

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

太魯閣帶硬綠泥石岩與變質基性岩
之岩石學及地球化學特徵

*Petrological and Geochemical Characteristics of
Chloritoid rocks and Metabasites in the Tailuko Belt*



研究生：劉康文 撰

中華民國 113 年 7 月

致謝

時光匆匆，轉眼間研究工作已到該告一段落的時候，在此誠摯感謝指導教授蔡金河老師這幾年來對於我的細心指導與鼓勵，讓我在各方面都有所成長。此外，也感謝實驗室的羅文翰學長、Dominikus Deka Dewangga 學長、葉芝穎學姐在研究上的教學與幫助，使得諸如野外調查和樣本分析等工作皆可順利進行，也謝謝王雅芳與李宜臻同學在各項工作與課程上的互相幫忙，特別是多次野外工作有賴於雅芳的駕駛，各地點的採樣工作才可有驚無險地完成。

在中央研究院所進行的各類分析工作，相當感謝 EPMA 實驗室的 Yoshiyuki Iizuka 博士、Masako Usuki 助理和王宇祥學長，以及雷射電漿質譜儀實驗室的李皓揚老師、朱秋紅學姐與陳宥甄學姐，謝謝兩個實驗室提供儀器的使用機會，並且解決我在分析操作上遇到的各類疑難雜症。關於礦物的相鑑定，也謝謝中央大學山脈構造實驗室的陳致同老師與蘇雅綺助理提供拉曼光譜儀的使用時間。而在論文草稿的修正方面，十分感謝朱美妃老師與葉恩肇老師兩位口試委員提供的專業意見，令論文中的許多部份皆得到大幅改善。

野外調查工作上，特別感謝曾信翰學長幫忙我們進行空拍，以及黃韻茹學姐、楊孟瑄學妹與張育維學長的協助。另外也謝謝臺大的許緯豪學長提供寶貴的調查經驗，讓我們得以順利抵達研究區域，還要感謝吾谷子（和中）部落的劉正凱提供住宿及作為我們的嚮導，以及當地立達礦場的饒姑姑與碧海電廠工作人員的支援與幫忙，使我們每次的調查工作多了許多成果，少了許多危險。

最後也謝謝我的家人，除了日常關心外，我在花蓮的這段時間也持續郵寄各種我需要的物品，讓我的生活不致匱乏。

這份研究成果也獻與我喜愛天文知識的外公李淡清先生，願他能以我為榮。

摘要

太魯閣帶為中央山脈東斜面一古老變質帶，曾經歷自古生代以來的多期變質事件，是研究臺灣造山帶變質歷史之關鍵區域。其中由於變質基性岩之礦物共生組合及礦物成分可反映變質條件的變化，且全岩地球化學成分亦能推測原岩形成之構造環境，故有必要深入研究此變質帶之變質基性岩。然而前人研究多聚焦於南澳-東澳地區所出露的角閃岩，其他地區變質基性岩仍缺乏足夠的岩石學資料。本研究針對太魯閣帶和平地區長春層內之變質基性岩（角閃岩、綠色岩和綠色片岩）以及硬綠泥石岩的產狀、岩象、礦物化學與全岩地球化學進行詳細的分析，並與南澳-東澳地區的變質基性岩相互比較。此區的角閃岩、綠色(片)岩和硬綠泥石岩與大理岩互層，硬綠泥石岩與大理岩接觸部位首次發現少量塊狀之矽卡岩 (skarn)，主要組成為鈣鐵輝石 (hedenbergite)、鈣鋁榴石-鈣鐵榴石與榭石。角閃岩呈現綠片岩相過渡至角閃岩相變質條件的岩象與礦物成分，且發現少量直閃石與鎂普通角閃石共生之低壓角閃岩相變質特徵。硬綠泥石岩具礦物組成之分層，依礦物組成差異分為部分具鐵鋁榴石斑晶的第一類，具剛玉、鈦鐵礦與磁鐵礦集合體的第二類，及首次發現紅柱石與十字石的第三類，第一類硬綠泥石岩峰期變質條件約為 550 °C，第三類硬綠泥石岩為 450–500 °C，<3.8 kbar，應分別為不同期的變質事件所形成。全岩地球化學分析結果顯示，硬綠泥石岩相對其原岩成分呈現整體質量損失與元素濃度上升，地體構造環境判別方面，南澳-東澳地區的角閃岩可能源於 N 型中洋脊玄武岩，變質基性岩脈屬於島弧玄武岩或 E 型中洋脊玄武岩，和平地區的角閃岩、綠色(片)岩、硬綠泥石岩與南澳-東澳地區的綠色(片)岩之原岩可能屬於洋島玄武岩。

關鍵詞：矽卡岩、硬綠泥石岩、角閃岩、紅柱石、十字石、直閃石

Abstract

The Tailuko belt, located on the eastern slope of the Central Range, is an ancient polymetamorphic belt in which some rocks' protoliths can be tracked back to the Paleozoic era, making it a key region for studying the metamorphic history of Taiwan's orogenic belt. The mineral assemblages and compositions of metabasites reflect changes in metamorphic conditions, and the bulk-rock geochemistry of metabasites can infer the tectonic settings of their protoliths. Previous studies focused on amphibolites exposed in the Nanao-Tungao area, whereas metabasites in other regions are less known. This study conducts detailed analysis of occurrence, geochemistry, petrography and mineral composition of metabasites (amphibolites, greenschists and greenstone) and chloritoid rocks within the Changchun formation in the Hoping area, and compares them to the metabasite in the Nanao-Tungao area. In this region, amphibolites, greenschists, greenstone and chloritoid rocks are interlayered with marbles. Newly discovered skarn occurs in the contact zone between chloritoid rock and marble, composed of hedenbergite, grossular-andradite and titanite. The amphibolites exhibit a petrographic features of greenschist to amphibolite facies transitions, with minor coexisting anthophyllite and magnesiohornblende, implying a low-pressure amphibolite facies metamorphic condition. The chloritoid rocks show mineral layering, and are categorized into three types: the type I with almandine, type II with aggregates of corundum, ilmenite, and magnetite, and type III, with newly discovered andalusite and staurolite. Peak metamorphic conditions of the type I chloritoid rock is estimated as 550 °C, and the type III is 450–500°C, <3.8 kbar, representing different metamorphic events.

Bulk-rock geochemical analysis shows that, chloritoid rocks exhibit overall mass loss and elemental concentration increase relative to their protoliths. On tectonic environments identification, the amphibolites from the Nanao-Tungao area likely originated from N-type mid-ocean ridge basalts (N-MORB), the metabasic dikes are from volcanic arc basalts (VAB) or E-type mid-ocean ridge basalts (E-MORB), and the amphibolites, greenschist (greenstone) and chloritoid rocks from the Hoping area, along with the greenschist (greenstone) of the Nanao-Tungao area, are classified as ocean island basalts (OIB).

Keyword: Skarn, Chloritoid rock, Amphibolite, Andalusite, Staurolite, Anthophyllite