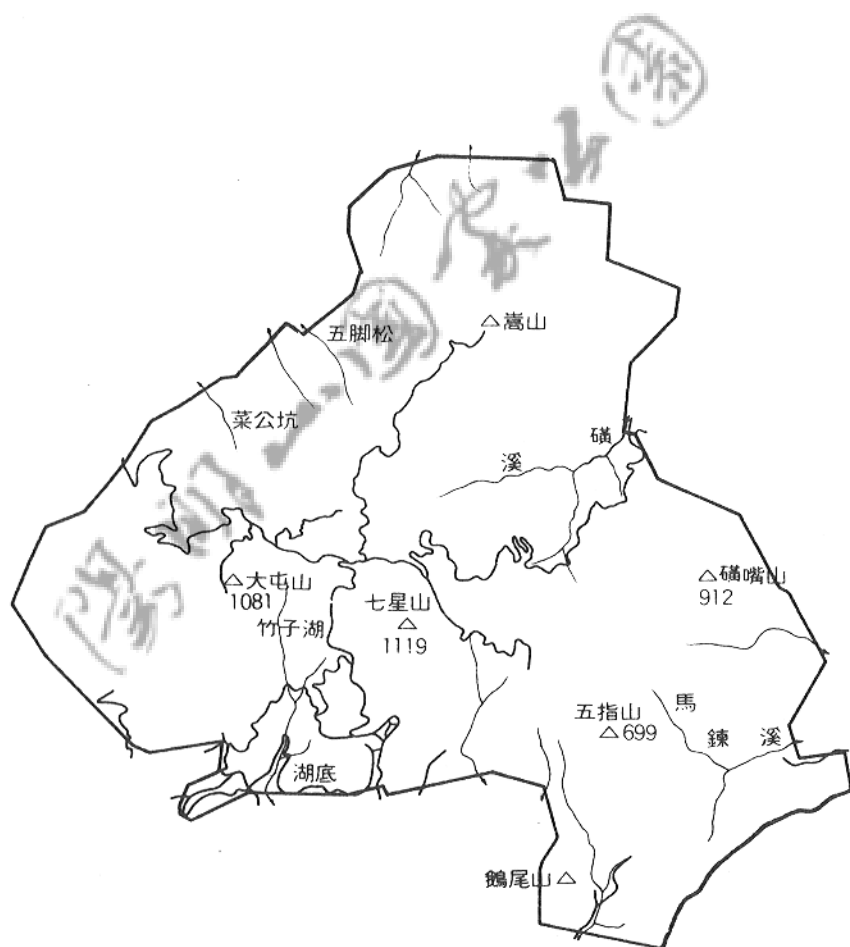


陽明山國家公園

地質及地形景觀



內政部
營建署

陽明山國家公園管理處印製

中華民國七十五年一月

陽明山國家公園

地質及地形景觀

計劃主持人：王 鑫

研究人員：李 桂 華

許 玲 玉

洪 富 峰

內政部營建署委託

國立台灣大學地理學系研究

中華民國七十二年七月

目 錄

前 言	1
壹、研究區域範圍	2
貳、地形	3
一、一般景觀	3
二、計量地形	6
三、火山地形景觀	6
四、地形分區	10
五、火山地形分區	12
六、河流地形	14
叁、大地構造及火山活動	18
一、台灣火山地形的成因	18
二、台灣地區板塊隱沒作用、蓬萊造山運動與火山活動	18
三、地震	19
肆、區域地質	20
一、大屯火山群岩性的分類	21
4.11 火山岩分類	21
4.12 安山岩分類	21
二、火山地層及沉積岩地層	24
三、地質構造	31
伍、地史	33
一、區域地質史	33
二、火山活動史	33
陸、後火山活動及其形成的景觀	37
一、噴氣孔、溫泉的分佈	37
二、熱水換質帶	38
三、陽明山國家公園區內的溫泉	39
柒、礦物資源	44
一、礦床	44
二、礦物目錄	51
捌、景觀分析	54

一、地景美學.....	54
二、地形景觀視覺焦點及特殊景觀分佈位置.....	67
三、地形景觀觀景區、駐足點、及展望方向.....	68
玖、保育利用建議.....	71
拾、參考目錄.....	77
附錄 1：地質地形名詞釋義.....	78
附錄 2：採礦業對景觀的影響分析.....	83
附錄 3：陽明山國家公園區內的地名及其所反映的地形景觀.....	87

陽明山國家公園

前 言

一、計畫緣起：

我國曾於民國五十二年由前交通部觀光事業小組委託前台灣省公共工程局將鄰近台北市之陽明山公園併同附近之七星山、大屯山等，以及金山、野柳、石門、富貴角等沿海地區規劃為「陽明國家公園」，面積約二萬八千四百公頃。唯此計劃當時因尚未公佈國家公園法，缺乏法律依據，故未實施。在此之前，於日據時代，鑒於本區因具有特殊火山口、硫氣孔為火山地形地質景觀，而草擬有「大屯國立公園計劃」。

民國六十一年六月十三日「國家公園法」頒佈。

依據行政院等一七七九次會議決議及七十一、五、十三台七十一交字第七八一號函指示：「將本區（陽明山地區具有特殊生態資源及景觀價值部份約一萬公頃規劃為國家公園。。。。」。後經內政部邀請學者專家初步研究調查，並於七十一年七月十五日邀請行政院經建會、國防部、省、市、縣政府等有關單位共同勘定本國家公園區域範圍。民國七十二年元月一日，行政院核定並公告陽明山國家公園範圍及面積。

二、計畫目的

調查及研究陽明山國家公園預定區內之生態及景觀資源，提供內政部營建署辦理規劃業務之需要。

壹、研究區域範圍

陽明山國家公園位於台灣島之最北部，台北盆地之東北，其區域範圍經行政院核定，而由內政部於民國七十二年元月一日公告。本國家公園係以大屯山及七星山為中心，東面至磺嘴山和五指山東側坡腳，西面至洪爐山及面天山西側坡腳；北面包括竹子山及其北面之土地公嶺；南面至紗帽山並向東延伸至石梯嶺東側之西北坡。總面積約為一萬公頃。涵蓋了台北市士林、北投兩區的大部份及台北縣萬里、金山、石門、三芝和淡水等臨海鄉鎮之內陸山地。

貳、地 形

一、一般景觀

陽明山國家公園是台灣本島主要火山分佈的地區。雖然火山噴發活動早已停止，但是火山活動後期的噴氣孔、溫泉活動等依然十分普遍，並且構成本地區獨特的代表性地形景觀。

大屯火山地區的地質景觀可粗分為火山錐、火山口、噴氣孔、斷層、地層、礦床等。

地形景觀則包括山脈、河谷、山間盆地、瀑布、湖泊、丘陵等，茲分項說明如後：

(一)區域地質景觀：

不同岩層分佈造成的景觀。

本區主要由火山岩與沉積岩構成。沉積岩僅分佈於本區的邊緣地帶，如五指山脈、萬里、野柳、金山、石門、北投附近。

沉積岩具有明顯的層狀構造，由於各層岩質的軟硬不同，在經過褶曲構造運動後，容易受侵蝕造成豬背山、單面山等，一翼陡峻、一翼平緩的地形。

五指山山脈從萬里延伸到士林一帶，是一個單純的狹長山脈、岩層普遍的向東傾斜。它的東側是基隆河谷，西側則是馬銖溪與雙溪的河谷。這兩條溪谷的流路近一直線，形成谷中分水的反流河關係。這一個狹長的河谷大致上沿著火山岩與沉積岩的交界延伸，也與坎脚斷層的位置近乎平行。

北投附近，也出露沉積岩，由於褶曲構造的作用，經侵蝕後，也形成單面山的地形。

沉積岩圍繞的中央地區，幾乎都是火山岩分佈的山區，由於不具明顯的層狀構造，而且是火山噴發活動造成的地貌，因此常見錐狀山形，或是鐘狀、平頂丘狀的山形。山與山間常見低平的丘陵地。

(二)坎脚斷層景觀：

本區的斷層有二：一為坎脚斷層；另一為金山斷層。

坎脚斷層大致上從萬里向西南沿瑪銖溪、雙溪兩河谷的東側向南延伸。進入台北盆地前切過中央社區。兩溪的源頭在五指山的西側，屬於背向而流的谷中分水嶺。

因此在分水嶺上（石梯嶺附近）可以北望萬里，南望雙溪河谷。從萬里向南，以及雙溪向北都有道路可通，因此兩條溪谷若能妥善經營，皆可具備甚佳之遊憩功能。

沿溪谷除有溪谷景觀外，還有山脈、瀑布、煤礦、地層、巨岩、分水嶺等景觀。溪谷的東側主要是五指山脈，可見沉積岩地形。低矮丘陵的頂部常有平頂的外形，是受了地層的影響。溪谷的西側，則大多是火山岩層所構成，山形沒有特殊的表現。

五指山山脈是一組完整的狹長山脈，從萬里附近向東南延伸，到圓山、劍潭附近進入台北盆地，在地質上，這一山脈的主稜脊屬於五指山層粗粒砂岩分佈的地區。五指山主稜

脊與西側火山岩交界之間有少許大寮層、石底層砂頁岩的分佈。石底層內含有煤層，因此可見煤礦沿著河谷分佈。

由於斷層西側的溪谷區大多有道路相通，因此可以充分利用溪谷地作為遊憩地。

(三) 金山斷層及噴氣孔景觀：

金山斷層通過金山的河口沖積平原，大致上沿磺溪河谷南伸，到北投附近，進入台北盆地，並且造成關渡、北投間，山地與盆地的界線。

金山斷層與地表一連串的硫磺噴氣孔分佈平行。這些噴氣孔都分佈在斷層線的東側。這些證據指示斷層面向東傾斜。

噴氣孔除了可見到硫磺孔、噴氣孔、溫泉等活動外，永遠伴隨著經過熱水蝕變作用的岩石，這些岩石不僅變得鬆軟，也變成了黃色、白色、紅色、黑色等變化多端的色彩組合。

鬆軟的岩石逐漸崩坍下陷，這成了下凹的孔穴狀地景。由北而南著名的噴氣孔分佈區有灰子坪、磺嘴山、死磺子坪、大油坑、馬槽、小油坑、地獄谷等。

與噴氣孔伴隨而生的有三種以上的礦產，分別是硫磺、硫化鐵（黑土）、白土等。大油坑、小油坑仍有採掘、收集的工事，死磺子坪仍有硫化鐵、白土等採收工事。大磺嘴已經因採掘工程而變得滿目瘡痍。

(四) 火山錐火山地形景觀：

屬於體積大的地形景觀。

本區內，形呈錐狀的火山體以七星山、紗帽山、面天山等最具美感，火山口則以面天山最易觀賞，這種景觀不易破壞，但是必須保護森林覆蓋，而且在興築道路的時候慎防破壞景觀。

(五) 湖泊及盆地景觀：

本區內最著名的湖泊及盆地（古湖泊）有向天池、夢幻湖、竹子湖、冷水坑、大屯坪等。有的是火山口湖、有的是火山間的低窪地。

這些地方都是已經被利用或已經乾涸，如果能夠細心經營，似可恢復原有的高品質景觀，其中竹子湖原是一個堰塞湖，如能保持農業利用，也可充分代表土地利用的景觀。

(六) 礦物：

本區內出產的特殊礦物結晶體有石膏、角閃石、輝石、硫化鐵、硫磺、以及稀有的北投石等。

北投石產於北投溪河床上岩屑、礫石表面及礫石間隙中。溫泉沉澱附著或充填礫石間，造成一層層皮殼。北投石即是這些沉積物的一種，它常生長在皮殼的最外層，由近於菱形的細小晶體密集而成，呈淺褐色或乳白色。

上述的溫泉沉積物，除北投石外，大部份是黃褐色的黃鉀礬，也有蛋白石質氧化矽、

硫磺，褐鐵礦等。此外在溫泉泉源附近尚有少量石膏、明礬石、綠礬、毛礬、雄黃，及雌黃等礦物。

北投石在化學成份上，是一種硫酸鋁和硫酸鋇的化合物。此外北投石中還含有稀有元素、放射性元素，如Ra、Bi、Po、Ac、Gd、Dy、Er、Yb等，北投石的物理性質有許多與重晶石及硫酸鉛礦相似。

角閃石、輝石、石膏三種礦物都呈現單獨的晶體，具備充分的自然幾何美。硫磺在本區內已有六百年開採的紀錄，但是由於生成的作用一直持續著，因此在大油坑、小油坑仍然產出。純黃的塊體，以及初生的針樑都容易尋獲，只是後者不易保存。硫化鐵大多呈暗黑色，在噴氣孔附近常見。

硫化鐵的礦石，放在安靜的室內，會逐漸的長出細白晶瑩的毛髮來。事實上，它是硫酸鐵的結晶，由硫化鐵吸收空氣中的水份形成的，這種標本的風化可以造成劇烈的腐蝕作用。

近年來陽明山區又有鋁礬土的發現，較高品位的鋁礬土分佈在磺嘴山附近地區，已能確認在地勢平緩的高地以及山頂的高氧化鉛帶，確有鋁礬土礦層的賦存，而且一般礦層上方都有表土覆蓋。

陽金公路大油坑站旁的溪谷中，曾有褐鐵礦的發現，這些褐鐵礦全是植物化石組成，葉莖的構造清晰可辨，可惜也被輔導會的採礦單位挖掘殆盡，只剩下殘敗的坑穴以及廢棄的工具、廢石堆。此外本區也散佈著一些採石場。

這些礦產資源中，硫磺已有六百年開採的歷史、黑土、白土、地熱、褐鐵礦、重砂也都歷經積極的探勘、開採，今後又可能有更大規模破壞地表的鋁礬土開挖，因此景觀的破壞仍在快速的進行中。

(七)溫泉：

本區富溫泉，它的利用全靠經營管理以及設備的情形。知名的有陽明山、北投、馬槽、磺溪嶺、峯溪、鳳凰、龍鳳、象頭、櫻園、六窟等。

(八)溪谷景觀：

本區有平淺的溪谷，也有狹窄陡峻的深谷（例如鹿角溪），這些景觀全靠人類的經營管理，來維持它的外表。尤其平淺溪谷的兩旁都是人類活動密集的地方，例如瑪鍊溪、雙溪沿岸。這兩條溪谷也是最容易供應遊憩活動的資源，應予有計劃的管理。

(九)外圍海岸地形區：

本區外圍海岸已存在的旅遊風景據點包括白沙灣、石門、金山、野柳、翡翠灣、萬里等。這些地方已經充分利用，而且在旅遊季節已經發生過分擁擠的情況，因此可以配合陽明山國家公園的開發。

陽明山地區四周已屬高度利用區，而且常見擁擠髒亂的集居現象。另外核能一廠、二

廠等大型工業土地利用劃定的安全區，也使許多沿海地區不利遊憩活動，海岸線附近的海水已多見污染的情況，而且沿岸廢棄物、垃圾的堆積也破壞了景觀。

就海岸景觀資源而論，這些地區實已具備甚為優厚的條件，尤其野柳的奇岩、怪石，以及金山的沙灘及野營地。前者已有過分工事化的情形，而且商業行為太重，已經降低了遊憩活動的品質。金山區則依舊保持適宜的品質。白沙灣海灘原本不甚理想，再由於周圍地區過度的發展，已經十分衰敗。

總結而言，本區地形、地質景觀十分豐富。更是台北市大都會區夏天避暑最佳勝地。由於距離近，因此大大提高了本區遊憩價值。今後陽明山國家公園的性質或可比擬美國國家公園系統中的國家遊憩區（National Rec reational Area）。

二、計量地形

- (一)絕對高度：陽明山國家公園的範圍主要在大屯火山群本體的中央，主要山峯的高度大多在800公尺到1100公尺之間。區內高度的分佈可見絕對高度分佈圖。最高的山嶺，也常是台北縣、台北市的分界線。
- (二)相對高度（起伏量）：單位面積裏最高點與最低點的高度差，謂之相對高度。本區各地的相對高度分佈狀況請見圖。數字愈大的地方，相對高度愈大。高差大也經常指示地形忽起忽落，地勢陡峻。相對高度大於300公尺的地方，分佈在竹子山、大屯山、紗帽山一帶。
- (三)坡度：坡度分佈請見坡度分佈圖，本區除了一些山間盆地、熔岩平台、河谷地外，大多地形陡峻。
- (四)地形連續剖面圖：地形剖面是指示地形變化的有利工具。一連串的剖面排列在一起，呈現出立體的感覺，有助於把握地形變化的要素。

三、火山地形景觀

大屯火山群的主要火山有大屯山、萊公坑山、面天山、小觀音山、竹子山、七星山、紗帽山、大尖後山、磺嘴山、丁火朽山等，並包括淡水河南岸的觀音山。如果以火山活動為分類的依據，則共有九個火山亞群，分別稱為觀音山、大屯山、竹子山、七星山、燒坡寮山、內寮山、磺嘴山、南勢山與丁火朽山等。每一火山亞群有幾個火山錐，也有不具火山錐形的火山體。

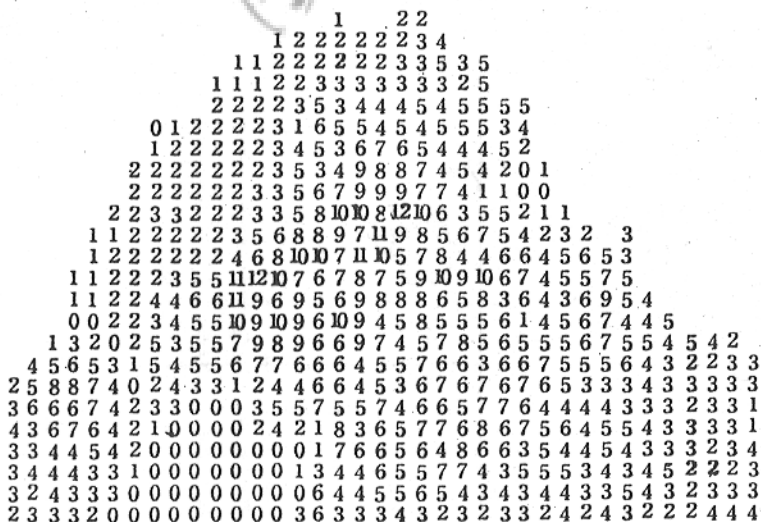
大屯火山群的山峯有許多屬於圓錐形，巍然屹立，四周地形險峻，斷崖常見。整個大屯火山區不僅多圓錐形山峯與幽深峽谷，山嶺上也有許多平台地。小觀音山側的平台有三層；北磺溪的上源，頂中股一帶也是一個平台；萬里南方則有大坪台地。山仔后一帶廣闊的平台，呈狹長的形狀向南遞降。平台的西側十分陡急。華岡到天母之間，崖壁陡立，相對高度達350公尺。山嶺東側坡度較緩。而且有許多小盆地，成為人口集中的地方。雙溪河谷是一個



絕對高度分級圖

圖例： 單位(公尺)

- 1 0 ~ 100
- 2 100 ~ 200
- 3 200 ~ 300
- 4 300 ~ 400
- 5 400 ~ 500
- 6 500 ~ 600
- 7 600 ~ 700
- 8 700 ~ 800
- 9 800 ~ 900
- 10 900 ~ 1000



相對高度分級圖

圖例： 單位(公尺)

- 0 0 ~ 20
- 1 20 ~ 50
- 2 50 ~ 100
- 3 100 ~ 150
- 4 150 ~ 200
- 5 200 ~ 250
- 6 250 ~ 300
- 7 300 ~ 350
- 8 350 ~ 400
- 9 400 ~ 450
- 10 450 ~ 500
- 11 500 ~ 550

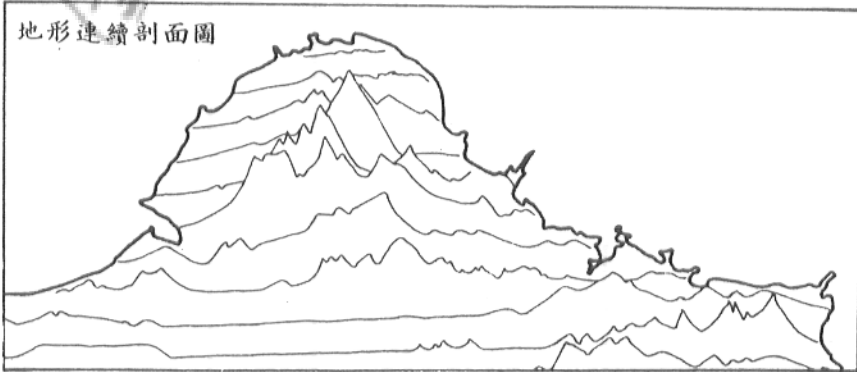
坡度分級圖

圖 例：

級數	坡度
0	0°
1	4° 34'
2	9° 05'
3	13° 30'
4	17° 45'
5	21° 48'
6	25° 38'
7	29° 15'
8	32° 37'
9	35° 45'
10	38° 40'
11	41° 38'
12	43° 50'
13	46° 07'
14	48° 14'
15	50° 12'
16	52°
17	53° 40'
18	55° 13'
19	56° 40'
20	58°
21	59° 20'
合計	

1 0 3 3 4 1
 2 2 3 2 2 2 4 4 4 4
 0 0 3 1 1 2 4 4 1 3 5 5 4 5
 1 0 0 3 4 2 1 2 2 3 3 4 5 5 3 3
 3 2 2 2 3 4 4 6 6 4 3 4 4 5 4 3
 0 2 3 3 2 2 3 4 3 4 6 7 4 4 3 1 3 4
 0 1 1 2 2 3 2 4 3 5 6 6 5 7 4 3 3 3 0
 0 9 4 2 2 3 3 2 4 5 4 6 4 3 6 3 4 0 0 1 4
 1 2 2 3 4 3 2 4 2 2 5 9 7 8 6 5 3 1 2 0 1 0
 1 0 1 2 4 3 3 3 2 4 4 6 8 9 1 1 4 7 6 7 5 4 2 0 0
 0 1 1 2 2 2 3 2 4 5 8 7 4 6 4 8 8 2 4 3 3 4 4 3 5 5
 0 0 1 2 1 2 2 3 6 4 7 6 7 7 6 4 7 2 5 2 6 6 6 5 6 5 3
 0 2 1 1 0 5 4 5 6 6 6 4 6 4 3 2 4 7 6 5 4 7 4 1 6 5 5 2
 0 0 0 2 2 3 5 6 7 6 2 5 3 6 7 4 6 8 1 2 3 3 3 2 3 4 3 4 5
 0 0 0 0 2 4 6 4 5 10 8 5 3 4 4 2 3 4 5 3 6 5 2 1 3 3 7 3 3
 0 0 3 3 1 0 2 2 1 5 5 6 5 2 4 3 2 5 6 3 6 7 5 4 4 6 5 7 6 3 3 4 4 4 4 2 0
 0 1 3 4 4 6 0 1 3 5 2 1 3 3 8 4 6 1 4 9 5 8 3 4 5 5 6 4 3 5 5 3 3 3 3 2 0 0
 1 3 6 8 8 3 0 0 3 0 0 0 4 5 3 0 2 3 3 4 4 5 5 4 4 3 5 2 4 2 3 5 2 2 4 3 0 4
 2 4 5 4 9 4 0 1 0 0 0 0 2 4 1 4 4 4 3 8 4 2 4 5 8 5 5 4 4 5 4 4 3 4 4 0 0 1
 5 6 4 3 5 4 2 0 0 0 0 0 0 0 2 5 2 6 7 5 2 3 6 3 4 3 6 4 3 4 4 4 5 2 4 6 4
 5 3 5 4 1 4 3 0 0 0 0 0 0 0 0 3 4 4 5 4 3 4 5 5 4 4 4 5 4 0 5 4 4 1 3 3 3
 0 4 6 3 4 5 0 0 0 0 0 0 0 0 5 1 5 5 4 6 5 4 5 4 4 5 4 5 3 2 1 6 3 2 0
 2 3 6 5 1 0 0 0 0 0 0 0 0 4 4 4 3 6 6 4 4 6 3 4 5 6 3 0 1 3 1 1 4 4 1 5 7

地形連續剖面圖



斷層經過的地方，在衛理女中以北，溪中石礫遍佈，而且溪谷狹窄。

台灣北部，區域性地質構造的方向呈東北—西南方向。大屯火山區的火山，也呈東北—西南方向的排列（本區的東界馬鐮溪—外雙溪連線及金山斷層，都是東北—西南方向）。大致上而言，火山可以分成三列：東列包括大尖後山、內寮山、大尖山與磺嘴山；中列包括七星山；西列包括大屯山、小觀音山、與竹子山等。萬里西方的丁火朽山，在位置上是獨立的一座火山，分佈在公園範圍之外。

大屯火山群諸峯中，七星山（1120公尺）是最高的主峯，噴發的時間也最遲，因此，火山錐的外形最標準，它的寄生火山—紗帽山（643公尺），也具有完整的錐形外觀。七星山周圍多硫氣孔、溫泉、熱水變質帶與斷層，尤以東北方的大油坑與馬槽地區最為集中，七星山的西側也有小油坑噴氣孔、溫泉及熱水變質帶等。

七星山附近的風景區，經常有人舉辦登山活動，遊賞七星山與小觀音山間的鞍部一帶，鞍部的南側就是小油坑（硫磺谷）噴氣孔的位置，地形上呈現明顯的陷落凹地。七星山的東側有夢幻湖，舊名鴨池，水中生長著稀有植物“水韭”。再向東南方有絹絲瀑布與擎天崗草原（太陽谷）。

紗帽山外形如同中國古時官員的烏紗帽，最高峯643公尺，是七星山的寄生火山，它的南側有公路連接北投與陽明山。

大屯山主峯高1081公尺，它的北方是萊公坑山（832公尺）；東北方是小觀音山（1063公尺）；西方是面天山（977公尺）、大屯西峯與二子山（890公尺）；南方是大屯南峯（980公尺）。

依據「淡水廳誌」的記載，大屯火山的噴火口蓄水成湖，稱為向天池；但是今日登山界所稱的向天池，是在面天山西側的另一山峯上，這一山峯被稱為向天山，高度是880公尺。向天池深約45公尺，其池底直徑約一百五十公尺，有時蓄水。

從台北市區北望，七星山呈錐形，大屯山呈較寬大的山峯，兩山之間夾著頂部剖面平坦的小觀音山。它的火口直徑1200公尺，深300公尺，是規模最大的一個，以前的名稱是「大凹坎」。

竹子山是陽金公路越過七星山鞍部後，西側的高聳大山，它的東坡十分陡峻，可能與金山斷層有關。竹子山火山熔岩向北流至富貴角與麟山鼻一帶，形成的斜坡較緩，而且外緣有廣闊的上升海蝕階地，最高的可達200公尺。

大屯火山群西界的瑪鐮溪—雙溪連線，大致上在嵌腳斷層的西北側，並且幾乎呈平行排列，走向東北。嵌腳斷層向東南傾斜，它的北端在萬里附近出海，南端通過外雙溪中央公教社區及士林，而入台北盆地，這一條溪谷連線的東側是五指山山脈的領域。另一條主要斷層

—金山斷層，從金山的西北穿過竹子山與小觀音山的西南側、北投復興崗、關渡、斷續南伸。從衛星相片上，可清晰地看出這條斷層與林口台地西南界的新莊斷層相連。金山斷層的兩側是溫泉、噴氣孔、熱水蝕變帶出現頻繁的地區，尤其斷層的西南側，是主要的噴氣孔分佈地區，這是因為金山斷層的地下部分向東傾斜，而造成這一現象。金山斷層通過的地方，鄰近谷地，尤其是磺溪的河谷，也是陽金公路經過的地方。

伴隨斷層帶的熱水蝕變作用，造成了一些小規模的礦床，如白土礦、硫磺礦、硫化鐵礦等，另外還有褐鐵礦的生成。較大的礦床分佈在大油坑、死磺子坪一帶。七星山北側，曾經是地熱開發的目標區，後來因為熱水酸性太強而放棄。馬槽附近還遺留一個地熱井，進行木材乾燥及花卉培植的試驗。

四、地形分區

陽明山國家公園地區的地勢，以竹子山、七星山、大屯山一帶最高，向四周傾斜，全區地形約分下列八區（李鹿羊，1964），其中各有部份屬於國家公園範圍之內：

(一)中央區

本區的中心，包括山仔后以北、竹子山以南、西至大屯山、東達磺嘴山一帶。大部份地區海拔在600公尺以上，為本區最高之處，涵蓋了公園的大部份範圍。

本區為大屯火山群叢集之地，山峯多屬圓錐形，巍然聳立，仰望彌高，四周地形險峻，斷崖時見，岩石裸露；在七星山東西兩側、大屯山北側、及磺嘴山東側等處尤著。

本區的地形除圓錐形山峯與幽深峽谷外，山嶺上的平臺很多，如竹子山北側的二坪頂，當地階級平臺達三層之多；小觀音山側的平臺也達三層；北磺溪上源頂中股一帶也是個平臺。

陽明山區的溪流，多發源於本區，屬幼年河谷，風景美麗。

(二)北陽公路山嶺區（國家公園區外）

本區包括由嶺頭至山仔后的北陽公路沿線地帶。地勢由北向南遞降，由山仔后至下竹林平均海拔約300公尺，至嶺頭降至100公尺。山嶺上的平坦地面，則由南向北開展；山仔后附近西起華岡，東至大厝地，寬達一公里。

山嶺西側陡急，由華岡至天母之間尤甚，峭崖壁立，相對高度差達350公尺以上，但山嶺東側坡度較緩。

(三)北陽公路嶺東區

本區包括北陽公路山嶺以東，及頂山以西一帶。頂山位居臺北縣與臺北市轄境交界線上，地勢高亢，山峯海拔達768公尺，為雙溪與瑪鍊溪的分水嶺。

本區地勢由東北向西南傾斜，溪流都下注雙溪；地形複雜，平臺與低丘交錯之間，每多盆地。

(四)雙溪溪谷區

雙溪溪谷平行於坎脚斷層，自雙溪溝至外雙溪六公里之間，溪谷狹窄，在衛理女中以上，溪中石礫遍佈，幾無沖積平地，左岸尤為陡峭，上游有瀑布風景。雙溪溝海拔250公尺，至外雙溪降至10公尺以下，為溪谷中最寬之處，但亦僅寬約500公尺。

(五)南磺溪溪谷區

南磺溪自鼎筆橋以下，兩側斷崖陡峭，硫氣孔散佈；至半嶺西邊，地勢始漸開展，但由半嶺南麓至天母一段的左岸，因逼近華岡之下，壁峭水急，雜木叢密。右岸臨近公路一帶坡度較緩，高度平均在100公尺以下，梯田可昇至半山。

南磺溪自天母以下與臺北盆地相連，為臺北盆地延伸入陽明山地中心區最接近的溪谷。

(六)北投溪谷區

本區東起鼎筆橋，西迄關渡，北接大屯山與面天火山的南坡，南與臺北盆地相接，包括三列大小溪谷。

本區三列溪谷以最北一列溪谷最大，居陽明山至北投公路線的北側，上接湖底下連復興崗；左邊傍近公路線一帶，山逼溪邊，幾無隙地，硫氣孔散佈甚多；但對面中正山下，則階地層次多，泉源（十八分）附近即為一標準階地。

第二列溪谷為新北投公園一帶，上起上北投，下迄車站，地面狹窄，硫磺泉遍佈。第三列溪谷最小，居土地公埔之東，地面比較開展。

(七)山北區

本區包括北磺溪、萬里加投溪及瑪鍊溪等溪谷地區。以上各溪之中流以上，谷深峽陡，間有山中平臺；下游多呈曲流，水進散漫。

北磺溪的溪谷在七股附近略現平坦，自死磺子坪至頂中股一帶有較闊的平臺，其東之大孔尾、磺子坪頭等處，也有大小不等的平臺，海拔均在300公尺以上。重光為北磺溪沖積地的頂點，溪流至此陡降至60公尺以下，山洪下沖，形成自由曲流。重光附近的溪谷寬度不及300公尺，而在金山一帶擴展至二公里半以上，下游與尾水溪幾連成一片。

北磺溪下游雖為一三角洲，但發育不佳；海岸沙丘頗為發達，溪口南之小半島，係一海中島嶼與陸地再連的陸連島。

萬里加投溪與瑪鍊溪中隔龜成嶺，分注入海，上游之大坪為一平臺，面積甚大。萬里加投溪與瑪鍊溪及北磺溪的溪谷均屬順向谷，谷口開敞。龜成嶺最高海拔達470公尺以上，山脈走向與海岸正交，構成齟齬海岸，海岸一帶僅有狹窄海灘斷續分佈。

(八)西北區

本區包括竹子山北側與大屯山西北側以下地區，東起北磺溪三角洲的左邊，西至北新莊以下。地勢由700公尺層層遞降，順向溪谷成直線放射狀，上游峽谷陡險，中下游谷淺頂平。

五、火山地形分區

本地區火山的高度大多在800公尺與1100公尺之間，最高的七星山海拔可達1,120公尺。部份火山仍保有完整的噴火口與原有的錐狀火山形勢，其他火山則已遭受相當程度的侵蝕，漸失錐狀圓滑外形。就地形上而言，本地區屬於侵蝕早期至壯期的火山地形（礦研所，1971）。

就區域性而言，南大屯山、大屯山、小觀音山、與竹子山排列成一直線，方向為 $N43^{\circ}E$ 。燒坡寮、頂山、大尖山、荖寮湖山亦屬排列整齊之火山列，方向為 $N48^{\circ}E$ 。內寮山與麻瘋山（七股山）的排列方向為 $N34^{\circ}W$ ，磺嘴山與冬瓜山（大尖後山）之排列方向為 $N61^{\circ}E$ ，這些方向與地層、斷層、節理的走向不無關係。

(一)大屯山亞群（I）

大屯山全部由熔岩構成，底部直徑約1.5公里，高約280公尺，頂部無噴火口，屬錐狀火山，南北向伸長，四周坡陡，但山頂寬平。

南大屯山為一錐形火山，歷經多次噴發，由熔岩與火山碎屑堆積而成。熔岩所占比例可能較碎屑岩為大，錐體底部直徑約4公里，高約850公尺，頂部無明顯噴火口，火山體西側被一小斷層切過。

面天山也屬於錐形火山，主要由熔岩構成，錐體底部直徑約2公里，高約600公尺，頂部西側有一個完整的噴火口，深約45公尺，有時蓄水，稱曰向天池，其池底直徑約150公尺。大屯山與面天山之間的無名火山丘也由熔岩構成，底部直徑約600公尺，高約140公尺。



(二) 竹子山亞群 (II)

竹子山與小觀音山可能由裂隙噴發而成，二山相連部份缺乏明顯的界限，底部長達7公里以上，高500至670公尺，主要由熔岩構成，內夾火山碎屑岩。這兩座火山已遭受相當程度的侵蝕；其中小觀音山噴火口仍可辨認，竹子山則可能原來就不具噴火口。

小觀音山具有大屯火山群中最大的火口，直徑長約一點二公里，火口朝向西北，火口緣成為臺北市、縣分界，由臺北盆地望去，狀似平臺。小觀音山噴出的熔岩流達遙遠的富貴角及麟山鼻，狀似仙女舞衣的長裙，因而有觀音火山或小觀音火山之稱。

七星、大屯兩雄峯之間的小觀音山(1,072公尺)，由臺北望去，呈臺地狀輪廓，其火口壁各處大致同高，火口部份稱曰「大凹坎」，直徑1200公尺，深300公尺，舊火口之偉觀在大屯火山群中首屈一指。

(三) 七星山亞群 (III)

七星山由多次火山噴發而成，主要組成物質是火山熔岩，其次是火山碎屑。火山底部直徑2至3公里，高400至600公尺，頂部不具噴火口，但有三個小峯環繞。

七星山東南側與西北側被數條小重力斷層所切，溫泉、噴氣孔、與熱水換質作用多沿斷層發生。最大一條斷層長2.8公里呈北北東走向，向西傾斜60°。七星山東北側似曾發生山崩，山崩堆積物蓋在麻瘋山西北山坡上。

紗帽山是一個圓錐形火山丘，大部份由破碎的熔岩構成，火山丘底部直徑約1.2公里，高200至350公尺，頂部有二個小峯，狀似烏紗帽，它是七星山的寄生火山。

(四) 燒寮亞群 (IV) — 國家公園範圍之外

本亞群無明顯火山及噴火口存在，但有廣闊岩流分佈。可能自本亞群某處(燒寮附近最為可能)裂隙噴發而成。由於熔岩之流動性較大，因此未能造成高聳的火山，而形成一片廣闊的岩流高地，分佈在山仔后至芝山岩之間。

(五) 內寮山亞群 (V)

內寮山也是一個錐形火山，底部直徑2公里以上，高200公尺，大部分由熔岩構成，這個熔岩可能向北逐漸加厚。

麻瘋山(七股山)座落在內寮山西北山坡上，前者因為曾經發生大規模的山崩，因此北側外形已欠完整，附近地區並且出現許多大大小小的重力斷層。這些斷層的密集程度是其他地區所不及的。斷層多數呈東北走向，一小部份呈東西與南北走向，許多溫泉和噴氣孔沿著這些構造線發生，熱水換質作用多少也受這些構造所控制。根據馬槽區地熱鑽井的資料得知火山岩下部的沉積岩層存在海平面下430公尺以下，與火山群周圍露出的沉積岩相比較，該地的沉積岩可能陷落430公尺以上。從附近地區斷層密集的現象、熱水換質帶的廣佈，與大規模山崩之發生，證明該地區十分不安定。

(六) 磺嘴山亞群 (VI)

茅寮湖山已遭受強烈的侵蝕，它的西北與西南側可能被斷層所切，外形已欠完整。但是從金山街道遠遠瞭望，仍可看出圓丘形的輪廓。

七星火山之東，五指山之北有磺嘴火山（911公尺），磺嘴山本體也是錐形山體，底部直徑約1.6公里，高約200公尺，頂部有一噴火口，直徑400至600公尺，深50—70公尺。

大尖後山（冬瓜山）也是錐形火山，底部直徑約1.2公里，高130至300公尺，頂部有一不明顯的火山口。一些走向東北的重力斷層與右向平移斷層穿過本亞群所屬若干岩流，另一些斷層的走向為南北或略偏西，熱水換質帶以及溫泉噴氣孔的產生多少與斷層有關。根據三重橋地區的地熱鑽井資料得知，沉積岩存在海平面下320公尺以下，與火山群周圍露出的沉積岩比較，該地的基盤可能陷落320公尺以上。

八煙山大部分被較晚生成的大尖後山（冬瓜山）及磺嘴山所覆蓋。它的西北側山坡曾發生大規模的山崩，崩落的岩層在八煙或三重橋附近堆成一片平坦地，厚約90公尺。八煙山被二條斷層切過，其中之一乃是山崩時所造成，另外一條是大尖後山噴發時所造成的（放射狀裂隙）。大尖山本身是一長約800公尺，寬300餘公尺，高約160公尺之火山，頂部無噴火口。

(七) 南勢山亞群（Ⅶ）

南勢山是一個老火山，大部分埋沒在下部凝灰角礫岩之下，露出部分長僅2.4公里，寬約600公尺，大部分由熔岩構成。熔岩流向東北流伸到金山沖積平原沉積物之下。該火山自底部算起全部高度可能達到600公尺，山的西側與東南側被斷層所切，西北側可能發生過山崩。

金山沖積平原西側，南莊層內的小侵入岩體（面積 240×500 公尺）可能是岩石漿沿金山斷層上升侵入南莊層而成的。沖積平原下方的中新世沉積岩（五指山層）位於海平面下352公尺以下，這些沉積岩直接被火山岩覆蓋，其間並無較新的沉積物存在。由上述資料可知蓋於沉積岩上的火山岩生成時，該地尚在海平面以上，換言之，該地必曾發生350公尺左右之陷落。

(八) 丁火朽山亞群（Ⅷ）位於國家公園區域的外圍。

丁火朽山由多次噴發而成，噴出物以熔岩為主，碎屑岩次之，火山體底部長約3公里，寬約2公里，由地形顯示該火山可能屬於裂隙噴發一型，裂隙可能呈東北向。滿子山為一圓丘形火山，已受相當程度的侵蝕。本亞群周圍沉積岩中出現數條小斷層，呈東北與東北東走向，滿子山西北緣之一條斷層可能為重力斷層，熱水換質作用（矽化）沿此斷層發生，並產生少量硫砷銅礦礦染。

六、河流地形

大屯山區的平均年雨量約3,000公釐，以高山區最多，北部及東北部低地其次，南部與西南部最少。冬季雨量較大，尤以山區為最，本火山區的河系發源自七星山、大屯山、小觀音山、竹子山等高山區，然後呈放射狀向四方流出，較大的河流有雙溪、瑪鍊溪、北磺溪與南磺溪等。

此外，在火山地區的北面與西北面，還有許多小溪谷呈放射狀排列。由於各溪流的源頭海拔高而流路短，因此河谷坡度陡急，常見到峽谷、瀑布的地形。「陽明瀑」是最著名的瀑布，另有七星山東南方冷水坑附近的「絹絲瀧」和北投山腳的「不動瀧」等。

南磺溪的上源在竹子湖。竹子湖是火山岩流造成的閉塞湖，由於砂質凝灰岩層的堆積，地形平坦，已種植水稻、菓菜、花卉等作物。竹子湖海拔約500公尺，南磺溪由此向南流3公里到頂北投，兩岸陡崖壁立。續向南流經紗帽山側、華岡而至天母。

雙溪源頭在頂山南方，到雙溪溝之後斷崖壁立，形成急流。雙溪溝以南沿岸斷崖連續不斷，左岸更甚，到外雙溪時，高度已降到20公尺。

瑪鍊溪發源於冷水堀附近，高350，溪水與雙溪相背而流，中間隔590公尺高的山地，最後在萬里出海。

北磺溪發源於七星山北麓（其中主要之一為鹿角坑溪），向東北流經深谷陡崖到七股，再經磺溪頭、金山、社寮而出海。

(一)河川集水區

陽明山國家公園在河川集水區的劃分上，分屬下列四集水區：(1)北磺溪、(2)關渡溪、(3)雙溪、(4)沿海集水區。各溪流大致以七星山、竹子山、大屯山等為頂點呈放射—樹枝狀谷系；雙溪主流長約19km，流域面積約77km²，大致上以小觀音山—七星山—頂山—線與北磺溪流域分水。北磺溪流域，谷密度較大，而且地勢較低，坡度較大，故分水嶺有向雙溪流域南移的趨勢（陳國章、楊萬全，1982；石再添，1971）。

集水區分區表

1 北磺溪集水區	流入金山海灣
2 關渡溪集水區	匯入淡水河
3 雙溪（包括外雙溪、碧溪、內雙溪、石角溪、南磺溪、北投溪）集水區	匯入基隆河
4 沿海集水區（包括瑪鍊溪、阿里磅溪、老梅溪、陳厝坑溪（埔坪溪）、巴連溪、大屯溪等）	流入海域

(A)南磺溪上游（松溪）集水區：

七星山以南、山仔后、陽明公墓以北，包括中山樓、陽明山公車站（不包括后山公園），是南磺溪支流松溪的源流區，面積約4.5km²，松溪向西流注南磺溪。它的東側

分水嶺包括七星山、紗帽山、山仔后、天母，並順沿中山北路，止於雙溪。

(B)新安溪、石角溪集水區（在國家公園範圍之南緣）

山仔后、陽明山公路以南，雙溪以北，面積 12.5km^2 ，有石角溪、新安溪等向南流注雙溪，並以仰德大道（北陽公路）為界，以西面積約 6.8km^2 ，屬石角溪水系，以東面積約 5.7km^2 ，屬新安溪水系。

(C)雙溪上游集水區：

西側分水嶺自北而南為七星山、山豬湖，552高地、589高地、尾崙山，止於雙溪；東側分水嶺包括七星山、擎天崗、頂山等。

(二)溪流各論

本區溪谷以七星山、小觀音山、大屯山、面天山、磺嘴山等為中心，向四周形成放射狀水系。其中主要的有瑪鍊溪、雙溪上游、金山之北磺溪與士林之南磺溪、北投溪、關渡溪等；火山群北面及西北面另有許多放射狀排列的小溪群。

南流各溪流，在頂山以西匯集成雙溪，經東吳大學、芝山岩、石牌流注基隆河；在頂山以東匯集成瑪鍊溪，東北流，在萬里之南入海。向東北流的溪流匯成北磺溪在金山入海。向北各溪流，有阿里老溪和老梅溪，分別在阿里磅及老梅村入海，另有陳厝坑溪和八連溪分別在三芝東、西兩側流入台灣海峽。向西各溪流有大屯溪、公司田溪等分別在番子田、大庄埔等地流入台灣海峽，也有數條小溪直接流入淡水河。

大屯山南面，面天山北面與策公坑東面的小溪等，都呈峽谷地形，景緻幽邃清秀，富於山水趣味。這些溪谷的流路上，瀑布急湍甚多。例如七星山東南方冷水坑的「絹絲瀧」，北投山腳的「不動瀧」等。其他，在小觀音火山與竹子山周圍也有數個相當規模的瀑布。

本區溪流都呈放射狀河系，源高流急，溪谷特徵有二：

(A)溪流的水源主要來自雨水，水位變化甚大，大雨大水、小雨小水，無雨之時，祇有涓涓細流，久旱則河床裸露。

(B)河床坡度陡急，上流尤甚，溪流下切顯著，多具幼年期河谷現象，岸壁峭立，時見急流與瀑布，「陽明瀑」為山區最著名的瀑布。主要的溪流狀況如下（李鹿苹，1964）：

(1)北磺溪：北磺溪源出七星山北麓，向東北流三公里至七股，地勢降至250公尺，崖高谷深，陡險異常，沿途急流不絕。再下三公里至磺溪頭，降至60公尺，溪谷漸展，溪水散流。至重光以下，已入平地，再經金山北由社寮入海。由陽明山至金山的公路自金山農場站以下，即循北磺溪谷而行。

(2)瑪鍊溪：發源於頂山北側，與雙溪河谷背道而流。只有最上源地區屬於國家公園區內。溪谷分佈在沉積岩區內。大尖後山、磺嘴山東側溪谷的流水都匯入瑪鍊溪。

(3)雙溪上游：雙溪主流發源於擎天崗附近高地，南流6公里後轉向西流，先後匯集內雙

溪、新安溪、石角溪、南礮溪及北投溪等支流，而於頂八仙附近入基隆河，流域面積約 76km²，主流長約 19 公里。整個流域略成圓形，主流偏流於南側，而支流發達於北岸。

頂山以南，至內雙溪之間，斷崖壁立，構成急流。自內雙溪向西南至中央公教社區附近，沿岸斷崖連續不斷，南岸尤甚。

- (4)南礮溪：南礮溪上源在竹子湖，南流三公里至頂北投即降至 300 公尺，兩岸斷崖壁立；再下二公里至半嶺，與來自紗帽山側之東源會合，地勢又降至 150 公尺。自半嶺以下，左岸傍逼華岡，峭壁陡立，右岸較緩，一公里至天母再降至 50 公尺，溪谷由此開展。自天母以下，已呈自由曲流現象，至頭尾洲與雙溪會合入基隆河。

南礮溪上游，半嶺以上，又稱松溪。松溪最高點在七星山南側，標高約 1100m，最低點即半嶺附近約 300m，所以北為 1100m 以上之七星山，西為約 640m 的紗帽山，東為約 500m 的山豬湖，南為約 380m 的山仔后。松溪的北部支流來自中山樓與山豬湖之間向西南傾斜的坡地，南部支流來自山豬湖與陽明山公墓之間向西傾斜的坡地。所以松溪集水區的地勢大致自北、東、西、三面向西傾斜。半嶺以南，跨出國家公園範圍之外。

- (5)北投溪：北投溪是雙溪的支流之一，發源於大屯山、面天山南側，主流偏西，大部分更小的支流都向東發育。北投溪集水區內包括頂湖、十八分、嶺下、中正山、地獄谷等地。北投溪溪谷中有溫泉活動，並且在溪谷裏沉澱生成稀有的北投石結晶。
- (6)關渡溪：發源於大屯山與面天山之間，大致上包括不動瀑布、貴子坑一帶的丘陵地。
- (7)沿海溪流：包括大屯溪、八連溪、老梅溪、阿里磅溪等，分佈在大屯山、竹子山西北山坡上的各個溪流。這些溪流直接流入海域，而且它們的上游或中上游，有壯麗的峽谷，例如大屯溪上游（龜仔山橋以上），景緻都十分幽麗，頗富山水野趣。老梅溪、阿里磅溪上游，都有高品質的地形景觀。

參、大地構造及火山活動

一、台灣火山地形的成因

台灣省位居我國大陸的東南外海，在地殼構造上正值歐亞大陸地塊與太平洋海底地塊的邊界，因此導因於兩地塊間的相對運動頻繁不已，這也正是本省多地震的緣故。台灣本島的地質與日本、琉球、菲律賓都有顯著的不同，最明顯的是火山少，活動的火山更無。這一點差異有兩個原因：第一台灣在西太平洋的火山島弧花彩列島上，居於琉球弧與菲律賓弧的交界，外形上，本島弧狀凸部指向大陸而非指向太平洋，這一點與標準的島弧相反。而且台灣是在大陸地殼上的島嶼，與日本、琉球、菲律賓等島弧有基本上的不同；其次，更新世以來太平洋與歐亞大陸間的主要相對運動（尤其是海底地殼切入大陸地殼之下的活動），已經轉移到馬里亞那海溝，因此劇烈的火山活動和地震已經轉移到這些地方。馬里亞那海溝與東台灣之間，形成了菲律賓海底地殼，目前在菲律賓海底地殼與台灣本島之間，存在的相對運動大部份已經屬於水平運動，不再有垂直的切入運動（隱沒作用）。

台灣附近受到海底地殼切入運動的影響，而造成的火山，分佈在台北縣的大屯山區、基隆山區；花蓮縣的奇美附近，也有中新世古老的火成雜岩，奇美火山岩分佈在海岸山脈，在地殼構造上，整個海岸山脈是從外地漂移而來的，當奇美火成岩生成的時候，它並不屬於本島，而是遠在本島南方的一個海島。大屯、基隆火山的位置，可與琉球島弧的火山延伸方向附合，因此在火山活動史上，可與琉球弧的火山活動比較。

二、台灣地區板塊隱沒作用、蓬萊造山運動與火山活動

發生在上新世與更新世交接期間的蓬萊造山運動，是台灣新生代地殼變動的最高潮。關於這個造山運動的起因迄今仍無定論。根據最近發表的地震及大地測量資料，蔡義本（1978）推算台灣北部菲律賓海板塊的隱沒作用（用海底地殼切入大陸地殼之下）大約開始在二百萬年前。就在隱沒作用將開始而尚未開始之時，菲律賓海板塊與台灣主體之間很可能因為相互對峙，相打不下而產生特別龐大的擠壓作用，終於引起激烈的蓬萊造山運動。當時菲律賓海板塊的西北角以斜向頂撞台灣島（花蓮附近），因而使台灣北部中新世以前的地層及主要地質構造走向都不約而同的在花蓮西北方發生向東折轉的現象。另一方面這次造山運動最具代表性產物的崙嵴山層則最發達於轉折線以南，也就是受擠壓最激烈、隆起最顯著的中央山脈主體的西南側。當時，台灣東岸山脈尚位於恒春半島的東方，隨著菲律賓海板塊的隱沒作用而北移並浮出海面到現在的位置。

更新世早期蓬萊造山運動發生之後，可能因為造山壓力的減弱而使第三紀的岩層發生很多張力裂隙，火山噴發可能就沿著若干裂口上升，形成大屯和基隆兩個重要的更新世火山群

。根據地熱作用廣泛活動的證據，這些火山可能還沒有完全死滅（經濟部，1975）。

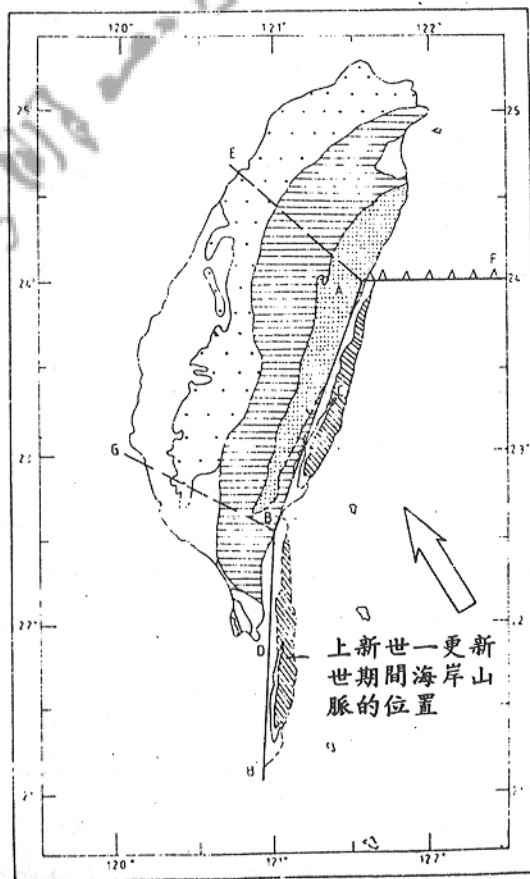
三、地震

依照歷年來地震資料顯示，台灣北部有可能發生規模7.0以上的地震。其一為發生在菲律賓海板塊在台灣東北部的沈降帶上，這類地震震源深度相當大，在台北區距地面至少已有60公里，到達金山、基隆一帶大約已有一百公里以上，它們對北部地區的潛在威脅似乎並不大；另一為發生在沈降帶前緣上方的淺源地震，深度多在20公里以內。地表面震央位置自台北盆地南方一直延伸至大屯火山地區，這類地震可能造成地裂、海嘯和其他淺源地震的災害，他們對沿海地區的威脅相當的大，應嚴加防範。

1861年宜蘭地震及1867年基隆金山一帶地震，有明顯的淺源地震徵候，當屬於第二類淺源地震。由於淺源地震的分佈自蘇澳以南延伸至大屯火山區，因此推斷未來台北金山一帶仍具有發生破壞性淺源地震之潛能。

根據最近四年台灣地區地震震央分佈圖，發現大多數的地震活動發生在東部宜蘭及花蓮一帶，至於台灣北部地區，地震活動並不十分頻繁。

又根據不同規模微震次數變化的情形，目前北部地區也無發生大規模地震的徵候（李德貴、蔡義本、程原祥，1977）。



肆、區域地質

台灣雖然屬於環太平洋島弧及安山岩線的一環，但是火山甚少，主要分佈在本島的北端及東北端。其中又以位於台灣最北端的大屯火山群為主。陽明山國家公園正位於大屯火山群的核心部位。

大屯火山群是由一群安山岩質的火山體所組成，大約有二十個火山體和火山錐，其中以七星山（1120公尺）為最高而且是時代最新的火山體。本火山群內有許多地區出現溫泉、噴氣孔、和硫氣孔等現象，特別在金山縱向斷層的東南側一帶最盛。另外有許多地區由於晚期火山活動的硫氣作用，生產硫黃和黃鐵礦。各火山錐的頂部有的可能保存有火山口，但是有的已經因為受到侵蝕而消失。有些火山，噴發時因為岩流黏度很高，而成為火山丘。本火山群由安山岩流、火山灰、和粗粒碎屑噴發物等的連續交替噴發構成。主要火山種類為層狀火山，覆蓋在時代不同的中新世沉積岩基岩之上。大屯火山群的安山岩流大部份屬於輝石安山岩、角閃石安山岩、和紫蘇輝石安山岩，或者是這三類的複合岩類（經濟部，1075）。

本區大部份被火成岩所覆蓋，大屯火山群的噴發物往北方及西北方流瀉，噴發的火山熔岩與碎屑岩掩蓋了大部份地方。只有火山群外圍露出中新世沉積岩。

大屯火山群是第四紀的火山，在第四紀更新世的初期噴發，由安山岩熔岩流及火山碎屑岩交疊而成。最底部也就是最先噴發的，多為火山岩碎屑及火山灰，經歷密膠結後成集塊岩。安山岩熔岩流中較早噴出的是兩輝安山岩，其次是角閃兩輝安山岩及含角閃兩輝安山岩。

集塊岩構成大屯火山群的基底及周緣，本區北側及西北側外圍便由集塊岩（尤其是凝灰質集塊岩）所構成；地表上所見為寬闊平緩的斜坡狀台地，呈階地般一級級向海洋方向傾降。集塊岩台地表面多覆有一層厚薄不同的紅土。

因安山岩質的熔岩流較具黏性，流動性較小，所以大多堆積在火山口周圍附近；因此，大屯火山群中的安山岩多分佈於海拔200~300公尺以上的地區，尤以火山群中央部份為最，成為火山的主體。地形上所見多為高峻山嶺。

不過也有例外，竹子火山向西北方噴流的兩輝安山岩熔岩流却綿延其遠，直達海岸，二坪頂以北直到富貴角與麟山鼻之間均由兩輝安山岩構成。本區外圍海岸從跳石到淡海間的兩大岬角—富貴角及麟山鼻亦為兩輝安山岩所構成。由於兩輝安山岩較集塊岩堅硬緻密，因此突出海中而成岬角。

日據時期，調查研究大屯火山群的日本學者鑒於火山群四周散佈有數段之階狀平坦（尤以淡水河兩岸者最整齊而有系統；火山群北坡者最寬闊明顯，而且含水蝕圓礫頗多），因此力倡大屯火山群原屬陸地附近淺海中的海底火山，後來因為數次週期性隆起而與台灣本島相連。也就是說，本區外圍呈階狀緩傾的平坦台地並非熔岩台地，而應是一層一層的海蝕平坦

面（即海階）！但因證據不足，迄今仍未能獲得地質學界普遍認可。光復後，因調查大屯火山區地熱，更發現部份相反證據，顯示在火山活動初期，金山至七星山一帶，火山岩直接掩覆下的基盤曾普遍發生陷落。

大屯火山未噴發前，本區金山斷層以西，石門及二坪頂一線以東原有一片丘陵地，呈東北—西南走向，與金山斷層大致平行，是由中新世晚期沉積岩構成，後被火山岩所覆蓋，僅餘尖山湖、下角、阿里羌一跳石海岸，以及金山西北方等地。

一、大屯火山群岩性的分類

4.11 火山岩分類

根據火山岩的產狀可將火山岩分為三類，即熔岩流、火山碎屑岩、與火山岩屑。火山碎屑岩包括集塊岩（或稱凝灰角礫岩）；火山岩屑則大多屬於凝灰岩（少數屬凝灰角礫岩）或與現代沖積層共存。

根據火山岩組成礦物的種類和化學成分可將它們分成四大類基本岩型，分別是玄武岩、安山岩、石英安山岩、與流紋岩。這些火山岩常呈斑狀構造，即常有粗大的礦物結晶（斑晶）散佈在較細小的礦物結晶（岩基）或玻璃質岩基中。

陽明山地區出現的火山岩包括玄武岩與安山岩，其中安山岩佔了絕大多數。安山岩的斑晶包括橄欖石、斜方輝石、單斜輝石、角閃石、雲母、斜長石；岩基有斜長石、單斜輝石、斜方輝石、角閃石、雲母、鐵礦、矽酸礦物、玻璃質等。

4.12 安山岩類

(一)角閃石黑雲母安山岩，Abiho+Ahobi，其礦物組成比較簡單，鐵鎂礦物除了黑雲母、角閃石外，也含磁鐵礦與少量紫蘇輝石。岩石呈淺灰至粉紅灰色，具斑狀組織與玻璃質岩基。此類岩石常成角礫產於下部凝灰角礫岩內，是這種火山碎屑岩的特有組成。在本地區尚未發現由此種岩石構成的熔岩流存在。

(二)角閃石安山岩，Aho (bihyau)，它在本區東北部形成三個小火山丘，並成角礫，產於下部凝灰角礫岩內，岩石呈灰色，具斑狀組織與半玻璃質及玻璃質岩基。角閃石屬於綠色變種，結晶長達5公厘，此岩含少量黑雲母、紫蘇輝石與普通輝石，石英偶而存在。

(三)普通輝石角閃石安山岩，Aboau (hy) + Ahoauhy，它構成一層埋藏在金山沖積平原下方的老熔岩流，以及一個位於金山西方南莊層內的小侵入岩體。岩石呈灰色，細粒斑狀組織，具半玻璃質岩基。紫蘇輝石在岩流內甚少見，但在侵入岩中含量較多。

(四)紫蘇輝石角閃石安山岩，Aho (au) + Aho (hy)，它在本地區甚為普遍，主要分佈在中部，構成七星山、紗帽山、大屯山、及八煙山等火山體，並成角礫產於南勢山附近下部凝灰角礫岩內。岩石呈淺灰至暗灰或粉紅灰色至紫紅灰色，具斑狀組織與玻璃質或半玻璃質岩基，大部份岩石含有氣孔。紗帽山安山岩的岩基呈微晶質。角閃石結晶發育良好，長達11

公厘。

(五)兩輝角閃安山岩，Ahohyau，它構成幾層分佈甚廣的熔岩流。岩石呈淺灰、灰色、粉紅灰色至暗灰色，具斑狀組織，岩基為玻璃質或半玻璃質，偶為微晶質。角閃石與紫蘇輝石斑晶發育良好，長數公厘。

(六)角閃兩輝安山岩（或兩輝角閃安山岩），Ahohyau，此岩種構成麻瘋山、面天山熔岩，以及大平尾熔岩流。岩石呈灰色、粉紅灰色至暗灰色，具斑狀組織與玻璃質或半玻璃質岩基，斑晶長數公厘至 12 公厘。

(七)角閃兩輝安山岩，Ahyhoau，此種岩石構成大尖山，位於本區中部。岩石多呈灰色，具斑狀組織與玻璃質或半玻璃質岩基。紫蘇輝石與角閃石斑晶發育良好，普通輝石僅成小粒結晶存在岩基內。

(八)角閃兩輝安山岩，Ahyhoau，此岩種構成荖寮湖山，位於本區東北部。岩石呈灰色，具斑狀組織，岩基為半玻璃質，偶為微晶質。紫蘇輝石與角閃石斑晶發育良好，普通輝石結晶小，但為數甚多。此岩種除了普通輝石含量較高外，其他與 Ahyhoau 差別不大。

(九)含角閃兩輝安山岩，Aauhy (ho) + Aauhyho，此岩種構成內寮山、南勢山熔岩、大油坑磺溪岩流、十八分熔岩流、南大屯山頂部熔岩及大屯山凝灰角礫岩內所夾之小岩流。岩石呈灰色至暗灰色，具斑狀組織，岩基為玻璃質或半玻璃質，偶為微晶質，斑晶一般較小。

(十)兩輝安山岩，Aauhy，此岩種構成南大屯山底部熔岩、大磺嘴熔岩流，小觀音山、竹子山、鵝尾山熔岩流，以及一些夾在下部凝灰角礫岩內之小岩流。岩石呈灰色、粉紅灰色、與暗灰色，具斑狀組織，岩基為玻璃質至半玻璃質，部份含氣孔。普通輝石與紫蘇輝石斑晶發育良好。

(十一)角閃石含橄欖石安山岩，Ahoauhyol，此岩種構成冬瓜山（大尖後山）頂部熔岩，丁火朽山部份熔岩，以及磺嘴山西北方一熔岩流。岩石呈粉紅色與灰色，具斑狀組織，岩基為玻璃質或半玻璃質，部份含氣孔，斑晶長數公厘。

(十二)含橄欖石紫蘇輝石普通輝石角閃石安山岩，Ahoauhyol + Ahoauhyol，此岩種構成三層熔岩流，一在埤子坪附近，一在大尖後山（冬瓜山）東北，另一在丁火朽山下部。岩石呈粉紅灰色、灰色、與暗灰色，具斑狀組織，岩基為玻璃質或半玻璃質，部份含氣孔。角閃石斑晶發育良好。

(十三)普通輝石（含橄欖石）安山岩，Aauhohyol + Aauol (hohy)，此岩種構成大坪、鹿堀坪、頂中股（金山農場）、與大孔尾諸岩流，又構成磺嘴山與冬瓜山下部熔岩。岩石呈灰色、粉紅灰色與紅褐色，具斑狀組織，岩基為玻璃質或半玻璃質。普通輝石成斑晶與微晶存在，角閃石發育較差，橄欖石含量有時甚高。

(十四)玄武岩質安山岩，Aauol + Aauolhy，它存在下部及上部凝灰角礫岩內，在下部凝灰角礫岩內此岩種成角礫及岩流存在，在上部凝灰角礫岩內則僅成角礫存在。岩石呈暗灰色，細

岩石的化学组成 (黄亚树分析)

Analy. No.	SiR1	SiR2	SiR3	SiR4	SiR5	SiR6	SiR7	SiR8	SiR9	SiR10	SiR11	SiR12	SiR13	SiR14
Sample. No.	1	10-1D	10-34	16-8	16-12	16-8C	17-10B	WR-A	WR-B	WR-D ₁	WR-D ₂	WR-N	WR-K	16-43A
SiO ₂	57.26	58.45	58.78	53.20	53.76	53.88	52.28	53.92	54.68	63.31	45.30	53.70	89.85	83.34
Al ₂ O ₃	19.35	18.40	17.51	19.55	19.92	16.85	15.98	21.11	19.40	15.02	15.49	17.42	1.20	3.48
Fe ₂ O ₃	5.86	3.39	4.25	4.81	4.18	3.39	3.82	7.82	6.76	2.31	8.38	0.55	0.72	0.89
FeO	1.05	3.22	2.47	3.52	3.99	6.79	6.00	0.66	0.84	0.75	0.75	0.16	0.10	0.14
Mgo	3.02	3.03	2.88	4.54	5.08	4.75	5.59	0.81	3.90	0.17	0.17	0.30	0.51	0.28
CaO	7.05	8.25	7.83	9.17	8.21	8.12	7.79	0.13	7.55	0.45	1.35	2.36	0.57	0.73
Na ₂ O	2.99	2.15	2.60	2.02	1.77	1.78	1.66	0.79	2.07	1.24	1.25	1.13	0.17	0.74
K ₂ O	0.75	0.72	0.65	0.41	0.96	2.32	1.42	1.10	1.04	0.55	0.45	0.45	0.11	0.43
H ₂ O+	0.62	1.06	1.35	1.57	0.14	0.36	1.06	3.86	2.17	7.60	8.32	7.48	0.65	3.22
H ₂ O-	0.22	0.02	—	0.24	1.11	0.38	2.44	4.08	0.41	1.74	1.27	0.20	4.45	4.56
TiO ₂	0.58	0.46	0.62	0.68	0.55	0.61	0.61	0.38	0.46	0.57	0.67	0.82	0.89	0.99
P ₂ O ₅	0.51	0.60	0.61	0.24	0.25	0.99	0.58	0.57	0.62	0.88	0.41	0.62	0.03	0.59
S	0.13	0.06	0.14	0.02	0.04	0.04	0.05	4.77	0.02	2.76	8.28	4.95	0.75	1.01
Cr ₂ O ₃	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	trace	trace	—	—	—	—	—
MnO	0.28	0.35	0.09	0.08	0.11	0.10	0.11	0.01	0.10	trace	trace	trace	trace	0.01
Total	99.89	100.17	99.79	100.15	100.08	100.38	99.39	100.01	100.02	100.35	92.09	90.14	100.00	100.40

粒或斑狀組織，岩基為半玻璃質，主要的鐵鎂礦物為普通輝石與橄欖石。

註1：岩石名稱例子：

Aauhy (ho) = 含角閃石紫蘇輝石普通輝石安山岩，其內 $au > hy \gg ho$ 。

Ahohyau = 普通輝石紫蘇輝石角閃石安山岩，其內 $ho > hy > au$ 。

Ahohyau = 普通輝石—紫蘇輝石角閃石安山岩，其內 $ho > hy \doteq au$ 。

Ahohyau = 普通輝石—紫蘇輝石—角閃石安山岩，其內 $ho \doteq hy \doteq au$ 。

Aho (hyau) = 含普通輝石紫蘇輝石角閃石安山岩，其內 $ho \gg hy > au$ 。

註2：

為便於敘述起見，設定下列各符號以代表不同之礦物與安山岩：ol = 橄欖石；
au = 普通輝石；hy = 紫蘇輝石；ho = 角閃石；bi = 黑雲母；A = 安山岩。

Note:

SiR1	Ahohy (au) (陽明山)
SiR2	Aauhy (雙重溪)
SiR3	Ahohy (au) (竹子湖)
SiR4	Aauhy (頂北投)
SiR5	Aauhy (雙重溪)
SiR6	Basaltic andesite (頂北投)
SiR7	Basaltic andesite (青山)
SiR8	Weakly altered andesite (大油坑)
SiR9	Weakly altered andesite (中湖)
SiR10	Silicified rock (大油坑)
SiR11	Inner part silicified rock of SiR10 (大油坑)
SiR12	Silicified rock (大油坑)
SiR13	White clay (小油坑)
SiR14	White clay (雙重溪)

二、火山地層及沉積岩地層

本地區共有火山約廿座，熔岩流十五層以上，並有許多火山碎屑岩。全區可分成八個火山亞群，其中包括三層主要凝灰角礫岩。八個火山亞群名為大屯山、竹子山、七星山、燒灰寮、內寮山、磺嘴山、南勢山、與丁火朽山。三層主要凝灰角礫岩名為：下部凝灰角礫岩、大屯山凝灰角礫岩，與上部凝灰角礫岩。此等火山體均以安山岩熔岩流、集塊岩、凝灰岩等構成。其中七星山等錐狀火山為熔岩流與火山碎屑的互層所組成的層狀火山。

(一)大屯山亞群 (I)

本亞群包括三個火山 (南大屯山，標高 980 公尺；面天山，標高 977 公尺；大屯山，主峯標高 1,092 公尺)，一個位於大屯山與面天山之間的無名小火山丘 (標高 893 公尺)。南大屯山最上層為角閃兩輝安山岩 Aauhy (ho)，蓋在南大屯山頂上。

大屯山亞群之地層層序

地 層 名 稱	概略厚度 (公尺)	組 成 岩 石
10.大屯山熔岩	< 250	Ahohy(au) 含普通輝石角閃石紫蘇輝石安山岩
9.無名火山丘熔岩	75-150	Ahohy(au) 含普通輝石角閃石紫蘇輝石安山岩
8.上部凝灰角礫岩	< 50 變化	凝灰岩，礫狀凝灰岩，凝灰角礫岩，內含 <u>Aauhy</u> ， <u>Ahyau</u> (ho)， <u>Aauhyho</u> ， <u>Ahoauhy</u> ， <u>Ahoauhy</u> ， <u>Ahohyau</u> ，與 <u>Ahohy</u> (au) 角礫。
7.南大屯山頂部熔岩	100	<u>Ahyauho</u> ， <u>Aauhy</u> (ho) 兩輝角閃安山岩
6.大屯山凝灰角礫岩	< 300	凝灰岩，凝灰角礫岩，含 <u>Aauhy</u> ， <u>Aauhy</u> (ho) 小岩流及角礫
5.十八分岩流	50	<u>Aauhy</u> (ho)， <u>Aauhyho</u> 含角閃兩輝安山岩
4.面天山熔岩	< 650	<u>Ahohyau</u> ， <u>Ahohyau</u> ， <u>Ahoauhy</u> ， <u>Ahohyau</u> 角閃安山岩。
3.大磺嘴岩流	5-75	<u>Aauhy</u> 兩輝安山岩
2.南大屯山底部熔岩	< 575	<u>Aauhy</u> 兩輝安山岩
1.下部凝灰角礫岩	150	凝灰角礫岩，凝灰岩，含 <u>Abino</u> ， <u>Aho</u> (hyau)， <u>Ahohyau</u> ， <u>Aauhy</u> (ho)， <u>Aauhy</u> ， <u>Aauol</u> 角礫與 <u>Aauhy</u> ， <u>Aauolhy</u> 熔岩。
~~~~~ 不整合 ~~~~~ 中新世沉積岩		

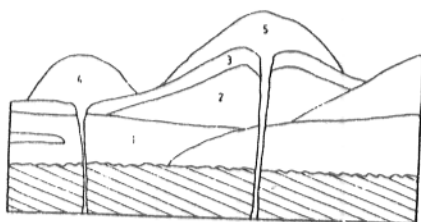
## (二)竹子山亞群 ( II )

本亞群包括二個主要火山 ( 竹子山，標高 1,103 公尺；小觀音山，標高 1,063 公尺 ) 及少數寄生火山 ( 在本調查範圍之外 )。竹子山與小觀音山由厚層兩輝安山岩 ( Aauhy 與 Ahyau ) 組成，內夾凝灰岩與凝灰角礫岩。

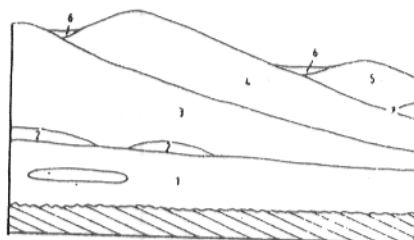
* 附註：

磺溪頭附近竹子山之下部凝灰角礫岩內露出一長約 750 公尺寬約 100 公尺之五指山層砂

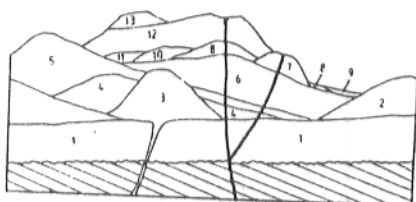
岩與礫岩。



七星山亞群地層層序示意圖



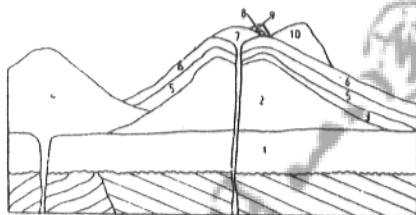
內寮山亞群地層層序示意圖



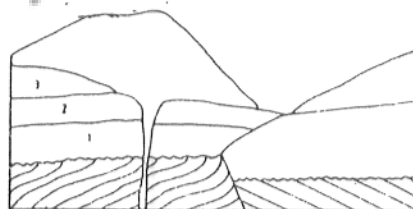
磺嘴山亞群地層層序示意圖



南勢山亞群地層層序示意圖



大屯山亞群地層層序示意圖



竹子山亞群地層層序示意圖

### 竹子山亞群之地層層序

地 稱	概略厚度 (公尺)	組 成 岩 石
5. 竹子山熔岩	< 350	} 兩輝安山岩 Aauhy, 夾凝灰岩與凝灰角礫岩
4. 小觀音山熔岩	< 600	
3. 大屯山凝灰角礫岩	< 300	
2. Ahohyau 岩流	200	凝灰岩, 凝灰角礫岩, 含 Aauhy 與 Aauhy(ho) 岩流與角礫 角閃兩輝安山岩 Ahohyau
1. 下部凝灰角礫岩	350	凝灰角礫岩, 凝灰岩, 含 Aauhy Aauhy(ho) , Ahohyau, Ahohy(au), Aho(hyau), Abiho, 與 Ahobi 角礫。
~~~~~ 不整合 ~~~~~ 中新世沉積岩		

(三) 七星山亞群 (Ⅲ)

本亞群包括七星山(標高 1,120 公尺)、紗帽山(標高 643 公尺)、陽明山岩流與二層凝灰角礫岩(上部及下部凝灰角礫岩)。七星山由數層含普通輝石角閃石紫蘇輝石安山岩 Ahohy(au) 熔岩與一層主要火山碎屑岩組成,火山碎屑岩也就是上部凝灰角礫岩。這個火山碎屑岩將七星山熔岩分為上、下二部,下部是陽明山岩流,上部構成七星山本體。紗帽山也由 Ahohy(au) 熔岩構成,座落在上部凝灰角礫岩之上。

七星山亞群之地層層序

地 層 名 稱	概略厚度 (公尺)	組 成 岩 石
5 七星山熔岩	300	角閃石紫蘇輝石安山岩 Ahohy(au), Ahohy, 及少量 Ahohyau。
4 紗帽山熔岩	300	角閃石紫蘇輝石安山岩 Ahohy(au), Ahohy, 及少量 Ahohyau。
3 上部凝灰角礫岩	<100 變化	凝灰角礫岩, 凝灰岩, 含 Aho(hyau), Ahohy(au), Ahohyau, Ahohyau, Ahoauhy, Ahauho, Aauhy(ho), Aauhy, Aauhohyol, Aauhohyol, Aauol, Aauolhy 角礫與中新世砂岩礫, 含普通輝石角閃石紫蘇輝石安山岩。
2 陽明山岩流	350	Ahohy(au) 與一些 Ahohyau, Ahohyau, Ahoauhy
1 下部凝灰角礫岩	200	凝灰角礫岩, 凝灰岩, 所含角礫以 Aauhy 與 Aauhy(ho) 為主。
~~~~~ 不整合 ~~~~~ 中新世沉積岩		

### (四) 燒寮亞群 (Ⅳ)

本亞群無明顯的火山體存在,火山岩分佈在士林到華岡之間,廣闊的熔岩流覆蓋在下部凝灰角礫岩與中新世沉積岩之上。這一岩流的尾部抵達芝山巖嶺頂,它的北緣被七星山亞群所屬的陽明山岩流所覆蓋,東緣則可能略被大平尾岩流所覆蓋。

### (五) 內寮山亞群 (Ⅴ)

本亞群包括二座火山(內寮山, 830 公尺, 麻瘋山(七股山), 890 公尺), 四層熔岩流(大油坑、頂山、鵝尾山、大平尾), 與二層凝灰角礫岩(上部與下部凝灰角礫岩)。內寮山由兩輝安山岩 Aauhy, 含角閃兩輝安山岩 Aauhy(ho), Aauhyho, 與 Aauhyho 所組成, 這些安山岩大部份較角閃兩輝安山岩為基性(指二氧化矽含量較少)

(註: 麻瘋山又名七股山)。

內寮山亞群之地層層序

地 層 名 稱	概略厚度 (公尺)	組 成 岩 石
6. 上部凝灰角礫岩	< 50 變化	凝灰岩，礫狀凝灰岩，含 hohy, Ahoauhy, A <u>auhyho</u> 與 Ahyau(ho) 角礫。
5. 頂山岩流	125	含角閃兩輝安山岩 Aho <u>hyau</u>
4. 麻瘋山熔岩 (七股山)	400	角閃安山岩 Aho <u>auhy</u>
大嶺岬安山岩	150	角閃安山岩 Aho <u>hyau</u>
3. 內寮山熔岩	200	含角閃兩輝安山岩 A <u>auhy</u> (ho), A <u>auhyho</u> , A <u>auhy</u> , 與 A <u>auhyho</u> 。
2. 大平尾岩流	< 75, 變化	角閃安山岩 Aho <u>hyau</u> , A <u>ho<u>hy</u>au</u> , Aho <u>auhy</u> , 與 Aho <u>hyau</u> 。
鵝尾山岩流	25	兩輝安山岩 A <u>auhy</u> , A <u>auhy</u> (ho), 與 Ahyau
1. 下部凝灰角礫岩	< 250	凝灰角礫岩，凝灰岩，含 A <u>auhy</u> , A <u>auhy</u> (ho), Ahy <u>auho</u> , A <u>hyauho</u> 角礫與 A <u>auhy</u> 熔岩。
? 大油坑岩流	—	含角閃兩輝安山岩 Ahyau(ho), Ahy <u>auho</u> ,
? 磺溪安山岩	200	Ahyau, A <u>auhyho</u> , 與 A <u>auhyho</u> A <u>auhy</u> (ho), A <u>auhy</u> , A <u>auhyho</u> , 與 A <u>auhyho</u> 。
~~~~~ 不整合 ~~~~~		
中新世沉積岩		

(六) 磺嘴山亞群 (VI)

本亞群包括六座火山 (大尖山, 837 公尺; 荖寮湖山, 574 公尺; 八煙山, 747 公尺; 磺嘴山, 911 公尺; 大尖後山 (冬瓜山), 884 公尺; 鹿掘坪, 673 公尺), 八層熔岩流 (大坪、頂山、磺子坪頂、大孔尾、頂中股、痾子坪、與磺嘴山西北方二無名岩流), 與二層凝灰角礫岩 (上部與下部凝灰角礫岩)。大尖山與荖寮湖山為本亞群中最老之火山, 座落在下部凝灰角礫岩之上。頂山岩流覆在上述二火山部份山坡上, 但橫在磺嘴山、鹿掘坪、大孔尾、與磺子坪頂部份岩流之下。

八煙山, 也是老火山, 由角閃石紫蘇輝石安山岩 Ahohy 所構成, 磺子坪頂岩流由含普通輝石角閃紫蘇輝石安山岩 Ahohy(au) 與角閃石兩輝安山岩 Ahohy au 所組成, 此岩流可能來自八煙山。

磺嘴山亞群之地層層序

地 層 名 稱	概略厚度 (公尺)	組 成 岩 成
13.大尖後山頂部熔岩	100	Ahoauhyol, Ahoauhy, Ahohyau, Ahohy, Aauhohyol, Aauhyhool, Ahohyauol
12.大尖後山下部熔岩	225	} Aauhyhool, Aauhohyol, Aauhyhool, Ahohyauol, Aauol(hohy,), Ahohyau
磺嘴山熔岩	50-250	
11.新無名岩流	< 100	Ahoauhyol, Aauhyhool, Ahoauhyol, Aauhohyol Aauhyho
10.老無名岩流	75	Ahohyauol
9.上部凝灰角礫岩	< 25 變化	凝灰岩與礫狀凝灰岩
8. 坡子坪岩流	50	Ahoauhyol, Ahoauhyol, Aauhyhool, Ahohyauol 與一些 Ahohy
7. 鹿堀坪岩流	100	Aauol(hohy), Aauhohyol, Aauhyhool
6.大孔尾岩流	125	Aauhohyol, Aauhyhool, Aauhyhool, Ahoauhyol
頂中股岩流	50	Aauhohyol, Aauhyhool, Aauhyhool
大坪岩流	75	Aauhyhool, Aauhohyol, Aauhyhool, Aauol(hohy), Ahoauhyol
5.八煙山熔岩	< 300	Ahohy
磺子坪頂岩流	50-100	Ahohy(au), Ahohyau
4.頂山岩流	75-100	Ahohyau, Ahohyau, Ahohyau, Ahoauhy
3.大尖山熔岩	240	Ahyhoau, Ahohyau, Ahohyau, Ahohyau, Ahyauho
2.荖寮湖山熔岩	150	Ahohyau, Ahohyau, Aauhyho, Ahyauho, Ahyhoau, Ahohyau
1.下部凝灰角礫岩	200	凝灰角礫岩與凝灰岩, 含 Aho(hyau), Ahohy(au) , Ahoauhy 角礫, 可能夾 Ahohy(au), Ahohyau 熔岩。
~~~~~不整合~~~~~ 中新世沉積岩		

(註：A：安山岩，au：普通輝石，hy：紫蘇輝石，ho：角閃石，ol：橄欖石)

### (七)南勢山亞群 (VII)

本亞群包括一座火山(南勢山,標高 323 公尺),一層凝灰角礫岩(下部凝灰角礫岩),與一個小侵入岩體(位於南勢西北方 1.5 公里之南莊層內)。南勢山可能為全地熱區最老之火山,此火山大部份為下部凝灰角礫岩所掩蓋,雖然山頂標高僅 323 公尺,如果從被埋沒之底部算起,此山之全部高度可能達 600 公尺。

南勢山亞群之地層層序

地 層 名 稱	概略厚度 (公尺)	組 成 岩 石
4. 沖積岩	102	Ahyau, Aauhy, Aauhy(ho) Ahoau(hy), Ahoauhy, Aauhyhool, Ahyho(au), Ahohy(au), Ahohy, Aho 滾石。
3. 下部凝灰角礫岩	150	凝灰角礫岩,由 Ahohy(bi), Ahohy(au), Ahoauhy, Ahohyau, Ahyhoau, Aauhy(ho), Aauhy, 等角礫所組成。
2. 南勢山熔岩	60-200+	含角閃兩輝安山岩 Aauhy(ho) 兩輝安山岩 Aauhy, Ahyau。
1. Ahoau(hy) 岩流	40	含紫蘇輝石角閃石普通輝石安山岩 Ahoau(hy)
~~~~~ 不整合 ~~~~~		
中新世沉積岩		

(八)丁火朽山亞群 (VIII)

本亞群包括丁火朽山、滴子山、八斗子山、一無名小丘,與二層凝灰角礫岩,分佈在國家公園區外。丁火朽山可能由三層熔岩與二層凝灰角礫岩所組成。

滴子山、八斗子山與另一無名小丘均由角閃安山岩 Aho(bihyau) 熔岩構成。

(九)凝灰角礫岩(集塊岩)

凝灰角礫岩是由火山爆發時堆積而成的火山碎屑所構成,常含多量角礫。前文所述上部凝灰角礫岩與下部凝灰角礫岩之劃分,主要是依據其位於主要火山或熔岩流之上方或下方。各地之下部凝灰角礫岩可能有生成先後之別。

其次,下部凝灰角礫岩的角礫種類各地不一,不同的角礫顯然來自不同的地區。下部凝灰角礫岩的上部常可發現類似風化的熔岩存在,岩質鬆軟,多數呈淺灰色,向下漸變為凝灰角礫岩,其間並無明顯界限,但與其上的熔岩界限甚為明顯,上部凝灰角礫岩的界限

，大多參考當地地形而定。

(+) 沉積岩地層

本地區周圍的沉積岩地層以中新世為主，僅一小部份屬於現代河谷堆積。中新世地層構成火山區的基盤，層序自下而上依次為：五指山層、木山層、大寮層、石底層。茲將各地層的岩性厚度與分佈扼要敘述於後：

五指山層出露在坎脚斷層以東（五指山一帶）及大礮嘴兩地，主要由厚層砂岩組成，內夾少量粉砂岩、泥岩、及頁岩。砂岩呈淺灰至灰白色，每層厚度超過 10 公尺者甚多，最厚者約達 50 公尺，粒度以粗粒及極粗粒為主，部份呈礫狀。是良好的含水層，附近溫泉區的熱水即產於其內。至於頁岩與泥岩，除在本層中部有一層厚約 20 公尺處，其他少有超過 8 公尺者。

木山層出露在大礮嘴以南。層厚約 600 公尺，由中粒至粗粒的厚層白砂岩，砂岩頁岩互層與密互層所組成，底部有一厚 30 公尺以上的頁岩。本層砂岩與頁岩的比例遠較五指山層為小，主要因為砂岩頁岩之互層與密互層十分發達。砂岩的平均粒度也較五指山層為小。

大寮層是海相地層，出露在雙溪河谷附近，何春蓀將此層分為上、中、下三段，各段厚 160 公尺（上），60 公尺（中），與 280 公尺（下）。上、下段由厚層砂岩、頁岩、粉砂岩、及砂頁岩互層所組成，砂岩多屬硬砂岩及亞硬砂岩，頁岩在本層下部較為發達，厚度十公尺以上者甚多。本層中段為青灰色至灰色、細粒至中粒的塊狀石灰質砂岩，內含化石帶數層。

石底層出露在東南部，坎脚斷層以西的內雙溪一帶。何春蓀將本層分為二段，下段厚約 160 公尺，內含三層白砂岩，各厚（自下至上）20~25 公尺、13 公尺、與 12 公尺。最下層白砂岩為本層與大寮層的界限，下段除含白砂岩外，並含砂頁岩互層。上段厚 150~160 公尺，由砂頁岩互層與密互層所組成，內夾可採煤層五層。石底層的岩性特徵為白砂岩層以及砂頁岩薄層互層與密互層甚發達，其中砂岩屬原石英砂岩、亞長石砂岩、與亞硬砂岩，正石英砂岩僅在下部出現。

三、地質構造

中新世沉積岩構成大屯火山群的基盤，其內存在著兩個主要逆斷層，即金山斷層與坎脚斷層。金山斷層通過金山沖積平原西側，距金山車站約 1 公里，斷層呈東北走向，向東南傾斜，傾角不詳，斷層上盤露出上部中新世的南莊與大埔層，下盤屬下部中新世的手指山層，地層落差約 2,800 公尺。這個斷層雖然全部被火山岩與現代沖積層所掩蓋，但是根據金山沖積平原兩側地層的差異即可推知其必然存在。再根據平原上鑽探的資料，可推測斷層的位置應在平原西側；又經海上音波探測證實此一推測正確無誤。此斷層可能向西南延伸，經竹子

山、小觀音山東麓下方，大屯山與南大屯山下方進入台北盆地西緣而與新莊斷層（大致上是林口台地與台北盆地的邊界）相連。

坎脚斷層位於大屯火山群的東南緣，也呈東北走向，向東南傾斜，斷層線大部份明顯露出，僅一小部份被沖積層與火山岩掩蓋。本斷層的下盤露出木山層、大寮層、與石底層，上盤為五指山層。地層落差在外雙溪附近約為500公尺，在雙溪與瑪鍊溪的分水嶺附近與萬里附近約為2,200公尺，都較金山斷層的地層落差為小，而且向台北盆地方面有逐漸消失的趨勢。

上述二逆斷層將大屯火山群的基盤分成三個構造單位，即金山斷層以西的地區為一單位（包括竹子山、大屯山等），金山斷層與坎脚斷層之間的地區為一單位（磺嘴山、大尖山、七星山等），坎脚斷層以東地區為一單位（此單位已不屬於火山群）。金山斷層以西地區的沉積岩（現代沖積層除外）大部份被火山碎屑岩所掩蓋，僅在金山沖積平原西側及沿海一帶，與竹子山北麓的尖山湖附近露出。

金山斷層與坎脚斷層間，瑪鍊溪上游地區的石底層，由於受斷層影響，走向傾斜頗為零亂，一部份呈東北走向，一部份呈西北走向。內雙溪與外雙溪地區（即雙溪之上下游），石底層與大寮層的走向自西北逐漸轉為東北而至東西，外雙溪附近並有一平緩之向斜構造。嶺頭以北地區沉積岩呈東北走向，向東南斜傾 10° 至 30° 。大磺嘴以南，北投以東地區地層呈現一褶曲軸向南傾沒的背斜構造，它的東翼呈東北走向，向東南傾斜 15° 至 23° ；西翼呈西北走向，向西南傾斜 18° 至 28° 。背斜頂部出現數條南北及東北走向的重力斷層，落差自數公尺至數十公尺不等。在北投西北的五指山層被一走向為北北西之斷層所切。斷層以東，岩層呈東北走向，向西南與東南傾斜 21° 至 52° 。坎脚斷層以東地區，為一地層呈東北走向，向東南傾斜 20° 至 30° 之同斜構造，但也有局部岩層呈西北走向，向西南傾斜的。

伍、地 史

一、區域地質史

上新世快結束的時候，台灣西部新第三紀盆地中最重要的造山運動開始發生。這時台灣中部有厚層礫岩（頭嵛山礫岩）的堆積。這些粗粒碎屑岩塊堆積在三角洲相到河川相的沉積環境中，可以證明新第三紀沉積盆地的東緣已劇烈上升而地槽中的海水也開始退却。這一個厚層礫岩向南和向北都漸變為細粒的碎屑沉積物，具有淺海和瀉湖沉積環境的特性。性質相似的粗粒礫岩也在南部六龜附近的屏東谷地中堆積（六龜火炎山）。這種陸地的急劇上升預示著主要造山運動即將來臨，這個運動在更新世早期達到最高潮。隨著褶曲山脈的隆起，西部新第三紀地槽盆地也同時遭受破壞。盆地中的新第三紀沉積物發生褶曲和逆斷層，滑移成堆，並且受擠升而成為高山。台灣地質文獻中，稱這個更新世早期的地殼運動為蓬萊造山運動。蓬萊是台灣的古名，這次造山運動影響台灣最劇，範圍最廣，所以就以蓬萊名之。造山運動以後的沉積物是紅土覆蓋的台地礫石，不整合掩覆在已受變動的新第三紀或更新世早期地層的侵蝕面之上，而且也含有這些岩層的岩塊。

當西部地槽盆地因上新—更新世的造山運動而遭受破壞之際，或者緊接在這個主要運動之後，廣泛的火山活動發生在台灣島的最北部和若干外島上。在北部海岸地區形成二個重要的安山岩火山群，這就是西面的大屯火山群和東面的基隆火山群。大屯火山群全部面積達三百平方公里，大約由二十個左右的火山合組而成。雖然目前仍舊缺少定年證據，有些地質學者推斷這兩個火山群最早的作用也許發生在上新世晚期，以後在更新世早期逐漸增加其強度並且持續到數萬年前。在同一更新世的時候，大量的玄武岩流以裂隙噴發方式在台灣海峽中的澎湖群島從新第三紀和更新世沉積物中迸出，在新第三紀盆地西側的陸台上造成廣大的層狀高原式玄武岩。在地槽區前陸上的火山噴發表示西部地槽中主要造山期將告結束，這種火山噴發可能和主要造山運動已經沒有什麼關係。

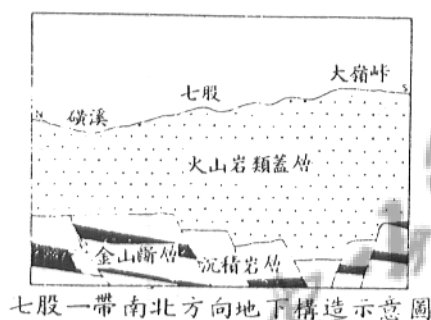
緊隨在更新世早期造山運動之後，新的沉積作用又在西邊新的沉積盆地內發生。這些地方就是現在的西部濱海平原、台灣海峽、和其他外海島嶼一帶。新的沉積作用表示西部地槽的沉積軸隨著地質年代的演變而不斷向西或向前陸慢慢遷移（經濟部，1974）。

二、火山活動史

顏滄波（1979）認為大屯火山群主要活動期間為晚上新世至早或中更新世，活動順序（自老至新）為觀音山→竹子山系→磺嘴山系→七星山系。在火山地層一節中已詳細敘述各火山亞群地層層序，有助於對本區火山噴發順序的瞭解。因而在此摘重點，補充說明如下：

大屯火山群的活動可分為早期、中期、晚期三個階段。早期活動可能包括南勢山、大油

坑磺溪岩流、與下部凝灰角礫岩的噴發。下部凝灰角礫岩在此一時期終了時噴發而成，當時火山活動必然極為強烈，本地區的火山碎屑岩大部份在該時期生成，至於主要火山與岩流則多生成於火山活動中期，這些火山與岩流大多已遭受相當程度的侵蝕。磺嘴山亞群中大部份的火山與岩流（VIb），以及七星山亞群的全部火山與岩流都生成在火山活動的晚期，大屯山也可能在此時期生成。各期火山岩流生成順序如下：



七股一帶南北方向地下構造示意圖

Ⅲ 晚期

磺嘴山亞群（VI b）

冬瓜山熔岩（大尖後山熔岩）

磺嘴山熔岩

兩層無名岩流

痾子坪岩流

鹿堀坪岩流

大孔尾岩流

頂中股岩流

大坪岩流

西區：

七星山熔岩

紗帽山熔岩

陽明山岩流

大屯山熔岩

Ⅱ 中期

東區：

八煙山熔岩

丁火朽山熔岩

涌子山熔岩

頂山岩流

大尖山熔岩

茅寮湖山熔岩

麻瘋山熔岩

西區：

竹子山熔岩

小觀音山熔岩

大屯山凝灰角礫岩

面天山熔岩

南大屯山熔岩

內寮山熔岩
 太平尾岩流
 嶺頭岩流(燒煖寮亞群)

I 早期

下部凝灰角礫岩
 大油坑礫溪岩流
 南勢山熔岩

地質時間表

代 紀 世 (Era) (Period) Epoch)			各時代開始時距現在的年數 (單位：百萬年)		
			Harland (1964)	Gilluly (1975)	Elint and Skinner (1977)
新生代 Cenozoic	第四紀 Quaternary	全新世 Holocene	0.01	0.01	
		更新世 Pleistocene	1.5	1.7-2.0	2?
	第三紀 Tertiary	上新世 Pliocene	7	5-6	6
		中新世 Miocene	26	25-27	22
		漸新世 Oligocene	37	37-39	36
		始新世 Eocene	53	53-54	58
		晚新世 Paleocene	65	63	65
中生代 Mesozoic	白堊紀	Cretaceous	136	136-138	145
	侏羅紀	Jurassic	192	190-195	210
	三疊紀	Triassic	225	225	250
	二疊紀	Permian	280	270-280	290
古生代 Paleozoic	石炭紀	Carboniferous	345	345-350	365
	泥盆紀	Devonian	395	395-420	415
	志留紀	Silurian	435	440-450	465
	奧陶紀	Ordovician	500	500 ca.	510
	寒武紀	Cambrian	570	570 ca.	575
先寒武紀 Pre-Cambrian			600-3500		580 4650

* 主要根據：The Phanerozoic Time Scale (Quart. J. Geol. Soc. London, 1964)。

早期火山活動中，下部凝灰角礫岩未噴發以前，火山僅在本地區的東北部、中部、與西南部（假如觀音山包括在內）零星出現，及至下部凝灰角礫岩生成時，火山作用始遍及全區。在火山活動中期，西區有一系列火山自西南向東北逐漸噴發而成，東區也有一系列火山形成，但不像西區的順序噴發。在火山活動晚期，火山僅在中部，即磺嘴山亞群（VIb）、七星山亞群、與大屯山等地噴發。

不同時期噴發不同的安山岩熔岩與角礫。金山沖積平原下方（海平面下 350 公尺附近）發現早期之熔岩流直接覆在下部中新世五指山層砂岩之上，其間並無與火山岩同時期之沉積岩生成，此點似可證明，火山活動初期該地原在海平面以上，後為熔岩所蓋，並發生陷落而降至海平面下 350 公尺左右。

陸、後火山活動及其形成的景觀

一、噴氣孔、溫泉的分佈

溫泉及噴氣孔分佈在北投與金山之間一個長約 18 公里寬約 3 公里的狹長地帶，可劃分為十三個溫泉區，即新北投、大磺嘴、大庄（後山公園）、陽明山、竹子湖、小油坑、馬槽、大油坑、三重橋、死磺子坪、煨子坪、金山、大埔等地，其中大磺嘴、小油坑、馬槽、大油坑、死磺子坪、與煨子坪噴氣孔活動甚為劇烈，陽明山與竹子湖二地有微弱噴氣孔，其他地區僅有溫泉而無噴氣孔。

溫泉溫度在 39°C 與沸點（ 98°C 士）之間。根據化學組成可將溫泉分成三類：第一類為酸性硫酸塩氯化物泉，產於新北投、馬槽、金山、與大埔等地；它的 PH 值在 1.3 與 3.9 之間，多數在 2 以下；氯離子含量高，而且常高於硫酸根離子含量；溫度自 45°C 至沸點不等，變化甚大。第二類溫泉為酸性硫酸塩泉，產於新北投、大磺嘴、陽明山、竹子湖、小油坑、死磺子坪、與煨子坪等地，它的 PH 值自 1.7 至 4.2 不等，多數在 2.5 與 3.1 之間；硫酸根離子含量遠較氯離子含量為高，後者通常不超過 20ppm，極少超過 50ppm；溫泉水的總固體物含量通常不高，可能是蒸氣冷凝或與地下水混合的緣故；溫度在 42°C 與沸點之間。第三類為弱酸至近中性之碳酸氫塩泉，產於離噴氣孔較遠的低溫帶，溫度在 39°C 與 56°C 之間，因水中存在二氧化碳，所以 PH 值較其他類溫泉為高，在 5.9 與 7.6 之間；溫泉水的總固體物含量不高，除碳酸氫離子外，水中也含硫酸與氯離子，前者含量常較後者為高（註：PH：氫離子濃度）。

噴氣孔一般溫度在 98°C 左右，最高（大油坑噴氣孔）可達 120°C ，噴出物質以蒸氣為主，約佔全部氣體體積 95% 至 98%，其餘 5%—2% 為不凝結氣體，包括二氧化碳，硫化氫，二氧化硫等。不凝結氣體中以二氧化碳為主，約佔全部不凝結氣體體積 60%—70%，少數噴氣孔則低達 33%—47%。另一常見的不凝結氣體為硫化氫，約佔全部不凝結氣體體積 20%—30%，少數則高達 37%—61%。二氧化硫含量不算高，佔全部不凝結氣體體積的 0.3%—3.6%。

由於本地區溫泉大部份呈強酸性，且溫度頗高，對安山岩之腐蝕作用甚大，同時噴氣孔所含硫化氫與二氧化硫氧化水解後也可能造成強酸（ H_2SO_4 ），對安山岩腐蝕更為強烈，又地表淺部已有的硫磺、硫化鐵氧化後也可能造成硫酸，愈增加安山岩之腐蝕，種種原因促使安山岩遭受強烈熱水換質，是故換質帶遍佈各溫泉區與其他曾有溫泉噴氣孔活動之地區（舊溫泉區）。

根據黃亞樹的調查，換質礦物計有低溫型白硅石（Low-cristobalite），低溫型鱗石英（Low-tridymite），低溫型石英，蛋白石，高嶺土，管狀高嶺土（Halloysite），變水

高嶺土 (Meta-halloysite)，明礬石，硬石膏，方解石，黃鐵礦，硫黃，蒙脫石，與透長石 (Sanidine)，等種，其中蒙脫石與透長石僅局部存在馬槽區地面及地下換質岩內。以礦物群為依據，換質帶可細分為弱換質帶、粘土化帶、明礬石化帶、矽化帶、與硫黃硫化鐵帶。矽化帶與硫黃硫化鐵帶多處於中心位置，與噴氣孔關係密切，明礬石化帶也多在噴氣孔附近，粘土化帶則在外圍。茲將各換質帶之礦物組成與特徵分別敘述於後 (黃亞樹 1967)：

二、熱水換質帶

熱水長期與岩石接觸而造成的換質作用，可使岩石的物理、化學性質改變，形成換質帶。大屯火山區常見的換質帶有下列數種：

- (一)弱換質帶：位於換質帶外圍，與新鮮安山岩或碎屑岩並無明顯界線；與粘土化帶的界線也難劃分。岩石中原有的長石與鐵鎂礦物外形仍可識別，但光澤與光性多已失去。換質礦物包括硫化鐵、管狀高嶺土、與低溫型鱗石英，後二者由長石換質而成，岩石裂隙常可發現氫氧化鐵。此種換質岩之一氧化鐵含量較原有者為低，但三氧化二鐵含量則較高，氧化鎂與氧化鈣含量則幾乎完全消失。
- (二)粘土化帶：在這個換質帶中的岩石呈白色或灰黑色 (被硫化物污染所致)，質軟且具粘性，母岩原有組織已被破壞，換質礦物主要有高嶺土、管狀高嶺土、與變水高嶺土，其次為黃鐵礦、硫黃、明礬石、石英、白矽石、與鱗石英。粘土化帶常在儲集層 (透水性較高的岩層) 的上方與外圍，是酸性熱水或蒸氣與火山岩作用所造成，粘土化作用在熱液活動的地點仍可見到，如死磺子坪、塘子坪等地。
- (三)明礬石化帶：這個換質帶多在高溫及強酸性環境下生成，例如噴氣孔周圍。母岩原有礦物與組織完全被破壞，換質岩呈白色或灰白色土狀，主要換質礦物為明礬石、石英、白矽石、及高嶺土。
- (四)矽化帶：①堅硬緻密帶，分佈在七股大油坑附近，岩石呈白色至灰色，岩質堅硬耐侵蝕，常顯示陡峻地形。換質礦物包括低溫型石英、低溫型鱗石英、明礬石、硫化鐵、硫黃、與高嶺土，二氧化矽含量有時高達 89%，明礬石與硫黃局部富集成礦。部份岩石孔隙度頗高，可能是以前熱水溶蝕岩中部份礦物而引起的。②鬆軟多孔帶，分佈於地表淺部，主要組成礦物是蛋白石與低溫白矽石。蛋白石的產狀有二，一種在原地生成；一種是溶解在熱水內的二氧化矽在他處沉澱而成。白矽石也有二種產狀，一種產在火山碎屑岩內，呈球形構造；另一種產在熔岩流內，呈塊狀。白矽石可能是由矽膠、蛋白石逐漸演變而來，如有適當環境，可能再演變而成石英。
- (五)硫黃與硫化鐵帶：它一般出現在硫氣孔或噴氣孔的中心區，由硫氣或硫化氣與安山岩發生交代作用而造成。硫黃呈黃色或黑色礦染、細脈、扁豆狀、塊狀、或充填於矽化帶的孔隙內。硫化鐵成礦染普遍存在換質岩中，但在此帶則富集成礦。硫化鐵成二種礦物存在，一

種為黃鐵礦，一種為黑硫鐵礦(Melnikovite)，由交代作用或沉澱而成。

(六)換質作用過程中的化學變化：換質岩的化學組成與新鮮安山岩的化學組成差別甚大，前者的氧化矽與氧化鋁含量可能發生大幅變化，氧化鎂與氧化鈣幾乎完全消失，二價鐵大部份氧化成三價鐵，含硫量與含水量大為增加，氧化鈦也較富集。部份換質岩中氧化矽大量增加與氧化鋁大量減少主要是因為酸性熱水對氧化鋁腐蝕力強而對氧化矽腐蝕力較弱的緣故。氧化鎂、氧化鈣含量銳減也是酸性熱水淋濾所致。二價鐵氧化成三價鐵多發生在地表淺部。含硫量增加原因在於換質岩內普遍存在硫化鐵與天然硫黃（淺部）。氧化鈦因較難被熱水溶解流失，故當其他元素被溶解流失後，它的含量便相對提高了。

三、陽明山國家公園區內的溫泉

曾有學術調查及記錄的溫泉，有新北投、大磺嘴、陽明山、竹子湖、小油坑、馬槽、三重橋、大油坑、埡子坪、死磺子坪、金山等。

大屯火山群溫泉區的溫泉同受一個熱源的影響，分佈範圍長達 18 公里，寬 3 公里。熱源的成因是火山運動末期的地熱活動。地面水下滲流入地層深部，受地下熱源加熱後，透過孔隙較大的地表岩層或裂隙外冒，形成溫泉露頭。由於大屯火山區，曾有強烈的火山活動，地層中含有豐富的火山氣體、礦物質，因此在形成溫泉的過程中，泉水中滲入了各種不同的礦物質。

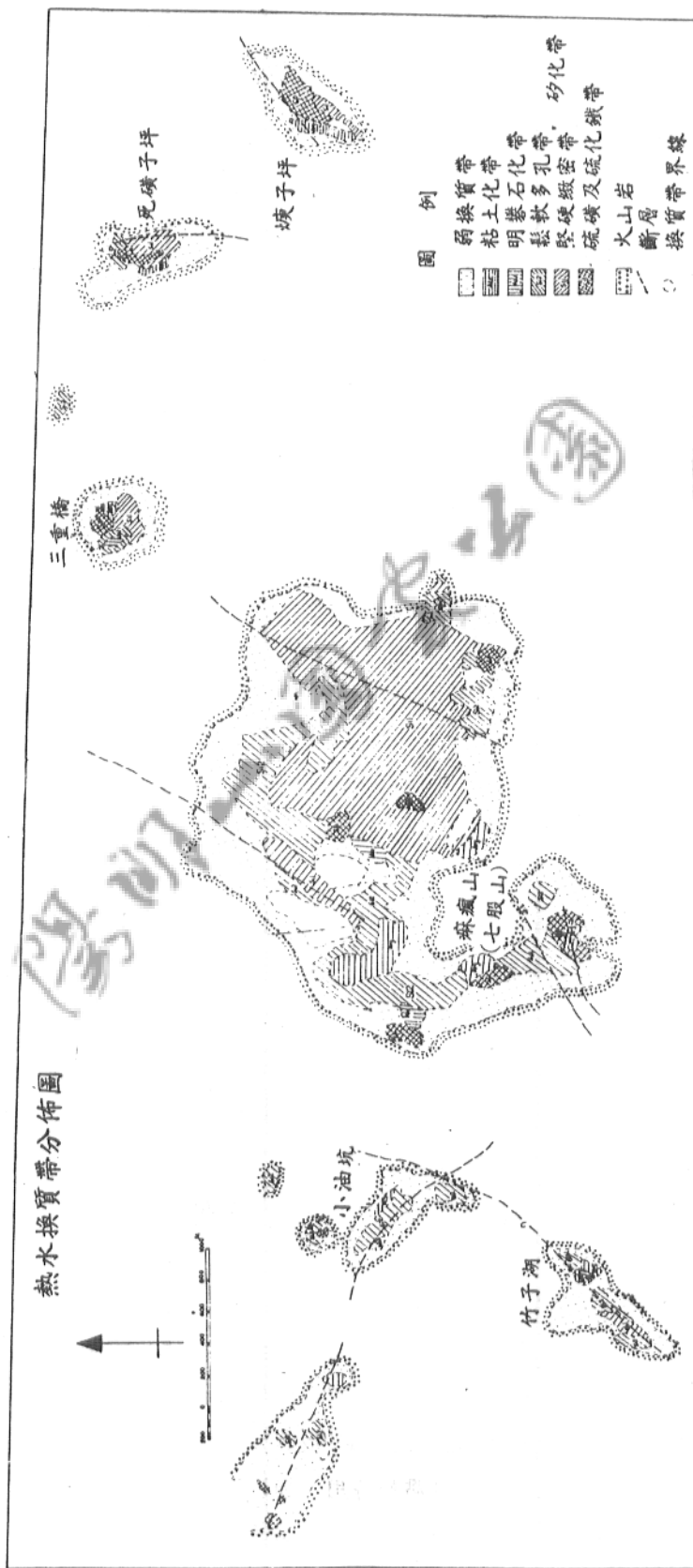
本區溫泉的泉質，大體上可分為三類，一為酸性硫酸鹽氯化物泉，成為火山區深部熱水，滲入火山氣體（包括鹽酸、硫氣、二氧化硫、三氧化硫、硫化氫、二氧化碳等）酸化後，混入少量地表水而成，所含硫酸比例甚高。第二種為低濃度酸性硫酸鹽泉，主要成因是地底蒸氣冷凝而成，含氯及硫酸根的份量都相對減低。第三種為低濃度中性碳酸氫鈣泉，這是地下水間接加熱後形成的。

從大屯火山群溫泉區溫泉露頭野外調查的結果顯示，本區溫泉以第一類溫泉居多，氫離子濃度在 1~4 之間，普遍含有濃重的硫化氫臭味，如象頭溫泉、地熱谷溫泉，都是典型的代表。景觀上往往優於全省其他地區的溫泉，例如七星山噴氣孔、馬槽溫泉、象頭溫泉等處，熱汽常與溫泉同時外冒，形成特殊景觀。而且在溫泉露頭附近，常出現硫磺礦物的黃白色粉末，草木不生，一片荒涼。

大屯火山群溫泉區地近台北市，開發早已迅速，目前北投一帶已成家喻戶曉的溫泉觀光勝地，行義路、湖山里溫泉，則又以土鷄山莊的形態出現，遊客熙攘。金山、北投、磺港較偏遠，但也有不少溫泉山莊、旅館，成為週末渡假的好地方。

除了觀光價值外，本區溫泉的地熱價值也早成各方矚目的對象。本區地熱具有高溫、量多的特色，可惜多屬酸性，且具有強烈腐蝕作用，所以迄今未能用於發電。唯馬槽地區曾鑽井達 1500 公尺深，取得攝氏 293 度的高溫熱水，並用於農業養殖實驗，如鱒魚、蝦的養殖

熱水換質帶分佈圖



，花卉栽培，木材乾燥等。國家公園內的溫泉介紹如後：

(一)馬槽溫泉

馬槽位於台北市北投區湖田里，南距陽明山 9 公里，北離金山 15 公里，即位於陽金公路旁馬槽橋的東側。

馬槽溫泉地處山陰、冬來多雨，景觀特殊。山頂多雜草和野杜鵑，春來雜花齊放，景色甚佳，而山腰以下寸草不生，溫泉處處，溪流縱橫，景觀奇異。

馬槽溫泉為火山性溫泉，泉水呈酸性反應，氫離子濃度為 3，源頭的水質呈灰色半透明啞之無味略澀，水溫為攝氏 75 度，出水口周圍有黃色凝結物，帶有硫磺味，為硫酸類氯化物泉之一，不能飲食。溫泉水量豐盛，四時不竭。

(二)陽明山溫泉

陽明山溫泉分前山溫泉、後山溫泉兩部份。民國十年，草山道路開通後，溫泉區才正式開發。

陽明山區蘊藏大量地熱，故多溫泉，前山溫泉泉源在現今中山樓東側山麓，水量豐沛，四時不竭，水溫在攝氏 70 度以上，經地上陶管導入居室後，水溫雖已大減，却還高達攝氏 68.5 度，水質清澈微透乳白，呈弱鹼性反應，氫離子濃度為 8。另外在中山樓停車場前有一硫磺口，泉水汨汨湧出，因有冷水混入，水溫僅為攝氏 48 度，呈乳白色，水質為弱酸性，氫離子濃度為 6。後山溫泉源頭在後山公園的中興賓館。

(三)鳳凰溫泉

鳳凰溫泉隸屬台北市北投區泉源里，位於泉源路紗帽山下雙重溪的溪谷中。陽投公路環繞於側，前有紗帽山，後有陽明公園，風光優美，景色如畫。鳳凰溫泉為大屯火山群的溫泉露頭之一，泉質特殊，非一般火山地形帶的硫磺泉。

鳳凰溫泉為碳酸氫類泉，氫離子濃度為 7.5，屬弱鹼性碳酸泉，水質清澈透明，長期飲用有助健康。水溫約在攝氏 55 度左右，水量則因季節而異，乾季較少，雨季較豐。本溫泉區的溫泉露頭，因含有鐵質，故又稱為“鐵泉”。據說溫泉還可以治各種皮膚病，並對風濕、神經痛等俱有療效。但鳳凰溫泉位於溪谷之中，不易繼續開發。

(四)龍鳳溫泉

龍鳳溫泉位於台北市北投區泉源里泉源路雙重溪的溪谷中，也就是陽投公路紗帽橋鳳凰溫泉的北面，與鳳凰溫泉只有一嶺之隔，也是陽明山地熱溫泉之一，水質與水溫都與鳳凰溫泉相似。

龍鳳溫泉與鳳凰溫泉只相距一站，從陽明山轉陽投公路過紗帽橋後繼向西行，過筆鼎橋，從至妙寺對面山徑下至溪底，徒步祇需五分鐘即達；另外，從鳳凰溫泉也有小徑可通龍鳳溫泉。

龍鳳溫泉與鳳凰溫泉雖因一山之隔成為兩處溫泉區，但却同屬陽明山地熱溫泉區，因

此泉質相似，泉水剛出地面時約攝氏 58 度，由於溫泉位於溪谷中，水量常受雨量影響而有升降，水質清澈見底，與自來水沒有兩樣，而所含礦物質則有過之。氫離子濃度為 7.5，呈微鹼性反應。

龍鳳溫泉因泉源位在公有河谷中，不能作永久建築，以前僅有臨時建築，供當地居民及過往遊客沐浴。

(五)湖山里溫泉

磺溪為基隆河的支流，環繞北投區與士林區的交界，隸屬台北市北投區。磺溪流經紗帽山湖山里山脚，蜿蜒南行，經天母公園，至雙溪橋折向西行，注入基隆河。磺溪上游的櫻園、六窟、七窟等新興溫泉，因屬湖山里，故稱為湖山里溫泉區。

櫻園、六窟、七窟均在紗帽山西麓，溫泉區沿山勢而建，溫泉水則引自磺溪上游山區的溫泉露頭處，由於當地列入管制，只可以建浴場，不得申請旅館營業，所以業者常以土雞城的姿態出現，以土雞大餐和溫泉浴吸引大批遊客。

大致上說，本區溫泉泉質可分為兩種，一為白磺水，泉源水溫可高達攝氏 90 度以上，流經 2 公里左右的水管導引後，水溫仍高達攝氏 50 度，氫離子濃度均在 1 左右，為酸性硫磺泉。泉水苦澀不堪，可沐浴但不可飲用。白磺水為高度硬水，只能用白硫磺專用肥皂洗浴。另一種為鐵磺水，經過水管導引後的水溫為攝氏 42 度，氫離子濃度為 7，似屬中性泉，用香皂即可洗浴。

白磺水屬硫磺泉可治療皮膚病，鐵磺水則可治風濕症、關節炎等。

(六)行義路溫泉

磺溪自湖山里越紗帽橋南下，在行義路東側順著山勢南流，溪流縱跨北投區和士林區，溫泉區即在傳教高中與天母公園之間的溪谷中。自北而南，分別為象頭溫泉、磺溪嶺、峯溪溫泉等。行義路東側山谷一片荒蕪，寸草不生，地熱噴氣孔零星外冒，構成一幅特有的景觀。附近居民或外來投資者，趁著北投溫泉中落之際，在此廣建土雞城、土雞山莊、溫泉山莊等，以廣招遊客。

本區溫泉露頭處頗多，且都在磺溪東側山麓，泉源自攝氏 80 度到 56 度不等，也有低於攝氏 25 度者，泉水為青白色，氫離子濃度 1~2 左右，屬酸性硫磺泉，流量豐富，不可當泉水飲用。

本區山麓荒蕪一片，土地都是白色或黃色粉泥狀，地熱與溫泉同時外冒，形成一窪一坑的溫泉露頭，由於蒸發和地熱的關係，每個露頭中的溫泉溫度也不同，泉水的色澤或清或濁，但味道卻大致相似，全都苦澀難嚥，硫磺味濃郁不堪，聞之欲嘔，溫泉源頭以不接近為宜，免得被燻昏或燙傷。本區溫泉因含多種礦物質，可治皮膚病、風濕、關節炎等。

(七)北投溫泉

北投隸屬台北市北投區，為台北地區歷史悠久的古蹟之一。早在清初即設治屬諸羅縣

，後幾經改隸，光復後始稱北投鎮，民國 57 年才劃入大台北市行政區中。北投之所以名聞遐邇，倒不是因為它悠久綿長的歷史，而是泉湧不絕的溫泉。

北投溫泉的源頭很多，山澗河谷常有溫泉露頭出現，溫泉流量大的，每為旅館業者引泉利用。目前利用情形較多者，有地熱谷的青磺和十八分的白磺，其他則利用較少。

地熱谷溫泉又稱為青磺，屬酸性硫磺泉，氫離子濃度為 1，泉溫在攝氏 85 度左右，呈灰色半透明，有濃重硫磺味，不可飲用，小的流量頗豐，集泉成流。

白磺在十八分大磺嘴一帶，即陽投公路西側山邊谷地，屬弱酸性單純泉，氫離子濃度在 4~5 之間，呈乳白色，略帶硫磺味，可以飲用，但不宜多飲。出水處為利用地熱井將泉水加溫，故水溫頗高，流量亦豐。泉水經管流到旅館區後，仍高達攝氏 45 度左右。

由於北投溫泉露頭很多，各泉泉質也不盡相同。有些溫泉旅館或私有土地，也有溫泉露頭，且泉質特殊，成為別樹一格的私有浴場。如原為日據時代的陸軍偕行社，其泉質屬弱酸鹽類泉，泉溫在 43~51 度之間，清澈透明無色無臭。又如現在的交通部郵政訓練所內之溫泉，泉質無色無臭，氫離子濃度為 1，屬強酸泉。

北投溫泉區的公共設施，包括北投公園、地熱谷、兒童遊樂區、飯店旅館區等，四處呈現一片繁榮熱鬧的局面。

地熱谷為一奇景區，可惜太過人工整修，而且遊客使用過繁，不僅景觀嚴重損壞，而且造成各種污染。

台灣溫泉調查表

編號	溫泉	名稱		溫度(攝氏)	氫離子濃度	流量(公升/分)
		現名	舊名			
大屯火山群溫泉區	淡水河	陽明山	草山	70	2.1	1,000
		鳳凰		55	7.5	
		龍鳳		58	7.5	
		湖山里		42 - 90	1~7	
		行義路		56 - 80	1~2	
		北投		100	1.6	
	磺溪	馬槽		75	3	多量 100 200
		死磺子坪		94	3.9	
		大油坑		96	1.4	
		七星山		97	1.7	
		小油坑				

柒、礦物資源

一、礦床

本區內已發現或開採的礦產包括：金、硫磺、硫化鐵、白土、褐鐵礦、明礬石、鋁礬土等，分述如下：

(一)金礦：

在大屯山群中，曾發現的金礦有下列四處：基隆西北的萬里與金山、陽明山與金山間的三重橋及北投西北方的興福。附近地質都屬於第三紀中新世的沉積岩以及安山岩、集塊岩等。礦床大都孕育在受過矽化作用、明礬石化作用、或黃鐵礦化作用的母岩內，屬於淺熱水性交代礦床。在前述兩礦床內，含有默鐵礦、硫砷銅礦、硫磺及明礬石等礦物。一般而言，本地區金礦的含金量甚低，無開採價值（林朝榮，周瑞燦，1974）。

(二)褐鐵礦：

前經濟部礦產測勘團調查發現的露頭中除WL 6 位於七股外，其餘都集中在大油坑一帶的小河谷裏，其中礦體較大，具有經濟價值的WL 1 及WL 3 兩露頭即在陽金公路長宏橋上方。

大油坑露頭區，位於七股大油坑一帶，北自陽金公路，南至大油坑噴氣口，東以發源自大油坑噴氣口的磺溪支流為界，西以七股台灣礦業七股礦場為鄰。南北800公尺，東西1300公尺的山區中（標高380公尺至600公尺間），分佈著大小不一的褐鐵礦露頭，其中較大而具有經濟價值的WL 1 露頭位於大油坑公路局招呼站西120公尺的小溪上游，自長宏橋上溯約340公尺處。WL 3 露頭則位於同一溪谷，自長宏橋上溯約95公尺處。WL 6 露頭則位於七股台灣礦業辦事處前一小山坡上。

褐鐵礦呈黃色、褐色、或部分呈紅褐色，光澤黯淡，體不透明、塊狀、礦體中具有無數細孔，條痕呈黃或黃褐色，比重2.7至3，斷口為不平至土狀、硬度大、質脆。安山岩碎片、黏土及安山岩卵石常混雜在礦體中，混合的比率不定（隨地而異），少者完全缺如，多者至60%以上，因此這些雜質成為影響褐鐵礦品位的一大因素，部份褐鐵礦富植物化石，如完整的樹葉及樹枝等。

大油坑WL 1 礦體以 10° 傾斜的層狀體（向上傾斜）存在表土層之下，向山心延伸而漸消沒。岩石中鐵份溶解形成硫酸鐵後搬移至低窪地區，氧化成氧化鐵並取代殘積樹葉，枝莖等生成沈澱形成。因此，促成褐鐵礦生成的有利環境條件之一是有枝葉堆積的低窪地。高品值的褐鐵礦常與植物殘跡共生（經濟部礦產測勘團，1961）。

大油坑車站下方溪谷的礦體，已由輔導會採掘殆盡。

(三)明礬石：

分佈在大油坑、七星山的東南坡以及東北山稜等處。礦石普通呈白堊狀，含氧化鐵的時候則帶紅色或棕黃色，緻密或多孔，時時顯出母岩的斑狀構造。礦石主要成份是石英、明礬石、及高嶺土。明礬石普通呈微細的結晶，肉眼很難識別。礦床由安山岩受後火山作用的明礬石化作用而生成。

明礬石礦床於第二次世界大戰前後，曾被識為鋁與鉀的來源。七星山區的明礬石礦床，都胚胎在第四紀安山岩類及安山岩質集塊岩所構成的火山岩中。

礦床露頭大小不一，零星散佈。礦床都在後火山活動地區內發現，區內熱水活動極為發達。

礦床呈不規則塊狀，通常數公尺寬，十數公尺長，但大者達數十公尺至百公尺長，露頭都被厚薄不一的表土所覆蓋。

因為礦石品質普遍較差，因此在許多礦床中，只有四個主要礦體，曾經加以開採，據鑑定這四個礦床中較重要而最大的是冷水坑礦床及七股礦床兩處。

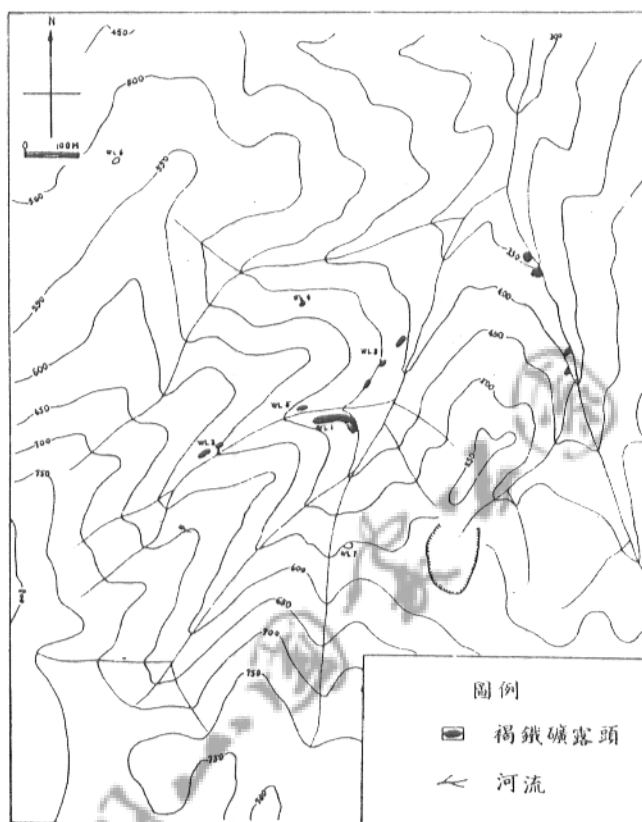
據早期調查報告，七星山區明礬石礦露頭共有七個，如圖所示為A，B，C，D，E，F，G。其中只有一個出現在大油坑地區，其餘都分佈在冷水坑及七股兩區，而呈北東走向之帶狀，分佈在七星山東北側的山稜上，主要礦床是露頭A及B兩處(林迺信，1957)。

(四)硫磺礦(台灣省通誌，卷4，1969)。

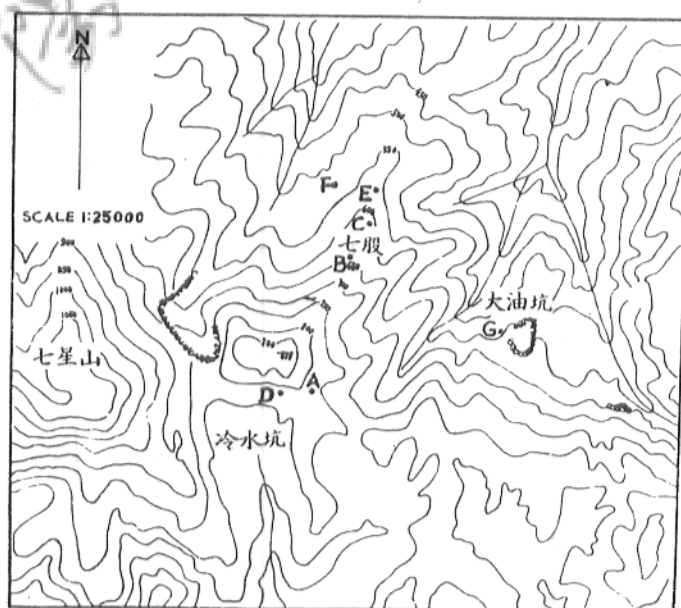
七星山區是本省天然硫磺生產中心，硫磺主要生成於爆烈火口內的硫氣孔附近或黑色硫化鐵礦體中。目前生產的天然硫磺，大部份分佈在硫氣孔附近，如小油坑、大油坑、煨子坪等地。

本區自然硫磺礦床可分為三種：

- (1)昇華硫磺：由硫氣孔噴出的含硫氣體或硫磺瓦斯附著在硫氣孔或附近岩石及土砂表面而生成的。大部分的爆烈火口裏都有這種礦床，常常形成美麗的硫磺結晶，目前仍繼續發育生成中，其中以大油坑規模最大。
- (2)礦染硫磺：由地下深處噴出的硫磺氣或硫質溫泉侵滲在岩石中，或將岩石中的成份礦物，分解糜爛，並在岩石中礦染硫磺，或交替岩石成為硫磺塊者。岩石因此呈淡黃色，或黝色，稱為「岩磺」。常伴隨矽化作用及明礬石化作用，礦床中也時常胚胎硫化鐵。這種礦床是台灣最重要的天然硫磺礦床之一，其中以死磺子坪(位於磺嘴山北側頂中股)規模最大。
- (3)沉澱硫磺：沉澱硫磺只分佈在冷水坑一地，是噴出在爆烈火口湖中的硫磺瓦斯，在水中形成硫磺粒或硫磺粉末，再與土砂混合，堆積在位於七星山東側盆狀地帶低窪沼澤池而形成的礦層。顏色淡黃或褐黃，呈紋狀構造，冷水坑沉澱硫磺礦床中的富礦體，似因交代作用而成，散雜在一些灰白色或灰黑色礦土層中，質堅硬，呈樹脂狀光澤，帶青黑色。此種富礦體可能呈不規則的板狀扁豆體。七星山一帶的天然硫磺礦床，仍繼續生育中。



大油坑褐鐵礦露頭分佈圖



七星山明礬石分佈圖

，只要後火山活動不停止，天然硫磺床的生育，應當不會中斷。只有礦染礦床的蘊藏量，因長期開採，將逐漸減少。

三重橋及埤子坪（位於磺嘴山的東北麓附近）也產硫磺，尤以後者的爆裂火口縱深八百公尺，寬二百公尺，下方有長徑一百廿公尺，短徑七十公尺的橢圓形地區。這個低窪地裏後火山活動旺盛，各處可見噴氣及熱泉湧出。

各地礦床的性質與含硫單位列如下表：

礦場地點	礦床種類	平均含硫品位（%）
大油坑	自然硫 { 昇華 礦染	95 35
死磺子坪	自然硫 { 昇華 礦染 黑色硫化鐵礦	94 25—35 33—36
冷水坑	自然硫—沉澱	土狀硫磺 10—30 硫 磺 70—80
埤子坪	自然硫 { 昇華 礦染 黑色硫化鐵礦	35—40 30—40
三重橋	自然硫 { 昇華 礦染	

各區礦床說明如下：

- (A)死磺子坪：在磺嘴山北側，有噴氣口數處，礦石呈帶灰的淡黃色，礦床長約300公尺，寬30餘公尺，儲量估計達60萬公噸。礦石含硫性質均勻，曾經月產100公噸；在山谷東北側有扁豆狀硫化鐵礦床出現，由德記礦業公司經營。
- (B)埤子坪：位於死磺子坪東北側，中隔一山脊。低窪爆裂火口長約800公尺，寬約200公尺，礦床與硫化鐵共生，色黑、質堅、比重大。礦區西南部分屬德記礦業公司，儲量較少。東北部原屬經濟部金屬礦業公司，後轉售民營；儲量約達20萬公噸，曾經

月產約 100 公噸，僅次於磺嘴山與死磺子坪。

(C)大油坑：是台灣最大的昇華硫磺礦床，礦區內有數個爆裂火口，現仍活動，噴氣甚旺。在噴氣口設有冷凝管，以往每月可產含硫 99.5 % 的硫磺 6 公噸。礦石儲量不多，曾月產約 30 公噸，屬德記礦業公司經營。也是今日依舊生產的主要硫磺礦。

(D)三重橋：在死磺子坪之西約 4 公里，有自建公路與陽金公路相通。礦區沿山脊分為內外二坑，內坑礦床為昇華硫磺礦床，礦石作灰白色，因混黏土過多，須先經洗選；外坑為礦染礦床，礦石作黑色，含硫成份較高，可直接熔煉，曾經月產約 15 公噸。

(E)小油坑：也是爆裂火口，有噴氣孔 2 處；接近陽金公路，運輸便利。礦床為昇華硫磺礦床，儲量有限，原屬經濟部金屬礦業公司，後轉售民營，以往月產也只有數公噸。

(F)大磺嘴：在新北投東北約 1.5 公里，屬礦染礦床，開採已告完畢。曾經月產 10 餘公噸，由德記礦業公司經營。

(G)竹子湖：礦區分佈在陽金公路兩側，礦床兼為昇華與礦染。採掘已告完畢，曾經月產 10 餘公噸。

(H)冷水坑礦場：冷水坑礦場為本省唯一沉澱硫磺礦床，位於七星山東側，為一山間盆地，盆地內有四個沼澤池，其池底噴出硫磺瓦斯（ H_2S 、 SO_2 ）。因微粒之游離硫磺所致，沼澤水色渾濁，因緩續沉澱，成為土狀礦層。礦土色呈白黃或淡灰，其含硫成份平均約 20 % ~ 40 % 左右。開採後，原地形已經面目全非。

後來曾經發現色呈樹脂狀光澤之帶青黃黑一部富礦體，係依交代作用所成之礦染硫磺，原礦為堅硬質，散雜於所採掘之灰白色或灰黑色礦土層中。礦體形狀推測為不規則之板狀扁豆體。含硫成份極佳約有 70 % ~ 80 % 左右。

(五)硫化鐵礦：

硫化鐵礦床呈不規則塊狀或扁豆狀，已發現 30 餘處，主要分佈在頂北投、馬槽、七股、埤子坪與死磺子坪一帶。其中以七股所發現的扁豆狀礦體較大，儲量估計達 30 萬公噸，礦石含硫約為 40 %；以地下開採法採礦，曾月產約 500 公噸。在頂北投、埤子坪及磺子坪等地，則以露天開採法採掘，曾月產各約 200 ~ 300 公噸。

台灣本島黑色硫化鐵礦床的分佈，只限於七星山地區爆裂火口及其附近（也即是天然硫磺生產區域內）。礦石以黑色白鐵礦為主，黃鐵礦為副。含有不規則自然硫磺，因此含硫成份局部富化，礦石大部份呈堅硬塊狀，但也有不少多孔質樹枝狀或粘砂質的礦石。

硫化鐵呈不規則塊狀、扁豆狀或扁豆狀礦脈的礦體，通常走向延長數公尺至十餘公尺，寬 1 ~ 2 公尺至數公尺。七股礦場發現的扁豆狀礦脈（走向 $N 5 \sim 10^\circ E$ ，傾斜約 $45^\circ NW$ ），走向延長似有數十公尺至數百公尺，平均厚約 3 公尺。30 多個礦體散佈在七星山及磺嘴山等廣大地區，主要分佈地點有三：

一頂北投

—馬槽—七股

—死礮子坪—煖子坪

礦床與後火山活動有密切關係，乃經熱水溶液媒介之裂隙充填及交代作用形成。賦存地域限於爆裂火口及其附近（即天然硫磺產出區域內），佔地表之淺處，自數公尺至數十公尺，最深不過100公尺。

礦石呈暗灰色或黑色，比重3.5~4.0，容易分解而變為透明或半透明之硫酸鐵。礦石一般為堅硬，且多孔，大部分伴有自然硫磺，通常自1%至5%最多不過10%。此外被包含於粘土中之扁豆狀礦脈或眼球狀之小塊，甚易分解，變為軟質脆狀物質。

礦體周圍大部分以粘砂質硫化鐵礦圍繞，乃是初生硫化鐵礦分解而成。礦石通常由白鐵礦及黃鐵礦的結晶所成，自然硫磺呈微細網狀，存於礦石間的裂隙。脈石由石英、高嶺土及其他粘土質物質而成；粘土質物質常含重晶石。

礦石品位最佳者含硫40%~50%，但通常為25%~40%不等，（省通誌，卷4，1969）。

(六)放射性礦物：

(A)北投石〔(pb, Ba)SO₄〕結晶屬斜方晶系，產於北投的北投溪內。北投溪河床上岩屑及礫石表面及礫石的間隙中，溫泉沉澱物附著或充填其間，造成一層層皮殼，北投石即是這沉積物中的一種，它常生長在皮殼的最外層，由近於菱形的細小晶體密集而成，呈淺褐色或乳白色。上述的溫泉沉積物，除北投石外，大部份是黃褐色的黃鉀礬，此外有蛋白石質氧化矽、硫磺、褐鐵礦等，此外在溫泉泉源附近尚有少量石膏、明礬石、綠礬、毛礬、雄黃、及雌黃等礦物。

北投石在化學成分上，是一種硫酸鉛和硫酸鋇的化合物、其化學分析結果如下：

PbO	19.38	17.88	Na ₂ O	1.53	沒定出
BaO	42.27	47.20	SiO ₂	0.97	沒定出
SO ₃	31.70	31.06	P ₂ O ₅	0.00	沒定出
Al ₂ O ₃	0.48	0.41	H ₂ O	—	0.15
Fe ₂ O ₃	0.43	0.41	lg, loss	2.74	—
CaO	0.17	0.05	Total	100.09	96.72
MgO	0.28	0.04	PbSO ₄ 對		
SrO	痕跡	沒定出	BaSO ₄ 之	24:76	21:79
K ₂ O	0.14	—	分子比		

此外北投石中尚含有稀有元素、放射性元素 Ra、Bi、Po、Ac、Gd、Dy、Er、Yb 等。

北投石的物理性質多與重晶石或硫酸鋁礦相似，比較它們性質如下：

	硫酸鋁礦	北投石	重晶石
比 重	6.3	4.69-4.83	4.5
硬 度	2.7—3	3.0—3.5	2.5—3.5
屈 折 率 $\left\{ \begin{array}{l} N_2 \\ N_x \end{array} \right.$	1.894	1.709	1.648
	1.877	1.694	1.636
複屈折率	0.017	0.015	0.012
光角 (2V)	60 ~ 75(+)	~ 45(+)	37.5(+)
晶 胞 三 軸 尺 度 (A)	8,480 5,398 6,958	8,800 5,420 7,120	8,878 5,450 7,152

(B)鈾：數年前，由於能源日漸缺乏及配合國內政策方針，因此在經濟部支持下，礦業研究所曾從事鈾礦探勘，初步分析結果顯示：本區安山岩的鈾含量和世界各地安山岩的鈾含量相當，但熱液換質帶的鈾含量局部有偏高的趨勢；外圍沉積岩的平均鈾含量尤較安山岩本身為高。但是並無任何經濟價值（經濟部，礦研所，1972）。

(七)鋁礦：

大屯山區鋁礦普查結果在磺嘴山地區發現鋁礬土礦潛能地區。鋁礬土礦的產狀、品位變化與母岩礦物組成，地形、紅土化作用之關係，說明如下：

調查探勘結果顯示，鋁礬土礦床屬紅土型風化殘積礦床。即發育在火山碎屑或碎屑岩經深度紅土化作用後所形成之殘留紅土層中。鋁礬土呈略不規則之礦層賦存在接近岩盤的部份，因此，礦層空間的分佈形態乃受制於岩盤之古地形。低窪地區往往易被厚沖積層所覆蓋。一般可採礦層都賦存在山丘或高地，而礦層上方又覆蓋數十公分至5公尺不等之表土層，屬於潛伏型之礦層。礦床因受成礦期原地形及後火山作用之影響，致使其產狀略呈不規則之礦層。自地表而下之產狀為，表土層、混合帶、鋁礬土礦層及半風化至新鮮之安山岩或岩流。礦層一般厚約2~4公尺，最厚達8公尺。其礦物組成以三水鋁石為主，另含赤鐵礦、半風化角閃石與輝石以及少量褐鐵礦、方矽石、磁鐵礦等。礦層外觀呈褐色至紅褐色疏鬆土或多孔質類似海棉結塊。其化學成份全 Al_2O_3 在35~50%，有效 Al_2O_3 30~46%， SiO_2 如無角閃石輝石等之污染可在5%以下，代表性之礦層化學分析如下表，鋁礬土之品位一般有效 Al_2O_3 為25~46%，其中以30~40%佔多數，礦層厚自

1~9公尺頗具變化，一般維持2公尺左右。大體上呈層狀連續分佈，惟遇到古地形窪地、古河道、含岩塊多及地形陡坡之處，礦層易變薄或尖滅。

鋁礬土礦化學分析表

礦樣類別	全 Al_2O_3	有效 Al_2O_3	全 SiO_2	反應 SiO_2	Fe_2O_3	L.O.I.	備註
井39試坑原礦樣	47.32	44.88	5.08	3.81	17.43	27.33	
G16露頭原礦樣	38.35	26.42	16.78	11.64	16.01	22.12	
ML-5明溝礦樣	44.22	36.80	9.92	6.02	16.92	25.10	
ML 25-2明溝礦樣	47.47	44.40	6.10	4.10	16.33	27.84	

本礦床一般呈疏鬆土狀，含角閃石及新鮮安山岩塊為其特徵。

由上述鋁礬土礦層及其母岩風化過程中之殘留風化岩石或礦物，顯示三水鋁石係由此等火山凝灰岩成碎屑經深度風化作用之最終產物，亦即長石及鐵鎂礦物等造岩礦物經地表水之淋濾作用，矽及鈣鎂淋失，鋁、鐵則因溶解度小而在風化層底部復淋積而成鋁礬土礦層，刻暫以有效 Al_2O_3 25%以上之鋁礬土當為估計儲量之對象，戊區儲量總計為500萬公噸。所得該區鋁礬土儲量約為300萬公噸，表土之土方約330萬立方公尺，礦層中所須廢棄之岩塊約130萬立方公尺（礦研所，1981）。

二、礦物目錄

(一)自然元素礦物類

硫磺 (Sulphur) [S] 斜方晶系：自然硫磺由後火山作用生成在硫氣孔附近，如大油坑、小油坑、死磺子坪、埤子坪、大磺嘴。

金 (Gold) [Au] 等軸晶系：三重橋（及萬里萬山坑）附近，無經濟價值。

(二)硫化物礦物類

雌黃 (Orpiment) [As_2S_3] 單斜晶系：產於北投溫泉之沉積物中。

黃鐵礦 (Pyrite) [FeS_2] 等軸晶系：產於黑色硫化鐵礦床中。

白鐵礦 (Marcasite) [FeS_2] 斜方晶系：產於黑色硫化鐵礦床中。產於台北縣金山鄉死磺子坪及埤子坪地區之隱晶質黃鐵礦及白鐵礦又稱「黑硫鐵礦」。

硫砷銅礦 (Enargite) [$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_5$] 斜方晶系：在金山鄉金包里鑛山可見。

(三)氧化物礦物類

鱗矽石 (Tridymite) [SiO_2] 六方晶系：產於安山岩熔岩中。

白矽石 (Cristobalite) [SiO_2]：產於安山岩熔岩中。產於大屯火山群的白矽石屬低溫白矽石，其生成溫度低於攝氏 240° 至 275° 。其產狀有二；一為產在安山岩岩基（

Groundmass)中之變換安山岩熔流 (Altered andesite lava)。; 另一為同一區內, 硫一黃鐵礦床中之變換粘土帶中。

蛋白石 (Opal) $[\text{SiO}_2]$ 非晶類: 產於安山岩熔岩中; 陽明山及紗帽山且產貴重蛋白石 (Precious opal)。

鈦鐵礦 (Ilmenite) $[(\text{Fe}, \text{Mg}) \text{O} \cdot \text{TiO}_2]$ 三方晶系: 產於火成岩中。

磁鐵礦 (Magnetite) $[\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3]$ 等軸晶系: 產於火成岩中。

褐鐵礦 (Limonite) $[2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}]$ 非晶類。

(四) 矽酸鹽礦物類

斜長石 (Plagioclase) $[x \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2 + y \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2]$ 三斜晶系: 包括(1)中性長石 (Andesine) $[\text{Ab}_{70-50} \text{An}_{30-50}]$, (2)鈉鈣長石 (Labradorite) $[\text{Ab}_{50-30} \text{An}_{50-70}]$, (3)亞鈣長石 (Bytownite) $[\text{Ab}_{30-10} \text{An}_{70-90}]$ 等, 產於火成岩中。

紫蘇輝石 (Hypersthene) $[\text{Mg}, \text{Fe}) \text{SiO}_3]$ 斜方晶系: 產於安山岩中。

輝石 (Augite, diopside, diallage) $[\text{CaMgSi}_2\text{O}_6]$ 單斜晶系: 產於安山岩中。

角閃石 (Hornblende) $[\text{NaCa}_2 (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5 (\text{Si}, \text{Al})_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2]$ 單斜晶系: 產於安山岩中。

玄武角閃石 (Basaltic hornblende) 成份同閃角石, 單斜晶系: 產於安山岩中。

堇青石 (Cordierite) $[\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}]$ 斜方晶系: 產於安山岩之捕獲岩中。

橄欖石 (Olivine) $[(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4]$ 斜方晶系: 產於安山岩中。

鈾石 (Zircon) $[\text{ZrSiO}_4]$ 四方晶系: 產於安山岩中。

紅柱石 (Andalusite) $[\text{Al}_2\text{SiO}_5]$ 斜方晶系: 產於安山岩之捕獲岩中。

鋁英石 (Allophane) $[\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot n \text{H}_2\text{O}]$ 非晶類: 產於火山本部熱水換質粘土及邊緣臺地中。

高嶺石 (Kaolinite) $[2 \text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2]$ 單斜晶系: 產於火山本部之熱水換質帶、火山本部之風化粘土帶及邊緣臺地。

安德石 (Endellite) : 見於火山周緣岩屑臺地之朽腐 (decayed) 安山岩及其碎屑岩之風化產物中。

禾樂石 (Halloysite) $[\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}]$ 非晶類: 見於火山本部之熱水換質粘土帶中。

蒙脫石 (Montmorillonite) $[(\text{Mg}, \text{Ca}) \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}]$ 單斜晶系: 見於火山本部之風化粘土中。

(五) 磷酸鹽礦物類

磷灰石 (Apatite) $[\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})]$ 六方晶系: 安山岩中可見。

(六) 硫酸鹽礦物類

北投石 (Hokutolite) $[(\text{Pb}, \text{Ba})\text{SO}_4]$ 斜方晶系：產於北投之北投溪內。北投石在化學成分上，是一種硫酸鉛和硫酸鋇的化合物。此外北投石中尚有稀有元素、放射性元素 Ra、Bi、Po、Ac、Gd、Dy、Er、Yb 等。北投石之物理性質多與重晶石及硫酸鉛礦 (Anglesite) 相似。

石膏 (Gypsum) $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 單斜晶系：產於溫泉及熱水液沉澱物中或後火山作用之硫氣孔附近。

綠礬 (Melanterite) $[\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ 單斜晶系：產於溫泉沉澱物中 (北投) 或產於大屯火山群之硫磺、硫化鐵礦床中 (死磺子坪、痲子坪)。

鐵明礬 (Halotrichite) $[\text{FeSO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 22\text{H}_2\text{O}]$ 單斜晶系：產於大屯火山群之硫磺礦床中 (死磺子坪)。死磺子坪之鐵明礬為無色，纖維狀或鬆狀，並可溶於水。纖維狀鐵明礬可如石綿般彎曲，呈絲狀光澤。

毛塩礦 (Alunogen) $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}]$ 單斜晶系：產於溫泉沉澱物中 (北投)，北投的毛塩礦產在溫泉泉源附近，毛塩礦為少量之沉澱礦物，它與石膏、明礬、綠礬、雄黃、雌黃等礦物及泥沙、岩屑等混雜凝積。

粒鐵礬 (Roemerite) $[\text{FeSO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}]$ 三斜晶系：產於大屯火山群的硫磺礦中 (死磺子坪)。死磺子坪之粒鐵礬為褐黃色、顯微鏡下為黃綠色，玻璃光澤至樹脂光澤呈板狀，並可溶於水。

明礬石 (Alunite) $[\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ 三方晶系：產於明礬石化安山岩中。產於死磺子坪之明礬石成細結晶而與石英、蛋白石及粘土礦物共生，有些呈脈狀，有些交替安山岩中之岩質及結晶，在顯微鏡下為無色、鱗狀。可溶於硫酸而不溶於塩酸，結晶一般在 0.1 公厘以下。

黃鉀礬 (Jarosite) $[\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ 三方晶系：產於北投之溫泉沉澱物中。

捌、地景分析

一、地景美學

8.11 地景特徵

每一處地景都具有它的特性、圖型佈局（構景）、比例尺（規模大小）、以及色調變化的範圍。這些特性主要來自於當地的地質、氣候背景，也與長久以來歷史性的土地利用相關。只有在確認這種獨自的個性之後，才能在規劃開發的過程上，設計出不會妨礙或破壞地景美學的工程。

地景的特性是指它給予觀賞者整體直接的印象。主要是許多視覺可見現象的組合效果，包括土地、植被、水體、結構物等。純粹的幾何及色彩單元，包括形貌、線形、色彩、以及結構組織等（form, line, color, texture）。

地景給予觀賞者的整體印象可以做成如下的分類（Litton, 1968）：

（一）全景景觀（全景型）

如果周圍沒有（或幾無）視界上的限制，近景與中景距離內的地物並不明顯的遮住遠景，那麼就可以稱它為全景景觀。平坦面（例如海面、緩起伏的大草原）、高山頂部（鄰山甚遠）遙望的視野等都是典型的全景景觀。

（二）主題景觀（特徵型）

如果視野裡有一件主題物佔據了重心，非常突出且是視覺的焦點那就是一種主題景觀。這件主題可以是一群物體，也可以是一個單獨的物體。「主題」地物的種類可以包括許多種類的景物，例如一座孤立的大山、一株樹、或是無樹的平原等。唯一必須具備的條件，是這些主題周圍的其它物體，在景觀上只是陪襯而已。「主題」地景中的主題，常是該地區主要的地標，也常有特殊的名稱，例如七星山、紗帽山……。

（三）封閉景觀（封閉型）

不論空間的大小，如果其四周被一些連續的物體圍繞，就造成了封閉的景觀。例如被一系列圍牆似的樹林包圍的小草原或是小湖泊。小草原上的綠草，以及小湖泊的水面，構成景觀視野裡的底板，而封閉景觀的特性通常受四週及地面的特徵所影響。例如向天坪（向天池）。

如果四週的部份太遠，就接近全景景觀。

（四）焦點景觀（交點型）

例如河流的狹谷或是森林裡的道路等所造成的景觀。當觀察者的距離拉遠，或是當（狹谷或道路）拐彎的時候，觀察者的視線可能就匯聚到主體身上。

任何地方，都可能出現焦點景觀，只要地點、植被、或是河道等能將人的視線匯聚到

某一點的，都是焦點景觀。

當某一個主題終止在視覺滙聚點的時候，更強調了焦點景觀。

(五)頂蓋景觀(覆蓋型)

樹枝葉遮掩的景觀稱為頂蓋景觀。一般來說，它是一種規模小的近景。對開車的人來說，頂蓋景觀也就是林蔭道。沿道而行光線忽弱忽強，富於變化。

(六)小景觀(細部型)

一般都是規模小的近景。要充分認識這種類型的美景，通常都需要步行的速度以及富靈性的敏銳眼光。典型的小景觀，例如一朵花，一塊奇石等。

(七)短暫景觀(瞬間型)

至少有五種情形會造成這種短暫的景觀，例如：

- (1)大氣或是天氣狀況(雲、霜、霧、日昇、日落)。
- (2)投影以及反影(陰影、安靜水面的反影)。
- (3)位移(掉落中的樹葉、氾濫的洪水、被風吹起的物體)。
- (4)招牌、路標等(動物或鳥類行走踏出的路痕、蜘蛛網)。
- (5)動物佔住的地方(觀賞動物的園地)。

8.12 多樣性(Variety)

維護一區地物、動物、植物等繁雜的品種、組成，有下列主要的立論點：

- 多樣性可促進族群的穩定性
- 避免冒險(災害)
- 能更充分利用日光能
- 促進心理健康及富裕感(sense of well-being)

8.13 歪 景(Deviation)

人類活動經常製造一些視覺的新景觀，這些新景觀的形貌、線形、色彩、結構，常與周遭環境格格不入，不相和諧。

如果必須改變地區的地景，那麼就應當從研究當地的地景特徵開始，從週遭景觀中，尋出一些景觀元素，再借用這些固有的景觀元素(形貌、線型、色彩、結構)，創造新的景觀，這樣的建設方法，可以在不破壞當地地景特徵下實行。有些歪景，也可能增加景觀的變化性，發生好的效果。

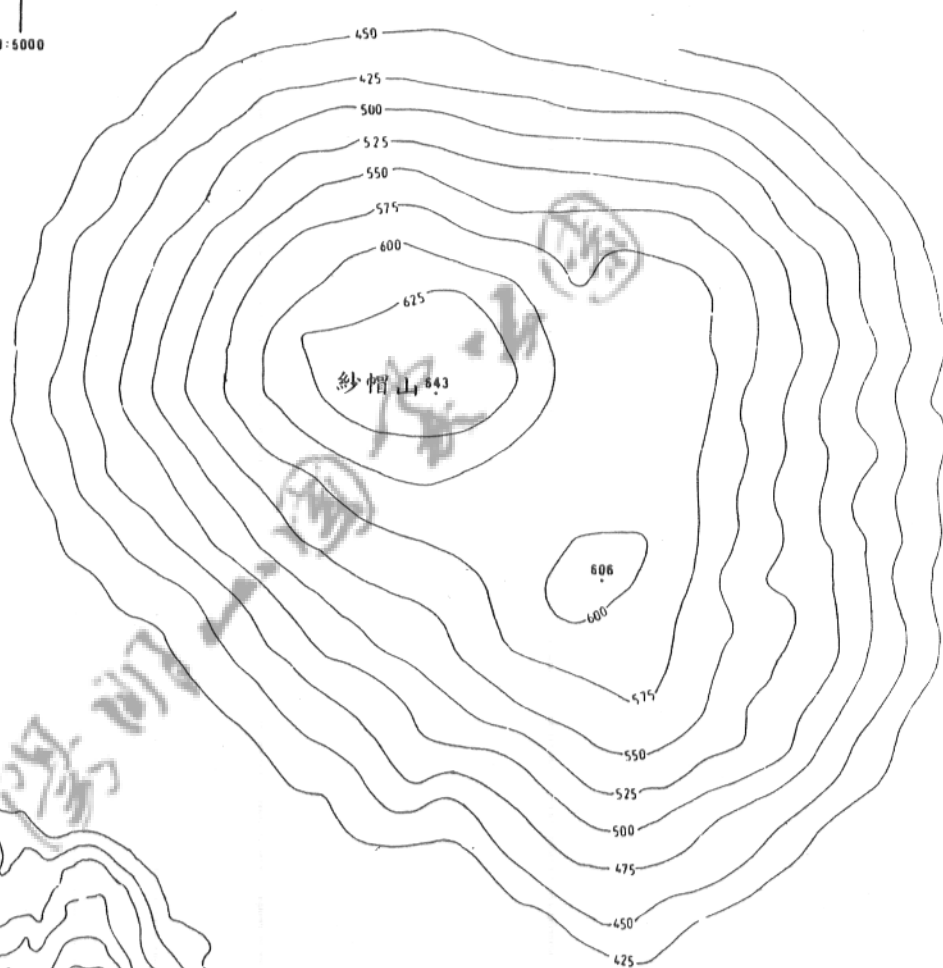
8.14 地景的視覺要素

景觀中，主景的視覺構景要素包括四項；分別是形貌(形狀)、線形、色彩、與結構：

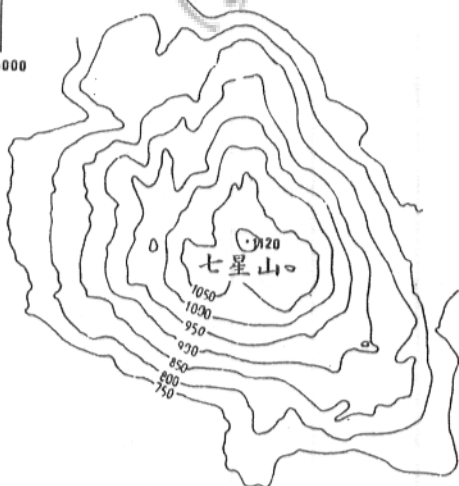
一般狀況下，四種要素都同時存在，但是對視覺的影響程度不同，同時有不同的力量與重要性。

繪畫的圖面也不外乎是線、形與色的組合構成。

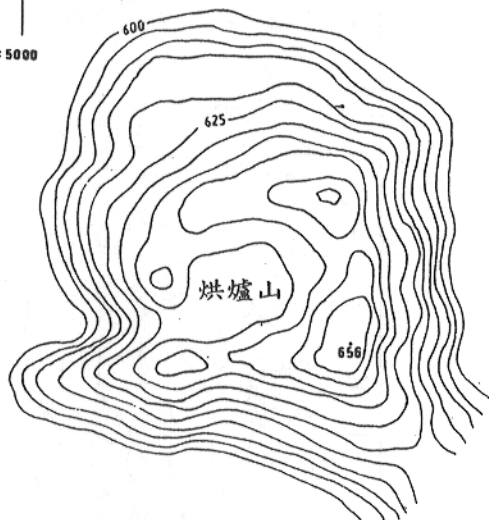
N
↑
1:5000



N
↑
1:25000

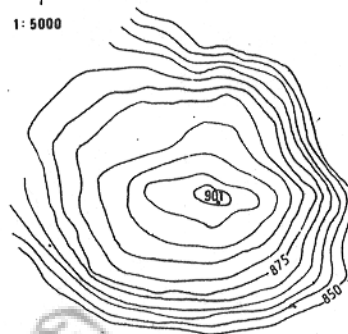


N
1:5000

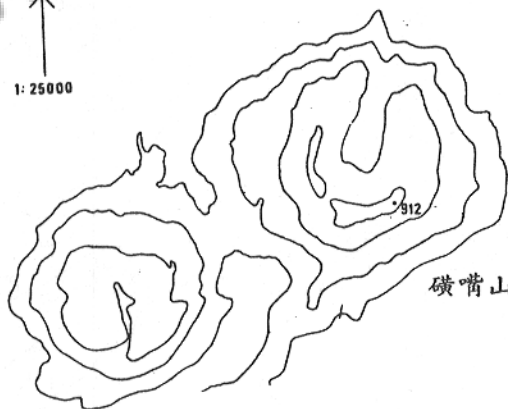


N
1:5000

菜公坑山

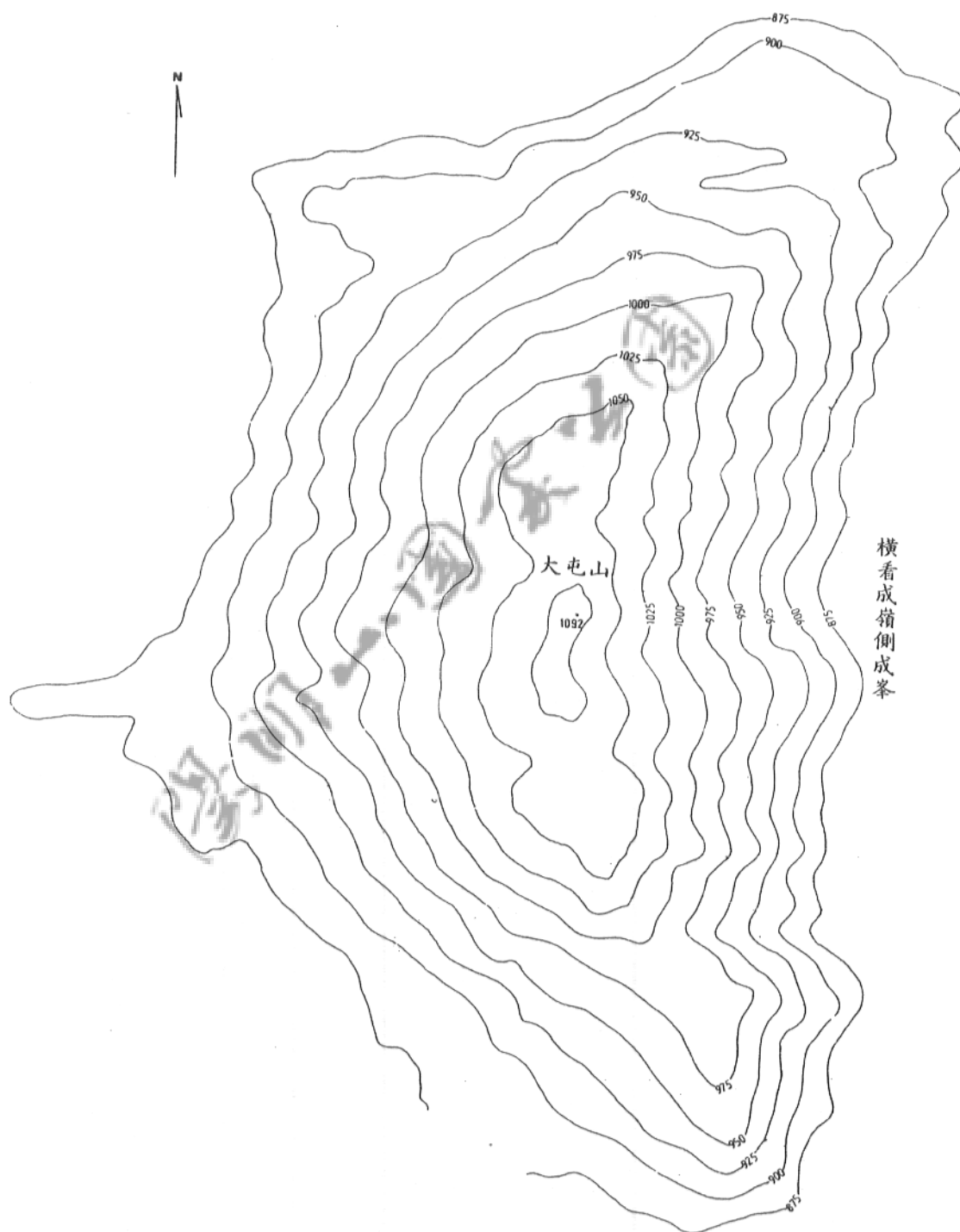


N
1:25000



礮嘴山

大尖後山



(一)形體

形貌是一個物體或一群物體的質量表現，通常包括三度空間。如果以兩度空間的方式呈現，就稱為形狀（shape）。大多數的物體都是三度空間的，因此「形貌」比形狀更適用。一個三角錐體（例如金字塔或七星山）的形貌，在兩度空間上，呈現三角形的形狀。

三角形給人安定感，四方形有規矩或嚴肅的感覺（礮嘴山），圓形給人圓滿或團結的感覺（面天山），正方形最能表現人類的意志。

(二)線形

線是點的延長，任何成條狀排列的地物都構成一個線形，一個物體的剪影，通常就是一個線形。兩個平面的交會也可以造成一個線形，常見的線形例如：山稜線、林線（timberline）、海岸線、高壓線等。其它如樹幹、土石流的路徑（一種碎屑下滑造成的山崩）、以及不同植被的交界線等。

線形中最基本的是直線。水平線與垂直線表示有伸展的感覺，但缺乏動感它是沉默和安定的線形，缺少感情的要素，但是具有平衡的感覺；對角線含有水平線、垂直線兩種感覺，其它的直線形也都缺乏感情。

直線代表剛毅、雄偉、莊嚴與崇高，曲線則代表柔和、躍動、輕鬆與秀美。

向上的線表現快活情感；向下的線表現悲哀傷感；水平線表現平靜感情。

(三)色彩

色彩有助於分辨具有相同形貌、線形、與結構的物體。物體的色彩也視它與觀察者的距離而略有不同。遠距離的山，經常罩上一層淡藍的濛氣，而與鮮綠色的近山不同。這是因為水汽、灰塵等造成的大氣散射作用影響。因此近景的色彩在構景上比較鮮艷、搶眼。

不同的色彩也會引起觀察者情緒上不同的感受：明亮的色彩代表快活；暗淡色彩代表悲哀、沉鬱；紅色有熱情、刺激、興奮、和前進的感覺；青色有憂鬱、悲哀、和後退的感覺；黃色則有和平、溫柔、莊嚴與高貴的感覺。如果把各種色彩互配互混的錯綜配置，就會產生各種繁雜的感覺。

(四)結構

地物的結構，視觀察的距離而改變。以一棵樹為例，如果觀察的距離只有幾公尺，那麼就可以清楚的見到樹葉排列組合的結構。

就幾十公尺外看，樹幹構成主景，一排排的樹幹構成新的景緻畫面結構。從幾公里之外觀察，整個樹林成為結構的主體。

一片森林若在某種距離外仍可分辨一株株的樹，就形成一種比較粗鬆的結構。更遠的距離，就難分辨單株樹，這時結構變成十分的細微（fine-textured）。

8.15 構景原理（Landscape Dominance Principles）

構景要素（形貌、線形、色彩、結構）在視覺上成為主景（搶鏡頭）與否，視下列六

項基本構景原理而定：

- | | |
|------------|--------------|
| (1)對比（或反差） | Contrast |
| (2)視覺序列 | Sequence |
| (3)軸向 | Axis |
| (4)會聚 | Convergence |
| (5)並列 | Condominance |
| (6)框景 | Enframement |

認識清楚這些基本構景原理有助於分析(1)具有特質的地景，(2)土地經營方式可能造成的視覺衝擊。

(一)對比（或反差）

地物間如果沒有視覺上的對比，就無法靠肉眼來分辨。兩物體間的對比愈大，愈易分辨。有時候，故意創造強烈的視覺對比是有益的。引入這些物體前，必須慎為考慮，使其在任何細察下都能引人入勝。如果原來的地景是茂密的森林（結構密緻），那麼伐木的結果必定造成一些強烈對比的形狀，散佈在森林裡，破壞原來的地景。

如果在一個原已具備各種形狀（形貌）的地景裡，再製造一些同形的形貌（新的挖掘），那並不會改變原來的地景特徵。森林道路最易造成反差大的形貌；道路兩側的崩塌地，反差更大，因此必須避免。路線應選在天然地物交接的地方，利用天然的反差位置。

(二)視覺序列

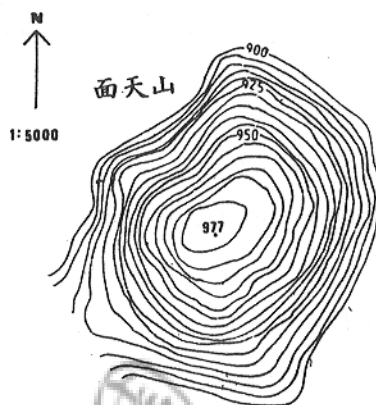
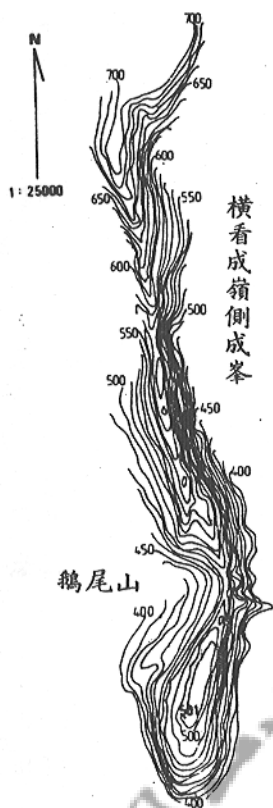
視覺序列與地景經營的關係有兩類：一是呈連續性的地景序列；另一是體驗的序列。一地景序列是指一連串的地景，它們呈現一定的次序及連續性，如果被人類活動中斷或造成突變，將引起視覺上的缺失。

- (1)形貌上的序列。例如一排形貌重複出現的地景（可能是某種地貌或植物群落），如果人類活動干擾了這原本連續的序列，就好像一排整齊的牙齒被打落了幾顆一樣難看。
- (2)線形的序列，例如一列樹木引導到一座建築物之前。如果這一系列樹木突然缺了幾株，那麼視覺上必然有失落的感覺。
- (3)色彩的序列：顏色的連續性也是一種序列，以不中斷為上策。

一體驗的序列是指觀景的人在到達主要景觀之前所見地物的序列。野外大自然活動所見的體驗序列，大多受選擇的路徑而定。例如登大屯山從七星山鞍部上，或從北投上，體驗的序列就不同。如果慎選登山小徑，將可以引導遊客觀看不同的景色，創造不同的體驗序列。

進入公園之前，一見到門樓，就有了到達的體驗（Sense of Arrival），其後是一般期盼的路徑，最後到達高潮的主景。

(三)軸向



通常是一個直的方向線、移動線、成長線或伸長線。直線通常都帶有指導性、要求性和強迫性。因此，遊憩活動常受它的支配。

軸向是方向性的

軸向是命令式的

軸向是支配性的

軸向也常是單調性的

這些軸向的特性並非一定不好。只是不讓人們放鬆，不讓人們欣賞自然、不給人們有選擇的自由、不讓人們有隨意的體驗而已。

軸向強迫你的視線集中到線的那一端，也就是指定的主要視覺重心。

路通常都是一個軸向，引導人們的視線。

(四)會聚

如果主要的土地形貌、線形、色彩，以及結構都使觀察者的視線集中到某一個焦點，或是一個小地區，那麼這個視覺會聚點以及它附近的地區，就形成了地景中的視覺焦點，例如一個三角形或扇形的頂尖。

任何可能破壞視覺焦點附近景觀的行為，都必需儘量避免。

(五)並列

如果地景裡出現兩個同樣重要的地物，例如形狀大小相同的巨大石塊，那麼它們就會分散觀察者的注意力使景觀的品質降低，因為它們的同時出現，在構景上造成對稱的情形，這種情形很不自然，難與地景的特徵相調和。

(六)框景

彷彿相框一般，有時候地景的配置，使人們的視線向內部集中。例如視野的四周被林牆或岩壁包圍、底部水面的反射、以及頭頂上的濃密樹蓋等都能侷限人們的視野。侷限的結果往往使人們的視線被引導到另外一個方向。造成另外一個視覺焦點。

8.16 影響地景美觀的外在因素

景觀構成要素（形貌、線形、色彩、組織等內在因素）呈現的畫面受到八項外在因素的影響，包括：

運動、光線、天氣狀況、季節、距離、觀察位置、比例尺（規模）、時間。

在判斷某項人造物對景觀衝擊的程度的時候，這八項因素有助於選定最佳的時間以及位置。

分析一項因素對視覺重心（Dominance）的影響的時候，有一件重要的事，就是必需選定恰當的調查時間及狀況。在這種狀況下，人造物對整體景觀特徵造成的衝擊，表現最清楚。換句話說，評估人造物對景觀造成的衝擊，應當選擇影響最強烈的情況及時間。

(一)運動

在一幅地景畫面上，如果有運動出現，那麼它一定是最引人注意的主景。滾滾流動的瀑布、跳躍的營火，都呈現出一種如夢似幻的自然運動韻律。

雲、雨、雪、山崩、閃電、龍捲風等，也都在戶外的風景裏添上了動感。人類有著敏銳的眼睛，能夠抓住遠處的、或是周遭的細小移動。寧靜中，也許其它靜態的景物都沒有引起他的注意，但是輕微的一動，都不易逃過他的視線。

地景中的動景，能夠吸引觀察者的注意力，把握他的眼神。人造物也能創造這一類動景，噴氣孔、瀑布、流水等都是個典型的例子。

(二)光線照射的情形

不論是直接或是間接的，地景裏的物體都會反射日光（或天光）。地面物體的形貌、線形、色彩、組織等，也因為物體表面反射不同造成的反差，而呈現出來。

在預測不同土地利用方式對景觀可能造成的視覺影響的時候，瞭解光線的影響力是十分重要的。地景改變造成的視覺衝擊，主要依其反射光線的情形而定。

由於地球繞日而轉，而且天氣狀況變化萬端，因此光源是一個不固定的因素，而且一直不斷的在改變著。一天裡的晨昏或是一年裏不同的季節，日照的情形也急劇的在變化。我們需要瞭解光線變化在隱蔽或強調地景因素上的功能。

光線照射地物的方向決定了視覺衝擊或是強調某地物的程度。對某一物體而言，光線照射的方向可以分成三大類，分別是（非對攝影人而言）：

前光（或向光）	Front lighting
背光	Back lighting
側光	Side lighting

背光一般發生在清晨及傍晚；前光與側光多發生在中午前後。

- (1)背光：觀察者在地物之前，光線從地物的背後照射。這是不利於評估地景的狀況，不值得嘗試。因為觀察者面對陽光，讓日光照射到你的眼睛，使景物的反差嚴重降低，細微的景緻變得模糊不清；同時也變成過份強調地物的頂緣與邊緣。地景與擬議中的人造物在視覺上由於缺乏反差，而不能得到正確的評價。
- (2)前光：從觀察者背後照射的日光，幾乎可以照亮一切眼前的地景。由於陰影減少，使地物的三度空間立體感銳減，畫面變得平坦。因此在這種日照狀況下，也不易充份判斷地景遭受的視覺衝擊。
- (3)側光：從觀察者側方照射的日光，使地物產生陰影，這種效果，使人造物看起來更具深度，對畫面更具影響。因此，側光的情形通常是評估人造物對地景造成衝擊的最好的狀況。

光線的照射，可以創造主景（最好的例子是荷蘭畫家林布蘭的繪畫，例如夜巡……等）。前光的狀況，有利於前景物體的表現。一天裏，隨著日照方向的改變，地景構圖裏的

主景經常的在改變，評估視覺衝擊的時間，應該是在大多數人來觀賞它的時間。

(三)天氣狀況（及大氣狀況）

大氣與天氣的狀況，嚴重的影響著地景呈現的外形。人造物創造的形貌、線形、色彩、與組織在雲、霧、雨、風砂等的掩護下，對原來地景的衝擊程度顯得減少了許多。在這種狀況下進行的評估工作，可能歪曲人造物造成的反差……。

例如在中國山水畫裏，大氣、天氣狀況用來控制畫面的虛實，使景物的深度增加。而天山籠罩在雲、霧裏的時候，正如一幅山水畫，山在虛無漂渺間。

天氣、大氣狀況的改變也創造了許多短暫的景觀，尤其雲海、雪景等等。

四季節

在一年不同的季節裏，地景以及人造物都可能出現不同的外觀。因此在評估人造物影響的時候，也必需顧及季節性。春季、秋季，植被的顏色改變，可能增加或減弱人造物（創造的形貌、線形……）對地景造成的視覺衝擊。

降雪有時候加強了形貌、線形的表現，使它們更佔主景的位置。有許多地方，冬季是評估人造物影響地景的最理想季節，因為雪使地物間的反差達到最高。

(五)視點距離

分辨物體所根據的反差，隨著觀察者與物體間距離的增加，而漸趨模糊。遠山一致呈現藍色就是典型的例子，物體間的反差隨著距離的增加而降低（甚至不可分辨）的情形受到兩個因素的影響。一個是該物體的大小，另一個是它與周遭物體間反差的程度。

從二百公尺之外觀看一個瀑布與從二公里之外觀看，見到的景觀美感一定大不相同。同樣的，一個公路的開挖面，從不同距離觀看，會得到不同的視覺感受。如果距離拉得夠長，例如四公里之外，即不易見到這個開挖面。因此觀察某一景物的距離，似應有一定的分類方法。

一般慣用的分類方法，是將觀察距離分成三個帶，分別稱為前景、中景與遠景。這種分類缺點是當旅行者移動的時候，景物與觀察者間的相對距離關係會不斷的改變，遠景可能變成中景、甚至變成近景。因此在使用這三個名詞的時候必需能夠活用。

植被組織（Texture）的改變有助於認定距離的分類。前景距離觀察者甚近，一般都在幾公尺至幾百公尺以內。這種距離內可以認出景物的細部，例如樹葉上的莖、葉子的形狀或者一棵一棵的樹。中景在幾百公尺到幾公里之間，常見到的是一叢叢的樹，而不是一棵棵的樹。遠景多半在幾公里之外，組織一般較細緻，不易分辨個體。遠景通常呈現出一種顏色，看起來比較均勻。遠景比較容易受到大氣散射的影響，因此在彩色像片上，通常比較模糊，而且帶上一層藍色的朦朧。遠景物體之間的對比較差。

(六)觀察的位置

是指觀察者與其所觀察景物間的高度關係。一般有三種情形：

- (1)觀察者的位置低於景物，(Inferior)
- (2)觀察者與景物間的高度相近，(Normal)
- (3)觀察者的位置高於景物，(Superior)

地景經營面積的大小與觀察者視線與山坡傾斜方向的角度直接相關。當視線與坡面的角度成直角相交的時候，亦即最不利的狀況。

如果某一山坡的上部有一個開挖面，那麼從山谷對面的山坡反觀這一開挖面，你會發覺愈高的位置見到的開挖面愈大，在谷底仰望這一開挖面，見到的破壞面最小。

(七)景物的相對大小

指視野範圍內，某一物與全景的相對大小關係。在地景本身而言。物體的相對大小關係是不變的，但是當觀景者的位置改變，就可能改變兩物體間的相對關係。

例如森林裏的高壓線，如果近距離觀察，那麼高壓線下清除的土地以及兩側砍除的不規則森林邊緣，構成畫面的變化，使畫面更富麗。但是當觀察的距離拉長的時候，高壓線下的條狀清除土地，呈現出一種單調的形貌，與原來的地景特徵完全不和諧。

這一項原因，主要是強調在經營地景的時候，必須從近景、中景、遠景等不同的距離，去評估地景特徵與地景經營方式間的關係。

(八)時間

是指觀察者觀察某一景物或某一建設工程的時間長短。在評估構景因素的時候，時間與觀察者的位置有直接的關係。

如果觀察者花費五分鐘以上的時間在一個定點上，那麼他不僅能夠辨別景物間的主要反差變化，也能發覺細部的反差變化。

如果觀察的時間更長，那麼日照的狀況，以及其它的客觀環境也可能跟著改變。

地 景 分 類 舉 例

全景景觀	主題景觀	焦點景觀	封閉景觀	小景觀	短暫景觀
山頂瞭望	主要火山	沿稜線前望	山谷內	岩石	噴氣活動
稜線側望	湖泊	沿河谷前望	盆地內	礦物	雲霧
山腰下望	噴氣孔	沿道路前望	火口內	硫氣孔	瀑布
	瀑布			泥流	天象
	山間盆地			噴氣孔	雪
					湧泉

視 覺 元 素 舉 例

線	形	色	結 構
天際線	凸形(錐狀、鐘狀山峯)	綠	葉
稜線	凹形(盆地、谷地、火口)	藍	天
山坡剪影線		白	雲
農地田埂		黃(硫黃)	
(面天山呈圓形		黑(硫化鐵)	
天際線、磺嘴山		白	土
呈水平天際線)			
鞍部(下凹曲線)			

8.17 地形特徵與景觀美學

區域性地形景觀的評估，不同於單獨地形景觀的評估。後者如評估七星山，吾人可曰七星山是火山噴發造成的火山錐，山形獨立，近幾何錐體，而且山頂尖銳，山坡坡長巨大等，這些敘述都可算是一些評估單獨地形景觀的依據。

區域性地形景觀則必須選擇一些共同因子，才能做為評估的依據，而且評估的區域面積愈大，野外工作愈見困難，也愈需要利用地形圖上已存在的資料，去配合航照及野外調查。

從地形圖中可以抽取來做為地形景觀評估的因素，包括絕對高度、相對高度、坡度、河谷密度、坡長等。這些因素都可以計量的方式給予計測，計測所得的數字應用在定量性景觀評估上，也很便利，而且所獲得的結果不致因人而異，免除了評估者主觀的偏好。選擇上述四個因子的原因說明如下：

(一)絕對高度：

很普通的經驗告訴我們，品質高的地形景觀愈向高山愈容易見到。其實並不完全正確。平整的台地狀高山並不比變幻起伏的丘陵更見迷人。台灣是一個比較特殊的環境，由於近代活躍的造山運動，使本省成為一個高山性的島嶼，隨著高度的增加，愈見深山狹谷。而且因為人煙稀少的緣故保存了較高的自然度。更因為氣溫急降，也影響到地表覆蓋的植物、森林，以及侵蝕的型態。因此絕對高度的增加，在本省應當可以代表地形景觀品質的增高。

(二)相對高度與坡度

林頓(1968)分析評估區域性地形景觀的因素，認為相對高度的意義遠比絕對高度來得重要。愈是深山狹谷、懸崖峭壁，它們的地形也愈具備高數值的相對高度與坡度。一般評估地形景觀的學者也都同意這兩項因素是十分重要的。其實除了代表地形景觀美之外

，這兩項因素也控制了土地利用。坡度陡或是相對高度大，都是限制交通建設、社區開發、農地利用……的最重要因素。山地農牧局制定的土地可利用限度分級標準，也是以坡度為第一項考慮因素。也因此，這兩項因素的數值愈高，景觀的自然度也愈高。

(三)河谷密度：

絕對高度、相對高度的平面變化也是評估區域性地形景觀的因素，這一項地形起伏在平面上的變化程度，可以用河谷分佈的密度來指示。在一絕對高度變化不大的高原區，河谷的出現往往代表狹谷風景。這一因素的重要性雖不超過其它的因素，但是確實能代表某些特殊景觀。

(四)坡長：

除了上述四項因子之外，坡長也是一項重要的景觀因子，坡面愈長，山勢愈壯，本省的五嶽都有這一項特徵。台北市附近的七星山是一個典型的例子。

可惜這一項因子不能像前述四項因素一般做成相同的計畫圖。因此在評估時，筆者僅利用地貌圖上的地貌符號及坡的單元做為參考評估之用。

二、地形景觀視學焦點及特殊景觀分佈位置

沿著本區主要道路以及主要步道系統可見的視覺焦點列表如下：

名	稱 特	徵 最 佳 觀 賞 距 離	品 質	備 註
1. 七星山	錐形山峰	遠距(自台北方向) 或中距(自頂湖方向)	甚 佳	步道可 山頂
2. 紗帽山	鐘形山峰	遠距(自北投或陽明山)	甚 佳	
3. 竹子山	高聳山峰	遠距(自七星鞍部南側)	甚 佳	
4. 大屯山	橫看成嶺側成峰	遠距	佳	柏油路面登頂
5. 面天山	鐘形山峰	遠距或中距	甚 佳	
6. 磺嘴山(火口湖)	平頂山峰	遠距	佳	
7. 大尖後山(火口盆地)	平頂山峰	遠距	佳	
8. 七星山鞍部	視線匯聚	遠距、中距		陽金公路經過
9. 大屯山鞍部	視線匯聚	遠距、中距		百拉卡公路經過
10. 小油坑(硫氣孔)	噴氣孔	中距、近距	甚 佳	陽金公路東側
11. 夢幻湖	山間湖泊	中距、近距	甚 佳	柏油路可達
12. 竹子湖	山間盆地	中距	甚 佳	陽金公路西側
13. 大磺嘴	噴氣孔	中距		北陽公路南側
14. 中興農場	山間谷地	中距	甚 佳	便道可達
15. 大屯坪	山間谷地	中距、近距	佳	便道可達

16.九八四峰	尖突山峰	中距	佳	
17.向天坪(火口盆地) (或稱向天池)	圓形窪地	中距、近距	甚佳	步道可達
18.冷水坑	山間谷地	中距		柏油路經過
19.太陽谷	山間谷地	中距		柏油路經過
20.大油坑(硫氣孔)	噴氣孔	中距、近距	佳	產業道路可達
21.馬槽	噴氣孔	中距、近距		陽金公路南側
22.雙溪瀑布及岩壁	瀑布	近距	甚佳	柏油路可達
23.鹿堀坪	山間平坦地	中距	佳	
24.鵝尾山	狹長山嶺	中距		
25.七股山	獨立峰	中距	佳	
26.大尖山	獨立峰	中距	佳	
27.百拉卡山	獨立峰	中距	佳	百拉卡公路
28.大四炭	火山口	遠距	佳	

※註：近距：約1公里以內；中距：約1公里至5公里間；遠距：約5公里以上。

三、地形景觀觀景區、駐足點及展望方向

適合停留觀賞風景的地點，大者稱為觀景區，小者稱為駐足點。前者一般近主要道路，可以設置停車場或其他設施。觀景區、駐足點與視覺焦點之連線方向即展望方向。本區主要地形景觀視覺焦點已於上節條列；本區主要觀景區及駐足點如下：

編號	觀 景 區 及 駐 足 點	展 望 方 向
1.	中國大飯店附近	展望七星山，左右各為紗帽山及陽明山
2.	陽明山公園上部535高地	展望紗帽山
3.	大屯橋西方約500公尺處	展望小油坑、七星山鞍部、大屯山等
4.	七星山鞍部北側	展望竹子山
5.	小油坑上部草原	展望小油坑
6.	七星山山頂	展望四周
7.	小油坑、大屯橋間	展望竹子湖
8.	夢幻湖	展望磺嘴山、冷水坑等
9.	頂湖北方公路旁	展望七星山、小油坑及竹子湖
10.	大屯山主峰北側	展望七星山、竹子山、野柳、富貴角等
11.	大屯山主峰南側	展望面天山、大屯南峰、中興農場、北投等

12.	中興農場	山間谷地
13.	大屯坪	山間谷地
14.	向天坪(或稱向天池)	盆地內的封閉景觀
15.	三聖宮	展望淡水高爾夫球場、淡水河、觀音山等
16.	雙溪瀑布	賞瀑
17.	大磺嘴	噴氣孔(景觀破壞實例)
18.	泉源國小附近(中正山東南側)	展望紗帽山、七星山
19.	馬槽	溫泉
20.	大油坑	噴氣孔
21.	太陽谷	山間谷地
22.	大尖後山	火山口
23.	磺嘴山	火口湖、展望北海岸
24.	鹿堀坪	階狀地
25.	水坑	山間谷地
26.	溪底	瑪鍊溪上游
27.	雙溪溝附近鞍部	展望山溪河谷及瑪鍊溪河谷中分水景觀
28.	大尖山與大尖後山間山丘	展望四周火山
29.	擎天岡	草原, 望七星山

8.31 地形景觀分類

(一) 山地景觀

高山：山形突出的山峰有：七星山、竹子山、大屯山、大尖後山、磺嘴山、面天山、大尖山等。

峻嶺：延伸長遠的稜線有：竹子山至小觀音山間；大屯主峰；石梯嶺至頂山間；石梯嶺至磺嘴山間；鵝尾山稜線。

平台：山仔后台地、鵝尾崙旁太平尾台地、冷水坑南側台地、大嶺卡山間平台、大屯坪、磺子坪頂、死磺子坪、七股、頂中股、大孔尾、鹿堀坪、大坪崙等。

盆地：竹子湖、山豬湖、冷水坑；北陽公路東西兩側，平台與低丘交錯間多盆狀地形。

其它：分水嶺、山脊、鞍部、埡口、山坡等。

(二) 河谷景觀

山谷

谷頭

谷中分水

分水嶺

河階地

瀑布

急流

淺平河床

陡峻河床

巨礫河床

岩石河床

狹谷

山間谷地：大屯坪、中興農場、太陽谷、竹子湖等。

(三)火山活動景觀

噴氣孔、硫氣孔：大油坑、小油坑、馬槽、大磺嘴等。

溫泉

熱水蝕變帶

火口湖：向天坪（或稱向天池）、夢幻湖、磺嘴山、火山口及大尖後山火山口等。

(四)小景觀

礦物（硫化鐵、硫黃、石膏、角閃石、輝石等）

岩壁

泥流（噴氣孔附近）

斷層

地熱井

玖、保育利用建議

一、地景的視覺脆弱性

人類的經濟開發活動，例如：山坡地建築、林木砍伐以及修築道路等，經常改變山地、林地的景觀。在維護環境品質的大原則下，如何使這些視覺上的改變與原來的景觀保持和諧，成為土地經理人員的重要職責。

視覺景觀包涵了許多相關的元素，例如：土壤、植被、地貌、地質露頭、水文現象、野生物、氣候、以及人工構造物等等。因此使人類活動造成的景觀改變與原來周遭的環境保持和諧，並不是一件輕易的事。

視覺脆弱性的概念（Concept）基於人造物（人為的景觀改變）在可見景觀範圍內外露的程度，以及它們衰敗的可能性。摘要的說，就是地景對視覺景觀改變的抗拒性以及敏感性。

在一般性或是精密性的土地利用規劃裏；或是在準備環境衝擊評估報告中，經理者（Manager）必需預期即將造成的改變對視覺景觀可能造成的衝擊。評估地景的視覺脆弱性有下列的步驟。

土地經理人員首先應當觀察並記載地景的特徵。尤其注意那些容易受人為影響後，在視覺上呈現衰敗的；或是那些人為影響不易造成衰敗的特徵。

然後，接著調查是否有其他的經理措施可以選擇來取代那種不理想的措施。最後再研擬工程設計準則，要求在選定的經理措施與地景之間，能夠相互和諧。換言之，就是在保育的原則下，進行開發建設，儘可能不破壞景觀。

本節提出一種辦法，可用來預測或是至少能夠用來預料在那些地方的地景，容易遭受人為影響，而造成視覺上的景觀衰敗；那些地方不易遭受人為影響而衰敗。這個辦法也有助於鑑定導致某一景觀在視覺上呈脆弱性的緣由；同時，對那些景觀中比較敏感的部份，也可以依照它們在視覺上的脆弱性程度，給予評分等級。在這一節裏討論的範圍限於辨認景觀在視覺上的脆弱性，很少涉及景觀處理的問題。

實際上，景觀中造成它是否易受人為影響而衰敗的因素，與景觀分析、地景調查等工作中考慮的因素幾乎完全相同。雖然這些地景因素可以列出很多來，使得判斷景觀在視覺上的脆弱性，變得難下定論；但是在景觀本身之中，已經可以鑑定三個在視覺上造成脆弱性的因：

- (1)地景中存在著特殊而且醒目的組成（地景類型）。
- (2)地景中存在者敏感的部份，或是有些位置特別敏感。
- (3)外在的影響以及固有的特徵產生的效果。

(一)地景的組成類型 (Landscape Compositional Types)

地景類型一般都是醒目的，通常都有很高的美觀層次，在欣賞自然美的領域裏，價值很高。它們的組成或說是在空間上的安置，都具有美學名詞上形容的統合性 (unity)、生動性 (vividness)、以及繁雜性 (variety)。

統合性可以用下述的例子說明：在觀察的地景中，具有一個優勢的地貌，周圍環繞著和諧而呈劣勢的地貌。

生動性是從地景中各部份間的反差 (或稱對比) 而來，造成反差的可能是顏色、線形、或形狀。

繁雜性 (或稱富麗性)，通常是指景觀中包括的內容多少。如果同時可以看到許多不同的部份，那麼它的繁雜性就比較高。

這些地景類型都有一定的定義，而且在地面上都可能具有明確的位置，它們點綴在連續的開放空間之中。這些構成背景，並無突出特性的景觀，稱為普通景觀 (ordinary landscape)，它們對觀察者不易造成衝擊。這種普通景觀的分佈最廣，也常欠缺繁雜性與生動性，它們的主要意義在於提供統合性以及區域的整體性。

就視覺上景觀的脆弱性而言，地景類型中的線型、外表地貌、以及地景類型的分佈比率是比較上最敏感的因素。因此在七種地景類型中，主題景觀、封閉景觀、焦點景觀等，是最易遭受到人為影響的三種。

主題景觀中的優勢地貌或地物 (瀑布、尖山、廟宇……) 通常與周圍地物大不相同，孤立性高；規模大小也很出眾；又有清晰的剪影線、水面或邊緣效果等，因此與周遭地域或植被間的對比強烈，生動性極高。當然，它遭受人為影響而導致地景衰敗的可能性也就很高。換言之，它在視覺上的脆弱性很高，易受人為影響。

上述的例子也告訴我們，一個變化離異的地景，比較不易因人為影響而衰敗。因為改變其中一部份的效果，在原來繁雜的地景中，沒有造成醒目的反差，反而隱蔽起來。

封閉的景觀在空間上被限定在某一範圍內，例如在一個山谷中視線可及的景觀，周圍有明顯的山壁以及谷底圍繞。這種景觀裏，兩側的山壁以及山壁的表面是在視覺上景觀脆弱性最高的位置。山壁連續性構成的景觀統合性很容易受到傷害。封閉的景觀例如向天坪、山間谷地、狹谷之內所見。

焦點景觀可使觀察者的視線集中一處。例如一段直的河道，或是一系列會聚到遠處一點的直線等，都可以造成上述效果。這樣造成的視覺焦點，無疑地是景觀脆弱性最高的地方。

那些聚焦的直線也是脆弱性高的地物，如果遭受擾亂、切斷、就會傷害了景觀。這些線形包括河岸、坡腳、不同森林的界線 (平坦地、緩坡地、陡坡地間，植被差異造成的界線)。

(二)邊緣

地景的某些部位較其它部位易受人為的影響。尤其在不同物體相交造成的邊緣，是最脆弱而且易受擾亂的部位。邊緣可能因為相鄰部位具有不同的形狀、顏色、結構、等等而造成。常見的例子如：天空與陸地相交、天空與水體相交、天空與森林相交、水體與沙灘相交、水體與陸地相交、山脊襯托在背景上造成的剪影線、不同樹叢相交線、或是針葉樹與闊葉樹的相交線等。上述相鄰兩物體之間的視覺關係可以從高對比到低對比，形成各種層次的差異。兩物體間的對比（反差）愈大，這個邊緣的脆弱性也就愈高，遭受人為影響的時候，愈容易發生變化。

常見的“邊緣”逐項討論如下，首先討論脆弱性最高的，依序討論較低的：

不論是在一個普通的或是特別的地景畫面裏，天際線都是最脆弱的，因為它代表天空與地物的交線，兩者經常都很大的反差存在。大地的黑暗、堅實與天空的清淡色彩或是雲層的明亮度，有著強烈的對比。

陸地與水面的交接線也幾乎是一樣的脆弱，因為水體的某些特徵有些兒像天空，它具有流動性以及生動而強烈反射的光亮。一般說來，水體的顏色較鄰近的植物或陸地不是淺淡的多，就是濃暗的多。

山脊線（稜線）一般是山襯托在遠處陸地之前，造成的線形。有時候山脊線是襯托在天空之前，那麼也就是一種天際線。如果山脊上的植被覆蓋或是岩壁、土壤與背景的差異不大那麼山脊線的突出性就很小；相反地，差異大的時候，就形成了高脆弱性的邊緣。

地面上經常出現邊緣以及拼圖般的圖形（Mosaic），尤其在視野裏同時可見多種岩石露頭、土壤、或是植被的時候。它們之間的相關，造成廣範圍的對比（反差）差異，例如：高山林地裏森林與露岩、崩坍地之間的反差。不同植被之間的交接面，也是比較脆弱的邊緣地方。例如：高山上草生地與針葉樹林之間造成的邊緣。

植物、裸岩造成的地表型態、邊緣等，一般比包含天空、水體的景觀具有較低的脆弱性。這是因為天然的地物分佈型態可以隱蔽一些人為的改變。換言之，某些人為造成的地貌，如果略為講求與周遭環境的和諧性，那麼粗看上去，會像天然的一般，不太顯眼。不過，如果人為的改變，完全沒有考慮景觀規劃，那麼也會造成一個與周遭不和諧的搶眼景觀，這時候，原來的景觀還是脆弱的。因此，脆弱性也看人為改變的方式、規模而定。

(三)位置：

另外一個值得考慮的問題是人為改變的發生位置。在地景裏較高地方發生的衝擊很可能比較明顯易見。

伐木是一個眾所皆知的視覺衝擊。如果伐木作業區包括了天際線、剪影線、或是山脊的高處，那麼影響就會十分明顯。人們的注意力很容易集中在天空與地面相遇的界線所造成的高對比。因此較高位置發生的人為改變，不僅可見的面積最大，可見的距離也最長，

視覺上的影響也最不利。用其它方法隱蔽它的可能性更微小。

森林覆蓋的景觀面上，包括中央部位或是中等高度的位置也是比較脆弱的位置。皆伐作業（全面砍除），造成裸露地（砍伐跡地）與周遭森林覆蓋地之間強烈的視覺對比，因此容易吸引注意力。不過對視覺的不良影響總比在高處的人為改變要低的多。

在地景中，視覺脆弱性最低的部位是在低處，例如河谷接近谷底的地方。從另外一個角度來說，低處或是平坦的地方，應當是最容易看到細節的，因為觀察的距離最近。但是同樣的部位，植被及土地隱蔽人為改變的能力也最高，看得見這些改變的地點也較少。

(四)外在的影響

生態系裏的環境因素，例如氣候、地形、土壤等，也可能改變地景的外觀，影響地景的敏感性及對視覺衝擊的耐力。外在的影響是指地景的朝向、氣候、以及季節性的影響。

日照影響地景的外觀，可惜這項因素不是經理人員可以控制的因素。但是我們確實能夠觀察到，地景曝光的狀況改變時，地表植被呈現出的對比發生變化。例如高山上，面朝北的邊坡生長杉科植物，面朝南的邊坡生長松科植物等。因此我們也可以推測伐木作業在不同的邊坡會有不同的經營方式。如果高山的某一邊坡是草生地的話，我們更可以推定此地大概沒有伐木的衝擊。另外一個角度來看，在草生地興築道路，會造成嚴重的景觀改變，但是在林地興築道路，則或可藉森林的隱蔽性，降低開挖的視覺影響。

不同朝向的邊坡除了有因覆蓋的不同而造成對光線反射或吸收的差異之外；也可能影響可見度。在北半球的各個地方，朝南的邊坡幾乎整天裏都有充分的日照。因此在南邊坡發生的改變，遠比在北邊坡發生的改變容易顯現。後者不僅背光而且常常隱蔽在陰影之中，因此不易見到。東坡與西坡的可見度比較接近，一個在早上易見，一個在下午易見。清晨日照東坡，西坡在陰影側；午後情形相反。西曬坡因為聚熱的關係，有不同的微氣候。就植物的再生與造林而言，西曬坡的視覺脆弱性稍高。因此與朝向有關的日照、陰影效果，指示朝南的邊坡脆弱性最高，依次為朝西、朝東、及朝北的邊坡。氣候的影響可能改變上述的級序。

區域性氣候的差異可能影響地景的視覺敏感性。氣候直接與原生植被的性質有關，也影響植被遭受擾亂後恢復的能力。快速的植生恢復可以隱蔽一些人為的改變。

秋冬，闊葉樹如果發生落葉的情況，那麼就容易曝露一些人為的改變。

(五)內在的影響

是指坡度、土壤特性、以及某些植被造成的景觀脆弱性差異。

地貌以及它的坡度情況是區域性地景特徵的主要決定因素。

一般說來，邊坡的斜度愈大，視覺上呈現的脆弱性也愈高。這是因為高斜度邊坡上的現象最易見到，而且一般規模較大。

對一個平緩的地點而言，觀察者觀看時的視線接近水平，因此大部份的物體因為前後

重疊而隱匿不見。視覺上的隱蔽性十分自然。當成們觀看面前陡坡上的地物時，我們可見到的坡面面積與坡面物體，隨著斜度的增加而增加，隱蔽性大減。以山坡道路為例，陡坡上的道路最顯眼。因此人為影響造成的衝擊規模隨著斜度加大而增加，同時恢復植生及安定土壤的困難性也隨著增加。地區性的調查有助於認定斜度與視覺影響的關係。

土壤的顏色也應當考慮。如果曝露的土壤色澤深暗，那麼外觀上與植被相近。但是，被擾動的土壤經常色澤較淡，因此造成視覺上明顯的對比。

植被與土壤的天然分佈，以及外觀形狀有時候可以隱蔽一些人為的改變。因此，瞭解自然的外觀有助於引導人為改變的規劃。

無疑地，從大自然中可以學得許多自然的規律。只要把景觀當作一種資源來看，認定它的價值，並且從自然的景觀特性中找尋經理的方案，不去忽視它的面貌，就可以站定了景觀保育的基礎。

二、建議

地形景觀之維護乃是為了下列主要原因：

- 維護安全的生活環境
- 維護健康的生活環境
- 維護美好的視覺環境
- 維護充滿知識泉源的自然環境

地形景觀不僅是一種遊憩資源，也是一種非再生性資源，具有精神上及歷史上的意義。本區保育利用建議如下：

(一)基本上陽明山國家公園範圍面積甚小，僅約一萬公頃。人們經由主要道路（陽金公路），次要道路（北投—陽明山公路）、百拉卡公路、產業道路（陽明山農場至七星山鞍部，陽明山農場至山豬湖，中而農場至大屯山鞍部）即可見到大部份區域。如果再利用現存的一些步道，則可見到公園內絕大多數的地區。換言之，陽明山國家公園範圍內，交通可達性已經甚高，人為的影響已經十分普及。

由於大多數地區直接可見，因此保護視覺上的完整性已經是絕對必須的第一件工作。因此本區內國有地應立即限制一切不當的開發，而應將開發壓力誘導至公園外圍之緩衝區，如北海公路沿線、金山、萬里、雙溪、北投、淡水等地。

(二)視覺焦點、駐足點及視覺方向所及之範圍內應力求保護原狀。

(三)為了維護遊憩體驗的環境，除非周全規劃且確能證實有需要之外，應停止一切道路建設。

大屯山通往中興農場之道路應禁止民眾行駛車輛。

(四)本區內交通建設應以步道為主，現有車輛行駛之道路已足夠使用。必要地區可以索道連繫之。

(五)除了停止一切開挖、伐木……等有礙視覺景觀之行為外，本區急待進行之工作為恢復 重建已遭破壞之景觀。例如：收購硫黃礦，恢復大磺嘴、大油坑、竹子湖等之噴氣活動等。

(六)拆除山峰上不再需要的人為設施。

(七)地形景觀觀賞步道中最應維護的有下列幾處：

(1)七星山鞍部→七星山→夢幻湖

(2)太陽谷→磺嘴山

(3)七星山鞍部→大屯鞍部→中興農場→面天山→北投

(4)北投→面天山→小坪頂

(八)確實掌握“計劃的開發”以及“開發緩衝區”的原則。

拾、參考目錄

- 王 鑫，1980。台灣的地形景觀。渡假出版社。
- 王 鑫，1982。北海岸風景特定區生態資源調查。台大地理系。
- 王 鑫，1982。大屯火山區的地形地質景觀及保育利用。野外雜誌 162 期。
- 王 鑫，1982。採礦業對陽明山國家公園景觀的威脅。科學月刊，第 13 卷，12 期。
- 林朝榮，1957。台灣地形。省文獻會。
- 石再添，1971。陽明山管理局區域的地形計測。中國地理學會會刊第 2 期。
- 礦研所，1971。大屯火山群地熱探勘工作報告之 3。
- 經濟部，1975。台灣地質概論／台灣地質圖說明書。
- 林朝榮，1981。台北市發展史（自然環境，地質篇）。台北市文獻會。
- 劉聰桂，1980。大屯火山群地質之旅。戶外生活，元月號。
- 顏滄沼，1979。火山。科學月刊 113 期。
- 林朝榮 周瑞燉 1974。台灣地質，省文獻會。
- 楊萬全，1980。大屯火山稜南坡面的水文研究。師大地研所報告 4 期。
- 觀光局，1981。台灣地區溫泉資源簡介。
- 省文獻會，1969。台灣省通誌卷 4，經濟志，礦業篇。
- 經濟部鑛產測勘團，1961。七星山大油坑褐鐵礦探勘報告。
- 林迺信，1957。七星山明礬石探勘報告。
- 蕭幸國，1980。大屯山地區鉬礦源的探討。文化海研所碩士論文。
- 王 鑫，1983。台灣之地形景觀保育。農牧局“環境資源保育科技研習講義”。
- 徐茂楊，1967。台灣北部金山至石門間之煤田地質。省地調所彙刊，19 號。
- 陳肇夏、吳永助，1971。台灣北部大屯山地熱區之火山地質。中國地質學會會刊第 14 號。

附錄一：地質、地形名詞釋義

1. 板塊構造學說 (Plate tectonics)

依據板塊構造學說來解釋，地球上所發生的地殼變動和地震都是由於若干巨大而堅強的板塊相互作用造成的。各個板塊的邊界就是世界上的主要地震帶。大部份的地震發生在各板塊的邊緣，也就是造山作用活動的地帶。在板塊的內部和中心都是安定的，只有寬廣的輕微造陸運動可以發生。因此地震帶可以解釋為堅強板塊發生分異運動的地帶。板塊的劃分和海陸邊界無關，它的邊界也可能是大陸地殼，也可能是海洋地殼。

按照板塊構造的理論，地球表面被為數二十左右、相當薄的殼狀板塊所覆蓋。這些板塊可以自由的滑動，彼此互撞，好像浮在水面的冰山一樣（何春蓀，1978）。

厚度約100公里的大板塊在其交接部份作相對運動：一種是互相離開運動（divergence，發散），另一種是一板塊往另一板塊下作銜下運動（convergence，收斂）。火山活動一般發生在板塊交接的地方或其附近。台灣島屬於大陸邊緣的島弧，因此有火山的出現（顏滄波，1979）。

2. 火山活動 (Volcanic activities)

地球內部所產生的高溫熔融流體，名叫岩漿（Magma）。當岩漿衝破其覆蓋的岩層噴到地面時，就稱為熔岩流（Lava）。火成岩都是由熔融的岩漿冷卻固結而成。岩漿在地殼內部凝固而成的火成岩叫深成岩。岩漿噴到地表後凝固所成的火成岩名叫火山岩或噴出岩。所謂火山活動就是指岩漿噴至地表的運動和由這個運動所造成的各種地質現象（何春蓀，1978）。

3. 火山作用 (Volcanism)

狹義的火山作用即一般所稱的火山活動。火山運動所引起的現象，包括火山灰之噴出、熔岩之流出、火山體之形成、火山碎屑物之堆積、噴火現象、噴氣作用、火山地震及火山性之地殼變動等。

火山作用多沿地殼裂隙、薄弱地帶或減壓區域發生。加熱可使岩石熔融；減壓可使岩石的熔點降低，而促成熔融，因此熱度增加或外加壓力減低乃成為岩漿生成的兩大條件。熱量主要由地球的原始熱、放射性熱、化學反應熱、大岩塊滑動摩擦及褶曲所生的熱等熱源供給，壓力減低則由地殼變動、侵蝕作用或岩漿本身蓄積之脹力所引起（中山科學大辭典）。

4. 後火山活動

火山到了衰老期，殘留的火成活動有下列現象：噴氣孔（fumaroles）、硫氣孔（solfa-

taras)、間歇泉(geysers)。

5. 噴氣孔 (Gas orifice, fumarole)

噴出火山氣體的孔穴，通稱為噴氣孔，若有泉水從此滲出可成為溫泉(hotspring)。依噴氣孔所噴出氣體之性質，可將它分為三類：

(1) 蒸氣孔 (steam fumarole)：噴出物以水蒸氣為主，位於火山體裂隙上或火口內。

(2) 硫氣孔 (solfatara)：噴出多量硫質氣體與水蒸氣的噴氣孔。多數位於活火山或休火山的火口或其附近，也有位於與現在火山無直接關係的地區。

(3) 碳酸氣孔 (mofette)：噴出氣體以 CO_2 、 CH_4 、 H_2 、 N_2 等為主的噴氣孔。

6. 火山 (構造) 分類

根據構成材料可將火山分為以下三種 (顏滄波)：

(1) 熔岩火山或盾狀火山 (lava cones, shield volcanoes)：由熔岩流構成的火山。

(2) 碎屑岩火山 (pyroclastic cones)：由火山碎屑岩層構成的火山。

(3) 複合火山 (composite cones)：由熔岩流和火山碎屑岩層構造成的火山。

7. 錐狀火山 (Konide)

世界上的火山以此種形態出現者最多，如富士山或本省的七星山、觀音山等。通常由熔岩流及碎屑物的互層所構成，火山體下部常有集塊岩；也有純由碎屑物所構成的。錐狀火山的坡度各處不一，常屬凹坡而成錐狀。火山錐頂部通常有火口 (crater)，但面積不大，與火山體積的大小無直接關係。

8. 鐘狀火山 (Tholoide)

由於熔岩黏性大，故流動性小，最易形成小型之塊狀熔岩穹丘，即鐘狀火山，通常比高僅一百至三百公尺，無火口。鐘狀火山常是一種寄生火山 (parasitic volcano)，發育在大火山側面。如紗帽山即為七星山之鐘狀寄生火山。

9. 鍋狀火山 (Maar, ubehbe)

通常稱為平火口或爆裂火口。是經短期活動之間歇蒸氣爆發下造成之特殊火山口，多呈圓形或橢圓形窪地。一般不伴顯著出物的堆積，但偶而也有岩石碎屑堆積在火山四周，惟火口底部却常為堆積物所埋，成皿狀，並可積水成湖。

10. 火山口 (Craters)

岩漿的流出口，普通在火山山頂者較多。火山的外形多數成錐狀體，頂端有一個裂口，是岩漿或其他火山物質噴到地面的通道，稱為火山口 (crater)。火山口為一窪地，四壁陡峭。另外有一種面積較大的火山裂口叫做破火山口或火山臼 (caldera)，狀如盆地，略成圓形，它的半徑比一般的火山口大數倍至數十倍。破火山口的半徑至少在 1500 公尺以上，大至數公里或十餘公里，深數百公尺以上，都是由原來的火山口經過崩陷或爆裂或

兩者兼具的過程所造成的。

11. 火山口 (Crater)

又稱噴火山口，是地下岩漿，氣體等噴出地表所形成的噴口，四周有火山口壁。火山口有因岩漿噴出地表，以致地下空虛而使地表坍塌者，稱下陷火山口 (crater pit) 或火山口壑 (volcanic sink) 火山口面積龐大，直徑遠大於高度而且成因複雜者，謂之破火山口 (caldera)。噴氣孔活動造成的下陷帶也屬於火山口，但非火山口。大屯山區的小油坑、大油坑、馬槽、痲子坪、死火山口、以及北投附近的地獄谷、大磺嘴，都屬於最後一類。

12. 火山活動與礦床

火山活動的後期，火山氣體和熱水 (液) 常常會由地下上昇而噴流至地表附近。這個時期叫做熱液期 (hydrothermal stage)，發生的作用叫做熱液作用。由於熱液作用有水存在，黏性低，某些元素特別容易聚積而結晶沉澱，結果某種元素富集而造成礦床。普通常見的礦床有：硫磺礦床帶、硫化鐵礦床帶、高嶺土 (或黏土) 礦床帶、矽石礦床帶、明礬石礦床帶。

火山活動時，一部份岩漿在地下淺處固結成火山岩塊，其後的熱液作用偶將熱液中的金屬沉澱在火山岩塊及其圍岩中，形成礦染礦床或裂隙充填礦床，如金、銀、銅、鉛、鋅、汞、硫化鐵等礦床。

火山活動末期，周圍常出現許多溫泉。如果火山活動在地下繼續進行，該地區的地下溫度會異常高，而將附近的地下水加熱，流出地表時變為高溫水蒸氣，若水蒸氣能保持相當高的溫度，而且量相當豐富，就可開發成有經濟價值的地熱田，用來從事發電或其它的利用 (顏淪波，1979)。

13. 火成岩 (Igneous Rocks)

岩漿侵入地殼內，或流出地表面，經冷卻凝固而形成火成岩。

14. 火山岩 (Volcanic Rocks)

也稱為噴出岩類 (Extrusive Rocks)，是經由火山作用使岩漿噴發流出地表面而形成的熔岩 (Lava) 冷卻凝固而成。

15. 安山岩 (Andesite)

安山岩是一種中性的火成岩。所含粗粒斑晶通常包括條紋狀的長石、及一種或多種深色礦物，如角閃石、輝石、或雲母等。安山岩的名稱來自南美 Andes Mts。它是一種常見的火山岩。本研究區的火山岩大都是安山岩。

16. 玄武岩 (Basalt)

玄武岩是基性岩漿噴發所成的熔岩流凝固而成。顏色有黑色、暗灰、暗綠、褐色、或暗紅等。出現在烘爐山。

烘爐山的玄武岩呈暗灰色，質脆而多孔，有顯著的流狀組織。氣孔被淡色礦物充填：

也有顯著的斑狀組織，斑晶包括斜長石、普通輝石等。

玄武岩與安山岩緊密相鄰，屬更新世火山噴出物，含三氧化二鋁之量特高（高達20%）。

17. 火山碎屑岩

爆發性火山活動常將粗、細岩塊和火山灰吹飛空中，落下後沉積於陸上或海中，經膠結成火山碎屑岩。

依岩塊和火山灰含量的多寡可再分為火山角礫岩和凝灰岩；如在海中沉積成岩，則稱為集塊岩或凝灰岩。

18. 凝灰岩

凝灰質岩石多分佈在火山基部及周緣。組成材料大部份是較細的碎屑，以火山灰、砂以及安山岩風化分解後的物質與石英砂等為主。這種岩石層理分明，可能是在火山邊緣的水域中沉積而成，或屬於火山活動間歇期中的產物。

19. 火山角礫岩 (Agglomerate) (又稱集塊岩)

火山角礫岩是由火山岩塊所成，所含火山岩石碎塊遠較凝灰岩為多，但玻璃質碎屑則較少。

火山角礫岩發育在本區火山的基部，不整合蓋覆於新第三紀沉積岩層之上，但是有被夾在熔岩流中的，也有與熔岩流成互層的。它們由十餘公尺至一百公尺等，厚薄不一。岩性上集塊岩可以分為熔岩質集塊岩與凝灰岩質集塊岩。凝灰集塊岩分佈甚廣，主要在火山體的周緣。竹子山以北，凝灰質集塊岩構成寬闊的緩坡地，高出海面200至300公尺。

熔岩質集塊岩由熔岩膠結安山岩碎塊而成，呈灰色或紫灰色。其中礫塊多略帶稜帶，大小不一，以拳頭大的最為常見。

凝灰質集塊岩由火山灰、砂等與安山岩碎屑混雜膠結而成，外觀也多呈塊狀或厚層狀。

20. 沉積岩 (Sedimentary Rocks)

是由原已存在的岩石受到風化、侵蝕作用形成碎屑或生物遺骸等之後，再經沈積及石化等作用而形成。此類岩石皆成層狀，先沈積者居下，時代較老。層次愈上則時代愈新。

21. 層理 (Bedding or Stratification)

大多數沈積岩多表現一層一層可以分離或劈開的層次，這種成層的構造名為層理。這種構造是由於沈積時的短暫間斷，沈積物供應地的變化，或水流速度的變異等因素所造成。沈積物在平靜的環境下其層次多呈水平。在野外觀察地層時，層次呈傾斜是因為以後的地殼變動，或是當初在急流等情況下堆積形成的緣故。層理的厚度可以小至數公厘或大至數十公尺。

22. 砂岩 (Sandstone)

它的組成物以砂為主，並含有各種膠結物。其中最普通及主要的砂粒是石英，而其膠結物質多屬石灰質、矽質或鐵質。矽質膠結成的砂岩最硬，石灰質及鐵質膠結而成的砂岩最易受風化。

23.頁岩 (Shale)

由黏土或泥土組成，並具有緻密組織。相鄰兩層面相距極近，多呈薄頁狀結構。裂開面常與層面成平行。頁岩質密，顆粒成分肉眼不可辨，用顯微鏡也難鑑定。頁岩內的膠結物常為砂質、石灰質及鐵質。頁岩易受風化而變成土壤。

24.斷層

斷層是一種破裂性的變形。不過在裂面兩側的岩層曾沿著裂面發生相對的移動。斷層偶然是一個清楚的斷裂破碎面、但是大多數的情況下都是一個斷層帶，具有相當的寬度。斷層面可以做種種角度的傾斜。在斷面上方的岩層稱為上盤，在斷面下方的岩層稱為下盤。斷層的分類是以斷層兩側岩層所發生的相對移動為準，可分為傾移斷層（兩側斷塊沿著斷面的傾斜發生上下的移動）與平移斷層（沒有上下的移動，而是兩側斷塊沿著斷面的走向發生水平的移動）。通常的斷層都含有兩種類型的移動，但是以其中一類為主要。傾斜斷層又可分為重力斷層（或正斷層）與逆斷層。

25.不整合 (Unconformity)

不整合是一個侵蝕面或一個沉積停止面。年代較新的地層都不在整合面以上，較老的地層在下。不整合面上缺失的地層時間可長可短，代表當時地面上升至海水面以上而無沉積物堆積，或該時間內沉積之地層已經受到侵蝕而消失。

26.分水嶺 (stream divide)

將兩相鄰流域分隔開的界線稱分水嶺，如果分水界是明顯的山嶺，即為分水嶺。有谷中分水之谷，稱為通谷，兩條河流自谷分水嶺背向而流。

分水嶺的移動有一定的法則，如果分水嶺兩側河谷的侵蝕力相等，那麼分水嶺在原地漸漸降低，只作垂直移動，不作水平移動。如果侵蝕力不相等，那麼分水嶺即向侵蝕力較弱的河谷方向移動。又若分水嶺兩側坡度不同時，則分水嶺向較緩一方移動；兩側岩層軟硬不一時，則向硬的一方移動；迎風坡多雨時，侵蝕力大，則向背風坡少雨帶移動。

附錄二：採礦業對陽明山國家公園景觀的威脅

陽明山國家公園預定地，包括了以七星山為中心的周圍地區。在地形學的劃分上，屬於大屯火山區。

大屯火山地區是台灣本島最主要的火山分布地區。雖然火山噴發活動早已停止，但是火山活動後期的噴氣孔、溫泉等熱水活動依然十分普遍，並且構成本地區獨特的代表性地質地形景觀。

噴氣孔附近除了可見到硫磺孔、噴氣孔、溫泉等活動外，經常伴隨著經過熱水蝕變作用的岩石，這些岩石不僅變得鬆軟，也變成了黃色、白色、紅色、黑色等變化多端的色彩組合。鬆軟的岩石逐漸崩坍下陷，造成了下凹的孔穴狀地景。由北而南著名的噴氣孔分布區有坑子坪、磺嘴山、死磺子坪、大油坑、馬槽、小油坑、大磺嘴、地獄谷等。與噴氣孔伴隨而生的至少有三種以上的礦產，分別是硫磺、硫化鐵（黑土）、白土等。

硫磺在本區內已有六百年開採的紀錄，但是由於生成的作用一直持續著，因此在大油坑、小油坑仍然持續生長中。純黃的塊體以及初生的針狀結晶都容易尋獲，只是後者不易保存。硫化鐵大多呈暗色，在噴氣孔附近常見。

硫化鐵的礦石，放在室內，就會逐漸的長出細白晶瑩的毛髮來。事實上，它是硫酸鐵的結晶，是由硫化鐵吸收空氣中的水分而形成的，這種標本的風化可以造成劇烈的腐蝕作用。對一般民眾而言，會長白髮的石頭，更屬稀有。

陽金公路大油坑站旁的溪谷中，曾有褐鐵礦的發現，這些褐鐵礦全是植物化石組成，葉莖的構造清晰可辨，因此也是稀有珍貴的天然奇蹟，它們的價值遠超過當作低級鐵礦的價值。

大屯火山區內更富溫泉，它的利用全靠經營管理以及設備的情形。知名的有陽明山、北投、馬槽、磺溪嶺、峯溪、鳳凰、龍鳳、象頭、櫻園、六窟等。溫泉沐浴不僅舒暢身心，更能醫療一些疑難雜症，因此極富遊憩價值。

鑒於此類特殊地形景觀的分布，我國曾於民國五十三年由前交通部觀光事業小組委託前台灣省公共工程局將鄰近台北市之陽明山公園併同附近的七星山、大屯山等，以及金山、野柳、石門、富貴角等沿海地區規畫為「陽明國家公園」，面積約二萬八千四百公頃。唯此計劃當時因尚未公布國家公園法，缺乏法律依據，故未實施。在此之前，於日據時代，鑒於本區有特殊火山口、硫氣孔為火山地形地質之珍奇景觀，而草擬有「大屯國立公園計畫」。

民國六十一年六月十三日「國家公園法」頒布。

依據行政院第 1779 次會議決議及七十一、五、十三台七十一交字第七八一—號函指示

：「將本區（陽明山地區具有特殊生態資源及景觀價值部分約一萬公頃規畫為國家公園…………」。

最近內政部著手陽明山國家公園預定地區的規畫作業，野外初勘期間，發覺採礦工程不僅已造成了景觀的傷害，而且威脅與日俱增。大油坑、小油坑仍有採掘、收集硫磺的工事，死磺子坪仍有硫化鐵、白土等的採收工事。大磺嘴已經因採掘工程而變得滿目瘡痍。地獄谷則圍在圍籬裏，與攤販為伍，只剩下五分鐘繞場一周的價值。另外值得一提的是地熱井與地熱利用試驗，它在擎天岡附近。至於植物化石密集的褐鐵礦，也已被輔導會的採礦單位挖掘殆盡，只剩下殘敗的坑穴以及廢棄的工具、廢石堆。

一連串驚心動魄的景觀破壞實況，緊迫著內政部澈查區內礦業權的設定現狀。從省礦務局轉來的礦區分布圖中，清楚的見到，在國家公園預定區內，早已布滿了礦區。依據礦業法第十六條的規定，「採礦權以二十年為限，但期滿後，得申請經濟部核准展期二十年。」

大屯火山區主要的礦產是硫磺與硫化鐵，這兩種礦產的現況如下：

硫磺是製肥及各種化學工業的原料，主要是用來製硫酸。國內天然硫磺（含硫化鐵）的生產，因為受到進口硫的影響，幾乎已經停止。近十年來的生產量大都屬於煉油時回收的硫磺。民國六十九年硫磺生產量約 8,100 公噸，比民國六十年的 5,191 公噸回收硫磺尚增加 56.02%，實際上是煉油量增加而導致的結果。

硫化鐵產量在民國六十年曾達 45,229 公噸，至六十九年已降低到 1,500 公噸，硫化鐵大部分是選自銅礦砂的副產品，今後欲生產天然硫磺（硫化鐵），除非低品質能利用者，似難恢復生產。只有依賴進口硫磺或回收硫磺之途。

民國六十八年國內生產的硫化鐵 536 公噸，約值新台幣 11 萬元；硫磺 8,946 公噸，約值 2,490 萬元。但是同年進口的硫磺則高達 153,039 公噸，總價可達 35,238 萬元，因此自產硫磺微不足道！

民國六十年～六十九年硫化鐵及硫磺產量表（1981）

（公噸）

年 品 名	六 十	六十三	六十五	六十七	六十八	六十九	六十九年比 六十年之增 減率（%）	說 明
硫 磺	5,191	3,310	5,770	9,506	8,946	8,099	56	來自煉油
硫化鐵	45,229	10,452	9,386	767	536	150	- 100	

顯然的，如果採礦的問題不能解決，大屯山區就難成為國家公園。一項國家級的建設，也將寸步難行。檢討礦業法的規定，或許能找出一條明路，摘取重要的條例，分列如下：

礦業法第 22 條規定「左列各地域內，不得申請設定礦業權……距國有公有建築物、國葬地、鐵路、公用道路、緊要水利、保安林地、重要廠址及不能移動之著名古蹟等地界一百五十公尺以內，未經該主管機關或土地所有人及土地占有人准許者。」

礦業法第 34 條規定「經濟部或省（直轄市）主管機關，認為礦業申請地有妨害公益或無經營之價值時，得不予核准。」

礦業法第 43 條規定「礦業權者有左列事情之一時，其礦業權應即撤銷：……登記後無不可抗力之故障，二年內不開工或中途停工一年以上者……礦業之經營有害公益無法補救，或違反安全法令，不遵令改善者。……」

礦業法第 66 條規定「租用或通過之土地，於使用完畢後，礦業權者應回復其土地之原狀，交還土地所有人，如因不能回復致有損失時，應按其損失程度，另給土地所有人以相當之補償。」

礦業法第 68 條規定「因礦業工作致礦區以外之土地有重大損失時，礦業權者應給予土地所有人及關係人以相當之補償。」

礦業法第 78 條規定「礦區稅為地面租稅以外之稅，其稅如左：採礦區每公畝按年納國幣二角……採礦區每公畝或……按年納國幣六角……」。

礦業法第 81 條規定「經濟部或省（直轄市）主管機關對於礦業工程認為妨害公益時，應令礦業權者立即採取改善措施，或暫行停止工作，如抗不遵辦，得適用第 43 條第 3 款之規定。」

根據以上的事實以及礦業法的規定，筆者認為收回礦權為目前急待進行的工作。筆者同時指出下列政府疏忽的事務：

一、礦業權的設定，如與其他重要土地利用計畫衝突時，如何辦理？

二、礦業稅率偏低，已達全不合理的程度，因此設定礦權之後，對國家有何利益可言？

礦權設定的地區有無限制？已設定礦權的總面積有多少？

三、經濟部核准礦權申請案時，如何評估礦產是否具備開採價值？

四、蘇花公路沿線逼近公路的礦區為數甚多，除非經過主管機關核准，否則即違反礦業法第 22 條的規定。這些礦場的作業不僅破壞景觀，更直接危及行人的安全。因此實有追究責任的必要。礦業法第 22 條限制的規定只要求得主管機關同意，皆可突破，因此條文使主管機關承擔太多的壓力，也開放了行賄之道。似乎只要說服主管機關，就可以為所欲為。

五、礦業法第 66 條、68 條的規定中，若所破壞的土地是國有土地，是否也應賠償國家的損失？由那個機關負責追訴？

六、申請礦權已經成為土地投機份子的擅用技巧之一，政府可有有效調查違法案件的辦法？

七、礦業法、土石採取法……對破壞環境已有基本之限制，其施工方法且有相關法規予以管制（開採與用地方面有14種法規，公害防治方面有9種法規，保護環境景觀方面有8種法規，獎勵方面有6種法規……），各種法規相互牽制，必須達到全盤協調，才可順利開採（盧善棟，1981年9月，鑛冶評論）。但是破壞景觀的案例層出不窮，因此法律條文如同虛設，除了增加困擾、製造行賄機會之外，有何效益？

經濟部也是文化資產保存法中指定負責自然文化景觀保存的主管機構。該法第55條指出，改變或破壞自然文化景觀者處五年以下有期徒刑，拘役或科或併科三萬元以下罰金。第59條規定「有該管責任之公務員犯……得依各條之規定，加重其刑二分之一」。

同時經濟部也是山坡地保育利用法規的主管機構，因此今後經濟部如何自處，實在是耐人尋味的好題目之一。

總之，陽明山國家公園預定地的景觀已遭受採礦業的傷害，而且威脅似將持續。這種經濟價值微乎其微的採礦業，如能組礙國家公園計畫的實施，那也將是另一則大笑話。這一件案例，將要暴露的是另一個法規與區域計畫的漏洞；也暗示著政府組織、分工上的錯誤與欠缺整體性；還有部門權責的衝突以及本位主義下的頑固盲從。這些都將呈現在一連串的協調會議之中，消磨政府官員的精力、時間，在磨擦中，日趨精疲力竭。

附錄三：陽明山國家公園區內的地名及其所反映的地形景觀

地 名	圖幅名稱 (二萬五千分之一)
陽明山：	陽明山
紗帽山 (643M)：	陽明山
七星山 (1120M)：	陽明山
大屯山 (1092M)：	陽明山
後山：	陽明山
磺嘴山 (912 M)	陽明山
頂山 (768 M)	陽明山
烏塗山：	陽明山
五指山：	陽明山
東坪寮山：	陽明山
鵝尾山 (510 M)：	陽明山
竹子山 (1103M)： ※註：位於嵩山之東北方。	陽明山
竹子山 (1053 M)： ※註：位於萊公山之東側。	陽明山
嵩山 (989 M)：	陽明山
洪爐山 (656M)：	陽明山
百拉呷山 (910M)：	陽明山
面天山 (977 M)：	淡 水

※山：土、石之聚也。按地質學，凡陸地聳出地面約達 320 公尺以上者統稱為山。高度在 320 公尺以下者為小山。小山之低小者為丘。山之生成多由地球收縮地殼運動而起，或因橫壓力使地球表面發生褶曲而成山者，亦時有之。其他又有因堆積作用而成山地者如火山……等 (大學字典)

地 名	圖幅名稱 (二萬五千分之一)
大屯西峰 (897M)	陽明山
大屯南峰：	陽明山
※峰：山高而尖起的部份。(東方國語辭典)	
擎天崗	陽明山
※崗：山脊。(新辭典)	

竹篙嶺：	陽明山
上半嶺：	陽明山
土地公嶺（525 M）：	陽明山
※嶺：1 山道也。2 山脈之幹系。（大學字典）	
二坪頂：	陽明山
頂：物的最上部，最高的部分。（東方國語辭典）	
大坪崙：	陽明山
竿尾崙：	陽明山
※崙：（注）善曰，皆特起之貌。濟曰，皆屈曲高大、傾側峻險貌。（大學字典）	
鹿堀坪：	陽明山
富山坪：	陽明山
富上坪：	陽明山
內坪：	陽明山
※坪：地平也。（大學字典）；平坦的地方。（東方國語辭典）。	
頂湖：	陽明山
竹子湖：	陽明山
中湖：	陽明山
山豬湖：	陽明山
頭湖：	陽明山
尖山湖：	陽明山
楓樹湖：	淡水
大油坑：	陽明山
水坑：	陽明山
土地公坑：	陽明山
菜公坑：	陽明山
耕坑：	淡水
※坑：塹也。壑也。（大學字典）；低陷的地方。（新辭典）；地面凹陷的地方。（東方國語辭典）	
冷水堀：	陽明山
※堀：孔穴也。與窟通。（大學字典）	
竹子山脚：	陽明山
白石脚：	淡水
內雙溪：	陽明山

雙溪溝：

磺溪頭：

溪底：

水尾：

礁坑仔尾：

大屯橋：

磺寮：

車坪寮：

興福寮：

永春寮：

※寮：屋之小者（大學字典）；小屋（新辭典）。

七股：

頭股：

二股：

下七股：

※股：事物由全體分出來的一部份（東方國語辭典）。

事物的一部份（新辭典）

店子村：

員山村：

頂青學：

中青學：

下青學：

北投：

內阿里磅：

※磅：石聲（新辭典）

柳子楠：

內屋：

馬槽：

百拉卡：

盾山崎：

※崎：山不平坦的地方（東方國語辭典）；山險峻貌（大學字典）

八煙：

大埔：

※埔：閩粵一帶通常將河邊的沙洲稱為埔（國語日報辭典）

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

淡水

淡水

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

淡水

淡水

淡水

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山

陽明山