

臺灣東部海岸山脈利吉層的成因

陳文山¹

節 要

利吉層是一青灰色或灰黑色的泥岩，泥岩具有緻密的鱗片狀片理結構；其中夾有許多大小不一且呈角礫狀之砂岩，頁岩，砂頁岩，安山岩，凝灰岩與蛇綠岩系的岩塊。利吉層目前出露於歐亞大陸（中央山脈）與菲律賓海板塊（海岸山脈）的縫合帶之間且要其平行分布。構成此混雜岩體的產物主要是更新世晚期海岸山脈盆地西緣的沉積層在碰撞過程中被剪裂所形成的雜岩體，其中並混雜部分在先期因隱沒作用即已形成的雜岩體。

前 言

“Mélange”這個名詞是由英國人 Greenly (1919) 在研究威爾斯 (Wales) 的 Anglesey 地區地質時首先提出的地質名詞。其在描述 Anglesey 的某種岩層產狀時，所言如下：受強烈剪力作用的細粒基質泥，其中夾有受構造作用而混入的岩塊。此名詞直到 1968 年許靖華 (Hsu, 1968) 再度提出時，地質學者才開始注意到 Mélange 的成因與其所處的構造環境在地質學上的意義。七十年代之後，才逐漸地瞭解其成因有下列幾種：(一)構造作用 (tectonic)，(二)沉積作用 (sedimentary)，(三)上沖作用 (diapiric)，(四)混合上述之作用 (polygenetic)。在構造環境上的意義是 Mélange 的岩層總是出露於兩聚合板塊的縫合帶上且平行板塊的邊緣，是兩板塊的聚合作用下產物。因其呈混亂而無層理之產狀，故對於 Mélange 成因之解釋常有許多爭議，尤其構造作用論與沉積作用論的爭議最為劇烈。所以有地質學者提出 Mélange 在字義上不應具有成因的意義，應僅代表野外產狀的意義。雷蒙 (Raymond, 1975, 1984) 重新定義 Mélange 如下：在 1:24000 或比例較小的地圖中可成為製圖單位的岩層；其特性是岩層中缺乏連續的層理或岩層的接觸面，岩層中具有各種岩性與大小不一的岩塊且被細粒的物質所包夾。如此廣義的解釋才減少許多爭議。此後，為了區別討論 Mélange 的成因而將其分為傾瀉層 (sedimentary mélange) 與混同層 (tectonic mélange) 兩個名詞。

1. 國立臺灣大學地質學系

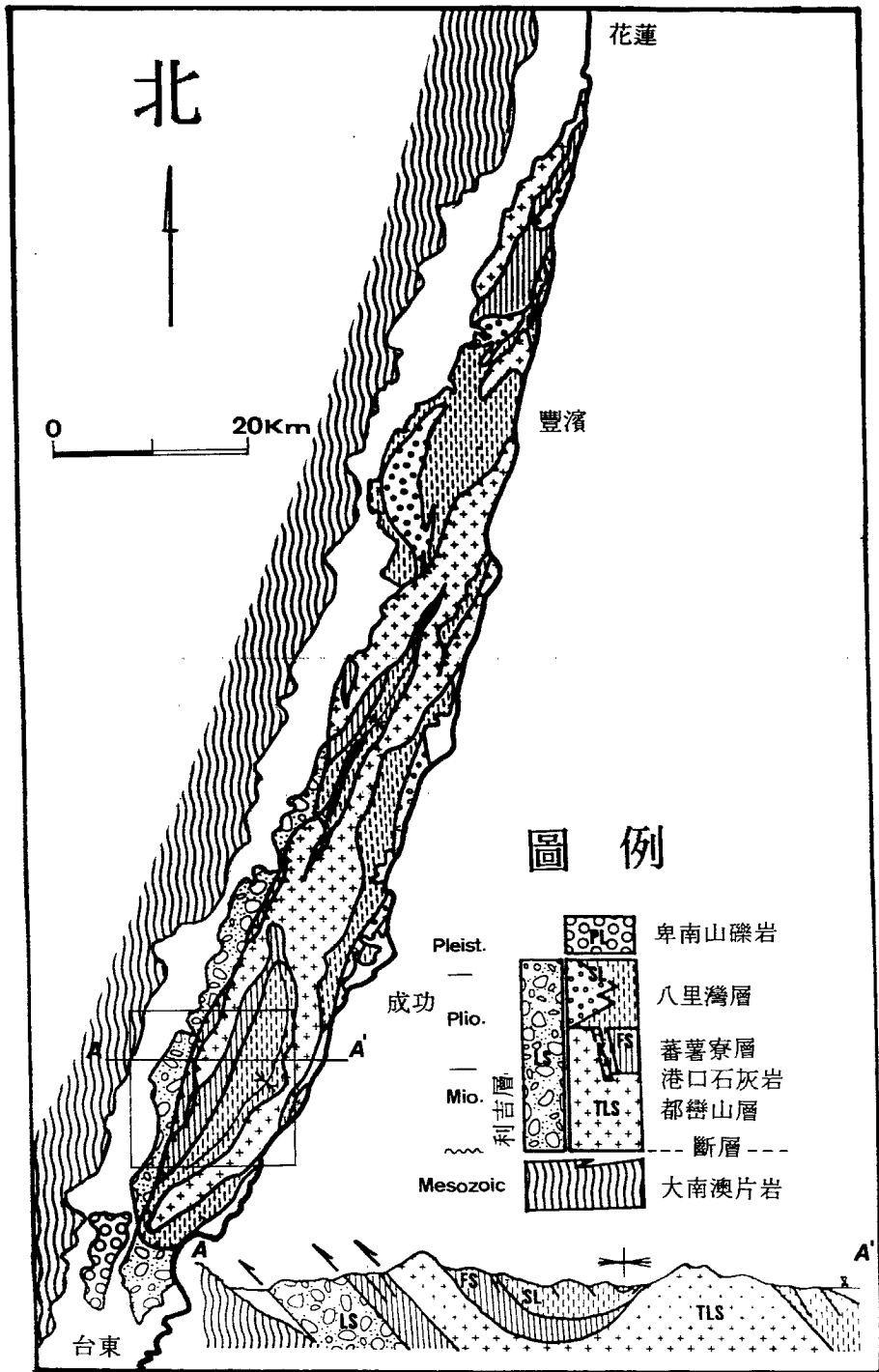
臺灣東部海岸山脈的利吉層即是一 Melange 的岩層，關於其成因亦有上述沉積作用論與構造作用論之爭議。持傾瀉論者 (sedimentary melange) 計有王 (Wang, 1965, 1976)、恩斯特 (Ernst, 1977)、何 (Ho, 1977, 1979)、劉等人 (Liou, Suppe and Ernst, 1977)、佩其 (Page, 1978)、佩其等人 (Page and Suppe, 1981)、徐 (Hsu, 1981)、李民 (1984)、巴利葉等人 (Barrier and Muller, 1984; Barrier and Chu, 1984; Barrier and Angelier, 1986) 與鄧等人 (Teng and Lo, 1985)，而米契爾 (Mitchell, 1986) 則認為是上沖作用後再產生傾瀉作用。持混同論者 (tectonic melange) 計有畢 (Biq, 1971, 1973)、卡利克 (1973)、鄧 (1981)、許 (Hsu, 1988)、陳 (1988)、陳等人 (Chen and Wang, 1988; 陳, 陳, 王, 黃, 1990)。雖然目前傾瀉層成因論較被大部分學者所接受，但作者認為此說仍有許多問題值得商榷。本文即針對此爭議作以下的討論。

區域地質之關係

海岸山脈位於縱谷斷層以東，本區岩層可分為利吉層，都巒山層，港口石灰岩，蕃薯寮層與八里灣層 (Chen and Wang, 1988)。徐 (1956) 首先將位於中央山脈與海岸山脈之間的青灰色或灰黑色且夾有許多呈角礫狀的砂岩與基性火成岩岩塊之泥岩稱為利吉層。本層位於海岸山脈的西緣，岩層的東側界面以斷層與上述地層接觸，西側亦以斷層與中央山脈的大南澳片岩或卑南山礫岩接觸 (圖一)。利吉層主要分布在海岸山脈南段，從玉里至臺東，全長約70公里，最寬約10公里。其出露於歐亞板塊與菲律賓海板塊的聚合帶之上，分布位置大致與聚合帶 (縱谷斷層) 平行。

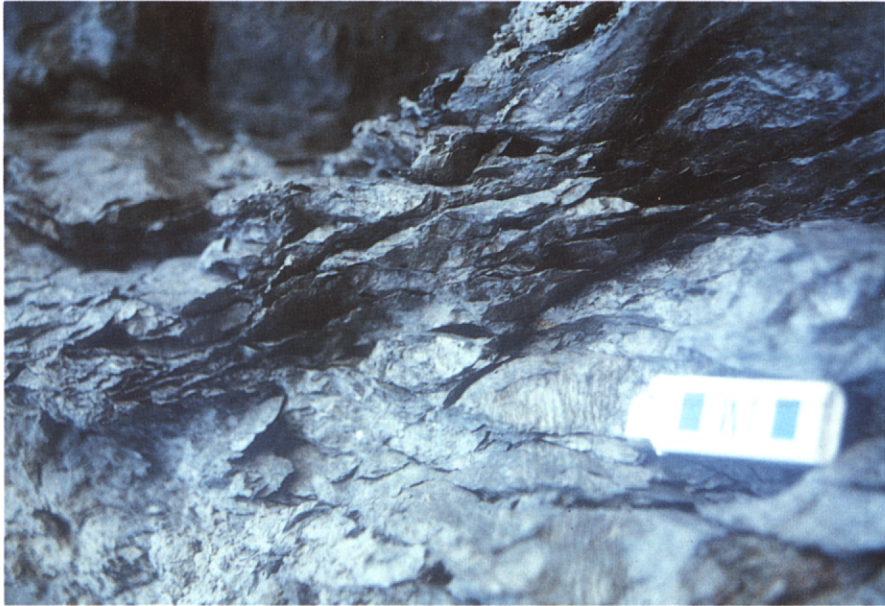
產 狀

青灰色或灰黑色的泥岩，具有緻密地鱗片狀片理結構 (scaly foliation)；並夾有許多大小不一且呈角礫狀的砂岩，頁岩，安山岩與蛇綠岩系岩塊。片理面主要存在於細粒的基質泥之中，間距約為數公分至數公釐；較小的片理面經常呈弧形，較大片理面則呈平板狀外形。片理面之上具有明顯的擦痕，顯然曾受強烈的剪力作用 (圖版一-A)。依擦痕的移動方向表示此基質泥至少曾受三次以上的應力作用，最主要 (最常見) 的片理面位態大致是一左移的剪動面，走向為北偏東 (西) 10~30 度，傾角向東 (西) 為 70~90 度，傾沒角向南 (北) 約為 0~20 度。此主要片理面的位態大致與目前縱谷斷層位態相似，顯然形成主要片理面的成因與縱谷斷層的活動有密切關係。



圖一 海岸山脈地區地質構造圖。

圖版一



A 利吉層的基質泥經常呈緻密地鱗片狀片理。



B 利吉層的砂岩岩塊常被基質泥所包夾而呈菱狀體，長軸面之方向常與基質泥的片理平行。

基質泥之間的岩塊外形呈角礫狀，岩塊的邊緣經常與片理面平行且外形常呈菱狀體（圖版一B）。依形態顯示是在成岩作用之後再經脆性變型（post-lithification fragmentation），而混入基質泥之中。岩塊的大小不一，從數公里至數公釐。岩塊種類有砂岩，頁岩，凝灰岩，安山岩與蛇綠岩，而以砂岩岩塊為主。

化 石

利吉層的化石研究計有有孔蟲與超微化石，樣本採自岩塊與基質泥。張（Chang, 1967）發現 *Sphaeroidinella dehiscens* 有孔蟲化石，為上新世之後的指準化石。黃（Huang, 1969）發現 *Sphaeroidinella dehiscens* 與 *Globorotalia tosaensis* 等有孔蟲化石，顯示為晚期上新世之後的化石族羣。八十年代之後，以超微化石研究為主，樣品有來自岩塊與基質泥。岩塊的時代計有晚期中新世與早期上新世（NN11, NN12-NN14, NN15）（Chi *et al.*, 1981；紀，1982；Barrier and Muller, 1984；李，1984；陳，1988），部分為晚期上新世（U. NN15-NN18）（陳，1988）。基質泥的研究結果與岩塊的化石族羣相似，有晚期中新世，早期上新世與晚期上新世的化石族羣。

成 因

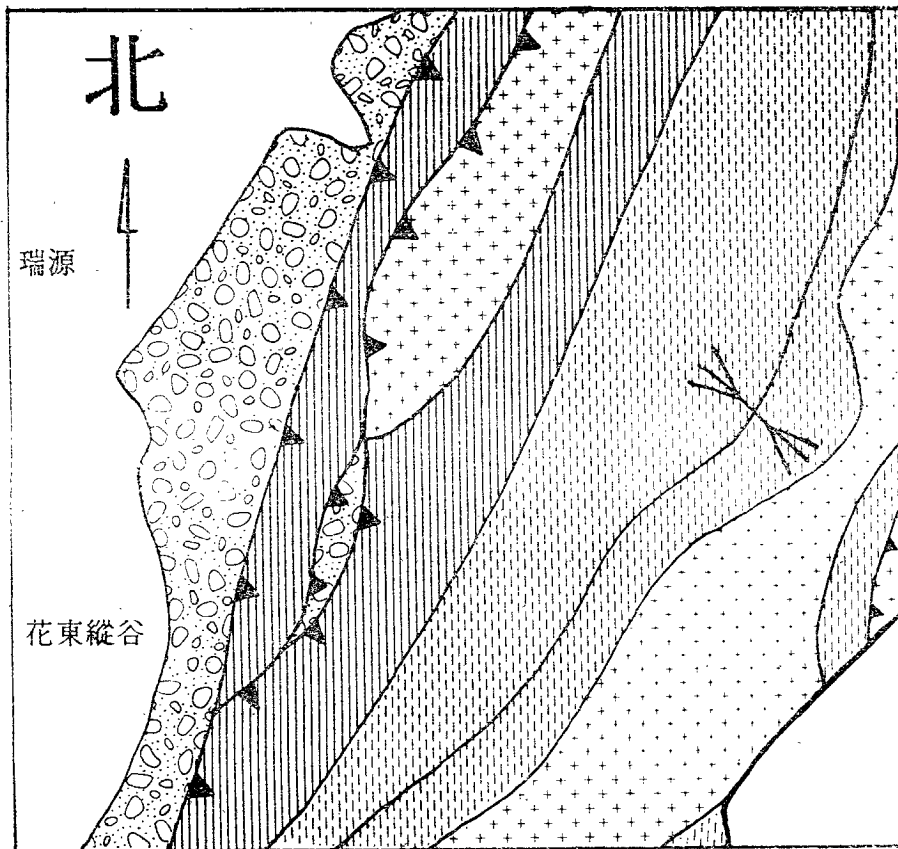
畢（Biq, 1971, 1973）首先認為是一混同層，而恩斯特（Ernst, 1977），何（Ho, 1977）與劉等人（Liou, Suppe and Ernst, 1977）則認為是一傾瀉層，因此展開了十幾年來利吉層成因的爭議。傾瀉層論者的主要論點如下：

- (一) 利吉層中夾有呈層的沉積層，大港口層（蕃薯寮層）與利吉層是沉積接觸之關係（Liou, Suppe and Ernst, 1977; Ernst, 1977; Page, 1978; Barrier and Angelier, 1986; Barrier and Muller, 1984；李，1984）。
- (二) 砂岩岩塊與大港口層（蕃薯寮層）砂岩岩象相似（Wang, 1965; Page and Suppe, 1981; Barrier and Muller, 1984）。
- (三) 部分岩塊與基質泥的時代相似（Barrier and Muller, 1984；李，1984）。

上列文獻中所敘述的沉積層，依本研究於野外所見之產狀，應為巨大的沉積岩塊並非正常層序地層的沉積層（normal sequences）。正常沉積層序地層（蕃薯寮層）與利吉層的接觸面關係，雖目前針對此尚無詳細的研究。但依區域地質的地層構造關係而言，部分地區接觸面應為斷層的接觸關係（圖二）。如瑞源的木坑溪剖面（Barrier and Muller, 1984; p. 311），其認為利吉層與蕃薯寮層呈互層關係。但此利吉層之中所包夾的岩塊與基質泥的時代，與接觸的蕃薯寮層同是早期上新世

(Barrier and Muller, 1984; 李, 1984; 陳, 1988)。因此上述持沉積論者皆認為此是利吉層與正常層序地層為同時沉積接觸之主要證據(Barrier and Muller, 1984; 李, 1984)。但從利吉層中角礫狀岩塊的外型產狀表示此岩塊應在碎屑物沉積後經過一段相當的成岩作用時期再產生碎塊作用 (fragmentation)。假若利吉層是一崩積作用的沉積產物為何在此連續的沉積層序剖面之中不見類似於沉積同時所產生的塑性變形的崩積層。理應沉積物在沉積後即產生崩積作用時, 沉積物不應形成角礫狀外型的岩塊, 因大部分表層沉積層皆未固化成岩。因此目前所見此含有中新世與早期上新世沉積岩塊的利吉層的形成時間應年輕於岩塊的原來沉積時代。沉積層經過一段的成岩時期之後, 碎塊作用時期才真正屬於利吉層形成時間。因此利吉層的形成時代應更晚於早期上新世。

作者從野外觀察及化石與岩性資料提出下列幾項作為利吉層為一傾瀉層說法之反證。



..... 圖二. 瑞源地區的利吉層與其鄰近岩層之地層關係圖, 位置如圖一中方格之位置。.....

- (一) 利吉層中基質泥均呈緻密的鱗片狀片理 (scaly foliation)，此結構是否僅藉單純的傾瀉作用即可產生如此寬大破碎帶 (剪裂帶) 是值得懷疑 (鄧, 1981, 陳, 1988)。片理面上的擦痕與條痕構造, 明顯地表示是由構造作用所形成且與縱谷斷層的構造作用有密切關係。
- (二) 持傾瀉論者皆認為其沉積時代約為上新世早期, 但上新世晚期之後弧陸碰撞作用轉為更劇烈且海岸山脈沉積盆地更接近大陸邊緣的增積岩體 (accretionary prism) 時, 應有更多的傾瀉沉積物崩移在盆地中, 但在上新世晚期至更新世早期的正常層序地層中反而未見傾瀉層的產物。
- (三) 為何利吉層之中含有與其同時代形成的沉積岩塊, 而此岩塊的外形皆呈角礫狀且具有剪力破壞的結構, 理應在沉積後即產生崩移作用的沉積層, 其沉積物應呈現塑性變型之產狀。從海岸山脈的正常層序地層中所見崩積層皆為塑性變型之產狀得此證明。但利吉層中所含角礫狀岩塊之產狀皆顯示是沉積層經成岩作用後再受碎塊作用 (post-lithification fragmentation) 的產物。因此利吉層可能不是早期上新世的產物, 而應於上新世早期之後才形成。
- (四) 部分持傾瀉層論者認為崩積層來自西側的增積岩體 (Page, 1978; Page and Suppe, 1981), 但為何利吉層中夾有來自東側火山島弧的安山岩與凝灰岩岩塊。部分學者則認為是來自海岸山脈的正常沈積層序地層 (Wang, 1965, 1976), 但為何利吉層中夾有如此巨大的蛇綠岩與中新世砂岩岩塊。因為在正常沉積層序地層中從未見具有如此巨大的岩塊。
- (五) 中新世晚期之後, 火山島弧與大陸邊緣產生弧陸碰撞作用 (陳, 1988)。若利吉層不屬於此碰撞作用下之產物 (混同層)。那麼在弧陸碰撞過程中兩板塊之間應產生的碰撞雜岩體 (collision complex) 目前位於何處? 假若如同部分學者所言, 利吉層原為傾瀉層之產物, 但後來因碰撞作用而形成目前所見之產狀 (Ho, 1977; Ernst, 1977; Barrier and Muller, 1984)。若是如此也應稱之為混同層 (tectonic mélange) 而不是傾瀉層, 因為目前所談論的利吉層是指現在所見的利吉層, 不能將前階段的沉積歷史與目前混為一談。況且利吉層經過如此強烈的剪力作用完全破壞了原來的產狀, 而在未經恢復原態的情形下如何知道其先前的成因。

結 論

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, 利吉層應是由構造作用所造成的混同層。從上新世沉積岩塊呈角礫

狀外型的特徵表示利吉混同層的形成應晚於早期上新世之時代。其可能在海岸山脈沉積盆地的後期，約為更新世中期之後，海岸山脈盆地繼續與歐亞大陸產生劇烈的碰撞作用時，位於盆地西緣的沉積層因受海岸山脈（菲律賓海板塊）向西北方向運動的影響，而遭受兩板塊強烈的剪力作用形成現在所見的基質泥呈緻密地鱗片狀片理，而片理面上擦痕所表現的應變位態與現今縱谷斷層活動位態極為相似。因此目前所見的利吉層應是海岸山脈與歐亞大陸碰撞產生的雜岩體（collision complex）。而混雜部分先期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）。

參 考 文 獻

- 李 民(1984)臺灣東部海岸山脈南段瑞源地區的地質。國立臺灣大學地質研究所碩士論文，54頁。
- 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。
- 紀文榮(1982)臺灣利吉層與墾丁層內之超微化石及其在地層構造上之意義。地質，第四卷，第一期，第94~99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。國立臺灣大學地質研究所博士論文，304頁。
- ____、陳志雄、王源、黃敦友(1990)臺灣海岸山脈之地質。臺灣地層研討會論文集，中央地質調查所特刊，第四號，第239—260頁。
- 鄧屬予(1981)淺談利吉層的成因及其在大地構造上的意義。地質，第三卷，第51~62頁。
- Barrier, E. and Angelier, J. (1986) Active collision in eastern Taiwan, the Coastal Range. Mem. Geol. Soc. China, no. 7, p. 135-159.
- ____ and Chu, H. T. (1984) Field trip guide to the longitudinal valley and the Coastal Range in eastern Taiwan. Sino-French colloquium on geodynamics of the Eurasian-Philippine Sea plate boundary. Field guidebook, p. 27-49.
- ____ and Muller, C. (1984) New observations and discussion on the origin and age of the Lichi Mélange. Mem. Geol. Soc. China, no. 6, p. 303-326.
- Biq, Chingchang (1971) Comparison of mélange tectonic in Taiwan and in some other mountain belts. Petrol. Geol. Taiwan, no. 9, p. 79-106.
- ____ (1973) Kinematic pattern of Taiwan as an example of actual continent-arc collision. Report of the Seminar on Seismology, US-ROC Cooperative Science Program, 25, p. 149-166.
- Chang, L. S. (1967) A biostratigraphic study of the Tertiary in the Coastal Range, eastern Taiwan, based on smaller foraminifera. (I. Southern Part). Proc. Geol. Soc. China, no. 10, p. 64-76.
- Chen, W. S. and Wang, Y. (1988) The Plio-Pleistocene basin development in the Coastal Range. Acta Geol. Taiwanica, no. 26, p. 37-56.
- Chi, W. R., Namson, J. and Suppe, J. (1981) Record of plate interactions in the Coastal Range, eastern Taiwan. Mem. Geol. Soc. China, no. 4, p. 155-194.
- Ernst, W. G. (1977) Olistostromes and includes ophiolitic debris from the Coastal Range of eastern Taiwan. Mem. Geol. Soc. China, no. 2, p. 97-114.

- Huang, T. Y. (1969) Some planktonic foraminifera from a bore at Shihshan, near Taitung, Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China*, no. 12, p. 103-119.
- Ho, C. S. (1977) *Mélange* in the Neogene sequence of Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, no. 2, p. 85-96.
- _____ (1979) Geologic and tectonic framework of Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, no. 3, p. 57-72.
- Hsu, K. J. (1968) Principles of *mélanges* and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 79, p. 1063-1074.
- _____ (1988) *Mélange* and the *mélange* tectonics of Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China*, v. 31, no. 2, p. 87-92.
- Hsu, T. L. (1981) Field trip guide to the Lichi *mélange* in Tatung. Seminar plate tectonics and metamorphic geology. Field guidebook, p. 62-65.
- Karig, D. E. (1973) Plate convergence between the Philippine and Ryukyu Islands. *Mar. Geol.*, v. 14, p. 377-389.
- Liou, J. G., Suppe, J. and Ernst, W. G. (1977) Conglomerates and pebbly mudstones in the Lichi *Mélange*, eastern Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, no. 2, p. 115-128.
- Page, B. M. (1978) Franciscan *mélange* compared with olistostromes of Taiwan and Italy. *Tectonophysics*, v. 47, p. 223-246.
- _____ and Suppe, J. (1981) The Pliocene Lichi *Mélange* of Taiwan: its plate tectonic and olistostromal origin. *Am. J. Sci.*, v. 281, p. 193-227.
- Raymond, L. A. (1975) Tectonite and *mélange*—A distinction: *Geology*, v. 3, p. 7-9.
- _____ (1984) Classification of *mélanges*. *Geol. Soc. Am. Special Paper*, 198, p. 7-20.
- Teng, L. S. and Lo, H. J. (1985) Sedimentary sequences in the island arc settings of the Coastal Range, eastern Taiwan. *Acta Geol. Taiwanica*, no. 23, p. 77-98.
- Wang, C. S. (1965) Sandstones in the turbidite formations around the southern plunge of the eastern Coastal Range near Taitung. *Acta Geol. Taiwanica*, no. 12, p. 1-7.
- _____ (1976) The Lichi Formation of the Coastal Range and arc-continent collision in eastern Taiwan. *Bull. Geol. Surv. Taiwan*, no. 25, p. 73-86.

ORIGIN OF THE LICHI MÉLANGE IN THE COASTAL RANGE, EASTERN TAIWAN

Wen-Shan Chen¹

ABSTRACT

The Lichi Mélange consists of gray or dark gray mudstones which contain a variety of exotic sandstone, shale, andesite, tuffaceous sandstone and ophiolite blocks of different sizes in a well-developed phacoidally cleaved matrix. The mélange has been superposed along a suture zone of the Longitudinal Valley between the Central Range (Eurasian continent) and the Coastal Range (Philippine Sea plate). Significant petrologic and stratigraphic evidence suggests that the Lichi mélange formed in a collision zone. As obduction continued in late Pleistocene, the sediments in the forearc area offscraped to the collision wedge. The chaotic unit of the Lichi mélange is a subduction-collision complex, its initial process was tectonic rather than sedimentary.

1. Department of Geology, National Taiwan University