

由地層學原理回顧與檢討臺灣的地層問題

何 春 蓀^{1,2}

節 要

我國地質界對地層學原理之講授與研究，皆起步甚晚，因之所衍生之地層問題頗多，不僅妨礙我國地層學研究之進展，且助長治學不夠嚴謹之風氣。本文將根據國際上通用之地層學原理，澈底檢討在臺灣地層學研究上以前所發生之缺失與今後改進之道。

臺灣地質界常見之地層問題有下列各項：

- (一) 未能區別地質時間單位與時間地層單位。
- (二) 引用非製圖地層單位製作地質圖。
- (三) 未按照地層命名法則所定規則，任意命名地層。
- (四) 大部已提出之岩石地層單位名詞缺少標準層準 (stratotype) 及與之有關之層準界限 (boundary stratotype)，以致後來地質人員對此一地層只有一個模糊觀念；換言之，即地層缺少明確定義，因未注意地層學中規定之命名原則與要點也。
- (五) 依據時代或化石相同，將不同地層層位或層序之地層單位命名或對比為同一岩石地層單位。
- (六) 對生物地層學 (biostratigraphy) 與生物定年學 (biochronology) 之研究混淆不清。
- (七) 應注意區域性地體構造 (tectonic setting) 與沉積環境對地層之控制，再決定如何劃分與命名岩石地層單位。

以上所列地層問題將逐項舉例說明之，以冀對臺灣地質界今後在地層學研究上之進展，有所貢獻。

概 述

「地層學」或「地層學原理」在我國地質界中是起步比較晚的一門學科，在第二次大戰結束以前，我國大學的地質系中根本沒有這一個學科。在大戰結束後以及臺灣光復以後，臺灣大學地質系要遲至民國五十二年以後的畢業生中，才正式曾讀

1. 經濟部中央地質調查所顧問
2. 民國七十九年三月二十九日逝世

過「地層學」這門學科。目前部訂大學課程中，「地層學」已被列為必修課目，其重要性已漸為地質界人士所認識。就是在地質系中開始講授「地層學」以後，也要看授課的教授是否按照地質界普遍接受和採用的「地層學原理」來授課；如果不理會國際公認的地層學原理標準和系統，專門以個人的偏見和私人觀念來講課，也是妨礙我國地層學研究進步的一個原因。

我國地層學的研究起步很晚，也有很多地質人員沒有讀過這門學科，所以對地層學不免有若干誤解。有人把「地層學」和「地史學」混為一談，可是前者以討論地層學原理為主，後者以敘述區域性地層為主，授課內容完全不同。也有人認為「地層學」和「古生物學」有密切的關係，其實除「生物地層學」和「生物定年學」以外，地層學的研究和古生物學並無重要關係。反而「地層學」和「沉積地質學」(sedimentology) 有很重要的關係，因為地層學中要討論的沉積岩、沉積構造、沉積環境、沉積間斷、岩相、地層對比等都和沉積地質的研究有關，所以最近數年內美國出版的教科書中都並列這兩種學科，書名常為「地層學和沉積地質學原理」(principles of stratigraphy and sedimentology)。

七十八年度師大地科系的李春生教授曾向國科會提出一個研究計畫，名叫「為臺灣地層問題把脈及求解」。他認為臺灣的地層有「相」的種種變化，因之一切地層問題的癥結，恐怕還是最初野外地質工作人員忽略了地層命名法則所引起，因為很多人並未遵守這些法則，於是臺灣的地層名詞給人的感覺是愈創愈多，愈多則愈亂，幾乎已到了讓人無所適從且令人排斥的地步。所以他認為目前如果不注意臺灣的地層問題，只有使該問題更加惡化而已。這個研究計畫由畢慶昌和黃敦友兩位前後任所長審查，他們都非常贊同這個研究計畫的推行。審查的意見是「臺灣地層名稱之泛濫，不僅妨礙本區地層學之進展，且助長治學不夠嚴謹之風氣。是以本計畫的執行有很高的價值。此計畫人人皆知必須儘早執行，惟以積弊已深，甚少人能見義勇為耳，所以要緊的是本計畫要認真執行。」「這二十多年來，許多研究者忘却地層問題的重要性，而造成此方面之許多問題和混亂。今後地層之劃分、地層名稱之統一，和應遵守之學術規則及其使用，是促進地球科學研究發展之基礎」。

有人不免要發疑問，既然臺灣地層名稱如此之亂，地層問題如此之多，和積弊如是之深，為什麼沒有人提出來？為什麼大家都不知道？這就是審查人員所說的「很少人能挺身而出見義勇為的提出這些問題」，主要的還是大家怕開罪於人的緣故。本文希望根據地層學原理來檢討若干臺灣早已存在的地層問題，以求引起地質界對地層問題的重視，並可以幫助臺灣地層研究的進步。在檢討地層問題的時候，主要的是對事而不對人，討論的是地層問題的本身，這點希望大家能諒解的。

要檢討地層問題，對地層的分類、定義、命名、和劃分步驟等必須有一定的規則或法則，大家遵守之，始能達到一致共同認可的結論。本文檢討臺灣的地層問題，將根據李春生教授所提出的兩種原則來進行。一是中國地質學會地層名詞統一委員會在1960年公布的「中國地層命名原則」，刊載於中國地質學會會刊第三期（民國四十九年出版）中。一是國際地質學會地層委員會在1976年出版的「國際地層指南」（International Stratigraphic Guide），由 H.D. Hedberg 主編。後者為國際地質界公認的地層分類命名準則，除極少數人外，為世界上大多數地質人士所接受，並成為有關地層研究的重要文獻。

國際通用的地層單位分類和系統

目前我國和國際上通用的地層單位劃分是依據各岩層的各種特性而定，此類特性包括岩石性質、化石、時代及礦物成分等。通用的地層單位共有三種：

- 岩石地層單位 (lithostratigraphic units) 依據岩性而定。
- 生物地層單位 (biostratigraphic units) 依據化石而定。
- 時代地層單位 (chronostratigraphic units) 依據時代而定。

表一 國際地質學會地層分類及命名表

Stratigraphic Categories 地層種類	Stratigraphic Unit-Terms 地層單位名稱	
Lithostratigraphic 岩石地層	Group 羣 Formation 層 Member 段 Bed(s)	
Biostratigraphic 生物地層	Biozones: 生物帶 Assemblage zones 團帶 Range zones 存帶 (various kinds) Acme-Zones 盛帶 Interval zones 間帶 Other kinds of biozones	地質時代單位 Geochronologic Units
Chronostratigraphic 時間地層	Eonothem 宇 Erathem 界 System 系 Series 統 Stage 階 Chronozone	Eon 元 Era 代 Period 紀 Epoch 世 Age 期 Chron
Other stratigraphic categories (mineralogic, environmental, seismic, magnetic,..... <i>et al.</i>)	-Zone (with appropriate prefix) 帶 (用適宜字首)	

表一是各種地層單位的詳細分類和其中英文名稱，大部是根據前述「中國地層命名原則」和「國際地層指南」兩種規則而訂定的。

表二是中國大陸目前採用的地層分類和名稱，可以說完全和我們及國際上所採用者一致，只不過若干中文譯名稍有不同而已。這可以證明海峽兩岸在地層的分類上看法相同，也和目前國際上通用的規範相同。

表二 中國大陸地層分類及命名表

地層學範疇	主要地層單位術語	
岩石地層學的	羣 組 段 席	
生物地層學的	生物帶 組合帶 範圍帶 (各種) 頂峰帶 間隔帶 其他各種帶	相應的地質年代單位
年代地層學的	宇 界 系 統 階 時間帶	宙 代 紀 世 期 時
其他地層學範疇 (礦物學的, 環境的, 地震的, 地磁的等)	帶 (前加上相當的詞頭)	

※ 如有增加級別的必要，可在單位術語前加超或亞字，但注意避免使術語過於複雜。

時間地層單位和地質時代單位的分別

第一個要討論的地質問題是在臺灣地質界中不時發生的錯誤，這就是把地層單位 (rock unit) 和時間單位 (time unit) 混淆不分，在表一中上述兩單位分別名之為「時間地層單位」和「地質時代單位」。這兩個單位的前面一名詞或地名皆相同，但是後面的單位名稱就不相同。例如「石炭紀」或「中新世」是時間單位；「石炭系」或「中新統」就是地層單位，指的是石炭紀或中新世時所造成的地層。可是在臺灣的地質文獻中，時常看到有人用「石炭系地層」或「中新統地層」的名稱，這就不符合地層命名的規則，要改為「石炭紀地層」或「中新世地層」方能合理。再者地質時間只能分為早中晚，不能分為上中下。所以不能用「中新世下部」、「中新世中部」、及「中新世上部」，要改為「中新世早期」(early Miocene)

、「中新世中期」(middle Miocene)、及「中新世後期」(late Miocene)，始能符合地層的規則。不過「中新統上部」、「中新統中部」及「中新統下部」等名詞是可以用的，因為地層可以分為上中下也。

地質圖上所用的製圖地層單位

除了極大區域的地質圖如世界地質圖或亞洲地質圖等所用的地質單位是「地質時代單位」以外，其他主要的地質圖所用的製圖單位(cartographic unit or mappable unit)都是岩石地層單位，其最基本的單位名稱是「羣」、「層」、和「段」，其中又以「層」為最主要的製圖單位，這是大家都知道的事情。可是在臺灣已出版的地質圖中，常有用其他地層單位排在地質圖的圖例中，當作製圖單位，這是明顯的錯誤。有人把屬於時間地層單位的「廬山階」等當作製圖單位而列入地質圖的圖例中，這當然是不合理的。又有人把「相」也當作一個地層單位，而在其前面加上一個地理名詞，當做製圖地層單位使用，這也是不對的。「相」是一個沉積學研究上的地質名詞，主要代表不同的沉積環境，如「河相」、「湖相」、「三角洲相」等，也可以代表不同的岩性，如「砂岩相」、「頁岩相」等。但是「相」不是一個地層名詞，不能在它前面加上一個地理名詞當做地層單位使用，例如「香山相」、「火炎山相」等都不是地層單位名詞，也不能當做製圖單位而放在地質圖的圖例中，應當名之為巔崙山層的「砂頁岩相」和「礫岩相」。

如何命名岩石地層單位

在「中國地層命名原則」中規定，命名一「層」之岩石地層單位時應遵守下列規則：

- (一)「層」之定名須包含兩部，即所謂雙銜命名制(binomial nomenclature)。前者為一地名，後者為一岩石名稱或一「層」字，「錦水頁岩」、「峨眉山玄武岩」、「桂竹林層」等。
- (二)如以「層」為岩石單位之後一名詞時，必須該一單位之主要岩性不能由一種岩石名稱代表，或其剖面中包含一種以上之主要岩石種類，或其岩層間兩側有岩性之逐次變化，致不能由一確定岩石名稱代表之。
- (三)化石、岩石特性(色澤、組織等)或其他非地名詞語，不能應用於岩石地層單位「層」之命名，以代替其地名。如「白砂岩層」、「*Operculina* 砂岩」、「南莊含煤層」、「上部海棲化石層」等岩石地層名詞，均不符合地層命名

原則。

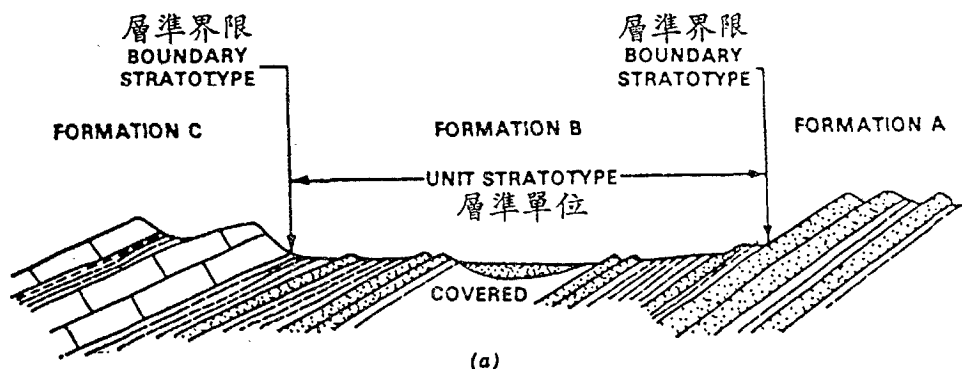
雖然地層命名原則早已由中國地質學會加以規定和公布，但是綜觀以往臺灣地質報告中，很多人並未遵守這個規則。其中不合規定者有用英文字母命名地層，如「E層」、「M層」、「EO層」等；有把岩石地層單位按上中下命名，如「上部系(U unit)」、「中部系(M unit)」、「下部系(L unit)」等。也有在同一地層名詞內連用兩個地名詞語，如「南港湊合層」、「公館大寮層」等，這些都是不符合地層命名原則的。

岩石地層單位命名時應注意的要點

在中國地質學會公布的「地層命名原則」中，規定在創立一個新岩石地層單位時，須在報告中儘可能要詳述下列各點，這些要點大致和其他各國以及國際地質學會規定的要點相同。

- (一)命名經過及理由。
- (二)標準地點及標準剖面(最好附圖)，即層準(stratotype)。
- (三)明顯岩性特徵及岩性敘述(水平與垂直之分布與變化)。
- (四)上下界限及厚度。
- (五)地形表現。
- (六)主要礦物。
- (七)化石及其位置。
- (八)時代。
- (九)發生史或沉積環境。
- (十)地層關係或對比。
- (十一)其他有關現象。

在創立了一個新的岩石地層單位時，最重要的事項就是說明這個地層單位的層準(stratotype)。層準可以分為兩種(圖一)：一名層準單位(unit stratotype)，這就是一個地層的標準剖面(type section)，其他工作人員可以按照這個標準剖面來認識這個地層單位，應用這個單位、和對比這個單位，同時可以知道這一個地層單位的主要岩性和其他特性。另一名層準界限(boundary stratotype)，指出一個地層單位的上下界限，可用以準確地和上下的地層區分開來，並且確定這個地層的層位(stratigraphic position)。有了確切的層準單位和界限單位，就可以把有關的地層單位加以確立(well-established)，大家對這個單位也有所遵循。



圖一 層準 (stratotype) 及層準單位 (unit stratotype) 與層準界限 (boundary stratotype)

不幸的是很多在臺灣所提出來的岩石地層單位，很少能符合這個規則，尤其不能明確指出所研究單位中的層準單位和層準界限，所以地層的意義常模糊不清，這包括作者自己所提出來的若干地層單位在內。追究其原因是因為臺灣地層中岩相的垂直和水平變化皆非常劇烈，岩層多半漸移互變，缺少明顯的界限。同時岩石所受風化強，多受樹木土壤的覆蓋，要求得到完整的剖面不容易達成。因之很多早已通用很廣的岩石地層單位迄今尚無完善的層準可供參考，這尤其在變質岩地區更為困難。變質岩地層受到的變質作用強，岩性多半很單調、構造又非常複雜，因之要準確的定出變質岩所成地層單位的層準是非常困難的事情。目前在常用的岩石地層單位中缺少明確層準的例子可以舉出作者所定的「廬山層」和「畢祿山層」，鄧屬予改訂的「蕃薯寮層」和「八里灣層」、以及大南澳變質岩系中的多數地層名稱等，其他同樣的例子不勝枚舉。

如何對比地層單位

地層對比是地層研究中一個最重要的問題，但是在臺灣地質界中也是最為人不了解而引起最多爭執的課題。根據1983年美國地質學會公布的地層對比規則，共分三項：

岩石地層對比——根據岩性 (lithology) 和地層層位 (stratigraphic position) 相同。

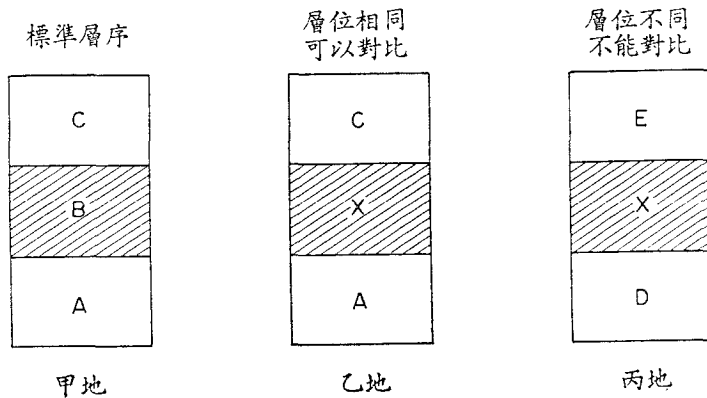
化石地層對比——根據化石內容和生物地層層位相同。

時代地層對比——根據時代和時代地層層位相同。

在上述三項地層對比中，以岩石地層單位的對比最為重要，其對比的主要依據是地層的岩性和地層層位彼此相同。但是以前很多的地質人員却根據化石時代的相

同來對比或命名岩石地層單位，這樣就當然衍生了不少地層誤解和地層問題，因為化石和時代是另外兩個地層單位中所用以對比地層的依據，並不能用來對比岩石地層單位。作者在上次地層研討會中，曾舉出臺北縣北橫公路上大漢溪流域巴稜一帶和南投縣鄉親寮大坑背斜兩個例子來說明有人引用化石和時代的關係來命名或對比岩石地層單位所造成的地層問題，在這裏不再複述了。

在岩石地層單位的對比方法中，以岩性和地層層位的相同最為重要。可是地層學原理中告訴我們僅是兩地岩性的相同並不能保證兩地岩石地層單位的對比就可以建立起來，因為兩地岩層的相同，很可能是因為岩相 (facies) 或是沉積環境的相同所造成，並不能證明其地層必定相當。最可靠的岩石地層單位對比的方法是兩地的地層層序和地層層位完全相當，這要用一系列明顯的地層單位能在兩地完全配合起來，始能確定這兩地的岩石地層可以相比。我們要知道地層研究的目標是地層對比 (stratigraphic correlation)，並非岩石對比 (lithologic correlation)。兩地的岩石能對比相當，固然是岩石單位對比的先決條件，但這並不能保證兩地的地層一定可以相當；一定要兩地的地層層序和地層層位也彼此相當，始能確立這兩地地層的對比關係。很多在臺灣工作的地質人員並不知道地層層位在岩石地層單位對比中的重要性，所以都不加注意，因之而造成不少地層對比上的爭執問題。

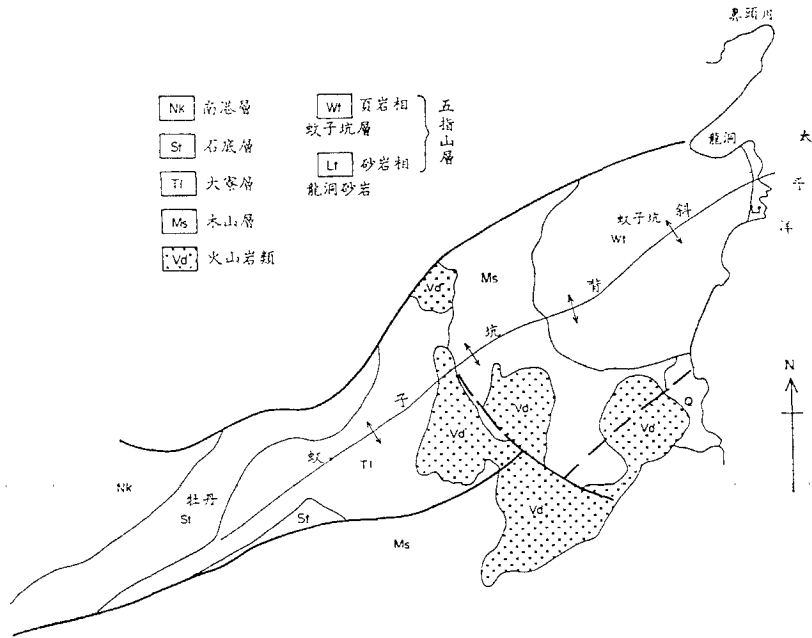


圖二 地層層序及地層位置與地層對比的關係

圖二是說明地層層序和層位在岩石地層對比上的重要性。甲地的標準地層層序由下至上為A層、B層、及C層。其中B層的地層層位是在A層之上及C層之下。在乙地和丙地皆出現X層，它的岩性和時代完全和B層相同，但是只有乙地的X層可以和標準層序的B層對比，因為其地層層位相當。丙地的X層位於D層之上及E層之下，地層層位不同，所以不能和B層對比。

在下面我們再舉一個實際例子來說明地層層位在岩石地層單位對比上的重要性

和決定性。臺灣北部濱海公路鼻頭和澳底之間有風景勝地名叫龍洞，是旅遊和地層考察必到之地。龍洞在海邊，由厚65公尺之白色粗砂岩組成。其上有厚約 1,100 公尺的黑色頁岩及硬頁岩，局部夾有砂岩。這砂岩與頁岩所組成的兩個地層在中央地質調查所出版的五萬分之一「雙溪」地質幅中（黃鑑水、劉桓吉，1984及1988）和中國石油公司出版的十萬分之一西部山地地質圖中（1980）各不相同。



圖三 臺北縣牡丹至龍洞海邊間，蚊子坑背斜構造之地質略圖（根據黃鑑水、劉桓志，1984）。

前者（圖三）將之定名為相當於西部麓山帶中的蚊子坑層和其下的龍洞砂岩；後者將之定名為相當於板岩帶（slate series）中的大桶山層、粗窩砂岩、乾溝層及四稜砂岩。蚊子坑層為五指山層的頁岩相；龍洞砂岩則相當其砂岩相。因之在龍洞一帶的地層就有兩種不同的意見：一是五指山層；一是乾溝層及四稜砂岩等。兩者岩性大致相若，時代也都是漸新世。但是我們前面已經說過岩性相同並不能保證可以建立地層的對比，一定要地層層位相當始能作為對比的定論。所以這裏要解決兩種地層名稱爭執的最有效辦法是由地層層位來決定之。龍洞砂岩位於海崖下，厚約65公尺，下伏地層未能出露。但是其上蚊子坑層頁岩單位的上覆地層則兩張地質圖上皆顯示是木山層，更上兩圖皆是大寮層及石底層（見圖三）。原來這一地區的主要地質構造是一個走向東北東地層由西向東由新變老的蚊子坑背斜（圖三），位於以產煤聞名的石底向斜的東南，背斜兩翼都為縱向斷層所截斷。現在我們就地層層位上來檢討，位於石底層、大寮層、木山層一系列地層層序以下的應該是什麼地層

？瞭解臺灣地層的人一定可以回答是五指山層。同時因時本區位於西部麓山帶地質區，在地層層序上和層位上不能出現位於板岩帶地質區中的乾溝層和四稜砂岩諸地層，因之這個爭議中的地層問題，可以用地層層位的確定來解決之。

生物地層學和生物定年學的分別

作者過去在閱讀或審閱臺灣的地質論著時，常發現很多地質人員對生物地層學（biostratigraphy）和生物定年學（biochronology）兩種研究混淆不清，而且多以後者的研究認為屬於前者。作者常常看到有人寫的標題為生物地層學，但是文中所討論的是某地層中含有那幾種化石，相當 NN16 或是 NN10 等，所以這地層的時代是上新世或中新世等。這種由化石研究來決定地層時代的學科應該是生物定年學，並非生物地層學。

生物地層學是利用地層剖面中化石出現及消失的地層層位來劃分不同的生物地層單位，在劃分時並不考慮這些化石的地質時代意義。生物定年學則利用生物化石在演進過程中所出現的時間歷程來決定其所具有的地質時間意義，進而決定含有這類化石的地層的地質時代。生物定年學為國際地層對比最主要的工具。生物地層單位有時具有時間意義，有時並未具有時間意義。其對比主要依據生物的種屬是否相同，和其生物地層層位是否相當，但並不考慮所採用化石的地質時代意義為何，希望大家要明瞭這兩者的分別。

地層單位的研究和構造背景及沈積環境的關係

很多岩石地層單位的分層、命名、定義與說明等都和其所在地區的構造背景和沉積環境有關，這兩種地質因素可以影響地層研究的成果，今試以海岸山脈的地層研究為例來討論之。

臺灣東部位於兩板塊的聚合邊緣，大家都已經知道。其海岸山脈的地層系統多數工作人員皆採用徐鐵良（1956）和畢慶昌（1969）的意見，分為五個主要地層單位。在板塊構造研究上，海岸山脈屬於弧溝系統（arc-trench system）的構造模式，係西側的亞洲大陸邊緣和東側的呂宋島弧相碰撞所造成的弧溝系統。美國地質學者都認為這種地質構造模式的架構與美國西海岸加州的 Coast Range 相似。所以民國七十七年在美國 Princeton 大學舉行臺灣東部地質研討會時，特別安排中國地質人員在會前去舊金山海灣區考察 Coast Range 地質三日。考察完畢後，我們可以發現加州 Coast Range 的地質的確可以和臺灣海岸山脈的地質相比較，兩者間

的關係可見表三。

表三 美國西部海岸山脈與臺灣東部海岸山脈之構造單位與地層單位對比表

	海溝 (隱沒雜岩) Trench (Subduction Complex)	弧溝間隙 (弧前盆地) Arc-trench Gap (Forearc Basin)	火山/岩漿弧 Volcanoplutonic Arc
Coast Ranges U.S.A.	Franciscan Assemblage	Great Valley Sequence	Klamath-Sierran Arc Complex
Coastal Range Taiwan 臺灣海岸山脈	Lichi Formation 利吉層	Takangkou Formation 大港口層	Chimei and Tuluan- shan Arc Complex 奇美火成雜岩 都巒山層

在中美兩地的弧溝系統三個主要地層單位中，在臺灣的地層上引起爭議的是「大港口層」，是和加州「Great Valley Sequence」可以相比的地層，兩者皆代表弧溝間隙或弧前盆地中沉積的地層，在構造演變上皆具有重要的意義，可以代表火山岩漿弧和隱沒帶間盆地內所有沉積地層的總稱。大港口層原是徐鐵良（1956）提出來的地層名，是一套巨厚的含有火山岩質的碎屑岩系。最早徐氏將這岩系分為兩個岩層組合，在下部的是礫岩—頁岩—砂岩組合，名大港口層；在上部的是頁岩—砂岩組合，名奇美層。以後畢慶昌（1969）認為這兩個地層的岩相大致相似，其區分只能反映局部地區中同一沉積岩體的岩相變化而已，兩者的構造背景（tectonic setting）相同，而且兩地層間也缺少清楚的界線，所以他認為在區域地質研究上不如把這兩個地層合併為一地層，稱之為大港口層。目前大港口層早已為大家接受，作為在構造上有特殊意義的弧前盆地中所有沉積岩層的總稱，相當美國加州的 Great Valley Sequence。

十餘年以後，鄧屬予（鄧屬予、王源，1981）主張把由兩個地層合而為一的大港口層重新再由一個地層分為兩個地層，他主張廢除大港口層，將之分為下部的蕃薯寮層和上部的八里灣層。他最初所根據的理由是蕃薯寮層係富含生物化石和火山碎屑的濁流岩層，可以之和八里灣層區別。可是以後不斷的詳細地質研究，發現火山碎屑的多少並不能作為這兩個地層在岩性上區分的指標或依據，所以最近鄧屬予自己宣稱不再用火山岩屑的多寡來分別蕃薯寮層和八里灣層兩個岩石地層單位。雖然原來的岩性區分已被淘汰，但是他仍舊堅持要維持這兩個地層名稱，這個意見是否合宜，就是本文要討論的一個地層問題。鄧氏把大港口層的一分為二，曾經得到很多臺大師生的共鳴，但是也有不少中外學者持不同的看法或相反的意見，下面就是這個地層問題的檢討。

(-)就岩石地層單位的定義而言，蕃薯寮層和八里灣層實在難以在岩性上作明顯

的區分，而能將之分為兩個明顯不同的岩石單位，這是美國學者不贊成劃分這兩個地層的基本理由，也是徐鐵良劃分奇美層和大港口層時所遭遇到的同樣困難問題。最近對海岸山脈地質研究得最詳細資料最充實的是陳文山（1988）的博士論文，他在文中「沉積環境與岩相分析」一章中並未能明確分別出蕃薯寮層和八里灣層在岩相上不同的地方，只能把兩個地層合而為一討論其岩相，名之為「火山島弧上覆地層岩相分析」，這豈非就是等於「大港口層岩相分析」嗎？在岩相上陳文山無法把這兩個地層分開，只能合併在一起討論，共分為五個岩相：礫岩相、砂岩相、砂岩頁岩互層相、泥岩相、和崩移層岩相。其中崩移層岩相並不重要，礫岩相可以單獨分出來，餘下來的三個岩相皆是組成蕃薯寮層和八里灣層的共同岩相，就是砂岩、頁岩、和砂岩及頁岩，這樣不是說明蕃薯寮層和八里灣層的岩相大致相同，很難區分嗎？這和徐鐵良的難以劃分奇美層和大港口層岩相的情形相同。不論是大港口層和奇美層；或是蕃薯寮層和八里灣層，這兩組岩層的岩相都十分相似，因之這兩組地層的地層界線在徐及鄧兩氏的報告中也都無法確立，也感到同樣的困難。由此看來，徐鐵良把大港口層的二者合為一是由於岩相難分界線難定的地層問題；鄧屬予的將大港口層由一個再分為二個，仍舊未能解決這基本的岩石地層難分問題，可謂「換湯不換藥」，不過更換兩個地層名稱而已。

(二)自從鄧屬予取消以火山岩屑的多少來區分蕃薯寮層和八里灣層以後，這兩個地層的岩性差別究在何處，仍無詳細說明，因為直到現在，這兩個地層的層準 (stratotype) 和標準剖面仍未建立，這在鄧屬予的最近一文 (1988) 中說得很明白，文中說道：「The stratotype of each unit remains to be established」。標準剖面既未能建立，要來建立這兩個地層間的層準界限 (boundary stratotype) 也就更談不上了。根據本文前面所說層準剖面 and 層準界限是建立岩石地層單位最基本而重要的項目，現在蕃薯寮層和八里灣層都未能具備之，當然很難使大家來接受這兩個地層單位了。

(三)再就蕃薯寮層和八里灣層的地層名稱而論，也頗值得商榷。最早命名這兩個地層單位的是張麗旭 (1969)，他雖然用岩石地層單位的名稱，但並不根據岩性來區分這兩個地層，却用化石和時代來區分這兩個單位，所以這不屬於岩石地層單位。可是這也不屬於生物地層單位，因為生物地層單位要根據其劃分所用化石帶的生物生存期限所包含的地層來劃分，顯然張氏文中並沒有如此的劃分。因之張氏所分的蕃薯寮層和八里灣層根本不符合中國和國際地層命名任何地層單位的規定，應當列入廢棄的地層名稱中。可是鄧屬予却採

用之作爲其岩石單位的名稱，一切地層問題也就從此而生。因爲張鄧兩氏雖然採用相同的兩個地層名稱，但是對這兩個地層的定義、性質、內容、和分層依據却全不相同，根本扯不上任何地層上的關係，因爲一是根據化石而分，一是根據岩性而分。現在我們要問的是在標準地點「蕃薯寮」所見的岩層剖面是張氏依據化石而定的。這個以化石爲主的剖面是否可以完全相當鄧氏依據岩性所定的標準剖面，恐怕兩者很難配合。事實上陳文山（1988）文中（P. 154-155）已有明確的說明，他說：「蕃薯寮層在標準地點應以石英質雜砂岩爲主，並非鄧屬予原所認以凝灰質或石灰質砂岩爲主。該地蕃薯寮層受崩移作用而產生褶皺現象，與八里灣層又以斷層接觸而使蕃薯寮層部分缺失」。這可以說明張氏以化石爲主的蕃薯寮地層剖面並不能配合鄧氏以岩性爲主的蕃薯寮地層剖面，所以鄧氏根本不應採用蕃薯寮的地名作爲其地層的地理名稱。再者標準地點剖面中的岩層如有缺失，而且又以斷層和相鄰地層接觸，則這個地層的完整剖面不易確定，其和上下地層關係也不明，就地層學原理而言，根本不宜採用這個地名做爲一個岩石地層單位的標準地點和剖面。因之由陳文山(1988)的研究，已發現蕃薯寮層具有這些缺點，所以陳氏文中（P. 155）主張採用馬達吉達溪的標準剖面來取代蕃薯寮的地層剖面。

(四)再就八里灣層而言，陳文山（1988，P. 162）指出這是一個尚未建立標準岩石地層剖面的地層單位，所以地層本身並不符合中國地層命名的原則。但是鄧屬予（1988）和陳文山（1988）都把八里灣層分爲三個段（member）。分由礫岩（北段）、砂岩（北中段）及頁岩（南中段）三個岩相組成。普通一個地層分段時多分爲上中下三段，可是八里灣層的三個岩段却無上下之別，而是平行互相變異的，稱之爲岩相變異，這是很不常見的事。這三個不同岩相的岩段，既然岩性不同，又彼此相距很遠（分位於泰源、富田、水璉三地），按理可以根據其岩性的相異，分爲三個不同的岩石地層單位，爲何要勉強把三個岩性不同的地層納入同一岩石地層單位（八里灣層）之中，似乎很難想像，也不符合岩石地層單位劃分和命名的原理。在這次地層研討會中，李春生的論文中，似乎也對這個地層劃分問題提出同樣的質詢，這恐怕是未能建立八里灣層標準岩層剖面的後果。

上面所討論的，我們可以知道徐鐵良和鄧屬予在海岸山脈都遭遇同樣的地層問題，主要原因是海岸山脈具有特殊的構造和沉積背景，並不是把大港口層劃分成兩個地層單位就可以解決其地層的問題，因爲這種分法在地層單位劃分原則上並不適合，而且有很多困難。我們知道大港口層和美國 Coast Range 的 Great Valley

Sequence 相當，都代表弧溝之間弧前盆地中沉積的全部岩層，兩者皆有其特殊構造地質或板塊構造研究上的意義。所以作者認為大港口層的地層名詞應該加以保留，但是可以將其地層等級升高為「羣」或「sequence」。美國的 Great Valley Sequence 在不同地區依據岩性的特點和變異，又再分成約二十餘個不同的地層單位，供製作地質圖之用。同樣情形大港口層在大比例尺的地質圖中，也可以根據各地岩性的變異和分布分為若干不同的小單位，如前述的八里灣層至少可以分為水璉礫岩、富田泥岩、泰源砂頁岩互層等單獨的地層單位，其他地區的分層可以依此類推，但是決非把大港口層分為兩個岩性雜亂而又缺少界限又分不清楚的地層單位，就算解決了海岸山脈的主要地層問題。

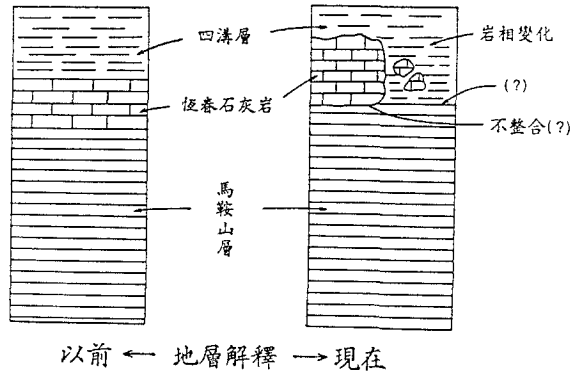
海岸山脈中的大港口層在地層上為什麼這樣不容易劃分，這和這個地層的地體構造背景和沉積環境有關。在板塊構造上，大港口層是兩個板塊聚合邊緣(convergent boundary)間的弧前盆地或碰撞盆地中的沉積地層，所受的構造變動甚強。在沉積環境上，大港口層是由很多深海沖積扇疊覆堆積而成(陳文山, 1988)。沖積扇中的岩相變化既多而亂，本來就非常複雜，又因疊覆而增加其複雜性。美國 Princeton 大學的研究結果(董貝琪等, 1988)，曾把海岸山脈的岩相分為十一種岩相組合，每一種組合又再分為三、四個不同岩相，由此可見其岩相變化之多了。以這種複雜的岩相組合和變化，再加上碰撞盆地中應力的擠壓，更要使這個複雜多變的岩相所成的岩層缺少固定的岩性繩準和規律，也造成地層劃分如此的困難了。由此可知地層的研究常和構造背景以及沉積環境發生密切的關係。

生物礁地層的討論

臺灣由生物礁(organic reef)所組成的地層很多，本文要討論的是恒春半島的第四紀生物礁或珊瑚礁。該地的第四紀地層以前皆依據石崎和彥(1942)所定的系統，自下而上分為馬鞍山層(上新一更新世)、恒春石灰岩(更新世)、及四溝層(更新世)(圖四)。恒春石灰岩屬生物礁，但是馬鞍山層及四溝層的岩性大致相同，皆以海相泥岩為主，夾有細粒砂岩、粉砂岩和頁岩。這兩個地層單位雖然岩性相同，但是地層層位不同，一個位於恒春石灰岩之上，一個位於恒春石灰岩之下，所以仍舊可以定為兩個地層單位。

但是最主要的是恒春石灰岩必須是一個延續普遍的地層單位，到處均有其分布而成為馬鞍山層與四溝層劃分的依據。

最近的化石地層研究，都主張恒春石灰岩和四溝層是同時異相的兩個地層單位(陳華致, 1987; 方中權, 1989)，並沒有一定上下層位的關係(圖四)。可是大

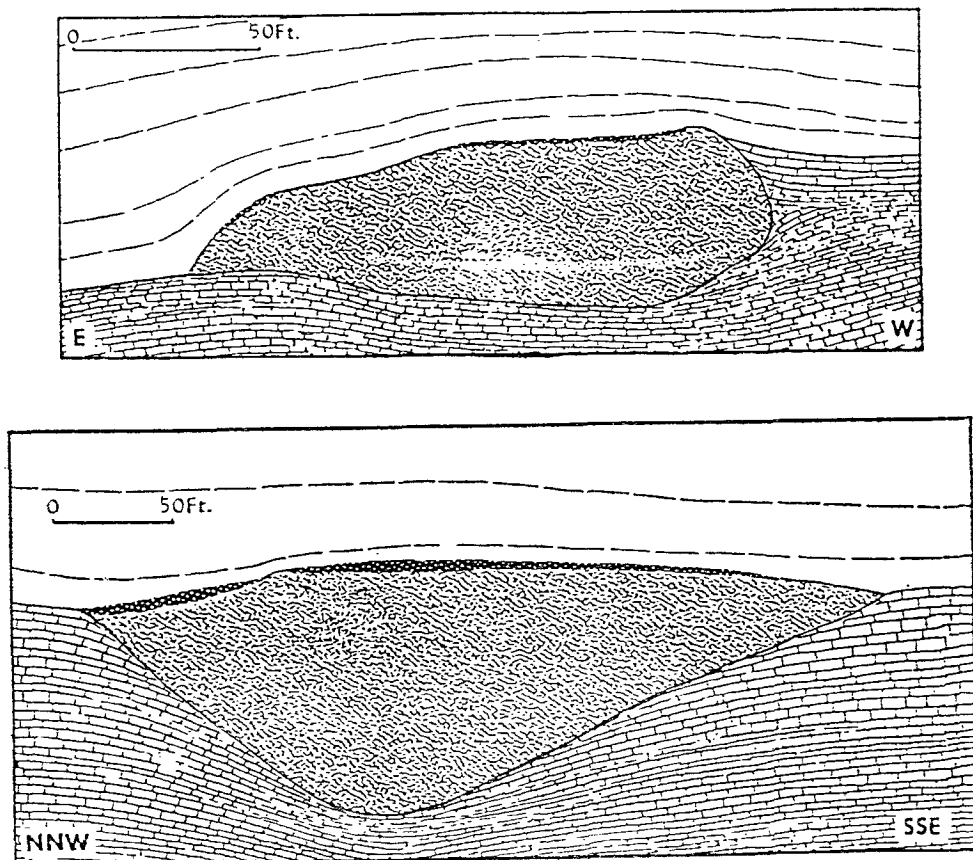


圖四 恒春半島第四紀地層剖面之解釋圖

部分的地質人士都主張恒春石灰岩和其下馬鞍山層是不整合的關係。如此一來，四溝層也必要不整合在馬鞍山層之上了。可是這兩個地層岩相完全相同，應該是連續的沉積，也並未在其間找到不整合的接觸關係，這又如何來解答這個地層問題呢？

我們要討論的是恒春石灰岩和馬鞍山層之間的不整合到底是由地殼變動造成的，還是屬於非應力變形 (non-diatrophic) 所造成的構造現象。後者所成的構造現象很多，和本文討論有關的是由於分異壓縮作用 (differential compaction) 所造成的非應力變形構造現象。當沉積物受壓縮 (loading) 變成沉積岩時，其顆粒間的水分被排除，孔隙減小，密度增加而厚度則減小。在同樣條件之下，厚度的減縮程度和沉積物的礦物成分及岩理有關，這就叫做岩層的柔性變異度 (ductility contrast)。在不同的岩石之間，其壓縮變形的百分比可以自 0 到百分之七十。因為有了這種岩石對壓縮力不同的變異度，原來岩性不同的沉積物在經壓縮後，就發生不同的反應，造成各地厚度的變化，因而產生了非應力變形的構造現象。在這裏我們要討論的是石灰岩礁和泥岩兩者抵抗壓縮能力和柔性變異度不同。在受壓以後，細粒、軟弱而壓縮度大的泥岩一定和其上堅強、壓縮度小的石灰岩礁發生分異壓縮變化，所以由泥岩構成的馬鞍山層和其上由石灰岩礁構成的恒春石灰岩就有不同的收縮度 (shrinkage)，這種情形就自然在這兩地層間發生了一個由不同壓縮作用所造成的不整合，但是這個構造現象却和地殼變動無關。圖五就是這種現象的一張示意圖。

如果我們接受上述地層構造的解說，那麼恒春半島第四紀地質史的演變大致可以說是最初在上新世晚期和更新世早期時，有海相馬鞍山層泥岩系的沉積。到了更新世中期或晚中期，在海域中有成礁的環境出現，於是在有利的環境地點中，有生物礁的成長，乃有恒春石灰岩的沉積，但是在沒有成礁環境的海域內，馬鞍山層的泥岩系繼續向上沉積，這就是四溝層，與恒春石灰岩是同時異相的沉積，其沉積有



圖五 和生物礁生長有關中發生之分異壓縮作用 (differential compaction) 示意圖

時也局部覆蓋在恒春石灰岩之上。因之馬鞍山層和四溝層應該是同一泥岩系的連續沉積，屬同一岩石地層單位，用馬鞍山層一個地層名詞就可以了，其地質時代由上新世晚期到更新世。至於所謂恒春石灰岩和馬鞍山層間的「不整合」，不過是不同抗壓強度岩層間的分異壓縮作用所造成的變化而已。

參 考 文 獻

- 方中權 (1989) 恒春半島腕足類 2. 馬鞍山泥岩及四溝層之腕足類。經濟部中央地質調查所彙刊，第五號，第101~111頁。
- 石崎和彥 (1942) 西恒春臺地附近之地質學觀察。臺灣地學記事，第十三卷。
- 徐鐵良 (1956) 臺灣東部海岸山脈地質。臺灣省地質調查所彙刊，第八號，第15~41頁。
- 畢慶昌 (1969) 俯衝運動在臺灣地體構成中的作用。臺灣省地質調查所彙刊，第二十號，第1~4頁。
- 陳文山 (1988) 臺灣海岸山脈沉積盆地之演化及其在地體構造上之意義。臺灣大學地質研究所博士論文。

- 陳華玟 (1987) 臺灣南部恒春半島晚更新世四溝層軟體動物化石古生態學研究。臺灣大學地質研究所碩士論文。
- 黃鑑水、劉桓吉 (1988) 五萬分之一「雙溪」圖幅說明書，第五號。經濟部中央地質調查所出版。
- 董貝琪、藍尼爾 (1988) 東部海岸山脈上新—更新世碰撞盆地之岩相分析與盆地建造。臺灣大學地質學系研究報告，第二十六號，第57~132頁。
- 鄧屬予、王源 (1981) 海岸山脈的島弧體系。中國地質學會會刊，第二十四號，第 99~112頁。
- 鄧屬予、陳文山、王源、宋聖榮、羅煥記 (1988) 海岸山脈地層體系全觀。臺灣大學地質學系研究報告，第二十六期，第19~35頁。

