

091301020400G1024

太魯閣國家公園蘇花沿線 地質地形資源調查暨解說文稿

委託單位：內政部營建署太魯閣國家公園管理處

研究主持人：國立臺灣大學地質科學研究所

陳文山教授

協同主持人：國立花蓮師範學院鄉土文化研究所

劉瑩三助理教授

地球科學文教基金會

楊小青博士

太魯閣國家公園委託研究報告

中華民國九十一年十二月

摘要

太魯閣地區（蘇花沿線）從古生代以來歷經多次的板塊碰撞與隱沒作用，形成了非常複雜的地質構造與多采多姿的演化歷史。因此，形成了太魯閣地區多種的變質岩與豐富的礦物，岩石的種類計有片麻岩、大理岩、角閃岩、綠色片岩、黑色片岩、白雲岩、石英雲母片岩、變質燧石等等。常見的礦物計有石英、黑雲母、白雲母、綠泥石、綠簾石、石榴子石、方解石、白雲石、斜長石、鉀長石、冰長石、黃鐵礦、普通角閃石、透閃石、陽起石、藍閃石、薔薇輝石、電氣石、蛇紋石。

台灣島每年大約以 1 公分極快的速度抬升形成高聳的中央山脈，地殼快速的抬升，同時造成快速的侵蝕。從快速抬升與快速的侵蝕作用，造就了特殊的山脈景觀。中央山脈除了有高聳綿延的山脈之外，還有令人歎為觀止的峽谷地形。太魯閣峽谷的「一線天景觀」就是少見的峽谷，陡崖以及下切河流等地形，如此特殊的景觀必須處在地殼快速隆起以及河流快速向下切蝕的地區才可以形成。蘇花海岸面臨太平洋，地形更因為板塊的擠壓形成了陡峭的海底地形，幾乎沒有大陸棚架的地形。從海岸連接大陸斜坡直接深入深海洋盆，此種海底地形可稱為少見的景觀。

ABSTRACT

The investigated area is along the Suhua highway within the the Taroko National Park, Eastern Taiwan. The investigation is aim at the geologic resources of mineral products and geological-education tourism. At present, the planning toured-courses have 5 routes along the coast of the Heren, Dachinshui, Chongde, Huide, and Shikongzai paths. The Suhua highway within the Central Range is exposed the pre-Cenozoic metamorphic rocks including gneiss, marble, green schist, and meta-chert. And the familiar minerals within in the metamorphic rock have rock crystal (quartz), biotite, muscovite, chlorite, garnet, calcite, dolomite, plagioclase, K-feldspar, adularia, pyrite, hornblende, actinolite, rhodonite, and tourmaline.

The Taroko National Park is located at an ongoing orogenic belt in the world, that crustal deformation is active and the uplifting rate is about 1 cm/yr. Therefore the active mountain belt is formed an exceptional landforms, such as the gulch, steep cliff and incised river.....

目次

摘要-----	1
ABSTRACT-----	2
一、蘇花公路沿線地質地形概要-----	4
二、地質資源調查-----	5
三、步道地質調查與景點設置-----	6
1. 和仁步道-----	6
2. 大清水步道-----	8
3. 匯德步道-----	10
4. 崇德北口步道-----	11
四、常見的變質岩岩石與礦物特性-----	12
1. 岩石-----	12
2. 礦物-----	14

圖次

表一 太魯閣地區常見岩石的特性表-----	13-14
表二 太魯閣地區變質岩中的礦物特性-----	14-16

蘇花沿線地質資源調查

一、蘇花公路沿線地質地形概要

本研究主要的調查範圍集中於五條步道的沿線，由北而南分別為和仁步道、大清水步道、匯德步道、崇德北口步道及石碇仔步道，針對其中重要的景觀進行說明，其次針對此區域進行資源調查。

上述和仁步道、大清水步道、匯德步道、崇德北口步道皆為蘇花公路的下海步道，由蘇花公路下至海岸。石碇仔步道為登山步道，大致沿著之前的古道。蘇花公路沿線的地形皆屬於陡直的崖坡地形，因此蘇花公路就是沿著崖壁所開鑿出來的道路。上述的步道也就是沿著崖壁向上或向下至海岸的臨時步道，步道坡度頗為陡直，但目前和仁步道、匯德步道、崇德北口步道都已經具有人工步道，以及安全設施。現今只有大清水步道、石碇仔步道尚未設有人工設施，不是一般遊客可以作為休閒的步道區。

本調查區的岩層屬於中生代至古生代的變質岩區，統稱大南澳變質岩。大南澳變質岩主要的岩石種類包括片麻岩、大理岩、綠泥石片岩、石墨片岩、石英雲母片岩、變質燧石等。但是出露本調查區的岩石主要為片麻岩與大理岩，偶而可以發現薄層的綠泥石片岩、石墨片岩、石英雲母片岩與變質燧石。

地形景觀是本調查區主要的資源，沿線可以觀察的景觀主要為海

岸地形景觀，具有沙灘、礫灘、海岬、海蝕洞、三角洲、石門、崩崖。

二、地質資源調查

從地質資源的觀點來看，本區域的地質資源有兩種，一、礦產資源，二、地質地形景觀資源。

礦產資源：本區屬於國家公園區，本就不適合礦產資源的開發與發展。蘇花至國家公園區沿線主要的岩石為大理岩與片麻岩。單純從礦產資源來看，本區只有大理石可以成為可使用的資源。

大理岩是主要的營建石材，但台灣的大理石大部分具有較密集的節理構造，材質較差無法做為建材。但是做為原料亦可廣泛應用於水泥、煉鐵、玻璃、電石、肥料及其他化工等之工業原料。目前，台灣大理石的應用主要用於水泥工業，做為水泥最主要的原料。因此，現今台灣的水泥工業都已集中在東部地區。大南澳片岩區的大理石分布非常的廣泛，由北宜蘭的東澳向南延伸至台東縣都有分布。因此，台灣大理石石材工業的開發，並不一定必須位於本區域之中。

地質地形景觀資源：本區域最重要以及最值得開發的地質資源就是地質地形景觀的資源開發，太魯閣地區的地質地形景觀擁有世界少見的造山帶景觀。中央山脈是第四紀新起的山脈至今還持續的在快速的抬升，因此地形景觀極為特殊，此類新起的山脈景觀在地球上也僅有數

個山脈中才可以看見，中央山脈的地形景觀經常被世界的地質學家拿來與喜馬拉雅山脈作比較，它們都是現今地球上正在形成山脈的造山帶。

若有整體性的景點規劃，包含軟硬體設施，本區將也是太魯閣國家公園區域中主要的旅遊與教育路線。本區將可以規劃數個景點做為教學路線，配合九年一貫教學中戶外教學並可以成立戶外鄉土教學園區，教學內容有地質、地形、植物、動物等等。

因此，從本區的地質資源來看，此區域未來的發展大致朝向地質地形的旅遊與教育功能來發展是較為恰當。

三、步道地質調查與景點設置

目前本區規劃有四條到達濱海的步道，仁步道、大清水步道、匯德步道、崇德北口步道。本調查中亦在各步道中設置景點與解說。

1. 和仁步道

和仁步道位於蘇花公路和仁南方，亦即太魯閣國家公園蘇花管理站北側，由北經蘇花公路進入國家公園的重要地點。

(1) 跳石海岸：公路進入步道到達和仁海灘，首先映入眼簾的是散佈在沙灘上大大小小的石塊。這些石塊原來是屬於岩壁岩層的

一部份，因為山崩而滾落至海岸邊。由於巨大礫石恰巧位在步道進入海岸的位置，來往的遊客必須在這些大石頭上跳躍而過，故稱此段海岸為「跳石海岸」。

(2) 海蝕洞：步道到達海岸向南的右側岩壁，可觀察到大型的海蝕洞。這個已經離開海水面的海蝕洞，說明了地殼的上升使得海蝕洞隨著抬升作用而出現在海岸邊，形成美麗的寬扁型海蝕洞景觀。

(3) 石英脈：和仁海灘南側崖壁，片麻岩岩壁上發育了大型的石英脈，這些岩脈在台灣地區是罕見的。石英脈的形成通常為接近地表時應力作用形成裂縫，使得二氧化矽的成分產生熔融，並沿著裂縫發育，形成壯觀的石英岩脈景觀。

(4) 狹長型海蝕洞：和仁海岸最南側，可以觀察到數個狹長型的洞穴，這些大型且狹長的洞穴是經由海水沿著岩壁上較軟弱的節理侵蝕，因此形成狹長的海蝕洞。

(5) 和仁海岸：和仁海岸的北側有和仁溪(卡那剛溪)東流注入太平洋，提供許多由陸地來的沈積物。這些沈積物進入海洋之後，受到海水的搬運與沈積作用，再次地堆積在海岸，由時形成以大顆粒礫石的海灘，稱為「礫灘」。

2. 大清水步道

大清水步道位於蘇花管理站大清水服務站附近。服務站是遊客經由蘇花公路進入國家公園的重要休憩地點，此服務站除了提供必要的公共服務設施外，亦可經由人車共用的道路到達海岸邊。雖然目前步道較長且未有完善的設施，但是步道海岸擁有豐富的地質、地形現象，值得喜愛的遊客造訪。

- (1) 河流沈積物：由大清水溪攜帶而來的大小顆粒的沈積物堆積在河床及海岸邊，這些沈積物顆粒均相當大，屬於沈積物分類中的巨礫，由此可顯示河水的動能相當大，這與東部地區河川普遍具有坡度陡峻及侵蝕、搬運能力強的特性相符。大清水溪在平時沒有很大的水量，但是在豪雨、颱風時溪水常常暴漲，具有非常巨大的水量及搬運能力，是屬於標準的荒溪型河流。
- (2) 膠結大理石礫石層：由步道下達海岸後向南行，在右側的岩壁可以觀察到許多礫岩層。礫岩由圓形的大理石組成，這些磨成圓粒狀的大理石礫石，原來屬於海灘環境。後來礫石層經地殼抬升作用離開海水面後，形成已膠結的大理石礫石層。
- (3) 海蝕洞群：大清水海岸向南的右側岩壁，可觀察到一大片的海蝕洞群。這些大大小小的海蝕洞滿布在岩壁上，形成壯觀的海

蝕作用景觀。這些已經離開海水面的海蝕洞，說明了地殼的上升現象。仔細觀察海蝕洞的岩石，可發現是由大小不一的大理石礫石所組成的。

(4) 節理：大清水海灘南側，片麻岩發育有一組平行的節理。這些節理主要是存在地下深度數百公尺至數公里的岩層，因為受力作用，導致岩石產生破裂。

(5) 石門：大清水海灘最南側的海岸，可以觀察到許多崩落的岩塊及發育良好的石門。海岸岩壁的岩石表面可見到變形作用所留下來的褶皺現象。當海水侵蝕作用使得海蝕洞貫穿成為連通兩側時，即形成石門，石門通常容易發育在有突出岬角的地方。

(6) 崇德三角洲與海岸山脈：大清水服務站附近可以遠眺南方的崇德三角洲及更遠方的海岸山脈。立霧溪溪水夾帶來自中上游的沈積物在河口堆積形成三角洲。

遠方的海岸山脈隔著花東縱谷與中央山脈縱列平行，是現今台灣島形成歷史中至為重要的部分。海岸山脈的地質背景屬於菲律賓海板塊，在向西北方漂移數千公里後，遠道而來成為台灣的一部份。

(7) 清水斷崖：清水斷崖位於和仁至崇德之間，長約二十一公里緊

鄰太平洋海岸的一段斷層崖海岸，斷層崖推測是花東縱谷斷層北延的部分。清水斷崖因為片麻岩和大理岩為質地堅實的岩石，加上海水的劇烈侵蝕，海岸顯得陡峻而幾乎呈垂直。海岸到鄰近的山峰間平均坡度在四十五度以上，顯示此地區山坡的陡峭。由於清水斷崖的崖高在一千公尺以上，「山連水，水連天」，成為蘇花公路路段中最壯觀的的景觀。

3. 匯德步道

匯德步道為新建完成的臨海步道，舒適的木階梯步道，加上海岸邊多變的海岸景觀，是一處值得深入遊憩的步道。

(1) 蘇花海岸：蘇花海岸為蘇澳到崇德間的蜿蜒陡峭海岸，是斷層崖受海水侵蝕後所形成的美麗景緻。從匯德步道的休憩平台向北俯視，可以清楚地觀賞到清水斷崖緊鄰海岸陡然直立的壯麗景觀。在海崖鄰近海水面的附近，刻蝕出數個連續的海蝕洞。

(2) 隆起的大理石礫岩層：匯德步道木製階梯即將到達海邊之前，距離海岸高度約 30 公尺的步道平台左側，可以觀察到由大理石礫石膠結形成的礫岩層。從礫岩層目前所處的海拔高度可以清楚地說明此一區域受到地殼變動向上抬升的現象。目前雖然沒有直接的年代證據來指示這一礫石層堆積形成的年代，進一步

計算區域的抬升速率。

(3) 節理：在步道進入海岸右側，可以觀察到一組平行且垂直的節理，並與變質燧石經變質作用所形成的黑白相間的葉理呈垂直型態。由於變質燧石葉理是在地下數公里至數十公里深處形成的，後來經過侵蝕、抬升作用而出露至地表，造成與葉理互相垂直的節理。

(4) 大型褶皺：匯德步道海岸的大理石岩壁，可以觀察大型的褶皺構造。褶皺的生成顯示大理石原是處於地下約數公里至數十公里的地方，溫度與壓力的效應，使得岩石具有韌性的物理性質。當岩層接受應力作用時，韌性的岩層彎折形成大型的褶皺。

(5) 匯德的海灘：匯德臨海步道的海灘，可以看見許多大大小小的礫石，這些礫石是由大理石、片麻岩、綠色岩及少許的變質砂岩、石英岩所組成。

4. 崇德北口步道

崇德北口步道為遊客從花蓮、新城經崇德村進入蘇花公路後，第一個具有較大型停車空間的休憩景觀地點。由停車場沿著步道可觀賞遠景的崇德三角洲及海岸，到達海岸後，則可觀賞中景及近景的地質、地形現象。

- (1) 日出景觀：崇德北口步道由於展望良好沒有遮蔽物，是一處遠眺海景及日出景觀的絕佳地點。
- (2) 崩崖與落石：崇德步道海邊屬於崇德海灣的一部份，具有較為寬廣的海灘，距離陡直的山壁亦較遠，但是大理石岩壁受到地質構造作用的影響，使得岩層具有碎裂的性質，導致岩石極易受到重力作用的影響造成落石、山崩的現象。落石與山崩的發生在崩崖的底部堆積形成錐狀的「崩積錐」。
- (3) 海蝕洞：崇德步道海岸北側，可以觀察到數個狹長型沿著節理發育的海蝕洞。狹長型的外形明顯的指示著海水侵蝕作用發生時，深受節理、斷層等地質構造的影響。
- (4) 海蝕柱：崇德步道海邊北側，可以觀察到數個突出海水面的岩石，這些孤立於海中的岩塊稱為海蝕柱，或稱為顯礁。海蝕柱的岩石可能是由斷崖上崩落下來的岩塊，或是原屬於連接海岸岩層的一部份，後來接受海水的侵蝕作用，而成為矗立於海中的孤岩。

四、常見的變質岩岩石與礦物特性

1. 岩石

台灣東部變質岩區出露的岩石種類相當複雜，從片麻岩、大理

岩、綠色片岩到黑色片岩等等，先天上，岩石的化學成分已有很大的歧異，這些岩石往往又經歷多次的變質或變形作用，岩石中記錄了多期變質作用。以下以表列介紹太魯閣地區常見的變質岩類，

表一 太魯閣地區常見岩石的特性。

岩石名稱	主要礦物	次要礦物	主要出露地點
片麻岩(Gneiss)	石英、斜長石、黑雲母、矽白雲母	鉀長石、白雲母、角閃石、綠簾石、綠泥石、石榴子石、矽線石、方解石，鋯石、榍石、磷灰石、金紅石、電氣石、褐簾石、磁黃鐵礦、黃鐵礦、閃鋅礦、石墨	源頭山、飯包尖山、大濁水、溪畔及開南岡、蘇花公路
大理岩(Marble)	方解石	絹雲母、黃鐵礦、白雲石	九曲洞、蘇花公路
白雲岩(Dolomite)	白雲岩	方解石、菱鎂礦	大濁水(蘇花公路)及花蓮一帶
角閃岩 (Amphibolite)	普通角閃石、斜長石、綠簾石、斜黝簾石	石英、榍石、金紅石、鈦鐵礦	南澳、東澳
黑色片岩 (Black Schist)	石英、長石及白雲母	方解石、黃鐵礦	天祥、木瓜溪以南
石英雲母片岩 (Quartz-mica)	石英、白雲母、長石	方解石、黃鐵礦	天祥以西 以及木瓜溪以南

Schist)			
綠色片岩 (Green Schist)	綠泥石、綠簾石、黝簾石、陽起石、鈉長石	方解石、石英、雲母	太魯閣、蘇花公路、洛紹
藍閃石片岩 (Glaucophane Schist)	藍閃石、石英、長石、雲母、綠泥石、綠簾石、鐵鎂榴石	輝玉、硬柱石、霏石	瑞穗、萬榮
變質燧石 (Metachert)	石英	方解石、雲母	九曲洞至天祥
蛇紋岩 (Serpentine)	蛇紋石	磁鐵礦、水鎂石、方解石、透閃石、綠泥石、滑石、鉻鐵礦、尖晶石、黃鐵礦	中央山脈的東翼出露地點有烏石鼻、豐田、萬榮、瑞穗、玉里
閃玉、台灣玉 (Nephrite)	透閃石	黝簾石、透輝石、綠簾石、符山石、鈣鉻榴石、鐵鎂榴石	豐田、萬榮

2.礦物

以下表列在太魯閣地區變質岩之中常見的礦物與次要的礦物，並簡介各種礦物的化學與物理性質。

表二 太魯閣地區變質岩中的礦物特性

礦物	成分	結晶構	硬度	分布於常見的岩石
----	----	-----	----	----------

		造		
石英(Quartz)	SiO ₂	六方晶系	7	片麻岩、石英雲母片岩、變質燧石
黑雲母(Biotite)	K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	單斜晶系	2.5~3	片麻岩、石英雲母片岩、黑色片岩、
白雲母 (Muscovite)	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	單斜晶系	2~2.5	片麻岩、石英雲母片岩、黑色片岩、
綠泥石(Chlorite)	(Mg,Fe) ₃ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ (Mg,Fe) ₃ (OH) ₆	單斜晶系	2~2.5	角閃岩、綠色片岩、藍閃石片岩、蛇紋岩、閃玉
綠簾石(Epidote)	Ca ₂ (Al,Fe)Al ₂ O(SiO ₄)(Si ₂ O ₇)(OH)	單斜晶系	6~7	角閃岩、綠色片岩、藍閃石片岩、蛇紋岩、閃玉
石榴子石(Garnet)	A ₃ B ₂ (SiO ₄) ₃	等軸晶系	6.5~7.5	藍閃石片岩
方解石(Calcite)	CaCO ₃	六方晶系	3	大理岩、白雲岩
白雲石 (Dolomite)	(Ca,Mg)CO ₃	六方晶系	3.5~4	大理岩、白雲岩
斜長石 (Plagioclase)	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈	單斜晶系	6	角閃岩、綠色片岩、藍閃石片岩、石英雲母片岩
鉀長石 (K-Feldspar)	KAlSi ₃ O ₈	斜方晶系	6	片麻岩
冰長石(Adularia)	KAlSi ₃ O ₈	單斜晶系	6	片麻岩

黃鐵礦(Pyrite)	FeS_2	等軸晶系	6~6.5	片麻岩、大理岩、黑色片岩、綠色片岩、閃玉
普通角閃石 (Hornblende)	$(\text{Ca,Na})_2(\text{Mg,Fe,Al})_5\text{Si}_6(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	單斜晶系	5~6	角閃岩、閃玉
透閃石 (Tremolite)	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	單斜晶系	5~6	蛇紋岩、閃玉
陽起石 (Actinolite)	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	單斜晶系	5~6	蛇紋岩、閃玉
藍閃石 (Glaucophane)	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	單斜晶系	6	藍閃石片岩
薔薇輝石 (Rhodonite)	MnSiO_3	三斜晶系	5.5~6	石英雲母片岩 變質燧石
電氣石 (Tourmaline)	$(\text{Na,Ca})(\text{Li,Mg,Al})(\text{Al,Fe,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$	六方晶系	7~7.5	片麻岩
蛇紋石 (Serpentine)	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	單斜晶系	3~5	蛇紋岩