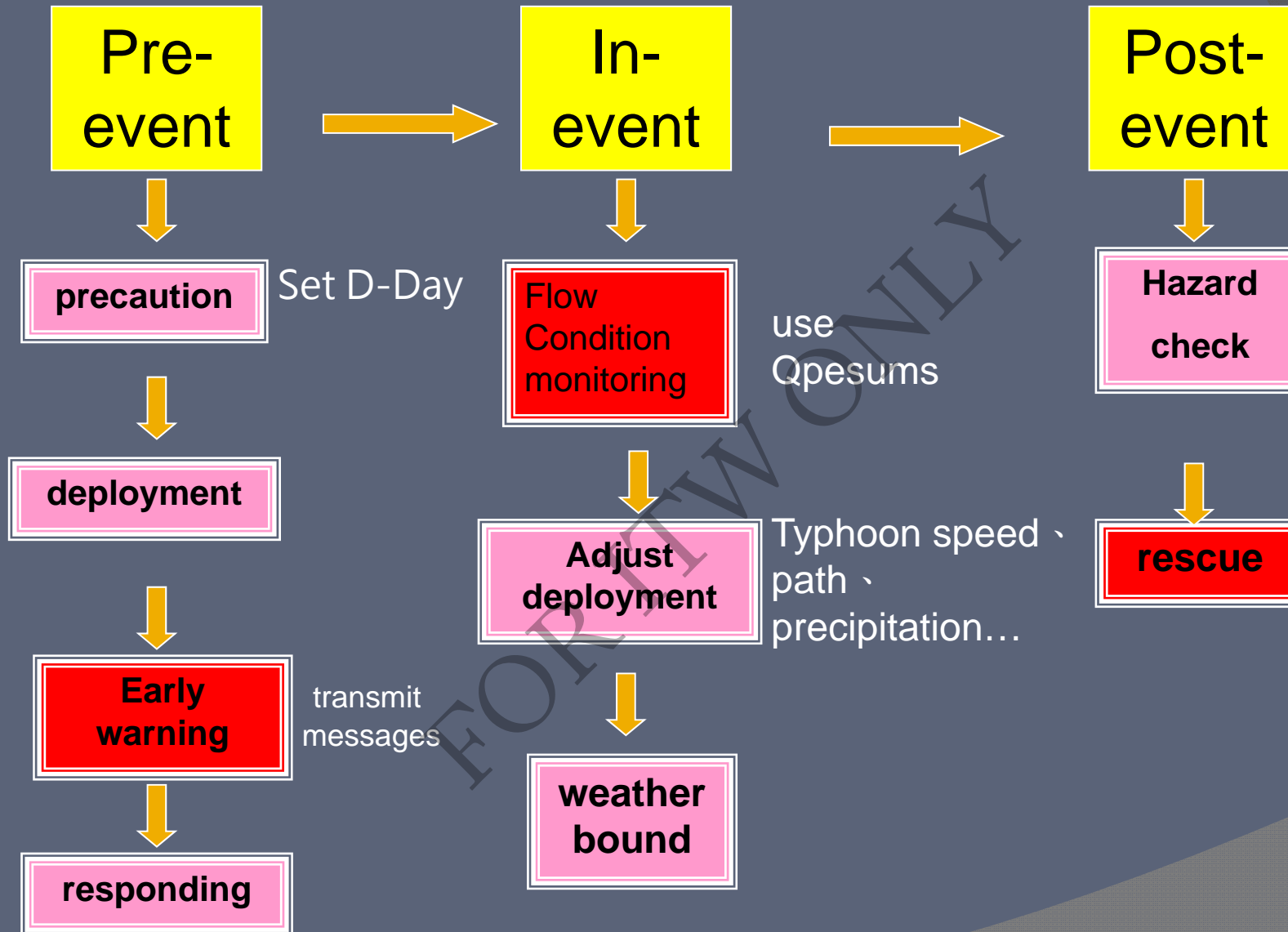
瞭解抗災力

預為部署

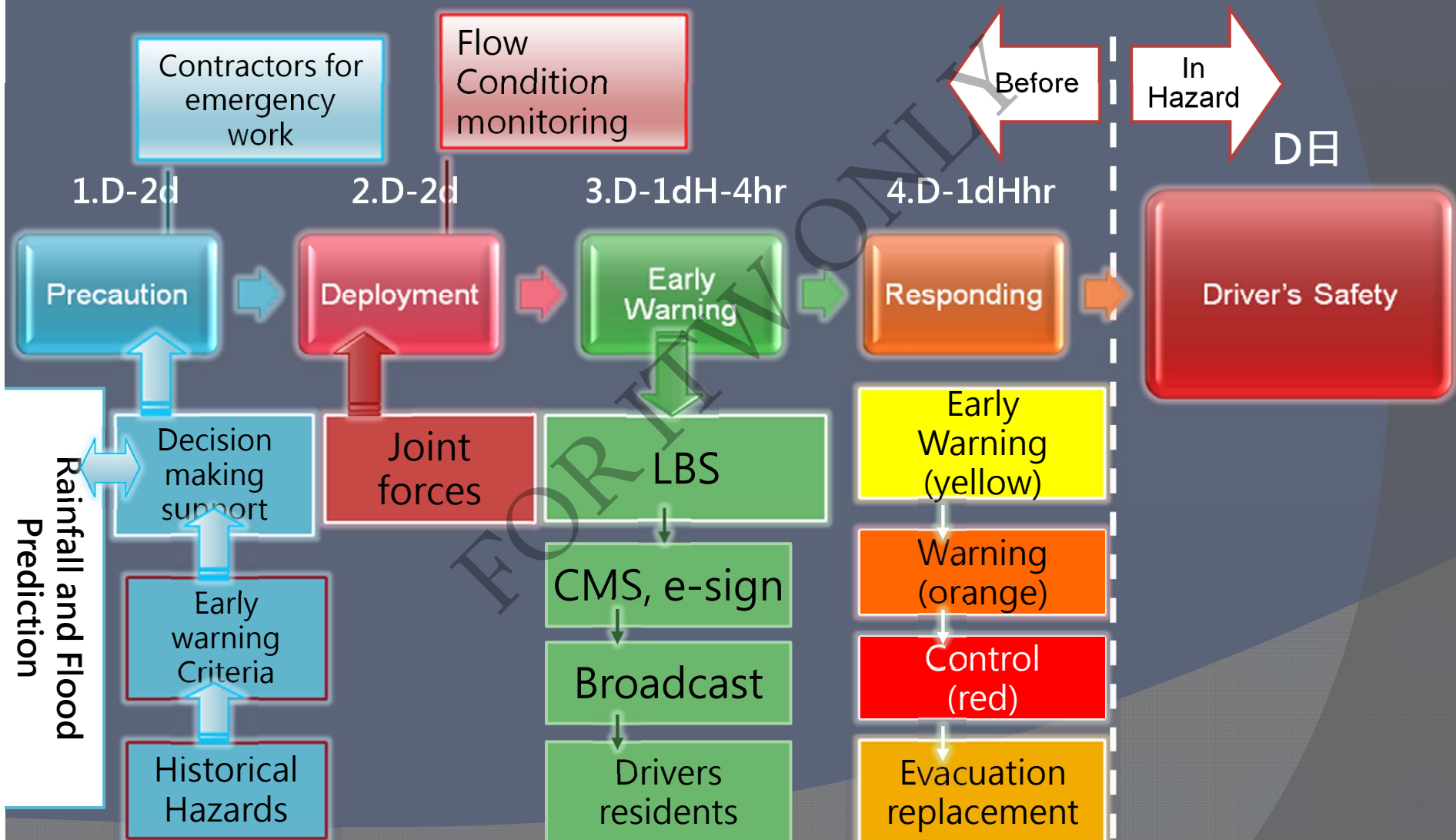
發布預警通告

執行應變

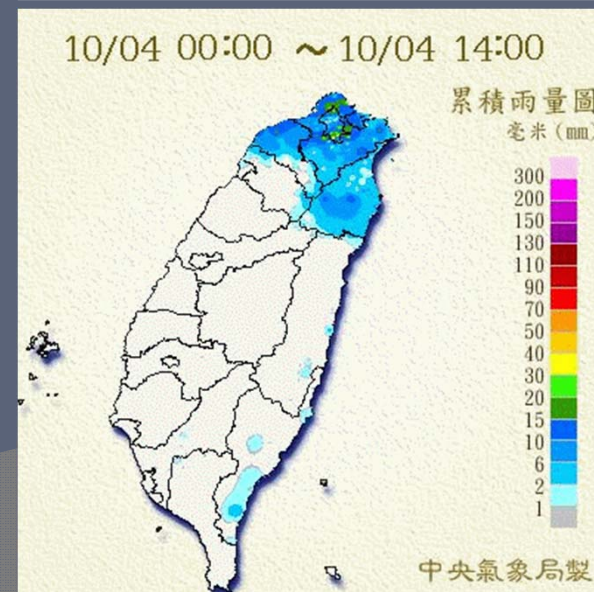
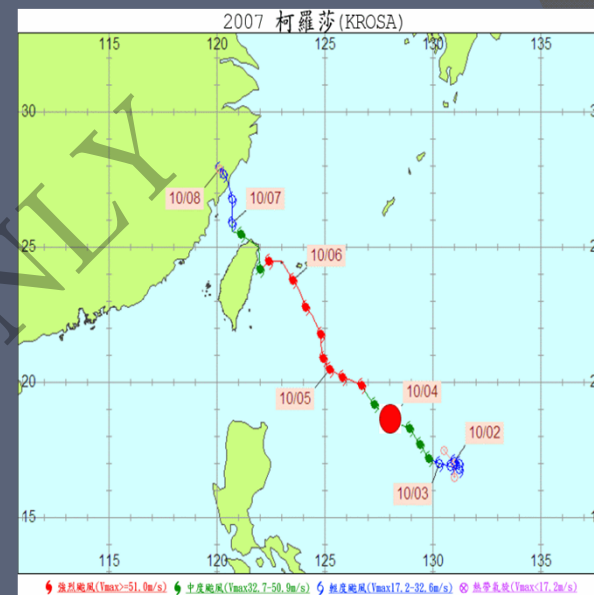
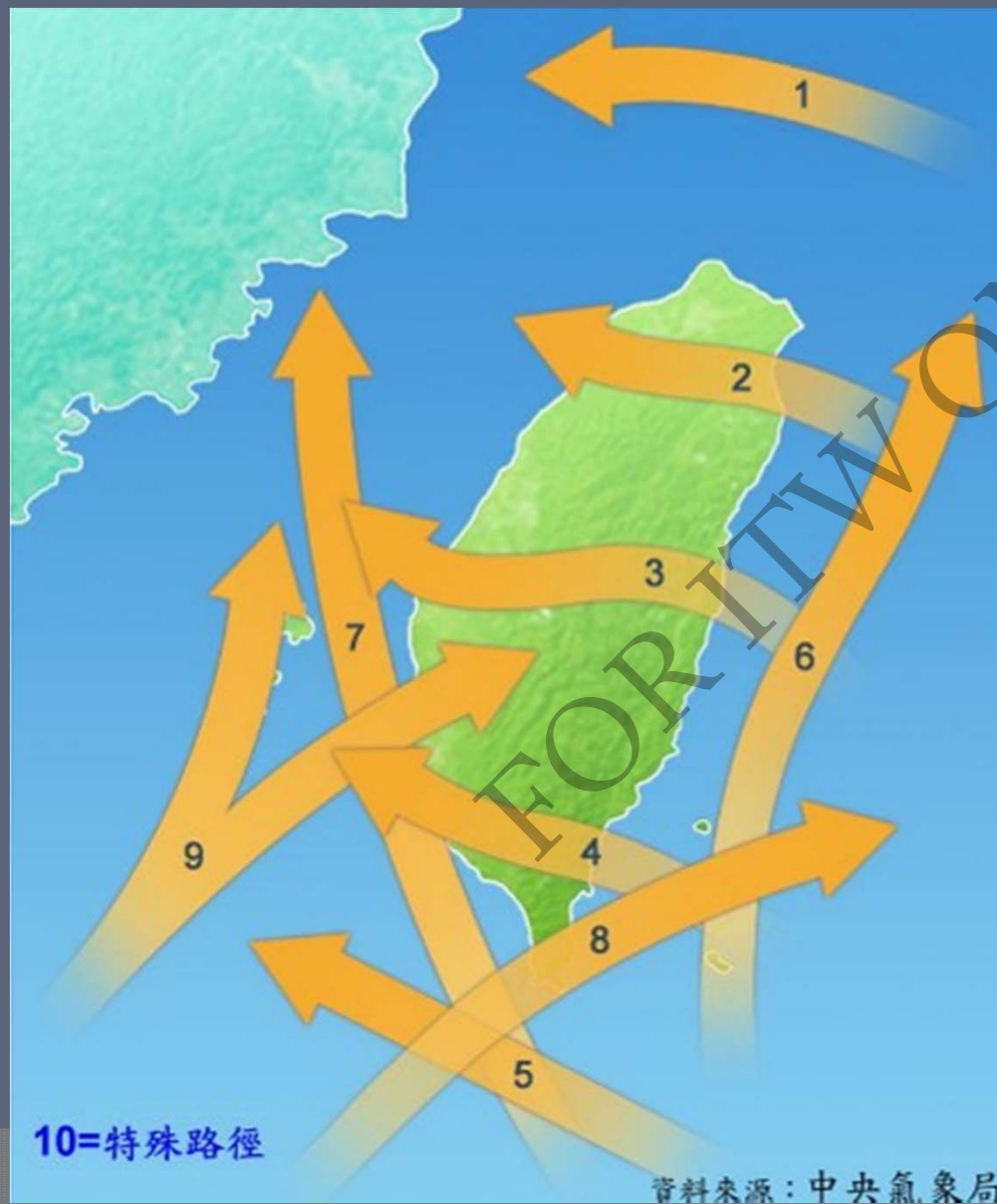
The planning for action



Early-warning Mechanism for Highway Hazard Mitigation



➤ Pre-analyses of Hazard Information



劇烈天氣監測系統

QPESUMS

| 首頁 | 個案 | 區域 | 下載 | 操作說明 | 系統文件 | Q & A

雷達基本產品

地面觀測資料

降水估計產品

降水預報產品

劇烈天氣分析

風場分析產品

回波預報

降水預報

台灣流域分區

淡水河流域分區

土石流分區

附註：此定量降水預報產品技術仍在發展階段，使用時須瞭解其極限，並請謹慎使用。

| 動畫 | 設定 |

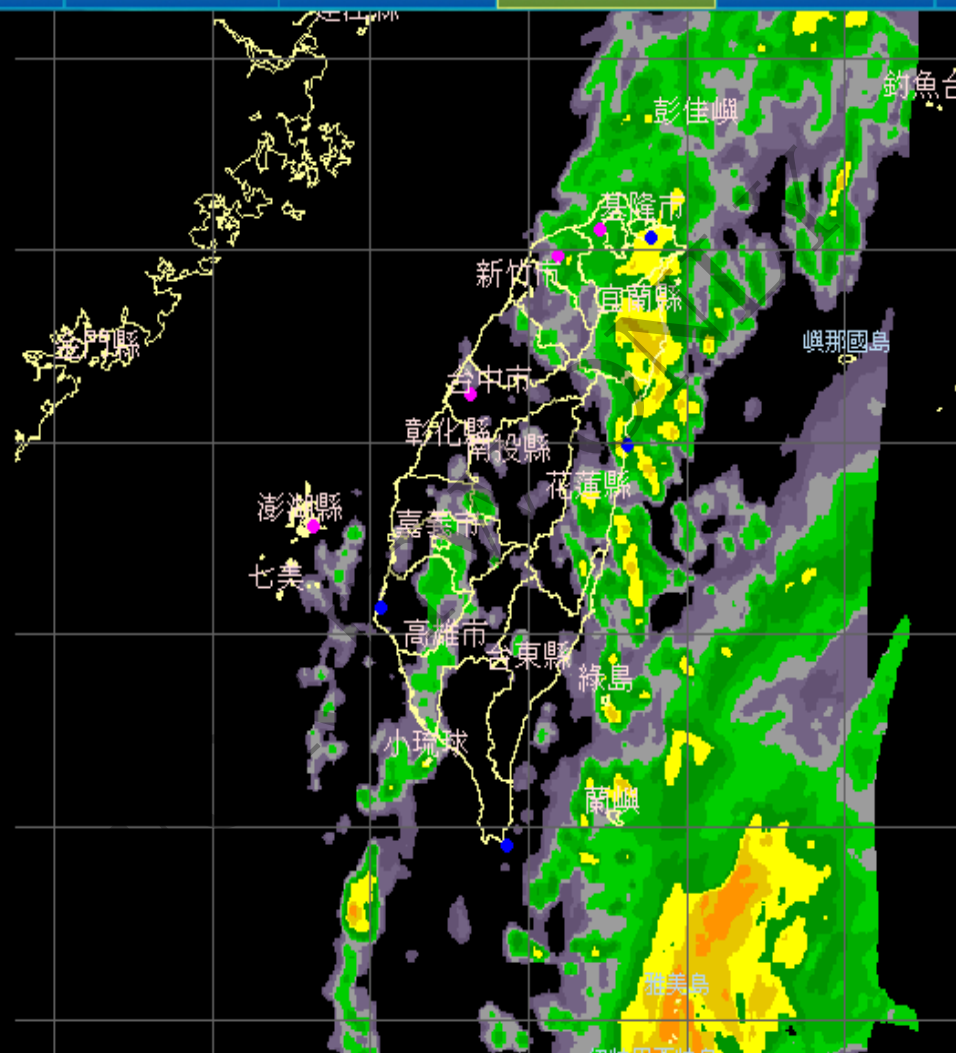
| 新視窗 | 重新載入 |

▶ 地理資訊

▶ 水文資訊

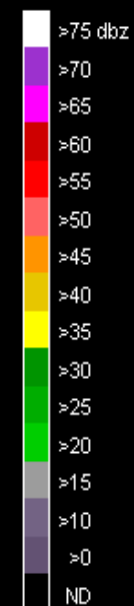
▶ 氣象資訊

▶ 衛星影像



C W B QPESUMS

Fri, May 27, 2011
1830 TST



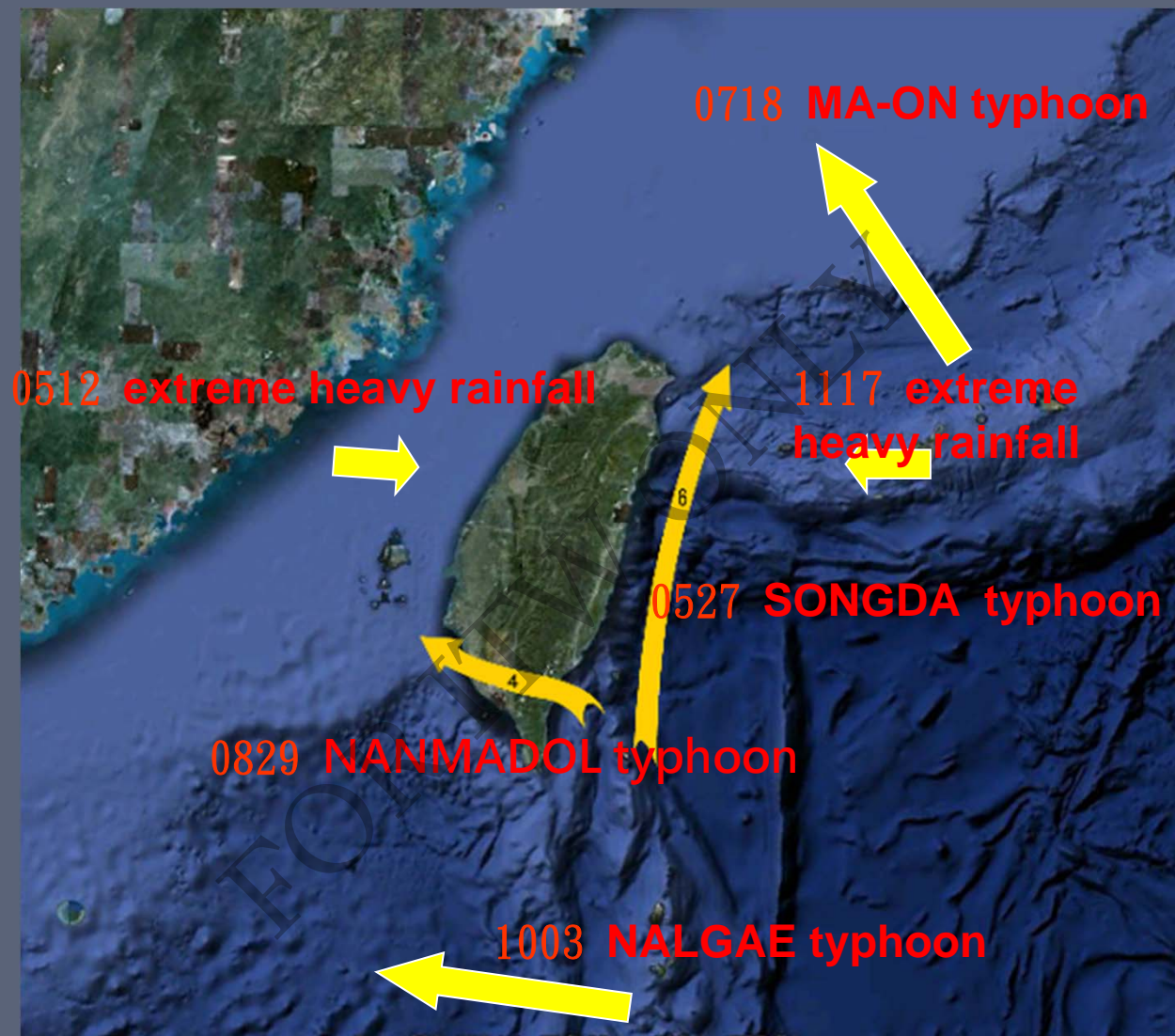
回波預報
中央氣象局 QPESUMS



Precipitation Prediction Model ing

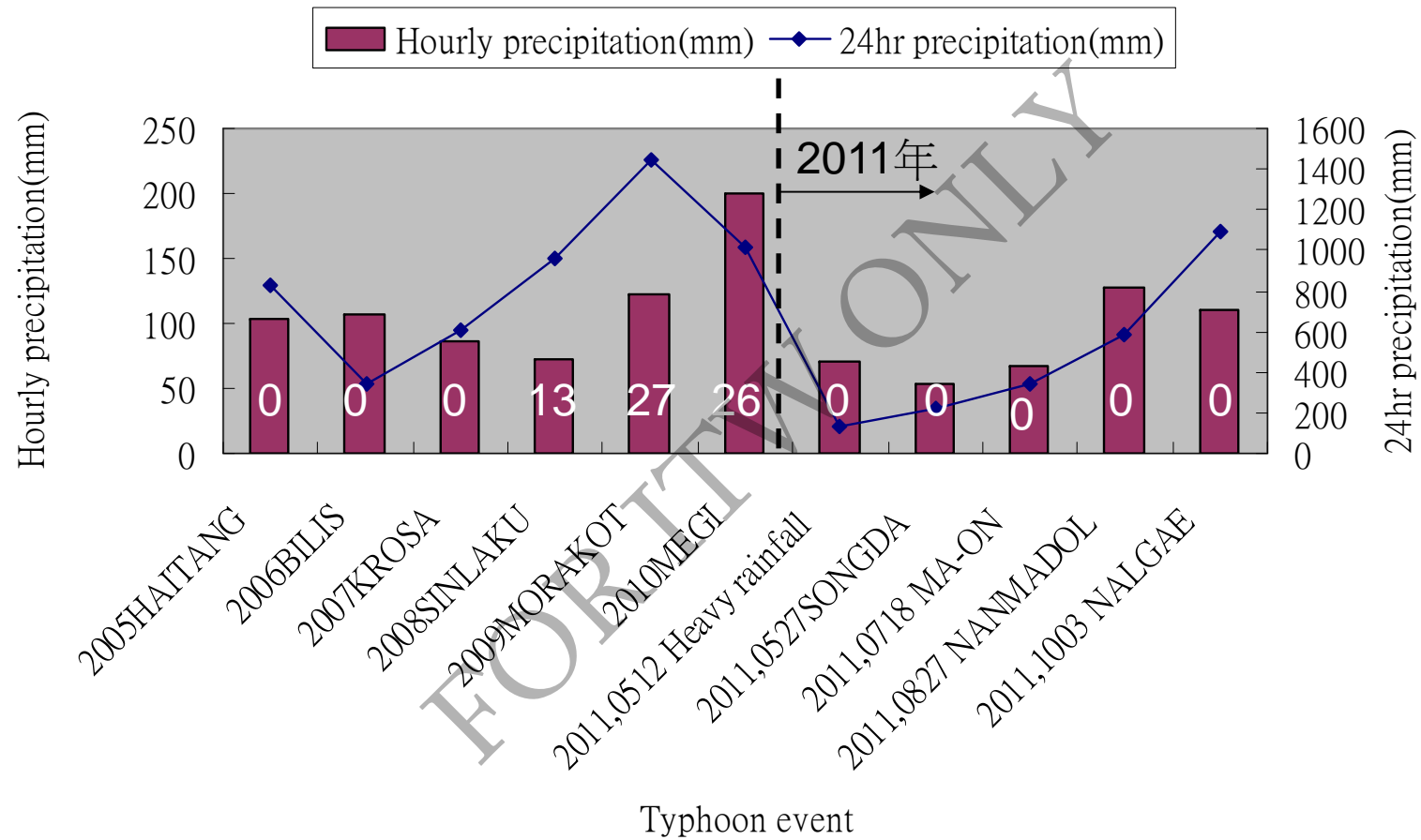
Case Study for Verification

FOR ITW ONLY



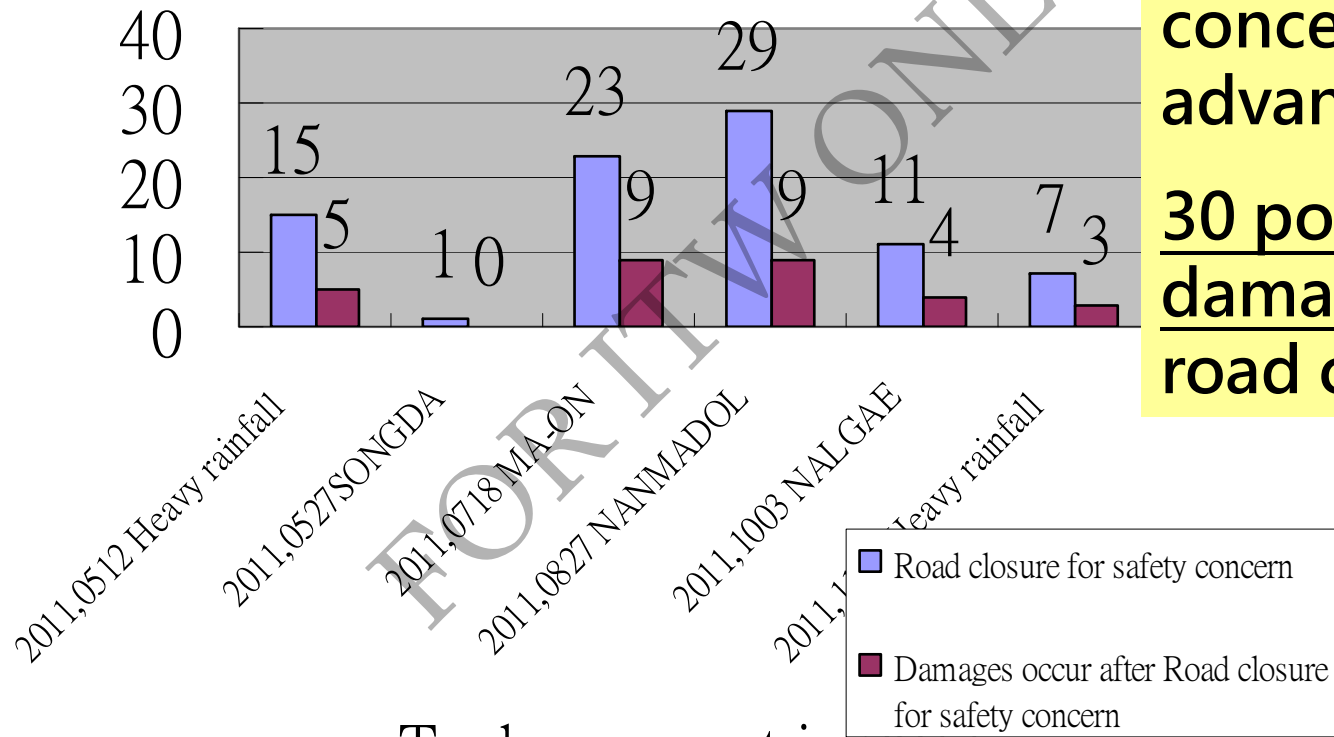
Extreme heavy rainfall attack taiwan in 2011

Comparison chart for the precipitation of each typhoon event



Statistical chart for executing road closure and damages

number of times

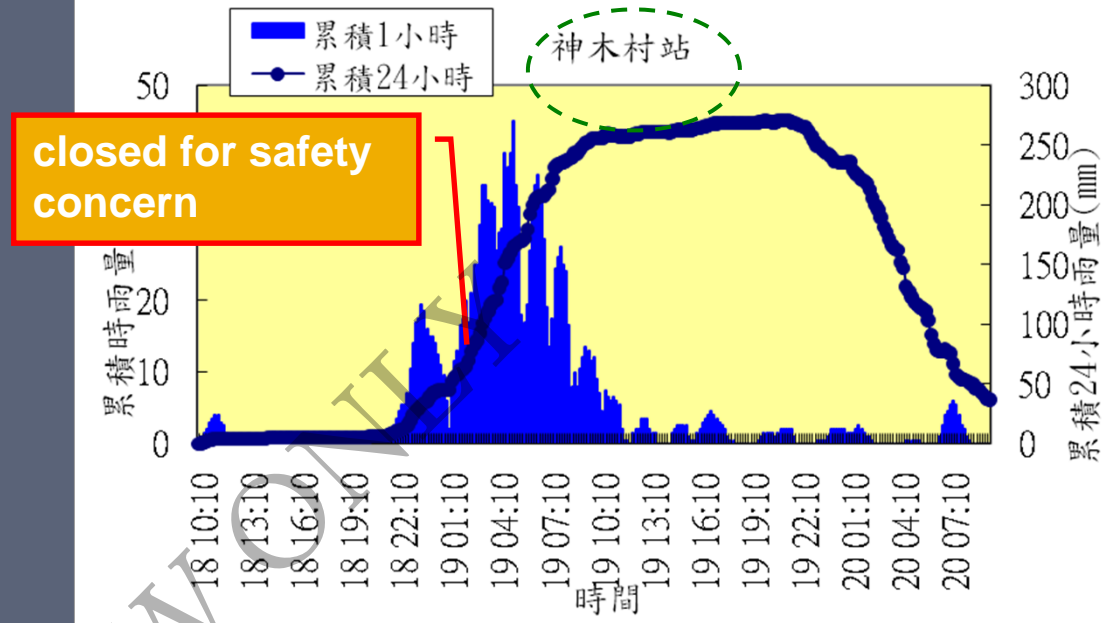


Typhoon event in 2011

86 road closure
for safety
concern in
advance,
30 point of
damages after
road closure

Case 1

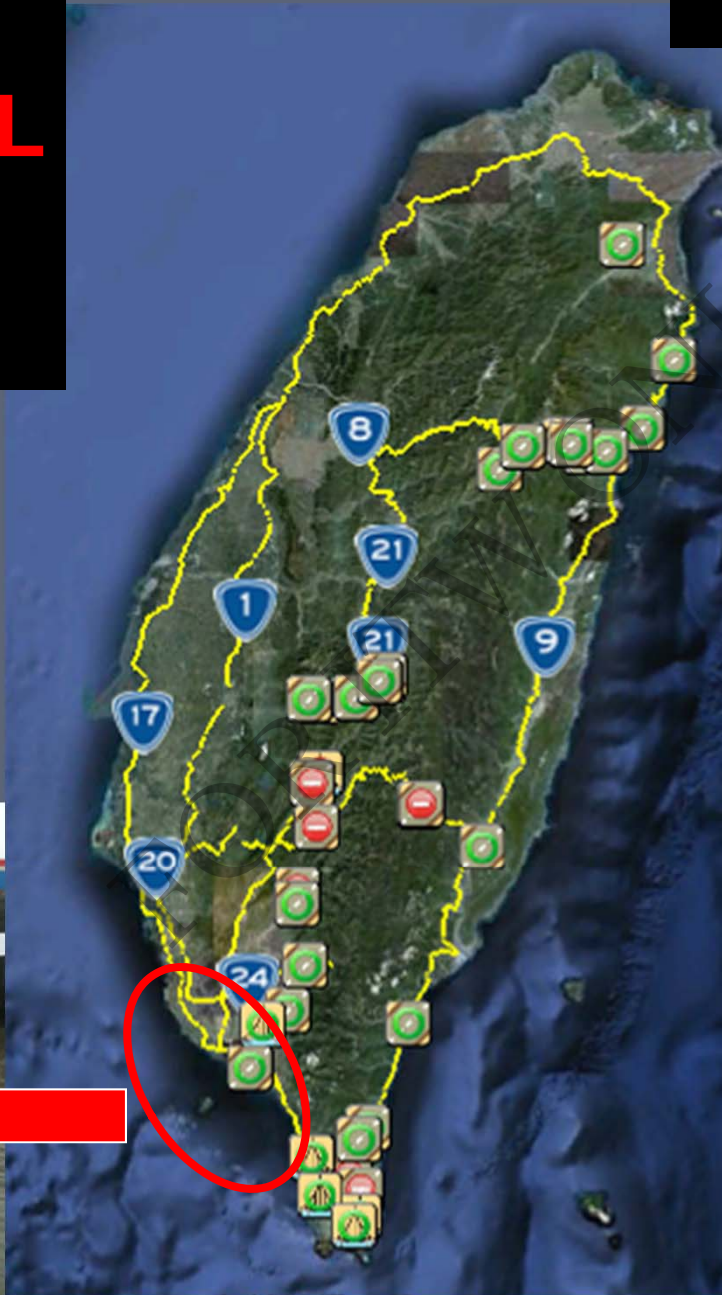
verification



- Rainfall Event on July 18th, 2011
- Total 22 high risk sites were closed in pre-event , no causality happens.

Case 2 Typhoon NANMADOL on August 29th, 2011

Accumulated
rainfall closed
to 1100mm



Statistical table of executing
traffic control

TYPE	Times
(一) Road closure for safety concern and no damage occur	20
(二) Damages occur after Road closure for safety concern	9
(三) Damages occur before Road closure but not concern road	9
Total	38

Case 3 Typhoon NANMADOL on August 29th, 2011



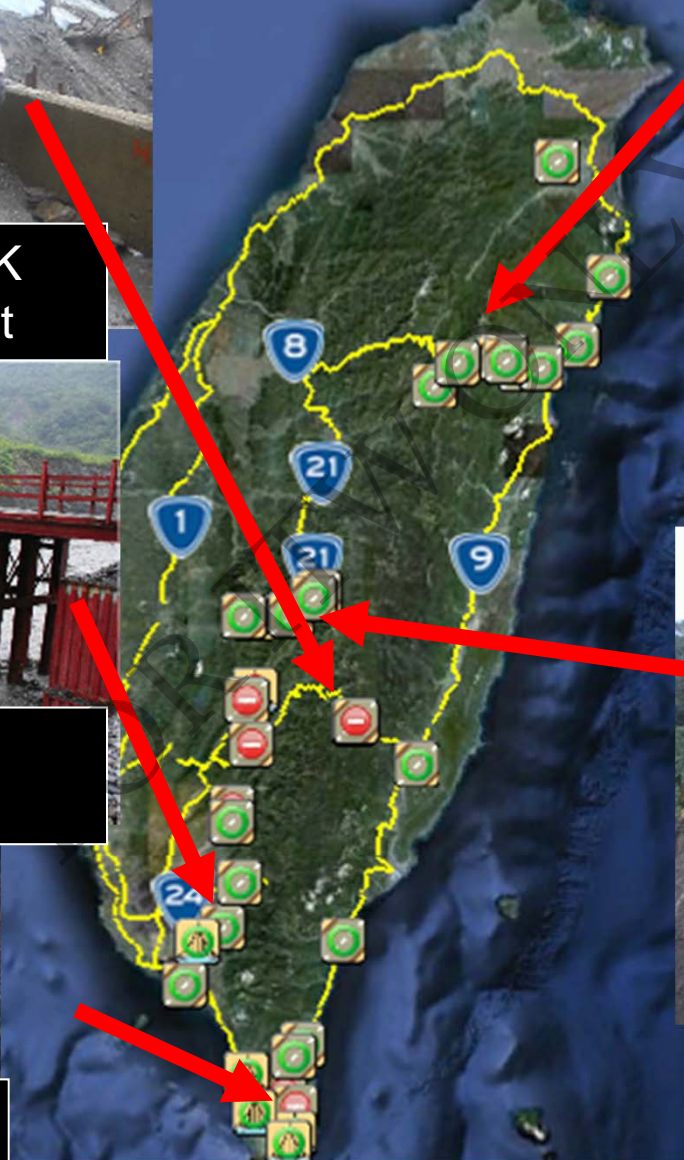
Provincial road No.20 181K scene picture at post-event



Provincial road No.24 26K scene picture at in-event



Road No.200 24K scene picture at post-event



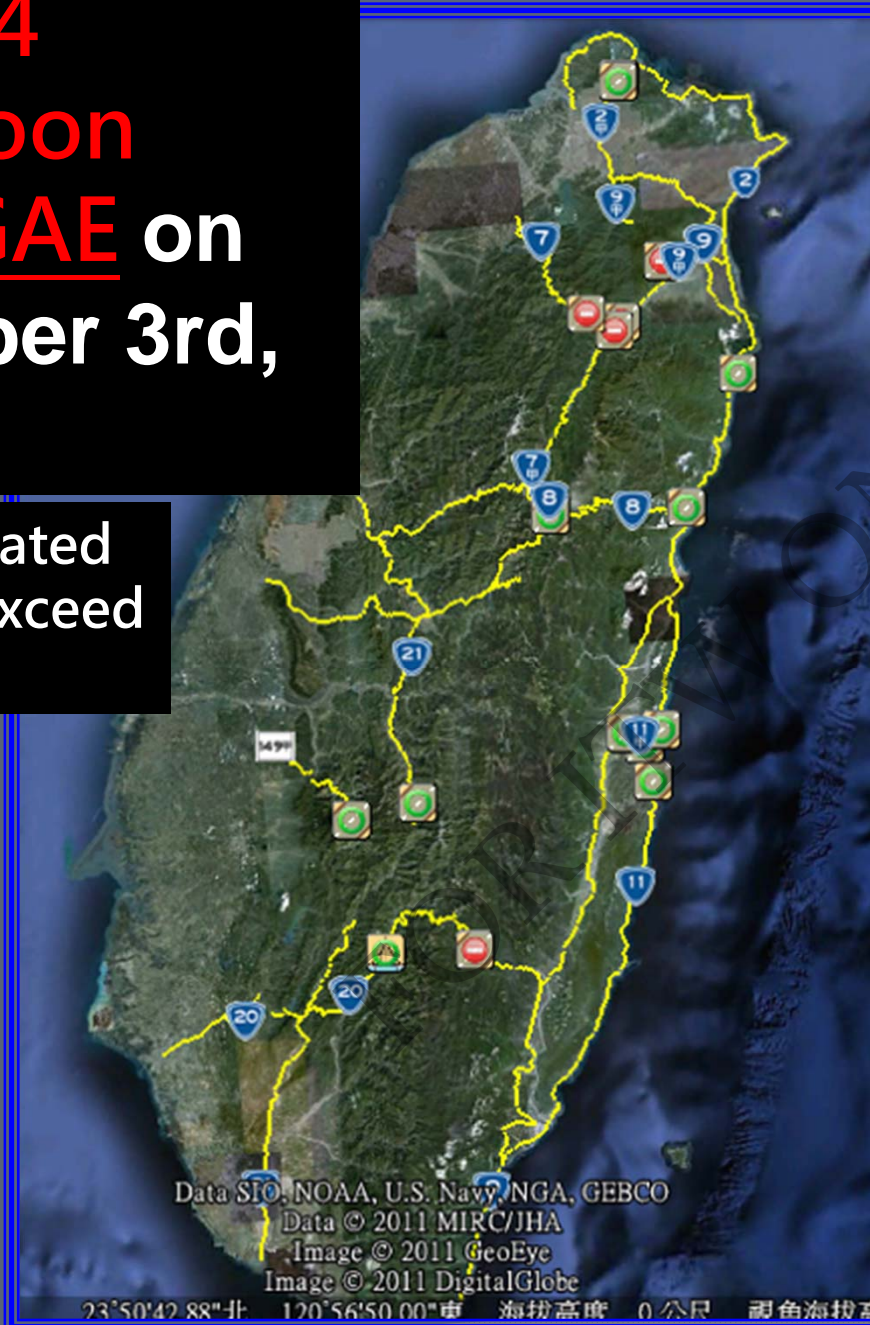
Provincial road No.8 175K scene picture at in-event



Road No.159 41K scene picture at post-event

Case 4 Typhoon NALGAE on October 3rd, 2011

Accumulated
rainfall exceed
1600mm



Statistical table of executing
traffic control

TYPE	Times
(一) Road closure for safety concern and no damage occur	7
(二) Damages occur after Road closure for safety concern	4
(三) Damages occur before Road closure but not concern road	6
Total	17

How ?

Organize weather information

Make decision

Deploy

Early warning

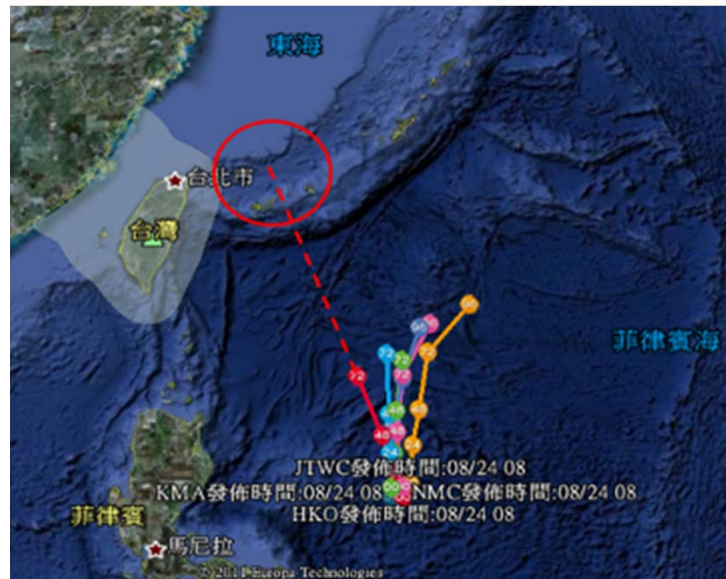
Responding

有颱風警報單

侵颱前轉向

南瑪都颱風如何預警？

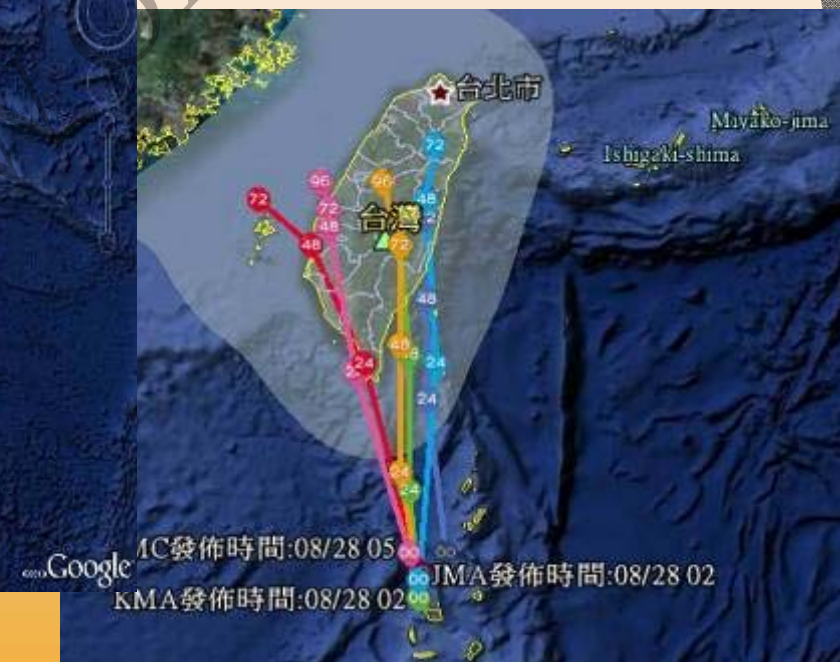
各國預測南瑪都颱風路徑歷程



8/24各國氣象單位預測南瑪都颱風路徑圖

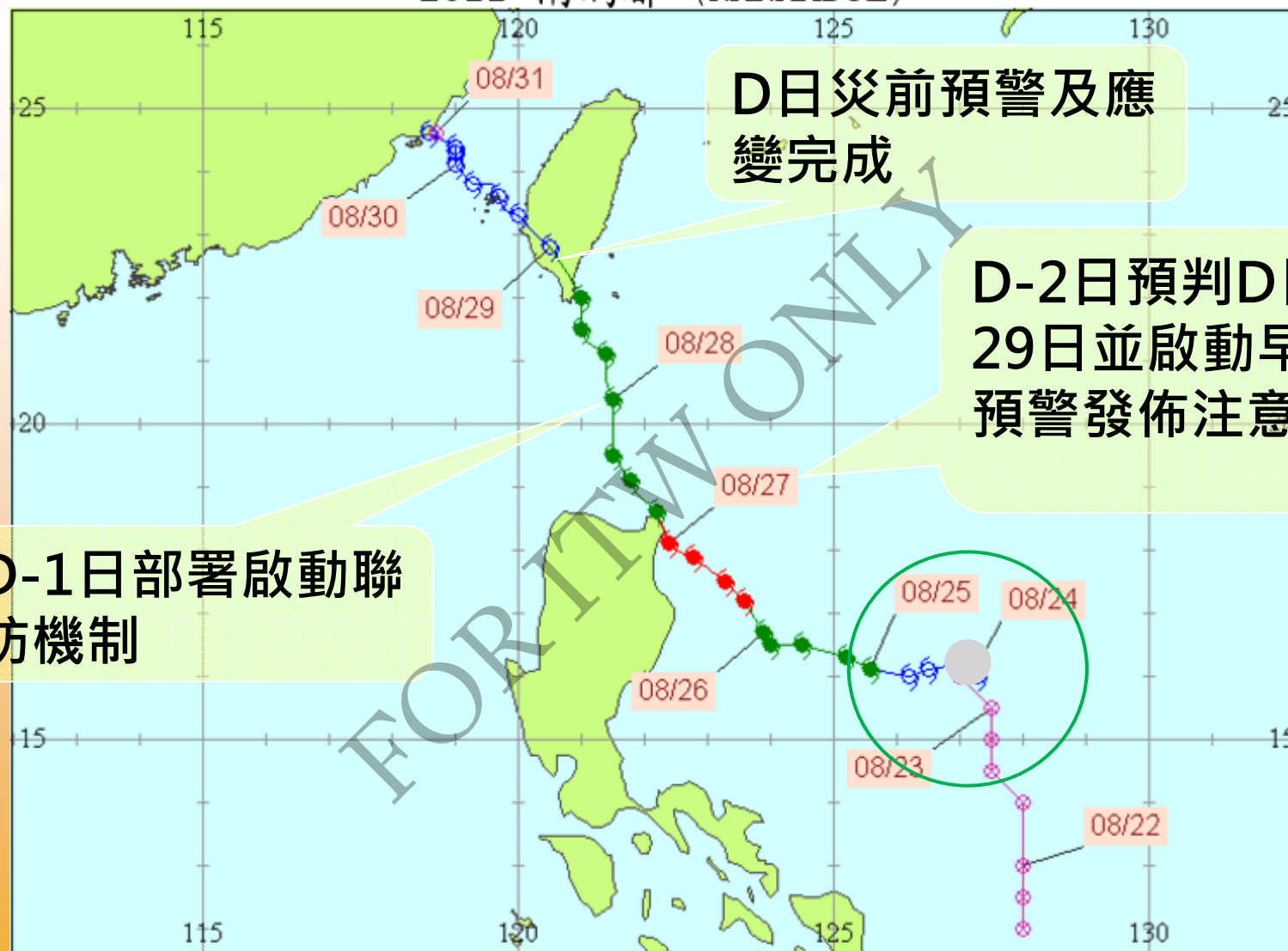


8/26各國預測南瑪都颱風路徑



8/27 各國預測南瑪都颱風路徑

2011 南瑪都 (NANMADOL)



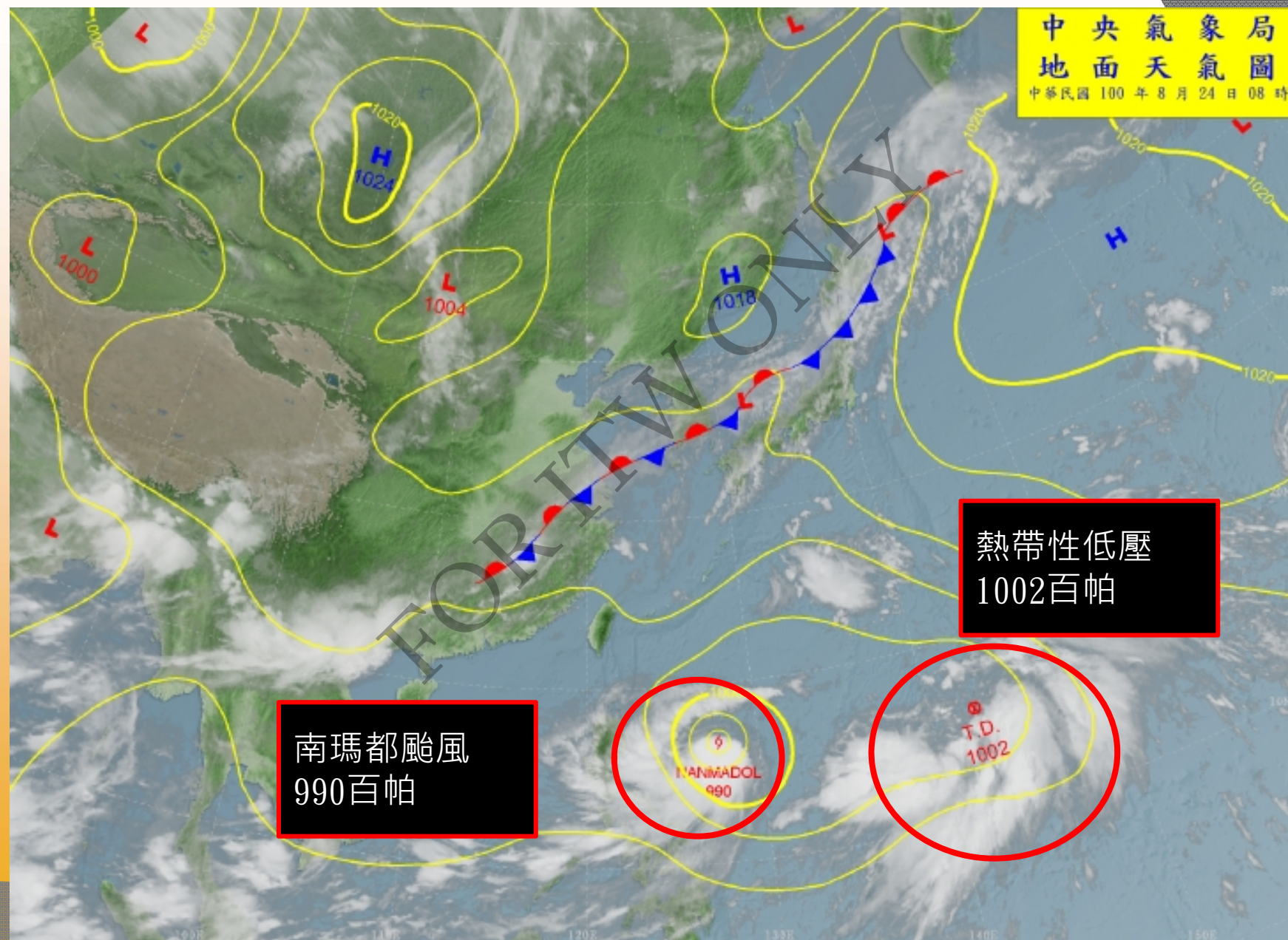
D日災前預警及應
變完成

D-2日預判D日為
29日並啟動早期
預警發佈注意報

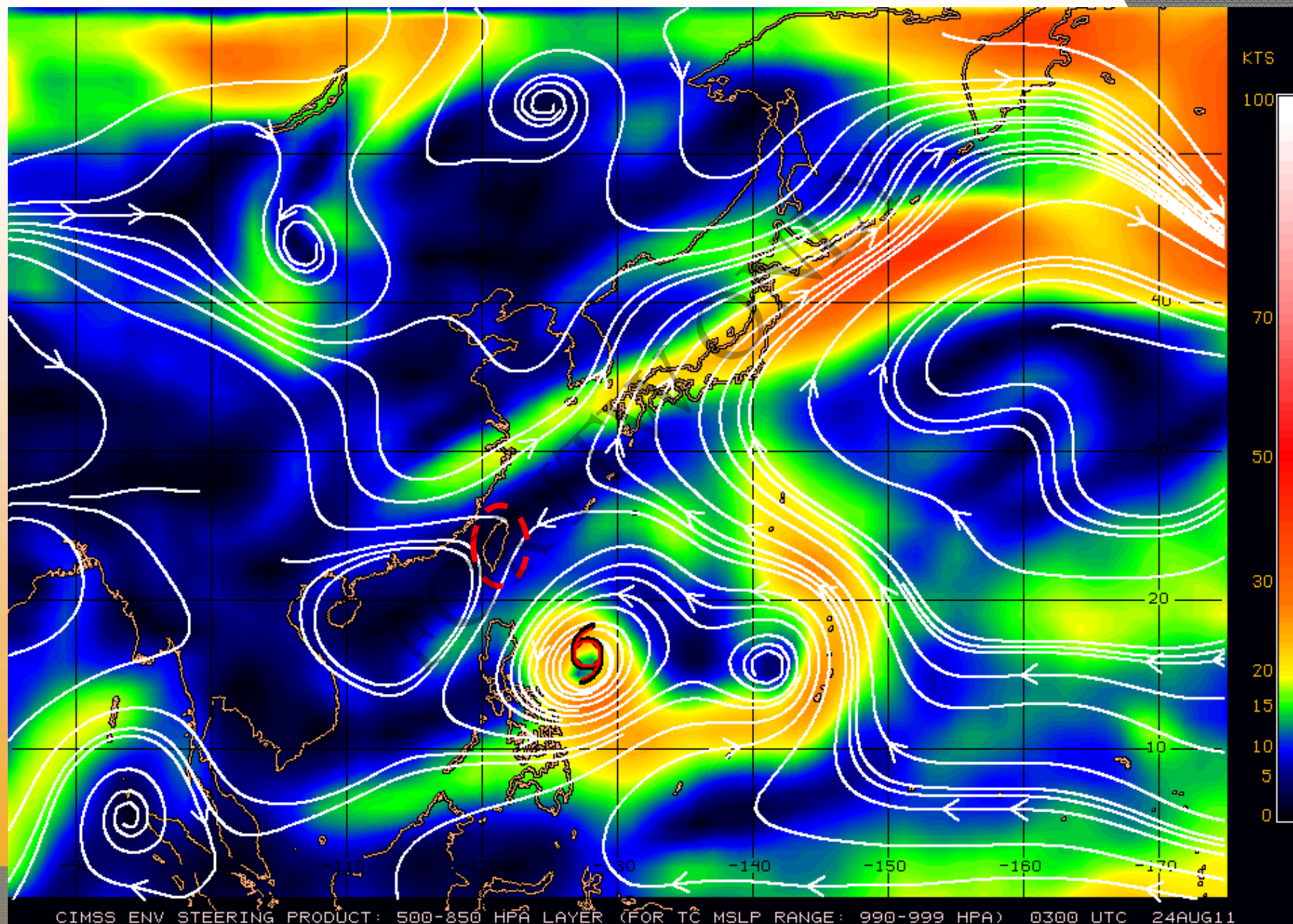
D-1日部署啟動聯
防機制

☄ 強烈颱風($V_{max} \geq 51.0 \text{ m/s}$) ⚡ 中度颱風($V_{max} 32.7 \sim 50.9 \text{ m/s}$) ⚡ 輕度颱風($V_{max} 17.2 \sim 32.6 \text{ m/s}$) ⊗ 熱帶氣旋($V_{max} < 17.2 \text{ m/s}$)

08/24/08時地面天氣圖及衛星雲圖



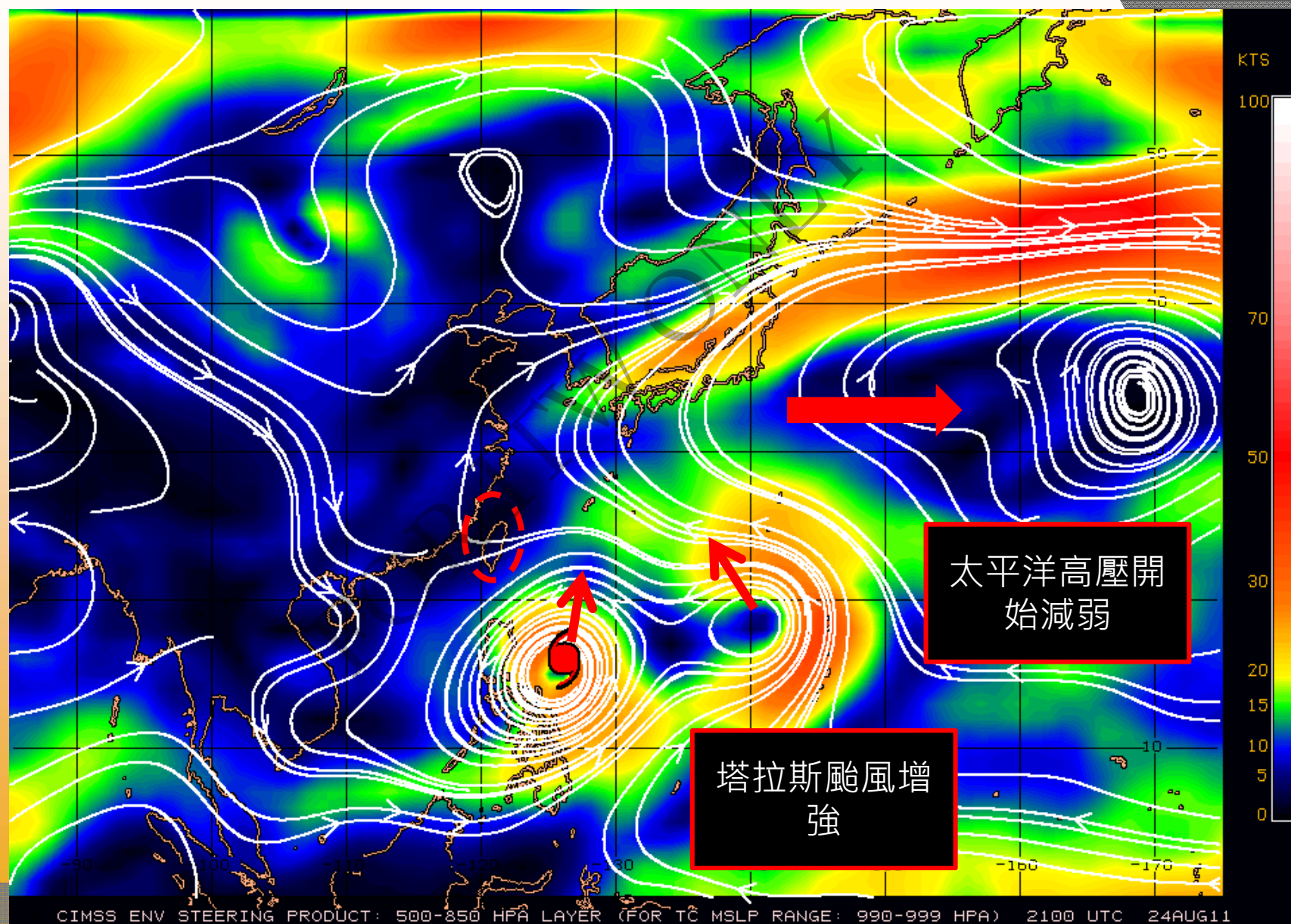
08/24 11時 500-850高空流線圖



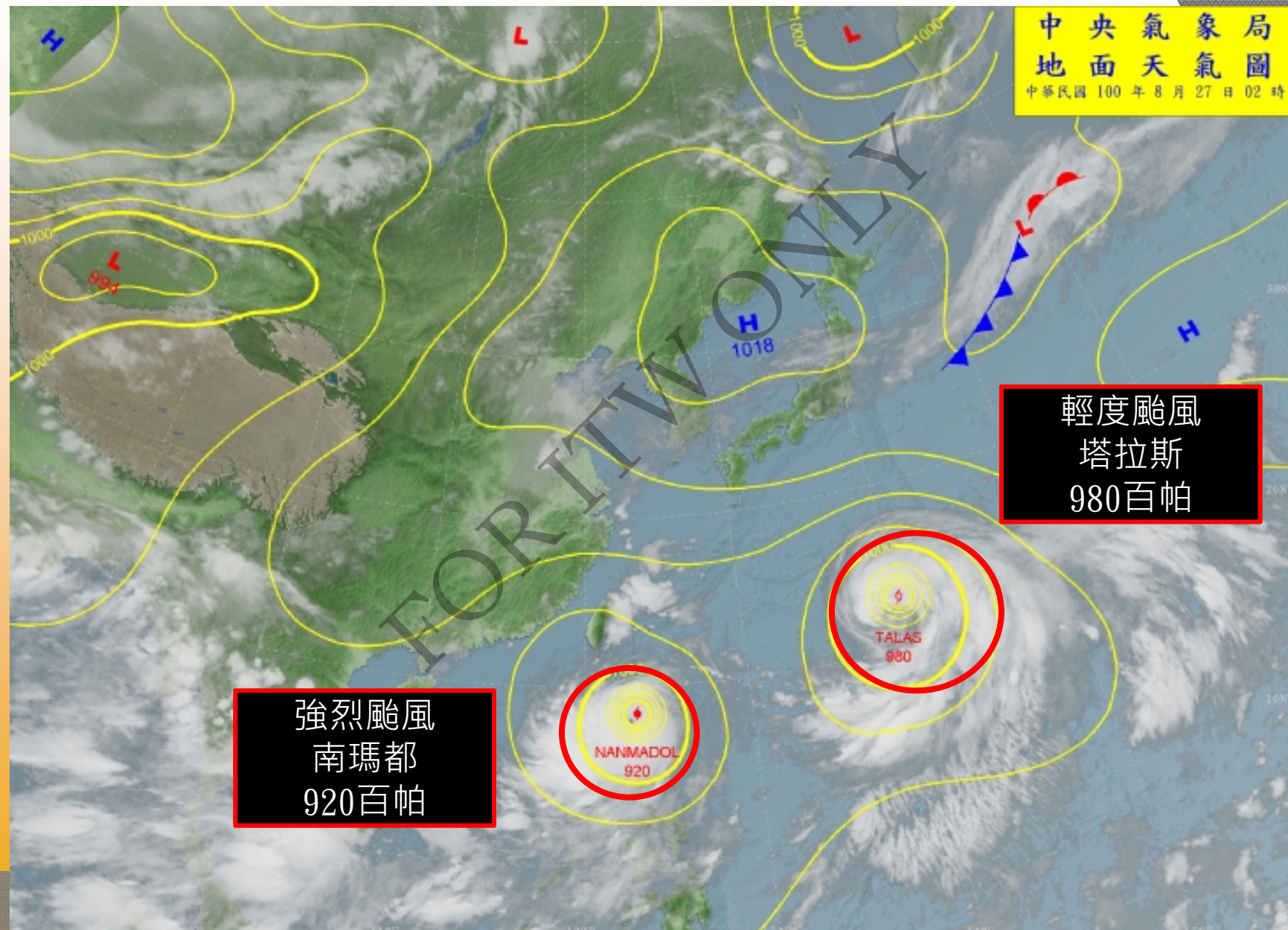
颱風路徑潛勢預報圖
2011/08/25 02:00 LST



08/25 05時 500-850高空流線圖



08/27/02時地面天氣圖及衛星雲圖



分裂高壓勢力

太平洋高壓持續減弱

南瑪都受分裂
高壓勢力影響
移動減速



預判

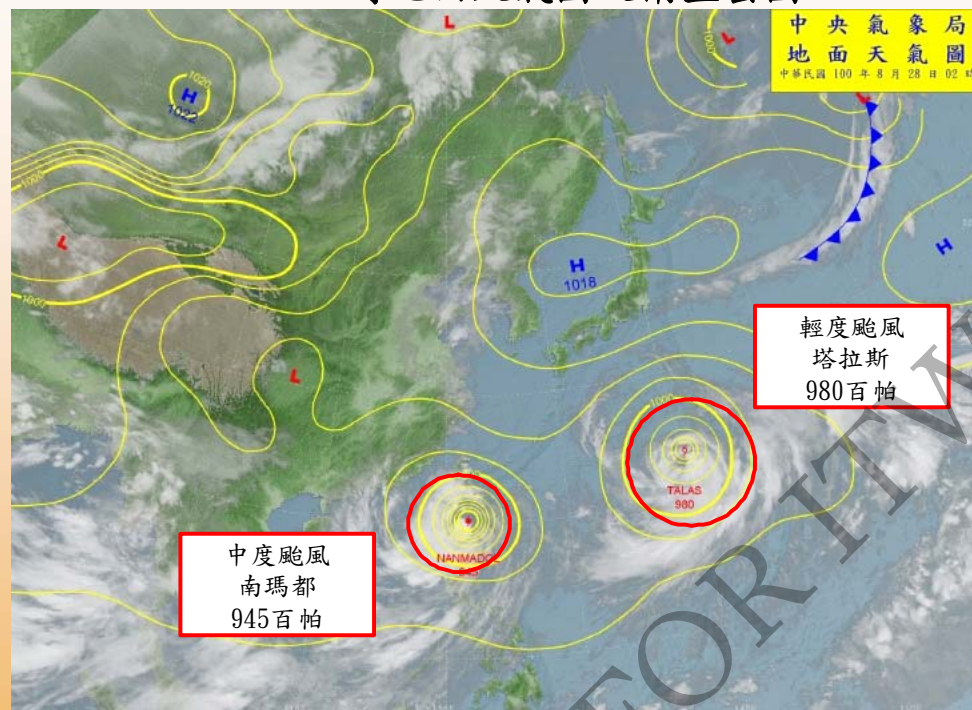
設定D日(29日)

啟動早期預警(D-2日)

第1報8月27日 15:30

注意報

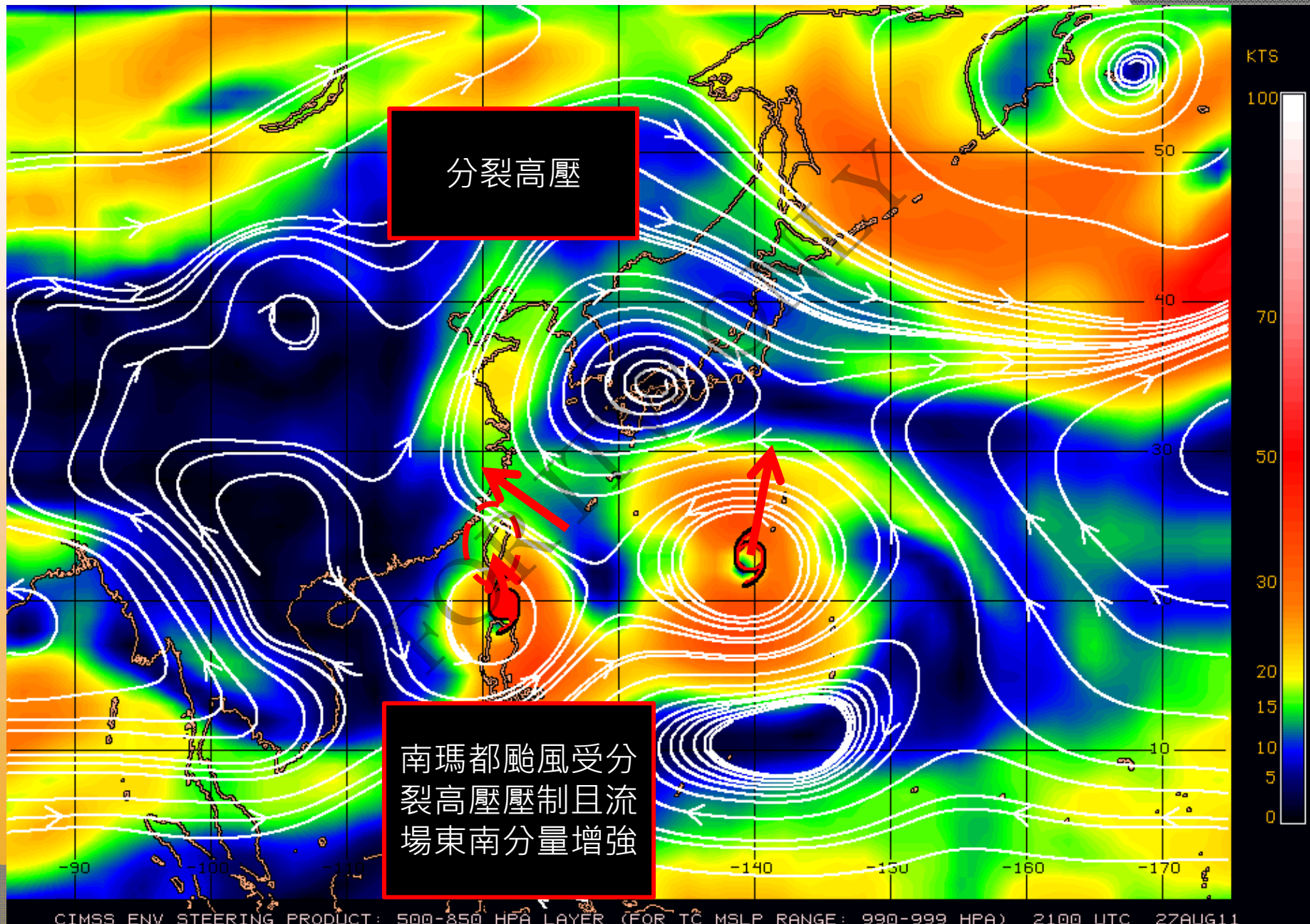
08/27/08時地面天氣圖及衛星雲圖

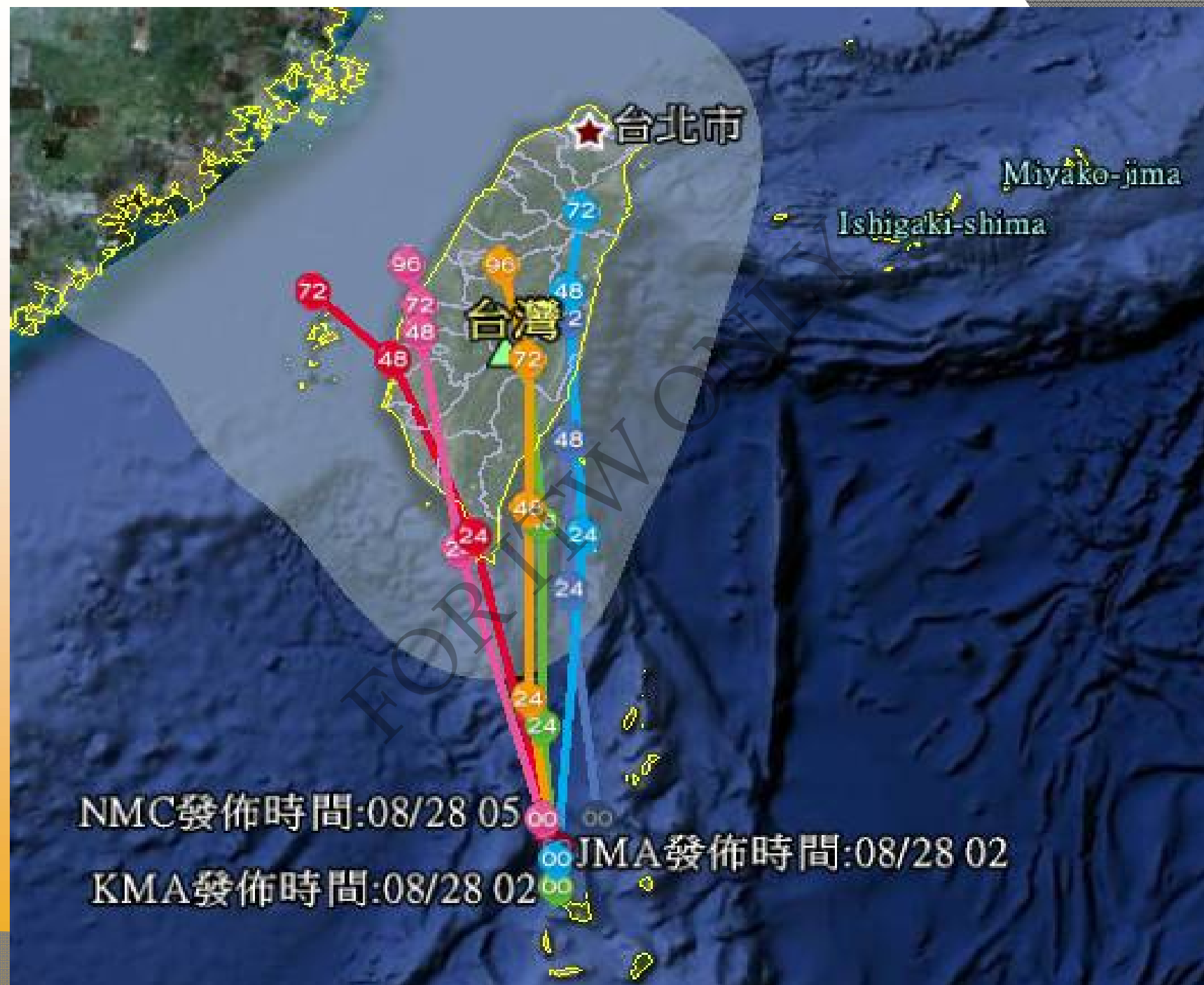


公路總局為因應南瑪都颱風之影響，倘降雨持續增強，不排除於8月28日(週日)下半年進行預警性封閉

路段：台9線蘇花公路
104K-179K (蘇澳-崇德段)、台9線407K+600-432K+800 (香蘭-大鳥村)、台7甲線25K-41K(棲蘭-思源)。

08/28 05時 500-850高空流線圖





部署

啟動聯防機制

聯防機制啟動

單日累積雨量上修達300mm以上，可能因公路阻斷2日以上，造成孤島地區之預置作為

27日晚7:00



最新預判道路
預警應變訊息

28日早9:00



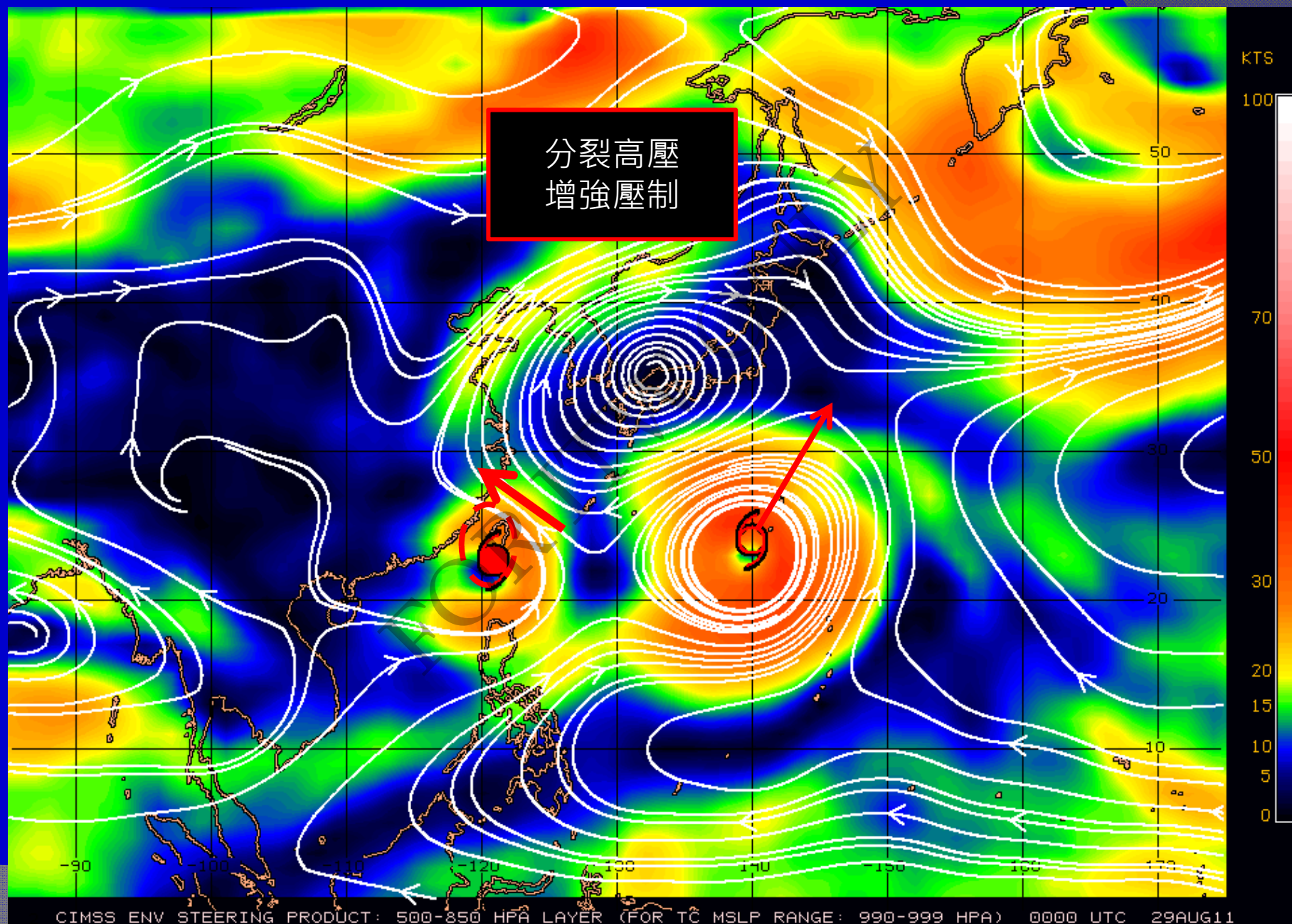
區域聯防體系

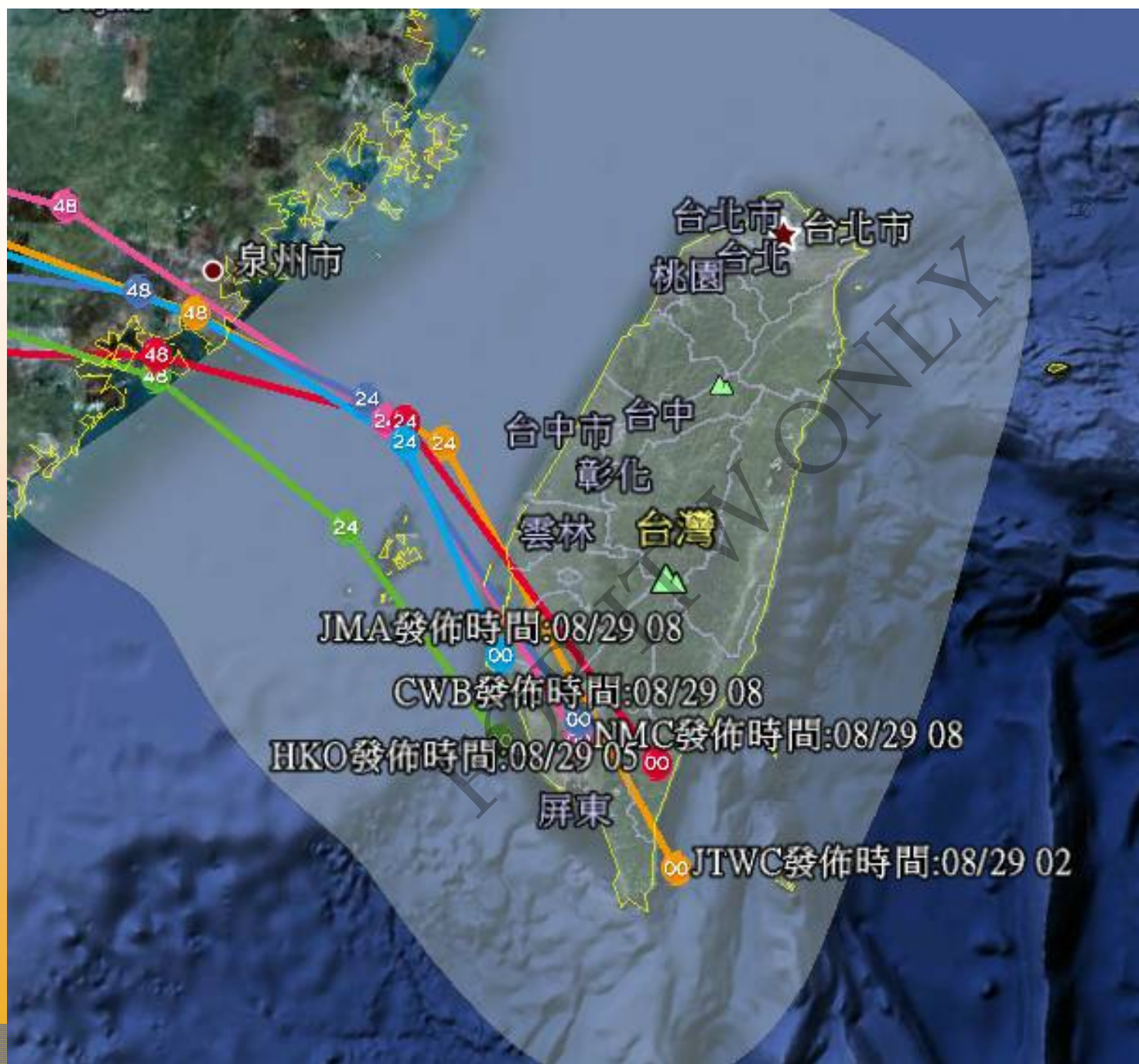
28日午2:00



災前佈署、動員與調
度及疏散撤離

08/29 08時 500-850高空流線圖





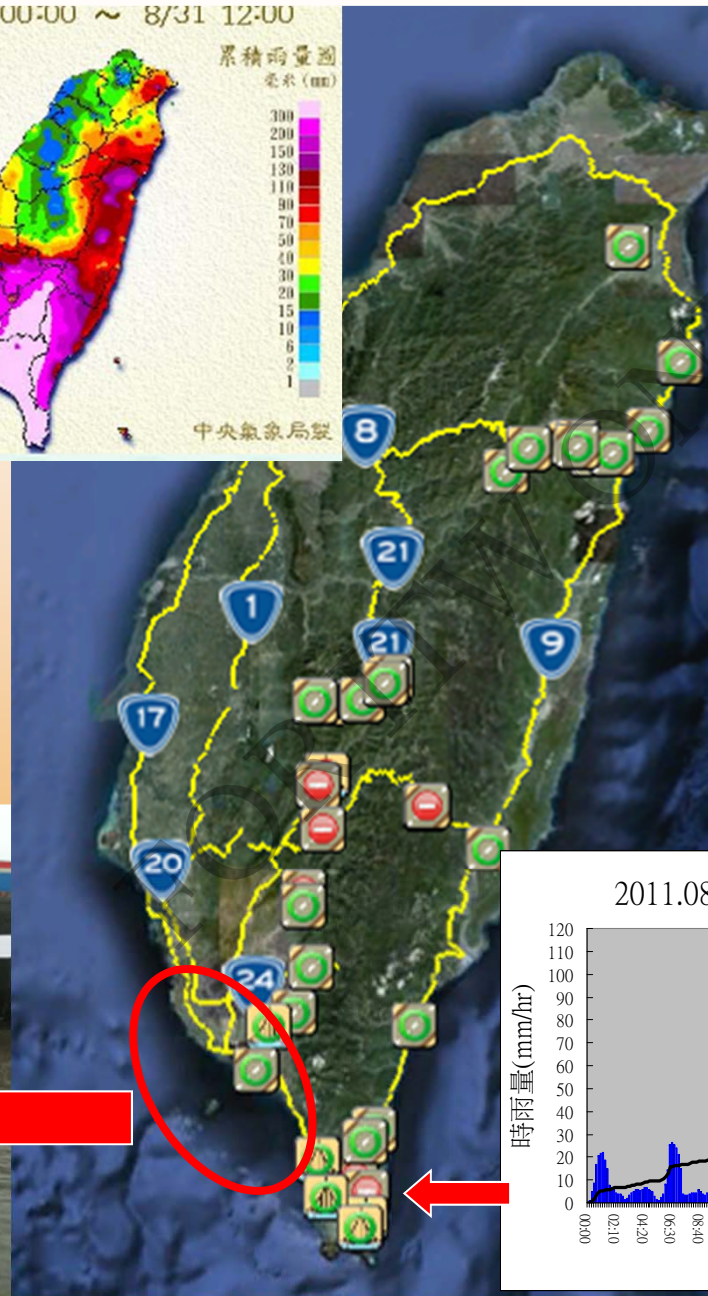
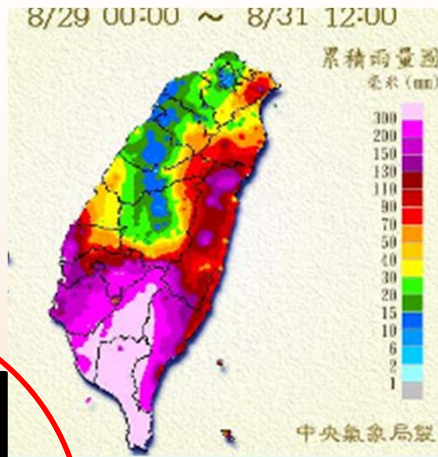
災前預警及應變

(D-1日)

0829南瑪都颱風襲台

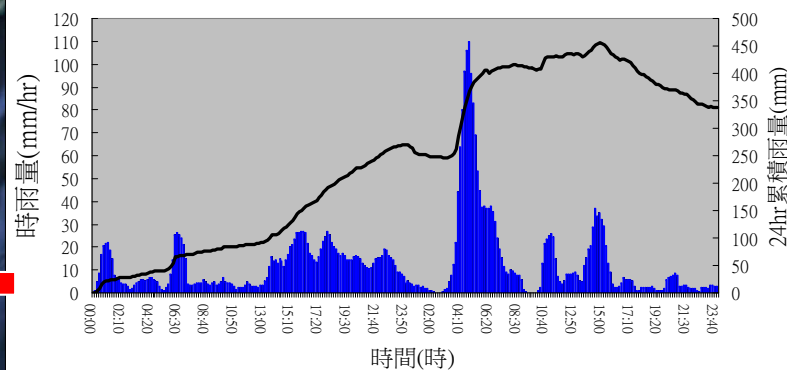
颱風期間公路應變管制檢討表

累積雨量
逼近
1100mm



封閉類型	次數
(一) 預警性封閉無災情	20
(二) 預警性封閉後發生災情	9
(三) 發生災情後管制封閉	9
合計	38

2011.08.29牡丹雨量站(南瑪都)雨量組體圖



0829南瑪都颱風襲台災況



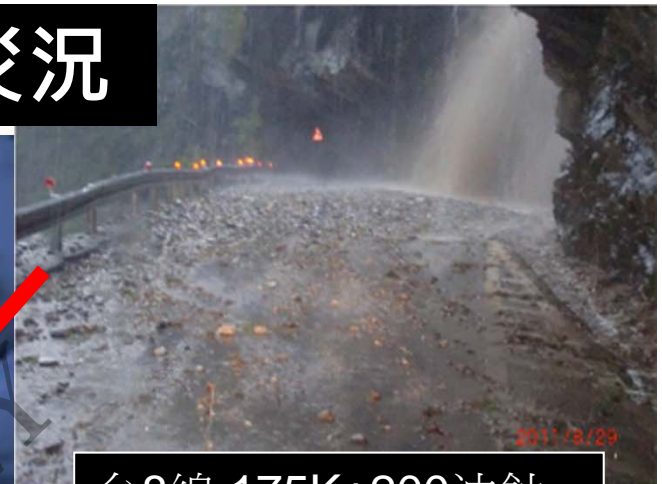
台20線 181K+100~181K+200
便道沖毀



台24線 026K+800~32K+890
伊拉便橋水位高漲



縣200線24k路基下陷滑落



台8線 175K+200沖蝕
溝瀑布夾雜落石



縣159甲線
041K+500邊坡坍塌

無颱風警報單

距臺灣500公里以上

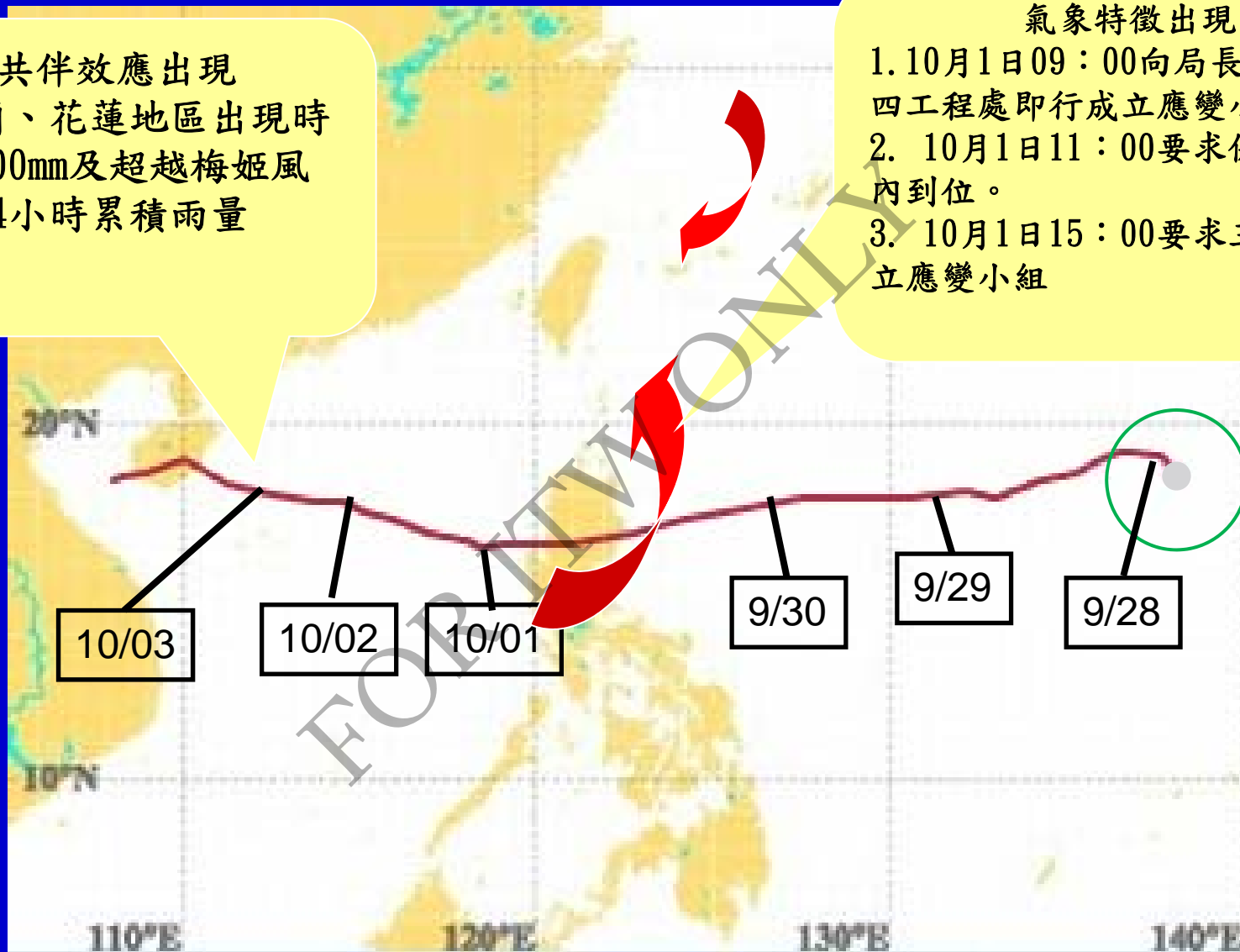
奈格颱風如何預警？

共伴效應出現

1. 宜蘭、花蓮地區出現時雨量100mm及超越梅姬風災之24小時累積雨量666mm

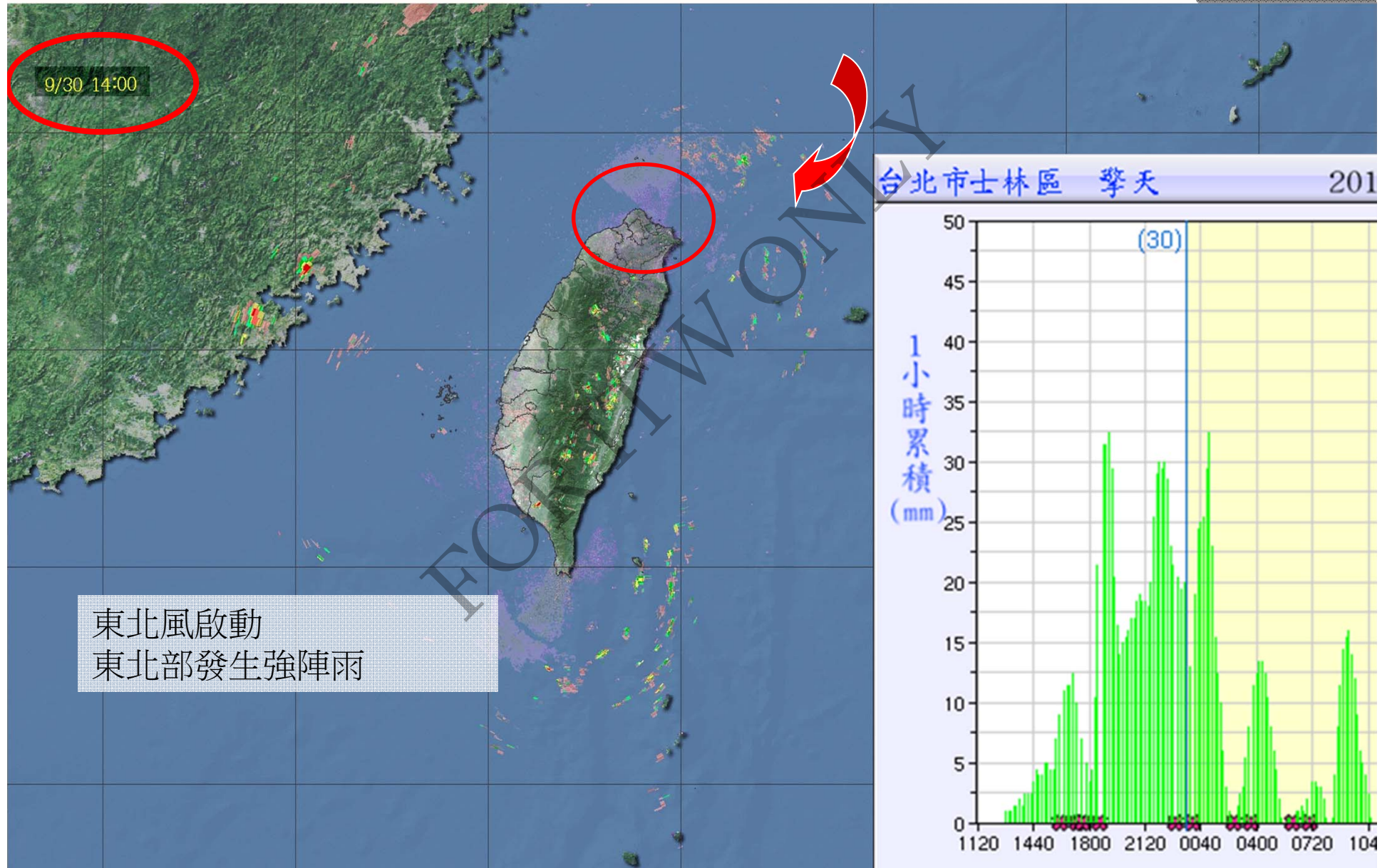
氣象特徵出現

1. 10月1日09：00向局長陳報一、四工程處即行成立應變小組。
2. 10月1日11：00要求保全1小時內到位。
3. 10月1日15：00要求三工處成立應變小組

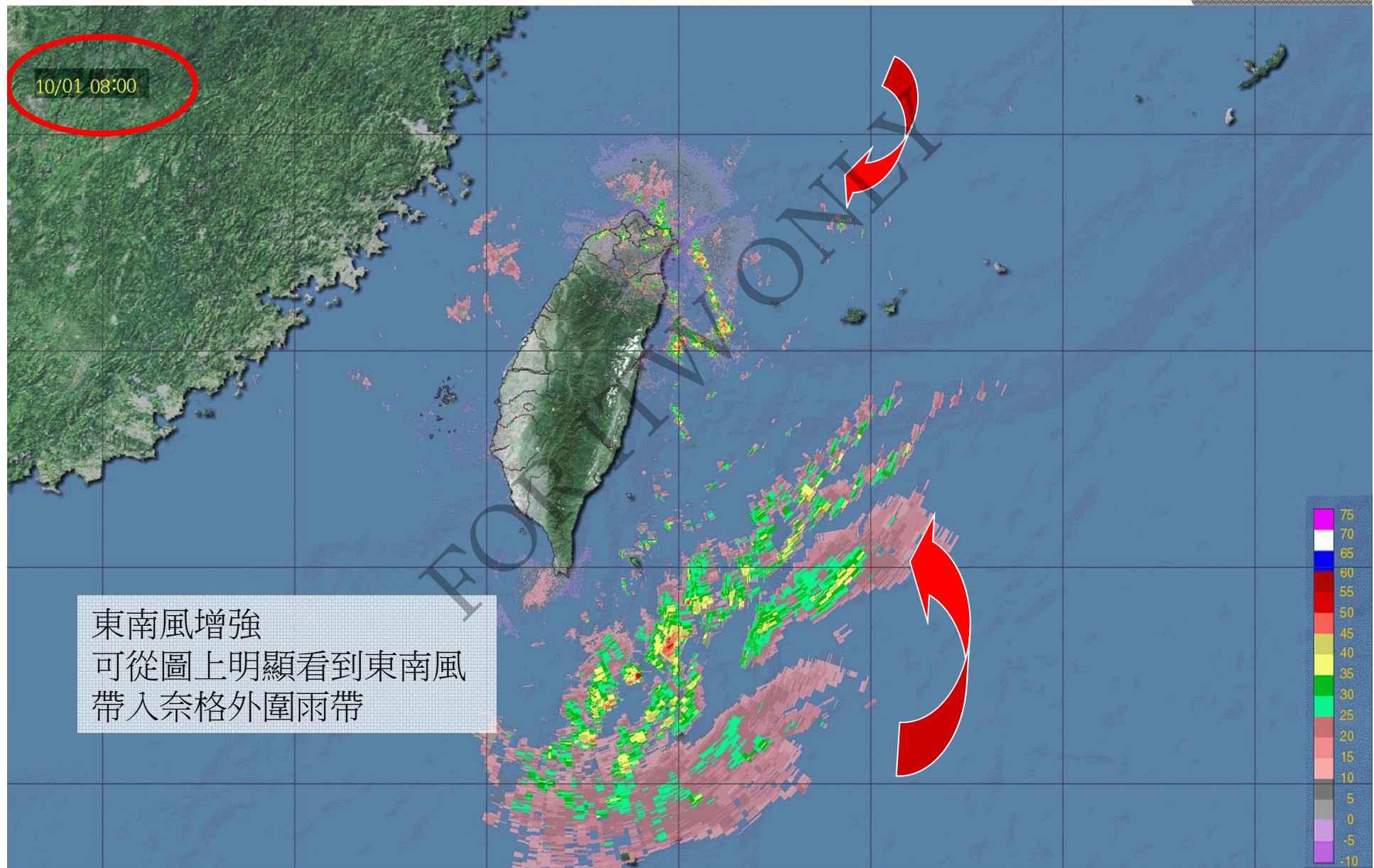


2011年1003奈格颱風共伴效應

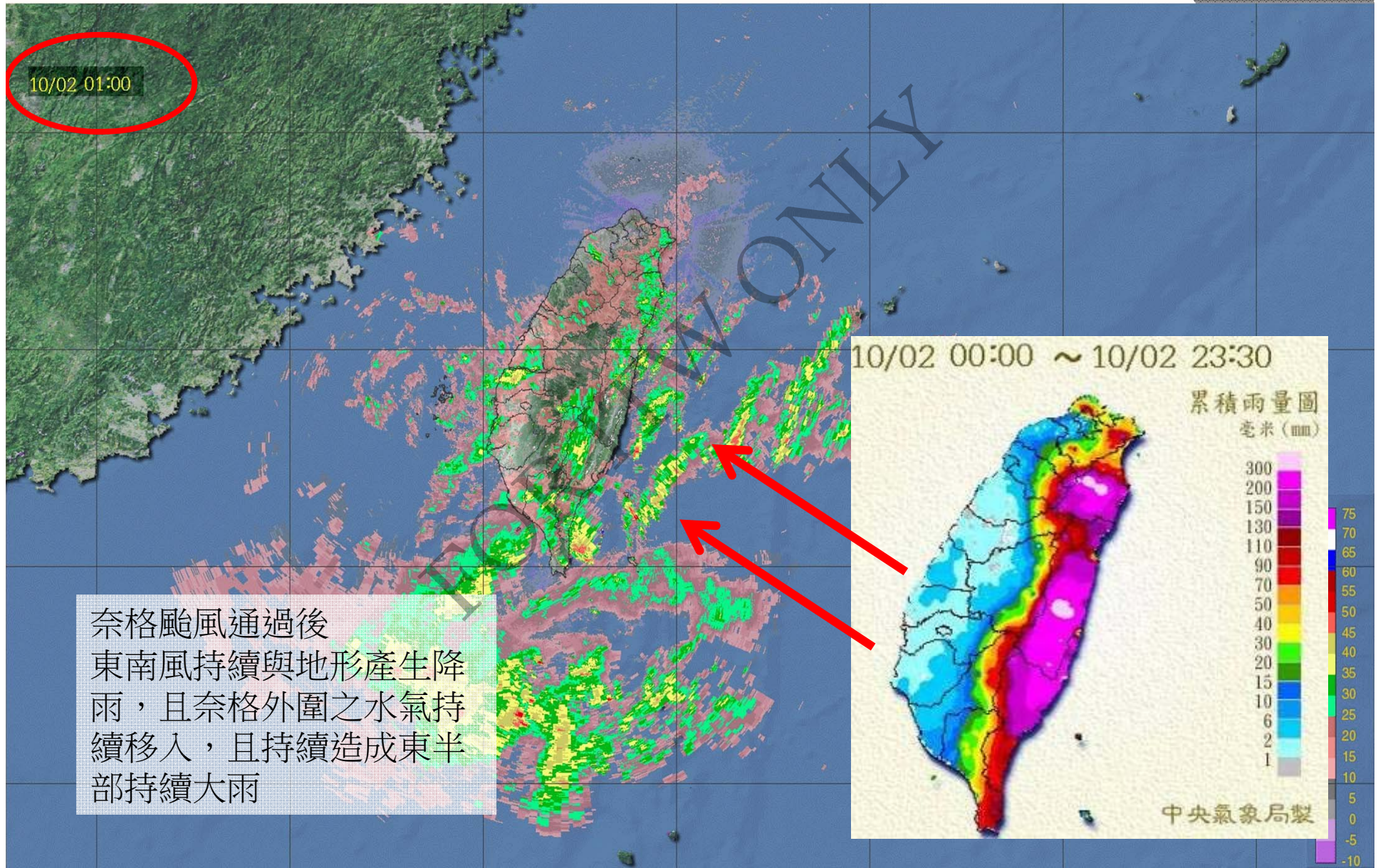
09/30~10/01逐時雷達回波



10/01逐時雷達回波

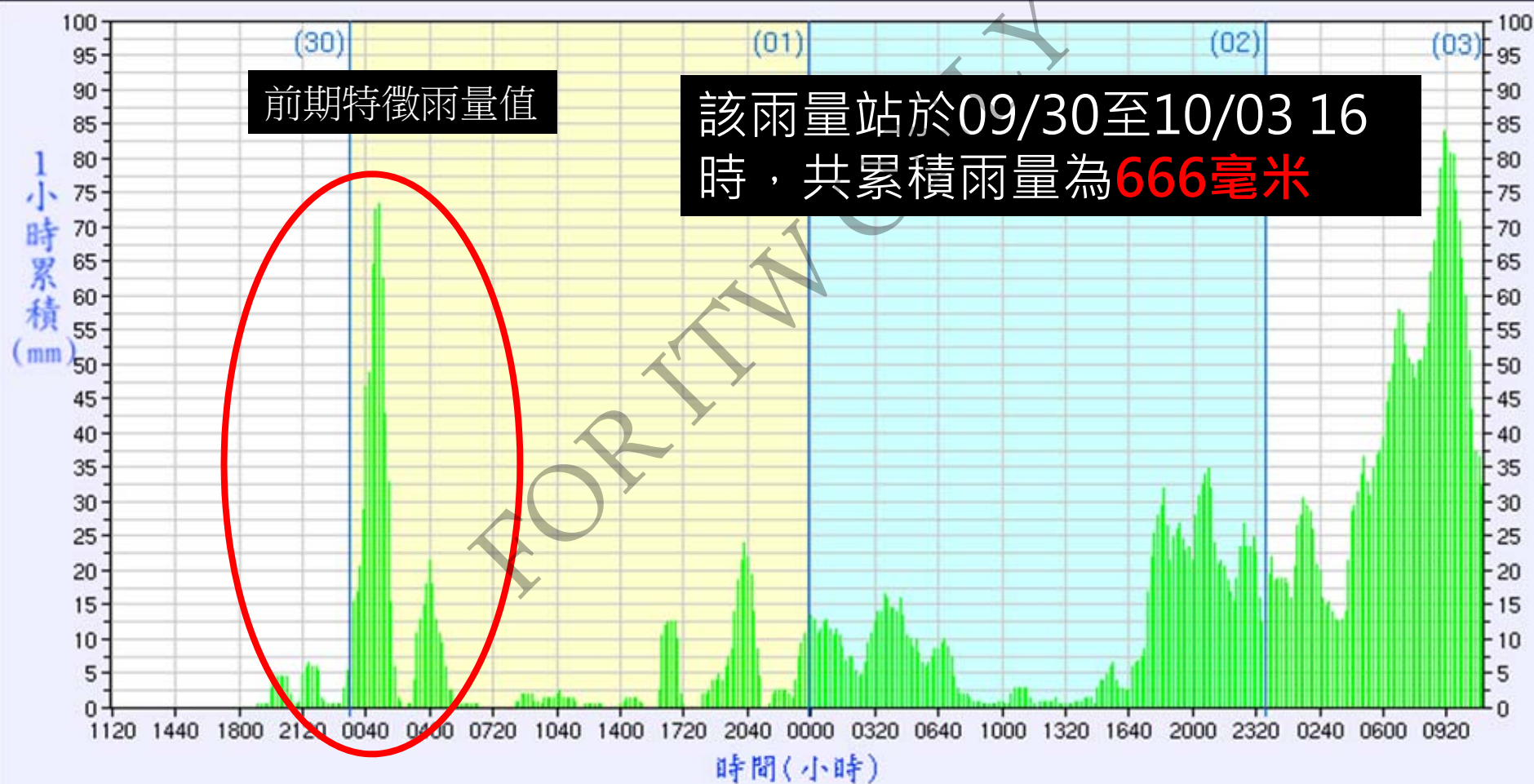


10/02逐時雷達回波



09/30至10/03奈格共伴指標雨量站滾動時雨量

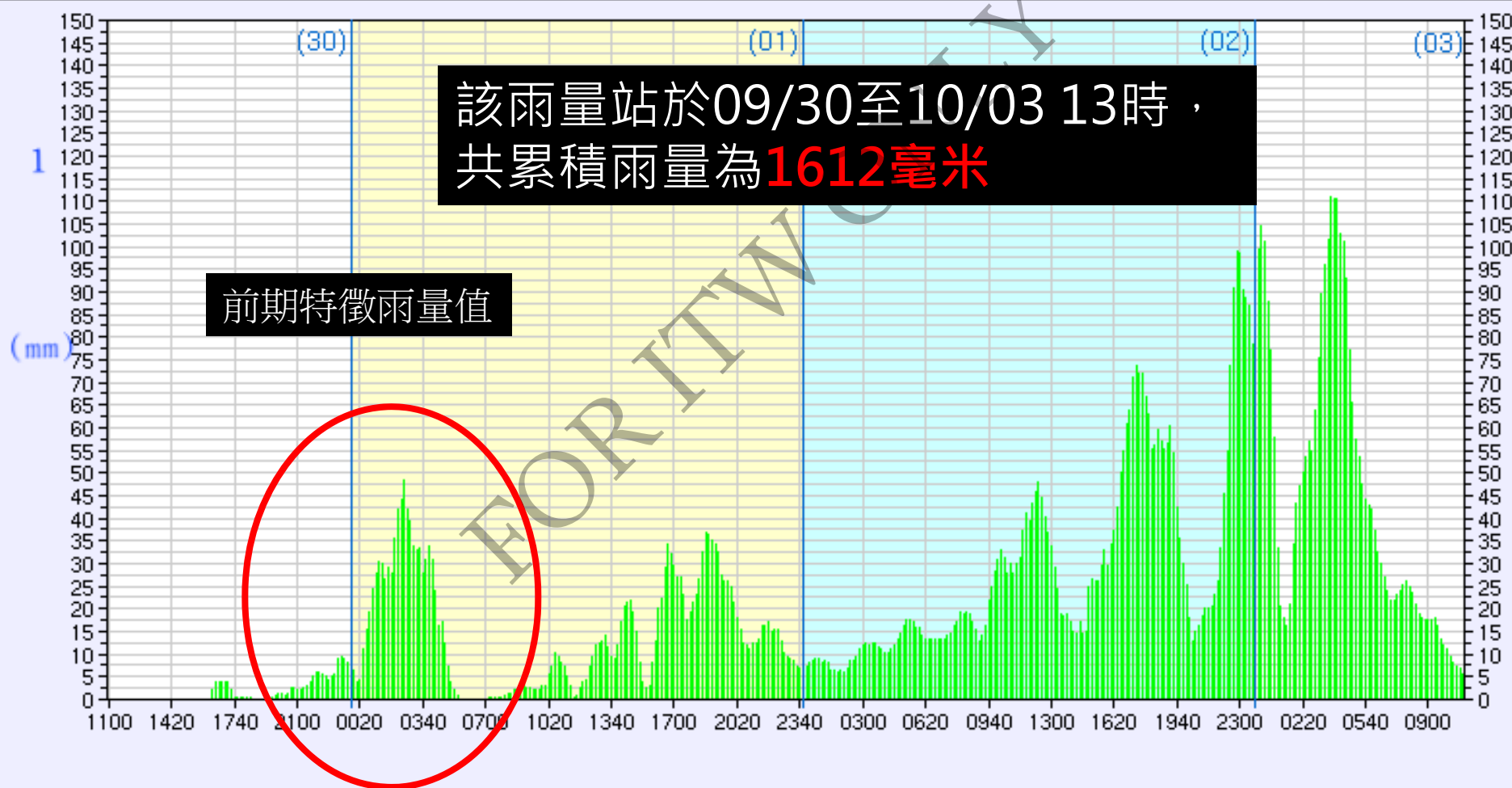
宜蘭縣南澳鄉 東澳 時雨量 2011年10月03日11時10分(TST) C0U760



09/30至10/03奈格共伴指標雨量站滾動時雨量

牛鬥雨量站 (TST) 時雨量

C1U500

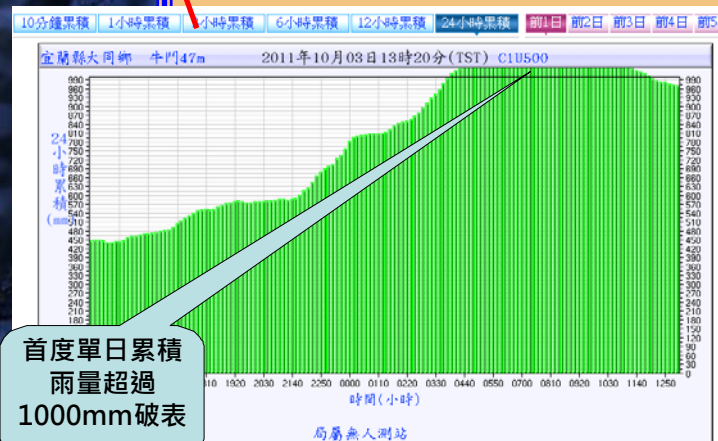
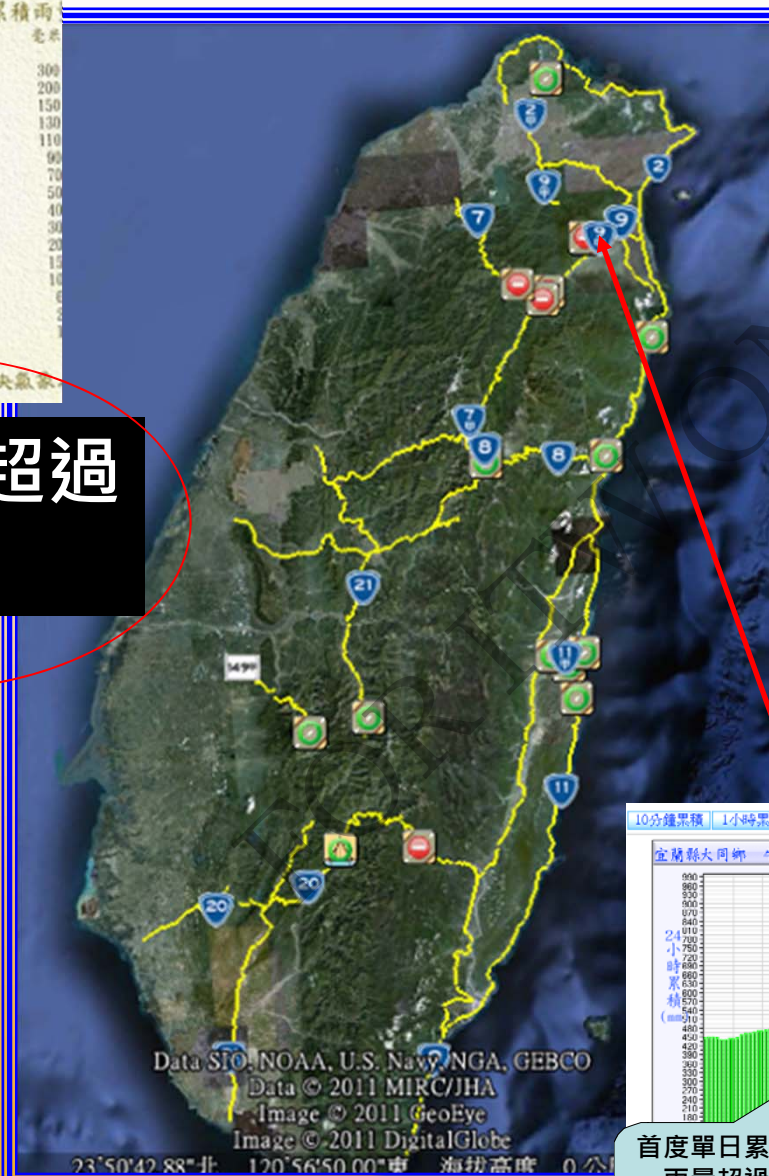


1003奈格颱風共伴效應

共伴效應期間公路應變管制 檢討表



累積雨量超過
1600mm



封閉類型

次數

(一) 預警性封閉無災情

7

(二) 預警性封閉後發生災情

4

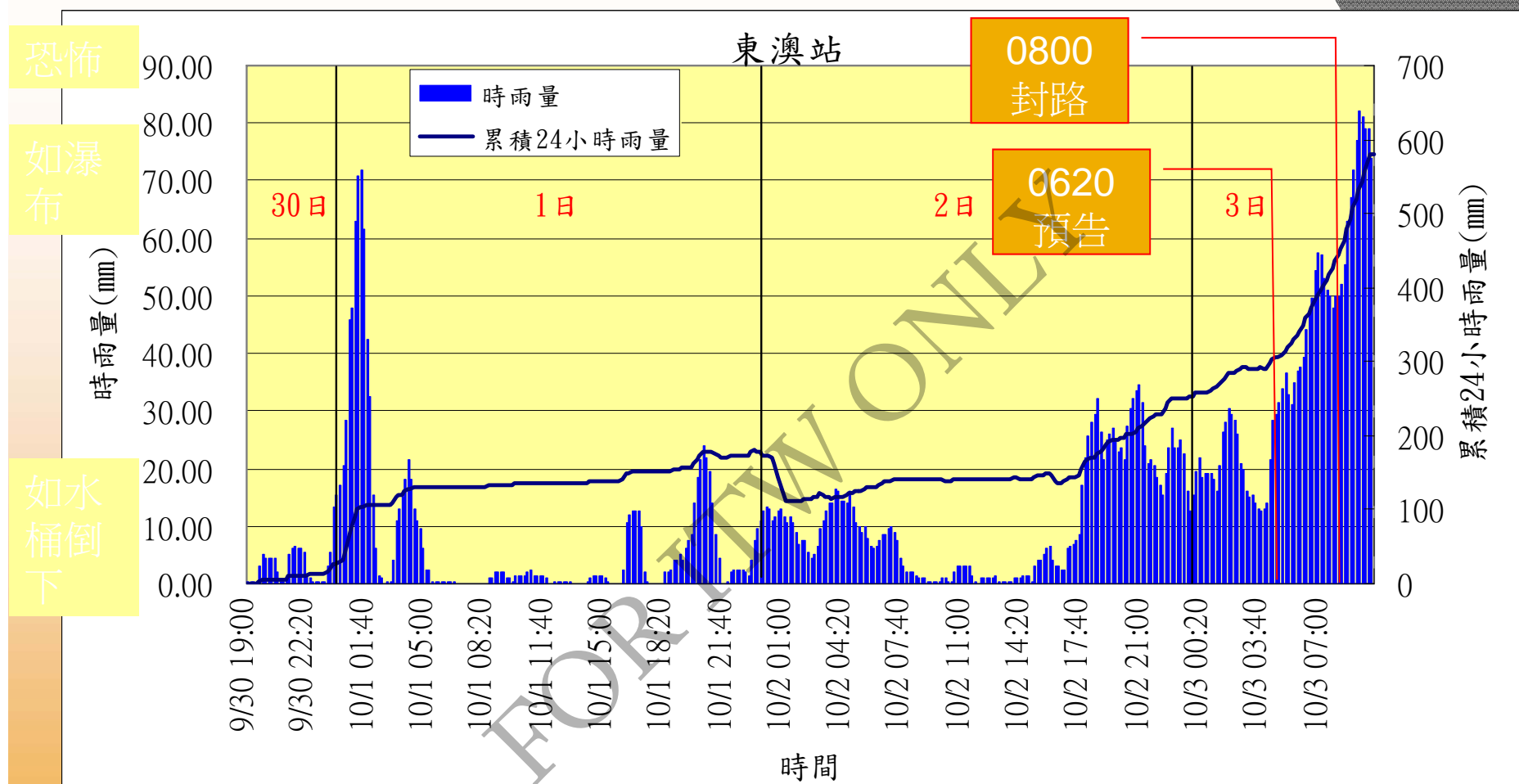
(三) 發生災情後管制封閉(均為非重點監控路段)

6

合計

17

10.03 奈格颱風共伴效應蘇花公路雨量圖



2010年梅姬24小時最大累積雨量661mm

✓2011年奈格24小時最大累積雨量達666mm

✓2010年梅姬最大時雨量180mm

2011年奈格最大時雨量100mm

Typhoon NALGAE on October 3rd, 2011

pre-event



Suhua Road 1003.08 : 00
excuted road closure for
warning in advance

in-event



Suhua Road 1003.09 : 00
scene picture



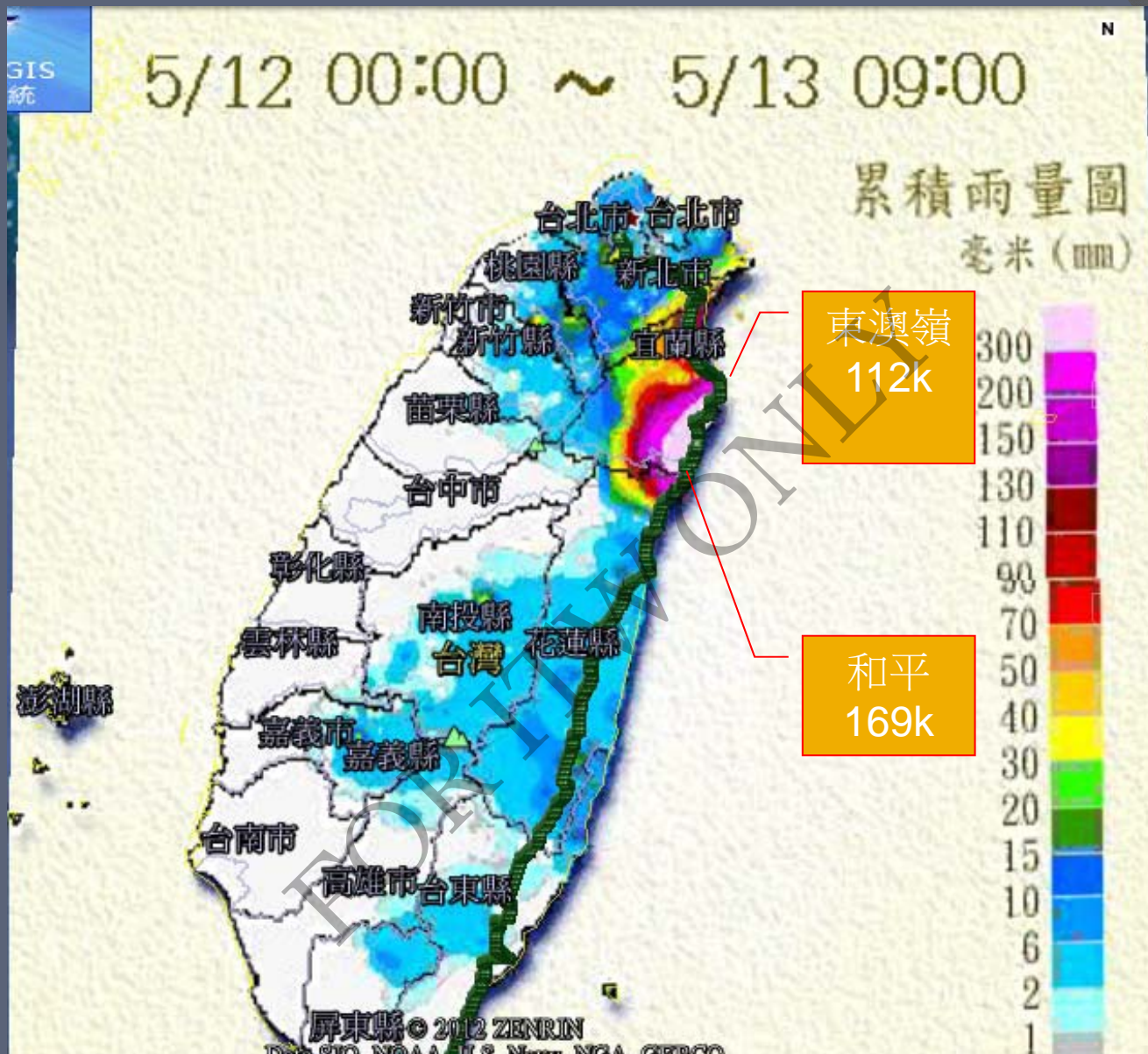
post-event



Suhua Road 1003.14 : 00
scene picture

0512蘇花公路強降雨 公路災情報告

FOR ITM ONLY



0512到0513累積降雨集中於蘇澳到和平間57
公里長路段

0513日
1000人車
脫困

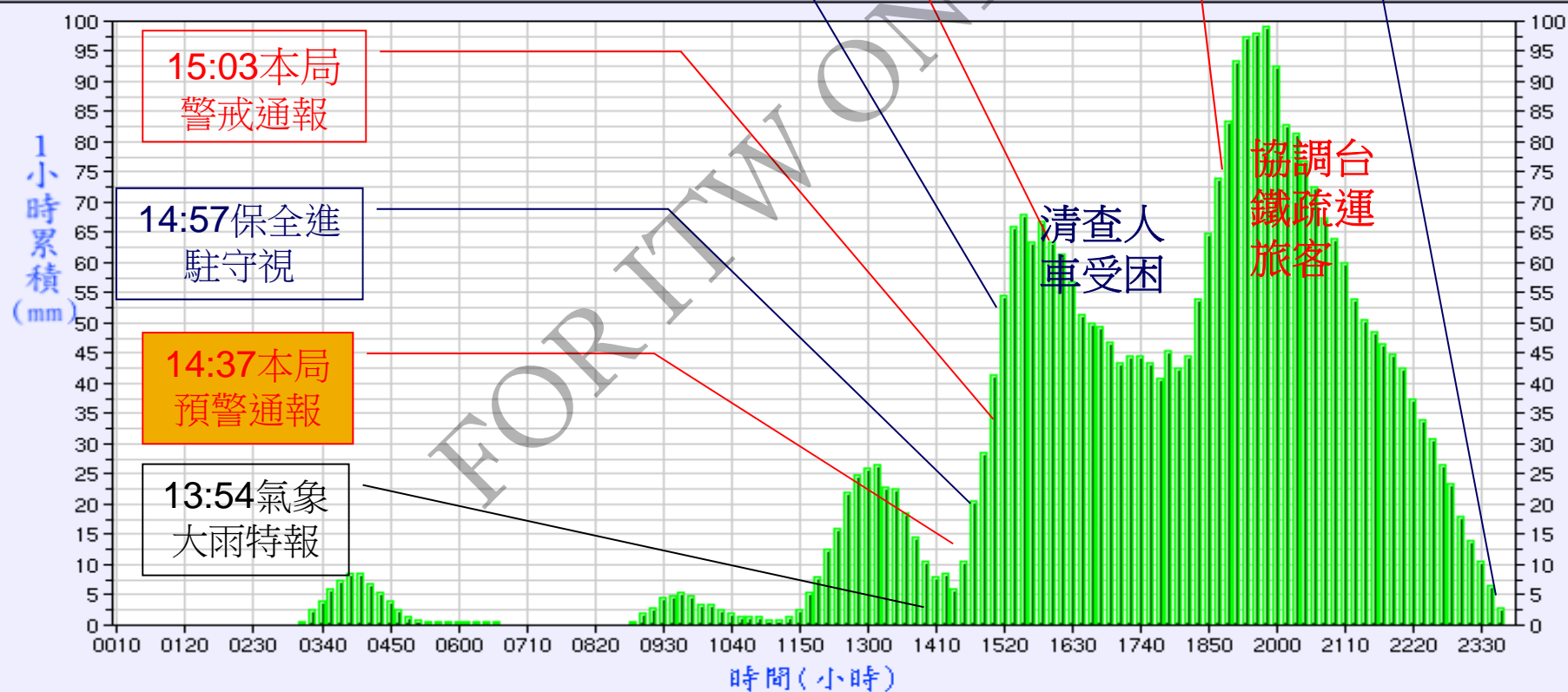
人員清查安
置完成(東澳
國小)

19:00封閉
蘇澳-崇德

16:00執行封閉
蘇澳-東澳

15:31氣象
豪雨特報

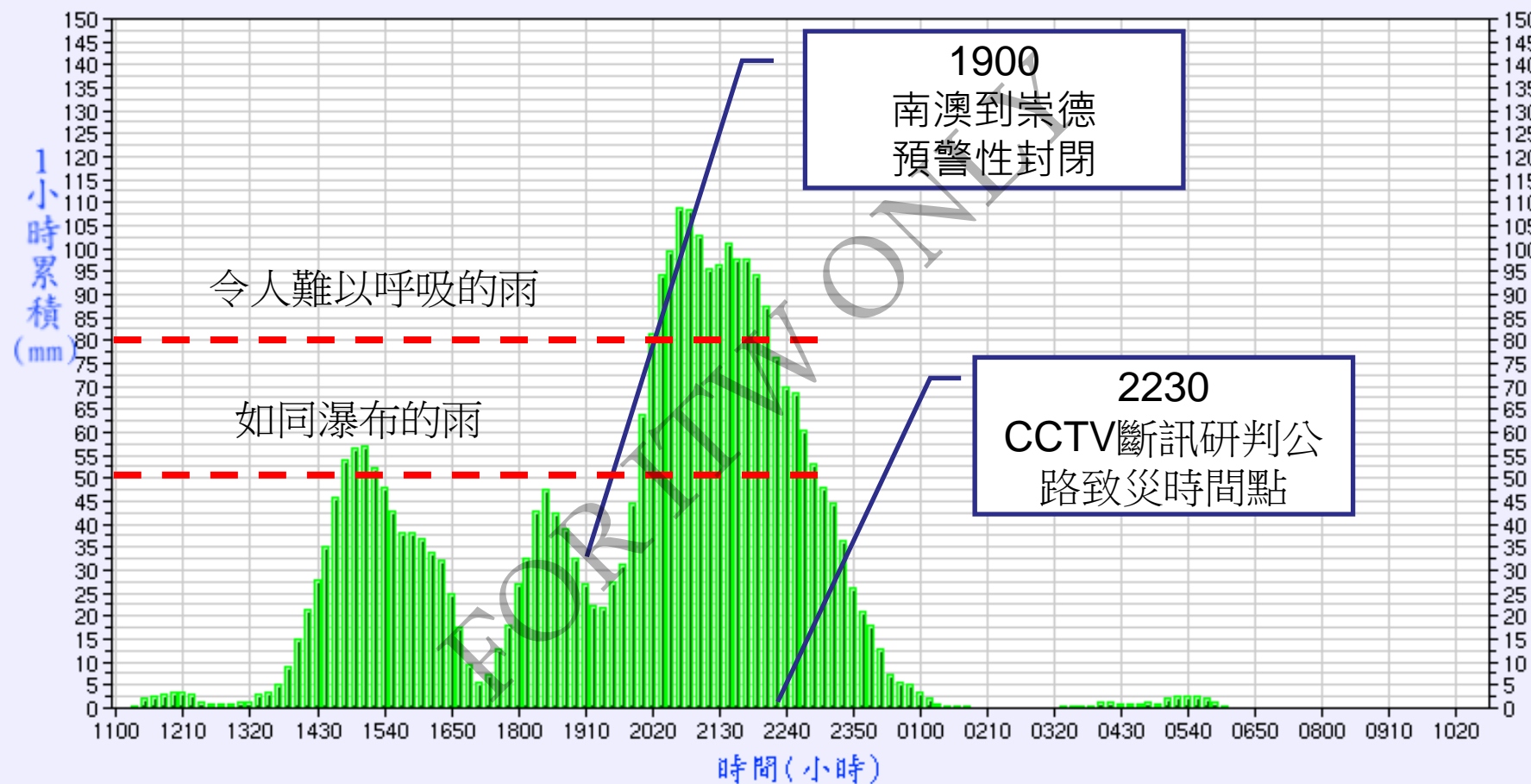
宜蘭縣蘇澳鎮 烏石鼻 2012年05月13日00時00分(TST) C1U830



0分鐘累積 1小時累積 3小時累積 6小時累積 12小時累積 24小時累積 前1日 前2日 前3日 前4日 前5

宜蘭縣南澳鄉 觀音海岸

2012年05月13日10時50分(TST) C1U850



10分鐘累積

1小時累積

3小時累積

6小時累積

12小時累積

24小時累積

前1日

前2日

前3日

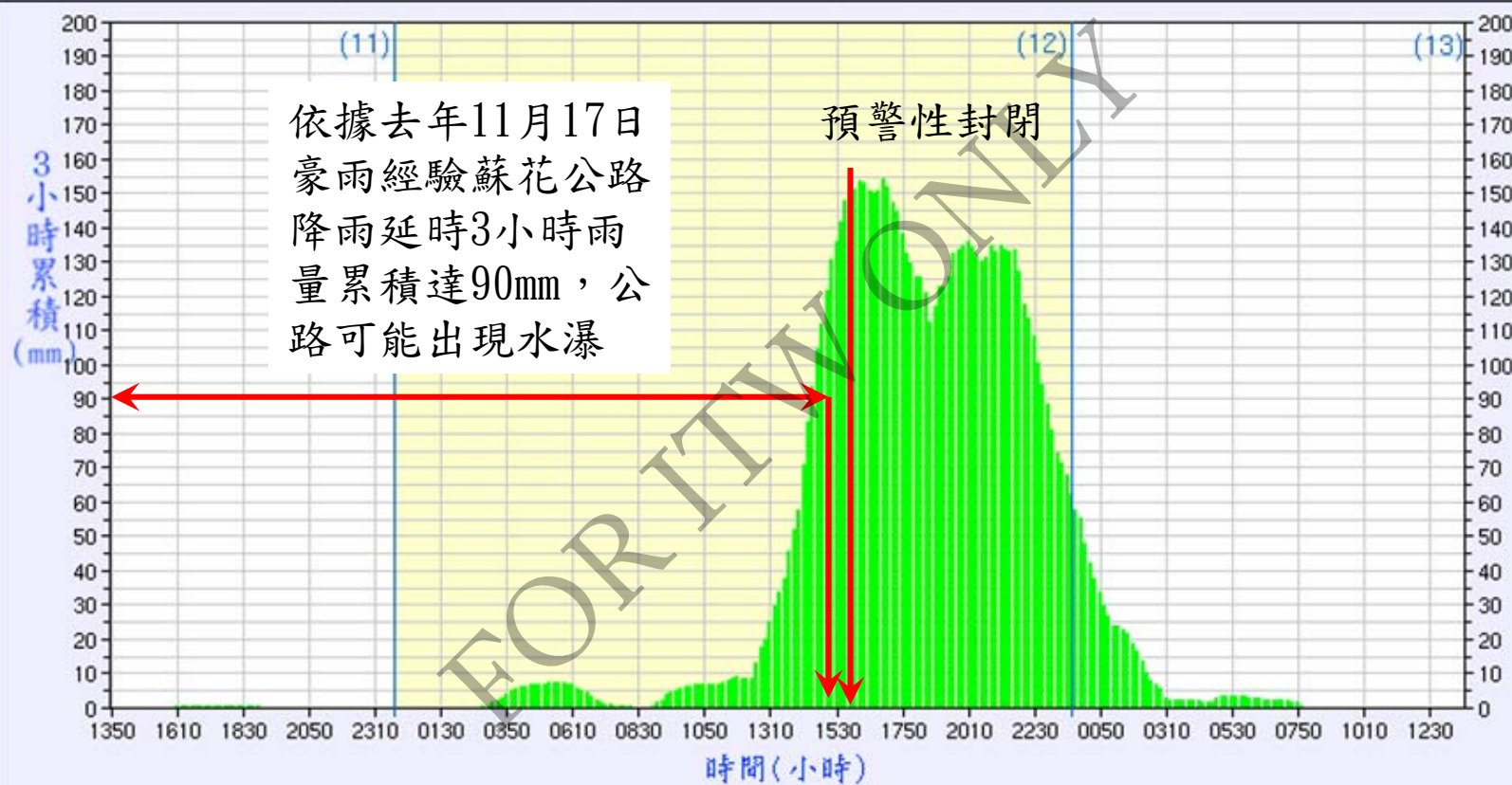
前4日

前5日

前6日

宜蘭縣南澳鄉 東澳嶺

2012年05月13日13時40分(TST) C1U840



10分鐘累積

1小時累積

3小時累積

6小時累積

前1日

前2日

前3日

前4日

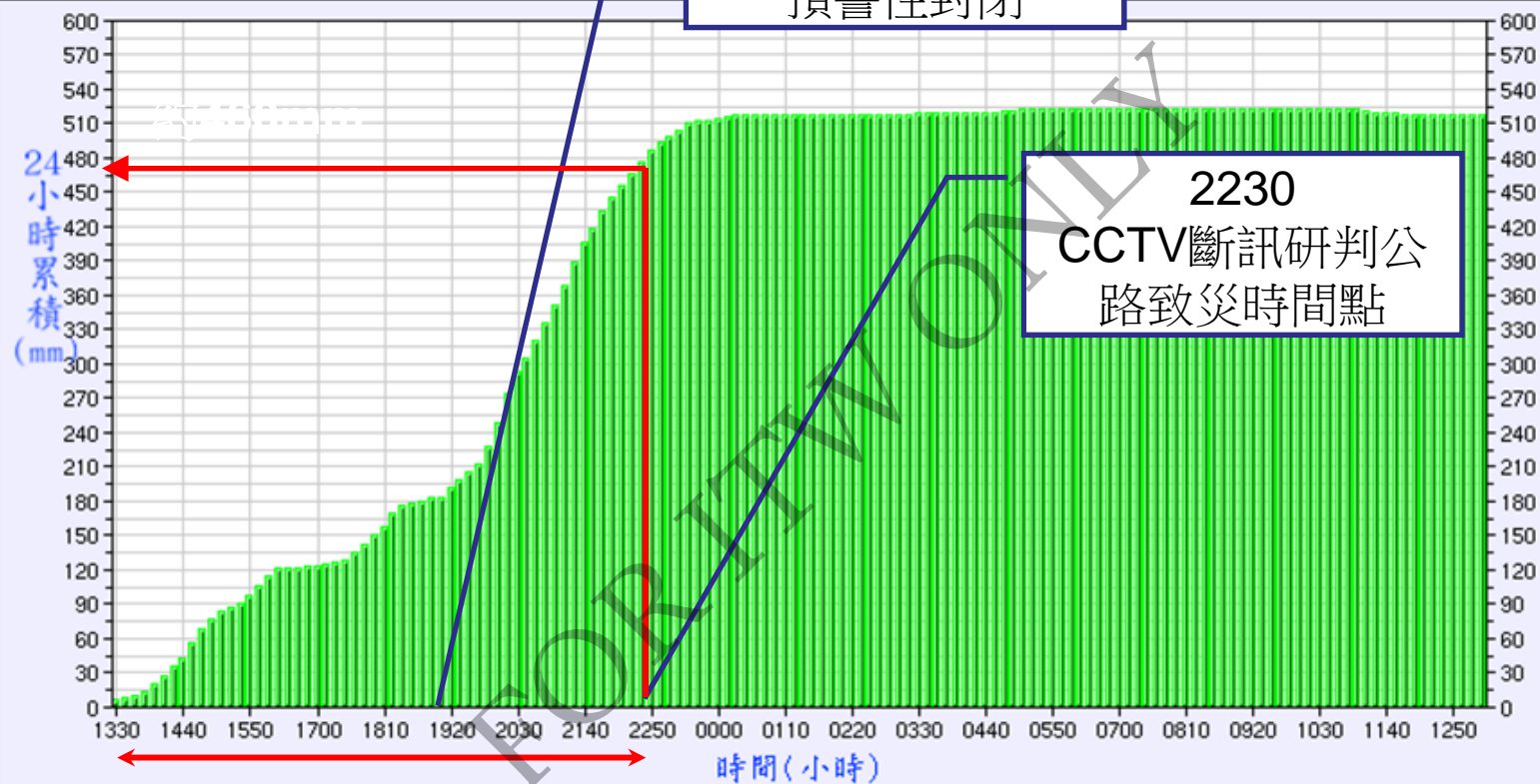
前5日

前6日

宜蘭縣南澳鄉 觀音海岸

2012年05月

850



1900

南澳到崇德
預警性封閉

2230

CCTV斷訊研判公
路致災時間點

降雨延時9小時達
450mm以上，公路致災
之經驗供後續新增降雨
觀測指標

0512日人車清查安置

- 東澳部分受阻人車計：小客車241部，大客車25部，大貨車24部，共約230人。
- 南澳部分之人車疏散至南澳火車站空曠處，共小客車46部，大貨車18部，中巴1部，大客車大部分旅客已搭乘台鐵離開，餘32人已做安置。
- 本局南澳段並同步協調地方政府提供東澳國小開放教室空間，本局亦發送LBS簡訊通知民眾前往東澳國小或南澳火車站休息。上述緊急停駐空間有廁所，工務段亦主動發放乾糧、飲水及蚊香。

蘇花公路災情清查及搶修進度

- ◎ 蘇澳至南澳路段(112K、113K、114K、124K)分別有落石坍方，新澳隧道124K出現水瀑夾雜坍方落石，武塔路段(138K)有大型坍方，分別於今(13)日8時及10時陸續搶通，受困民眾脫困。
- ◎ 蘇澳到南澳已於上午10時搶通，和平至花蓮(164K)亦於下午1時搶通。
- ◎ 觀音路段(144.7k-144.85k、147.5k-148.1k)2處路基嚴重流失分別達50公尺，路基僅存1~2公尺，初步估計搶通時間約需10天以上。

地 名	路 段	災 況
蘇澳	138k+500	可單線
南澳	140.5~142.5	坍方10m長*10m寬*10m高(單線搶通)
觀 音	143K+800~980	坍方180長*10寬*5高(單線搶通)
	144.7k-144.85k	路基缺口50m長*10m寬*8m深，路基僅餘1m寬。前後尚有50m坍方
	147.5k-148.1k	路基缺口50m長*10m寬*20m深，路基僅餘2m寬。
和 中	149k+300~400	坍方80m長*10m寬*1.5m高(單線搶通)
	149k+400~500	坍方70m長*10m寬* 6m高(單線搶通)
	149k+300~500	護欄損壞200m (單線搶通)
	149k+750	坍方15m長*8m寬*2m高(單線搶通)
	150k+000	坍方20m長*8m寬*3m高(單線搶通)
	150k+050~150k+150	坍方60m長*10m寬*0.5m高(單線搶通)
	151k+200~300	坍方100m長*10m寬*1.5m高(單線搶通)
	151k+400	坍方15m長*10m寬*0.5m高(單線搶通)
崇 德	151k+400~151k+800	零星坍方可單線
	151k+800~162k	零星坍方可單線
	162k~179k	零星落石可通車

143K+940~+970

before



after



144K+590

before



after



144K+750~+800

before



after



0512-0513豪雨災害蘇花公路搶修進度及替代路線圖



Summary and Conclusions

- Last year (2011) , **6 extreme heavy rainfall** attack Taiwan , Highway authorities excuted 86 road closure for warning in advance , and then 30 point of disaster occur after road closure. Watershed management and risk management programs could be successfully applied to execute traffic control for bridges and mountain highway safety during extreme natural hazards, and **QPESUMS** is a efficient system.

**Thanks for Your
attention**