

南海的表面氣象與上層海洋觀測浮球

Surface meteorology and upper ocean observing buoy in the SCS

詹智丞¹、林勝豐¹、唐存勇¹、黃華興²

¹台灣大學海洋研究所

²中央氣象局

摘要

1997年4月，在國家科學委員會的資助與美國海洋暨大氣總署的太平洋海域環境實驗室(Pacific Marine Environmental Laboratory/ National Oceanic and Atmospheric Administration, PMEL/NOAA)的協助下，我們在南海施放了一組海洋氣象表面觀測浮球(Automated Temperature Line Acquisition System, ATLAS)以便觀測海表面氣象資料與上層海洋溫鹽資料。浮球錨碇在東沙島西南方，水深約3800m處。觀測內容包括海表面的風場、相對濕度、日照輻射、降水量、海表面溫度、海表面鹽度、氣溫等氣象資料與上層海洋的10組溫度、3組鹽度和3組壓力資料。透過ARGOS衛星每天傳送日平均資料到岸上接收站，並且經由Internet提供給使用者。每分鐘記錄的高密度觀測資料則是暫時存在儀器內部的記憶體中，當研究船行經浮球時才就近摘錄。

除了少數儀器損壞外，ATLAS浮球所觀測的資料都可成功地傳回台大海研所。在西南季風開始盛行時，海洋上層的熱含量快速的上下變動。溫躍層加深以及混合層建立。季風轉型期過後的6月份，25m與50m的鹽度資料在前半個月呈現很好的相關，但是在下半個月則幾乎不相關，鹽度變化在0.5psu以上。雨量以夏季最多。Zita颱風期間，最大降水達到80mm/day。由於風向風速計損壞，無法得知東北季風開始時間，但是由上層海洋的變化可推斷應在10月底11月初之間。綜觀整個觀測期間，海洋是大氣的熱量來源。當颱風Victor和Zita通過浮球時，上層海洋的反應也各不相同，這可能與颱風路徑、強度和降雨量有關。

上述僅是SCSMEX計劃中的初步工作。在1998年4月密集關測期IOP(Intensive Observational Period)開始前，還有2個ATLAS浮球會布放完成，所觀測的資料有助於了解南海地區上層海洋的變化。由於ATLAS浮球的價格低廉和易於維護，建議考慮在我國固有領海南海裡設置一海表氣象與上層海洋的觀測網。

一、前言

海洋氣象表面觀測浮球(Automated Temperature Line Acquisition System, ATLAS)如圖1，為國際整合型計畫南海季風實驗(South China Sea Monsoon Experiment, SCSMEX)中海洋部份現場量測中的一環。該浮球可觀測包含海表面的風場、氣溫、雨量、相對濕度及日照輻射等氣象資料與上層海洋的溫鹽資料，且能透過ARGOS衛星系統，將每日觀測值傳回陸上，以利南海地區對季風的轉換與相對應的海洋上層熱含量變化之探討，並提供現場觀測資料予海洋環流模式研究學者參考使用。

ATLAS浮球是由美國海洋暨大氣總署的太平洋海域環境實驗室(Pacific Marine Environmental Laboratory/ National Oceanic and Atmospheric Administration, PMEL/NOAA)自行發展的海洋現場觀測儀器，在熱帶太平洋地區已成功執行十餘年的長期性觀測，對於赤道太平洋之海表面氣象與上層海洋資料收集助益甚大。ATLAS設計目的乃是在大洋區域有價格較低廉且長期觀測的海表面

及上層海洋的觀測點，該浮球裝設有氣象與水文的儀器，配合觀測ARGOS衛星建立即時的觀測系統。設計之初乃用於赤道太平洋地區，以提供恩索/聖嬰-南方振盪事件(El Niño / Southern Oscillation, ENSO)的偵測、了解與預報所需之現場資料(Hayes *et al.*, 1991)。

在SCSMEX計畫與國家科學委員會的資助下，將ATLAS浮球佈放於南海地區，對於南海地區海盆內的資料收集有很大的幫助。對季風的轉換與相對應的海洋上層熱含量變化即時的描述及確證，以及對了解季風作用下物理機制與海氣交互反應的過程多所助益；而實測資料亦可提供訊息，以改進模式使用者對季風的演變與肇始作更佳化的探討與預報。於1997年四月在南海地區位於115°36'E、18°06'N(站名SCS-1，水深3800m)，也就是在南海北部、海盆中央偏北海域，東沙島西南方約300km處佈放第一組ATLAS浮球，測站地理位置如圖2所示。這是ATLAS浮球首次佈放於緯度高於赤道地帶，且颱風經常侵襲的地區，但SCS-1 ATLAS已安然渡過Victor、Zita兩個輕度颱風的

侵襲，並收集到颱風期間，珍貴的海上觀測資料；目前除少數儀器的故障無資料外，大部分儀器皆每日傳回資料，達到當初對南海海域的近乎即時觀測的目的。

二、儀器與資料收集情形

SCS-1 ATLAS 浮球在水面上備有風向風速計、雨量計、氣溫計、相對濕度計及短波日照輻射儀等氣象儀器，除雨量計每分鐘記錄一筆與短波日照輻射儀每兩分鐘記錄一筆外，其餘氣象儀器皆每十分鐘記錄一筆；各氣象儀器裝置於浮球水面上約 3m 高的平台上，觀測訊息經電纜連至平台中心的主導管(Data logger and Transmitter)內儲存成高密度(High resolution)資料；而在 500m 水深以上的上層海洋有深度 1m、25m、50m、75m、100m、125m、150m、200m、250m、300m、500m 十一組溫度計，深度 1m、25m、50m、100m 四組導電度計及 250m、300m、500m 三組壓力計以收集水文資料，其每十分鐘一筆的高密度資料則記錄於水文儀器本身內部之記憶體；各水文儀器依深度附著於錨碇鋼纜上，而鋼纜再與上方的表面浮球連接，利用電磁感應的方式將每四小時平均之水文資料上傳至浮球平台上的主導管之資料暫存區(Milburn et al., 1996)。上層 500m 以下則利用具伸縮性的編織尼龍繩連結錨碇重塊，使整串錨碇系統能儘可接近垂直狀態(尤其是上層 500m 之鋼纜)。

每日觀測資料的收集，由浮球主導管內的暫存區資料在 ARGOS 衛星通過時，經衛星傳達至 PMEL/NOAA，再經過濾定、品管及計算平均等資料的處理程序後，由網際網路傳至台大海洋所，以獲得每天的風場、相對濕度、溫度及壓力的日平均資料，作近乎即時的南海監測。另外每星期再由 PMEL/NOAA 將雨量、導電度、短波輻射等校正後的資料 FTP 至台大海洋所。由於該錨碇預計持續觀測至 2000 年，可對南海地區氣象、海況作長時間的監測。目前台灣學術同仁可利用國科會南海季風實驗整合計畫資料庫的網路網站(<http://duck2.oc.ntu.edu.tw/scsmex/>)，免費取得 SCS-1 ATLAS 所觀測得的資料。至於高密度的觀測資料，氣象方面須待研究船經過該測站時，由主導管之連接埠擷錄下來；水文資料則由於記錄在水面下各水文儀器內，須待整組 ATLAS 浮球回收後，方能讀取每十分鐘的高密度資料。

SCS-1 ATLAS 自 1997 年四月下旬海研一號成功佈放後，因短波日照輻射儀自美國運送至台灣的过程中，發生故障而未予以裝設外，其餘儀器均按原先設計安裝於 ATLAS 浮球上。在佈放完成的初期，除水下 1m 電導度計於安置後觀測不正常外，其餘資料收集的情況良好，並能作即時性觀測。但隨著觀測時間的增長，在 1997 年六月風向風速計與 100m 導電度計也陸續的發生故障，所幸爾後儀器便沒有任何問題發生；而短波日照輻射儀在 1997 年十月底也已成功架設；原本憂心颱風所造成表面觀測浮球的傷害的問題，在經歷八月初 Victor 與八月底 Zita 颱風的侵襲下，浮球仍然持續的維持正常的氣象與水文資料之監測與收集。另海

面氣象的高密度資料，已於 1997 年六月順利完成第一次的擷取。

三、觀測結果

根據目前所觀測得的資料：由海表面風速的資料顯示出東北季風在四月底減弱，此時風向風速開始變化，五月份出現東南風，至六月份方興起西南風，之後風速儀便損壞而缺乏直接量測的資料(圖 3a)。但由根據四至六月的 ATLAS 之風速風向資料與東沙島的風場相比較，發現兩地之風場變化相當一致(圖 3b)，應可暫時使用東沙島的風場資料來取代所缺乏的 ATLAS 風場資料。對應在風向風速的改變上，四、五月上層海洋的熱含量快速的驟升，表層 100m 以上的水溫上升約 2~4 °C 度(圖 4)。混合層自五月份迅速築構後，從六月至十二月底一直維持著。其中除兩次颱風經過時水溫稍微下降外，從六月到十月該層均呈現高溫現象(約 28 °C 以上)。自十月底起混合層水溫雖然逐漸變低，但厚度則逐漸變深。至於迄今整個觀測期間內水面 100m 下之水溫的變化有兩次高低的轉變，第一次高溫時期出現於六、七月間，第二次出現於十一、十二月間。另外，海表溫度(Sea Surface Temperature, SST)在大部分的時間均略高於海面氣溫，以顯熱的觀念呈現熱是自海水傳至大氣，換言之海洋乃為大氣中熱量的提供者。這種溫度的差距一般情況小於 1 °C，但在十一月底開始增加，這或許是東北季風增強所攜帶北方冷空氣所致。

鹽度在水深 100m 處四至六月間的觀測值約為 34.6psu，無明顯的變化，但於六月中旬後便發生故障，而不再有量測資料出現(圖 5)。另兩個 25m 與 50m 鹽度測量則自佈放迄今均量測正常；當水溫在五月增加時，鹽度在 25m 與 50m 的水深有約 0.6psu 的下降值，此期間並沒有明顯降雨的出現(圖 6)，此種鹽度的大降應為海洋環流中水平方向的平流所引起。在八月中，25m 鹽度降低，50m 則上升，垂直方向鹽度梯度在九、十月變得較大，相對於降雨量的變化，這應是由於八、九兩月降雨量較大所致；當十一月初 50m 鹽度驟降時，這種垂直方向鹽度梯度才逐漸消失，但此時混合層深度加深，這種趨勢乃顯示出是因東北季風的增強所導致。

在八月初與末，各有 Victor、Zita 兩颱風經過表面浮球，但並沒有造成浮球的損害；於 Victor 颱風經過時，浮球繫纜被斜向拉伸，造成 500m 處的壓力 Sensor 顯示出有垂直方向曾抬升離平均深度達 10m 左右(圖 7)。此時氣溫急降，且混合層混合現象加強，造成 SST 與 25m、50m 之水溫與鹽度分別下降或上升，而趨向一致。由於 Zita 颱風較小，所造成浮球抬升的高度較小，且混合層深度亦沒有明顯增加。Zita 颱風對於次表層海水(50m)影響很小，卻有較大的降雨，致使 25m 鹽度的下降。相對溼度的變化除兩次颱風期間外，呈現夏季相對溼度較低，冬季較高的現象(圖 8)。而短波日照輻射儀在 1997 年十月底方才架設，其值在 200~400 W/m² 之間，故不能窺知夏、冬兩季間的變化(圖 9)。

及未發生的自然現象作預報。

四、未來工作

SCS-1 ATLAS 架構於南海季風實驗 SCSMEX 中，1998 年四月 SCSMEX 的密集觀測期 IOP (Intensive Observational Period) 將要開始，除維持南海有的 SCS-1，在南海地區再增加兩組完全的 ATLAS (於 SCS-1 至南沙太平島間) 與一組僅觀測海表氣象的半組 ATLAS (東沙島旁)。屆時將形成的觀測網，對於南海地區做長時間持續性的觀測，該地區就有更完整的水文與氣象等資料的時間序列變化，對於了解南海地區大氣環流、海洋環流、熱力場、溫鹽結構等時空演化的特徵，及南海地區在季風的作用下物理機制與海氣交互反應的過程多所助益；而實測資料的直接證據將對於模式的改進

五、參考文獻

- Hayes, S. P., L. J. Mangum, and J. Picaut 1991: "TOGA-TAO: A Moored Array for Real-time Measurements in the Tropical Pacific Ocean", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 72, No.3, P.339-347.
- Milburn, H. B., P. D. McLain, and C. Meinig 1996: "ATLAS Buoy – Reengineered for the Next Decade" *Proceedings of the IEEE / MTS Oceans '96 Conference*.

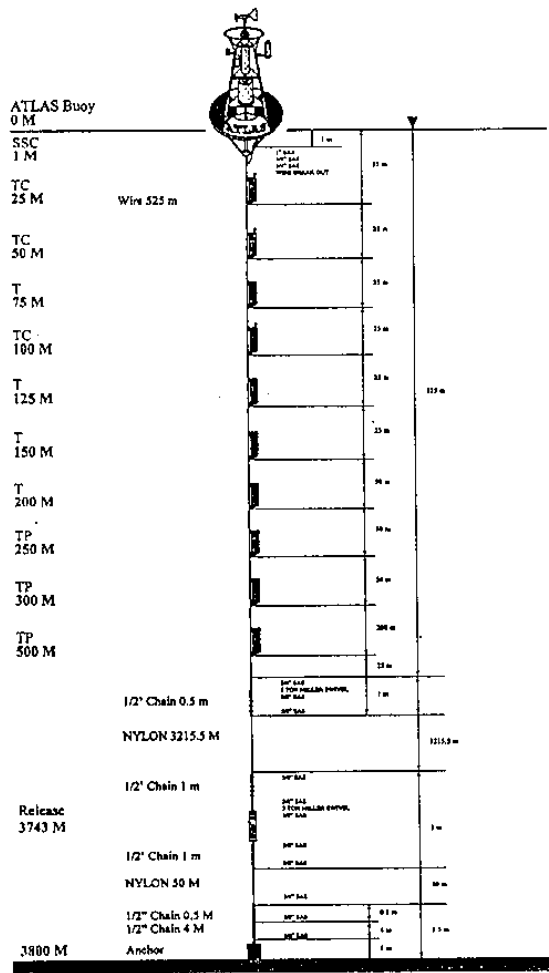


圖 1：SCS-1 ATLAS 錨碇設計圖

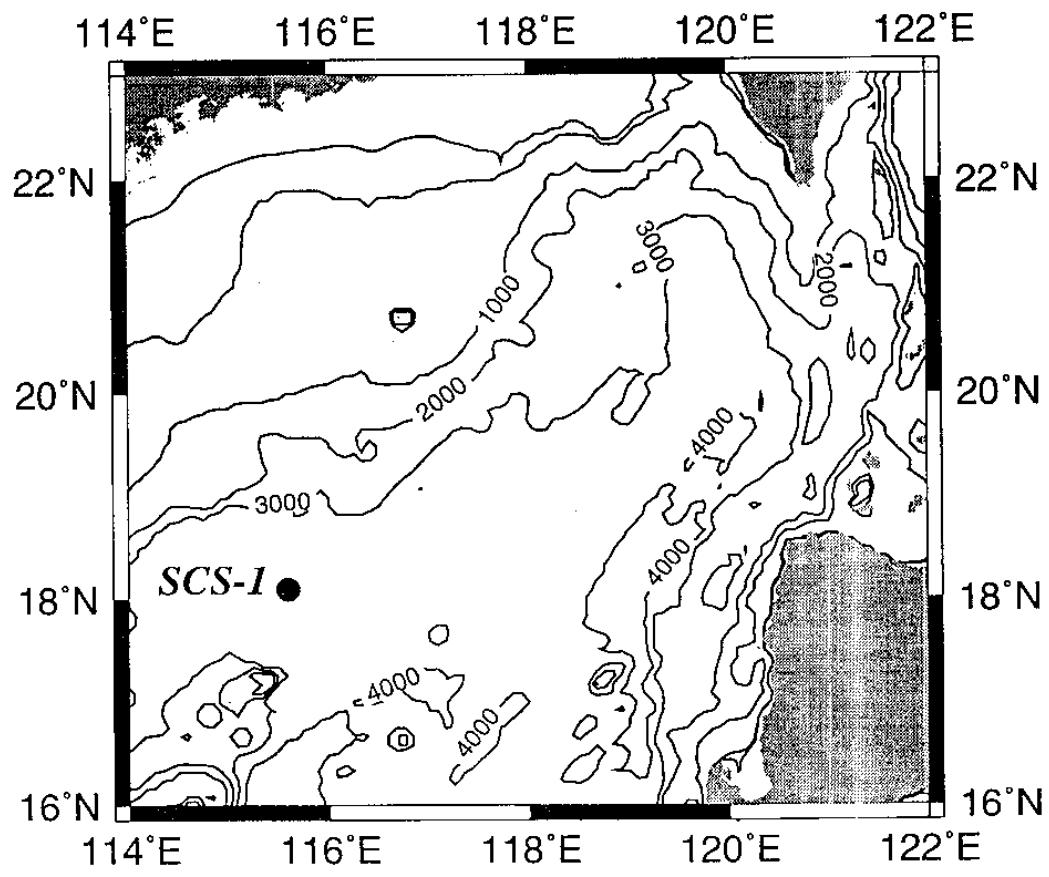
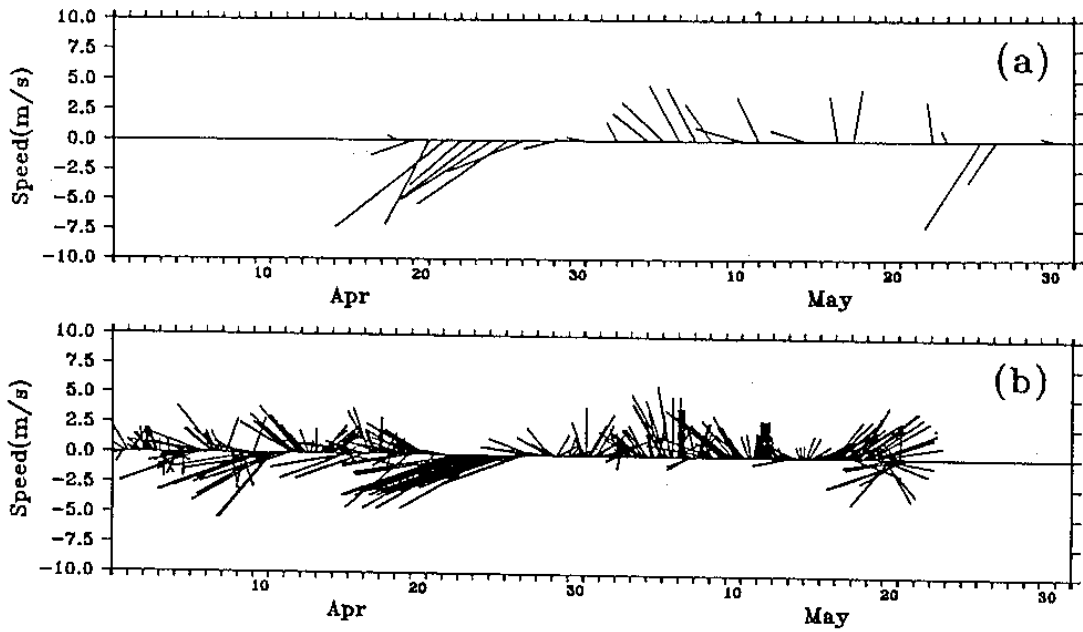


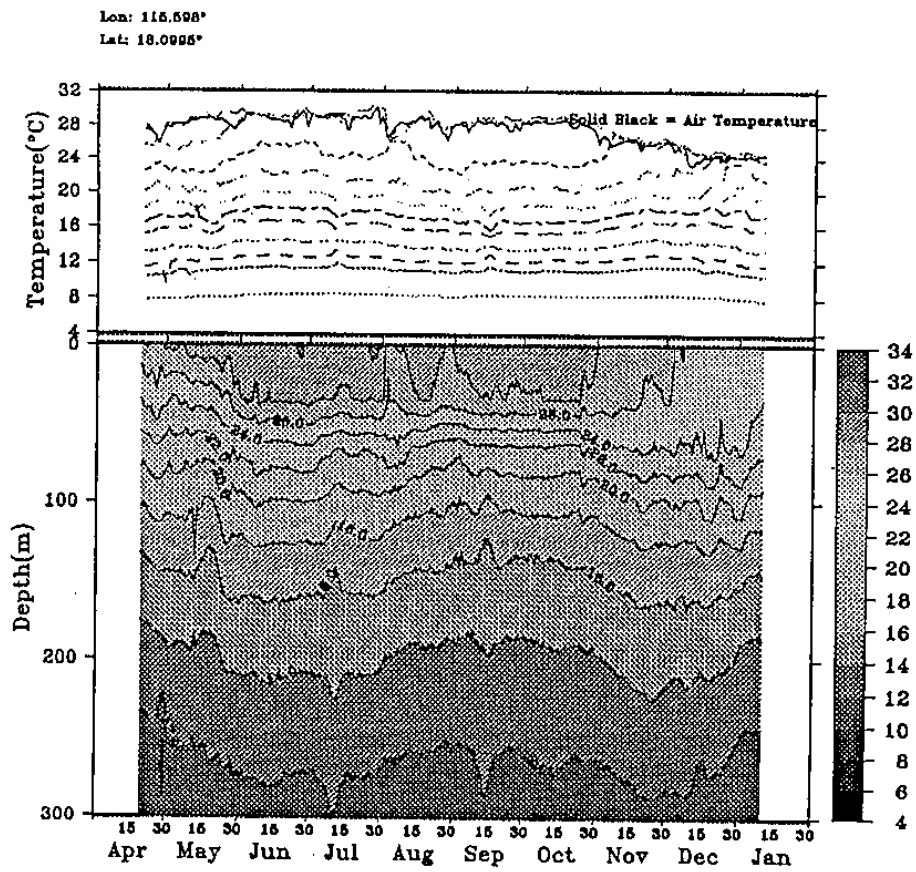
圖 2：SCS-1 ATLAS 錨碇位置圖

Lon: 115.598°
Lat: 18.0995°



1997

圖3a:SCS-1 ATLAS風場資料
圖3b:東沙島風場資料



1997

圖4:SCS-1 ATLAS上層300m水溫資料

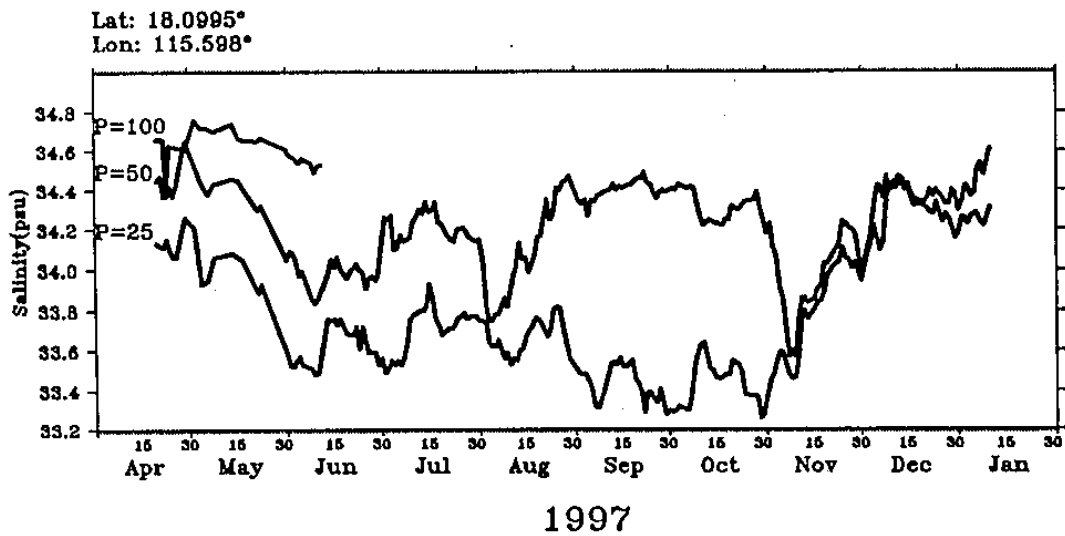


圖5:SCS-1 ATLAS 鹽度資料

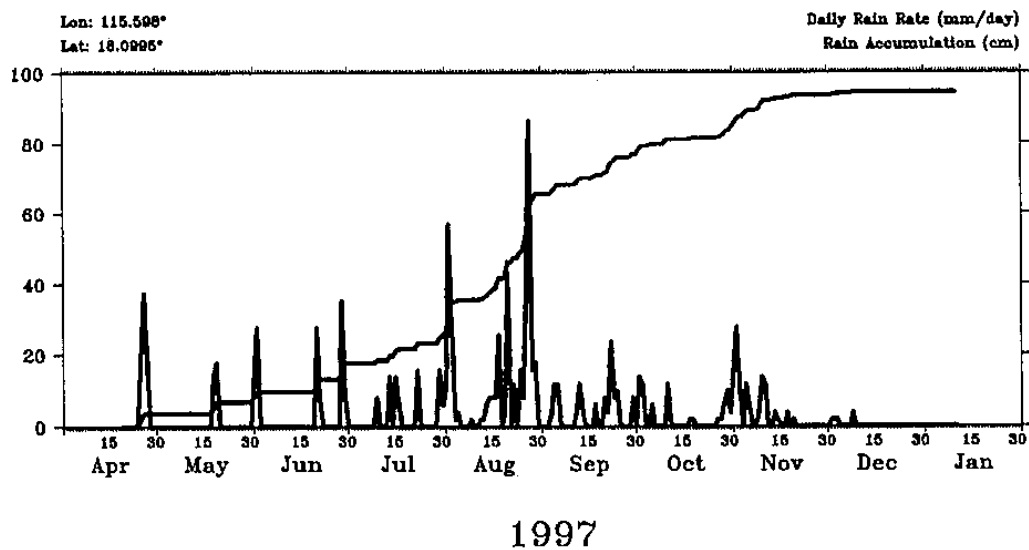


圖6:SCS-1 ATLAS雨量資料

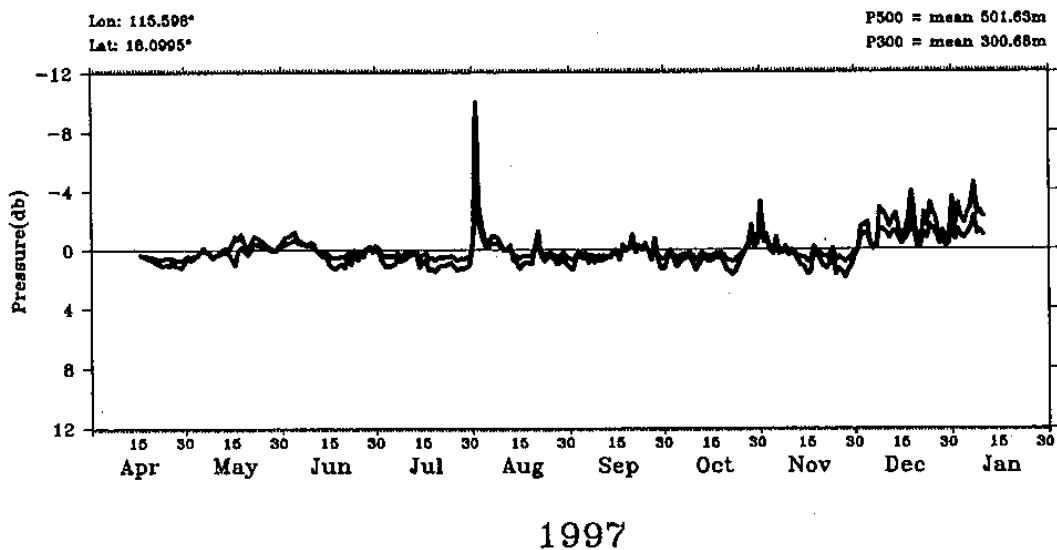


圖7:SCS-1 ATLAS壓力異常值