

國立東華大學自然資源與環境學系

碩士論文

指導教授：蔡金河 博士

玉里帶清水溪地區變質岩的鋯石鈾鉛年代制約  
與全岩地球化學特性之研究

*Zircon U-Pb geochronological constraints and whole-rock geochemical characteristics of metamorphic rocks in the Chinshuichi area of the Yuli belt, eastern Taiwan*



研究生：羅文翰 撰

中華民國一〇七年八月

## 致謝

首先，我想感謝引領我踏入變質岩石學領域的導師 - 蔡金河老師，他是一位非常具有啟發性且十分嚴謹的導師，感謝他犧牲了自己無數的精力與時間，在學術專業、人生方向及待人處事的智慧方面，給予我非常多的真知灼見，他總是持續刺激我不斷突破自己的界限，為我創造很多與國內外優秀學者交流合作的機會，並且鼓勵我在 2017 年日本地球物理-美國地球物理學會聯合會議(JpGU-AGU joint meeting)發表研究成果。

謝謝鍾孫霖老師、李寄嶼老師、李皓揚博士，慷慨地支持與幫助我在台大及中研院地球科學所的全岩主量元素、微量元素和鋯石年代分析工作，這些分析結果最終成為此篇論文中最主要的研究成果之一。礦物化學分析工作仰賴中研院地科所的 Yoshiyuki Iizuka 博士的幫助。朱美妃老師指導鋯石鈾鉛定年學方面的知識，成了往後我分析鋯石年代的基礎。在台大及中研院地科所進行分析工作的日子，我得到湯瑞婷學姐、洪千惠學姐、朱秋紅學姐、王宇祥學長、許菀庭、陳嘉蕙、簡于翔學姐、林冠羽和田佳諭同學很多的幫助，謝謝你們的善良與溫暖，讓我面對新研究方法時，不致於孤單和無助，並且助我解決地化、定年方面的數據處理問題。

野外採樣是研究岩石的根基，謝謝陪伴我出野外的 PGML 實驗室夥伴們與朋友們協助我進行地質採樣工作，並且要特別感謝梁鈞皓先生，讓我在礦場中自由調查許多重要的地質出露，及礦務局東辦處林錦村科長對於各礦場周圍之地質產狀情況給予很多指點。謝謝劉樵父母提供野外時的住宿，讓我們得以在一天工作結束後能好好休息，及黃健遠先生願意借愛車給我們出野外。

我論文中的許多新的科學發現，都是站於前人研究的根基上發展的，並且尚需加上很多人們善意的協助下，才得以產生。歷屆 PGML 的學長姐中，特別感謝 William Keyser 帶領我熟悉研究區域 - 玉里清水溪地區，加速了我對研究區域的掌握。感謝黃會婷學姊，從岩石光薄片製作到電子顯微鏡分析工作的教學。無論是出野外、讀文獻及分析工作上，我最感謝同窗三年的 劉樵，還有葉芝穎及 Dominikus Deka Dewangga，你們是我在這段時間最佳的學習夥伴，還有林宜慧學姐承擔起很多維持實驗室的重要工作，保持實驗室的順利運轉，論文進度才能一路不斷地向前推進。

特別感激俞震甫老師和陳惠芬老師願意擔任我的論文口試委員，並點出我論文中錯誤之處與觀念，並提出許多建設性的意見。

感謝中華民國地質學會的「學生出席國際會議補助」支持我參加 2017 年的 JpGU-AGU joint meeting。

最後要感謝家人與朋友們一路以來的支持和陪伴，沒有你們我是無法完成這篇論文的。

## 摘要

大南澳變質雜岩區的玉里帶內出露有少量蛇紋岩與變質火成岩，部分岩類含高壓指標礦物，根據最新的放射性同位素年代資料可能指示一個晚中新世的隱沒事件。前人將這些蛇紋岩體及變質火成岩塊體統稱為「被支解的變質蛇綠岩套」，但因缺少原岩年代制約，其來源之地體構造環境尚待需更多資料佐證。在玉里清水溪地區的變質斜長花岡岩(meta-plagiogneiss)，其中有部分種類含鈉質角閃石(青鋁閃石)與鈉質斜輝石，代表其曾經歷隱沒帶環境的高壓變質作用，且本研究首次發現一處鈉質斜輝石細脈之產狀。本區變質輝長岩、變質斜長花岡岩等之變質火成岩皆有鈮、鉍、鈦虧損的島弧岩漿特性，變質斜長花岡岩呈不同程度的輕稀土元素富集現象， $(La/Lu)_N$  比值介於 1.53-5.84，根據 Pearce (1984) 的 Nb-Y 花岡岩分類方法為火山島弧型或弧前盆地來源之花岡岩，指示變質火成岩的原岩可能屬於隱沒帶上盤型蛇綠岩套(Dilek and Furnes, 2014)。本研究共分析得三組變質斜長花岡岩的鉍石  $^{206}Pb/^{238}U$  加權平均年齡  $13.1 \pm 1.9$  Ma、 $15.71 \pm 0.36$  Ma 與  $15.71 \pm 0.36$  Ma，可解釋為岩漿結晶年代，因此本研究推測本區變質火成岩的原岩可能源自南中國海板塊隱開始下沉至菲律賓海板塊下方時所形成的年輕洋內弧前新生地殼，隨後被支解成碎塊進入泥質片岩中並經歷高壓變質作用，最後在弧陸碰撞進行時剝蝕抬升返至地表。

**關鍵詞：**大南澳變質雜岩、玉里帶、蛇綠岩套、高壓變質岩、變質斜長花岡岩、原岩年代

## Abstract

Rare serpentinite and meta-igneous rocks are distributed as exotic blocks in the metasedimentary Yuli belt of the Tananao Metamorphic Complex, eastern Taiwan. The discovery of high-pressure (HP) minerals (glaucophane and omphacite) in some of the meta-igneous blocks and preliminary geochronological studies indicate a Late-Miocene subduction metamorphism. These serpentinites and meta-igneous rocks were regarded as fragments of a dismembered ophiolite in previous studies, however, their origin is still controversial. In the Chinshuichi area of Yuli belt, HP minerals such as sodic amphibole, omphacite and aegirine-augite occur in some meta-plagiogranites. In this study recently discovered a new occurrence of veinlets crosscutting meta-plagiogranite. Based on the field relations, the meta-plagiogranite and associated meta-igneous rocks (meta-gabbro, meta-diorite and meta-microdiorite) probably represent a section of oceanic crust. These meta-igneous rocks showing relative Nb-Ta-Ti depletion in whole-rock composition. Zircon  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  dates of meta-plagiogranite yield ca. 15 Ma. On the basis of zircon petrographic features and the Th/U ratios, these dates are interpreted as the timing of magmatic crystallization of the meta-plagiogranites. The protolith of these meta-igneous rocks in Chinshuichi area were probably formed in a young fore-arc crust while the South China Sea Plate initially sank down below the Philippine Sea Plate. Then newly formed fore-arc crust was dismembered as pieces into sediments during subduction, subsequently metamorphosed and exhumed at arc-continent collision.

**Key words:** *protolith age, high-pressure metamorphism, meta-plagiogranite, Yuli belt, Tananao Complex*