

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 台灣南部屏東平原與恆春半島之熱螢光定年研究

計畫類別： 個別型計畫    ^整合型計畫

計畫編號：NSC 89 - 2116 - M - 002 - 056 -

執行期間： 89年 7月 1日至 90年 7月 31日

計畫主持人：陳于高副教授

共同主持人：陳文山副教授

張徽正 組長

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

^赴大陸地區出差或研習心得報告一份

^出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

^國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學地質學系

中 華 民 國    90年    10月    31日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 台灣南部屏東平原與恆春半島之熱螢光定年研究

### Thermoluminescence age determination of Pintung Plain and Hengchung Peninsula, southern Taiwan

計畫編號：NSC 89-2116-M-002-056

執行期限：89年7月1日至90年7月31日

主持人：陳于高副教授 國立台灣大學地質學系

共同主持人：陳文山副教授 國立台灣大學地質學系  
張徽正組長 經濟部中央地質調查所

#### 一、中文摘要

恆春西台地位於台灣最南端恆春半島之西部，為一向東傾之台地，西緣為海岸，東沒入恆春谷地，恆春谷地為潮州斷層之南延恆春斷層通過的位置，由地形上看來，恆春西台地在其西側發育，東方則為中央山脈南端延伸之丘陵區，其地質背景與北方之屏東平原相類似，再者，屏東平原的形成歷史經由過去三年之研究已大致了解，而筆者去年針對屏東平原七口鑽井所進行的熱螢光定年研究，更提供了一可信的絕對定年資料，因此，若進一步了解屏東平原與恆春西台地地層之年代，則可經由對比對南台灣之新構造運動，建立一更完整的模式。

過去對於南台灣全新世海階的研究已有相當多的成果（林,1989；Wang and Burnett, 1990; Chen and Liu, 1993），不過老於一萬年的構造運動歷史就一直受限於年代的不確定，而至今莫衷一是，相關的年代研究有：恆春西台地頂部關山石灰岩之鈾系年代及 ESR 年代（Lee et al., 1993; 石等人, 1989）；針對台地下四溝層軟體動物化石之 ESR 年代研究（石,1991）；亦有利用花粉分析推論四溝層之可能生成年代（劉,1986）；也有利用碳十四法與碳氧同位素分析四溝層中所含軟體動物化石，並推論可能之生成年代（Wang et al., 1990）；當然也有利用超微化石之研究（王,1985）。雖然前人的工作已不在少數，可是結果十分不一致，最老的年代有將近四十萬年，最年輕的卻只有三、四萬年，如果不能進一步確定地層之年代，則無法進一步討論恆春西台地之構造運動歷史，故而進行年代研究實乃為當務之急。

熱螢光定年法可補碳十四定年法上限五萬年之不足，對於海岸細粒沈積物而言，上限可以達二十至三十萬年前，（Chen et al., 1997; Wei et al., 1998），恰好適用於恆春西台地四溝層之年代研究，筆者於一九九四年在台大地質系設立一套熱螢光定年系統，並緊接著選定海岸相沈積物為定年目標，數年來已在濁水溪扇洲、台北盆地、屏東平原成功地完成了數個年代的測定，以及樣本處理的標準化步驟，並且已有文獻發表，提出此計畫乃希望藉已有之經驗，對恆春西台地之年代問題，提供解

決之道，進而希望能藉此了解南台灣晚更新世以來的新構造活動史。

**關鍵詞：**四溝層，屏東平原，恆春西台地，熱螢光定年法，晚更新世，新構造運動

#### Abstract

The West Hengchun Hill is located in the western part of the Hengchun Peninsula, the southernmost tip of Taiwan. It is a tilted tableland with an axis trending south-north. Its western edge is a scarp connecting to the sea, while the eastern border is merging into the Hengchun valley, where has an altitude of 160m lower than of the western part. The Hengchun valley is located on the track of the Hengchun Fault, which is the southerly extension of Chaochou Fault, the mountain front of fold-thrust belt in view of geomorphology. Therefore, people believe the Hengchun Fault is also a thrust fault verging to west. Since the West Hengchun Hill developed on the western side of this fault, it must be a young tectonic block. Likewise, the Pintung Plain is also situated on the western side of the Chaochou Fault. Because of their the same geological situation. The tectonic activities of these two entities deserve further analysis. Furthermore, the formation history of the Pintung Plain has been roughly understood after tense studies during the past three years. This writer also measured the TL ages of seven core sediments drilled in the Pintung Plain during the last year. What if we further determine the age of the West Hengchun Hill, a more complete model is able to establish for neotectonics of the southern Taiwan.

The study pertaining to the Holocene marine terraces has been done a lot in this area (Lin, 1989; Wang and Burnett, 1990; Chen and Liu, 1993). However, the neotectonic history prior to 10 ka is still suspended by unreliable age data. Although we already have several ages in the literatures, they cannot give a constant conclusion. The Kuanshan Limestone, exposed on the top of the West Hengchun Hill, has been determined the U-series and ESR ages as 390ka

and 125ka, respectively (Lee et al., 1993; Shih et al., 1989). Another ESR age of 90ka has been reported for the mollusks collected from the Szekou Formation, a strata exposed under the surface of the West Hengchun Hill (Shih, 1991). The Palynology study also gave a suggested an last interglacial age for the Szekou Formation (Liew, 1986). Another study using radiocarbon ages and stable isotopic value derived an age of 30 to 40 ka for this Formation (Wang et al., 1990). The result of nano-fossil analysis suggested this Formation was formed in NN21 zone (Wang, 1985). Among the studies above, the oldest reported age is around 390 ka; however, the youngest age is just 30 to 40 ka. Consequently, the geological and neotectonic history of the West Hengchun Hill cannot be figured out up to today.

Thermoluminescence (TL) dating method is able to complement the deficiency of radiocarbon method when the sample age is older than 50ka. As we know, the upper limit of coastal fine sediments can extend to 200ka to 300ka (Chen et al., 1997; Wei et al., 1998). It is expected that this method can be applied on the age determination for the Szekou Formation. A TL dating system has been set up in National Taiwan University since 1994. I have utilized this facility to determine the ages of fine sediments collected from Choushuichi Fan-Delta, Pintung Plain and Taipei Basin. Its feasibility has been approved and the standard procedure has been established also. All these results have been published already (Chen et al., 1997; Wei et al., 1998). For the purpose of acquiring the age of the Szekou Formation, I write this proposal to utilize the TL dating system again. Hopefully, it can give a solution for the age problem of the West Hengchun Hill, but also the neotectonic history during late Pleistocene of this area.

This article provides guidance for report writing under the Grant of National Science Council beginning from fiscal year 1998.

Keywords: Szekou Formation, Pintung Plain, West Hengchun Hill, Thermoluminescence Dating, Late Pleistocene, Neotectonics

## 二、緣由與目的

### 1. 緣由

筆者在摘要中述及，恆春西台地的地層與沈積環境已有完整而詳細的調查，不過其年代尚未能確定，其南段頂覆的關山石灰岩經過鈾系定年得年代為距今三十九萬年 (Lee et al., 1993)，然而同一石灰岩之 ESR 年代卻顯示末次間冰期的結果 (石等人, 1989)，至於台地下四溝層的年代則有汪中和等人利用軟體動物化石所獲得約為三、四萬年前的碳十四年代，(Wang et al., 1990)，而 ESR 年代卻建議該層的年代在九萬年前 (石, 1989)，筆者亦曾在四溝層中採得三漂木標本進行年代鑑定，結果卻有二樣本顯示年代老於五萬年，若參考生物地層超微化石的分析結果，可知四溝層應在 NN21 中 E. huxleyi 盛帶尚未開始之時，故應在十萬至二十萬年之間 (王, 1985)。筆者在台大地質

系設立之熱螢光定年實驗室，曾成功的完成許多海岸相細粒沈積物的年代 (Chen et al., 1997; Wei et al., 1998)，最老可分析至二十幾萬年，四溝層恰好為海岸相沈積，年代又落在可行性很高的範圍之內，故提此計畫，嘗試解決四溝層的年代問題。

### 2. 目的

本計畫的目的主要是獲得四溝層的確切年代，再藉由此年代結果討論恆春西台地晚更新世以來的構造活動史，並相對於屏東平原所得出之結果，比較兩地區間之變化及相似性，而歸結出大區域尺度下的構造活動趨勢，完成南台灣地區晚更新世以來，古環境變遷與全球變遷之間關聯性的探討，進而能對國內目前正在積極展開之活斷層研究提供新的資訊。

近年國際上對於全球變遷的課題相當熱門，相對地，尺度較小的區域地質問題則較少人關心，因此，如何聯繫起區域地質和全球變遷間的關係便日形重要，而定年資料即在其中佔了一重要的地位。台灣的地質問題，無論是地層、地史、構造，其實早在前人努力不懈的工作下即有了豐碩的結果，惜年代問題卻常年懸而未決，使得最終結果一直未能拍板定案；亦或是年代之結果錯誤，亟待重新確立年代資料。恆春西台地已有相當完整的基本地質調查工作 (石崎, 1942; 陳等人, 1985; 陳與李, 1990; 黃, 1986; 劉, 1986; 吳與陳, 1990)，本計畫乃欲提供一新而正確的年代結果，可以清楚的將各項前人工作整合，並使之與全球變遷發生關聯，另一方面，亦可解析晚更新世以來南台灣地區之新構造活動史，對於國內目前正發展的活斷層研究，也能相互配合，故重要性實不言而喻。

### 三、結果與討論

本研究所分析標本之熱螢光年代，分別為  $59 \pm 6$  ka 及  $83.7 \pm 25$  ka，但根據前人研究，四溝層的年代理應在 100-140 ka (劉, 1986) 左右，似乎與本研究結果不甚相符，可是陳等 (1990) 認為部份的四溝層與太平層為同時異相，許 (1986) 於研究恆春半島新構造運動時，利用鈾系不平衡法推測太平層為 60-120 ka，以上對於恆春半島地層的新認識，著實為筆者提供了一思考上的疏解，由於此二標本存放年代過久，當初採集時之確切地點、相對深度及各項記錄已遺失難考，故筆者推測採樣點的四溝層恰巧與太平層為同時異相之關係，而其中 Sk 約相當於四溝層的頂部，也就是太平層的底部，若對比於 24 萬年以來全球性的氧同位素變化曲線，在 stage4 時有一個全球海水面的相對低期，應該是太平層及 Sk、Sk01 開始堆積的時間，加上 Sk 與其下方四溝層並無沈積間斷的事實，四溝層無疑是形成於 stage5 時的高海水位時期。直到太平層沈積結束 (約 60 ka)，恆春半島的地質環境大抵上沒有發生很大的變化，此時河流系統發達且降雨豐沛，侵蝕堆積了礫石和厚砂岩層，造成陸地只以  $0.6 \pm 0.04$  mm/yr 的速率抬升 (許, 1986)，同時阻礙了珊瑚的生長，完全迥異於之前四溝層的泥、砂質沈積物，隨後海水面回升且降雨量突然減少，河流侵蝕能力驟減，沈積物因此大量降低，使得陸地的抬

升速率明顯增加為  $1.14 \pm 0.11$  mm/yr (許,1986), 恆春半島也開始生長珊瑚礁,到了 30 ka 以後,速率更變為  $2.82 \pm 0.07$  mm/yr, 陸地的抬升明顯地超越了海水面變動,而終造成了台地上一階階的珊瑚礁階地。但以上之推測尚不夠完整及健全,仍需筆者於其他地質證據的努力蒐集,及本實驗工作的一再重複進行、對比,方可使得恆春半島的地層年代,有一值得相信的參考值。

在本研究的年代計算中,多項的人為假設將會造成準確度偏差,其中又以假設氫氣無發生逸散的情形影響最鉅,因為標本本身非深埋且非位處於地下水面之下,所以氫氣應該會有外洩的情形,而令筆者高估其年劑量值,此外,雖然宇宙射線的忽略雖會使得年劑量值被低估,但是卻遠遠不及前述因素影響之程度,故於討論時可予以忽略。

#### 四、計劃成果自評

應致力於實驗方法與儀器的升級,使的年代測試所需時間減少,可獲得較多地質年代資料,就不同年代之空間分佈,探討四溝層沉積的時間性。再將年代對比於地質時間軸上,解析古環境變遷與古全球變遷之間的關聯性,進而評估恆春西台地第四紀構造線在長時間與短時間尺度下的活動性,分析晚更新世以來南台灣新構造活動的歷史及其活動性。

#### 五、參考文獻

- [1] 王明惠(1985) 恆春西台地之超微化石研究。經濟部中央地質調查所年報, 49-56 頁。
- [2] 石再添、蔡文彩、許民陽、目崎茂和、木庭元晴(1989) 墾丁國家公園地區的珊瑚礁定年及地形研究。墾丁國家公園管理處保育研究報告, 第五十七號, 第 58 頁。
- [3] 石同生(1991) 電子自旋共振定年法在貝類化石上的研究與應用。國立台灣大學地質學研究所碩士論文, 共 77 頁。
- [4] 石崎和彥(1942) 西恆春台地附近地質學的觀察。台灣地學記事, 第八卷, 第 2-3 期, 45-64 頁。
- [5] 李偉彰(1992) 台灣南部西恆春台地更新統之沈積環境研究。國立台灣大學地質學研究所碩士論文, 共 87 頁。
- [6] 吳樂群、陳華玟(1990) 台灣南部恆春西台地北段晚更新世之沈積層序。經濟部中央地質調查所彙刊, 第六號, 第 13-50 頁。
- [7] 林久芳(1989) 台灣恆春半島及東部海岸全新世隆起珊瑚之鈾系定年研究。國立台灣大學地質學研究所碩士論文, 共 119 頁。
- [8] 陳文山、李偉彰(1990) 西恆春台地地層之檢討。地質, 第十卷, 第二期, 第 127-138 頁。
- [9] 陳文山、鄭穎敏、黃奇瑜(1985) 台灣南部恆春半島之地質。地質, 第六卷, 第二期, 第 47-74 頁。
- [10] 黃奇瑜(1986) 西恆春台地之海相微體化石調查。墾丁國家公園及臨近地區地質古生物調查保育研究報告, 第二十六號, 第 145-215 頁。
- [11] 劉平妹(1986) 四溝層之花粉分析。墾丁國家公園及臨近地區地質古生物調查保育研究報告, 第二十六號, 第 69-85 頁。
- [12] 羅嘉轍(1996) 台灣數個淺海相沈積物樣本之熱螢光定年研究。國立台灣大學地質學研究所碩士論文, 共 107 頁。
- [13] 魏谷(1997) 台北盆地五股岩心之熱螢光定年及有機碳同位素研究。國立台灣大學地質學研究所碩士論文, 共 85 頁。
- [14] Chen, Y.G. and Liu, T.K. (1993) Holocene radiocarbon dates in Hengchun Peninsula and their neotectonic implications. J. Geol. Soc. China 36, 4, 457-479.
- [15] Chen, Y.G., Lo, Cha-Tso, Wu, Wen-Shoung and Liu, Tsung-Kwei (1997) Feasibility study of the thermoluminescence dating method on late Pleistocene coastal sediments, southwestern Taiwan. J. Geol. Soc. China 40, 2, 363-380.
- [16] Wei, K., Chen, Y.G. and Liu, T.K. (1998) Sedimentary history of the Taipei Basin with constraints from thermoluminescence dates. J. Geol. Soc. China 41, 1. (in press)
- [17] Dutkiewicz, A. and Prescott, J.R. (1997) Thermoluminescence ages and paleoclimate from the Lake Malata-Lake Greenly complex, Eyre Peninsular, south Australia. Quat. Sci. Rev. 16, 367-385.
- [18] Lee, T., Chen, J.H. -Y., Dai, C.F. and Shen, J. J. -S (1993) U-disequilibrium dating of corals in southern Taiwan by mass spectrometry. J. Geol. Soc. China 36, 1, 57-66.
- [19] Tanaka, K., Hataya, R., Spooner, N.A., Questiaux, D.G., Saito, Y. and Hashimoto, T. (1997) Dating of marine terrace sediments by ESR, TL and OSL methods and their applicabilities. Quat. Sci. Rev. 16, 257-264.
- [20] Wang, C.H., Peng, T.R., Chen, P.F. (1990) Oxygen and carbon isotopic compositions of mollusks from the late Pleistocene Szekou Formation, southern Taiwan. Proc. Natl. Sci. Council., ROC(A) 15, 5, 455-464.
- [21] Wang, C.H. and Burnett, W.C. (1990) Holocene mean uplift rates across an active plate collision boundary in Taiwan. Science 248, 204-206.