

墾丁「層」

文·圖／王士偉

摘要

「墾丁層」，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。由於泥質岩膠結鬆散，因此大多發育成惡地地形；所含較大岩塊，在差異侵蝕之後就形成了大圓山、青蛙石、羊角石、大尖石山、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，卻大多與恆春半島其他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，實在是非一般地層。

關鍵詞：墾丁層、墾丁混同層、恆春半島、外來岩塊、增積岩體

「墾丁層」，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，實在是非一般地層。

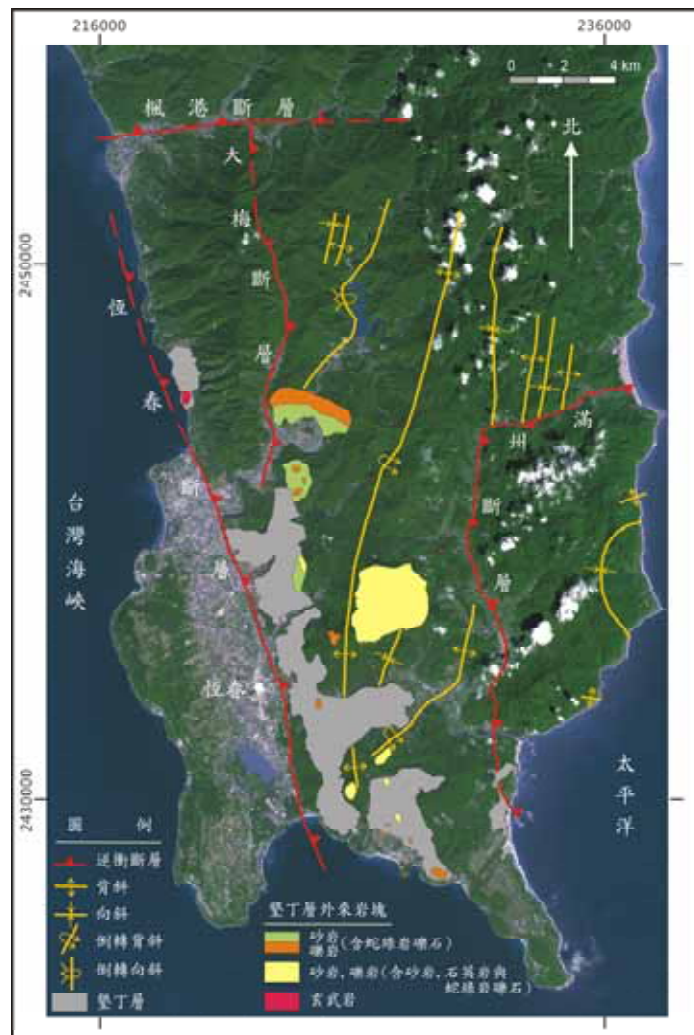


圖 1. 恆春半島「墾丁混同層」與所含外來岩塊的地理分布；構造線與地層分布繪自陳文山等(2005)；底圖為中央大學太空及遙測研究中心授權使用 Spot5 衛星影像鑲嵌圖。



圖 2. 恆春「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)

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，也都可以用來建立不同地層單位。而由於某種特性在地層中的變化，未必與其他特性變化一致，不同類別的地層單位可以是相互重疊，各種界線並且經常會有相互斜交的情形（註 1）。唯有時代單位以所含時間來做區分的依據時，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，或者需要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究、礦產資源開發，以及環境的永續利用等等。有關敘述與探討岩層形狀、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(註2)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(註3)、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(註4)的泥質岩層應是一個傾瀉層(olistostrome)：是在中新世晚期，由於受到來自東方強大擠壓，導致被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年就由畢慶昌先生首次提出(註5)，墾丁層是南中國海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(註6)，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，沿著呂宋島弧曾經形成一個「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」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將因為重力作用引發岩屑流，在「增積岩體」西側的盆地中形成含有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」。



圖4. 石門古戰場河床的枕狀玄武岩(鏈長33cm)

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，「墾丁混同層」形成的瞭解，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、晚中新世至中期上新世、早期中新世至早期更新世、晚中新世至中期上新世……等。另外，對伴隨枕狀熔岩形成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，應是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」形成歷程，有學者認為是先形成傾瀉層，之後才發展成為混同層；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；也有學者主張，「墾丁混同層」應是先由構造作用產生的混同層，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（註 7），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，就此開啓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。



圖 5. 恆春鎮造產橋的鉻鐵岩外來岩塊

- 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 agglomerate)。
- 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)。