



臺灣西部地區 自動雨量站分布之探討

劉清煌 李育棋* 楊啟瑞* 黃紹欽 林大偉*

中國文化大學 大氣科學系

*中央氣象局 二組

102/5/13~15



動機與目的

- 臺灣中南部高山地區之地質結構在921大地震中已被破壞，當大尺度環流與地形交互作用下，河川上游地區常有強降水產生，使各河川流域有土石流災情傳出，截至目前為止，全臺共有1660條土石流潛勢溪流，而這些河川之降雨量估計，以及後續之防洪措施完全仰賴這些即時雨量測站的測量資料，因此，為了強化防災之需求，在河川上游（高山地區）蒐集氣象觀測資料是必須的。
- 目前中央氣象局QPESUMS系統中使用之自動觀測站約573個，這些測站大多數位於平地，高山測站較少，特別是在高度超過500公尺之地區。



動機與目的（續）

- 探討臺灣西部地區各河川流域測站之分布情形，釐清各河川流域目前現有測站高度分布情形，特別是在河川上游高山（500公尺以上）地區，評估河川上游高山地區可增設自動雨量站之可能地點，以利預報人員及防災相關單位可較準確的掌握各地區之即時降雨量資訊。
- 配合中央氣象局儀器汰換及增設測站規劃，針對雲林、嘉義及南投地區評估適合增設測站或更新為自動氣象站之位置，並將篩選出來之測站位置進行優先程度排序，作為未來本局增設站點時的重要依據。



資料來源及方法

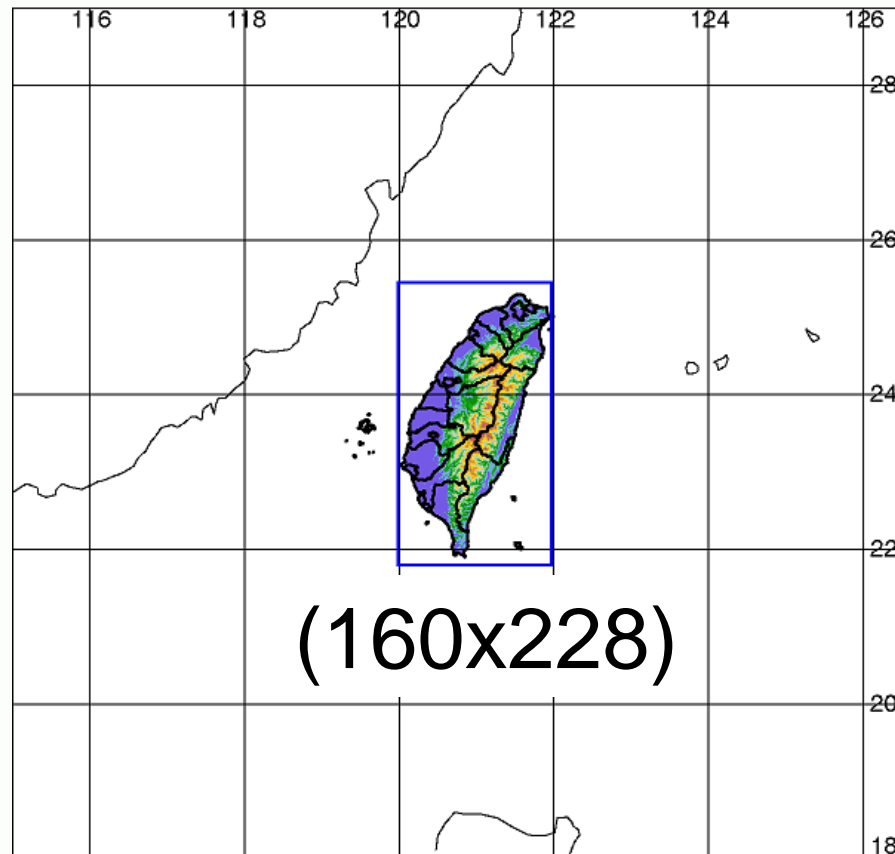
SEVERE
STORM Lab.

- 雷達資料：
 - QPESUMS MOASIC (2009-2011, 10min)
- 雨量：
 - 日降雨量 (2002-2011, 日累積雨量)
- 地形資料：
 - GRS67、WGS84 (~800公尺差距)
- 河川流域資料：
 - NCDR
- 測站位置：
 - QPESUMS系統



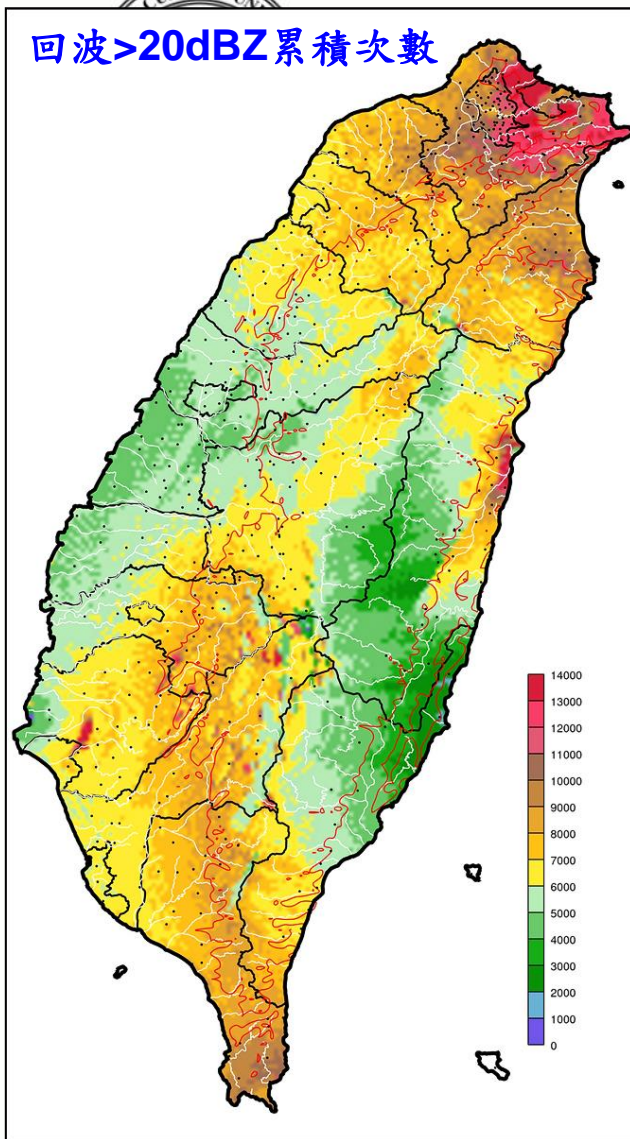
雷達回波頻率

雷達資料：QPESUMS MOASIC (2009-2011, 10min)
921x881; 0.0125x0.0125 (~1.4kmx1.4km)
(18N, 115E)-(29N, 126.5E)



(2009-2011, 10min)

回波>20dBZ累積次數



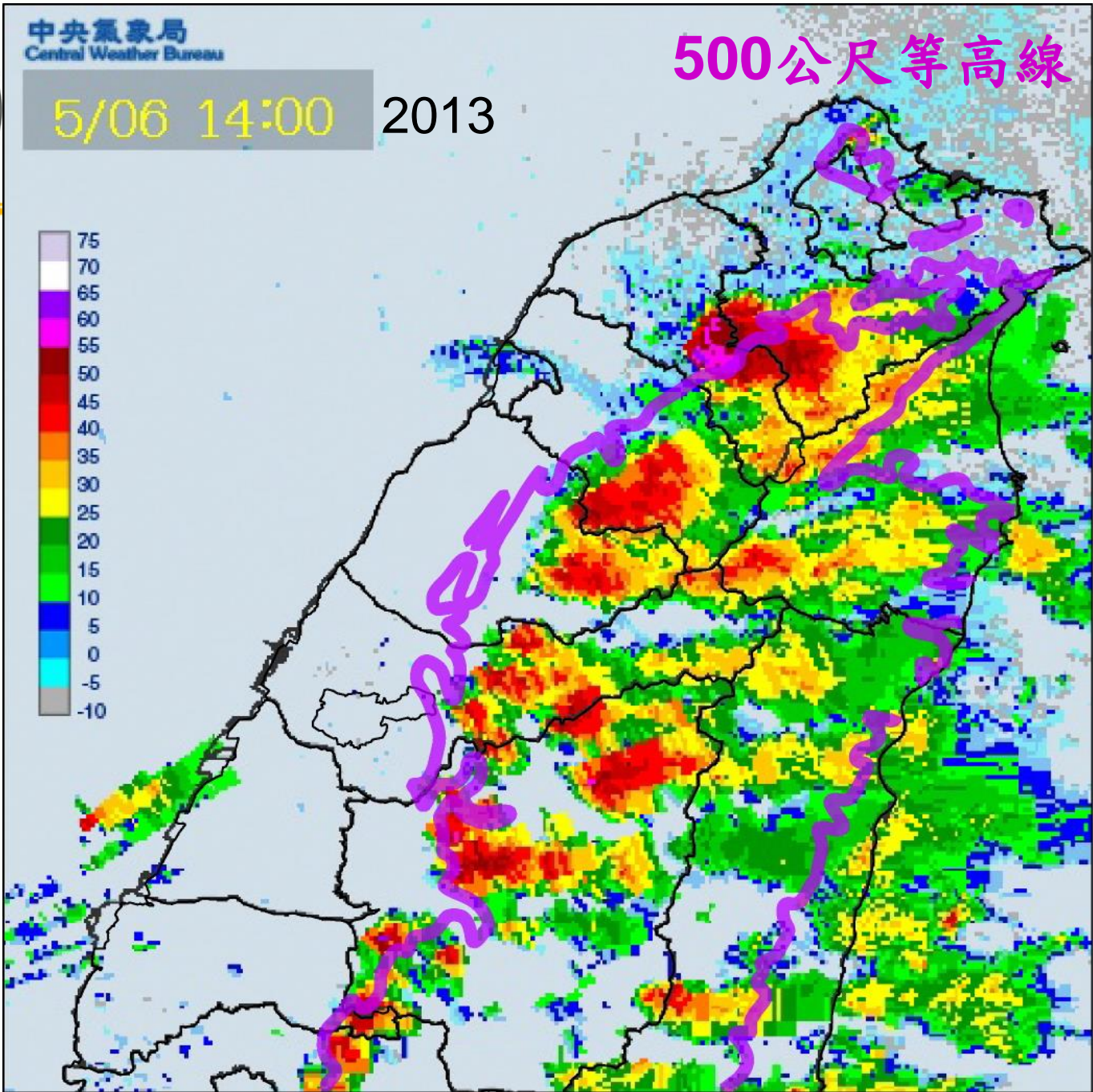
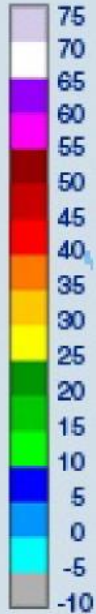
明顯降水區域在500公尺等高線附近及以上的區域



中央氣象局
Central Weather Bureau

5/06 14:00 2013

500公尺等高線

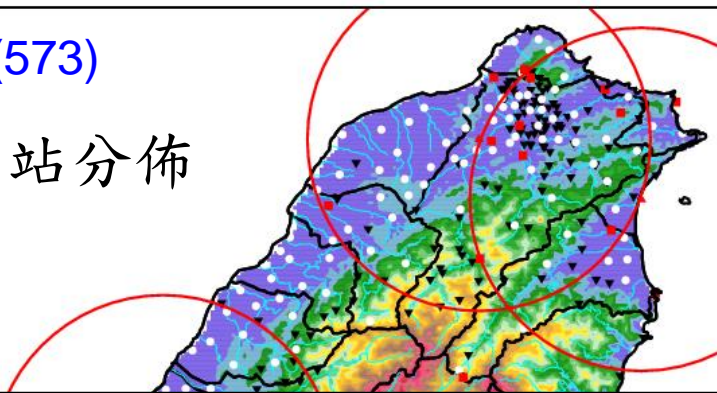


VERE Lab.
RM

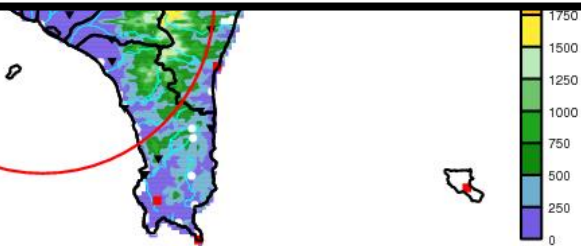


all (573)

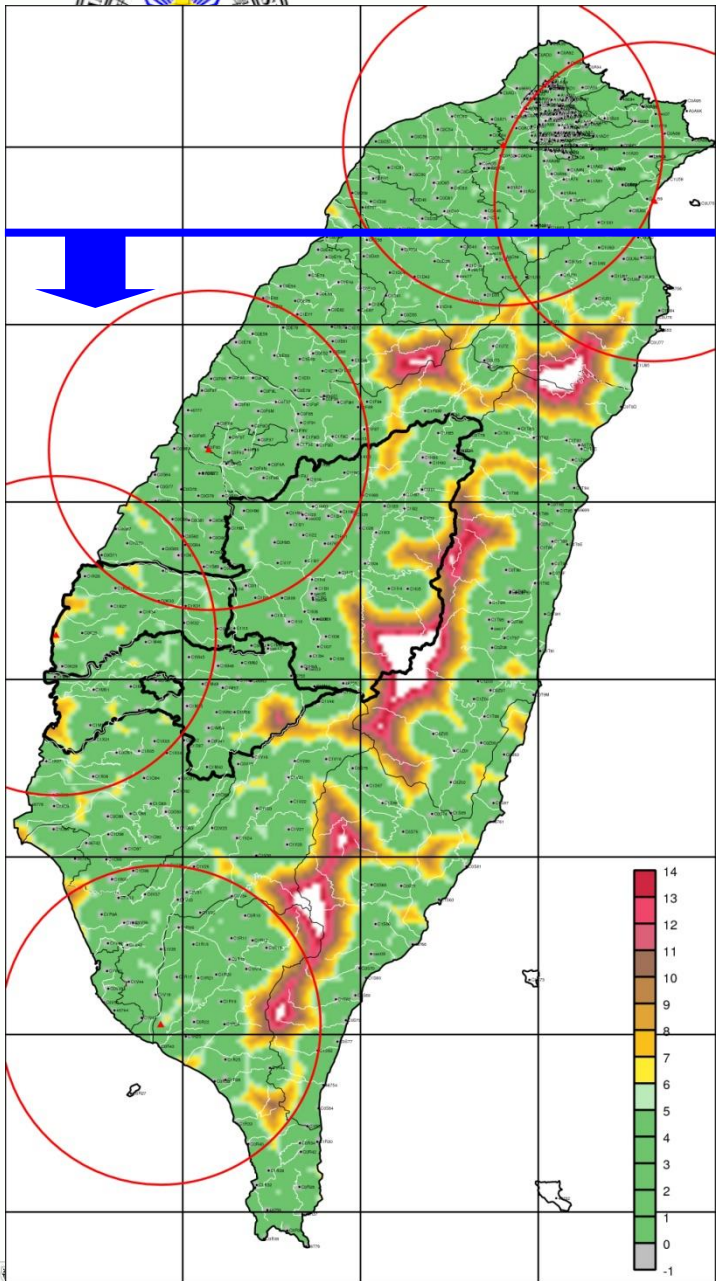
測站分佈



臺灣平均高度：772公尺
高於500公尺面積比率：47%
(高於772公尺面積比率：38%)
高於500公尺測站分佈比率：29%



離最近測站之距離



- 排除島外的測站，平均距離為
 - 全臺：6.05 km
 - 24.75°N以南：6.66 km
- 平地測站分布已很密集
- 山區測站密度較低 (黃色>6km)
 - 苗栗山區 (雪山山脈)
 - 宜蘭縣與花蓮縣交界處 (太平山)
 - 南投/高雄/屏東山區 (中央山脈)



臺灣西部流域高山地區

1. 現有測站站點分析與討論
2. 建議可新增站點位置



臺灣西部各流域現有測站分布情形

SEVERE FORM Lab.

	流域名稱	局屬測站	自動氣象站	自動雨量站	總個數	500-1000m	超過1000m
1	北海岸	2	10	1	13	1	0
2	淡水河	4	37	90	131	17	7
3	桃園沿海	0	14	1	15	0	0
4	頭前溪	1	8	6	15	3	3
5	竹南沿海	0	7	2	9	1	1
6	後龍溪	0	11	7	18	5	1
7	大安溪	0	3	6	9	3	2
8	大甲溪	0	9	10	19	7	5
9	烏溪	3	16	23	42	12	9
10	彰化沿海	0	16	4	20	0	0
11	濁水溪	2	7	33	42	11	20
12	北港溪	0	4	11	15	2	0
13	朴子溪	1	0	6	7	1	0
14	八掌溪	0	1	6	7	2	2
15	急水溪	1	3	7	11	0	1
16	曾文溪	0	4	10	14	1	2
17	鹽水溪	2	1	5	8	0	0
18	二仁溪	0	1	2	3	0	0
19	高屏溪	0	4	25	29	5	10
20	高雄沿海	1	2	9	12	0	0
21	東港溪	0	2	4	6	0	0
22	林邊溪	0	0	2	2	0	0
23	南屏東	1	8	8	17	1	1
					464	72	64





臺灣各流域高山地區 建議增設測站站點位置篩選流程

SEVERE
STORM Lab.

1. **客觀篩選**：以「離最近測站之距離」篩選
 - － 熱點 (20dBZ 回波累積次數較多的地區)
 - － 冷點 (20dBZ 回波累積次數較少的地區)
2. **主觀篩選**：
 - － 同時考慮「回波累積次數」、「離最近測站之距離」、「地形高度」及「迎/背風面」



台灣各流域高山地區(1)

客觀篩選

SEVERE STORM Lab.

- **熱點**：網格點之回波 $>20\text{dBZ}$ 累積次數超過5000次
- **冷點**：累積次數少於5000次

利用離最近測站之距離進行篩選：

離最近測站之距離	熱點個數	冷點個數
6公里	240	85
7公里	117	43
8公里	56	27

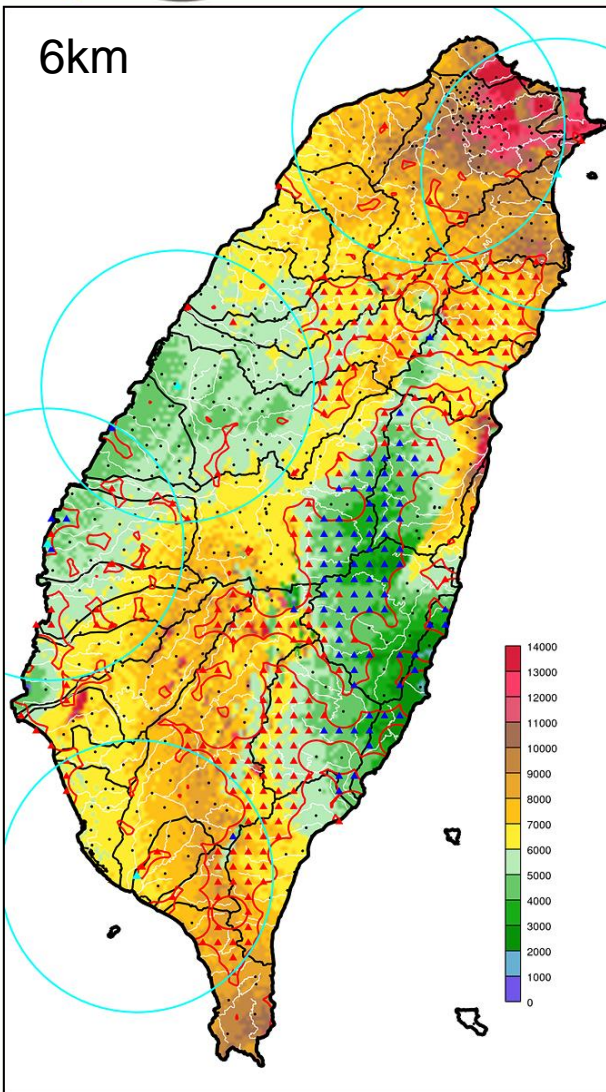


台灣各流域高山地區(1)

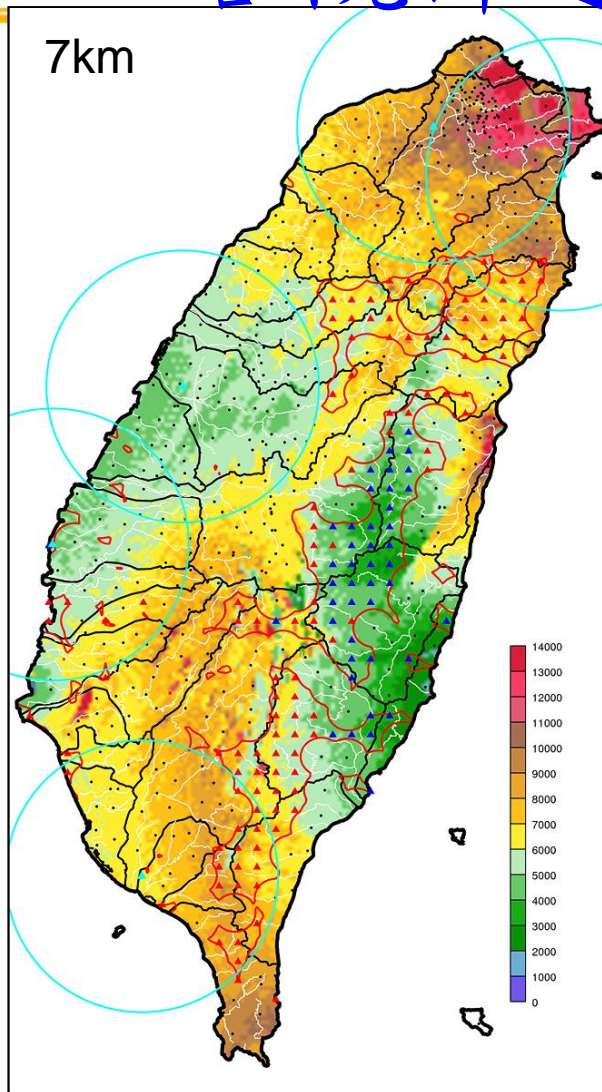
客觀篩選

SEVERE STORM Lab.

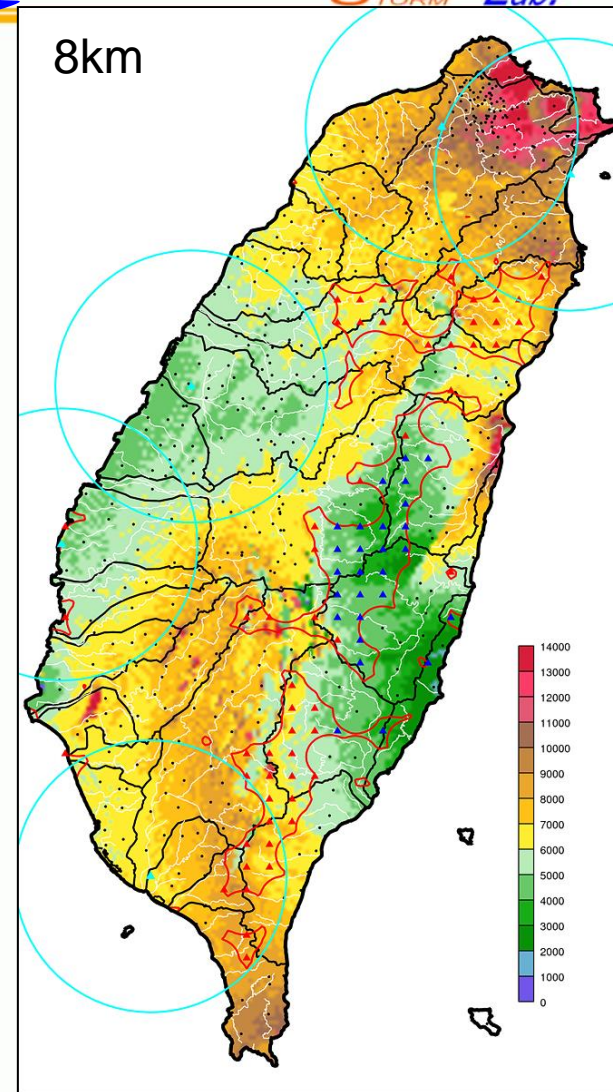
6km



7km



8km





台灣西部流域高山地區(2)

主觀篩選

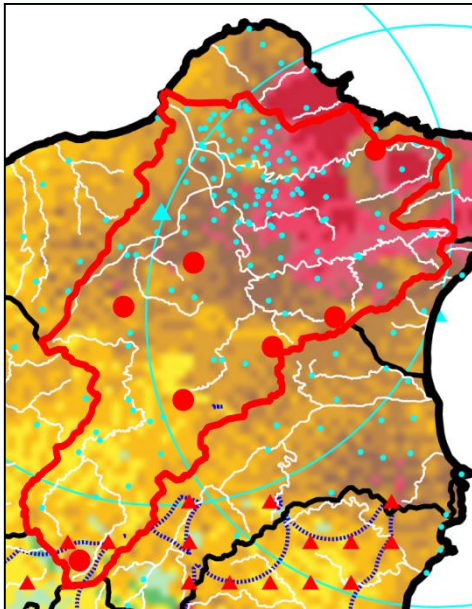
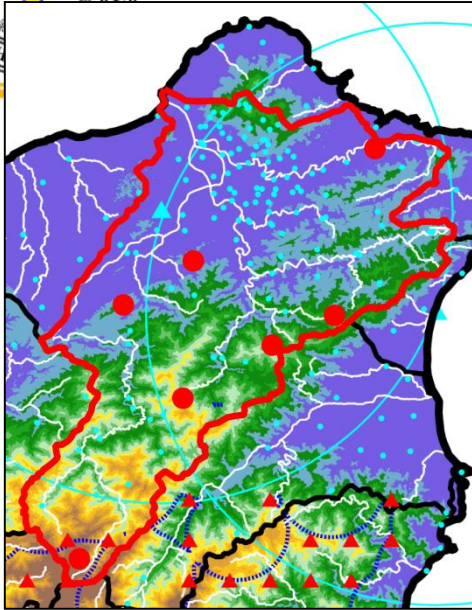
SEVERE
STORM Lab.

- 不考慮交通條件下，以「回波 $>20\text{dBZ}$ 累積出現次數」與「離最近測站之距離」為考量，並加入「地形高度」及「迎/背風面」，挑選出可新增測站之位置。



淡水河流域

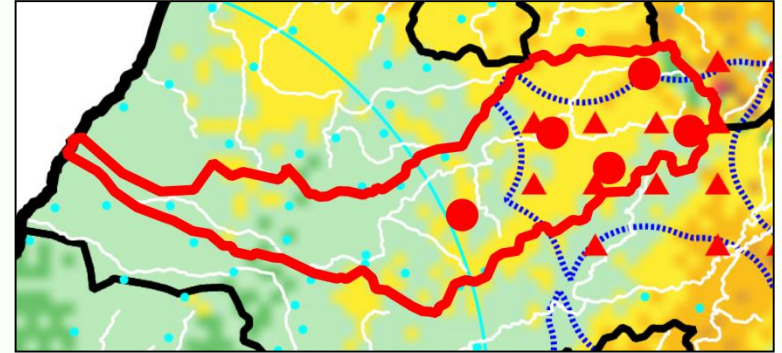
SEVERE STORM Lab.



- 4局屬測站、37自動氣象站及90自動雨量站。
- 地形高度在500m以下，站點分布密集且皆位於河川及降雨熱點附近，但仍可在瑞芳及汐止間增設1站，此站有助於增進對臺北地區午後雷陣雨肇始之瞭解。
- 流域中、南部地區站點偏少，此區域為夏季午後雷陣雨好發區，故建議於大漢溪上游（新竹線尖石鄉）增加1站，另於大漢溪之分流三峽河及橫溪降雨熱區上分別增設1站。
- 新店區桶後環境教育中心附近、阿玉溪上游及塔曼山上，高度在1000m以上，附近無測站，但為降雨熱區，故建議可各增加1站。
- 本流域建議可增加7站，其中超過500m有5站。



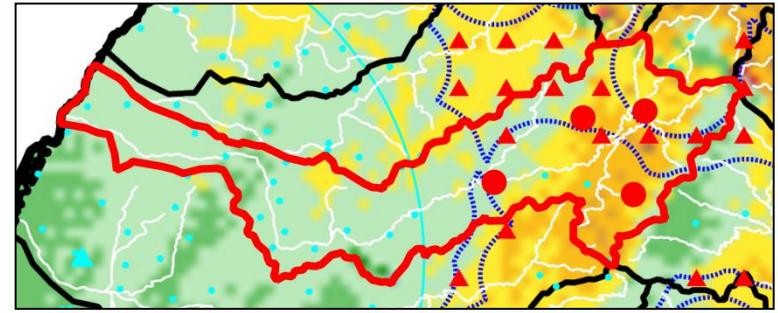
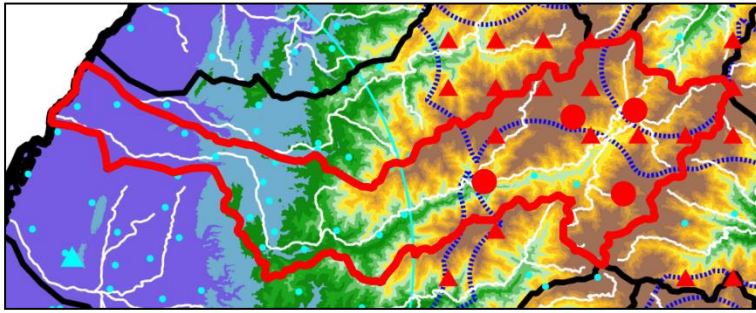
大安溪流域



- 3自動氣象站及6自動雨量站。
- 500m以下區域，現有站點分布與河川位置一致，1000m以上區域為降雨熱點，但測站較稀疏，離最近測站之距離在8公里以上。
- 建議在降雨熱點區增加5個站點，站點高度均在1000m以上，包括雪山溪、馬達拉溪上游以及其交匯處、苗栗縣泰安鄉。



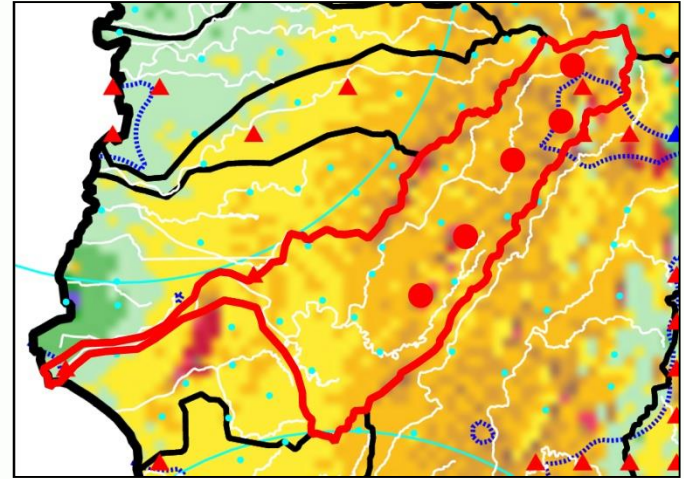
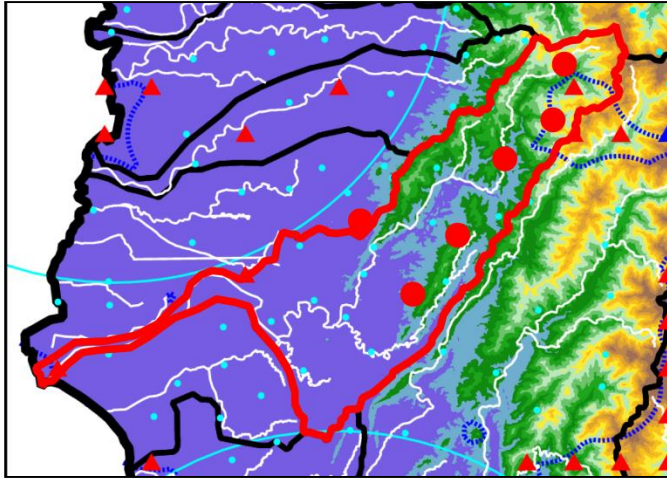
大甲溪流域



- 9自動氣象站及10自動雨量站。
- 高度1000m以下測站個數較多且多位於河川附近，1000m以上地區測站個數較少，為降雨熱區且在降水雷達觀測範圍外。
- 建議可於流域東北部南湖溪及合歡溪匯流處新增2點，另外，志樂溪最上游及德基水庫、谷關水庫附近周圍8公里內無測站且為降雨熱區，也可考慮各增設1站，4站點位置均在1000m以上。



曾文溪流域

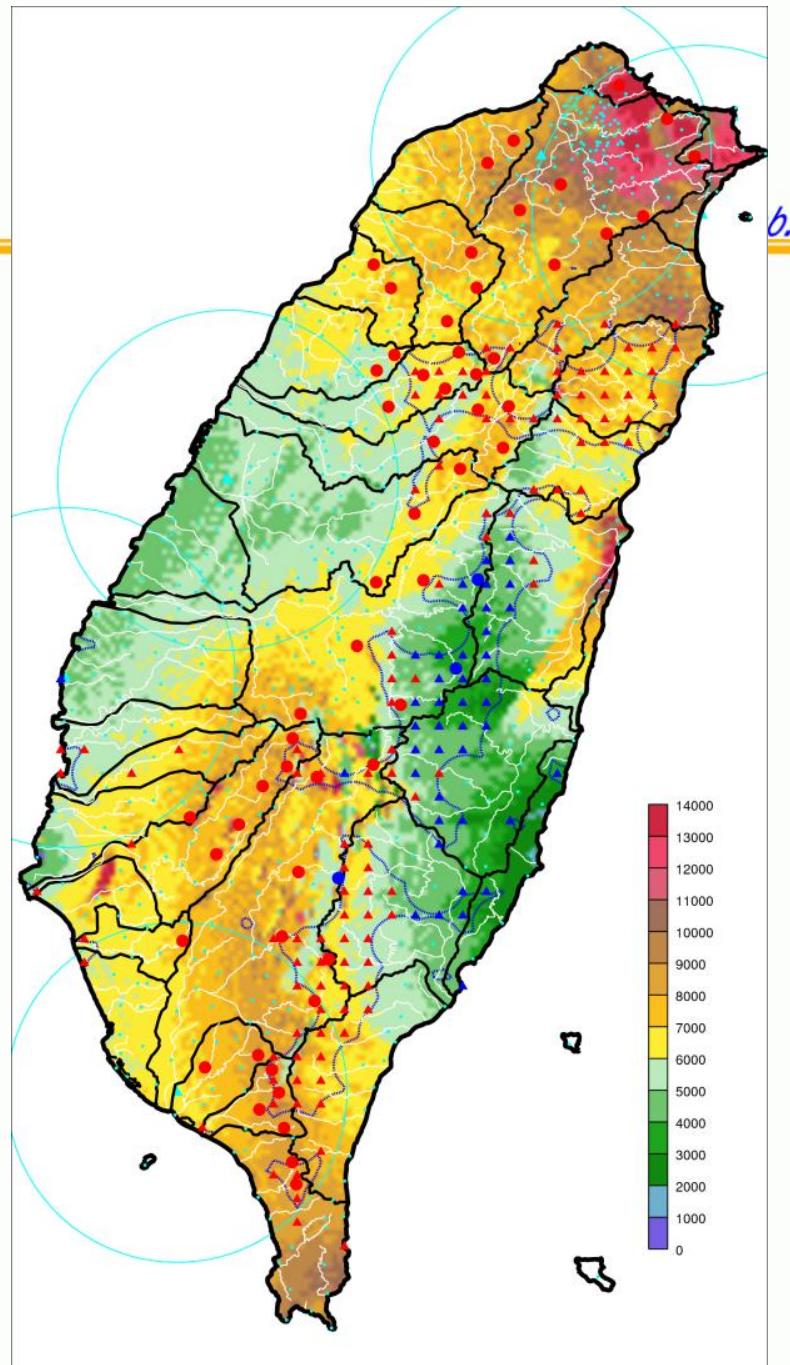
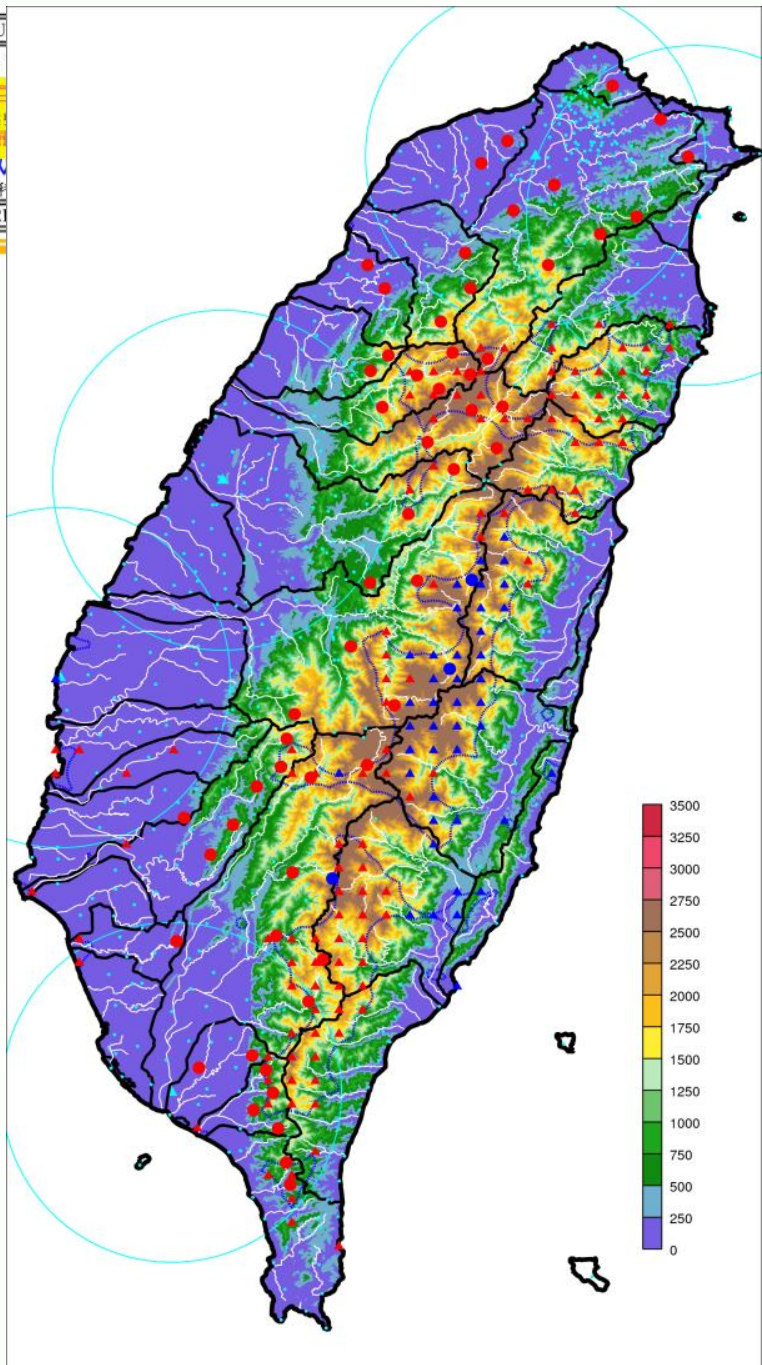


- 4自動氣象站及10自動雨量站。
- 1000m以下測站個數較多且都沿河川而建，而1000m以上的測站雖也能與河川及降雨熱區位置一致，但站數偏少。
- 建議可於曾文溪上游（嘉義縣達邦、里佳南側多陽山、新美）各增設1站，後堀溪上游及南化水庫旁（後堀山）亦可各增設1站。



	流域名稱	現有自動站個數			建議新增自動站個數		
		500公尺以下	500-1000公尺	1000公尺以上	500公尺以下	500-1000公尺	1000公尺以上
1	北海岸	12	1	0	1	1	0
2	淡水河	107	17	7	2	2	3
3	桃園沿海	15	0	0	2	0	0
4	頭前溪	9	3	3	0	1	2
5	竹南沿海	7	1	1	2	0	0
6	後龍溪	12	5	1	0	0	2
7	大安溪	4	3	2	0	0	5
8	大甲溪	7	7	5	0	1	3
9	烏溪	21	12	9	0	1	2
10	彰化沿海	20	0	0	0	0	0
11	濁水溪	11	11	20	1	1	4
12	北港溪	13	2	0	0	0	0
13	朴子溪	6	1	0	0	0	0
14	八掌溪	3	2	2	0	0	0
15	急水溪	10	0	1	1	0	0
16	曾文溪	11	1	2	0	3	2
17	鹽水溪	8	0	0	0	0	0
18	二仁溪	3	0	0	1	0	0
19	高屏溪	14	5	10	0	1	6
20	高雄沿海	12	0	0	0	0	0
21	東港溪	6	0	0	2	0	0
22	林邊溪	2	0	0	0	1	3
23	南屏東	15	1	1	0	1	1
		328	72	64	12	13	33

Lab.



b.



以上的篩選結果並無考慮到
設站的難易度



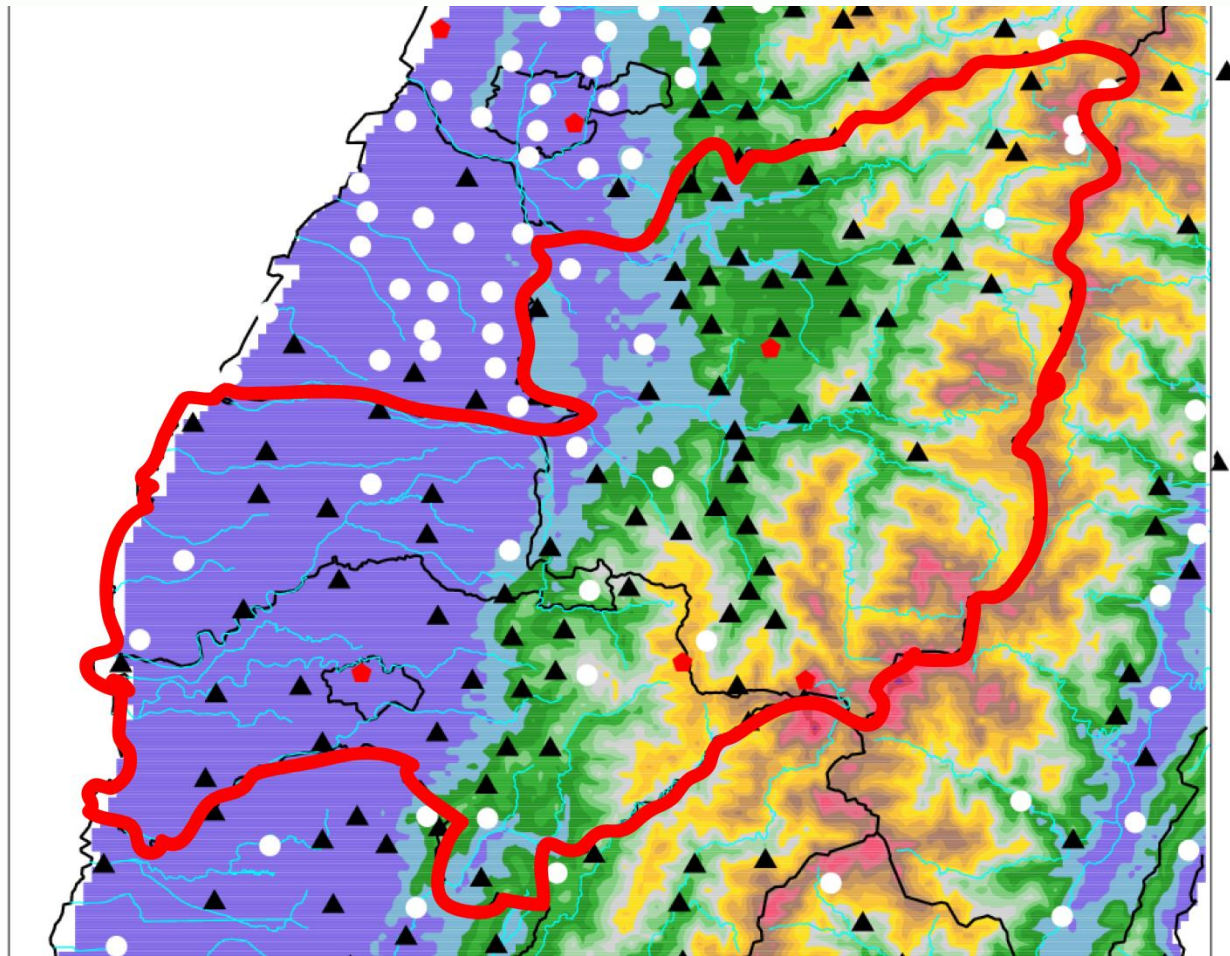
雲林、嘉義、南投

建議新增自動站站點位置
(4km，強回波，交通可達之處)



雲林、嘉義及南投現有測站分布

SEVERE STORM Lab.



雲林縣



- 北港溪流域：

- 台西、口湖、水林、元長、永光國小、石榴、
莿桐、二崙



嘉義縣/市





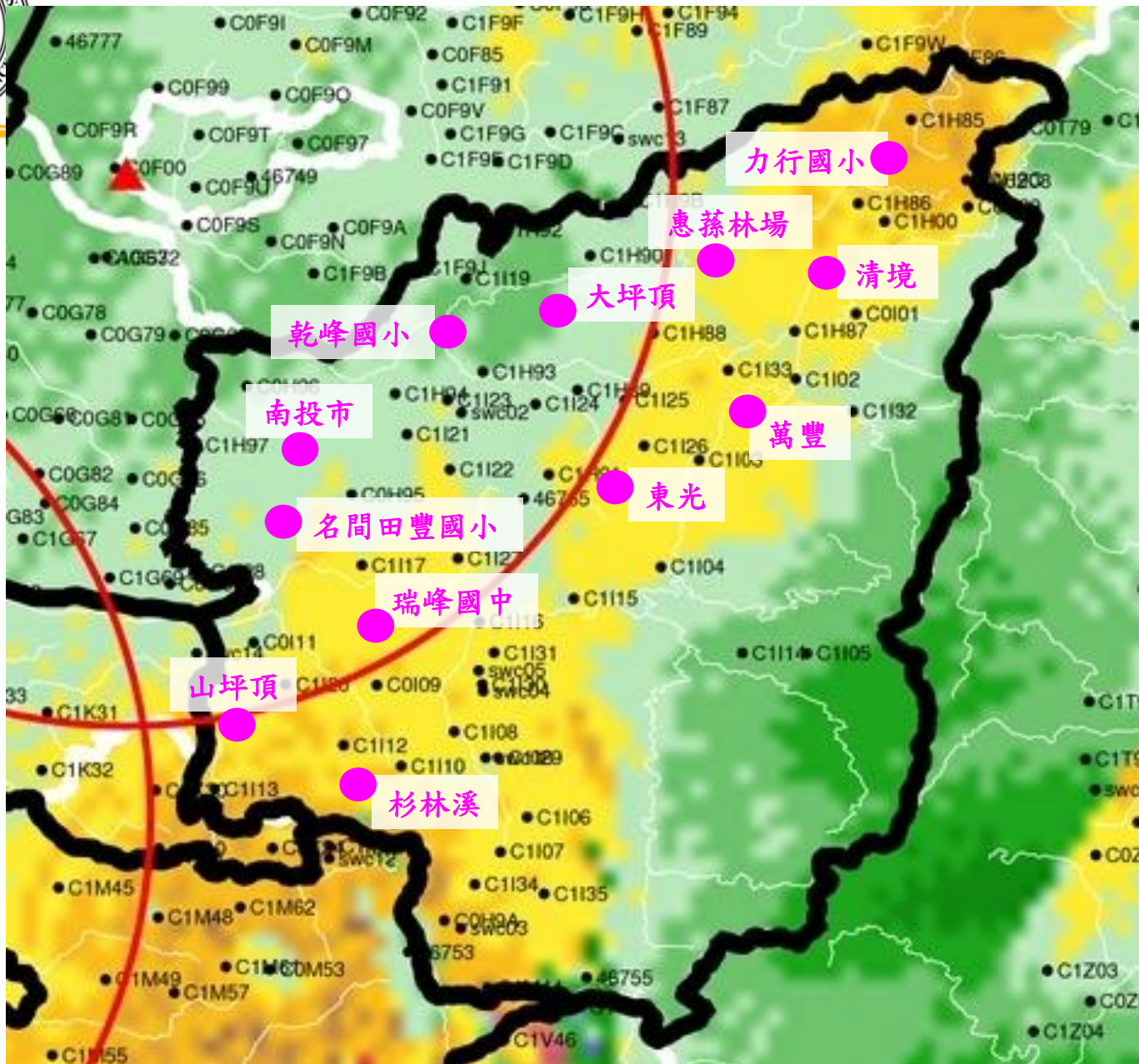
嘉義縣/市 (續)

- 濁水溪流域
 - 來吉國小
- 北港溪流域
 - 魚寮、民雄
- 朴子溪流域
 - 竹崎、鹿草、東石栗子崙
- 八掌溪流域
 - 番路、沔水、南興國小
- 曾文溪流域
 - 阿里山國中小、達邦、新美、茶山

南投縣



EVEREFORM Lab.





南投縣 (續)

- 烏溪流域

- 力行國小、惠蓀林場、清境、大坪頂、南投市、
名間田豐國小、東光、乾峰國小、萬豐

- 濁水溪流域

- 瑞峰國中、杉林溪
- 山坪頂



雲嘉投建議增設測站地點

SEVERE STORM Lab.

- 依縣市分：

雲林縣	嘉義縣市	南投縣
8	13	12

- 依海拔高度分：

500公尺以下	500-1000公尺	1000公尺以上
23	6	4

- 依流域分：

烏溪	濁水溪	北港溪	朴子溪	八掌溪	曾文溪
9	4	10	3	3	4



各建議增設站點優先順序決定法

得分	回波>20dBZ累積次數	最近測站之距離
1	< 6000次	< 6公里
2	6000 - 8000次	6 - 8公里
3	> 8000次	> 8公里

假設兩者權重相等，將兩條件得分相加：

4分以上：第一優先

3分：第二優先

2分以下：第三優先



	縣市	流域	海拔高度	經度 (度,分,秒)	緯度 (度,分,秒)	回波累積次數 (千次)	與測站距離 (公里)	回波得分	距離得分	總得分	優先程度
達邦	嘉義縣	曾文溪	970	120,44,56.96	23,27,11.56	9-10	7-8	3	2	5	1
惠蓀林場	南投縣	烏溪	750	121,1,57.38	24,5,17.18	6-7	8-9	2	3	5	1
竹崎	嘉義縣	朴子溪	150	120,33,11.29	23,31,15.82	8-9	<5	3	1	4	1
沕水	嘉義縣	八掌溪	180	120,31,47.82	23,22,53.87	8-9	<5	3	1	4	1
台西	雲林縣	北港溪	6	120,11,48.58	23,42,1.75	5-6	9-10	1	3	4	1
石榴	雲林縣	北港溪	70	120,35,2.70	23,43,16.41	7-8	6-7	2	2	4	1
永光國小	雲林縣	北港溪	110	120,33,11.83	23,37,34.24	7-8	6-7	2	2	4	1
來吉國小	嘉義縣	濁水溪	830	120,44,23.46	23,31,47.03	7-8	6-7	2	2	4	1
民雄	嘉義縣	北港溪	33	120,26,3.99	23,33,26.77	6-7	6-7	2	2	4	1



	縣市	流域	海拔高度	經度 (度,分,秒)	緯度 (度,分,秒)	回波累積次數 (千次)	與測站距離 (公里)	回波得分	距離得分	總得分	優先程度
番路	嘉義縣	八掌溪	200	120,35,6.27	23,27,21.96	7-8	<5	2	1	3	2
新美	嘉義縣	曾文溪	450	120,40,17.38	23,22,39.22	7-8	<5	2	1	3	2
茶山	嘉義縣	曾文溪	430	120,39,56.16	23,17,54.08	7-8	5-6	2	1	3	2
力行國小	南投縣	烏溪	1500	121,11,18.6	24,8,53.31	7-8	<5	2	1	3	2
杉林溪	南投縣	濁水溪	1700	120,47,52.38	23,37,42.53	7-8	<5	2	1	3	2
阿里山國中小	嘉義縣	曾文溪	1200	120,42,5.36	23,28,7.65	6-7	<5	2	1	3	2
清境	南投縣	烏溪	1920	121,9,51.16	24,3,32.37	6-7	5-6	2	1	3	2
二崙	雲林縣	北港溪	25	120,24,25.94	23,46,25.56	6-7	5-6	2	1	3	2
東光國小	南投縣	烏溪	664	120,58,0.85	23,53,26.6	6-7	5-6	2	1	3	2
萬豐國小	南投縣	烏溪	830	121,4,34.62	23,56,49.91	6-7	<5	2	1	3	2
瑞峰國中	南投縣	濁水溪	300	120,46,34.28	23,46,56.25	6-7	5-6	2	1	3	2
山坪頂	南投縣	濁水溪	315	120,40,25.19	23,40,26.73	6-7	5-6	2	1	3	2
口湖	雲林縣	北港溪	3	120,10,45.07	23,35,5.86	5-6	6-7	1	2	3	2
元長	雲林縣	北港溪	15	120,21,10.11	23,39,30.85	5-6	6-7	1	2	3	2
荊桐	雲林縣	北港溪	40	120,29,50.73	23,45,14.41	5-6	6-7	1	2	3	2
魚寮	嘉義縣	北港溪	8	120,14,58.29	23,31,13.15	5-6	6-7	1	2	3	2
鹿草	嘉義縣	朴子溪	20	120,18,33.42	23,24,55.51	5-6	7-8	1	2	3	2
東石栗子崙	嘉義縣	朴子溪	3	120,11,18.71	23,25,55.53	5-6	7-8	1	2	3	2
大坪頂	南投縣	烏溪	650	120,55,32.19	24,2,17.44	5-6	6-7	1	2	3	2
南投市	南投縣	烏溪	110	120,40,53.07	23,54,32.32	5-6	6-7	1	2	3	2
名間田豐國小	南投縣	烏溪	190	120,40,34.60	23,52,12.85	5-6	7-8	1	2	3	2
水林	雲林縣	北港溪	6	120,14,13.76	23,34,19.96	5-6	5-6	1	1	2	3
南興國小	嘉義縣	八掌溪	4	120,11,35.83	23,20,25.63	5-6	5-6	1	1	2	3
乾峰國小	南投縣	烏溪	240	120,49,32.09	24,1,38.8	4-5	X	1	1	2	3

總結

- 1.客觀篩選：**測站稀少地區，利用2009-2011年整合雷達資料，挑選出降雨熱點及降雨冷點，若以7公里當作稀少測站之門檻距離，篩選出來的熱、冷點各為117及43個。
- 2.主觀篩選：**臺灣西部23個流域逐一探討雨量站之分佈情形，配合高回波出現頻率位置，篩選出可增站的位置共58個，其中高於500公尺之高山地區有46個。
- 3.雲、嘉、投地區：**配合雲林、嘉義、南投地區之儀器之更換，針對雲、嘉、投地區交通可到之處篩選出可增站的位置共33個。
- 4.實際場勘部分雨量站：**針對雲、嘉、投地區部分雨量站(共20個)做實地場勘，對測站四周環境做全方位之攝影及遮避物高度之量測，分析該測站之地理位置，其中有7個站適合升級為氣象站，另外13個四周有較多的遮蔽，風場資料不甚理想，較不建議升級為自動氣象站。



未來可進行之工作

SEVERE
STORM Lab.

- 測站資料之共通性（代表性），
需要有多少個測站才夠？