



EJ095199218241

師大地理研究報告
第18期 民國81年3月
Geographical Research
No.18, March 1992

花東縱谷北段河階的地形學研究*

A Geomorphological Study of River Terrace in Northern Huatung Longitudinal Valley

張瑞津**

Jui-chin Chang

沈淑敏*¹

Su-min Shen

石再添***

Tsai-tien Shih

張政亮*¹

Cheng-liang Chang

Abstract

Huatung (Hualien-Taitung) area in eastern Taiwan is the most active tectonic area in Taiwan. In response to the continual uplift, river terraces have been formed by rejuvenation. Under the tectonic impact, some terraces have been deformed by fault, with lateral offset, vertical displacement and downwarping. The terraces distributed in Hsiukuluan River are spread wider than those in Hualien River. From the observations of terrace step, area, scarp and deposits, the terraces in Hsiukuluan River are more conspicuous than those in Hualien River. It provides one evidence for differential uplift in Coastal Range.

Six steps of terraces are recognized and correlated between Tewu to Chimei in Hsiukuluan River. Based on the C-14 dating of drift wood, prior to the stage of 50,000 years before present at least, Hsiukuluan River has been deposited in the valley. Due to the hardness of andesite and conglomerate as a threshold downstream, river cuts down slowly. And this makes the river keep a stable state for a long time. In contrast, the river had been winding around in a weaker rock of Takangko formation. Under this circumstance, terraces are developed very well. Combining the multiple effects of active tectonic and self-regulation, the river is adjusted by changes of morphology and slope. The adjustment of has been undertaking up to recent.

(Key words: river terrace, river evolution, tectonic)

* 本文為國科會 80 年度「花東地區河階之地形學研究(Ⅱ)」專題研究計劃(編號：NSC 80-0202-M 003-05)之研究報告，研究期間承蒙鄧國雄、黃朝恩、楊貴三、許民陽諸位博士參與討論提供寶貴意見，曾正雄、連健欽及甘玲如、張懿華、王瓊足、李文惠等同學鼎力協助野外及室內工作，得以順利完成，謹此一併致謝。

** 計劃主持人，*** 協同主持人，國立臺灣師範大學地理學系教授(Director and Co-director of the study project; Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University)。

*1 兼任研究助理(Part-time Research Assistant)。

一、緒論

(一) 河階研究的意義

河階是指沿河發育的階狀地，由階面及階崖組成，階面代表著昔日的河牀或高水位的氾濫平原，階崖則代表河流的下切量。階面可由侵蝕或堆積產生，但階崖則端賴下蝕而成。造成下蝕的原因包括侵蝕基準面下移，河牀坡度增大，流量增加及流束集中等。這些原因可由地殼的運動，氣候的改變或人為衝擊產生。其中除了人為衝擊屬於較短期性的變化外，地殼的運動與氣候的改變都屬於長期性的。由於河階的形成是反應了營力變化，因此學者常透過河階的形態、規模、沖積物的厚度，組成粒子及階序的對比，推知過去的地盤運動及古流路形態。在了解一地區的地形演育，河階研究是重要的一環。

本研究為「花東地區河階之地形學研究」之第二年研究報告。續第一年海岸山脈東坡河階之研究，本年度以花東縱谷北段為研究範圍，包括花蓮溪及秀姑巒溪二溪流域。

(二) 文獻探討

1. 河階研究概觀

由於河階普遍存在，因此相關的研究報告不少，主要者請參見第一年度研究報告「海岸山脈東坡河階的地形學研究」一文（張瑞津、石再添等，1991）。除此，柳田誠（1981）以階面的對比，火山灰的定年探討日本北海道沙流川最後冰期以來河階的形成。豐島正幸（Toyoshima, 1981、1984、1986、1987、1989）以河川的坡降、礫石的粒徑及火山灰的定年推論米代川流域最終冰期以來河階形成的過程。高木信行（1990）也以階面的對比，火山灰的定年，探討多摩川河階地形及其形成過程。吉山昭（1990）以河階的河床坡降，火山灰的定年推算北海道日高山脈周邊地區第四紀後期的地殼變動。另外，Gomez、Marron（1991）探討西部南達科塔州Belle Fourche河在造構運動下曲率及坡降的變化。陳于高（Chen, 1991）從大漢溪下游階地採取流木標本，經碳十四定年分析，得知高位紅土河階發育於四萬七千年前至三萬年前，低位河階則分別發育於約一萬八千年前及一萬一千年前。由河階發育的時間及河階地形推知古大漢溪的三萬年前在鶯歌附近被古淡水河襲奪。由此可知，河階的研究，由早期的形態的研究，目前已進入河階形成的機制（mechanism）研究階段，同時藉著定年的資料，了解河川的演育及其變位的速度。

2. 花東縱谷之河階研究

本區河階的研究並不多見，最早徐鐵良、陳培源（1951）指出花蓮溪的河川襲奪

有二：一是海岸山脈東斜面之河流古奇美溪襲奪古花蓮溪而成爲秀姑巒溪，古花蓮溪成爲斷頭河。另一是花蓮溪襲奪木瓜溪支流古銅文蘭溪上游，產生白匏溪襲奪彎、風口、谷中分水嶺及斷頭河，銅文蘭溪阻塞水流形成鯉魚潭。其後的文獻如李思根（1982、1985），徐鐵良、李建堂（1989）也都沿用此觀念。另者，鄧屬予（1977）在「秀姑巒是個女海盜嗎」一文中認爲秀姑巒溪是因襲奪而成的證據不足，如以海岸山脈地質及第四紀海岸山脈地盤上升的事實來論，秀姑巒溪爲一先成河較爲恰當。

林朝棨（1957）在「台灣地形」中曾具體的指出台東縱谷平原內的河階主要分布於秀姑巒溪的中游部與卑南大溪的中下游部。位於秀姑巒溪中游西岸的有掃叭、三民階地，東岸則有打落瑪、謝德武、答久馬階地；位於秀姑巒溪上游東岸的有脹脹埔階地；並對各階地的階面高度與階崖比高，均有較詳細的記載。

此外，徐鐵良（1954、1962、1976）、古兆禎（1964）、顏滄波（1965）、York（1976）、Bonilla（1977）、Hsu, T.L. & Chang, H.C.（徐鐵良、張憲卿（1979）、Yu, S.B. & Liu, C.C.（余水倍、劉啓清，1989）；Yu, S.B. et.al.（余水倍等，1989）、Liu, C.C. & Yu, S.B.（劉啓清、余水倍，1989），許華杞（1985）、陳文山（1988）、林俊全（1991）、Chen, W. S. et al.（陳文山等，1991），對於海岸山脈的形成、上升運動及斷層活動等，各提出其研究成果，皆認爲造成這些地殼活動原動力的板塊造構運動持續至今，同時具有南部大於北部的區域性差別。另外，石再添、張瑞津、楊貴三等（1983）、楊貴三（1986）等，對於縱谷內的活斷層的分布及特徵均有詳細的調查及說明。

綜合上述本區的研究，對於主要河階的階數、高度、及階崖已有較清楚的了解外，但對於本區較全面的調查及各溪河階的階序及對比仍待研究。

（三）研究的目的

花東地區是全台灣地殼運動最活躍的地區，而且具有不等量上升的特徵，本研究試以河階的形態、規模及其階序的對比了解本區各溪河階的特徵及其差異，進而探討本區地盤隆起運動的特性，並推知河階形成的時期。

（四）研究方法

- 1.由航照圖判讀河階的分布，並轉繪於 1/5000 像片基本圖上，繪製河階分布圖。
- 2.以各階面順流向的中線高度爲代表高度，並將各階面填繪於河川縱剖面圖。
- 3.溯源實察各階面的連續性，河階剖面及比高，並作階序的對比，製成階序圖。
- 4.利用所得資料，分析比較各溪河階的特徵，並探討地殼變動的特性及河階形成的時期。

二、本論

(一)研究區的地形、地質概況

1. 地形

花東縱谷北起花蓮，南至台東，介於中央山脈及海岸山脈之間，長 183 km，寬 2 ~ 7 km，平均 3 ~ 4 km，為一南北延長的細長谷地。根據石再添、張瑞津、楊貴三等（1983）之地形計測，平均高度 142 m，平均坡度 3°51'，平均相對高度 67 m。縱谷內有二個谷中分水，分別在大富及池上，其高度分別為 177 m 及 270 m。大富以北為花蓮溪水系，池上以南為卑南溪水系，大富至池上之間則為秀姑巒溪水系。

花蓮溪發源於中央山脈東斜面白石山南側，沿途接納馬太鞍、萬里橋、壽豐、木瓜溪及海岸山脈西側之諸水流，而於花蓮入海。秀姑巒溪則發源於中央山脈東斜面的秀姑巒山，先後接納樂樂、太平、紅葉、富源（馬蘭鈎）諸溪後，而於瑞穗東折穿越海岸山脈而入海。由海岸山脈西側注入的水流，因分水嶺偏西，河流多短小，其中以加里洞溪、苓仔齋溪、九岸溪、鼈溪等溪較具規模（圖 1）。

2. 地質

研究區的地質可概分為二區（圖 2）

(1) 中央山脈東斜面：是由先第三紀之變質雜岩系構成，是台灣最古老的地質和構造單元，主要以黑色片岩，綠色片岩，矽質片岩及變質石灰岩等所構成，玉里以南至台東之間，縱谷西側則露出數公里寬的始新世板岩（何春蓀，1982、1986）。

(2) 海岸山脈：是由新第三紀的火山岩、火山碎屑岩以及碎屑狀沈積岩所成。由下而上為奇美層、都巒山層、大港口層、利吉層、卑南山礫岩層。奇美層為最下部且為最老的地層，出露在海岸山脈中段和綠島、蘭嶼，且有複雜的成岩史。都巒山層大部分由安山岩質集塊岩組成，其頂部含有中新世有孔蟲化石的石灰岩層或凸鏡體。大港口層為中新世後期到上新世的碎屑岩層，由深灰色頁岩、泥岩、混濁砂岩和礫岩互層組成。近期地質學者鄧屬予（1979）、陳文山（1988）等將大港口層分為下部的蕃薯寮層及上部的八里灣層。前者以海相砂頁岩互層之濁流岩為主；後者則以礫岩、泥岩及砂頁岩為主。利吉層出露於海岸山脈西側中段以南之地，為一上新至更新世破碎且雜亂的深色泥質岩屑，含有大小不一、種類甚多的外來岩塊。地形上，表現出典型的惡地地形。卑南山礫岩則出露在縱谷最南端，其礫石多來自中央山脈之變質雜岩系，堆積時代為上新至更新世。

由於都巒山層及奇美火成岩系岩層膠結良好，岩層堅硬耐蝕，每成為高峯峭壁，

不利河階發育，大部分河階發育於抗蝕力較弱的大港口層及利吉層。

(二) 河階的分布與對比

花東縱谷北段，花蓮溪全長 79.8 km，流域面積 343 km²，左岸發源於中央山脈的支流挾帶大量的堆積物，在谷口形成大規模的沖積扇群。諸溪扇頂概有河階二段，上段比高約 10m（照片 1），下段者約 5 m。右岸發源於海岸山脈的支流，多短小陡急，在谷口多形成規模較小的沖積扇，河階不發達，僅有位於大港口層內的加里洞溪者較具規模。

花東縱谷中段，秀姑巒溪全長 103.8 km，面積 591 km²。秀姑巒溪的河階比花蓮溪者為發達，尤以瑞穗至奇美橫切海岸山脈的河段為最。中央山脈東斜坡的支流階地不甚發達，僅在谷口部分有階地發育。各溪河階的分布與對比說明如下：

1. 花蓮溪水系

(1) 加里洞溪（圖 5、圖 6）

加里洞溪發源於海岸山脈北段的加路蘭山（746m），與對岸的馬太鞍溪遙遙相對。支流羅英溪於加里洞村匯入主流巴朗溪，西流一公里後注入花蓮溪。主、支流間以二百多公尺高之分水嶺相隔。兩溪之階地均在 200 m 以下，而且多發達於左岸，巴朗溪有五階，羅英溪則有四階。

由階地的實測得知，巴朗溪臨河的 V 階以 2.2 m 階崖臨接河床，階崖露出 0.5 m 的大港口層底岩；其上覆有礫層，粒徑約 15 ~ 20 cm，最大可達 30 cm。IV 及 III 階之階崖各為 5 及 3.2 m，剖面露出中礫為主的礫層。I 及 II 階僅分布在上游，階崖各為 10 及 5 m。就階地規模而言，以 IV、V 兩階最發達，加里洞村位於 IV 階面上，而加里洞活動中心則位於 V 階面上。

羅英溪的階地對比為 II ~ V 四階，而無 I 階。其中以 IV 階最發達。最低位的 V 階較不發達，僅分布於數個曲流的滑走坡上，階崖高 1.5 m，露出底岩。IV 階崖高 6 m，露出 4 m 的大港口層底岩，岩層走向及傾向為 N 70° E，40° SE（照片 2）。底岩之上約有 2 m 厚之礫石，礫石多為安山岩質。III 及 II 階之階崖各為 4 及 8 m。階面上散布中礫及小礫的安山岩礫。

由兩溪的階地均分布於南岸及曲流發達之現象觀之，河流受到南側地盤上升運動大於北側的影響，河流一方面向北移動，一方面增加其曲率。

2. 秀姑巒溪

(1) 主流（圖 7、圖 8、圖 9）

秀姑巒溪的河階，對比共六階，其中以瑞穗至奇美之間的河段最發達。瑞穗以東，德武至猴子山之間，是一典型的曲流，由下而上，共有四階，高度分別為 65、75

、95 及 130 m，分別對比為Ⅵ～Ⅲ階，各階之階崖各約為 5、10、20、35 m（照片 4）。往下游，圍繞著猴子山亦為一典型的曲流階地，猴子山為一離堆丘，最高為 118 m。此處階地可對比為三階，其高度各為 70、85、110 m，分別為Ⅴ、Ⅳ 及Ⅲ 階，其中以Ⅳ 階的曲流形狀最能代表古流道的痕跡（照片 5）。對岸小姑台亦有二階，高度為 65 及 75 m，對比為Ⅴ、Ⅳ 階，階崖露出大港口層，岩層向南傾斜 40°～50°（照片 6）。自此以下，至奇美一段，秀姑巒溪切過大港口層的礫岩層，河谷呈峽谷狀，河階發育不佳。自風口至奇美之間，又有河階發育，可分為六階，階崖皆露出大港口砂頁岩層，層理發達（照片 7、照片 8），奇美村位於Ⅳ 階上，奇美國小位於Ⅱ 階上（照片 9）。其下的Ⅳ 及Ⅴ 兩階，奇美斷層通過（照片 7）。環繞奇美離堆丘的Ⅲ 階係古流路的一部分，由階崖剖面可觀察到厚約數公尺的砂礫堆積物，蓋在底岩大港口層之上。階面東半部受奇巒溪的切割，部分已被侵蝕（照片 11）。離堆丘上可分為二階，對比為Ⅱ、Ⅰ 階，高度分別為 130、140 m，均為滑走坡側階地，階崖不明顯。奇美至長虹橋之間，河流流經堅硬的安山岩及都巒山層，呈峽谷狀，崖壁上有零星的階地分布，階面甚小。河道則散佈石灰岩塊，形成秀姑漱玉的景觀（照片 12）。長虹橋以下，右岸階地共有三階，高度分別為 10、17 及 35 m，分別對比為Ⅵ、Ⅴ 及Ⅳ 階。靜埔國小位於Ⅴ 階上，階崖高 6.5 m，剖面下部露出 2 m 厚的礫層，上覆數公尺的砂土及礫石，以中礫為主，礫徑多在十數公分，多為石英及石灰岩層，Ⅵ 階可對比溪卜蘭島上高度 8 m 的隆起海蝕凹壁（照片 13）。

至於縱谷段的階地則以掃叭階地最為明顯。掃叭階地為縱長 6 km，寬約 1 km，呈東北—西南向之橢圓形階地，係秀姑巒溪及紅葉溪兩溪共同沖積而成。因受傾動及穹窿作用，整個階面微向西傾並由中央向東北，西南緩斜，原面高 210～230 m，兩端 180～190 m，東側受侵蝕呈陡峭的侵蝕崖（照片 14），中央、東北端及西南端各有一些侵蝕谷，谷壁內露出礫石層，以圓至次圓的中小礫為主，上覆 1.5 m 之紅土（照片 15、照片 16）。侵蝕谷內尚有小規模的新期堆積面。掃叭階地西側高出紅葉溪河床約 120 m，東側高出秀姑巒溪河床 140～170 m。礫石層厚一百多公尺，是花東縱谷北段規模最大者。東北端則受斷層影響，礫層及砂泥層直立（照片 17）。位於掃叭階地之南端，三民國中對面之三民孤丘，高 132 m，剖面可見到甚厚的礫石層，多以中礫及小礫為主，覆瓦往北，係秀姑巒溪早期河床之殘餘。掃叭台地之南的崙山、古村、三民苗圃、三民農場、三笠山、高度多在 200 m 以下，皆有紅土發育，但均為底岩（片岩）直接紅化而成，與礫石台地之上的紅土不同。其平坦面並非由河流堆積或側蝕而成，比較屬於山麓的緩坡面（圖 10）。

(2) 太平溪、卓溪與樂樂溪（圖 11）

(a)太平溪：太平溪在山里以下河段為一成育嵌入曲流，共有三階，以最低位的Ⅲ階最發達，太平村就位於Ⅲ階上。

(b)卓溪：卓溪的河階不多，僅以卓溪村所在的階地較為寬廣。在谷口的緩坡地可見到紅土剖面，但均由底岩直接風化而成，未見礫石堆積（照片 18）。花東縱谷內最大的聚落玉里鎮即位於卓溪的沖積扇上。

(c)樂樂溪：樂樂溪的階地在距谷口 4 km 南安瀑布以下的河段較為明顯，共有二階，卓樂村位於臨河的低位階地。支流清水溪亦有二階，卓清及清水二村，皆位於臨河的低位階地上。谷口楓山高 378 m，在登山小徑旁的剖面，可見到紅土及礫石堆積。楓山南側的鞍部，似為清水溪的古流路。

(3)富源溪（馬蘭鈎溪）（圖 12、圖 13、圖 14）

富源溪為秀姑巒溪的最北側的支流，發源於中央山脈丹大山（3317m）東南側，於富源出谷口向南流，於鶴岡之南注入秀姑巒溪，全長 29.4 km，流域面積 177 km²。距谷口上游 1.5 公里處，河階發達。階地可分為四階，高度均在 250 m 以下。馬遠國小位於Ⅱ階上，而馬遠村位於Ⅲ階上。Ⅰ階及Ⅱ階之階崖各為 8 m 及 7 m，兩階崖均露出圓至次圓巨礫。對岸廣東莊位於Ⅱ階上，面積甚大，分別以 6 m 及 10 m 之陡崖臨接Ⅲ階及Ⅳ階，階崖露出大礫為主的礫層。Ⅳ階為最低位，以 3 m 之階崖臨河，階崖露出大礫為主的砂礫層。由階地之面積及礫層觀之，此地水流的能量甚大。

富源溪下游，位於縱谷東側烏漏至鶴岡之間，階地相當發達，在「台灣地形」一書內稱為「打落瑪」階地，本文依其聚落名為鶴岡，而稱為鶴岡階地。此區的階地可分為六階，高度概在 230 m 以下，大部分為茶園及柚園，最低位的Ⅵ階，高度 85 m，以 2 ~ 3 m 的階崖臨河，鶴岡社區即位於此階面。上位的Ⅴ、Ⅳ二階，高度各為 88 ~ 93 m、110 ~ 115 m，其階崖均為 3 m。Ⅲ階高度 115 ~ 135 m，以 9 m 的陡崖接Ⅴ階。階崖露出以巨礫，大礫為主的礫層，覆瓦方向為南（照片 19）。Ⅱ階面高 140 ~ 150 m，其間被河流及南北向的斷層線凹谷分割成四塊。凹谷東側高 150 ~ 160 m，西側 145 ~ 150 m，北側崖高約 14 m，露出 7 m 的礫石層，上覆 7 m 之泥層，泥層微有紅化。礫石層以 30 ~ 20 m 的巨礫與中礫為主，多屬片岩質及石英砂岩質，其覆瓦方向 S40°W ~ S5°W（照片 20）。

Ⅰ階面高 165 ~ 170 m，階面狹小，階崖 10 m，可見紅土，其紅化的程度不如瑞穗掃叭階地。Ⅰ階面之上，仍有一些殘面，高度在 190 m 左右。Ⅴ及Ⅵ兩階面皆先順沿安夜西溪，再順沿富源溪，階面向南傾斜，可知此二階係富源溪與安夜西溪共同沖積。Ⅰ ~ Ⅲ階階面則微向北傾，可能受到斷層變位影響所致。鶴岡階地北延至烏漏

的階地，較明顯的是Ⅴ及Ⅵ二階。在四維橋北側，Ⅳ階崖 5.5 m，露出以中礫至小礫層，覆瓦方向為 S 4° W。

鶴岡溪北岸階地發達，最下位Ⅴ階以 3 m 之階崖接現河床，並以 10 m 之陡崖接Ⅳ階，階崖均可見到大礫至中礫之礫石，仍以片岩及石英砂岩居多。Ⅳ、Ⅴ兩階均順沿鶴岡溪，最低位的Ⅴ階則在匯口處轉為南北向，係由富源溪及鶴岡溪共同形成者。Ⅲ階高 175~180 m，Ⅱ階 195~200 m，而Ⅰ階則為 215 m~218 m，階崖露出紅土及礫石，多以 10~20 cm 之大礫為主，覆瓦向南。

綜合烏漏及鶴岡（打落瑪）階地，其礫石多以大礫，巨礫居多，岩礫為片岩、石英砂岩，覆瓦向南或西南的現象推知，此區的階地，非由短短數公里的小溪所造成，而係屬富源溪系統。再者，烏漏的階地在北，鶴岡階地在南，同一階期的高度，烏漏之階地均者比鶴岡者高，可推知富源溪的流路可能在Ⅰ階時期即往南流。

(4) 茄仔齋溪（圖 15、圖 16、圖 17）

茄仔溪發源於海岸山脈中段織羅山（1152 m），流域面積 14 km²，河流長 7.6 km。此區的河階可對比為八階，階地幾分布在右岸，多已闢為柚園。最低位的Ⅷ階係茄仔齋溪與秀姑巒溪共同沖積而成，高度在 80~110 m 之間。Ⅶ階順沿茄仔齋溪，高度 120~175 m，具有沖積扇的性質，下德武社區高度 120 m，即位於該階上。其上位的Ⅵ階，其高度自 155 m 向下游延伸至 120 m，階地呈曲流狀，顯示出舊流路河床的痕跡，上德武社區高度 150 m，即位於該階上。Ⅵ、Ⅶ兩階的階崖均達十數公尺，剖面見有中礫為主的礫層。Ⅴ階高 170~175 m，階崖 20 m。Ⅳ階高 180~185 m，面積較小，階崖 10 m。Ⅲ階高 190 m，下游側另有一些殘面，面積甚小。Ⅱ階高 215 m，呈彎形，剖面可見到 1.2 m 的砂層，砂層受擾動而有滑褶構造。其上覆有約 2 m 的小礫，礫石呈角至次角，推斷此地為古流路所在，河流的堆積距源地不遠。下游側階地高度，由 210 m 向下伸展至 200 m，階地面較廣，受斷層影響，西側相對下降 10 m，並有左移的現象。Ⅰ階高 220 m~225 m，階崖 10 m。Ⅰ階之上為茄仔齋山，高 245 m，已成殘丘狀。階崖見有紅化土及中礫至小礫的堆積，上覆的紅化土厚的 1 m，其紅化程度不如掃叭（舞鶴）台地者。綜觀茄仔齋溪的階地是以茄仔齋山為中心，古流路由北偏西逐漸向西北移動。古流路較易識別者有三：高度為① 200~225 m（Ⅱ階）；② 160~175 m（Ⅴ階）；③ 120~150 m（Ⅶ階）。其與秀姑巒溪階地的對比，將在後續的研究中進行。

(5) 阿眉溪、九岸溪、螺仔溪（圖 18~圖 26）

(a) 阿眉溪（圖 18、圖 19、圖 20）

阿眉溪發源於海岸山脈中段 1434 m 高地及大莊越山（953 m），主流大坑溪北流

至雙溪仔後，西流注入秀姑巒溪，全長 10.6 km，流域面積 31.4 km^2 。主流可分為二階，高度在 275 m 以下，屬沖積扇階。I 階高 270~240 m，階崖約 7 m。II 階面積較廣，連續性較佳，階崖 2~3 m。

(b) 九岸溪（圖 21、圖 22、圖 23）

九岸溪發源於海岸山脈中段分水嶺山（1367 m），西流注入秀姑巒溪，全長 8.5 km，流域面積 18.2 km^2 。九岸溪階地具有沖積扇的性質，主流可分為二階，對比為 V 及 IV 階。最低位的 V 階受到堤防之限制，殘面甚小。IV 階面積較廣，多分布在右岸，高度 370~200 m。支流金仔溝溪，階地則較發達，可分為五階，其中 I 及 III 階較廣，I 階分別以 10 m 及 20 m 接 II 階面及 III 階面，IV、V 兩階階面較小，分別以 15 m 及 8 m 接臨現河床，各階均具有沖積扇性質。另外支流有三階，對比為 III、IV 及 V 階，其中以 III 階最大，V 階最小。支流各階之高度，均比主流者為高。整體觀之，九岸溪的階地以 III、IV 兩階之分布最廣，連續性最佳，顯示著該兩階時期的堆積最旺盛。

(c) 螺仔溪（圖 24、圖 25、圖 26）

螺仔溪發源於海岸山脈中段分水嶺山（1367 m），與北側的九岸溪以 250 多公尺的丘嶺相隔。主流鹽埕溪西流至鹽埕後，北流注入秀姑巒溪，全長 8.3 km，面積 25.4 km^2 。上游切過堅硬的都巒山層，河床坡陡流急，在谷口處形成羅山瀑布。下游流經利吉層，坡度較為平坦，鹽埕有數處泥火山噴泥窪地，噴出泥漿及天然氣。階地主要分布於右岸，三階均具沖積扇性質。鹽埕附近，I 階高度 260~300 m，II 階 245~275 m，III 階則為 210~240 m，三者的階崖分別為 15、4、2 m，階地均闢為稻田，僅有最下位的 III 階崖露出利吉層的底岩，其餘兩階崖的剖面不易觀察。

(6) 鰲溪、阿里山溪（圖 27~圖 32）

(a) 鰲溪（圖 27、圖 28、圖 29）

鰲溪發源於海岸山脈中段鰲溪越（500 m），隔著鰲溪越與馬武窟溪的北溪背向而流，北流至石門附近折向西流，蜿蜒五個曲流波，於富里注入秀姑巒溪，全長 16.2 km，流域面積 49.2 km^2 。以石門為界，下游段階地計有四階。由匯口至富里大橋之間，右岸共有三階，臨河的最低位 IV 階高約 230 m，以 2.5 m 接現河床。富里聚落位於 III 階上，高度約 235 m，富里國小則位於 II 階上，高度 250 m。各階崖剖面因聚落的開發，不易觀察。匯口處階面均呈南北向，推知乃係鰲溪與秀姑巒溪共同沖積而成。富里大橋至永豐國小之間，共有三階，對比為 II、III 及 IV 階，東山糖廠位於 II 階上，永豐國小則位於 III 階上。東山糖廠附近，左岸有 II、III 及 IV 三階，呈曲流型，階崖各為 10、5 及 3 m。右岸較陡為基蝕坡，IV 階大部分被蝕，僅 III 階面較廣。III、IV 兩階，均闢為水稻田。永豐國小附近河流橫切大港口層，岩層走向為 N $10^\circ E$ ，向西

北傾斜 40° 。左岸Ⅲ、Ⅳ兩階均發達，右岸則僅Ⅳ階發達（照片 21）。永豐大橋至石門之間階地相當發達，右岸階地有三階，對比為Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ階。Ⅱ階面高 $310 \sim 314$ m，面積甚小；Ⅲ階高 $290 \sim 305$ m，豐南村則位於Ⅲ階面上；Ⅱ、Ⅲ兩階階崖各為 4 及 5 m。最下位的Ⅳ階，高 $285 \sim 290$ m，已闢為水田，以 3 m 之階崖接臨現河床，階崖露出大港口層的底岩。左岸則有完整的四階，上盆為Ⅰ階，下盆為Ⅱ階，面積均較廣，階崖也較高，各為 15 m 及 8 m，露出大礫至小礫（25 cm 至數 cm）的礫層，多屬安山岩質。Ⅲ、Ⅳ兩階階面甚小，階崖也較小，各為 5 及 2 m，因已築護堤，剖面無法觀察。石門隘口處，河流深切都巒山層，呈峽谷（照片 22），河床亦有明顯的遷急點。隘口以上的河段，地層仍為大港口層，階地發育於此層上。階面狹小，多以 2 ~ 3 m 階崖臨現河床，屬於曲流階地型，可對比為Ⅲ及Ⅱ階。

(b) 阿里山溪（圖 30、圖 31、圖 32）

阿里山溪，位籠溪之南，發源於海岸山脈中段的大坡山（573 m），上源與籠溪的支流臭水溝溪隔著 400 m 的分水嶺，全長 6.5 km，流域面積 12.7 km^2 。阿里山溪右岸山麓，為一聯合沖積扇，高度 $300 \sim 320$ m。扇端與秀姑巒溪氾濫原相接。受到池上斷層的影響，氾濫原抬升，造成 $2 \sim 15$ m 之崖差，並向東傾斜。阿里山溪因侵蝕基準面相對下降，河流回春，一方面下切，一方面增加曲率，因此階地多成曲流狀，河流曲率可達 1.43。此二段階面以相鄰的籠溪階地為準，對比為Ⅲ及Ⅳ兩階。

綜合花東縱谷階地的分布，階面的大小，段數及階崖的高度，階地的對比，（表 1），得知秀姑巒溪的階地比花蓮溪發達，海岸山脈側的階地比中央山脈側者發達。由此推知縱谷中段的隆起作用比北段明顯，海岸山脈地盤的上升作用比中央山脈活躍，故由河階也可提供花東地區不等量上升的佐證。

(三) 河階的變形與地殼變動

花東地區自第四紀以來，不斷受到東南方菲律賓板塊的推擠，地盤持續上升，不但促使河階的發育，撓曲和斷層作用更造成階地的變形，最明顯的有德武、掃叭、鶴岡、富里、奇美等地。

1. 德武階地

石再添、楊貴三等（1986）指出德武斷層穿過二段河階，斷層兼具有垂直及左移的性質，走向為 NNE。斷層之東側上升，上位河階崖差 10 m，下位崖差 5 m。而左移的移距上位階地為 60 m，下位階地為 30 m。此上位階地，即為本文所提菴仔寮溪的Ⅱ階，下位階地秀姑巒溪的Ⅲ階。

2. 掃叭階地

徐鐵良（1976）根據傾動的礫層推定有高角度的斷層通過掃叭台地的東北角，

將之命名為瑞穗斷層。其後楊貴三（1986）因斷層通過掃叭台地，而另稱掃叭斷層。掃叭階地東北端，台地崖露出近乎垂直的礫層和黏土層，其走向N 35° E，傾角63度，礫層由西向東有由大礫～小礫～砂泥～黏土的層次。由其覆瓦方向推知，水流似由南向北。本研究採其黏土中的流木標本，經台大地質系碳十四定年，老於五萬年。古兆禎（1964）及徐鐵良（1976）均指出花東縱谷的撓曲及上升作用，伴隨著局部性的斷層及褶曲，大致在更新世的中、晚期已完成，河階面抬升最高，變位最明顯，及階數最多之地均可能是上升最劇烈的地方。因此，由掃叭台地階面之高、礫層之厚，及變位之劇，均可顯示此區在花東縱谷內是地殼運動十分活躍的地方。

3. 鶴岡（打落瑪）階地

鶴岡階地群中，II階受到斷層的影響，階面凹陷成溝，落差約6～7 m。其臨秀姑巒溪側的階崖剖面露出的礫層，受變動已呈直立。此斷層向南延長，似可與掃叭台地東北端的瑞穗斷層相連。

4. 富里階地

由錦園經池上向北延伸至富里的池上斷層長約10公里，東側上升，底岩為利吉層，上覆有厚度不等的礫層，一般為2～3 m，最厚可達9 m（徐鐵良，1962）。本研究在錦園之北一座民房後的剖面，發現砂礫層被抬升拖曳，東側崖高在6 m以上，礫石的覆瓦方向向北（照片23）。另者，在富池橋可看到籠溪河谷谷壁的剖面，利吉層之上覆有2～3 m的礫層，高度為250 m。階面因池上斷層通過，造成東側相對上升，約7～8 m深的裂溝（照片24）。斷層是否向北延至籠溪北岸，富里聚落所在的階地，因無露頭無法直接觀察，但對比其斷層延長的位置及階面的高度，似乎斷層向北延長的可能性極大，很可能富里街與富里國小約5 m之崖，兼有斷層崖及河階崖的雙重性質。

5. 奇美階地

通過奇美階地的奇美斷層，將海岸山脈分為南北兩個地塊（陳文山等，1991），同時也是奇美火成雜岩與大港口層的分界斷層，一向不被視為有近期活動的活斷層。但仔細觀察奇美階地，發現IV階（奇美村所在的階地）因斷層作用，階地向北傾動約6°，臨河一側的階地相對隆升約8 m，最下位的V階也向內側傾斜約3°。由此可推測奇美斷層最北端切過豐濱比高10 m的河階（本文認為可能是海階），階地中發現有紅陶片，根據考古界認定紅陶片的年代大約5 000年，判定奇美斷層為活斷層。本文由階地的變形，對奇美斷層為一活動斷層提出了另一佐證。

四 河階與河流的演育

河流的演育是一個長期的形態與營力的反應系統（morpho-process response system）（Schumm, 1977）。流量、堆積物的增減，侵蝕基準面的升降，均可能影響河流

的形態。河階、河道曲率的變化，廢河道均可證明河流流路的變遷。在秀姑巒溪橫谷段內，依照階序、舊流路痕跡，恢復五個不同時期的流路（圖 34）。比較各期的流路，推知河流對應地盤上升以擴大曲率來消耗其增加的水流能。當地盤持續上升，河川一方面繼續回春下切，一方面增加曲率，俟河川溯源穿過硬岩層到達軟岩層，下切加速，在Ⅳ階期，河川在奇美發生了頸切斷，產生了 30 m 的落差，繼而在Ⅴ階期時，猴子山附近發生了頸切斷，產生了 20 m 的落差，此時河川以縮短流路，增加坡度消耗急增的水流能。河川這種對外來營力變化的反應，一直持續至今。由表 2 可表示Ⅳ及Ⅴ兩階期曲流率較小，坡度較大。

根據劉平妹等（1990）海階珊瑚的 ^{14}C 定年得知，八仙洞至成功之間的地盤，約在 5000 年以來上升率每年可達 9 ~ 10 mm。另外由三角測量、重力測量也可證明花東縱谷瑞穗、池上、富里一帶上升量較大（陳佳元，1974；許華杞，1985；余水倍，1989）。因此在地盤持續上升，河流下切之下，河階顯著。這也相對地說明花東縱谷北段上升量較小，而河階較不顯著的原因。這種地盤的持續上升，河流相應的產生下切並增加曲流率，因此產生曲流型的階地，如加里洞溪，秀姑巒溪主流，苓仔齋溪、鼈溪、阿里山溪等，均為典型的例子。

本研究由河階的分布，階地的形態、規模及堆積的礫石推論，秀姑巒溪在早期（至少在五萬年以前）即已存在。由烏漏、鶴岡的高位階地向南傾、礫石以巨礫、大礫為主，岩礫以片岩、石英砂岩居多及覆瓦向南的現象推知，富源溪（馬蘭鉤溪）也是向南匯入秀姑巒溪。再者，一般向源侵蝕的河流多成峽谷，但德武、猴子山、奇美均有相當規模的曲流階地，似乎非向源侵蝕的河流所造成。另由階地的分布，在安山岩及都巒山硬岩區可以找到Ⅱ、Ⅲ期的階地殘面，似可說明秀姑巒溪至少在Ⅱ階期已切過海岸山脈。因此由河階來看秀姑巒溪，先成河的性質比襲奪河更有可能。綜合上述，秀姑巒溪可能在海岸山脈形成初期即已慢慢切過海岸山脈，因安山岩及都巒山硬岩的阻擋，下蝕速度緩慢，因而河流維持一較安定的基準面，使硬岩以上大港口層軟岩地區的河段側蝕加強，曲率加大，擴展其階面。在持續的地盤上升作用及河川自律作用的雙重影響之下，河川甚至發生頸切斷，形態及坡度均發生變化。這種河川反應地盤上升運動的調整作用，持續至今。秀姑巒溪河階的形成，不但受地盤持續上升的影響，也受岩性的控制。這種河口受硬岩阻擋，上游曲流發達的現象，在海岸山脈東坡的馬武窟溪及蕃薯寮溪都可找到同樣的例子。

三、結論

花東縱谷是全台灣地殼變動最活躍的地區，對應着第四紀以來地盤持續的上升，河流回春下切，形成河階。根據航照判圖，野外實察及地形計測，花東縱谷北段包括花蓮溪、秀姑巒溪二流域的河階特色如下：

1. 花蓮溪左岸發源於中央山脈之諸支流在谷口形成一連串的沖積扇群，扇頂附近概有二段河階，上段比高約 10 m，下段約 5 m。右岸由海岸山脈注入的支流多短小陡急，在谷口形成規模較小的沖積扇。一般而言，階地不顯，惟加里洞溪下游階地較發達，共有五階，均分布於南岸，隱示南側地盤運動大於北側，河流持續北移並增加其曲流率。

2. 秀姑巒溪之階地，以橫切海岸山脈的主流橫谷段及支流紅葉溪、富源溪（馬蘭鈎溪）、苓仔齋及鼈溪等最為發達。主流段共有五階，曲流階地最為顯著，並有猴子山及奇美二處曲流切斷。紅葉溪則以掃叭階地最為突出，高度 230—200 m，是縱谷北段階地高度最大者。根據該階地東北端黏土層的流木碳十四定年大於五萬年，推知秀姑巒溪與紅葉溪早在五萬年前即已堆積。富源溪的階地以馬遠、烏漏、鶴岡最為發達，共有六階。由堆積物的粒徑以巨、大礫為主，岩礫以片岩、石英砂岩居多及覆瓦向南的現象來看，富源溪的水流能頗大且向南流。苓仔齋溪有八階，由各期的階地的高度及古流路推知流路由北偏西逐漸向西北流。苓仔齋溪以南的阿眉、九岸、螺仔溪均有數階的階地，鼈溪則有四階，由曲流及階地之發達，可資證地盤上升運動之活躍。

3. 花東地區自第四紀以來，地盤上升不但發育了河階，甚至使階地變形，在掃叭、德武、鶴岡、奇美及富里等地皆有斷層通過。掃叭階地發生傾動，礫層直立，德武階地則兼有左移及縱移的變位。鶴岡階地具有凹陷、傾動的現象，奇美階地有傾動，富里階地則有垂直的變位，顯示地盤的運動在河階形成之後仍持續進行。

4. 由河階的分布、規模及變位觀之，秀姑巒溪的階地均比花蓮溪者發達，由此也可證明海岸山脈中段有大於北段的不等量上升運動。在這種變動環境之下，秀姑巒溪在海岸山脈形成之初，即已慢慢切過，因安山岩及都巒山層硬岩之阻擋，下切受阻，因此河流可以維持一較安定的基準面，使得硬岩區以上的河段側蝕加強，曲流發達，拓展其階面。在持續的地盤上升作用及河川自律作用的雙重影響下，河川回春，溯源侵蝕，切過硬岩而達於軟岩時，下切加速，河流發生頸切斷，使河川的形態及坡度均發生改變。這種河川反應地盤上升的調整作用，一直持續至今。秀姑巒溪河階的形成，兼受地盤持續上升及岩性控制的影響。

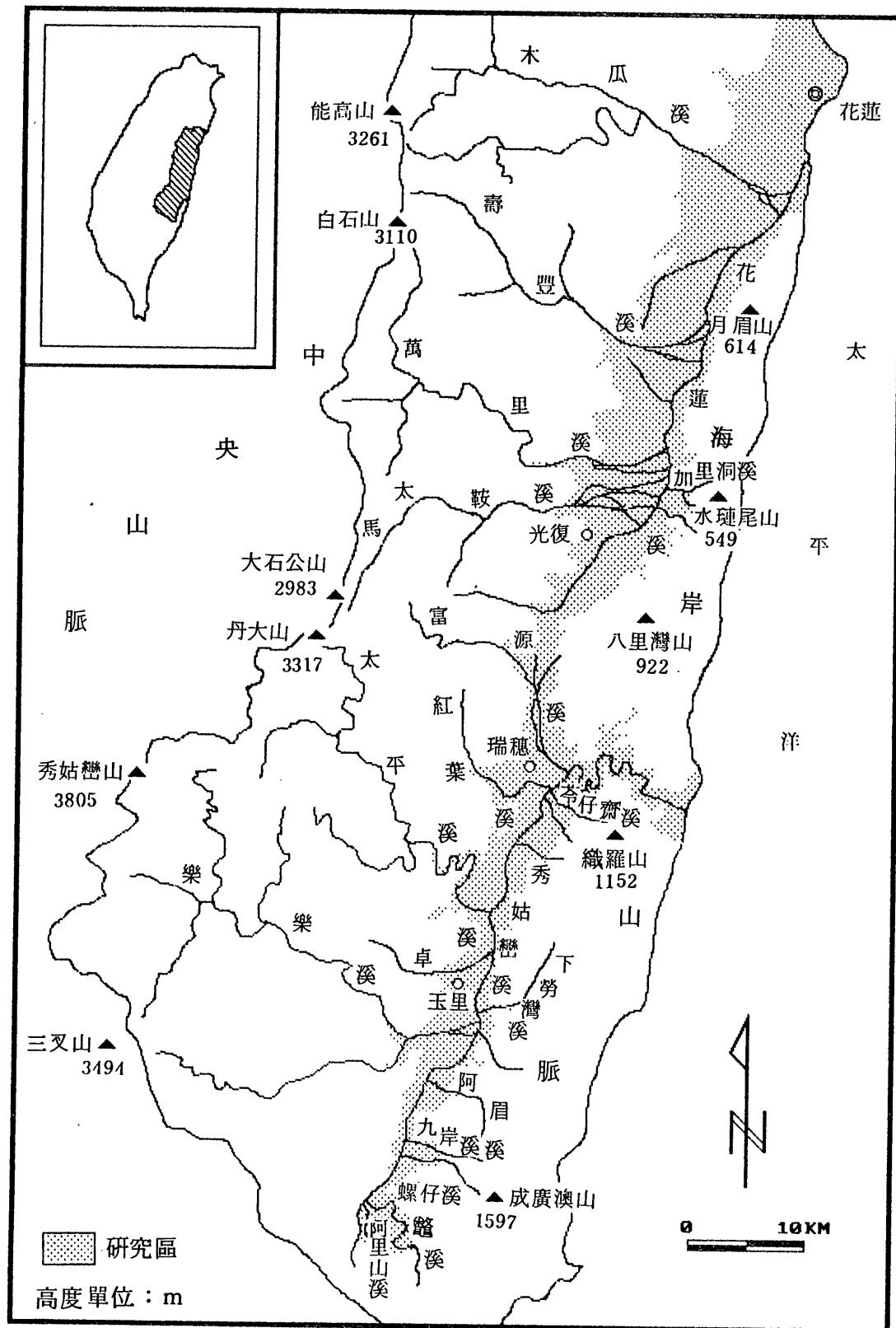


圖 1. 花東縱谷北段水系圖

(Fig.1 Drainage system of northern Huatung Longitudinal Valley)

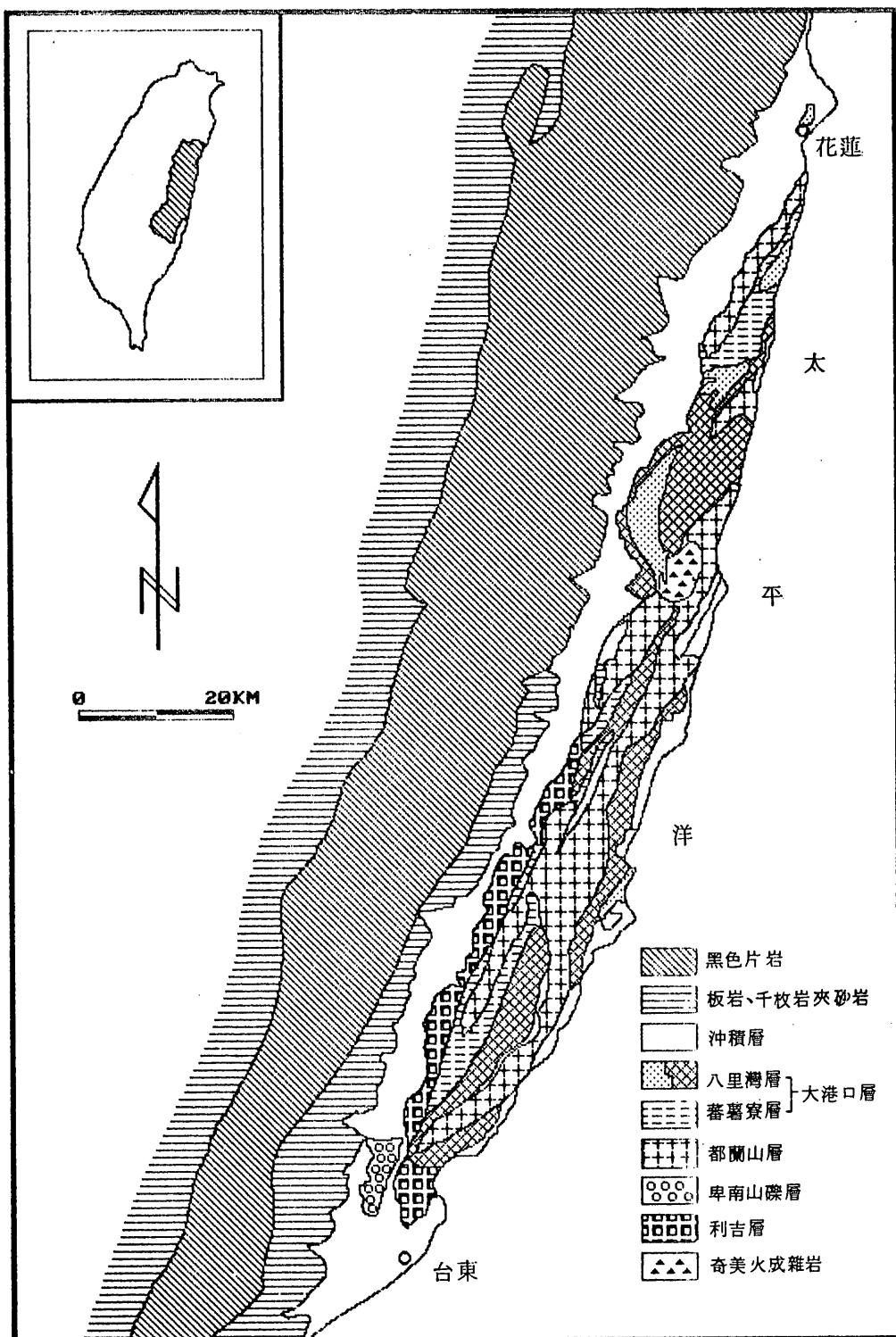


圖 2. 花東縱谷地質圖

(Fig.2 Geological map of Longitudinal Valley)

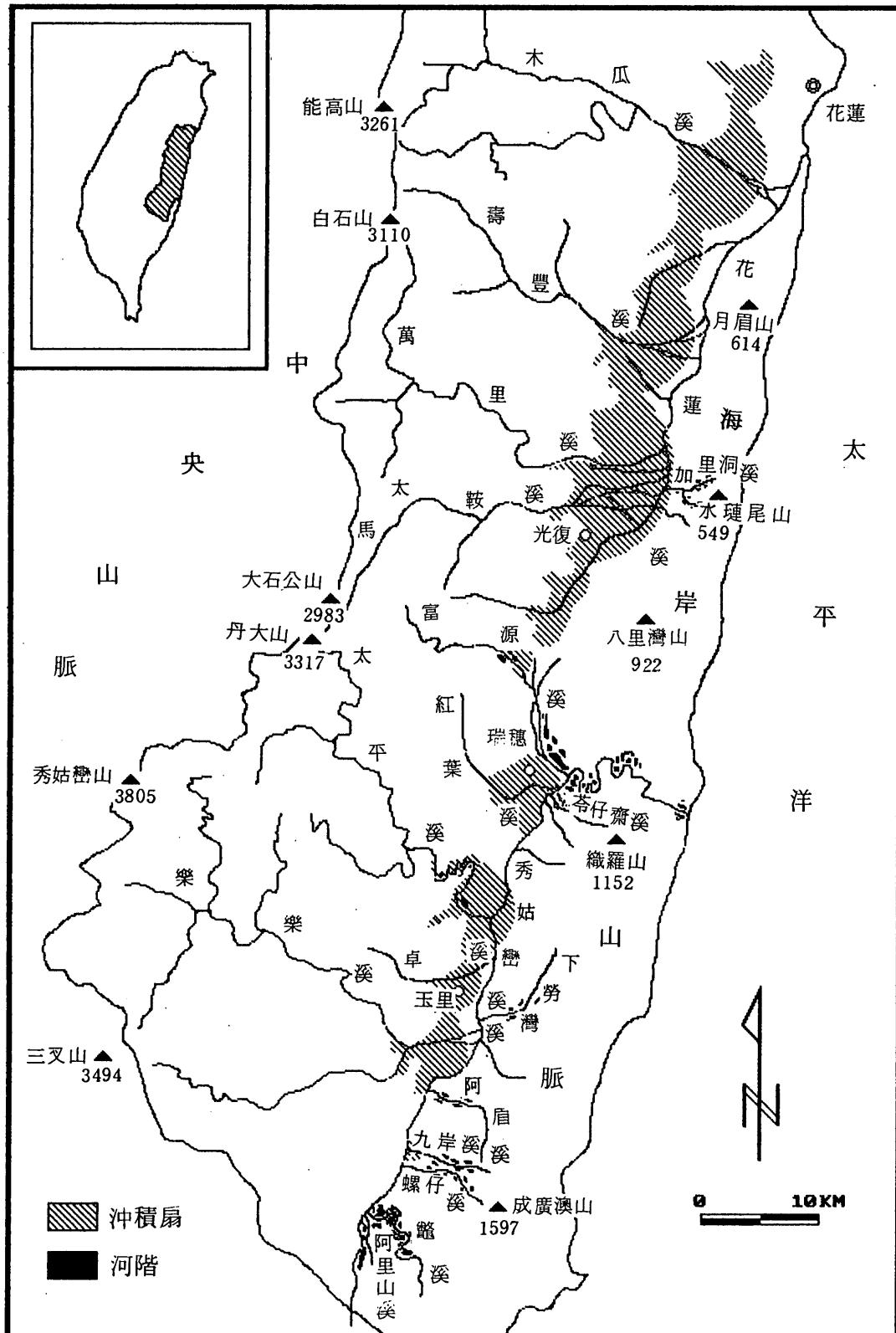


圖 3. 花東縱谷河階及沖積扇分布圖

(Fig.3 Distribution of river terraces and alluvial fans in
Huatung Longitudinal Valley)

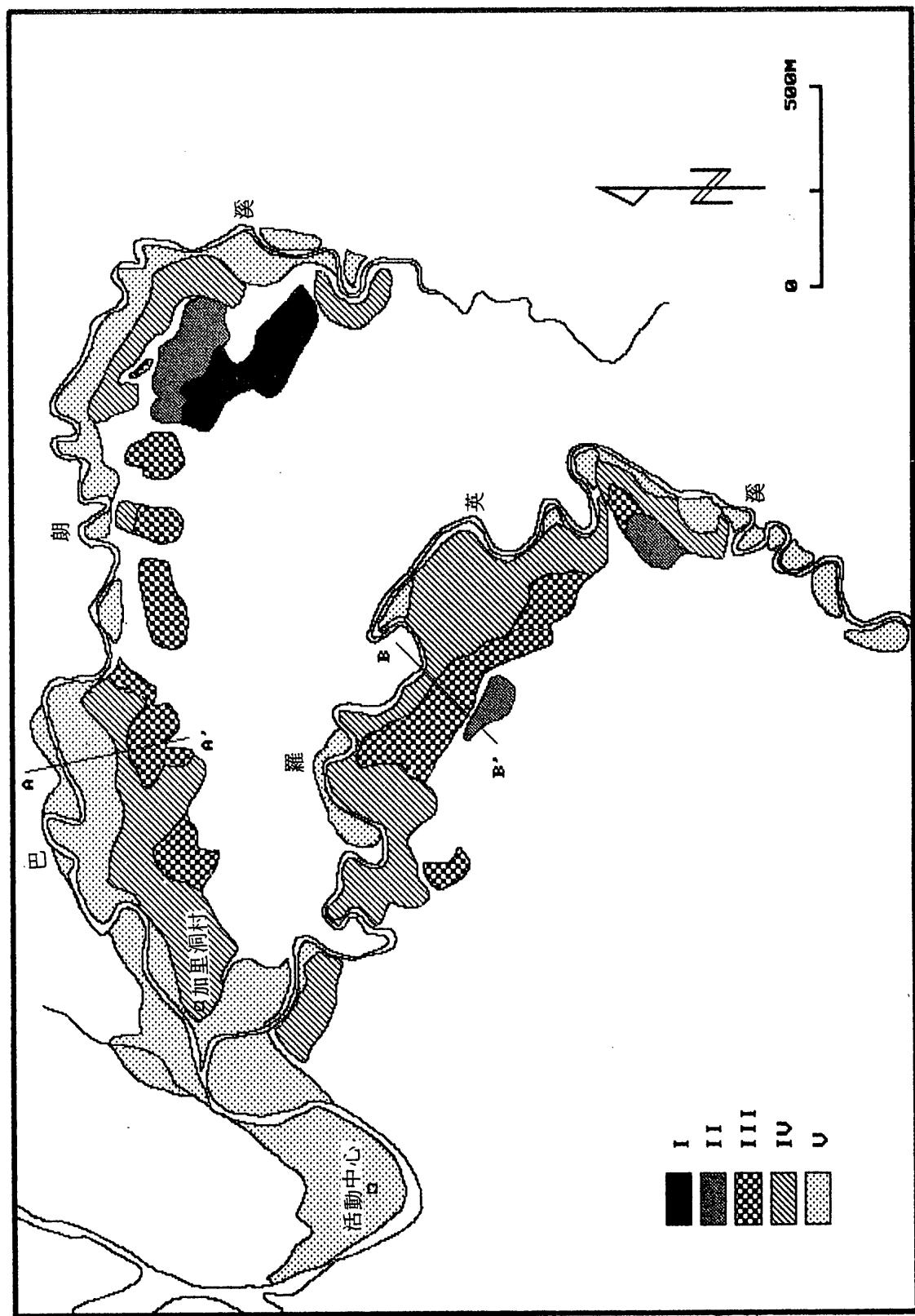


圖 4. 加里洞溪河階分布圖
(Fig.4 Distribution of river terraces in Chia litung R.)

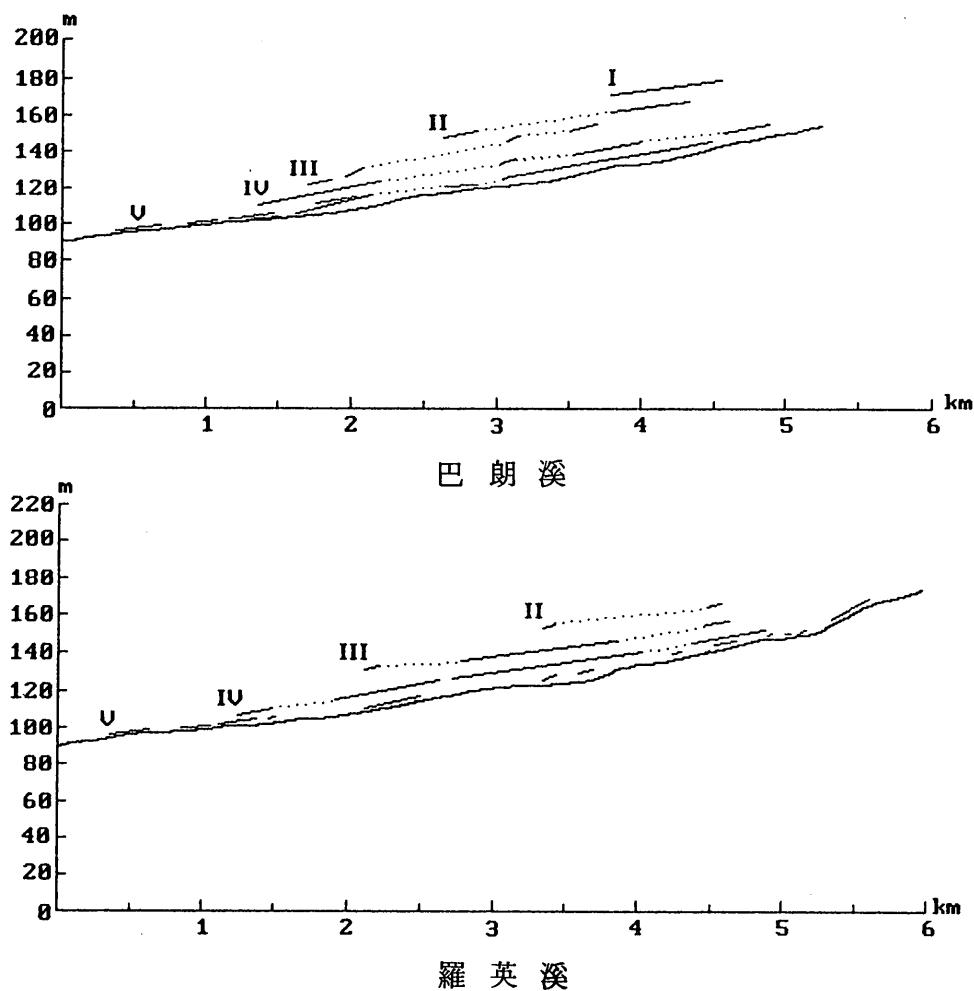


圖5. 加里洞溪河階階序圖

(Fig.5 Terrace sequences of Chialitung R.)

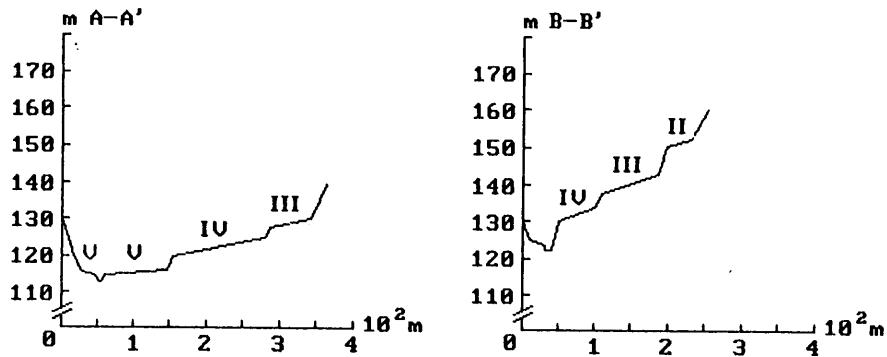


圖6. 加里洞溪河階橫剖面圖

(Fig.6 Cross section of river terraces in Chialitung R.)

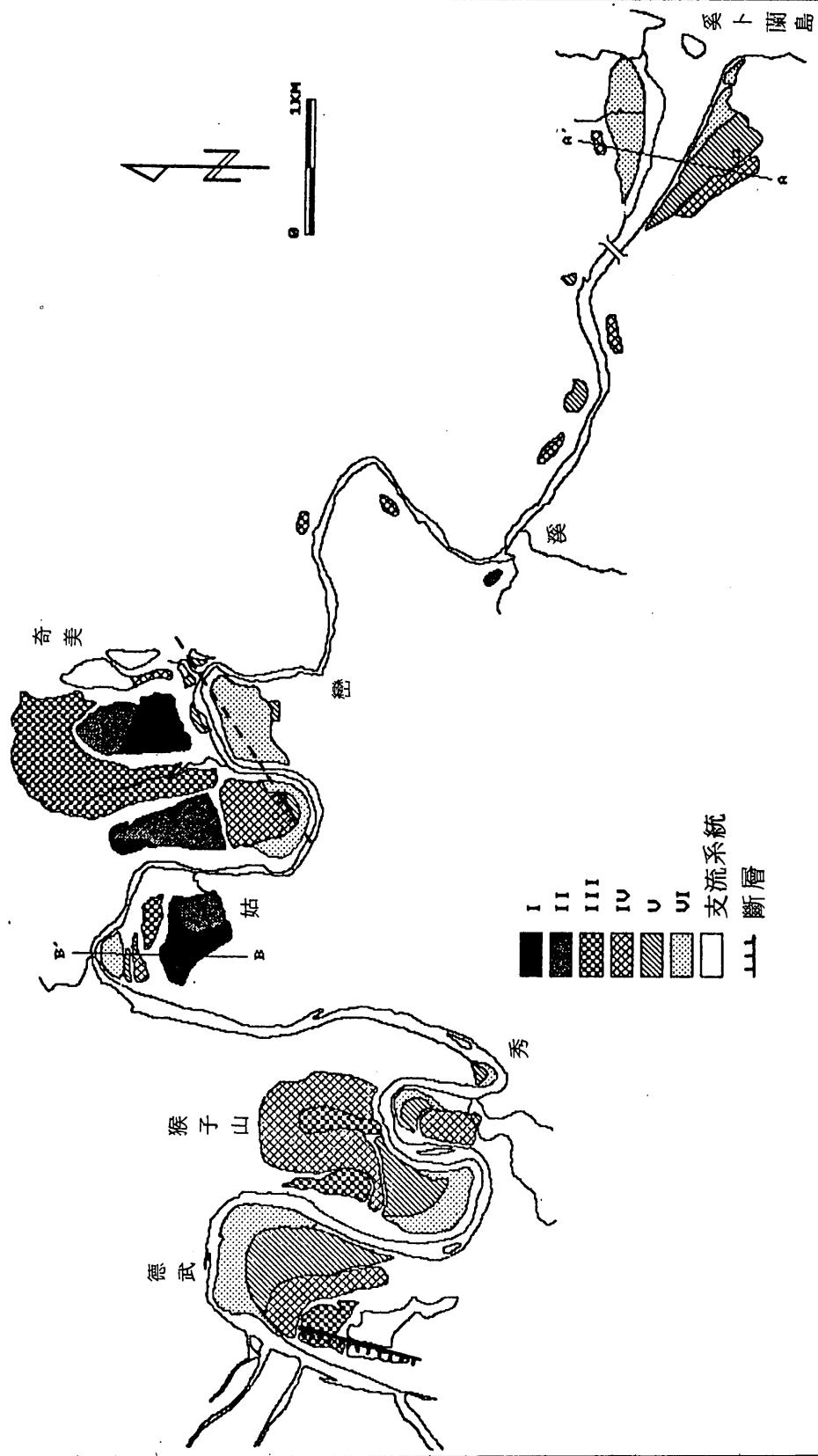


圖 7. 秀姑巒溪橫谷段河階分布圖
(Fig.7 Distribution of river terraces in Hsiukuluan R., section of transverse valley)

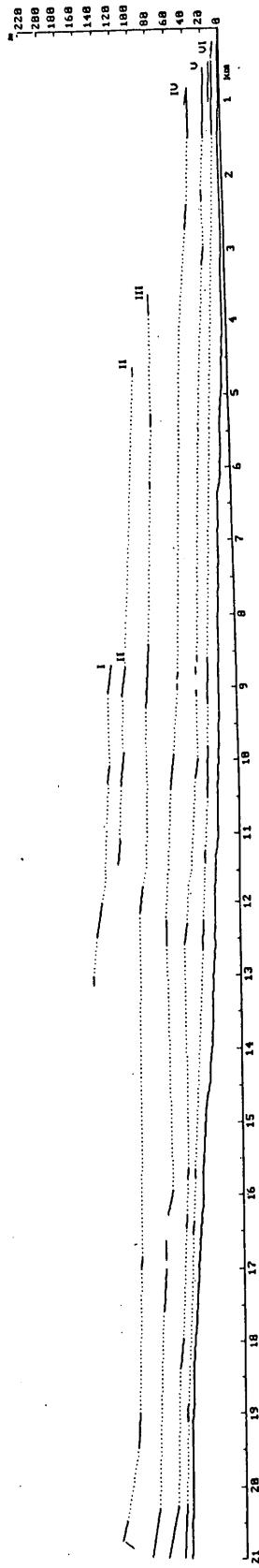


圖 8. 秀姑巒溪橫谷段河階階序圖

(Fig.8 Terrace sequences of Hsiukuluan River, section of transverse valley)

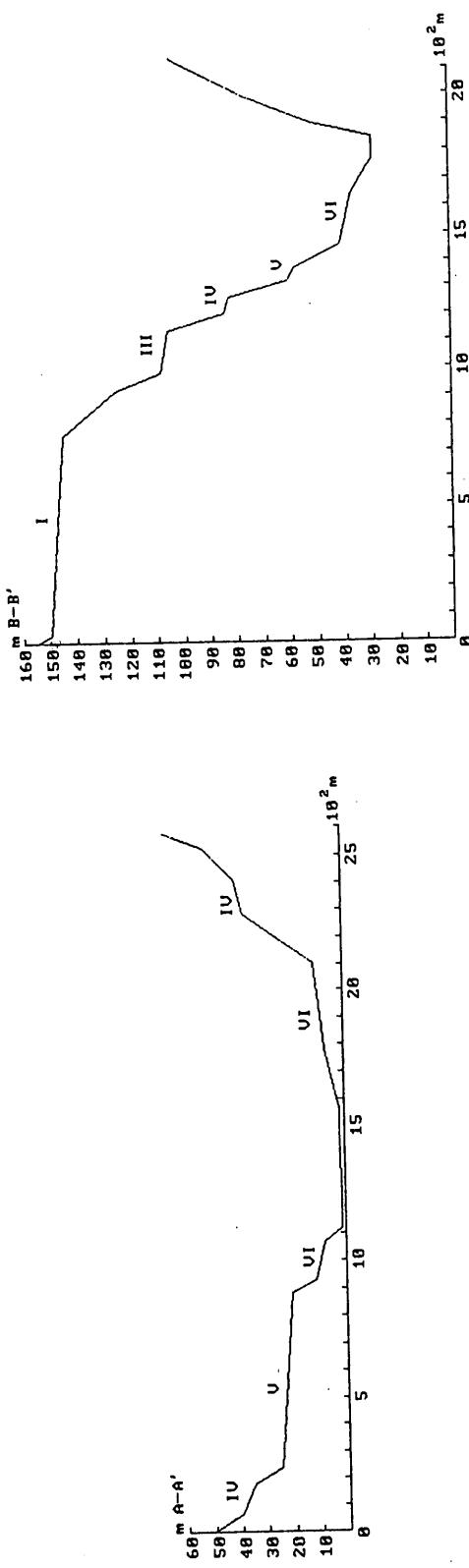
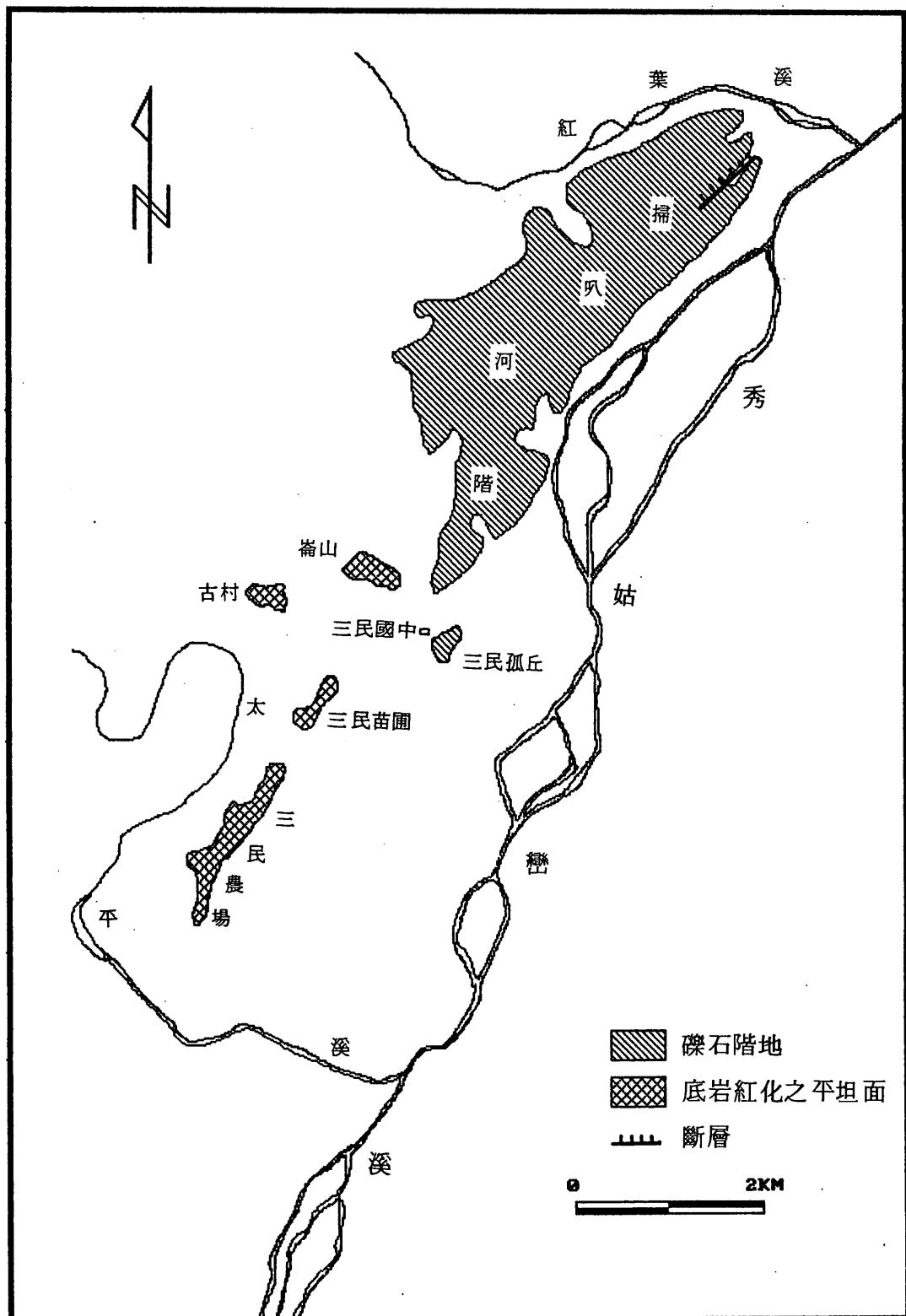


圖 9. 秀姑巒溪橫谷段河階橫剖面圖

(Fig.9 Cross section of river terraces in Hsiukuluan R., section of transverse valley)



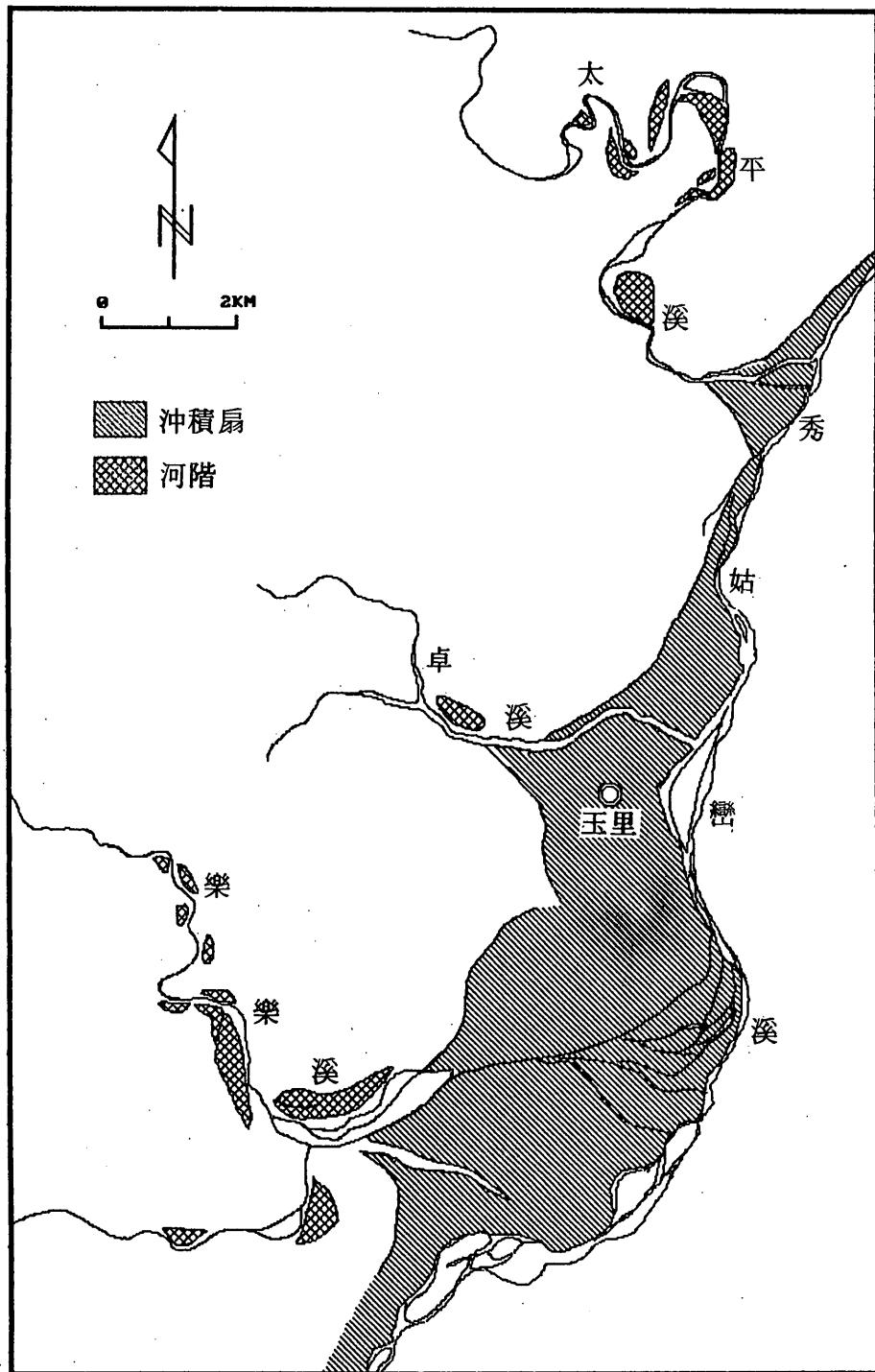


圖11. 太平溪、卓溪、樂樂溪河階分布圖
(Fig. 11 Distribution of river terraces in Taiping R., Cho R.
and Lele R.)

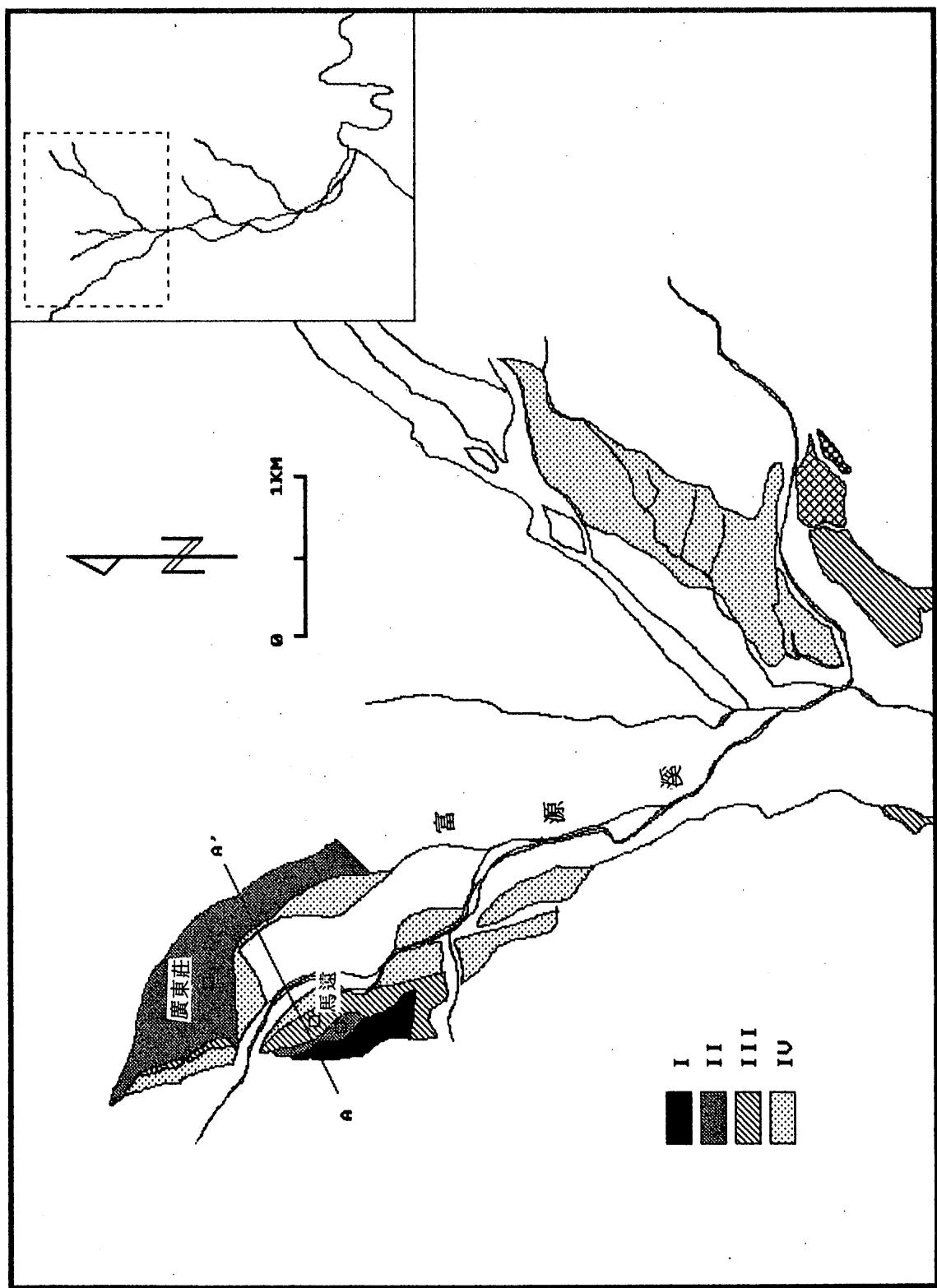


圖12—A 富源溪上游河階分布圖
(Fig. 12-A Distribution of river terraces in the upper course of Fuyuan R.)

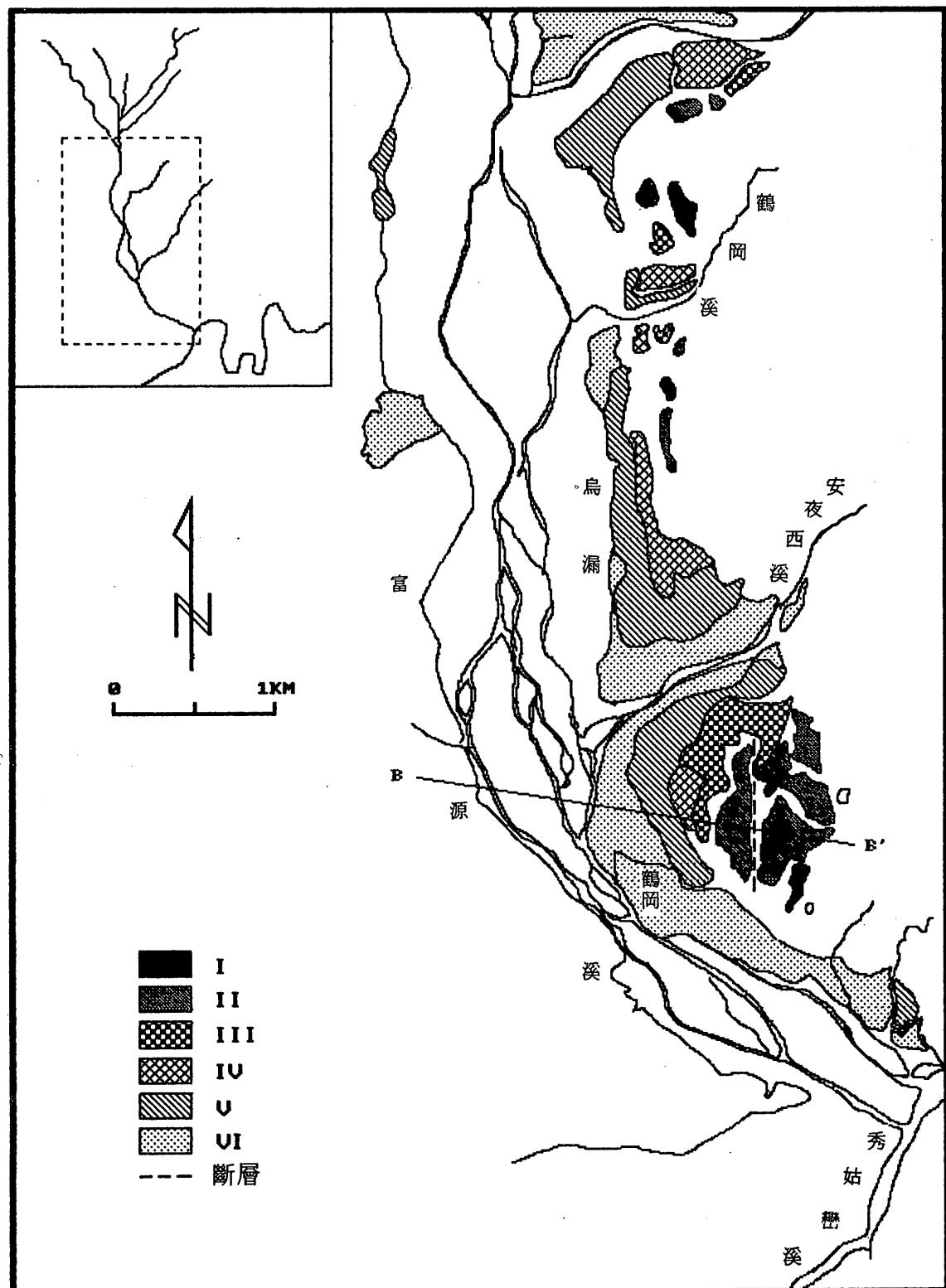
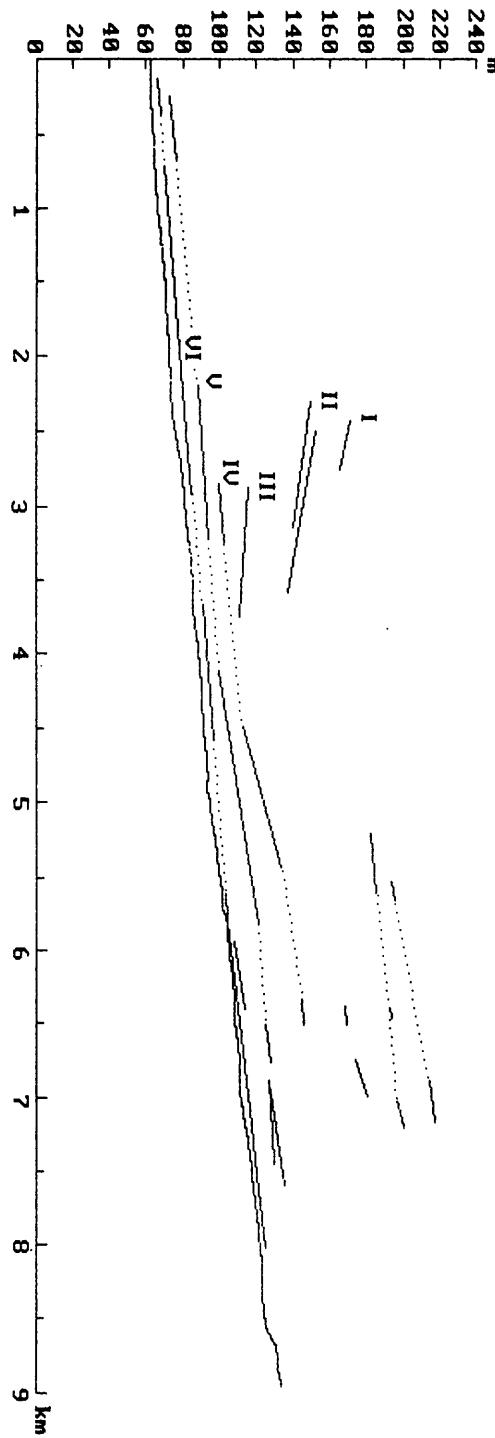
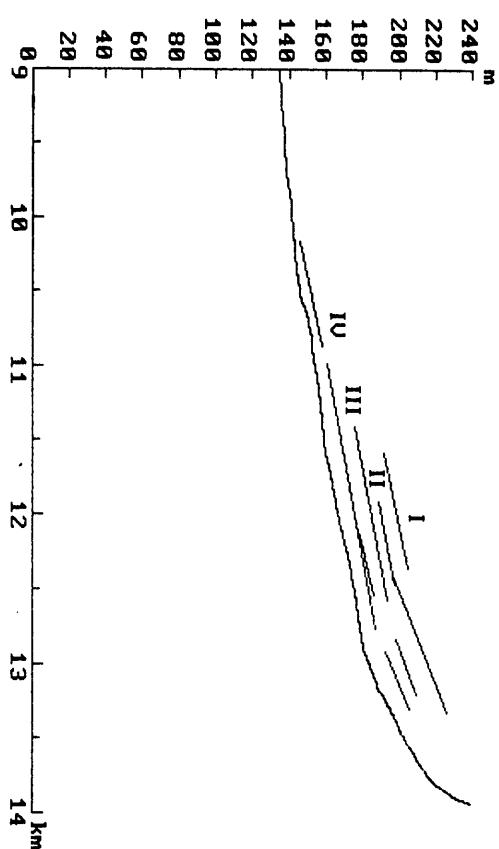


圖 12-B 富源溪下游河階分布圖

(Fig. 12-B Distribution of river terraces in the lower course of Fuyuan R.)



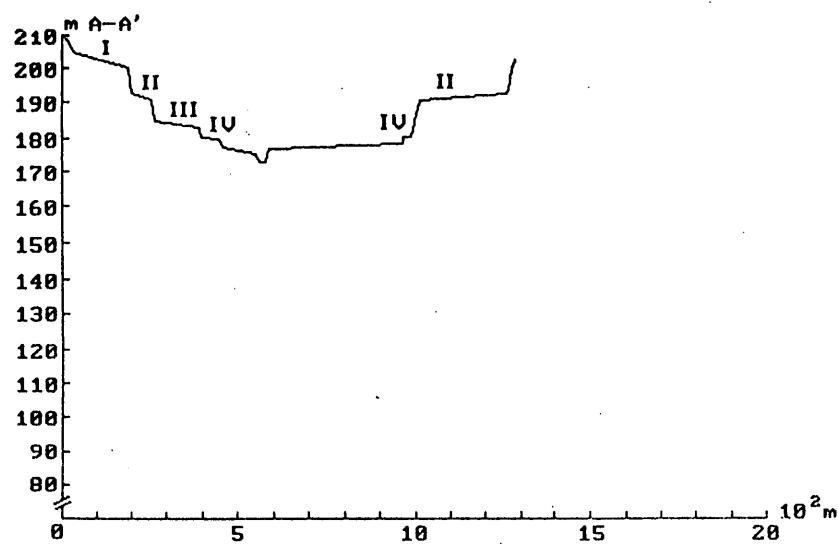


圖14.- A 富源溪上游河階橫剖面圖

(Fig.14-A Cross section of river terraces in the upper course
of Fuyuan R.)

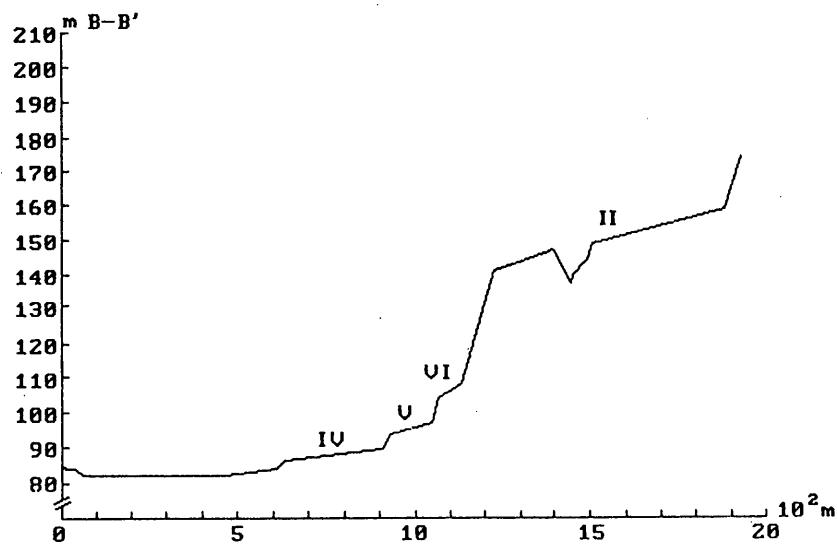


圖14.- B 富源溪下游河階橫剖面圖

(Fig.14-B Cross section of river terraces in the lower course
of Fuyuan R.)

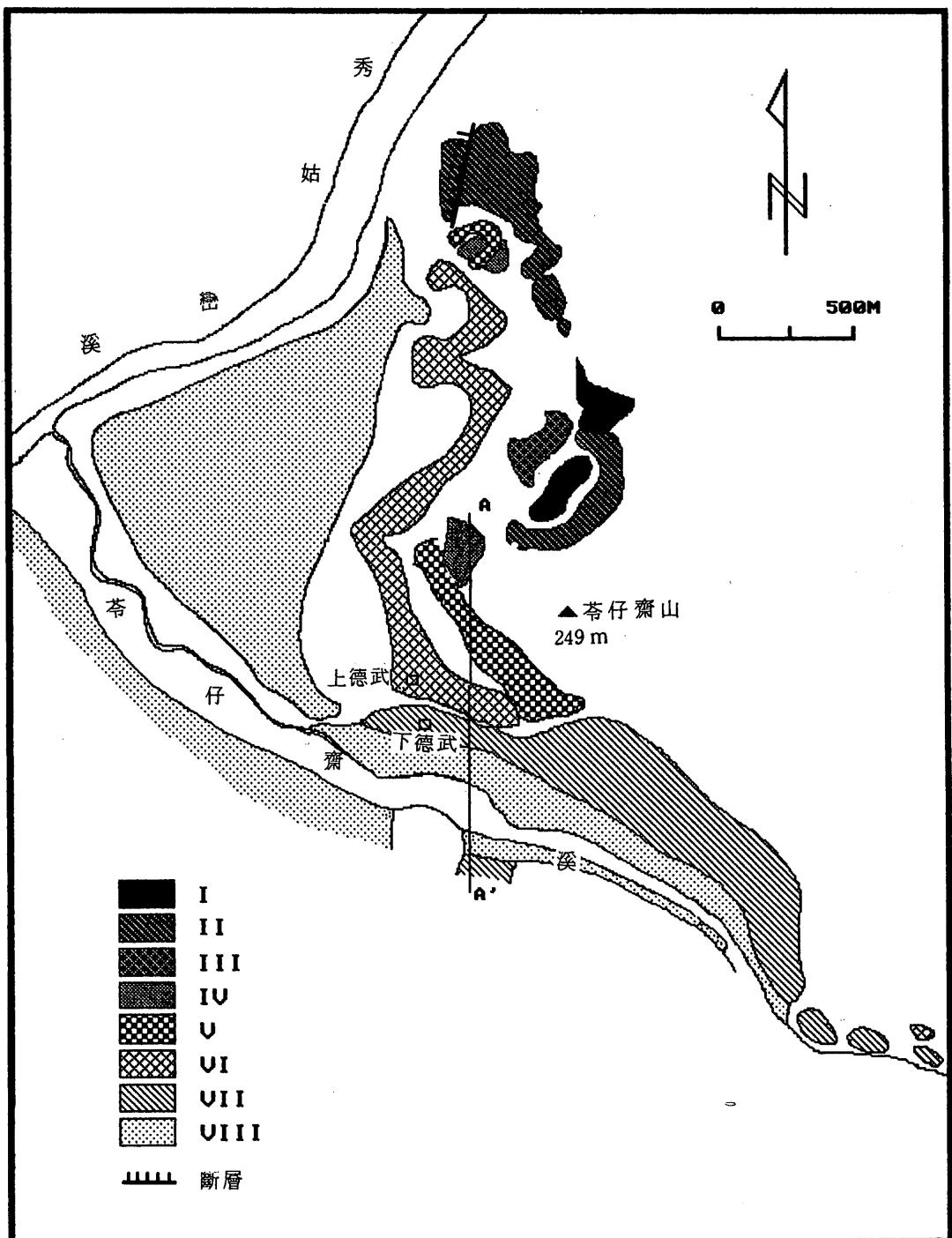


圖15. 莺仔齋溪河階分布圖
(Fig.15 Distribution of river terraces in Lingtsaichai R.)

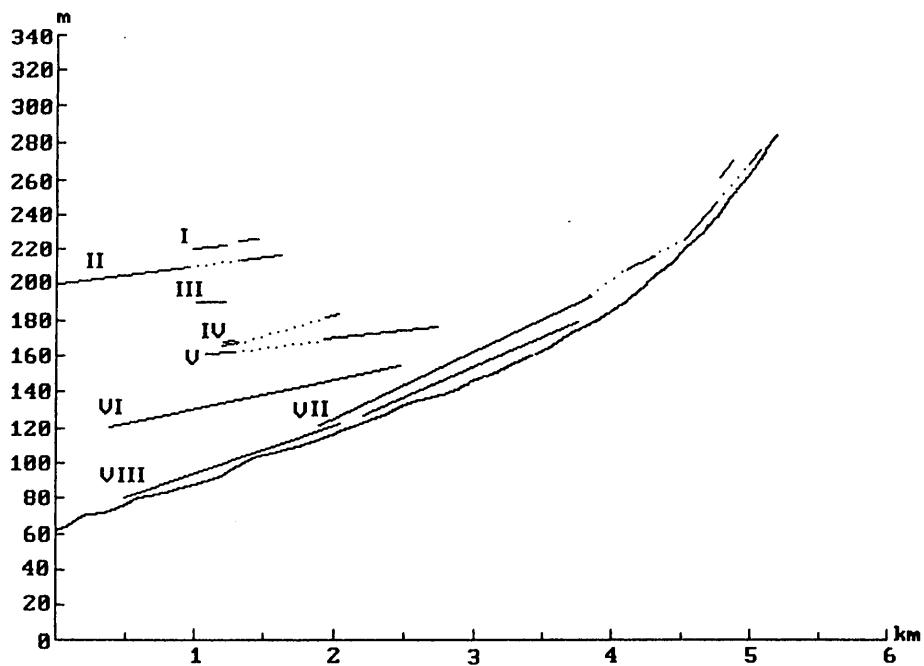


圖16. 莺仔齋溪河階階序圖
(Fig.16 Terrace sequences of Lingtsaichai R.)

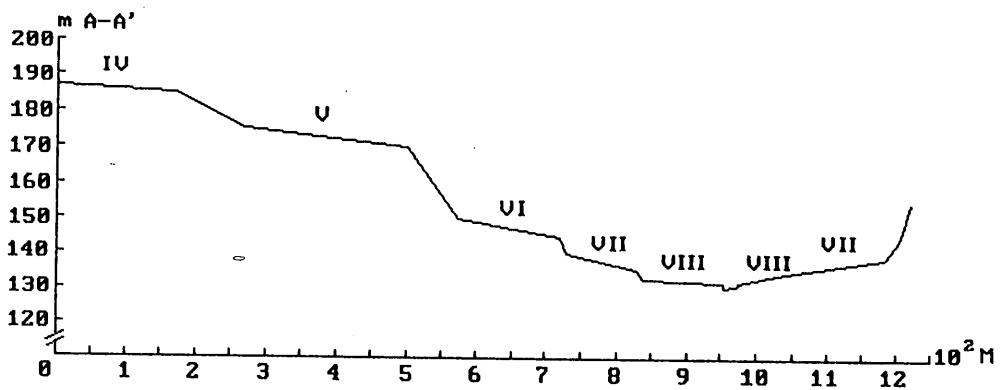


圖17. 莺仔齋溪河階橫剖面圖
(Fig.17 Cross section of river terraces in Lingtsaichai R.)

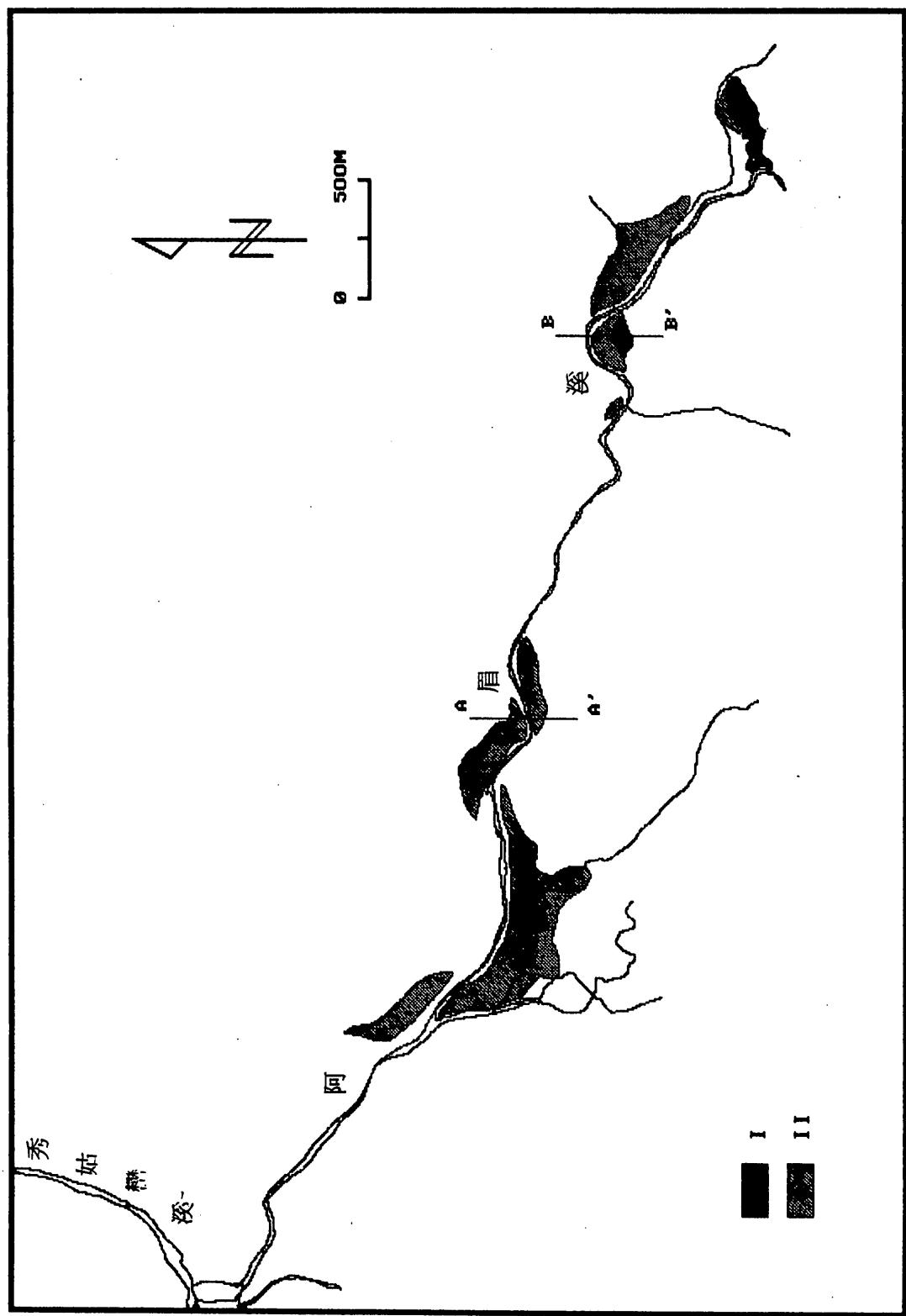


圖18. 阿眉溪河階分布圖
(Fig.18 Distribution of river terraces in Amei R.)

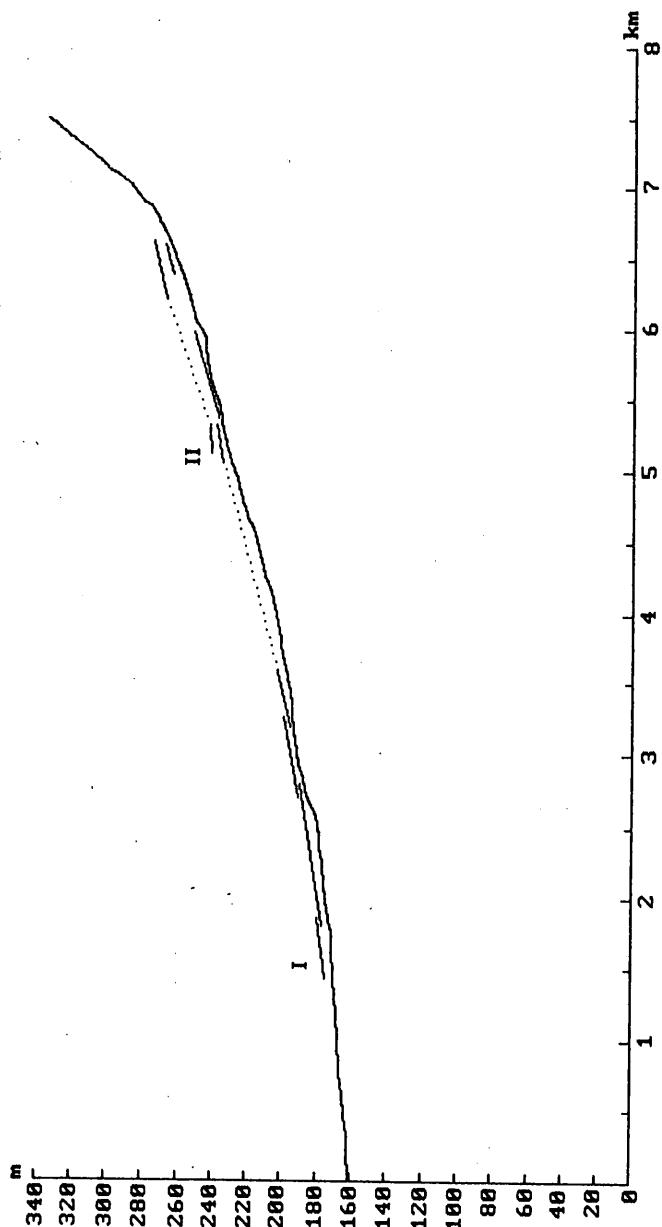


圖19. 阿眉溪河階階序圖
(Fig.19 Terrace sequences of Amei R.)

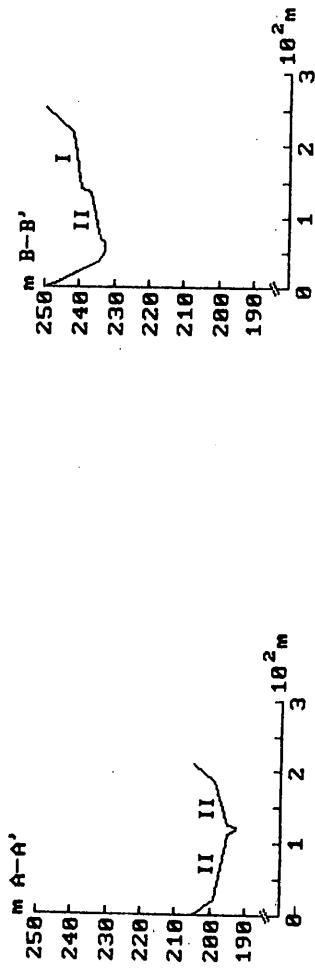


圖20. 阿眉溪河階橫剖面圖
(Fig.20 Cross section of river terraces in Amei R.)

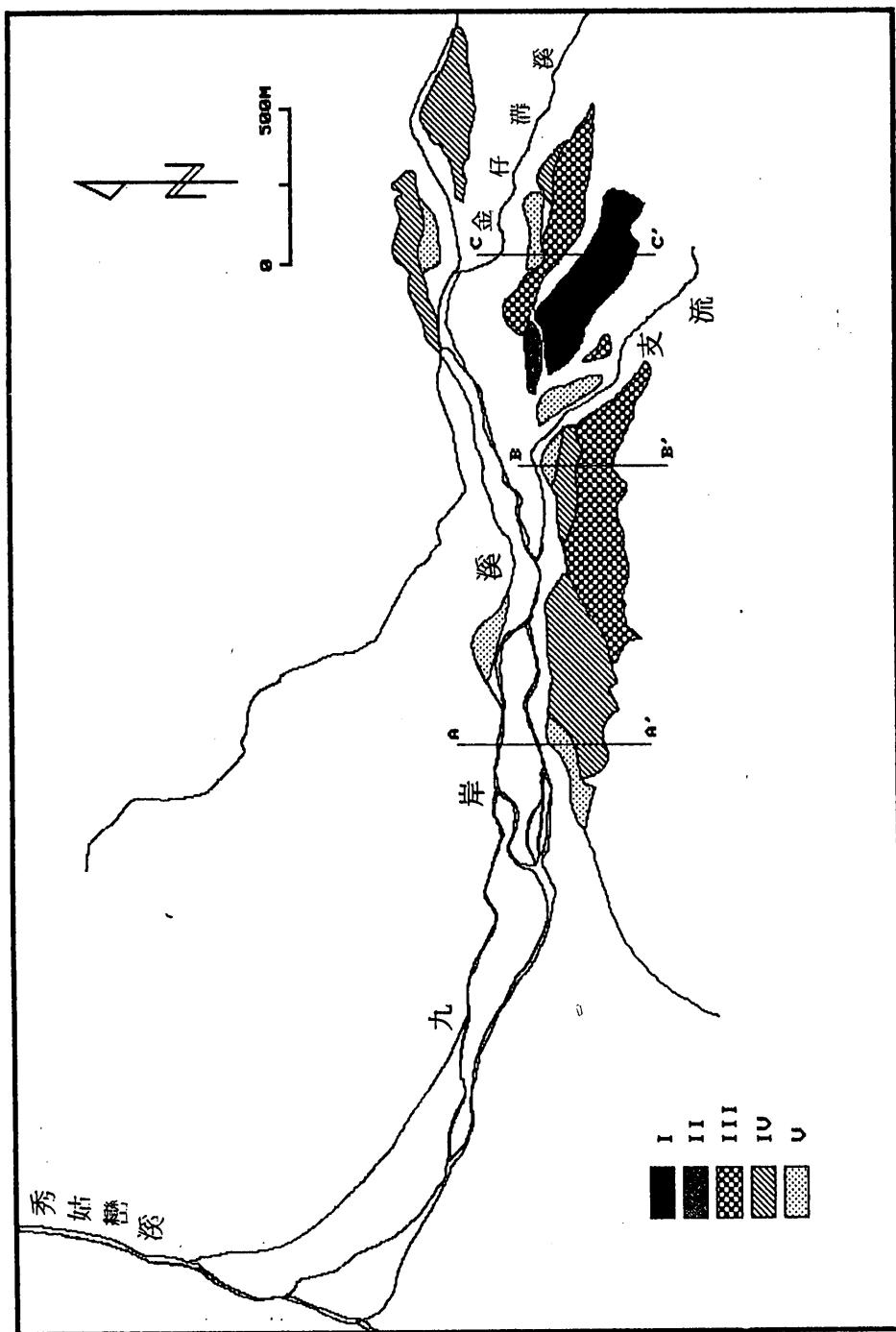


圖21. 九岸溪河階分布圖
(Fig.21 Distribution of river terraces in Chiuān R.)

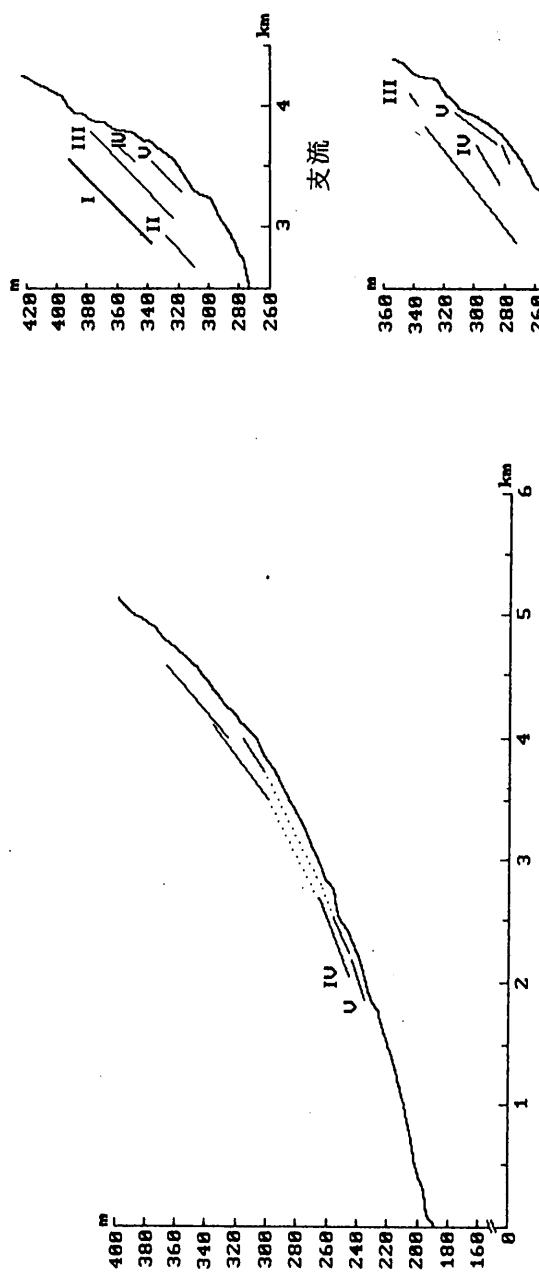


圖22 九岸溪河階階序圖
(Fig.22 Terrace sequences of Chuan R.)

金仔溝溪

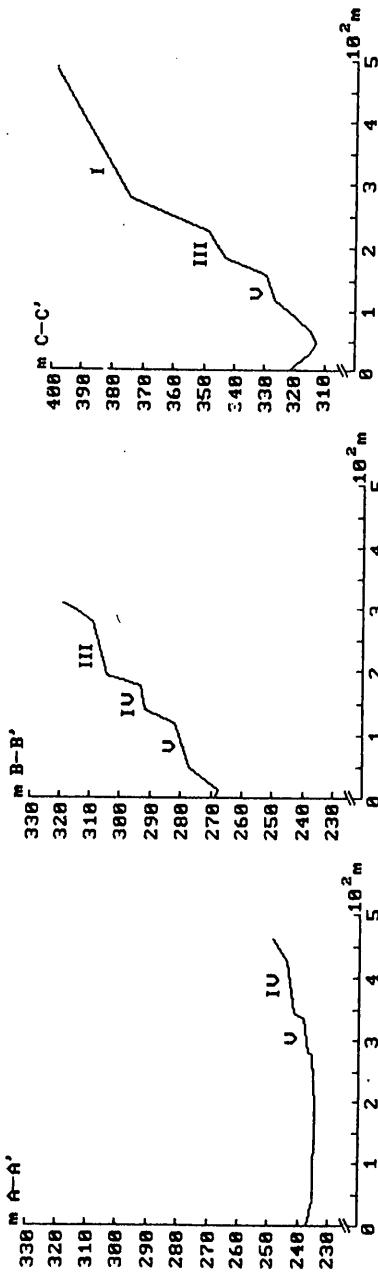


圖23 九岸溪河階橫剖面圖

(Fig.23 Cross section of river terraces in Chuan R.)

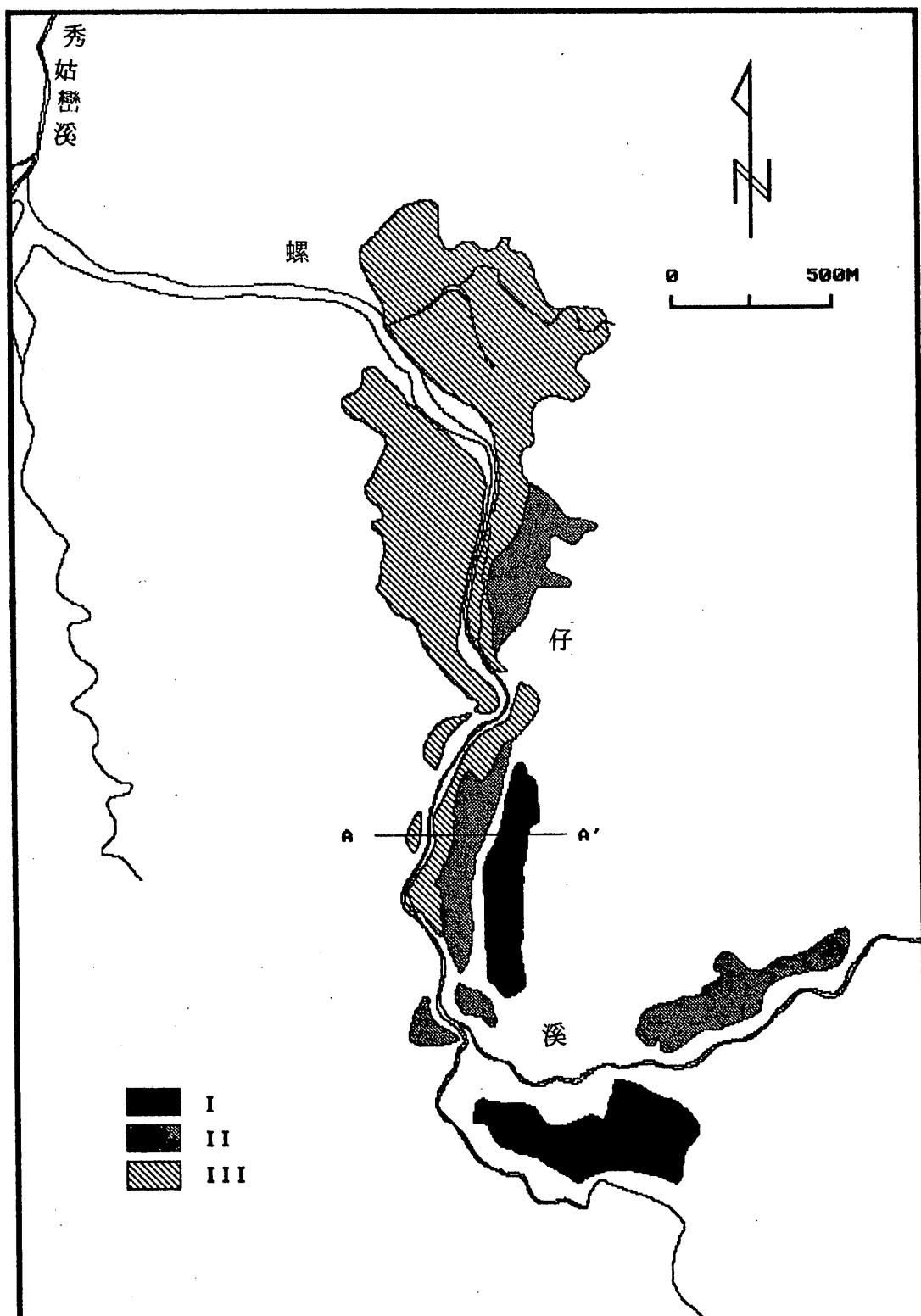


圖24. 螺仔溪河階分布圖
(Fig.24 Distribution of river terraces in Lotsai R.)

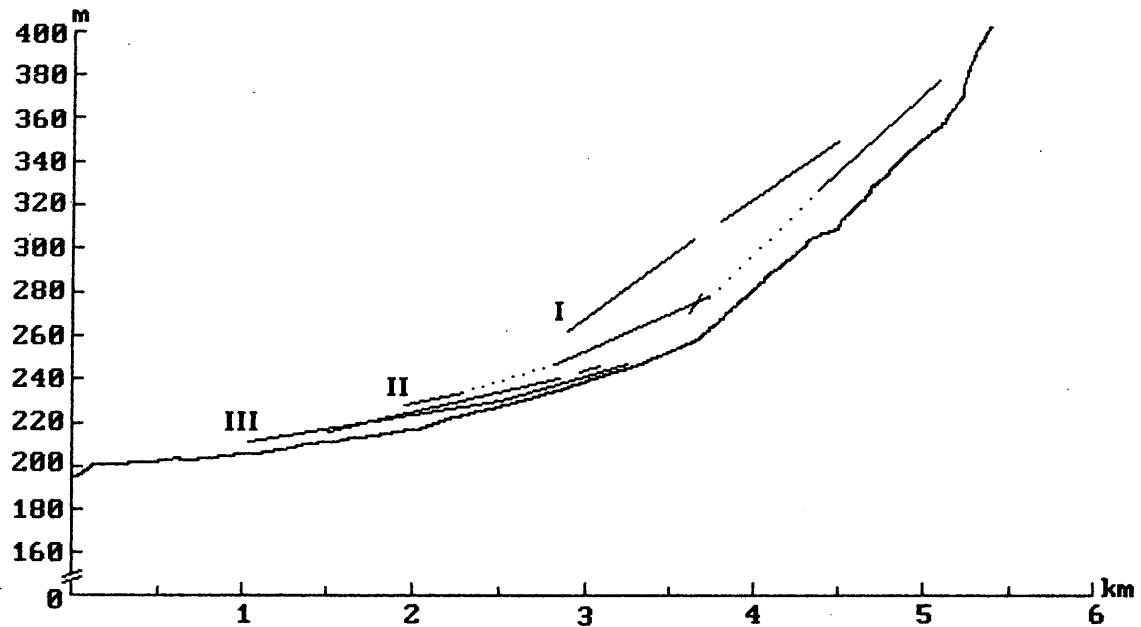


圖25. 螺仔溪河階階序圖
(Fig.25 Terrace sequences of Lotsai R.)

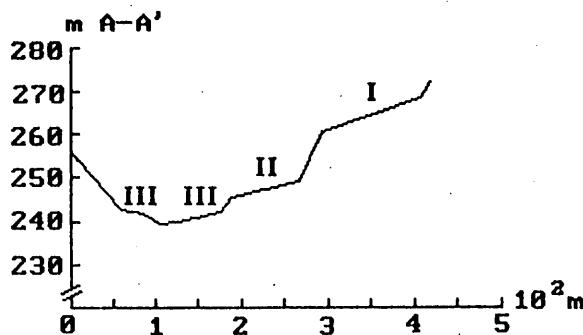


圖26. 螺仔溪河階橫剖面圖
(Fig.26 Cross section of river terraces in Lotsai R.)

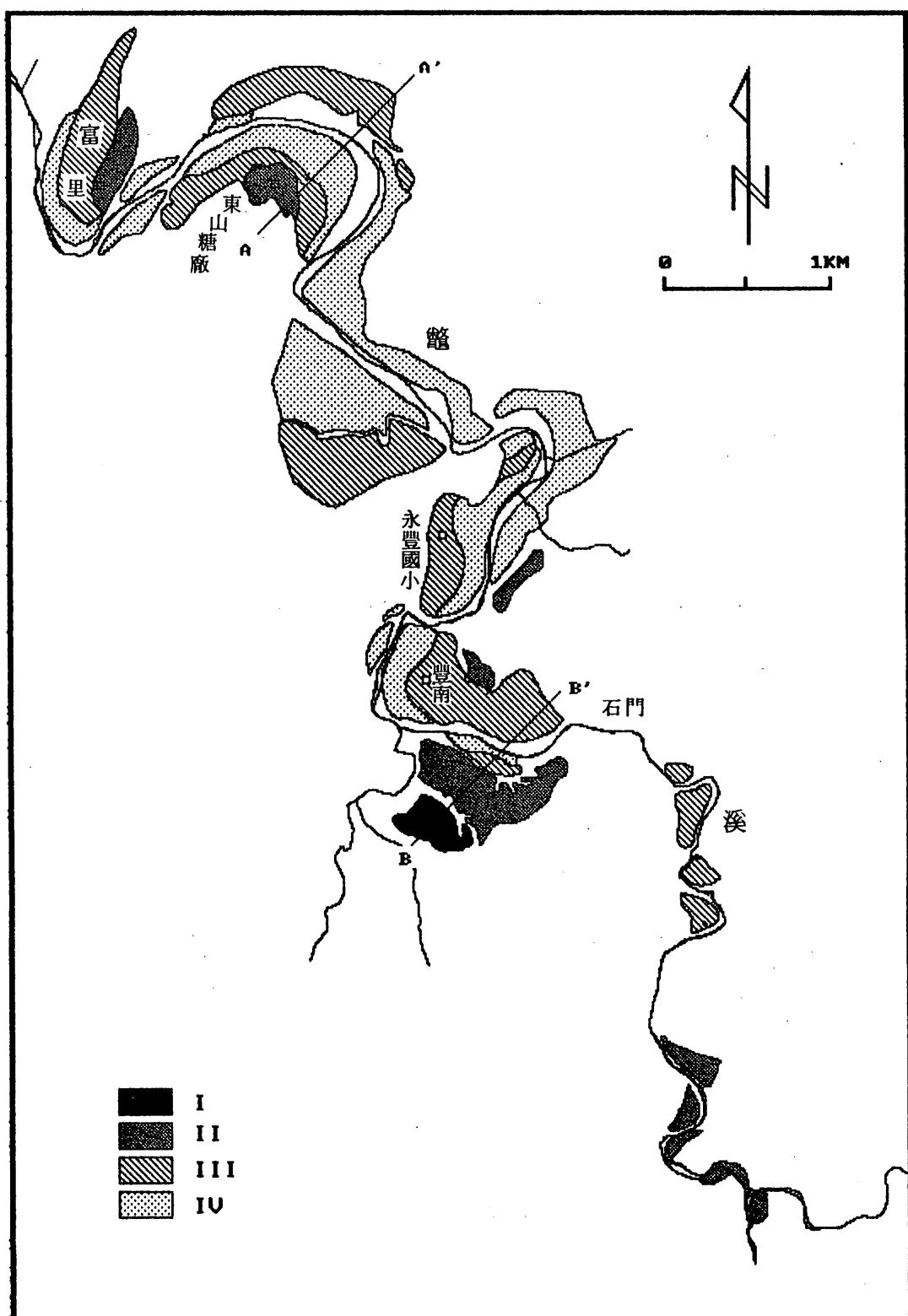


圖27. 龜溪河階分布圖

(Fig.27 Distribution of river terraces in Piah R.)

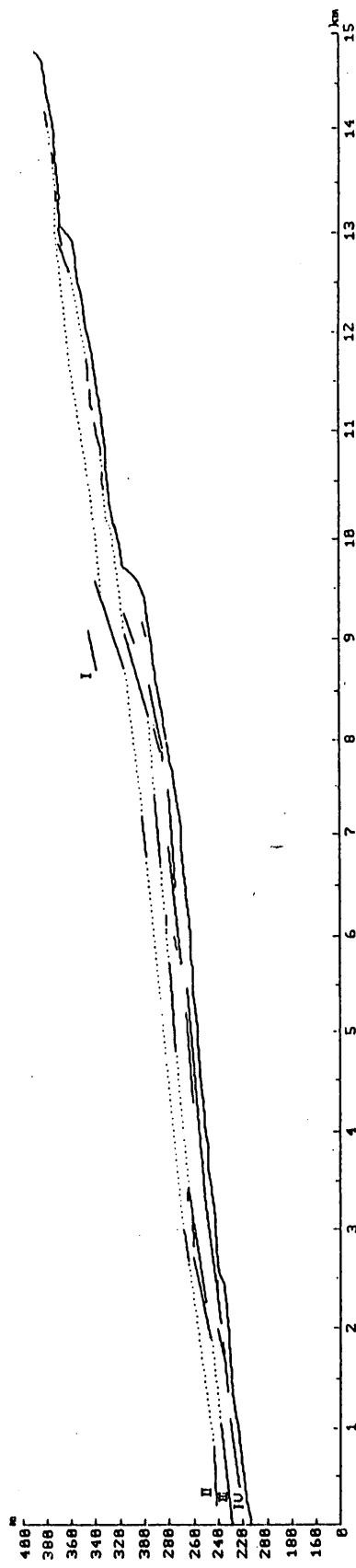


圖28 瓢溪河階階序圖

(Fig.28 Terrace sequences of Pieh R.)

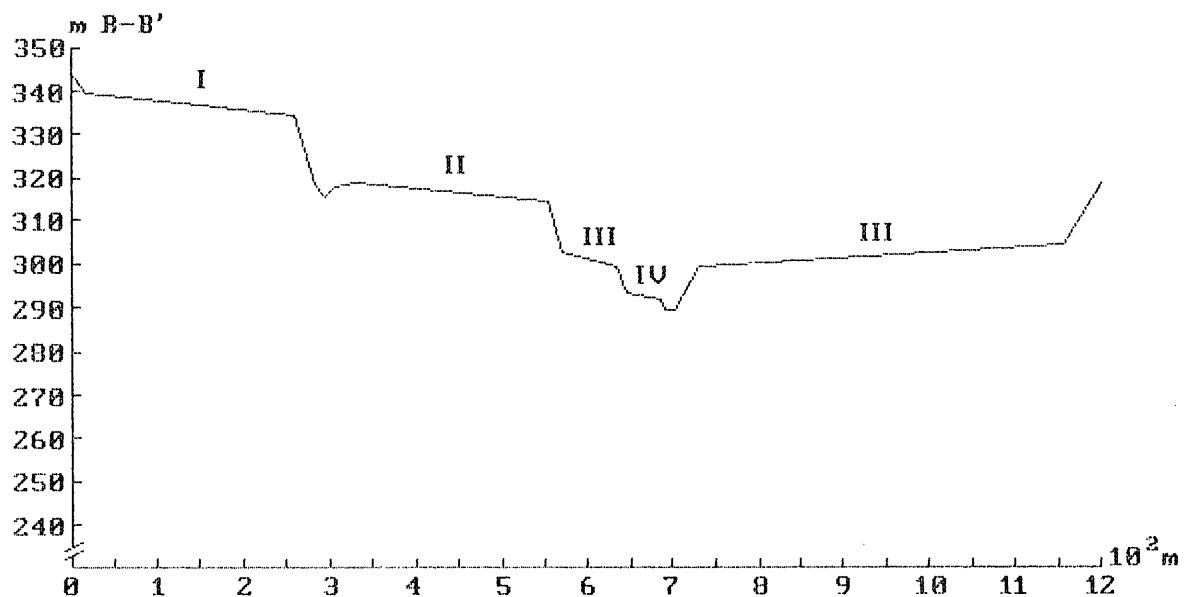
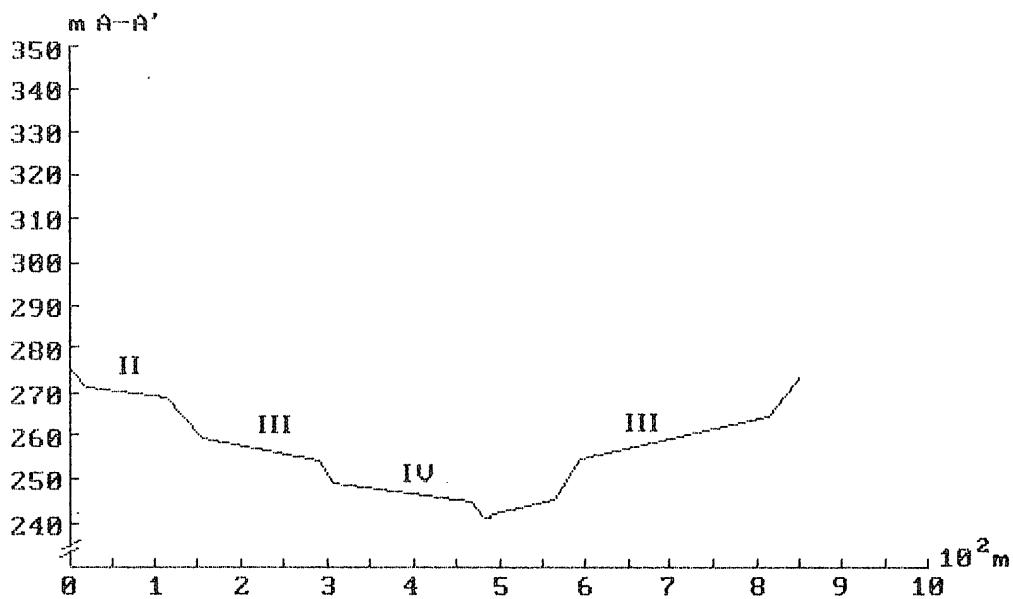


圖29. 鰲溪河階橫剖面圖
(Fig.29 Cross section of river terraces in Pieh R.)

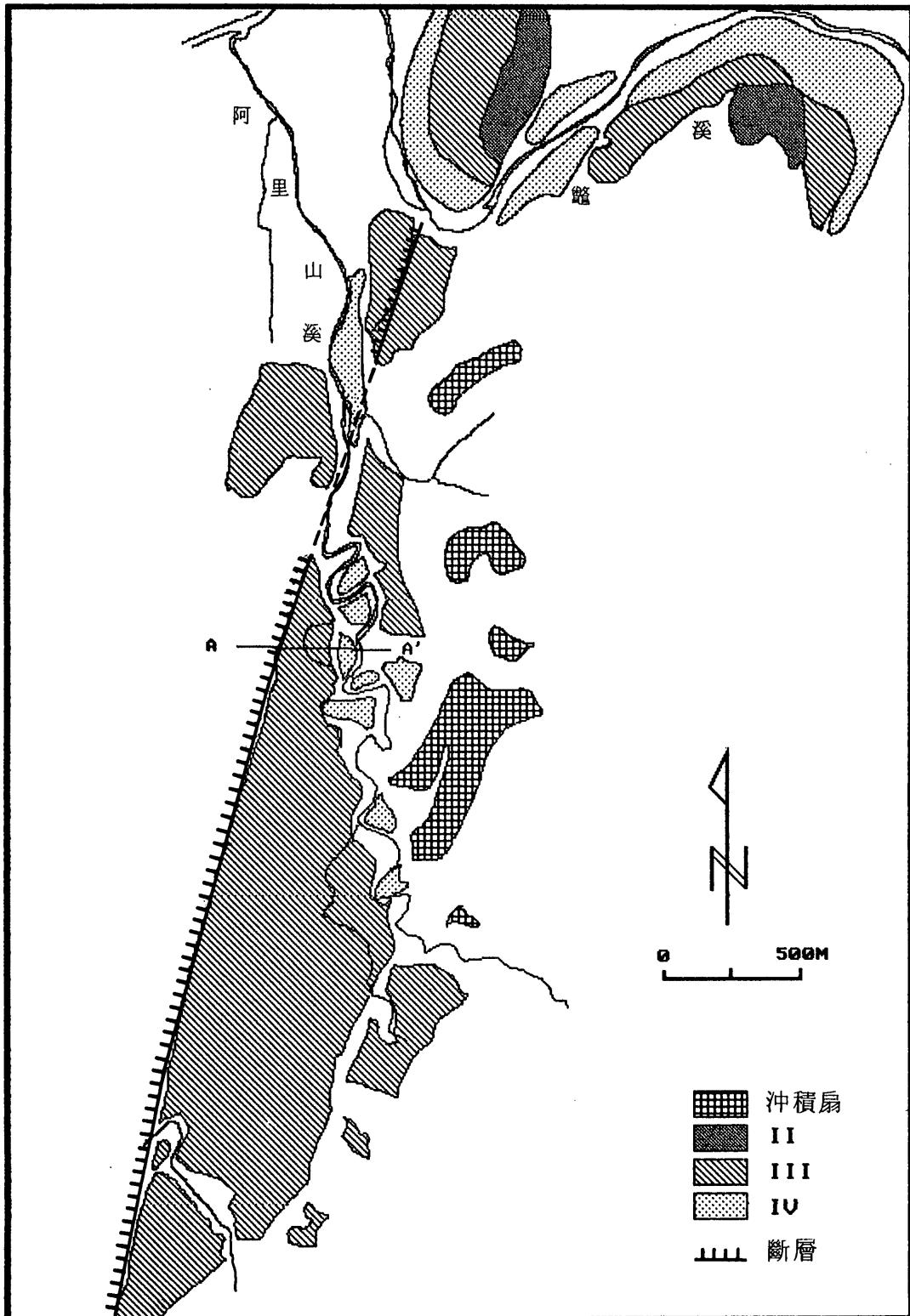


圖30. 阿里山溪河階分布圖
(Fig.30 Distribution of river terraces in Alishan R.)

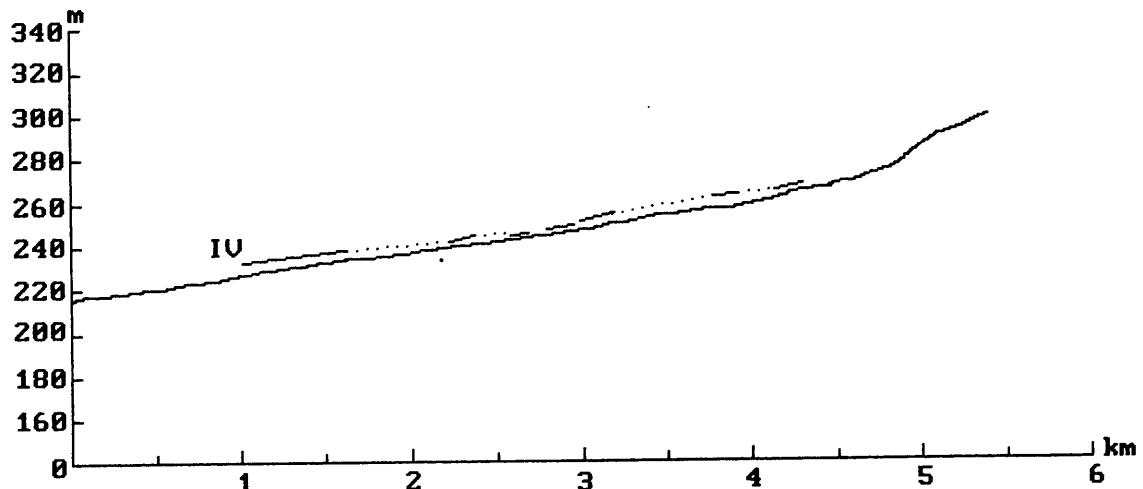


圖31. 阿里山溪河階階序圖
(Fig.31 Terrace sequences of Alishan R.)

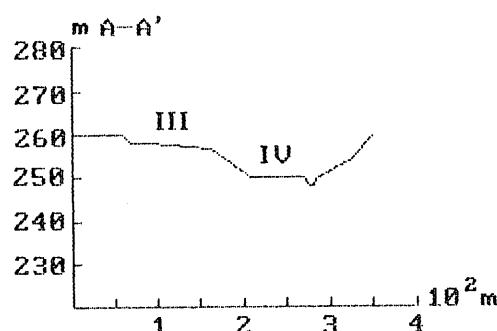


圖32. 阿里山溪河階橫剖面圖
(Fig.32 Cross section of river terraces in Alishan R.)

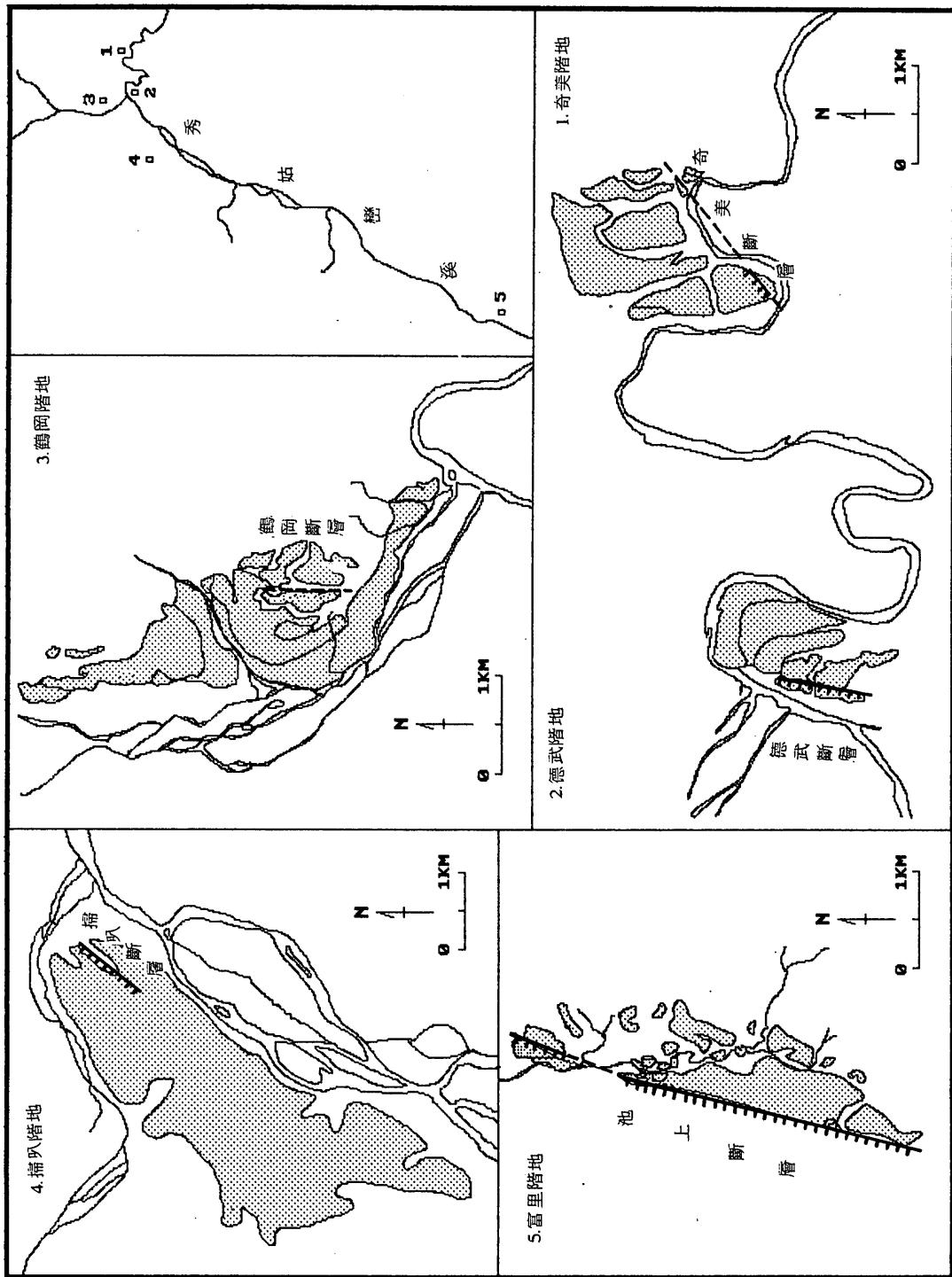


圖33 秀姑巒溪河階變位圖

(Fig. 33 Disform of river terraces in Hsiukuluan R.)

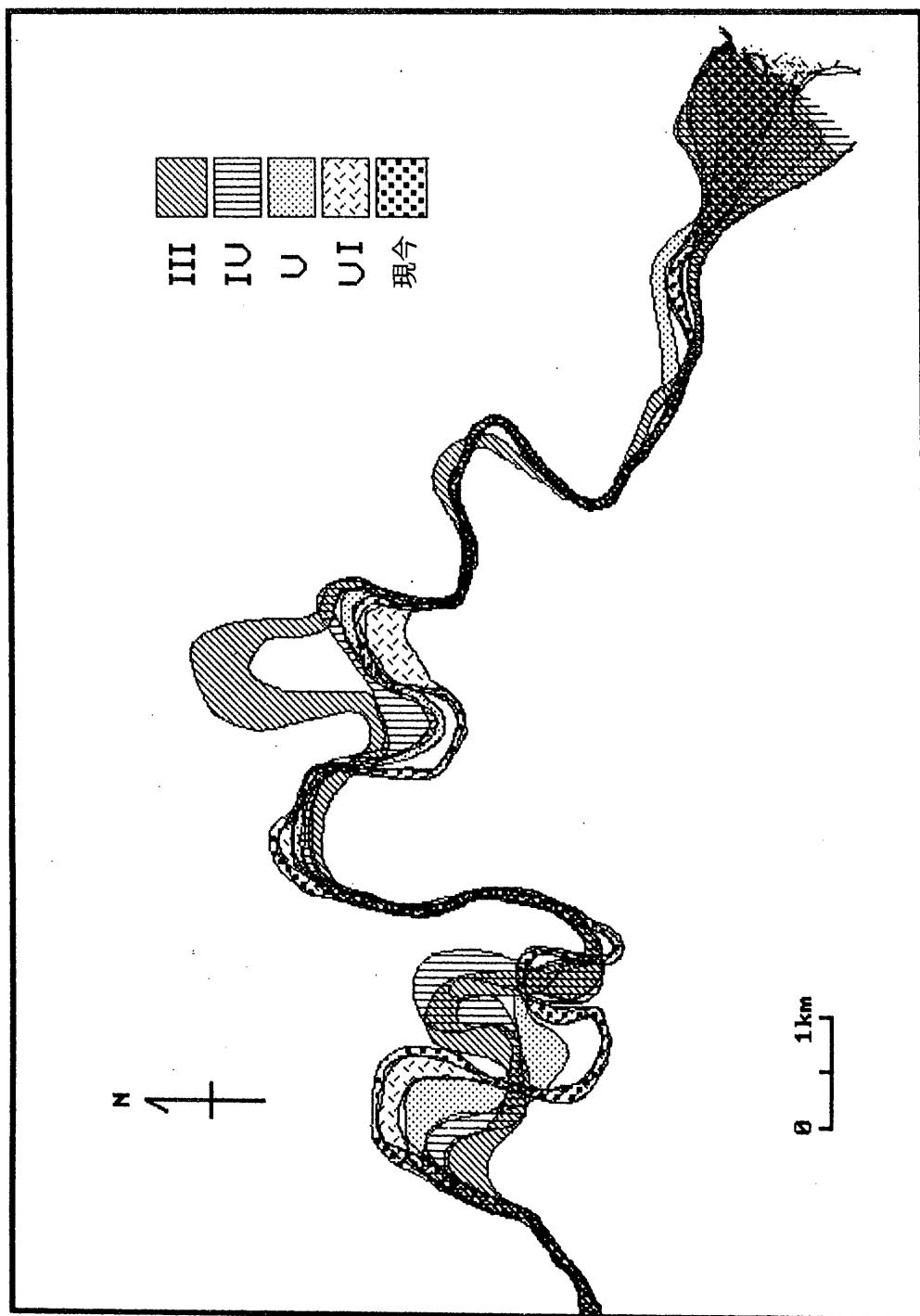


圖34. 秀姑巒溪各階期流路示意圖
(Fig.34 Skematic channel path of Hsiukuluan R. in each terrace stage)

表 1. 各溪河階特徵表
(Table 1. Characteristics of river terrace in studied river)

| 溪名 | 流域面積 (km ²) | 河流長度 (km) | 河流坡降 (%) | 曲流率 | 河階段數 | 階面寬度 | 連續性較佳之階面 |
|---------------|----------------------------|--------------|-------------|-----|------|---------|----------|
| 加里洞溪 | 9.2 | 6.8 | 62.3(13.6) | 1.8 | 5 | 數十公尺 | IV、V |
| 秀姑巒溪 (橫谷段) | 73.9 | 20.7 | 3.0(3.0) | 2.2 | 6 | 數十～數百公尺 | IV～VI |
| 太平溪 | 234.0 | 53.1 | 54.0(6.8) | 2.5 | 3 | 數十～數百公尺 | III |
| 卓溪 | 29.12 | 9.7 | 100.4(8.8) | 1.2 | 2 | 數十～數百公尺 | II |
| 樂樂溪 | 755.0 | 54.8 | 61.8(8.7) | 1.7 | 2 | 數十～數百公尺 | II |
| 富源溪 (馬蘭鈎溪) | 177.0 | 29.4 | 92.0(11.3) | 1.1 | 6 | 數十～數百公尺 | V、VI |
| 苓仔齋溪 | 14.0 | 7.6 | 115.7(38.7) | 1.1 | 8 | 數十～數百公尺 | VI～VII |
| 阿眉溪 | 31.4 | 10.6 | 73.2(17.6) | 1.1 | 2 | 數十公尺 | II |
| 九岸溪 | 18.2 | 8.5 | 120.8(40.9) | 1.3 | 5 | 數十公尺 | IV、III |
| 螺仔溪 | 25.4 | 8.3 | 122.8(35.8) | 1.5 | 3 | 數十公尺 | II、III |
| 鼈溪 | 49.2 | 16.2 | 22.2(18.2) | 1.8 | 4 | 數十～數百公尺 | III、IV |
| 阿里山溪* | 12.7 | 6.5 | 31.6(13.8) | 1.3 | 1 | 數十公尺 | IV |

() 內的數據為有階地發育的河段之坡降。

* 階序係以鼈溪為準。

表 2. 秀姑巒溪橫谷段各階期河流的曲率與坡降
(Table 2. Sinuosity and slope of each terrace stage
in Hsiukuluan river)

| 階期 | III | IV | V | VI | 現今 |
|--------|------|------|------|------|------|
| 曲率 (%) | 1.98 | 1.93 | 1.87 | 2.10 | 2.17 |
| 坡降 (%) | 2.6 | 3.6 | 3.7 | 3.0 | 3.0 |

參考文獻

一、中文部分

1. 石再添、張瑞津、楊貴三等（1983）：台灣北部與東部活斷層的地形學研究，師大地理研究報告，no.9，pp.20-72。
2. 石再添、楊貴三、張瑞津（1986）：台灣活斷層的地形學研究，師大地理研究報告，no.12，pp.143-169。
3. 石再添、鄧國雄、許民陽、楊貴三（1988）：台灣花東海岸海階的地形學研究，師大地理研究報告，no.14，pp.1-50。
4. 石再添、鄧國雄等（1989）：東部海岸陸域資源調查及分析—地質、地形資源調查分析，台灣省住都局市鄉規劃處，123 pp.。
5. 古兆禎（1965）：台灣地形發育與地殼運動之關係，中國地質學會會刊，no.8，pp.102-105。
6. 李思根（1982）：白堀通谷河流襲奪之探討，花蓮師專學報，no.13，pp.1-6。
7. 李思根、陳世輝（1985）：東部台灣特殊地理景觀與植物生態調查，花蓮師範學院社會科教育學系，七十三年教育部中小學科學教育專案研究，pp.42-45。
8. 何春蓀（1982）：台灣地體構造的演變，中華民國經濟部，110 pp.。
9. 何春蓀（1986）：台灣地質概論，經濟部中央地質調查所，182 pp.。
10. 吳景祥（1984）：台灣台東縱谷兩側三角點檢測結果之分析，中央地質調查所彙刊，no.3，pp.117-130。
11. 林朝榮（1957）：台灣地形，台灣通志稿卷一，土地誌，地理篇，台灣省文獻委員會，第一冊，424 pp.。
12. 徐鐵良、陳培源（1951）：台灣花蓮溪之河流襲奪，台灣省地質調查所彙刊，no.3，pp.35-43。
13. 徐鐵良（1954）：台灣東部海岸山脈地形與近期上升運動，台灣省地質調查所彙刊，no.7，pp.9-18。
14. 徐鐵良（1954）：台灣東部海岸山脈地質，台灣省地質調查所彙刊，no.8，pp.15-41。
15. 徐鐵良（1980）：從地形特徵申論其與台灣新構造關係，中國地質學會會刊，no.23，pp.3-5。
16. 徐鐵良、李建堂（1985）：台灣大漢溪與蘭陽溪之河流地形及其在近期地殼變動之

- 意義，台灣省地質調查所彙刊，no.7，pp.9-18。
- 17.徐鐵良、李建堂（1989）：花蓮溪的河流襲奪，科學月刊，vol.20，no.7，pp.497-500。
- 18.高鵬飛（1990）：台灣海岸山脈東坡南北段河階地形之比較研究—以馬武窟溪和豐濱溪為例，國立台灣師範大學地理研究所碩士論文，121pp.。
- 19.陳于高（1988）：大漢溪下游河階台地碳十四定年與對比之研究，國立台灣大學地質學研究所碩士論文，88 pp.。
- 20.陳文山（1988）：台灣海岸山脈沈積盆地之演化及其在地質構造上之意義，國立台灣大學地質學研究所博士論文，304pp.。
- 21.許民陽（1981）：大溪河階群地形特徵的研究，國立師範大學地理學系系友會刊，no.3，pp.31-37。
- 22.許民陽（1984）：新社河階群的地形特徵與大溪河階群之比較研究，國立台灣師範大學地理教育，no.10，pp.74-98。
- 23.許民陽（1988）：台灣海階之地形學研究，私立中國文化大學地學研究所博士論文，178pp.
- 24.陳佳元（1974）：由三角點檢測證實東台灣海岸山脈向北北東移動，台灣省地質調查所彙刊，no.24，pp.119-123。
- 25.張瑞津、石再添（1990）：河階研究的概觀，中國地理學會會刊，no.18，pp.1-8
- 26.張瑞津、石再添、高鵬飛、曾正雄（1990）：豐濱溪河階的地形學研究，師大地理學研究，no.14，pp. 47-64
- 27.張瑞津、石再添等（1991）：海岸山脈東坡河階的地形學研究，師大地理研究報告，vol.17，pp.99-146。
- 28.陳蕙芬（1984）：從三角點檢測成果見到的台灣地盤上升，經濟部中央地質調查所特刊，no.3，pp.129-140.。
- 29.楊貴三（1986）：台灣活斷層的地形學研究—特論活斷層與地形面的關係一，私立中國文化大學地學研究所博士論文，178 pp.。
- 30.楊貴三（1988）：新店溪中游河流地形的研究，地理教育 no. 14，pp.85-97。
- 31.劉平妹（1987）：台灣東部海階之新期變動地形研究（I）：豐濱 - 成功段，行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告，109pp.。
- 32.劉志學（1989）：立霧溪河階之沉積學研究與對比，國立台灣大學地質學研究所碩士論文，98pp.。
- 33.鄧國雄（1979）：台灣西北部紅壤礫石台地地形之計量研究，文化大學地學研究所

博士論文，118pp。

- 34.鄧國雄、沈淑敏（1990）：台灣海岸山脈泰源盆地河流地形之研究，師大地理研究報告，no. 16, pp.190-224。
- 35.鄧屬予（1977）：秀姑巒是個女海盜嗎？演化，no. 5, pp.71-74。
- 36.盧秀如（1975）：新店溪河谷特徵與堆積物砂礫之分析，私立中國文化學院地學研究所研究報告，no. 2, pp.33-60。

二、日文部分

- 1.川田三郎（1942）：神通川の河岸段丘，地理學評論，vol. 18, pp.802-813。
- 2.大倉陽子（1955）：段丘堆積物より見た久慈川下流地域の地形，地理學評論。vol. 28, pp.225-237。
- 3.平川一臣、小野有五（1974）：十勝平野の地形發達史，vol. 47, no.10, pp. 607-632。
- 4.白井哲之（1961）：能代附近の段丘地形，地理學評論，vol. 34, pp.487-497。
- 5.吉山昭（1990）：北海道日高山脈周邊地域の第四紀後期の地殼變動—河成地形面を用いた隆起量の算定の試み一，第四紀研究，vol.28,no.5, pp.369-387。
- 6.守田優（1960）：三田盆地周邊の段丘地形上六甲變動，立命館文學 185, pp. 83-93。
- 7.早津賢二、新井房井（1982）：信濃川下流地域（新潟縣小千谷市附近）における河成段丘群の形成年代上段丘面的變化速度，地理學評論，vol. 55, no.2, pp. 130-138。
- 8.町田貞（1948）：段丘面形成の地形學的研究，地理學評論，vol. 21, pp.289-293。
- 9.町田貞（1963）：河岸段丘，244pp，東京，朝倉書店。
- 10.杉谷隆（1985）：傾動する模型水路における流路の狀態變化と「段丘」形成について，地理學評論，vol. 58, pp.155-167。
- 11.貝塚爽平（1948）：關東低地の河岸段丘について，地理學評論，vol. 22, pp. 123-124。
- 12.柳田誠（1981）：沙流川における最終冰期以降の河岸段丘の形成過程，地理學評論，vol. 54, no.8, pp.423-436。
- 13.高木信行（1990）：多摩川の段丘地形とその形成過程，第四紀研究，vol. 28,

no.5, pp.399-411。

- 14.野上道男(1981)：河川縦断面形の發達過程に関する數學モデルと多摩川の段丘形成のシミュレーション，地理學評論，vol.54, pp.86-101。
- 15.富田芳郎(1972)：台灣地形發達史の研究，370pp。東京，古今書院。
- 16.豊島正幸(1987)：米代川支流、小猿部川における最終冰期後半の河成段丘形成，地理學評論，no.60A, pp.40-51。
- 17.豊島正幸(1989)：過去2萬年間の下刻過程にみられる 10^3 年オーダーの侵食段丘形成，地形，vol.10, no.4, pp.309-321。

三、英文部分

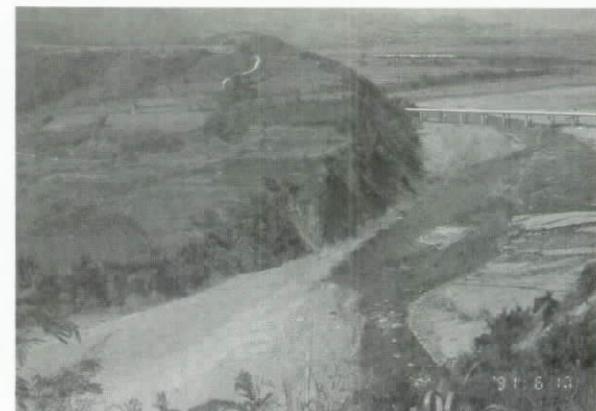
1. Bonilla, M.G. (1977): Summary of Quaternary faulting and elevation changes in Taiwan, Mem. Geol. Soc. China, no. 2, pp. 43-55.
2. Bull, W.L. & Knuepfer, P.L.K. (1987): Adjustment by the Charwell River, New Zealand, to uplift and climatic changes, Geomorphology, vol. 1, pp. 15-32.
3. Chen, W.S., Huang, M.T. & Liu, T.K. (1991): Neotectonic significance of the Chimei Fault in the Coastal Range, eastern Taiwan, Proc. Geol. Soc. China, vol. 34, no. 1, pp. 43-56.
4. Chen, Y.G. & Liu, T.K. (1991): Radiocarbon dates of river terraces along the lower Tahanchi, northern Taiwan, their tectonic and geomorphic implications, Proc. Geol. Soc. China, vol. 34, no. 4, pp. 337-347.
5. Chorley, R.J., Schumm, S.A. & Sugden, D.E. (1984): Geomorphology, pp. 341-370, Methuen Co., Ltd., London.
6. Cotton, C.A. (1940): Classification and correlation of river terraces, Journ. Geomorphology, vol. 3, pp. 27-37.
7. Gomez, B. & Marron, D.C., (1991): Neotectonic effects on sinuosity and channel migration, Belle Fourche River, western South Dakota, Earth Surface Processes and Landforms, vol. 16, pp. 227-235.
8. Howard, A.D. (1959): Numerical systems of terrace nomenclature, a critique, J. Geol. vol. 67, no. 2, pp. 239-243.
9. Howard, A.D., Fairbridge, R. and Quinn, J.H. (1968): Terrace, fluvial-introduction, in Fairbridge, R. (ed.), The encyclopedia of geomorphology, Earth Science Series, 3, pp. 1117-1123.
10. Hsu, T.L. (1962): Recent faulting in the Longitudinal Valley of eastern Taiwan, Mem. Geol. Soc. China, no. 1, pp. 95-102.
11. Hsu, T.L. (1974): Fluvial landform of northern Taiwan and their neotectonic significance, Bull. of the Geological Survey of Taiwan, no. 24, pp. 109-118.
12. Hsu, T.L. (1976): Neotectonics of the Longitudinal Valley, eastern Taiwan, Bull. Geol. Surv. Taiwan, no. 25, pp. 53-62.

13. Hsu, T.L. & Chang, H.C. (1979): Quaternary faulting in Taiwan, *Mem. Geol. Soc. China*, no. 3, pp. 155-165.
14. Knuepfer, P.L.K. (1988): Estimating ages of late Quaternary stream terraces from analysis of weathering rinds and soils, *Geol. Soc. América Bull.*, vol. 100, pp. 1224-1236.
15. Ku, C.C. (1964): Observations on the terranes and recent tectonic movement of the Coastal Range of Taiwan, Mainly Photogeological, *Proc. Geol. Soc. China*, no. 7, pp. 73-79.
16. Liew, P.M. Hsieh, M.L. & Lai, C.K. (1990): Tectonic significance of Holocene marine terraces in the Coastal Range, eastern Taiwan, *Tectonophysics*, no. 183, pp. 121-127.
17. Lin, J.C. (1991): A neotectonic model of the Coastal Range, eastern Taiwan, *Bull. Geogr. Soc., China*, no. 19, pp. 43-55.
18. Liu, C.C. & Yu, S.B. (1990): Vertical crustal movements in eastern Taiwan and their tectonic implications, *Tectonophysics*, no. 183, pp. 111-119.
19. Mackin, J.H. (1937): Erosional history of the Big Horn Basin, Wyoming, *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 48, pp. 813-893.
20. McGee, W.J. (1981): The Pleistocene history of northeastern Iowa, *U.S. Geol. Surv., Ann. Rept.*, 11, pp. 189-577.
21. Schumm, S.A. (1977): The fluvial system, John Wiley and Sons, New York, 238pp.
22. Schumm, S.A., Harvey, M.D. & Watson, C.C. (1984): Incised channels—morphology, dynamics and control, Water Resources Publications, Michigan, 199pp.
23. Sheu, H.C. (1985): Recent crustal movements in Taiwan and their tectonic implications, a Doctoral Dissertation of the Tokai University, 85pp.
24. Teng, L.S. (1979): Petrographical study of the Neogene sandstone of the Fanshuliao formation, northern Coastal Range-northern part, *Acta Geol. Taiwanica*, no. 20, pp. 129-155.
25. Toyoshima, M. (1981): A geohistorical study of fluvial landform through the last 30,000 years at the eastern fringe of the Yamagata Basin, Japan, *Sci. Repts, Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)*, vol. 31, no. 1, pp. 15-28.
26. Toyoshima, M. (1986): The downstream progressing degradation since the Würm stage in the Naruse River Basin, northeastern Japan, *Sci. Repts, Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)*, vol. 36, no. 2, pp. 114-125.
27. Yen, T.P. (1965): A thrust fault near Juisui, eastern Taiwan, *Proc. Geol. Soc. China*, no. 8, pp. 97-99.
28. York, J.E. (1976): Quaternary faulting in eastern Taiwan, *Bull. Geol. Surv. Taiwan*, no. 25, pp. 63-72.
29. Yu, S.B. (1990): Dislocation model for crustal deformation in the Longitudinal Valley area, eastern Taiwan, *Tectonophysics*, no. 183, pp. 97-109.

30. Yu, S.B. & Liu, C.C. (1989): Fault creep on the central segment of the Longitudinal Valley Fault, eastern Taiwan, Proc. Geol. Soc. China, vol. 32, no. 3, pp. 209-231.



照片 1.木瓜溪河階概有二段，照片中可看到上段的階崖，比高約 10 m，右邊的缺口為支流銅文蘭溪注入木瓜溪的匯流處。



照片 4.德武斷層切過Ⅲ階及其上的階地，具有縱移及左移的性質，縱移分量為 5 -15 m，左移量分別為 30 m 及 60 m。



照片 2.加里洞溪支流羅英溪之Ⅳ階崖，高 6 m，露出 4 m 的大港口底岩，上露 2 m 的礫石岩，岩層走向及傾向為 N70° E. 40° S.E.



照片 5.猴子山曲流階地，猴子山為一離堆丘，最高為 118 m，周圍可看到古流道的痕跡。



照片 3.德武階地為秀姑巒溪典型的曲流階地，由下而上可對比為 VI-Ⅲ四階，最上面之平坦面為秀姑巒溪與苓仔寮溪共同堆積者。



照片 6.猴子山對岸的小姑台階地，對比為Ⅳ階，階崖約 30 m，十數公尺之沙礫層覆蓋在大港口層上。



照片 7.大港口層砂頁岩互層，經長期差別侵蝕，形成顯著的豬背嶺、烙鐵峯層階地形。



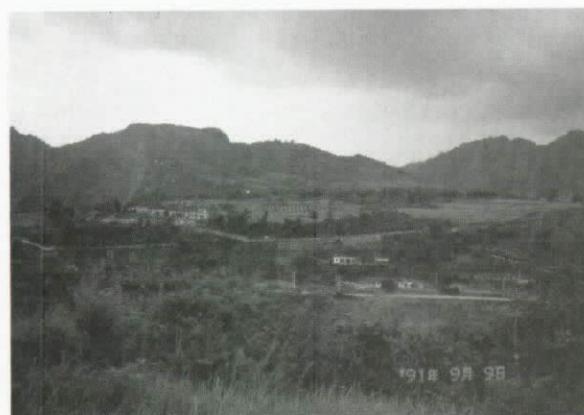
照片10.奇美階地中最低二階，因奇美斷層通過，向北傾動約 6° ，產生約 8m 的崖差。



照片 8.秀姑巒溪切過大港口層，露出砂頁岩層，層理發達。



照片11.奇美離堆丘，對比為 I 、 II 階，高 140-130 m，被 III 階的古流路所圍繞。東側古流路被奇美溪切割，形成新的階面。



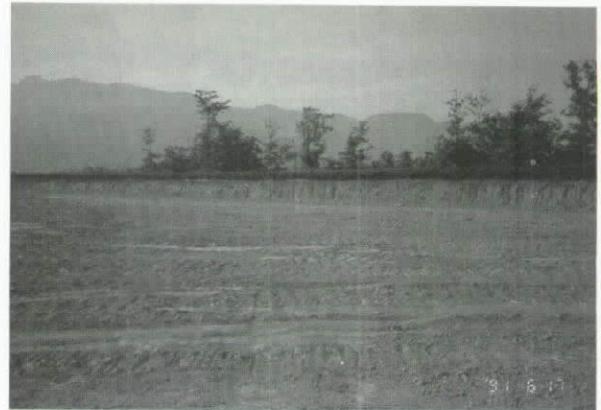
照片 9.奇美階地中的 II 階，奇美國小位於其上。



照片12.秀姑巒溪下游，都巒山層上部的石灰岩塊崩落溪谷受溪流淘刷，形成「秀姑漱石」的景觀。



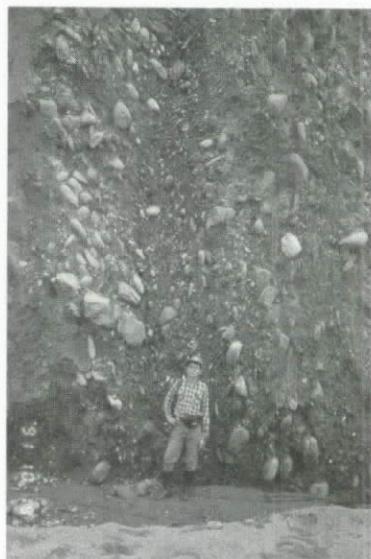
照片 13. 位於秀姑巒溪口的奚卜蘭島，最高約 40 m，由都巒山層構成，其上有海階三段。秀姑巒溪的 VI 階可對比海階 III 階中 8 m 隆起海蝕凹壁。



照片 16. 掃叭階地的紅土厚 1.5 m，大部分闢為茶園。



照片 14. 掃叭台地，高 210-230 m，東側受秀姑巒溪切割，階崖明顯，比高為 140 -170 m。



照片 17. 掃叭階地的東北端受斷層影響，碟及砂泥層直立。



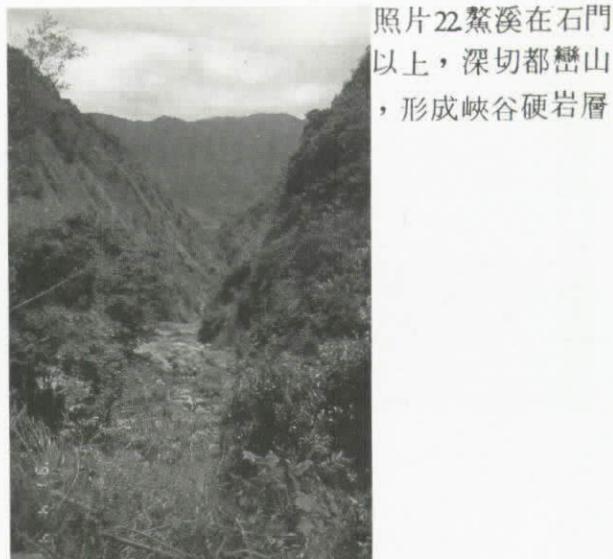
照片 15. 掃叭階地的侵蝕谷，谷壁露出圓至次圓，中小礫為主的礫層，上覆 1.5 m 厚的紅土。



照片 18. 卓溪河口緩坡地的紅土係由底岩直接風化而成。



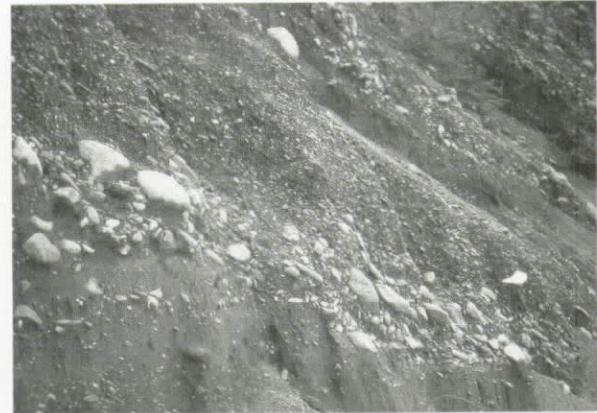
照片19.鶴岡河階的Ⅲ階面以 9 m 的陡崖接Ⅳ
階面，階崖露出巨礫，大礫為主的礫
層，覆瓦向南。



照片22.鰲溪在石門
以上，深切都巒山
，形成峽谷硬岩層



照片20.鶴岡河階的Ⅱ階受斷層影響，凹陷成
谷。北側崖高約14m，露出7m的礫石
層，上覆7m之泥層。



照片23.錦園之北，秀姑巒溪堆積的砂礫層受
池上斷層影響，被抬升拖曳，東側崖
高在 6 m 以上，礫石覆瓦向北。



照片21.鰲溪的曲流地形發達，照片中為最低
位的Ⅳ階，階崖 3 m，階面均闢為水
稻田。



照片24.池上斷層切過富里階地的Ⅲ階，東側
相對上升，造成深約 7 ~ 8 m 的裂溝
。