

造山運動於地史上象徵同時之規範

並其施於對比之效率

章 鴻 釗

此文爲追念浙江大學地理系主任葉良輔教授而作，並述短闕以誌予慟。

翹 莎 行

星宇覆天。霜花滿地，華年供得長顚顚！六橋攀柳恨猶新，再來空空酬君淚！傳世文章，
盈門桃李，千秋自在名山裏。不辭九辯與招魂，奈何無路通深意！

古生物學上之同時與物理學上之同時 基於造山運動之同時 連續的造山運動
繼續的造山運動 造山運動之系別 造山運動之階段 依造山階段爲對比之價值
結論

古生物學上之同時與物理學上之同時，余嘗從時間與空間之相對性推論地史學上以古生物作同時 (Contemporaneity) 之標準，其範圍似尙宜加以限制 (註一)。此固非謂古生物不足以處理地層時代之先後次序也，惟就兩處地層之時代欲憑古生物爲比較體，則距離愈近而愈密，漸遠而漸疏，論系 (System) 與統 (Series)，出入或寡，分層愈細，出入亦必多。何則？地史學上關於同時之觀念往往不若物理學爲嚴密，亦非不欲嚴密也，蓋時已長往，自然記錄湮沒太多，欲以編年體例爲之，勢不可得矣。但從同時之意義言，無論地史學與物理學，其理初無二致，蓋必兼空間明確之關係爲斷，不然，即不能明其爲同時與否也。在近代物理學，其定義爲尤嚴，必曰時間空間祇是一個連續體 (簡稱‘時空一體’)，二者絕不能獨立而存在矣。吾人於此似不必過持高論，但了解同時之意義而已足。今若於地質學界欲定任何過去空間等值之時，則必先選取過去記時之標準而可以互資比較者然後可，如放射元素，(radioactive elements)，古生物等是也。前者物理學家常用以計算地殼之年齡，後者古生物家每用以比較層位者也。二者孰爲疏密，姑不具論，然放射元素遠較古生物爲難得，不適於處理一般地層之用，故地質學界必以古生物爲標準，良非無故矣。且古生物學家原未嘗忘却時間與空間之關係，其必兼藉古地理學 (Palaeogeography) 爲之解者，亦正爲說明時空之聯繫耳。

雖然，所謂古地理學仍不外以類似古生物爲基礎的一種假定，理論上似尙不無可商者，前人曾已屢言之。且生物之如何遷徙，如何嬗化，尤以適合環境爲先決條件，環境即由時間與空間結合而產生者也。如兩地相隔遼遠，彼此環境之變化亦必多，設

註一 章鴻釗：地質學與相對說，科學第十卷第九期；從相對說檢討地質的同時，中國地質學會誌第五卷第一號，又學藝第八卷第一號。

欲於今日逆推當時彼此之環境，殆較古地理更複雜難詳，其必不能盡得也亦宜。凡此皆為古生物學難決之問題，昔余欲於此稍加限制者意亦在是。

如合理論而言事實，則地質學界以古生物為地層比較體由來已遠，其成就亦甚大，即謂全部地史由古生物奠定其基礎，殆非量論。所以然者，地史上之時期甚長，非若物理學必計及分秒者可比，且地層中亦無較古生物更普遍易得者，則以此為初期分層之標準，又誰曰不宜。然則古生物學上之同時果與物理學上之同時全無別乎？則又不然。孫雲鑄教授（註二）曾言地層比較法……雖非絕對同時，亦即所謂近同時（Approximate Contemporaneity）者。斯言可謂扼其要矣。

基於造山運動之同時 上文概論古生物學上之同時為近同時而非絕對同時，所以必為此分別者，蓋理論上同時之義必兼確定的空間關係言之，固不得以時之長短而作何異解也。但地史上亦非無理論與事實均得認為具有同時之象徵者，雖不若古生物之普遍易得，但以其略符乎‘時空一體’之義，實有不容加以忽視者，此無他，即造山運動（Orogenesis）是也。造山運動常由甚深遠之原動力醞釀而來，故其波及之範圍每甚廣泛，但以運動速度甚大，如無阻礙，雖略分強弱，皆將傾刻響應，非若古生物之遷徙與嬗化必受環境限制，又必經過一甚長之時期始得判別者可比。故若地史上於任何時期發生廣泛的物理破碎現象，而其連續的遺跡又處處可以追求，則不論兩端相距如何遼遠，因其傳播迅速，雖未必分秒無差一如物理學之計時者然，從地史上言之，豈非即等於異地同時留遺之史實乎。

造山運動雖分大小，但祇限於局部者卻甚少。一般學者每謂世界之造山運動常若於一定時期內有全體發動之徵，此稽諸已往事實而略可信者。其大者世常謂之革命（revolution）而地史之分代（Era）即準此而定。如北美太古代與元古代之間而有洛倫相革命（Laurentian revolution），元古代與古生代之間有大塘尼基拉尼革命（Grand Canyon-Killarney revolution），古生代與中生代之間有阿伯拉羌革命（Appalachian revolution）中生代與新生代之間又有刺拉米特革命（Laramide revolution）皆是。凡此不僅地殼為之紛擾，即古生物界之變化亦甚顯著，北美如此，推之歐洲及其餘諸大陸亦莫不如此。次於大革命而規模略小者，世人亦謂之擾亂（Disturbance）。擾亂之結果雖於岩石及生物間之變化不如革命為烈，但影響亦甚廣泛，故常以為每代中分紀（Period）之標準。此即表明造山運動於地史上有時空的聯繫性在，無論理論與事實皆不能否認者也。

造山運動雖常為地史期之臨界標記，而其尤合於象徵同時之規範者，乃在連續的而又繼續的造山運動，且得嚴別其系統與階段者。蓋必如是然後關於同時之範圍與意義乃有所確定，而其為地史期對比之用亦愈大。以下試分別述其概要，並舉例以徵之。

連續的造山運動 除少數局部運動外，吾人終不敢謂地史上廣泛的造山運動或有

註二 孫雲鑄：雲南古生代地層問題，地質論評第十二卷第一二合期。

不連續者，使其不連續也，則不能遠近同時並發乃爾。昔李希德芬氏 (F. von Richthofen) (註三) 曾以中國山西五台系當北美休朗尼層 (Huronian) 之下部；威理士氏 (B. Willis) (註四) 則以五台系石嘴層比下休朗尼層，南台層比中休朗尼層，西台層比上休朗尼層，蓋以休朗尼層上中下均不整合，而有造山運動起於其間，正與五台系相似故也。從今日言之，亞美顯分新舊兩大陸，誠絕遠矣，且地層俱在寒武紀以前，鮮有化石可尋，而地質學家猶據以爲對比，則固不認造山運動有何地域上之限制矣。雖然，此固五台系與休朗尼層於層位上確已知其同屬於舊元古界者，故能對比如是；不然，且未易明其時空間聯繫之所在，而其真確度亦自難言也。

今若有一造山運動，其分布之廣狹遠近世尙能詳，而又處處得追跡之，則地理上之聯繫愈明，而其可作比較之價值亦愈大。例如古生代晚期，北美自紐芬蘭 (Newfoundland) 至阿爾巴馬 (Alabama) 間之阿伯拉羌地向斜 (Appalachian geosyncline) 全部發生褶皺，次第隆起成一大山脈，從今日言之，正當拿佛斯諾梯 (Nova Scotia) 之東端爲大西洋切斷，而阿伯拉羌構造似仍於大西洋底連續東進，地質學家得追蹤至歐洲之比利時德意志蘇聯南部，再通過亞細亞而入中國。在歐洲概稱華力西干山脈，(Variscan mountains or alps)。或稱海西尼山羣 (Hercynian Chain)；又成爲表示歐亞山脈之連絡，亦稱阿爾泰山羣 (The Altaide Chain)。後者以亞細亞之阿爾泰山得名，從地質構造上言，實包含烏拉爾 (Ural) 阿爾泰 (Altai) 高加索 (Caucasus) 海西尼 (Hercynian) 阿穆黎干 (Armorican) 諸山脈。

海西尼山羣屬於歐亞之東西帶，北美之大阿伯拉羌構造雖稍稍曲折，大體猶屬地球之東西帶，故地質學家又嘗連合二者而總稱爲阿伯拉羌海西尼山系 (Appalachian-Hercynian System of Mountains)。所以然者，二者之間脈絡構造與造山時代均大體一致故也。

或疑歐美二大陸中隔大西洋，似不得以一種連續運動爲解。不知造山運動每發源於地下深處，其傳播之速原非一大西洋盆地所能限之；又據韋該納氏 (A. Wegener) 之海陸創造說 (註五)，歐美兩陸在古生代末猶連爲一體，大西洋之形成乃肇始於白堊紀時代，而爲美洲向西漂流之結果。若然，則阿伯拉羌海西尼大山脈在當時互相連續，其得於同時昇起也又何疑。試從地質方面言之，今大西洋兩岸岩石顯具親密的關係：其尤古者，蘇格蘭高原之古生代岩石，性質構造均與羅布拉陶半島 (Labrador Peninsula) 之相當岩層一致，英倫有名之舊赤色砂岩在北美拿佛斯諾梯亦有之；不列顛及比利時之煤層復與賓夕爾法尼亞之煤層遙遙相對，凡此皆不失爲當時歐美二陸連續之證。

阿伯拉羌海西尼大山脈實奠基於北半球高緯地帶一條東西狹長之地向斜，即以此

註三 F. Von Richthofen: China, Vol. II, p. 578.

註四 B. Willis: Research in China. Vol. II, pp. 6—7.

註五 Alfred Wegener: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, 1922.

爲沉積高厚岩層之基地，殆已無疑。又或謂南半球中緯地帶，地質史上亦有東西延長的地向斜，其造山期較前者爲稍後，今於亞爾然丁，南阿非利加，澳大利亞等處猶處處得見當時褶皺之遺跡焉。韋該納氏曾證明南美與非洲，非洲與印度及澳洲，初亦連爲一體，自白堊紀至第三紀之間次第分離，各自漂流，以成今日所見之形勢。然則當時該帶之造山運動亦常屬同一時期之連續運動矣。

繼續的造山運動 凡兼跨數大陸之大造山運動往往反覆迭起，而又得明分若干階段，此在地質史上所常見者。其在太古與元古時代，遺跡率多湮滅，勢難具論，其猶歷歷可考者，當首推新古生代之造山運動矣。斯蒂來氏 (H. Stille) (註六) 曾以歐洲泥盆紀與三疊紀間之造山運動，即所謂華力西造山期 (Die variscische Gebirgsbildung) 者，前後分爲五期：在上泥盆紀與下石炭紀之間曰波來敦褶曲 (Die bretonische Faltung)；在前上石炭紀即下石炭紀與上石炭紀之間曰蘇台敦褶曲 (Die Sudetische Faltung)；在上石炭紀上下層之間曰阿斯都爾褶曲 (Die asturische Faltung)；在下二疊紀上下層之間曰惹爾褶曲 (Die Saalische Faltung)；在上二疊紀與三疊紀之間曰發爾奇褶曲 (Die Pfälzische Faltung)。五者之中以蘇台敦及阿斯都爾褶曲爲主要部分，而前者較後者意義尤重大。

凡繼續之造山運動其分布每甚廣遠，且往往不限於一大陸，如華力西運動，歐洲除蘇聯外，英法德諸國及阿爾波斯地方均甚顯著，大有波及全歐之勢，即亞洲無有一部受其影響。北美之波來敦期，鑒於加奈大東部志留紀之大部變質岩及大部侵入花崗岩，足以說明此期造山力之侵入而有餘。勃拉克威爾特氏 (E. Blackwelder) (註七) 特爲著蒲留威基造山期 (Brunswickian Orogeny) 之稱，即是也。他處雖不甚著，但一入密西西比紀，海浸再起，到處沈積甚厚，正與西歐甚相似，西歐本紀下部石灰岩特別發達，故有山岳石灰岩 (Mountain limestone) 之稱，亦即爲當時兩大陸親切聯繫之證。蘇台敦與阿斯都爾兩褶曲期似較歐洲爲微弱，但地層部分變遷與上下不連續之跡猶處處可尋。勃氏所謂阿爾岡孫造山期 (Arkansan Orogeny)，正與歐洲之阿斯都爾期平行者也。至其後乃有所謂阿伯拉羌大褶曲遂蔚然興起，其主要部分正與歐洲之惹爾褶曲期相當，如北美中東部所見，即介於下二疊紀與三疊紀 (紐阿克系 Newark System) 之間者是也。據此歐美兩大陸在華力西造山期，其主要運動容或稍殊，但除強弱互有不同外，每期均密切相當如此，則其造山力不僅於時間上延長甚久，而同時空間傳播之如何廣遠亦概可見矣。

再就亞美二大陸舉一例言之。余嘗就我國白堊紀前後之造山運動按運動之方向與層位之關係分別五期：而總名之曰震旦運動 (Sinian movements)，意即謂造成震旦方

註六 H. Stille: *Grundfragen der vergleichenden Tektonik*, 1924.

註七 Eliot Blackwelder: *A Summary of the Orogenic Epochs in the Geological History of North America*, Journ. Geol. Vol. XXII, 1914, pp. 646—41.

向 (Sinian direction) 之運動也 (註八)。震旦運動每期皆有逆掩斷層 (Overthrust)，或從東南投向西北，或從東北投向西南，每期互易，故得一致造成東北——西南一主要構造帶，此即一八八六年奔卑來氏 (Raphael Pumpelly) 稱為震旦方向者是，而知各期運動皆屬於同一系統者亦在是也。

震旦運動雖祇就東亞之造成震旦方向者言之，其實不以東亞為限，凡環太平洋區域無不同遭波及，南北美西部即太平洋東側影響尤劇，且亦得平行分為五期。茲為便於對照起見，列一簡表如下：

太平洋東西兩岸造山運動與地史期之對照表

太平洋西岸	地史期	太平洋東岸
震旦運動第一期	上侏羅紀後下白堊紀前	尼伐達造山期 (Nevadian Orogeny)
震旦運動第二期	下白堊紀上下層之間	奧來岡造山期 (Oregonian Orogeny)
震旦運動第三期	上下白堊紀之間	達訥塔階 (Dakota Stage) 與考孟羌層 (Comanchean beds) 間之擾亂
震旦運動第四期	上白堊紀後始新統前	刺拉米特造山期 (Laramide Orogeny)
震旦運動第五期 ⋮	始新世與漸新世之間 ⋮	烏因塔階 (Uinta stage) 與婆立琪爾階 (Bridger Stage) 間之擾亂 ⋮

五期中以第一期與第四期為盛，而後者尤強，東亞如此，南北美亦如此。東亞之構造帶以震旦方向為主，而南北美又處處與海岸平行。兩方火山岩漿之活動以及盛衰消長亦均無不相當。據此姑不論其原動力之為何，但知其必有一共同原動力在，而其原動力亦必不能離太平洋而存在也殆顯然矣。

抑尚有當一考者，太平洋在地質史上果於何時始有之乎？學者於此所見或不無稍

註八 章鴻釗：中國中生代晚期以後地殼運動之動向與動期之檢討並震旦方向之新認識，地質論評第一卷第一期；對於李毓堯等寧嶺山脈地質書評，同上第二期；中國中生代初期之地殼運動與震旦運動之異點，同上第三期；中國地質學發展小史，第一二五至一四九頁，商務印書館萬有文庫第二集；就所謂震旦運動及對於此之批評重加一省，地質論評第十二卷第五期。

歧，但綜核地質上之觀察及一般結論，至少自三疊紀以來即已存在，故世或目為三疊紀太平洋 (Triassic Pacific) (註九)，殆非過論。然則南北洋與東亞為太平洋所隔離，自震旦運動以前已如此矣。但如上所述，震旦運動之原動力當發生於太平洋，且可能發生於其中央地帶 (註十)，則由此以傳播於環太平洋諸大陸及諸列島，可約略同時達到，且各方所受影響，在程度上縱有參差亦當甚少。今驗諸事實，又無不一了相符，則不論如何遠隔，凡造山所及之區必多少具有同時之象徵焉，理固有可信者。

造山運動之系別 已知造山運動空間與時間之延長，雖其間起伏迭易，仍不失為同一系統。但欲知其空間之延長則較易，而欲明其時間之始訖實甚難。何則？空間之分布，第求諸連續地帶之遺跡而已足，至時間實早醞釀於未發以前，即令其後一時運動全止，如動機末息，仍難免有積久頻發之可能也。若僅就地表之象徵言，則視其後運動有與本系運動之結果全不一致者，即得為同系抑異系之別矣。如歐洲於奧陶紀與泥盆紀之間而有加里東寧造山期 (Die kaledonische Gebirgsbildung)，其範圍幾遍及西北歐及西歐一部，但與其後華力西運動造成古生阿爾波斯 (Paleozoic Alps) 之範圍全不一致，此其一。加里東寧運動分布之區大部原為古陸地而非地向斜，明與其他多數造山運動有別，此其二。北美雖參加華力西運動，却未受加里東寧運動之影響，故一般志留紀與泥盆紀地層間不見有何擾亂之跡，此其三。有此三者，即知華力西運動非繼承加里東寧而來，乃肇始於後泥盆紀之別一系統也。

又就我國之震旦運動言之。前乎此者亦有所謂良山運動或湖南運動等名稱，但初時所見，或在三疊紀與上新統之間 (雲南北部及東北部) (註十一)，或在石炭二疊紀與侏羅紀之間 (湖南宜章良口) (註十二)，地層雖多缺失，但丁文江先生首先與安南緬甸等處之印支運動相比較，而以此期運動歸諸後雷底格統 (Post-Rhaetic)，後來調查愈詳，遂成定論。至一九三九年朱庭祐氏 (註十三) 調查四川地質，發見侏羅紀與白堊紀層沈積完成後造成東北——西南之背斜層，其下三疊紀層尚有與此成垂直方向之褶皺。據此，即知三疊紀與侏羅紀之間顯有一不整合在，即後雷底格期之造山運動屬於震旦運動之系統大略已明。加以前者僅限我國西南川滇湘贛諸省，而後者尤於太平洋沿岸為最烈，且幾波及全中國，又與太平洋東岸成桴鼓相應之勢，其動源與範

註九 J. W. Gregory: The Geological History of the Pacific Ocean, Pres. Add. Sec. Quart. Journ. Geol. Soc. LXXXV, LXXXII—CXXXVI.

註十 章鴻釗：太平洋區域之地殼運動與其特殊構造之成因解，地質論評第十二卷第一二合期，從原子能推導地史晚期地理地質同時變遷之源，同上。

註十一 丁文江：中國造山運動，中國地質學會誌第八卷第二期。

註十二 李毓堯朱森：湖南宜章良口之地質及與南嶺造山作用之關係，中國地質學誌第十三卷第二期。

註十三 章鴻釗：川鹽之分布與震旦運動之關係並關於滇鹽與石油之一瞥，地質論評第五卷第三期第一九七頁。

圍顯與前者大有區別。然則震旦運動因肇始於侏羅紀後，而自成一獨特系統，又章明了矣。

造山運動之階段 凡繼續的造山運動為長期調節作用，往往經過地史上數時期，而猶往復波盪，破碎迭起，必使地殼處處達到平衡而後已。但在長期運動中亦非無盛衰消長之分，正與冰河時代之有間歇期相同。如因其一時稍稍寧息，遽謂後期之運動全與前期渺不相涉者，亦不盡然；蓋盛衰消長祇是調節中應有之現象，其得於運動過程中顯分若干階段者亦正在此。此例斯蒂來氏已舉華力西運動為證，而我國之震旦運動乃其尤顯著者。蓋震旦運動至少得別為五期，而其最後尚未知所屆，或可能與亞洲之喜馬拉雅運動歐洲之阿爾波斯運動及北美之安底立運動(Antillean Orogeny)(註十四)有前因後果之關係，不過今尚未易明言耳。但即以五期論，在東亞每期皆有動向互易之逆掩斷層，故各階段均得以此為判別之標準，即每期活動之火山岩類亦顯有所區別，尤於我國東部沿海各省為著。試表列如次：

震旦運動 期次	運動方向	每期主要火成岩類	火成岩主要產區
第一期	從東南來	安山岩類	東部南北皆同
第二期	從北北西	粗面岩或凝灰岩	北方多粗面岩 南方多凝灰岩
第三期	從東南	流紋岩	南北略同，南方尤盛
第四期	從西北	花崗岩類	南北皆同，南方尤盛
第五期	從東南	玄武岩類	南北皆同

據上表，因其前後動向每期互易，即得從空間之分布判別其時間之階段；又因兩種動向一致在構造上奠定東北——西南之震旦方向，即知此種運動雖顯分若干階段必仍屬於同一系統，此震旦運動之所以名也。凡一種造山運動而得別為若干階段者，以其有時空間之聯繫性在，用以對比，價值尤大。試於下節稍稍申論之。

依造山階段為對比之價值 凡遇地層殘缺，或雖未殘缺而無古生物可資比較者，抑或距離較遠，未易從古生物達到一致結論者，如有連續的與繼續的造山遺跡，且有階段可尋，則大得彼此比較之助，且可更期精密，論理宜如是也。斯蒂來氏曾言‘地球上確定的構造形式不是確定的時間之標記，惟過程中時的階段(Zeitphasen)却為構造體同時之徵’。夫構造體者必緣地層而著者也，今構造體既於各階段具有同時之

微，則構造體所由附麗的地層且得因構造體而間接判別其或前或後抑或同時者，當亦非無之矣。

試以例言之。謝家榮氏（註十五）曾於北京西南周口店地里一帶見下白堊紀之辛莊礫岩已受強烈之褶曲，而上白堊紀之地里礫岩則否，且知其造山力從東南來。此即余所謂震旦運動第三期也（視前表）。譚錫嘯（註十六）於山東所見王氏系（上白堊紀）與青山層（下白堊紀）間之不整合，亦正當此期。又鄂西歸州系與東湖系間之不整合，丁文江先生曾歸諸燕山運動之乙期（即震旦運動第四期），但以東湖系之時代不明，一時未易論定。歸州系上下三千餘公尺，其中下部已採得下白堊紀化石，或疑其頂部千餘公尺可能較下白堊紀為新（註十七）。惟葉良輔教授及謝家榮氏（註十八）曾從地文上加以熟察，推斷褶曲時期之終了應遠在東湖系沈積以前，因褶曲告終之後東湖系沈積之前，尚有鄂西期準平原之造成，與陸地昇起及侵蝕等事蹟均需相當時期也。若然，即令東湖系屬於始新統或其以後，遽以此期褶曲當震旦第四期，似仍可疑。嗣李捷氏（註十九）於鄂東蒲圻一帶發見若干逆掩斷層，每以北部或西北部為被掩部分，絕未有北部地層逆掩於南部之上者，明其造山力以來自東南者為尤著。又證明此期之造山運動起於下白堊紀山坡系之後。據此動向，非屬震旦第三期亦當屬第五期，而必非第四期已甚明。但鄂東西相距不遠，山坡系之岩石性質又均與歸州系相仿，則兩處運動理當同時；如歸諸震旦第五期，顯與葉教授所見相左，故論動向自應屬第三期且與謝氏於北京西南所見正相符合。然則歸州系與東湖系間之不整合亦必屬第三期而非第四期，即歸州系亦當全部屬下白堊紀審矣。

再就太平洋東西兩岸舉例言之。北美太平洋側中生代之造山運動當自尼伐達期（Nevadian Orogeny）始，此以希拉尼伐達（Sierra Nevada）本期之褶曲得名。勃拉克威爾特氏（註二十）曾有所敘述，大意云：此期運動之褶曲系投向北北東方向，略與今日太平洋海岸平行。褶曲強度雖多所變遷，要以通過嘉利福尼亞及華盛頓為大。此大褶曲帶西當延及亞細亞，並延及南美。就其時代，學者意見實多紛歧，阿拉斯加之地質學者每歸諸中侏羅紀，斯密底氏（J. P. Smith）謂恰當晚侏羅紀（Portlandian）之前，但嘉省之地質學者曾斷歸侏羅紀末，諸說之所以紛歧，大部由於嘉利福尼亞，阿拉斯加及歐洲等地相隔遙遠比較化石多所困難而起，非各地擾亂之時期真有何差異也。

此即憑古生物作比較難期一致之顯列。然則果孰是而孰非乎？勃氏已明言此期褶

註十五 謝家榮：北平西南長辛店地里一帶地質，中國地質學會誌第十二卷第四期。

註十六 譚錫嘯：山東中生界及第三紀層，中央地質調查所地質彙報第五號第二冊。

註十七 謝家榮趙亞曾：湖北宜昌興山秭歸巴東等縣地質調查，地質彙報第七號；葛利普：中國中部歸州層內之白堊紀化石，地質彙報第五號第二冊。

註十八 葉良輔謝家榮：楊子江流域巫山以下之地質構造，地質彙報第七號。

註十九 李捷：湖北蒲圻嘉魚咸寧崇陽武昌等縣地質，中央研究院地質研究所集刊第三號。

註二十 同註七 pp. 643—645.

曲當延及於亞細亞矣，而其褶曲系又與震旦方面略同，則必與震旦運動第一期為同時。夫震旦第一期正起於侏羅紀末，即知嘉省地質學者之說是，而他說殆皆非也。其餘震旦運動二三期雖較微弱，在北美西部亦均有遺跡可尋，惟以缺乏化石，造山時期頗滋聚訟。今復與震旦運動對比，得其大概，例如前表，不具論。至刺拉米特造山期在本系各階段中允為最強之一。論其時代，一般地質學者雖每歸諸白堊紀之終，或後白堊紀 (Post-Cretaceous)，但在太平洋側，因後白堊紀褶曲與其前之尼伐達褶曲不易劃分，又因太平洋與落磯山脈間高原地帶之露頭較少，少許爭論仍不能免。如與東亞之相當造山期作對比，知其必當於震旦第四期自無可疑。凡此皆以造山期為對比之例，在學者間未達到一致結論時其效用為甚大。及造山期既確定，即其上下層位亦不難比較以考得其實矣。

結論 要而言之，造山運動自昔即用為地史上分期之標準，同時古生物亦為分階分層之所需，然而世人每忽視前者而重視後者，則以造山運動時或難遇，遇焉或未能詳，而古生物處處可得，易資比較故也。但以時空之聯繫性言，以造山構系為比較體，有時較古生物尤為有效，此徵諸上述諸例而以明矣。苟其遇之，必首先分別其系統，如其繼續運動而不已也，尤必判別其階段，苟其傳播之遠近廣狹與其動源之所在，亦必詳焉。如此，則每系統每階段在其波及區域所留遺之陳跡幾乎皆可作同時觀，其足為對比之用也實大，不僅可補古生物之不足，而其精確度且或有過之者。

雖然，分別系統亦良不易，往往有異系之運動而合併為一系者，亦有同系之運動，以其反覆繼續不已，而別為若干系者。系別不明，則階段易淆，而對比亦無準，或且因而失之，此尤宜慎者。必綜核各方前後運動強弱之度，追求其原動力之所在，而後庶幾得詳察而識別之。如我國西南後雷底格統之運動早知其為印支運動之尾閭，而其原動力必發生於緬甸安南一帶，或更在其南。又如震旦運動，以其時太平洋東西兩岸有同時響應之徵，知其原動力必發生於太平洋盆地。然則二者之不能相混也，誠彰彰如黑白之易分矣。原動力之所在既明，則可資比較之範圍亦自有所限制。如我國後雷底格統之運動當與印支運動之主要區作此較，沿太平洋各省區之震旦運動又當與太平洋東岸各期作比較，如是，雖不中亦必不遠矣。

抑筆者尤不憚反覆加以回顧者，即造山運動之方向是也，亦可簡稱為動向。動向之所著，大率與其動源之所在攸關，多能處處測得其詳，即不難追跡其動源之所在，其尤有助於系統之辨別也自無可疑。例如朱庭祜氏於四川所見三疊紀層之構造，除東北西南之褶皺外，尚有與此垂直之褶皺（見前）。夫東北西南之褶皺即震旦方向，凡侏羅與白堊紀層率無不然，其必導源於震旦運動者前已屢言之矣。至其與此垂直之西北東南褶皺，不得謂非印支運動之賜，循是以求其動源，亦必遠在西南緬越等處甚明。但黃汲清氏（注二十一）謂「長山運動或湖南運動或安源運動（按皆印支運動之異名）似由安南而廣西而江西而湖南，其運動方向雖不敢定，其構造綫之走向則多為東

北北西南南，或竟爲東北西南’云。按黃氏既知此期運動由安南經廣西以達湖南，則其動向明自西南而趨東北矣，即構造綫亦應走於與此垂直之西北東南無疑。此正與朱氏實地所見甚合。乃黃氏竟以其後震旦運動所造成之震旦方向當之，遂欲合併印支運動與震旦運動爲一系，則其得失誠不辨而自明矣。又如震旦運動，其初期動向是由東南來者，正明其動源尤遠在我國東南也。其後雖反覆迭易，而其造成之構造綫仍不離乎東北西南之震旦方向近是。此乃由於已破碎後幾經自然調節使然，其理不難本等平衡說 (The hypothesis of isostasy) 充分說明之。由是即知震旦運動自成一特殊系統，其得別爲若干階段者，亦正由其前後反覆之動向決之。動向之繫於運動系別重要如此，則又何可忽諸。