

台東利吉混成岩及無根山，與富理逆斷層

洪如江*

一、台東利吉混成岩及無根山

1.1 引言

一個土木工程師，若是沒有本土的地質常識，在台東看到虎頭山與猴子山，或者在墾丁一帶看到大、小尖山與青蛙石，可能會以為這些雄立一方的岩石山頭必有龐大的根基可供構築地下工程之用。但是鑽探之後，卻發現這些山頭；只不過是一個孤獨的大岩塊而已，俗稱「無根山」，而不是普通的岩盤。這些無根山，尤其是在台灣東部海岸山脈的西南部者（從台東到玉里，全長約70公里，寬約數公里），主要是青灰色至深灰色的基質泥（有稱之為泥岩者）及其中所夾有的岩塊而已。這些岩塊，大小不一，有大至數公里者，當其週圍基質泥被侵蝕之後，就成孤立的山頭，坐落在基質泥之上；也有小至數公分者；而其岩塊，有來自大陸板塊中的砂岩、頁岩、等等，也有來自海洋板塊中的蛇綠岩系者，雜亂無章地混在龐大的基質泥體之中。至於基質泥，雖然有不少人稱之為泥岩，其實材質並非堅強，常被侵蝕成「惡地」的外觀；其內部，則常具有「緻密鱗片狀片理」（陳文山，民國80年）。這種基質泥包夾大小不一而且來源也不一的岩塊所構成的奇特地層，最早在英國威爾斯的安哥西（Anglesey）被發現，稱為 Melange（Greenly, 1919），中文譯為「混同層」（畢

慶昌，民國58年）或「混成岩」（許靖華，民國77年）。當徐鐵良教授（民國45年）首次在台東利吉村發現這種地層（或岩石）的時候，混同層（或混成岩）一詞，似乎尚未在台灣的地質界中使用，故命名之為「利吉層」。

自從徐鐵良先生報告利吉層之後，引起國內外知名地質學家的注意，群加研究，有認為利吉層是一種「傾瀉層」（Olistostrome，有譯為傾瀉岩者）者；也有認為利吉層是一種「混同層」者，兩派學者混戰不休。宋國城教授（民國80年），根據其沉積岩相與組成成份之比較研究，認為：利吉層可能是與墾丁層為同時期的傾瀉層，隨後受到島弧後期的碰撞作用所造成的混同層。但陳文山教授（民國80年），從野外地層的構造關係，基質泥與岩塊的結構，化石與岩性的資料與區域地質演化史的推論，認為利吉層應是由構造作用所造的混同層，陳文山教授並進一步說明：目前所見的利吉層應是海岸山脈與歐亞大陸板塊碰撞產生的雜岩體（collision complex）而混雜部分先前隱沒作用所產生的雜岩體（subduction complex），利吉混同層是一碰撞與隱沒雜岩（collision-subduction complex）。許靖華教授（民國77年）主張揚棄傾瀉岩（Olistostrome）之構想，認為台灣的混成岩（即混同層，包括天祥、利吉及墾丁三地性質相同之岩體）皆來自大地構造的運作，為隱沒帶或碰撞帶特有的剪切產物。

* 國立台灣大學土木工程系

1.2 混成岩與無根山在大地工程上的意義

Mélange一字，在台灣大多譯成「混同層」。對此，作為一個大地工程師，實在沒有異議的資格；但許靖華教授（民國77年）翻譯之「混成岩」一詞，就大地工程工作者而言，更為簡便合用。因為，把Mélange當作一種岩石看待，總比把Mélange當作一個含有泥岩與岩塊的地層看待，更為簡單。雖然Migmatite也曾被譯成「混合岩、混成岩」，但許靖華教授（民國77年）一文投稿中國地質學會會刊時，將Mélange譯成「混成岩」之時，會刊編輯也已接受，刊出之後，國內地質學界也未見異議者，本文從之，順此說明。

混成岩中之基質泥，在總量上遠多於所含的岩塊，在粒徑上遠小於所含的岩塊。因此，混成岩，從土壤力學的觀點看起來，是一種「基質膠結土」(matrix-bound soil)或「基質膠結岩」(matrix-bound rock)。至於是土是岩，依材料強度定之可也。採取原狀樣品試其強度，低於0.5MPa者為土質基質材料，高於0.5MPa者且浸水用手攪拌而不散者為岩質基質材料。

混成岩中的岩塊，除特殊情形（無根山）之外，比例遠低於基質泥，因此，混成岩之地工特性，主要由基質泥所控制。若混成岩中所含之岩塊甚為巨大，則在長久之風化與侵蝕作用下，巨大岩塊週圍的基質泥可能流失，只剩下岩塊停留原地成為無根山。大地工程師必須了解，無根山的基深有限，無法供構築地下工程之用；無根山基底的基質泥若被挖除或沖蝕而去，其穩定性就會有問題。以混成岩作為基礎，或在混成岩中從事開挖，採樣從事地工特性試驗的重點在於基質泥部分。

1.3 照片說明

照片1.1：利吉橋東端至虎頭山間的利吉混成岩（混同層）露頭及無根山

照片左端，依稀可以看到利吉橋，右端可以看到虎頭山，利吉混成岩在卑南大溪的東岸充分展現。當時，艷陽強光直射利吉混成岩坡面，因此，混成岩坡面的顏色在照片上沒有像實際上的那麼灰暗。利吉混成岩之易於侵蝕，由照片可見一般。

照片1.2：利吉混成岩被侵蝕成惡地

利吉混成岩，極易被侵蝕成惡地之地貌，在其坡面上，植物難於久留，裸露反而成為常態。邊坡保護相當不易。

照片1.3：利吉混成岩坡面裸露之情形

照片中有一小路，可通小車，其路坡完全裸露，很難植生，也很難加以保護，只好隨塌隨清。

照片1.4：利吉混成岩中夾岩塊之情形

利吉橋東端附近蝕溝坡頂之利吉混成岩露頭，明顯可見基質泥夾有岩塊之情形。

照片1.5：利吉混成岩侵蝕溝中堆滿滾落之各色岩塊

利吉橋東端附近蝕溝中堆滿滾落之岩塊，其顏色有白、灰、綠、褐、等多種，代表不同之岩性與不同之來源。

照片1.6：利吉混成岩中所夾岩塊受力破碎之一例

利吉混成岩中所夾岩塊，頗多嚴重破裂，顯示曾受相當高的圍壓及剪切作用。也因此可以主張利吉混成岩為一種構造型者。

照片1.7：英國北威爾斯安哥西(ANGLESEY)混成岩

英國北威爾斯安哥西(Anglesey)地區之混成岩，由於是全世界最早被發現且被稱為Mélange者(Greenley, 1919)，故當筆者於民

民國78年4月赴英國參加第二屆中英地質會議及其會後地質考察時，即拍攝不少張照片，茲收錄其中一張於本文之中，作為比較，由照片（及現場）可見，其所含岩塊之比例頗高。英國倫敦大學學院 (University College London) 與帝國學院 (Imperial College London) 多位教師引導至此一地點詳加說明，在此誌謝。

1.4 參考文獻

畢慶昌（民國58年），「俯衝運動在台灣地體構成中的作用」，台灣省地質調查所彙刊，第二十號，第1-39頁。

徐鐵良（民國45年），「台灣東部海岸山脈地質」，台灣省地質調查所彙刊，第八號，第39-63頁。

徐鐵良（民國65年），「台灣海岸山脈中的利吉混同層」，台灣省地質調查所彙刊，第二十五號，第87-96頁。

宋國城（民國80年），「海岸山脈利吉層中沈積岩塊之特性」，經濟部中央地質調查所特刊，第五號，第231-256頁。

陳文山（民國80年），「台灣東部海岸山脈利吉層的成因」，經濟部中央地質調查所特刊，第五號，第257-266頁。

許靖華（民國77年），「混成岩與台灣之混成岩構造」，中國地質學會會刊，第三十一卷，第二期，第87-92頁。

1.5 誌謝

方中權先生多次引導至利吉現場觀察並解說，鄭富書教授與林銘郎教授輪流駕車前往利吉現場，皆一併在此誌謝。

二、富里逆斷層

2.1 引言

筆者第一次到富里逆斷層現場，是在民國78年第一屆中英地質會議的地質考察行程中，隨團前往。該次現場考察，係由方中權先生領導並解說，英方數十學者皆認為是最有價值的一次地質考察。可惜。當天天色灰暗，相片品質不是最好。後來，筆者也會多次再訪該地，但因水利局在該處構築護岸，對現場露頭有不小的破壞；有時，露頭長滿了頑固的長草，致其特徵不顯。今（民國84年）年春天以來，幾場豪雨，把我們要看的露頭洗刷得一乾二淨。因此，在今年七月十三日，由方中權先生再度引導前往的時候，富里逆斷層在明亮的仲夏陽光照射下，顯得特別耀眼。奉勸有意親訪者，利用良好機會，在雜草還沒有再長滿之前，儘早前去觀看。觀看（尤其是照像）的時間，最好是在晴天的上午至中午；午後，某些細部會在陰影之中，不利拍照。通常，一早由台東出發，沿台9號公路（花東縱谷）北上，過池上鄉不久，到達富里的富池橋，車子停在橋頭附近，人可步行下到河堤，沿堤頂步行不到一百公尺，越一小侵蝕溝，就可到達斷層面之處。

該斷層面之東，有多處類似利吉層的混成岩（灰泥夾各種外來岩塊）坡面；斷層面之西，則有多處礫石坡面。而在斷層面之處，兩側材料截然不同，非常容易分辨。可以看到許多平行斷層面的薄片狀泥片，寬度不到20cm；可以看到被逆斷層磨碎的小角礫；也可以看到較大圓礫（直徑約10cm）被擠破或擠裂者，由此可判斷礫石堆積是屬於花東縱谷內緊密或相當緊密的礫石層。

富里逆斷層常被認為是菲律賓海板塊與歐亞板塊碰撞的證據之一：混成岩逆衝到花東縱谷（陸地）的礫石層之上。

2.2 照片說明：

照片2.1：富里逆斷層的遠照

由斷層對岸拍攝。照片右端可以看到一侵蝕溝，溝底已建一混凝土溝。照片中，距右邊線約三分之一的地方就是逆斷層所在。

照片2.2：富里逆斷層的全景(一)

照片中央可見斷層面。右半邊坡所看到的是花東縱谷的礫石層及河階堆階。左半邊坡面看到的是混成岩（或混同層）。接近左邊的坡面，可以看混成岩中的不規則岩層。

照片2.3：富里逆斷層的全景(二)

此一照片拍攝於第一屆中英地質會議之會後地質考察途中（民國78年4月初）。當時，河岸尚未構築堤防，反而能夠看到較多露頭。照片右半邊為台東縱谷之礫石堆積；左半邊則為混成岩（或混同層），其實也是利吉層在此地（富里）之露頭。

照片2.4：富里逆斷層的近照

照片中，逆斷層之斷層面係由左下角向右上角延伸，方中權先生站立在斷層面之處。

由照片可見混成岩已逆衝到礫石層之上。

照片2.5：富里逆斷層面的極近照

左邊不到四分之一的青灰色部分為混成岩。右邊佔二分之一的部分，可以看到礫石層的圓形卵石，部分卵石受逆斷層之推擠作用而破裂。照片中央至中央偏左部分（色筆所在之處），可以看到許多大小不等之多角狀破碎礫石，是為標準的斷層屑。在斷層屑與混成岩之間，以斷層泥為主，略含幾小塊碎屑。

照片2.6：富里逆斷層面東側之混成岩坡面

在富里逆斷層面東側數十公尺處，有一混成岩坡面，已被侵蝕成惡地，與台東利吉村所見之混成岩坡面極為相似。



照片1.1 利吉橋東端至虎頭山間的利吉混成岩（混同層）露頭及無根山



照片1.2 利吉混成岩被侵蝕成惡地，台東利吉橋附近（底片編號2881-35）



照片1.3 利吉混成岩坡面裸露之情形，台東利吉橋附近（底片編號2889-1）



照片1.5 利吉混成岩侵蝕中堆滿滾落之各色岩塊
(底片編號2889-*5)



照片1.4 利吉混成岩中夾岩塊之情形
(底片編號2889-10)



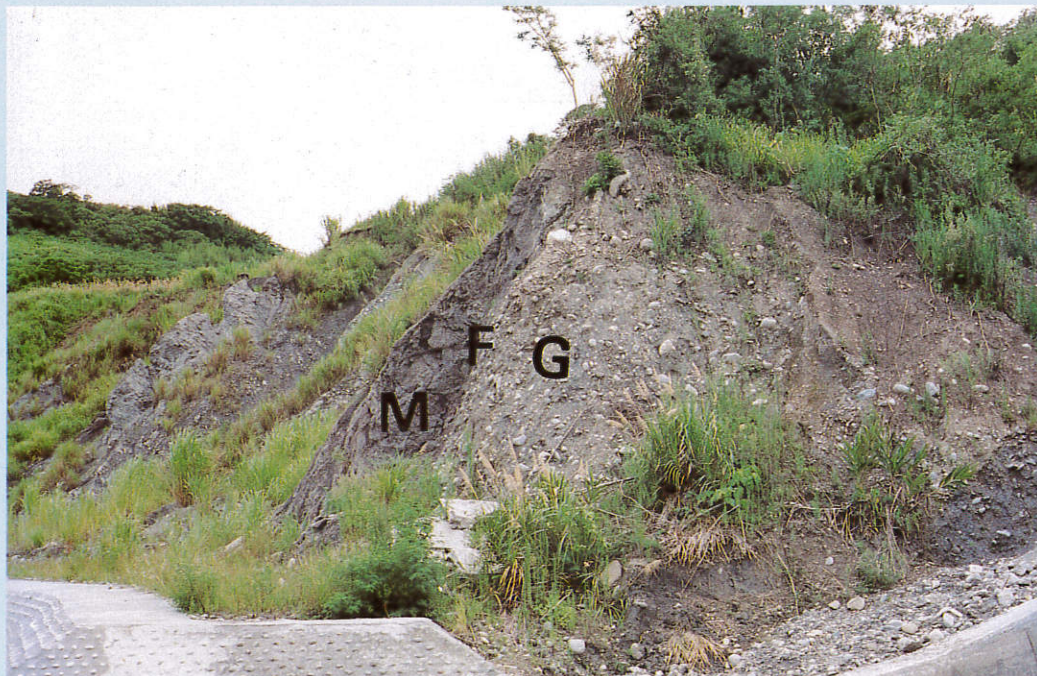
照片1.6 利吉混成岩中所夾岩塊受力破碎之一例(底片編號4258-7)



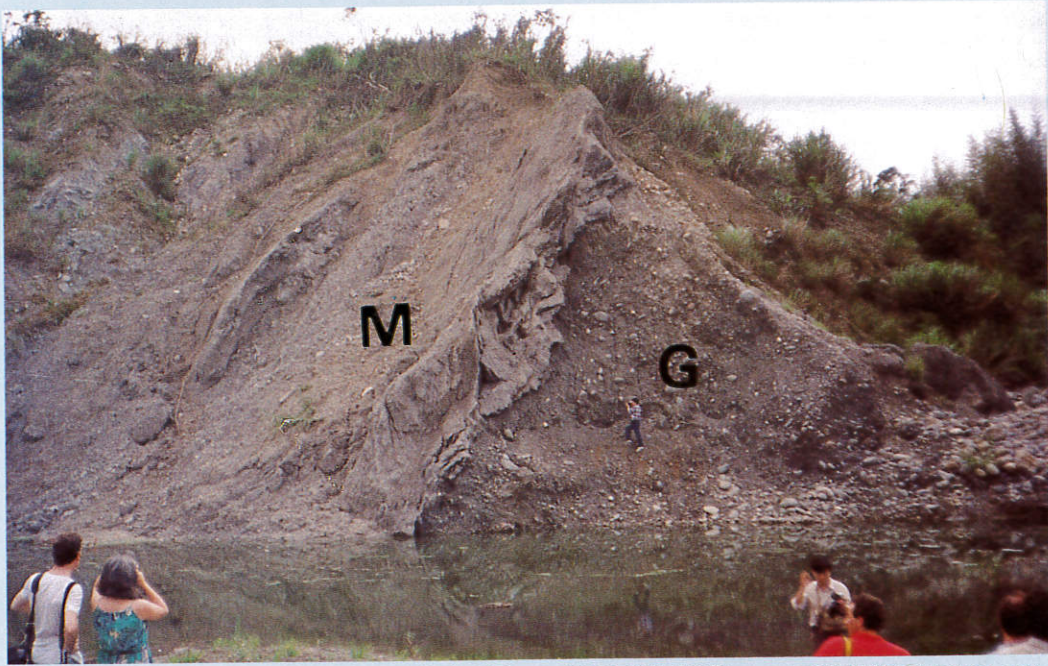
照片1.7 英國北威爾斯安哥西(ANGLESEY)地區之混成岩(Mélange)
(照片編號C-19, 洪如江攝於民國78年4月初)



照片2.1 富里逆斷層的遠照，F 即為斷層面(底片編號7110-11)



照片2.2 富里逆斷層的全景(一)，F 為斷層面，G 為礫石層，M 為混成岩 (Mélange) (底片編號7110-5)



照片2.3 富里逆斷層的全景(二)，G為礫石層，M為混成岩 (Mélange) (底片編號4252-17)



照片2.4 富里逆斷層的近照，方中權先生站立在斷層面 (F) 處，G為礫石層，M為混成岩 (Mélange) (底片編號7101-29)



照片2.5 富里逆斷層面的極近照，F為斷層面，G為礫石（底片編號7101-32）



照片2.6 富里逆斷層面東側之混成岩坡面，已被侵蝕成惡地(底片編號7110-9)