



玉山氣象站人工及雷射式積雪深計 觀測資料分析

玉山氣象站黃成健

前言

- 2006年架設
- 2007年開始有完整記錄
- 透過雷射式積雪深計與人工觀測積雪深觀測檢視目前積雪深觀測問題。
- WMO-2010自動化觀測研究報告
- 以WMO報告檢視玉山站觀測現況
- 自動化與人工觀測資料銜接問題



簡報內容

- 前言
- **WMO**問卷報告
- 玉山氣象站人工與自動觀測資料比較
- 建議與結論



WMO問卷報告

- **World Meteorological Organization (WMO) Commission for Instruments and Methods(CIMO)**
- 問卷方式
- 開始於**2008**年
- **WMO**會員國
- 七個部份組成
- **2010**年提出



WMO-CIMO 問卷七個部分

1. 觀測網架構(人工、自動)
2. 觀測項目及儀器
3. 儀器校正(系統誤差)
4. 觀測項目數值由儀器堆導而得
5. 雪徑(snow courses)
6. 儀器研發
7. 聯絡資料



1.觀測網架構(人工、自動)

- 54個會員國中
- 35個國家有監測固態降水
- 41673個站測量降雨或固態降水
 - 17561個測站有觀測固態降水
 - 42%
- 台灣25地面氣象站
 - 玉山氣象站為常態回報固態降水
 - 玉山及合歡山架有雷射式積雪深計



2. 觀測項目及儀器

APPENDIX C: Summary Of Measured Parameters

		Number of Manual Sites	Number of Automatic Sites	Ratio of Manual to Automatic
1.	總降水量	35249	7538	4.7
2.	降水型態	8319	1515	5.5
3.	新雪厚度	8424	648	13
4.	水當量	9879	1781	5.5
5.	地面積雪厚度	14987	1027	14.6
6.	雪溫、雪表溫度	560	104	5.4
7.	總積雪水當量	4313	134	32.2
8.	雪含水量			
9.	雪融速率			
10.	季節統計	11677	3572	3.3
11.	其他			

Table 8 - Numbers of manual and automatics sites

	Number of Instruments	Percentage (%)
TBRG	6218	82.9
WG	1218	16.2
Optical Sensor	31	0.4
“Level” Gauge	35	0.5
Total	7502	100

Table 1 - Use of instruments for total precipitation measurement

- **Tipping bucket rain guage (TBRG)**
- **Weight guage (WG)**



TBRG-WG儀器

- **TBRG**

- 28個不同規格，22個公司製作。
- 同一個國家就有不同規格
- 日本有3家公司製造

- **WG**

- 6個公司製造
- 3種不同原理
- 加熱與不加熱



防風罩

- 72%自動站無防風罩
- 防風罩種類：
 - Alter、Nipher、Tretiyakov、**JMA**
- 人工觀測站可以降低風造成的影響
- 自動站會產生新的問題
 - Snow-capping
 - 觀測量及時間延遲



降雪類型

Technology	Number of Instruments	Percentage (%)
Doppler radar	85	5.9
Optical scintillation	883	60.8
Optical Extinction	145	10.0
Optical Scattering	338	23.3

Table 2 - Use of instruments for determining the precipitation type

紅外線隨通過粒子大小和速度的改變

輻射強度的減少

利用散射強度，結合雨量及溫度的觀測，判斷
降雨類型。



地面積雪和新雪厚度

- 積雪厚度-823站、11國家
- 新雪厚度-689站、7國家
- **Ultrasonic、Laser**
- 玉山站及合歡山裝有雷射式積雪深計



積雪水當量

- 9個國家、1411站
- WGs 23.5%
- HTBRG 74.5%
- Optical sensor 1.9%
- Weight sensor 0.3%
- 玉山氣象站及合歡山主峰傾斗式雨量計
- 電力不足-玉山站目前無使用



儀器校正(系統誤差)



Parameter	Number of Countries	Percentage (%)
Total precipitation amount (solid and liquid)	10	18.5
Type of precipitation	6	11
Snowfall amount	4	7
Snowfall water equivalent	3	5.6
Depth of snow on the ground	5	9.3
Snow on the ground water equivalent	2	3.7
Snow temperature and/or snow surface temperature	1	1.9
Snow wetness	1	1.9
Rate of snow melt	1	1.9
Seasonal statistics (for any of the above parameters)	2	3.7
Other (name)	0	0

Table 3 - Number of Countries that Apply Adjustments to Each Parameter

針對校驗部份問卷內容

Questions	Number of Positive Answers	Percentage (%)
Is the precipitation measurement adjusted for wind effects?	7	13
Is wind speed measured at the gauge location?	24	44
Is the wind speed measured at the height of the gauge measuring solid precipitation?	2	3.7
If wind speed is not measured at the sensor level, is wind speed reduced to the height of the precipitation gauge?	5	9.3
Is the air temperature measured at the site?	26	48
Are the snow pack and/or subsurface temperature measured?	9	16.7

Table 4 - Summary of responses on measurements to support deriving adjustments to precipitation

固態降水-風的修正

- 風的影響是否修正? **No**
- 測站是否觀測風速? **Yes**
- 在觀測儀器高度是否有風的觀測? **No**
- 在儀器高度沒有做觀測，在儀器高度風速是否減低? **(未驗證)**
- 是否有溫度觀測? **Yes**
- 雪表面溫度是否觀測? **No**



推導出的觀測項目

- 新雪厚度、雪密度、降雨型態、其他參數
是否由自動站觀測推衍得到？ 無
- 一個或多個儀器推衍？ 人工觀測為主
- 是否有說明文件？ 無



APPENDIX I: Summary On The Derived Parameters

Country	Real-Time vs. Post-Processing	Reporting Interval	Single-Sensor vs. Multi-Sensor	Parameters Used
Austria	Post processing only check	Daily	Post processing	
Canada	Real-time	6 hours	Current: Single sensor Planned: Multi-sensor	Data from three collocated snow depth sensors and one total precipitation sensor
Finland	Real-time	10 minutes	Single-sensor	Depth of snow
France	Snow depth	1 minute	Single-sensor	Total snow depth
Switzerland (planned)	Planned	10 minutes	Multiple-sensor	Complex snow model

Table 43 – Derived parameter: depth of freshly fallen snow



Country	Real-Time vs. Post-Processing	Reporting Interval	Single-Sensor vs. Multi-Sensor	Parameters Used
Finland	Real-time	10 minutes	Single-sensor	FD12P present weather sensor
France	Real-time	1 hour	Multi-sensor	Heated and non-heated rain gauges
Germany	Real-time	1 minute	Multi-sensor	Present weather sensor output and air temperature
The Netherlands	Real-time	12, 1 and 10 minutes	Multi-sensor	Present weather sensor output and air temperature
Switzerland (planned)	Planned	10 minutes	Single-sensor	Psychrometric temperature

Table 44 – Derived parameter: precipitation type



雪徑

- 設定一條觀測路徑，從數百到1千英尺，穿越一個明顯雪堆積的地形，在這路徑上測量積雪的覆蓋程度，決定水當量。
- 各國取的點數不同：
 - 5、50、100點
 - 10點開放區域、5點森林
- 沒有雪徑觀測



發展新的觀測方法和儀器

- 18個會員國有計畫發展新的儀器
- 沒有



WMO報告結論-1

- 人工觀測仍是主要觀測方式，不到7%是自動作業。
- 自動儀器種類繁多，在同一個國家，也有多種儀器同時使用。
 - 使用者在使用觀測資料將會有很大的困難。
 - 推測大尺度天氣條件及地區或全球的降雨時間序列的引用會有很大問題。



WMO報告結論-2

- 風速造成觀測值的低估，須做校正。
- 降雨儀器高度裝有測風儀器
 - 提供風對降雨影響更好的指標。
 - 尚未有新的校正曲線發展。
- 防風罩
 - 人工觀測中有很大的效果
 - 自動儀器中，限制不同
 - 結構還需要重新評估



WMO報告建議-1

- 領導有關組織。
- 評估一致的觀測方法及架設的場地條件。
- 自動儀器的操作架構的手冊
 - (加熱的使用、防風罩使用、架設高度，多重思維的發展，多個儀器的平均)



WMO報告建議-2

- 評估數學參數校正觀測數值。
- 針對儀器系統誤差發展修正過程。
- 建立**WMO**儀器的參考標準
- 提供製造廠商回饋-發展降雨儀器及儀器局限的知識。



WMO-CIMO報告與玉山站

- 人工觀測為主、積雪深計為輔助。
- 人工觀測：
 - 總降水量、降水型態、新雪厚度、水當量、積雪厚度、季節統計
 - 雪溫、雪表溫度、總積雪水當量、雪含水量、雪融速率
- 自動觀測：積雪厚度(雷射事積雪深計)
- 無對風作校正
- 積雪深計高度沒有風速測量

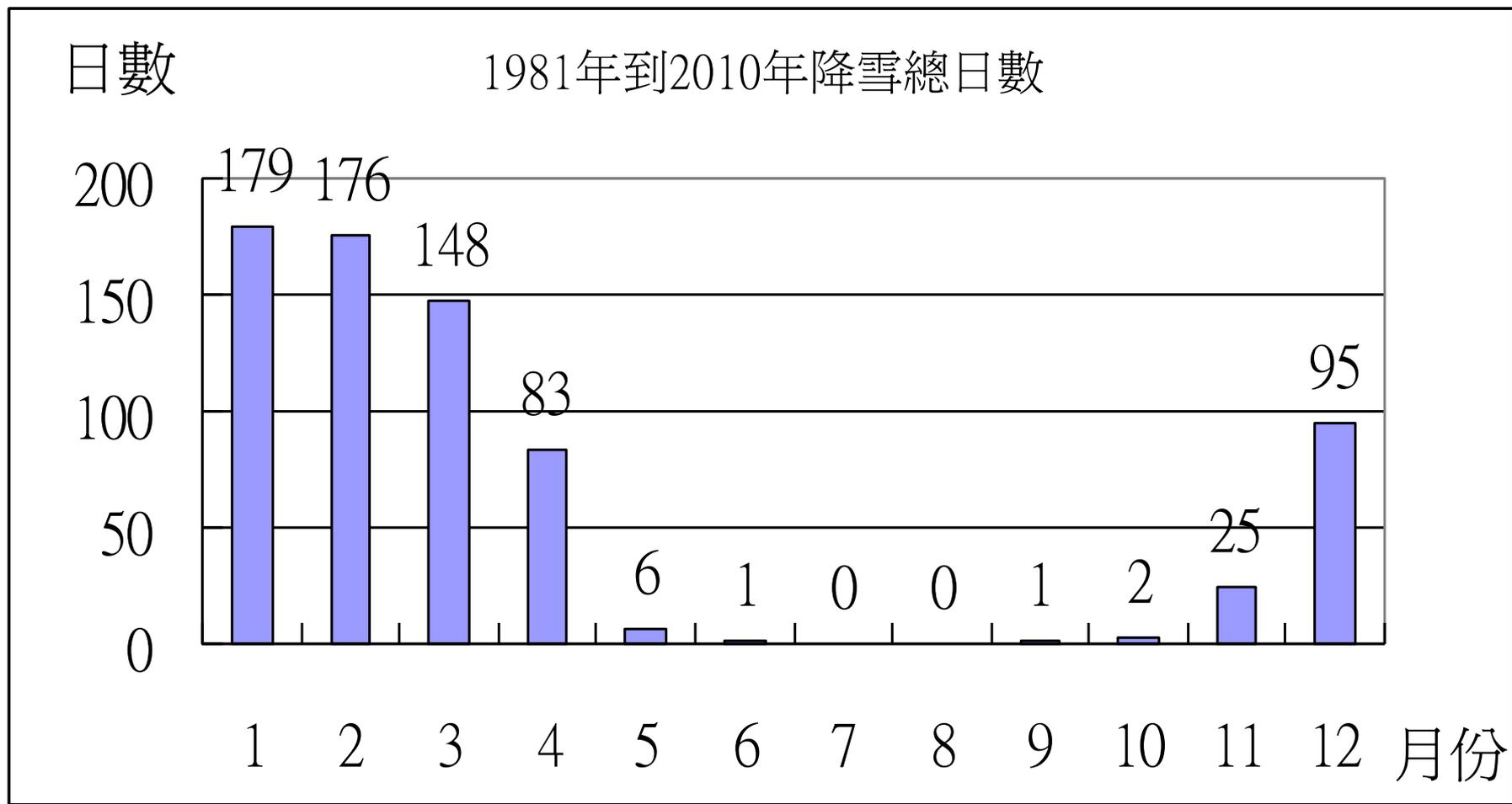


WMO-CIMO報告與玉山站

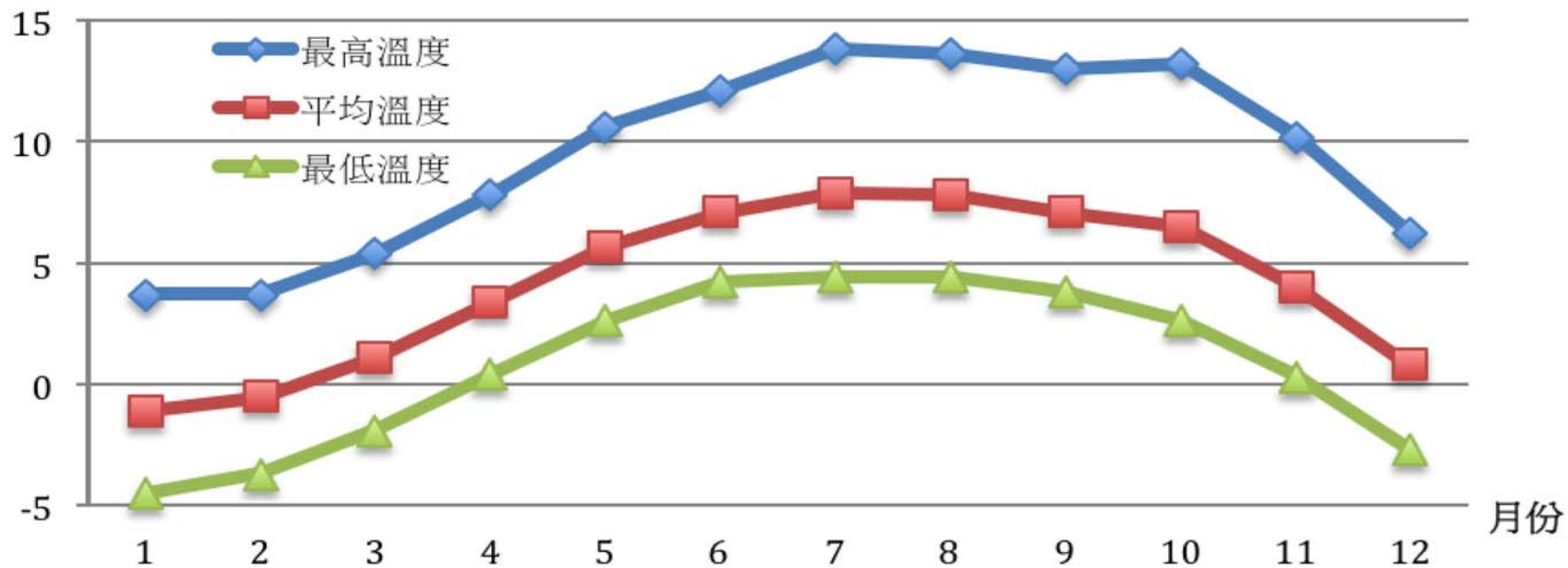
- 雷射式積雪深計(Optical Sensor)
- 單一Sensor。
- 無推導出的觀測項目。
- 無新的觀測儀器發展。
- 無雪徑觀測。
- 加熱式傾斗式雨量儀不適用。
- 無防風罩使用



玉山站人工與自動觀測資料比較



溫度°C





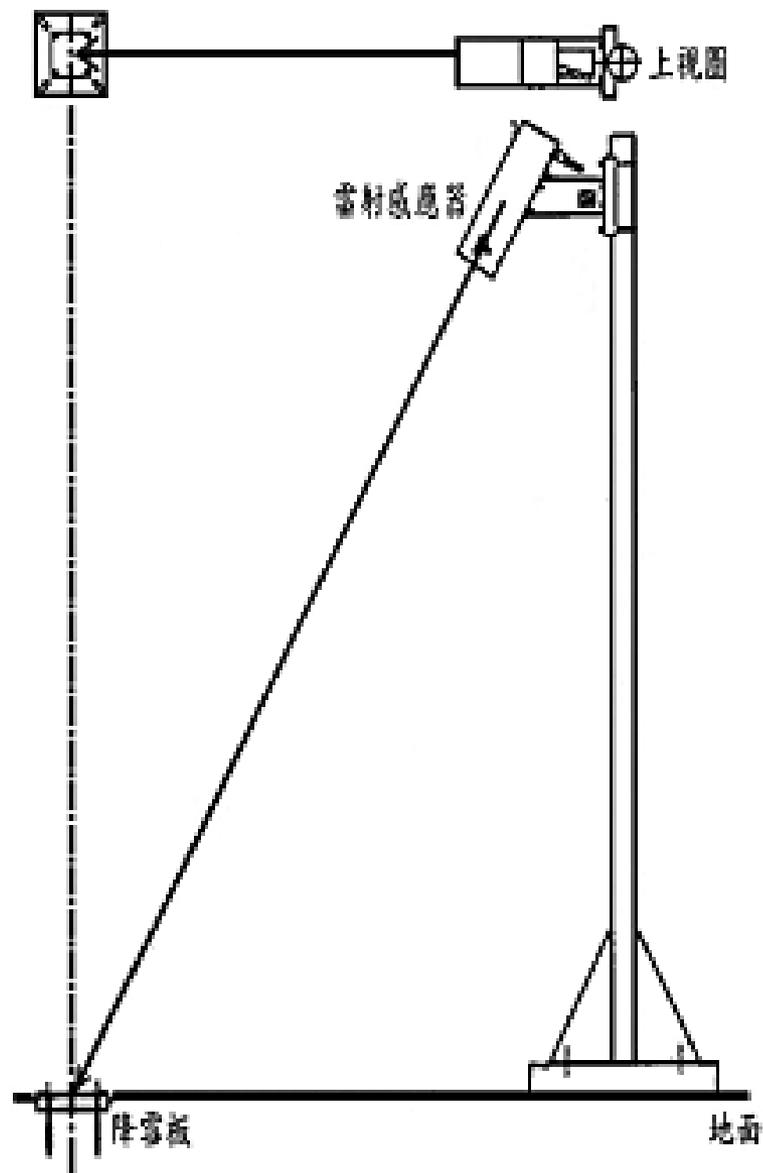
感部



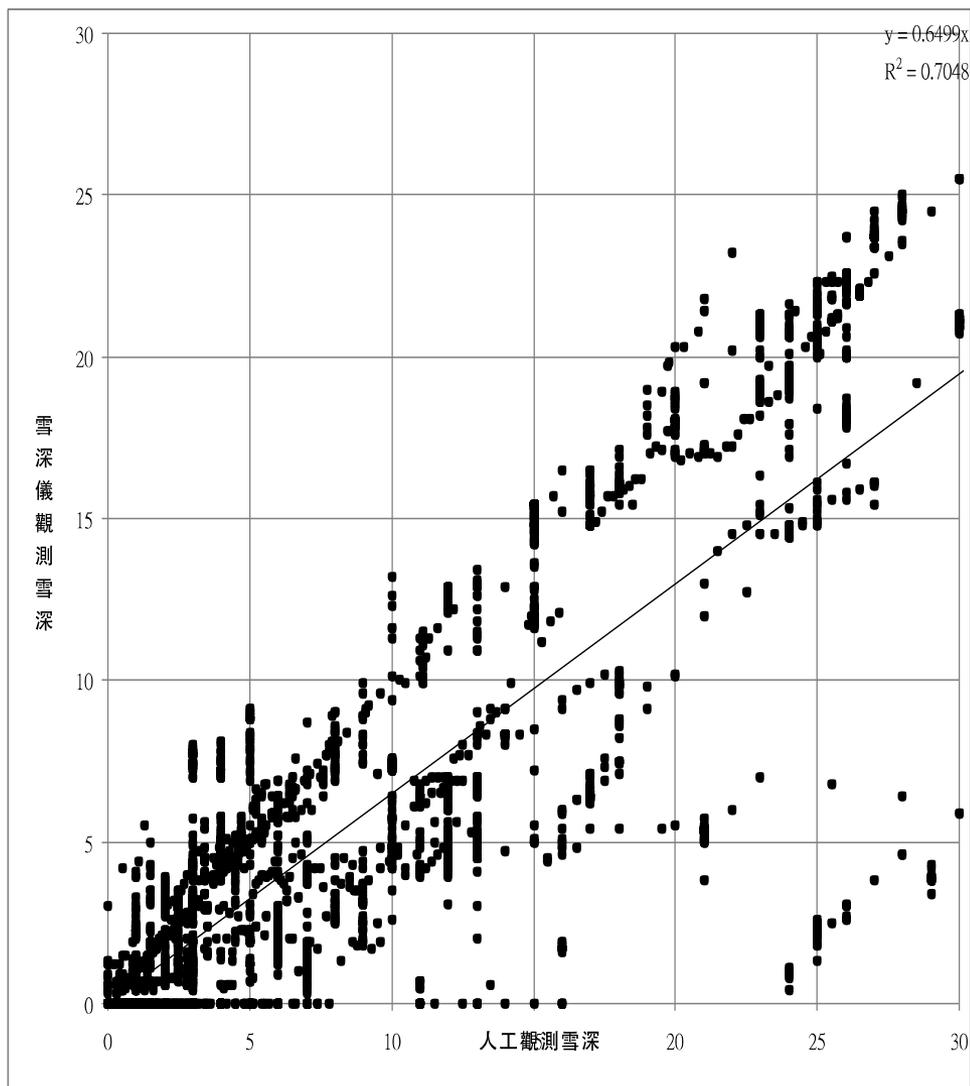
降雪板



変換器







- 2007-2011年
- 整點資料
- 斜率為0.65
- 相關係數為0.7
- 往人工觀測傾斜
- 人工觀測值較大
- 人工觀測單位cm
- 雪深儀mm



玉山北峰稜線⁺

雪深儀⁺

玉山氣象站主建築物⁺

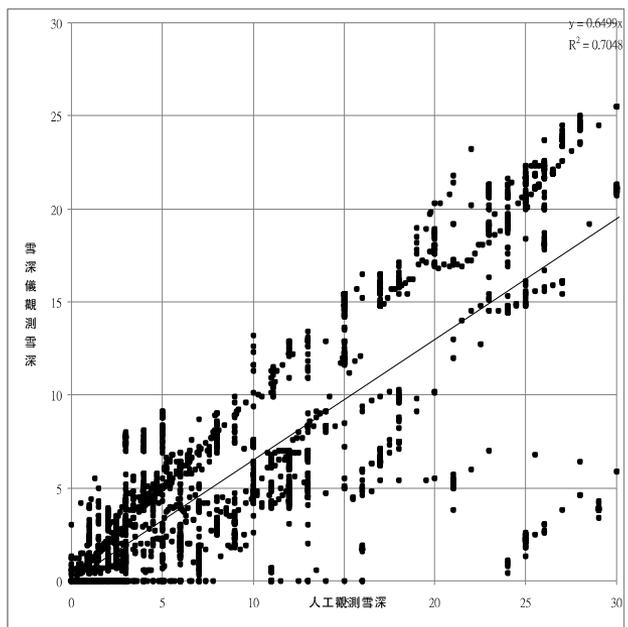
觀測坪⁺

斜坡⁺





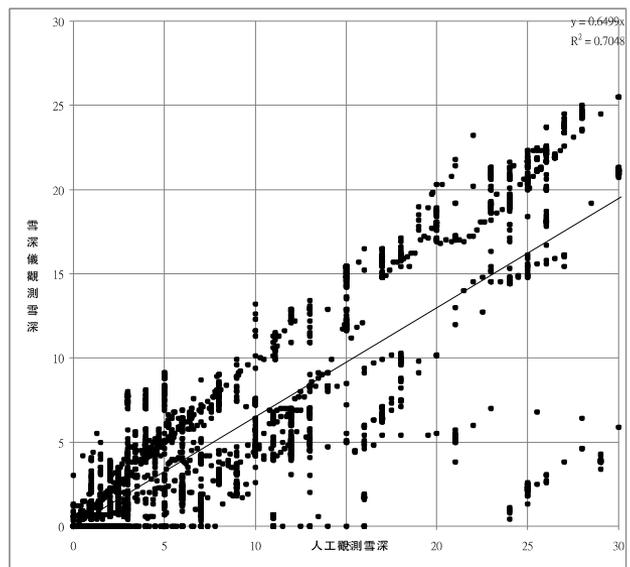
偏差原因



- 因環境限制，無法避免建物及陵線影響。
- 架設位置在上頂上。
- 人工及自動取樣方式不同。
- 人工以雪尺，取數點平均。
- 積雪深儀為固定點。

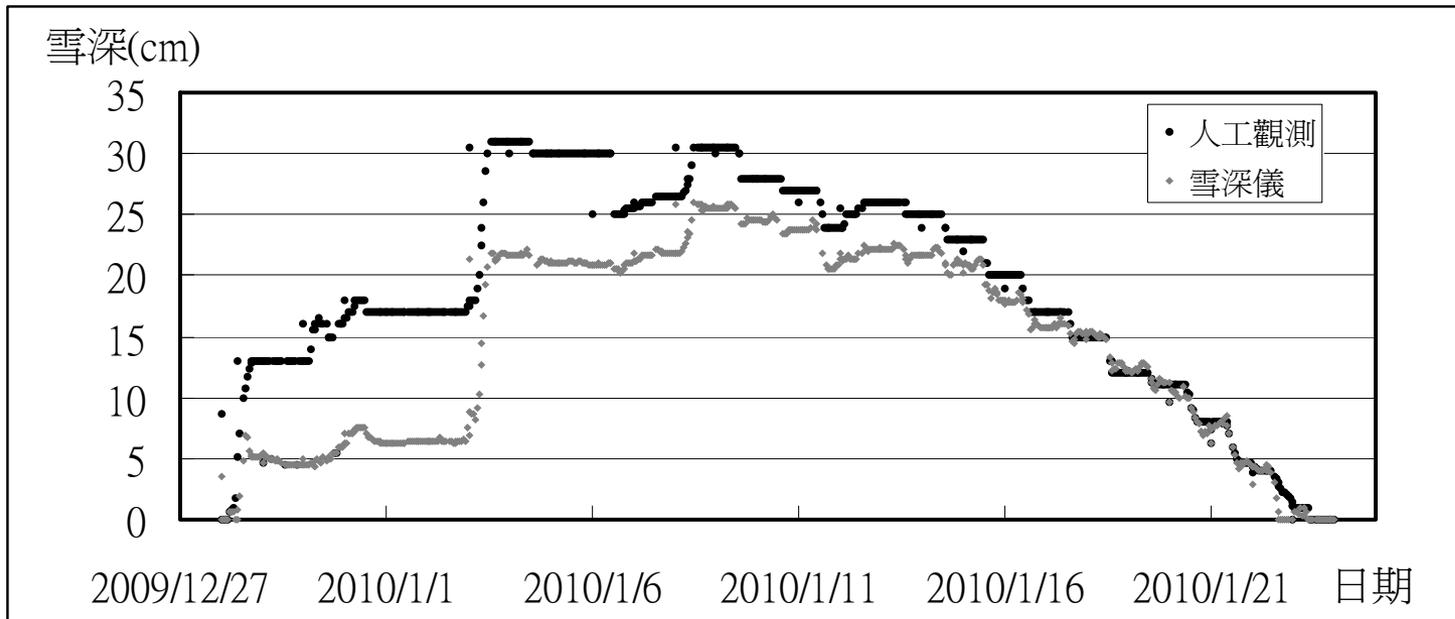


偏差原因



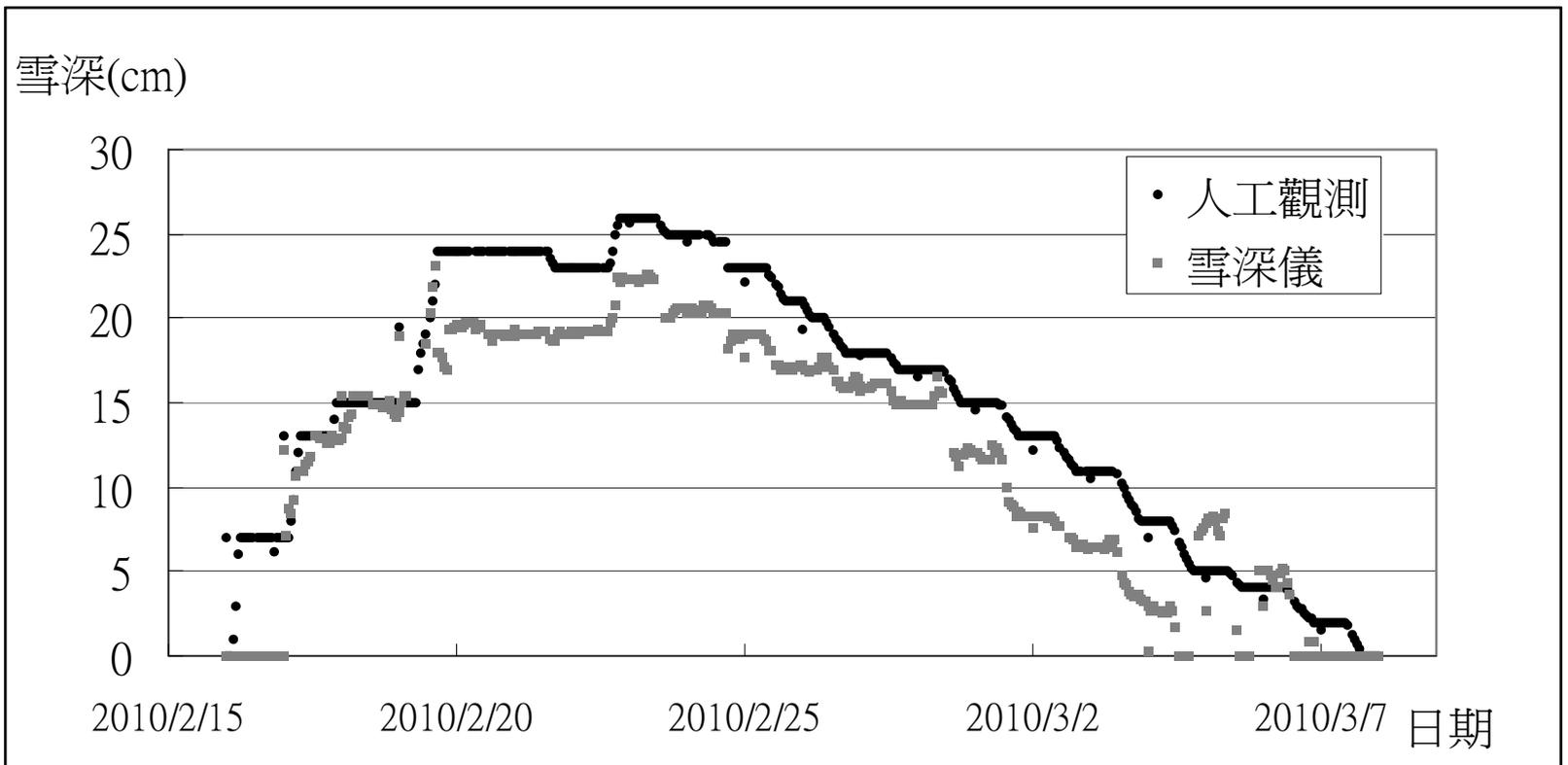
- 建築物及陵線是否影響風速，造成積雪較少。
- 百葉箱距離過近。
- 人工觀測採樣習慣。
- 其他





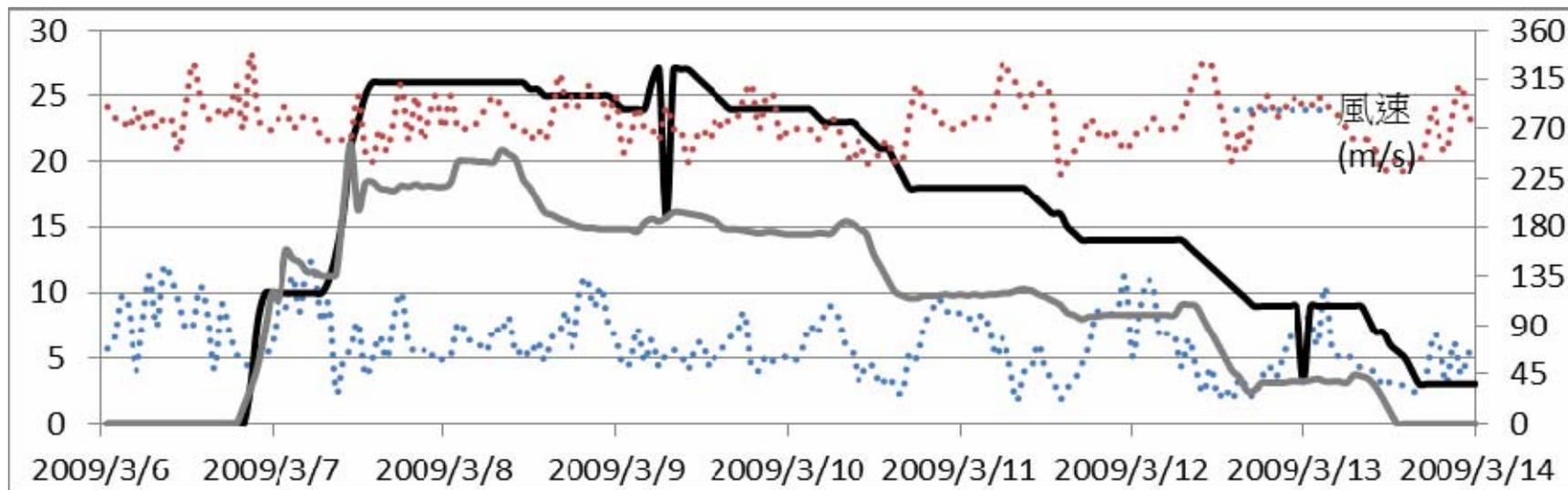
- **2009年12月28日0時到2010年1月24日積雪深時間序列個案。**





2010年2月16日0時到
2010年3月8日積雪深個案





- **2009年3月6-14日人工觀測(cm)、雪深儀(cm)、風向(m/s)及風速資料。**



風速與積雪深

- 本站風速計離地面約**15公尺**，未能代表積雪深計架設的位置風速。
- 在積雪深計高度架設風速計，才能做風速的校正。
- 再觀測時，發現值差異太大，馬上紀錄原因。



建議-1

- 持續追蹤**WMO**固態降水觀測研究。
- 評估其他儀器架設可能性。
 - 降雪水當量、天氣儀
- 評估是否測量雪表面溫度。
- 評估是否作雪徑觀測。
- 評估多儀器架設。



建議-2

- 評估防風罩使用。
- 雷射式積雪深計定時校驗
– 9點及晚上9時校驗
- 人工作業標準化。
- 山區氣象人員教育。



結論

- 持續追蹤WMO相關研究及報告。
- 依據WMO作業標準，針對本站觀測方法及儀器做適當調整。
- 玉山氣象站位於山頂上，3858公尺，無法兼顧到暴露、遮蔽物、風、地形等條件。
- 人工觀測資料皆大於自動觀測
 - 以目前資料無法完整知道原因。
 - 將在往後觀測中詳細比對，找出真正的原因。
- 配合相關設備，推動有關固態降水研究。
- 人員持續訓練。



參考資料

- 交通部中央氣象局, 2004:地面氣象測報作業規範,第九章,交通部中央氣象局,臺北市,1-12
- CIMO Guide WMO#8, CHAPTER 6, Measurement of Precipitation ECMWF, 2010: Snow analysis. Document ECMWF/TAC/42(10)12. Reading, 15 September 2010.
- Haij, M.J. de, and W.M.F. Wauben, 2010: Investigations into the improvement of automated precipitation type observations at KNMI. Paper presented at TECO2010. WMO, 30/8/2010-1/9/2010, 2010, Helsinki, Finland.
- Jenoptik, 2010: Manual SHM30 Snow Depth Sensor. Document 012840-640-9802-0910-en. Revision 2.0, September 2010. Jenoptik GmbH, Jena, Germany.
- Lanzinger, E. and M. Theel, 2009: Laser Snow Depth Gauge (JENOPTIK jV SHM30). Examples and perspectives. Presentation at EUMETNET WG-INS, Trappes, France, 09-10 September 2009.
- Lanzinger, E., and M. Theel, 2010a: Improving reliability and sensitivity of a laser snow depth gauge. Paper presented at TECO-2010. WMO, 30/8/2010-1/9/2010, 2010, Helsinki, Finland.
- Mair, M., and D.J. Baumgartner, 2010: Operational experience with automatic snow depth sensors jV ultrasonic and laser principle. Paper presented at TECO2010. WMO, 30/8/2010-1/9/2010, 2010, Helsinki, Finland.



















敬請指教

