

雪山冬季降雪之微氣象觀測



張譯心¹、林博雄¹、魏聰輝²、謝新添³

¹臺灣大學大氣科學系、²臺灣大學實驗林管理處、³中央氣象局

報告大綱

- 研究動機與目標
- 資料來源與介紹
- 觀測資料分析- 測站、衛星
- 結論與展望

研究動機與目標



Surface Layer energy balance in the west Greenland ice sheet (GrIS)

(M. V. D. Broeke, P. Smeets and J. Ettema, 2008)

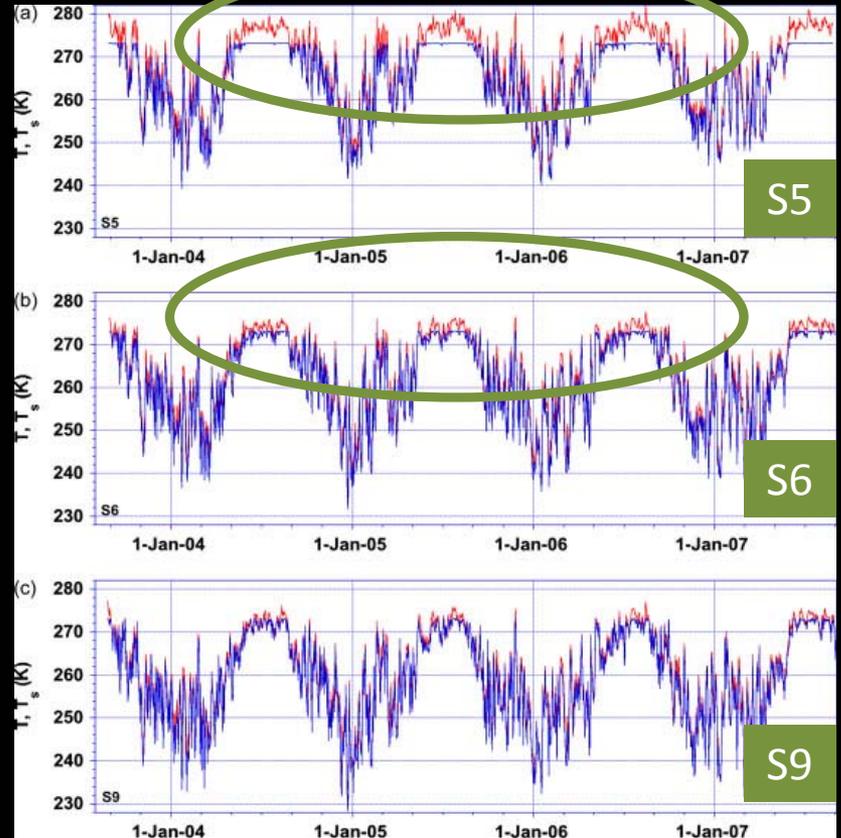
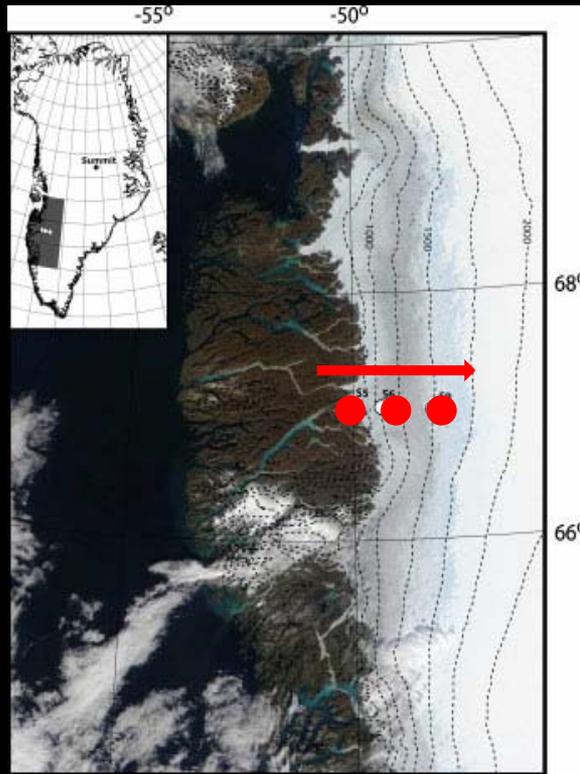


圖1.2 格陵蘭西側MODIS衛星影像 (2006年8月23日)；虛線為冰原間距250m等高線。

圖1.3 日平均地表溫度(藍線)和日平均2m高氣溫(紅線)；(a)S5測站 (b)S6測站 (c)S9測站。

積雪層能量平衡方程

(Ohta 1992, Brooks *et al.* 1997)

$$Q_{MS} = Q_R + Q_H + Q_{\lambda E} + Q_S + \cancel{Q_P}$$

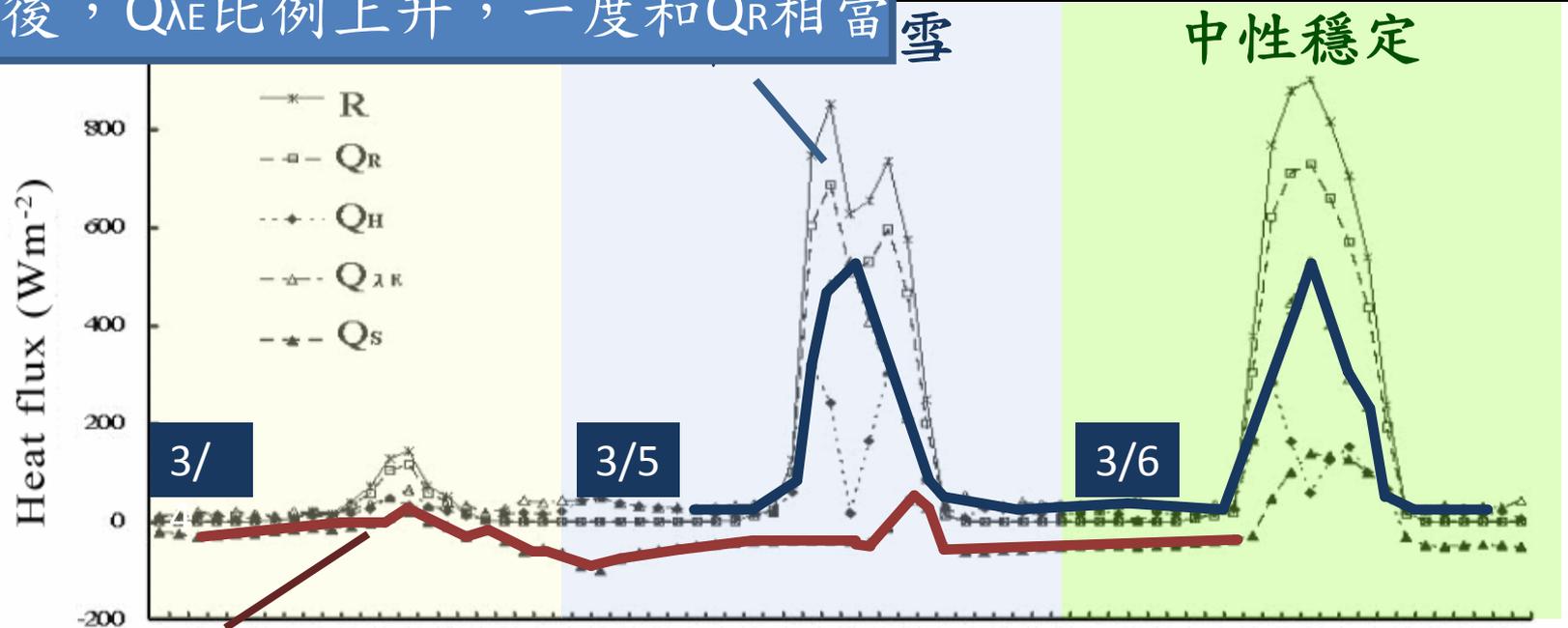
- ✓ 積雪開始融解($Q_{MS} > 0$)， Q_R 、 Q_H 和 $Q_{\lambda E}$ 成為積雪由固態改變成液態時所需熱量的主要來源
(Oke, 1993)
- ✓ 其中，絕大部分由淨輻射量(Q_R)所提供

(Lee 1980, Ishii *et al.* 1992, Yamazaki 1996)

QR皆為主要能量來源；
降雪後， Q_s 明顯下降；
積雪後， $Q_{\lambda E}$ 比例上升，一度 and Q_R 相當

融雪期熱量收支之探討

(魏等, 2007)



降雪前， Q_H 與 $Q_{\lambda E}$ 趨勢約略均等
 $Q_s < 0$ 且變化較小

融雪後，恢復中性
穩定，鐘型配置

Fig. 14. Hourly heat budget during snowmelt period at Restoration Plot Observatory.

圖1.5 2003年3月溪頭測站融雪期間，每小時平均熱通量。

地面積雪層阻隔

- 地面積雪除了是一層對熱通量傳遞相當有效率的阻隔層之外；融雪更是地表逕流和土壤濕度的主要來源。

(Sun et al., 1999)

- 地表積雪抑制了地表溫度的變化，維持在冰點附近；地表積雪融化的季節，可能嚴重地低估地表逕流的變化和幅度低估。

(Xue et al. , 2003)

資料來源與介紹



觀測地點介紹

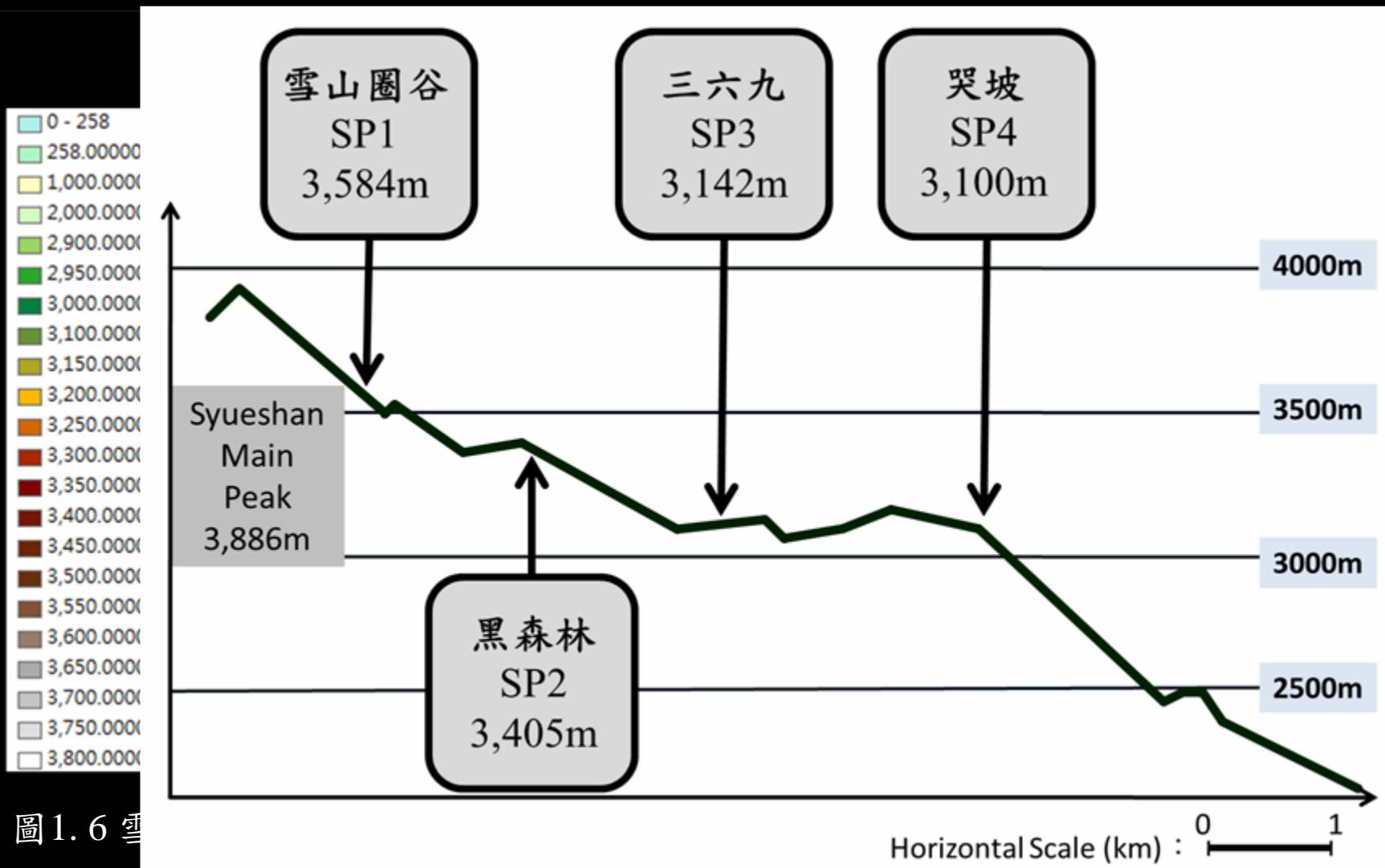


圖1.6 雪

圖1.6 雪山主峰東稜沿線四座微型氣象站分布(a)水平相對分布(b)垂直相對分

雪山觀測地點介紹

表2.1 雪山東陵沿線四個測站的經緯度、海拔高度、地形配置、地表條件。

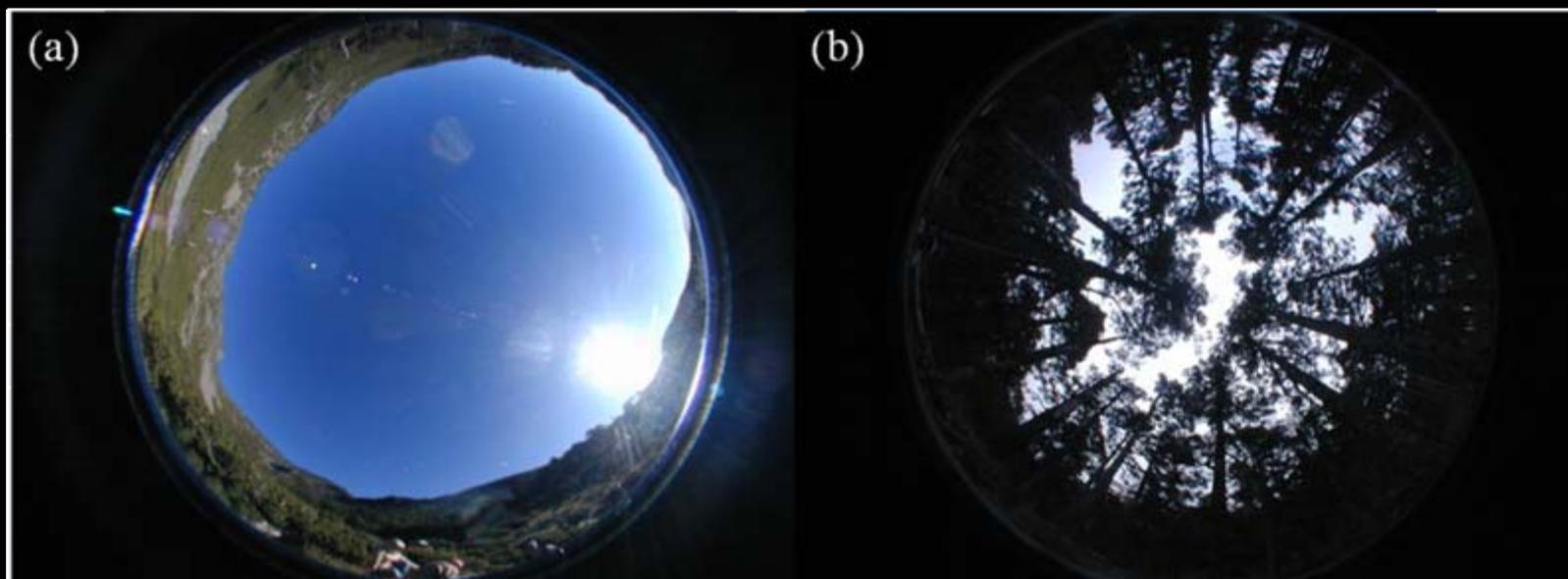


圖2.3 測站遮蔽度照(a)雪山圈谷站，SP1 (b)雪山黑森林站，SP2。

2011年1月21日

condition	gravel	soil	soil	gravel
GSM/GPRS signal	No	No	No	Yes

其它觀測地點介紹

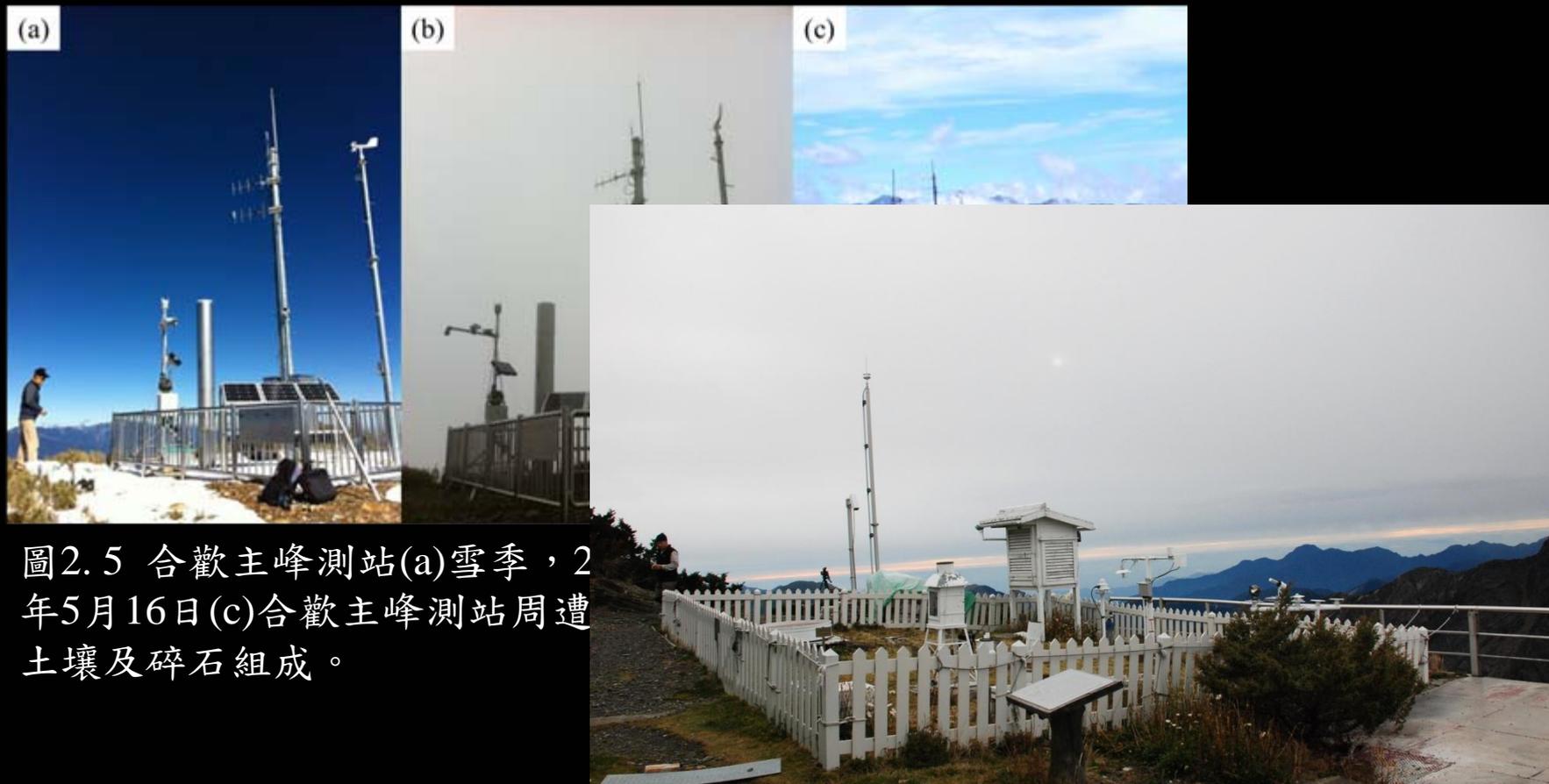


圖2.5 合歡主峰測站(a)雪季，2年5月16日(c)合歡主峰測站周遭土壤及碎石組成。

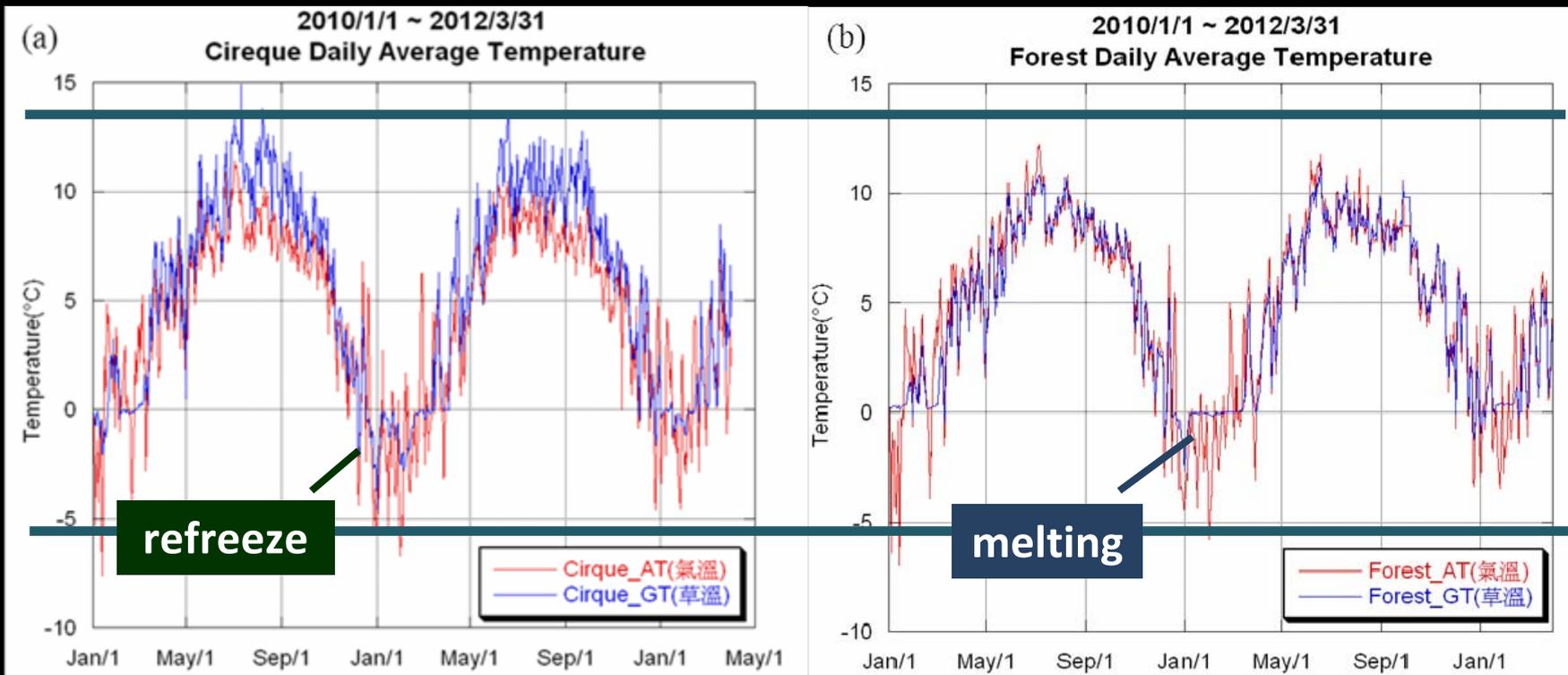
玉山北峰觀測站，植被以箭竹為主，地表條件為土壤及碎石組成。

觀測資料分析



年際日平均溫度

雪山圈谷 vs. 雪山黑森林



年際日平均熱通量

雪山圈谷

vs.

雪山黑森林

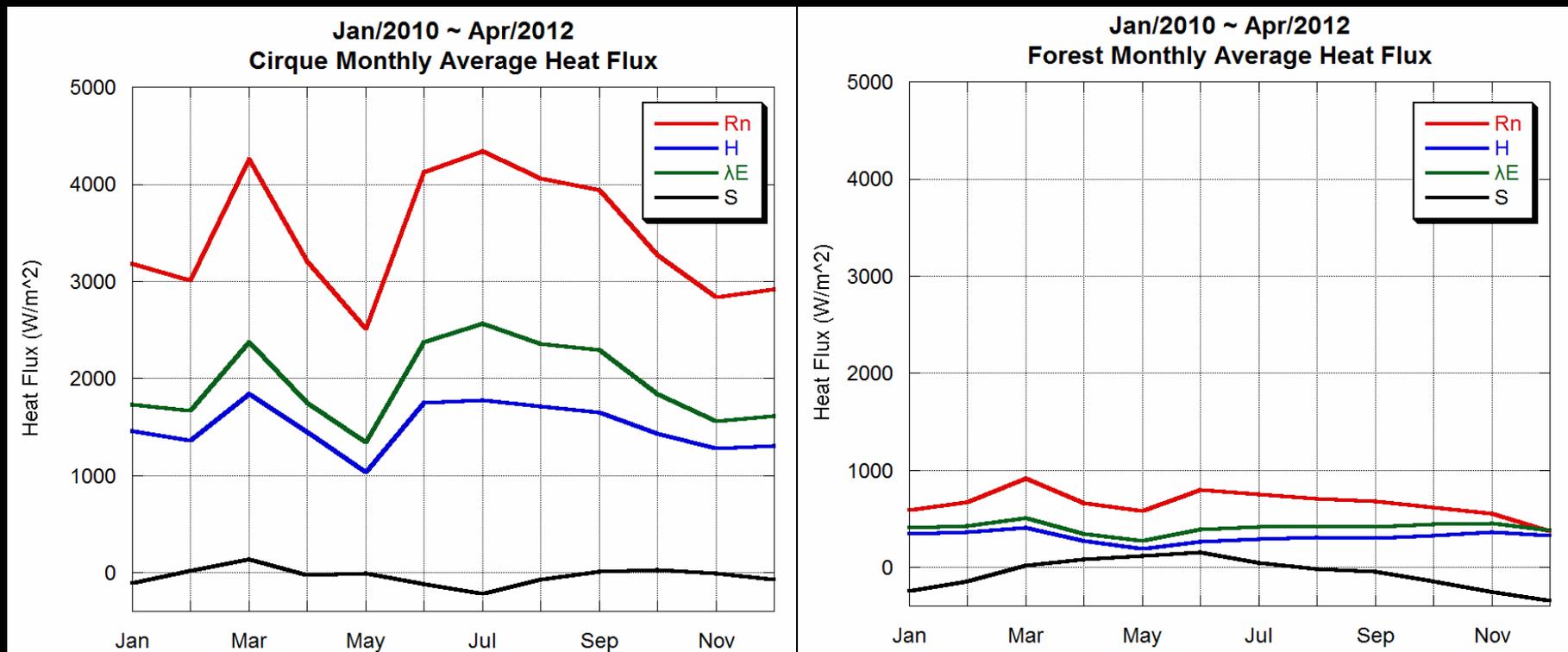


圖3- 2 2010年1月1號至2012年4月30日三年每月平均熱通量， R_n ：淨日輻射通量，紅線、 H ：可感熱通量，藍線、 λE ：潛熱通量，綠線、 S ：土壤熱通量，黑線；a. 圈谷測站、b. 黑森林測站。

雪深尺影像與音波雪深計

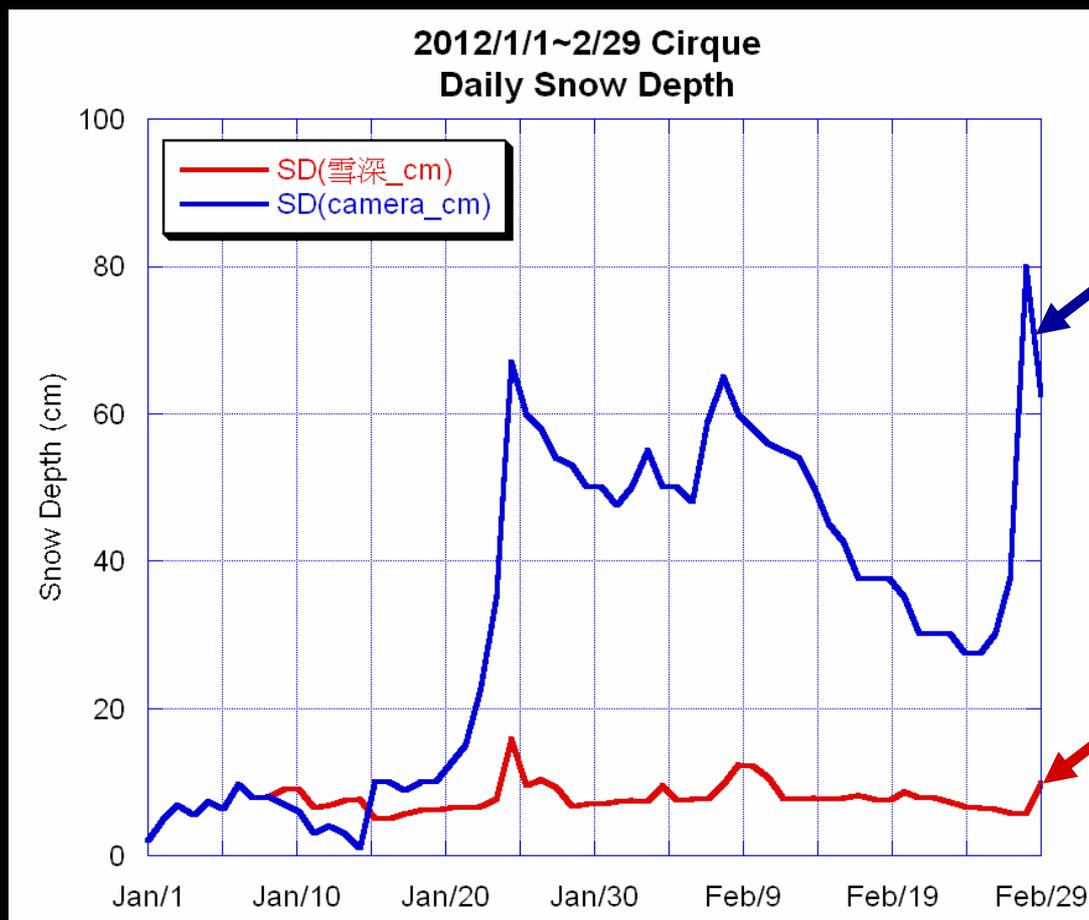


圖2.6 (a)雪山圈谷日累積雪深，紅線為SR50A去除雜訊後的累積值、藍線為目測雪尺刻度照片的積雪深度 (b)合歡山主峰架設雪尺和相機的相關位置。

雪山圈谷

2012/01/24 06:00~01/25 18:00



PC900 PROFESSIONAL

雪山黑森林

2012/02/27 06:00~02/28 18:00



RECONYA

合歡山主峰

2012/01/22 06:00~01/27 17:30



PC90HD COVERT PRO

RECONYA

Snow Day	Snow Fall	
	Cirque	Forest
2012/01/16	9cm	13cm
2012/01/20 ~ 01/25	57cm	15cm
2012/02/02 ~ 02/03	8cm	2cm
2012/02/07 ~ 02/08	17cm	6cm
2012/02/25~ 02/28	52.5cm	18cm
2012/03/12~ 03/14	8cm	4cm
Total Snow Amount	151.5 cm	58cm

表3.1 2012年1月至3月雪山圈谷站及黑森林站雪深尺所觀測到的降雪事件。

年際日平均溫度

雪山圈谷

vs.

雪山黑森林

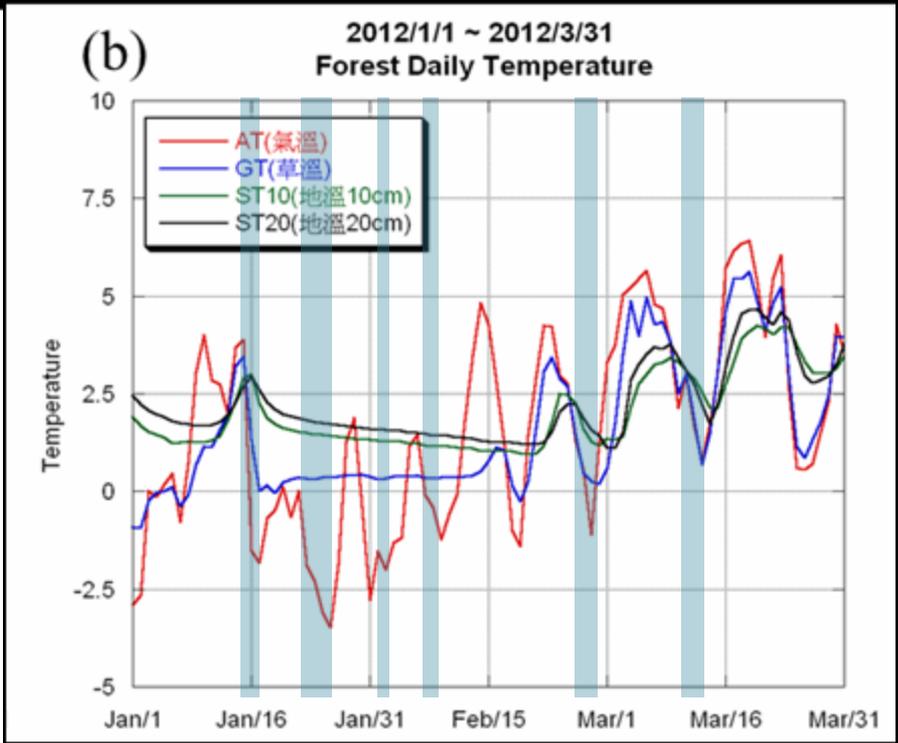
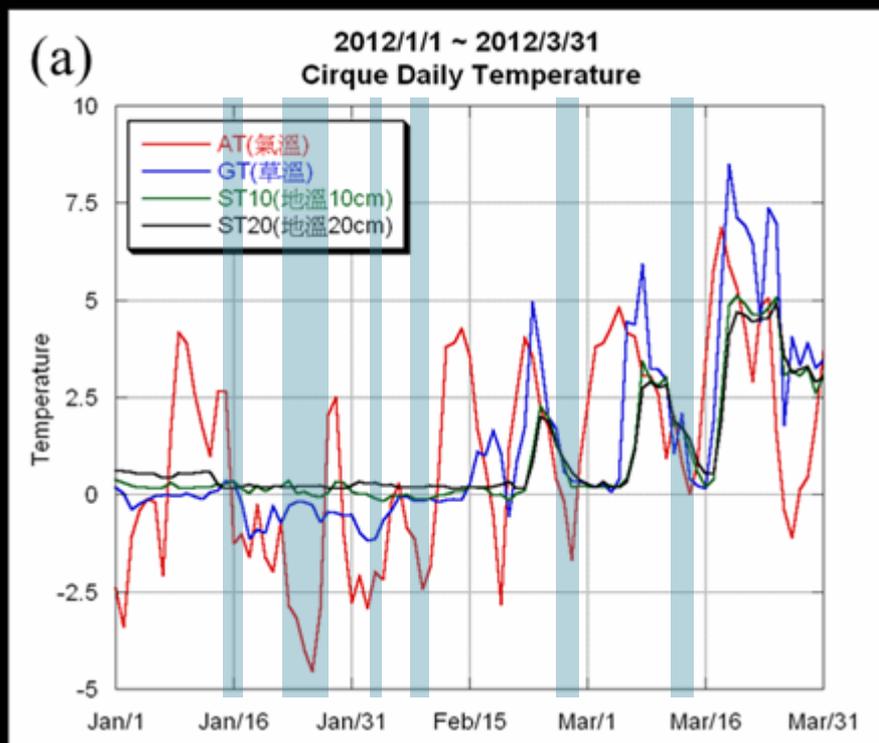


圖3.4 2012年1月1日至3月31日日平均氣溫、草溫、地溫(10cm、20cm) (a)雪山圈谷站(b)雪山黑森林站。

日平均土壤水含量

雪山圈谷

vs.

雪山黑森林

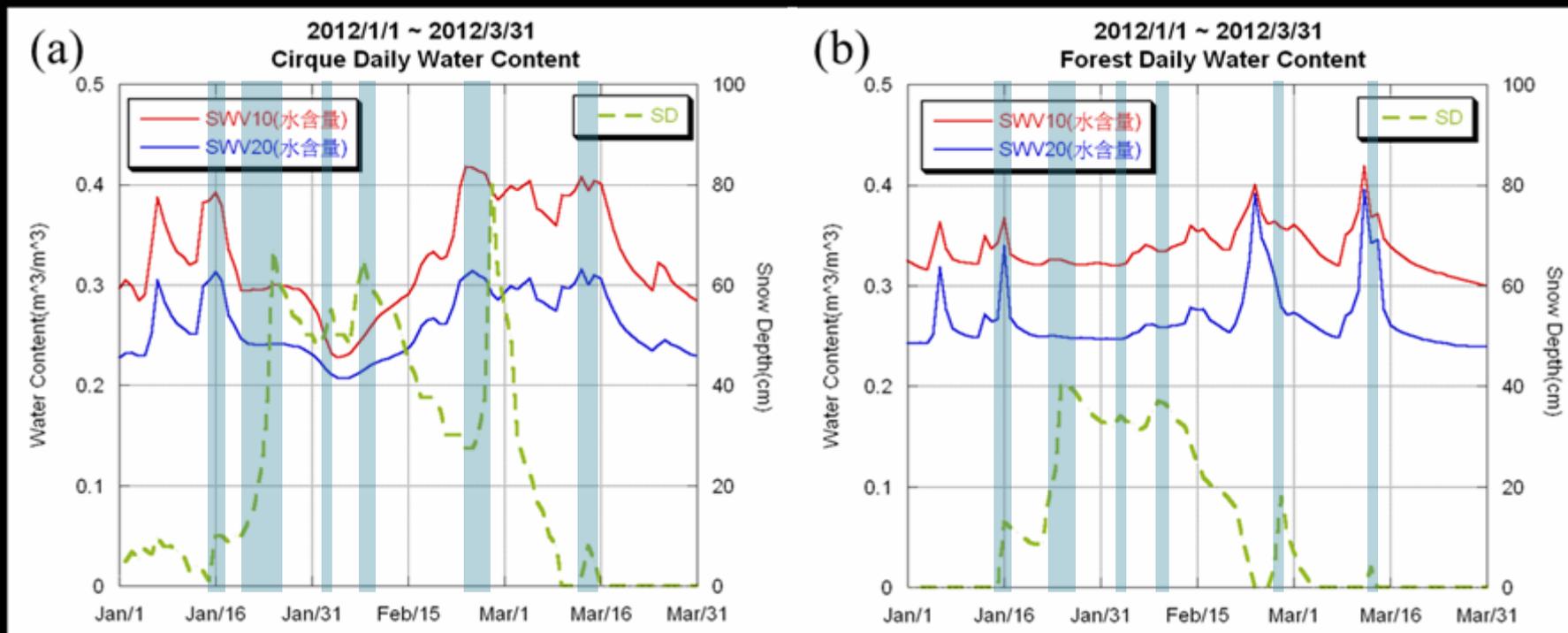


圖3.5 2012年1月1日至3月31日日平均土壤水含量、日平均積雪深 (a)雪山圈谷站(b)雪山黑森林站。

日平均積雪層熱通量

雪山圈谷

vs.

雪山黑森林

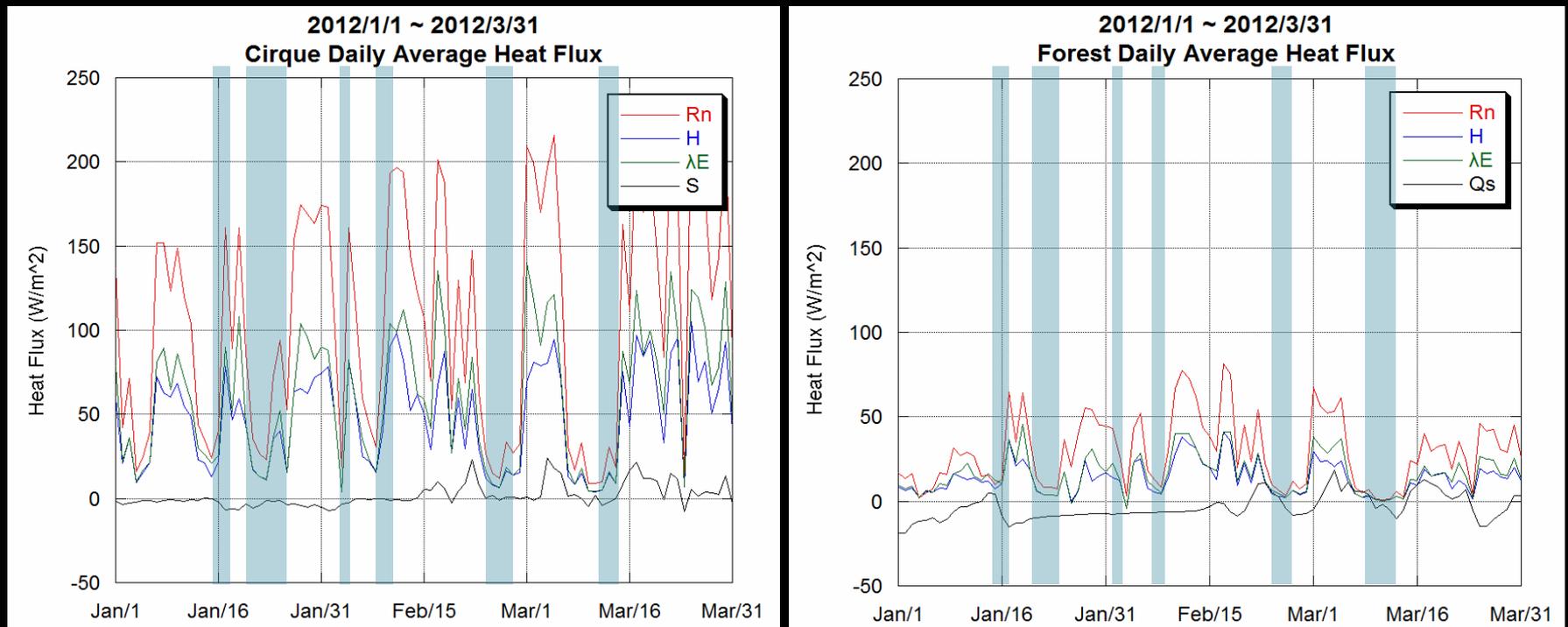


圖3.6 2012年1月1日至3月31日地表熱通量 (a)雪山圈谷站(b)雪山黑森林站。

2012/1/1 ~ 3/13 Snow Depth at Taiwan

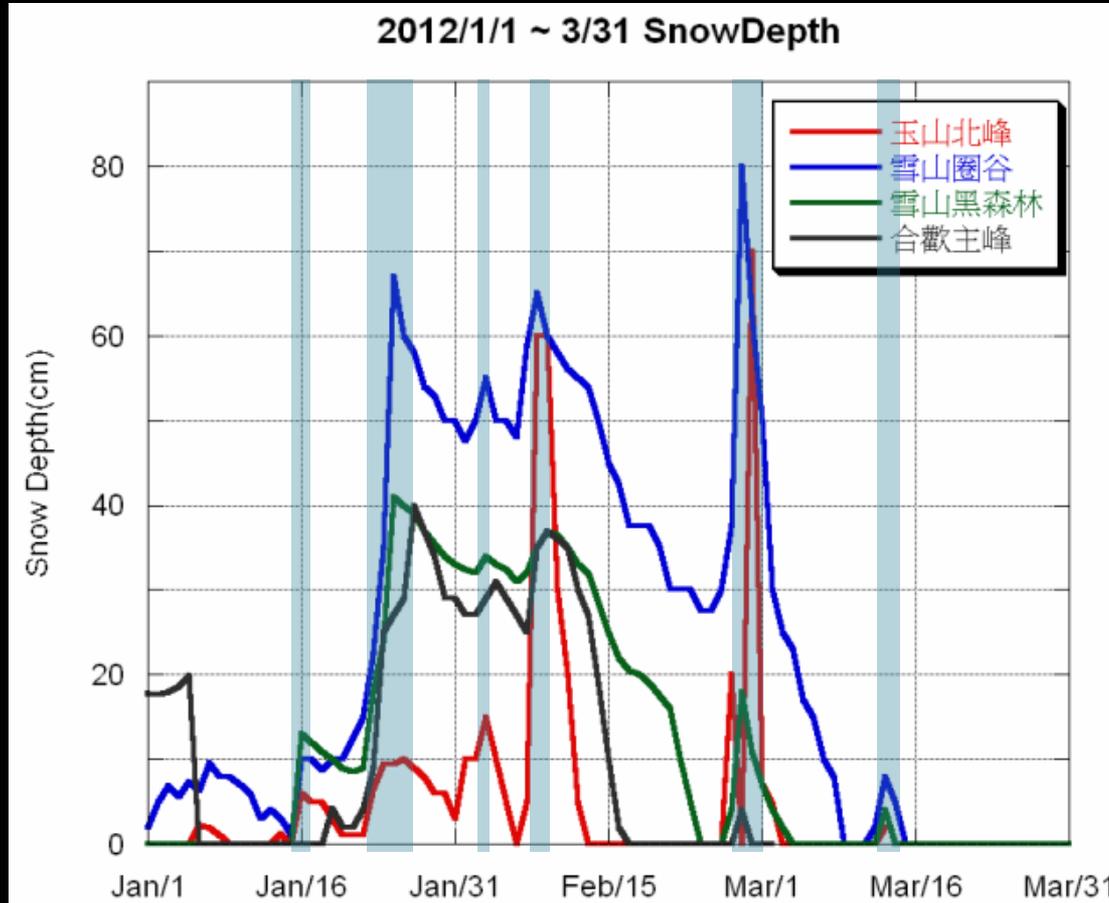


圖3.7 2012年1月1日至2012年3月31日四個測站的日平均積雪量。

衛星觀測資料分析



衛星影像處理

- MODIS, Snow Cover

$$NDSI = \frac{band4(0.55)}{band4(0.55)}$$

- SPOT,

$$NDWI = \frac{NIR\rho(0.86)}{NIR\rho(0.86)}$$

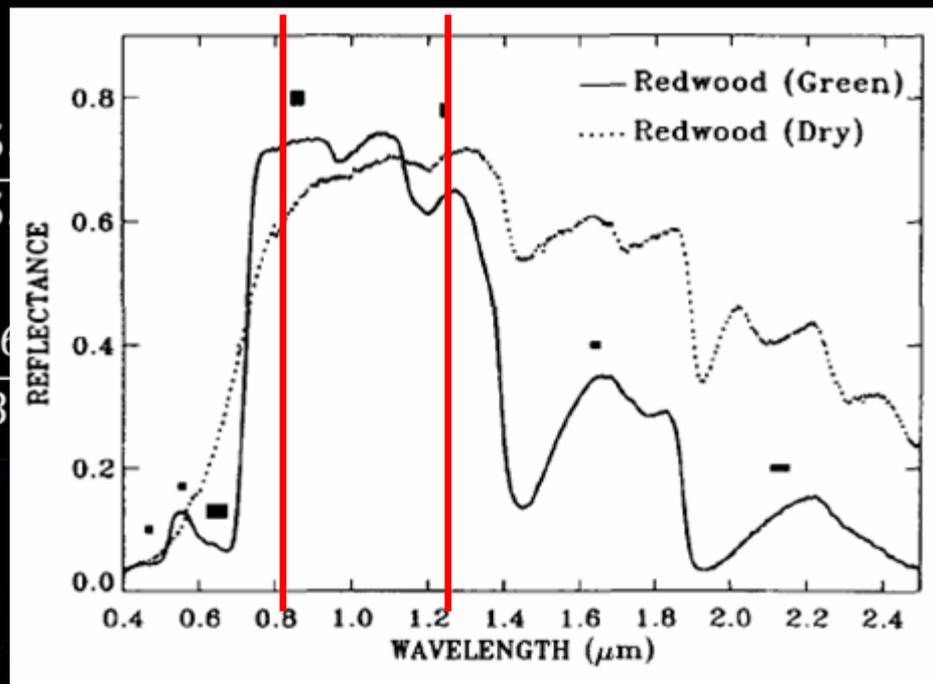
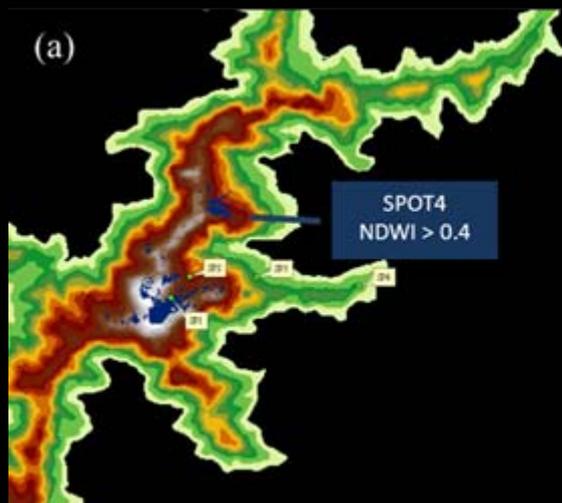


圖2.8 各波長對於含水率不同的紅木的反射率。

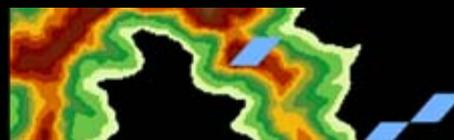


圖3.8 (a)2010年3月19日，SPOT4計算NDWI>0.4的區域 (b)2011年2月27日，深藍色為SPOT5計算NDWI>0.4的區域，淺藍色為MODIS的Snow Cover。

結論

- 雪對於熱通量、土壤水含量，是有效的阻隔層
- 降雪前：氣溫驟降，草溫及土溫仍隨氣溫振盪，土壤含水率開始下降
- 融雪時：草溫和地溫保持在融點攝氏零度附近
- 融雪後：陸氣間的交互作用恢復，大量的雪水注入土壤
- 森林遮蔽和土壤保溫回饋的作用
- 太陽輻射是地表積雪層總熱通量為主要的貢獻項

結論

- MODIS衛星：
森林遮蔽，對於台灣山區降雪空間分布嚴重低估
- SPOT衛星：
反演計算出NDWI，降雪分布的判讀結果相當理想

展望

- Satellite Imagine-
蒐集更多衛星影像資料，計算NDWI，進行積雪範圍臨界值的校驗
- Heat Flux-
利用綜合法(Bulk method)進行計算，和包文比能量平衡法(Bowen ratio energy balance method)比較兩種方式在臺灣地區的適用性

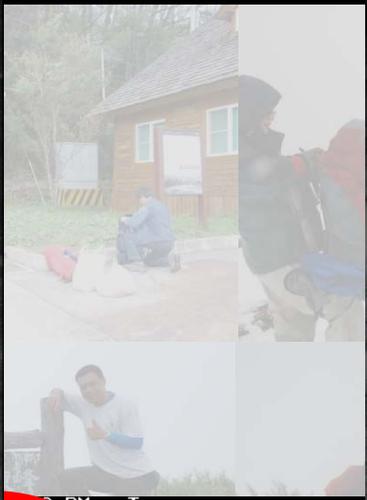


謝謝..

2010. 10. 07- 08 林博雄老師. 魏聰輝老師. 小Z. 卡蛙
2011. 02. 13- 15 芭樂. 蜀龍. 瀨頤
2011. 04. 07- 09 魏聰輝老師. 學長
2011. 05. 25- 27 Gnosis. Smallki. Kelly
2011. 07. 25- 27 Jimmy. Gnosis. Eartha
2011. 09. 28- 30 三王. CKPT. Ome
2011. 11. 28- 30 三王. 盧逸
2012. 01. 07- 09 魏聰輝老師. 大砲. 學姊. 饅頭
2012. 02. 27- 29 Jimmy. 三王
2012. 05. 04- 06 魏聰輝老師. 醫師. 饅頭. realshea. Smallki
2012. 07. 12- 15 榕方學姊. 沈黑喵. 盧心潔. 翁偉力

.....陸續增加中





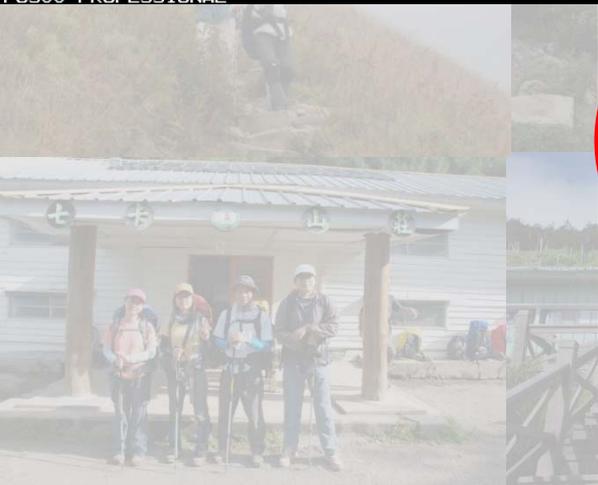
PC900 PROFESSIONAL

RECONYA

PM T

PC900 PROFESSIONAL

RECONYA



PC900 PROFESSIONAL

PC900 PROFESSIONAL

RECONYA



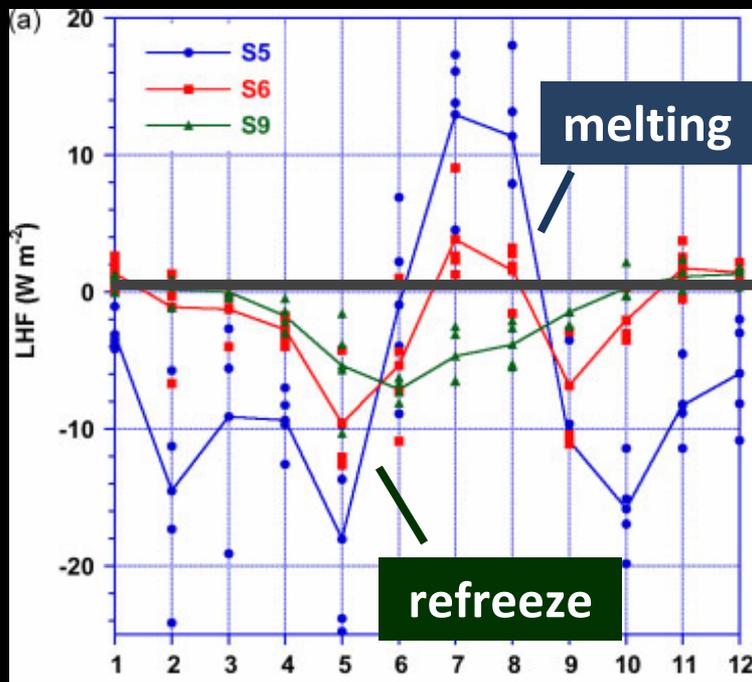
Thank you!



月平均熱通量

(M. V. D. Broeke, P. Smeets and J. Ettema, 2008)

Latent Heat Flux



Sensible Heat Flux

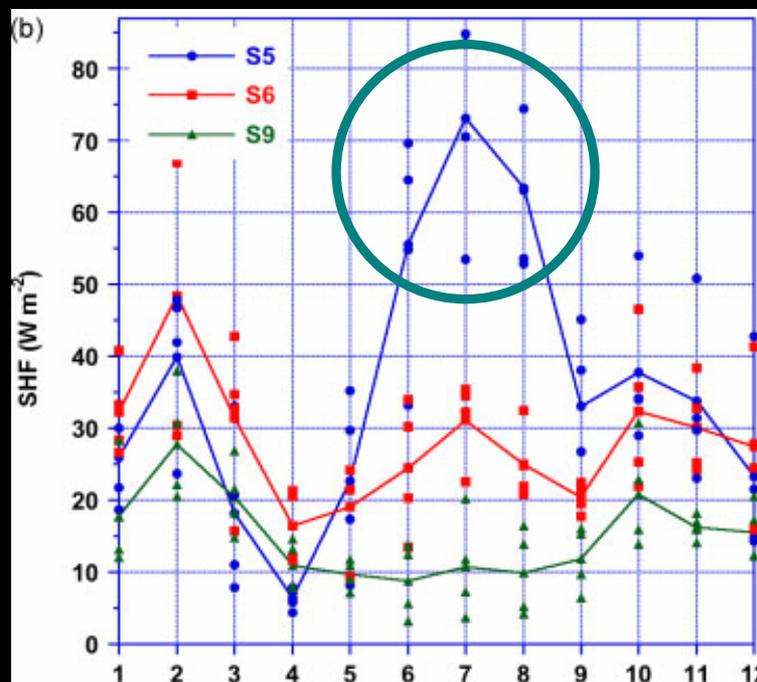


圖1.4 2003年至2007年月平均熱通量，藍線是S5測站，紅線為S6測站、綠線為S9測站(a)潛熱通量(b)可感熱通量。