

陽明山國家公園地質資料庫之建立

Creation of A Geological Data Base
for Yangmingshan National Park

伍 木 林 宋 聖 榮

Mu-Lin Wu S. R. Song

內政部 陽明山國家公園管理處印製
營建署

中華民國八十年八月

August 1991

目 錄

摘要	i
英文摘要	ii
壹、陽明山國家公園數值地質資料庫之建立 . .	1
一. 前言	2
二. 研究範圍及內容	2
三. 研究方法	3
四. 結果與討論	4
1. 數值地圖資料庫	4
2. 地質資料庫自動查詢系統	4
3. 地質地圖查詢分析	5
4. 由地質圖形資料庫查詢屬性資料	6
5. 查詢環境敏感程度及潛在危險	7
6. 圖形疊合分析	8
7. 立體景觀分析	8
五. 結論	9
六. 參考文獻	10
貳、陽明山國家公園地質屬性資料庫之建立 .	20
一. 研究目的	21
二. 研究範圍及內容	21
三. 研究方法	21
四. 結果	23
五. 參考文獻	39

摘 要

陽明山國公園地質資料庫之建立，工作分爲二項：一．爲岩石樣本採集與分析，由宋聖榮博士完成；二爲數值圖形建檔及地理資訊系統分析，由伍木林博士完成。本報告分爲數值資料庫之建立及屬性資料之建立兩部份。陽明山國家公園範圍內的岩石樣本，經系統採集，製作切片、照相、分析礦物組成和化學成分，已完成完整的地質屬性資料庫。地質地圖、環境敏感分佈及潛在危險分佈圖，亦數化爲電腦檔案，並開發完成地質資料庫的自動查詢系統，可自動查詢岩石切片幻燈片、化學成份、岩象學說明及其分佈區域。所建資料庫，可與現有資料庫，進行地理資訊系統分析。陽明山國家公園經營管理，所需地質及環境敏感、潛在危險等資訊，可快速由電腦得知。針對管理處內不同課室的不同業務問題，宜進一步開發不同地理資訊系統自動分析模組，以發揮此地質資料庫之功能。

Abstract

This project, entitled "Creation of a geological data base for Yangmingshan National Park", consists of two tasks. One task was performed by Dr. S. R. Song while the other was done by Dr. M. L. Wu.

Dr. Song was responsible for rock sample collection and its physical and chemical analysis in order to create attributes of a geological data base. Dr. Wu converted its geological maps and attributes into digital forms. An automatic geological inquiry system was developed by Dr. Wu to facilitate some GIS implementations. This new data base can serve as new data layers which can be overlaid with the existing digital data base for GIS analysis. A wide range of questions encountered in decision making support and daily management at Yangmingshan National Park now can be solved by this data base.

陽明山國家公園數值地質資料庫之建立

伍 木 林

一. 前言(Introduction)

地質資料庫為國家公園經營管理的基本資訊之一。陽明山國家公園已建立立體地理資訊系統 (伍木林, 1990), 其資料庫包含界樁、道路、步道、河流、立體等高線、立體坡度、立體三角網地形, 方格座標報導用圖, 及兩幅比例尺五千分之一的遊憩設施圖。地質圖, 環境敏感地區, 及潛在危險地區圖尚待建立為電腦資料庫。地質資料庫包含地圖及屬性資料。地質的屬性資料, 需有系統採集陽明山國家公園範圍內的岩石樣本, 並予以切片、照相、分析其礦物組成和化學成份。

立體地理資訊系統分析, 若包含立體坡度、地質、環境敏感地區及潛在危險地區等的疊合分析, 可提升保育解說以及經營管理之成效, 以垃圾焚化爐的選址為例, 可避免坡度太陡、地質脆弱及潛在危險地區。進一步配合立體地形分析, 可選擇對於景觀破壞最小之地點。

本計畫目的分為兩項:

1. 建立陽明山國家公園地質屬性資料庫。
2. 建立陽明山國家公園地質圖形資料庫以及環境敏感區及潛在危險地區圖形資料庫。

工作項目分為兩大項, 屬性資料庫由台灣大學地質系宋聖榮博士負責, 其餘工作由伍木林教授負責。

二. 研究範圍及內容(Test Area and Problems been Solved)

1. 以陽明山國家公園轄區為研究範圍。

- 2.陽明山國家公園地質地圖數化建檔。
- 3.陽明山國家公園環境敏感及潛在危險分佈圖數化建檔。
- 4.根據宋聖榮博士所建立的地質屬性資料包括岩石切片幻燈片、岩石化學成份、岩象學說明,將屬性資料與地圖圖形資料整合為數值資料庫,可供自動查詢。
- 5.地質資料庫、環境敏感分佈及潛在危險分佈圖與現有數值地圖資料庫的疊合分析。
- 6.使用技術轉移。

三. 研究方法(Method)

- 1.根據已發表的地質圖 (陳肇夏、吳永助,1971; 黃鑑水,1988),比例尺為1/25,000數化建檔。每一圖例分別建為一圖層(layer),以利查詢、疊合分析。原圖計有兩幅,分別套疊陽明山國家公園界樁數值地圖。
- 2.以陽明山國家公園環境敏感分佈及潛在危險分佈圖(張石角,1989)為底圖,數化建檔。圖形可供查詢環境敏感度極高、高、中、低、或極低,亦即工程冒險率;亦可供查詢潛在危險分佈。
- 3.地質資料庫查詢系統的開發,以自動化為原則,任何人皆可使用。
- 4.由地圖直接查詢其屬性資料庫。
- 5.地質圖、環境敏感分佈及潛在危險分佈圖與現有數值圖形資料庫的疊合分析及查詢,圖形繪製。
- 6.立體地理資訊系統分析。

四. 結果與討論(Results and Discussion)

1. 數值地質資料庫(A digital geological data base)

已完成數化建檔的地圖,有陽明山國家公園地質圖(圖1),大屯地熱區地質圖(圖2),陽明山國家公園環境敏感度分佈圖及潛在危險分佈圖(圖3)。岩石切片幻燈片計有20種,存為電腦影像檔,岩石化學成份存為 DBASE 的 DBF 檔及影像檔(*.TGA),岩象學說明文字檔及影像檔(*.TGA)。

接合27張比例尺1/5000數值地圖,完成陽明山國家公園全區道路圖(圖4),全區河流圖(圖5)。

2. 地質資料庫自動查詢系統(An automatic geological inquiry system)

以 AUTOLISP 語言撰寫 Ymsrock.LSP,在 AUTOCAD套裝軟體內可自動查詢地質資料庫內的岩石切片幻燈片,化學成份,岩象學說明及其分佈區域的地圖。操作方式非常簡便,只打數字 1,2,3,及滑鼠按鍵即可,全中文化,任何人皆會操作。電腦開機之後,出現如下畫面,在鍵盤打數字1,按 enter鍵(或 return鍵)。接著只需移動滑鼠。

請選擇一個數字

- 1.陽明山國家公園地質查詢系統
- 2.陽明山國家公園道路查詢系統
- 3.陽明山國家公園河流查詢系統

此自動查詢系統需要TARGA電路板,AUTOCAD以及自撰程式 YMSROCK.NME。索引圖分幅,暫以20幅圖為限。第一層為索引圖。第二層即為岩石幻燈片,化學分析,岩象學說明及分佈區域的三項選一。第三層為岩石幻燈片或化學分析或岩象學說明。第四層即為岩石分佈區域。任何文字、數字、地圖、影像、皆可查詢。其他類似四層資料查詢,皆可使用此程式。

3.地質地圖查詢分析

步驟：

- 1)進入AUTOCAD顯示地質圖(指令:ACAD10 2 YMSHOT)
- 2)關掉全部圖層(指令:LAYER OFF *)
- 3)打開所有需圖層(指令:LAYER ON BOUNDARY,A1)
- 4)放大及縮小圖形(指令:ZOOM W , ZOOM P)
- 5)插入比例尺1/5000地圖(指令:INSERT *Y24SLP)
- 6)查閱圖例內各項的圖層名稱(LAYER NAME)

可用LAYER OFF * , LAYER ON TELLME 指令。

範例:查詢圖名為磺嘴山(9723-III-024)內的斷層及噴汽孔溫泉。

1)指令為：

ACAD10

2

YMSGEOG

LAYER OFF * Y ON B*,F*,S*

INSERT

*Y24SLP

0,0

按三下 ENTER 鍵

LAYER OFF SLP1,SLP2,SLP3,SLP4

2)圖6爲查詢成果

4.由地質圖形資料庫查詢屬性資料

在AUTOCAD內顯示大屯地熱區地質圖(YMSHOT.DWG)後,查詢A1(玄武岩質安山岩)、A13(角閃石安山岩)的化學成份時,需用PEELDBF.LSP,VDBF.EXE程式,及GTOD.TXT,YMSHOT.DBF檔。

1)指令爲:

ACAD10

2

YMSHOT

(LOAD "PEELDBF")

PEELDBF

移動滑鼠在A1及A13文字上各按一下

2)指令爲:

ACAD10

2

YMSHOT

COMMAND:GETTGA

TGA FILE=打A1M(可看到A1的化學成份說明)

COMMAND:REDRAW

COMMAND:GETTGA

TGA FILE=打A10M(可看到A10的化學成份說明)

3)不在AUTOCAD程式內,可用PE2編輯GTOD.TXT,存下列六行:

YMSHOT

A1

A5

A10

A13

A2

下指令:VDBF,即可看到A1,A5,A10,A13,A2的化學成份。

4)在ACAD10子目錄,下指令:GETTGA A1M

GETTGA A5M

GETTGA A10M

GETTGA A13M

GETTGA A2M

可分別看到A1,A5,A10,A13,A2的化學成份說明。

5)在DBASE軟體內直接查詢A1,A5的化學成份

指令:

DBASE

USE YMSHOT

BROW

5.查詢環境敏感程度及潛在危險

以礮嘴山之圖為例

指令:

ACAD10

2

YMSDANGER

INSERT

*Y24SLP

0,0

按三下 enter 鍵

LAYER OFF SLP1,SLP2,SLP3,SLP4

即可得到圖7的成果。若再查工程冒險 ≥ 12 的地區,可再下
LAYER OFF 10,8,6,5(關掉工程冒險率10-11,8-9,6-7, $\leq$
5)。

6. 圖形疊合分析

陽明山國家公園立體地理資訊系統,所建立圖形皆使用2度分帶的 TM 座標系統,任何幾張圖形,皆可在 AUTOCAD 內顯示疊合,所需指令為 LAYER(圖層開關),ZOOM(放大,縮小)INSERT(插入新圖形)。道路、河流、坡度、界樁...等,皆可與地質地圖疊合。

7. 立體景觀分析

圖6及圖7,若再加 VPOINT 指令,可看到地質地圖及環境敏感圖為平面圖形,而 Y24SLP.DWG 此圖為立體坡度圖,詳如圖8。再下 LAYER ON SLP* 的指令,可看到磺嘴山此圖的立體三角網地形。若斷層線由平面(2D)轉為立體(3D),即可在立體三角網地形上看到立體的斷層,詳如圖9。

立體圖形轉換為平面圖,使用 VPOINT 0,0,0 指令。

現有數值地圖資料庫內的平面圖形,轉換為立體圖形,即

可隨意進行立體圖形分析。

五. 結論(Conclusion)

陽明山國家公園管理處的地質資料庫已建檔完成,岩石切片幻燈片、岩石化學成份分析、岩象學說明及分佈區域可自動化查詢。環境敏感分佈及潛在危險分佈圖亦數化成電腦檔案。今後國家公園管理與經營,所需要的地質資訊、環境敏感度及潛在危險資訊,皆可由電腦快速查知。配合所需立體地形分析。各個課室業務不同,所需立體地理資訊系統分析技術稍有不同,宜先開發其應用模組,才能達到自動化的目標。平面圖形資料庫轉換為立體圖形資料庫,可進行真正立體分析,其說服力大異於純平面的圖形分析。建議陽明山國家公園數值地圖資料庫宜轉換為立體,應用模組朝自動化發展,以期各課室人員,皆能使用此資料庫,解決業務問題。

六. 參考文獻(Reference)

陳肇夏、吳永助 (1971) :臺灣北部大屯地熱區之火山地質。中國地質學會會刊第十四號, 5-20 頁。

黃鑑水 (1988) :臺灣地質圖幅第四號,台北幅及說明書。經濟部中央地質調查所出版。

張石角, 1989, 陽明山國家公園環境敏感區及潛在災害地區之調查研究 陽明山國家公園管理處委託研究報告 78頁。

伍木林, 1989, 立體地理資訊系統技術轉移(Technique Transfer of A Three-Dimensional Geographic Information System)本文發表於行政院農業委員會遙感探測技術發展策劃小組,中華民國78年6月發行的"遙感探測"第10期,71-78頁。

伍木林, 1990, 立體地理資訊系統之開發(Development of A Three-Dimensional Geographic Information System)(invited paper) 中華民國航空測量及遙感探測學會 1990年年會學術演講, 台灣

伍木林、朱孟希, 1989, 個人電腦圖形資料庫管理系統 (A Micro-Computer Graphic and Data Base Management System) 78年5月12,13日在中正理工學院舉辦「第八屆測量學術及應用研討會」大會中發表。

伍木林、楊豐昌、朱孟希, 1989, 您可動手組合地理資訊系統 (A Geographic Information System Which You Can Make)本文發表於URPIS 17,"INFORMATION SYSTEMS: ASSESSING THE IMPACT ", 21-24 November 1989, Perth, Western Australia ., 10頁

伍木林、林培旺、林耀源、楊金臻, 1989, 陽明山國家公園立體地理資訊系統(A Three-Dimensional GIS for Management of Yangmingshan National Park)本文發表於GIS/LIS '89, November 26 - November 30,1989, Orlando, Florida, U.S.A. , 10頁

劉慶男、陳裕良、伍木林, 1990, 陽明山國家公園立體地理資訊系統技術轉移(Technology Transfer of A 3-D GIS At Yangmingshan National Park), 發表於 Resource Technology

'90, Second International Symposium on Advanced Technology in Natural Resource Management, Washington, D. C., U. S. A., 1990年11月12-15日。

伍木林、蕭榮福、張隆志, 1990, 立體地理資訊系統對台灣省水土保持局組織的衝擊 (Organizational Impacts of a Three-Dimensional Geographic Information System at Taiwan Water and Soil Conservation Bureau) 發表於 GIS/LIS '90, November 7-10, 1990, Anaheim, California, U.S.A., 6頁

伍木林, 1989, 陽明山國家公園地理資訊系統之初步建立 (A Pilot Study for the Establishment of Geographic Information System for Yangmingshan National Park), 10頁。

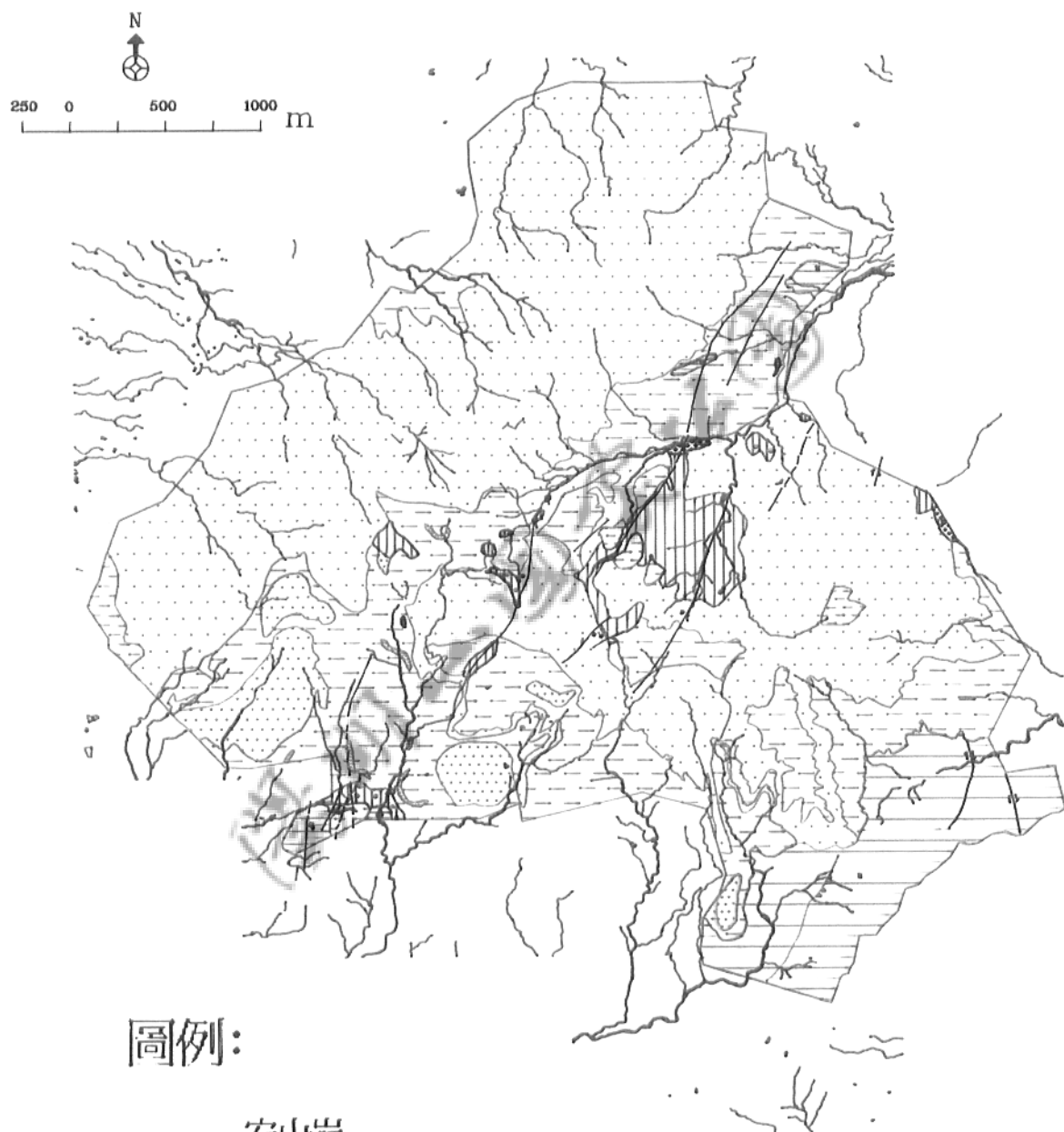
廖大牛、伍木林, 1989, 遙感探測、地理資訊系統及數位地形技術之應用 (Applications of Remote Sensing, Geographic Information System and Digital Terrain Model Techniques), 138頁。

伍木林, 1989, 個人電腦立體地理資訊系統 (A 3-D GIS for Personal Computers), 國立屏東農專電算中心印行, 103頁。

伍木林, 1990, 陽明山國家公園立體地理資訊系統之開發 (Development of A Three-Dimensional Geographic Information System for Management of Yangmingshan National Park) 陽明山國家公園管理處印製 39頁。

伍木林, 1990, 陽明山國家公園數值地圖資料庫及公園管理處界樁暨分區使用界樁數值化電腦檔案建立 (Creation of Digital Topographic Maps, Digital Boundary Piles and Zoning Piles for Yangmingshan National Park) 陽明山國家公園管理處印製, 76頁。

圖1: 陽明山國家公園地質圖



圖例:

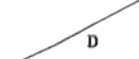
- | | |
|--|---|
|  安山岩 |  逆衝斷層 |
|  凝灰角礫岩 |  重力斷層 |
|  熱水換質帶 |  平移斷層 |
|  中新世沉積岩 |  噴汽孔溫泉 |
|  近代沖積層 | |

圖 2: 大屯地熱區地質圖

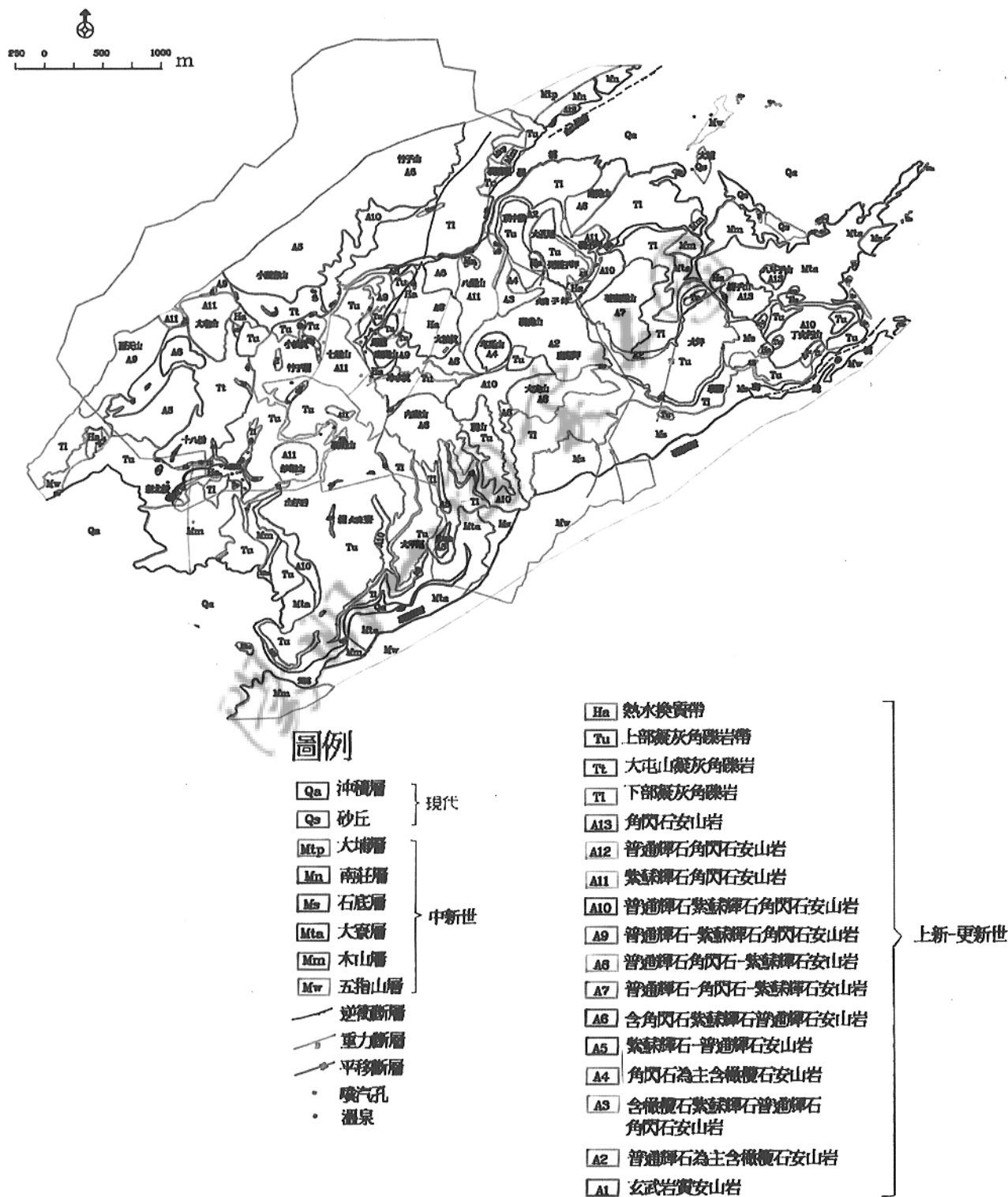
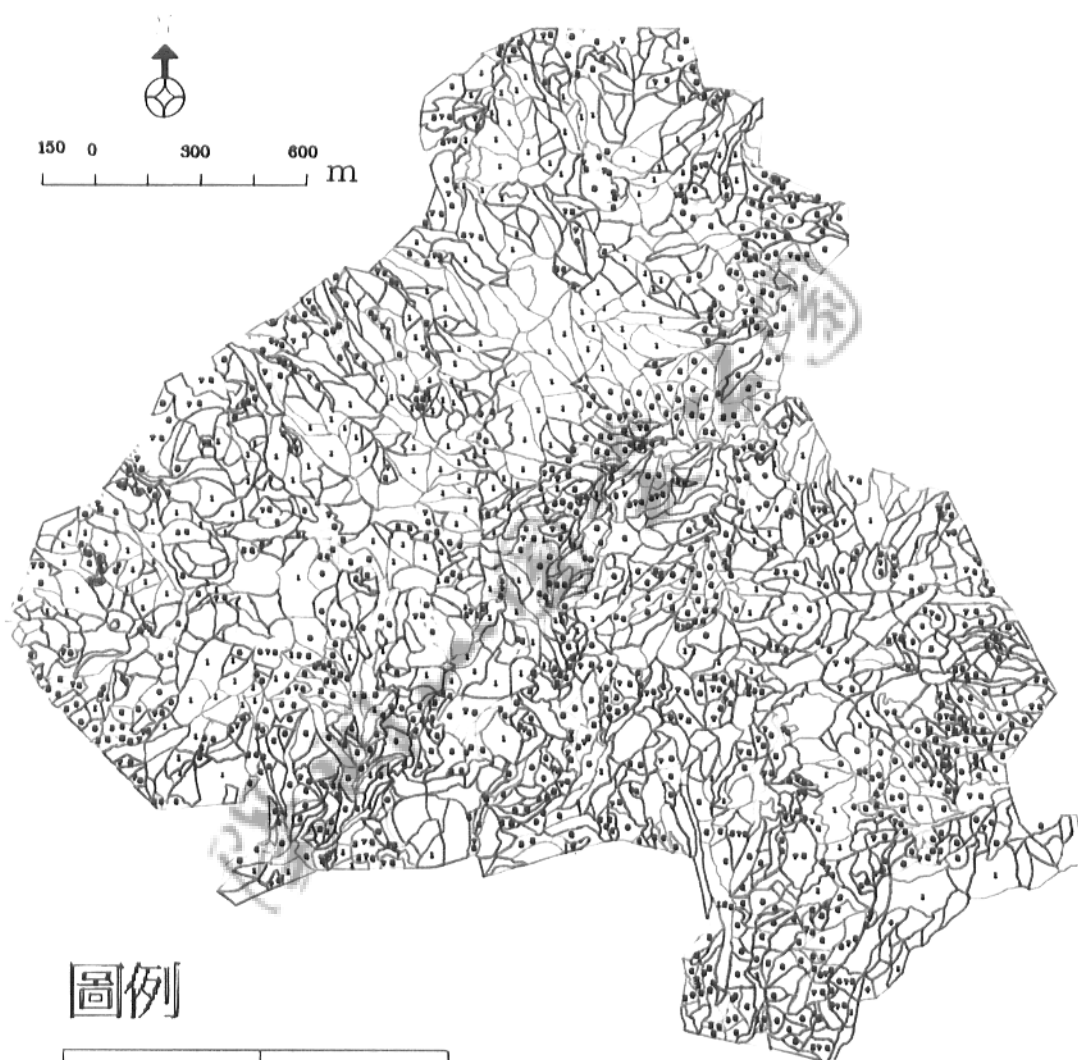


圖 3: 陽明山國家公園環境敏感度分佈圖 及潛在危險分佈圖



圖例

環境敏感度			工程冒險率			
	極高	≥ 12	符號	說 明	符號	說 明
	高	10-11	1	落石	5	弧型地滑
	中	8-9	2	岩屑滑落	6	沖蝕
	低	6-7	3	岩屑滑崩	7	土石流
	極低	≤ 5	4	平面型地滑	8	潛移

圖 4：陽明山國家公園全區道路圖

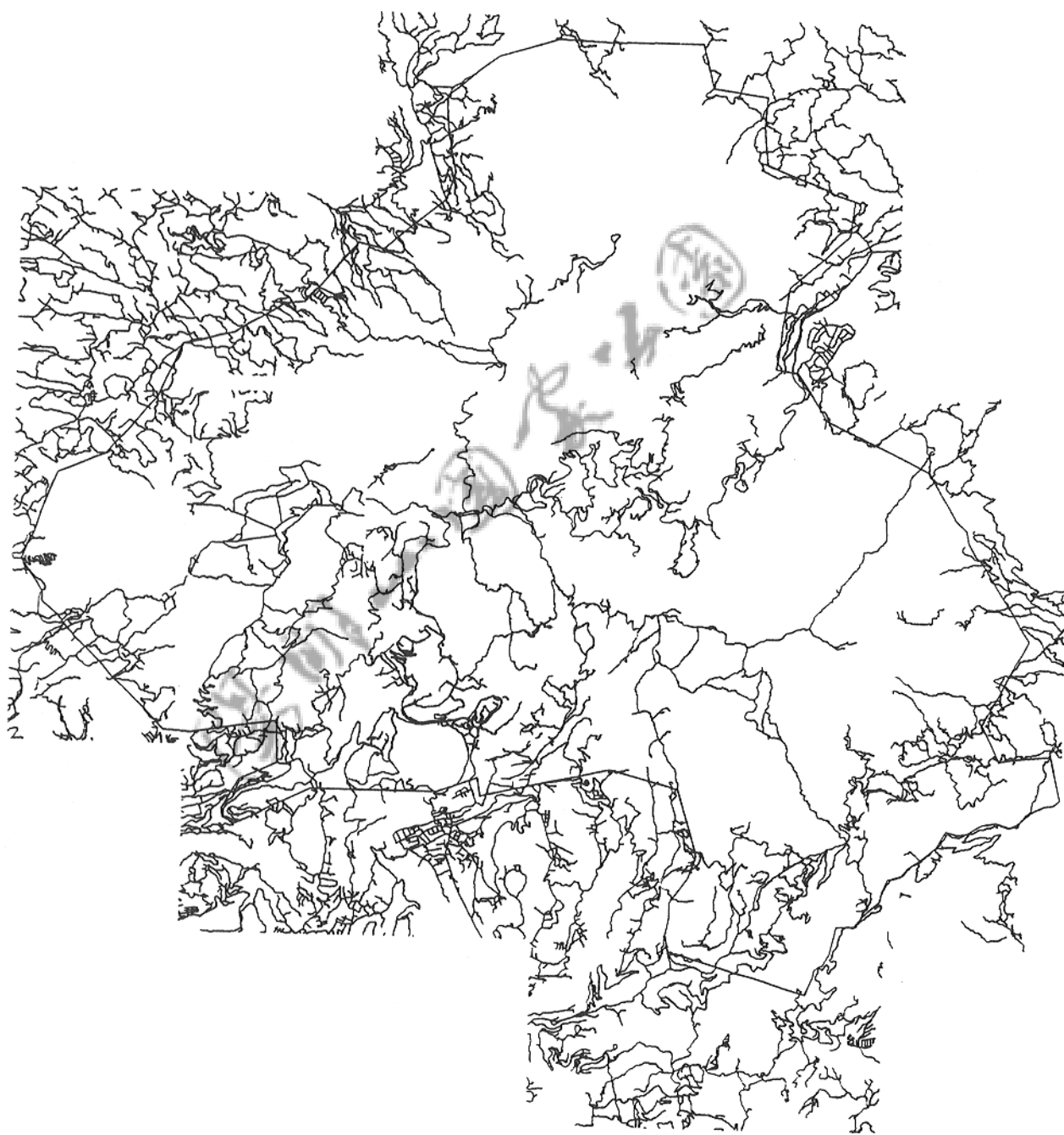


圖 5：陽明山國家公園全區河流圖

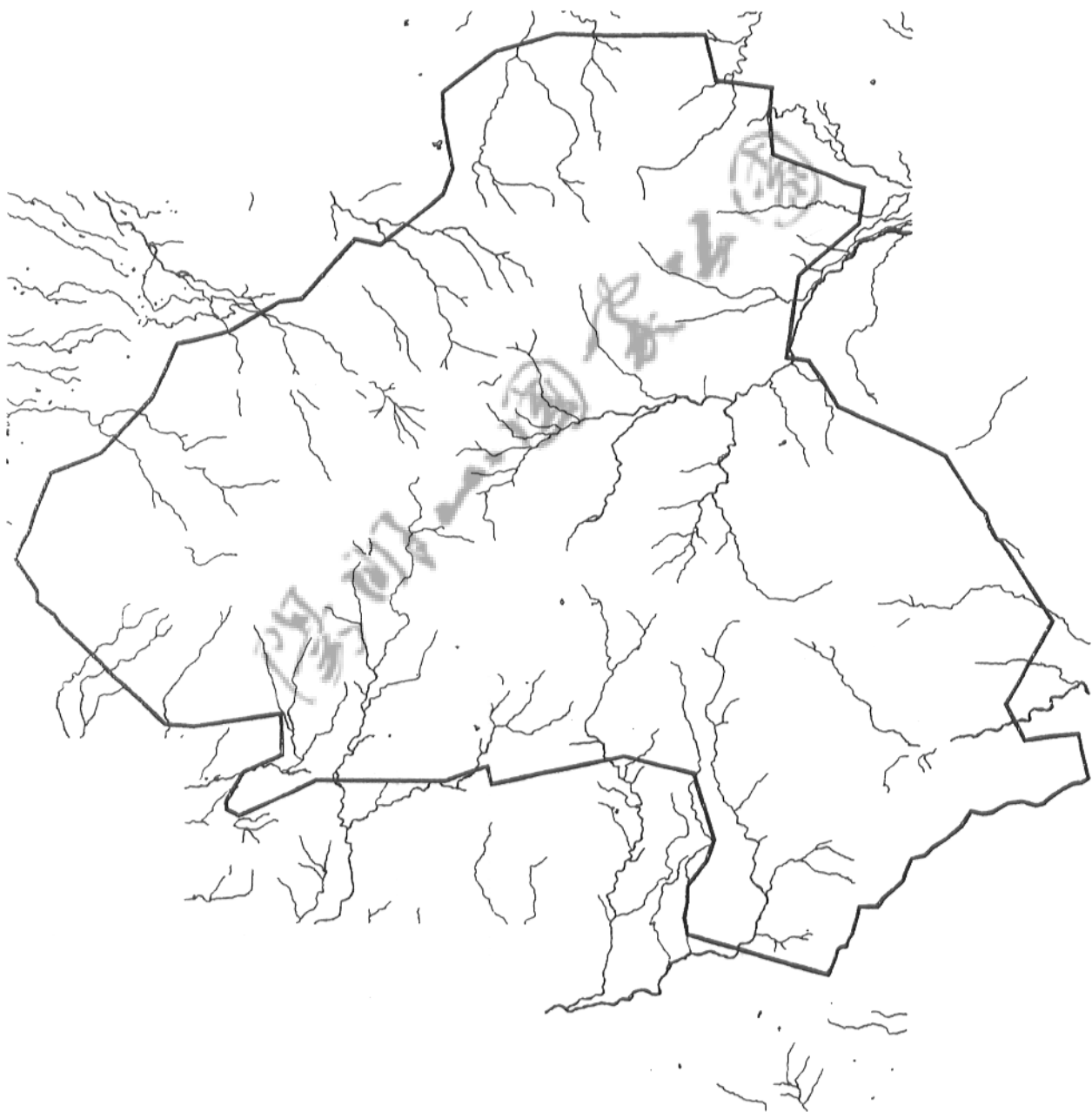


圖6. 坡度圖(圖名:磺嘴山,圖號:9723-III-024)疊合
陽明山國家公園地質圖

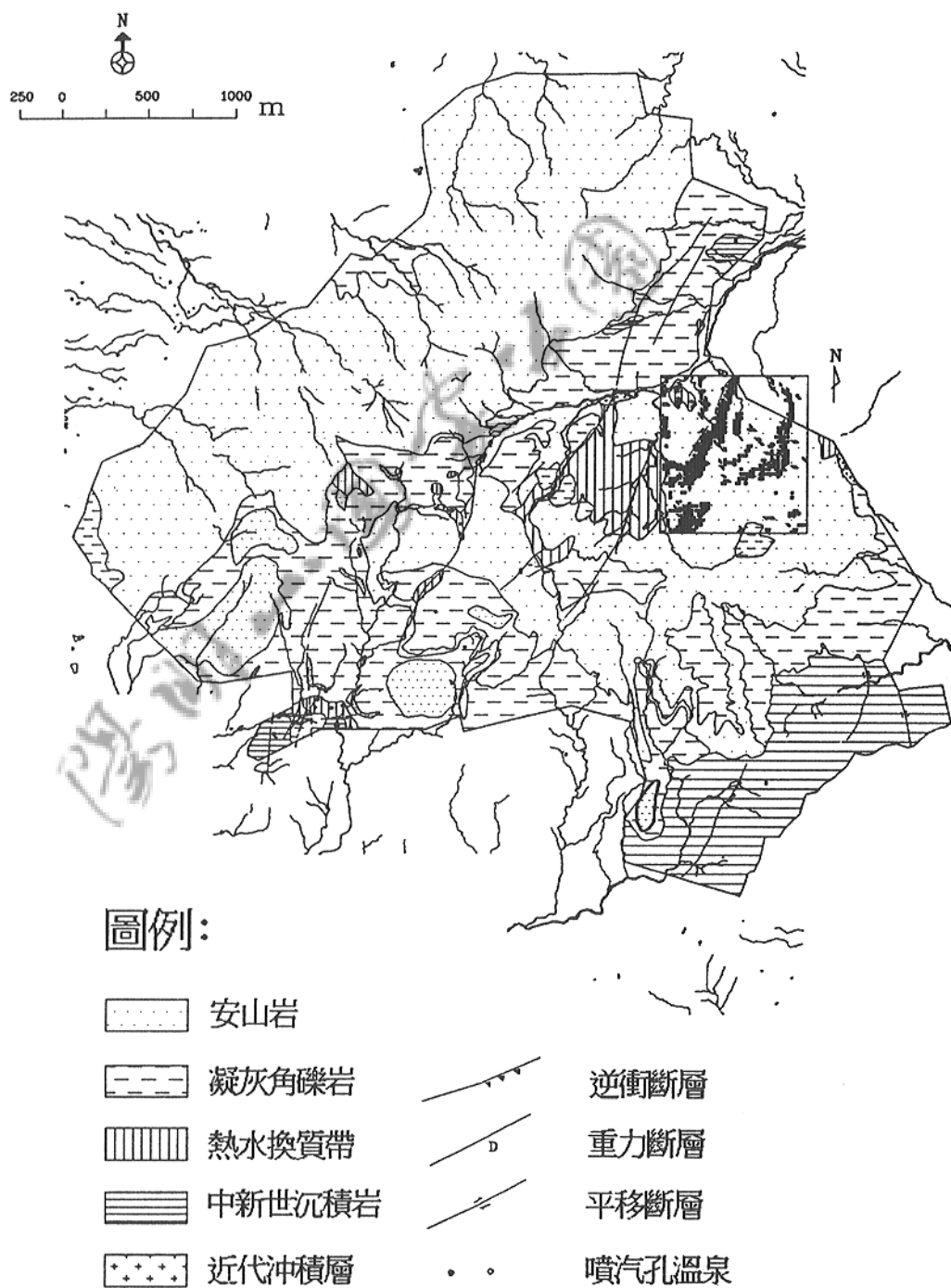
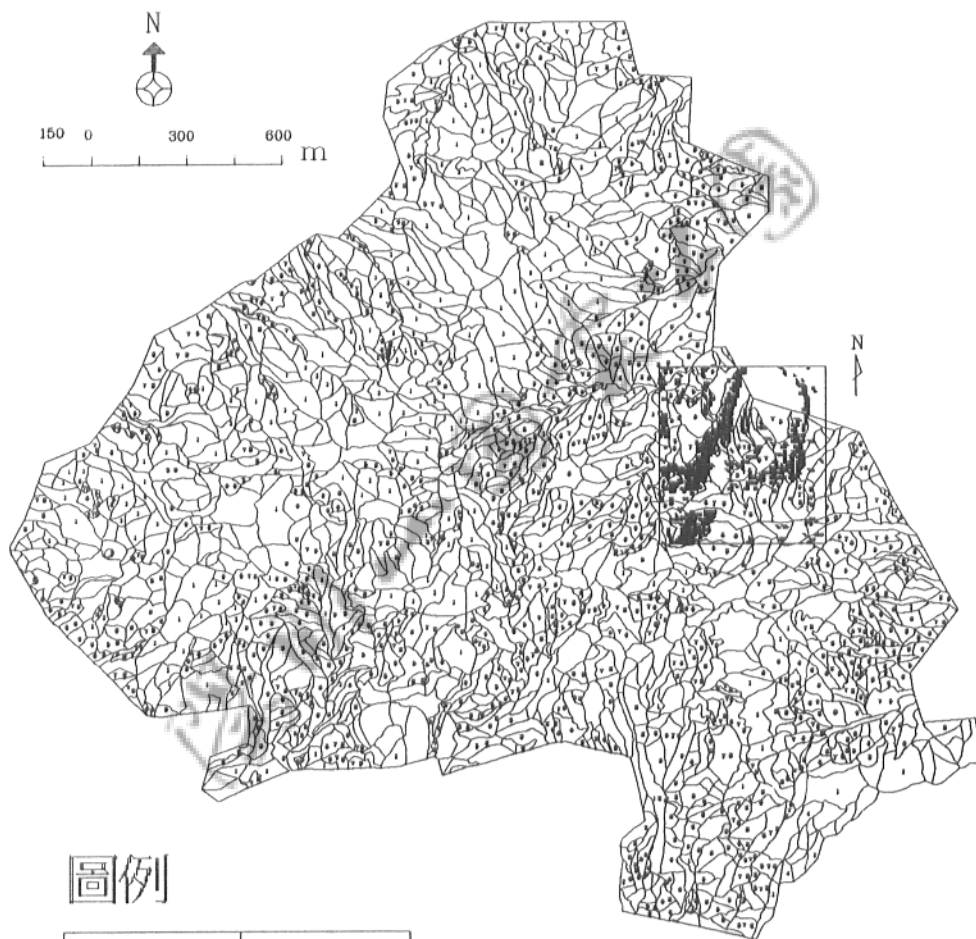


圖 7:

坡度圖(圖名:磺嘴山,圖號:9723-III-024)疊合

陽明山國家公園環境敏感度分佈圖 及潛在危險分佈圖



圖例

環境敏感度		工程冒險率				
	極高	≥ 12	符號	說 明	符號	說 明
	高	10-11	1	落石	5	弧型地滑
	中	8-9	2	岩屑滑落	6	沖蝕
	低	6-7	3	岩屑滑崩	7	土石流
	極低	≤ 5	4	平面型地滑	8	潛移

圖8:立體坡度圖疊合平面及立體地質圖
(坡度圖圖名為磺嘴山)

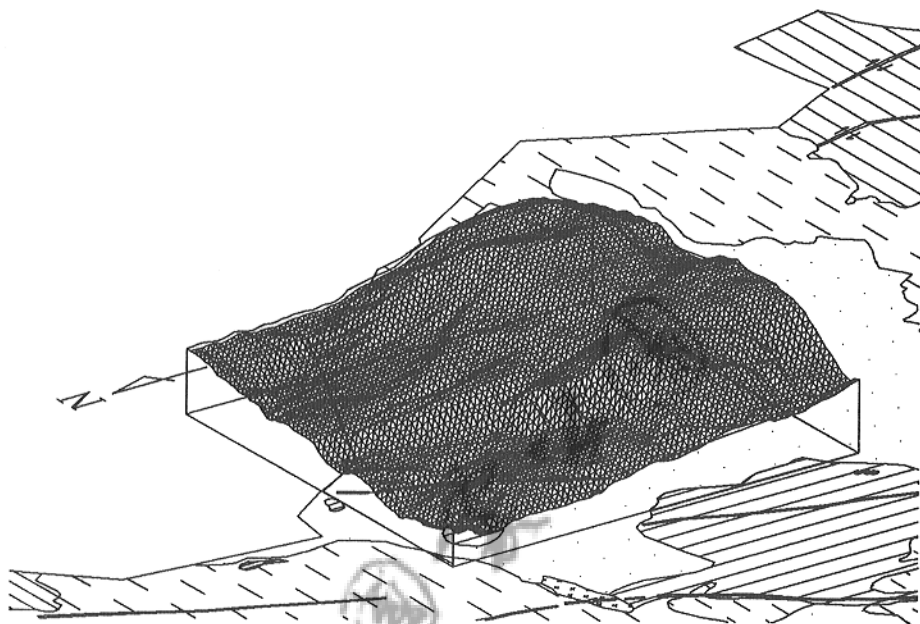
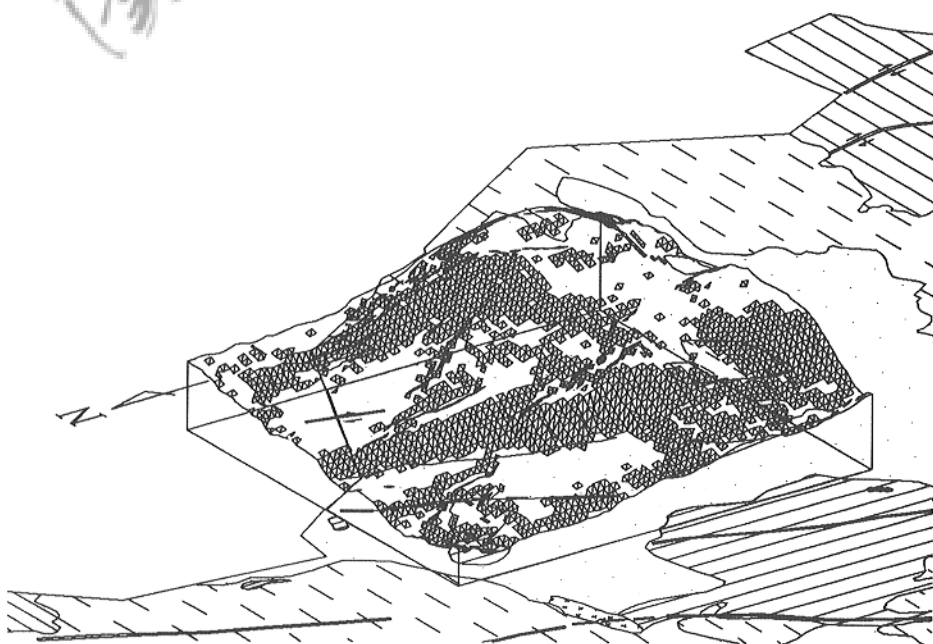


圖9:立體坡度圖疊合平面及立體地質圖
(坡度為30%以上)



陽明山國家公園地質資料庫之建立

地質屬性資料

陽明山國家公園
宋 聖 榮

陽明山國家公園地質資料庫之建立

地質屬性資料

一、研究目的：

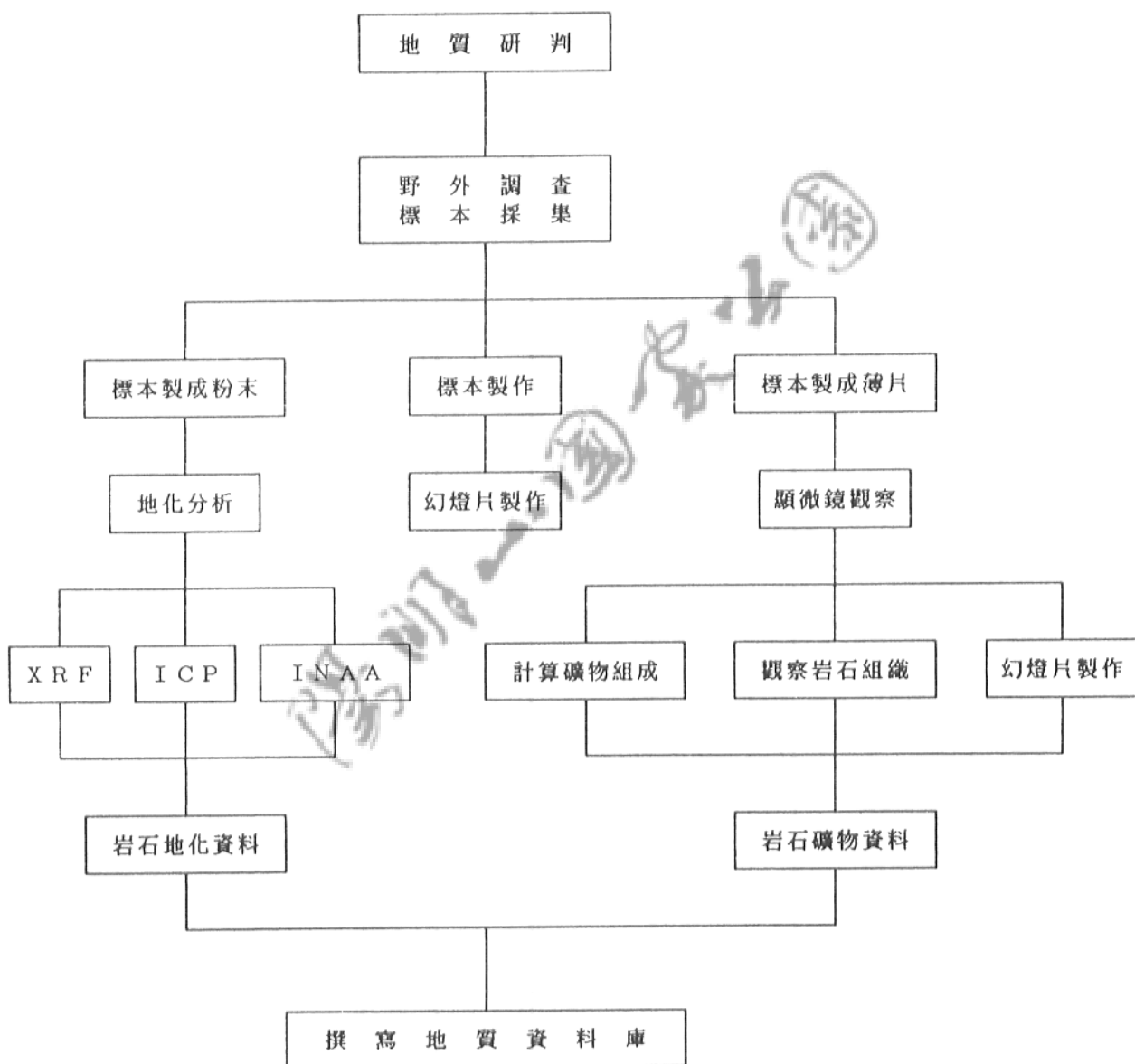
本計畫之目的在以有系統的採集陽明山國家公園範圍內的岩石樣本，並予於切片、照相、分析其礦物組成和化學成分，提供完整的地質屬性資料以建立完整且詳盡的地質資料庫。

二、研究範圍及內容：

- 1、以陽明山國家公園範圍為研究範圍。
- 2、完成陽明山國家公園範圍內岩石樣本的採集。
- 3、製作岩石薄片，並分析各種岩石樣本的礦物組成及組織結構。
- 4、分析各種火成岩的化學成分。
- 5、製作各種岩石的幻燈片。

三、研究方法

- 1、根據已發表的地質圖（Chen and Wu, 1973）為基礎，來檢驗及研判陽明山國家公園範圍內的岩石分佈種類，並據以為採樣的依據。
- 2、製作各種岩石樣本的岩石薄片，在偏光顯微鏡下研究岩石的礦物組成和組織結構，並製作成具代表性的幻燈片。
- 3、挑選各種火成岩的樣本，用x光螢光分析儀、感應耦合分光儀和中子活化分析法分析岩石中的主要元素和微量元素含量。
- 4、研究流程如下：



四、結果

1、標本採集（取樣位置如下圖）

- 標本一： 玄武岩或玄武岩質安山岩
(Basalts or basaltic andesites)
- 標本二： 普通輝石為主含橄欖石安山岩
(Augite-predominanted olivine bearing andesites)
- 標本三： 含橄欖石紫蘇輝石普通輝石角閃石安山岩
(Olivine bearing hypersthene augite-hornblende andesites)
- 標本四： 角閃石為主含橄欖石安山岩
(Hornblend-predominanted olivine bearing andesites)
- 標本五： 紫蘇輝石—普通輝石安山岩
(Hypersthene-augite andesites)
- 標本六： 含角閃石紫蘇輝石普通輝石安山岩
(Hornblende bearing hypersthene-augite andesites)
- 標本七： 普通輝石—角閃石—紫蘇輝石安山岩
(Augite-hornblende-hypersthene andesites)
- 標本八： 普通輝石角閃石—紫蘇輝石安山岩
(Augite hornblende-hypersthene andesites)
- 標本九： 普通輝石—紫蘇輝石角閃石安山岩
(Augite-hypersthene hornblende andesites)

- 標本十： 普通輝石紫蘇輝石角閃石安山岩
(Augite hypersthene hornblende andesites)
- 標本十一： 紫蘇輝石角閃石安山岩
(Hypersthene hornblende andesites)
- 標本十二： 普通輝石角閃石安山岩
(Augite hornblende andesites)
- 標本十三： 角閃石安山岩
(Hornblende andesites)
- 標本十四： 五指山層砂岩
(Wuchihshan sandstones)
- 標本十五： 木山層砂岩
(Mushan sandstones)
- 標本十六： 大寮層砂岩
(Taliiao sandstones)
- 標本十七： 石底層砂岩
(Shihti sandstones)
- 標本十八： 南莊層砂岩
(Nanchuang sandstones)
- 標本十九： 大埔層砂岩
(Tapu sandstones)
- 標本二十： 熱水換質帶岩石
(Rock of the zone of hydrothermal alteration)

2、岩象學

岩石礦物組成百分比

	橄欖石	直輝石	斜輝石	角閃石	黑雲母	斜長石	磁鐵礦	石 基
A 1	3.6	1.2	14.6	--	--	30.2	2.4	48.0
A 2	1.0	3.6	15.0	--	--	27.6	1.2	51.6
A 3	3.2	3.8	16.4	1.6	--	23.2	2.2	49.8
A 4	--	2.6	15.0	2.8	--	21.4	1.6	56.6
A 5	--	4.8	9.4	2.8	--	40.0	2.6	40.2
A 6	--	4.4	16.4	--	--	42.0	2.2	35.0
A 7	--	4.6	7.8	7.0	--	28.8	2.6	49.2
A 8	--	5.6	5.8	8.2	--	34.2	1.2	45.0
A 9	--	3.6	5.6	0.8	--	38.4	2.6	49.0
A 1 0	--	--	--	20.2	0.8	29.6	1.6	48.6
A 1 1	--	5.4	11.4	4.0	--	28.2	2.6	48.4
A 1 2	--	3.6	3.4	12.2	--	21.6	0.6	58.6
A 1 3	--	1.6	--	15.8	--	36.8	2.2	43.6
菜公坑山	--	5.6	0.8	10.8	--	37.8	2.4	42.6
柏蘭山莊	--	3.0	4.0	--	--	31.6	1.6	59.0
十八份	--	6.8	12.8	--	--	39.2	2.0	39.2
行義橋	--	7.8	8.8	--	--	27.4	2.0	54.0

	石 英	長 石	方解石	雲 母	岩 屑	膠結物	含鐵不透明礦物
五指山層砂岩	85.2	1.2	--	1.0	10.6	2.0	--
木山層砂岩	86.8	0.8	2.4	1.2	7.2	1.6	--
大寮層砂岩	58.6	2.4	3.8	3.6	24.2	2.6	5.6
石底層砂岩	61.2	4.6	2.2	5.8	17.2	4.6	4.6
南莊層砂岩	53.6	3.8	1.0	2.6	27.4	10.2	1.4
大埔段砂岩	65.2	3.6	2.8	3.2	16.2	6.4	2.8

岩象學

A 1 : 玄武岩或玄武岩質安山岩

(Basalts or basaltic andesites)

斑晶組成：橄欖石、紫蘇輝石、普通輝石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等細粒晶體。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有鈉長雙晶組織，而普通輝石也有雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，而使橄欖石部分轉變為伊丁石。

A 2 : 普通輝石為主含橄欖石安山岩

(Augite-predominanted olivine bearing andesites)

斑晶組成：橄欖石、紫蘇輝石、普通輝石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等細小晶體。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。普通輝石內部包有紫蘇輝石當核心，且呈現嵌晶狀組織。斜長石則有鈉長雙晶組織。

此樣本相當新鮮，但含有捕獲岩。

A 3 : 含橄欖石紫蘇輝石普通輝石角閃石安山岩
(Olivine bearing hypersthene augite-hornblende andesites)

斑晶組成：橄欖石、紫蘇輝石、普通輝石、斜長石、角閃石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，而使裂縫發達的橄欖石蝕變為黏土礦物，角閃石蝕變為含鐵不透明礦物。

A 4 : 角閃石為主含橄欖石安山岩
(Hornblend-predominanted olivine bearing andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等細小晶體。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織、連續不等粒組織。大顆粒普通輝石有嵌晶狀組織，而斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石蝕變為含鐵不透明礦物。

A 5 : 紫蘇輝石—普通輝石安山岩
(Hypersthene-augite andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：玻璃質。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織，而普通輝石也有雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石部份蝕變為含鐵不透明礦物。

A 6 : 含角閃石紫蘇輝石普通輝石安山岩
(Hornblende bearing hypersthene-augite andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有鈉長石雙晶組織，而普通輝石也有雙晶組織。

此樣本相當新鮮。紫蘇輝石被普通輝石包圍在內，此乃是紫蘇輝石形成後，再與岩漿反應所造成的。

A 7 : 普通輝石—角閃石—紫蘇輝石安山岩
(Augite-hornblende-hypersthene andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：玻璃質。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有鈉長石雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石蝕變為含鐵不透明礦物。

A 8 : 普通輝石角閃石—紫蘇輝石安山岩
(Augite hornblende-hypersthene andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有鈉長石雙晶組織，而普通輝石也有雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石部份或全部蝕變為含鐵不透明礦物。

A 9 : 普通輝石—紫蘇輝石角閃石安山岩
(Augite-hypersthene hornblende andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織，而普通輝石也有雙晶組織。

此樣本相當新鮮。

A 1 0 : 普通輝石紫蘇輝石角閃石安山岩
(Augite hypersthene hornblende andesites)

斑晶組成：角閃石、黑雲母、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織。

此岩樣受嚴重的熱水換質作用影響，使角閃石蝕變為陽起石。

A 1 1 : 紫蘇輝石角閃石安山岩
(Hypersthene hornblende andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織，且斜長石有鈉長石雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石蝕變為含鐵不透明礦物。

A 1 2 : 普通輝石角閃石安山岩
(Augite hornblende andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：玻璃質。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石部份或全部蝕變為含鐵不透明礦物。

A 1 3 : 角閃石安山岩
(Hornblende andesites)

斑晶組成：紫蘇輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。大顆粒角閃石顯現嵌晶狀組織，而斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石蝕變為含鐵不透明礦物。

菜公坑山：

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、角閃石、斜長石和磁鐵礦。

岩基組成：斜長石和磁鐵礦等微晶。

組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。大顆粒角閃石顯現嵌晶狀組織，而斜長石有鈉長石雙晶組織。

此樣本稍受風化作用影響，使角閃石部份蝕變為含鐵不透明礦物。

柏園山莊：

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、斜長石和磁鐵礦。
岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等細粒晶體。
組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有鈉長石雙晶組織。
此樣本相當新鮮。

十八份：

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、斜長石和磁鐵礦。
岩基組成：普通輝石、斜長石和磁鐵礦等微晶。
組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有鈉長石雙晶組織。
此樣本相當新鮮。

行義橋：

斑晶組成：紫蘇輝石、普通輝石、斜長石和磁鐵礦。
岩基組成：玻璃質。
組織：斑晶組織、球狀斑晶組織和連續不等粒組織。斜長石有帶狀和鈉長石雙晶組織，而普通輝石也有雙晶組織。
此樣本相當新鮮。

五指山層砂岩：

主要組成成份以石英顆粒和岩屑為主，分別佔 75.2% 和 20.6%，其他少量的成份有長石（1.2%）、雲母（1.0%）；膠結物質（2.0%）為細粒的黏土礦物。石英顆粒大小直徑在 0.12~0.30 mm 之間，呈次角礫狀到次圓狀，以鋸齒狀的邊緣相互嵌合，膠結良好，有再結晶作用。

木山層砂岩：

主要組成成份以石英顆粒佔 86.8%，其他少量的成份有長石（0.8%）、方解石（2.4%）、雲母（1.2%）和岩屑（7.2%）；膠結物質（1.6%）為細粒的黏土礦物。石英顆粒大小直徑在 0.08~0.20 mm 之間，呈次角礫狀到次圓狀，以鋸齒狀的邊緣相互嵌合，膠結良好，有再結晶作用。

大寮層砂岩：

主要組成成份以石英顆粒和岩屑為主，分別佔 58.6% 和 24.2%，其他少量的成份有長石（2.4%）、方解石（3.8%）、雲母（3.6%）和含鐵不透明礦物（5.6%）；膠結物質（2.6%）為細粒的黏土礦物和方解石。石英顆粒大小直徑在 0.12~0.30 mm 之間，呈次角礫狀到次圓狀，膠結稍差。

石底層砂岩：

主要組成成份以石英顆粒和岩屑為主，分別佔 61.2% 和 17.2%，其他少量的成份有長石（4.6%）、方解石（2.2%）、雲母（5.8%）和含鐵不透明礦物（4.8%）；膠結物質（4.6%）為細粒的黏土礦物和方解石。石英顆粒大小直徑在 0.02~0.10 mm 之間，呈次角礫狀到次圓狀，膠結稍差。

南莊層砂岩：

主要組成成份以石英顆粒和岩屑為主，分別佔 53.6% 和 27.4%，其他少量的成份有長石（3.8%）、方解石（1.0%）、雲母（1.0%）和含鐵不透明礦物（1.4%）；膠結物質（10.2%）為細粒的黏土礦物和含鐵氧化物。石英顆粒大小直徑在 0.02~0.10 mm 之間，呈次圓狀，膠結差。

桂竹林層大埔段砂岩：

主要組成成份以石英顆粒和岩屑為主，分別佔 65.2% 和 16.2%，其他少量的成份有長石（3.6%）、方解石（2.8%）、雲母（3.2%）和含鐵不透明礦物（2.8%）；膠結物質（6.4%）為細粒的黏土礦物和鐵氧化物。石英顆粒大小直徑在 0.02~0.10 mm 之間，呈次圓狀，膠結差。

熱水換質安山岩：

熱水換質帶之地表岩石的換質礦物組成以石英為主，愈靠近目前溫泉泉源的岩石，則轉變成以石英的同質異相礦物—低溫方英石為主。其餘，常發現的礦物尚有明礬石、葉蠟石、高嶺石、禾樂石、和非晶質的蛋白石。

受到熱水換質的岩石，顏色變成白色或灰色，但在裂隙附近，受到帶有氧化鐵的溫泉水及地下水染成紅、棕和紫等各種顏色。另外，因溶蝕使岩石孔隙度變大，愈靠近溫泉附近則愈明顯，硫氣孔附近岩石的孔隙中多充填冷凝的天然硫。

3、岩石化學

	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
SiO ₂	52.04	56.00	55.16	56.63	56.57	54.85
TiO ₂	1.35	0.55	0.53	0.56	0.57	0.78
Al ₂ O ₃	16.80	17.23	17.98	16.49	18.35	18.09
Fe ₂ O ₃	9.29	7.64	7.51	7.36	7.66	7.56
MnO	0.16	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14
MgO	5.91	5.03	4.71	5.06	3.68	4.76
CaO	9.77	8.20	9.08	8.64	8.55	8.79
Na ₂ O	2.46	2.51	2.49	2.53	2.81	2.62
K ₂ O	1.43	1.70	1.64	1.75	1.59	1.53
P ₂ O ₅	0.26	0.23	0.22	0.25	0.17	0.20
LOI	1.13	0.43	0.75	0.53	0.74	1.09
Total	100.60	99.66	100.21	99.94	100.84	100.41
La	21.80	12.34	14.50	11.78	14.89	14.13
Ce	44.99	28.06	25.28	26.04	29.28	27.04
Nd	26.80	11.32	13.32	12.33	13.02	17.47
Sm	5.78	2.45	2.78	2.62	2.89	3.33
Eu	1.35	0.87	0.92	0.99	1.06	0.98
Gd	4.22	2.19	2.26	2.54	2.65	2.58
Tb	0.87	0.56	0.62	0.60	0.60	0.75
Yb	2.97	2.15	2.49	2.09	2.33	2.14
Lu	0.393	0.255	0.321	0.267	0.270	0.256
Ba	552.2	388.1	661.5	432.8	506.2	400.7
Ni	29.2	27.6	24.6	26.6	19.6	17.9
Cr	82.2	94.3	85.9	136.2	12.6	48.6
Sr	458.2	479.6	483.2	522.8	443.2	432.0
Sc	43.50	33.15	31.26	35.50	22.90	35.18
V	283.3	275.1	266.7	296.9	254.6	321.6
Th	3.55	2.58	5.05	5.31	5.81	5.94
Ta	0.64	0.23	0.24	0.20	0.20	0.25
Y	28.1	15.7	20.1	18.6	18.1	20.5
Zr	105.1	66.0	212.1	75.8	87.3	70.6

	A 7	A 8	A 9	A 1 0	A 1 1	A 1 2
SiO ₂	55.48	55.41	57.15	58.47	57.32	58.28
TiO ₂	0.59	0.69	0.82	0.56	0.60	0.60
Al ₂ O ₃	17.99	18.01	18.79	17.92	17.88	17.17
Fe ₂ O ₃	7.88	7.27	6.89	5.95	6.92	7.27
MnO	0.15	0.15	0.14	0.12	0.15	0.14
MgO	4.48	3.49	3.10	2.87	4.20	3.68
CaO	8.27	8.40	7.61	7.96	7.74	6.56
Na ₂ O	2.80	2.81	2.90	2.49	2.66	2.73
K ₂ O	1.54	2.13	1.84	1.97	1.53	1.62
P ₂ O ₅	0.23	0.36	0.31	0.26	0.21	0.22
LOI	1.10	1.10	0.39	1.93	1.60	2.13
Total	100.51	99.82	99.94	100.50	100.81	100.40
La	15.66	19.98	24.84	13.85	14.06	15.02
Ce	29.80	38.20	47.89	30.01	26.42	29.65
Nd	15.12	20.59	23.28	14.00	13.51	14.21
Sm	3.83	4.09	4.33	3.48	3.20	3.32
Eu	1.36	1.47	1.64	1.18	1.09	1.23
Gd	2.90	4.35	3.81	3.05	2.95	2.86
Tb	0.63	0.88	0.98	0.57	0.43	0.48
Yb	2.23	2.55	2.46	1.87	1.85	1.64
Lu	0.272	0.367	0.332	0.235	1.281	0.328
Ba	422.0	637.3	598.4	422.1	452.2	516.3
Ni	19.7	6.2	4.5	14.8	21.0	14.5
Cr	123.3	10.9	15.1	26.8	81.6	25.6
Sr	440.4	600.5	554.8	502.2	448.6	527.4
Sc	33.38	29.93	20.76	23.80	25.21	25.10
V	289.1	312.2	235.6	236.9	251.5	234.3
Th	5.89	6.40	7.30	5.47	5.31	6.37
Ta	0.20	0.31	0.64	0.23	0.26	0.31
Y	20.3	27.1	26.5	18.8	19.4	18.1
Zr	78.3	84.5	123.9	74.3	60.4	63.4

	A 1 3	柏園山莊	十八份	行義橋	菜公坑山
SiO ₂	58.83	56.41	55.18	55.91	58.35
TiO ₂	0.54	0.61	0.78	0.73	0.53
Al ₂ O ₃	17.77	17.77	18.51	18.25	18.47
Fe ₂ O ₃	6.64	7.78	7.58	7.28	6.74
MnO	0.14	0.13	0.13	0.14	0.13
MgO	3.17	3.89	4.38	3.81	3.16
CaO	6.87	8.12	8.83	8.69	7.24
Na ₂ O	2.73	2.59	2.62	2.79	2.80
K ₂ O	1.56	1.77	1.60	1.54	1.70
P ₂ O ₅	0.24	0.27	0.20	0.23	0.20
LOI	2.09	0.62	0.84	0.55	0.95
Total	100.58	99.96	100.65	99.92	100.27
La	12.92	13.67	13.68	16.99	16.27
Ce	26.01	26.52	32.83	33.78	32.80
Nd	14.30	14.02	15.45	16.21	14.33
Sm	2.67	2.97	3.24	3.28	3.09
Eu	1.03	1.11	1.20	1.19	1.20
Gd	2.61	4.53	3.85	4.15	3.96
Tb	0.69	0.59	0.64	0.74	0.64
Yb	1.67	2.05	1.81	1.59	1.53
Lu	0.231	0.235	0.257	0.229	0.256
Ba	378.4	1002.0	388.7	439.4	477.0
Ni	13.7	20.6	12.2	18.5	8.9
Cr	12.2	32.3	27.0	13.5	15.2
Sr	495.7	515.2	433.8	542.3	487.1
Sc	19.29	29.46	34.09	22.64	24.01
V	214.9	288.0	329.7	282.8	258.8
Th	4.61	5.67	5.70	6.76	7.70
Ta	0.25	0.21	0.22	0.53	0.35
Y	17.8	23.3	24.0	23.1	22.1
Zr	61.1	480.5	71.0	94.3	74.0

參 考 文 獻

陳肇夏、吳永助 (1971) 臺灣北部大屯地熱區之火山地質：
中國地質學會會刊第十四號，5 - 20頁。

黃鑑水 (1988) 臺灣地質圖幅第四號，臺北幅及說明書：
經濟部中央地質調查所出版。

陽明山國家公園

統一編號

02214805468

陽明山國家公園