

國立東華大學自然資源與環境學系

碩士論文

Department of Natural Resources and Environmental Studies

College of Environmental Studies

National Dong Hwa University

Master Thesis

瑞穗地區玉里帶原地型片岩及鐵鎂質岩之
變質演化與隱示

**Metamorphic Evolution and Geologic Implications of In-situ Schists
and Mafic Rocks in the Juisui Area, Yuli Belt, Eastern Taiwan**

黃會婷

Huei-Ting Huang



指導教授：蔡金河 博士
Advisor: Chin-Ho Tsai, Ph.D.

中華民國一〇二年六月
June, 2013

致 謝

三年來的碩士班生涯隨著這本論文逐漸完備而將告一段落，能夠走到這一步要感謝的人很多，首先最最感謝的是我的指導教授蔡金河老師，對於三年前什麼都不懂的我一路殷殷教誨，時而督促，時而鼓勵；老師用盡心思在指導學生與科學研究上的精神，始終令人景仰而自覺望塵莫及。野外調查的初期礦物局東辦處的林錦村科長對於瑞穗地區各礦場周圍露頭產狀的瞭解給予了我諸多指點；中國地質大學王瑜教授來台考察之時也指導了更多由構造而衍生的地質意義，以及最重要的是成大衣德成學長提供許多野外實察的寶貴資訊，兩屆的地質年會中也向他詢問許多製作光復圖幅所描繪的細節，由衷地感謝他們。岩象觀察上感謝日本岡山大學 Tatsuki Tsujimori 教授對於高壓礦物相可能成因的指引，以及希臘亞里斯多德大學 Ioannis Baziotis 博士教導變質溫壓計的原理和應用。化學分析方面感激中研院地科所 Yoshiyuki Iizuka 博士、惠合、宇祥大力的協助與鼓勵，沒有他們的幫忙便無法取得如此精細的數據，對於儀器分析我也有更深的認識；有幸能與多位國內外學者接觸與討教，實是在學期間最大的收穫！

回到實驗室，感謝瑋婷無時無刻地伸出援手為我擔憂解勞，感謝佳偉三年來始終坐在我隔壁共享課業上的潮起潮落，感謝 William 那永無止盡的進取之心鼓舞我繼續向前，更是身旁最佳的英文活字典，以及學弟威諭活絡了實驗室的氣氛也是大家的好幫手，感謝學長景宏與志峰不時抽空回到實驗室解決各種疑難雜症，兩位也是我努力的標竿，感謝學姊許琳過去給予的諸多評點讓我能跳過許多錯誤快速進步；感謝組內劉瑩三老師、張有和老師、顏君毅老師、張文彥老師於修課及野外考察中激發不同的思考面向；也感謝兩年多來相互砥礪、見證成長的學長奕南、柏霖、同學克帆、昱安，在偌大的環境學院中有你們的加持而不感到孤獨。

最後，最深的感謝及不捨獻給我的家人，媽媽總是盼望何時我能安穩地待在家中三五天，但每次總匆匆而別。爸爸生病時我無法隨侍在側，諸多言語、促膝長談，他未苛責我，但我看見他眼中的悲傷，他不及看到我完成學業卻已遠去。

以此，紀念我摯愛的父親，願父親在山巔、在天涯，能以我為榮。

2013.7 黃會婷

摘要

玉里帶可概分構造地塊與原地片岩兩類地質單位，原地型變質泥質岩內有透鏡狀變質鐵鎂質岩、蛇紋岩塊體分佈，不同岩性之接觸面上均有新變質礦物生成，保存下經過深埋而變質的特徵。本研究新發現變質泥質岩中石榴子石具兩階段的生長環帶，Zone II 石榴子石覆生於 Zone I 石榴子石上，可對比為 M1 及 M2 兩個前進變質階段，以及石榴子石邊緣融蝕生成綠泥石之 M3 退變質的歷程，多矽白雲母的 Si 含量於泥質系統中偏高，隱示可能經歷有較高壓的早期變質階段；變質鐵鎂質岩中角閃石具有成份環帶，核部為鎂角閃石，邊部為陽起石，^{IV}Al 與 Na[M4] 由核部逐漸朝邊部降低，少量鈉-鈣群角閃石凍藍閃石(barroisite)分佈在鈉長石變斑晶內和鎂角閃石核部，隱示角閃石形成於退變質時期，可對比變質鐵鎂質岩中鈉-鈣群角閃石的發現為 M2 變質階段的殘餘，具環帶之角閃石為 M3 退變質時期的產物。

變質泥質岩及變質鐵鎂質岩內碎屑性殘餘電氣石投影於 Al-Fe(tot)-Mg 與 Ca-Fe(tot)-Mg 三角圖顯示核部可能來自不相同的原岩系統(cf. Henry, 1992)，邊部則可能為變質生長；本研究之變質鐵鎂質岩成分與構造地塊內綠色片岩基本上相同(cf. Tsai et al., 2013)，故構造地塊可能為一集合超鐵鎂及變質鐵鎂質岩之混合塊體，應類似於主體片岩內包夾之變質鐵鎂質岩凸鏡體，玉里帶整體在變質前很可能與構造地塊為板塊隱沒帶附近的同源環境(cf. Lin et al., 1984)。

經由石榴石-鈦鐵礦地質溫度計及角閃石地質溫度計推估 M1 進變質階段溫度約可達 560 ± 30 °C，生成 Zone I 石榴子石、鈉雲母、鈉-鈣群角閃石；多矽白雲母於 M2 時期大量生成，其 Si 的等值線表示 M2 時期壓力約 10-12kbar，變質鐵鎂質岩內鈉長石包裹的 M2 殘餘角閃石溫度 560 ± 50 °C；M3 退變質階段生成鈣群角閃石，核部變質溫度約 515 ± 50 °C，邊部變質溫度約 370 ± 50 °C。

[關鍵字] 石榴子石、角閃石、電氣石、玉里帶

Abstract

The Yuli belt of the eastern Taiwan is generally divided into two parts: tectonic (or exotic) blocks and in-situ schists. The former consists mainly of serpentinite and metabasite, whereas the latter is represented by metapelite and metapsammite with subordinate greenschist. The contacts between these two different litho-units tend to contain newly-recrystallized minerals that indicate a possible origin of metasomatism. In the in-situ metapelites, this study found a new type of two-stage garnet zoning with a sharp break in between. Zone I garnet (core) is overgrown by Zone II garnet (mantle). Compositional patterns of Zone I and II imply two stages of garnet prograde growth (M1 and M2). Chlorite commonly replaces Zone II garnet in the outer-most rim, indicating a late-stage retrograde metamorphism (M3). Some amphiboles in the metabasite show compositional zoning with a magnesiohornblende core and an actinolite rim; rare barroisitic compositions are also detected in the core of some samples.

The in-situ schist also contains tourmaline, which commonly shows zoning. Plots of tourmaline core compositions on Al-Fe(tot)-Mg and Ca-Fe(tot)-Mg diagrams show great variation and suggest that the tourmaline grains were originated from different protolith sources or geologic environments (cf. Henry et al., 1992), whereas the rim compositions are consistent indicating a metamorphic growth. The metamorphic temperature of M1 was estimated at $560 \pm 30^{\circ}\text{C}$ with the garnet-ilmenite thermometer (Pownceby et al., 1987) assuming equilibrium. The M2 pressure was estimated at 10-12 kbar on the basis of phengite Si content isopleths with temperature constraint at $560 \pm 50^{\circ}\text{C}$. A schematic clockwise P-T path is proposed for the in-situ schist, implying an evolution from subduction to collision for the Yuli belt metamorphic rocks (cf. Beyssac et al., 2008).

Keywords: Garnet, Amphibole, Tourmaline, Yuli belt.