

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 台灣西部第三系之層序地層學研究（一）

### Sequence Stratigraphic Analysis of the Tertiary Strata in Western Taiwan (1)

計畫編號: NSC 88-2116-M-002-004

執行期限: 87年 8月 1日至88年 7月 31日

計畫主持人: 鄧屬予

執行機構及單位名稱: 國立台灣大學地質系

#### 一、中文摘要:

第三系廣布於台灣西部的雪山山脈、西部麓山帶、海岸平原和台灣海峽的地下，是濱海 - 淺海大陸棚的堆積層。

根據三條露頭剖面與三口鑽井的資料，漸新統至下中新統的岩相，呈現明顯地由東向西變深與增厚的變化。中上中新統的岩相，在整個研究區域並沒有顯著的差異；不過在台灣中部，上中新統具有顯著的沈積間斷。在露頭剖面中，漸新統 - 中新統的層序變化顯示有18次的相對海水面升降；而在鑽井記錄中，中新統的層序變化顯示有12次的相對海水面升降。

在整個研究區域中，藉由超微化石與有孔蟲生物地層所構成的時間地層架構，這些層序在剖面間可以一一對比，此一初步結果顯示，這些層序應可以作為細部地層劃分與對比的依據，值得並需要更多研究剖面的檢驗，以檢討並擴大其應用的範圍。

**關鍵詞:** 台灣西部、第三系、層序地層、岩相變化、地層對比

#### Abstract

In western Taiwan, Tertiary strata are widely outcropped in the Hsueshan Range and Western Foothills, and distributed in the subsurface geology of the Coastal Plain and Taiwan Strait. They were deposited in a coastal to shallow shelf environment.

Based on 3 outcrop sections and 3 electric well logs, the facies of the Oligocene and lower Miocene deepen and thicken westwards significantly. Those of the middle-upper Miocene are generally the same throughout the studied area. However, there is distinct upper Miocene unconformity in central Taiwan. In the outcrop sections, the Oligocene-lower Miocene depositional sequences display 18 transgression-regression cycles. In the well logs, the Miocene depositional sequences display 12 T-R cycles.

Under the chronostratigraphic framework delineated by available nannofossil/foramifer biostratigraphic data, these sequences are well correlated and appear to be consistent between sections. The preliminary results suggest these sequences could serve as detailed stratigraphic divisions and correlation among these Tertiary strata. It is worthy of further examination from more

stratigraphic sections in different area to evaluate the validity and practicability of this sequence stratigraphic template.

**Key words:** Western Taiwan, Tertiary, Sequence Stratigraphy, Facies Change, Stratigraphic Correlation

#### 二、緣由與目的:

第三系廣泛出露在台灣西部的雪山山脈與西部麓山帶，並向西延伸隱伏在海岸平原與台灣海峽的地下地質之中，含有重要的油氣與煤礦儲藏。由於這些岩層中，沈積相從西北向東南顯著地變深，岩性層序的特徵與化石的分布，也隨之迅速改變，不僅造成岩性地層系統因地而異，區域間的對比也限於“多對一”、大尺度的對比。此外，現有詳細的地層與沈積學研究多局限於部份區域，或部份的地層，缺乏通盤、詳盡的岩相與層序資料，以進行全面、整合性的探討。

有鑑於此，為了全面探討台灣西部第三系的層序變化與地層對比，計畫以研究區域東側，西部麓山帶的露頭剖面，配合研究區域西側，海岸平原與海域的地下地質鑽井資料，進行詳盡的岩相與層序分析，並組合成橫跨台灣海峽、西部平原及西部麓山帶的地層截面，建立東西方向的層序地層架構，作為細部地層劃分與對比的基礎，進而展現其堆積過程與相對海水面變化，探討沈積物供應源、盆地外形及全球海水面變化等因素的相對關係及影響。在合計二年的研究期間，本第一年度之中，將利用基隆、三峽與國姓等三條露頭剖面，以及中油公司桃園、新竹與北港地區等三口鑽井記錄，在北部與中部，分別建立三條東西向的地質截面，以建立初步的層序地層架構。

#### 三、結果與討論:

在北部海岸，利用外武崙、八斗子與鼻頭角等三個地層斷塊的海岸露頭，可以建立一地質剖面。在三峽地區，利用成福與湊合等二地層斷塊的河谷露頭，可以建立一地層剖面。在國姓地區，利用北港溪、水長流溪、水流東溪與烏溪河谷露頭，可以建立另一地層剖面。在北部海岸與三峽剖面，第三系分為漸新統五指山層，下中新統木山層、大寮層與石底層，以及中上中新統南港層、南莊層與桂竹林層。在國姓剖面，第三系

分為始新統白冷層，漸新統水長流層，下中新統大坑層與石門層，以及中上中新統猴洞坑層、福隆園層與桂竹林層。

依據岩相特徵 (Yu *et al.*, 1999; 游等, 1999)，這些岩層多由淺海相的細粒砂岩、泥岩與砂泥岩互層組成，本體與生痕化石分布廣泛，部份層位含有豐富的海綠石，沈積構造多源於波浪與暴風波浪的作用。白冷層多由河相的礫質砂岩、塊狀泥岩與砂泥岩互層組成，含有薄煤層與豐富的植物碎屑，沈積構造多源於河流與氾濫水流的作用。北部五指山層中部、木山層、石底層與南莊層，以及中部大坑層底部與福隆園層，多由濱海相的中 - 細砂岩、泥岩與砂泥岩互層組成，含有薄層礫質砂岩、煤層與豐富的植物碎屑，海相化石分布稀少，沈積構造多源於波浪、河流與潮汐的作用。整體而言，第三系的沈積體系為一淺海大陸棚，在海岸區域分布著潮坪與三角洲，並含有部份的河道平原與江灣。岩相組合包含外陸棚、內陸棚、濱面、三角洲前部、三角洲平原、潮坪、江灣、河道與氾濫平原等九種。

在鑽井記錄中，綜合電測相的特徵與岩屑記錄，露頭剖面所劃分的岩性地層單位，可以沿用到海岸平原與台灣海峽的地下地質。進一步利用自然電位、伽瑪射線、深部電阻與淺部電阻電測的形貌，配合岩屑記錄中，岩性、鈣質物、黃鐵礦、海綠石、高嶺土、植物碎屑、煤層與海相化石等的分布，可以劃分出九種電測相，與上述的露頭岩相組合一一對應。

外陸棚電測相的自然電位與伽瑪射線值多呈瘦柱形，電阻電測值低，這些數值偶爾含有小鋸齒變化，組成以泥岩為主，含有薄層鈣質細砂岩，岩屑含有豐富的貝殼與微體生物碎屑。內陸棚電測相的自然電位與伽瑪射線多呈漏斗形或瘦柱形，電阻電測值較高，組成多為厚層鈣質砂岩與砂泥岩互層，岩屑含有豐富的貝殼與微體生物碎屑。濱面電測相的自然電位與伽瑪射線多呈漏斗形或漏斗柱形，電阻電測值較高，深 / 淺部電測值差異顯著，組成多為透水性良好的細中砂岩，頂部多含鈣質砂岩，岩屑含有貝殼與微體生物碎屑。三角洲前部電測相的自然電位與伽瑪射線多呈漏斗形，電阻電測值較高，深 / 淺部電測值差異顯著，組成以厚層砂岩與砂泥岩互層為主，含有煤層與豐富的植物碎屑。三角洲平原電測相的自然電位與伽瑪射線多呈鐘形與柱鐘形，電阻電測值較高，深 / 淺部電測值差異顯著，組成多為厚層砂泥岩互層，與透水性良好的砂岩，含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐富的植物碎屑，砂岩與底部的互層多為突變界面。潮坪電測相的自然電位與伽瑪射線多呈鐘形、瘦柱形、胖柱形、鐘形與柱鐘形，電阻電測值較高，深 / 淺部電測值差異顯著，組成多為厚層的砂泥岩互層、砂岩與泥岩，含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐富的植物碎屑。

基於露頭岩相與電測相分析結果，本年度各研究剖面的岩層，可逐一建立其岩相組合序列。在露頭剖面序列中，共可辨識出漸新 - 中新統的18個層序，其上下的界限為岩相組合向上突然變淺的界面，常伴隨快速堆積或暴露地表的現象，例如：(1) 內陸棚相砂泥岩互層侵蝕覆蓋在外陸棚相泥岩上，伴隨著荷重鑄形；(2) 濱面相砂岩侵蝕覆蓋在內陸棚相砂泥岩互層上，伴隨著荷重鑄形；(3) 三角洲平原相砂泥岩互層上，伴隨著荷重鑄形、球枕構造與風化層；(4) 潮坪相泥岩覆蓋在潮坪相砂泥岩互層上，伴隨著風化層。在鑽井記錄中，共可辨識出中新統的12個層序，(1)、(2)與(3)三種層序界限的自然電位、伽瑪射線與電阻電測曲線，多呈現突然的、大規模的數值變化，曲線外形多為漏斗形或漏斗柱形疊加在瘦柱形之上，顯示為厚層的透水砂岩，直接覆蓋在的泥岩或砂泥岩互層上。(4)界面上下的電測相形貌大致相近，但是其上的砂泥岩比例與砂岩厚度顯著下降，並伴隨廣泛分布的煤層、植物碎屑、黃鐵礦與高嶺土。

在各層序中，藉由岩相組合向上加積、向後加積與向外加積的疊加方式，可分別辨識出低水面、海進與高水面體系域，配合層序界限，可進一步整理其相對海水面變化，包括緩慢上升、急劇上升、緩慢下降與突然下降。

綜合現有的超微化石與浮游性有孔蟲生物地層資料，在整個研究區域中，時間地層架構包括漸新統P19~20/21、P22，中新統N4、N5、NN2、N8/9與NN11/12等界面與化石帶。在這樣的架構之下，漸新統含有6個層序，可以在北部海岸與國姓二剖面之間一一對應，岩相組合呈現向東與向南加深的現象；不過在鑽井資料中，這些岩層幾乎完全缺失。中新統含有12個層序，在大部分的剖面也可一一對比；不過下中新統的6個層序，在鑽井資料中，只有出現3-4個層序，顯示有顯著的岩層缺失，岩相組合呈現向東且向南加深的現象；中上中新統的6個層序，岩相組合並沒有顯著的東西向深淺趨勢，只在國姓剖面與北港鑽井中，層序數目減少為4~5個，有顯著的岩層缺失。

綜合而言，本年度初步的研究結果顯示，在北部基隆 - 新竹一帶，以及中部北港 - 國姓一帶，第三系可分為6個漸新統，6個下中新統，以及6個中上中新統層序。在各研究剖面中，這些層序呈現一一對比的情形，應可以作為細部地層劃分與對比的依據。此外，就東西向地質截面的觀察而言，漸新統 - 下中新統堆積當時，相對海水面有12次升降，層序的分布受到盆地地貌的影響至鉅；中上中新統堆積當時，相對海水面有6次升降，在中部地區，受到較顯著的盆地地貌影響。

#### 四、成果自評：

在本年度計畫主旨，包括北部與中部的沈積相與層序地層架構，以及整合露頭剖面與鑽井電

測記錄的可行性，已順利完成，並獲致良好的對比，值得進一步利用台灣西部地區其他的地層剖面進行檢驗，以拓展其應用範圍與實用價值。研究期間，承蒙中國石油公司的鼎力協助，提供了完整詳盡的鑽井記錄。部份的成果詳見於中國地質學會會刊與年會論文集（Yu *et al.*, 1999, 游等，1999）。

##### 五、參考資料：

游能悌、吳樂群、鄧屬予（1999）台灣中部國姓地區漸新統 - 中新統的沈積環境與沈積層序。中國地質學會八十八年年會暨學術研討會摘要，第81-83頁。

Yu, N. T., Teng, L. S., Tai, P. C. and Yue, L. F. (1999) Relative sea-level changes in Oligocene to Miocene strata in northern Taiwan: a preliminary study. *J. Geol. Soc. China*, **42**, 189-208.

# 博士班研究生參與研究計畫成果報告

## 台灣西部中新統之層序變化研究

### Sequential Variations of the Miocene Strata in Northern Taiwan

計畫編號: NSC 88-2116-M-002-004

執行期限: 87年 8月 1日至88年 7月 31日

研究生: 游能悌

執行機構及單位名稱: 國立台灣大學地質系

#### 一、中文摘要:

在台灣北部基隆 - 新竹一帶, 中新統廣泛地出露在西部麓山帶與雪山山脈, 並向西延伸隱伏於上新統 - 第四系的丘陵台地之下。這些岩層堆積於波浪所主控的大陸棚, 在海岸地區分布著潮坪與三角洲。

依據北部海岸與三峽地區河谷二露頭剖面, 以及桃園與新竹二口鑽井, 下中新統岩相具有明顯地由東向西變深的變化, 中上中新統則大多相近。在整個研究區域中, 這些岩層的層序變化顯示約有12次的相對海水面升降, 這些變化與全球海水面的變化趨勢相當一致。此外, 受到盆地形貌的影響, 下中新統木山層的下部, 其層序具有向西尖滅的現象。

**關鍵詞:** 台灣北部、中新統、層序變化、海水面變化

#### Abstract

Around Keelung and Hsinchu in northern Taiwan, Miocene strata are widely distributed in the outcrops in the Western Foothills and Hsueshan Range, and the subsurface geology of the Coastal Plain. They were deposited in a wave-dominated shallow shelf with tidal flats and deltas in the coastal area.

Based on facies characteristics identified in 2 outcrop sections and 2 electric well logs, namely the North Coast, Shanshia, Taoyuan Well and Hsinchu Well, the facies of the lower part of the lower Miocene Mushan Formation deepen eastwards; whereas the rest Miocene are generally the same throughout the studied area. Twelve sequential variations are recognized and appear to be consistent to the Global Eustatic Curves. However, owing to basin physiography, the sequences of the

lower Mushan Formation wedge out westwards.

**Key words:** Northern Taiwan, Miocene, Sequential Variation, Sea-level Change

#### 二、緣由與目的:

在台灣北部基隆 - 新竹一帶, 中新統的岩性層序變化顯著, 不但是地層劃分與對比的重要依據, 並可依據含煤地層, 與含海相化石地層, 區分出三次主要的海進 - 海退循環。由於在這些岩層中, 側向的岩相變化至為顯著快速, 並且含有多次小規模、高頻率的層序變化, 因此區域間細部的地層對比仍有疑義。截至目前為止, 較詳細的沈積相與層序分析工作, 仍局限於西部麓山帶 (游和鄧, 1996, 1998; Yu, 1997), 或集中於部份地層 (俞, 1997)。

因此, 為了全面探討台灣北部中新統的層序變化, 本研究在研究區域東側的西部麓山帶, 選取基隆一帶的北部海岸, 與三峽地區的河谷, 組合成二露頭剖面, 在研究區域西側, 借重中國石油公司在桃園與新竹的二口地質鑽井, 進行詳盡的岩相與層序分析。

#### 三、成果與討論:

在露頭剖面中, 中新統分為木山層、大寮層、石底層、南港層、南莊層與桂林層。

這些岩層大多為淺海相的砂岩、泥岩與砂泥岩互層, 含有海相本體或生痕化石。在木山層、石底層與南莊層中, 海相化石含量較為稀少, 含有煤層與豐富的植物碎屑; 石底層並含有淡水生常綠闊葉喬木林相的葉片、枝幹與花粉化石。沈積構

造多為圓丘狀交錯層理、平行層理、波狀紋理與泥絡狀紋理。泥岩與砂泥岩互層的生痕化石多屬於 *Cruziana* 相，砂岩的生痕化石稀少，多屬於 *Skolithos* 相。部份砂岩屬於中細顆粒，淘選度良好，並可細分為三大類。一類含有平板狀與槽狀交錯層理，常與含有圓丘狀交錯層理、平行層理與波狀紋理的細砂岩或砂泥岩互層共同出現，顯示受到波浪作用。一類也含有平板狀與槽狀交錯層理，前積層含有泥紋與沈積再作用面，常與含有泥絡狀紋理的砂泥岩互層或泥岩共同出現，顯示受到潮汐作用。一類含有側傾加積交錯層理與爬升紋理，常與含有正粒級層理的砂泥岩互層，以及紋理狀泥岩共同出現，顯示受到河流作用。

綜合而言，這些岩層的沈積體系屬於一波浪作用的淺海大陸棚，在海岸範圍分布著三角洲與潮坪。藉由經常共同出現的岩相，配合快速堆積或暴露地表的沈積現象，如：荷重鑄型、崩移構造、球枕構造、草根構造及風化層，可以劃分為外陸棚、內陸棚、濱面、三角洲前部、三角洲平原與潮坪等六種岩相組合。

在鑽井記錄中，雖然其解析度無法辨識細部的沈積構造，不過利用電測相的特徵，以及岩屑記錄，仍可以獲得詳細的顆粒度、透水性、化石、植物碎屑與煤層的分布。藉由大尺度的岩性層序對比，這些在露頭剖面中所辨識的岩性地層單位，可以沿用至鑽井記錄。此外，進一步藉由顆粒度與透水度的變化，以及黃鐵礦、高嶺土與鈣質成份的分布，可以將露頭中所辨識的岩相組合，一一與電測相比對，並建立井下記錄的沈積序列。

外陸棚電測相中，自然電位與伽瑪射線值多呈直線，電阻電測值低，偶爾含有小鋸齒變化，多為薄層鈣質細砂岩，並含有豐富的貝殼與微體生物碎屑。內陸棚電測相中，自然電位與伽瑪射線多呈漏斗形，電阻電測值較高，含有厚層鈣質砂岩，以及豐富的貝殼與微體生物碎屑。濱面電測相中，自然電位與伽瑪射線多呈漏斗形或漏斗柱形，電阻電測值較高，含有透水性良好的厚層細中砂岩，頂部多含鈣質砂岩，以及貝殼與微體生物碎屑。三角洲前部電測相中，自然電位與伽瑪射線多呈漏斗形，電阻電測值較高，含有厚層砂岩、砂泥岩互層、煤線以及植物碎屑。三角洲平原電測相中，自然電位與伽瑪射線多呈鐘形與柱鐘形，電阻電測值較高，含有厚層砂泥岩互層，與透水性良好的砂岩，並含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐

富的植物碎屑。潮坪電測相中，自然電位與伽瑪射線多呈鐘形、瘦柱形、胖柱形、鐘形與柱鐘形，電阻電測值較高，含有厚層的砂泥岩互層、砂岩與泥岩，並含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐富的植物碎屑。

藉由岩相組合，各露頭剖面與鑽井記錄的岩相可逐一轉換成沈積序列。其中，大寮、南港與桂竹林層多屬於大陸棚沈積物，木山層上部與石底層多屬於三角洲沈積物，南莊層則多屬於潮坪沈積物。在露頭剖面中，藉由岩相組合突然向上變淺的界面，可以作為劃分層序的依據，例如：濱面或潮坪直接覆蓋在內陸棚之上，三角洲平原直接覆蓋在三角洲前部之上，或潮上帶潮坪直接覆蓋在潮間帶潮坪之上 (Yu *et al.*, 1999)。在鑽井記錄中，這些岩相組合的變化特徵，也可辨識出相對應的電測相變化。

在大陸棚層序中，低水面、海進與高水面體系域的岩相組合，分別是以濱面、內陸棚/濱面與內/外陸棚為主；三角洲層序中，則分別是以三角洲平原、三角洲前部與內陸棚為主；潮坪層序中，則分別是以潮上帶潮坪、潮間帶潮坪與潮下帶潮坪為主。在各層序之中，藉由層序界限、低水面、海進與高水面體系域，岩相組合的序列可以顯示相對海水面的變化，包括突然變淺、緩慢上升、急劇上升與緩慢上升。

在整個研究區域中，中新統的岩層可以劃分為12個層序。藉由木山層底部的N4/P21界限，大寮層中部含有NN2、N5的 *Ditrupea* 富集帶，南港層中部的N8/N9界限，以及桂竹林上部的NN11/12界限，這些層序在各剖面之間可以一一對比，顯示在中新世，台灣北部的相對海水面有12次升降。此外，此一高頻率的變化與全球海水面百萬年的變化趨勢，呈現一一對應的現象，顯示此時台灣北部的堆積過程中，主要受到全球海水面所主控。在側向變化方面，木山層底部的層序數目以及岩相組合，分別呈現向東逐漸增加與加深的情形，初步顯示在下中新統的堆積過程中，也受到當時沈積盆地地形貌的影響。

#### 四、成果自評：

本計畫旨在於整合台灣北部的中新統露頭，進行通盤的岩相與層序分析，並進一步利用露頭剖面所提供的高解析度岩相資料，據以輔助判讀解釋鑽井記錄電測相的沈積特性，擴大研究區域的範疇，以及研究材料的種類。研究期間，承蒙中國石油公司的鼎力協助，提供了完整詳盡的

鑽井記錄。預期的研究目標已充分地完成，部份露頭剖面的內容精要已於中國地質學年會會刊中發表，其他露頭剖面與鑽井資料的成果，刻已積極整理中，並尋求發表機會。

##### 五、參考文獻：

- 俞立凡 (1997) 台灣北部木山層與相當層位地層之層序地層初探。 *國立臺灣大學地質學研究所碩士論文*, 125頁。
- 游能悌、鄧屬予 (1996) 台灣北部中上中新統的岩相與沈積循環。 *地質*, 十五卷, 第29-60頁。
- 游能悌、鄧屬予 (1998) 台灣北部大寮層與石底層之沈積環境。 *經濟部中央地質調查所彙刊*, 十二號, 第1-23頁。
- Yu, N. T., Teng, L. S., Tai, P. C. and Yue, L. F. (1999) Relative sea-level changes in Oligocene to Miocene strata in northern Taiwan: a preliminary study. *J. Geol. Soc. China*, **42**, 189-208.
- Yu, N. T. (1997) Sequence stratigraphy of the middle to upper Miocene strata, northern Taiwan: a preliminary study. *J. Geol. Soc. China*, **40**, 685-707.