

國立台灣大學理學院地質科學系

碩士論文

Department of Geosciences

College of Science

Nation Taiwan University

Master Thesis

林口台地大南灣層的沉積環境

Depositional environment of Tanawan Formation,

Linkou Tableland

莊釗鳴

Chao Ming Chuang

指導教授：鄧屬予 博士

Advisor: Louis S. Teng, Ph.D.

中華民國九十九年 8 月

August, 2010

國立臺灣大學碩士學位論文  
口試委員會審定書

林口台地大南灣層的沉積環境  
Depositional environment of Tananwan Formation,  
Linkou Tableland

本論文係莊釗鳴君 (r95224116) 在國立臺灣大學地質科學所完成之碩士學位論文，於民國 99 年 6 月 14 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

鄧屬予

(簽名)

(指導教授)

劉平妹

袁仲得

陳文山

吳樂群

系主任、所長

陳文山

(簽名)

## 誌 謝

研究是條孤獨且沒有盡頭的路，我們僅能站在前人的肩膀上，用敏銳的觀察，尋找下一個休息站的方向。我曾經多次迷失方向，比別人多走更多的路，花更多的時間，但我不曾後悔。

這一路走來，最感謝的是指導老師鄧屬予，老師扮演著一只明燈，秉持著學術自由的原則，多年來不憚辛勞的悉心指導，在論文、學業、人生態度上，給予愚生許多機會、鼓勵及提攜。感謝文化大學吳樂群老師，老師對地質與人生獨特的詮釋，使得愚生踏上地質這條路。感謝新竹教育大學游能悌老師，老師對學術與野外實事求是的態度，給予愚生許多的激勵。感謝中央地質調查所謝凱旋組長及陳華玟科長，慷慨提供實驗室設備，協助岩心紀錄，並在繁忙中撥空給予學生指導與建議。感謝台灣大學魏國彥老師，慷慨的提供實驗設備，並共同分享學術成果。感謝台灣大學地質所劉平妹老師、陳文山老師以及宋聖榮老師、海研所鄭偉力老師、東華大學顏君毅老師、文化大學蔡裕偉老師、中正大學謝孟龍老師、中央大學林殿順老師，不吝給予學生指教與鼓勵，學生感念在心。

這一段，留給林口老虎團野外小組，這本論文沾滿了大家辛苦一刀一刀清理剖面流下的汗水。記錄著大家手持笨重的研究工具，一步步踏進未知且昏暗的山溝中，尋找關鍵露頭的畫面。我要感謝從大學一路相挺到底的好夥伴，撤退組組長陳少宇；對地球充滿無限幻想，開路先鋒范力仁；爆肝也要出野外，有情有義張正男；歡笑與八卦不間斷，娛樂組組長林揚閔；以及識時務者陳俊偉。

感謝身在地球另一邊的宋時驊學長，給予許多指導與歡樂；感謝黃少薇學姐，將我從 paper 堆拎出來，使碩士生涯後半段，變得多采多姿；感謝英如學姐，在口試期間，給予許多心理的調適與建議；感謝羅立學長，對於有孔蟲、古海洋以及學業，給予指教與鼓勵；感謝莊智凱學長，在有孔蟲、超微化石及野外上，熱心提供許多資訊與幫助；蠻牛學長、一勤學長、小洲學長及宜蓉學姐、沈姿岑學姐，謝謝你們平時在精神上及學業上，給予的指教與鼓勵。

氧同位素榮君伉儷、水文嵐、芋螺嬌、花粉 Ra、花粉 Sep、火山葉、GPR 踐、震測駿、腕足金、樹輪緣、水文慧、智利昇、象齒吳、夏威夷捲、Itrax 黃、細菌璿、土石流單、光螢光希、魔術傑、花粉瑋、工程明、層序 Da、哭哭宜、一維陳、帥哥鼎、mimi 姐、癡漢張、指甲油 Lu...，謝謝你們曾經給我的協助與歡笑。感謝三年來帶過的每一位學弟妹，看到你們彷彿看到過去的自己，讓我無時無刻的反省自己。

這一段，就留給研究室以及家人吧。研究室王芊、周品章、蔡宜伶、吳天偉、游鎮源，謝謝你們這幾年來的給予的包容與協助，一同分擔研究室的雜務。我的爺爺、奶奶、爸媽、姑姑與姑丈們、還有阿論... 以及關心我的家人們，謝謝這些年你們給予的支持，及體諒我對家庭的遺忘。

## 摘要

大南灣層出露在林口台地的西北部，為一砂泥夾薄礫質的地層，與礫石質的林口層為同時異相。大南灣層的沉積環境已有多年的研究，但至今仍無共識。有鑑於此，本研究在大南灣層中，選取七條溪谷剖面進行野外調查，並收集地層及古水流資料進行沉積相分析，以推斷大南灣層的沉積環境。

根據沉積相分析的結果，大南灣層中有顆粒支持礫岩相，代表高濃度洪流及拖曳水流作用；砂岩相中有圓丘狀及低角度槽狀的交錯層理，代表受暴風波浪作用；砂泥互層相中則有含泥紋的波痕，代表受潮汐作用。這些岩相特徵顯示大南灣層為沖積扇三角洲外緣之堆積物，同時受到河流、波浪及潮汐的交互作用。它的岩相可組合為遠端辮狀水道、泛濫平原、決堤水道、潮坪、潟湖/海灣、障壁島/海灘、沼澤及濱面等八種沉積相。

藉由各溪谷剖面的沉積相分佈與變化，可推知早期扇洲之主河道在現今汕頭溪的位置出海；河口以西介於寶斗溪至林口溪之間，則以濱面、障壁島/海灘及潟湖/海灣的沉積環境為主。隨著主河道向西遷移，河道礫石開始與潟湖/海灣及障壁島砂泥層交互出現。期間經歷兩次大規模相對海侵期後，沉積環境轉變為開放性潟湖/海灣。最終隨著扇洲向海側加積，河道堆積物將潟湖/海灣的環境覆蓋。

**關鍵字：**大南灣層、林口層、沉積相、沖積扇三角洲

## Abstract

The Tananwan Formation exposed in the western Linkou Tableland consists of sand-mud interbeds that interfinger with the gravelly Linkou Formation. Because the depositional environment of the Tananwan Formation remains an issue of debate after years of previous studies, this article aims to investigate the facies characteristics of the Tananwan Formation by examining seven river sections in the west Linkou Tableland.

The Tananwan Formation comprises river-dominated clast-supported gravel facies, wave-dominated hummocky and low angle trough cross stratification sandy facies, and sand/mud interlayering facies, flasers and tidal bundles that can be interpreted as the rim deposits of a fan delta. Eight facies associations can be recognized, that indicating depositional environments ranging from distal braided channel, floodplain, crevasses channel, tidal flat, lagoon/bay, barrier island/beach, marsh, and to shoreface.

Summarizing the facies distribution of the study sections, it is suggested that the main channel of the fan delta was originally located near Shantou River, whereas the area between Baodou River and Linkou River was occupied by shoreface, barrier island, and lagoon/bay. Later, the main channel migrated to westward and the study area was twice inundated by marine transgressions that resulted in an open lagoon/bay environment. Eventually the whole area was covered by fluvial deposits as the fan delta prograded westward.

**Key word: Tananwan Formation, Linkou Formation, Depositional facies, Fan delta**

# 目 錄

口試委員會審定書.....	I
誌謝.....	II
中文摘要.....	III
英文摘要.....	IV
目錄.....	V
圖目.....	VIII
表目.....	X
第一章 前言.....	1
1-1 地質概況.....	1
1-2 地層年代.....	2
1-3 沉積環境.....	3
1-4 研究動機與目的.....	3
第二章 地層架構.....	5
2-1 前人研究.....	5
2-2 本研究之地層架構.....	5
第三章 研究方法.....	8
3-1 沉積相分析.....	8
3-2 古水流測量.....	8
第四章 岩相.....	10
4-1 顆粒支持礫岩相 Gcm.....	10
4-1-1 顆粒支持礫岩相(a) Gcm(a).....	10
4-1-2 顆粒支持礫岩相(b) Gcm(b).....	12
4-2 透鏡狀礫岩相 Glen.....	12

4-2-1 透鏡狀礫岩相(a) Glen(a).....	12
4-2-2 透鏡狀礫岩相(b) Glen(b).....	12
4-3 平板狀交錯層理砂岩相 Sp.....	15
4-3-1 平板狀交錯層理砂岩相(a).....	15
4-3-2 平板狀交錯層理砂岩相(b).....	15
4-4 槽狀交錯層理砂岩相 St.....	15
4-5 圓丘狀及低角度槽狀交錯層理砂岩相 Sst.....	17
4-6 水平與低角度交錯層理砂岩相 Slh.....	18
4-7 塊狀砂岩相 Sm.....	18
4-8 殘存紋理砂岩相 Smb.....	18
4-9 波痕砂泥岩互層相 SMt.....	18
4-10 波狀及透鏡狀層理砂泥互層相 SMw.....	21
4-11 塊狀泥岩相 Mmb.....	21
4-12 斑駁狀泥岩相 Mmo.....	21
4-13 淡紅色泥岩相 Mmr.....	21
4-14 平行紋理泥岩相 Mh.....	23
4-15 旋捲變形泥岩相 Mv.....	24
第五章 沉積相模式與沉積相組合.....	25
5-1 沉積相模式.....	25
5-2 近端辮狀水道.....	27
5-3 遠端辮狀水道.....	27
5-4 泛濫平原.....	28
5-5 決堤水道.....	28
5-6 潮坪.....	28

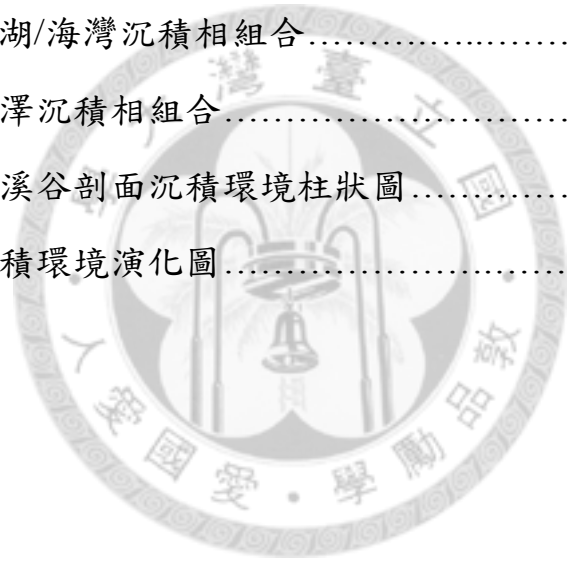
5-7 障壁島/海灘.....	29
5-8 濱面.....	29
5-9 潟湖/海灣.....	30
5-10 沼澤.....	30
第六章 大南灣層的沉積環境.....	36
6-1 垂直沉積序列變化.....	36
6-2 側向沉積序列變化.....	37
6-3 沉積環境演化.....	37
第七章 結論.....	41
參考文獻.....	42
附錄、各溪谷剖面沉積地層柱.....	48
附錄一、林口溪地層柱.....	49
附錄二、嘉寶溪地層柱.....	52
附錄三、寶斗溪地層柱.....	53
附錄四、瑞樹坑溪地層柱.....	56
附錄五、後坑溪、汕頭溪地層柱.....	58
附錄六、紅水仙溪地層柱.....	61



## 圖 目

圖一、地質背景.....	1
圖二、研究區域露頭位置圖.....	4
圖三、本研究對林口台地之岩石地層架構.....	7
圖四、前人及本研究之地層分類.....	7
圖五、沉積相分析流程圖.....	9
圖六、顆粒支持礫岩相(a).....	13
圖七、顆粒支持礫岩相(b).....	13
圖八、透鏡狀礫岩相(a).....	14
圖九、透鏡狀礫岩相(b).....	14
圖十、平板狀交錯層理砂岩相(a).....	16
圖十一、平板狀交錯層理砂岩相(b).....	16
圖十二、槽狀交錯層理砂岩相.....	17
圖十三、圓丘狀及低角度槽狀交錯層理砂岩相.....	17
圖十四、水平與低角度交錯層理砂岩相.....	19
圖十五、塊狀砂岩相.....	19
圖十六、殘存紋理砂岩相.....	20
圖十七、波痕砂泥互層相.....	20
圖十八、波狀及透鏡狀砂泥互層相.....	22
圖十九、塊狀泥岩相.....	22
圖二十、斑駁狀泥岩相.....	23
圖二十一、淡紅色泥岩相.....	23
圖二十二、平行紋理泥岩相.....	24
圖二十三、旋捲變形泥岩相.....	24

圖二十四、大南灣層的沉積相模式.....	25
圖二十五、近端瓣狀水道沉積相組合.....	31
圖二十六、遠端瓣狀水道沉積相組合.....	31
圖二十七、泛濫平原沉積相組合.....	32
圖二十八、決堤水道沉積相組合.....	32
圖二十九、潮坪沉積相組合.....	33
圖三十、礫石質障壁島/海灘沉積相組合.....	33
圖三十一、濱面、砂質障壁島/海灘沉積相組合.....	34
圖三十二、瀉湖/海灣沉積相組合.....	34
圖三十三、沼澤沉積相組合.....	35
圖三十四、各溪谷剖面沉積環境柱狀圖.....	39
圖三十五、沉積環境演化圖.....	40



## 表 目

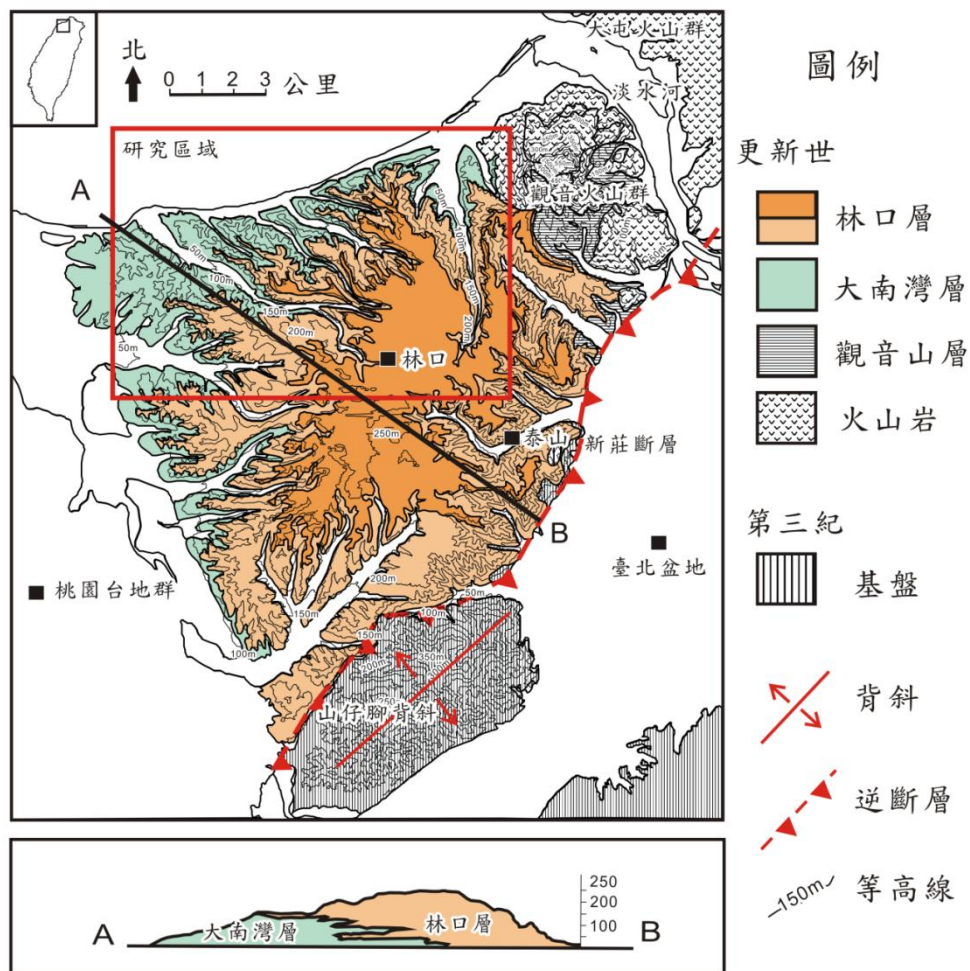
表一、林口台地地層之年代研究.....	2
表二、岩相分類.....	11
表三、沉積相組合.....	26



# 第一章 前言

## 1-1 地質概況

林口台地位於台北縣西北部，標高約 250 公尺。台地以西為台灣海峽，北邊為觀音火山，東邊及南邊以新莊斷層及南崁斷層與台北盆地及桃園台地相鄰。林口台地出露的岩層由近乎水平的林口層及大南灣層組成。林口層的岩性以厚層礫石為主，包含礫石層頂部的紅土層；大南灣層則以砂泥互層間夾薄礫石層為主。大南灣層與林口層下部以犬牙交錯的方式接觸，林口層上部則超覆在大南灣層之上(圖一)(Ho, 1969；何春蓀, 1986)。



圖一、地質背景 (修改自中央地質調查所圖幅 3 號-林口)  
研究區域詳見圖二。

## 1-2 地層年代

近年來隨著磁性及生物地層的研究，使得林口層及大南灣層的年代逐漸有清楚的結果。表一簡述七十年來，地層年代的研究結果。

表一：林口台地地層之年代研究。

牧山鶴彥(1934)	認為大南灣層屬於第三系，其上覆之林口層為更新統。
石崎和彥 (1940, 1942)	研究大南灣層的化石，可與白沙屯附近之頭嵙山層下部對比。
林朝榮 (1960, 1963) 何春蓀(1986)	認為觀音山層可對比至頭嵙山層，林口層、大南灣層與觀音山層間以交角不整合接觸，林口層及大南灣層為更新統。
石同生(1990)	進行大南灣層的海相貝類化石進行 ESR 定年，認為大南灣層的年代 $\geq 0.78\text{Ma}$ 。
Tseng et al., 1992	進行大南灣層寶斗厝、瑞樹坑、貓尾崎及汴洲里剖面的花粉研究。配合 ESR 定年及超微化石生物帶，將大南灣層的松科帶與西南部旗山剖面松科帶對比，年代約為 0.99~0.78 Ma。
Tien et al., 1994	進行林口層中的火山泥礫及石英角閃黑雲母安山岩之鋁石核飛跡定年，認為林口台地高程 100 公尺的年代約 1Ma。
Lee et al., 2002	進行大南灣層的瑞樹坑剖面的古地磁研究，其超微化石以 <i>G. oceanica</i> 為主，且為反向磁極，故歸為松山反向磁區。
張碩芳、蘇品如 (2005)	林口一號井下出現 <i>G. oceanica</i> 及 <i>P. lacunosa</i> 等化石，推測應屬於 NN19 超微化石帶。
陳華玟(2007)	整合磁生物地層及定年資料，推斷林口及大南灣層為更新統。
魏國彥等(2009)	綜合 ESR 定年、花粉帶對比及磁性和生物地層等資料，認為大南灣層的年代約為 0.89~0.78Ma。

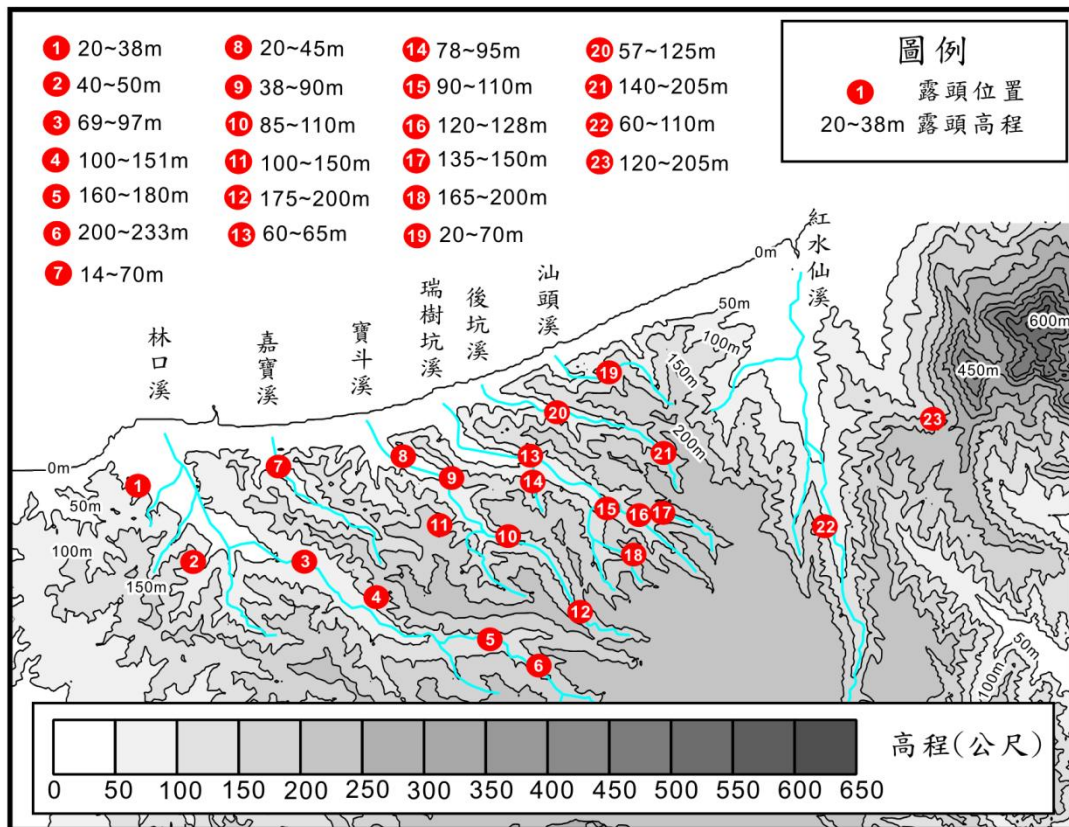
### 1-3 沉積環境

關於林口及大南灣層的沉積環境，市川雄一(1929)提出林口層為新店溪於斷層線崖下堆積之沖積扇；花井重次(1930)認為林口台地為山麓前緣的合成沖積扇；牧山鶴彥(1934)、石崎和彥(1940)及王執明(1955)指出因大南灣層具有的海相化石，故部分具有海相的特徵；林朝榮(1957, 1960)認為林口層及大南灣層為三角洲的沉積層：大南灣層是三角洲海面下的堆積物，而林口層則為三角洲海面上的堆積物；Wang(1969)研究林口礫石的沉積組構，認為與大南灣層接觸的林口礫石沉積在濱海環境，當時的古海岸線平行於新莊斷層；Chen and Teng (1990)利用沉積相分析、古水流與礫徑分析等方法，認為林口層與大南灣層為沖積扇三角洲的沉積體系，並可區分出扇頂、上扇、中扇及下扇等沉積相組合。李文旗(2000)認為大南灣層為曲流河環境，林口層則為辮狀河環境的產物。

### 1-4 研究動機與目的

雖然前人對大南灣層的沉積環境有許多的描述與解釋，但缺乏詳細的岩相分析，對於沉積環境的看法亦有許多矛盾，如李文旗(2000)提出大南灣層屬於曲流河環境的堆積物，然而牧山鶴彥(1934)及石崎和彥(1940)卻在大南灣層間發現海相化石。大南灣層為海相或陸相環境的產物？詳細的沉積環境及分佈為何？顯示這些議題仍有進一步釐清的必要。

本研究針對林口台地北側出露的大南灣層，選取七條溪谷進行野外調查(圖二)，收集各溪谷露頭的高程、岩相及古水流等資料進行沉積相分析，再根據沉古水流特徵，細分出不同的沉積相組合。最後利用各剖面之沉積相組合變化，探討沉積環境演化。



圖二、研究區域露頭位置圖。

## 第二章 地層架構

林口台地的地層架構，自早期日本人時代至今，有許多不同的命名與分類。為了闡明前人對研究區域地層分類之異同，本研究將簡述前人對地層分類的概念，並根據野外觀察的結果，提出本研究之地層架構。

### 2-1 前人研究

大南灣層由牧山鶴彥(1934)命名，將林口台地出露的岩層，分為下部砂泥夾薄礫石層之大南灣層，及上部厚礫石層之台地礫石，兩者以不整合接觸；丹桂之助(1939)將台北盆地井下紅土層及厚礫石層命名為林口層，標準剖面位於林口台地之林口溪；王執明(1955)繪製林口台地的地質圖時，將台地礫石之下的岩層命名為林口層。林口台地西北部之林口層分成砂泥為主之寶斗厝相，及東南側厚礫石為主之泰山相；林朝榮(1960)將林口台地頂部礫石層稱為林口層，其下部大南灣層則分成以砂泥層為主之寶斗厝相，及礫石層為主的泰山相，寶斗厝相與泰山相以犬牙交錯的方式接觸；Ho(1969)認為林朝榮(1960)之林口層與其下部泰山相礫石層無法區分，故將泰山相與林口層合併，另稱寶斗厝相砂泥層為大南灣層；邵屏華(2009)利用林口台地中心鑽取之林口一號井為基礎進行分層，上部厚礫石層為林口層，中部砂泥礫互層為大南灣層泰山段，下部砂泥層為大南灣層寶斗厝段。

### 2-2 本研究之地層架構

林口台地的岩層大致水平，傾角不超過5度(林朝榮, 1963)，因此可藉由各溪谷野外露頭之高程與岩層側向變化特性，將出露的岩層整合至各溪谷中點，建立代表該溪谷之地層柱。野外調查的結果，發現各溪谷地層柱皆有由底部砂泥層向上轉變為砂泥礫互層，最終變成厚礫石層的現象(圖三)。

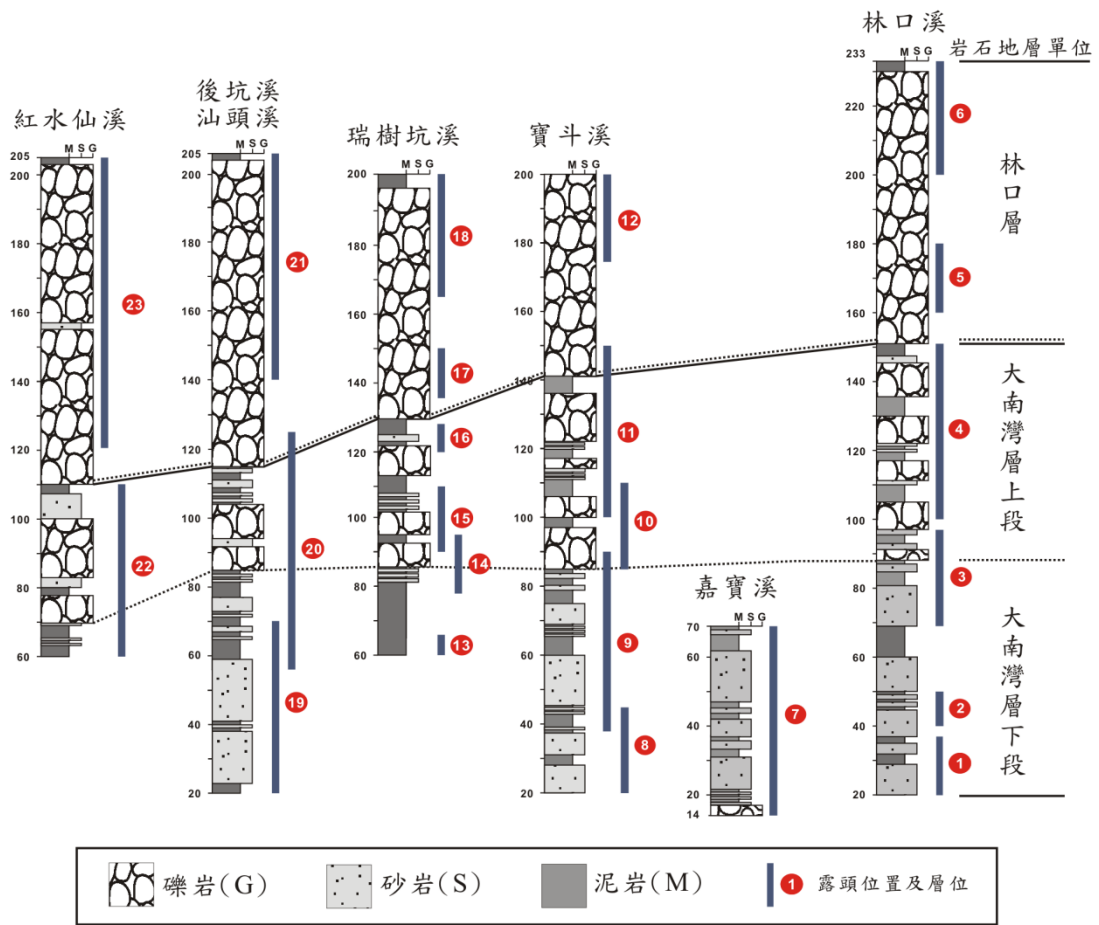
目前對於林口台地的地層多沿用 Ho (1969)的分類，然而大南灣層與林口層下部以犬牙交錯的方式接觸，故在野外及岩心中不易分層(邵屏華, 2009)。因此本研



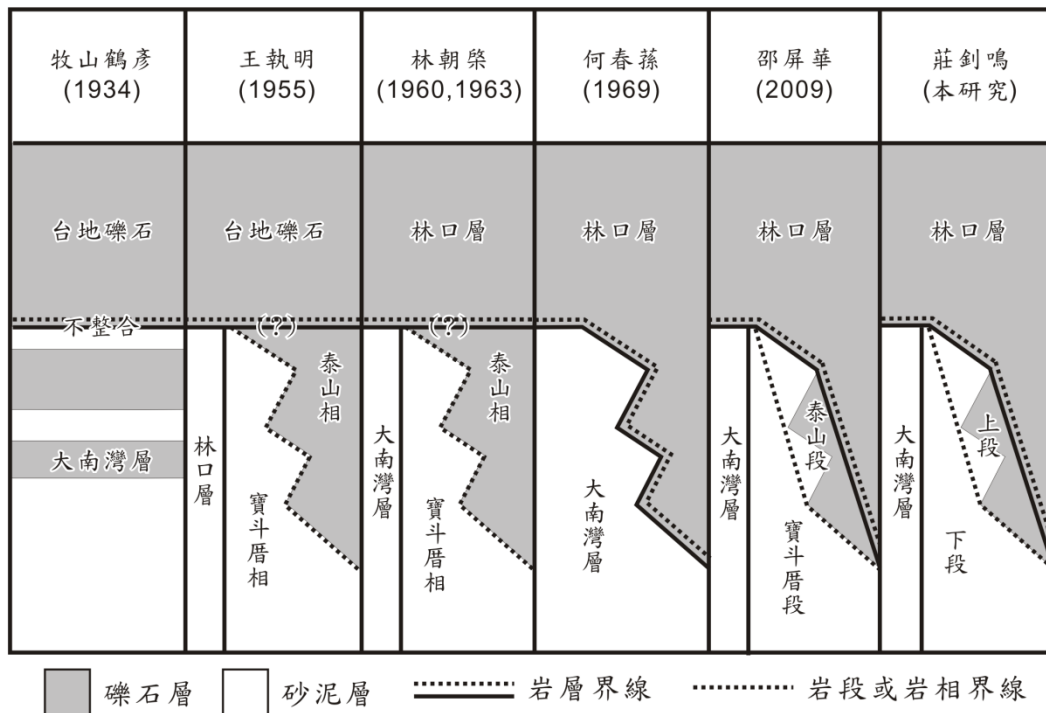
究將各溪谷剖面底部出露之砂泥層以大南灣層下段稱之，其上方的砂泥礫互層則稱為大南灣層上段，頂部厚礫石層為林口層。

邵屏華(2009)以林口一號井為基礎，欲將林口台地的地層分類為大南灣層寶斗厝段、泰山段及林口層。由於前人研究並無此種用法，因此本研究暫將砂泥層及砂泥礫互層以大南灣層下及上段稱之(圖四)。





圖三、本研究對林口台地之岩石地層架構。



圖四、前人及本研究之地層分類。

## 第三章 研究方法

### 3-1 沉積相分析

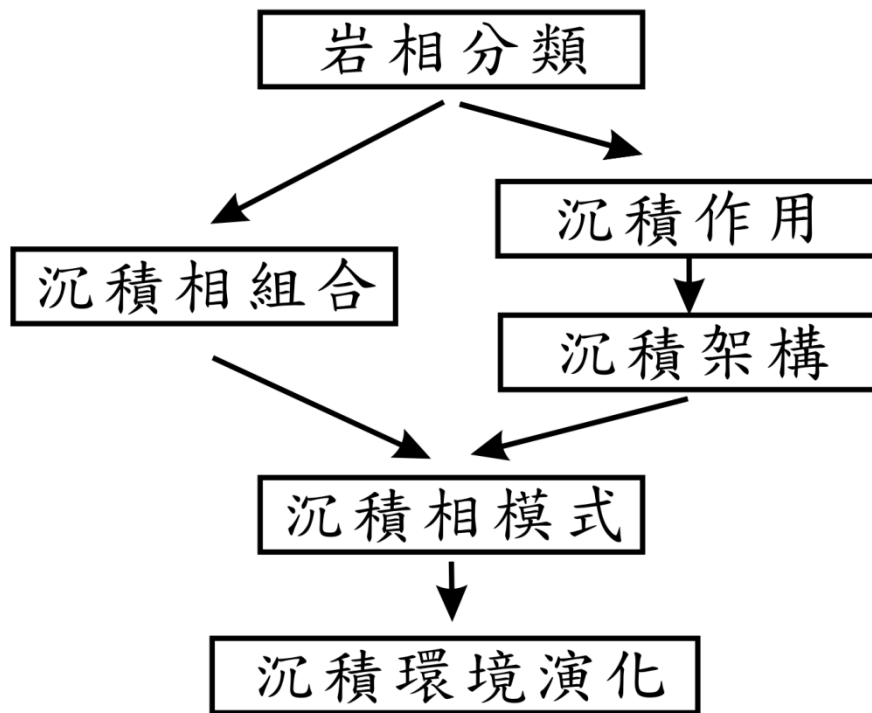
環境是指地理上特定的區域，具有特定的物理、化學及生物作用。因此可利用其具有的物理、化學及生物作用之產物，來代表該環境(Boggs, 2001)。沉積相分析是以詳細的岩相描述為基礎，透過整合現生或過去沉積環境所建立的沉積相模式(facies model)，提供沉積物成因的研究(Miall, 1990；Boggs, 2001)。

本研究利用沉積相分析的方法(圖五)來探討大南灣層的古沉積環境。沉積相為具有特定特徵的岩層單位，包括顏色、岩性及沉積構造所組成的岩相(lithofacies)與生痕、生物之種類及含量等特徵組成的生物相(biofacies)等。由於這些特徵為特定物理、化學及生物作用的結果，故藉由岩相分類，了解研究區域所具有的沉積作用(process)，推測研究區域的沉積架構。另一方面，由於相似的岩相，可在不同沉積環境生成，故將成因相關且發生一起的岩相及生物相加以組合(沉積相組合-facies association)，代表特定的沉積環境(depositional environment) (Boggs, 2001；Nichols, 2009)。

### 3-2 古水流測量

沉積物受水流搬運後，由沉積組構或沉積構造紀錄水流的流向，藉此可推測沉積物的來源。古水流測量的對象以砂層之交錯層理及礫石層的疊瓦狀構造。砂質沉積物受拖曳水流作用形成交錯層理，因此可藉由平板狀交錯層前積層理(foreset bed)的傾向，或槽狀交錯層理的軸向代表水流的方向。同理礫石受流體作用，以朝上游傾斜的方式滑動或滾動，最後形成疊瓦狀構造。因此疊瓦狀構造的礫石傾向指示上游。野外量測的古水流方向以玫瑰圖表示，並標示於地層柱旁。其中 A1=15m 表示量測的層位為高程 15 公尺，N=15 表示取樣的數量為 15。

## 沉積相分析



圖五、沉積相分析流程圖。

## 第四章 岩相

大南灣層包括礫石層、砂岩層、泥岩層及其互層，共可劃分出 18 種岩相(表二)，其中礫岩層有四種岩相，砂岩層七種，砂泥互層兩種以及泥岩層五種。根據沉積構造及組織，各岩相的沉積特徵及形成機制分述如下：

### 4-1 顆粒支持礫岩相 Gcm

本岩相可區分為顆粒支持礫岩相(a)與顆粒支持礫岩相(b)兩種次岩相加以討論：

#### 4-1-1 顆粒支持礫岩相(a) Gcm(a) (圖六)

描述：Gcm(a)為礫岩層主要的岩相，特徵為厚層具有層理之顆粒支持礫石層，依沉積組構或沉積構造的變化有以下特徵：

1. 礫石層底部粗顆粒礫石沿侵蝕面之上排列，並向上變細，故呈切蝕與充填的特徵。
2. 具交錯層理，其頂部有侵蝕面。
3. 礫石層呈塊狀無明顯層理，淘選較差。

上列不同特徵的礫石層皆具有疊瓦狀構造，且可互相疊加或側向變化。礫石層常間夾具 Slh 或 St 等特徵之透鏡狀砂體。

解釋：礫石層具層理及顆粒間隙有細顆粒基質，顯示礫石層為不連續加積(Nemec and Steel, 1984)。切蝕與充填及塊狀的特性，代表受高濃度洪流作用(Nemec and Steel, 1984；Miall, 1996；Rasmussen, 2000)。交錯層理礫石層則反映礫石受流體搬運，於礫灘前積層以崩積的方式堆疊(Collinson and Thompson, 1989；Yagishita, 1997；Jo et. al., 1997)。礫石層經常間夾槽狀交錯層理(St)或水平與低角度交錯層理(Slh)的透鏡狀砂體，顯示水流在搬運沉積物過程中衰退或暫時廢棄的結果(Nemec and Steel, 1984；Miall, 1996)。

表二：岩相分類

岩相名稱		厚度	特徵描述	解釋	
礫岩層	Gcm 圖六 圖七	Gcm(a) 顆粒支持 礫岩相(a)	1~ 3m	顆粒支持且有層理，夾透鏡狀砂層。基質多且淘選較差，具疊瓦狀構造。	拖曳水流至高濃度洪流。
		Gcm(b) 顆粒支持 礫岩相(b)	1~ 1.5m	顆粒支持且具層理。淘選佳且基質少，具疊瓦狀構造。	拖曳水流作用。
	Glen 圖八 圖九	Glen(a) 透鏡狀 礫岩相(a)	1~ 3m	夾於砂或泥層中，呈透鏡狀，其它特徵與 Gcm(a)相似。	拖曳水流至高濃度洪流。
		Glen(b) 透鏡狀 礫岩相(b)	5~ 80 cm	間夾於砂或泥層中，薄層礫石水平排列。偶具疊瓦狀構造，貝殼碎屑。	拖曳水流作用。
砂岩層	Sp 圖十 圖十一	Sp(a) 平板狀交錯 層理砂岩相(a)	1~ 2m	具平板狀交錯層理，淘選良好，底部偶有泥塊及礫石。	拖曳水流作用，水下砂洲遷移。
		Sp(b) 平板狀交錯 層理砂岩相(b)	5~ 30 cm	交錯層前積紋理間夾泥層，伴隨泥塊及貝殼碎屑。	間歇性拖曳水流作用，水下砂洲遷移。
	St 圖十二	槽狀交錯層理 砂岩相	1~ 6m	具槽狀交錯層理，淘選良好，底部偶有泥塊及礫石。	拖曳水流作用，水下砂洲遷移。
	Sst 圖十三	圓丘狀及低角度槽狀交錯層理砂岩相	0.5~ 1m	砂層淘選良好，具圓丘狀交錯層理或低角度槽狀交錯層理。	高能量震盪水流作用。
	Slh 圖十四	水平及低角度交錯層理砂岩相	0.1~ 2m	具水平或低角度交錯層理。砂層淘選良好，偶夾泥塊及貝殼碎屑。	高能量拖曳水流作用。
	Sm 圖十五	塊狀砂岩相	1~ 2m	塊狀泥質砂岩，淘選差，石英小礫散佈其中。	沉積物重力流搬運，快速堆積。
	Smb 圖十六	殘存紋理砂岩相	1~ 3m	砂體呈塊狀，生物擾動強烈，偶具殘存紋理。	間歇性拖曳水流作用，生物活動。
砂泥岩層	SMt 圖十七	波痕砂泥互層相	0.2~ 1m	薄砂層間具雙方向水流波痕，其前積紋理含泥紋。	間歇性多方向拖曳水流作用。
	SMw 圖十八	波狀及透鏡狀砂泥互層相	0.2~ 1m	泥層間夾薄透鏡狀或波狀砂層。	間歇性震盪水流作用。
泥岩層	Mmb 圖十九	塊狀泥岩相	1~ 4m	灰色砂質泥岩至泥岩，生物擾動強烈，偶具生物殼體。	沉積物懸浮沉降，生物活動。
	Mmo 圖二十	斑駁狀泥岩相	0.1~ 3m	淡黃色及灰白色斑駁狀特徵，偶具有斷層擦痕。	受植物根部及乾溼交替作用。
	Mmr 圖二十一	淡紅色泥岩相	0.1~ 1m	淡紅色泥岩，經常伴隨鐵核及白色黏土層出現。	沉積物出露地表，風化作用。
	Mh 圖二十二	平行紋理泥岩相	0.1~ 4m	厚層灰色泥層或碳屑，具平行紋理。	沉積物懸浮沉降。
	Mv 圖二十三	旋捲變形泥岩	0.2~ 2m	經常出現於砂泥層或礫泥層交界，泥層旋捲變形。	沉積物荷重脫水。

#### 4-1-2 顆粒支持礫岩相(b) Gcm(b) (圖七)

描述：Gcm(b)礫石層厚度較薄，具顆粒支持、層理明顯、淘選度佳、基質少及疊瓦狀構造等特徵。

解釋：礫石層具顆粒支持、層理明顯及淘選度佳等特徵，顯示此礫石層經常受拖曳水流作用(Nemec and Steel, 1984)。

#### 4-2 透鏡狀礫岩相 Glen

本岩相出露比例較低，可區分為透鏡狀礫岩相(a)，與透鏡狀礫岩相(b)兩種次岩相說明：

##### 4-2-1 透鏡狀礫岩相(a) Glen(a) (圖八)

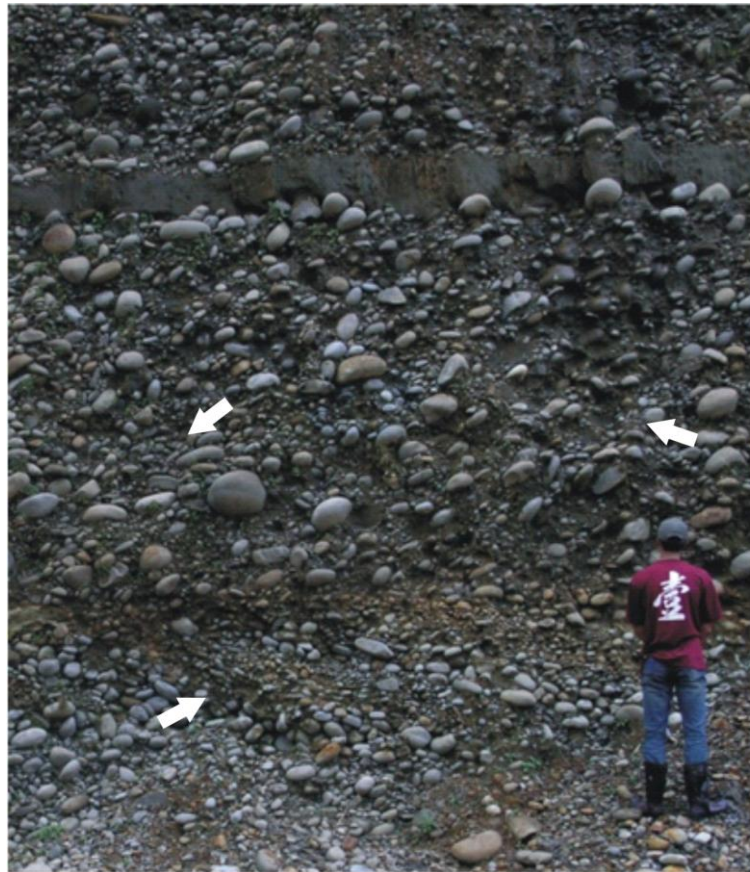
描述：礫石層外形呈透鏡狀且間夾於砂泥層間，其厚度可達 1m，其餘特徵與 Gcm(a)相似。

解釋：礫石層呈透鏡狀且間夾於砂泥層間，顯示此礫岩層受事件性高濃度洪流或拖曳水流作用(Nemec and Steel, 1984；Rasmussen, 2000；Clifton, 1973)。

##### 4-2-2 透鏡狀礫岩相(b) Glen(b) (圖九)

描述：外形呈透鏡狀，以單顆礫石之厚度側向排列。礫石呈顆粒支持且夾於砂泥層間，礫石層底部無明顯下凹之侵蝕面。

解釋：礫石層為顆粒支持，底部無明顯侵蝕面，顯示此礫岩層受到事件性拖曳水流作用的結果(Nemec et. al., 1984)。

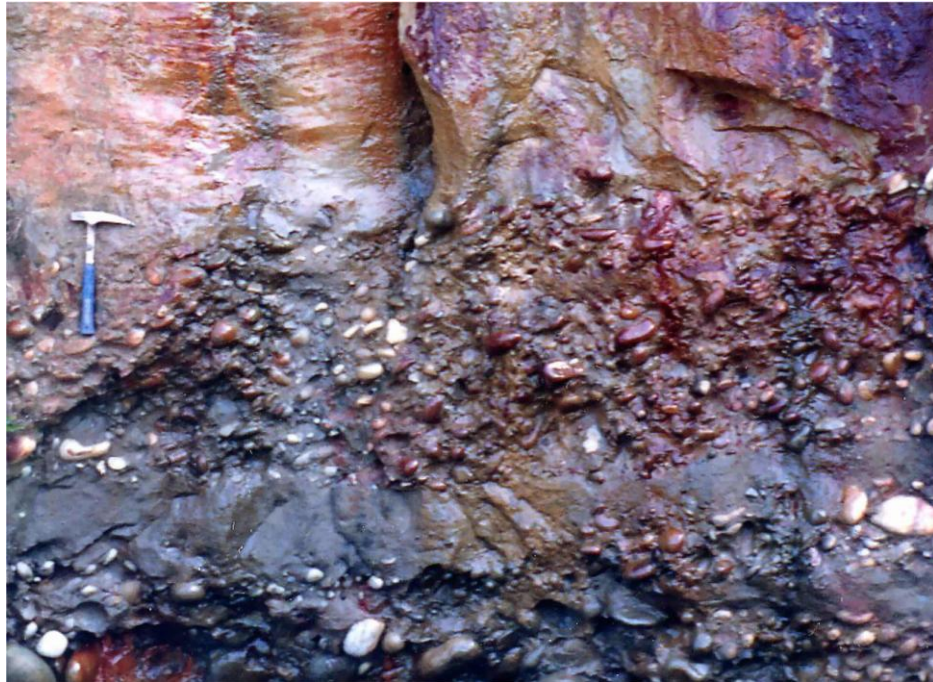


圖六、顆粒支持礫岩相(a)，底部箭頭指示交錯層理礫石層，左上箭頭指示向上變細的礫石層，右中箭頭指示塊狀礫石層。



圖七、顆粒支持礫岩相(b)。





圖八、透鏡狀礫岩相(a)。



圖九、透鏡狀礫岩相(b)。

#### 4-3 平板狀交錯層理砂岩相 Sp

本岩相可進一步分為平板狀交錯層理砂岩相(a)與平板狀交錯層理砂岩相(b)說明：

##### 4-3-1 平板狀交錯層理砂岩相 Sp(a) (圖十)

描述：厚層淘選佳之砂岩層，具平板狀交錯層理。交錯層理底部常具泥球或礫石，且經常互相疊加或向上轉為其他岩相。

解釋：具平板狀交錯層，且底部有礫石或泥塊排列，顯示砂體受拖曳水流作用，水下砂洲產生側向遷移的結果(Clifton et al., 1971；Collinson and Thompson, 1989；Miall, 1996)。

##### 4-3-2 平板狀交錯層理砂岩相 Sp(b) (圖十一)

描述：平板狀交錯層理之砂岩層，具多方向之前積層理及泥帶的特徵。

解釋：砂層具多方向前積層理與泥帶，顯示受多方向間歇性拖曳水流作用，水下砂洲遷移 (Visser, 1980)。

#### 4-4 槽狀交錯層理砂岩相 St (圖十二)

描述：厚層具槽狀交錯層理之砂岩層。交錯層理經常互相疊加或截切，底部常具有泥塊、礫石或破屑。

解釋：砂層中具有槽狀交錯層理，顯示砂體受到拖曳水流作用，水下砂洲側向遷移的結果(Collinson and Thompson, 1989；Miall, 1996)。



圖十、平板狀交錯層理砂岩相(a)。

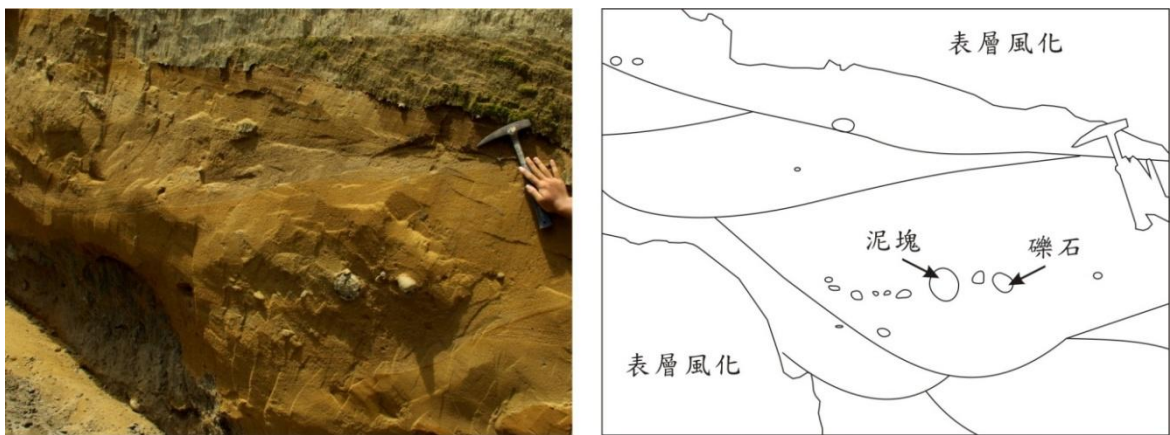


圖十一、平板狀交錯層理砂岩相(b)，白色箭頭指示前積層理有泥帶。

#### 4-5 圓丘狀及低角度槽狀交錯層理砂岩相 Sst (圖十三)

描述：厚層淘選良好砂岩，具圓丘狀與低角度槽狀交錯層理，常伴隨水平或低角度交錯層理砂岩相(Slh)。

解釋：砂體淘選良好，具圓丘狀交錯層理、低角度槽狀交錯層理及水平或低角度交錯層理等特徵，此與 Leckie and Walker (1982)及 Walker and Plint (1992)描述暴風所產生的高能量震盪水流作用的岩相類似。



圖十二、槽狀交錯層理砂岩相。



圖十三、圓丘狀及低角度槽狀交錯層理砂岩相，箭頭指示為圓丘狀交錯層理。

#### 4-6 水平與低角度交錯層理砂岩相 Slh (圖十四)

描述：淘選良好砂層，具水平層理或低角度交錯層理，底部偶有侵蝕與充填特徵。

解釋：砂體具水平層理或低角度交錯層理，底部有侵蝕與充填的特徵，推測沉積物受到高能量(upper flow regime)拖曳水流作用，泥塊或礫石對底質沉積物侵蝕，能量降低後形成。

#### 4-7 塊狀砂岩相 Sm (圖十五)

描述：本岩相出露的比例較低，為灰色塊狀之泥質砂岩，組織成熟度低且具石英質小礫及碳屑。

解釋：灰色塊狀泥質砂岩及組織成熟度低等特徵，代表沉積物重力流作用，快速沉積的結果(Miall, 1996)。

#### 4-8 殘存紋理砂岩相 Smb (圖十六)

描述：本岩相出露比例較低，以細砂至粉砂為主。具強烈至中等生物擾動，偶有殘存紋理或生物殼體。

解釋：強烈至中等生物擾動代表相對環境安靜，受間歇性拖曳水流作用(Walker and Plint, 1992；Reading and Collinson, 1996)。

#### 4-9 波痕砂泥互層相 SMt(圖十七)

描述：薄砂泥層互層，以波狀層理為砂泥層界面，砂層具單方向至雙方向波痕(ripple mark)，波痕前積紋理具泥紋。

解釋：薄砂泥層互層，砂層具多方向波痕，顯示此環境能量變化大，受多方向拖曳水流及低能量震盪水流作用。此特性與 Visser (1980)描述潮汐水流的產物相似。



圖十四、水平與低角度交錯層理砂岩相。



圖十五、塊狀砂岩相。



圖十六、殘存紋理砂岩相。



圖十七、波痕砂泥互層相。

#### 4-10 波狀及透鏡狀層理砂泥互層相 SMw (圖十八)

描述：水平紋理泥岩為主，夾薄層波狀或透鏡狀砂體。薄砂層在側向可連續(波狀層理)或不連續(透鏡狀層理)。

解釋：泥層為主，間夾波狀及透鏡狀砂體，顯示沉積環境安靜，偶受低能量拖曳或震盪水流作用(Rineck and Singh, 1980; Walker and Plint, 1992)。

#### 4-11 塊狀泥岩相 Mmb (圖十九)

描述：淺灰至灰色塊狀泥岩或砂質泥岩，生物擾動強烈，偶有生物殼體。

解釋：灰色至淺灰色表示泥層未出露地表，受強烈生物擾動而呈塊狀 (Collinson and Thompson, 1989; Reading, 1996; Walker and Plint, 1992)。

#### 4-12 斑駁狀泥岩相 Mmo (圖二十)

描述：塊狀具淺灰與淡黃色斑駁狀泥層，頂部具侵蝕面，泥層間偶有近垂直的斷層擦痕。

解釋：泥層呈塊狀，灰色至黃色斑駁狀特徵，可能是出露地表受草根及風化的結果(Retalla, 1997; Miall, 1996)。斷層擦痕為泥層出露地表，乾溼交替或充填異質沉積物後，膨脹與收縮的結果(Gustavson, 1991)。

#### 4-13 淡紅色泥岩相 Mmr (圖二十一)

描述：薄層淡紅色塊狀泥岩，頂部及底部有鐵核及白色黏土層。

解釋：泥層呈淡紅色、塊狀，頂部與底部有鐵核及白色黏土層，推測沉積物出露地表，受到風化作用 (Retalla, 1997; Miall, 1996)。





圖十八、波狀及透鏡狀砂泥互層相。



圖十九、塊狀泥岩相。



圖二十、斑駁狀泥岩相，白色箭頭指示為斷層擦痕。



圖二十一、淡紅色泥岩相。

#### 4-14 平行紋理泥岩相 Mh (圖二十二)

描述：灰色泥層，以平行層理為主要特徵。

解釋：灰色具平行紋理泥層，推測沉積物以懸浮方式沉降在安靜環境  
(Collinson and Thompson, 1989；Walker and Plint, 1992；Reading, 1996)。

#### 4-15 旋捲變形泥岩相 Mv (圖二十三)

描述：灰色泥層向上旋捲。

解釋：泥層向上旋捲，顯示上覆沉積物快速堆，下部未固結沉積物脫水  
(Collinson and Thompson, 1989 ; Collinson, 1996)。



圖二十二、平行紋理泥岩相。



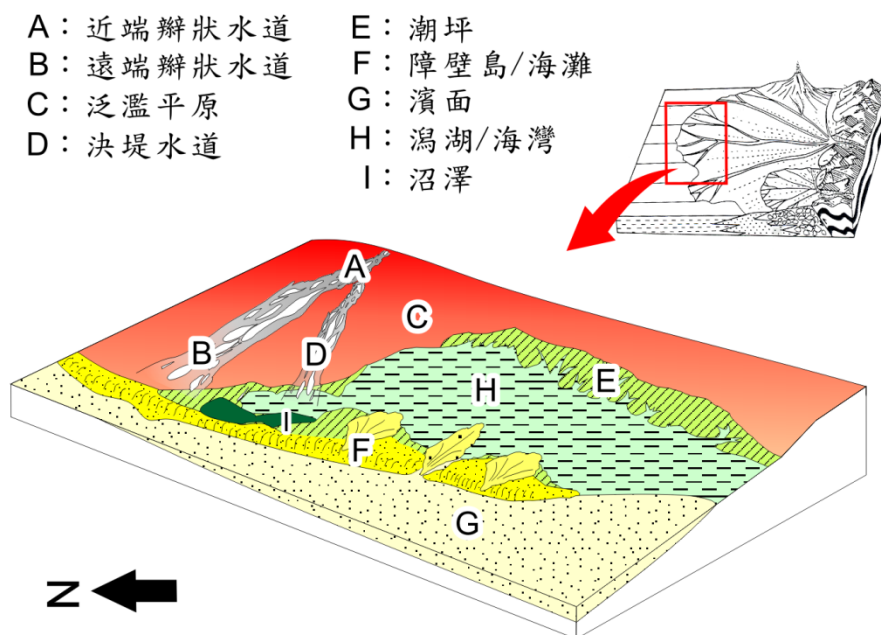
圖二十三、旋捲變形泥岩相。照片為泥層頂面(Top)。

## 第五章 沉積相模式與沉積相組合

### 5-1 沉積相模式

岩相分類結果顯示大南灣層曾受河流、波浪及潮汐等營力作用，此與 Chen and Teng (1990) 針對林口層及大南灣層提出的沖積扇三角洲沉積架構相似。本研究更進一步在大南灣層的沉積相及垂直序列特徵上，提出以下幾點說明：(1) 礫石層以顆粒支持且具有層理為主，顯示礫石層主要以高濃度洪流或拖曳水流搬運。(2) 礫石層並未有尺度交錯層理，代表沉積物未堆積在深海盆地中。(3) 河流沉積物未直接堆積在陸棚沉積物之上，顯示此區並非沖積扇河道出海處。藉由以上幾個現象，推測林口扇洲應為潮濕氣候下發育的陸棚式沖積扇三角洲 (Colella, 1988; Nemec and Steel, 1988)，大南灣層應為沖積扇河道旁，障壁島/瀉湖為主的沉積環境。

本研究參考 Wescott and Ethridge (1980) 及 Soons et al. (1997) 對現生沖積扇研究的例子，提出大南灣層的沉積相模式，並細分出九種沉積相組合，詳細的沉積相組合與岩層序列詳見圖二十四、表三及附錄地層柱。各沉積相組合的特徵及形成機制分述如下：



圖二十四、大南灣層的沉積相模式。縮圖修改自 Chen and Teng (1990)。

表三：沉積相組合

	沉積相組合	岩性描述	厚度	主要岩相	次要岩相	生物相	古水流
沖積扇三角洲	近端辮狀水道 圖二十五	礫石間夾透鏡狀砂泥層	數公尺至數十公尺	Gcm(a)	Slh, Sp(a), St	無	北、西北
	遠端辮狀水道 圖二十六	礫石及砂層	< 7公尺	Gcm(a), St, Sp(a)	Slh	無	西北
	泛濫平原 圖二十七	砂或泥層為主夾薄砂層	< 3公尺	Sm, Mmo, Mmr	Slh	輕微生物擾動、草根生長	無
	決堤水道 圖二十八	砂或礫石層	< 3公尺	Glen(a), St, Sp(a)	Slh	無	西北
	潮坪 圖二十九	砂層與砂泥互層	< 3公尺	St, Sp(a), SMt, Mmo	Sp(b), SMw, Mv	輕微生物擾動 <i>Skolithos</i> sp. <i>Ophiomorpha</i> sp.	西南
	障壁島/海灘 圖三十 圖三十一	砂或礫石層	< 2公尺	Gcm(b), Slh	Glen(b), St, Sp(a), Sp(b)	生物擾動中等，砂層偶夾有生物殼體 <i>Skolithos</i> sp. <i>Ophiomorpha</i> sp.	西南、南
	濱面 圖三十一	厚砂層	< 8公尺	Sst, Slh, St, Sp(a)	Smb、Glen(b)	輕微生物擾動 <i>Skolithos</i> sp. <i>Ophiomorpha</i> sp.	西
	潟湖/海灣 圖三十二	泥夾薄砂礫層	< 5公尺	Mmb, Mh, SMw	Glen(b), Slh	具強烈生物擾動，含生物殼體。 <i>Skolithos</i> sp.、 <i>Ophiomorpha</i> sp.、 <i>Talasinodites</i> sp. <i>Planolite</i> sp.	東南、南
	沼澤 圖三十三	透鏡狀碳屑及漂木	< 1公尺	Mh	無	無	無

## 5-2 近端瓣狀水道 (圖二十四-A、圖二十五、附錄一-A)

描述：以礫石層為主，單層厚度可達 2 公尺，經常發育出數十公尺厚礫石層。

岩相以 Gcm(a) 為主，間夾透鏡狀砂層。量測礫石層的古水流特性，以朝西北、北、東北等方向為主。

解釋：此沉積相為沖積扇瓣狀河道中上游的堆積物。洪泛期，河道被高濃度洪流或拖曳水流覆蓋，形成 Gcm(a)。河道變遷快且不固定，沒有良好泛濫平原堆積物(Nemec and Steel, 1984; Miall, 1996)。枯水期河道以拖曳水流作用為主，原洪泛期的河道廢棄或遷移，在砂礫灘上形成透鏡狀砂層(Nemec et. al., 1984; Miall, 1996)。古水流朝西北、北及東北的方向亦顯示為沖積扇上瓣狀水道的堆積物(Chen and Teng, 1990; 李文旗, 2000)。

## 5-3 遠端瓣狀水道 (圖二十四-B、圖二十六、附錄六-B)

描述：可分為礫石及砂層兩種型態說明，厚度皆小於 10 公尺。礫石層的特徵與近端瓣狀水道相似，砂層則以 Sp(a)、St-Slh 之向上變細序列互相疊加。量測礫石及砂層的古水流特性，朝向西北、北為主。此沉積相組合常與潟湖/海灣、潮坪、泛濫平原及障壁島/海灘沉積相組合互層。

解釋：此沉積相組合為沖積扇瓣狀河道中下游的部分。洪泛時期，河流以高濃度洪流至衰退的拖曳水流搬運沉積物，形成 Gcm(a) 或 St、Sp(a)-Slh 岩相(Nemec and Steel, 1984; Miall, 1996; Rasmussen, 2000)。在枯水時期，河道廢棄形成透鏡狀砂體。沖積扇中下游常發育出泛濫平原、潟湖/海灣、潮坪、沼澤等環境，故瓣狀河道變遷時可與這些沉積相組合互層。古水流朝西北、北的方向亦顯示為沖積扇上瓣狀水道的堆積物(Chen and Teng, 1990; 李文旗, 2000)。

#### 5-4 泛濫平原 (圖二十四-C、圖二十七、附錄一-C)

描述：以細顆粒砂泥層為主。砂層的岩相以 Sm 及 Slh 為主，泥層則以 Mmr 或 Mmo 為主。

解釋：此沉積相沉積在河道旁的泛濫平原。洪泛期河水溢出河道，沉積物可在河岸兩旁堆積。Sm 與 Slh 顯示沉積物受高濃度洪流及拖曳水流搬運，代表距河道不遠的泛濫平原堆積物(Collinson, 1996; Rasmussen, 2000)。枯水期，遠離河道的沉積物受風化與植物的作用，形成 Mmr 及 Mmo (Collinson, 1996; Retalla, 1997)。

#### 5-5 決堤水道 (圖二十四-D、圖二十八、附錄二-D)

描述：可分為礫石及砂層兩種型態討論。礫石型態以 Glen(a) 為主，厚度可達一公尺或數公分之薄礫石層，底部與下覆岩層呈侵蝕性接觸。砂層的形態以數公分厚之 St、Sp(a)-Slh 之向上變細序列為主。此沉積相經常間夾在瀉湖/海灣相、潮坪相及泛濫平原沉積相組合中。

解釋：此為洪泛期主河道決堤的堆積物。沉積物受事件型的高濃度洪流或衰退水流搬運，形成 Gcm(a) 及 Glen(a) 或 St/Sp(a)-Slh 等特性的堆積物 (Rasmussen, 2000; Jones and Hajek, 2007)。

#### 5-6 潮坪 (圖二十四-E、圖二十九、附錄二-E)

描述：以砂泥層為主。具 Sp(a)、Sp(b)、St-SMw、SMt-Mmo 之向上變細序列，偶有 Mv 出現。砂泥層常伴隨碳屑、貝殼碎屑、泥塊、泥片及 *Ophiomorpha* sp.、*Skolithos* sp. 等生痕化石出現。

解釋：潮坪主要受潮汐水流作用，發育在瀉湖/海灣周緣之淺水處。潮汐水流在深水處能量較強，拖曳沉積物形成 Sp(a)、Sp(b) 及 St 等岩相。淺水處則受漲退潮水流或風成波浪作用，形成 SMt 及 SMw。潮汐水流未

作用的區域則多受植物作用形成 Mmo(Klein, 1971 ; Reineck and Singh, 1980)。

#### 5-7 障壁島/海灘 (圖二十四-F、圖三十、三十一、附錄一-F、附錄二-F)

描述：可分成砂及礫石兩種型態。砂層以 Slh 為主，伴隨 Sp(a)、Sp(b)、St 及 Glen(b)等岩相。砂層中偶有生物碎屑、泥塊及 *Ophiomorpha* sp.、*Skolithos* sp.等生痕化石出現；礫石的形態以 Gcm(b)為主要特徵，偶間夾生物碎屑。礫石之疊瓦狀構造多以 b 軸平行古水流方向排列，古水流朝東南、南及西南等方向。

解釋：此沉積相由海灘及入潮道組成，可分成砂或礫石兩種型態。砂質障壁島/海灘沉積物經常受到掃浪(swash)及回浪(backwash)作用，形成 Slh(Clifton et al., 1971 ; Reading and Collinson, 1996)。另一方面障壁島/海灘受潮汐水流作用，潮汐水流會切穿障壁島形成入潮道，為開放性海洋與障壁島後方水體交流的管道，具有 Sp(a)、Sp(b)及 St 等岩相特徵(Kumar and Sanders, 1974)。礫石質障壁島/海灘受掃浪作用，形成 Gcm(b)及 Glen(b) (Nemec et al., 1984)。由於礫石層的孔隙較大，潟湖與外界水流多以滲流(seepage)的方式溝通，因此礫石質障壁島及潟湖/海灣沉積物未明顯受潮汐作用(Carter, 1984)。暴風作用的狀況下，暴風湧浪(storm surge)會侵蝕砂質或礫石質障壁島的沉積物，堆積於障壁島後方的水體，形成 Slh 及 Glen(b) (Marzo and Anadon, 1988 ; McCallum and Robertson, 1995 ; Reading and Collinson, 1996)。古水流朝東南、南、西南等方向，亦顯示受到掃浪或沿岸流的作用。

#### 5-8 濱面(圖二十四-G、圖三一、附錄二-G)

描述：淘選良好之砂岩為主。具有圓丘狀、低角度槽狀交錯層理特徵(Sst)，



常伴隨 Sp(a)、St、Slh、Smb 及 Glen(b)等岩相出現。砂體中常具有泥塊、礫石、生物碎屑及 *Ophiomorpha* sp.、*Skolithos* sp.等生痕相出現。砂層中的疊瓦狀礫石及交錯層古水流，具有朝西的方向。

解釋：此沉積相位於低潮線之下及正常波浪浪基面之上。正常氣候下，沉積物受沿岸流及波浪作用形成 Sp(a)、St 及 Slh(Clifton et. al., 1971; Walker and Pint, 1992)。暴風時期則受高能量暴風水流作用，形成圓丘狀、低角度槽狀交錯層(Sst)(Leckie and Walker, 1982)。砂層中具有 *Ophiomorpha* sp.、*Skolithos* sp.等 *Skolithos* ichnofacies 生痕相，亦顯示為高能量沉積環境。砂層具朝西的古水流，推測受沿岸流作用的結果。

#### 5-9 瀉湖/海灣 (圖二十四-H、圖三十二、附錄六-H)

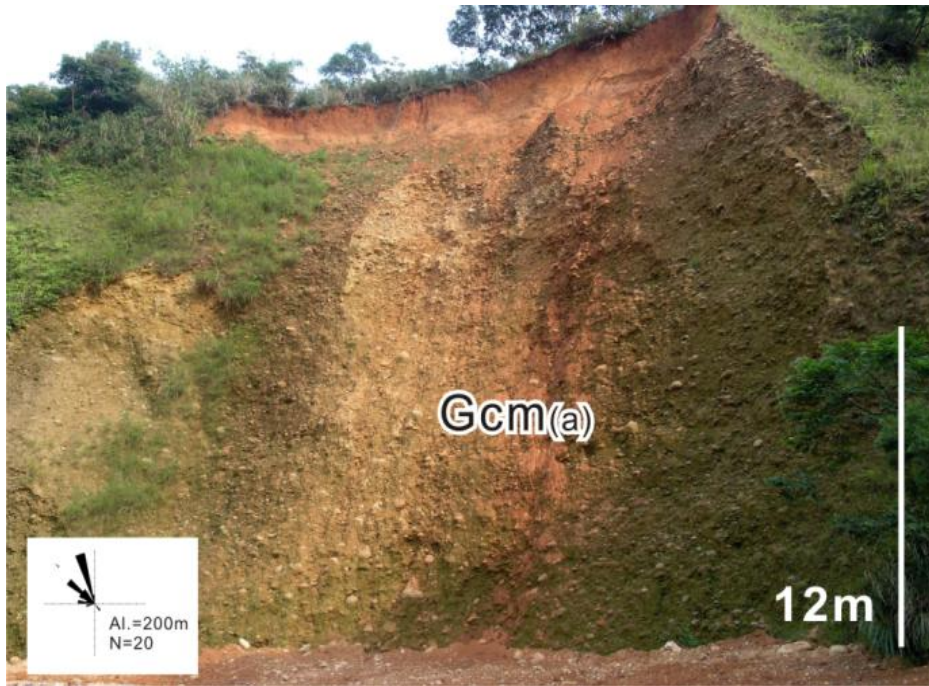
描述：灰至橄欖灰色泥岩，間夾薄層砂礫層。以 Mmb、Mh、SMw、Slh 及 Glen(b)等特徵為主，偶有生物殼體及 *Thalassinoides* sp.、*Ophiomorpha* sp.、*Skolithos* sp.及 *Planolite* sp.等生痕化石。

解釋：此沉積相為障壁島後方水體。正常天候下沉積環境安定，沉積物以懸浮沉降的方式堆積或受生物活動的影響，形成 Mh 及 Mmb(Reinson, 1992)，有時受風成波浪的影響而形成 SMw(Reineck and Singh, 1980)。在暴風作用的狀況下，暴風湧浪(storm surge)會越過障壁島形成溢浪沖積扇堆積物(詳見障壁島沉積相)。由 *Thalassinoides* sp.及 *Planolite* sp.等 *Cruziana* ichnofacies 生痕相，顯示沉積環境安靜且適合生物活動。

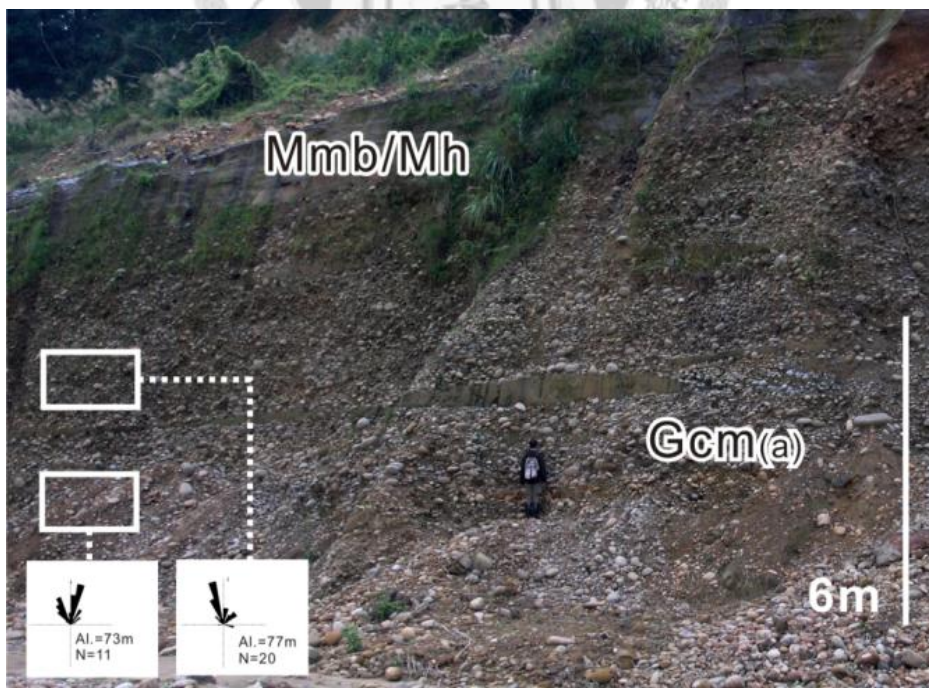
#### 5-10 沼澤 (圖二十四-I、圖三十三、附錄六-I)

描述：透鏡狀，以泥層、碳屑及漂木呈平行紋理排列(Mh)為主要特徵。

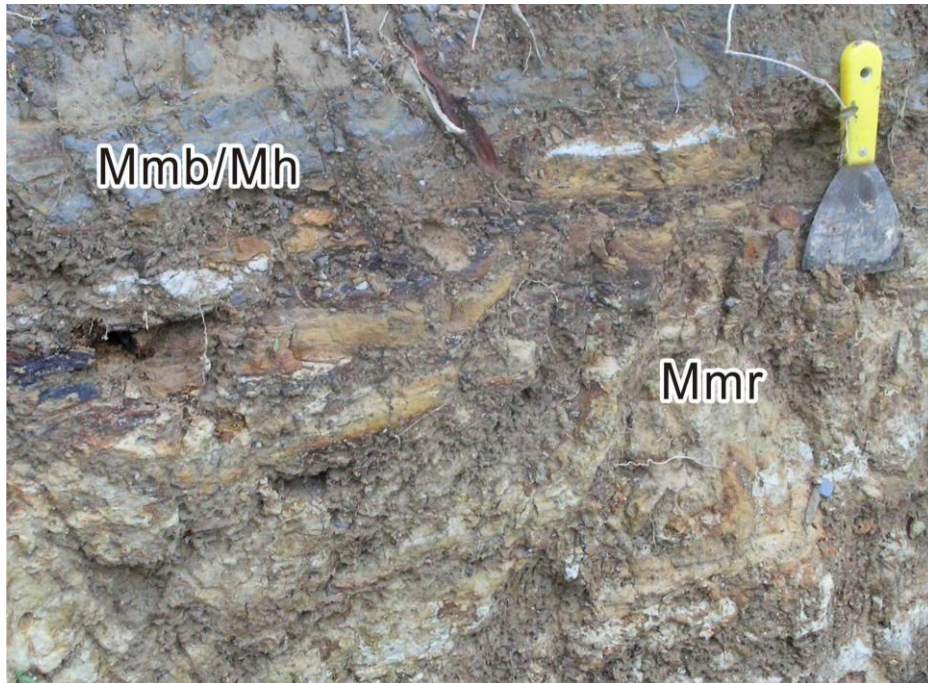
解釋：透鏡狀，具平行紋理之泥層、碳屑及漂木等特徵，顯示為還原環境且不流通的水體。



圖二十五、近端瓣狀水道沉積相組合(附錄一-A)。



圖二十六、遠端瓣狀水道沉積相組合(附錄六-B)。



圖二十七、泛濫平原沉積相組合(附錄一-C)。



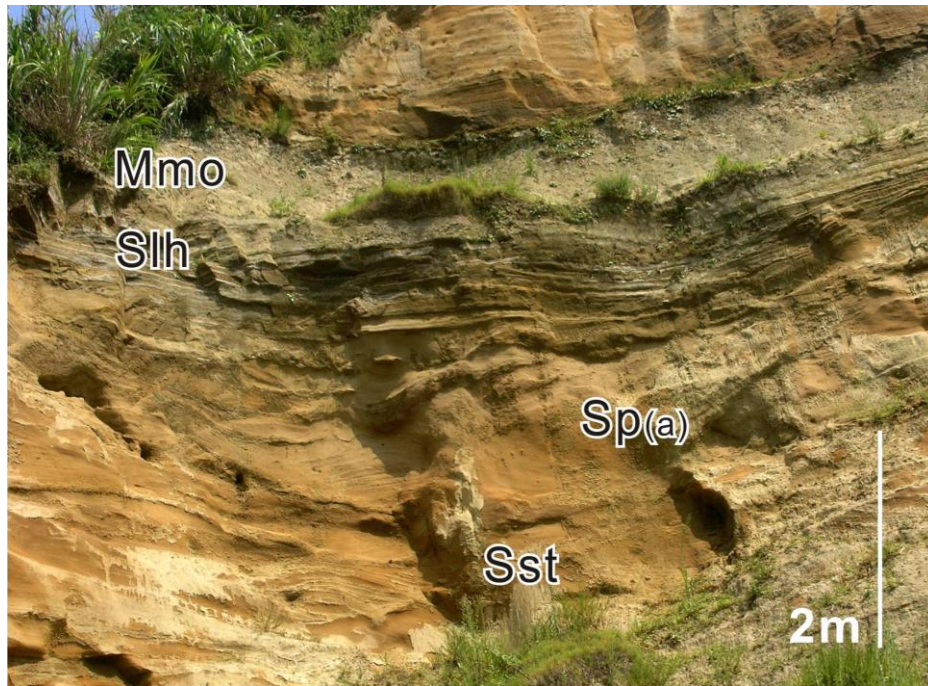
圖二十八、決堤水道沉積相組合(附錄二-D)。



圖二十九、潮坪沉積相組合(附錄二-E)。



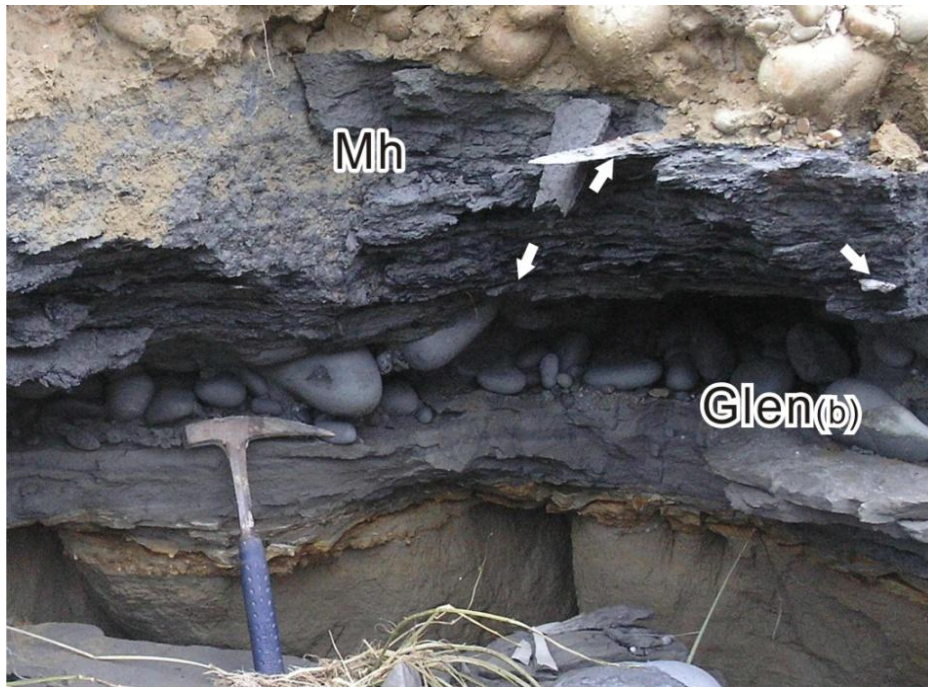
圖三十、礫石質障壁島/海灘沉積相組合(附錄一-F)。頂部為遠端瓣狀水道沉積相組合，底部為礫石質障壁島沉積相組合。



圖三十一、濱面(附錄二-G)、砂質障壁島/海灘(附錄二-F)沉積相組合。  
Slh 為障壁島/海灘沉積相組合，其下的 Sst 及 Sp(a) 為濱面沉積相組合。



圖三十二、潟湖/海灣沉積相組合(附錄六-H)。



圖三十三、沼澤沉積相組合(附錄六-I)，箭頭指示為受壓扁的漂木。



## 第六章 大南灣層的沉積環境

根據沉積相組合分類的結果，大南灣層的沉積環境變化，可由出露地表的遠端瓣狀水道至受海水覆蓋的濱面環境。在以往的研究中，推測大南灣層為海相(林朝榮, 1957, 1960)或陸相(李文旗, 2000)的環境應不適當。在沉積相模式與沉積相組合分類，更可針對 Chen and Teng(1990)提出之林口扇洲，提供詳細的沉積環境描述。藉由各溪谷沉積相組合分佈的結果，可進一步探討林口扇洲的演化。

本研究將紅水仙溪地層柱(東剖面)依序往林口溪地層柱(西剖面)排列，並根據各溪谷沉積相組合分佈(詳見附錄)，說明垂直及側向沉積環境變化，最後綜合這些變化的結果，提出林口扇洲的演化模式。

### 6-1 垂直沉積序列變化

在垂直的序列上，分別以大南灣層下段及上段說明。大南灣層下段沉積序列，以嘉寶溪剖面為例，具數次濱面向上變淺至障壁島、潮坪、潟湖/海灣或泛濫平原的變化，顯示波浪及沿岸流的作用主導全區的沉積環境，也反映出多次相對性海進-海退沉積循環。

大南灣層上段的沉積序列，以林口溪地層柱為例，河流作用顯著。沉積序列可分成三種型態，代表不同沉積區具有的變化：第一種序列由潟湖/海灣向上變淺至決堤水道或遠端瓣狀水道(林口溪-高程 80~90 公尺)，代表靠陸側潟湖/海灣受瓣狀河道決堤或遷移的結果。第二種序列為潟湖/海灣向上變淺至障壁島及瓣狀水道(林口溪-高程 117~126 公尺)，顯示河口沉積物受沿岸流及掃浪作用，將沉積物再堆積於河道旁潟湖/海灣中形成障壁島，最後被遷移的瓣狀水道所覆蓋。此種將潟湖/海灣封閉的模式與全新世 Ellesmere Lake 的成因(Soons et. al., 1997)相似；第三種序列為遠端瓣狀水道向上轉變為障壁島及潟湖(林口溪-高程 90~96 公尺)，顯示河道廢棄後，河口沉積物受到波浪作用再堆積成障壁島，並於障壁島後方發育出潟湖/海灣的環境(Rasmussen, 2000)。

## 6-2 側向沉積環境變化

大南灣層的沉積環境具有明顯的側向變化。以林口溪至嘉寶溪剖面的大南灣層下段為例，全區受控於波浪及沿岸流的作用，沉積環境以濱面、障壁島、潮坪及潟湖/海灣為主。往東延伸至寶斗溪及汕頭溪剖面，決堤水道及遠端辮狀水道與濱面、障壁島、潟湖/海灣等環境交替出現，推測當時扇洲的辮狀水道在汕頭溪或紅水仙溪剖面的位置入海，西側嘉寶溪至林口溪剖面則受波浪及潮汐作用，發育出障壁島、潟湖/海灣、潮坪及泛濫平原等環境。

大南灣層上段的沉積環境皆以潟湖/海灣及遠端辮狀水道為主。以林口溪剖面為例，具有多次潟湖/海灣向上轉變為障壁島及辮狀水道的現象。延伸至紅水仙溪剖面，障壁島及潟湖/海灣的環境有減少的趨勢，以辮狀水道主導全區的沉積環境。各剖面大南灣層上段的沉積環境變化，顯示林口台地東側仍以沖積扇辮狀水道為主，隨辮狀水道向林口台地的西北或西方遷移，使得潟湖/海灣及障壁島與辮狀水道的環境交互出現。

## 6-3 沉積環境演化

綜合各剖面垂直與側向沉積相組合變化的結果，可將林口層及大南灣層的演化分成六個時期說明：林口台地東部早期為沖積扇三角洲河道入海處，沉積環境以遠端辮狀水道為主。西部未受顯著的河流作用，河口沉積物受波浪及沿岸流搬運至河口西側或西南側的位置，並發育出障壁島/海灘、潮坪及潟湖/海灣等環境(圖三十四-高程 20~60 公尺，圖三十五-Stage 1)。隨後歷經大規模海侵期，並於台地西側發育出開闊性潟湖/海灣的環境(圖三十四-高程 60~80 公尺，圖三十五 Stage2)。

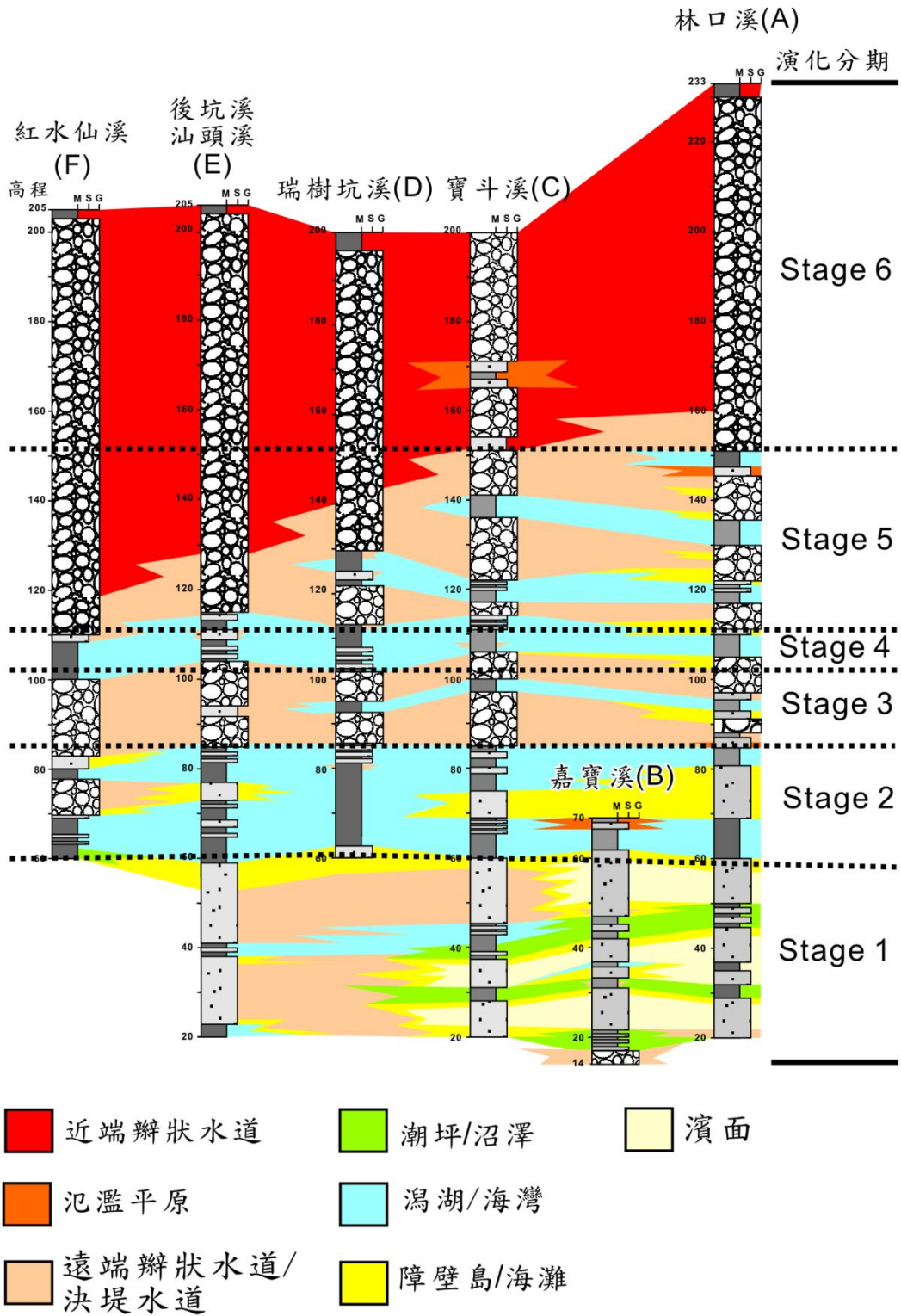
爾後陸側河流往海側加積，海側河口沉積物受沿岸流及掃浪作用，搬運至河口西側潟湖/海灣中，形成障壁島。陸側則經由河流決堤或遷移將沉積物帶入潟湖/海灣中，使得此區障壁島/海灘、潟湖/海灣及遠端辮狀水道的環境交互出現(圖三十四-高程 80~100 公尺/110~150 公尺，圖三十五-Stage 3~5)。其中歷經一次大規模海



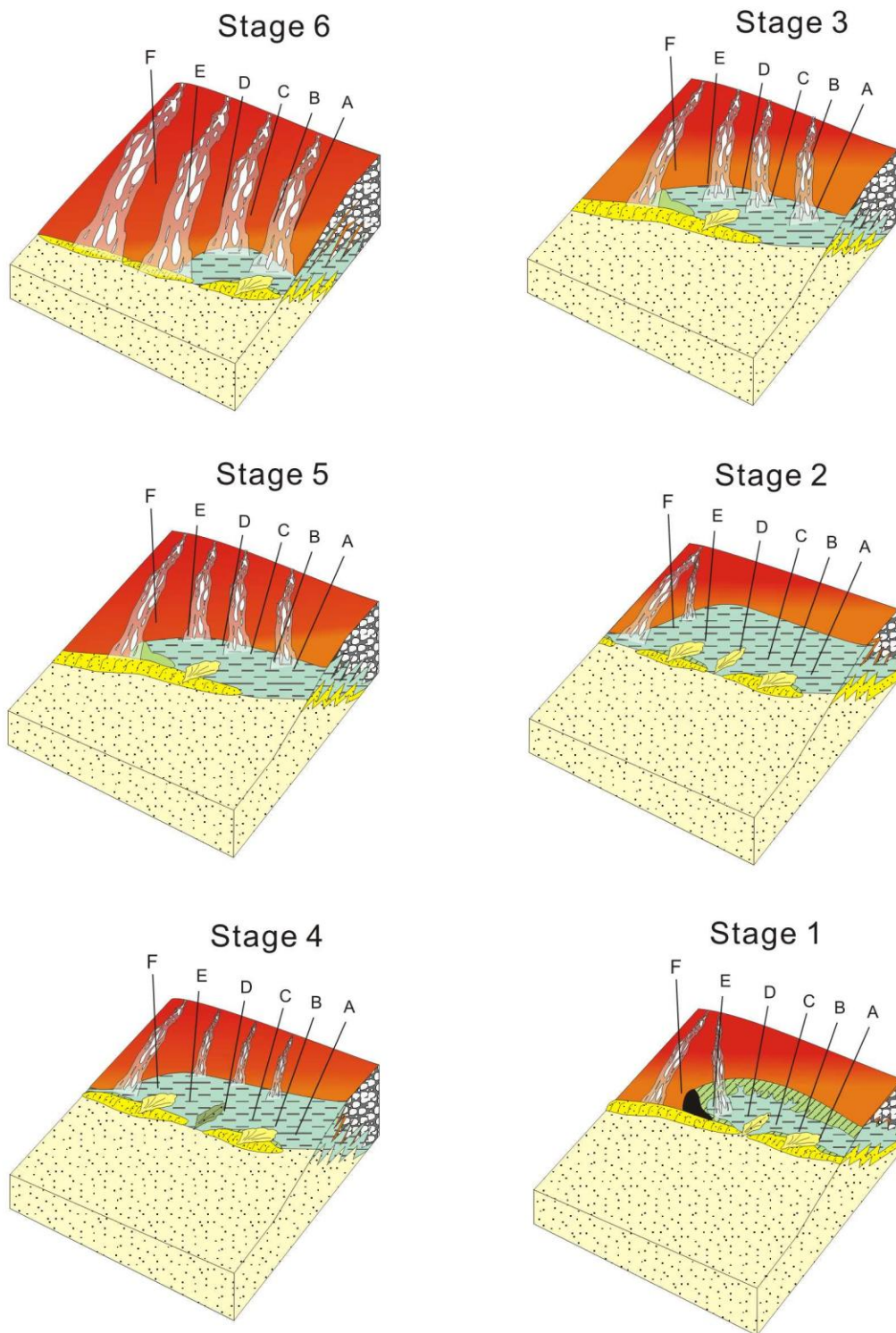
侵期，再次形成開闊性瀉湖/海灣(圖三十四-高程 100~110 公尺，圖三十五-Stage4)。

隨著沖積扇持續往海側發育，最終近端瓣狀水道主導全區的沉積環境 (圖三十四-高程 150~230 公尺，圖三十五-Stage6)。





圖三十四、各溪谷剖面沉積環境柱狀圖。



圖三十五、沉積環境演化圖。A-F 代表林口溪、嘉寶溪、寶斗溪、瑞樹坑溪、後坑溪/汕頭溪、紅水仙溪。

## 第七章 結論

1. 本研究針對林口台地海側出露的大南灣層進行野外調查及沉積相分析，依據岩性及高程建立六個溪谷地層柱。綜觀各溪谷地層柱的岩性變化，皆可由底部砂泥層向上轉變為砂泥礫互層及厚礫石層。在側向變化上，由紅水仙溪剖面往林口溪剖面，砂礫層有逐漸變薄，泥層變厚的現象。
2. 沉積相分析的結果，本研究共區分出十八種岩相，顯示大南灣層受到河流、波浪及潮汐營力作用。大南灣層應為沖積扇河道旁，間歇受河流影響的障壁島-潟湖環境。並可次分出遠端辮狀水道、泛濫平原、決堤水道、障壁島/海灘、沼澤、潟湖/海灣、潮坪及濱面等八種沉積相組合。
3. 根據沉積相組合分佈的結果，各溪谷在垂直及側向的沉積序列上有明顯的變化。在垂直序列上，由障壁島、潟湖/海灣、潮坪及遠端辮狀水道的環境，向上被近端辮狀水道所覆蓋，顯示沖積扇持續往海側發育的現象。側向的變化上，紅水仙溪剖面往林口溪剖面，具有遠端辮狀水道比例減少，障壁島及潟湖/海灣等環境增加的趨勢，顯示紅水仙溪至後坑溪剖面應為沖積扇河道入海的位置，且具有持續朝林口台地西方遷移的現象。
4. 綜合各剖面垂直與側向沉積相組合變化的結果，可將林口層及大南灣層的演化依據沉積相組合分佈，分成六個時期說明。除 Stage-2/Stage4 代表 2 次大規模相對性海進外，其它時期皆顯示林口扇洲朝海側發育，沖積扇河道由紅水仙溪剖面朝林口溪剖面遷移的現象。

## 參考文獻

- 市川雄一(1929)臺灣桃園台地の礫層に就て(日文)。地學雜誌，第 41 卷，第 396-403 頁。
- 花井重次(1930)臺灣桃園臺地の活斷層(日文)。地理學評論，第六卷，第七號，778-789 頁。
- 牧山鶴彦(1934)觀音山地質圖幅及說明書(日文)。台灣總督府殖產局出版，第 691 號。
- 丹桂之助(1939)台北盆地之地質學的考察。矢部教授還曆紀念論文集，共五頁。
- 石崎和彥(1940)臺北州新莊郡林口庄寶斗厝化石之產狀(日文)。台灣地學記事，第 11 卷，第 1 號，第 13-24 頁。
- 石崎和彥(1942)台灣地層指南 I(日文)。台灣博物學會會報，第三十二卷，第 51-62 頁。
- 王執明(1955)台北西部林口台地一帶之地質。國立台灣大學學士論文，共 71 頁。
- 林朝榮(1957)台灣地形。台灣省文獻委員會，共 424 頁。
- 林朝榮(1960)台北縣志-卷三-地理誌。台北縣文獻委員會，共 126 頁。
- 林朝榮(1963)台灣之第四紀。台灣省文獻委員會，台灣文獻，第十四卷，第一至二期，共 92 頁。
- 何春蓀(1986)台灣地質概論：台灣地質圖幅說明書。經濟部中央地質調查所，第二版，共 164 頁。
- 石同生(1990)電子自旋共振定年法在貝類化石上的研究與應用。國立台灣大學地質科學系碩士論文，共 180 頁。
- 李文旗(2000)林口台地的岩相和沉積環境分析。國立海洋大學應用地球物理研究所碩士論文，共 73 頁。
- 張碩芳、蘇品如(2005)林口台地第四紀地質調查。經濟部中央地質調查所年報第九十三年度，第 43-49 頁。

陳華玟(2007) 臺灣第四紀地層架構。經濟部中央地質調查所特刊，第 18 號，第 25-49 頁。

邵屏華(2009)臺灣中北部更新世地層之對比與分段。經濟部中央地質調查所特刊，第 22 號，第 115-147 頁。

魏國彥、莊智凱、莊釗鳴(2009)林口臺地大南灣層年代再探。經濟部中央地質調查所特刊，第 22 號，第 149-164 頁。

Boggs, S. Jr. (2001) Principles of Sedimentology and Stratigraphy, 3rd Edition. Prentice Hall, 726pp.

Clifton, H. E., Hunter, R. E., and Phillips, R. L. (1971) Depositional structures and processes in the non-barred high-energy nearshore: *Journal of Sedimentary Petrology*, 41, 651-670.

Clifton, H. E. (1973)Pebble segregation and bed lenticularity in wave-worked versus alluvial gravel: *Sedimentology*, 20, 173-187.

Cater, R. W. G., and Newbould, P. J. (1984) Environmental-impact assessment of the Strangford Lough tidal power barrage scheme in Northern-Ireland: *Water Science and Technology* , 16, 455-462.

Colella, A. (1988) Pliocene-Holocene fan deltas and braided deltas in the Crati Basin, southern Italy: a consequence of varying tectonic conditions. In: Nemeč, W., Steel, R.J. eds., *Fan Deltas: Sedimentology And Tectonic Settings*: Blackie And Son, Glasgow, 50-74.

Collinson, J. D., and Thompson, D. B. (1989) *Sedimentary structures*, 2nd Edition: Unwin Hyman Ltd, 207pp.

Chen, W. F., and Teng, L. S. (1990) Depositional environment of Quaternary deposits of the Linkou Tableland, northwestern Taiwan: *Proceedings of the Geological Society of China*, 33, 39-63.

Collinson, J. D. (1996) Alluvial sediments: in Reading, H.G. ed., *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*, 3rd Edition, Blackwell Scienc,

Oxford, 37-82.

- Dott, R. H., and Bourgeois, J. (1982) Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences: *Geological Society of American Bulletin*, 93, 663-680.
- Dalrymple, R. W. (1992) Tidal depositional systems: in Walker, R. G. and James, N. P., ed., *Facies Models Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, 195-218.
- Gustavson, T. C. (1991) Buried vertisols in lacustrine facies of the Pliocene Fort-Hancock Formation, Hueco Bolson, West Texas and Chihuahua, Mexico: *Geological Society of American Bulletin*, 103, 448-460.
- Ho, C. S. (1969) Some stratigraphic –structural problems of the Linkou Terrac in Taiwan. *Proceedings of the Geological Society of China*, 12, 1, 65-80.
- Jo, H. R., Rhee, C. W., and Chough, S. K. (1997) Distinctive characteristics of a streamflow-dominated alluvial fan deposit: Sanghori area, Kyongsang Basin (Early Cretaceous), southeastern Korea: *Sedimentary Geology*, 110, 51-79.
- Jones, H. L., and Hajek, E. A. (2007) Characterizing avulsion stratigraphy in ancient alluvial deposits: *Sedimentary Geology*, 202, 124-137.
- Klein, G. D. (1971) A sedimentary model for determining paleotidal range: *Geological Society of American Bulletin*, 82, 2585-2592.
- Kumar, N., and Sanders J. E. (1974) Inlet sequence-vertical succession of sedimentary structures and textures created by lateral migration of tidal inlets: *Sedimentology*, 21, 491-532.
- Leckie, D. A., and Walker, R. G. (1982) Storm-dominated and tide-dominated shorelines in Cretaceous Moosebar- Lower Gates interval- outcrop equivalents of deep basin gas trap in western Canada: *American Association of Petroleum*

- Geologists Bulletin, 66, 138-157.
- Lee, T. Q., Lue, Y. T., Chi, W. R., and Teng, L. S. (2002) Paleomagnetic study of the Kuanyinshan and Tananwan Formations, northern Taiwan: *Western Pacific Earth Science*, 2, 27-36.
- Marzo, M., and Anadon, P. (1988) Anatomy of a conglomeratic fan-delta complex: the Eocene Montserrat Conglomerate, Ebro Basin, northeastern Spain. In: Nemec, W., Steel, R.J. eds., *Fan Deltas: Sedimentology And Tectonic Settings*: Blackie And Son, Glasgow, 318-339.
- Miall, A. D. (1990) *Principles of sedimentary basin analysis*, 3rd Edition: Springer, New York, 616pp.
- McCallum, J. E., and Robertson, A. H. F. (1995) Sedimentology of two fan-delta systems in the Pliocene-Pleistocene of the Mesaoria Basin, Cyprus: *Sedimentary Geology*, 98, 215-244.
- Maill, A. D. (1996) *The Geology of Fluvial Deposits-Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*: Springer-Verlag, Berlin, 582pp.
- Nemec, W., and Steel, R. J. (1984) Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In: Koster, L. H., Steel, R. J. ed., *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*, Canadian Society of Petroleum Geologist, 10, 1-31.
- Nemec, W., and Steel, R. J. (1988) What is a fan delta and how to recognize it? In: Nemec, W., Steel, R.J. eds., *Fan Deltas: Sedimentology And Tectonic Settings*: Blackie And Son, Glasgow, 3-13.
- Nichols, G. (2009) *Sedimentology and stratigraphy*, 2nd Edition : Wiley-Blackwell, 419pp.
- Rasmussen, H. (2000) Nearshore and alluvial facies in the Sant Llorenç del Munt depositional system: recognition and development: *Sedimentary Geology*, 138, 71-98.



- Reineck, H. E. and Singh, I. B. (1980) *Depositional Sedimentary Environment*, 2nd Edition: Springer-Verlag, 549pp.
- Reinson, G. E. (1992) Transgressive barrier island and estuarine systems: in Walker, R. G. and James, N. P. ed., *Facies Models Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, 157-179.
- Reading, H. G., and Collinson, J. D. (1996) Clastic coast. In: Reading, H.G. ed., *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*, 3rd Edition, Blackwell Scienc, Oxford, 154-231.
- Retalla, G. J. (1997) *A color guide to paleosols*: John Wiley and Sons, England, pp.175pp.
- Soons, J. M., Shulmeister, J., and Holt, S. (1997) The Holocene evolution of a well nourished gravelly barrier and lagoon complex, Kaitorete "Spit", Canterbury, New Zealand: *Marine Geology*, 138, 69-90.
- Tien, J. L., Wang, W. S., Chu, C. J., and Chen, C. H. (1994) The depositional time of the Linkou Formation as revealed by the zircon FTD ages for Quaternary volcanic rocks in northern Taiwan: *Journal of the Geological Society of China*, 37, 189-214.
- Tseng, M. H., Liew, P. M., Chi, W. R., and Shih, T. S. (1992) Pollen analysis of the Tananwan formation, Northern Taiwan: *Journal of the Geological Society of China*, 35, 247-259.
- Visser, M. J. (1980) Neap- spring cycles reflected in Holocene subtidal large- scale bedform deposits: a preliminary note: *Geology*, 8, 543-546.
- Wang, C. M. (1969) Petrology and origin of the Linkou Gravel in Taipei, Taiwan, China: *Proceedings of the Geological Society of China*, No. 12, 49-64.
- Wescott, W. A. and Ethridge, F. G. (1980) Fan-delta sedimentology and tectonic setting-Yallahs fan delta, southeast Jamaica: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 64, 374-399.

Walker, R. G., and Plint, A. G. (1992) Wave and storm-dominated shallow marine systems. In: Walker, R. G. and James, N. P., ed., *Facies Models Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, 219-238.




Yagishita, K. (1997) Paleocurrent and fabric analyses of fluvial conglomerates of the Paleogene Noda Group, northeast Japan: *Sedimentary Geology*, 109, 53-71.




# 附錄：各溪谷剖面沉積地層柱

## 圖例

沉積環境代號：I：近端瓣狀水道；II：遠端瓣狀水道/  
 瀉湖/海灣/潮坪/沼澤/氾濫平原/決堤  
 水道；III：障壁島/海灘；IV：濱面。


 : *Talassinoides* sp.     : *Ophiomorpha* sp.     : *Skolithos* sp.

 : 泥塊     : 礫石     : 貝類殼體     : 草根

 : 古水流方向     $Al.=28m$   
 $N=4$  :  $Al.$ =高程,  $N$ =測量數目

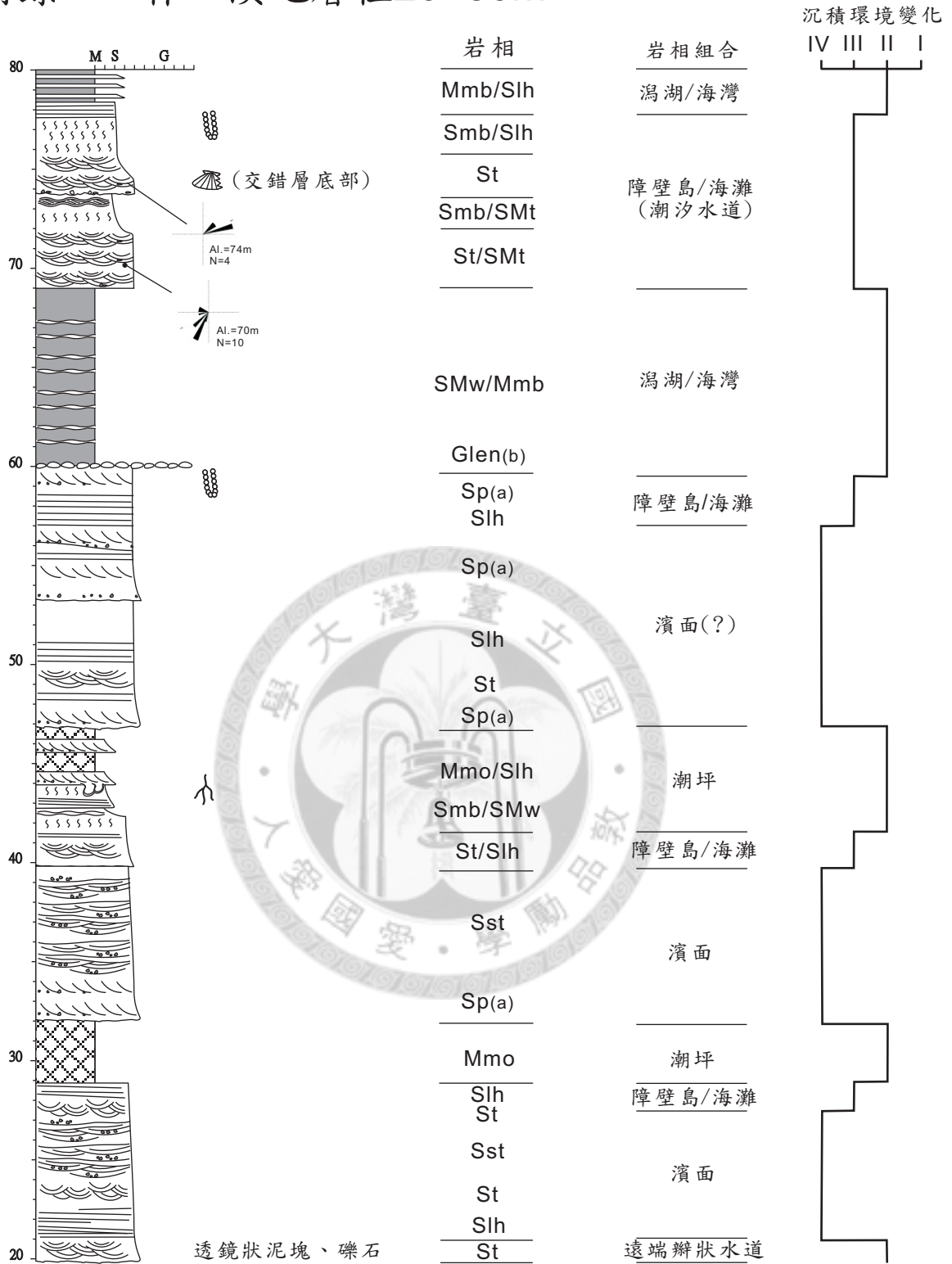
 : Gcm(a)     : Gcm(b)     : Glen(a)     : Glen(b)     : Sp(a)

 : Sp(b)     : St     : Sst     : Slh     : Sm     : Smb

 : SMt     : SMw     : Mmb     : Mmo     : Mh

 : Mmr     : Mv

# 附錄一：林口溪地層柱20~80m



# 附錄一(續)：林口溪地層柱80~155m

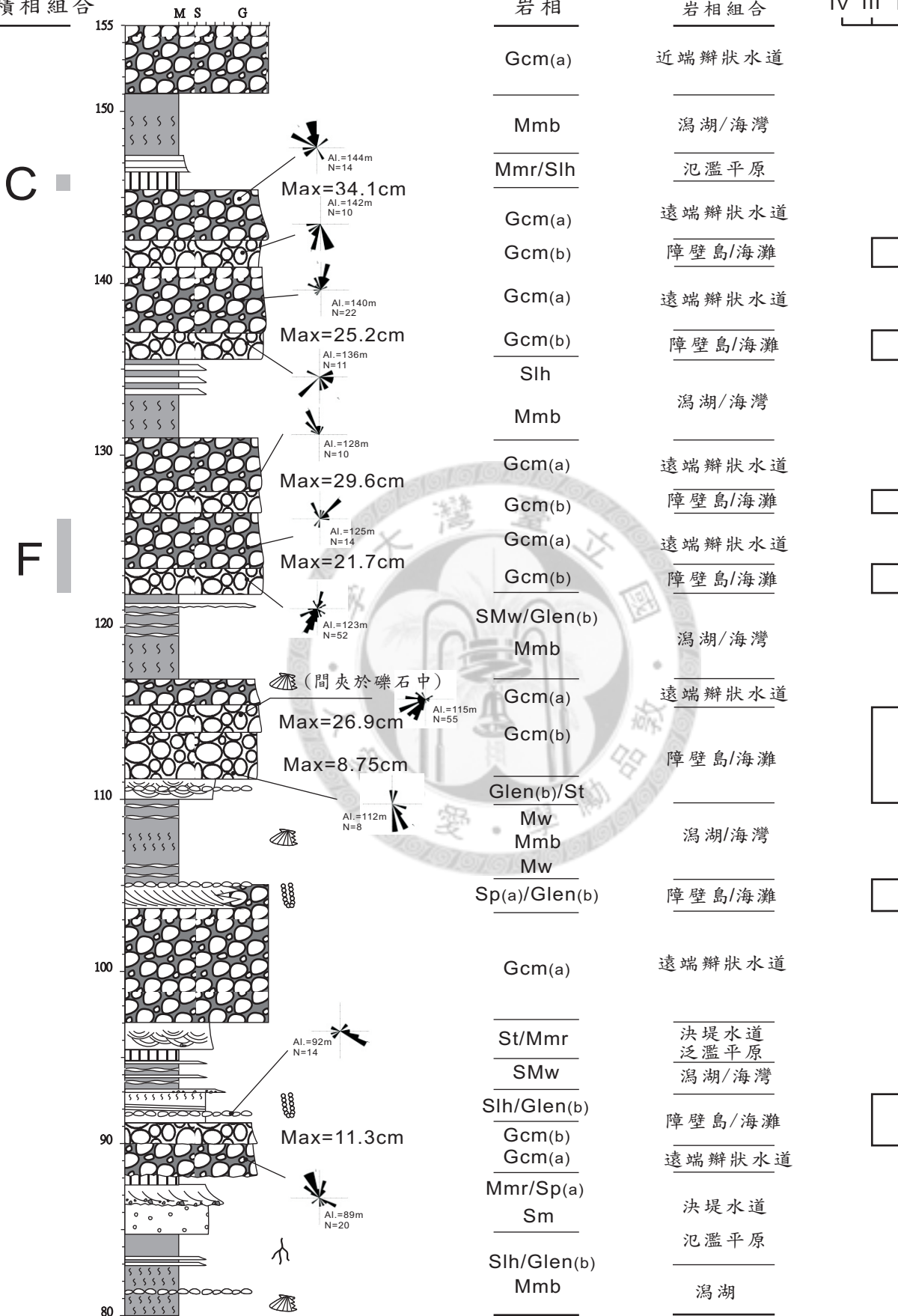
沉積相組合

岩相

岩相組合

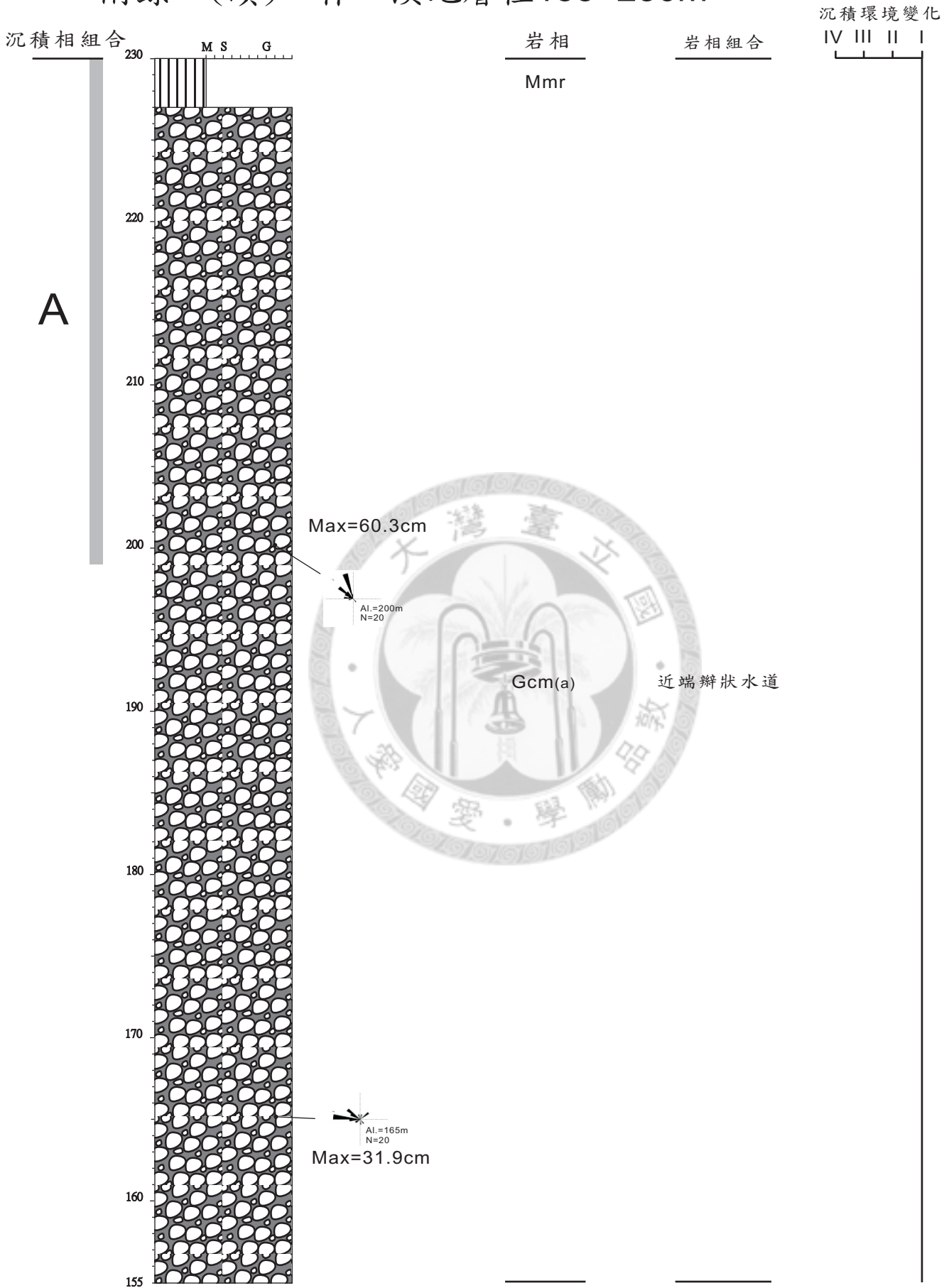
沉積環境變化

IV III II I



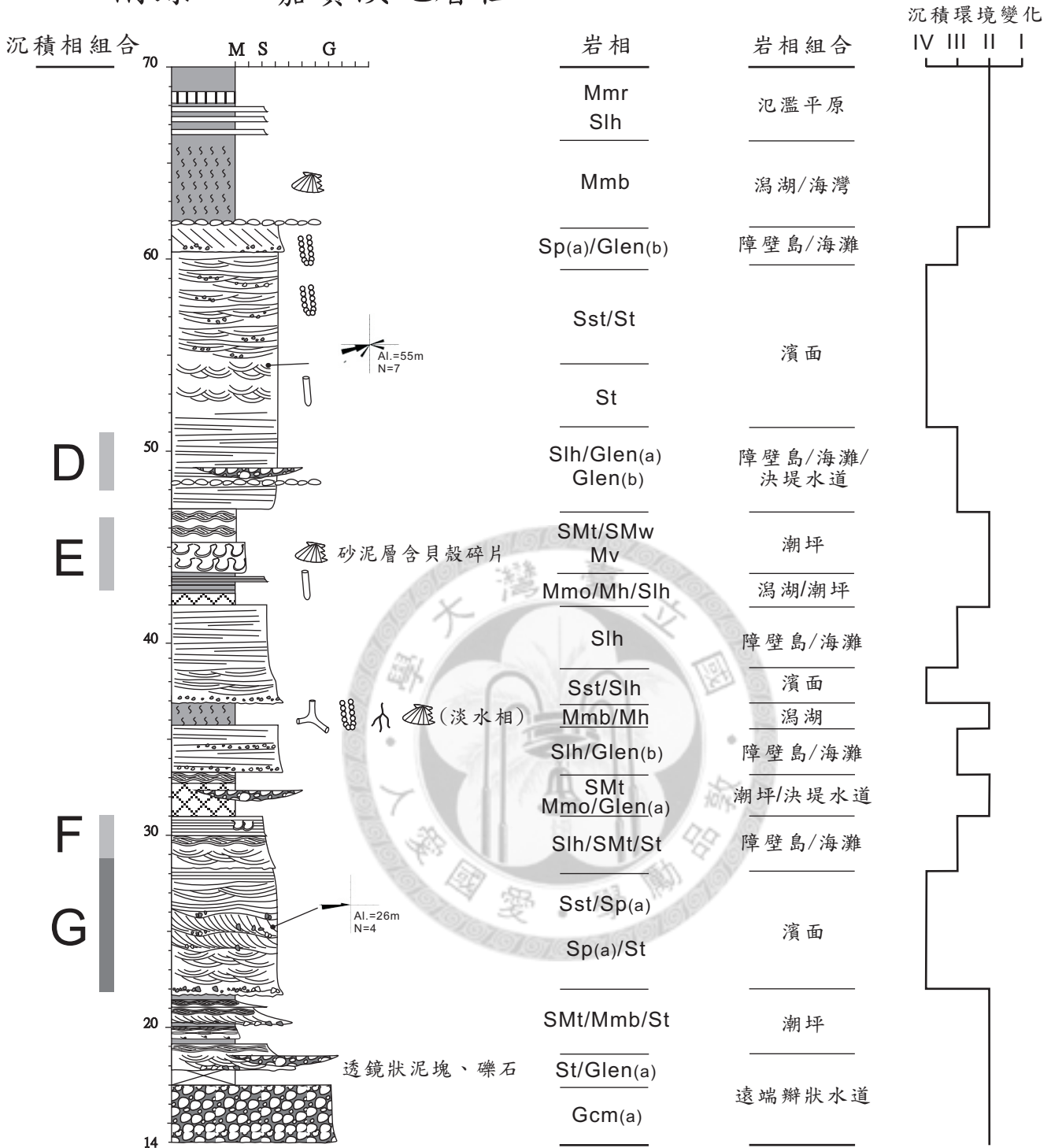
\*沉積相組合C與F可對應至圖二十七及圖三十。

# 附錄一(續)：林口溪地層柱155~230m



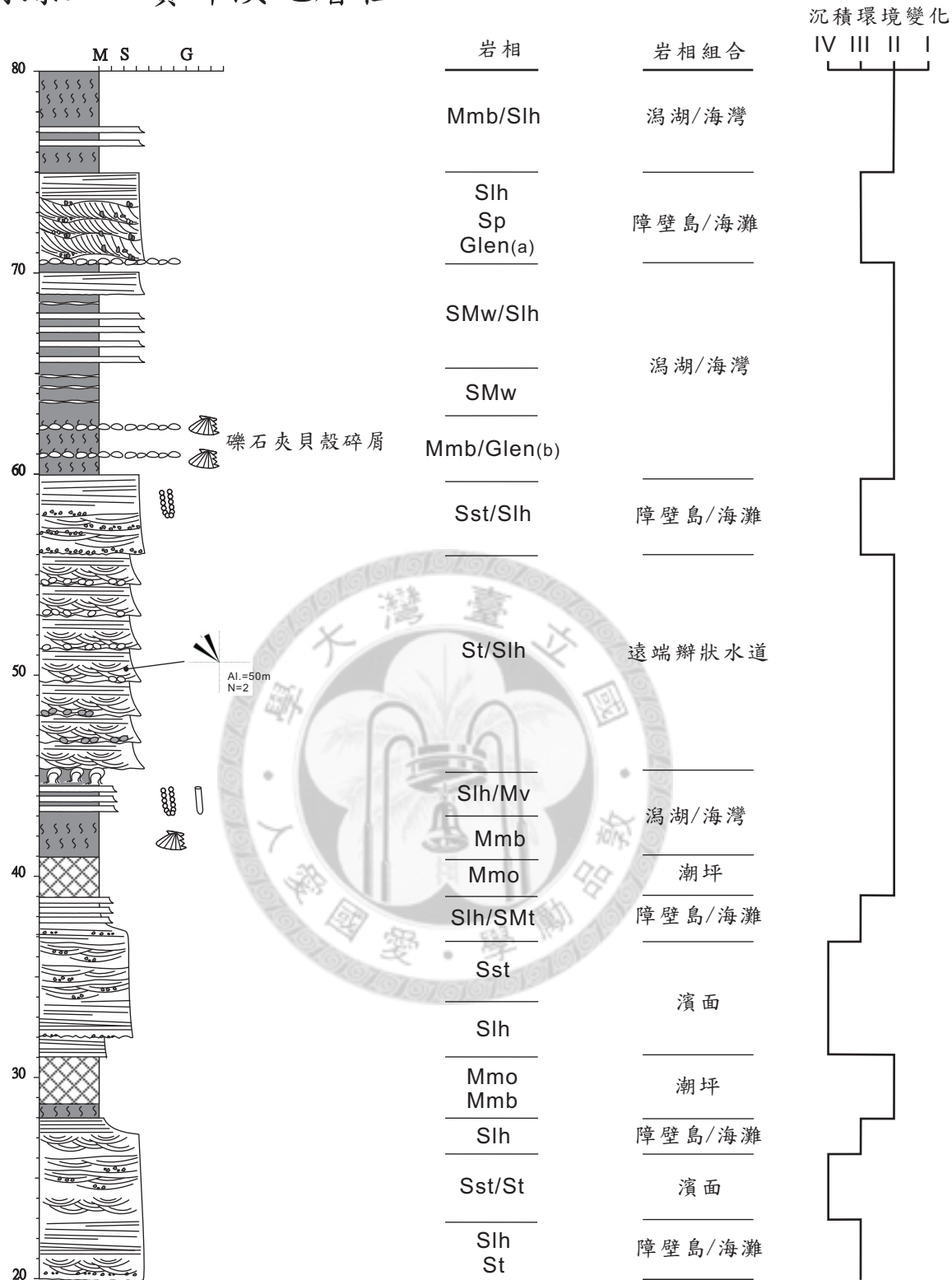
\*沉積相組合A可對應至圖二十五。

# 附錄二：嘉寶溪地層柱14~70m



\*沉積相組合D、E、F/G可對應至圖二十八、圖二十九及圖三十一。

# 附錄三：寶斗溪地層柱20~80m

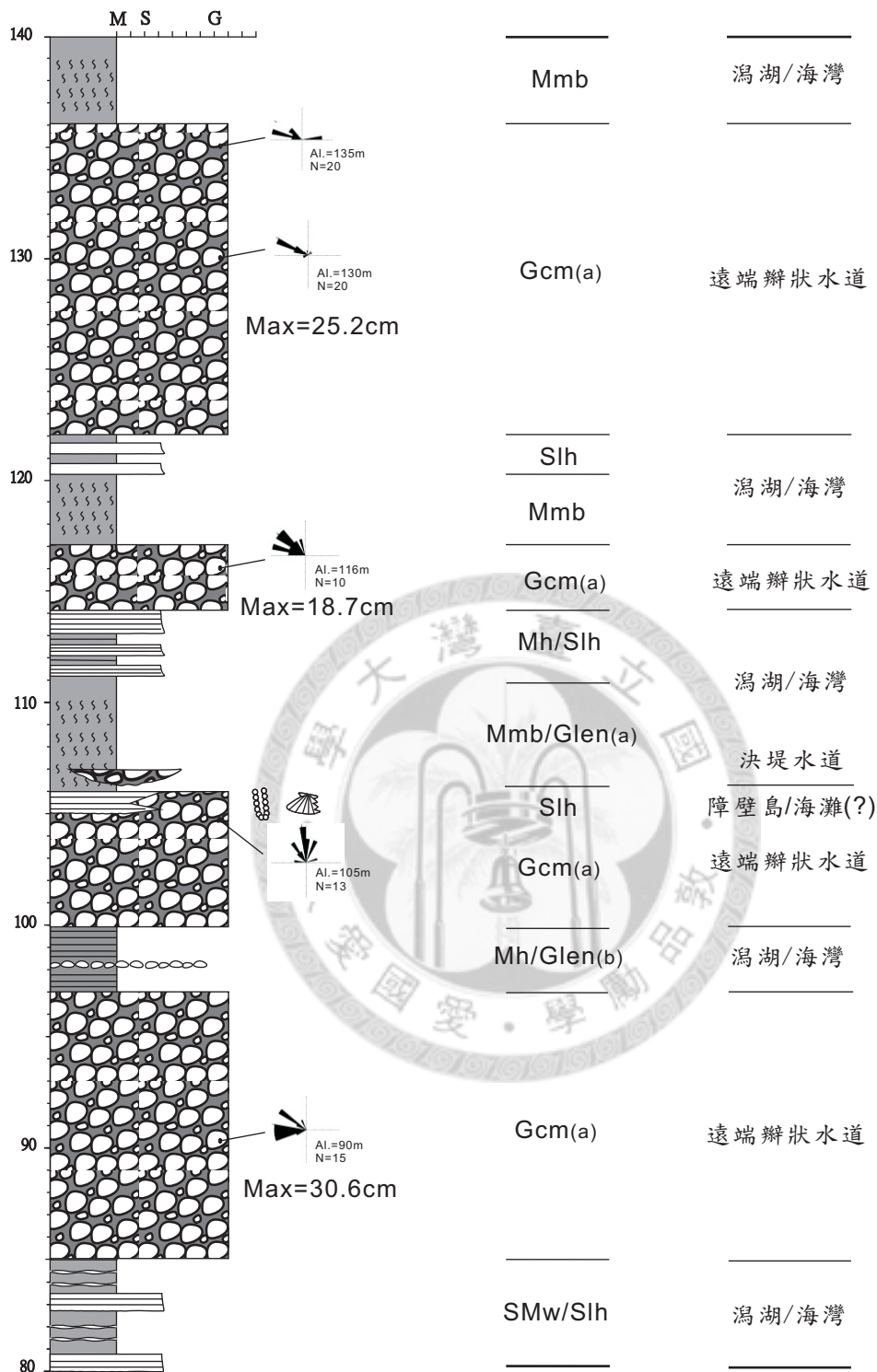




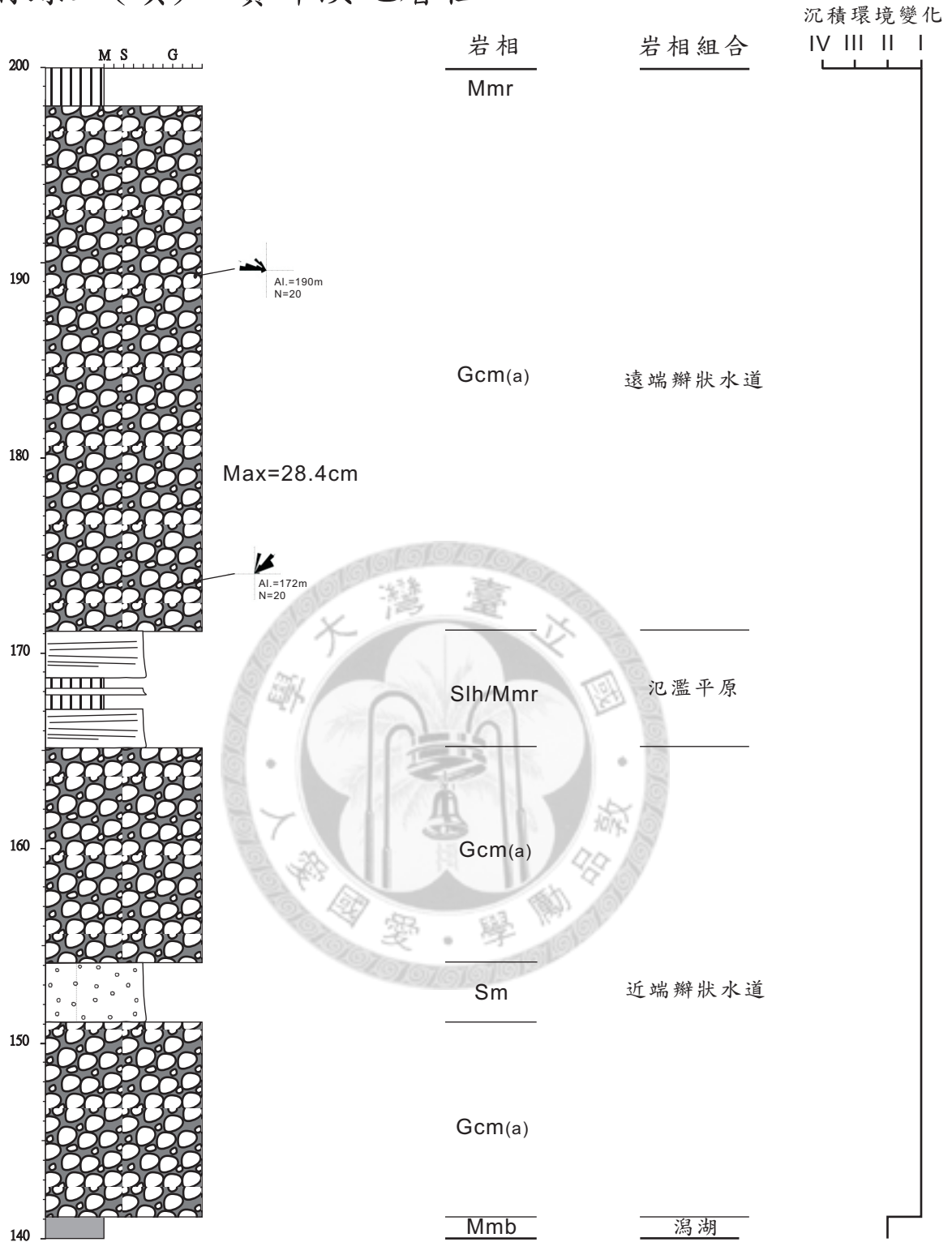
# 附錄三(續)：寶斗溪地層柱80~140m

沉積環境變化

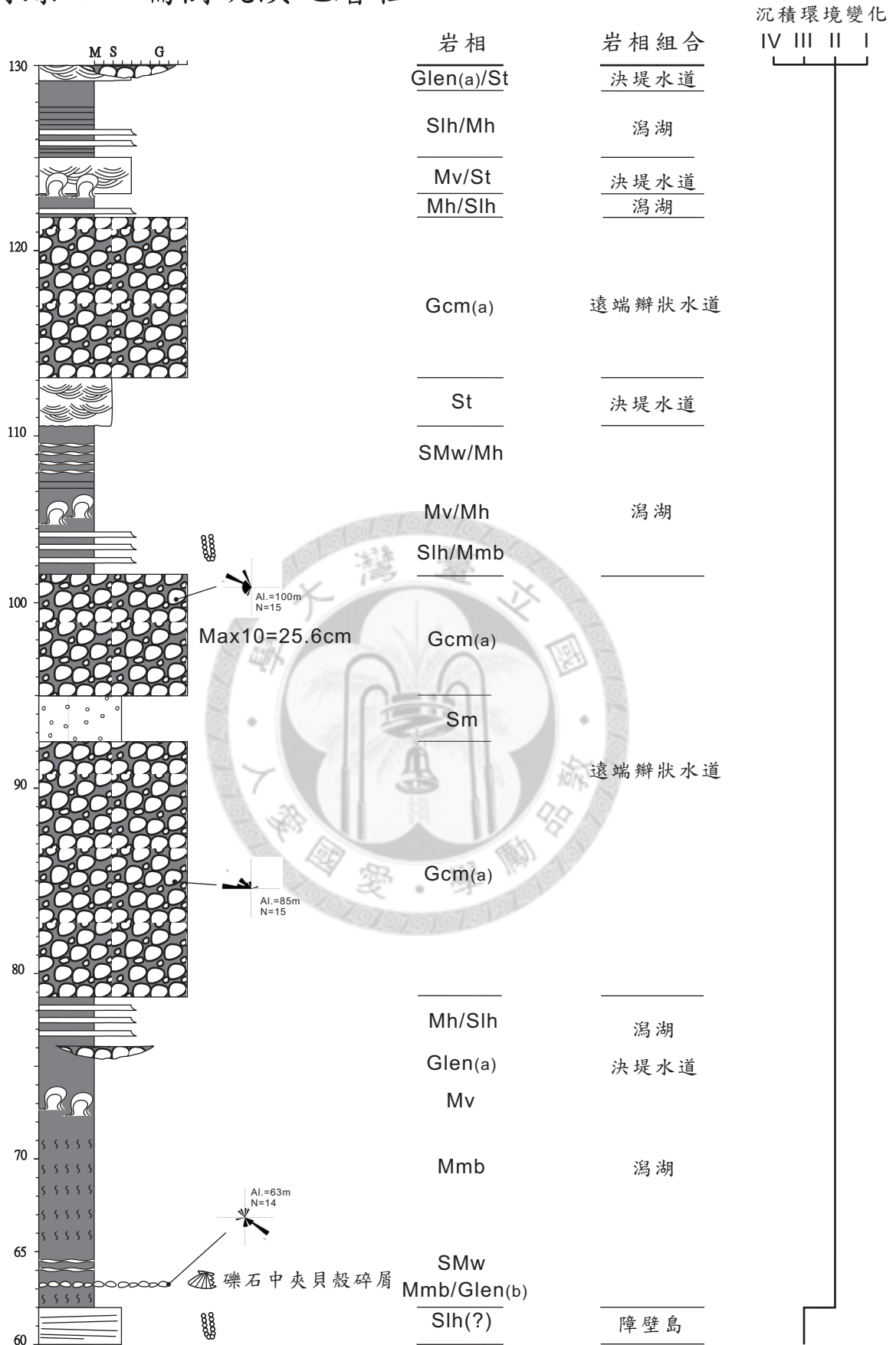
IV III II I



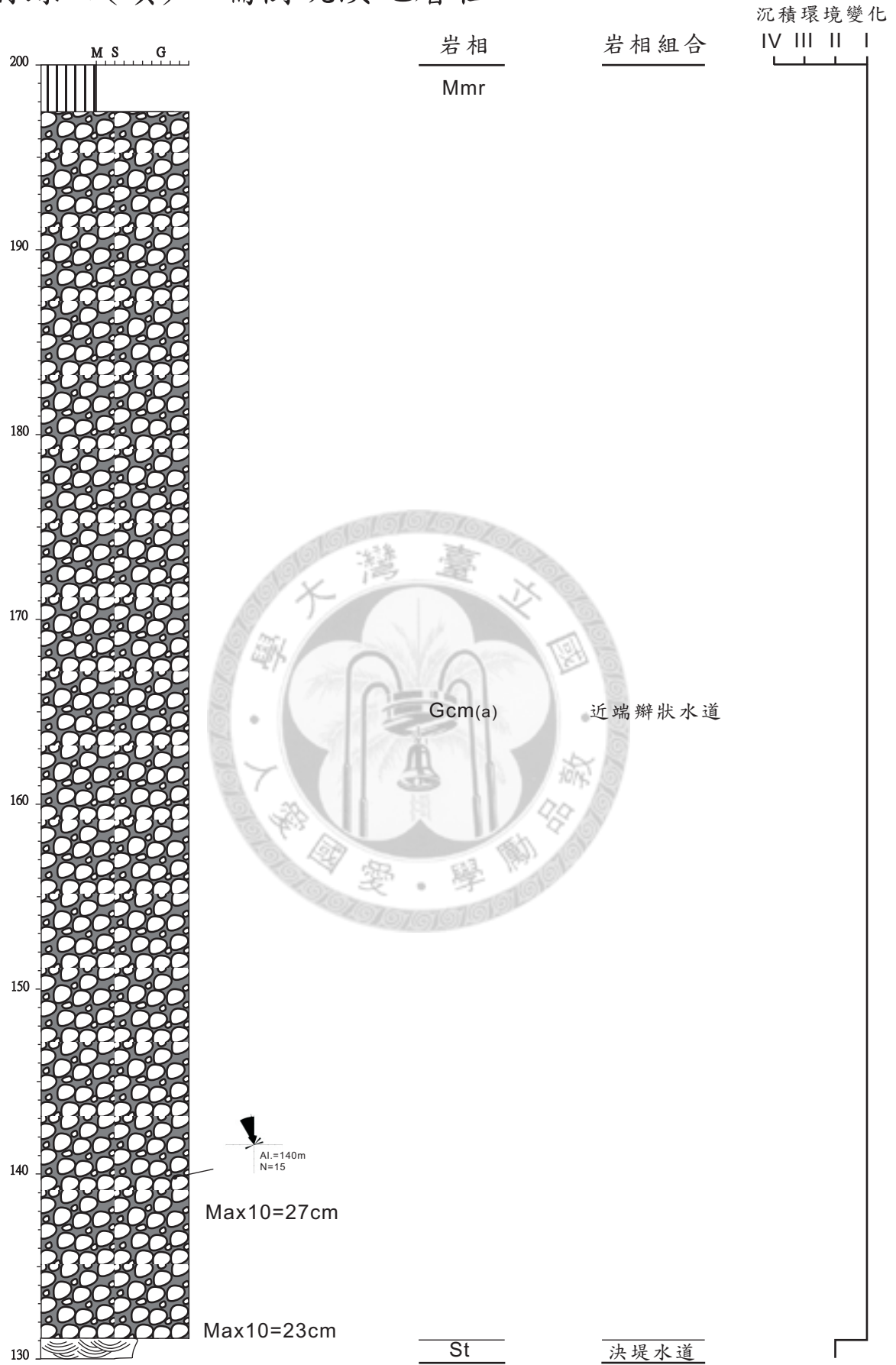
# 附錄三(續)：寶斗溪地層柱140~200m



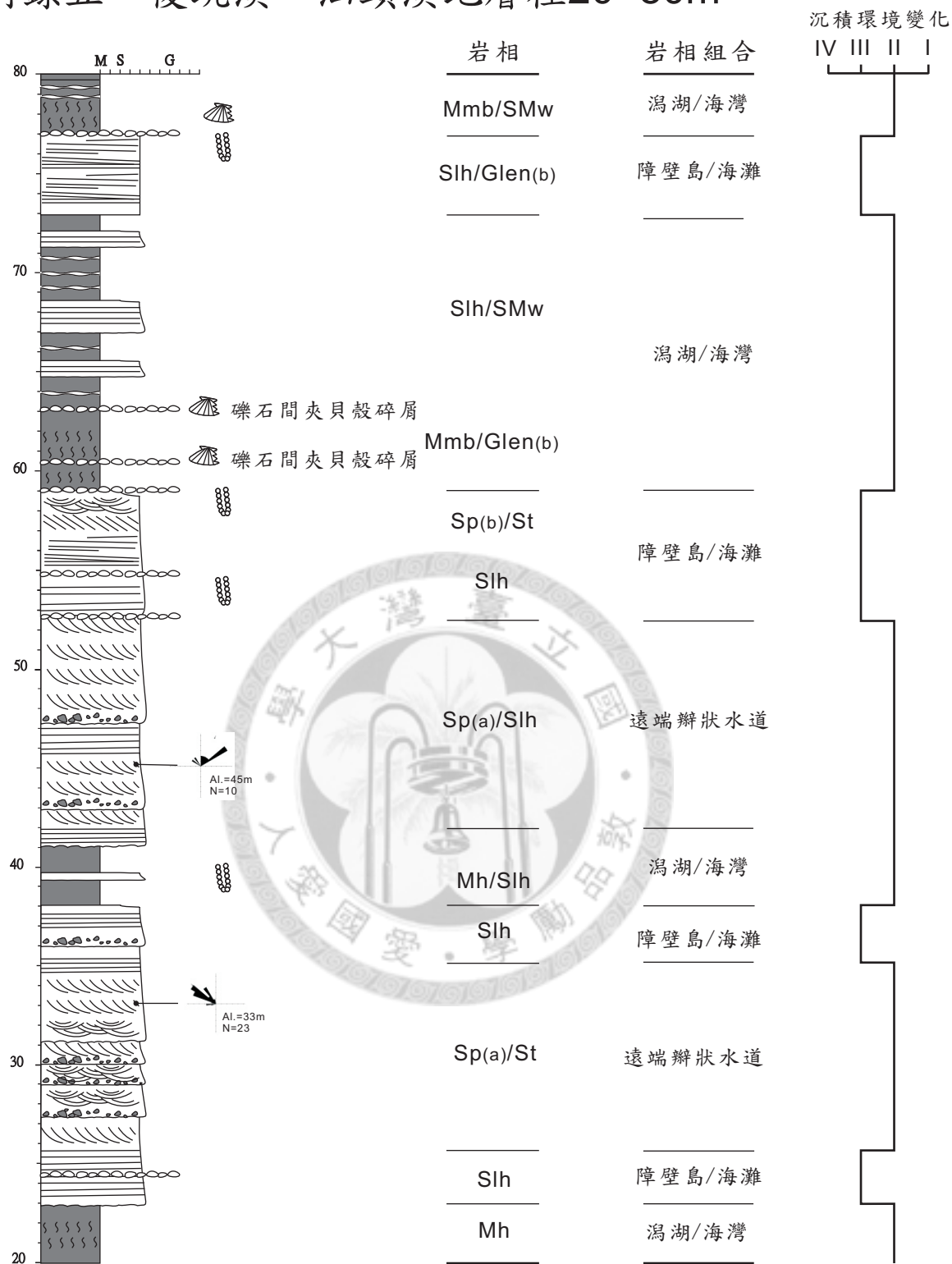
# 附錄四：瑞樹坑溪地層柱60~130m



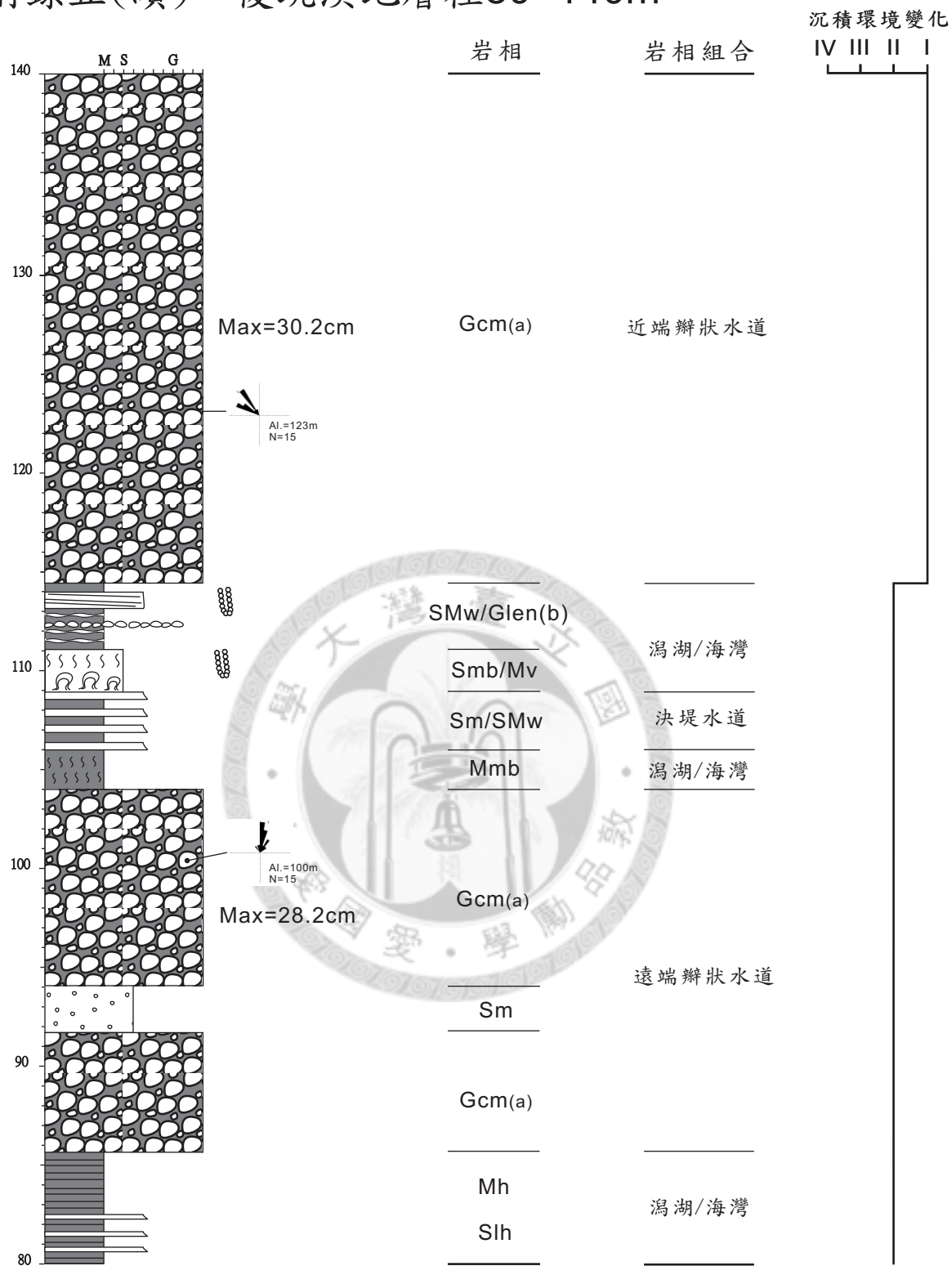
# 附錄四(續)：瑞樹坑溪地層柱120~200m



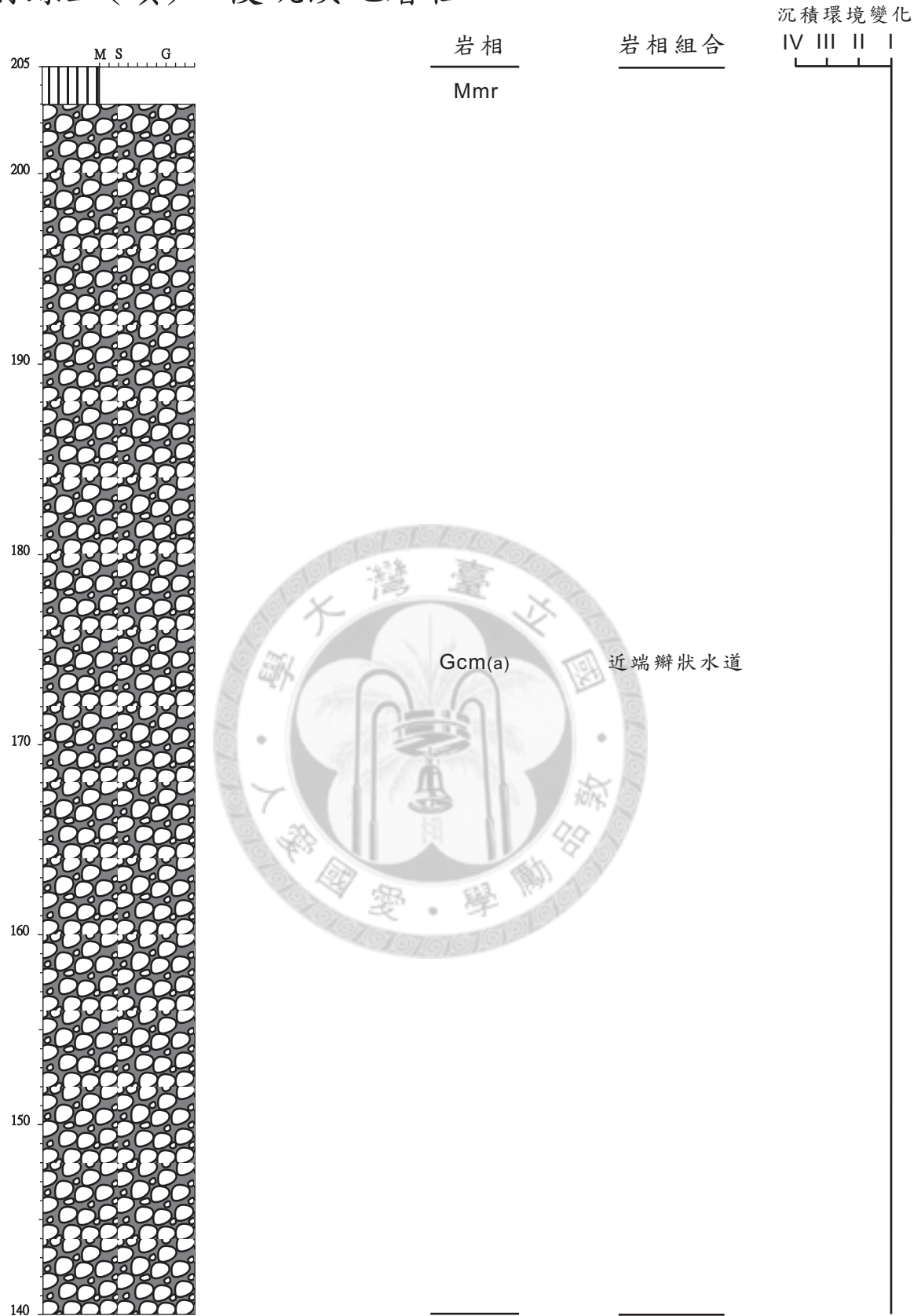
# 附錄五：後坑溪、汕頭溪地層柱20~80m



# 附錄五(續)：後坑溪地層柱80~140m



# 附錄五(續)：後坑溪地層柱140~205m



# 附錄六：紅水仙溪地層柱60~130m

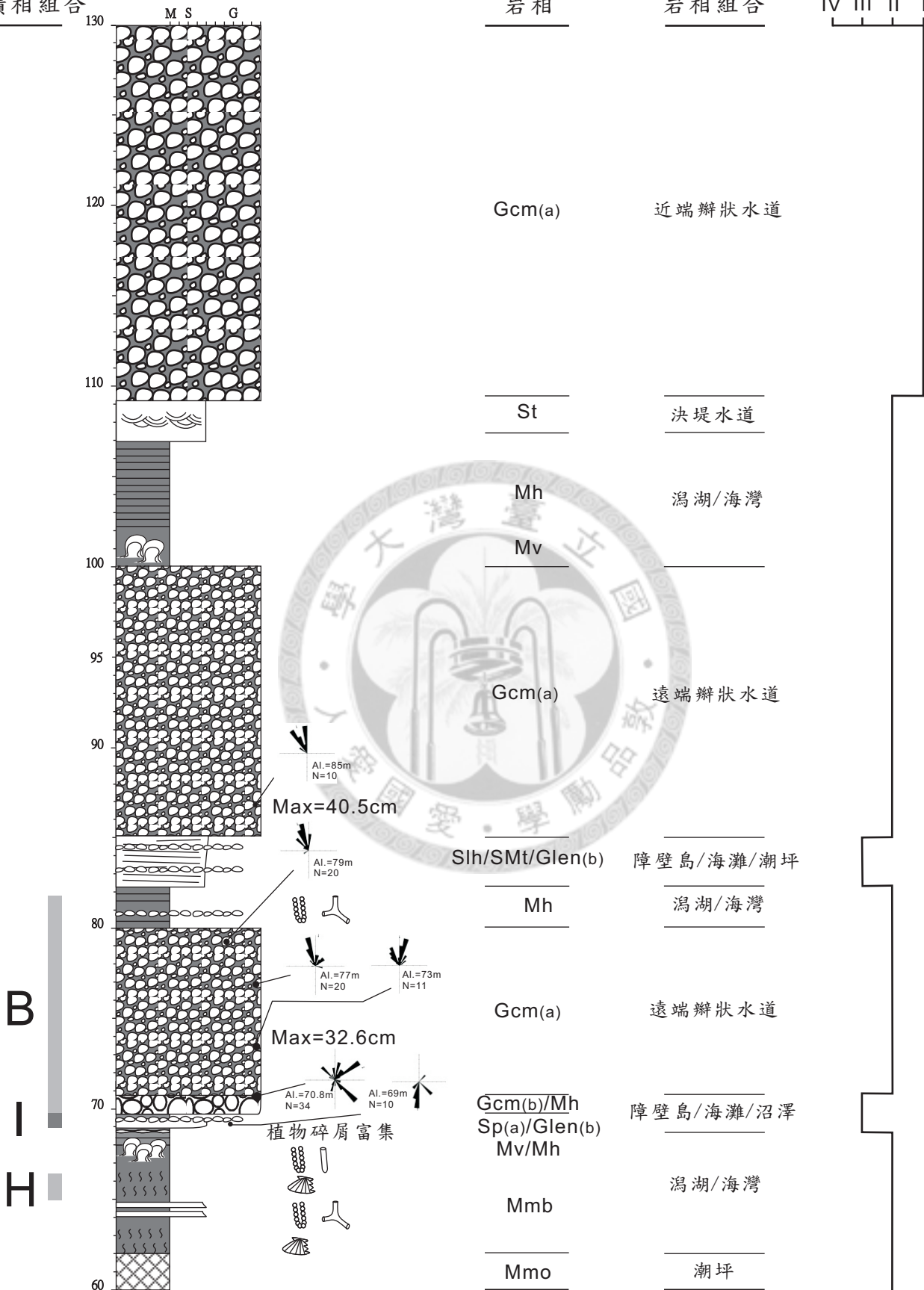
沉積環境變化

沉積相組合

岩相

岩相組合

IV III II I

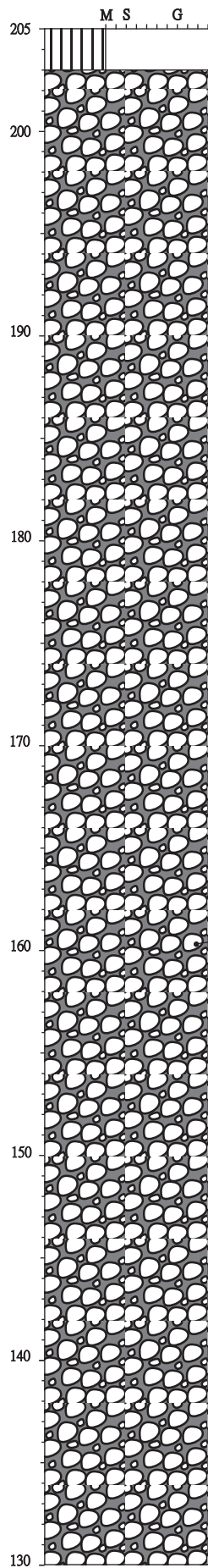


\*沉積相組合B、H及I可對應至圖二十六、圖三十二及圖三十三。



# 附錄六(續)：紅水仙溪地層柱 130~205m

沉積環境變化



岩相  
Mmr

岩相組合

IV III II I



Gcm(a)

近端瓣狀河道

Max. 10=34cm