

GEOLOGICAL MEMOIRS

(Being the continuation of the Memoirs of the Geological
Survey to be quoted as **Mem. Geol. Surv. China**)

SERIES A

NUMBER 14

PHYSIOGRAPHIC HISTORY OF THE YANGTZE

(WITH 24 TEXT FIGURES, 1 PLATE AND 1 FRONTISPIECE)

BY

G. B. BARBOUR

Published by

THE NATIONAL GEOLOGICAL SURVEY OF CHINA

(Under the Ministry of Industries and affiliated with the Academia Sinica)

AND

THE INSTITUTE OF GEOLOGY OF THE NATIONAL
ACADEMY OF PEIPING

PEIPING, AUGUST 1935

GEOLOGICAL MEMOIRS

(Being the continuation of the Memoirs of the Geological
Survey to be quoted as **Mem. Geol. Surv. China**)

SERIES A

NUMBER 14

PHYSIOGRAPHIC HISTORY OF THE YANGTZE

(WITH 24 TEXT FIGURES, 1 PLATE AND 1 FRONTISPIECE)

BY

G. B. BARBOUR

Published by

THE NATIONAL GEOLOGICAL SURVEY OF CHINA

(Under the Ministry of Industries and affiliated with the Academia Sinica)

AND

THE INSTITUTE OF GEOLOGY OF THE NATIONAL
ACADEMY OF PEIPING

PEIPING, AUGUST 1935

揚子江流域地文發育史目次

緒言

頁數

第一章 揚子江及其分區

一

第二章 揚子江上游

三

第三章 四川赤盆地

七

第四章 揚子江中游

一

第五章 揚子江下游

一三

第六章 揚子江三角洲

一九

第七章 區域的比較

二〇

第八章 揚子江地文發育史之鳥瞰

二三

第九章 冰川問題

二三

CONTENTS

	Page
Introduction	1
I. The Yangtze and its Divisions	4
General Conclusions... ..	6
II. Upper Yangtze	7
Capture of the headwaters	12
Early Development of the drainage system	14
Problem of the parallel rivers	18
Tributary Drainage	20
The older surfaces	22
III. Red Basin of Szechuan	23
Character and Distribution of Red Beds	25
Conglomerate of Kuanhsien	26
Implications of structural relationship	30
Physiography of the Red Basin	35
Distribution of soil types	36
Correlation of features	38
The Chengtu Plain	40
IV. Middle Yangtze	40
Relation to river as a whole	41
Terraces of the Middle Yangtze	44
Yaozte conglomerate	44
Evidences of earlier physiographic stages	44
(a) Tsingling Stage	45
(b) Tertiary planation	45
The peneplane problem	46
The Yangtze—consequent, superposed or antecedent?	48
Minor erosion features	55
V. Lower Yangtze	57
General characteristics	57
Structure at Ichang	58
Ichang-Shasi sector	62
Shasi-Hankow sector	64
Yangtze below Hankow	67
Summary of Lower Yangtze physiographic stages	78
Comparison with southwest and southeast Hupeh	80
Comparison with Hanchiang Basin	83

Comparison with Hangchow area	84
Correlation between Middle and Lower Yangtze	85
VI. The Yangtze Delta	90
VII. Regional Correlation... ..	94
VIII. History of the Yangtze Valley	97
IX. The Glaciation Problem... ..	101
Bibliography	104

ILLUSTRATIONS

<i>Plates</i>	Page
Frontispiece. Kunglingtan	
I. Block Diagram of Yangtze Valley below Pingshan	
<i>Table</i>	
I. Correlation of Physiographic Stages	
<i>Figures</i>	
1. Divisions of the Yangtze	5
2. A. Present drainage system of northern Yunnan and adjacent areas ...	10
B. Reconstruction of drainage pattern before capture	11
3. Key map to Yangtze localities between Pingshan and Wushan	23
4. Terraces at Kuanhsien	31
5. Planation levels of Red Basin	32
6. Mesa topography in Red Basin	33
7. Hanging valley near Chungking	34
8. Road-cut section in Red Basin	35
9. Drainage map of Chengtu plain	38
10. Silt terraces along the Middle Yangtze	42
11. Falls at Wanhsien	43
12. Cliff-building formations of the Gorges	54
13. Overlapping tile effect... ..	56
14. Key map of Yangtze localities above Hankow	58
15. Ichang Pagoda section... ..	62
16. Terraces below Ichang	63
17. Field sketch below Chinglingchi... ..	65
18. Key map to Yangtze localities below Hankow	68
19. Yalu terrace	69
20. Kiukiang sections... ..	70
21. Sections in the 30-meter terrace behind Anking, and composite section...	71
22. Anking terrace	72
23. Hangchow tributary valley	84
24. Later structures of the Middle Yangtze	98

揚子江流域地文發育史

巴爾博著
謝家榮節譯

緒言

本所附設之新生代研究室，其研究範圍，不特限於新生代化石之搜求，而尤注意於地文之演化，蓋不如是，則各地所搜獲之材料，將無法比較也。近年以來，在翁所長及已故新生代研究室主任步達生先生指導之下，對於華北地文，已稍有研究，而爲追跡揚子江之地文史起見，步氏乃稟承翁所長之命，復有調查揚子江沿岸地質地文之舉；參加斯役者，有德日進楊鍾健及余共三人，於民國二十三年春季出發，於夏初事畢。旅行所及，東自江口，西達重慶，於重要地點，亦略作支流之測勘焉。同時復承中央研究院地質研究所所長李四光先生之邀，偕同朱深喻德淵諸君赴廬山攷察冰川問題，并承西北科學攷查團之那琳先生亦特來參加。揚子江調查事畢，又爲使黃河流域及漢江（揚子江之大支流）流域之地文，得一比擬起見，特自河南西部，穿越東秦嶺，此路尙未經前人研究，故所得材料，至爲新穎。調查人員除德日進及余外，楊鍾健先生因病未能參加，由卞美年先生代往。（秦嶺東部地質觀察見地質彙報第二十五號）。

此次調查，僅至重慶爲止，計長一千四百餘英里，重慶以上揚子江之發育史，在本文內亦就前人結果擇要敘述，并略加鄙見，以供討論。關於揚子江中下游之地質構造及地文史，於九年前葉良輔謝家榮二先生曾著文討論（地質彙報第七號），其結論至今尙頗適用；惟近年來新著日多，發現日廣，實有詳加論述之必要，故本文之作，特不嫌辭費，亦惟希於華中地文之發育，有所貢獻耳。最後對於以前研究諸著者如丁文江李四光謝家榮葉良輔黃汲清李春昱諸先生，其結果於本文中俱曾採用，特致謝意。至於德日進楊鍾健二先生共同調查，無論於學術及事務方面，俱贊助特多，作者更應致其深切之感謝焉。

第一章 揚子江及其分區

揚子江可就其自然的形勢，分爲上下兩大段，下段係一等斜的（Graded即謂河床之剖面，成一平坦之曲線者是也），現方在壯

年期之河谷，而上段則富於狹谷深溝，急流瀑布，蓋尚在幼年時代也。上下兩段之分界在宜昌附近，惟在宜昌以下五十英里之一段，河床岩石之影響尙大，故屬於壯年期之初期，直至沙市以下，乃達完全之壯年狀態，除偶然遇到石底，因而切成岩谷外，大部份係廣大之沖積平原。

惟就地文及地質構造立論，則揚子江更可詳分爲四大部分：即（一）三角洲自南京附近直達江口（二）下游包括自宜昌以下至三角洲之一段（三）中游包括屏山至宜昌之一段（四）上游則指屏山以上之河，即所謂金沙江是也。中國海關就吃水深淺，亦分揚子江爲三部如下，（一）上游自重慶至宜昌，（二）中游宜昌至漢口，（三）下游漢口至海邊。此種分區之主旨，純在水量，蓋揚子江在漢口附近，因接受漢水之水，故水量大增；但從地文學上言，則海關之分區，殊不適用。照上述地文分區，揚子江上游與中游之分界，在屏山附近，此處界線，殊不若宜昌之清顯，蓋此二段者，俱表示幼年地形之河流也、但實際上亦稍有不同，蓋不間斷之航行，僅能至屏山爲止，自此以上，水運即不甚通暢矣。

屏山東距海口一千六百三十英里，拔海五百六十公尺（八百英尺），今以揚子江之總長爲三千二百英里，而其水源之位置，拔海五千六百公尺（二七、〇〇〇英尺），則自源頭至屏山約一千六百英里之距離，即約全河長度之半，河床降低至一萬六千英尺，而在其他一半之路程中，則僅降低八百尺耳。

茲在詳敘各區域之前、先述上中下三游之地文概況如次：

一、上游 此段河流之發育歷史，殊爲繁複，在中生代末期所成複雜構造之地面上，形成第三紀初期之剝蝕地形，於此又發生第三紀中期之斷裂帶，因而造成顯著之南北向河流；其後揚子江與紅河間或揚子江支流與支流間，咸發生襲奪，於是遂形成今日所見河流排列之狀況，襲奪之遺跡，爲襲奪灣（Elbow of capture）、風口（Windgap）等地形，在雲南北部尤爲常見，而足爲本段地文發育之特徵。襲奪之後，則侵略河之水量必大增，往往足以影響於其下流之發育，但揚子江上游，屢經侵襲，且因其發生之時甚早，遠在第三紀之前，故對於其中下游之有何影響，在今日已無紀錄可尋矣。

二、中游 中部之揚子江，乃發育於第三紀初期之準平原上。此準平原在第三紀中期開始掀折，於是剝蝕復新，在褶皺區域內，造成壯年狀之河谷，而於赤盆地之鬆軟地層內，則成另一準平原。其後再經不等率之掀折作用，遂使宜昌以上之揚子江，深切成一峽谷，即所謂先成河是也。其他各處，亦因剝蝕復新，於壯年之地貌上，復向下切，其深度及所成狹谷之形狀，則視大河之地位及構造岩性而異。當第四紀時，向下深切作用暫時停頓，因以造成若干之礫石梯級層，但除此之外，則繼續剝蝕，為本段內之重要現象。

三、下游 揚子江下游之發育，與前述者大異，此段河道，係與多數窪地所成之一直線相合，換言之，即所謂後成河是也。而此窪地構造之發生，則遠在中生代之末期，其間雖稍有傾折變化，而主流之位置，仍不稍變。梯級層在下游一帶，頗為發育，足為比定及分析地文期之一助，此中之最重要者，當推上新統及第四紀初期之紅土層，顯然的為亞熱帶下長期劇烈風化之產物；其次為一壤土層，係第四紀較冷氣候下所產生者，風化之程度，亦遠不如前者之劇烈。

第二章 揚子江上游

中國古地理學家每以岷江為揚子江之上流，而金沙江為岷江之支流，如禹貢所稱江出於岷山，即是此意。遜清康熙年間（一七二一年）所測繪之皇輿全圖，亦謂金沙江與揚子江乃不相連合之河。惟明季徐霞客於一五八六—一六四一年間，依據其個人實地之觀察，即以金沙江為揚子江之上流，創千古不易之論，厥功甚偉，而其時尚在天主教神父為康熙製皇輿全圖之前約一世紀也。

一、襲奪現象 揚子江上游為襲奪現象最發育之區，其遺跡至今尚多可攷。當徐霞客之時，地文研究，雖尚未如今日之進步，但徐氏本人，即已注意到揚子江（金沙江）南石鼓附近之前莊（譯音）風口。巴可氏亦謂模梭民族中有一流行傳說，謂揚子江上流曾一度經漾濞盆地而南流入瀾滄江。葛里哥萊丁文江李春昱及克里突諾諸氏亦多記述襲奪現象，但謂大江不入瀾滄，而應入紅河或其支流，蓋自石鼓南行經漾濞洱海，地形低窪，湖沼與盆地連綿不絕，若謂古時之揚子江曾經流其間，而由紅河入海者

，在地形上言實屬一可能之事也。又如鴉礮安甯諸河，其支流之排列，彎曲之奇異，以及其現時北向支流之谷大水微，俱足以表示昔時曾向南流，以入紅河，現時雲南府附近之多湖地帶，即昔時水流經過之遺跡也。用同樣方法，以研究上游水系，則可用襲奪理論以解說之處尙甚多，本書原文第十頁及第十一頁之圖，即示襲奪前後水系概況，而在第十一頁圖上有X之處，其形狀極似襲奪灣，凡此俱應詳加研究，以斷定其曾經襲奪否也。夫揚子江上游東距海口甚遠，而南距紅河則不過五百英里，今水流不取捷徑，而反遠道遷流，以成此襲奪現象，毋乃不倫；解說之道有二：一因當時宜昌以下之水面已甚低，高距海面不過一五〇公尺，基面既低，剝蝕之力自大；二因斯時南北向之河道（即揚子江上游水系）因未經掀起，底面和緩，實不若現時之傾斜急劇也。因地盤掀起，剝蝕復新，於是於寬谷之中，又切成一狹谷，此種現象，在雲南北部，極為常見。

二、地質構造

欲明水系發育之經過，當先略知其地殼之構造，關於此層可分爲兩點：

（一）構造種類 葛里哥萊戴普拉勃郎諸氏俱以爲揚子江上游河谷之成因，由於斷裂，斷裂之後，剝蝕隨之，削成一近似平原，其後再度剝蝕，岩質堅強者爲山，弱者爲谷，率直之山面，三角形之山脚俱足爲斷層之証。哈安姆李春昱諸氏則以爲河谷之生，由於褶皺，其後剝蝕因之，遂成斯狀。克里突諾則不然，以爲褶皺之後，繼以長期之剝蝕，地面邱壟胥於此時造成，其後復起拘折，始成今日峭壁深溝之狀。克氏之剝蝕說，係由其研究暹羅山間盆地推論而得。（二）地殼運動之時期 葛里哥萊哈安姆諸氏俱主第三紀爲主要之運動期，但証以本所譚錫疇李春昱諸氏在西康之調查，在葛氏所謂南嶺運動發育之區，其地層時代，俱屬侏羅紀，探有化石，足資証明，因此可知地殼運動，不應如是之新。又據最近狄推賴氏之工作，亦謂喜馬拉亞山之造山期，應與華北相仿，而同屬中生代後期下白堊紀之前；與造山運動同時發生者，有斑岩凝灰安山岩之噴發，及基性侵入岩。此期之後尙有一運動，則相當於中國之南嶺期，此期實際上又可分爲二副期，一在漸新統一則在中新統之下部也。

三、平行河流之成因

揚子江上游之水系，以南北向之平行排列，最爲顯著，其成因至少有下列四法：

（一）爲簡單之平行順向河，發生於準平原上，此平原經拘折運動，北高南低，水遂悉向南流，維理士及克里突諾之報告上，

似俱有此項主張。

(二) 水道發育於弱岩層帶，其地面又經傾折，遂成平行南流之水系，準此說，則揚子江上游諸河當爲後成河矣。

(三) 在褶皺之地面上，發生順向河，哈安姆李春昱諸氏主之。

(四) 河流隨地面多數平行排列之裂隙而位置，就地文上言，此亦順向河也，此說葛氏及勃郎諸氏主之。

上列四說中之(一)(二)兩說，俱有困難，因地下岩層之構造質性，總不能十分簡單，倘假定平行排列之河流，純由於一傾側面或弱岩層帶之控制者，則決不能發生如有規則之水系也。故造成此項水系之主因，當由於褶皺或斷裂，褶皺之發生雖早，且其後即使尚有準平原之長期剝蝕，但對於河流之控制，仍有重大之力量。葛里哥萊氏似偏重於斷裂，此種構造之存在，固無疑問，但據李春昱氏之觀察，斷裂與褶皺又每同趨一線。據研究上流河谷之形狀，每見寬展之古河谷中，另有一狹谷套生，葛李二氏以此古河谷與一北方之地文期相比較，其時代至少當在上新統之先；至於斷裂之時代，葛氏雖主張屬於中新統，而戴普拉丁文江李春昱諸氏俱以爲應屬上新統後期或更新。基於上列事實，作者對於揚子江上游平行水系之發生，另有第五之新解說，即謂水系之位置，最初係受褶皺或逆掩斷層之支配，其後斷裂隨之，斷層線每沿原來之河谷而發生，因此使剝蝕復新，於已有之古河谷，復深切成一狹谷，如以上之所述焉。褶皺之時代，雖葛氏主張屬第三紀，而據最近調查，則頗有屬中生代後期即燕山運動之可能；至於第三紀之南嶺運動，則以斷裂爲主，故葛氏之所謂喜馬拉亞褶皺帶延佈中國之說，恐不足信矣。

四、支流水系 揚子江上游各支流之發育史，尙少有人論及，瓦德氏於其「雲南西藏邊境之水力」篇中，嘗以爲此種平行及銳角相接之複雜支流，乃由多次之襲奪作用所致，蓋因風向關係，南流之水，常較北流者爲有力，於是遂生襲奪作用，而支流成焉。夷考其實，揚子江上游當狹谷深溝未發育之先，在一壯年期地形之上，確曾發生襲奪作用，如前節之所述，但在現時代之少年期地形之下，襲奪實不易進行，所謂風向等等之影響，亦更少力量。抑又有進者，瓦德氏假定原來之地面，係一簡單之平行褶皺，或一拘折之準平原，殊不知實際情形，異常複雜，地面既尙未臻準平原之境界，其後復有斷裂之影響，故瓦德氏之說，在未

詳細調查之先，得難認為已經證明也。

五、地文期 葛里哥萊氏以揚子江上游地形發育，分為下列各期：

(一) 準平原之發生（白堊紀至始新統）。

(二) 喜馬拉亞褶皺期（漸新—中新統）。

(三) 上層河谷及斷裂之發生。

(四) 喜馬拉亞褶皺期以後之斷裂及盆地之產生。

(五) 乾燥氣候下之河谷沉積如紅砂黃土褐炭等。

(六) 狹谷之深切及冰川作用（第四紀）

在雲南府附近，勃郎氏曾分別四個地文期如下：

(一) 喜馬拉亞期運動造成褶皺及逆掩斷層。

(二) 準平原之發生。

(三) 斷層及南田地塹中之堆積（上新統後期）。

(四) 地盤之上升及切割。

上述四期與戴普拉氏在雲南東南部所分者，大致尙可比較，不過戴氏所列，較為複雜，如下所示：

(一) 喜馬拉亞運動期。

(二) 地盤上升及準平原之產生（橋頂山期）。

(三) 地盤復上升剝蝕至壯年狀態（朱微山期）。

(四) 塊斷裂及地塹谷中沉積之充填（嶺南期）。

(五)甲、上層谷之發生，乙、狹谷深切，丙、剝蝕復新及向下切割。

上列戴氏之諸副期，其分佈之面積，似不甚廣，因最近法人雅高白氏在安南調查，未能証實其存在故也。

第二章 四川赤盆地

四川赤盆地以其爲紅色鬆軟石質所成而得名，此項石層對於水準面之變遷，感覺較靈，故四川赤盆地遂爲研究揚子江中下游地文發育史最好之着手點矣。

一、盆地中地層之性質及其分佈 據本所譚錫疇李春昱二君最近調查，赤盆地中地層，可分爲三層，總厚達二千八百公尺（九、二〇〇尺），茲列其層名及岩性如左：

(一) 蒙山層 厚八百公尺係棕灰色砂岩頁岩，稍夾礫岩層。

(二) 嘉定層 磚紅色砂岩及頁岩厚五百公尺。

(三) 自流井層 紫紅黃等色十字層厚砂岩，中夾薄層砂頁岩及石灰岩，於石灰岩中曾得有淡水瓣鰓類及恐龍類化石，其時代皆屬白堊紀。

據譚李二氏之調查，上述三層，逐漸變遷，無詳確界限可分，而據黃汲清君意見，則其中似有不整合。大致保存最完全者，係在盆地之西部及峨眉縣之北及西北部，上列三層俱甚發育，愈向東則剝蝕愈深，而紅色層之保存者，亦愈見其不完備矣。從現在紅色地層之分佈，可以推想當時盆地之範圍及地形，關於此點，李春昱氏已於其文中詳論，並作圖以說明之矣。

二、灌縣礫岩層及其意義 自流井地層與其下之侏羅紀煤系常成整合之接觸，在盆地之大部，兩者之間，並無礫岩，但在灌縣彭縣及廣元縣之東北，則有一礫岩層，向盆地中心，成八十度之急斜，是名爲灌縣礫岩。此礫岩層之意義有二：

(一) 代表岷江及嘉陵江之古河沖積層，但觀其位置及構造，似應在紅色地層之前，故此說不能成立。

(二) 代表盆地邊緣之扇形沖積層，故應位於紅色層之下，侏羅紀煤系之上，至於其他各處之未能發現同樣礫岩層者，則或以

侵蝕作用削去之故耳。

三、構造問題 關於四川赤盆地內之構造問題，下列諸點，應加注意：

(一) 據李春昱氏觀察，在成都南仁壽背斜層兩旁之蒙山層傾角達六十度之多，由此可知最後之地殼運動尚在最新紅色地層之後。

(二) 赤盆地本身係一大向斜層，但其中有多數之背斜層，組成東北西南向之高山，最著者如重慶西北及成都東南等處。

(三) 在此項背斜層之兩旁，在理應有礫石層，以作地盤掀起剝蝕復新之紀錄，但在赤盆地中曾遍覓不得。解說之法有二：(甲) 昔曾沉積，今已剝蝕殆盡，此說不免牽強。(乙) 背斜層掀起甚緩，終第四紀之世，地形上並無如今日所見之高山；或因造成背斜層之力皆係橫壓力或拗折，其所發生地形上之影響，遠不如垂直運動之斷裂作用為顯著也。地面上既無高山大嶺，則剝蝕遲緩，巨石不流，此礫石層之所以不現也。由此一端，我人可斷言紅色地層自沉積褶皺之後，所成山形，尚未有如今之高峻者也。

(四) 最後當論褶皺之時代，關於此層，可有三說：(甲) 褶皺時代屬白堊紀即燕山運動之第二期。(乙) 褶皺時代屬漸新統或更新(南嶺運動)。(丙) 先經燕山運動之褶皺，再繼之以後期之運動。南嶺或喜馬拉亞運動在中國之是否重要，學者意見不一，尙難論定，本文亦已反覆申述，茲不再贅。茲所欲述者，乃倘以主要褶皺之時代，屬於中生代之末(即白堊紀)，則赤盆地中之紅色層至新不得過白堊紀，而揚子江主幹之成，亦當先於此時，而所謂先成河者。自此之後，經第三紀之世，赤盆地中並無沉積，僅有長期之剝蝕而已。倘以褶皺之時代為第三紀中期，則所謂蒙山層者，其時代或已屬第三紀之初期，而揚子江亦應屬先成河，蓋不如是，終第三紀之後半期，實不足以造成此大江也。

四、地文期 李春昱氏分揚子江上流之地文發育為左列三期：甲、盆地期指盆地中紅色地層之沉積。乙、秦嶺期即第三紀中期南嶺運動後之剝蝕，由此所成之河谷，今已掀起，高距河面約自三百公尺至六百公尺，即相當於前述之所謂上層谷者是也。岷

江上游松潘附近之壯年地形，亦屬此期。丙、揚子期即上新統以後之狹谷切割期也。於此期中李氏又分一雅安副期，當時之狹谷，曾一度近於等斜狀態，赤盆地中之軟質岩層，被割切而近於準平原，而於四川西部，且於其上有礫石之沉積。

據余等此次觀察，上述各期之外，尚有應加入者數期，茲先略述我人之觀察如次：

在研討以剝蝕為主之地文發育史，當然以梯級層及山坡剖面之連續與否，為主要之徵象。惟在赤盆地內，因岩質鬆軟，傾斜不一，梯級層之是否有效，乃成疑問，惟在主流經過盆地出口或入口之處，常成岩谷，剝蝕紀錄，乃得清切保存，不啻為探討地文發育之鎖鑰，此次調查，即用此法。

灌縣位於岷江由山入成都平原之出口處，亦即東部與西部四川交界之點也，從本書英文第三十一頁草圖上所示，得分為左列各部：

(一) 岷江河谷為現代之沖積層及礫石所覆。

(二) 下部石級，上蓋以礫石及壤土，高距河面三十八公尺。

(三) 上部石級，高距河面七十七公尺。

(四) 高坡及山脊。

此外在成都東南三英里之地，簡陽及內江附近，俱曾見同樣之梯級層（參閱英文三十二頁第五圖）二層，其中之上層，高距河面自三十至四十公尺者，發育較為完備，茲名之為內江梯級層。在重慶之北，嘉陵江下游，於高距河面四十公尺處，亦有一礫石層，與內江梯級層相當。

赤盆地為饅頭式之壯年期地形，山之高度，大致相似，在五十至七十五公尺之間，故較上層梯級層為略高；若頂部為厚層之岩層時，則成平頂山或方山之地形。此項高度相似之山形，哈安姆氏嘗定為係一準平原，而李春昱氏則認為係揚子期中之一副期，即雅安期是也。以余觀察，此期或應較古，因其剖面常與揚子期之河谷，絕不相連故也。在萬縣南二十英里鹽井溝附近之石灰

岩洞穴，即堆積於此壯年期地形之上，洞穴層中曾經葛蘭究氏探得骨化石，而定其時代爲上新統。此爲惟一之化石證據，而由此足以定上述之壯年地形，至少當在上新統之前也。

在重慶附近之山上，於高距河面八十公尺處，哈安姆及李春昱二君俱見到礫石層，哈氏并曾於北江距河面十二公尺處，另見一礫石層，此與上述之梯級層皆可比擬。李春昱氏又嘗以重慶之上礫石層及哈氏之所謂準平原，俱歸之於雅安副期，而與華北之三門期相當，至於北江之礫石層，則認爲可與馬蘭期相比擬云。

茲依據上述觀察，將四川赤盆地之地文演進表列如左：

(一)褶皺（燕山運動）。

(二)準平原之產生（由盆地內背斜山頂及揚子江發育史暫爲推斷）。

(三)地盤掀起，拗折及局部斷裂（南嶺運動）。

(四)長期剝蝕將紅色地層切割成一「準平原」，背斜山形亦大爲削減，其上覆以紅棕色及條紋狀粘質壤土（秦嶺期）。

(五)河流切割至內江期之高度（揚子期）

(六)雅安及重慶礫石層之沉積，內江梯級層及灌縣上部石級層（雅安副期）。

(七)剝蝕復新以至現代，其間又略有間斷，因以造成灌縣之下部梯級層及北江礫石層云。

五、成都平原 人烟最密土壤肥沃爲四川富庶之區，其成因顯由於岷江沖積所成；自灌縣至成都，長達四十英里，形成一扇形之沖積地，而灌縣實爲此沖積地之起點也。觀於成都之北及東北，常有白堊紀紅色層所成三〇至六〇公尺之孤山，乃知成都平原於浮土及礫石之下，亦有同樣地層，故其構造與整個之赤盆地一般無二也。此浮土層鮮有厚過六十公尺者，如在彭縣十二公尺下即有礫石，成都則更淺，不過五至七公尺耳。趙亞曾氏嘗以此礫石之沉積，名之曰成都期，譚錫疇李春昱二氏則名之曰疊溪期。

成都平原中廣厚冲積層之造成，溝渠蓄積之功顯有絕大力量，而據最近在土中掘獲之漢代古物觀之，其造成之時代，當不甚遠，有人且有每世紀沉積一尺之計算。人力之支配，固若是其偉大，但其間亦有天然之力量在焉：第一岷江源遠流長，其後山又常有掀起之勢，故剝蝕力強而所狹之泥砂亦多，一旦注入平原，流速既減，沉積自生，且佐以人力之維護，遂日積月累，而成此肥沃之大平原。抑又有進者，成都平原是否尚有逐漸下降之勢，証以其後山區之地震時生，下降之事，非不可能，由此言之，成都平原不僅為一簡單之剝蝕平原，地質運動亦與有力焉。

第四章 揚子江中游

一、一般論述 茲將本段各大城市間水準面之差落，列表如左：

	距 離 (海里)	水準面差落	每里下降數
重慶至宜昌	三六〇	四一六、二(尺)	一四、五(英寸)
宜昌至漢口	三八三	七七	二、四
漢口至海口	六一七	五〇	一、〇三
平均約數	一〇〇〇		一、五

觀上表，可知萬縣宜昌及宜昌漢口間江面水準之差落，約為十四與一之比例，而以整個之揚子江中游與下游相比，則約為十與一之比例也。

就一般而論，揚子江中游尚屬青年期，因江水尚日在向下深切，而冲積地帶，俱限於小區域，且時有為急流冲刷以去之趨勢也。若更以河床形成狹谷深溝深淺不一而論，如三峽區之河深可自三十六尺至三百六十尺，則其青年期之徵象，更屬顯然。各城市在一年中江水面昇降之最高數，亦甚顯著，列為左表：

重慶	一〇八尺	宜昌	五十三尺	三峽區	二〇〇尺
----	------	----	------	-----	------

二、梯級層 在揚子江峽谷之上游，沿河兩岸，常多梯級層，而在雲陽以上者，尤為顯著。其上常為土質細泥所覆，而其底部則常為一礫石層。梯級層之頂，常高出揚子江最高水位紀錄之上。在萬縣及寧水附近，俱有顯明之梯級層，（英文第四十二頁第十圖）高距水面十五至三十五公尺，而在萬縣附近者，佔地甚廣，足為飛機之停留地焉。在三峽中，梯級層皆已被蝕無遺，惟在夔府以下風箱峽則尚有遺跡可尋焉。從梯級層中砂礫等層之常位於一平整的岩磐之上，可知於砂礫沉積之前，當有一剝蝕時期，在此期中，河床之斜度，較今日為平緩，向兩旁剝蝕之力甚著，因以造成一寬廣之河面，其遺跡即今日所見梯級層下平整之岩磐也。

昔李四光先生於新灘之鶴子附近見一礫石層，其中石塊俱為片麻岩花崗岩等顯自其下流黃陵背斜層遷運而來之物，因之推想昔日之水流，或係自西向東，與今日之流向，適相反背。但據李春昱氏最近之研究，則謂此項石塊，或可自另一支流由北帶來，且觀於此鶴子礫石層之常位於深峽之內，可見其時代必不甚古，倒流之說，恐難成立也。作者以為鶴子礫石層恐即與雅安礫石及本節所述之梯級層相當。

三、較古之地文期 除上述梯級層之外，尚有較古之地文期，足資辨認：（一）秦嶺期即峽谷或梯級層以上和緩山形之近於壯年期地貌者是也，在沿江一帶，俱能看到，即西川山間，李春昱氏亦有紀述。萬縣鹽井溝之龍骨洞地層，即發育於此項由石灰岩所成之地面之上。（二）第三紀之準平原，係發育於秦嶺期之前，從現在高山脊之位於同一高度上而推論得之。在鄂西最為顯著，高出河面自一千七百至二千公尺，謝家榮劉季辰二氏曾名之為鄂西期。維理士及本人等此次在萬縣之南所見，亦有同樣狀況，但李春昱氏在四川赤盆地中，則從未見及；此項事實，極有注意之價值，蓋因其與揚子江中下游之發育，俱有密切之關係故也。惟關於準平原問題，地文學者尚乏一致之意見，故僅憑山脊等高之一點觀之，尚未足據為定論也。

四、揚子江之成因 揚子江中段之成因，極費推敲，因其穿越黃陵背斜層，造成峽谷，而與經過之山脈，顯成垂直之方向故也。憑學理而論，此項河流之成因，得分為下列各說：（一）順向河，即謂沿原來地面之斜向下流者也。（二）重疊河始發育於一準平原之上，或原來地面上另有一較新地層之蓋覆；及此層被蝕以去，其下構造，始得顯露。（三）先成河，即謂揚子江發生於黃