

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測— 地殼變形之觀測調查

受委託者：中國地球物理學會

研究主持人：林正洪

研究助理：林瑞仁

陽明山國家公園管理處委託調查報告

中華民國九十七年十二月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	IX
第一章 研究背景與目的	1
第二章 儀器設備	7
第三章 測站設置	9
第四章 結果與分析討論	13
第五章 結論	27
第六章 建議	29
附件一	31
附件二	35
附件三	37
參考書目	39

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

表 次

表一 大屯山地區 GPS 觀測站..... 11

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

圖 次

- 圖一 台灣北部之地形與主要地質構造區…………… 1
- 圖二 大屯山地區之火山分佈…………… 2
- 圖三 大屯火山群定年分佈情形（楊，1999）…………… 3
- 圖四 計算地球上的位置之參考座標示意圖…………… 8
- 圖五 陽明山國家公園大屯火山地區之竹子湖 GPS 觀測
站（YM01）之外觀…………… 9
- 圖六 陽明山國家公園大屯火山地區之竹子湖 GPS 觀測
站（YM01）之記錄儀器觀。…………… 10
- 圖七 陽明山國家公園大屯火山地區之菁山 GPS 觀測站
（YM02）之外觀…………… 10
- 圖八 陽明山國家公園大屯火山地區之萬里 GPS 觀測站
（YM03）之外觀…………… 11
- 圖九 一個 GPS 觀測站所使用之電力來源裝置…………… 12
- 圖十 一般微震站內維持地震儀器運作之主要電池…… 12
- 圖十一 台灣北部地區地殼水平變形每年之平均速度… 13
- 圖十二 大屯山地區 GPS 觀測站求得之地殼水平變形每
年之平均速度…………… 14
- 圖十三 大屯山地區 GPS 觀測站求得之地殼垂直變形

每年之平均速度·····	14
圖十四 大屯山地區 GPS 觀測站(YM01)位置隨時間變化 情況·····	15
圖十五 大屯山地區 GPS 觀測站(YM02)位置隨時間變化 情況·····	16
圖十六 大屯山地區 GPS 觀測站(YM03)位置隨時間變化 情況·····	17
圖十七 大屯山地區 GPS 觀測站(YM04)位置隨時間變化 情況·····	18
圖十八 大屯山地區 GPS 觀測站(YM05)位置隨時間變化 情況·····	19
圖十九 大屯山地區 GPS 觀測站(YM01)去除平均速度後 位置隨時間變化情況·····	20
圖二十 大屯山地區 GPS 觀測站(YM02)去除平均速度後 位置隨時間變化情況·····	21
圖二十一 大屯山地區 GPS 觀測站(YM03)去除平均速度 後位置隨時間變化情況·····	22
圖二十二 大屯山地區 GPS 觀測站(YM04)去除平均速度 後位置隨時間變化情況·····	23

圖二十三 大屯山地區 GPS 觀測站(YM05)去除平均速度 後位置隨時間變化情況·····	24
圖二十四 大屯山地區過去數年中之微震活動分布·····	25
圖二十五 大大屯山地區過去數年之每個月微震個數統 計分布·····	26

摘要

關鍵詞：大屯火山群、GPS 觀測、火山監測

一、研究緣起

從古至今火山噴發給人類帶來了可怕之災難。例如，大約兩千年前意大利維蘇威(Vesuvius)火山噴發，當時繁華的龐貝古城瞬間被火山灰掩埋。希臘桑托林(Santorin)島的火山噴發，並同時觸發一次駭人聽聞的大海嘯(波高超過 60 米)，導致公元前 1470 年間米諾斯文明突然消失。一兩百年前印度尼西亞坦博拉(Tambora)火山猛烈大噴發，造成的直接死亡人數約 1 萬人，噴發次年全球氣候異常，有 8.2 萬人死於噴發後的飢荒和疫病。

陽明山國家公園內之大屯火山群，為台灣唯一具有火山自然景觀之國家公園。依據過去地質定年資料顯示大屯火山群已經沉寂長久，但是地表地熱與微震活動還是很明顯。此外，最近噴氣所含氦同位素之分析研究，證實部分大屯火山群之噴氣來自岩漿源，這強烈的暗示台灣北部地底下依舊存在有岩漿庫之可能性。故大屯火山群是否再度活動的可能性，不僅是一個值得研究的科學問題，更關係大台北附近民眾的生命財產安全。

二、研究方法與過程

根據日本、美國、義大利、紐西蘭和菲律賓等國家監測火山活動的經驗，火山岩漿存在與否，除了可由由其岩漿之活動產生火山性的地震分佈與震源特性之研究而獲知外，亦可由地表地殼變形之情況來評估。其中近年來利用全球衛星定位系統(Global Positioning System, 通常簡稱 GPS)的定位，可以紀錄地表的三軸座標，進而計算高程的變化，其結果類似水準測量，均可以提供非常高精確度之地殼變形資料。本計劃於陽明山國家公園內設置一個共有五個地殼變形觀測站(GPS)，來監測七星山附近之火山活動可能引起之地殼變動。

三、重要發現

利用大屯山地區五個地殼變形監測站(GPS)獲知大屯山地區與台灣北部地區，每年之平均地殼變形之速度大約以 2 到 3 公分左右向東南方向移動。大屯山地區五個地殼變形監測站觀測之結果，在水平地殼變形速度非常相似，但在垂直地殼變形速度卻也有些差異。此外並發現有些地殼變形監測站隨時間之有明顯之變化，可能解釋之原因可包括季節性之變化，地震活動度有關及其他未知之因素，這些均有待進一步監測與分析。

四、主要建議事項

雖然目前結果已有些探討之價值，但必須更長期之監測，方能有更可靠之科學意義，故建議政府相關部門與學術單位，能持續進行長期觀測與分析研究，以達火山活動評估與規劃可能災害之準備與應變對策。

Abstract

Keywords: Tatun volcanoes 、 GPS observation 、 volcanic monitoring

1. Introduction

Volcanic eruptions are one of natural disasters to human beings since long time ago. For examples, the eruptions of Vesuvius volcano in Italy buried the ancient city of Pompeii in more than 2,000 year ago. Another volcanic eruption (Santorin volcano) in Greece had generated more than 60 meter tsunamis in 1470. The volcanic eruption (Tambora volcano) in Indonesia killed about 10,000 people in one hundred years ago.

The Yangminshan National Park is the only one who has volcanic features in Taiwan. Although the Tatun volcanoes have been extinct for a long time based on the previous geological dating results, there are still a lot of geothermal and micro-earthquake activities near the surface. A recent study of Helium isotope ratios indicates some magma chambers might exist beneath the Tatun volcanoes. Therefore, it is not only an interestingly scientific topic but also strongly social impact if there is any potential volcanic activity in the Tatun area.

2. Methodology and Data Process

In addition to micro-earthquakes detected by using a small-aperture seismic network, volcanic monitoring can be done by using the GPS (Global Positioning System) to monitor the crustal deformation in the volcanic areas. The GPS observations provide very high-resolutions of crustal deformation in centimeters in volcanic areas. We have deployed five GPS stations in the Tatun volcanic area for monitoring the potential crustal deformation caused by the volcanic activities or earthquakes in and around the Chihshinsan area.

3. Results

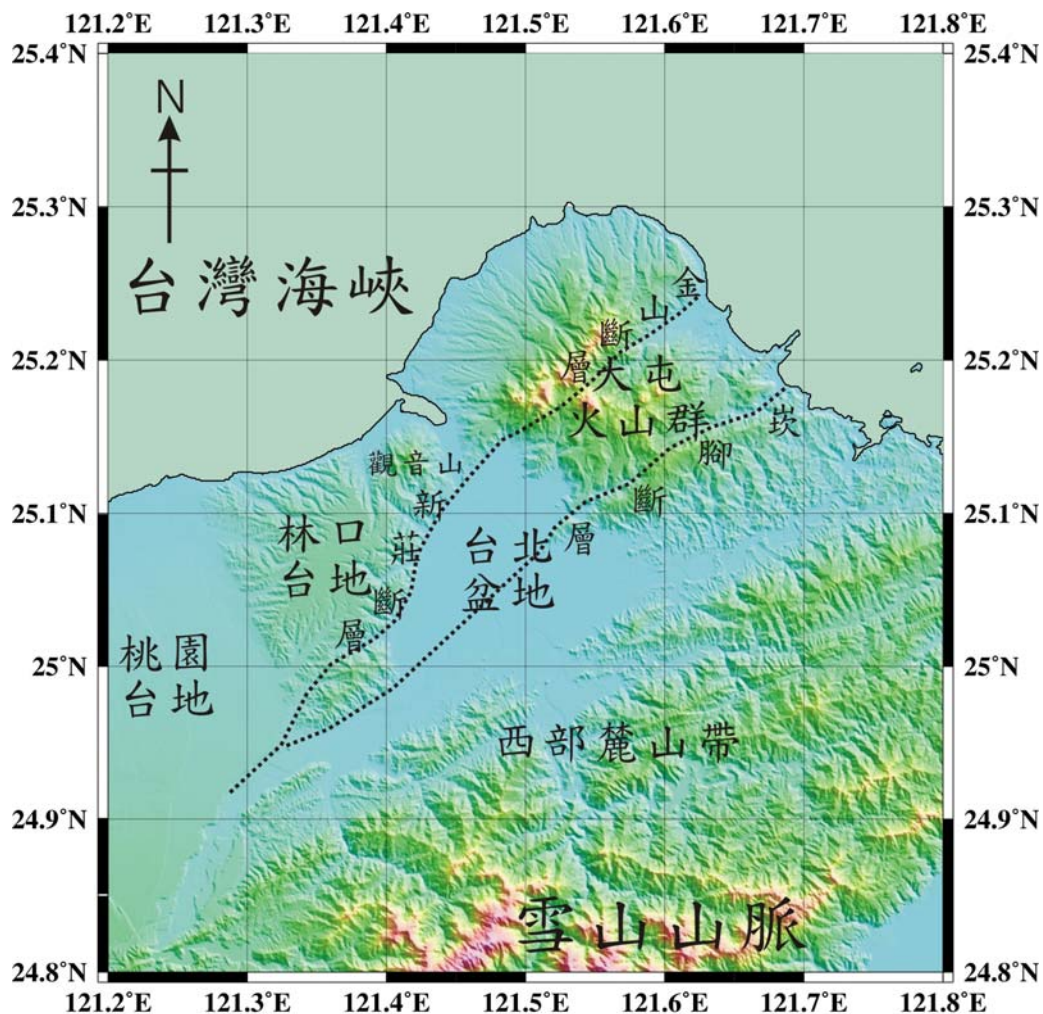
The crustal deformations from five GPS stations show that the averaged crustal velocity moved toward southeastern direction at 2 or 3 centimeters in every year. The velocity patterns at five GPS stations are very similar, but some vertical variations were detected among them. Besides, crustal deformation indicates some temporal variations during the past one year. This might be associated with the seasonal effects or other earthquake or volcanic activities, but we need to have more longer observations for finding the answers in the future.

4. Suggestions

Some further investigations have to be done to improve the understanding of the mechanisms for generating the swarm and tremors in the Tatun volcanic area.

第一章 研究背景與目的

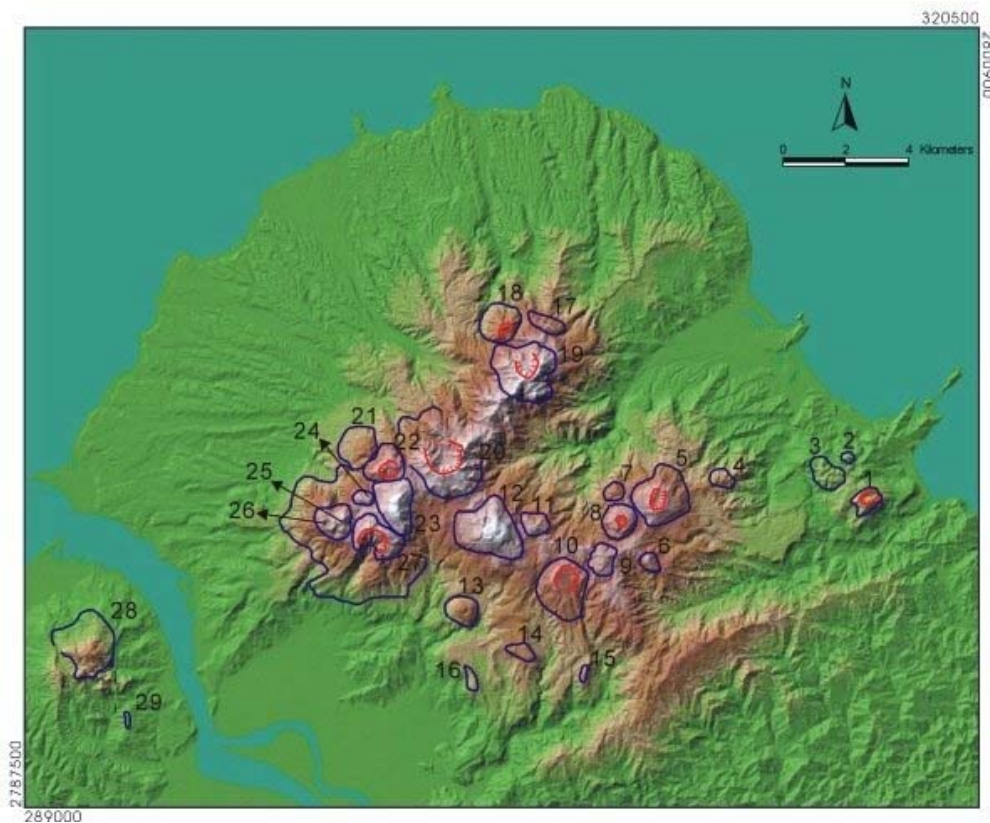
台灣島的最北端之大屯火山群是緊鄰於台北盆地的正北方（圖一）。陽明山國家公園內之大屯火山群，為台灣唯一具有火山自然景觀之國家公園。大屯火山群之分佈範圍，大約涵蓋 250 平方公里面積。東南以崁腳斷層與漸新世沉積岩相隔，西南以淡水河與更新世台地分開，北面臨台灣海峽。大屯火山群也是台灣北部火山活動的中心位置。其四周還有相鄰的火山，東為基隆火山群，西南為觀音山，東北外海還有一群火山小島（如花瓶嶼、棉花嶼及彭嘉嶼等）。



圖一 台灣北部之地形與主要地質構造區。

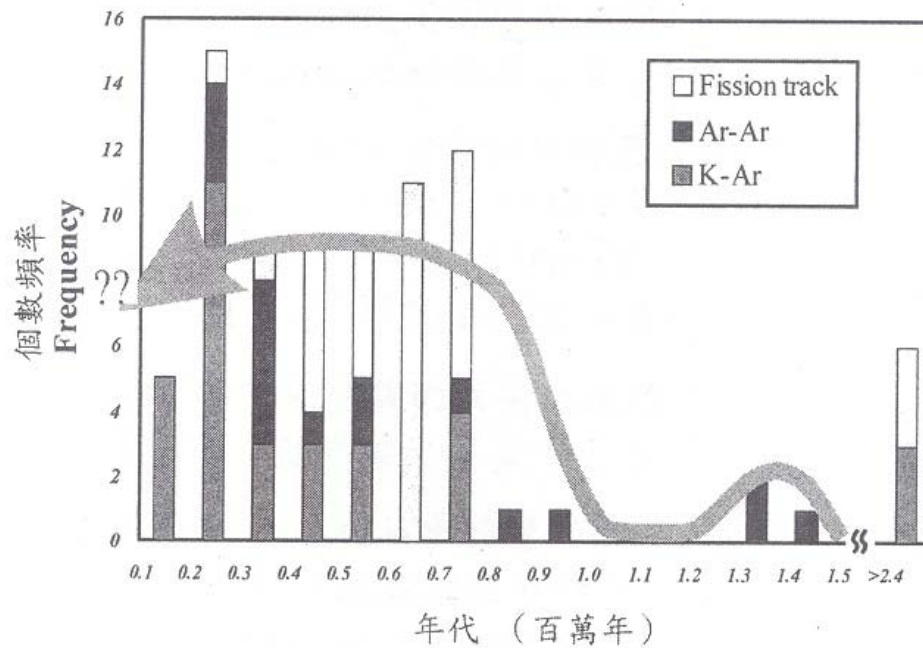
大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

大屯火山群總共包括有二十幾座火山（圖二）。主要包括竹子山、嵩山、小觀音山、菜公坑山、烘爐山、面天山、向天山、南大屯山、大屯山、紗帽山、七星山、七股山、內寮山、大尖山、大尖後山及磺嘴山。大屯火山地區有一條東北—西南走向的主要斷層通過，即為金山斷層，其通過竹子山、小觀音山、和大屯山（圖一）。而金山斷層往西南可連接至台北盆地西側的新莊斷層或山腳斷層。大屯火山群的火山活動噴發物覆蓋在中新世沉積岩上，火山體沿著東北—西南走向的金山斷層兩側分佈，據推測火山活動與金山斷層活動有關 (Yen *et al.*, 1984)。



圖二 大屯火山地區之主要火山分佈。

大屯火山群的噴發歷史，主要根據鉀氬(K-Ar)定年 (Juang and Bellon,1984; Tsao,1994)，及核飛跡定年 (Wang and Chen,1990)資料可知。基本上，大屯火山群的主要火山活動可分為兩個階段 (圖三)。第一階段大約在二百八十萬年左右開始。在二百五十萬年時，原始大屯山亦有活動，後來靜止一段相當長的時間。第二階段於九十萬年又開始活動，在七十萬年時，大屯火山群幾乎各亞群均有噴發，至三十萬年以後，整個大屯火山群的火山活動便慢慢地趨向停止。



圖三 大屯火山群定年分佈情形 (楊, 1999)。

科學家一般認為台灣北端火山群是琉球火山弧的西延 (Ho, 1982; Chen, 1983, 1990 及 Teng *et al.*, 1992)。也就是說大屯火山群主要可能生成原因，是因為菲律賓海板塊向西北隱沒，所生成一系列的琉球火山弧，而台灣北端的火

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

山活動正是在其最西端。然而，最近的地球化學資料也顯示，台灣北端火山群與真正琉球火山弧的產物並不相同 (Chen *et al.*, 1994 及 1996)，因此我們可能需要重新思考大屯火山群是否為琉球島弧的一部份。取而代之，根據大地構造應力的研究指出 (Suppe, 1984)，由於呂宋島弧與歐亞大陸碰撞，使台灣北部大地應力場在更新世晚期由擠壓轉變為擴張。台灣北端的火山活動可能是因張力陷落造成正斷層，而後岩漿沿著斷層裂縫湧出所產生的火山活動 (Yen *et al.*, 1984; Song *et al.*, 1992)。如果這看法是比較接近事實的話，在研究大屯火山群是否有再活動的可能性時，需要特別留意整個區域是否還在繼續擴張中。火山形成的機制如果還繼續存在，再次的活動機會就無法排除了。

根據最近的地質調查顯示，大屯山最近的一次噴發大約是一、二十萬年前 (Song *et al.*, 1996)。雖然這意味大屯火山群已經沉寂長久，但是地表地熱活動還是很明顯。此外，根據噴氣所含氦同位素之最近分析研究 (楊等, 1999)，顯示部分噴氣來自岩漿源，這強烈的暗示台灣北部地底下依舊存在有岩漿庫之可能性。故大屯火山群是否復活的可能性，不僅是一個值得研究的科學問題，更關係大台北附近民眾的生命財產安全。

利用科學方法瞭解火山體地下物質、情況的途徑有很多種。根據日本、美國、紐西蘭和菲律賓等國家，監測火山活動的經驗得知，除了地表的地質調查、溫泉水成份分析、氣體採集分析、岩石礦物定年研究外，利用地球物理的方法 (微震觀測、震波測勘、重力、磁力測量、電磁波測勘、大地電阻法等)，推估地下構造也是近年來常被採用的方式。因為火山如果復活，其岩漿流動必然會產生火山性的地震，也可能會改變地形、重力、地磁力、及地熱氣和溫泉水中化學物質的濃度。其中為了瞭解地下岩層的物理性質，利用火山地區之地震活動資料，所獲得震源時空分佈與速度構造特性，並配合其他相關證據解釋，可以幫助我們了解大屯火區淺部地殼的地熱分佈、地下火成岩體的範圍、破裂岩

層與融熔物質等。本計畫預期在大屯山地區，設立一個長期性地殼變形觀測，以精密的 GPS 儀器，測量微小地殼變形。希望透過此研究，辨識大屯山地區岩漿之存在與否。

第二章 研究方法

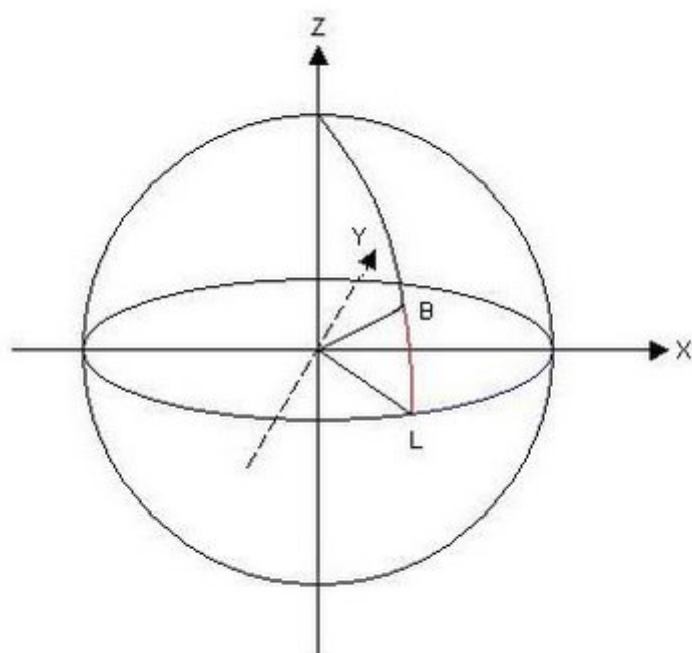
本計畫以精密的全球定位系統儀器，測量微小地殼變形。所謂全球定位系統（Global Positioning System，通常簡稱GPS）是一個中距離圓型軌道衛星導航系統。它可以為地球表面絕大部分地區提供準確的定位。該系統利用地面上GPS站來接收用太空中 24 顆GPS衛星之訊號，來計算地球上GPS站所處的位置及海拔高度。最少只需其中 4 顆衛星，就能迅速確定用戶端在地球上所處的位置及高度。地球上任何一點均能觀測到 6 至 9 顆衛星。所能收聯接到的衛星數越多，解碼出來的位置就越精確。使用者只需擁有GPS接收機，無需另外付費。GPS系統擁有如下多種優點：全天候，不受任何天氣的影響；全球覆蓋（高達 98%）；三維定速定時高精度；快速、省時、高效率；應用廣泛、多功能；可移動定位。

GPS衛星是由洛克菲爾國際公司空間部研製的。在星體底部裝有 12 個單元的多波束定向天線，能發射張角大約為 30 度的兩個L波段（19cm和 24cm波）的信號。在星體的兩端面上裝有全向遙測遙控天線，用於與地面監控網的通信。此外衛星還裝有姿態控制系統和軌道控制系統，以便使衛星保持在適當的高度和角度，準確對準衛星的可見地面。由GPS系統的工作原理可知，星載時鐘的精確度越高，其定位精度也越高。1981 年，休斯公司研製的相對穩定頻率為 10^{-14} /秒的氫原子鐘使BLOCK IIR型衛星誤差僅為 1m。

GPS 定位原理:

以地心為三度空間座標上原點(圖四)，XY 軸在赤道平面上，X 軸貫穿經度 0 度與 180 度，Y 軸貫穿東西經 90 度，Z 軸貫穿南北兩極，距離地心半徑 R 的球體方程式如下:

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = R^2$$



圖四 計算地球上的位置之參考座標示意圖

利用全球共有 24 顆 GPS 衛星，分佈在六條相交 30 度的軌道上，任何地方只要能接收四顆衛星資料，就可以計算出在地球上的位置(圖四)。GPS 衛星傳遞的訊號包括衛星自身 (a,b,c) 座標資料以及發射時間，那麼 GPS 接收器就可以利用這些資訊計算位址。

第三章 測站設置

本計劃於陽明山國家公園內設置一個共有五個地殼變形觀測站(Global Positioning System, 通常簡稱 GPS), 來監測七星山附近之火山活動可能引起之地殼變動。主要工作包括進行資料收集、資料分析、專題研究、報告和儀器維修等工作。

地殼變形觀測站(GPS)之選定是最重要且耗時之工作。由於主要大屯火山區屬於陽明山國家公園保護管理範圍, 相關的法令規定、土地之地目、電力與電話配線等限制必須優先考量。又因為測站要儘量避免人為與自然界的干擾, 以提高儀器效率。在測站均勻分佈的原則下, 我們先在地圖上, 標示出可能設置地殼變形監測站的位置, 然後攜帶儀器前往測試。經過分析比較後, 依交通、電力配線狀況, 及雜訊的高低排列設站地點的順序。經過多方面的努力交涉, 終於在地主和陽明山國家公園管理處的同意下, 在本計畫於竹子湖(YM01)、菁山(YM02)、萬里(YM03)、八煙(YM04)、冷水坑(YM05)等五個站 (如圖五至八所示)。測站相關的資料詳列於表一。



圖五 陽明山國家公園大屯火山地區之竹子湖 GPS 觀測站 (YM01)

之外觀。



圖六 陽明山國家公園之竹子湖 GPS 觀測站 (YM01) 之記錄儀器。



圖七 陽明山國家公園大屯火山地區之菁山 GPS 觀測站 (YM02) 之

外觀。



圖八 陽明山國家公園大屯火山地區之萬里 GPS 觀測站 (YM03) 之外觀。

表一 大屯山地區 GPS 觀測站

站名	經度(E)	緯度(N)	高度(m)
竹子湖 (YM01)	121.53954	25.17888	710
菁山 (YM02)	121.56069	25.14838	545
萬里 (YM03)	121.60490	25.14661	431
八煙 (YM04)	121.58547	25.18760	368
冷水坑 (YM05)	121.56548	25.16400	744

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

大屯火山地區之竹子湖 GPS 觀測站之電源(Power)部分則有二種供電方式，一是交流電源(110 伏特)，是主要的電力來源 (圖九)，另一電力來源則是太陽能 (圖七)，電池(60 安培)之主要功能是做為備用電力 (圖十)。



圖九 一個 GPS 觀測站所使用之電力來源裝置。

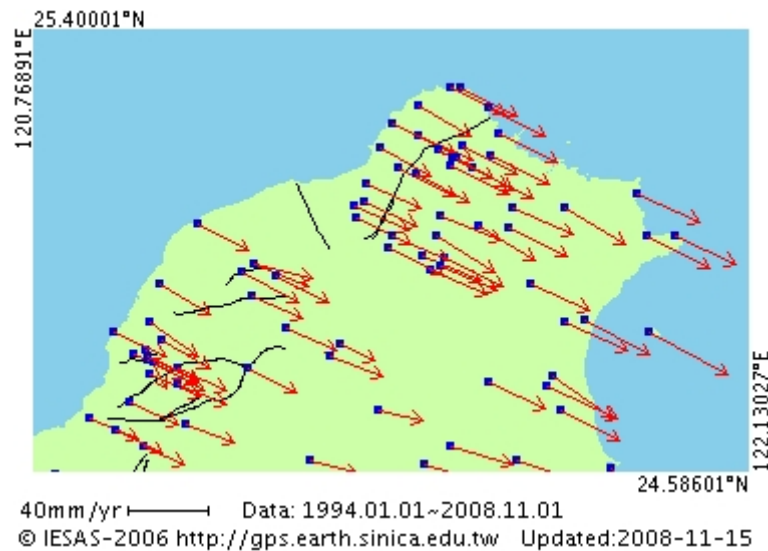


圖十 一般 GPS 站內維持地震儀器運作之主要電池。

第四章 結果與分析討論

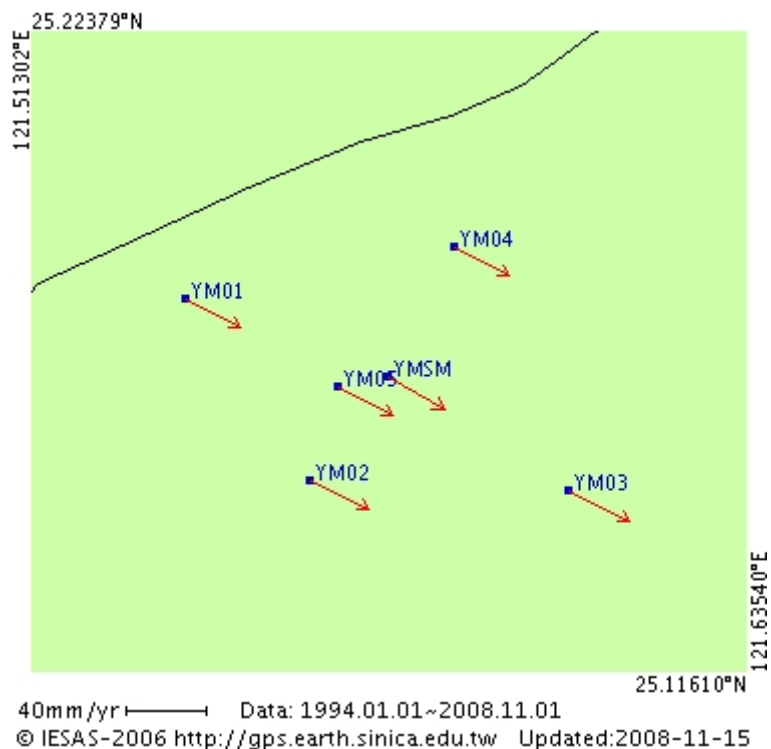
本年度計劃執行中利用大屯山地區五個地殼變形監測站(GPS)，來監測陽明山國家公園內之地殼變形。大屯山地區與台灣北部地區，每年之平均地殼變形之速度大約以 2 到 3 公分左右向東南方向移動(圖十一)。大屯山地區五個地殼變形監測站觀測之結果在水平地殼變形速度非常相似(圖十二)，但 2008 年所求得在垂直地殼變形速度卻也有些差異(圖十三)。這些結果可由圖十四至十八中之迴歸直線來獲得。為了進一步了解每一地殼變形監測站隨時間之變化關係，本研究亦將上述之平均地殼變形之速度去除(圖十九至二十三)，並發現有些地殼變形監測站隨時間之有明顯之變化，可能解釋之原因可包括(1)季節性之變化;(2)地震活動度有關(圖二十四至五);或(3)其他未知之因素，均有待進一步監測與分析。

雖然目前結果已有些探討之價值，但必須更長期之監測，方能有更可靠之科學意義，故建議政府相關部門與學術單位，能持續進行長期觀測與分析研究，以達火山活動評估與規劃可能災害之準備與應變對策。

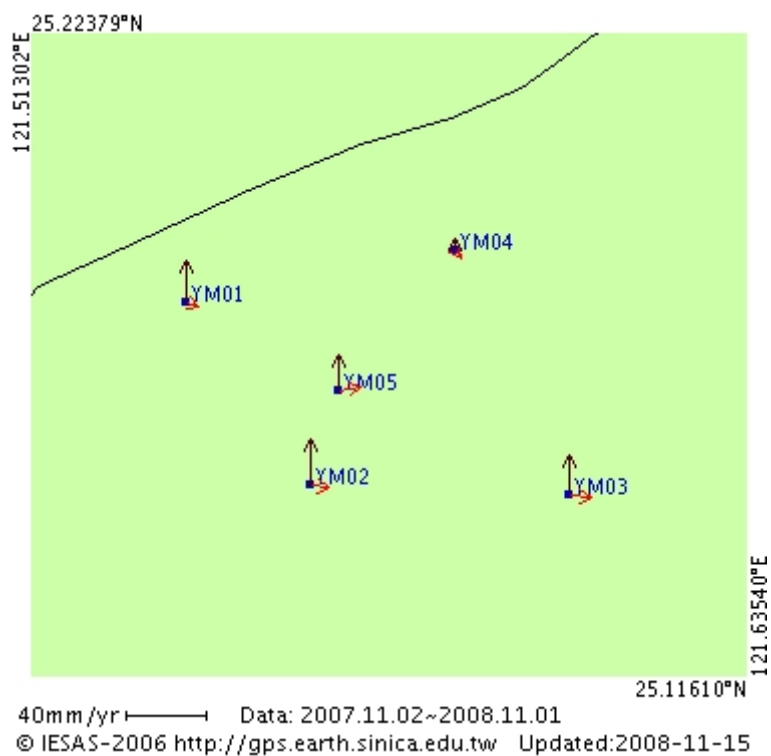


圖十一 台灣北部地區地殼水平變形每年之平均速度。

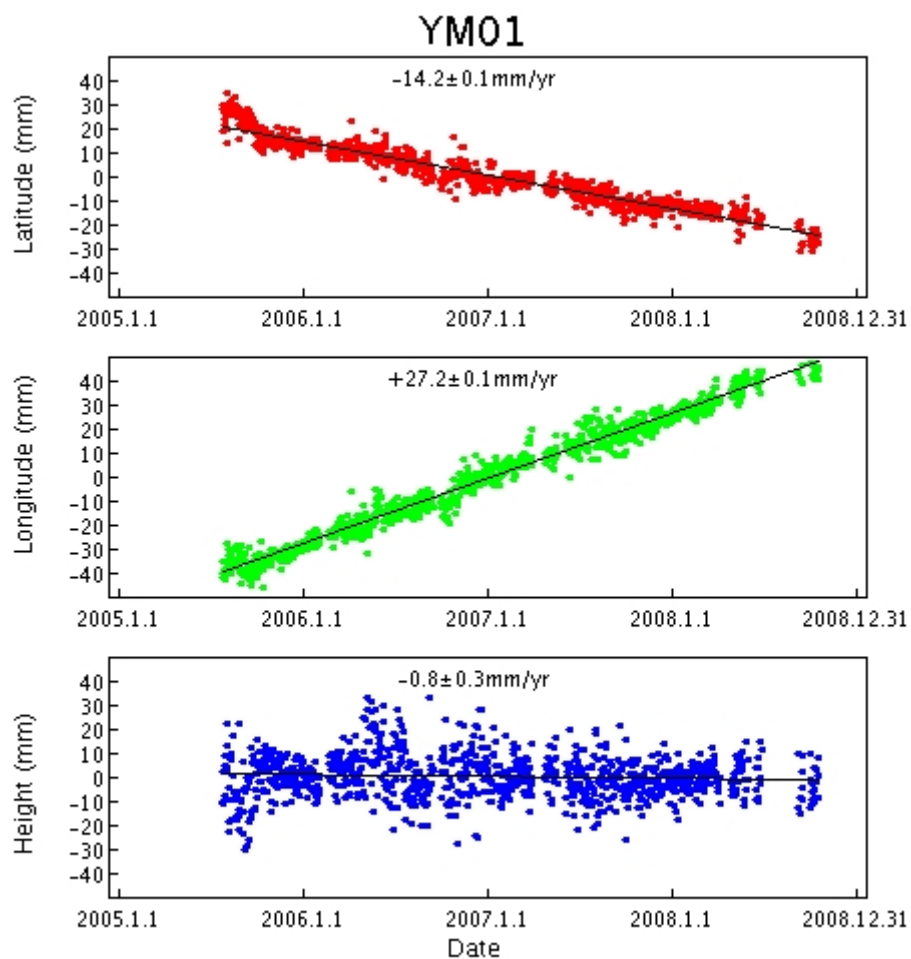
大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查



圖十二 大屯山地區 GPS 觀測站求得之地殼水平變形每年之平均速度。

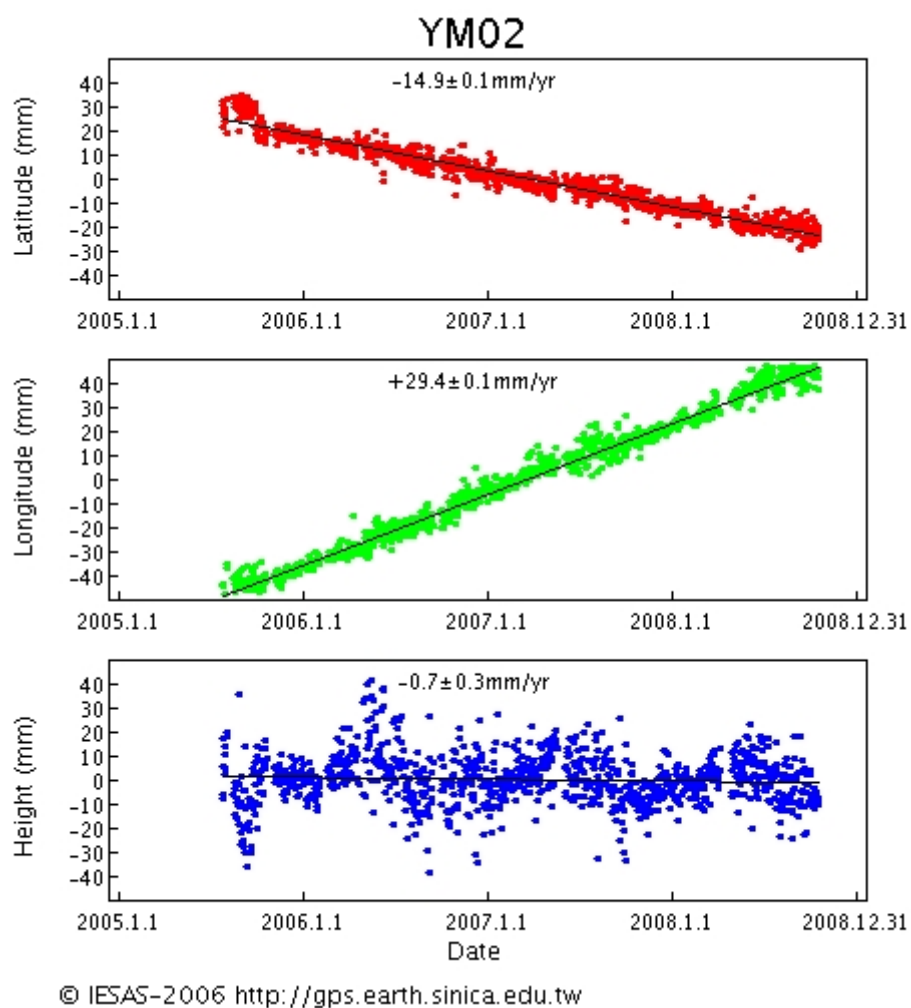


圖十三 大屯山地區 GPS 觀測站求得之地殼垂直變形每年之平均速度。

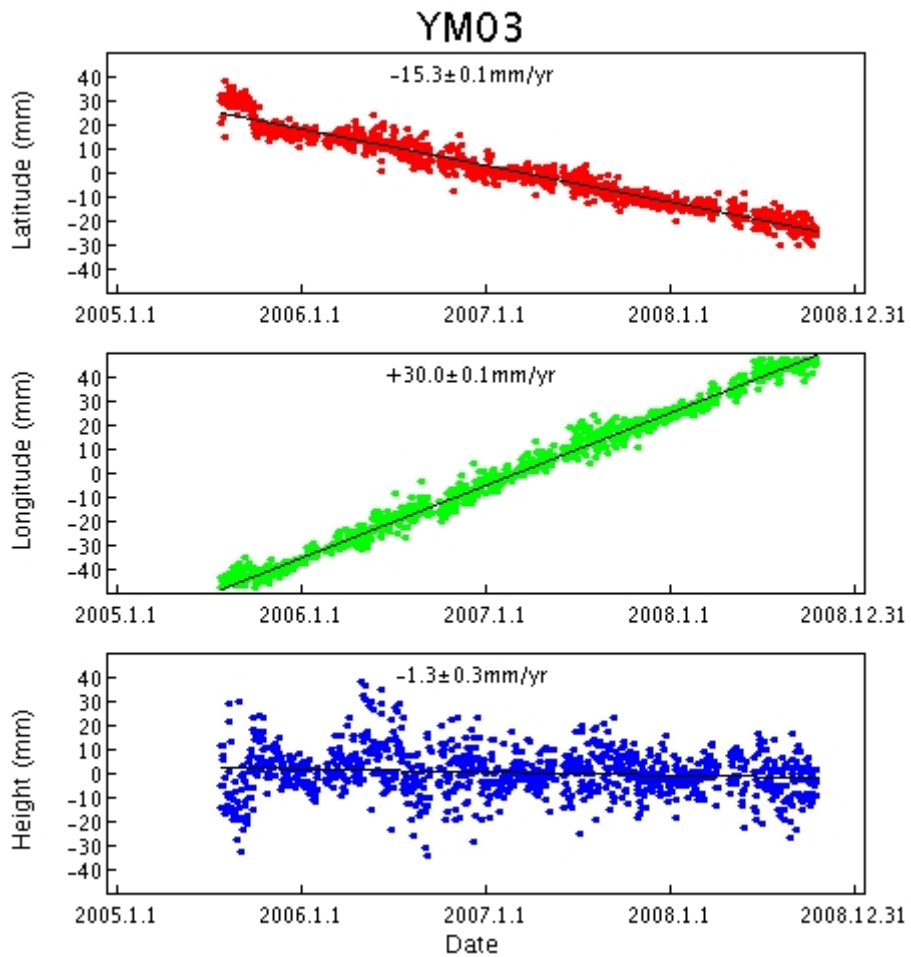


© IESAS-2006 <http://gps.earth.sinica.edu.tw>

圖十四 大屯山地區 GPS 觀測站(YM01)位置隨時間變化情況。

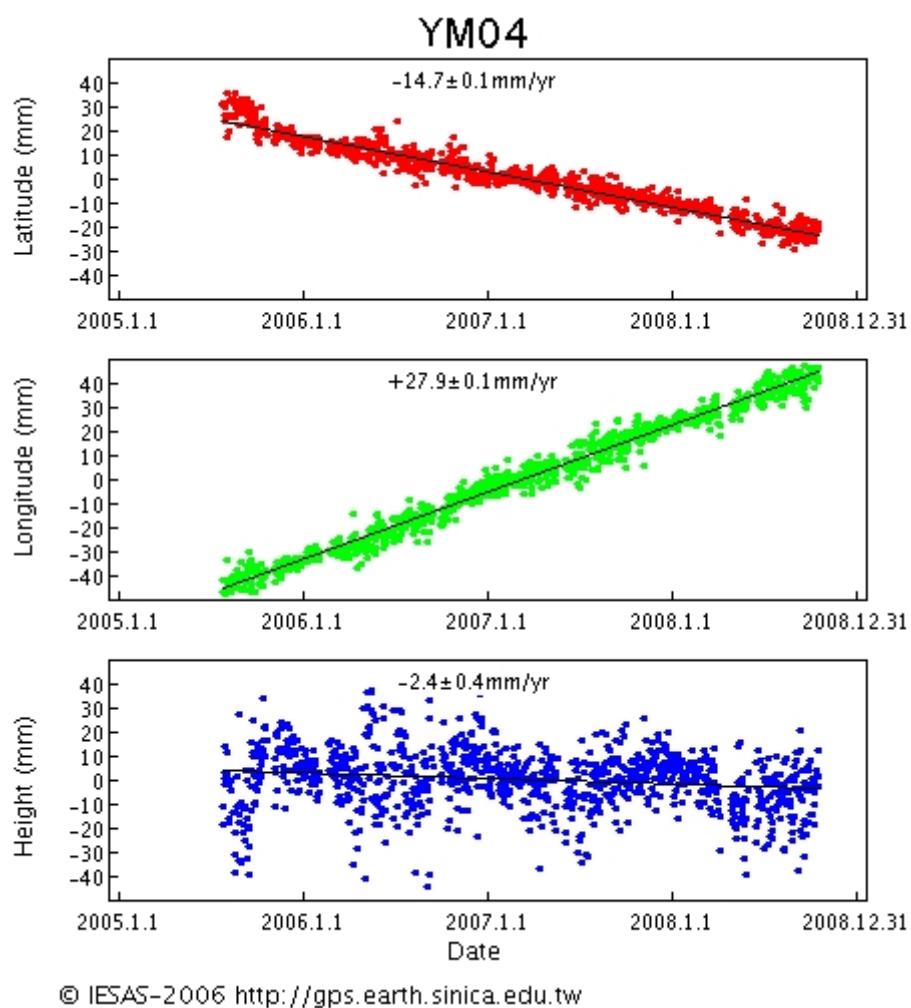


圖十五 大屯山地區 GPS 觀測站(YM02)位置隨時間變化情況。

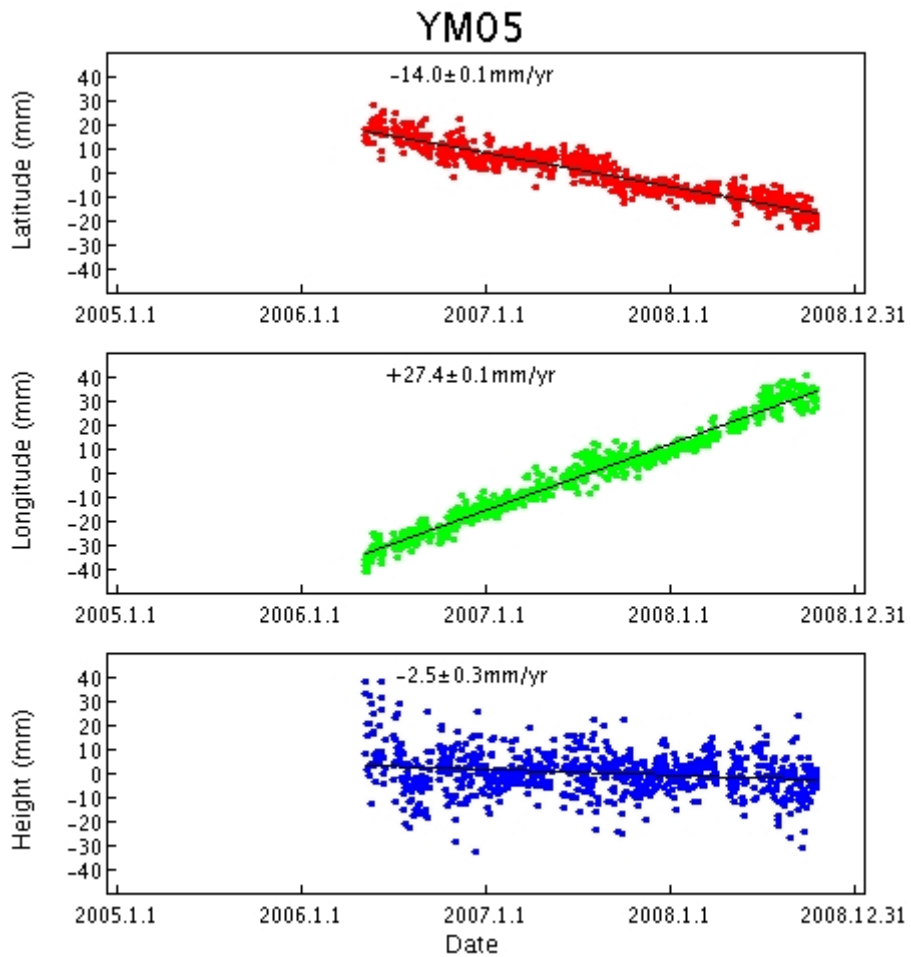


© IESAS-2006 <http://gps.earth.sinica.edu.tw>

圖十六 大屯山地區 GPS 觀測站(YM03)位置隨時間變化情況。

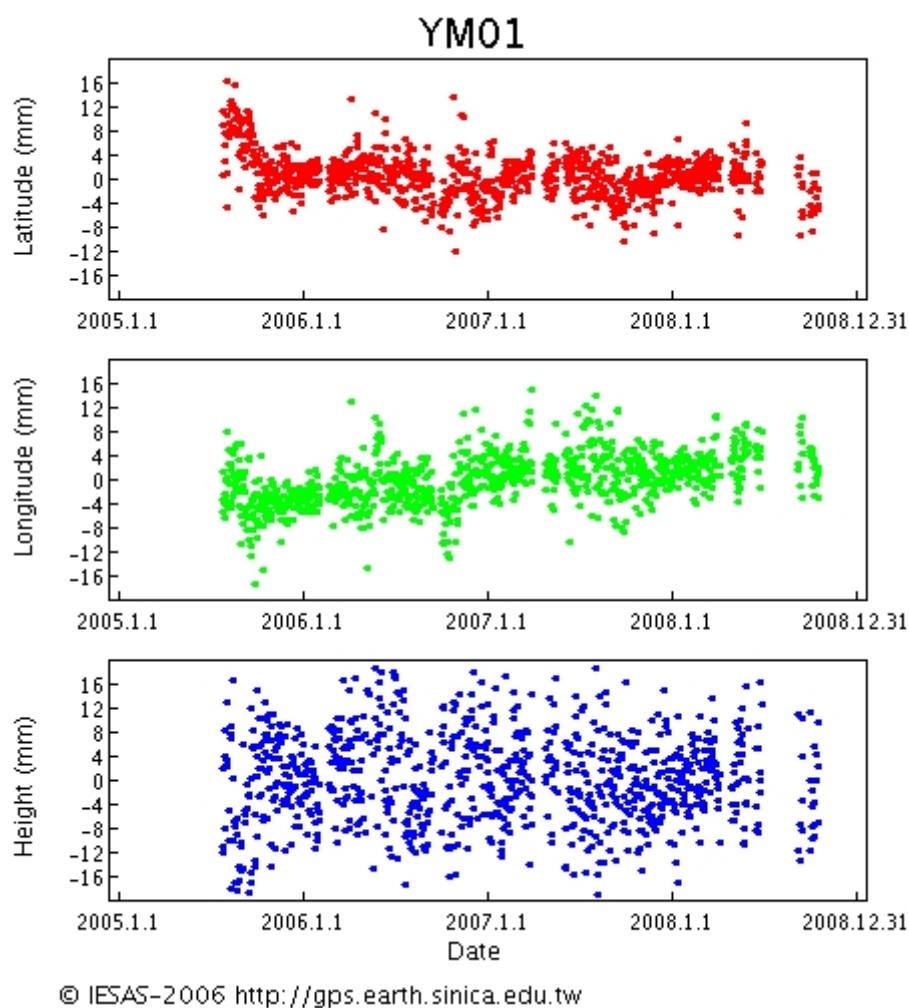


圖十七 大屯山地區 GPS 觀測站(YM04)位置隨時間變化情況。

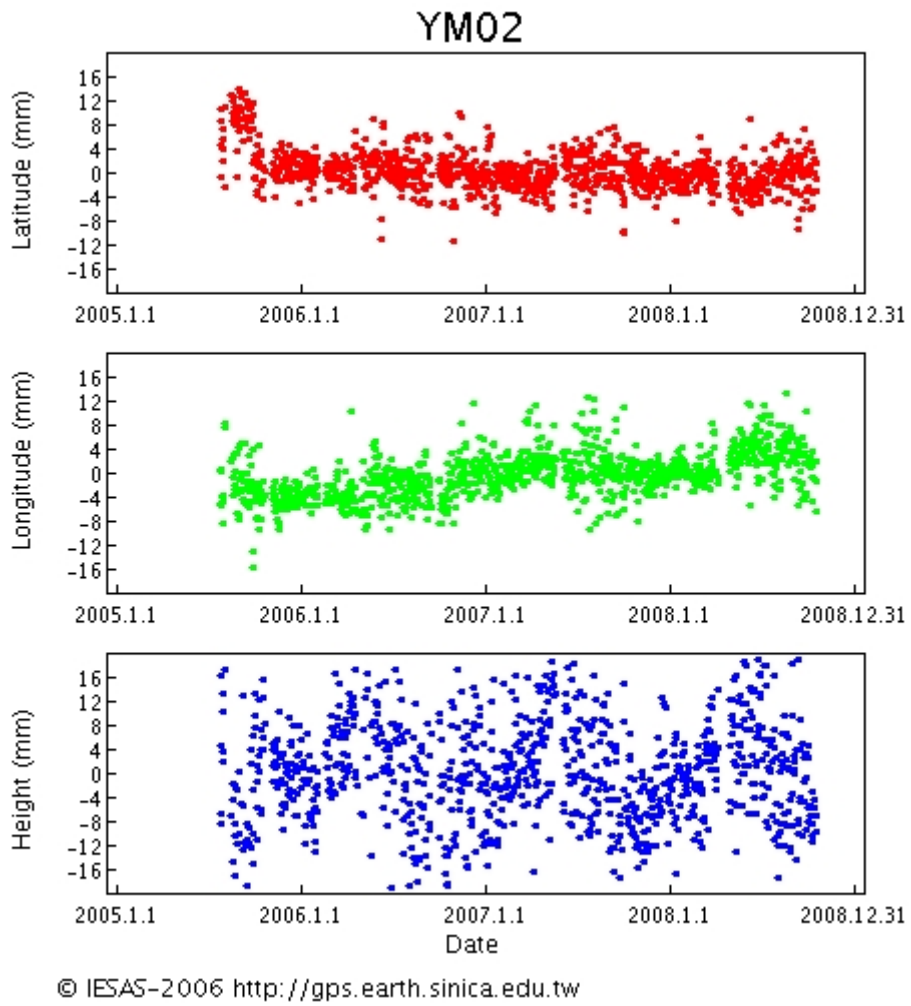


© IESAS-2006 <http://gps.earth.sinica.edu.tw>

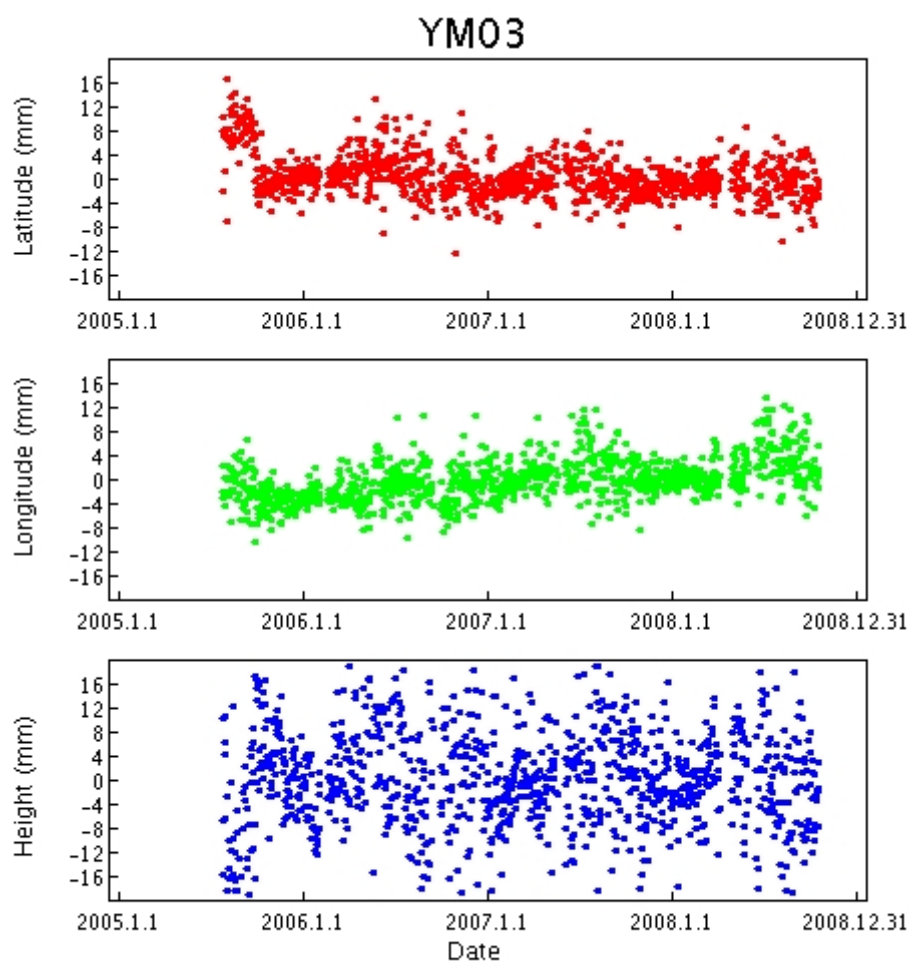
圖十八 大屯山地區 GPS 觀測站(YM05)位置隨時間變化情況。



圖十九 大屯山地區 GPS 觀測站(YM01)去除平均速度後位置隨時間變化情況。

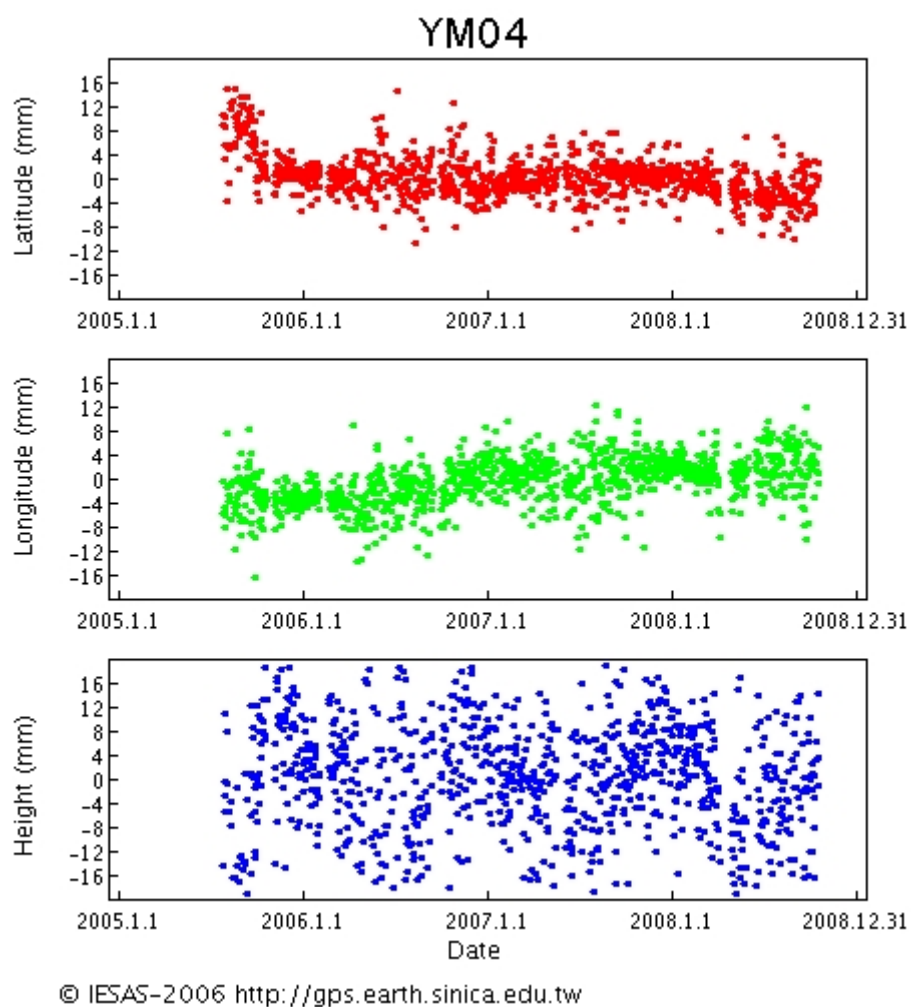


圖二十 大屯山地區 GPS 觀測站(YM02)去除平均速度後位置隨時間變化情況。

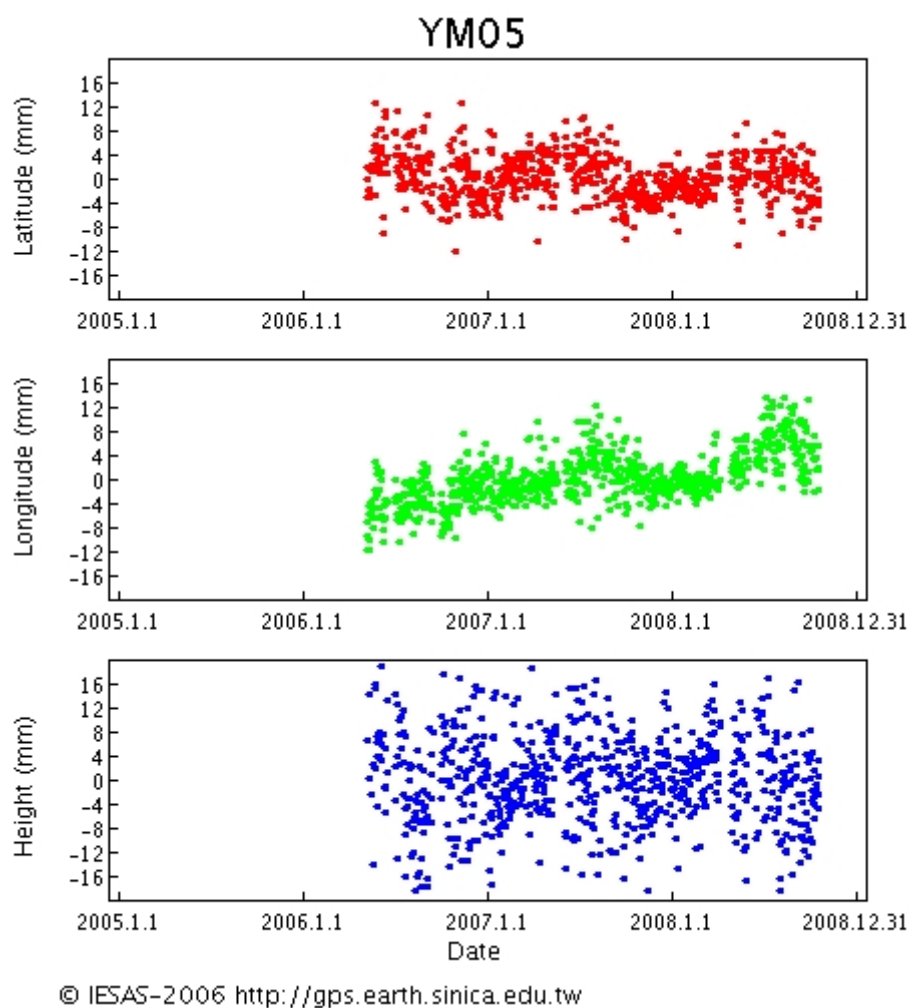


© IESAS-2006 <http://gps.earth.sinica.edu.tw>

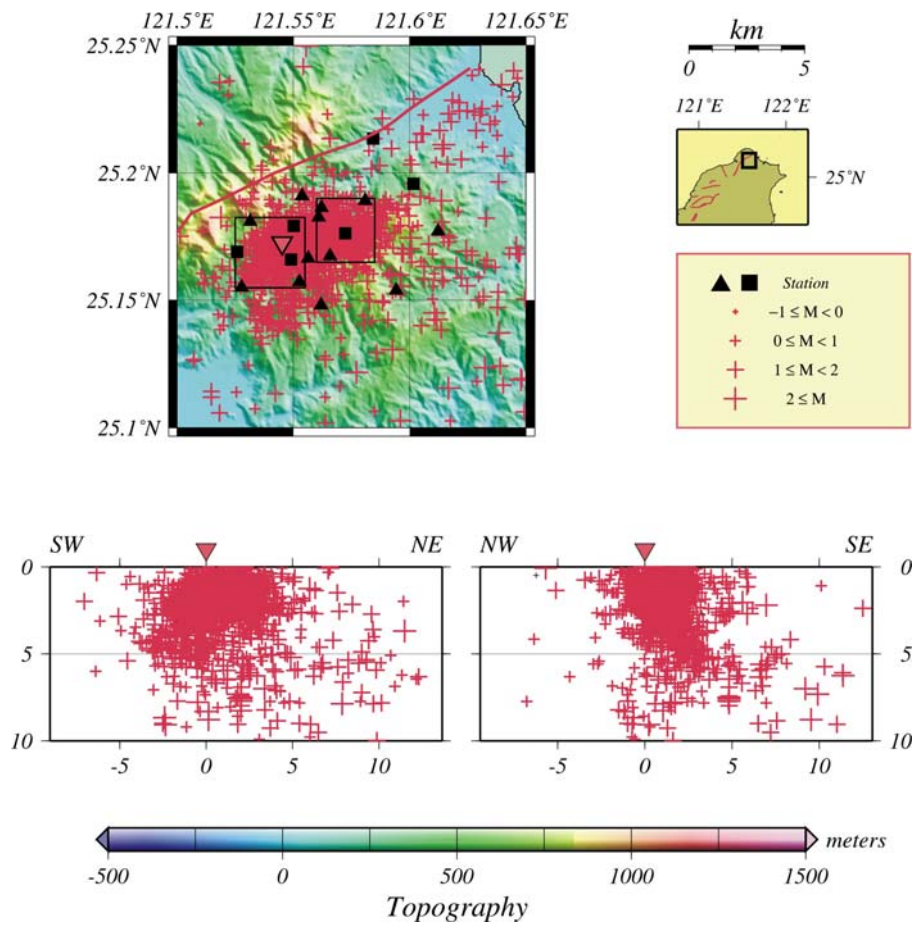
圖二十一 大屯山地區 GPS 觀測站(YM03)去除平均速度後位置隨時間變化情況。



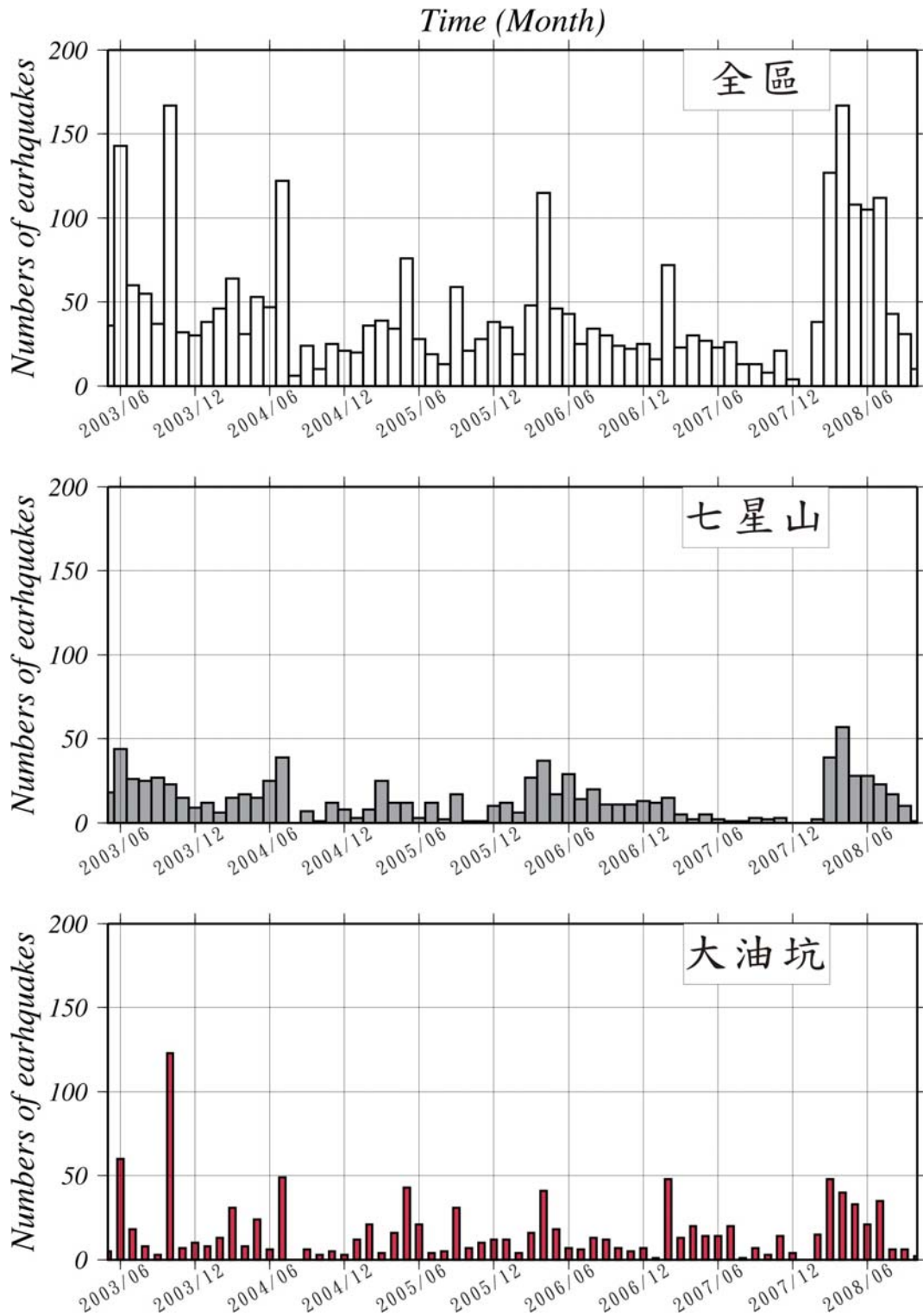
圖二十二 大屯山地區 GPS 觀測站(YM04)去除平均速度後位置隨時間變化情況。



圖二十三 大屯山地區 GPS 觀測站(YM05)去除平均速度後位置隨時間變化情況。



圖二十四 大屯山地區過去數年中之微震活動分布。



圖二十五 大屯山地區過去數年之每個月微震個數統計分布。

第五章 結論

- 一、 利用大屯山地區五個地殼變形監測站(GPS)獲知大屯山地區與台灣北部地區，每年之平均地殼變形之速度大約以 2 到 3 公分左右向東南方向移動。大屯山地區五個地殼變形監測站觀測之結果在水平地殼變形速度非常相似，但在垂直地殼變形速度卻也有些差異。
- 二、 此外並發現有些地殼變形監測站隨時間之有明顯之變化，可能解釋之原因可包括季節性之變化，地震活動度有關及其他未知之因素，這些均有待進一步監測與分析。
- 三、 雖然目前結果已有些探討之價值，但必須更長期之監測，方能有更可靠之科學意義，故建議政府相關部門與學術單位，能持續進行長期觀測與分析研究，以達火山活動評估與規劃可能災害之準備與應變對策。

第六章 建議

持續監測火山活動和教學解說：立即可行建議

主辦機關：行政院內政部營建署陽明山國家公園管理處

協辦機關：行政院國家科學委員會、行政院經濟部中央地質調查所

本計畫過去幾年仔細觀測與分析結果顯示，利用大屯山地區五個地殼變形監測站(GPS)獲知大屯山地區與台灣北部地區，每年之平均地殼變形之速度大約以 2 到 3 公分左右向東南方向移動。大屯山地區五個地殼變形監測站觀測之結果在水平地殼變形速度非常相似，但在垂直地殼變形速度卻也有些差異。此外並發現有些地殼變形監測站隨時間之有明顯之變化，可能解釋之原因可包括季節性之變化，地震活動度有關及其他未知之因素，這些均有待進一步監測與分析。此外，過去地震監測結果亦呈現大屯山地區之七星山與大油坑附近，淺部地殼有相當活躍的微震活動與群震現象。部份地震站也觀測到一些火山地震振動現象。這些特性一般反應火山地區之液態物質作用有關，所謂液態物質可能是岩漿庫或熱水活動。根據過去地球化學有關氮同位素之觀測成果，也建議大屯火山群地底深處，存有岩漿庫之可能性。綜合所有地殼變形及地震觀測之結果，並考慮地表地熱和地球化學等之證據，陽明山國家公園內的大屯火山群之特性，與其他活火山非常相近，故認為仍有岩漿庫可能存在於大屯山地區。

除了加強相關之火山監測研究外，政府與相關學術單位，更須進一步評估未來潛在火山活動之規模與可能之影響範圍，並且規劃如何有效地應付可能之災害與減少對國家社會的衝擊。故建議政府相關部門，對大屯火山地區能持續作連續性之監測與研究。而陽明山國家公園除了持續進行地殼變形監測之工

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

作，並建議其他相關單位如國科會、中央地質調查所也能加入更多不同領域之研究。此外，建議陽明山國家公園能考慮維持於管理站或遊客中心建立火山監測展示場，供民眾實際體驗並火山活動之可能情形。

跨領域合作：中長期建議

主辦機關：國家科學委員會

協辦機關：行政院內政部營建署陽明山國家公園管理處、中央研究院地球科學研究所、行政院交通部中央氣象局、行政院經濟部中央地質調查所、各大學院校相關科系

除了持續進行長期地殼變形觀測之相關研究外，建議於未來研究中，適時加強其他相關之監測研究，以探討岩漿庫存在之可能性。故建議國內政府地球科學相關機構，

附件一 期末會議記錄

「大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—
地殼變形之觀測調查」—調查報告審查會
議簽到簿及紀錄

一、時間：97年12月10日（星期三）上午10時

二、地點：本處二樓會議室

三、主持人：林處長永發（詹副處長德樞代）

記錄：張弘明

四、出（列）席單位及人員

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
本處詹副處長德樞	副處長	詹德樞
陳秘書昌黎		
企劃經理課	技工	蔡若茵
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	課長	黃佩陞
技正室		
小油坑管理站	主任	呂理昌
龍鳳谷管理站	巡查員	林志甫
擎天崗管理站	巡查員	羅慶元

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

陽明書屋管理站	主任	李青峰
資訊室		
建管小組		
會計室		
人事室		
行政室		
保育研究課	課長	羅淑英

研究團隊代表

中央研究院地球科學研究所林正洪教授	研究員	林正洪
-------------------	-----	-----

列席機關(單位)(人員)	職稱	簽到處
中國文化大學環境設計學院		

五、討論：

(一)在七星山上或中湖戰備道旁(夢幻湖附近)及小油坑旁之斷層線兩側，設置GPS觀測站，監測地殼陷落或隆起之變化，以供本處解說與預警參考。

受託單位代表：感謝提供如此有深度的建議，將於明年度整體調查案中思考規劃配合辦理。

(二)未來如有需要，本處會盡力協助，於教育電台附

近設置地震觀測站。

受託單位代表：感謝提供協助。

(三)小油坑附近芒草樣區釘樁也有位移的現象，值得監測調查。

受託單位代表：感謝指導，屆時請貴處通知，將配合前往探勘調查。

(四)未來是否能運用InSar無線電波，以監測本園區之地殼變形。

受託單位代表：將盡力協調配合。

(五)建請於調查報告書中，概略解釋說明：1、本園區每年之平均地殼變形之速度大約以2到3公分左右向東南方向移動的理由。2、台北盆地鑽井發現松山層火山灰(約一萬年)的可能原因。

受託單位代表：感謝精闢提問，將盡量配合說明。

(六)能否多加本園區2008年的微震資料及其時空變化之說明。

受託單位代表：將盡量配合增列。

六、結論：

(一)本案依期末簡報意見修正，並經本處審查后通過。

(二)請受託單位依合約書規定續辦，並於12月31日前，完成審查驗收等結案事宜。

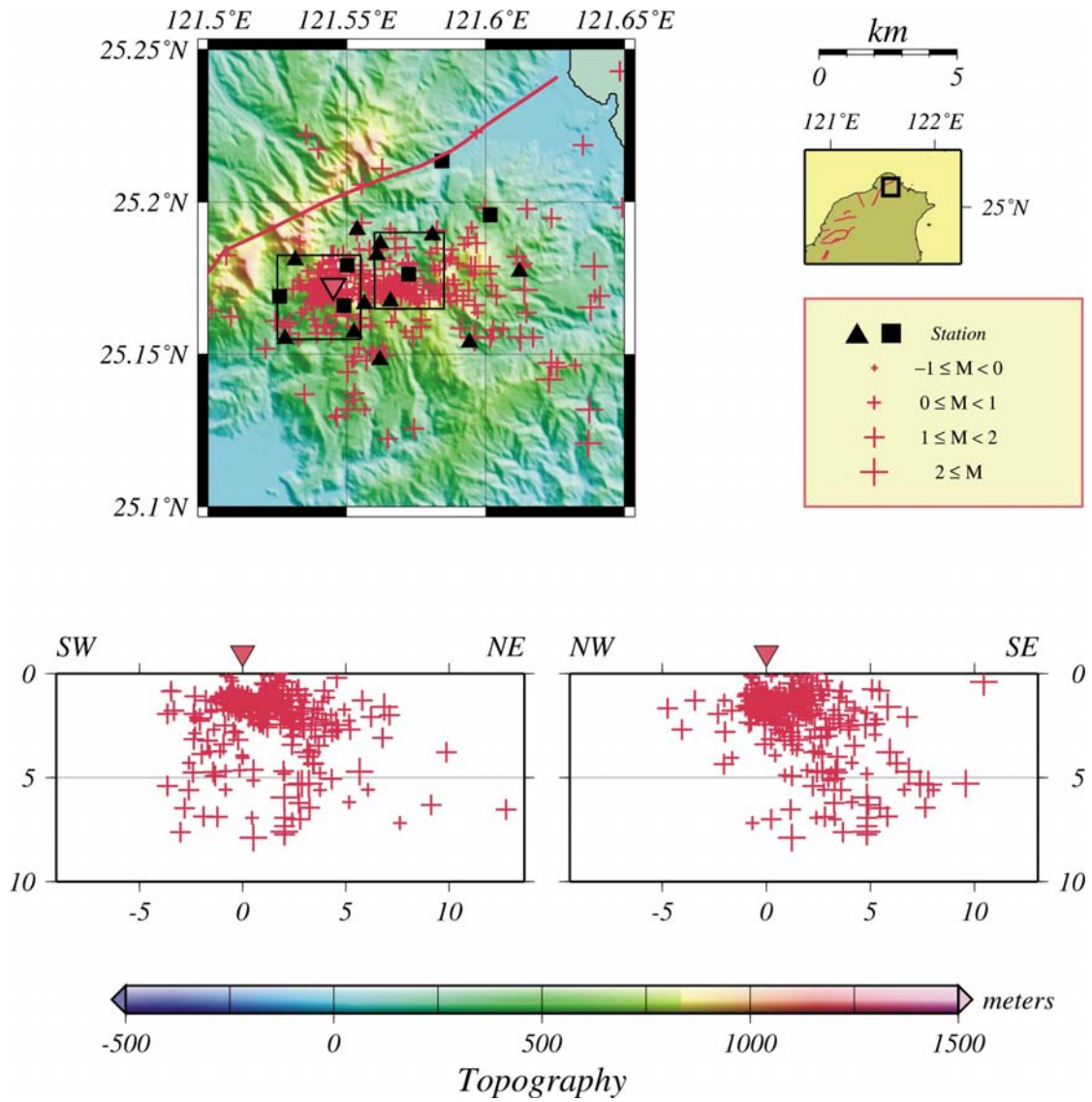
(三)請保育課考量整合大屯火山群地質監測計畫，於

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

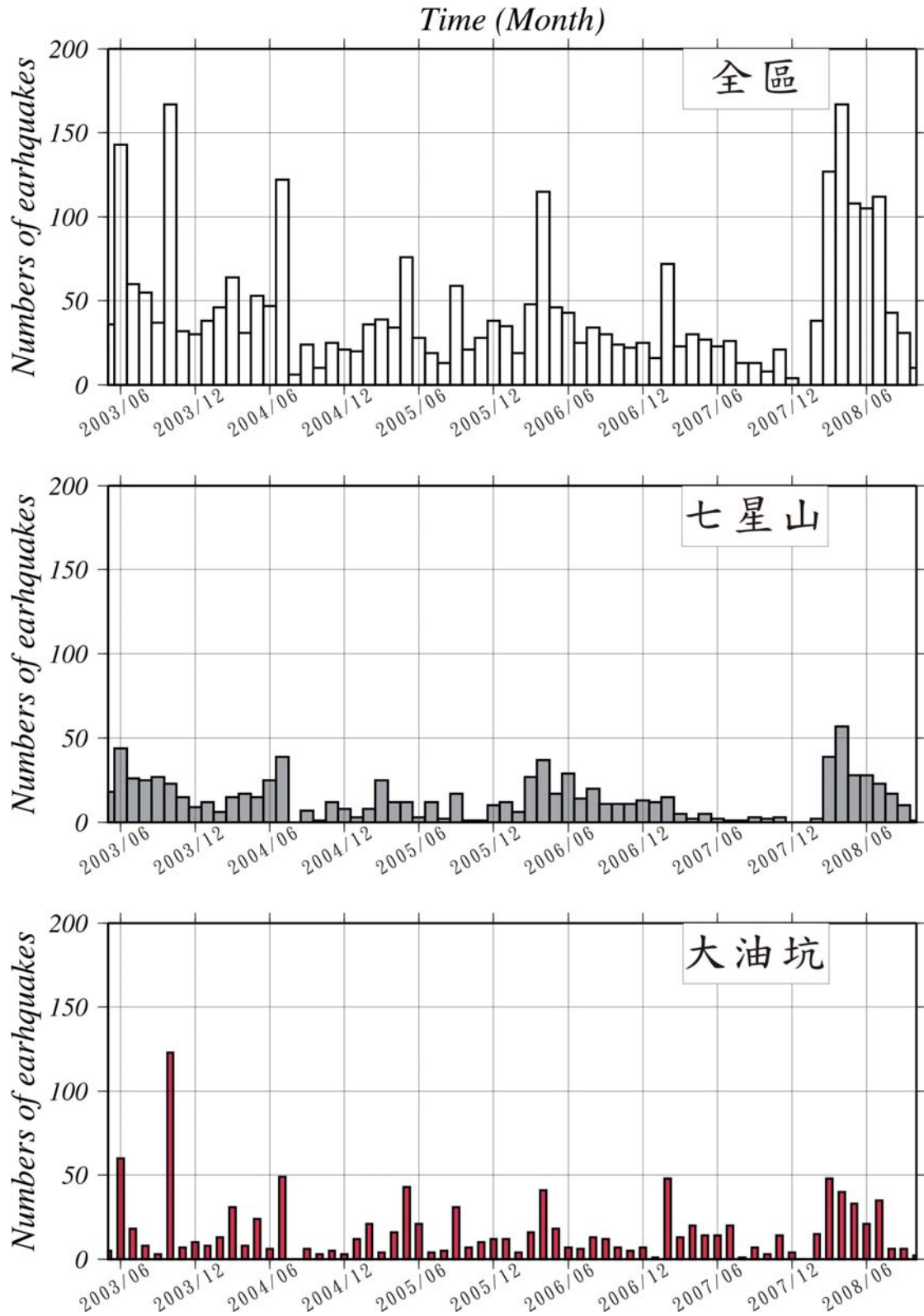
明年度起整合各種微震（地殼變形）、氣體、地溫、大地電磁法等監測調查工作，以長期持續彙整大屯火山群岩漿庫變化狀況。

（四）以下空白。

附件二 2008 年大屯火山地區地震分佈



附件三 過去幾年大屯火山地區每月地震個數



參考書目

中文部分

楊燦堯，1999. 陽明山國家公園大屯火山群之氦氣及其同位素地球化學之研究，內政部營建署陽明山國家公園管理處委託計畫。

英文部分

Chen, C. H., 1983, The geochemical evolution of Pleistocene absarokite, shoshonite and high-alumina basalt in northern Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, 5, 85-96.

Chen, C. H., 1990, Igneous rocks in Taiwan. *Central Geol. Surv.*, MOEA, 137pp.

Chen, C. H. and Nakada S., 1994, Comparison of late Cenozoic basaltic magma generation in Ryukyu arc, Okinawa Trough and adjoining area (NW Kyushu, Japan and N. Taiwan). 1994 8th International Conference on Geochronology, 54.

Chen, C. H., Nakada S., Chen, C. H., Mertzman, S. A., 1996, An unusual volcanic zone behind the southern Okinawa trough (back arc basin)- the western extension of the Ryukyu volcanic arc front?

Ho, C. S., 1982, Tectonic evolution of Taiwan explanatory text of the tectonic map of Taiwan. Ministry Econ. affairs, ROC. 126pp.

Juang, W. S. and Bellon H., 1984, The Potassium-argon dating of andesites from Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China*, 27, 86-100.

Suppe, J., 1984, Kinematics of arc-continent collision, flipping of subduction, and back-arc spreading near Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, 6, 21-33.

Song, S. R., Lo H. J., Chen, C. H., Tsao, S. and Yang, J. J., 1992, cauldron formation and volcanic eruption of the Tatun volcanic group. 4th Symposium Quaternary of Taiwan, 45.

大屯火山群地底岩漿庫之調查與監測—地殼變形之觀測調查

- Teng, L. S., Chen, C. H., Wang, W. S., Liu, T. K., Juang, W. S. and Chen, J. C., 1992, Plate kinematic model for late Cenozoic arc magmatism in northern Taiwan. *J. Geol. Soc. China*, 35, 1-18.
- Tsao, S. J., 1994, Potassium-argon age determination of volcanic rocks from the Tatun Volcano Group. *Bull. Central Geol. Surv.*, 9.
- Wang, W. H. and Chen, C. H., 1990, The volcanology and fission track age dating of pyroclastic deposits in Tatun volcano group, northern Taiwan. *Acta Geol. Taiwanica*, 28, 1-30.
- Yen, T. P., Tzou, Y. H. and Lin, W. H., 1984, Subsurface geology of the region of the Tatun Volcano Group. *Petrol. Geol. Taiwan*. 20, 143-154.