

# 即時加速度型地震觀測網之 波相到時自動檢拾系統

吳逸民

中央氣象局地震測報中心

國立中央大學地球物理研究所

陳承俊 鍾仁光

中央氣象局地震測報中心

辛在勤

中央氣象局

## 摘要

本文以STA/LTA波相到時自動檢拾之技術應用在加速度型地震資料，分析了85個地震共1728筆加速度資料。其中以人工檢拾的P波中約有49%可以由電腦自動檢拾出來，S波的自動檢拾率則只有21%。自動與人工檢拾的時間差，P波一般約在±0.25秒的範圍，而S波則在±0.5秒以內。自動定位及人工定位在深度上的平均差異為4.2公里，震央的平均差異為6.5公里。自動及人工定位所產生的震源差異與測站分布空餘夾角(GAP)呈指數型態的正相關，然而GAP小於200度時差異可控制在15公里以下。淺部地殼的構造複雜是造成淺源地震有較大的震源深度差異的原因。

關鍵詞：波相到時自動檢拾、測站分布空餘夾角、地震自動定位及即時加速度型地震觀測網

## 一、前言

中央氣象局執行強地動觀測計畫(辛在勤，1993)已在臺灣地區廣設高解析度之強震儀。計畫中有一部分工作是充分利用傳輸短週期地震訊號所剩的傳輸頻寬，將即時地震站之強震儀訊號以即時方式傳回地震測報中心，並於1995年據此建立了有感地震的自動觀測網(吳逸民等，1996; Shin et al, 1996; Lee et al, 1996; Teng et al, 1997)。在1996年間，陸續連結數個消息傳遞媒介，進而建立一個地震資訊快速發布系統(Taiwan Rapid Earthquake Information Release System; TREIRS)(吳逸民等，1997a)，本系統目前包含51個測站(圖1)。TREIRS上線運作的第一年共自動發布了50個有感地震(Wu et al, 1997a; 1997b)，有效縮短了地震發布的時間，而結果經過評估也能符合地震測報之要求(吳逸民等，1997b)。TREIRS的建立關鍵，在硬體上為能將強震訊號即時傳回，在軟體上為地震的自動觀測作業，而地震自動觀測作業之癥結在於波相到時之自動檢拾。因此，本文將介紹TREIRS的波相到時自動檢

拾系統之流程及其成果，以分享我們的工作經驗。

P&S波相自動檢拾的技術已發展多年(如：Stewart, 1997; Allen, 1978; 1982; McEvilly and Majer, 1982; Cichowicz, 1993)，一般波相自動檢拾的方法都應用在短週期速度型的資料，較少使用於加速度紀錄上，TREIRS運用即時的加速度訊號從事波相到時自動檢拾及自動地震定位是目前世界上少數先進的系統。地動訊號因儀器型態的不同而表現出不同的特性，短週期速度型儀器是為了能觀測較小的地震，採用高的放大倍率，因此一般記錄之P波初動較為明顯，但對於地動稍大的訊號，常因超過最大記錄範圍而造成波型紀錄滿格的現象，不利於S波的檢拾；相反地，加速度型儀器則專為記錄強震訊號而設計，不但可記錄完整的強地動波形，並可排除前者於S波的檢拾上所遭遇的問題，但這也使得所記錄的P波初動不若速度型訊號能明顯(圖2)。雖然如此，傳統的STA/LTA波相自動檢拾方法，仍然適用於加速度記錄上。本文所用的波相自動檢拾方法類

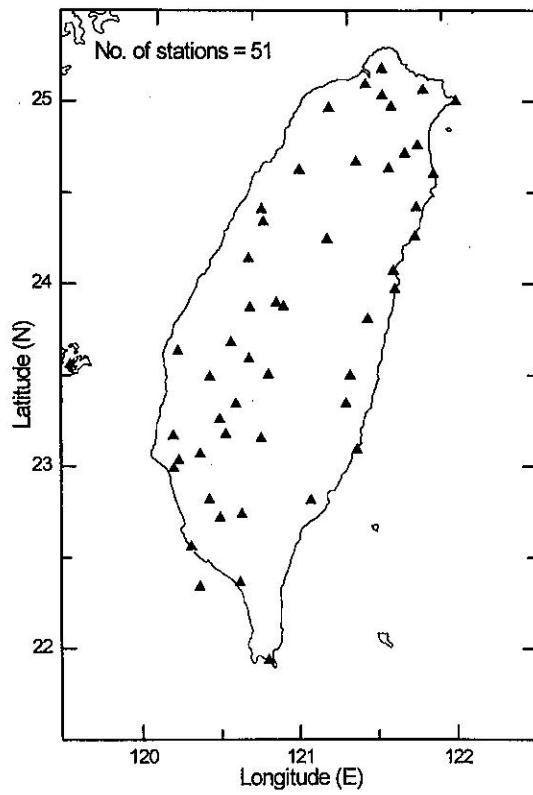


圖 1. 台灣地震資訊快速發布系統51個測站分布圖。

Fig. 1. The location of 51 stations of the Taiwan Rapid Earthquake Information Release System (TREIRS).

似於Allen(1978; 1982)及McEvilly and Major(1982)所提出的方法，這種流程計算簡易，而且費時短，因此極適合應用於地震快速反應系統(Earthquake Rapid Response System)。

## 二、P & S波相到時之自動檢拾

即時加速度型地震觀測網傳回觀測中心的資料為3軸向、16位元、每秒50點的加速度訊號，最大記錄範圍為±2g。我們從垂直向的訊號檢拾P波到時，再從兩個水平向的訊號檢拾S波到時。基本上，檢拾P波及S波到時的方法相同，只是在特徵函數(Characteristic Function; CF)的計算及參數的設定上有所不同而已。圖3所示為自動檢拾之流程圖，其步驟為先設定系統參數及計算初始短時間平均值(Short Time Average; STA)及長時間平均值

(Long Time Average; LTA)，然後開始檢拾波相到時，每當下一個取樣資料進來後，依序計算CF、STA與LTA，再求取STA/LTA之比值。若STA/LTA比值小於波相到時門檻(Phase Arrival Threshold; PAT)，則先設定此點為波相到時；若否，則進行下一步驟：接下來比較STA/LTA比值是否超過波相觸發門檻(Phase Trigger Threshold; PTT)，若未達波相觸發門檻，則回頭檢視下一筆資料，若達波相觸發門檻，則將最新指定的波相到時點，指定為波相到時；到時求得後開始計算此到時之檢拾品質(Picking Quality; PQ)，並確認是否為雜訊觸發(false trigger)，若為雜訊觸發則移除此到時，若非雜訊觸發，則儲存此檢拾結果，結束檢拾流程。檢拾P波到時所採用的特徵函數為：

$$CF_p = X_k^2 + (X_k - X_{k-1})^2$$

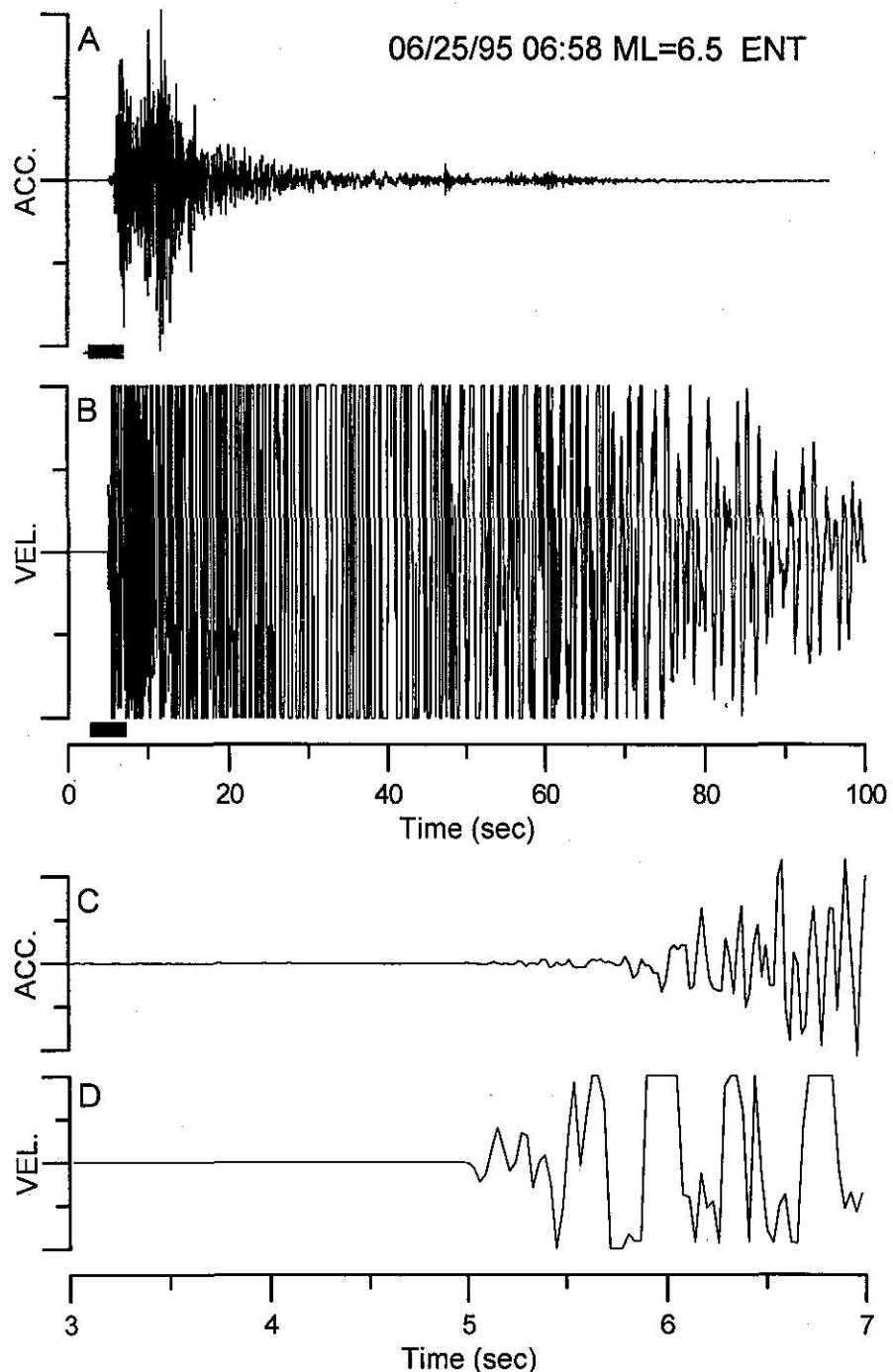


圖 2. 兩種型態的地震紀錄(A)加速度型，(B)速度型，(C)加速度型紀錄的P波起始部分，(D)速度型紀錄的P波起始部分。

Fig. 2. Two types of seismograms of (A) acceleration and (B) velocity. P-waves indicated by the black bars in the upper two seismogram (A) and (B) are expanded and showed in (C) and (D), respectively.

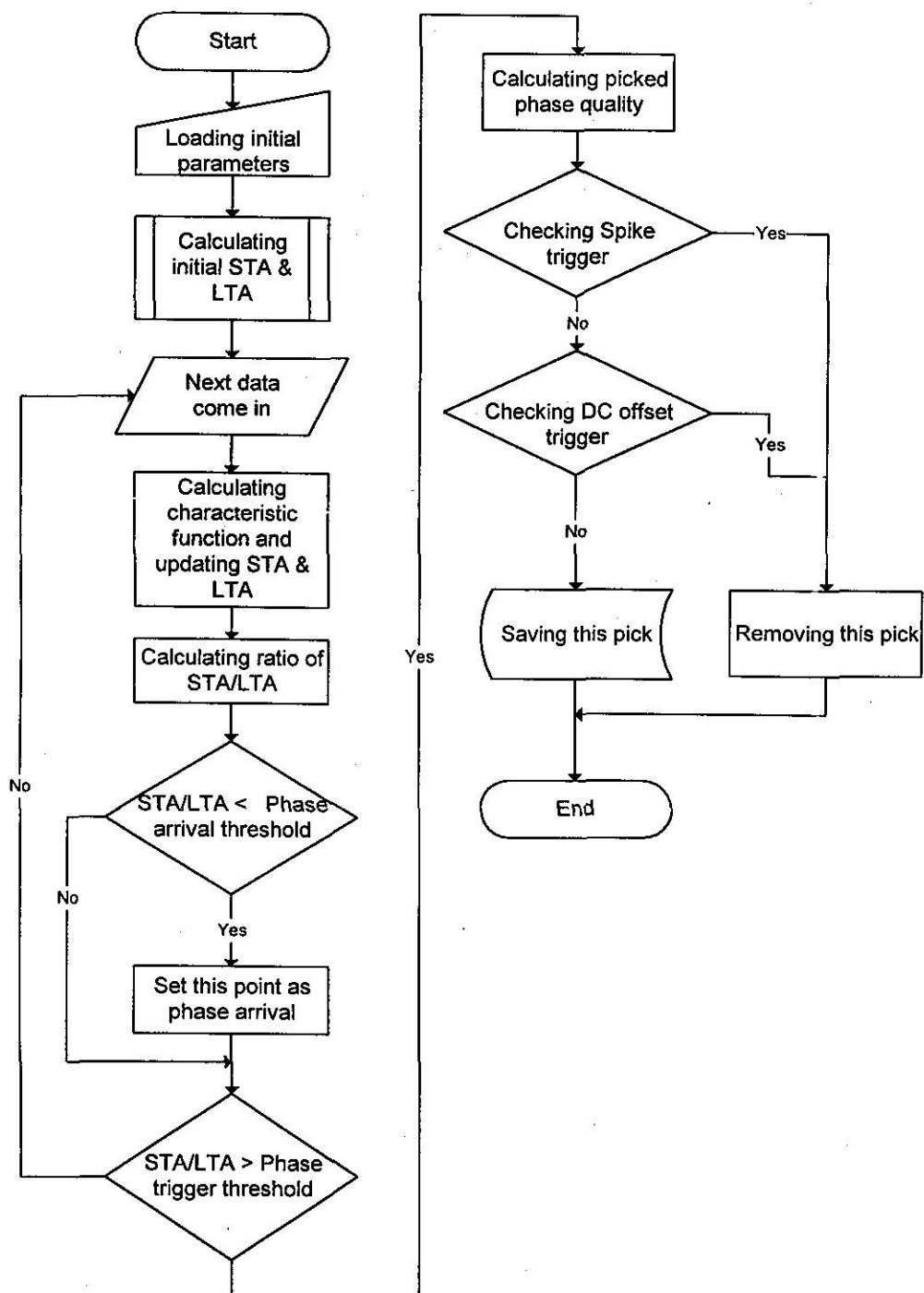


圖 3. 自動檢拾程式的流程圖。

Fig. 3. The flow chart of auto-picking program.

$CF_p$ ：第k點的特徵值

$X_k$ ：第k點垂直向的加速度振幅

$X_{k-1}$ ：第k-1點垂直向的加速度振幅

這種特徵函數是目前常被使用的一種，我們也嘗試不同的特徵函數，但仍以這種效果較佳。而於檢拾S波到時所採用的特徵函數為：

$$CF_s = X_{n_k}^2 + X_{e_k}^2 + (X_{n_k} - X_{n_{k-1}})^2 + (X_{e_k} - X_{e_{k-1}})^2$$

$CF_s$ ：第k點的特徵值

$X_{n_k}$ ：第k點南北向的加速度振幅

$X_{n_{k-1}}$ ：第k-1點南北向的加速度振幅

$X_{e_k}$ ：第k點東西向的加速度振幅

$X_{e_{k-1}}$ ：第k-1點東西向的加速度振幅

檢拾過程中所使用的參數設定列於表1，這些參數是經過嘗試錯誤後所得，適合我們目前的系統，若要運用於其它的系統則須做微幅調整。至於檢拾品質之制定，P波之檢拾品質分別取P波到時後1秒與前1秒垂直向振幅平方和的比值；而S波之檢拾品質則為分別取S波到時後1秒與前1秒兩水平向振幅平方和的比值。

表 1. 自動波相檢拾的設定參數。

Table 1. Setup parameters of automatic phase picker.

	P wave	S wave
STA	0.4 sec	0.5 sec
LTA	40.0 sec	3.0 sec
PAT	1.25	1.25
PTT	2.85	3.0

此系統所記錄的訊號為經電信專線傳回的數位化強震資料，16位元的解析度，在最大記錄範圍為 $\pm 2g$ 的情形下，雖然一般的背景雜訊(background noise)都在10個單位(count)以下，但是偶有出現傳輸品質不良所產生的非地動雜訊(圖4)，依其持續之時間長短可將雜訊分為兩種型態：(1)短時間傳輸不良的雜訊，如spike狀，本文將之稱為尖峰信號(spike noise)(圖4A)；(2)較長時間傳輸中斷的雜訊則稱為直流電位準偏移(DC offset noise)，因其現象會造成直流電位準偏移(DC offset)(圖4B)。這兩種雜訊在自動檢拾過程中都會造成誤判，但是可以由其

特性之差異加以排除。尖峰信號因其持續時間較短，可藉由比較觸發後1~2秒與前1秒之平均振幅之比值來加以確認，若是尖峰信號觸發，則此比值會接近於1；若為地震訊號觸發，則不管是P或S波的訊號在觸發後會有較大的振幅進來，而此比值通常都會大於2以上。對於直流電位準偏移所造成的觸發，可以檢查下列兩項來加以確認：(1)比較觸發前1~2秒與後1秒之基準線(base line)，直流電位準偏移觸發後基準線會有大幅的偏移，若為地震則無此現象，因此可以區分出來；(2)比較觸發後1秒內振幅的變化量，直流電位準偏移一般為較長時間的傳輸中斷所引起，因此並無振幅之變化量，可以容易的加以區分。在我們的作業過程中，若有偵測到這類之雜訊觸發，即放棄此站的資料，因為在出現此類雜訊的情況下，若再繼續進行波相檢拾，除了造成地震定位的困擾之外，也會造成定位規模及計算震度的偏差。

### 三、資料與結果

本研究使用了85筆地震資料(附錄1)，為1995至1996年即時加速度型地震觀測網中，以波相自動檢拾的方法可取得6個測站以上之到時的地震，也是這兩年來台灣地區主要的有感地震。85筆地震中共有1728個測站的紀錄，人工可檢拾出的P波到時資料有1623筆，S波到時有1387筆。以電腦自動檢拾的P波到時資料有801筆，S波到時有292筆。以人工檢拾的P波資料中約有49%可為電腦自動選取，S波則只有21%。圖5所示為自動檢拾到時減去人工檢拾到時的時間差與檢拾品質之對應圖，一般而言，檢拾品質越大則到時誤差越小。801筆自動檢拾之P波時間誤差其平均值為0.10秒，標準偏差為0.23秒；292筆自動檢拾之S波時間誤差其平均值為0.05秒，標準偏差為0.47秒。就這些資料可知，自動檢拾的到時較人工所檢拾的時間稍微晚一些，而自動與人工檢拾的時間差，P波一般都在 $\pm 0.25$ 秒，而S波則在 $\pm 0.5$ 秒以內。

當運用於地震定位時，本文將自動檢拾的到時，依品質分為4個等級：0、1、2及3(圖5)，區分的標準及各等級自動與人工檢拾時間差的統計資料列於表2，由統計的結果顯示，0及1級P或S波之自

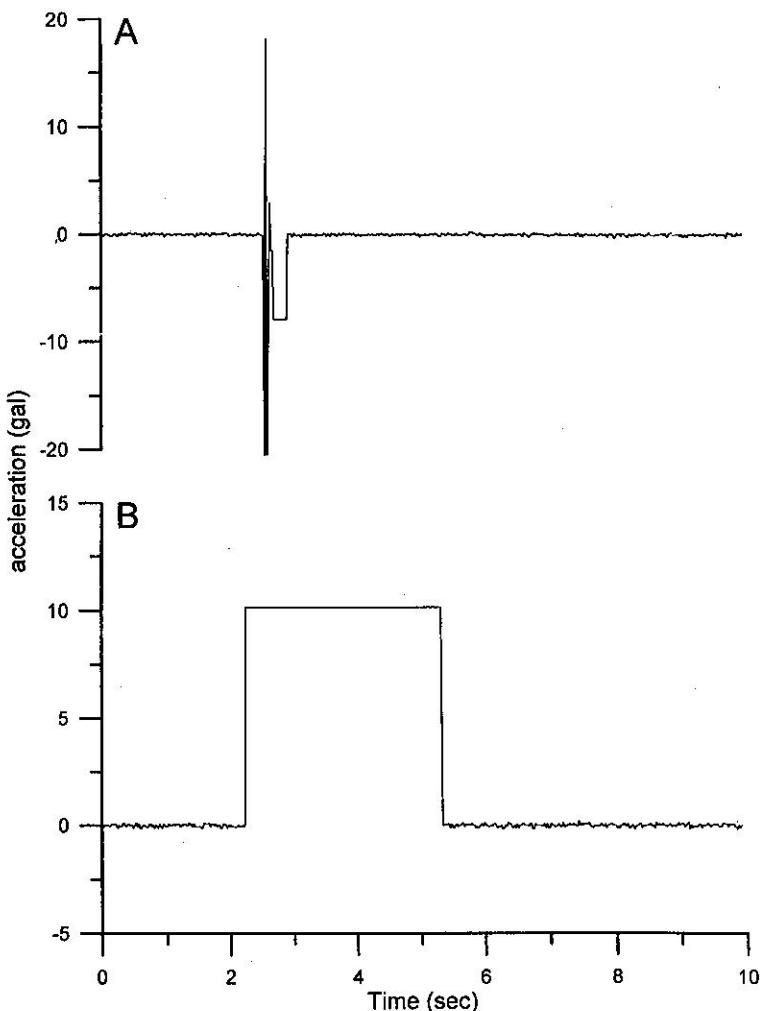


圖 4. 即時加速度型地動訊號中的雜訊：(A)尖峰信號(B)直流電位準偏移。

Fig. 4. Examples of (A) spike noise and (B) DC offset noise recorded in the real-time accelerograms.

表 2. 區分P和S波相的檢拾品質等級的統計資料。

Table 2. The statistical data of picking quality of P- & S- phases.

P wave	PQ	NP	Mean	Medium	SDV	S wave	SQ	NP	Mean	Medium	SDV
0	>100	165	0.02	0.04	0.12	0	>40	44	0.08	0.08	0.11
1	100-20	241	0.07	0.08	0.13	1	40-15	105	0.10	0.12	0.13
2	20-3	374	0.15	0.12	0.24	2	15-5	121	0.16	0.12	0.49
3	3-1.5	21	0.04	0.04	0.76	3	5-2	22	-0.84	-0.80	0.83

NP : Number of data points

SDV : Standard Deviation

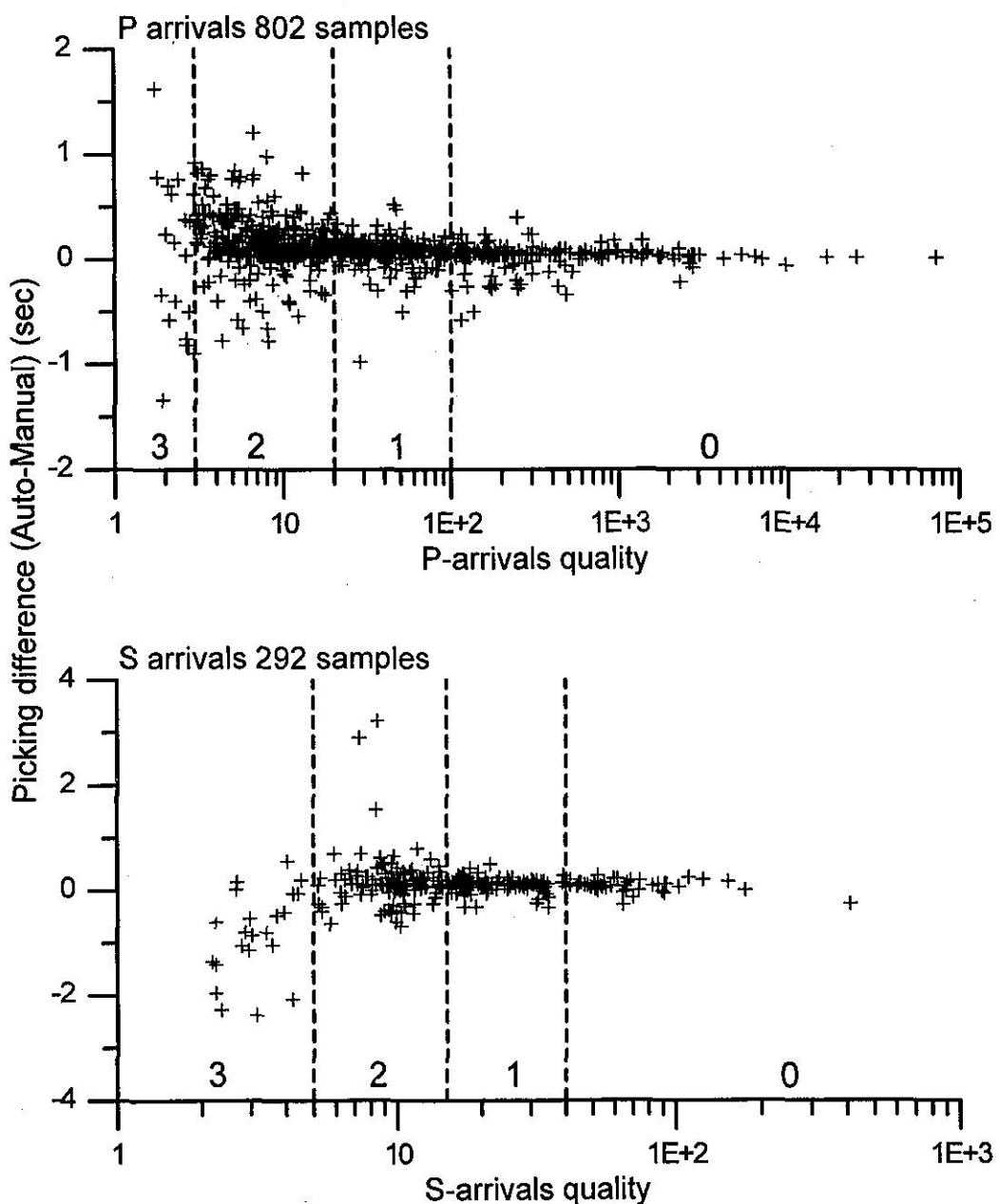


圖 5. 自動檢拾品質的分級。

Fig. 5. The quality classification of automatic phase picking.

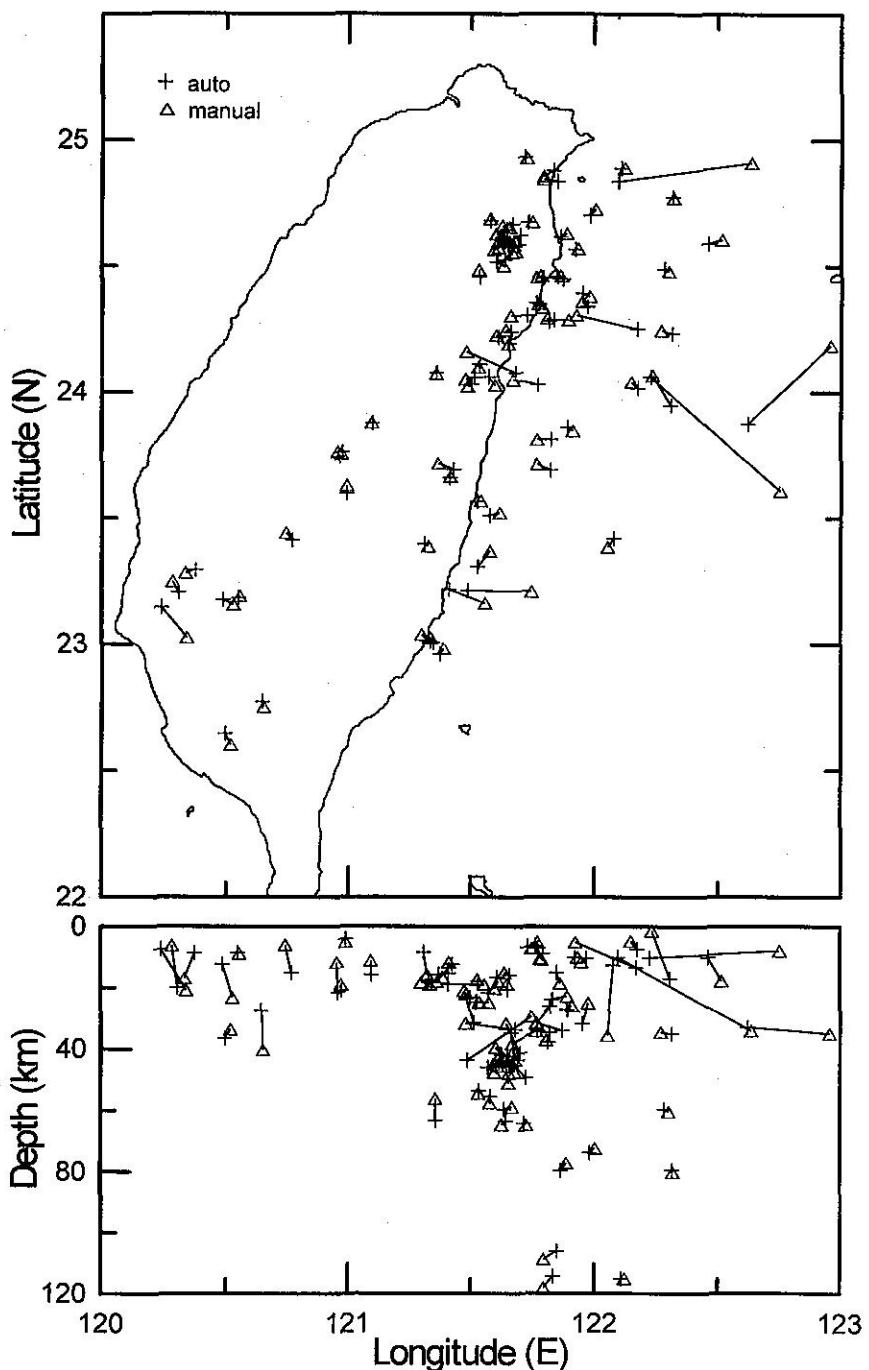


圖 6. 自動定位(+)及人工定位(△)之位置對應圖。

Fig. 6. The locations derived respectively from the automatic phase picking procedure (crosses) and manual phase picking procedure (triangles).

動檢拾誤差都在0.15秒之內。本文利用修改自HYPO71(Lee and Lahr, 1975)之平行層定位程式進行地震定位，地殼模型為中央氣象局地震測報中心現行所採用的模型(表3)，圖6顯示85筆地震自動定位及人工定位的震源分布，深度上的平均差異為4.2公里，震央的平均差異為6.5公里，而其標準偏差分別為5.0及11.7公里。

#### 四、討論與結論

由自動定位及人工定位的震源分布之差異(圖6)顯示出，自動定位的結果以觀測網內及深度大於40公里的地震較佳，而觀測網外及淺層的地震則較差。由測站的分布空餘夾角GAP (Lee and Lahr, 1975)可說明地震分布與觀測網的相對位置，而定位之差異有隨GAP呈指數增加的趨勢(圖7)，圖中顯示，若GAP小於200度，則差異都在15公里以內。對於淺源地震有較大的定位差異之現象，本文

表 3. 本文中所使用的地殼P波速度模型。

Table 3. The Earth's crust model used in this study.

Depth (km)	P-wave velocity (km/sec)
0-2	3.48
2-4	4.48
4-9	5.25
9-13	5.83
13-17	6.21
17-25	6.41
25-30	6.83
30-35	7.29
35-50	7.77
50-70	8.05
70-90	8.16
90-110	8.34
110-170	8.35
170-200	8.38
200-240	8.57
240-	8.70

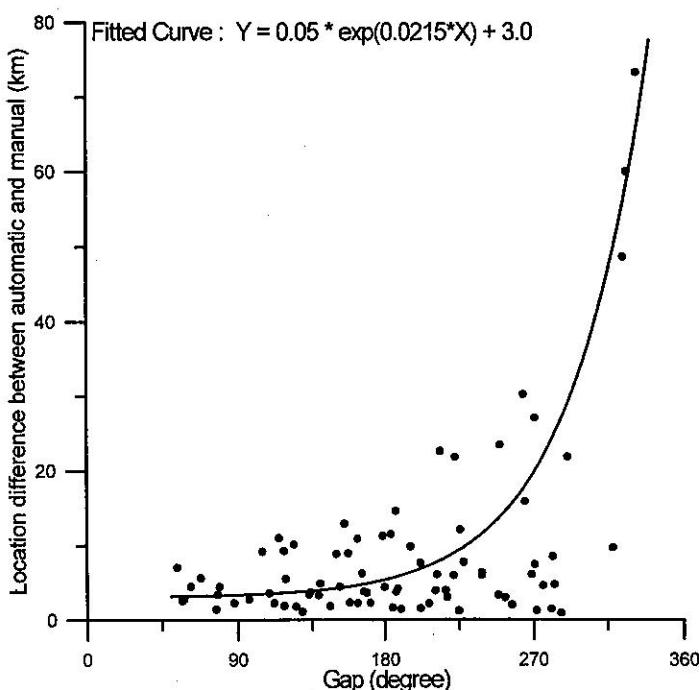


圖 7. 自動定位與人工定位的震源差異與測站的分布空餘夾角之關係圖。

Fig. 7. Relationships between the hypocenter difference due to computerization and the gap of the station distribution.

認為與地殼的構造有關，由於淺部地殼構造較為複雜，因此定位的地殼模型在深度小於35公里內，設定有較多的地層，因此在定位反演時會出現許多的局部極小值，而在波相檢拾上，因自動檢拾會出現少量的擾動量，因此在地震定位反演時會在這幾處局部極小值之位置跳動，而造成淺源地震有較大的定位差異，相對的較深部的地震，因所用的模型層次較少，局部極小值也減少，即使加上自動檢拾的擾動量，反演時也會收斂至人工所定出的震源附近。

在地震定位時通常都以走時殘差的均方根(RMS)來描述定位之優劣，但從自動定位及人工定位的震源分布差異與RMS之對應圖(圖8)可知，自動定位的差異與RMS並沒有明確的關係。為了檢測RMS的影響，本文挑選附錄1中07/07/1995 03:04:48，ML=5.6之網內地震，震央位置23.88°N，121.1

0°E，深度為15公里，於人工檢拾的到時中，加入0.5~1.0倍波相到時自動檢拾誤差的標準偏差量，P波0.125~0.25秒及S波0.25~0.5秒之隨機擾動量進行500次的定位，再與人工定位的位置加以比較(圖9)，由測試結果可知，加入隨機擾動量所造成的定位影響，在震央上偏移的標準偏差為1.0公里，而在深度偏移的標準偏差也只有3.7公里，即使加入1~2倍波相到時自動檢拾誤差的標準偏差量，P波0.25~0.5秒及S波0.5~1.0秒之隨機擾動量，震央上偏移的標準偏差也只有放大到1.7公里，而深度上偏移的標準偏差亦僅放大到4.7公里，由此項測試可歸納出測站的分布可能為控制定位誤差的主要因素。

雖然波相到時自動檢拾的方法已經有很多種，但是傳統的STA/LTA的方法(Allen, 1978; 1982; McEvilly and Majer, 1982)仍適用於加速度型的地震資料中，其簡單的運算方式尤其適用於地震快速反

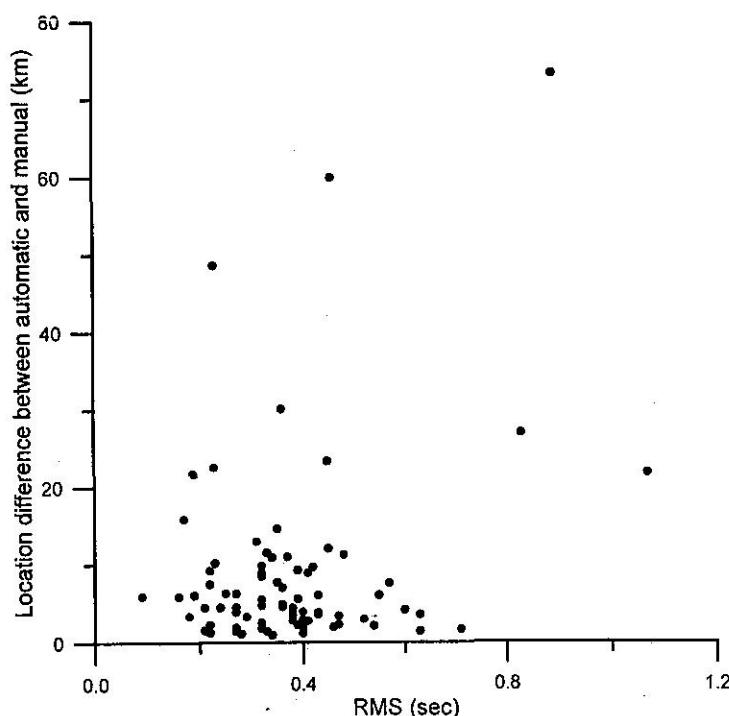


圖 8. 自動定位與人工定位的震源差異對應走時殘差的均方根。

Fig. 8. Relationships between the hypocenter difference due to computerization and the RMS of the travel time residual.

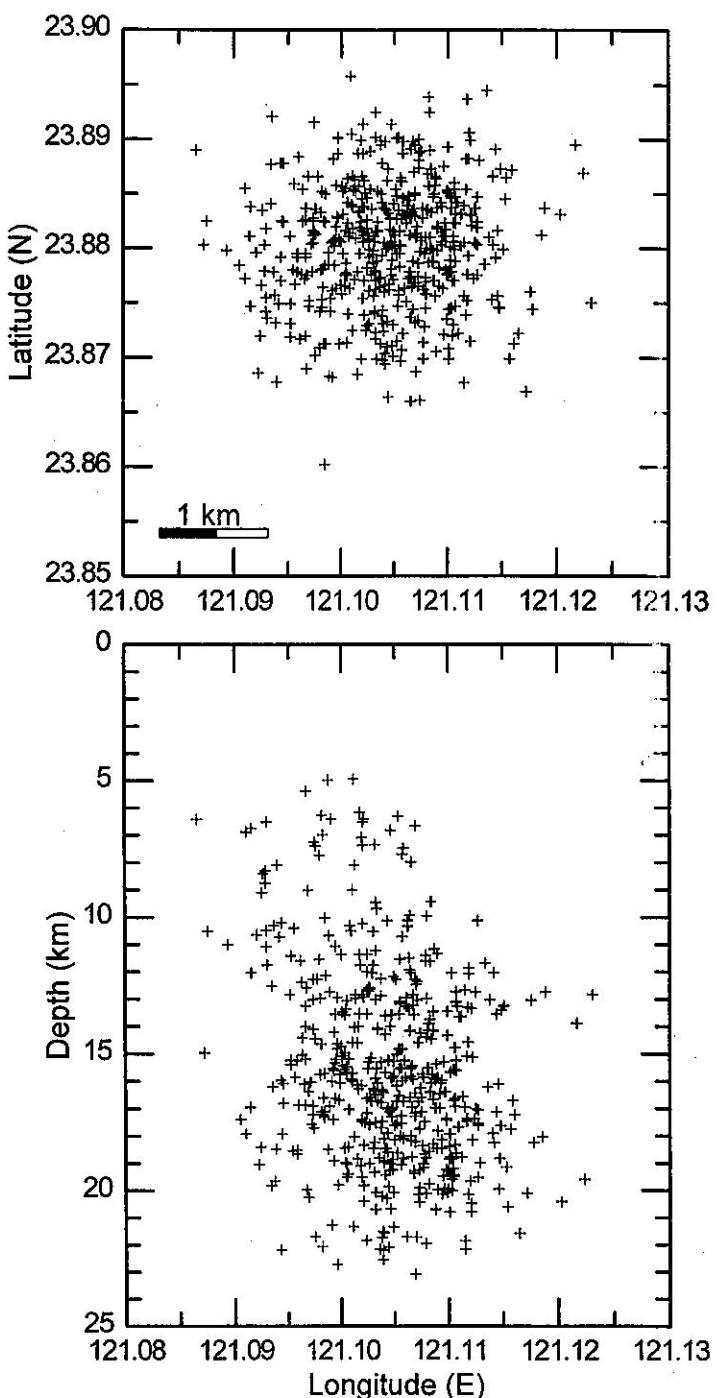


圖 9. 隨機加入0.5~1.0倍波相到時自動檢拾誤差的標準偏差量所進行500次定位測試的震源分布。

Fig. 9. Hypocenters determined from 500 sets of picks which are randomly contributed by 0.5~1.0 times of the standard deviation of the automatic phase picking's error, respectively.

應系統。以本系統的經驗，雖然網外地震定位的結果較為不好，但就地震救災的角度而言，網外地震造成災害之威脅較小，自動定位的誤差仍可接受。未來若能在外島地區建立測站，應可改善外海地震定位的品質。

## 五、參考文獻

- 辛在勤, 1993: 台灣地區強地動觀測計畫, 台灣地區強地動觀測計畫研討會論文摘要, 1-10頁。
- 吳逸民、辛在勤、李汝鑑、蔡義本, 1996: 台灣即時加速度型地震觀測網的系統設計與發展。台灣地區強地動觀測計畫研討會(二)論文摘要, 106-12頁。
- 吳逸民、陳承俊、蕭乃祺、辛在勤、蔡義本, 1997a: 地震消息自動傳播系統之建立與探討。氣象學報第四十一卷第四期, 272-280頁。
- 吳逸民、陳承俊、辛在勤、蔡義本, 1997b: 台灣地震資訊快速發布系統之評估。氣象學報第四十二卷第一期, 16-28頁。
- Allen, R.V., 1978: Automatic earthquake recognition and timing from single traces. Bull. Seism. Soc. Am. 68, 1521-1532.
- Allen, R.V., 1982: Automatic phase picker: their present use and future prospects. Bull. Seism. Soc. Am. 72, S 225-S242.
- Cichowicz, A., 1993: An automatic S-phase picker. Bull. Seism. Soc. Am. 83, 180-189.
- Lee, W.H.K., and J.C. Lahr, 1975: HYPO71(REVISED): A computer for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes. U.S. Geol. Surv. Open-File Report 75-311, 114pp.
- Lee, W.H.K., T.C. Shin and T.L. Teng, 1996: Design and implementation of earthquake early warning system in Taiwan. Paper No. 2133, 11th World Conference of Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico.
- McEvilly, T.V. and E.L. Majer, 1982: ASP: an automated seismic processor for microearthquake networks. Bull. Seism. Soc. Am. 72, 303-325.
- Shin, T.C., Y.B. Tsai, and Y.M. Wu, 1996: Rapid response of large earthquakes in Taiwan using a real-time telemetered network of digital accelerographs. Paper No. 2137, 11th World Conference of Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico.
- Stewart, S.W., 1977: Real-time detection and location of local seismic events in central California. Bull. Seism. Soc. Am. 67, 433-452.
- Teng, T.L., Y.M. Wu, T.C. Shin, Y.B. Tsai and W.H.K. Lee(1997): One minute after-strong motion map, effective epicenter, and effective magnitude. Bull. Seism. Soc. Am., 87, 1209-1219.
- Wu, Y.M., T.C. Shin, C.C. Chen, Y.B. Tsai, W.H.K. Lee, and T.L. Teng, 1997a: Taiwan Rapid Earthquake Information Release System. Seism. Res. Lett. (in press)
- Wu, Y.M., T.C. Shin, J.K. Chung, Y.B. Tsai and C.C. Chen, 1997b: Toward a 30-seconds Rapid Earthquake Information System in Taiwan (abstract). 29<sup>th</sup> IASPEI meeting, Thessaloniki, Greece.

## **AN AUTOMATIC PHASE PICKER OF THE REAL-TIME ACCELERATION SEISMIC NETWORK**

**Yih-Min Wu**

Seismological Observation Center, Central Weather Bureau, Taipei, R.O.C.

Institute of Geophysics, National Central University, Chung-li, R.O.C.

**Chen-Chun Chen Jen-Kuang Chung**

Seismological Observation Center, Central Weather Bureau, Taipei, R.O.C.

**Tzay-Chyn Shin**

Central Weather Bureau, Taipei, R.O.C.

### **ABSTRACT**

Based on the conventional STA/LTA algorithm, the automatic phase picking technique was examined on the accelerograms in this study. We investigated 1728 accelerograms from eighty-five earthquakes that occurred during 1995 and 1996. About half of the P-phases picked manually could be picked by the programming procedure, while smaller part of S-phases is picked automatically. The time differences of phases arrivals determined from automatic picking and manual picking are within  $\pm 0.25$  sec for the P-phases, and  $\pm 0.5$  sec for the S-phases. The average depth difference between automatic and manual-location is 4.2 km, while the average epicenter difference is 6.5 km. The hypocenter difference between automatic and manual-location expresses approximately an exponential relationship with the gap of the station distribution. When the gap is less than 200 degrees, the hypocenter difference can be reduced to less than 15 km. In general, the depth difference is large when the earthquakes occurred in the very shallow layer. It may have connection with the shallower crust structure that is more complex than the deeper one.

**Key words :** automatic phase picking, GAP, automatic earthquake location and real-time acceleration seismic network.

附錄 1. 本文中所使用的地震資料

Appendix 1. Earthquakes used in this study.

Origin time		Lat.(N)	Lon.(E)	Depth (km)	M <sub>L</sub>	Nsta*	RMS
01/10/95	07:51:16.1	23.66	121.41	15	5.2	12	0.43
02/10/95	02:22:11.9	23.81	121.82	26	5.1	20	0.39
02/23/95	05:26:18.9	24.19	121.64	26	4.4	14	0.23
03/24/95	04:13:52.1	24.62	121.86	79	5.8	24	0.28
04/01/95	09:12:24.6	24.89	122.11	115	5.3	19	0.24
04/03/95	11:54:48.0	23.95	122.31	16	5.9	25	0.20
04/03/95	22:33:33.7	23.97	122.26	32	5.3	20	0.29
04/24/95	10:04:01.5	24.65	121.65	63	5.4	28	0.34
05/02/95	22:48:22.6	23.86	121.89	27	5.5	32	0.30
05/06/95	02:06:06.5	24.67	121.67	45	4.4	15	0.30
05/09/95	01:03:54.3	22.96	121.37	15	5.3	19	0.15
05/09/95	09:36:38.0	23.51	121.57	21	4.7	21	0.21
05/15/95	18:58:39.2	24.78	122.32	79	5.6	28	0.25
05/27/95	18:11:14.3	23.01	121.35	18	5.7	33	0.53
05/28/95	10:16:27.4	23.01	121.33	17	5.0	16	0.64
05/30/95	18:42:44.0	24.46	121.85	14	4.6	15	0.51
05/31/95	14:09:32.4	24.45	121.87	34	5.0	23	0.38
06/11/95	17:22:04.2	23.96	121.75	46	4.8	18	0.49
06/25/95	06:59:08.7	24.58	121.69	43	6.5	36	0.53
06/25/95	07:00:44.5	24.60	121.63	44	5.0	21	0.36
06/25/95	07:34:18.4	24.60	121.63	43	4.6	18	0.38
06/25/95	09:11:58.0	24.59	121.65	42	4.4	13	0.32
06/25/95	09:49:06.6	24.58	121.67	34	4.1	12	0.39
06/26/95	11:10:34.6	24.62	121.63	41	4.5	18	0.34
07/04/95	21:15:13.1	24.60	121.63	45	4.8	19	0.48
07/05/95	17:33:49.8	24.84	122.10	10	4.7	14	0.57
07/07/95	03:04:48.3	23.88	121.10	15	5.6	28	0.34
07/07/95	08:46:12.1	24.62	121.70	41	4.7	11	0.30
07/14/95	16:52:47.9	24.36	121.76	6	5.7	23	0.68
07/14/95	17:40:49.7	24.35	121.77	7	5.0	21	0.62
07/28/95	08:00:30.6	24.70	121.98	73	4.9	17	0.36
08/07/95	11:59:20.3	24.88	121.83	114	5.0	17	0.34
08/20/95	09:25:05.4	24.68	121.58	55	5.1	23	0.33
09/03/95	01:16:52.2	23.74	120.96	21	4.4	14	0.18
09/07/95	19:49:51.0	23.76	120.98	20	4.5	15	0.20
10/14/95	03:01:38.2	24.59	122.46	10	5.2	19	0.54
10/31/95	22:27:08.1	23.30	120.38	8	5.4	25	0.46
11/06/95	00:45:28.1	23.41	120.77	14	4.4	12	0.36
11/06/95	19:31:23.0	24.45	121.79	8	4.6	19	0.41
11/14/95	07:26:25.9	24.03	121.50	23	4.5	8	0.46
12/01/95	03:17:04.9	24.60	121.64	45	5.9	33	0.48
12/08/95	13:14:42.7	24.23	122.31	35	5.2	26	0.47
12/20/95	23:56:37.1	24.03	121.77	33	5.3	30	0.52

\* Nsta is the number of stations

**Appendix 1 (continue)**

Origin time	Lat.(N)	Lon.(E)	Depth (km)	M <sub>L</sub>	Nsta	RMS
01/07/96 16:17:20.1	24.61	121.62	41	4.3	17	0.32
01/17/96 12:12:05.1	23.31	121.53	24	4.8	21	0.29
01/17/96 22:04:08.8	24.06	121.51	31	4.3	9	0.34
01/20/96 04:24:42.8	23.40	121.31	8	4.9	17	0.24
01/22/96 05:58:55.1	24.29	121.83	23	4.2	11	0.24
01/22/96 19:22:59.3	24.93	121.72	64	5.3	29	0.24
01/23/96 14:23:24.6	24.46	121.53	53	4.5	20	0.29
01/24/96 21:21:15.2	24.22	121.61	16	4.0	8	0.32
02/11/96 11:34:04.5	24.84	121.85	106	4.9	20	0.25
03/04/96 04:39:16.2	23.15	120.24	7	4.4	12	0.25
03/05/96 17:32:11.5	24.02	122.18	7	6.1	40	0.30
03/26/96 15:42:12.2	24.28	121.81	37	4.6	14	0.22
03/29/96 03:28:58.6	24.06	122.23	10	5.9	28	0.35
04/19/96 07:26:24.0	23.69	121.82	34	4.8	29	0.25
05/05/96 19:39:07.7	24.57	121.92	10	4.3	12	0.19
05/16/96 17:37:05.6	24.39	121.95	31	4.7	16	0.16
05/26/96 07:36:43.2	24.53	121.64	59	4.6	19	0.33
05/28/96 21:53:24.6	24.11	121.53	17	5.4	34	0.35
05/29/96 21:56:14.2	22.77	120.65	27	4.9	16	0.32
06/09/96 01:30:27.9	24.06	121.57	45	5.0	29	0.30
07/06/96 01:27:09.1	22.65	120.50	36	5.5	22	0.34
07/08/96 03:15:11.1	23.18	120.55	8	4.4	13	0.25
07/13/96 04:46:32.3	24.08	121.68	33	4.5	17	0.18
07/21/96 05:12:00.3	24.52	122.42	66	5.0	15	0.21
07/27/96 00:26:42.3	24.34	121.97	10	5.1	18	0.29
07/29/96 20:20:56.9	24.49	122.29	59	6.4	30	0.35
08/05/96 18:41:16.2	23.21	121.49	43	5.0	14	0.19
08/06/96 03:19:54.8	23.57	121.52	24	4.3	10	0.36
08/10/96 06:23:08.4	23.88	122.62	33	5.9	20	0.48
09/15/96 23:00:59.6	24.24	121.66	15	4.3	10	0.32
10/09/96 09:29:11.0	23.60	120.99	3	5.0	31	0.30
10/19/96 19:16:08.1	23.18	120.49	12	4.5	17	0.26
11/01/96 18:07:34.6	24.52	121.61	45	4.9	24	0.23
11/05/96 05:39:02.6	23.69	121.43	12	4.5	20	0.17
11/07/96 07:26:18.8	24.31	121.72	49	4.7	21	0.26
11/14/96 01:39:11.5	23.42	122.08	12	5.4	30	0.34
11/16/96 00:22:44.8	23.21	120.31	19	4.5	14	0.26
11/26/96 08:22:24.0	24.20	121.65	20	5.7	33	0.23
12/15/96 18:56:27.1	24.08	121.36	63	5.0	35	0.33
12/20/96 10:50:08.8	23.22	121.41	18	4.7	18	0.23
12/25/96 13:36:00.1	24.68	121.73	6	3.9	8	0.27
12/25/96 21:52:18.7	24.25	122.17	13	5.0	33	0.30