

太魯閣峽谷岩層之研究

第一章 前言

由於太魯閣地區山高谷深，山勢坡度長達三、四十度，山區渺無人煙，地質調查工作不易。於一九三六年，小笠原（osagawara，1936）曾完成十萬分之一”研海”地質圖圖幅，至今五十餘年來僅有小區域的地質圖，地質路線圖或地質簡圖，尚未有完成之地質圖。本計劃擬繼續以往於太魯閣地區從事各類變質岩研究工作，予以擴展至峽谷地區各岩層之分層及其分布，以了解全區之地質。

第二章 研究內容與範圍

本計劃擬以太魯閣峽谷地區為中心，實地野外調查，追蹤各岩石地層單位（Lithostratigraphic unit）開南崗層、九曲層、天祥層、長春層等之分布，並配合航照圖，辨識各岩石地層分布，檢驗其連續性。本年度工作範圍將以二萬五千分之一地形圖”太魯閣”圖幅中，立霧溪以北為主。東以立霧溪口，西至燕子口，北至朝敦山、曉星山之南一帶。本區交通不便，將以沿河谷、陵線、古道及少數產業道路為主要路線，作野外地質調查。

第三章 研究結果

一、地層分層簡介

基於近年來國際地層規範小組（Hedberg，1976）的努力，在地層學上，岩層應該依據不同的範疇來分類。每一種分類各有其明確的劃分單位，地層分類由於它們的特性計有三個範疇：岩石地層、生物地層與年代地層。

岩石地層：依據岩層的岩石之特性而建立的地層。

生物地層：依據岩層中所含生物化石的組合與分佈之特徵而建立的地層。

年代地層：依據岩層生成的年代所劃分的地層。

地層分類的目的，主要是處理地球上岩層的順序與時空上的分布問題。但是，任何一個地區的岩層的延伸範圍有限，且不完整。岩層受侵蝕作用形成不整合關係等皆可造成岩石地層單位的不連續性。而這些不連續性以及地層的缺失也是討論地質發展史的一種重要證據。

上述的地層單位是依其不同特徵來區分。一個地區的地質圖，是依據岩石地層單位的分布來完成，所以岩石地層單位也就是製圖的單位，採取野外易於辨識的特徵為依據。但是，如前所述，岩石地層單位往往延伸範圍有限，只能代表一個地區不同岩性分布與沉積的特徵，不能達到更大區域對比，甚至通用至全球。唯有生物地層單位與時間地層單位，或以時間來作劃分的依據才可做全球性的對比。因此各岩層的定年工作相當重要的。

地質時代單位是一個時間單位。表一列出地質時代單位及年代，以供討論本區岩石生成時代的參考。

表一

代 Era	紀 Period	世 Epoch
新生代 Cenozoic	第四紀 Quaternary	全新世 Holocene
		更新世 Pleistocene
	第三紀 Tertiary	上新世 Pliocene
		中新世 Miocene
		漸新世 Oligocene
		始新世 Eocene
		暎新世 Paleocene
中生代 Mesozoic	白堊紀 Cretaceous	
	侏羅紀 Jurassic	
	三疊紀 Triassic	
古生代 Palaeozoic	二疊紀 Permian	
	石炭紀 Carboniferous	
	泥盆紀 Devonian	
	志留紀 Silurian	
	奧陶紀 Ordovician	

	寒武紀 Cambrian	
先寒武紀 Precambrian		

二、前人工作

太魯閣地區出露之岩層，以目前所知是屬於台灣最古老之岩層。除現生或古河床以及崖錐沉積物外，皆屬變質岩層，包括石英雲母片岩、石英片岩、綠色片岩、大理岩、片麻岩、花崗片麻岩等。

對於台灣東部變質岩區之地層分層工作，由小笠原美津雄（Ogasawara, 1936）首先開始，顏滄波（Yen, 1960 (b)）首先提出一變質岩之原岩為分層依據。於太魯閣地區，除顏氏外尚有陳培源（Chen, 1964）以及王執明（Wang Lee, 1979, 1982），二者皆依變質岩岩性作岩石地層單位劃分。茲分述如下：

小笠原將東部變質岩區主要分為蘇澳統極大南澳統，於沿海圖幅中，皆以大南澳統稱之。地質圖中之岩石單位包括絹雲母石墨片岩、結晶石灰岩、石灰質石英片岩、綠泥片岩、石墨片岩、花崗片麻岩、角閃雲母石英片岩及變質輝綠岩等。

顏滄波（Yen, 1960）首先對台灣東部變質岩區的岩層作進一步地層學上的探討。對於變質岩的整體，顏氏以“大南澳片岩”稱之。對於變質前之原岩稱為“大南澳群”，並劃分為四個岩層單位：由新而舊為玉里層、太魯閣層、開南崗層、三角錐層（見表二）。

玉里層	由粗粒砂岩組成，有頁岩、基性凝灰岩及蛇紋岩。
太魯閣層	可分為東澳相極大清水相： 東澳相 - 以砂岩、頁岩、基性熔岩與凝灰岩、石灰岩、砂岩及蛇紋岩為主。 大清水相 - 以石灰岩為主，伴有薄層基性凝輝岩及砂岩。
開南崗層	以砂長砂岩及粗粒砂岩為主，夾有細粒砂岩、頁岩及石灰岩。
三錐岩	可分為公相及羅宇志相： 公相 - 以砂岩、頁岩、基性凝灰岩及石灰岩為主。 羅宇志相 - 主體由石灰岩組成，夾有基性凝灰岩、砂岩及蛇紋岩。

表二 顏滄波（Yen, 1960）大南澳片岩之分類

陳培源（Chen, 1964）將大南澳群分為四個岩石單位，即沙卡噹大理岩，

天祥片岩，溪畔片麻岩及開南岡片麻岩。

王執明 (Wang Lee, 1979, 1982) 於台灣東部變質岩區，依據野外極易辨視的岩性：片岩、片麻岩、大理岩、綠色片岩 (含石英片岩、薄層大理岩等)，採和平至花蓮地區出露最佳的地名，分別稱之為：天祥層、開南岡層、九曲層，及長春層 (表三)。其中天祥層為引用陳培源 (Chen, 1964) 用於沙卡噹地區之天祥片岩。開南岡層為沿用自顏滄波 (Yen, 1960) 之名稱，九曲層為新名，九曲層相當於顏氏三錐層中之羅宇志相及太魯閣層之大清水相中的一部份，即以石灰為原岩者；相當於陳氏沙卡噹大理岩上部之厚層大理岩。長春層之名稱源自陳培源 (Chen, 1964) 沙卡噹層下部長春橋段，並修正以綠色片岩為主，夾有柏層大理岩、石英質片岩偶含硬綠石岩及富錳岩石等。

玉里層	以石英雲母片岩、雲母片岩為主，偶夾綠色片岩及蛇紋岩體，其中尚有一層斑點片岩。
天祥層	以石英雲母片岩、千枚岩、變質砂岩為主。
長春層	以綠色片岩、較薄層之大理岩、石英岩 (變質燧石) 及角閃岩為主。
九曲層	以塊狀厚層大理岩為主。
開南岡岩	以混成岩或片麻岩為主。

表三 王執明 (Wang Lee, 1982) 大南澳片岩之分類

三、太魯閣地區之地層分層

太魯閣地區之變質岩屬台灣東部先第三紀基盤岩層。整體而言之，最大特徵即各岩層呈斷斷續續延伸範圍有限，本區岩層之另一特徵為經過複雜的變形 (deformation) 歷史，由岩層未固化前的沉積同時的變形作用至與隱沒作用相關的高壓下的變形作用與變質作用，以及與碰撞作用相關的變形作用等。以大範圍觀之，如地質圖上，呈參差不齊的拼圖狀，小範圍例如在一個露頭上皆因強烈的剪力作用呈現剪力摺皺，剪切斷層等使不同岩性的岩石交錯混雜出現。天祥層與玉里層為混同層，其中變質泥岩部份為混同層之基岩，而含有大小不同之外來岩塊或岩體 (Liou, 1981; Lu, 1986; Wang Lee, et al, 1987; Hsu, 1988)。

由於先第三紀變質岩受多次變質與變形作用，各岩層呈不連續性，化石稀少，放射定年資料不充足等因素，岩層的生成年代，與變質時代不能全盤把握，因此使變質岩區之地層分層不易而難有一致的說法。本文於目前階段，僅依岩性作岩石地層的分層，依本區出露的地點分述之，待有更多定年資料時，在做適當修正。

（一）開南岡層

（1）命名

開南岡層首先由顏滄波（Yen, 1960）提出。依據開南岡（金名和仁）地區，分布在開南岡河口南北兩側，稱為開南岡北體，分布在立霧溪口南北兩側，稱為開南岡南體。於本研究區出露者為開南岡南體。顏氏認為開南岡層之原岩應以英長砂岩及粗粒砂岩為主，夾有細粒砂岩，頁岩及石灰岩。本文將石灰岩排除，僅以片麻岩部份為主，少部地區葉理密集處呈片岩狀組織者亦歸屬本層。

（2）岩性

開南岡層以片麻岩及片岩為主。太魯閣地區之片麻岩，於野外可清楚的分成兩個類型。第一類型的特徵為葉理極為發達，有明顯的片麻狀組織。有時可觀察到二期葉理。這一類型片麻岩，仔細觀察時，可發現綠色角閃石類礦物，岩石微帶綠色。開南岡層的片麻岩是指這一類型的岩石，因此又稱開南岡型片麻岩。第二類型的特徵為葉理不發達，岩石組織類似花崗岩，顆粒粗，不具方向性排列或略具方向性排列，此類岩石稱為溪畔型片麻岩或花崗片麻岩。另一種重要特徵為在開南岡型岩石中未曾發現包裹體，而在溪畔型岩石中包裹體極為普遍，多為片岩或大理岩。故溪畔型之片麻岩可能生成在大理岩變質之後。

（3）分布

台灣東部變質岩中片麻岩成不規則外形，斷斷續續分布，主要在源頭山、飯包尖山、大濁水（今日地名為和平）、開南岡（今日地名為和仁）、崇德、溪畔、白髮山等地區，大小岩體約二十餘個。於本區開南岡片麻岩主要分布在立霧溪口，自崇德北方向南延伸至富世及三棧溪兩岸。

今以立霧溪及三棧溪之間，沿臺陽礦區之產業道路出露的片麻岩作為參考剖面。

(二) 九曲層

(1) 命名

九曲層為作者 (Wang Lee, 1976) 於中部橫貫公路地質工作初期所提出者，正式發表於民國六十八年 (Wang Lee, 1976)。九曲層應相當於顏氏 (Yen, 1960) 三錐層中之羅宇志相及太魯層之大清水相中之石灰岩部份，經變質而成之大理岩。顏氏將大理岩原岩的石灰岩與片麻岩為整體關係，因此將片麻岩二側之大理岩認為有時代上不同的意義，而作者以為二者甚難判斷為同層或兩層，其出露位置自蘇花公路之大清水，經清水山，向西南越過沙卡噹溪，經大斷崖至老西溪以東。在未能證實大理岩原岩生成時代之差異，故未為採用顏氏之命名，而以九曲層稱之。

(2) 岩性

大理岩是灰白相間條帶構造，黑白條帶是否能代表層理不能肯定，其可能為變質作用時之分凝作用生成之條帶。故暫以葉理 (foliation)，稱之，因此岩層厚度無從計算。若以黑白相間條帶代表層理觀之，大理岩成一複背斜構造，若以分凝成之葉理觀之則變質分凝作用之後形成類背斜構造於九曲洞附近為背斜軸，顧確實厚度不易計算，估計約在一千五百至兩千公尺。

(3) 分布

九曲層主要分布在台灣東部變質岩出露地區之北段，自豐田以南出露較少。九曲層之後層大理岩自蘇花公路和平一帶出露，向南經大清水山，越沙卡噹溪上游，經大斷崖至九曲洞一帶，呈東北 - 西南分布。其中開南岡之片麻岩出露及長春層之綠色片岩、變質燧石等出露。

今以中部橫貫公路燕子口至九曲洞一帶為代表，描述其野外特徵及產狀。

於 76 號隧道口，九曲層之大理岩與開南岡層之片麻岩有彼此穿插交互出現的情況，這種情形應為構造運動時之位移作用 (transposition)。二類岩

石的接觸面，例如公路上方，呈清楚的斷層接觸，而在公路下方立霧溪岸旁之懸崖上，接觸面兩側岩層皆呈糜嶺岩化 (mylonitization)，有些大理岩清楚可辨識以成角礫狀，又重新固結良好，有些需在顯微鏡下才能辨識其糜岩化作用。動力變質作用發生在大理岩生成後，及變質作用之後，斷層面又受後期摺皺作用，呈平緩、開放的摺皺。

自靳珩橋以西，沿公路兩側為單調的大理岩出露，未發現任何其他岩類夾雜其間。因受多次摺皺與斷層作用，使地層一再重複，延續長達十餘公里。然而，缺乏指示層，化石缺少，真正順序或時代不能辨識與區分，姑且接化屬於九曲層。

(三) 長春層

(1) 命名

長春層之名稱，源自陳培源 (Chen, 1964) 之地層“沙卡噹大理岩”的下段，陳氏稱為“長春橋段”，其岩性為薄層大理岩與鈣質石英岩互層，本文擬採用王執明 (Wang Lee, 1982) 擴大岩性範圍包括綠色片岩，變質基性岩及石英片岩 (變質燧岩)，以及少量的硬綠泥顏、變質富錳岩石、蛇紋岩相當於海洋地殼的地層 (Wang Lee et al, 1985)，乃將“段”改為“層”，並簡化成為“長春層”。

在顏氏 (Yen, 1960) 的大南澳分層上三錐層公相中之基性凝灰岩及石灰岩及太魯閣層之東澳相中之基性凝灰岩、石灰岩、砂岩為原岩者皆相當於長春層。

長春層的岩石種類，以綠色顏最多，夾有大理岩、石英岩等多類岩石呈薄戶層。但有一共同特徵為綠色，岩石本身是綠色，或夾有層的綠色物質。綠色片岩、變質基性岩、角閃岩固然是綠色，而白色或灰白色的大理岩，白色或淡黃色的石英片岩，成薄層時，則夾有含綠泥時的薄層。即使有些厚層塊狀大理石岩未夾有含綠泥石，也多伴隨綠色岩共生。

長春層因常有不同顏色不同岩性的岩石的岩石成為薄互層，因此常表現出美麗的摺皺。有臥倒型，劍套型，兩次以上的摺皺形態也清楚可見。這種摺皺型態在天祥層變質薄層、砂、頁岩戶層處亦清楚可見。但不及長春層中綠色的綠泥片岩與白色的石英片岩或大理岩所成之各形摺皺美麗壯觀。

1、綠色岩類 (Green Rocks) :

- (a) 綠色片岩：綠色片岩片理非常發達，顆粒較小，夾有或多或少的方解石富集層，或大小不等的透鏡體。層厚由數十公分至數公尺。綠色片岩的礦物成分以綠泥石為主，含石英、斜長石、方解石。伴隨少量的石黃鐵礦、磁鐵礦等。綠色片岩之原岩及可能為基性凝灰岩變質而成。
- (b) 變質基性岩：為綠色岩的一種，是指仍可辨認火成岩岩石組織者。受變質作用後，礦物略呈平行排列，長石為鈉長石，綠色礦物為綠泥時或陽起石，伴隨少量之稍石黃鐵礦、磁鐵礦。偶有含石英者。變質基性岩的原岩及可能為玄武岩之熔岩。
- (c) 其他：太魯閣地區之綠色岩中，角閃岩很少，僅於西拉岸曾獲得。蛇紋岩則未曾發現。

2、石英片岩及石英岩：

石英片岩為薄層的石英岩，片理雖然發達，但並不易剝落，常成塊狀。有時夾雜含綠泥時之薄層。厚層者缺少片理之石英岩極為緻密，呈塊狀，在外觀極似大理岩，但由石英組成，在硬度上極易與大理岩區別。

3、大理岩及石英質大理岩：

長春層中之大理岩多較九曲層大理岩層薄，與綠色岩或石英岩成為互層。大理岩有時厚度也可達數公尺或數十公尺者。東部水泥廠的採石場，多開採長春層之大理岩。長春層大理岩中有時含石英質較多，為石英質大理岩，即為陳培源所稱之矽質大理岩，亦多成薄互層。

4、其他岩石種類：

硬綠泥岩、富錳岩等變質岩，產出極少，因指示特殊生成環境，故值得報導。硬綠泥岩的鐵、鋁含量及高且常含微小剛玉晶體，陳培源（Chen, 1964）認為是古紅土層變質而成，指示不整合面的存在。富錳岩石則代表海洋環境的物質。

長春層中尚有稀少的綠簾石岩、鈉長石岩等，也偶有些變質泥岩。

(2) 分佈

長春層在東部變質岩區的分佈相當普遍，但多零星現，不似九曲層的大理岩，或天祥層片岩有延續性。長春層的物質常以大小不等的外來岩塊的方

式於天祥層、或玉里層泥質岩中，形成混同層。由長春層各類岩層，應屬海洋地殼之物質，今以露出於太魯閣口，經長春橋，至寧安橋以東為其代表地點描述之。自太魯閣口，立霧溪南北兩岸露出的岩層皆屬長春層，過長春橋後，立霧溪北岸為長春層，而南岸包括長春祠在內的地區屬九曲層之厚層大理岩，立霧溪轉彎處，略成南北向，河之東岸，近河床高度，二地層以斷層接觸之關係清晰可見，沿公路至臨安橋東方長春層以斷層與九曲層接觸。

(四) 天祥層

(1) 命名

天祥片岩首由陳培源 (Chen, 1964) 提出。陳氏將太魯閣沙卡噹地區出露之綠色片岩及黑色片岩命名為天祥片岩，因該類岩石於老西溪以西，天祥一帶露出最好。本文擬將天祥片岩改稱天祥層，並修正陳氏定義，僅包括黑色的石英雲母片岩部份，及伴隨片岩出露之千枚岩及變質砂岩。將陳氏原定義中之綠色片岩歸入長春層。

在顏氏 (Yen, 1960) 大南澳片岩分層上，其中屬三錐層之公相與太魯閣層之東澳相，二者的原岩中為砂岩及頁岩部份，應當相當於本文所指的天祥層。基於國際地層規範首規定 (Hedberg, 1976, p32) 地層單位應以岩性決定而不應以「相」作為地層單位。同時因化石資料上不足以證明東澳相與公相的時間先後關係，故捨顏氏之地層命名，而取陳氏之天祥層。顏氏之玉里層與碧侯層亦併入天祥層 (Wang Lee and Wang, 1987)。天祥層的沉積年代，與其他上述各岩層一樣，定年資料尚嫌不足。但陳氏 (1989) 以發現有中生代溝鞭藻，故修正天祥層至含二疊紀蜓科化石的九曲層之上。

(2) 岩性

天祥層以片岩、千枚岩為主，夾有少量數十公尺至數公尺後的變質砂岩層，地層延續不佳，絕大多數地點皆呈雜亂無章。最顯著的特徵為含有大量的外來岩石，大者可以公里計，小者以公尺或公分計。外來岩塊有些與天祥層物質相類似，如綠色片岩、角閃岩及少量大理岩，但未曾發現片麻岩岩塊。天祥層的片岩或千枚岩經過多次變質與變形作用 (Lu, 1980, 1986; Lu and Wang, 1981; Lu et al, 1984) 摺皺與再摺皺作用極強烈的剪力作用，使岩層成緊密的同形摺皺、錯移等。尤其在片岩與變質砂岩成互層之處，砂岩層常呈串腸構造，或厚度改變成透鏡狀或彎曲呈鉤狀；大小不等的斷裂面，比比皆是。有些外來岩塊知片理與片岩呈連續性，有些呈不連續性。

以上概述天祥岩石的外觀，再對各種岩石予以進一步之描述如下：
石英雲母片岩與千枚岩：二者為天祥層之主體。於野外，石英雲母岩為灰色至深灰色；有時風化表面成更深色，有時成灰褐色。千枚岩是含葉片狀礦物更多，以致葉理較片岩更為發達，成千枚狀，岩石極易岩葉理剝落。於野外，有些千枚岩因常呈深灰色，前人文獻中多以“黑色片岩”或石墨片岩稱之。本文依溫氏（Winkler, 1979）變質岩中片岩之分類而以石英雲母片岩及千枚岩稱之。

變質砂岩：變質砂岩或變質雜砂岩常數公尺之岩層夾於石英雲母片岩中。有時獨立成層延伸一段距離，例如，天祥迴頭灣、谷園一代公路旁。有時變質砂岩以外來岩塊方式夾於石英雲母岩之中，例如在天祥稚暉橋下。

（3）分佈

天祥層是台灣東部變質岩中分佈最廣的岩層，北起蘇花公路九公里處，南至南橫公路，都有天祥層出露。第三紀中新世知蘇澳層不整合與天祥層接觸（Suppe et al, 1976），有些地點以斷層接觸。天祥層即以中部橫貫公路天祥為標準地點命名，現以天祥一帶為代表，沿公路描述其分佈與產狀。荖西溪以西，約自岳王亭一帶，石英雲母片岩及千枚岩開始（於九號公路約 172 公里處）出現，其東方緊鄰的岩層為綠色片岩等，若這些岩時視為外來岩體。故天祥層與分佈於更東側之九曲層接觸關係不詳，沿中部橫貫公路未有直接接觸面露出。推斷應為不整合或斷層關係。向西經天祥一帶沿公路天祥層時常夾也大小不等之外來岩體，其分佈直至西寶一帶由第四紀或現代的古台地礫石不整合覆蓋其上。

第四章 結論

本工作重點為完成太魯閣峽谷地質圖一幅。範圍為燕子口以東，至太魯閣口至清水一帶海岸；南至丹錐山，北達清水山。南北及東西平均寬度各約十公里。

地質圖之內容主要為各岩時地層單位之分佈。岩時地層之分層為：開南岡片麻岩、九曲大理岩及長春層。而天祥層未於本區露出。三角錐山，大里一帶之石英雲母片岩，小岩體暫視為長春層的一部份。長春層以綠色片岩為主，夾有大理岩，石英片岩（變質燧石），少量雲母片岩。

有關各岩層之生成時代，變質時代資料上嫌不足，故未多討論。

第五章 建議事項

一、完成更大區域之地質圖幅

世界各國之國家公園，多有完整之地質圖。太魯閣國家公園地勢險峻；變質岩區，地層分佈複雜，地質圖製作不易。但全區地質圖之製作，有其重要性，建議分段完成，順序如下：

（一）首先應完成太魯閣口至天祥一帶二萬五千分之一之地質圖

太魯閣國家公園以太魯閣峽谷天祥至太魯閣口地段遊客最為密集，各級學校之地質學及地理學實習異常採取這一路段。本路段以完成峽谷東側之地質圖，建議國家公園繼續完成燕子口至天祥一帶之地質圖。其中慈母橋至天祥一段，本人及盧佳遇知洛韶地質圖中業已涵蓋，如今只需補足慈母橋至燕子口一帶即可完成全程。

（二）應完成中橫沿線之地質路線圖

自洛韶以西，區域廣大，二萬五千分之一地質圖製作，所需人力龐大，且不是短時間可完成的。建議第一步完成地質路線圖，供遊客之用。今後，若人力、經費許可之下，在逐步擴大為地質圖幅。

二、本工作完成之地質圖幅，建議國家公園正式彩色印刷出版。屆時，本人當義務擔任校定工作，並補充最新資料，進一步確定岩層生成時代等問題。

三、建議以本工作，及“太魯閣峽谷之變質岩”一書內容為基本教材，與中國地質學會地質教育委員會太魯閣國家公園解說人員，高中及國中地球科學教師。

四、建議典藏及展示太魯閣地質知圖片、標本，並開闢專用展示區。

參考文獻

- 陳政征(1989)臺灣大南澳片岩區海鞭藻化石初步研究：國立臺灣大學地質學研究所碩士論文。
- 盧佳遜(1980)臺灣東部洛韶至慈母橋地區大南澳片岩之岩相學及地質構造研究：國立臺灣大學地質學研究所碩士論文。
- 盧佳遜、王執明(1981)臺灣東部洛韶至慈母橋地區大南澳片岩之地質構造研究：地質，第三卷，121-133
- CHEN, P. Y. (1964). Mineralogy and petrology of the chloritoid rock from Shakatangchi and Loahsichi area, Hualien, Taiwan. *Acta geol. Taiwanica*, 10, 11-27.
- HEDBERG, H. D. (1976). Hedberg, H. D. ed: International stratigraphic guide.
- Hsu, K. J. (1988). Melange and melange tectonics of Taiwan: *Proc. Geol. Soc. China*, 31, 87-92.
- JOHN SUPPE, YUAN WANG, J. G. LIOU and W. G. ERNST (1976). Observation of some Contacts between Basement and Cenozoic cover in the central mountains, Taiwan: *Proc. Geol. Soc. China*, 19, 59-70.
- LIOU, J. G. (1981). Petrology and metamorphosed oceanic rocks in the Central Range of Taiwan: *Mem. Geol. Soc. China*, 4, 291-341.
- LU, C. Y. AND WANG LEE, C. (1984). The sheath folds in the Tananao Schist between Tienhsiang and Tailuko, Cross-Island Highway.

- OGASAWARA, M. (1936). Explanatory text of the geological map of Taiwan, 765.
- WANG, LEE, C. (1976). Gneisses in Chipan area, Hualien: *Sci. Bull. National Science Council*, 8, (6),4.
- WANG LEE, C. (1979). Preliminary notes on the time relations of metamorphic rocks, Loshao-Tailuko area, eastern Taiwan: *Mem. Geol. Soc. China* 3, 249-252.
- WANG LEE, C M. (1982). "TheTananao Schist", reinterpreted: *Proc. Geol. Soc. China* 25, 5-12.
- WANG LEE, C., CHEN, J. C., WANG, Y., YUI, LU, C. Y. and LO, C. H. (1985). Relics of ancient oceanic crust in the Changchun Formation of eastern Taiwan: *Proc. Geol. Soc. China*, 28,10-22.
- WANG LEE, C. AND WANG, Y. (1987). Tananao terrane of Taiwan-its relation to the late mesozoic collision and accretion of the southeast China margin: *Acta Geol. Taiwanica*, 25,225-240.
- WINKLER, H. G. F. (1979). *Petrogenesis of metamorphic rocks: Fifth edition*, Springer-Verlag New York Inc.,348p.
- YEN, T. P. (1960). Astratigraphical study on the Tananao schist in northern Taiwan. *Bull. Geol. Surv. Taiwan*, 12, 53-66.

