

玉山國家公園

新康山區地質調查

委託單位：內政部營建署玉山國家公園管理處

研究單位：中華民國工程環境學會

計畫主時人：張石角

目錄

壹、前言

貳、地形分析

2-1 分析方法

2-2 地形特徵

2-3 各分區之地形特徵

參、地質分析

3-1 概說

3-2 分區地質

3-3 岩層各論

3-4 地質構造

3-5 地史概說

肆、地形與地質景觀分析及解說

4-1 地形與地質景觀之分析

4-2 資源價值之評估準則

4-3 評估結果

伍、礦產評估

5-1 礦產種類及其分布

5-2 開採現況

5-3 大理岩礦床之開發條件

5-4 本區大理岩礦產評估

陸、工程地質與潛在災害評估

6-1 工程地質評估

6-2 潛在地質危險

柒、開發工程之環境影響評述

7-1 環境影響評述之範圍

7-2 評估方法

7-3 新中橫玉里 玉山段工程之環境影響評估

7-4 採礦活動之環境影響評估

7-5 評述

捌、結論與建議

引用文獻

表目錄

表 2-1 各副區水文單元編號

表 2-2 支谷及河間地以及各種水文單元之面積

表 2-3 坡度分級表

表 2-4 陡坡分布之比率表

表 2-5 各地形分區之迂迴率

表 4-1 自然景觀資源品質評估準則

表 4-2 自然景觀不可企及度及評估準則

表 4-3 資源品質等級

表 4-4 自然景觀軟體震懾度之評估準則

表 4-5 自然景觀品質之綜合評估等級

表 4-6 地形景觀一般分級表

表 4-7 地質景觀分級表

表 4-8 「地形景觀」與「地質景觀」交叉評價序數表

表 4-9 特定景觀評價表

表 4-10 新康山地區地形景觀分級表

表 4-11 新康山地區地形景觀評估統計表

表 4-12 新康山地區地質景觀評估統計表

表 6-1 地形作用現況分級表

表 6-2 岩質之工程性質分類表

表 6-3 坡型類別及其代號

表 6-4 土壤種類厚度及其代號

表 6-5 工程環境地質因子序數表

表 6-6 工程冒險率(環境敏感度)分級表

表 6-7 潛在地質災害辨識準則表

表 7-1 工程活動影響範圍分級

表 7-2 特定開挖面之環境影響規模評估

表 7-3 環境影響規模等級

表 7-4 新康山地區新中橫公路規畫路線沿線之環境影響規模統計表

表 7-5 新康山地區礦產開發之環境影響規模統計表

圖 目 錄

圖 2-1 新康山地區地形分區圖

圖 2-2 地勢分析層級與流程圖

圖 2-3 新康山地區土地單元編號圖

圖 2-4 新康山地區坡度分布圖

圖 3-1 新康山地區地質圖

圖 3-2 地質剖面圖

圖 4-1 風景區或國家公園生態及景觀資源價值評估體系圖

圖 4-2 視界分區圖

圖 4-3 新康山地區地形景觀評估分布圖

圖 4-4 新康山地區地質景觀評估分布圖

圖 5-1 大理岩產狀圖

圖 6-1 新康山地區環境敏感度分布圖

圖 6-2 新康山地區潛在地質危險分布圖

圖 6-3 新康山地區工程地質評估圖

圖 7-1 新康山地區新中橫公路規劃路線與大理岩分布區之工程環境地質圖

圖版目錄

圖版 1 黑色石英片岩

1-1 1-2 (岩石標本, 露頭)

1-3 1-4 1-5 (岩石切片之顯微鏡照片)

圖版 2 變質輝綠岩

2-1 2-2 (岩石標本, 露頭)

2-3 2-4 2-5 (岩石切片之顯微鏡照片)

圖版 3 石英片岩

3-1 3-2 (岩石標本, 露頭)

3-3 3-4 3-5 (岩石切片之顯微鏡照片)

圖版 4 變質砂岩

4-1 (露頭)

4-2 (岩石切片之顯微鏡照片)

圖版 5 石灰華

圖版 6 綠色片岩

6-1 6-2 6-3 (岩石標本, 露頭)

6-4 6-5 (岩石切片之顯微鏡照片)

圖版 7 綠色片岩與大理岩互層

7-1 (岩石切片之顯微鏡照片)

7-2 7-3 (岩石標本, 露頭)

圖版 8 白色大理岩

8-1 1-2 8-3 (岩石標本, 露頭, 岩石標本)

8-4 (岩石切片之顯微鏡照片)

圖版 9 灰色大理岩

9-1 (岩石切片之顯微鏡照片)

9-2 9-3 (岩石標本, 露頭)

圖版 10 黑色片岩

10-1 10-2 10-3 (岩石標本, 露頭)

10-4 10-5 10-6 (岩石切片之顯微鏡照片)

10-7 10-8

圖版 11 拉庫拉庫溪谷岩盤露頭破碎程度大

圖版 12 崩積層覆蓋廣

圖版 13 厚層崩積層

圖版 14 玉里山

圖版 15 新康山

圖版 16 玉里山南坡懸谷

圖版 17 拉庫拉庫溪谷

圖版 18 拉庫拉庫溪谷

圖版 19 黃麻溪谷

圖版 20 黃麻溪谷

圖版 21 山風瀑布

圖版 22 遠處層巒疊嶂

圖版 23 峽谷矗立岩壁

圖版 24 峽谷矗立岩壁

圖版 25 黃麻溪古道吊橋溪床未見大理岩

圖版 26 客多林下臨時步道溪床, 白色大理岩轉石量不逾十分之一

圖版 27 公路開闢對下坡影響範圍隨高差增加而增加

壹、前言

新康山位於玉山國家公園之東部，研究範圍為拉庫拉庫溪本流以南，伊霍霍爾溪以東的地區，面積約 6,562 公頃。

本區屬於玉山國家公園的「一般管制區」，依國家公園法之土地利用管理原則為准許原土地利用型態之地區，但須得管理處之許可。

本區為中央山脈變質石灰岩（俗稱「大理岩」）之南端，傳稱在本區中部瓦拉米有高品質白色大理岩之分布，因此，遭遇礦業界開放開發之壓力。

十四項建設之一的新中部橫貫公路的玉里 玉山段通過本區，其開闢自然有利於瓦拉米區大理岩之開發。目前該段工程雖因生態保育上的理由而停建，然而要求開闢之壓力並未消失。

在此種人文環境下如何妥善經營此一領域，並發揮國家公園的解說教育功能，乃本地質調查計畫之主要目的。根據此項目的，本研究內容包括以下五項：

地質和礦產概查。

岩石標本蒐集和說明。

地形、地質、岩石等幻燈及說明。

工程地質評估。

環境影響說明。

並完成：

工程地質評估圖。

潛在地質危險分布圖。

地形、地質景觀評估圖。

礦產評估。

本區位於深山，山高且陡，到處蕤芒、絕壁，攀登維艱，調查工作頗受限制；惟溪床、路側可及露頭詳查以及岩石與構造地形均經仔細調查分析，以為推論之資。

貳、地形分析

2-1 分析方法

本區依副集水區之歸屬分為 A、B、C、D 等四個分區（圖 2-1）。B 區與 D 區分別為本流拉庫拉庫溪（樂樂溪）之支流黃麻溪和伊霍霍爾溪之集水區；區內之逕流先匯入各該支流而後注入本流。A 與 C 兩區內之支流尚未發達，其逕流多直接注入本流。

各分區中，各以其主流為準，將兩岸依受地形作用切蝕之程度分為三種水文地形單元：

山坡單元：山坡面平整，地表逕流略呈平行流路直接排入本流。

山凹單元：山坡面呈弧形凹入，開口寬大，其形成過程中崩坍作用大於逕流之侵蝕。

山谷單元：溪谷發育良好，河流侵蝕為主要之地形作用。集水區呈袋狀，出口（谷口）狹窄。

在每一水文地形區中，依坡度、地表侵蝕程度以及坡向等三項因子劃分成基本的「土地單元」。

以上之地勢分析之層級及流程如下：

研 究 地 區

流域歸屬

A、B、C、D 四流域分區

分區內主流邊坡之侵蝕程度

水文單元

研究地區

山凹單元

山坡單元

坡度、侵蝕程度、坡向

土地單元

圖 2-2 地勢分析層級與流程圖

如此所得之「土地單元」為本研究各種分析與評估之基本單元。各級分區之地理分布如圖 2-3。

為著引述方便，圖上每一土地單元均給予三碼之編號，第一碼為各副區之水文單元編

號，如表 2-1 所示。

表 2-1 各副區水文單元編號

溪\編\水文 別\號\單元	山坡單元	山凹單元	山谷單元
拉庫拉庫溪	1	2	3
黃麻溪	4	5	6
伊霍霍爾溪	7	8	9

第二碼為同一副區同類水文單元之序數：

第三、四碼為同一水文單元內之土地單元序數。

例如：< 342 > 表示：拉庫拉庫溪第四個山谷內之第二個土地單元。

< 433 > 表示：黃麻溪第三個山坡單元內之第三個土地單元。

某一特定地區之地形發育狀況可以其山谷單元、山凹單元和山坡單元所佔面積及其比率為指標。此因：

山谷單元乃河水侵蝕作用進行激烈之地區，已有大量物質自其集水區中被流水所侵蝕而去；

山凹單元為邊坡不穩定地區，有崩坍作用或逕流集中現象，已有部分物質自該坡面被移除；

山坡單元由主流下切所造成，坡面上的侵蝕或崩坍作用尚不顯著。

2-2 地形特徵

本區之北界為拉庫拉庫溪溪谷，亦為本區之最低處，其標高在 700 公尺至 400 公尺之間；南疆為新康山至大里仙山一線山嶺，為本區最高處，標高在 3,000 公尺至 1,300 公尺

之間西界與東界分別為伊霍爾溪與山嵐溪。

本區由兩個向北延伸之平行山鼻子所構成。

大鼻子為可可爾博山 (2,868.6m) 的支嶺，其鼻頭即為 C 區，狹長鼻樑兩側分別為黃麻溪之東岸 (D 區) 與黃麻溪之西岸 (B2)。鼻頭上有兩個鼻孔，為 C 區的兩個山凹單元。

小鼻子為大里仙山 (2,043m) 的支嶺，鼻頭小，乃 A2 區之所在；鼻樑寬大，其兩側分別為黃麻溪之東岸 (B1 區) 及伊洛閣下游本流之右岸 (小部分屬山嵐溪之左岸)。

表 2-2 支谷及河間地以及各種水文單元之面積

副區	總面積(公頃)	山坡單元(公頃)		山凹單元(公頃)	
	百分比	百分比	百分比	百分比	百分比
A 區	945.7	353.5	0	592.2	
	14.4	37.4	0	62.6	
B 區	2,743.6	478.6	352.7	1,912.3	
	41.8	17.4	12.9	69.7	
C 區	1,370.7	410.1	113.3	847.3	
	20.9	29.9	8.3	61.8	
D 區	1,501.5	281.6	0	1,219.9	
	22.9	18.8	0	81.2	
合計	6,561.5	1,523.8	466	4,571.7	
	100	23.2	7.1	69.7	

表 2-2 中，黃麻溪和伊霍霍爾溪兩支流之流域面積共約 4,245 公頃，佔總面積 6,562 公頃之 64.7%。這表示本區的地形已受到此二支流之強烈切割作用，而所形成的狹長之山谷與山鼻之地形，使本區之道路呈大規模之彎入和彎出的現象。

全區山谷單元之面積佔總面積之 69.7% 表示溪流的侵蝕作用頗為激烈，以 D 區為最，所佔面積佔該區之 81.2%；A 區較小，佔該區面積之 62.6%。山谷單元的發展程度決定通過該區道路之彎曲度。是以 A 區之步道平直而 D 區則多彎曲。因此山谷單元之分析與統計可為地形複雜度之指數。

山凹單元通常是岩體破碎或軟弱的地方，因此較多崩坍或受侵蝕。本研究區之山凹單元面積佔總面積之 7.1%，分布於 B、C 兩區。

山坡單元佔總面積之 23.2%，大部分為本流和兩大支流下切所形成的坡面，多呈三角形。

坡度分析

本區各土地單元之坡度分級依表 2-3 所示：

表 2-3 坡度分級表

序 數	坡度百分比 (%)	坡 度(°)
1	< 15	< 8.5°
2	15 30	8.5° 17°
4	30 45	17° 24°
6	45 100	24° 45°
8	>100	>45°

圖 2-4 顯示本區坡度分布狀況。

- (A) 坡度超過 100% 之陡坡有二個分布區：一在各主要溪谷之岸邊附近，呈零星分布，其成因與近期河床下切有關。另一為南北延伸之可可爾博山脊的東側大部分（包括 B 區黃麻溪左岸和 C 區 <33, 10> 水文單元之東向坡），和西側之一部份（

伊霍爾溪右岸上游), 其成因與在該區出露之大理岩岩質堅硬有關 (表 2-4)

。

表 2-4 陡坡分布之比率表

區位	坡度	之面積(ha)	佔該區之比率(%)	佔全區之比率(%)
		(該區之面積)(ha)		
A	A1	295.6 (767)	38.5 372.9	4.5 5.7
	A2	77.3 (178.7)	(945.7) 43.3	1.2
B	B1	294.8 (1,374.5)	21.4 1,238	4.5 18.8
	B2	943.2 (1,369.1)	(2,743.6) 68.9	14.4
C	897.3 (1,370.7)	65.5	13.7	
D	1,024.6 (1,501.5)	68.2	15.6	
=====				
總計	3,532.8 (6,561.5)	53.8		

(b) 其餘地區之坡度在 30% 100%之間, 以分布在山嵐溪左岸上坡 (A1 區) 和黃麻溪右岸 (B1) 為主, 而以後者之面積較大, 其坡向為西北偏北, 為本區發育最好的順向坡群。

本區尚有地形複雜 (多蝕溝) 而坡度亦在本變域者, 多為厚層崩積層分布區。

2-3 各分區之地形特徵

A 區：本分區之地形比較單純，由其山坡單元面積佔本分區之 37.4%即可看出。本區又分為 A1 與 A2 兩區；A1 含有二個山谷單元，地形稍複雜，坡度亦較陡，其大於 45° (100%) 之面積佔 A1 區之 38.5%；A2 區為鼻頭部分，呈三角形，全屬山坡單元，故地勢單純，陡坡見於上、下坡，佔 A2 區之 43.3%，中腹較緩，為佳心平坦地之所在。

B 區：為黃麻溪集水區，左右兩岸由地質構造殊異而呈顯頗為相異的地形景觀。

B1 區為本研究中地形變化最有規則者，全區地形受岩層面之控制，是以寬廣平緩之順向坡面與狹長陡峻之斜交坡交互出現。陡坡區佔 B1 之 22.7%。

B2 區被二大型山谷單元所切割，因此，地貌零碎而複雜。陡坡區佔 B2 之 68.9%。

C 區：本分區位居大鼻頭，三分之二以上面積為上谷單元 (61.8%) 與山凹單元 (8.3%)，有瓦拉米和多土滾兩大片較緩之順向坡及與其對應之陡峻斜交坡，地形上形成兩大山坳。順向坡上崩積層頗厚，此與其上坡多陡峻，致有大量崩積層之堆積。本區陡坡區佔 65.5%。

D 區：本分區為伊霍霍爾溪之右岸集水區，全區由兩大山谷單元所切割，其集水面積佔本分區之 81.2%，其地形之複雜程度可以想見。陡坡區佔 68.2%。

各分區的地形複雜度可以各分區邊界上同一高度之兩點間等高線之實長與其直接距離之比值 (可稱為曲折率) 表示之，如表 2-5。

表 2-5 各地形分區之曲折率

分 區	A		B		C	D
	A1	A2	B1	B2		
曲 折 率	1.15	1.1	1.28	1.71	1.47	1.78

* 曲折率 = 兩點間等高線長度 / 直線長度

參、地質分析

3-1 概說

由於本區地形陡峻、雜草叢生，且崩積層之覆蓋頗廣，故即使沿古道，露頭也僅見於絕壁處，皆斜交坡。

本區野外調查，關於岩層分佈之資料來源有四，即：

露頭 沿古道之絕壁及溪床兩岸。

溪床上之滾石及砂石之岩質，可顯示其上游地區出露之岩類。

調查路線上之崩積土的岩質，可顯示其上邊坡出露之岩類。

前人之報告及地質圖。

由於露頭少而區內各點之可及性其低，因此圖 3-1 地質圖係根據調查路線上之實測資料地形特徵和作圖法繪製，因此地層界線係從實測資料推演而來，仍有待日後精查時補正。

出露於本區之岩層為古生代晚期之變質雜岩，地層單元屬大南澳片岩的太魯閣帶段，由變質石灰、綠色片岩、矽質片岩和黑色片岩所構成。

本區岩層之層態有局部性的變化，但全區岩層大致呈東北西南走向，向西北傾斜 30 度或更陡。因此，自東而西地層由老而新，其岩質之變化如下：

黑色片岩夾矽質片岩（變質砂岩）(Sbs)

變質石灰岩(1)(Lm1)

黑色片岩夾變質砂岩與綠色片岩(Sbs)

變石質石灰岩(2)(Lm2)

黑色片岩夾綠色片岩和變質砂岩(Sb2)

變質石灰岩(3)(Lm3)

綠色片岩夾黑色片岩(Sg)

以上各岩層之分布如圖 3-1 所示。

3-2 分區地質

茲將各分區之岩層概述如下：(參考圖 2-1、3-1)

A 區：本區沿古道露頭幾乎全部為黑色片岩葉理間夾微細石英脈，偶夾變質砂岩；沿途所見崩積物亦為此二種岩類。

B1 區：本區沿古道露頭所見亦為黑色片岩及少量變質砂岩。但在<440>(520)二土地單元內的黃麻溪谷上分別觀察到一些來自該集水區的轉石。在<440>溪床除露出黑色片岩之外，溪床上有灰色大理岩石之轉石。依地質資料其應係來自左岸上邊坡大理岩(1)之露頭。

在<520>溪床上，除露出者仍為黑色片岩之外，溪床轉石中混有約十分之一之白色大理岩以及變質輝綠岩、灰色大理岩、綠色片岩和白色大理岩之薄互層、變質砂岩等，直徑大者在 1.5 2.0 公尺。由於大理岩和綠色片岩都只分布於黃麻溪之右岸而未見於左岸，故其來源至為明顯。

白色大理岩見於下段溪谷而未見於上段溪谷，表示該岩層之出露位置應在兩者之間，且其轉石之數量只佔轉石總量之一小部分，可知其分佈應極其有限。

B2 區：本區古道上見有極少量小塊白色大理岩之轉石，未見有確切之露頭，但岩壁上之露頭則為綠色片岩夾薄層大理岩(變質大理岩(1))，其表層並有類似銅綠之滲出物。附近有廢棄之探礦豎坑一處，洞口約一公尺，深不知，依拋石回聲度之，應有一、二十公尺。

C 區：本區在<334>以東的古道上露頭甚少，只見黑色片岩。崩積物中則有少量綠色片岩和變砂岩。變質砂岩之葉理頗為發達。

靠近<334>之小溪谷則有少量白色大理岩，頗具葉理，應係由<334>之大理岩絕壁所墜落者，且由其數量之少可推知其係局部包含於灰色大理岩中。近<334>之黑色片岩露頭與灰色大理岩成薄互層，應為黑色片岩過渡到大理岩之過渡帶。

<334><163>為厚層灰色大理岩（變質石灰岩(2)）分佈之單元，但露頭甚少，而且崩積物中仍雜有綠色片岩、變質砂岩和白色大理岩岩塊，可見其乃呈互層，而非如太魯閣巨厚之純大理岩。此為本區大理岩的特性，也因此特性而影響其經濟價值。

<334>單元以西以黑色片岩為主夾變質砂岩，地勢較緩，露頭甚少，崩積物仍以黑色片岩為主。

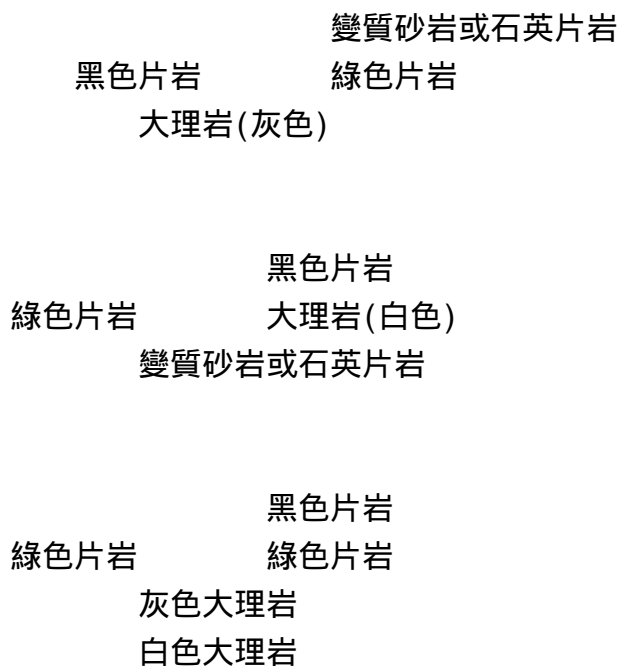
在大理岩分佈區（變石灰岩(3)），崩積物為灰色大理岩與黑色片岩相雜。

D 區：為伊霍霍爾溪縱谷之右岸，沿古道露出者為灰色大理岩夾黑色片岩，（變質石灰岩(3)）；抱崖以西則出現白色大理岩與片岩之互層。

以上在本區所見各種岩體之礦體之礦物組成和各種微觀之地質構造與本區之地質發育史均關係密切，將另闢專章對地形露頭、標本和顯微鏡照片分別作詳細之解說。

3-3 岩層各論

本研究區之岩層可分為三大類，即：(A)黑色片岩(B)綠色片岩(C)大理岩。此三種岩石之厚薄不同，但皆非純岩，亦即其中各夾雜有其他岩類，其層級(Hierarchy)如下：



黑色片岩夾變質砂岩：本岩層分布於客多林南北向一線以東的地區，乃本區佔地最大

之岩層。本岩層主要由黑色片岩所組成。夾有少量千枚岩和變質砂岩。露頭甚不良，僅見於步徑、絕壁及黃麻溪谷崩壁。

黑色片岩由黏土礦物和石墨等層狀礦物所組成，質柔軟，故岩層之片理發達而富於小型之緊密褶皺（Crenulation）為其特徵，黃麻溪溪床上部分黑色片岩中之黑色層狀礦物與白色石英間並有明顯的「變質分化」（Metamorphic differentiation）現象，而呈纖細之帶狀構造（圖版 1）。

在黃麻溪溪床上有巨大之淡綠色塊狀火成岩之轉石，雖以粒狀礦物為主體，但礦物仍呈平行排列，有剪力擠壓的現象（圖版 2、3）。此火成岩石之組成礦物以輝石為主，含有少量橄欖石，均粒，應為輝長岩（Gabbro），在清水河流域（與黃麻溪以大里仙山嶺線為界）曾見其被包於黑色片岩中（何春蓀，1986），其在本區者應亦如此。

在黑色岩中也見有厚數公尺之變砂岩，呈絕壁（圖版 4）。

黑色片岩與變質砂岩分別由（炭質）頁岩與砂岩變質而來。

黑色片岩夾變質砂岩或石灰岩、綠色片岩（Sb1、Sb2）：

本岩層夾於第一層與第二層大理岩（Lm1、Lm2）及第二層與第三層大理岩（Lm2、Lm3）之間，呈南北延伸之帶狀分佈區。岩石以黑色片岩為主，夾少量變質砂岩與綠色片岩。

本岩層之露頭常見有石灰華之外殼（fravertine）（圖版 5），乃本區之片岩中或崩積層中夾有石灰岩，溶解後含鈣質的溶液重新在岩面上沈澱（Encrustation）形成石灰華外皮之結果。在大理岩與本岩層接觸部分可見大理岩與黑色片岩成薄互層，每層厚度僅 1 至數公分不等，呈不規則狀。

綠色片岩偶夾於黑色片岩中，故推測其原岩應為凝灰岩之類者。

綠色片岩夾黑色岩（Sg）：本岩層分布於第三層變質石灰岩（Lm3）之西，出露面積有限。礦物組成以層狀之綠泥石（chlorite）為主，夾有不規則之石英脈（圖版 6）。有些綠色片岩之片理不甚發達，乃因層狀礦物之份量較少綠色之粒狀礦物—綠簾石（Epidote）較多之故。

大理岩（Lm, Lmw）：

本區大理岩岩層夾有黑色片岩與綠色片岩，不似太魯閣地區呈巨厚狀。即使在厚度最大之第二層 (Lm2)，其分布地區亦多黑色片岩與綠色片岩之崩積物。可見本區三個大理岩帶均非為純大理岩之分布區。

本區大理岩以灰色或灰白相間者為主體；白色大理岩在抱崖小溪谷有疑似露頭，但寬不過二、三公尺且多裂隙 (圖版 8-2)。本區第一層和第二層大理岩分布區內或其下坡溪谷雖見有白色大理岩之轉石，但迄未見有大規模之露出，地質圖上之白色大理岩分布區 (臺灣省礦物局，1977) 亦屬推測者。由現有資料推測：白色大理岩之分布有限而且不規則地夾於其他岩類之中。

在瓦拉米之東步道上於大理岩與綠色片岩之薄互層分布區中有銅礦探坑，廢棄已久，故本區應無有經濟價值之金屬礦床。

3-4 地質構造

本區處於臺灣激烈造山帶之中心部分，是以綠色片岩和黑色片岩等層狀岩石呈顯緊密之褶皺 (圖版 6-3、8-2) 而變質砂岩和大理岩等塊狀岩石則多破劈理 (Fracture cleavage) 與節理 (Joint) (圖版 4)，但薄層之白色大理岩亦有呈緊密褶皺者 (圖版 8-1)，可見褶皺作用之強烈程度。

由於強烈之褶皺作用與破碎作用，本區之片理層態頗多變化，但大致呈向西北傾斜之同斜構造。一般而言，大理岩之傾角較大，在 40° - 50° ；片岩則變化較大，在 10° - 50° ，但以 30° - 50° 為主。

本區岩層露頭雖少，但從崩積層覆蓋之廣，可知岩體之破碎程度頗大 (圖版 11、12、13)，此或與本區地殼於第四紀持續受到擠壓作用有關。蓋當岩層位於地殼淺處時，其脆性增加，於受到擠壓作用時，破裂乃其唯一之反應也。

3-5 地史概說

構成本區的岩層層序如圖 3-2 之地質剖面所示：各岩層之岩性及其原岩自新而老為：

綠色片岩 (Sg) - 基性火成岩

大理岩 (Lm3) - (珊瑚礁) 石灰岩

黑色片岩夾綠色片岩 (Sb2) - 頁岩、砂岩、基性成岩

大理岩 (Lm2) - (珊瑚礁) 石灰岩

黑色片岩夾綠色片岩 (Sb1) - 頁岩、砂岩、基性火成岩

大理岩 (Lm1) - (珊瑚礁) 石灰岩

黑色片岩夾砂質片岩 (變質砂岩) (Sb2) - 頁岩夾砂岩

2000

1000

0

A 圖 3-2 地質剖面圖

雖然本區三層大理岩有人認為係因褶皺作用而重複出現者 (佚名氏, 1977), 然據實地量得三者的岩層層態頗為一致的事實觀之, 以上層序似為「正常層序」(Normal Succession), 亦即其生成次序係自 至 , 中間的岩層並無堆積中斷, 而三層大理岩亦非因斷層或褶皺而重複出現之結果。

本區雖可分成上述幾個岩層, 實際上各含其他岩類, 如<3-3>所示, 而透露出有關原岩的沈積環境特徵的一些訊息。其中重要的有:

本區岩層所屬的大南澳片岩之太魯閣層為海相岩層, 在中央山脈東翼有廣大的分布, 故其沈積環境應為開闢之海洋;

本區有厚層的大理岩 (變質石灰岩), 含有蜓科和珊瑚類化石而可稱為蜓科或珊瑚石灰岩 (何春蓀, 1986)。珊瑚的生存環境為溫暖而潔淨的淺海, 故本區原岩的沈積環境應非深海。又本三層大理岩之厚度不大, 其總厚度也遜於該層在北部之巨厚。此或意味本石灰岩堆積時, 本區海水較北部者為深, 而且海水面也時有變動, 故於其間夾有較深海之堆積物。

本區岩層含有綠色片岩 (部分與大理岩成薄互層) 及其他綠色片岩, 其母岩為基性

火山岩流或凝灰岩，是以在本區岩層沈積過程中有規模不一之海底火山活動。

本區黑色片岩中含有相當量石墨，可稱為石墨片岩（圖版 10-2），表示其泥質原岩中含有相當量之炭質。

依照以上的資料，本區地質史之梗概如下：

在二億多年前的古生代晚期的臺灣東部是個溫暖而時有火山作用的海盆（沈積盆地）。在以粗砂為主並含有泥及火山物質的玉里層積物上，或由於海水深度的增加而沈積了含有炭質的泥質沈積偶夾砂層，並伴隨著輕度的火山作用（Sbs）。

之後，海水變淺而溫暖，開始有珊瑚的生長。從中央山脈東翼大理岩廣大的連續分布來看，此地應是個南北延長的大堡礁，而有珊瑚海的熱帶海洋景觀，而且海底有緩慢下沉現象，是以有巨厚的珊瑚礁常被泥質沈積物所淹蓋而與之成薄互層；但這其間仍有三個時期頗有竹於珊瑚礁的成長，而形成本區所見的三層石灰岩層。

在第一與第二層石灰岩堆積時期，沈積物中多含有一些泥等雜質，只有局部的珊瑚礁石未受此來自陸地的雜質的污染，而使其組成礦物純粹為方解石，使其日後變質成為白色大理岩。這種沈積條件比較少，而白色大理岩也因此比較少見。

在三層石夾灰岩所夾的兩個堆積間隔，堆積了以泥質為主的沈積物，但夾有相當量的火山物質，部分且與珊瑚礁石同時沈積（Sb1、2），表示在這個時期火山活動已有加強的跡象，而於第二層石灰岩堆積後，達其高峰，而沈積了以基性火山物如熔岩流與凝灰岩為主的沈積物（Sg）。

以上所述本區海洋地殼上的石灰岩和碎屑狀沈積物構成臺灣最老的地殼（江博明，1986）。

約七千萬年前，時當中生代晚期，上述沈積物受到造山運動而褶皺並變質。於是石灰岩就變成結晶石灰岩，也就是大理岩；含炭質頁岩變成黑色片岩；基性火山物質變成了綠色片岩。

從大理岩和片岩所表現的緊密褶皺和小褶皺（圖版 8-1、6-3），及所出現的綠泥石等變質礦物可推知變質當時，這些岩層都深埋於地殼深處，受到相當大的熱力與壓力的影響，使其具有可塑性。

又從本區岩層構造之複雜，亦可推知其當受到不止一次之造山和變質作用（何春蓀，1986）。

約一百八十萬年前發生的蓬萊運動，使臺灣島主要部分露出海水面，是為「蓬萊島」(林朝榮，1957)。其後直到現在以一年約 5 公厘的高速垂直上升，接受流水的刻蝕作用，形成絕壁與深谷，遂能將在地殼深處變質的這些岩層在崇山峻嶺間呈現於我人的眼前。

這樣一個跨越數千萬年甚至數億年的自然作用形成的岩石，使吾人每於審視其不可思議的色澤、紋路時，時常油然興起滄桑之歎，或低迴尋思，或困惑迷惘。此乃地質、地形景觀予人的精神震懾之泉源也。

圖版 1 黑色石英片岩

1-1

1-2

黑色層狀礦物與石英因變質分化現象呈帶狀構造

1-3 89040804

變質砂岩與黑色片岩薄互層

close nicol × 50

以石英為主，夾有少量之絹雲母及方解石。其變質前之母岩應為含少量泥質之砂岩。

1-4 89040804

變質砂岩與黑色片岩薄互層

close nicol × 125

1-5 89040

黑色石英片岩

close nicol ×50

石英(灰白色)與雲母、石墨成帶狀相同分部，母岩為砂頁岩薄互層。

圖版 2 變質輝綠岩

2-1

2-2

變質輝綠岩礦物呈平行排列，有剪力擠壓之現象。

2-3 890408097

變質輝綠岩

close nicol ×50

以輝石，綠簾石與斜長石為其主要之礦物皆粗粒，因受壓關係，礦物結晶之長，亦有平行排列現象，惟不如片岩之明顯。

2-4

89040807 變輝綠岩 open nicol ×50

圖版 3 石英片岩

3-1

3-2

石英片岩
礦物呈平行排列，
有剪力擠壓之現象

3-3 890407078

石英片岩

close nicol ×50

3-4 89040708
石英片岩
close nicol × 50

3-5 98040708
石英片岩
close nacil × 125
以石英為主，含少量雲母。結晶
皆同向延伸（照片之南北向），
有明顯之葉理，含少量雲母，由
石英砂岩變質而來。

圖版 4 變質砂岩

4-1 塊狀變質砂岩呈絕壁

4-2 89040708
變質砂岩
close nicol × 50

圖版 5 石灰華

6-1

6-2 綠色片岩夾黑色片岩

6-3 綠色片岩、黑色片岩與
石英脈呈緊密之褶皺

6-4 89040703
綠色片岩
open nicol × 50
綠色片岩為基性火山岩變質而來
其存在表示在當時之沈積盆地中
火山爆發等之岩漿活動。綠色片
夾有相當量之石英(白色者)，兩
者呈帶狀平行排列，乃變質分化
之結果，石英為來自陸地之碎屑

狀沈積物。

6-5

圖版 7 綠色片岩與大理岩互層

7-1 89040802

綠色片岩與大理岩之互層

open nicol × 50

方解石中夾有帶狀之綠泥石（暗綠色者），表示於珊瑚礁石堆積過程中混進火山凝灰質。

7-2

7-3 綠色片岩與大理岩互層

圖版 8 白色大理岩

8-1 白色大理岩呈緊密褶皺

8-3 多裂隙之白色大理岩

8-4 89040705 白色大理岩

close nicol × 50

幾乎全部由方解石之結晶所構成，只含極少量之雜質，應是由生長於純海水中的珊瑚礁石變質而來。

9-1 89040706 灰色大理岩

close nicol × 50

主由方解石所組成，但含有炭質物（黑色者）及泥質物（細粒者）等雜質，岩石呈灰色，表示在珊瑚礁石沈積過程中雜

有來自陸地的沈積物。

9-2

9-3 灰色大理岩

圖版 10 黑色片岩

10-1

10-2 石墨片岩

10-3

10-4 89040803 黑色片岩

open nicol × 50

黑色片岩係由頁岩等泥質沈積岩變質而來，含有炭質物。其中黏土礦物已變質成雲母類礦並變褶皺，黑色者為由炭變質而來之石墨。

10-5 89040803 黑色片岩

close nicol × 50

10-6 89040803 黑色片岩

close nicol × 50

呈托拉及小褶皺之黑色片岩，表示變質時受到相當之擠壓作用。呈絢爛顏色之條狀物為平行排列之白雲母結晶，其間細碎之灰白色礦物為石英。

10-7

受褶皺之黑色片岩，黑色帶狀物

89040803 黑色片岩 close nicol × 50 為石墨，表示母岩(頁岩)中含有炭質物。

10-8 89040803 黑色片岩 open nicol × 50

圖版 11 拉庫拉庫溪谷岩
盤露頭破碎程度大

圖版 12 厚層崩積層

圖版 13 崩積層覆蓋廣

肆、地形與地質景觀分析及解說

4-1

地形與地質景觀之分析可分為兩個部分：一是對特定對象之景觀價值的分析與評價；一是對整個研究區域之地形與地質景觀之分析與評價。前者評定特定景觀之價值；後者劃定區內各種等級之景觀的地理分布，以為土地使用規劃與經營管理之參考。而研究區內特定景觀對象的評價又為區域景觀分布的評價基礎（張石角，1988）。

4-2 資源價值之評估準則

特定景觀價值之評估：指特定研究區域內，具有共識之欣賞對象，其做為景觀之等級，依以下原則評定之。

景觀資源之價值可分為實質和精神兩個部分。

實質資源係指以感官認知之客體的規模或其造形與設色的「不可企及度」，例如平地拔起的衝天絕壁、壯闊海洋、絢爛的朝、晚霞或彫鏤細緻的象牙、玉器等。其不可企及度越高者，資源價值也越高。惟此種客體的感官性衝擊係屬觀賞心理的初級效應，乃雅俗皆可產生之感動，其持續時間比較地短暫，而且相同的經驗一再重複時，則會產生單調感和感覺麻痺現象。

精神資源係指景觀之硬體特性投射到觀賞者所產生的精神震懾度。例如朝陽壯麗燦爛的四射光芒予人以重振生命力，好像靈魂的污垢盡除，重新被鍍上黃金的新鮮感覺；無垠、包容而永不靜止的神秘海洋使人相而頓覺渺小、虛幻，有人生應與大海共感甚或宇宙同步呼吸的頓悟與快適。

此種客體對觀賞者精神上的衝擊，屬於比較高級的心靈效應，其持續之時間久且可一再回味，百嚐而不厭，乃遊憩活動中最可珍貴的經驗，也最能達到重使生氣蓬勃的遊憩目的。

這種客體本身的不可企及度以及其投射到主體所產生的精神上的震懾度可做為衡量一切藝術品價值的尺度。

客觀之「不可企及度」與「精神震懾度」皆頗抽象而難以掌握，也深受主體之美感經驗和素養之影響，因此入須將之轉換成操作型的定義方有實際應用於評估作業的價值。

就自然景觀之實體不可企及度而言，美國土地經理局（U.S.Bureau of Land Management）依視覺管理所訂之評估標準所差可比擬（表 4-1）此項評估系統係由七項因素所構成，每一項分成三級分給分。總分越高者，其不可企及度也越高，故可視為更體品質之度量標準。

但筆者認為地貌（或地形景觀）、植被與水體三者不一定同時出現於同一景觀，而即使單獨出現，也未必有損其品質，故宜予個別評估。至於色彩、鄰近風景之影響、稀有性與人為影響等四項應視為對上述三種景觀之富麗性條件，以加權之方式予以計分。但「鄰近風景之影響」乙項殊無標準，故予刪除，而得如表 4-2 所示。

表 4-2 各項皆分成高、中、低或上、中、下三級，其標準悉照表 4-1 之內容。各項景觀所得總分與資源品質等級如表 4-3 所示；其中之分數將用於表 4-5 中之綜合評估。

就自然景觀之軟體性之震懾度而言，筆者試將之分成四段，如表 4-4 所示。惟既屬精神之震懾度其評估結果難免帶有評估者本身的主觀意識，而這是難以避免的條件限制，或可透過專家之訪談予以歸納以求得普遍共識。

自然景觀之品質係就其「不可企及度」與「震懾度」依表 4-5 準則綜合評估而得。

必須注意的是，具有某種景觀價值的地方是能夠感受是項的景觀的「據點」而不是該景觀本身。這是「不識廬山真面目，只緣身在此山中」的原理。例如站在雄偉的大屯山巔的美感經驗並非來自大屯山本身而是其視野內的景物；欲感受大屯山本身所投射的美感經驗，須在能將大屯山身影收入眼簾的據點。是以言景觀保護，必須兼顧景觀與據點兩者，否則難以達到目的。

表 4-1 自然景觀資源品質評估準則

項	目	特	徵	評	分
1.地	貌		高差大之陡崖、尖山、巨大裸岩，以及地表變化		5
			富麗之地貌。例如惡地及沙丘等。		
			峽谷、平頂山、火山錐或其它富於變化之地貌。		3
			低平或緩起伏丘陵地貌、山谷低地等小景觀。		1

2. 植 被	植物種類多，而且外形、組織、樹型有趣。	5
	植物種類不多，其中幾種佔了優勢。	3
	樹種單純，缺乏對比。	1
3. 水 體	水質潔淨，有平靜水面或瀑布，而且這些水體成為景觀之重點。	5
	流動或靜止之水面，但是在地景地中不佔主角	3
	無水體存在或不引人注意。	0
4. 色 彩	富麗光耀，土壤、岩石、水體等構成之色彩對比強烈。	5
	略同上，但並未能構成主景。	3
	色彩之變化，對比都不突出。	1
5. 鄰近風景之影響	可大大加強本區之視覺品質。	5
	略可加強本區之視覺品質。	3
	對本區無影響。	0
6. 稀 有 性	十分稀有之景觀。	6
	較少見，且深具特色。	2
	景觀美麗，但不出奇或獨特。	1
7. 人為影響	人為影響小。	2
	有不協調人為影響，降低了原來之視覺品質，但被破壞之情形不嚴重。	0
	人為影響大，景觀大多改變。	-4

(美國土地經理局)

表 4-2 自然景觀不可企及度之評估準則

景 分 目 數	\	不可企及度 色 彩 稀 有 度 人 為 影 響									總分
		高 中 低			上 中 下			上 中 下			
		少	中	多	少	中	多	少	中	多	

觀 \	6	4	2	2	1	0	2	1	0	2	0	-2
地 貌												
植 被												
水 體												

表 4-3 資源品質等級

總 分	12	10	9	7	6	4	3	0
等 級	最 高		高		中		低	
	4		3		2		1	

表 4-4 自然景觀軟體震懾度之評估準則

等 級	景 觀 之 心 理 經 驗 特 徵
最 高	令人精神舒暢、寧靜，亟思從容徜徉其間尋求精神慰藉或滿足。
高	驟然觸動心弦或油然產生對客體之探索或研究之好奇心，逡巡不忍遽離。
中	輒覺景色如畫，令人不覺駐足觀賞。
低	無特殊之內心感應。

表 4-5 自然景觀品質之綜合評估等級

\不可企及度	4	3	2	1
震懾度 \				
4	極高	極高	高	中
3	極高	高	中	中
2	高	中	低	低

基於土地使用與管理的景觀資源評估

一個風景區或國家公園具有豐富的生態或景觀資源，而基於其本身的珍貴性或對國民遊憩的重要性，使景觀及據點皆不容許受到人為毀損。然由於區內景觀資源及其品質並非做均勻性的分布，是以若將全區皆劃為保護區固可達到資源保護的目的，但難免形成景觀或生態資源價值並非很高的可開發地區的浪費。因此，為著地盡其利，區內土地應依其資源之價值予以分區、分級、分別管理使用。這種景觀資源價值分區即是資源清查工作所完成的資源清冊 (Inventory)，也是景觀資源的「面」的評估，乃風景區或國家公園土地利用規劃的重要依據。

以下是筆者的區域性生態與景觀資源的評估體系 (張石角，1988)。

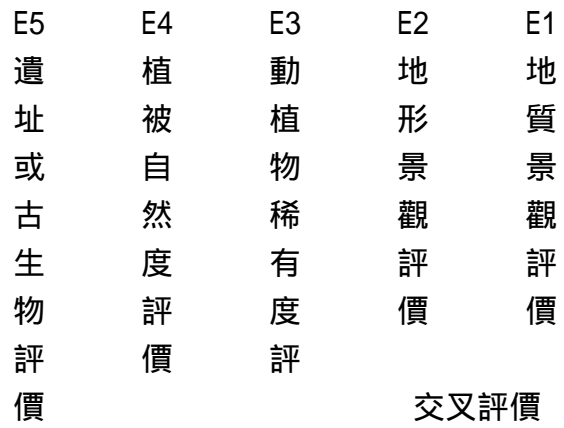
生態及景觀資源有下列五項：

- (a) 地形景觀。
- (b) 地質景觀。
- (c) 動、植物稀有度。
- (d) 植被自然度(土地利用現況)。
- (e) 遺址或古生物。

其評估架構如圖 4-1 所示。

調 查 區 域

依自然環境劃分土地單元



綜 合 評 價

自 然 資 源 分 布 圖

資 源 分 區 經 營 與 管 理 規 劃

圖 4-1 風景區或國家公園生態及景觀資源價值評估體系圖

由圖 4-1 可知本評估系統係以土地單元為基礎。土地單元係一地形和地質的均質區（張石角，1988），而以上五項資源中，除古生物係與地層之分布有關外，其他各項之地理分布皆與各地理單元之地形和地質特性有高度相關。其理由如下：

(a) 地形和地質景觀與由地形和地質所組成的物理環境密切相關乃當然之理。其間的關係是：景觀的品或等級係與環境敏感度成正比，即：環境敏感度越高者，其地勢率多陡峻雄偉，如聳立山頭、深淵絕壁、海崖等，其景緻特為秀麗壯觀；反之，環境敏感度低者，其地勢則多平坦無奇，自無足觀之景觀。

(b) 植物之種類及生長情形係受土壤、地勢和氣候等因子之控制。因此，一地區之植物景觀與其自然條件乃有當然之關係。這種關係及生態學之重要課題。

然而，平均氣溫、雨量、濕度以及其他氣候因素等資料一般皆甚欠缺，只有某些特別地區方有連續而精確的觀測。而即使在有觀測站的地區，起因於高度、坡度、坡向等因子的局部性氣候變化資料也多付諸闕如。在這種情況下，在一個比較小的地區內，氣候因子可視為常數，而高度、坡度、坡向等可微氣候的指標，於是在土壤與植物類型間的關係已確立的情況下，地質和地形因子遂可視為一地區之植物生態的基本生態的基本架構。

(c) 綠色植物是生態體系的生產者，而動物則為消費者。所以動物必須依賴植物或依賴以植物為生的動物為生。因此，陸上動物族群的生存與繁榮與植物社會有直接之關係。所謂「樹倒猢猻散」即為此種關係的寫照。

動物對植物的直接依賴關係，減少其對物理環境的依存關係。但因植物實為生態的樞紐，故只要能夠掌握住植物與物理環境的關係，則動物族群之特性遂亦在掌握之中，故無須對動物與物理環境之關係刻意去探究。

(d) 史蹟是人類活動留下來的遺跡。人類係逐「水草」而居，而水草為「資源」之代名詞。古代狩獵人類之資源為水與動植物，故其與物理環境之關係比動物與物理環境之關係更為間接而疏遠。但因其活動地區仍受植物群落之控制，故自難以自外於其生息地之物理環境。

本研究以地形與地質景觀為限，兩者之評價標準如下：

E1 地形景觀

評價標準：視界內地形之壯麗度。

表 4-6 地形景觀一般分級表

等級序數	地形類別
1	平坦地、緩坡地、景觀已受人為破壞之一般山巒。
2	一般山巒、陡坡、溪谷。
3	大型絕壁、遠處特定山峰（著名山峰）特定地形。
4	特定山峰、峽谷、河口、海景湖泊。

E2 地質景觀

評價標準：華麗或奇特度。

等級序數	地形類別
1	風化土、崩積土。
2	風化或被覆苔蘚之岩面。
3	新鮮岩面。
4	具有特殊顏色或紋理之岩面、斷層等地質現象。

一特定研究地區各土地單元視界內所見之「特定地形景觀」等級為該單元之地形景觀等級。惟自某一特定土地單元觀照某一特定景觀之方位線與該土地單元之法線（垂直於該單元之等高線而向下坡延伸之直線）之夾角若大於 45° 而小於 90° 時（圖

4-2)，則因其欣賞角度並非良好，故其景觀等級降一級處理。

但如「溪谷」、「層巒疊嶂」等線狀特定景觀，因其視野延伸頗廣，故以其延長線代方位線，其與土地單元法線之交角可放大到 90°，而不予降級。

又，若研究區域在特定景觀區的方位線上延伸距離甚長，以致在前後不同地點上所見的特定景觀之壯麗度產生顯著之變化時，則該各單元之地形景觀等級亦應酌予升降。

交叉評估：地形景觀較地質景觀易為一般遊客所鑑賞，故交叉評估時稍偏重於地形，如表 4-8 所示。

表 4-8 「地形景觀」與「地質景觀」交叉評價序數表

地 形 \ 地 質	4 3	2	1
4	4 4	4	4
3	4 3	3	2
2	3 2	2	1
1	3 2	1	1

4-3 評估結果

特定地形景觀價值之評估。

本區所見之特定地形景觀有：玉里山（2,157）（圖版 14）（拉庫拉庫溪左岸）、新康山（3,324 公尺）（伊霍霍爾溪源頭）（圖版 15）、玉里山南坡懸谷（圖版 16）、拉庫拉庫溪谷（圖版 17、18）、黃麻溪谷（圖版 19、20）、山風瀑布（圖版 21）、遠處層巒疊嶂（圖版 22）等。

茲依表 4-1 4-5 之評估標準，集本研究室同仁之觀點，將上述之特定景觀評價如下：

表 4-9 特定景觀評價表

神 景 懾	\ 分 \ 項 景 \ \ 目 觀 \ 數 \	不可企及度			色 彩 稀 有 度			人 為 影 響			總 分	綜 合 評 估	等 級	精 震 度		
		6	4	2	2	1	0	2	1	0					2	0
	玉 里 山		4		2				1		2		9	中	3	2
	新 康 山	6			2			2			2		12	極高	4	3
	懸 谷		4		2				1		2		9	高	3	3
	本流溪谷				2		1			0	2		5	低	2	1
	黃麻溪谷		4		2				1		2		9	高	3	3
	山風瀑布		4		2				1		2		9	中	3	2
	層巒疊嶂		4		2				1		2		9	中	3	2

依表 4-9 所得特定景觀價值而得出本區地形景觀分級表 (表 4-10), 以為評定本區各土地單元之地形景觀價值之基礎。

表 4-10 新康山地區地形景觀分級表

等級序數	地 形 景 觀
1	本流溪谷
2	玉里山、山風瀑布、層巒疊嶂
3	懸谷、黃麻溪谷
4	新康山

本區地形景觀之分布

本區各土地單元之地形景觀等級，依上述評估系統區分如圖 4-3 所示，其分區統計則如表 4-11，其特徵如下：

本區景觀價值「極高」之土地單元只分佈於 D 區，即可見新康山者。惟其範圍極為有限，且都在「環境敏感度」極高的地區。

景觀價值「高」之土地單元主要分佈於 A 區，以及 B2、C 及 D 區之一部分，都為東北向坡或西向坡，乃能看到玉里山南坡之懸谷或側看新康山者。八通關古道通過之 A 區，B2 區及 C 區之土地單元大部份屬於本級，使其成為景觀步道。

景觀價值「中」之單元亦以前述之特定景觀為其觀賞對象。惟因坡向關係，僅能側視，故其等級較低。在本區其所佔面積為本區之 30.7%。

景觀價值「低」之土地單元為其在視界內無特定之地形景觀者。

本區景觀價值為「中」與「低」者之土地單元面積合佔本區總面積之 70.9%，「極

高」或「高」者 29.1%。後者約有五分之二係位於接近嶺線之陡峻單元，易達性甚低；其餘五分之二在八通關古道上，彌增其維護之價值。

表 4-11 新康山地區地形景觀評估統計表

\面積 ha\ 評估		區\佔該區\係數					總 計	
位 \面積%\		4	3	2	1			
A	A1	446.7	310.0	10.3	767.0			
		(58.2)	582.7	(36.1)	341.6	(1.4)	21.4 (81.1) 945.7	
(14.4)	A2	136.0	(61.6)	31.6	(36.1)	11.1	(2.3) 178.7	
		(76.1)	(17.7)	(6.2)	(18.9)			
B	B1		510.0	864.5	1374.5			
		460.3	(37.1)	1069.7	(62.9)	1213.6	(50.1) 2743.6	
(41.8)	B2	460.3	(16.8)	559.7	(39.0)	349.1	(44.2) 1369.1	
		(33.6)	(40.9)	(25.5)	(49.9)			
C		338.8		384.9	647.1		1,370.7	
		(24.7)	(28.1)	(42.2)	(20.9)			
D		170.3	359.4	217.9	753.9		1,501.5	
		(11.3)	(23.9)	(14.5)	(50.2)	(22.9)		

=====

=====					
總	計	170.3	1,741.2	2,014.1	2,636.0
6,561.5					
	(2.6)	(26.5)	(30.7)	(40.2)	(100.0)

特定地質景觀之評估

地質景觀以能顯示構成本區地殼物質之組成，構造與地史之意義，而在紋理與色澤上又具有鑑賞價值者，尤為珍貴。其中，物質組成（岩石、礦物種類）為微觀特徵，構造則視其規模而有微觀與巨觀者，前者如片岩中常見之小型褶皺或褶皺裂理（Crenulation cleavage）；後者如區域性褶皺或斷層。地史則屬以上特徵之時序上的解釋，依其久暫之別亦可有微觀與巨觀之分。

從景觀觀點言，無論是微觀或巨觀之地質特徵均須有良好之露頭（Exposure）才可欣賞，而露頭又多見於絕壁與深谷，是以世上有名之地質景觀多與此地形特徵有關。

地質景觀的欣賞遠較地形景觀者為難，乃因其需要一些專門知識，而景觀之內涵也須經過推廣或解釋才能呈現，很難產生直觀式的審美效應，是以地質景觀的欣賞不容易普遍化。職是之故，本區各土地單元之地單景觀價值仍依表 4-7 之標準進行評估，即含有或可清晰觀賞到各級之地質景觀之土地單元，其地質景觀即屬該一等級。

本區雖然崇山峻嶺卻多茂林，覆蓋良好，露頭極為稀少，因此可供欣賞之地質景觀甚為有限。根據現場調查，本區之特定地質景觀依其等級有以下各項：

- (a) 拉庫拉庫溪本流裸露河岸（圖版 18）；
- (b) 坡度大於 100%（45°）以上之崩塌裸岩地。
- (c) 峽谷矗立岩壁（圖版 23、24）
- (d) 黃麻溪谷黑色片岩特殊之小型褶皺及裂理（圖版 1）。

各級地質景觀之地理分佈如圖 4-4 及表 4-12。

(2.6) (42.9) (42.2) (20.9)

D 822.1 679.4
1,501.5
(54.8) (45.2) (22.9)

=====

=====

總	計	8.9	88.9	2,521.9	3,941.8
6,561.5	(0.1)	(1.4)	(38.4)	(60.1)	
(100.0)					

圖版 14 玉里山

圖版 15 新康山

圖版 16 玉里山南坡懸谷

圖版 17 拉庫拉庫溪谷

圖版 18 拉庫拉庫溪谷

圖版 19 黃麻溪谷

圖版 20 黃麻溪谷

圖版 21 山風瀑布

圖版 22 遠處層巒疊嶂

圖版 23 峽谷矗立岩壁

圖版 24 峽谷矗立岩壁

圖版 25 黃麻溪古道吊
橋溪床未見大理岩

圖版 26 客多林

下臨時步道溪床，白色大
理岩轉石量不逾十分之一

圖版 27 公路開闢對下坡

影響範圍隨高差增加而增加

伍、礦產評估

5-1 礦產種類及其分布

大理岩在本區呈狹長地帶，以北北東 南南西方向延伸，向西傾斜。白雲岩以凸鏡體或其他不規則形狀胚生於大理石中。依現場勘查所見新崗至抱崖間，薄層大理石係夾於黑色和綠色片岩中；露出情形不良；抱崖東側南北向山脊，為大理岩之主礦體，其與瓦拉米之間，大理岩則夾於綠色片岩中，露出情形復趨不良。

銅礦係以層狀含銅硫化鐵床著生於瓦拉米附近之綠色片岩之片理間，規模不大且富於變化，數量雖多，卻甚乏經濟價值。

5-2 開採現況

大理岩與白雲岩為本區最具開發潛力之礦種，惟因礦脈分散，品質非優，且位於深山中，交通極為不便，故尚乏開發之經濟價值。目前本區雖然設定有礦權，但尚未有開採者。

瓦拉米銅礦曾有探坑，但廢棄多時。

5-3 大理岩礦床之開發條件

由上可知本區礦藏以大理岩尚具開發價值，惟大理岩笨重而價低，其是否具有開發之經濟價值，除市價價格之外，還受礦床區位與品質之控制：

大理岩做為石材（建築物裝飾用石板，彫刻用素材）者價高，做化工原料或骨材者價低。

開採成本決定於地形與表或夾雜於礦床中之脈石（無用之礦石，開採時必須將之與有用之礦石分離）的比例。礦區之地形陡峻、脈石含量超過一定比例之低品位礦床之開採成本高；反之則低。

礦區與市場間之運輸距離與路況控制作業、設備維修費用與產品之運輸成本。

其開採不致妨礙公益或受法令限制者。

若做為石材，則必須岩體中之物理不連續面（即既存之破裂面或受力易裂之面）少，

通常兩不連續面間之間隔要在一公尺以上。

5-4 本區大理岩礦產評估

一般大理岩礦產評估：

本區大理岩之礦床特徵：(a)三個南北延伸之狹長地帶(Lm1、2、3)(圖 3-1)；(b)與黑色片岩和綠色片岩互層，層厚不詳，惟據野外資料推測，單層厚度應不超過 10 公尺；(c)岩層傾角在 50° 左右；(d)大理岩體之不連續面頗為發達；(e)礦區地面坡度大部分大於 45°，屬極陡峻地區。

礦床賦存狀態：由上述大理岩礦床之地質與地形特徵，可知：

- (a) 大理岩與其他岩石夾雜，單層厚度不大；
- (b) 岩層傾角大，大理岩在地表露出範圍有限；
- (c) 大理岩被其他岩石所包圍(圖 5-1)，脈石比例甚大；
- (d) 坡度陡，礦床難以接近；
- (e) 岩體頗為破碎，不能做為高價值石材。

以上礦床賦存狀態：加上本區對外尚無連外道路，則依<5-3>所列開發條件衡量之，則可知本區大理石並無開採價值。

由於露頭少，亦無地下地質資料，故其蘊藏量難以估計。

大理岩

圖 5-1 大理岩產狀圖

白色大理岩之礦產評估：

白色大理岩之礦床特徵：

白色大理岩係存在第一層(Lm1)和第二層(Lm2)大理岩中，故前述一般大理岩之地質、地形特徵、賦存狀態及開採價值均適用於白色大理岩。亦即，除其有可做為石材之可能性外，並無開採之價值。

白色大理岩出露甚少，目前只見一處數公尺見方之擬似露頭。在黃麻溪古道吊橋溪床未見有白色大理岩之轉石（圖版 25），而在客多林下臨時步道溪床上則白色大理岩轉石量亦不逾十分之一（圖版 26），且該處至瓦拉米間亦無白色大理岩之轉石與頭等事實，均可證明白色大理岩之分布應極有限，且夾於色大理岩中；後者可視為白色大理岩之脈石，故除非灰色大理岩有開採價值，否則白色大理岩之開採成本應比灰色者為高。

從溪床白色大理岩之轉石，可知其亦受緊密之褶皺作用（圖版 8-1），不連續面亦頗密（圖版 8-2），能合乎石材要求者，其量諒亦不多。

白色大理岩之露出不良，故甚蘊藏量無從估算。惟據礦務局樂觀的粗礦量估計，第一層者成材有 60,000 噸，第二層者有成材 4,700,000 噸（佚名氏，1977），但其開採之經濟價值則未有評述。

陸、工程地質與潛在災害評估

6-1 工程地質評估

本區各土地單元以：坡度 地表作用（動態） 岩質 坡型（坡面與地質構造之關係）和 土壤厚度第五項因子為參數，以「簡確評估系統」評估其工程冒險率和潛在地質危險，製成圖 6-1、6-2。

簡確法之評估系統如下：

表 6-1 地形作用現況分級表

等級	地形作用	備註
1	侵不顯著	地形面上漫流水（片蝕）形成者。
2	蝕小沖蝕溝	

- 3 作 中沖蝕溝
- 4 用 大沖蝕溝
- 5 舊 崩 坍 地 坍方區已有草類覆蓋。
- 6 崩 坍 地 岩石或土壤裸露。

表 6-2 岩 質之工程性質分類表

岩 類	工程性質等級	岩 石 名 稱 及 其 代 號	備 註
		堅硬砂岩(R>2)(S)；石灰岩(1)；膠結良好之礫岩(r>2)(C)。	塊狀岩石 R =
沉積岩		膠結不良砂岩、砂頁岩互層(R<2)(S)、頁岩(b)、泥岩(m)；多孔狀石灰岩(1)；凝灰岩(t)；高位臺地礫石層或膠結不良之礫岩(c)(r<2)；硬岩之破碎者(f)。	層狀岩石 卵石 r = 砂土
火成岩		熔岩、侵入岩體(v)。	硬岩
		火山碎屑岩()。	軟岩
變質岩		片麻岩(g)；大理岩(m)；石英片岩(q)；板岩、千枚岩(k)；黑色片岩、綠色片岩(n)。	
		(構造擾亂、破碎帶) 板岩、千枚岩(k)；黑色片岩、綠色片岩(n)。	

例： s 堅硬砂岩，需用炸藥開挖。

t 凝灰岩，可用機械開挖。

k 破碎板岩或千枚岩，可用機械開挖。

表 6-3 坡型類別及其代號

代 號	坡 面 類 別
4	不連續面極發達，使地質構造因子不彰顯者
3	順向坡（傾斜坡）
2	反向坡（崖 坡）
1	斜交坡
0	非斜坡（無層理岩體）

註：不連續面指岩體中層面或規則性之節理面。

表 6-4 土壤種類厚度及其代號

厚 度	A	< 1m
	B	1 ~ 4m
	C	> 4m
種 類	c	崩 積 土
	f	填 方
	s	沈 積 土
	t	崖 錐
	w	風 化 土

表 6-5 工 程 環 境 地 質 因 子 序 數 表

靜態地形因子 動態地形因子 工程地質因子

序數	坡度 %	序數	地表現象	序數	工程地質組合
0	<5	1	不顯著	1	0A, 1A, 2A, 0A, 1A, 2A
1	5 15	2	小沖蝕溝	2	0B, 1B, 2B
2	15 30	3	中沖蝕溝	3	0B, 1B, 2B, 4A
(3) 4B	(2/4)	4	大沖蝕溝	4	0C, 1C, 2C, 3A, 0C, 1C, 2C,
4	30 45	5	舊崩坍地	5	3B, 3C, 3A, 3B, 3C, 4C
(5) 並四	(4/6)	6	新崩坍地	如一土地單元有兩種組合，其序數取其平均值 捨五入之。	
6	45 100	坡度	1時，動態減1		
(7)	(6/8)				
8	> 100				

表 6-6 工程冒險率 (環境敏感度) 分級表

等級	工程冒險率	環境敏感度
1	5	極低
2	6 7	低
3	8 9	中
4	10 11	高
5	12	極高

工程冒險率：

以上五項參數分別代表各土地單元之地形與地質之工程環境特性，而其序數和則代表其「工程冒險率」或環境敏感度，如下例所示：

坡度	地形作用	岩質	坡型	土壤
2	3	t	1	B
(15 30%)	(中蝕溝)	(軟岩：凝灰岩)	(斜交坡)	(1 4 公尺)

地形序數(5)

地質序數(3)

工程環境冒險率(8)

(環境敏感度)

「工程冒險率」係自工程著眼，其值較高的土地單元於供工程活動時，需付出較高之工程費用或冒險較大之工程失敗的風險；反之亦然。

「環境敏感度」係自其自然狀態遭受破壞之難易程度著眼，其值較高者，較易遭嚴重的破壞；反之亦然。故此一參數值可做為工程開發與生態育規劃之參考。

以上所述工程冒險率或環境敏感度之分級標準如表 6-6 所示。

本區依上述之評估方法，評估每一土地單元之工程地質係數及工程冒險率，其分布如圖 6-2,6-3 所示。

本區絕大多數之土地單元之工程冒險率屬「高」，大部分屬「極高」(圖 6-1)，因此，在本區無論從事採礦作業或開闢道路，其開闢和維修費用均將較一般地區高出甚多殆無可疑。

6-2 潛在地質危險

潛在地質危險可自工程環境地參數(圖 6-3)依表 6-7 之準則推斷而得。如此所得本區各種潛在地質危險之分布如圖 6-2 所示。

依圖 6-2 本區之潛在地質危險有落石及平面型地滑兩種主要類型；某些土地單元兼具此兩種地質危險之潛在性；某些片岩地區的土地單元的一部分則因岩質破碎，呈顯「弱岩」特性，而有局部性的岩屑滑落或土石流現象(豪雨時)，惟因其規模小，故難以在圖上標示。

備	土壤		地質構造		動態地		單元		坡度		*	**
	\ 辨識		與		高差		不連續		面傾角			
	崩山\準則	厚度	斜坡關係	岩質	本坡	下	坡 (m)	(°)				
山	落	石	A				7		> 10	90°		
薄互層	崩	岩石滑移	A.B	3		2		> 地層傾角				

岩層滑落	A.B	1,2.3	7		
岩屑滑崩	C		7	> 5	
地 平面型地滑	A.B	3	4		
				> 地層傾角	厚 層
			2		
弧型地滑	C		3	> 4	
		4		> 4	淺滑動面
楔型地滑	A.B	兩組不連		> 不連續面	
		續面交線		傾角	
		之順向坡			
滑 翻轉地滑	A.B	2.3	7	> 3	90 °
潛 移	C		2		

土 石 流 C	3	2	一、
二級河谷			
沖 蝕 C	3	5	
A.B			

*高差指該土地單元之上限至垂直該區等高線之谷底的高差。

**層面，節理面等。

落石潛在危險區分布於陡坡區，即凡坡度大於 45°（100%）之硬岩地區（圖版 25）皆
有此可能，而與地質構造較少關連。本區溪床及山坡上隨處可看到局大之轉石（圖版
26），即為落石在本區頗為盛行之明證。

平面型地滑之主要條件為順向坡，其主要分布區在 B1 及 D 區，故其具有此項潛在危險
的面積最大，其他地區則呈零散之分布。

土地單元之現狀雖不具潛在地質危險性，但因人類活動或自然作用而形成表 7-7 之條
件，也可變成危險區。因此，工程規劃時應考慮當地之工程地質狀況，以避免創造更
多之危險區。

柒、開發工程之環境影響評述

7-1 環境影響評述之範圍

本研究之主題為研究區域內之地形與地質，因此，此處所涉及的環境影響評估亦以地
形、地質為著眼點，評估工程活動對其影響範圍內之溪流及邊坡的影響程度及面積，
而不及於存在於範圍內之其他生態內涵。

本區可能之工程活動有二：一是新中橫玉里 玉山段過過本區之路段開闢工程；一是一理石礦之開採工程及其運輸道路工程。

7-2 評估方法

從地質地形觀點言，山區工程活動對環境之影響決定於兩個因子：一是活動所在的土地單元之「工程冒險率」或「環境敏感度」；一是活動地點與河床間之高差。

前者決定對溪床地形、溪水混濁度及下坡植被的影響程度，後者決定對下坡的影響範圍（面積），蓋開路與採石礦均將涉及開挖量與廢土棄置工作面之下坡（圖版 27）（斜面露天開礦尤難避免）；其所造成之環境影響程度係與此二值成正比。

「工程冒險率」之分級已列於表 6-6；影響範圍係以開挖面距溪床之高差表示，其分級如表 7-1。

特定開挖面之環境影響規模以該地之「工程冒險率」與「工程活動影響範圍」兩者綜合評估之，如表 7-2 所示。其環境影響規模，如表 7-3 所示。

表 7-1 工程活動影響範圍分級

開挖面距溪高差(m)	等	級
> 100	5	
100 50	4	
50 30	3	
30 10	2	
< 10	1	

表 7-2 特定開挖面之環境影響規模評估

\冒險率	5	4	3	2	1	規	模	等	級
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

範圍\							5	極	高
	5	5	5	4	3	3			
	4	5	4	4	3	3	4	高	
	3	4	4	3	2	2	3	中	
	2	3	3	2	2	1	2	低	
	1	3	3	2	1	1	1	極	低

7-3 新中橫玉里 玉山段工程之環境影響評估

本路段通過本區各土地單元之「工程冒險率」及其高程如圖 7-1 所示。

經依上述評估準則評估沿線公路開挖之環境影響規模如表 7-4。

從表 7-4 之統計可知新中橫在本區之路線長度為 20.83 公里，其環境影響規模「極高」者佔其 90.6%，「高」者佔其 9.4%。由之可預測本路開闢時，由於通路地區之自然條件極為不良，施工時期對環境將造成極大之負面影響，而道路邊坡之維護亦將不易。

表 7-4 新康山地區新中橫公路規劃路線沿線之環境影響規模統計表

地理\ 單元\ (km)\	環境影響規模		總計	佔總長%
	長\ 度\ 模	4		
A1		3.17	3.17	15.2
A2	0.63	1.09	1.72	8.3
B1		1.70	1.70	8.2
B2	0.81	0.46	1.27	6.1

C	0.51	7.98	8.49	40.7
D		4.48	4.48	21.5
總計	1.95	19.51	20.83	100.0
佔總長%	9.40	90.60	100	

7-4 採礦活動之環境影響評估

本區共有三條大理岩岩層，其中第一與第二層局部夾有白色大理岩。大理岩分布區之土地單元的「工程冒險率」及其高程如圖 7-1 所示。

依上述評估準則評估本區大理岩開採之環境影響規模如表 7-5。

由表 7-5 之統計數據可知本區大理岩層之面積約 2,231.8 公頃中，有 97.1% 之環境影響規模為「極高」，2.9% 為高；其中白色大理岩之分布區全部在影響，其開採活動對本區之自然環境將有極大之負面影響。尤其白色大理岩出露處距新中橫預定路線最近處之高差分別為 250 公尺（客多林）與 500 公尺以上，其運輸道路之開闢與維修均極困難，對環境之影響亦大。

表 7-5 新康山地區礦產開發之環境影響統計表

地理單元	長 \ 規 度 \ 模 (hm)	環境影響規模		總計	佔總礦藏 面積 %
		4	5		
B2	20.0 (12)	553.3	573.3	25.7	
C	12.0	722.8	734.8	32.9	
D	31.7 (40)	892.0	923.7	41.4	

總計	63.7	2,168.1	2,231.8	100.0
佔總長%	2.9	97.1	100	

註：() 內係該區白色大理岩分布面積。

7-5 評述

由以上資料之分析，可推測本區之自然條件不利於各種工程活動，其若非在本區進行不可，除其工程費用要比一般地區為高昂外，對環境之破壞亦大且難以避免。

道路工程對環境之破壞係屬中期可以恢復者，亦即經過十年以上之經營可使遭受破壞地區逐漸覆蓋。石礦露天開採涉及成本，而於礦場結束或荒置之後，廢石更無人管理，是以其對環境之影響較公路之開闢為深遠。

捌、結論與建議

本研究以各種評估系統分區評估之地形、地質景觀價值、礦產、工程地質。

本區為一經過流水嚴重切蝕之地區，由於拉庫拉庫溪大小支流頗為發達，集水面積廣大，使本區之地形陡峻而複雜，在工程與環境地質上為不良地區。職是之故，在本區從事開礦與開路之工程活動，工程及安全維護費用要比一般地區高出很多，而且對自然環境之嚴重破壞也難以避免。

本區有三層大理岩，但都以高角度夾於片岩中，開礦、選礦都很困難，加以地勢高聳，且無道路，其開採及運輸成本必然偏高。地表資料顯示：白色大理岩之分佈顯然極為有限，其品質與礦量亦因缺乏露頭而難以估計，其礦藏價值頗為可疑，故除非有明確之資料證明其確具開採價值，否則似應管制有破壞環境之虞的探採工程活動。

本區的地形景觀在沿八通關古道一線頗佳；地質景觀則無特出之處。

引用文獻

江博明、馬提諾、普卡特、柯尼協，1986。台灣大南澳片岩的地質年代及台灣之地質演化。中國地質學會專刊，第七號，第 383-404 頁。

何春蓀，1986。台灣地質概論（台灣地質圖說明書），經濟部中央地質調查所，164 頁。

佚名氏，1977。花蓮縣卓溪鄉厥（瓦拉米）地區大理石礦床調查報告。台灣省礦物局，第 66-001 號報告。

林朝榮，1957。台灣地形，台灣省文獻委員會，424 頁。

張石角，1988。遊憩資源之評估，戶外遊憩研究，1(4)，pp.19-30。