

# 墾丁「層」

文·圖一王士偉

## 「狼丁層」

「狼丁層」，是恆春半島所見含有大小不一、不同岩性岩塊的泥質岩地層，並且泥質基質(matrix)經常是呈現歷經強烈剪切作用所形成的光滑鱗片狀構造。「墾丁層」主要分布於恆春斷層以東、滿洲斷層以西區域，海拔200公尺以下的低矮坡地(圖1)，由於泥質岩膠結鬆散，因此大多發育成惡地地形(圖2)：本層所含較大岩塊有如飛來峰(klippe)一般，形成了半島上大圓山、青蛙石、羊角石、大尖石山(圖3)、大山母山、小尖石山、門馬羅

山、三臺山、虎頭山、南勢湖山、石門山，以及尖山等著名地標；但是，這些岩塊的岩石組成，卻大多與恆春半島同時期地層沒有什麼關係。整體而言，「墾丁層」可說是層理不明，層位不一，實非一般地層。

地層通常可依岩石組成、化石組成、形成時間等，依序劃分為岩石地層單位、生物地層單位，以及時代地層單位等種類。此外，地層中的地磁極向、電測特性、震測反應、化學與礦物組成、生成環境以及不整合等，都可以用來建立不同地層單位。又由於某種特性在地層中的變化，未必與其他特性變化一致，使得不同類別的地層單位可以是相互重疊，並且各種界線經常會有相互斜交的情形<sup>(註1)</sup>。唯有時代單位因以所含時間來做區分的依據，才能做全球性的比對。雖然，無法用單一地層單位來表示地層岩體的所有特性，也沒有人會同時使用所有類型的地層單位。但是各種單位實際上是呈現地層岩體的各種面向，唯有瞭解岩層各種特性，從中解讀過去地質史中曾經發生的各種事件，再透過時間軸的排序，才能重建過去地質發育歷程，同時也有助於當地或區域性地質構造探研究、礦產資源開發，以及環境的永續利用等等。敘述與探討有關岩層形狀、分布、岩性組成、化石、地球物理、地球化學、形成層序與時間等的科學，就稱為「地層學」(Stratigraphy)。其研究的對象除了固結的與未固結的沉積岩、變質岩、火成岩之外，也包括一些不成層狀的岩體。「墾丁層」，就是一個依據岩石組成所命名的岩石地層單位。

「墾丁層」(Kenting Formation)，是由詹新甫先生<sup>(註2)</sup>歷經3年對恆春半島區域地質調查，在2年之後(1974)所提出以墾丁為名的地層單位。這個研

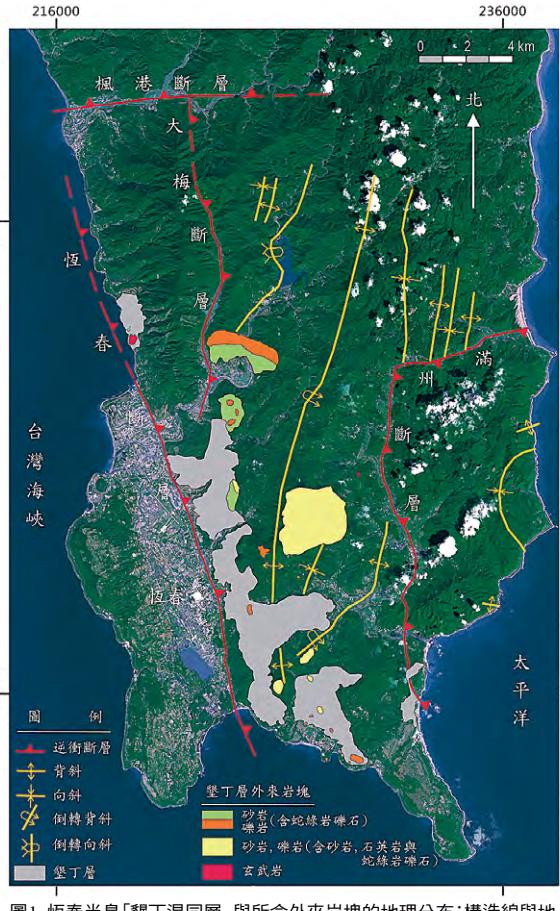


圖1 恒春半島「墾丁混同層」與所含外來岩塊的地理分布；構造線與地層分布繪自陳文山(2005)；底圖為中央大學太空及遙測研究中心授權使用Spot5衛星影像鑲嵌圖。

名，使得對於恆春半島地質的研究，開始引起地質學界廣泛地注意。首先，在1977年就由畢慶昌先生提出<sup>(註5)</sup>，墾丁層是南中國海的張裂海洋地殼向菲律賓海板塊隱沒時，在馬尼拉海溝的產物；所以，「墾丁層」會同時具有來自大陸與海洋地殼的礫石與外來岩塊，也因此也將「墾丁層」改稱為「墾丁混同層」(Kenting Mélange)。之後，中、美學者對墾丁混同層的共同研究結果<sup>(註6)</sup>，提出這個地層的正常層序與傾瀉層之間為漸變關係，並且首次提出很可能是在板塊隱沒與逆衝作用過程中，曾沿著呂宋島弧形成一個「增積岩體」(accretionary prism)。其後，這個「增積岩體」很可能出露地表，並成為混同層中蛇綠岩礫石的來源。與此同時，在歐亞板塊邊緣(從大陸斜坡、深海沖積扇到深海平原)，則是沉積著所謂正常層序的砂岩與泥岩地層。然後隨著板塊隱沒聚合，「正常層序」的地層被攪動並且與增積岩體西側沉積的礫岩推擠在一起。大約在8Ma至4Ma間(Ma=百萬年前)，西側積累的沉積物終因重力作用引發岩屑流，而在「增積岩體」西側的盆地中形成含有許多外來岩塊的傾瀉層，其後再經地體構造剪切與抬升作用而成為今日所謂的「墾丁混同層」。

從1974年「墾丁層」被命名以來，已有許多不同領域的學者，分別就小化石、放射性定年、黏土礦物組成、岩石種類與組成、岩象學、沉積學、構造地質、地體構造解析，以及恆春半島海域海底地形與地質等，相繼投入對「墾丁層」的相關研究。因為，瞭解「墾丁混同層」的形成，對於重建恆春半島的地質發育史，與臺灣造山帶結構都是至關重要。目前，對於墾丁混同層所含小化石的

究同時也發表一個新的恆春半島地質圖，其中將六角兵吉與牧山鶴彥(1936)所命名的「恆春層」，由老至新依序劃分成為長樂層、樂水層，以及墾丁層，並且主張這個含有礫岩<sup>(註3)</sup>、砂岩及頁岩(及其互層)、含礫砂岩及泥岩、玄武岩質集塊岩、枕狀玄武岩(圖4)、塊狀玄武岩等外來岩塊<sup>(註4)</sup>的泥質岩層應是一個傾瀉層(olistostrome)：是在中新世晚期，由於受到來自東方的強大擠壓，導致原由構造運動抬升的岩層向西傾瀉至沉積盆地所形成的地層。由於「墾丁層」的命

年代，研究結果不一，有：中期至晚期中新世、始新世至中新世、晚中新世至中期上中新世、早期中新世至早期更新世、晚中新世至中期上中新世……等。另外，對伴隨枕狀熔岩的沉積物中所含小化石比對結果，為始新世中期至漸新世早期、漸新世中期至晚期、漸新世中期、中新世早期……等。蛇綠岩礫石的放射性定年結果，顯示其形成時間為24.2Ma至11.2Ma(漸新世晚期至晚期中新世的最早期)(南海海洋地殼年齡為32Ma至17Ma)。另外，對於富含鉻尖晶石的透鏡狀鉻鐵岩(圖5)研究結果，顯示其原先一度形成於海洋地殼之下或上部地函之中，之後由板塊運動帶至地表淺處。對於「墾丁混同層」也有學者從構造地質的角度，將其視為一個截切中新世濁積岩層的「巨剪切斷層帶」(1Km寬、20Km長)(mega-sheared fault zone)。另外，所謂的「正常層序」地層，有學者論證其並不存在，研判應是其他地層受構造作用後破碎的沉積岩塊。至於「墾丁混同層」的形成歷程，也有學者認為是先形成傾瀉層，之後才發展成為混同層；也有學者認為是在晚中新世至早更新世時期，形成於隱沒帶上部增積岩體的底部，在高壓作用下發生剪切變形與水岩交換作用，之後隨著逆衝斷層被帶到地表淺部；另有學者主張，「墾丁混同層」應是先由構造作用產生混同層，之後再崩積成為傾瀉層。除此之外，對於墾丁混同層與馬鞍山層的接觸關係，有的認為是犬牙交錯或斷層接觸；但也有學者在赤牛嶺區域，觀察到墾丁混同層覆蓋在馬鞍山層之上，以層序而言應年輕於馬鞍山層。最近，在「墾丁混同層」中，發現一種在海底甲烷氣滲漏口，經由微生物作用所形成的特殊岩石—冷泉碳酸鹽岩<sup>(註7)</sup>，顯示混同層的形成過程中可能還伴隨高壓孔隙水與甲烷氣的逸出；雖然這還有待更廣泛的野外調查研究，但是否與泥貫入作用(diapirism)有關，則是一個有待探討的議題。

就這樣，由於前人的努力與傑出的觀察力，從命名一個新的地層單位，就此開啟了後續多個領域的研究。40年轉眼過去，已經回答了許多問題，但要重建完整地質歷程還有更多的謎團有待解開。

註1 建議延伸閱讀：袁彼得、林殿順，2009。簡介「中華民國地層命名原則」草案。經濟部中央地質調查所特刊，第22號，1-11頁。

註2 詹新甫先生時任職臺灣省地質調查所，後於1983年12月至1987年12月擔任經濟部中央地質調查所第二任所長。

註3組成礫岩的礫石岩性多樣，包括砂岩、頁岩、板岩、石灰岩、玄武岩、輝綠岩(diabase)、閃長岩(diorite)、輝長岩(gabbro)、石英、蛇紋岩、綠泥石片岩、角閃岩(amphibolite)、石墨片岩以及玄武岩質集塊岩(basaltic conglomerate)。

註4 墾丁層外來岩塊大小不一、種類繁多，且均來源不明(參見詹新甫，1974。恆春半島之地層與構造並申論中新世傾瀉層。臺灣省地質調查所會刊，第24號，第99-108頁)。

註5 參見Biq, C. 1977. The Kenting Mélange and the Manila Trench. Proceedings of the Geological Society of China, 20: 119-122.

註6 參見Page, B. M., and Lan, C.-Y., 1983. The Kenting Mélange and its record of tectonic events. Memoir of the Geological Society of China, 5: 227-248.

註7 參見Wang, S.-W. and Mii, H.-S. Stable Isotope Evidence for Hydrocarbon Seepages in the Kenting Mélange at Baoli, Hengchun Peninsula (Collection and Research; 2014 Accepted)。



圖2 恒春「恆東路」進誠橋附近的惡地與外來岩塊



圖3 自墾丁國小遠眺大尖石山(左)與羊角石(右)



圖4 石門古戰場河床的枕狀玄武岩(鎗長33 cm)



圖5 恒春鎮造產橋的鉻鐵岩外來岩塊