

東亞大陸第四紀自然環境的 衍變與人類的演化

The Evolution of Paleo environment and the Human Development of Asiatic Continent during the Quaternary Time

阮 維 周

(一) 第四紀的界說

第四紀(Quaternary)是地層分類的一個層位的時段，這一組地層包括現代沉積在內，約有一百五十萬年至二百萬年的時間，是地史上最近的一紀。

第四紀地層的研究，可以幫助我們了解更老地層的沉積作用，更重要的是藉以追溯人類發展的自然環境，因為在第四紀時期，氣候曾有過巨大的變動，影響所及，使冰川發生又消失，大地冷凍又融解，他如湖面及海面的升降，海及河流的變形與改道，大地的上昇與下降，大氣環流的變異以及生物生態的改變，都在地層中記錄下來。

上述的事變，有些可從地形及高度量出，但許多事變却只能從地層中保留的遺跡而獲得。事變發生的年代，雖然可用同位素方法來測定，而訂年所用的材料，仍然是來自地層，所以第四紀地層的研究，仍然離不了傳統研究的方向，研究沈積與侵蝕的作用，換句話說，研究第四紀最適當的途徑是詳盡的描述地層，依照層序或區域去發掘物理性質的事故。

地層的基本研究應該包括(一)出露地層的敘述及彼此的關係，(二)各種地層沈積環境的解釋及(三)地層所代表的觀念的認識，以便與地球各處同時代地層可作對比。目前第四紀研究的標準與規律，在世界各處尚未統一，我們所得的結論，也只能算作成果的累積而已。

附識：①本文為中國上古史稿第一本第一章。審閱人為李濟先生。

②本文版權屬中國上古史編輯委員會。

十九世紀中葉，第四紀與其下第三紀的分界，是以第四紀含有現代種屬的生物，代表生物演化顯著階段為重要的原則，而現代（Recent）則為已有現代人出現的時代（註一）。到廿世紀，大家認為更新世（Pleistocene）的底限，亦即第三紀與第四紀的分界，應以牛（Bos），象（Elephas）及馬（Equus）的突然出現為分界，並認為人類的存在，應為第四紀的特徵（註二）。廿世紀的中葉，才有以氣候變化為基礎的另一個第四紀的定義，也就是以氣候劇烈變化而發生的冰期，為第四紀的開始，而將第四紀分為幾個冰期與間冰期。這樣第四紀的定義，應包含兩項重要原則，一為生物的演化，二為氣候的變化。

上述兩項原則的利用，是以化石羣進化的差別為分層的基礎，再以氣候的變遷將第四紀分段。換句話說，依化石所代表的氣候為分析的標誌。化石羣的研究，花粉與脊椎動物化石的利用，最為廣泛，微體生物的鑑定，可將深海地層相對比，而古溫度（Paleotemperature）的研究，可解決陸相地層的問題。從氣候的研究進而探討沈積物的物理性質，生物的生態，以及海平面升降等事故。同位素定年法自然也是第四紀研究的非常重要的工具（註三）。

一九四八年第十八屆國際地質會議，曾採用海相的卡拉布里安層（Calabrian）及其相當的陸相維拉弗朗層（Villafranchian）的下限為第四紀更新世（Pleistocene）與第三紀上新世（Pliocene）的分界。這兩層在我國的分界，楊鍾健氏在一九四八與一九四九年曾加以討論，根據動物羣的演化，沈積物的性質，構造的特點以及地文期的分析，放在泥河灣層之下（註四）。泥河灣層與早上新世的保德層的界限，非常顯明，不僅沈積上有大的間斷，動物羣的性質也有很大的差別，以泥河灣層以上屬第四紀的劃分，已為採用，也就是相當於國際採用的維拉弗朗層，泥河灣層的底部，為第四紀的下限。

（二）前第四紀亞洲大陸的地理形勢

亞洲地區的地理形勢的複雜性，必須由追溯所有過去使大陸變形，一連串發生的事故，才能完全了解。假如我們能追溯更遠的過去，馬上可以發見各時代沈積物的組成及構造，其顯著不同的原因，而這些沈積物直接影響一個地區動植物的特殊分佈，

進而決定人類可否在本區生存及演化。

古生代的結束，在亞洲以蒙古大地槽的褶皺成山爲顯著的事故，山脈成東西走向，其西北則與天山大地槽會合。崑崙、南山及秦嶺亦於此時開始上升，致東亞洲中心的東部開始有了複雜的山系，但亞洲中心，仍爲塔里木及戈壁古地。中生代亞洲的地勢，最主要的安排，是將分離的地塊相結合，如安高拉 (Angora) 戈壁及西藏與東部的喀賽西亞 (Cathysian) 地塊結合爲大陸塊，統稱爲古亞洲 (Palasia)。古亞洲在以後的時代，未再分裂。在侏羅紀末期，燕山大地槽褶皺成山，古生代生成的山脈，因受長期侵蝕而變爲平緩的，復行上升，如河套山脈 (Ordos) 秦嶺及南山。南部喜馬拉雅大地槽在中生代直到早期第三紀繼續存在 (註五)。

第三紀的地殼變動歷史，正如其前的古生代及中生代，是以重新調整地殼，爲其特徵。歐洲及印度—非洲大陸分離，以及白堊紀的海相沈積昇起成高山，所引起的水平應力，使古北極大陸向南推移，造成亞洲邊緣向南突出的島弧，如阿留申列島、庫頁島及日本列島，然後劃一大弧，轉向緬甸，經喜馬拉雅山、伊朗弧，直至巴爾幹半島。在這個大弧之內，有同心弧狀的山脈，尤其在亞洲東北部及喜馬拉雅山以北，最爲顯著，在山脈之間，形成褶皺平緩的地塊，蒙古高原及西藏高原高達五千公尺，塔里木盆地高出海面一千公尺，而小亞西亞僅在三百公尺左右。但另一方面，白令海峽、日本海、中國海則可深達三千至四千公尺。

早第三紀地層，主爲湖泊堆積，在甘肅、陝西、山西以及東秦嶺湖北與河南交界處，都有分佈。岩漿侵入似乎與地殼運動伴行，高原玄武岩 (Plateau Basalt) 分佈於河北山東境內 (註六)。 呂梁山的中部，且發現鹹性侵入岩，紫金山及雲南西康，亦有同樣發見。中第三紀運動，使紅色地層褶皺，且發生斷層，而中國北部在上新世，則有侵蝕與沈積的循環；唐縣侵蝕—保德沈積循環 (註七)。

這些地殼變動與沈積情形，除將大陸、海洋、山脈、平原重予分佈外，隨着而來的是氣候的變遷，進而限制了植物繁殖的區域，也使以植物爲主要食料的動物種屬，分歧而區域化。

當我們討論現代動植物的分佈時，會發現這種分歧，有重要的後果，當非洲種屬不能在亞洲繼續生存時，非洲種屬動植物在歐洲被北歐來的斯堪納維亞種代替時，我

們才能說，第三紀真正在開始。歐洲西北部北極種代替了非洲種的主要原因，乃由於進入第四紀後，氣候發生劇烈變化，這種變化，當不限於歐洲一地，可能北半球，都有影響。但這種代替確是漸進的，因為所謂第四紀冰期，並非連續不斷的，中隔的間冰期，可使非洲種回到原住地區，也使亞洲種西移，我們可以看出這種波動，對人類有深厚的影響。

(三) 亞洲大陸第四紀地質構造基礎

近年地質的研究，發見亞洲大陸在中生代開始，即斷續的升起，使大陸形成臺地與盆地複雜錯綜的地形，而臺地與盆地之間，造成高聳的山嶺。從大地構造來看，亞洲東部大陸山脈可有兩個系統，一為東西向構造系統，一為東北西南構造系統，而主要的東西向系統，自祁連山向東延形成秦嶺，將大陸分為南北兩大部分，這一系統被東北西南的系統穿越，則將盆地、山地、高原分隔成許多構造單位（註八）。秦嶺以北在二疊紀以後，已成陸地，秦嶺以南自三疊紀後海水退出大陸，大陸的輪廓也在基本上形成。但現代的大陸地面，則開始於上新世以後，從人類遺跡在更新世發見，以及沈積環境各方面看來，上新世到現代，應屬一個單元，為了解人類起源的環境起見，也許可從上新世說起。

上新世是亞洲大陸大河流域的地勢型式建立的時期，這種地勢型式到現在大體上沒有什麼重大改變。在這時期，大陸處在熱帶及亞熱帶氣候的環境下，有一個長期的湖泊沈積。秦嶺以北，興安嶺太行山以西，形成一個土狀堆積的中心，秦嶺以南，紅土的形成已經開始，所以亞洲大陸古地理環境，在始新世南北兩部，環境一致發展到更新世，則南北兩部，截然不同。這一時期沿海島嶼可能仍與大陸相連，但日本和我國臺灣仍可見有海侵現象。

下部上新統蓬蒂層在大陸北方以保德層為其代表，保德層代表完整的湖泊沈積，底部為紅土層，上部白泥層，含有標準的三趾馬動物羣，為自大西洋向東經北非、伊朗、印度到太平洋一帶的主要動物羣，包括甚多現代種屬，如駝鳥、狸狼、獾、貂、鬣狗、貓、劍齒兔、雙角犀、麝、鹿、羚羊及跳鼠等，而原始的鼠（*Gerbillus*）及原麝鼠（*Prosiphneus*）為標準草原沙漠動物。中國南部因在亞熱帶氣候下，生物羣為北方

型與印度及馬來型的混合羣，含有犀牛、鹿及猿猴等。上部上新統北方的湖泊，繼續沈積，但因氣候漸形乾燥，湖泊範圍縮小，生物羣亦多草食動物。上新世之末，顯有一系的地殼運動，使地面隆起，地層發生斷裂，導致一期侵蝕作用，稱為汾河侵蝕期，為上新世與更新世的分界。

早更新世，歐洲稱為冰期，由冰川刻劃所留的地形可將冰期分為四個階段。中國大陸的冰期，大部分發現在高山，一般認為在溝谷及平原中，從未經冰覆蓋，但西藏高原的冰期，可能對大陸氣候發生過重要影響，形成我國冰期歷史的第一階段，冰川外圍地區，氣候轉變濕潤多雨，湖泊大量發育，是為第一雨期，沿海地區發生海退，陸地面積增大，臺灣海南島成了大陸的一部分（版圖壹）。

下部更新統維拉弗朗層，在北方以泥河灣——太谷層為代表，為河湖相沈積，分佈在新疆、青海、甘陝、山西、河南及華北平原，構成河谷階地的紅土及雜色堆積，可能與泥河灣組同期。黃河中游黃土的堆積，自這一時期的後期開始，稱為午城黃土（註九）。泥河灣底部的白泥層，含有豐富的植物化石，其中白楊一種（*Populus bifolia*）與現代生長中部亞洲者頗相似，證明此種植物的生長環境，為寒冷及半乾燥氣候（註十）。泥河灣動物羣中，含有代表森林草原條件的脊椎動物，尤其是哺乳類，其成分與西歐的上部維拉弗朗動物羣相當，而與上新統保德組所含三趾馬動物羣有很大區別。標準的第四紀種屬如野牛、三門馬、駱駝、平額象，開始出現。

秦嶺以南，資料比較不甚完全，發現較少，雲南的元謀馬層及廣西柳城的巨猿層，均屬下更新世。

早更新世後期，北方氣候轉為乾燥，蒙古地帶的湖泊減縮或乾涸，黃河中游繼續堆積了黃土。南方氣候特為溫暖，高山發生冰退現象，低地普遍發育了紅土，從紅土分佈的情形推測，這熱帶亞熱帶下的紅土作用的北界，可能遠達北緯四十度左右。沿海地區，由於短期地殼運動，海岸上升，使外圍島嶼與大陸暫時隔離，中國現代河流水系，如黃河流域，予以建立，已遭蝕低的山脈，如秦嶺，再行復活升高。西北造成巨大山前洪積扇，河西走廊發生逆掩斷層，華北平原、松遼平原和若干盆地繼續下沉，接受堆積，並有火山噴發（註十）。這種地殼上升運動的結果，使部分地層遭受侵蝕，稱為滄水侵蝕期，為早更新世與中更新世的分界。

中更新世，從山西到雲南，從蒙古阿爾泰到天山，形成一顯明的沈積輪迴，以土狀堆積與礫石堆積為主。北起鄂爾多斯，南迄秦嶺，西起青海湟水流域，東至太行山東坡，皆為黃土堆積區域，是為離石黃土。南方普遍有網紋紅土及河流階地的發育，在石灰岩區域如周口店及廣西喀什特地形區域，有很多洞穴，露出地面，為陸相堆積及生物遺體填充。從這些沈積來看，德日進 (Teilhard de Chardin) 稱這一時期為「礫石時期」，「階地時期」或「裂隙時期」(註十一)。

中更新世的動物羣，則以秦嶺為界，分為南北兩羣，北羣以北京人化石產地的周口店動物羣為代表，具有強烈的古北區系 (Arctic) 的特徵，下更新世的主要動物，如三趾馬 (Hipparion)，沙濱 (Postschizotherium) 等已絕滅，動物羣呈示明顯的現代化，更進步的種屬，如狼、狐、豹、松鼠、駱駝等，大量出現。這一動物羣在甘肅、山東，亦有發現(註十二)。南羣以萬縣動物羣為代表，含有熊貓、鼫鼠、野牛、水牛、巨獏、印度犀、劍齒象、長臂猿等，這一動物羣本體上與印尼產直立猿人 (Pithecanthropus erectus) 的動物羣相比，在中國南方分佈甚廣，江蘇、四川及南嶺南坡，皆有發見(註十三)。

中更新世前期，曾因地殼一度上昇，致溫度下降，氣候變濕，形成中國已知的西部山地最大冰期，若干地區的動植物化石，也有氣候的反應。西北及華北地區，進入第二雨期，盆地中有河湖堆積，平原因沈積而繼續下沈，山麓堆積礫石，沿海地區，發生海退，外圍島嶼與大陸，再度連結。中更新世後期，山地進入間冰期，低地進入間雨期，北方堆積的離石黃土，含有紅色埋藏土及風化黃土，說明氣候變暖，西部山地冰川退縮，南方發育網紋紅土上的風化殼，紅土分佈範圍，向北伸展，遠達北緯四十三度左右。沿海區域再度發生海侵，華北平原及蘇北平原堆積海相地層，沿海邊留有海岸階地，海蝕臺地，並露出古海岸的遺跡，而外圍島嶼與大陸，再告分離。

晚更新世的堆積，中國全境都呈顯著的黃色，在北方除典型的馬蘭黃土外，還有再沈積的黃色土層，可能是坡積、洪積或沖積作用所形成。馬蘭黃土與其下覆的離石黃土間，成不整合，代表離石黃土形成平緩的地形後，在晚更新世初期，遭受劇烈切割與侵蝕，稱為清水侵蝕期。換句話說，清水侵蝕期後，甘肅、陝西、山西一帶，有黃土的沈積，當時氣候寒冷而半乾燥，盛刮西北風，所以在中國「紅土時期」之後，

爲「黃土時期」。

馬蘭黃土並非晚更新世唯一的沈積，新疆及蒙古一帶乾涸的湖泊，有白色的細砂堆積，在西部滿州，則有凝結的砂丘，華北平原及揚子江中下游，則有棕色的粗砂堆積。這些沈積分佈情形，值得注意，由於中亞及東亞的大陸性氣候向東南方向推進，晚更新世的堆積，大致可有四個由西北向東南發展的環帶，新疆蒙古的湖砂帶，西部滿州的砂丘帶，陝甘的黃土帶及華北平原揚子江流域的棕砂帶(註十四)。長江以南，晚更新世無黃土沈積，而以紅壤土的再沈積爲其代表。在灰岩地區，洞穴繼續形成，洞穴堆積物，也以黃色爲主。

晚更新世的動物羣，北方以沙拉烏蘇動物羣及稍晚的山頂洞動物羣爲代表，這一動物羣發現於榆林靖邊附近，動物羣是中更新世生物的繼續，更呈現代化，如洞穴鬣狗、轉角羚羊、水牛、駱駝、駝鳥等，得到充分發展，數量及體形都增大。新種有野驢、鹿、牛、野牛、駝鹿、猛犸象等。滅失的種屬有中國鬣狗、劍齒虎、犀牛、三門馬等。在沙拉烏蘇動物羣之後，有含人類化石的山頂洞動物羣。南方資料不足，似可以長陽動物羣及資陽動物羣爲代表，其成分基本上與泛稱的熊貓和劍齒動物羣相似。在同一地層中找到長陽人 (*Homo changyangensis*)，資陽人 (*H. tziyangensis*)。

晚更新世前期，氣候轉爲寒冷，南方西部高山冰川發育，華北與西北地區進入第三雨期，湖泊又大量發育，沿海地區海退，海島與大陸相連接。後期爲間冰期及間雨期，冰川融失，紅土化作用再次發育，其北界則南移，約在長江沿岸，北緯三十度附近。沿海地區海侵，海岸形成高達十至三十公尺之臺地，華北及蘇北平原，部分浸在海下，外圍島嶼與大陸，再形隔離(版圖二)。

全新世在中國的開始，以板橋侵蝕期爲起點，因大陸臺地的緩慢上升，侵蝕作用遠較沈積作用爲強，河流曾由新成河谷沖流，原有階地下切，黃土區溝谷的切割，進入新的階段，東北地區火山噴發，中國全境已邁入一個新紀元，準備開始再一次新的沈積時代。

全新世與更新世沈積的分界，以再生黃土及黑色黏土爲準，東北河北江蘇平原以及沿海與內陸低地，有大量泥炭沼澤形成，西北乾旱地區，有風砂堆積及鹽湖堆積，東北一帶，黑色黏土層，頗爲發育，新疆蒙古一帶，則有淺色再生黃土及凝結的砂

丘，稱為臬蘭期堆積，也就是在這些沈積中，發見中石器時代的穴居或湖居的人類遺跡。全新世氣候與現在相近，北方發育了碱性爲主的土壤，南方以酸性土壤爲主，海陸分佈的輪廓基本上亦與現代相近。因平原地區河流入海處的加深堆積，使海岸線逐漸外移(註十五)。

綜合上述各節，我們可以歸納中國近期地史中有四個沈積的輪替：三門、周口店、馬蘭及臬蘭。這些輪替隨地勢的上升運動形成。另有三次海侵與三次海退，使海島與大陸分而合，合而再分，是在氣候的變化中發生，我們不妨再進一步稍加分析。

第四紀沈積輪替的現象，直接受構造運動的控制，造成沈積物的性質改變與重新分佈(註十六)。中國新構造類型對第四紀沈積最有影響者，爲大面積升降運動及斷裂運動。西北黃土高原是一個大面積上升地區，遭受剝蝕，將黃土狀的黏土，搬運而堆積在華北平原，華北平原這個沈降地區，根據探測的資料，第三紀與第四紀鬆散的沈積，厚達一千五百公尺，其中第四紀地層，有數百公尺，而堆積的成因類型，以沖積物爲主。西北許多山地，有顯著的斷裂運動，如天山祁連山等沿斷裂上升，造成山前相對的沈降(註十七)。上升運動時期，侵蝕作用加強，而相對的沈降時期，堆積加厚。所以第四紀以來，四次構造運動的結果，有汾河侵蝕，三門期堆積；滹水侵蝕，周口店堆積；清水侵蝕，馬蘭期堆積；板橋侵蝕，臬蘭期堆積的輪替(版圖三)。很明顯底，第四紀沈積物本身可構成各種堆積地形與剝蝕地形，在每一輪替中，會發見沈積物有規律的分布現象。從山地到盆地，再達海濱，常見冰積、殘積、坡積、洪積、沖積、湖積以至海相沈積的帶狀排列。在輪替的重複中，我們發見第四紀構造運動並不劇烈，地勢形態，改變不大，沈積物表現出明顯的繼承性，同一類型的沈積，可重複出現，如黃河中游的黃土，係由更新世初期到晚期，四次重複堆積的總和，華北平原的巨厚沖積物，亦係連續壘集的沈積。

第四紀沈積的分佈，又可反映出氣候的分帶，在第四紀時期，由於兩極冰蓋的形成與擴大，自北極至赤道，氣候分帶，特別顯明，而這時期的沈積，也顯示冰川地區，冰緣地區及旱濕變化雨期地區的特徵。中國大陸實跨有寒溫帶、溫帶、亞熱帶及熱帶，南北氣候，差別甚大，特別是秦嶺橫貫中部，加強了南北氣候的差異。秦嶺以北，受大陸性氣團的控制，氣候乾旱，第四紀沈積物富含鈣質，碱性爲主、含低價鐵

的化合物，而呈黃色。秦嶺以南，受海洋氣團的影響，氣候溫暖潮濕，第四紀沈積物富含高價鐵質，酸性為主，而呈紅色。根據土壤學的研究，第四紀紅土的分佈，為熱帶與亞熱帶森林氣候的地區，北可達北緯三十四度左右(註十八)。根據黃土的研究，證實第四紀有三次潮濕與四次乾燥的氣候交替(註十九)。這種氣候的波動，直接造成冰期與間冰期，雨期與間雨期，加以地形的控制與升降運動的影響，發生海侵與海退現象，使大陸與外圍島嶼時離時合，重複三次。

(四) 中國大陸的自然區域

中國大陸呈現的物理環境，代表過去地質時代的建造、變形與侵蝕作用的總結。為了解地表的型式，必須追溯這些物理環境的進化程序。我們發現中國大陸與其東邊的海洋，有獨特的分佈，日本列島原為大陸的邊緣，其西展為日本海、黃海及東海，顯為一大地槽 (Geosyncline)，東北的東南高地、遼東半島及山東半島為一大地脊 (Geanticline)，其西自滿州北部，橫貫華北平原至長江流域，為另一大地槽，此中國北部大地槽之西，為內陸大地脊，包括大興安嶺、太行山、長江三峽、貴州高原的東部及廣西的廬山，如無東西向秦嶺橫貫山脈的切割，此一大地脊，為中國大陸連續不斷的內陸地殼變動帶(註二十)。

中國北部大地槽下沈現象，實有更老的歷史，從滿州平原找到的魚化石，證明大地槽在白堊紀時代已存在(註二一)。中國最北部之大興安嶺大背脊，位於蒙古高原與滿州平原之間，為一北北東向的強烈地殼變動帶，於上白堊紀造山運動時期，蒙古高原向東南方向擠壓，造成山前斷裂，第三紀中新世末期，曾有玄武岩噴發。大興安嶺向西南延伸為呂梁山脈，呂梁山代表強度褶皺的大背斜 (anticline)，山西高原之東，為太行山大背斜所限，包括由老至侏儸紀地層。呂梁山太行山背斜之南延，為長江三峽大背斜，有三疊紀地層出現，更南至貴州高原之複背斜 (Anticlinorium) 則可與山西高原複背斜相對比，皆為中生代後期地殼運動的產物。山東半島與南部滿州，雖為海水相隔，則必須視為一個地質單位，山東地塊為古大地槽經白堊紀末期運動褶皺而成。閩浙地區為一複背斜，在侏儸紀末期升起，白堊紀後期再行升起的東南高台。

上述大背斜與大向斜，又為東西向構造帶截斷，這些東西構造帶於前古生代已存

在，經多次的地殼變動，而固守原位。東西構造帶與東西向山脈吻合，其一爲唐努肯特山，爲蒙古草原之北界，位北緯四十九度與五十度間。陰山山脈，位北緯四十一度至四十二度間，爲蒙古草原與華北平原的分界。秦嶺位在三十三度至三十四度間，爲華北與華中分界。南嶺位二十五度至二十六度間，分隔華中與華南。其中秦嶺山脈對第四紀時期中國大陸物理環境有顯著的影響，已如前節所述。

我們從地形高度來看，中國大陸從西藏高原開始，向東南形成台階式級降，而達太平洋岸，在一定距段中，穿插着東西向的山脈，將中國全境分隔成若干個高地與低地單位。黃河流域限於陰山與秦嶺之間，長江流域則爲秦嶺與南嶺所限，中國境內所有河流，由西向東流，氣候又南北分帶，都受了這些高聳山脈的控制。有了這樣一個地勢的輪廓，可進一步描述每個物理環境單位（版圖四）。

西藏高原平均高度在五公公尺以上，整個高原爲褶皺劇烈的高山環繞，高原雖不斷遭受侵蝕作用，高處仍有冰川存在。高原的北界爲崑崙山，陡降而下達塔里木盆地及柴達木盆地。塔里木盆地爲新疆省內天山山脈橫穿之南部盆地，其東南的長廊地區，爲中國本部通西北的要道，歷史各城如玉門關、墩煌卽位要道上。天山北爲準噶爾大盆地，東部爲沙漠地帶，西部受北極雨的影響，適於遊牧。新疆的沙漠，向東延伸而至蒙古草原，這個半乾燥性的草原地，以陰山爲南界，大興安嶺爲東界，位於黃河西岸的賀蘭山，則爲戈壁沙漠與鄂爾多斯 (Ordos) 區的自然分界。大興安嶺東去，入滿州平原，東南向入滿州東南高地，漸降爲遼東半島，隔渤海與山東半島對峙。滿州平原向西南延伸，沒於渤海，再南形成華北平原，平原範圍遼濶，以淮陽山弧爲南界，西界達黃河以南秦嶺以北地區，中國歷史上稱爲中原，爲統一中國必爭之地，亦爲中國文化向東北及西南轉播的中心。由華北平原登上太行山，可達山西高原，山西高原的西界是呂梁山脈，由陝西中部起，穿過黃河，形成著名的龍門峽。山西高原，大體可分爲三部分，東南部臺地，中部盆地及西北山地。呂梁山西向，高度漸形低降，而入沈積深厚的陝西盆地，這一填高的盆地，却可與山西高原的高度相比，其範圍則西向伸入甘肅省區，以六盤山爲盆地的西界。

黃河自中國大陸西部的黃土高原流向華北平原，其河道頗爲曲折，指示生成歷史，相當複雜，尤其是上游環繞鄂爾多斯高原再折向南北流，必與一般河道發育有

別。一說認為黃河上游原流入渭河，渭河河谷平坦，且寶雞至潼關一段，河谷地形呈壯年型，可能在侏羅紀後期秦嶺上昇成山之後不久，渭河即已形成，也可能在這一時期渭河是黃河的主流(註二二)。一說則謂黃河原由鄂爾多斯高原沿陰山斷層的下陷部分東流，黃河在綏遠境內托克托地區的河口折向南流，是由於紫金山火成岩體的升起，及由於山西與陝西交界發生斷裂。王竹泉氏認為山西保德及石城附近的礫石層，可能代表古黃河舊谷的沈積，換句話說，沿山西陝西交界的大斷層，曾局部上昇，使黃河沿舊河谷下切，造成峽谷及龍門及壺口瀑布的奇景(註二三)。關於舊河道一點，衛理士(註二四)早在一九〇七年有這樣的論斷，他說黃河割切陝西黃土高原以前，已成大河流，隨黃土的沈積而泛濫於高原之上，其後山西陝西兩盆地間發生南北向正斷層，才刼奪其他支流，匯成沿此斷層由北而南的主流，更因陝西大華山前之東西向斷層，提供了黃河東流的出口。

黃河早期發育的歷史，還可以再向中國大陸西部，進一步追溯。有說黃河上游在甘肅西部及青海東部有刼奪原入揚子江支流的現象，但缺少證據，不足徵信。那林(E. Norin)研究塔里木盆地之形成，認為在中生代白堊紀末期，有石膏及石鹽的沈積，可斷定尙無河流發育其間，第三紀始新世末期，盆地下沈而有海侵，直到上新世，環繞盆地有甚厚的河流沈積，而推斷在這一時期，河流已在大陸西部發源(註二五)。

從構造及地文的觀點，研究黃河的曲流、峽谷、及刼奪現象，博布爾(G. B. Barbour)認為黃河的支流，汾河及渭河，河谷平濶的形成，實與黃河主流的侵蝕作用無關，換句話說，他不認為渭河曾經是黃河的主流(註二六)。謝家榮氏(註二七)同意黃河在山陝邊境由北而南的流向，係沿中新世唐縣侵蝕期發育的舊河谷，在上新世汾河期下切成峽谷，同時刼奪支流，匯成大流，中更新世的清水期，再度下切，發展為現今的河流系統。總之黃河上游區域在中新世以後，已無較烈的斷裂作用，而蘭州貴德地區的形勢，則自上新世以後甚少改變。更新世的板橋上昇運動，使上游河谷，仍留在少年期的發育中，而下游則已入壯年期河谷。

涉過貫穿陝西盆地南部的渭河，跨秦嶺而南行，進入紅色地層覆蓋的四川盆地，盆地為中國境內範圍最為清晰的自然區域，長江上游經雲南北境，河道折轉後，由西南方向流入四川盆地。盆地東南的近隣，為貴州高原，我們如果將四川盆地，與陝西

盆地相比，將貴州高原與山西高原相較，貴州高原東緣，如向北伸延，似可與太行山及大興安嶺相連，雖然前者不如相對的北方區域，單簡而顯明。貴州高原向東下降，爲長江中游盆地，盆地在構造上，或可視爲華北平原的南續，但地理環境，兩者却頗爲不同，華北平原，極爲平坦，可一目無際，夏季暴風雨，河水氾濫，冬季晴和日麗，反呈乾枯，長江中游盆地，因由洞庭與鄱陽兩湖，將本區分割爲二，其間點綴着低山小丘，景色優美，而六八月的梅雨，却使本區形成複雜的河流系統。長江出鄱陽湖區，而入海之前，其流經區域，稱爲下游河谷，安徽南部之蕪湖，因時受海侵影響，或可以此點爲中游盆地與下游河谷的分界，本區範圍，以淮陽山弧之東端爲北界，南向可包括杭州灣在內，而以長江三角洲之形成與湖泊叢生，爲其特徵。

中國古地理學家每以四川岷江爲揚子江之上游，而以金沙江爲岷江之支流，如禹貢所稱江出於岷江。明季徐霞客於一五八六至一六四一年間，依據個人實地之觀察，即以金沙江爲揚子江之上游，創千古不易之論。金沙江在西康與雲南邊境由南北向流折向東流，不入紅河而遠道遷流，以成襲奪現象。四川境內之岷江與嘉陵江，約成南北向，於宜賓及重慶，分別注入揚子江，雲南境內之普渡河及貴州的黔江則由南而北入揚子江，揚子江主流方向爲北東東，在宜昌以上形成著名之三峽。

就自然形勢揚子江可分爲上下兩大段，以宜昌分段，上段呈幼年型河谷，下段流經廣大的沖積平原，爲壯年期河谷。惟就地質構造立論，揚子江也可分爲四大部分即(一)上游指屏山以上，即金沙江(二)中游包括屏山至宜昌一段(三)下游則自宜昌以下至三角洲(四)三角洲則自南京以達江口。

上游之發育歷史，殊爲複雜，中生代白堊紀末期所成的複雜地形，於第三紀初期造成剝蝕地形，其後沿上新世之斷裂帶，造成顯著的南北向河流排列的狀況，爲本段的特徵(註二八)。中游發育於第三紀初期之準平原上，流經四川赤盆地之鬆軟地層，其後再經上新世不等率的掀折作用，遂使宜昌以上之揚子江，深切而成狹谷。下游之發育與中上游者大異，係因多數窪地所成之直線相合，換言之即後成河是也。窪地構造的發生，則遠在中生代末期，其間雖稍有傾折變化，而主流之位置，似少移動，下游梯階發育，爲其特徵(註二九)。南京至海口之三角洲，當爲河流減速形成之泥沙堆積，三角洲之逐漸向海方推進，歷史記載，已是證明，如丁文江氏嘗就沿海堤壩及城市建

置先後的記載，而謂三角洲每六十九年伸長一英里。三角洲伸長的現象，可有各種解釋，惟就中國海岸線曲折及島嶼林立，港灣錯雜之形勢，俱足以表示海岸之下沈，大致言之，三角洲之伸長，顯為海岸下沈沈積率過速所致，此種沈陷當開始於第三紀之末，有謂黃河三角洲之沈陷始於始新世，則揚子江三角洲之下沈，或可較上述年代更早。

綜觀揚子江的發育史，始於白堊紀至始新世剝蝕之準平原，中新世經受褶皺，尤以四川盆地及三峽地區為著，是為秦嶺期，上新世上升及斷裂運動，三峽地區下切成峽谷，金沙江雅龍江遭受襲奪，轉向東流，是為揚子期，第四紀下游建造階梯，三角洲開始下沈。

中國大陸東南沿海區的山脈，與海岸線平行，呈東北走向，如從這個東南高地，走向內地，山勢越來越高，而達武夷山脈，為本區與長江流域的分界。長江中游盆地的南界，南嶺以南，自成一區域，南嶺也是氣候帶的分界，其北為溫帶，其南為亞熱帶，這個南部沿海地區，有三條河流，經貫其間，使廣州附近，成一小型沖積平原，海南島屬於本區。從廣東的西江上溯，可達廣西臺地，地勢稍高，景色亦異，尤以梧州以西，臺地上豎立着石灰岩峰，嘆為奇景，廣西瑤山的山勢，似與貴州高原東緣，走向相同，或以為北向湖北三峽山羣、太行山及大興安嶺一系構造帶的最南段，南嶺中段與都龐嶺相遇處，稱為湖桂缺口，為中國西南通往長江流域的要道，柳州流行兩種方言，顯為中原文化與南嶺文化的會合。由廣西臺地西行，入雲南高地，為受河流割切的高原，本區西北部，雖有瀾滄江由北而南穿流，高地高達雪線以上，東南向漸趨平緩，終至形成小型平原及盆地，本區南北向的山勢，與西康山脈如大雪山，屬同一型式，觀察家都認為中國西部，曾有過快速的上升作用，金沙江原向南流，入紅河流域，其捨棄的南北向河谷，多成山間湖，位高二千三百公尺左右，假如金沙江在更新世時期，仍向南流，則估計本區昇高二千公尺的說法，實足徵信。我們在前節中也曾提到中國大陸上升與下沈區域的問題，結論是中國西部，曾有大量上升作用，而東部下沈，西藏冰川現象，也顯示在冰期以後曾經上升，這種相對運動，到現代可能還在進行中(註三十)。

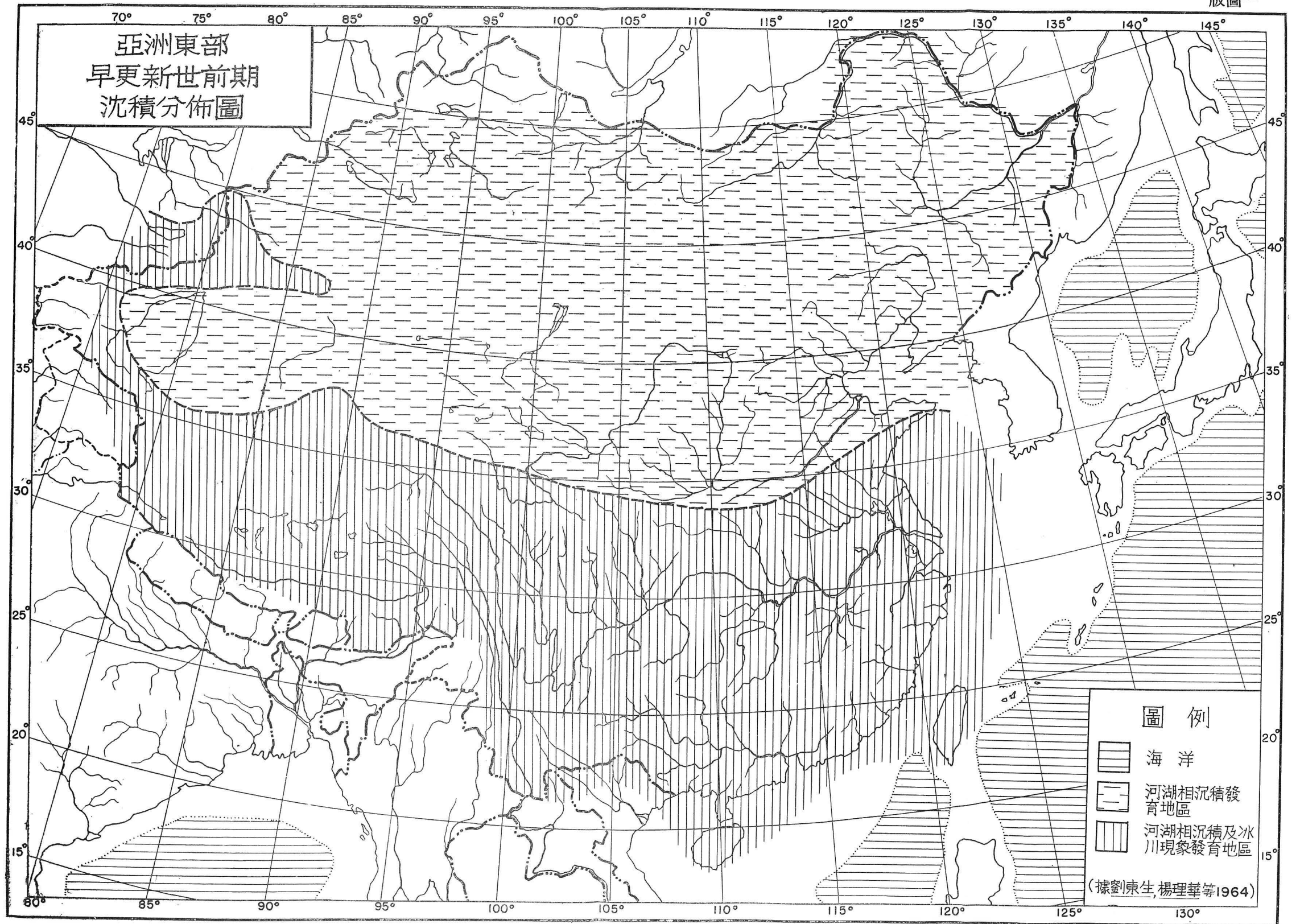
我們從討論中國大陸的地質構造基礎及自然區域，認識第四紀以來，地勢上甚少

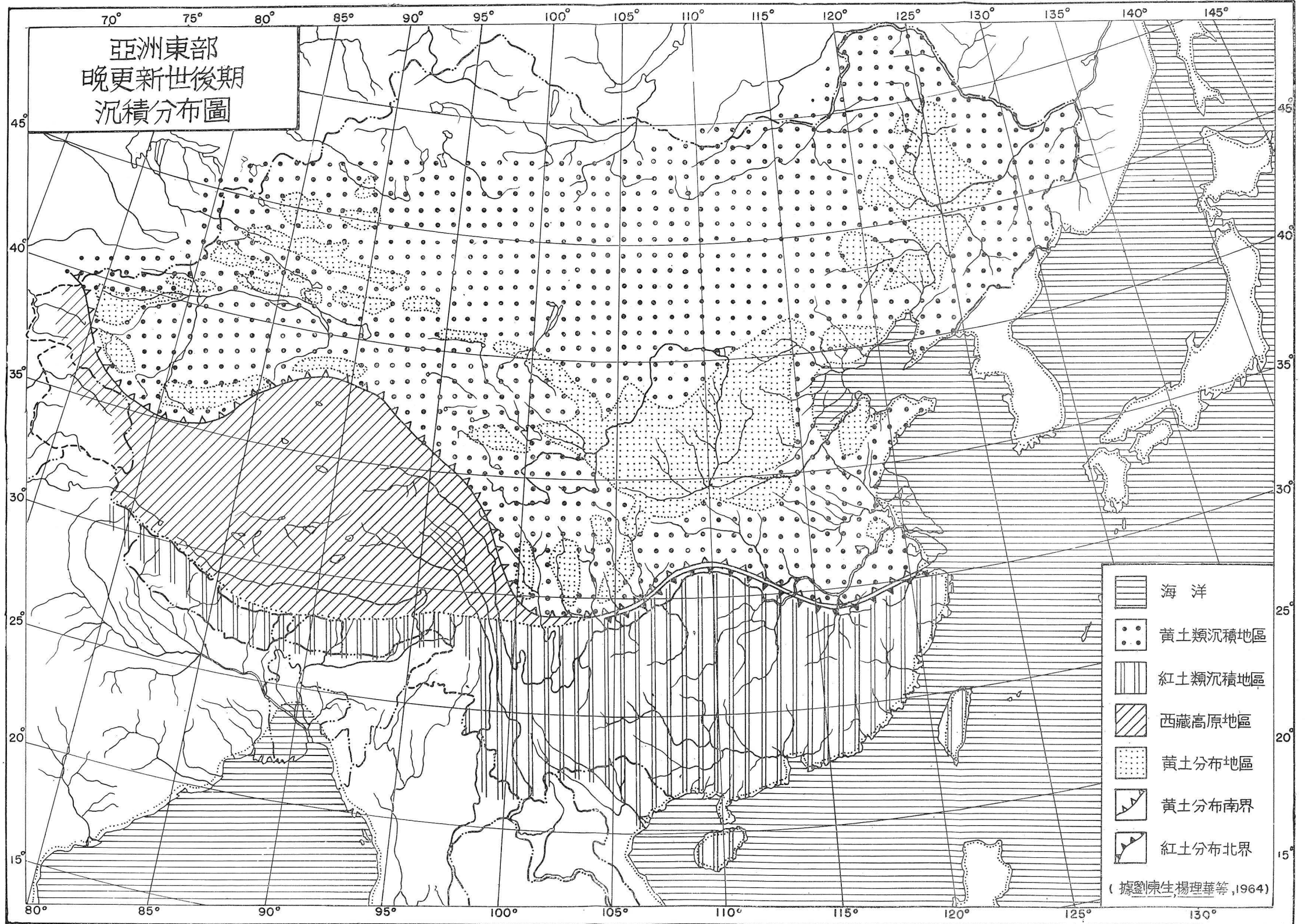
變更，以自然環境為背景的人類演化與文化建立上，地勢一項，應該不是重要的因素，在搜求各種因素中，我們認為比較重要的，也就是與地勢頗有關連的，或為第四紀沈積物的地理分佈及其發育史。根據第四紀沈積物的性質，我們可以將上述自然區域，加以簡化，如以秦嶺為界，將中國大陸，分為南與北兩方，則北方可有西北高原及東部平原兩區，南方可有東南丘陵、西南山地及西部高原三區。各區沈積別具特色。西北高原區以黃土、風砂為主，黃土自更新世早期，即已開始沈積（午城黃土），而在中更新世達到最大的厚度（離石黃土），更新世晚期，分佈範圍最廣（馬蘭黃土）。東部平原區以沖積物為主，沖積皆為河流沈積，與其下覆第三紀地層，成連續堆積。東南丘陵區的殘積物，西南山地區的坡積及西部高原區的凍土與冰積，厚度皆不大，且主為紅土，為其特色。更新世早期與中期，整個南方，發育紅土，更新世晚期，紅土化作用的北限南移，作用變弱，全新世除華南沿海外，此種作用，基本上已告停止（註三一）。

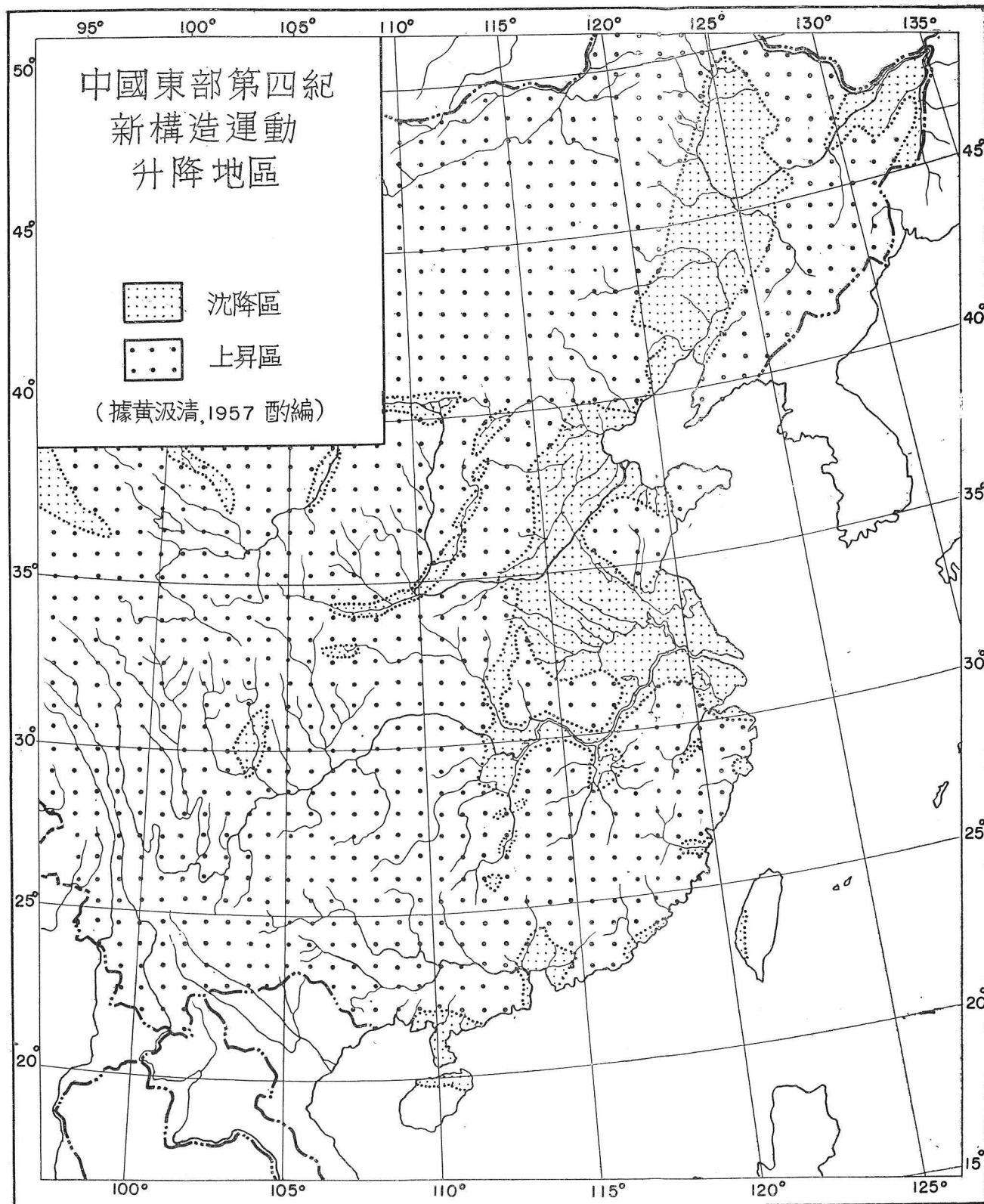
根據沈積物的發育史，我們又認識，氣候的變遷，應為史前古環境組成的最重要因素，這一觀念，依第四紀曾有冰川發生的事實，不難求證。

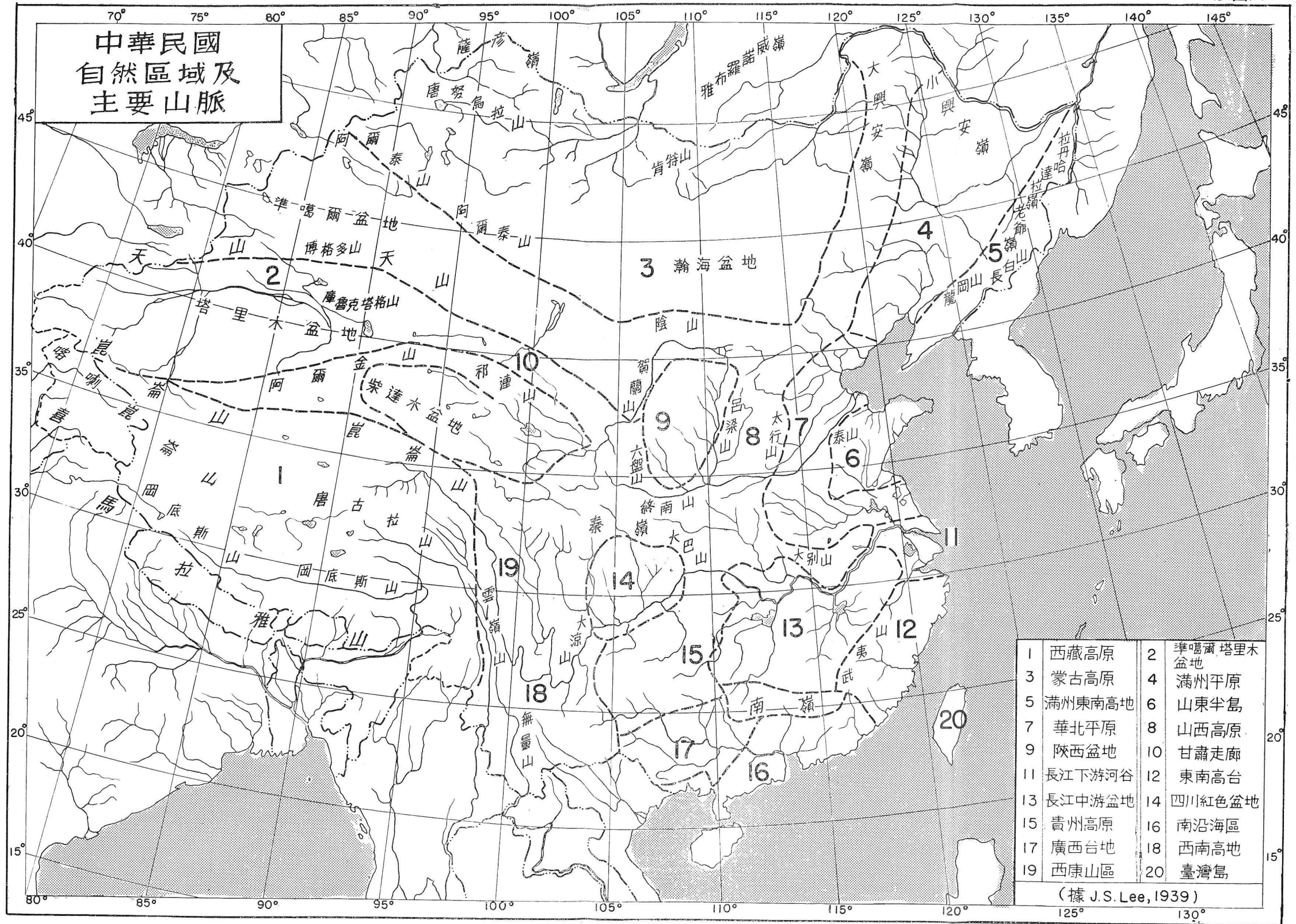
（五）冰期與人類的演化

第四紀在歐美兩洲大顯威力的冰川作用，在亞洲雖然作用輕微，却在人類發展史上，有着重大的意義。亞洲的山谷冰川，不像北美及歐洲冰川，係北極冰蓋的侵襲，而僅代表當時氣候，溫度加劇下降，所以不易發見。李四光（註三二）經廿年的追尋，首在揚子江流域，發現遺跡，為中國境內冰期歷史的第一階段，這次冰川在江西廬山，稱為鄱陽冰期，發生在早更新世的前期。李四光認為廬山可劃為三次冰期及間冰期（註三三）。鄱陽冰期之後，中更新世的前期，西部山地都發育了冰川，形成我國已知的最大一次冰期，稱為大姑冰期（註三四）。第三次冰期，發生在晚更新世的前期，西部高山和東部山地，皆有冰川發育，在廬山一地，稱為廬山冰期。維思曼（Von Wissman）（註三五）根據雲南大理點蒼山第四紀冰川研究，確定了最新一次冰期，亦即第四次冰期，稱為大理冰期，發生在晚更新世的晚期，從氣候變遷的觀點來看，這一冰期，是第四紀冰期的結束，也可以當作更新世與全新世的分界。這一冰期，雪線較高，而規





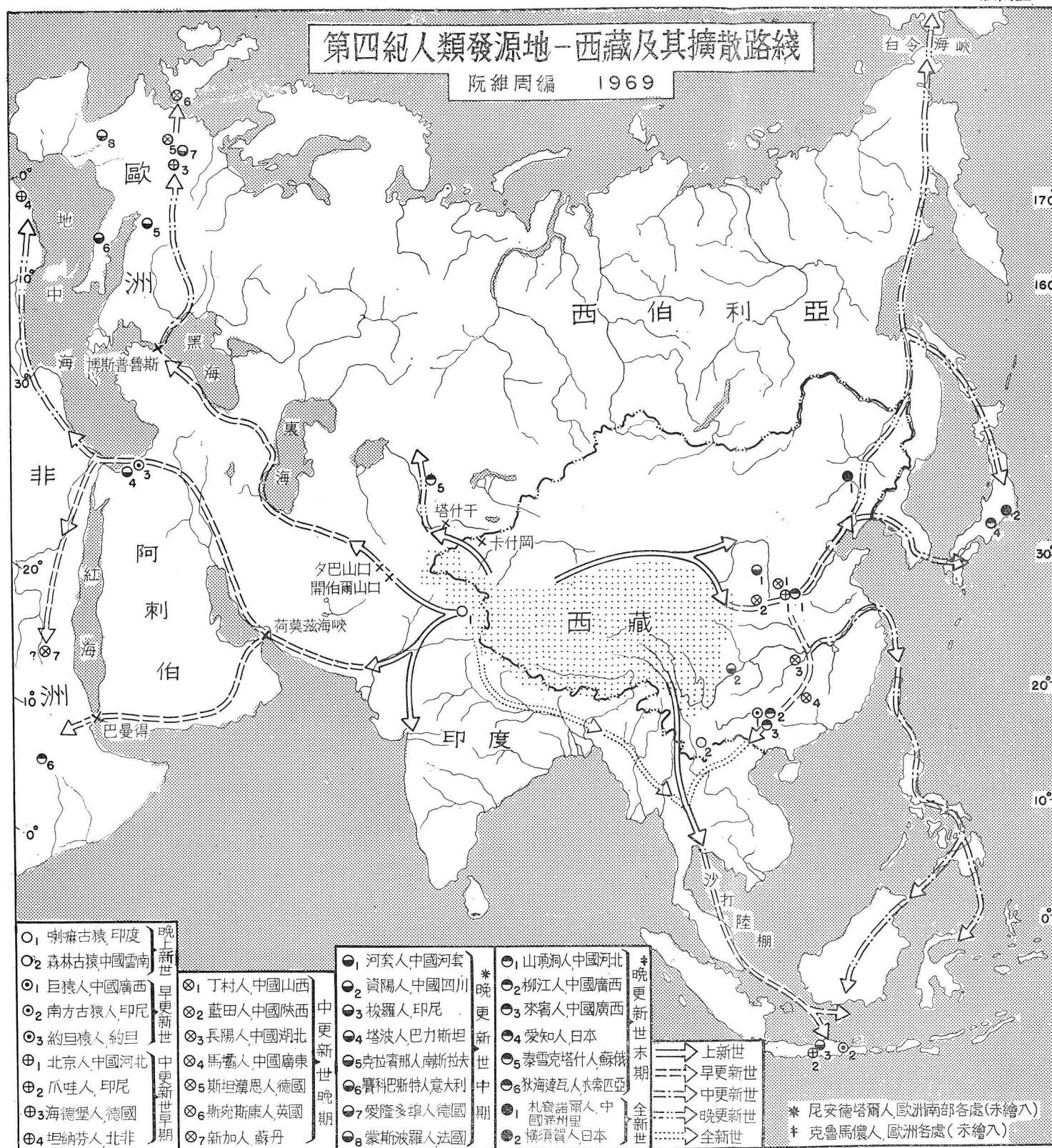




註：過去十年，中國地質界為指示探採礦產，討論大陸構造問題在出版品中佔有相當大的數量，其中比較重要的有黃汲清氏一九五四年出版“Principal Tectonic Units of China”及一九六三年出版的“Tectonic Structure of China”，黃氏處理的方向，係由沈德岩分析古地理的方法，討論構造問題，黃氏將亞洲東部大陸分為(一)中國地臺，(二)西部褶皺帶，(三)西藏雲南地臺，(四)喜馬拉雅褶皺帶，(五)臺灣褶皺帶。謝家榮氏一九六一年發表“On the Geotectonic Framework of China”，又在一九六三年發表“Major Geotectonic Features of Southwest China”，曾根據大地槽生成歷程的觀點討論構造，他認為中國中部大地臺 (Platform)是由古生代大地槽的中部變動區及南北兩邊區發育而成，中生代及新生代大地槽，則發育於大陸的東南及東北部，大地槽的構造線呈東西向或東北西南向。在一本中國科學社一九六五年出版的「中國大地構造問題」的書中，陳國達氏的一篇「中國構造的基本問題」，從前寒武紀到中生代末期討論地臺的生成，將重新活動的地臺 (Reactivated platform) 名為「地窪」(Tiwa)。同書中另七篇文章，則出發點各有不同，意見紛歧。中國科學社在一九六五年另出版一書「構造地質問題」，討論小構造如斷層與節理，以及區域構造。一九六六年又出版「華北華南中生代新生代地質構造發展問題」，本書的立論未超出黃謝兩氏的研究，且部分係根據李四光氏早年研究發展而來。

第四紀人類發源地—西藏及其擴散路線

阮維周編 1969



模甚小，東部地區，沒有經過大理冰期的作用。這些中國境內的冰川，都屬阿爾卑斯型，也可與阿爾卑斯山的冰期對比，大姑冰期與阿爾卑斯山最劇烈的民德冰期 (Mendel) 相當。

亞洲大陸中低緯度，冰川未曾達到地區，隨着冰川的消長，氣候帶發生南北移動，造成濕潤與乾燥有節奏的波動，葛利普氏稱為雨期 (pluvial) 與間雨期 (Interpluvial) (註三六)。這個觀念的提出，使研究亞洲大陸第四紀的着眼點，從冰轉向雨。近年來經強調的結果，這個觀念漸告確立，而將第四紀依雨期與間雨期分劃 (註三七)。古氣候的研究，原有兩項途徑，其一是根據冰川的進退，氣候的冷暖變化，而得出冰期與間冰期，另一是根據雨水的增減，氣候的乾濕變化，而得出雨期與間雨期。冰磧物本身，當然代表寒冷氣候的產物，冰磧物如被其他沈積所覆蓋，則又表示一次氣候的變暖，由這些現象的分析，可以找出氣候冷熱的次序，劃分冰期與間冰期 (註三八)。冰緣現象，亦即冰川進退現象的研究，對恢復古地理可提供有力的資料，中國西北、東北以及長江下游，第四紀氣候的研究，多依此為根據 (註三九)。黃土自身當然代表乾燥時期風成的產物，而河湖堆積則代表潮濕氣候，水中的沈澱。黃土沈積，自更新世早期到晚期，有四次輪替，那麼第四紀以來，華北至少有四次乾燥與三次潮濕的氣候交替 (註四十)。西北乾旱地區，如柴達木盆地，保留着廣大的內湖沈積物，共和盆地有寬闊的湖岸階地，研究湖面的擴大與收縮，以及湖岸的變化現象，又可建立雨期與間雨期的劃分 (註四一)。從各方面的證據來看，冰期發生在陸地上昇的時期，幾次間冰期則與陸地面積縮小，氣候乾燥相合。所以亞洲大陸遭受海侵而下沈最深時，正是間冰期最發育的時期。在中國南部值得特別注意的是紅壤化黏土存在的問題，根據土壤類型的研究，認為紅壤的北界，是亞熱帶森林存在的界限，這一點與我們後段討論人類的演化，或有很重要的意義。

氣候帶的移動，一定有動植物羣的遷移，而土壤的特性，又可使動植物的組合，繼續維持下去，或者加速的退却。從觀察植物羣生存的正常層序，我們發現由雪地或冰川邊緣地區開始，為草原地，進而有了赤楊及灌木，依次是松柏森林及混合的落葉森林。在氣候的轉變中經不起劇變的植物，往往很快底毀滅。但行動自如的動物，却有兩種可採的行動，可隨着習食的植物移動，或者適應環境，改變生活的方式，如改

變飲食習慣，退居洞穴等。後一行動的採擇，却可能由於氣候的波動—冰期或雨期—激發而來，其結果才有克服自然的能力，繼續生活下去。

人類學家研究人類化石，可從體質上認識發育的程序，如中更新世的周口店北京人之前，可有早更新世的非洲人 (Australopithecus) (註四二)，但不能回答人類是在一個中心，或在地球各處同時發源(註四三)。地質學家從地質上的證據，指出適合於人類起源必有的自然環境，不可能有多處，這一個人類發源中心，在第四紀以前，有過規律的地勢發展，是西藏及中央亞細亞地區。葛利普(註四四)認為人類遺跡都發見在第四紀，但人類發源的根，必在第三紀，因為第三紀中期的地殼運動，奠定了人類發源的環境。中新世地殼運動，將喜馬拉雅大地槽，褶皺為喜馬拉雅山以後，印度北部的斯瓦里克大地槽 (Siwalik geosyncline) 中新世與上新世的動物羣，因環境改變，漸歸滅亡，而喜馬拉雅山南北地區，却成了動物演化的有利環境。而這所謂的有利環境，最大因素是氣候改變，使森林退縮或滅滅。原來在第三紀時期，西藏及蒙古地區，不僅地勢平坦，進出方便，而且草木叢生，這種形勢至中新世喜馬拉雅山升起後，形勢改變。喜馬拉雅山的南邊，在冰川時期，從印度洋吹來的季節風，可供給大量的水氣，所以冰碛可在低達一千公尺處找到。喜馬拉雅山以北地區，因印度洋季節風帶來的雨水，大部分落在南方，北部氣候轉為乾冷，森林減退，高地可能有冰雪覆蓋，但黃土的聚集，及無數次的風暴，却指出高原曾經大陸性變化複雜的氣候，可能為草食動物有季節性的佔領，有了這種土生動物及這樣的自然環境，原住森林的靈長類，才會被迫走向空曠的地面，引發走向人類的進化方向，採取直立姿態。這種新的進化方向，不僅需要廣濶而長期不會有劇變的區域，而且要完全與外界隔絕而孤立，高原正合乎這種條件。中央亞細亞高原及其附近的高山峻嶺，與東面的前地，有過長期的隔離，帕米爾高原與阿富汗之間的窄長地帶，又不易通行。這種長期隔離的遊獵生活，使人類對自然必須學習如何適應與控制，如利用無生命物質：石塊、樹枝等，發展手臂伸展的力量，藉火的能，嚇阻野獸，以策安全，控制肉食來源，發展狩獵本領(註四五)。

更新世是大陸與高山升起，火山噴發，造成深海盆地的時代，是有劇烈氣候變遷，造成廣大地區冰川覆蓋，生物演化特別加速的時期。更新世也是科學家最有興趣

而最能引起爭論的時代，因為在這一時代才有由演化而來的人類。假如在更新世沒有氣候及地形的突變，我們很可懷疑有辨的荷謨 (*Homo sapiens*) 會在這樣短短的時間出現。

多數科學家相信人種 (*Races*) 是由人類從一個祖先發育，已達有辨荷謨的階段時才分歧。我們已發現最早的直立荷謨 (*Homo erectus*)，約在距今七十萬年，古老的有辨荷謨，約在二十五萬年以前出現，但近代的有辨荷謨 (*Modern form of Homo sapiens*)，至少在距今三萬五千年已存在(註四六)。人類學家鑑定人類遺跡的時代後，才能進一步建立起人類演化過程的樹譜。因為人類是個社會動物，在演化的時間表上任一點，都會發生極複雜的因素，很客觀地利用比較穩定的自然現象，推測自然環境的變遷，才不致使樹譜有不能連貫而脫節的情形，尤其在討論由突變而來的人類起源問題。最近對地軸飄移 (*Polar wandering*) 的研究，顯示由飄移而引起的氣候及生物的突變，與地磁變動及地殼運動吻合(註四七)。(附錄二)

人類的出現應是地殼上升與太陽熱量暫時變弱的一種合併影響的成果。第三紀始新世地球表面，頗為平坦，赤道森林，向北延伸的範圍，亦較現世為廣。始新世末地殼開始變動，諾倫 (*E. Norin*) 指出塔里木盆地在這一時期，因受海侵而下沈的事實，證明西藏高原已在上升(註四八)。西藏高原中部海相的侏儸紀及白堊紀地層，覆蓋以陸相的第三紀地層，高原的東北緣為南山山脈，其終點為青海，即黃河發源地，南山的升起，約在中新世至上新世。柴達木盆地於上新世至更新世昇高達海面三千公尺，塔里木盆地在更新世時期，顯為湖泊，因大陸整體上升，而致乾涸(註四九)。西藏高原的東南緣在雲南境內，因斷層而形成南北向縱谷，時代亦為上新世，更新世雖有局部褶皺，形勢無大變更，但其上升運動，則至今仍在繼續中(註五十)。喜馬拉雅山成山運動開始於漸新世，繼續至中新世，喜馬拉雅山之南，因上升運動供給大量砂石，於中新世直至早更新世，造成位在印度半島北緣，與喜馬拉雅山平行的盆地沈積，即著名的西瓦利克層 (*Siwalik formation*)，此層在印度的旁遮普省東部 (*E. Punjab*) 分為三部，底部屬中新世，中部屬早及中上新世，上部屬晚上新世，其頂部的冰礫層屬早更新世。上部動物羣相當於歐洲的維拉弗朗層，冰礫層則可與阿爾卑斯山的羣智冰期相比(註五一)。

這些新起的西藏高原與喜馬拉雅山地區，漸不適合於靈長類居留，上新世及更新世早期開始向各處擴散與移轉。這裡必須指出的是喜馬拉雅山區的河流，因屬先成河（Antecedent river），在山區造成峽谷，仍不失為很好的生物擴散的甬道（註五二）。在這些時期，歐洲南部及西部，都不是冷凍的天氣，曾為這些由亞洲擴散而來的靈長類佔居。非洲與歐亞大陸斷續的以蘇伊士海峽相連，使歐亞大陸的靈長類利用這短期的陸橋傳入非洲。從白堊紀到始新世中期，白令海峽是陸地，其後斷為海峽，直到更新世，又建陸橋，使哺乳類動物遠達美洲（註五三）。

生物的突變（Mutation）與滅亡（Extinction）好像是一事的兩面，所謂適者生存，必須適應自然環境而發生突變，不適者必遭滅亡。印度西瓦利克層中的哺乳類動物，上新世曾生活在沼澤地區，忽然大量減少或滅亡，瓦梯亞（Wadia）（註五四）認為是一件非常突然的事故，應歸於更新世冰期來臨，氣候變寒所致。這裡已可清楚的指出，自然環境的變異，至少在更新世開始，有兩個特點，一是高地出現，一是氣候變寒，其實這也可說是一件事的兩面，總結第四紀冰川區，生物無法居留，隨着森林的退縮而轉移，覓求適當氣候帶而擴散。但從冰川區出來，必經的一段地區，叫做邊緣冰帶（Periglacial area），也就是在冰川地區周圍，通常環繞着數百里滿受冰川冷凍影響的地帶，人類的遠祖及其子孫，一定會生存在這種環境中的。普通邊緣冰帶可有三種自然環境：苔原（Tundra）只生蘇苔、灌木及矮柳；松柏帶（Taiga）為卑濕的松柏林帶；及大草原（Steppe）即乾燥草地，為黃土覆蓋的地區（註五五）。

體質人類學及解剖學上的研究，強有力的支持人類的祖先是由靈長類中一種發育而來，從研究中新世非洲前黑猩猩（Proconsul），發現動態（Locomotion）腦量，在分類上都不算重要，而齒型却是親屬連繫最有意義的橋樑。從這一點來看，印度發現的喇嘛古猿（Rampithecus）其牙齒不比荷謨屬大了多少，而且部分極似人牙，那麼晚上新世一開始生物從西藏擴散時期—最理想的靈長類祖先，應是森林古猿（Dryopithecus）（註五六）。印度西瓦利克山（Siwalik Hills）發現的喇嘛古猿，訂為晚上新世，應與中國雲南開遠縣發現的森林古猿同時代，所以中國與印度—環繞西藏高原的兩大地區—可能是由上述古猿屬發育而為靈長類的地區（註五七）。中國廣西發現三套巨猿人（Gigantopithecus beacki）的下顎骨，這種人相信生活在早更新世，早於北

京人 (*Sinanthropus erectus*)，他的牙齒與古猿比較，更接近人類(註五八)。爪哇的南方古猿人 (*Australopithecus*) 是在耶梯斯層 (Djetis Bed) 找到，屬於早更新世晚期。約旦 (Tell Ubeidiya) 猿人 (*Australopithecus*) 與爪哇者同時。東非尚未發現上新世地層，早更新世地層為湖相沈積與火山灰的間層，在早更新世發現人類遺跡者有五處：開瑟 (Kaiso)，奧茅 (Omō)，卡那莫 (Kanam)，萊陶第 (Laetotil) 及奧都威 (Olduvai)，其中開瑟最古，奧茅與卡那莫屬中更新世早期，奧都威年代最近。奧都威地區的地層共有五層，一九五九年李開 (Leakey) 在第一地層 (Bed I) 發現一具古猿人的頭蓋骨命名為仁安猿人 (*Zinanthropus*)，一九六〇年在第二層 (Bed II) 又發現一具直立猿人的頭骨，第一層屬早更新世，第二層屬中更新世。南非發現多種南方古猿人 (*Australopithecus*)，其中如同古猿 (*Paranthropus robustus*) 與東北的奧茅層同時，則屬中更新世早期。孔恩 (C. S. Coon) 認為爪哇南方古猿人，中國的巨猿，約旦猿人，以及東非奧都威所發掘的，顯示猿人屬可能由非洲向東擴散，穿入歐亞大陸的熱帶，也可能發源於亞洲擴散到非洲(註五九)。關於這一由東向西或由西向東傳播的問題，我們在後節，再加以討論。目前對古猿人與現代人 (*Homo sapiens*) 親屬的問題，我們先行交代。魏敦瑞 (Weidenreich) 認為南方古猿 (*Australopithecus*) 較森林古猿 (*Dryopithecus*) 體質上更接近北京人，所以南方古猿人一定與北京人的祖先，同隸似人猿屬 (*Anthropoids*)。但究竟那一種似人猿更接近北京人的問題，頗不易回答。魏敦瑞只說從現有資料，仍以南方猿人，可能是北京人的近親，假定他是北京人的先驅(註六十)。孔恩也劃出了一個家譜，有三級：森林古猿屬——南方古猿屬——荷謨屬。他說：「過了南方古猿人屬的一階段，就達到中更新世，這時荷謨屬已分成幾個發育地區」。有些科學家將荷謨屬也分成三級：前古原人 (*Proanthropic*)，古原人 (*Paleanthropic*) 及近代人 (*Neanthropic*)。實際上古原人級可歸併在前古原人級與近代人級中，因為這兩級代表兩個種名；直立猿人 (*Homo erectus*) 與近代人 (*Homo sapiens*)(註六一)。

人類學家根據上述三級家譜，已將北京人歸入直立猿人屬。最近對周口店沈積的研究及花粉的分析，指出含北京人的地層，係沈積於松柏帶與大草原的交接帶，周口店第一地點的時代，開始在第二冰期，經第二間冰期，到第三冰期才結束，應與印尼

特律尼爾層 (Trinil Bed) 中的爪哇人 (Pithecanthropus erectus) 同時(註六二)。北京人在體質上最突出的特徵，是枕骨與頂骨接界處的印加骨 (Inca Bone) 的所在及箕形門齒的形態(註六三)。一九五〇年以來，中國古生物學家在中國境內不斷發現人類的遺骨，使北京人與山頂洞人的間隔補起，建立了蒙古人種在東亞發育的整個系統。孔恩(註六四)相信在過去五十萬年內，蒙古人種因地處比較封閉，孤立發育，所以在人種上說，體質比較特殊，也可以說與其他地區者甚少混合，應屬純種。這樣有發育完整系統的純種，正是研究人類發源問題的極好對象，我們可從北京人的時代起，亦即中更新世的早期起，利用體質上的特徵，時代的對比，以及可能穿越的地形，來追索歐洲及非洲的北京人的近親，驗證人類自西藏發源後，擴散的路線(版圖五)。

早更新世及中更新世的間冰期，歐洲西部及南部為熱帶地區，以陸橋與近東的東方生物區 (Oriental fauna) 及非洲衣索匹亞生物區 (Ethiopian fauna) 相連，所以歐洲這一時期，亞洲種屬較多(註六五)。北非亦可能經由巴曼得海峽 (Bad el Mandeb) 或由巴力斯坦 (Palestine) 經尼羅河口，為東方生物區動物羣侵入。衣索匹亞的淡水魚、兩棲類及爬蟲類，都顯示與亞洲種屬有關，尤其是哺乳類最重要的親屬連繫是亞洲種屬(註六六)。如果從印度西北部出發，經巴基斯坦 (Pakistan) 的開伯爾山口 (Khyber Pass) 及阿富汗 (Afghanistan) 的夕巴山口 (Shibar Pass) 到達裏海及黑海區域，則進入歐洲西北部的甬道，必經土耳其的博斯普魯斯 (Bosporus)，因為歐洲最大冰蓋 (Ice cap) 即第二冰期，在烏拉山以南及以東，都滿佈沼澤，穿越困難。這些可能甬道，在歐非兩洲找到與北京人同時期的人類遺跡，得到支持。德國境內海德堡人 (Heidelberg man) 的門齒，雖無箕形的證據，但臼齒之大小，却與北京人相似。且與地區極近，較海德堡人時代上約晚十一萬年的斯坦漢恩人 (Steinheim man)，其體高及腦量，與北京人及爪哇人，幾難區分。我們有理由相信，與斯坦漢恩人同屬第二間冰期的英國斯宛斯康人 (Swanscombe man)，必與海德堡人同屬一支發育而來(註六七)。北非阿爾利亞中更新世早期的坦納芬人 (Ternefine man) 牙齒最像北京人，且其遺骨混有標準的遠東石器。孔恩認為北非的丹吉爾人 (Tangier man) 及其他摩洛哥人，是從坦納芬人直接演化而來，體質極近北京人(註六八)。進一步支持北非曾經亞洲人類侵入的學說，是在尼羅河畔發現的中更新世晚期的新加人 (Singa

man)，其頭骨顯示北京人特徵的矢狀嵴，認為是非洲土人 (Bushman) 的先驅(註六九)。其他與北京人體質上相似，認為是由亞洲人類擴散的證據，在晚更新世中期，南斯拉夫的克拉賓那人 (Krapina man) 及法國境內的蒙斯波羅人 (Monsempron man)，都有蒙古種的箕形門齒，意大利的賽科巴斯特人 (Saccopastore man)，却有十六塊小骨組成的印加骨 (Inca bones)。孔恩認為巴力斯坦的喀麥爾山 (Mount Carmel) 洞穴發現的塔波人 (Tabun) 及斯鳩爾人 (Skhul man) 的演化情形，頗似德國愛隆多埠人 (Ehringdorf man) 演化到克拉賓那人的發育方向，而斯鳩爾人的頭骨，則頗像爪哇的瓦德雅克人 (Wadjak man)(註七十)，更表示有一條由東往西傳播的綫。

歐洲玉木冰期的早期，距今約七萬五千年左右，出現了分佈極廣的尼安德塔爾人 (Neanderthal man)，他佔居歐洲全境，亞洲西部及中部，遠達阿爾泰山，南止阿富汗的興都庫什山 (Hindu Kush)。印加骨也是尼安德塔爾人頭骨的特徵，他的牙齒簡直是北京人牙齒的複製品(註七一)，赫克斯 (Hawkes) 認為海德堡人是尼安德塔爾人的先祖(註七二)，但任何人都無法否認他是北京人的子孫。其實北京人的子孫，散處世界各地，歐洲極西部蘇俄境內的泰雪克塔什人 (Tehsik Tash man) 早在一九四五年魏敦瑞已認定其體質接近北京人。衣索匹亞境內的狄海達瓜人 (Diré Dawa man) 的下顎骨，顯係由坦納芬人發育而來，也像北京人，也像尼安德塔爾人(註七三)。我們認為尼安德塔爾人在歐洲的出現，應是歐洲人種值得詳加研究的問題，但是尼安德塔爾人演化成什麼樣的人，却到現在不能解答，甚至有主張其失跡與絕滅，成了個謎。到晚更新世末期歐洲出現了克魯馬儂人 (Crô-Magnon)，一般都認為他是白人種，不過人類學家也有認為在這時期，歐洲有三種人 (Three races)，克魯馬儂白人 (Caucasoid)，格黎麥梯黑人 (Negroid Grimaldis) 及艾斯基摩人 (Eskimoid)，但所謂的格黎麥梯黑人小孩 (Negroid boy of Grimaldis)，孔恩認為與現今住在地中海區人種，沒有什麼區別，而且黑人小孩上門齒的縱脊 (Vertical ridge)，在克拉賓那人，喀麥爾山洞人以及尼安德塔爾人中，都有發見(註七四)。假如上述孔恩的解說可靠的話，好像對尼安德塔爾人的後代，有了交代，換句話說，歐洲人種至少三分之二 (三種有二種：黑人種及艾斯基摩人種) 是亞洲人種，那麼克魯馬儂人的來源，却成了問題。更新世末期，冰川退縮，氣候較暖，却不能使人類像由古猿發源時，再度突變，

因為由單純的氣候漸變，尤其是由冷變熱，更可促進舊種 (Species) 繼續演化下去。所以克魯馬儂人的出現，這個體高僅有五呎六吋 (168.4 cm) 的人，確是人類體質學上值得仔細研究的課題。

人類從西藏發源後，轉向亞洲擴散的情形，我們已有人類遺跡極豐富的資料(註七五)，勿庸贅述。我們只想對擴散各綫的時代上，略加申述。西藏東北一支，於早更新世時期抵達中國北部，沿滿洲地區北進，於利斯冰期穿越白令海峽，在北美洲佔居，似早於中國的山頂洞人(註七六)。另一支自西藏東南南下，於早更新世達東南亞，可能在中更新世中國早期石器與華馬動物羣(Sino-Malayan fauna)同時傳入(註七七)。中國與爪哇交通要道沙打陸棚(Sanda Shelf)在更新世開始，即已露出海面，由緬甸侵入爪哇的緬馬動物羣(Sino-Malagan fauna)則在早更新世第一冰期(註七八)。但華馬動物羣及印馬動物羣(Indo-Malagan fauna)的多量傳入東南亞，相信在冰期之後的全新世(註七九)。

歐洲人類曾經侵入亞洲的說法，並沒有在人類的遺骨上有所發現，乃是考古學家僅就石器上的推斷，但反正都有，意見紛歧，無法成立。我們僅就辯論的重點，提出參考。牟維思(H. L. Movius)研究緬甸早安雅期(Early Anyathian)印度韶安期(Soan industry)及周口店石器，將石器分為三大類：中鋒砍器(Chopping-tools)，帶尖器物(Hand-adzes)及原形手斧(Proto-Hand-axes)。並認為這三類石器在基本技術上，與所謂西方手斧(Hand-axes)不同，應代表兩種文化傳統(註八十)。但他又說在非洲及印度砍器與手斧顯示有密切的關係，石片器文化(Levallois flake culture)跟着就是手斧文化(Acheulian culture)，而在巴力斯坦手斧與石片器在一起的根據，更為顯著(註八一)。奧克萊(K. Oakley)認為手斧很難確定為西方文化，因為利用同樣材料在低度技術階段，仍可就地發展。假定兩種文化在一處發見而代表兩種人類的說法，更靠不住，也許僅代表兩個遊牧民族。他認為砍器工業應是最基本的工業，而兩面手斧，僅在非洲及東南亞較為發育而已，是一種文化的兩個階段。非洲與亞洲的舊石器工業，有着極細微的相似處，他說沒有問題，兩者代表工業的連續發展(註八二)。歐洲極少數考古學家也有主張人類早期文化，是由亞洲傳入歐洲。郝克斯(J. Hawkes)認為中更新世第二冰期開始時，使歐洲北部不適於人類住居，愛伯維林文化人(Ab-

bevilian) 只好向非洲退却，證實歐洲第一期文化，係亞洲傳來的一支，很可能就是與印度韶安文化同宗(註八三)。中國周口店的文化，可能有砍器與手斧兩階段的過渡石器，周口店第十三地點的雙面石片器 (Flake industry) 曾經裴文中於一九三四年及德日進一九三五年鑑定為極似西歐的愛伯維林(Abbevillian)技術，但德日進一九四一年，又將其歸入印度韶安期的砍器(註八四)。周口店十五地點的石器，除單面砍器外，尚有尖器(Pick-point form)及兩面半尖器(Semi-bifacial point)，很像非洲的原形尖器 (Proto-stillbag points)(註八五)。這些都直接間接支持舊石器文化，在任何區域，都可連續發展，將石器技術引為歐洲人類曾侵入亞洲的說法，頗難取信。

達爾文曾倡議非洲是人類的發源地，其後一般生物及古生物家的研究，使大家的意見擺向亞洲中部，爪哇人的發現，一時又認為發源在東南亞，最近在非洲的遺骨發掘，返指非洲之說，甚囂塵上。我們在前節，已討論過北非人類遺跡的情形，係由亞洲傳入。中非及南非以及奧都威峽谷，發現早更新世遺跡的地區的自然環境，是否適合及具有生物突變的演化呢？應加以討論。

據傅林德 (R. F. Flint) 的研究，非洲南半部在更新世的氣候，由湖泊沈積及高山頂部冰川遺跡，顯示與現今不同，不過只有在晚更新世，氣溫才比目前低到攝氏五度左右。從大氣環流型式來看，非洲雨期相當於歐洲冰期的說法，因資料缺乏，仍然不為地質上的證據來支持。近赤道的非洲，多為高原，僅在近海處曾經升起，但非洲大陸中心，未受劇變，在中心東部，早於更新世發生斷裂，形成峽谷，也只有在峽谷的構造盆地中，有更新世湖泊沈積(註八六)。同時峽谷地質中，發見的哺乳類動物羣，從生態上研究，亦未找到氣候影響的象徵，所以更新世氣候變化的微弱，似不可能引起生物上劇變(註八七)。李開 (L. S. B. Leakey) 謂奧都威 (Olduvai) 在更新世氣候頗為乾燥，但奧都威第一層 (Bed I) 主為火山噴發物組成，則為氣候較濕時期的沈積，底部黏土層中，含有鱷魚、水鳥及河馬 (Hippopotami) 化石，頗似沼澤地帶(註八八)。總上非洲全境在第四紀開始時，既無劇烈地殼運動，使地形變更，亦無顯著氣候的刺激，引發生物在生態上的演變，是一個極平凡的自然環境。李開 (Leakey) 有將奧都威發見的中更新世早期赤靈人第三 (Chellian-3 man) 是仁安猿人 (Zinjanthropus) 的後代，但孔恩 (C. S. Coon) 認為赤靈人較仁安猿人，體質上更為原始，而

赤靈人第三的祖先，係由北非進入，決非在東非任何猿人（Australopithecines）就地演化而來。許多證據指出，非洲的土人（Bushman）及荷籐人（Hottentots）是由坦納芬人至丹吉爾人一線演化的後代，但在更新世末期，被逐南下，以達羅得西亞（Rhodesia）及南非。

最後我們引用孔恩（C. S. Coon）的話（註八九），作為本篇的總結：「雖然北非人類演化的證據，在莫林石器文化（Mouillian）（約在第四紀結束的前或後）未達之前，相當稀少，至少對北非亞種（Subspecies）是以北京人為根源，發展到非洲土人（Bushman）的觀念相吻合。非洲其他地區，證據也一樣的稀少，並且有些混亂。這種混亂，係基於三件事實：南非是一個廣大地區，收容由東非高地而來的不止一種人羣；有些在撒哈拉沙漠以南發現的標準頭骨，訂年工作，不够確實；甚至因為在發現時，草率的復元工作（Re-construction），使人迷惑……」。

附 註

（註 一） Wright, H. E. Jr and D. G. Frey, ed. 1965 pp. 3-11

（註 二） Proceedings 18th International Geologic Congress, Section H, 1950

（註 三） Rankama, K., ed. 1965 pp. v-xi

（註 四） 楊鍾健，1948，1949，楊氏將第四紀沉積物按成因和岩相分為四大類：(1)洞穴堆積，(2)礫石及山麓堆積，(3)河湖堆積，(4)土狀堆積。

（註 五） Grabau, A. W. 1928, pp. 455-459

（註 六） 楊鍾健，1936；阮維周，1937；Chaney, R. W., 1940

（註 七） 黃汲清，1954，1957

（註 八） 劉東生，張宗祐，1962

（註 九） Chaney, R. W. 1934

（註 十） 黃汲清，1957

（註十一） Teilhard de Chardin, 1636, 1941，曾對我國不同成因的第四紀沉積物做過示意圖，按不同時代分幅，表示沉積物的分佈地點。特別注意礫石堆積，他將阿爾泰山、天山、昆崙山、祁連山的山前礫石，太行山麓的紅土礫石，帶結核的老黃土，以及雨花台礫石等，都認為是一個時期，洪積的「礫石時期」。

（註十二） 楊鍾健，1936

- (註十三) 裴文中, 1940; 楊鍾健, 劉東生, 1950
- (註十四) Teilhard de Chardin, 1941
- (註十五) 陳國達, 1951, 文中稱天津博物館從歷史考古資料發現在天津以東, 自東周 (2800年前) 到現代, 海岸線向渤海方向移動, 20—37公里。
- (註十六) 丁國瑜, 1962
- (註十七) 黃汲清, 1957
- (註十八) 馬溶之, 1958
- (註十九) 劉東生、劉敏厚、吳子榮、陳承惠, 1962, 本文強調雨期及間雨期的重要性。
- (註二十) Lee, J. S., 1939
- (註二一) Tan, H. C., 1931
- (註二二) Y. T. Chao & T. K. Huang, Geology of Tsinglingshan and Szechuan: Geol. Mem. Ser. A, no. 9, 1931, pp. 206-207.
- (註二三) C. C. Wang, (王竹泉) The Physiographical history of the Yellow River between Shansi and Shensi; Bull. Geol. Soc. China, vol. 4, no. 2, 1925, pp. 87-91
- (註二四) Bailey Willis, 1907, Research in China; Vol. 1, pt. 1, pp. 234-236
- (註二五) Eric Norin, Tertiary of the Tarim Basin: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 14, 1935, pp. 337-347
- (註二六) G. B. Barbour, Pleistocene history of Huangho: Bull. Geol. Soc. Aer. Vol. 44, pp. 1143-1160, 1933
- (註二七) C. Y. Hsieh, (謝家榮), Note on Geomorphology of North Shensi Basin; Bull. Geol. Soc. China, Vol. 12, pp. 182-197, 1933
- (註二八) C. Y. Lee, (李春昱) The Development of the Upper Yangtze Valley: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 13, pp. 107-117, 1934.
- (註二九) G. B. Barbonr, Physiographic history of the Yangtze: Mem. Geol. Surv. China, Ser. A, Vol. 14, pp. 1-112, 1935
- (註三十) Lee, J. S. 1939, pp. 205-207
- (註三一) 劉東生、楊理華、陳承惠, 1964
- (註三二) 李四光, 1934, pp. 15-44
- (註三三) 李四光, 1937, 本文將廬山的冰積, 分為三次冰期, 鄱陽冰期, 大姑冰期, 廬山冰期以及介於其間的間冰期。
- (註三四) 孫殿釐、楊寶仁, 1961, 概述中國境冰川的分佈, 西北的南山、天山、西藏、西康、雲南、湖北的

西北部，以及北平的西山等。特別指出過去對中國第四紀冰川存在的問題，有不少爭論，最近的研究，對這一問題，應予肯定。

(註三五) Von Wissmann, H., 1937, pp 145-168

(註三六) Grabau, A. W., 1927, pp. 151-264, 首倡雨期及間雨期的觀念，應用在第四紀地層的研究。

(註三七) 劉東生、劉敏厚、吳子榮、陳承惠，1964

(註三八) 李四光，1942，1963

(註三九) 裴文中，1957；楊懷仁、楊森源，1957，1958；夏開儒，1960

(註四十) 劉東生、張宗祜，1962

(註四一) 陳承惠、吳子榮，1963

(註四二) Tobias, P. V., 1965

(註四三) Tobias, P. V., 1967, 認為各地的人類化石，一脈相傳，由早更新世的非洲人(Australopethicus)開始，到中更新世分爲三支，其中周口店北京人一支，在中更新世以後，又分爲三支。但對人種起源在何處，是一處或多處，沒有回答。

(註四四) Grabau, A. W., 1944, pp. 150-165

(註四五) Rankama, K., ed. 1965, pp. v-vi

(註四六) C. S. Coon, The origin of races, 1962, p. 33.

(註四七) E. Erving & W. A. Robertson, 1969, J. Geophy. Res. Vol. 74, pp. 1026-1036

(註四八) E. Norin, Bull. Geol. Soc. China, Vol. 1935, pp. 337-347.

(註四九) A. Gansser, 1964, Geology of Himalaya, pp. 4-5

(註五十) P. Misch, 1945 pp. 133-136

(註五一) A. Gansser, 1964 p. 244

(註五二) D. N. Wadia, 1953, Geology of India, p. 29

(註五三) C. S. Coon, 1962 pp. 189-190

(註五四) D. N. Wadia, 1953 p. 375

(註五五) K. Oakley, 1964, Frame work for dating fossil man, p. 16.

(註五六) C. S. Coon, 1962 pp. 218-219

(註五七) J. K. Woo, 1957, Vertebrata Paleasiatica, Vol. 1, no. 1, pp 25-32

J. K. Woo, 1958, Vertebrata Paleasiatica, Vol. 2, no. 1, pp. 38-42

C. S. Coon, 1962 p. 202

(註五八) G. H. R. Von Koenigswald, 1952, Anthropol. Papers, Am. Museum Nat. History, Vol. 43, pt. 4, pp. 295-325

- W. C. Pei, 1957, *Am. Anthropologist*, Vol. 59, no. 5, pp. 834-8
- W. C. Pei & Y. H. Li, 1958, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 2, no.4, pp. 190-200
- (註五九) C. S. Coon 1962 pp. 225-301
- (註六〇) F. Weidenreich, 1937, *Bull. Geol. Soc. China*, Vol. 17. no. 2, pp. 142-144
- (註六一) C.S. Coon, 1962 p. 334.
- (註六二) W. P. Huang, 1960, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 4, no. 1, pp. 45-46
- B. Kurten, 1959, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 3, no. 4, pp. 173-175
- J. Hsu, 1966, *Science Sinica*, no. 15, p. 410
- (註六三) Weidenerith F. 1943, *Poleontologia Sinica*, New Series D. no. 10, pp. 252-254
- C. S. Coon, 1962 pp. 458-460
- (註六四) C. S. Coon, 1962 p. 485
- (註六五) B. Reusch 1937 pp. 275-85
- (註六六) C. S. Coon, 1962 pp. 50-55
- (註六七) C. S. Coon, 1962 pp. 489-497
- (註六八) C. S. Coon, 1962 pp. 590-600
- (註六九) C. S. Coon, 1962 pp. 639-640
- (註七十) C. S. Coon, 1962 p. 574
- (註七一) C. S. Coon, 1962 pp. 503-541
- (註七二) J. Hawkes, 1957 p. 49
- (註七三) C. S. Coon, 1962 pp. 627-628
- (註七四) C. S. Coon, 1962 pp. 577-584
- (註七五) D. Black, 1925, *Bull. Geol. Soc. China*, no. 4 pp. 133-183
- E. Licent, P. Teilhard de Chardin & D. Black, 1927, *Bull. Geol. Soc. China* Vol. 5, no. 4 p. 287
- W. C. Pei, 1934, *Bull. Geol. Soc. China*, Vol. 13, no. 3, pp. 327-58
- W. C. Pei, 1939, *Bull. Geol. Soc. China*, Vol 30, pp. 543-59
- Tailhard de Chardin, 1941, *Inst. Géo-Biologie, Pékin*, pub. 1, pp. 1-99
- G. H. R. Von Koenigswald, 1952, *Anthrop. Papers. Am. Museun, Nat. History*, Vol. 43, pant 4, pp. 295-325
- L. P. Chia, 1957, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 1, no 3, pp. 252-7
- W. C. Pei & J. K. Woo, 1957, *Paleon. Mem.* no. 1.

- W. C. Pei, 1957, *Am. Anthropologist*, Vol. 59, no 5, pp. 834-8
- J. K. Woo, 1958, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 2, no 4, 208-12
- W. C. Pei & Y. H. Li, 1958, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 2, no 4, pp. 190-200
- J. K. Woo, 1959, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 3, pp. 109-18
- J. K. Woo, 1959, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 3. no. 8, pp. 176-82
- Chia & Woo, 1959, *Vertebrata Paleasiatica*, Vol. 3, no. 1, pp. 37-9
- J. K. Woo, 1964, *Current Authrology*.
- (註七六) C. S. Coon, 1962 p. 318
- (註七七) Von Koenigswald, 1939 pp. 293-8
- (註七八) H. L. Morius, Jr., 1948, *Am. Phil. Soc. New Series*, Vol. 38, pt. 4, pp 331-333
- (註七九) C. S. Coon, 1926 p. 224, map 5.
- (註八十) H. L. Morius, 1949, *Trans. Am. Phil. Soc. Vol. 38* pp. 349-350
- (註八一) H. L. Morius, 1949, *Trans. Am. Phil. Soc. Vol. 38*, pp. 408-411
- (註八二) K. Oakley, 1964, *Framework for dlatng fossil Man*, pp. 217-225
- (註八三) J. Hawkes, 1957, p. 92.
- 歐洲西部、亞洲、及大部分非洲，手斧文化開始在中更新世，粗造的手斧叫做 Abbevillian，或者是 Chellian，精製的叫做 Acheulian.
- (註八四) H. L. Morius, 1949 p. 390
- (註八五) K. Oakley, 1964 p. 236
- (註八六) R. F. Flint, 1959, *Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 70*, pp. 343-374
- (註八七) R. F. Flint, 1959, *Geol. Mag. vol. 46, no. 4*, pp. 265-284
- (註八八) L. S. B. Leakey, 1965 p. 84
- (註八九) C. S. Coon, 1962 pp. 609-649

參 考 書 目

1. Wright, H. E., Jr. & D. G. Frey, ed. *The Ouaternary of the United States: Introduction* by R. F. Flint, Princeton Press, 1965.
2. *The Plio-Pleistocene Boundary: Proc. 18th Intern. Geol. Cong., Sect. H.*, 1950
3. Rankama, K., ed. *The Geologic System, the Quaternary, I: Introduction* by R. F. Flint, Interscience, 1965

4. 楊鍾健, The Plio-Pleistocene Boundary in China: Rept. 18th Session, pt. IX, Intern. Geol. Cong., 1948
5. 楊鍾健, 上新統更新統的分界: 科學, 卷31, 期11, 1949
6. Grabau, A. W., Stratigraphy of China: pt. 2, Geol. Soc. China, 1928
7. 楊鍾健, 山東益都、昌樂、臨朐新生代地質: 中國地質學會會誌, 卷15, 期2, 1936
8. 阮維周, 山東臨朐山旺中新統的藻土: 中國地質學會會誌, 卷17, 1937
9. Chaney, R. W., A Miocene Flora from Shantung Province, China: Carnegie Inst. Washington, Publ. no. 507, 1940
10. 董汲清, 中國主要地質構造單位: 偽地質出版社, 1954
11. 董汲清, 中國新構造運動的幾個類型: 偽中國科學院新構造運動座談會記錄, 科學出版社, 1957
12. 劉東生, 張宗祜, 中國的黃土: 地質學報, 卷42, 期1, 1962
13. Chaney, R. W., Plant fossils of upper Pliocene Sanmen Series of Shansi, China: Bull. Geol. Soc. Vol. 14, no. 3, 1934
14. Teilhard de Chardin, 中國之大陸沈積: 中國地質學會會誌, 卷16, 1936
15. Teilhard de Chardin, 東亞地質及人類原始: 偽北京生物研究所, 卷7, 1941
16. 裴文, 江蘇丹陽洞穴內之哺乳動物化石: 中國地質學會會誌, 卷19, 期4, 1940
17. 楊鍾健, 劉東生, 四川歌樂山哺乳動物羣: 中國地質學會會誌, 卷30, 1950
18. 陳國達, 中國海岸綫問題: 地質論評, 卷16, 期1, 1951
19. 丁國瑜, 新構造波動及強度評價問題: 中國地質, 期8—9, 1962
20. 馬溶之, 對第四紀地層的成因類型和中國第四紀古地理環境的幾點意見: 中國第四紀研究, 卷1, 期1, 1958.
21. Lee, J. S., The Geology of China: Thomas Murby & Co. London, 1939
22. 劉東生, 劉敏厚, 吳子榮, 陳承惠, 氣候標誌及中國第四紀地層的劃分: 中國地質, 期6, 1962
23. Tan, H. C., Geology of East Jehol and western Liaoning: Bull. Geol. Soc. China, no. 16, pp. 1-5, 1931
24. 劉東生, 楊理華, 陳承惠, 中國第四紀沈積物區域分佈特徵的探討: 第四紀地質問題, 偽中國科學院地質研究所, 科學出版社, 1964
25. Lee, J. S., Onaternary glaciation in the Yangtze: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 13, pls. 1-9, pp. 1934
26. 李四光, 冰期之廬山: 中央研究院地質研究所專刊, 乙種卷2, 1937
27. 孫殿卿, 楊懷仁, 大冰期時期中國的冰川遺跡: 地質學報, 卷14, 期3—4, 1961

東亞大陸第四紀自然環境的衍變與人類的演化

28. Von Wissmann, H., The Plistocene glaciation in Asia: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 17, no. 2, pp. 145-168, 1937.
29. Grabau, A. W., A Summary of the Cenozoic and Psychozoic deposits with special reference to Asia: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 6, no. 2-3, pp. 151-264, 1927
30. 劉寅生, 劉敏厚, 吳子榮, 陳承惠, 關於中國第四紀地層劃分問題: 第四紀地質問題, 爲中國科學院地質研究所, 科學出版社, 1964
31. 李四光, 中國冰川的探討: 學術匯刊, 卷1, 號1, 1942
32. 李四光, 華北地區的冰期和間冰期問題: 中國地質, 期4, 1963
33. 裴文中, 哈爾濱黃山及內蒙扎賚諾爾附近冰滑作用的初步研究: 科學記錄, 卷1, 期1, 1957
34. 楊懷仁, 楊森源, 長江下游第四紀冰緣的發現與研究, 科學通報, 期8, 1957
35. 楊懷仁, 楊森源, 長江下游第四紀冰緣現象, 中國第四紀研究, 卷1, 期2, 1958
36. 夏開儒, 祁連山北段古冰川作用與冰緣地貌特徵的初步觀察: 地理學報, 卷26, 期3, 1960
37. 陳承惠, 吳子榮, 青海省共和盆地的古湖: 第四紀地質問題, 爲中國科學院地質研究所, 科學出版社, 1963
38. Tobias, P. V., Early man in East Africa: Science, Vol. 149, no. 3671, pp. 22-33, 1965
39. Tobias, P. V., Olduvai Gorge, Vol. 2: Cambridge Univ. Press, New York, 264 pp. Reviewed in Science, Vol. 160, no. 3828, pp. 672-675, 1967
40. Grabau, A. W., The World we live in, A new interpretation of earth history: Geol. Soc. China, pp. 150-165, 1961
41. Weidenreich, F., The forerunner of Sinanthropus pekingensis: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 17, no. 2, pp. 132-144, 1937.
42. 朱海之, 黃河中游黃土粒度區域分佈變化的現象及其解釋: 第四紀地質問題, 爲中國科學院地質研究所, 頁77-88, 1964
43. 朱海之, 文啓忠, 郭金鑾, 黃土結構某些特徵的初步研究: 第四紀地質問題, 爲中國科學院地質研究所, 頁140-150, 1964
44. 文啓忠, 朱海之, 郭金鑾, 有關黃河中游黃土地球化學的某些特徵: 第四紀地質問題, 爲中國科學院地質研究所, 頁111-125, 1964
45. 王克魯, 裴靜嫻, 山西陽縣午城黃土礦物成分: 第四紀地質問題, 爲中國科學院地質研究所, 頁89-110, 1964
46. 王挺海, 鮑芸瑛, 黃河中游黃土之粒度分析之第四紀問題, 爲中國科學院地質研究所, 頁126-139, 1964
47. 丁國瑜, 高維明, 河北平原及太行山東麓的第四紀火山活動: 中國地質學會年會論文摘要, 第二冊, 1962

48. 王竹泉，中國泥煤資源分佈之規律及其預測：中國第四紀研究，卷1，期2，1958
49. 李連捷，廣西南寧盆地中紅壤之分佈及其地文意義：中國地質學會會誌，卷15，期4，1936
50. 裴文中，中國第四紀哺乳動物羣的地理分佈：古脊椎動物學報，卷1，期3，1957
51. 裴文中，中國原始人類的的生活環境，古脊椎動物與古人類，卷2，期1，1960
52. 裴文中，廣西柳城巨猿洞及其它洞穴的第四紀哺乳動物：古脊椎動物與古人類，卷6，期3，1962
53. 吳汝康，賈蘭坡，中國發現的各種人類化石及其在人類進化上的意義：中國人類化石的發現與研究，偽科學出版社，1955
54. 楊鍾健，中國人類化石及新生代地質概論：地質專報，乙種，期5，1933
55. 裴文中，周明鱗，鄧家堅，中國的新生界：偽科學出版社，1963
56. 李有恆，漢水上游哺乳類化石的新線索：古脊椎動物與古人類，卷6，期3，1962
57. 阮維周，臺灣之地質與地文：Annals of Academia Sinica, no. 2, pt. 1, pp. 59-90, 1955
58. 林朝聚，臺灣之第四紀：臺灣文獻，卷14，期1-2，1963
59. Flint, R. F., Glacial and Pleistocene geology: Wiley, New York, 1957
60. Zeuner, F. E., Dating the past: London, 1958
61. Flint, R. F., and F. Brandtner, Climatic changes since the last interglacial: Am. J. Science, Vol. 259, no. 5, 1961
62. Frerichs, W. E., Pleistocene-Recent boundary and Wisconsin glacial biostratigraphy in northern Indian Ocean: Science, Vol. 159, no. 3822, pp. 1455-1458, 1968
63. Von Koenigswald, G. H. R., Das absolute Alter des Pithecanthropus Erectus Dubois: Evolution und Hominisation, 1962.
64. 裴文中，中國舊石器時代的文化：中國人類化石的發現與研究，偽科學出版社，1955
65. 賈蘭坡，舊石器的研究對更新統地層劃分的作用：中國第四紀研究，卷1，期2，1958
66. Holmes, A., A revised geological time-scale: Trans. Edinb. Geol. Soc. Vol. 17, pp. 183-216, 1959
67. Kulp, J. L., The geological time-scale: 21st Intern. Geol. Congr. pt. 3, pp. 18-27, 1960
68. The Phanerozoic Time-scale: ed. W. B. Harland; A. G. Smith & B. Wilcock, The Quarterly Jour. Geol. Soc. London, Supplement, Vol. 120S, 1964
69. Chaney, R. W., Occurrence of Cercis associated with remains of Sinanthropus: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 13, pp. 323-329, 1934
70. Chaney, R. W., Occurrence of endocarps or Celtis harbouri at Choukонтien: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 14, pp. 99-119, 1935

71. Li Chi., The beginnings of Chinese civilization: Univ. Washington Press, 1957
72. Cheng, Te-k'un, Archaeology in China, Vol. 1: Hefner, Cambridge 1959
73. Chang, Kwang-Chih, The archaeology of ancient China: 1963
74. Teilhard, Pierre, Earlyman in China: Institut de Geo-Biologie, 1941
75. Pei, W. C., Le Neolithique de la China: Institut de Geo-Biologie, 1944.
76. Flint, R. F., Pleistocene climate in Eastern and S. Africa: Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 70, pp. 343-374, 1959
77. Flint, R. F., On the basis of Pleistocene correlation in East Africa: Geol. Mag. Vol. 64, no 4, pp. 265-284, 1959.
78. Movius, H. L. Jr., The lower Palaeolithic cultures of southern and eastern Asia: Trans. Am. Phil. Soc. Vol. 38, pp. 329-420, 1949
79. Hawkes, J., History of scientific and cultural development of Mankind: Vol 1, pt. 1957 .
80. Oakley, K., Framework for dating fossil man: Aldine Publ. Co. Chicago, 1964
81. Morius, H. L. Jr., New Palaeolithic sites near Ting-Tsun in the Fen river, Shansi, North China: Quaternaria, Vol. 3. pp. 13-26, 1956
82. Coon, C. S., The Oregin of races: Alfred A. Knopf, 1962
83. Irving, E. & W. A. Robertson, Test for polar wandering and some implications: J. Geophy. Res. Vol. 74, pp. 1026-1036, 1969
84. Norin, Eric., Tertiary of Tarim Basin: Bull Geol. Soc. China, Vol. 14, pp. 337-347, 1935
85. Wadia, D. N., Geology of India: 3rd ed. Macmillan, 536. pp. 1953
86. Gansser, A., Geology of Himalayas: Interscience, 273 pp. 1964
87. Huang, W. P., Restudy of CKT Sinanthropus deposits: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 4, no. 1, pp. 45-6, 1960
88. Kurten B., New evidence on the age of Peking man: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 3, no.4, pp. 173-5, 1959
89. Hsu, J., Pollen analyses of Choukoutien deposits: Science Sinica, no. 15, 410, 1966
90. Weidenreich F., The skull of Sinanthropus pekinensis: Paleon. Sirica, New Series D, no. 10, pp. 252-254, 1943.
91. Woo, J. K., Dryopithecus teeth from Kaiyuan, Yunnan Province: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 1, no. 1, pp. 25-32, 1957
92. Woo, J. K., New materials of Dryopithecus from Kaiyuan Vertebrata Paleasiatica, Vol. 2,

- no. 1, pp. 38-42, 1958
93. De Terra, H., Teilhard de Chardin & T. T. Paterson, Joint Geological and prehistoric studies of the late Cenozoic in India: Science, Vol. 83, pp. 233-236, 1936
94. De Terra, H., Teilhard de Chardin & H. L. Movius, Geological and archaeological aspects of south eastern Asia: Nature, Vol. 142 p. 275, 1938
95. Von Koenigswald, Relationship between the fossil mammalian fauna of Java and China, with special reference to early man: Peking Nat. Hist. Bull. vol. 13, pt. 4 pp. 293-8, 1939
96. Woo, J. K., Mandible of *Sinanthropus Lantienensis*: Current Anthropology, 1964.
97. Pei, W. C., A preliminary report on the late Paleolithic cave of Choukoutien: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 13, no. 3, pp. 327-258, 1934
98. Chia am Woo, Fossil human skull base of late Paleolithic stage from Chilinshan, Leipin district, Kwangsi: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 3, no. 1, pp. 37-39 1959
99. Chia, L. P., Note on the human and other mammalian remains from Changyang, Hupeh: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 1, no. 3, pp. 252-257, 1957
100. J. K. Woo, Fossil human skull of early Palanthropic stage found at Mapa, Shaokuan, Kwangtung Province: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 3, no. 4, pp. 176-182, 1959
101. Pei, W. C. & J. K. Woo, Tzeyang Paleolithic man: Inst. Vertebrate Paleon. Mem. Vol. 1, 1957
102. J. K. Woo, Human fossils found in Liukiang, Kwangsi, China: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 3, no. 3, pp.109-118, 1959
103. Pei W. C. & Y. H. Li, Discovery of third mandible of *Gigantopithecus* in Lucheng, Kwangsi, south China: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 2, no. 4, pp. 190-200, 1958
104. Licent, E., Teilhard de Chardin & D. Black, On a presumably Pleistocene human tooth from Sjara Oso Gol (S. eastern Ordos) deposits: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 5, no. 4, p. 287, 1927
105. Woo, J. K., Fossil human parietal bone and femur from Ordos, Inner Mongolia: Vertebrata Paleasiatica, Vol. 2, no. 4, pp. 203-212, 1958
106. Pei W. C., Giant Ape's jawbone discovered in China: Am. Anthropologist, Vol. 59, no. 5, pp. 834-838, 1957
107. Von Koenigswald, G. H. R., *Gigantopithecus blacki* von Koenigswald, a giant fossil hominid from the Pleistocene of south China: Anthropol. Papers Am. Museum Nat. History, Vol. 43,

- pt. 4, pp. 295-325, 1952
108. Teilhard de Chardin, Early men in China: Inst. de Geo-Biologie, Pekin, Publ. 7, pp. 199, 1941
109. Pei, W. C., A preliminary study of a new Palaeolithic station known as locality 15 within the Choukoutien: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 30, pp. 543-559, 1939
110. Pei W. C., The upper Cave industry of Cheukoutien: Palaeon. Sinica, no. 9, 56 p. 1939.
111. Black, D., Asia and dispersal of primaest: Bull. Geol. Soc. China, no. 4, pp. 133-183, 1925
112. Reusch, B., Some problems of geographical variation and species formation: Proc. Linnaean Soc. London, 149th session, pp. 275-285, 1937,
113. 中國大地構造問題, 僑北京科學出版社, 183頁, 1965
114. 構造地質問題, 僑中國科學院地質研究所編, 科學出版社, 193頁, 1965
115. 華北華南中生代新生代地質構造發展問題, 僑中國科學院, 科學出版社, 105頁, 1966
116. Wang Tzun-Cheng, Weiho graben: International Geol Review, Vol. 11, no. 2, pp. 209-217, 1969
117. Barbour, G. B., Physiographic history of the Yangtze: Mem. Geol. Surv. China, Ser. A, no. 14, pp. 1-112, 1935
118. Lee, C. Y., Development of the Upper Yangtze Valley: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 13, pp. 107-117, 1933
119. Misch, P., Remarks on the tectonic history of Yunnan with special reference to its relations to the type of young orogenic deformation: Bull. Geol. Soc. China, Vol. 25, pp. 275-286, 1945.
120. Tan, H. C., New research on the Mesozoic and Early Tertiary geology in Shantung: Bull. Geol. Surv. China, no. 5, pt. 2, pp. 95-135, 1923.
121. Barbour, G. B., Pleistocene history of the Huangho: Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 44, pp. 1143-1160, 1933.
122. Darlington, P. J. Jr., Zoogeography: John Wiley & Sons, 1957.
123. Charlesworth, J. K., The Quaternary era: Edward Arnold, London, 1957.
124. Frenzel, B., The Pleistocene vegetation of northern Eurasia: Science, Vol. 161, no. 3842, pp. 237-648, 1968.
125. Ericson, E. B. & G. Wollin, Pleistocene Climates and Chronology in deep-sea sediments: Science, Vol. 162, no. 3859, pp. 1227-1234, 1968.

126. Leakey, L. S. B., A new fossil skull from Olduvai: Nature, Vol. 184, no. 4685, pp. 491-493, 1948.
127. Leakey, L. S. B., Recent discoveries at Olduvai Gorge: Nature, Vol. 188, no. 4755, pp. 1050-1052, 1952
128. Leakey, E. S. B., Olduvai Gorge, 1951-1961, Vol. 1: Cambridge Univ. Press, 109p. 1965

附錄一 中國第四紀自然環境人類文化及年代對比

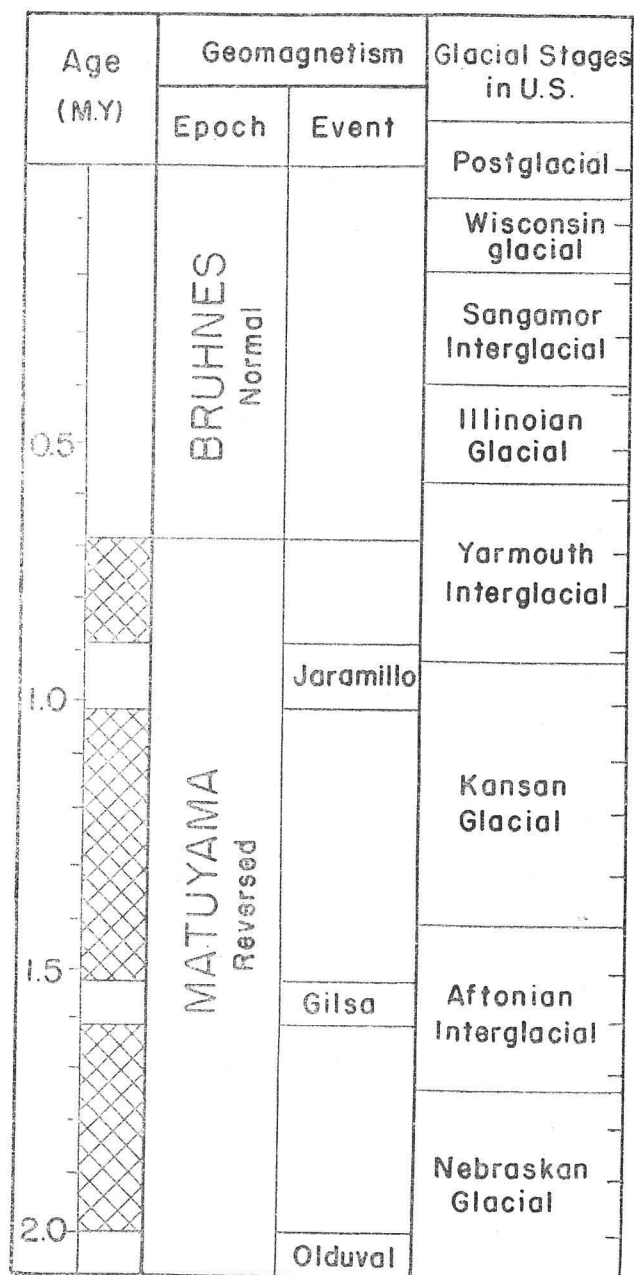
時代	年 代 (年)	氣 候 期	歐 洲 阿爾卑斯冰期		北美洲冰期	印 度		中 國										國							
						喀 什 米 爾	旁 遮 普	南方冰期	動 物 羣		北 部 地 層			南 部 地 層		臺灣地層	人 類 化 石	文 化 期							
									華 北	華 南	黃土高原	黃河中游	河北平原	長江中下游	四川盆地										
全新世	11,000 [*]					沖 積 層	階 梯 層				次生黃土	低階地及泥炭層	現代沖積層	河流沖積層	河流沖積層		札賚諾爾人	新石器時代 中石器時代							
晚		雨 期 (濕期) IV	玉 木 冰 期 W	威斯康辛冰期	第 四 冰 期	波 特 瓦 再沈積層	大理冰期 ?	山頂洞動物羣	馬 陽 動 物 羣	馬 蘭 黃 土	馬 蘭 黃 土	棕黃色類黃土堆積	下 蜀 粘 土	成 都 粘 土	中 壩 紅 土 礫 石 層	來 賓 人 柳 江 人 山頂洞人	舊 石 器 時 代	晚 期	山頂洞文化						
更 新 世		間 雨 期 (乾期) III'	利斯—玉木 間冰期 R/W	桑 加 蒙 間冰期	第三間冰期	侵 蝕 期	廬山—大理 間冰期													沙 拉 烏 蘇 動 物 羣	清 水 期 侵蝕層	乾縣組 湖積層	火 山 堆 積	礫石及 坡積物	江 北 礫 石
世	雨 期 (濕期) III	利 斯 冰 期 R	伊 利 璫 冰期	第 三 冰 期	波 特 瓦 層	廬 山 冰 期																			
中 更 新 世	200,000	間雨期 (乾期) II ₂	間雨期 (乾期) II'	民德—利斯 間冰期 M/R	雅 茅 斯 間冰期	第二間冰期 上 部	侵 蝕 期	大姑—廬山 間冰期	周 口 店 動 物 羣	萬 縣 動 物 羣	離石黃土 上 部	離石黃土 上 部	棕 黃 色 類 黃 土 堆 積	無網紋 紅 土	石 灰 華 及 鹽 井 溝 洞穴堆積	店子湖紅 土礫石層	馬 壩 人 長 陽 人 藍 田 人 丁 村 人	器 時 代	早 期						
	300,000	雨 期 (濕期) II ₂		民 德 冰 期 M		卡 萊 瓦 層	大 姑	銅川期 侵蝕			丁村組 湖積層	鐵 盤	大南灣層	北 京 人	中國猿人文化										
	400,000	間雨期 (乾期) II ₁	雨 期 (濕期) II	羣智—民德 間冰期 G/M		堪 薩 斯 冰期	上 部	冰 礫 層			姑 冰 期	離石黃土 下 部								離石黃土 下 部	網紋紅土 (重慶礫石)	雅美礫石	頭 火 炎 山 層	店子湖紅 土礫石層	北 京 人
500,000	雨 期 (濕期) II ₁	羣 智 冰 期 G		第 二 冰 期 卡 萊 瓦 層	離石黃土 下 部		離石黃土 下 部	網紋紅土 (重慶礫石)	雅美礫石	頭 火 炎 山 層	店子湖紅 土礫石層	北 京 人				中國猿人文化									
600,000 ^{**}		間 雨 期 (乾期) I'	維 拉 弗 朗 期	多璫—羣智 間冰期 D/G?	阿 夫 東 間冰期		第一間冰期 卡萊瓦層 下 部	彭 耶 爾 層	鄱陽—大姑 間冰期	泥河灣動物羣	柳 城 動 物 羣	午城黃土	午城黃土	雜色粘土及砂礫堆積	網紋紅土	通霄層	巨 猿 人	代 期	周口店第十三地點						
1,000,000	雨 期 (濕期) I	多 璫 冰 期 D?	內布拉斯加 冰期	第一冰期 礫 岩	鄱 陽 冰 期	汾河期 侵蝕	泥河灣組 湖積層	火 山 堆 積	山上礫石			巨 猿 人	裴文中1955												
1,500,000 ⁺⁺ 2,000,000		R.F. Flint, 1957	F.E. Zeuner, 1958	R. F. Flint, 1961	Wadia 1953	Wadia 1953	李 四 光 1937	劉東生等1964							林朝榮1966					裴文中1955					

* Frerichs, 1968

** Koenigswald, 1962

† Phanerozoic time-scale, London, 1964

附錄二：磁性反向與冰期對比之第四紀
絕對年代(根據 Ericson & Wollin, 1968)



註：更新世與冰川是同一事件的觀念，曾經廣泛的討論。最近賽里 (R. Salli: Progr. Oceanogra. 4, 67, 1967) 認為過去以更新世與冰川各期的對比，已不能維持，前冰期更新世 (Preglacial Pleistocene) 佔據的時間，差不多有冰川更新世 (Glacial Pleistocene) 的一倍到一倍半。拜葛倫 (Berggren, *et al.*, Nature, 216, 253, 1967; W. A. Berggren; Deep-sea Research, 14, 1948) 的研究，頗近似賽里所論。但野外觀察，確能把更新世分為四個有次序的中隔長期較暖氣候的冰期，而更新世的開始與最早冰期吻合的看法，也是冰川學家所能接受的。對上新世與更新世的分界愛雷克生 (D. B. Ericson & G. Wollin: Science, 162, 3859, 1968) 主張以 *Globorotalia truncatulinoides* 化石第一次在奧都威磁性反向 (Olduvai event of geomagnetic reversal) 底部出現為標誌，距今約二百萬年。

