

萬有文庫

第二集七種

王雲五主編

世界地理體構

(上)

青島山翁著

張資平譯



商務印書館發行

211993

萬有文庫

第二集七百種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

國立政治大學圖書館典藏

由國家圖書館數位化

K2
207
111

551.1
5022

行政院文物
保管委員會
圖書專門委
員會公讓
本圖書之章



書叢 第 冊 自

211993

目次

緒論

..... 一

第一節

地球之現今狀態

..... 一

第二節

關於地殼與重圈之學說

..... 三

第三節

地質構造山脈之生成

..... 八

第一章

硬性地塊

..... 一五

第一節

太古地界

..... 一五

第二節

加拿大楯狀地

..... 一七

第三節

波羅的楯狀地

..... 一九

第四節	西比利亞桌地	二二
第五節	中國桌地	二三
第六節	印度桌地	二四
第七節	阿非利加桌地	二六
第八節	澳洲桌地	二八
第九節	巴西桌地	二九
第十節	南極桌地	三〇
第二章	地向斜	二五
第一節	地向斜	三五
第二節	地向斜之移動	四五
第三節	關於地向斜生成之霍姆斯之學說	四九

第四節 固定地帶與造山帶之特徵……………五二

第三章 褶曲系……………五五

第一節 前寒武紀褶曲系……………五五

第二節 加勒頓尼亞褶曲系……………五七

第三節 瓦里斯干褶曲系（哈西尼亞褶曲系）……………六三

第四節 阿爾卑斯褶曲系……………六八

第四章 山脈之構造……………七七

第一節 加勒頓尼亞造山……………七七

第二節 瓦里斯干造山（哈西尼亞造山）……………九四

第三節 阿爾卑斯造山……………一〇一

第五章 關於大陸漂動之諸學說……………一二九

第一節 威格涅氏之漂動說……………一二九

第二節 喬富利斯之學說……………一三一

第三節 霍姆斯之學說……………一三三

第四節 格勒哥里之學說……………一三五

第六章 亞洲之構造……………一四七

第一節 概說……………一四七

第二節 西比利亞地方……………一六一

第三節 蒙古地方……………一六七

第四節 中國本部地方……………一七六

第五節 東部土耳其斯坦及其西部地方……………一八〇

第六節	阿剌伯波斯及小亞細亞地方	一八四
第七節	印度及印度交趾地方	一九二
第八節	希瑪拉耶系之東方連續地域	一九九
第九節	柯柏氏之亞洲地體構造說	二〇二

第七章 歐洲之構造

二〇九

第一節	概說	二〇九
第二節	阿爾卑斯地方	二一四
第三節	意大利地方	二一八
第四節	巴爾幹半島地方	二二二
第五節	加爾帕西亞山脈區	二二六
第六節	伊柏利亞半島之構造	二三〇

第七節 芬諾斯干第亞地方……………二四一

第八節 俄羅斯地方……………二五〇

第九節 法國中央山彙與阿摩利加山彙……………二五一

第十節 關於地中海造山帶之史塔布之學說……………二五四

第十一節 柯柏氏之歐洲地體構造說……………二六〇

第八章 美洲澳洲及非洲之構造……………二七一

第一節 北阿美利加……………二七一

第二節 南阿美利加……………二八四

第三節 澳洲……………二八九

第四節 阿非利加……………二九一

附錄 地質時分類表

教育部圖書

世界地體構造

緒論

第一節 地球之現今狀態

地球之外重，即包裹地球表面之球狀圈，名曰氣圈 (Atmosphere)。晴夜仰觀星斗，常見有流星橫過天空，此即因下落之天體或其碎片與空氣相摩擦而起之現象也。由此現象推算，空氣層之厚當有一百六十公里。換言之即地球實受厚約一百六十公里之空氣圈所包圍。因地球自轉之結果，空氣層在赤道部分較厚，在兩極地方則較薄。(註一)

地球之表面為水圈 (Hydrosphere)。因地球表面形狀極不規則，起伏無定，故水之大部分集中於深凹部分，而構成大洋或大海，其最深部分達一萬零七百九十公尺，名愛姆登海溝 (Emden

deep) 在菲律賓羣島之明達那奧島 (Mindanao) 近海，地球表面陸地與海洋之面積比爲一與二·四二之比例。加入與大洋相聯絡之海灣及大陸上之湖沼等，則水所被覆之範圍乃益廣大。又地殼之最上部尙含有地下水，充滿於岩石之孔隙中。換言之，即在陸圈內亦被有極薄之水膜也。由上述情狀觀之，水圈亦可謂與空氣圈同樣，被覆於地球表面之全部也。

水圈之下有岩石圈 (Lithosphere) 此卽所謂地殼 (Earth's crust) 之部分，由種種岩石構成之。關於地殼之厚，亦有種種之學說，因不屬本書之範圍，暫從略焉。

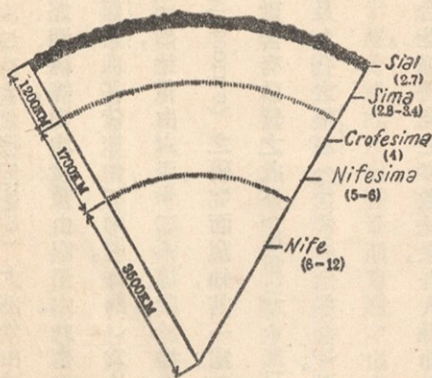
地殼之內，卽地球之最內部，名曰重圈 (Barysphere)。關於此部分之內容情形，吾人之知識尙極貧弱，唯可以斷定其溫度甚高及比重甚大而已。據物理學者之測定計算，地球之平均比重爲五·五二，構成地殼之岩石平均比重則爲二·六七。

綜合上述之事實觀之，地球現今之狀態由空氣圈以至重圈，略作同心層之球狀物也。由外部愈進內部，則其物質之比重亦愈大。

(註一) 一說謂：空氣圈之外，尙有由氫氣構成之氫氣圈，合此兩者綜稱爲氣圈，厚約五百公里。

第二節 關於地殼與重圈之學說

綜合今日所有種種方面之知識，知地球由外部至內部漸次增大其物質之比重，而排列成圈殼狀（第一圖）。（一）最外之部分，即構成地殼之部分，名曰矽鋁圈（*Sial* or *Sa1*），即由富於氧化矽（ SiO_2 ）及氧化鋁（ Al_2O_3 ）之岩石構成之（但其中仍含有少量之鐵、鈣、鎂、鈉、鉀等成分）。有片麻岩、結晶片岩、及其他變質岩、花崗岩、其他火成岩；在其上部則有水成岩層，平均比重為二·六——二·七。（二）在矽鋁帶之下有矽鎂帶（*Sima*）。此帶由富於矽鎂成分（即鎂之矽酸鹽類）之鹽基性火成岩（例如玄武岩質之岩石）構成之。其中含有種種之重金屬



第一圖 地球之帶殼狀構造想像断面圖

元素，平均比重爲二·八——三·四。(三)爲推移帶 (Transitional zone) 大部分由矽鎂帶之岩類及超鹽基性岩石構成之，含有多量之重金屬，如鉻、鐵、鎳等，平均比重由四至六。此帶又區分爲 (a) 鉻鐵矽鎂帶 (Profesima) 與 (b) 鎳鐵矽鎂帶 (Nifesima) 兩層。(四)爲地球之中心部，以鎳、鐵兩者爲主要成分，故又稱之爲鎳鐵帶 (Nife)，比重由六至十二不等。關於推移帶及鎳鐵帶，吾人之知識尙屬有限。僅能由火成岩及隕石 (Meteorite) 之研究而窺知其一端。在玄武岩中常含有鐵及少量之鎳。又隕石皆爲火成岩質，大多數含有矽鎂之成分 (比重三——三·五)。有含橄欖石、輝石、柘榴石、鈣長石及少量之鐵、鎳、鉻鐵礦及白金之隕石 (Meteorite stone)。又有完全由鐵及鎳所構成之隕鐵 (Meteoric iron)。

用精密之地震測量器，可以測知遠距離之地震。綜合此種研究之多數結果，吾人得知由地表至深六十公里與一千二百公里之地點，岩石之密度發生極大之差異，而劃成一界線。又由地表深二千九百公里之處，密度亦起極大之變化。第一地點當係矽鋁圈下之境界。第二地點則爲矽鎂圈下之境界。第三地點則當係與鎳鐵圈之最上部相當。構成地球之物質作帶殼狀，愈進內部則比重

愈大，可無疑義。惟此等物質在地球內部，究取如何之狀態，爲固體抑爲液體，則爲不易解決之問題也。

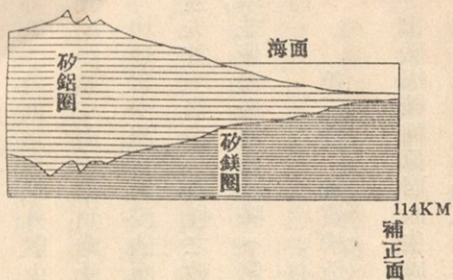
地殼下面之矽鎂圈，因受壓力之作用，其岩石狀態爲撓性 (Plastic)。由地表向地殼內部，愈深進，地溫愈增加。火山地方固屬例外。其與火山無關係之地方，平均每深進三十公尺則增加攝氏一度之溫度，故在深三十公里之地點，溫度高至攝氏一千度。若按此比例推算，則重圈之溫度當在攝氏一萬度以上。但此與科學上所得結果不符。故推定地球內部達至一定深度，此種地下增溫率似與深度成反比例。一般推定重圈之溫度當在攝氏五千度至六千度之間。但地心壓力則似超過二百萬氣壓以上。

地球內部溫度雖高，但其剛性 (Rigidity)，據地球物理學者之測定，可當鋼鐵之二倍。又由太陽及月之引力而起之變形程度甚爲微小一點推之，若地球內部爲液體，則受太陽與月之引力作用當有更顯著之變形也。又從地震波之傳達一點考之，地球內部似由富於彈性之物質構成之。總之，地球內部之溫度極高，但仍爲固體之狀態，僅矽鎂圈之一部略具撓性而已。

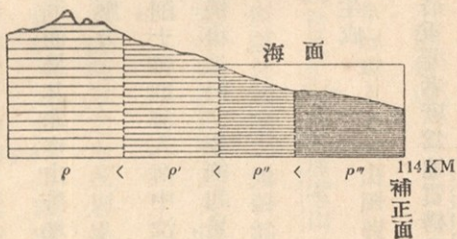
地殼平衡說 (Isostasy theory)

Isostasy 爲希臘語，由 Iso (相等之意) 與 Sta (壓力) 兩字所構成。地球上不論何處，從海面起計，凡深至一百十四公里之地點，皆受有同等之壓力。地殼卽由此種壓力關係而維持其平衡。換言之，卽地球外殼在海面下深一百十四公里地點以上之物質平均密度至不一律。例如海岸及平原之部分，其與深一百十四公里地點間之平均密度爲二·六。若以此數爲標準，大陸及大島之此種平均密度較小，而大洋下面與深一百十四公里地點間之物質平均密度則大於此標準數二·六也。故知地球表面雖有凹凸部分之差，但從海面起計，深達一百十四公里之地點，自成一等壓面。吾人稱此曲面爲補正面 (Level of compensation)。地殼平衡之原理，在今日之學者，均信爲一種真理矣。惟矽鋁圈與矽鎂圈之間，以如何之狀態相排列，則尙屬未解決之問題也。第二圖與第三圖表示兩種不同之說明法。

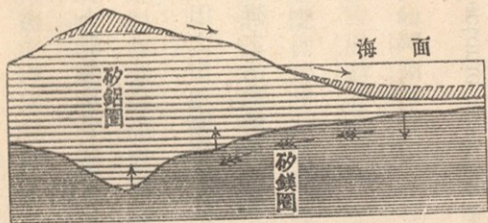
第一說稱：地殼全部爲矽鋁圈，浮於稍具撓性比重較大之矽鎂圈之上。卽在大陸地方，特別在山岳地方，矽鋁層向下部之侵入甚深，在海岸及平原地方之矽鋁層則甚薄，侵入地下之部分甚淺，



第二圖



第三圖



第四圖

在深海部分，矽鋁層益薄，矽鎂層幾浮起至海底附近。結局，在補正面上之任何一點，皆受同等之壓力。

第二說則謂：地球外殼由地點不同而異其密度。山岳地方之密度小。沿海及平原地方之密度大。故結局補正面上亦到處受同等之壓力。

山地常受流水之浸蝕而漸次剝削，土砂則流入海中沈積於海底。因之，山地漸輕，海底漸重，地殼遂失其平衡。稍具撓性之矽鎂層，為恢復地殼之平衡起見，因促起岩漿之活動，增高山岳地方之水準，並使海底逐漸沈降（第四圖）。

第三節 地質構造山脈之生成

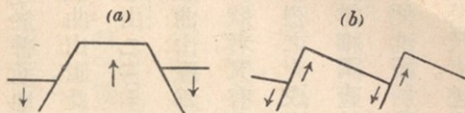
山脈因種種原因而生成。但其中最要者厥為地質構造山脈 (Tectonic mountains)。此即由地殼變動而生成之山脈也。聳立於地表之大山脈，其大部分皆屬此類。因地殼變動之種類不同，更分山脈為兩大部類。即（一）斷層山脈或地塊山脈 (Fault mountain or Block mountain)

(11) 皺曲山脈 (Folded mountain)

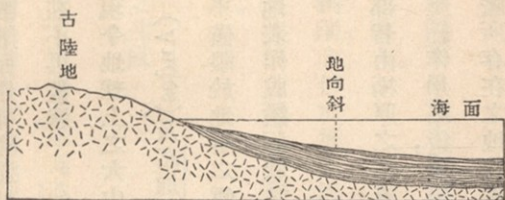
斷層山脈乃地塊 (Block) 沿斷層面作昇降運動而生成之山脈也 (第五圖)。此等地質作用詳述於普通地質學之斷層項中，茲不再贅述。

皺曲山脈，此爲最普通之山脈，現今地球上之大山脈皆屬此類。例如阿爾卑斯山 (Alps)、希瑪拉耶山 (Himalayas)、安得斯山 (Andes) 及高加索山 (Caucasus)、比勒尼山 (Pyreness) 等是也。皺曲山脈爲地殼之皺曲部。此不僅限於地層之傾斜皺曲，亦有岩漿在皺曲之累層內部，固結成皺曲狀者。又有從地殼裂隙流出地表作成皺曲狀之火山者。總之，曾受激烈皺曲作用之地方，即曾爲激烈之火成作用之舞臺。

若詳細調查皺曲山脈，知其大部皆由極厚之水成岩累層構成之，即如砂岩、泥板岩、礫岩、石灰岩及其他沈積於淺海底之岩石，受壓縮作用之後，遂呈皺曲狀。此種水成岩累層有厚達數千公尺至數萬公尺者。總之，今日大皺曲山脈所存在之地帶，實爲造山時代以前之淺海部，即砂、泥、礫、石、灰岩等逐漸沈積之地帶。淺海沈積物能構成數萬公尺之累層，則該地帶必因其上面沈積物之逐



第五圖 由地塊運動而生成地壘
(a)及傾動地塊之狀態



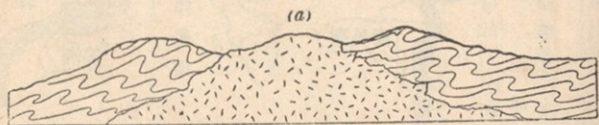
第六圖 地向斜之堆積沉降時代



第七圖 褶曲山脈生成時代

漸增加而徐徐沈降。地質學上稱此種大規模之沈降地帶爲地_向斜 (Geo-syncline) (第六圖)。在大皺曲山脈未成立之前，此種沈積地帶（即地向斜）之泥沙，實仰給於海岸附近之古代陸地。陸地之削蝕作用與地向斜之沈積作用之進行，皆極徐緩，曾經極悠久之年代。至最後地殼遂發生激烈之壓縮作用（第七圖）。此時地層有作橫臥皺曲構造者，有沿裂隙上昇作被覆皺曲構造者，亦有沿裂隙向下陷落，構成地塊山脈者。當皺曲山脈之生成時，不僅發生無數之斷層，岩漿亦由地殼深部侵入於此種變動地域。火成岩之大岩株或底塊，常參與重要之地質作用。一般皺曲山脈受流水浸蝕作用之後，其中心部常現出大岩塊之岩_心 (Core)，即其證明也（第八圖）。

在地球表面，有從古地質時代以來不受何等激烈變動之安定陸塊 (Stable land-mass)，聯結二個以上之安定陸塊間之部分則常起變動，



第八圖

受浸蝕之皺曲山脈與形成其中心之花崗岩大塊 (a)

故稱爲不安定地帶 (Unstable zone)。安定陸塊，例如北歐、西比利亞、中國、及高麗、印度、非洲及阿剌伯、南北美洲及格林蘭、澳洲、南極大陸等之大地塊等是也。不安定地帶即造山地帶 (Orogenic zone) 其中最顯著者有二。其一爲環太平洋地帶，其二爲地中海希瑪拉耶地帶。前者乃沿南美太平洋岸北上 (安得斯山)，中經西印度羣島，劃一弧形，出墨西哥，再沿北美太平洋岸北上 (含有由洛磯山脈至海岸山脈間之地帶)，經過阿拉斯加、阿琉西安 (Aleutian) 羣島、戡察加、千島羣島、日本諸島、琉球、臺灣、菲律賓羣島等地域，再東折入太平洋之紐西蘭之一大地帶也。



第九圖 世界之造山帶

後者包含地中海、南北兩岸之阿特拉斯 (Atlas) 山脈、比勒尼山脈、阿爾卑斯山脈及高加索山脈等，再東向與希瑪拉耶山相連續；由是轉折南下，經過蘇門答臘、爪哇及荷屬東印度諸島，至菲律賓羣島之南，與環太平洋地帶相交接。此二大地帶爲地殼之最大弱線。從古地質時代以來，有曾經多次造山作用之遺跡。最近之大變動則起於第三紀末期，今日之世界大山脈，殆皆此時代之產物也。

(第九圖)。

第一章 硬性地塊

第一節 太古地界

在古地質時代，有所謂原始大陸 (Urkontinent) 直斯 (Suess) 氏稱此種陸塊爲古地塊或古桌地 (Tafel or Table)。史狄勒 (Stille) 氏之永存陸地 (Dauer land) 亦指此種地塊而言也。柯柏 (E. Kober) 氏則稱包括始生代 (Archäikum) (註一) 與原生代 (Proterozoikum) 之古地質時代世界爲太古地界 (Archäogea) (註二) 又綜稱構成於始生代之地塊爲始生地塊 (Archäiden) (註三) 及綜稱構成於原生代之地塊爲原生地塊 (Proteroiden)。但限於少數之例，可以區別此兩種地塊。若不能加以區別時，則統稱太古地界之構成物爲始生塊。柯柏氏對於既硬化之古地塊，稱之爲安定陸帶 (Kratogen)，此實與始生塊爲同義語也。本書所稱硬性地塊 (既

硬化或既凝固之地塊（即指在上述兩時代既安定之地塊而言）。

吾人若舉述原始大陸，則有俄國桌地（包含波羅的海楯狀地）、西比利亞桌地、中國桌地、印度桌地、澳洲桌地、巴西桌地、加拿大楯狀地、挨提奧比亞、阿刺伯桌地、加路桌地（Karunafel）、南極地塊等（第十圖）。

在今日之地球表面上，原始大陸實佔半數。在比較新近之地質時代中，亦大體作大陸地域而存在。至於今日論其特徵，即在新近之地質時代，亦不受地質的變形作用也。

（註一）Archäikum 爲德文，即 Archaische (Archäozoische)

Ära = 英文 Archaeozoic Era



第十圖 硬性地塊及其周圍之容易變動之地塊(點線部)(Kober)

(註一)希臘文之 *Archaos* = ancient 又德文之 *gea* = *gäa* 與希臘文之 *gaia* = *ge* 相當。即英文之 *earth* 之意。
(註二) *iden* 有形狀之意，由希臘文之 *iden* 誘導而來之字。

第二節 加拿大楯狀地

加拿大楯狀地 (Canadian shield) 圍繞赫貞 (Hudson) 灣，其東北部則包括格林蘭之一大舊地塊也。此楯狀地實占北美大陸之主要部分，亦為其最古之部分。換言之，即在北美大陸為最古之皺曲地帶也。其後在長期之間，雖常受水蝕作用，但仍為陸地之主要部分而高出海面之上，延續至於今日。

該楯狀地之岩石塊一般變形之跡甚明顯，且多既變質，此因前寒武紀 (註一) 之造山運動曾有大量之花崗岩之侵入也。在露出於外部之岩石中，以此楯狀地之 (露出表面者) 岩石為最古。故其與以後之垂直的運動之關係，亦最古。同樣，其受水蝕作用亦較其他岩石為久也。但在前寒武紀以後，則此楯狀地殆無再起皺曲而構成山脈之部分。

構成此楯狀地之岩石，如上所述，屬於前寒武紀。其層向在中央部，大概指東南——西北之方向。在南部則指東西，在東北部則指西南——東北也。此種事實似與劉德曼 (Ruedemann) 所主張者相符，地層作同心的排列。

此楯狀地之原有部分爲前寒武紀之古準平原，分爲赫貞灣周圍地域與極地羣島兩部分。據美國地質學者之研究，在構成該楯狀地之岩層中，可以認出三次之造山輪迴。其中最古之造山運動起於前寒武紀之前期，即所謂羅連西亞地變 (Laurentian revolution) 是也。其次爲前寒武紀中期之阿爾哥曼地變 (Algonian revolution)。又其次爲前寒武紀後期之琪拉尼地變 (Killarney revolution)。若由地質時代爲說明，關於其初期之地變，即關於前寒武紀時代之造山運動，吾人之知識尙極貧弱。但北美在前寒武紀，曾經過二次或三次之造山輪迴則可無容疑也。構成加拿大楯狀地之岩石，其深埋地下者，較之其露出部分，分布更爲遼廣。北美內陸低窪地帶之大部分，皆以此種——構成此楯狀地——岩石爲其基礎。但一般並不視此等地域爲本來之楯狀地也。

加拿大楯狀地西部以落磯山脈爲界。後者向楯狀地，作衝上皺曲(Overthrust)。但在落磯山脈之前面，沿麥肯棲河發見有更古之皺曲，似屬於加勒頓尼亞(Caledonia)褶曲時代之遺跡也。此楯狀地，北方因北極海之侵入，作成多數之島嶼。在格林蘭及拉布拉多爾之大部分地方，此楯狀地爲大西洋所截斷。又在其東部及東南部，有屬於瓦里斯干(Variscan)褶曲時代及加勒頓尼亞褶曲時代之褶曲地域，構成其邊緣部。在其東南部則有阿帕拉其亞山脈，構成明瞭之境界。此加拿大楯狀地亦與其他楯狀地之例相同，有構成於比較之近代之皺曲山脈。環繞其周圍，此等山脈皆向楯狀地方面起褶曲作用。

加拿大楯狀地與下節之波羅的楯狀地同爲無地震帶。

(註一)本書所稱前寒武紀乃綜括古生代以前之一切時代。但有學者區分古生代以前之地質時代爲太古代與前寒武紀兩時代者。故特爲申明之。

第三節 波羅的楯狀地

波羅的楯狀地 (Baltic shield) 與加拿大楯狀地極相似，岩石亦屬於前寒武紀，不獨露出於波羅的海之周圍，亦分布於俄國各地之前寒武紀以後之水成岩下部也。故跨有地域爲斯干第挪維亞、芬蘭及俄國之西部等。此楯狀地現在實構成歐洲大陸之核心。其本來部分常被稱爲芬諾斯干第亞 (Fennoscandia) 地塊。(註一) 構成此地塊之岩石爲片麻岩、花崗岩等。此外亦有若干之水成岩。但其大部分以變質爲特徵。此與加拿大楯狀地相同之點也。

構成波羅的楯狀地之下部者，稱之爲基底複合體 (Basal complex) 或基底片麻岩 (Fundamental gneisses)。其次有波斯尼安 (Bothnian)、拉多干 (Ladogan)、加里維亞 (Kalevian)、耶杜里安 (Jatulian) 等地層，上部有所謂約特尼亞砂岩 (Jotnian sandstone)。前寒武紀時代之最新砂岩尙未變質。在此等諸地層中又發現有侵入岩 (Intrusive rock) 及噴發岩 (Effusive rock)。

波羅的楯狀地之境界，東部由白海起，中經澳捏加 (Onega) 湖、拉多喀 (Ladoga) 湖，以至芬蘭灣；西部達至斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山脈境界線附近，北部則以北極海爲界。柯拉 (Cola)

半島構成該楯狀地之一部，南部則以波羅的海爲該楯狀地原有部分之最南界限。

但波羅的楯狀地之真正範圍不能單以該地塊之標式的岩石露出爲決定標準。實際上，此楯狀地在東方遠及於俄國之下層，在其上部則偃伏有古生層及古生代以後之新時代岩層。在此等岩石中，有陸性成因者，亦有構成於陸上海中者。水成岩由寒武紀以至第三紀後期，幾全部存在也。現在俄國之準平原實爲削蝕作用之結果。故上述前寒武紀以後之岩石，圍繞波羅的海，略作同心圓之露出。一般離波羅的海愈遠，則愈多新岩石之排列。

此楯狀地在新地層被覆下之真正境界，實不易決定。在北部，其大部分爲北極海所間斷。在東北部，則以澤斯加耶 (Cheskaia) 灣至烏拉山脈之提曼 (Timan) 山脈爲界。在正東部則以烏拉山脈爲明瞭之境線。但在此山脈之南方，則不易決定其正確的境界。又南方之境界則有高架索斯、巴爾幹、加爾帕西亞 (Carpathia) 等山脈。加爾帕西亞山脈向此楯狀地作衝上褶曲，在西列西亞 (Silesia) 煤田，可以明瞭發見此種過褶曲。在加爾帕西亞山脈之北，與波羅的海之南，則無明瞭之境界。但其西北部之境界，則因有斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山脈，故甚明顯。一般圍繞波羅的

楯狀地之諸山脈，卽如加勒頓尼亞山脈、哈西尼亞（Hercynian）山脈、阿爾卑斯山脈等，皆向此楯狀地作衝上褶曲。由此造山作用，逐漸構成多數之山脈，而附着於此楯狀地之周圍。其結果，所謂歐洲大陸，遂在前寒武紀作準平原圍繞此舊時代之核地而發達也。

第四節 西比利亞桌地

西比利亞桌地爲亞洲之核心。在多數之點，與加拿大楯狀地、波羅的楯狀地相似。其基底岩石屬於前寒武紀時代，具有屬舊期之造山輪迴之形跡，變質甚顯著。被覆於此等基底岩石之上者，有古生代、中生代及新生代之岩層，而以寒武紀岩層爲最古。柯柏氏從俄國地質學者之主張，區分該地域爲二個主要部，而以挨尼塞（Yenisei）河口，沿該河流上溯至克拉斯挪耶爾斯克（Krasnoiarisk）之線爲境界。卽其一爲挨尼塞河以西之地域，作低平原，其一部分爲第四紀水成岩所掩覆。但此水成岩層在北極海附近，遂移變爲海成層矣。愈接近烏拉山脈，則愈多海成之侏羅紀、白堊紀及第三紀初期之岩層反之，在挨尼塞河以東之地域，則與前者異趣，舊期之古生層分布甚廣。此

等岩層，略保有水平的位置。

西比利亞桌地之境界比較明確。即西以烏拉山脈爲界。在西比利亞平原下部相當之距離間，尙可以追跡此山脈之最初的褶曲。在北部則以台美爾 (Tarmur) 半島之比蘭卡山 (Byrranga Hills) 爲界。後者有正規的褶曲，似屬加勒頓尼亞褶曲時代之產物。但亦有學者主張此山脈屬於前寒武紀也。在列那 (Lena) 河之東，則以貝爾賀洋斯克 (Verkhoranskoi) 山脈爲該桌地之明瞭的境界。其南境則約略在耶庫慈克 (Yakutsk) ↓拜加爾湖 ↓克拉斯挪耶爾斯克 之線上。其東南部則被覆有中生代及第三紀之水成岩，故境界不甚明瞭。

第五節 中國桌地

我國到處有前寒武紀岩層之露出，此即證明吾國疆域實屬於舊期之硬性地塊也。但此古岩層之大部分皆爲其後之新地層所掩覆，故我國桌地之幅員尙未有詳細之研究。西賀塔 (Sikhota) 山脈實爲中國桌地之東部界線。柯柏氏則謂中央亞細亞塔里木 (Tarim) 盆地恐亦與此舊地塊

有關係。

中國桌地以秦嶺山脈爲界，分爲南北兩部。其東部境界似由菲律賓以至西賀塔山脈之一線，屬阿爾卑斯褶曲系之西賀塔山脈之運動方向亦指西南，傾向我國桌地本部。在雲南同樣有衝上褶曲，是爲西部及南部之界線。在蒙古方面之境界則不明瞭。在此地域，熔岩流之分布甚廣。

第六節 印度桌地

印度桌地之境界較之其他舊地塊爲明瞭。其北部以印度斯·恆河平原與希瑪拉耶山脈及其延長部，作明瞭之分割。其東西兩邊則以印度洋爲界。印度半島，一般皆承認其自古生代以來即浮出於海面者。除去其邊緣部有若干之海成白堊層以外，古生代以後之岩層幾全部爲陸成因之岩石。又除一小部分之例外以外，在印度桌地區域內幾全無包含化石之海成古生層。該地域自寒武紀以來，即作一陸區存續至於今日。其基底複合體（註一）受剝蝕作用之後，在前寒武紀時代變爲準平原。在此準平原之上，則覆有新岩層。其中最要者爲剛德瓦那層（Gondwana series）。此

地層由二疊紀跨及侏羅紀，故其下部第一層爲凝結漂礫土。(註二) 在北部之特提斯 (Tethys) (註三) 地向斜中，發見有正規的沈積作用之繼續。故在其南境，發見有海蝕沈積物，堆積於印度桌地之古岩石上。

在印度白堊紀時代中，玄武岩熔岩極發達，分布甚廣。此熔岩現被覆於德康 (Deccan) 半島之約二十萬平方英里。

在此地方又有與非洲之加魯 (Karoo) 層 (註四) 相似之地層，且有剛德瓦那層及二疊石炭紀之冰河作用遺跡等。由此三點觀之，印度不獨與非洲，且與澳洲及南美等皆有密切之關係也。若更考究上述四大陸與特提斯大地中海及阿爾卑斯、希瑪拉耶大山系等之關係，則知此等地域在古代之關係較之今日尤爲密切。故一般均信此四大陸塊在古昔乃互相連續之陸塊，特稱之爲剛德瓦那大陸 (Gondwana-land)。此大陸在石炭紀末期以至二疊紀初期，占有最廣之面積。且一般深信此大陸繼續存在至於中生代之白堊紀時代也，但有一部分學者則不信有剛德瓦那大陸之存在，而主張此四大陸雖一時相連接，但不久即分裂而流動，結果變爲今日之狀態。此派學者

則與威格涅 (Wegner) 之大陸漂動說合流也。

(註一) 作基底之岩石爲片麻岩、片岩等。其次則爲變質水成岩層，且有不呈片理 (Foliation) 之水成岩層。

(註二) 二疊紀之岩層有三種異相。第一爲大海相。第二爲陸相。與淺海相相重疊。第三爲冰相。後者發達於南美、非洲、澳洲等南半球地域及印度；其岩層多爲冰河遺跡之凝固漂礫土。

(註三) 在古生代之泥盆紀時代，海水氾濫於英國德旺 (泥盆) 州，與撒哈拉沙漠之間。由是而東，經過俄國、小亞細亞、波斯、土耳其、斯丹等地域，以至希瑪拉耶山及印度地方；或更向東延擴，亦未可知。一般稱此古代地中海爲提斯海。此海繼續 (其間所及範圍雖有多少之變化) 至於第三紀，其所及地域遂構成地向斜。

(註四) 此爲發達於南非洲之冰相地層。下部屬於二疊紀，中部及上部則屬三疊紀。

第七節 阿非利加桌地

阿非利加亦得視爲單一之硬性地塊，其大部分乃自中古古生代或前寒武紀以來繼續至於今日之陸塊。柯柏氏區分本大陸爲加魯桌地、埃提奧比亞桌地及西阿非利加桌地之三者。

阿特拉期 (Atlas) 山脈生成於阿爾卑斯山脈之褶曲時代。但此地方亦含有瓦里斯干褶曲

時代之褶曲。在撒哈拉及阿非利加南端之海角州，亦發見有加勒頓尼亞褶曲及瓦里斯干褶曲。剛果 (Congo) 之南，前寒武紀岩石極爲發達。其實，阿非利加幾全體以此種岩石爲基底岩，以結晶質岩石爲其主要部，既受顯著之變質作用，由此等岩石構成之地塊，在其上部，尙未見地層之堆積以前，曾經過準平原時代。在此等前寒武紀岩石之次，最重要之堆積地層爲加魯層，成立於二疊紀至三疊紀時代之地層也。此地層在多數地方，以冰成層之都彙加 (Dwyka) 礫岩爲最下層。在此都彙加層之上，則有憶加 (Ecca) 層，(註1) 爲砂岩及頁岩之累層，發達於南非洲之大部分地域。加魯層幾全部爲淡水中之沈積物，其中或有一部分生成於陸上露天之下者。在非洲之西南部，此類地層中發見有海產動物之化石。羊齒類之舌芝朶 (Glossopteris) (註1) 發見於前述之憶加層中。但此植物羣在其他南半球之陸成地層中亦含有之。又比較近代之新堆積層，則僅限於海岸地帶，特別以南部及東部爲多。

阿非利加東部之突出部亦有結晶質岩石，構成廣大之基底部，在其準平原化之表面上，略呈水平排列，覆蓋於中生代及第三紀地層之上，

(註一)在好望角、杜蘭斯窪、羅得莎、尼厄莎 (N. Rhodes) 及德領東部阿非利加等地方，有所謂加魯系統之地層，則既如前所述。此地層覆於褶曲之太古地層，不相整合。其最下部有厚三百五十公尺之礫岩，是為都彙加礫岩，乃既凝固之冰堆石也。在此礫岩層上部，則為憶加層，其中產舌芝朶 (*Glossopteris*)、Guanamopteris 等之羊齒類、封印木、兩棲類、爬蟲類等化石。

(註二)冰相地層之植物，稱之為舌芝朶植物區系，至三疊紀，產生最為繁盛。

第八節 澳洲桌地

澳洲與其他大陸塊不同，除新幾尼亞 (New Guinea) 及其附近部分之外，全體未受阿爾卑斯造山運動之影響。據大衛 (David) 氏之研究，該大陸所受造山作用皆發生於中生代以前。東部高地帶則表示在一褶曲時代以上之褶曲證跡。但其主要運動則起於二疊石炭紀時代。在東部高地帶之西，有中部低地帶，北自加片塔里亞 (Carpentaria) 灣，南至澳斯杜拉利亞灣，而在該地帶之西邊則有澳洲西部臺地，占有廣大之地域。前述中央低地帶及西部臺地之大部分，皆由前寒武紀時代之岩石構成之。西部臺地則自前寒武紀以來，——最少亦自中部古生代以來，此則確實

可靠者——皆作陸地區域而存在。沿西部海岸，則有中生層（亦有若干之古生層）及第三紀層，作成不同幅之地帶，又在該大陸之中央部，特別在慶斯蘭之西南部，新南韋爾斯之西北部等，構成海水淹浸之白堊層，占有廣大之區域。在南部之猶克拉盆地（Eucla basin）、大林河（Darling）、瑪勒河（Murray）流域低盆地之大部分在第三紀時代尙屬海浸區域。

上述澳洲，亦爲古代之硬性地塊。其大部分自古生代以來卽作旱陸而存在。除東部高地帶外，其他自古生代以來僅一部分受陸地海之掩覆而已。

第九節 巴西桌地

作南美大陸之核者，爲古代之巴西地塊。該地塊亦如其他硬性地塊，大部分由太古代結晶質岩石構成之，以花崗岩及片麻岩爲其主要部分。泥盆紀以前之地殼運動，對於寒武紀、志留紀皆有影響。但一般均信自泥盆紀以後，巴西地塊比較安定。（唯至最近，又有一部分學者主張巴西地塊亦非如前時所想像之安定，曾經若干之變動。）至今日，在該地塊之上則被覆有略作水平排列之

新地層，互相不整合。

在中央部之阿瑪森低地域，有沖積層被覆於廣大地域之上。此地層稍呈同心的排列。愈新之地層則愈向中央部，沿河流而發達。阿瑪森河流域乃位於古岩層區域中之盆地。在此盆地之周圍，發現有太古代之岩石。

第十節 南極桌地

關於南極桌地尙未有充分之研究。但此桌地亦屬硬性地塊，則無疑。其基底岩石爲片麻岩及花崗岩質之底盤，及屬於寒武紀之石灰岩。此基底岩石系曾變爲準平原，經過初期古生代，仍保持此種狀態。其後，在上部始構成作水平排列之地層。其最下層者爲泥盆紀。在泥盆紀以前之古生代地層則不存在也。在此等地層中，最重要者爲畢康砂岩 (Beacon sandstone)，但其中並無化石。在南緯約八十五度之地點，比亞特摩亞 (Beardmore) 冰河中之巴克里 (Buckley) 岩丘 (Nunatak) 上流所採集之岩石，則含有舌芝朶之化石。故知畢康砂岩之上部必屬於二疊石炭紀或三疊紀也。

被覆於上記砂岩之上者，有粗粒玄武岩 (Dolerite) 及輝綠岩 (Diabase)。此等現象與塔斯瑪尼亞、加魯地方、印度南部等相對應，岩石種類極相類似。故挪登斯基奧爾特 (Nordenskiöld) 氏謂此等岩石實屬於白堊紀。

南極大陸曾受斷層作用則無疑。特別在維多利亞蘭 (South Victoria-land) 地方，尤為顯著。在其東端，向上昇。在羅斯 (Ross) 海方面，則似為陷落區域。此斷層運動所發生之地質時代，在今日雖未確定，但就其與火山活動同時發生之一點推之，似在第三紀時代也。在該大陸之此一部份與澳洲大陸及塔斯瑪尼亞極相似。一九一二年，奧羅拉 (Aurora) 探險隊所發見之海底小隆起部 (Bank) 即證明在上述二地域間之相聯絡。

格拉漢蘭 (Graham Land) 及南塞特蘭 (South Shetland) 諸島附近之大極大陸，一部分與前述部分構造完全不同，而反與南美洲之構造極相似；即在西部有與安得斯 (Andes) 山脈相對應之褶曲山脈，在東部則有表示火山活動遺跡，屬於近代構成之平坦地帶。褶曲地域之岩石，如中生代之火成岩及水成岩，皆與構成安得斯山脈者甚相類似。反之，在羅斯 (Ross) 雪山 (Snow

特拉斯山脈之南部支脈至海角山脈間之非洲地域。(d) 敘利亞 (Syria)。(e) 阿刺伯。(f) 瑪達喀斯加爾。(g) 印度半島及錫蘭等。又剛德瓦那之名稱則起因於剛德瓦那植物羣也。此大陸之北，有幅員甚廣之中生代海成層爲界。此地層帶由蘇門答臘、提摩爾、中經東京、雲南、而至希瑪拉耶、葱嶺、印度庫斯山，最後達小亞細亞。但此地帶可視爲橫過今日亞細亞大陸之古海遺跡，挪伊邁亞氏稱之爲中部地中海 (Zentralas Mittelmeer)。但予則欲改稱爲特提斯海也。』

(參看第六節註三)

第二章 地向斜

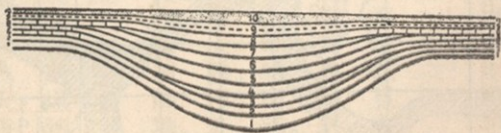
第一節 地向斜

構成世界大山脈之岩石，由今日之見解言之，實爲沈澱於所謂地向斜（註一）之沈降區域之堆積物也。地向斜之概念實由霍爾（James Hall）氏及德那（James D. Dana）氏等提倡之。霍爾氏於一八五九年說明厚層堆積物與山脈有密切不離之關係。氏研究阿帕拉其亞（Appalachian）山脈及其他褶曲山脈，結果，知此等褶曲山脈必發生於岩屑物堆積極厚之地域，當山脈發生以前，在該區域，當有繼續沈降及堆積兩作用之細長的凹陷區域，因稱之爲向斜（Syncline）。但德那氏於一八七三年改稱之爲地向斜。其主張理由則謂：霍爾氏所稱之向斜實不僅具有向斜的構造而已也。霍爾氏以爲僅因堆積作用遂引起海底之沈降而構成氏所稱之向斜。至德那氏則

相聯絡者。此阿非利加↓巴西大陸之境界雖為特堤斯海、安得斯山脈、及摩贊備克(Mozambique)海峽地之地向斜。但其南方之境界仍不明瞭。綜合澳洲、印度、瑪達喀斯等為一陸塊者則從，荳斯氏之見解而氏則根據二疊石炭紀之舌芝朶植物羣之分布所下之斷定也。此地塊之南部境界與前者同樣，亦不明瞭。在奧格氏之諸考察中，其最假想的厥為太平洋大陸。

奧格氏所思考之地向斜斷面圖，如第十二圖所示，為對稱的，兩側沈降最小之部，同等發達，在此兩部分之間，作舟狀盆地，向下方回曲。由此觀之，地層之連續的堆積多起於地向斜之中心部，其中僅若干之地層可插入於兩端之部分。即中央部由1至10之地層皆完備。但兩端之地層數及厚均與中央部不同。

地向斜一語，在今日，一般皆採用之矣。但就其密嚴密的意義言之，則因學者而各有不同。奧格氏所謂地向斜為細長之海，一觀其地圖自明。即氏以



第十二圖 奧格氏之地向斜圖解

爲大陸塊乃由此等細長之海而分離爲若干之地塊。阿剛 (Argand) 氏等則謂地向斜乃由於壓縮或伸張而生成之結果，即存在於海中之細長的凹地也。又美國紹克 (Schuchert) 氏則區分地向斜爲三種之模型。

(1) 單地向斜 (Monosyncline) (註三)

此爲霍爾氏及德那氏所主張，在將來可以構成一山脈之地向斜也，以北美之阿帕拉其亞地向斜爲其適例。此類地向斜之幅員狹小而延長，沈降之度亦甚大，爲淺水所淹沒，比較的小規模之地向斜也。其沈降度之大，可由阿帕拉其亞山脈之極厚沈積物推測而知之。唯一般推定其沈降與堆積之間大體能保持其平衡。其理由：即構成該地層之物質常表示淺海的特徵也。此種地向斜通常位於陸邊之內部。

(2) 複地向斜 (Polysyncline) (註四)

屬於此類之地向斜，面幅稍廣，存續期間亦較長，且爲淺水所掩覆，具有歷史比較短促之一個以上之平行地背斜及與地背斜相伴而生成之二個以上之地向斜。換言之，屬此類之地向斜乃在

大陸內之比較的巨大之地向斜雖位於陸邊之內部，但由地背斜區分爲二個以上之地向斜，例如北美之柯爾第勒拉 (Cordilleras) 地向斜及南美安得斯 地向斜等是也。

(c) 中間地向斜 (Mesogeosyncline) (註五)

屬此類者乃面幅比較細長，且最易變動之地向斜也，被包圍於大陸之內部，爲深水所掩覆，結果具有數個之地背斜及地向斜，以有極複雜的歷史爲特徵，地中海 卽其適例。

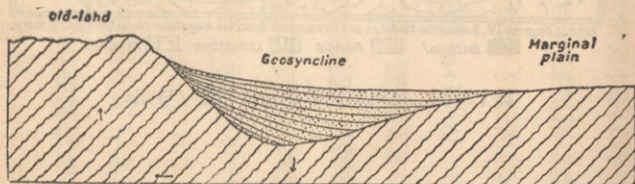
其次關於地向斜，葛拉普 (Grabau) 氏謂『地向斜乃地殼之大陸塊構造之一特色，與供給多量岩屑物之舊陸 (Old Land) 相平行之細長的沈降區域也。此舊陸實爲地向斜之重要的附屬的特色，常與地向斜相伴而存在之陸塊也。當地向斜尙作沈降區域而存在之期間內，則舊陸之上昇運動亦無間斷。此外實無方法可以說明岩屑物之供給作用之平衡。』

故葛拉普氏之說明地向斜與奧格氏不同，不以地向斜爲對稱的，而認爲非對稱的構造。如第十三圖所示，其最深部分爲最狹窄。由此向陸台 (Continental platform) 卽向緣邊平原 (Marginal plain) 漸次增高。如圖所示，緣邊平原在舊陸之反對方面而成爲地向斜之外緣。至地向斜

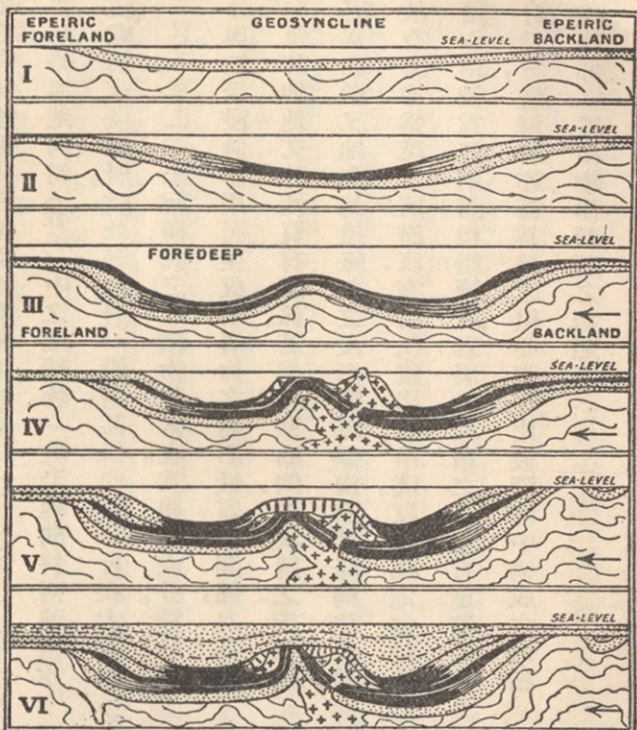
中所堆積之岩屑物，則幾乎全部由舊陸而來者。

其次試略述地向斜（註六）中之堆積物。一般沿地向斜兩邊積水較淺，在該處構成淺海層。故此等地層一般皆甚薄；即與今日在大陸裾（Continental shelf）上所構成之堆積物相當也。其組織成分，變化甚多。大部分與既受浸蝕作用而生成岩屑物之岩石性質有關係，且亦與海流方向及其他地文的性質有關係。若為典型的例，則次層之變化較之第一層為急激。又地向斜邊緣部之淺海區域為海面昇降變化最繁之區域，故有時亦為深水所淹沒，有時又露出為旱陸。反之，在地向斜中部之堆積作用較為規則而相繼續。故岩屑物堆積之厚常有足驚人者。有一部分地方，淺海層亦甚為發達。但亦有在比較深海中構成之堆積物，而與邊緣部之堆積物作顯著之對照者。

第十四圖乃表示一地向斜之發達與岩屑物之充填作用。（I）



第十三圖 具有舊陸與緣邊平原之模範的地向斜斷面圖(Grabau)



Note to diagram IV. Submarine landslips and formation of Breccias may occur round the Central Ridge.
 ■ Bathyal ▨ Neritic ▤ Limestone ⊕ Igneous

第十四圖 地向斜之發達及其充填 (Wills)

示地向斜發達之初期，單構成淺海層而已。(註七)(II)較(I)更爲發達，其中央部構成深海性(Bathyal)堆積物。(註八)(III)表示海浸作用，並且在地向斜之中央部構成細長隆起部，即地背斜(Geanticline)。(IV)表示前陸(Foreland)及上述之中央隆起部一時表現於海面上之後，再向下沈降，且發生火山作用。(V)表示地向斜之一般沈降，但後陸(Backland or Hinterland)則仍浮出於海面之狀態，及在中央隆起部生成珊瑚礁之狀態。(VI)則表示中央隆起部上昇之後，因受浸蝕作用，再起海浸現象，一般表示深陷之狀態。此地向斜發達圖僅能視爲一例，不能謂一般地向斜皆有同樣之發達階段也。在圖中假定其有前陸與後陸兩陸塊，前者爲造山運動之主要方向，後者則爲其反對之方向。在前陸與中央隆起部之間，則有所謂前淵(Fore-deep or Vortief)之部分。

一般區分地向斜之歷史爲三相(即發達階段)第一由於沈降與堆積作用之發達。第二爲生成背斜的隆起部，因構成衝上褶曲之大陸塊激變時代，即變革的時代。第三則爲作地向斜之潰滅時代。

如上所述，地向斜之堆積作用，因重力作用而使該區域漸次沈降，故有學者主張堆積作用乃自動繼續其作用之學說。但此等堆積物達至某一程度時，則受壓縮而生褶曲。據伊文思 (J. W. Evans) 之見解，由岩屑物之重壓，地殼在向下方最彎曲之部分，最容易發生褶曲作用。又深部地層當屬於溫度較高之地域，結果，物質之剛度大為減小。故在此部分，褶曲作用當最激烈也。

(註一) 參看緒論第三節及第六圖。

(註二) 德那氏最初稱由地向斜構成之山脈為 *Synclinalorium*。此名詞後轉變為複向斜之意義矣。

(註三) 此為地向斜中之最單純者，故有此名稱。

(註四) 用 *Poly* 接頭詞乃表示數個地向斜相結合也。

(註五) 因其位置介在於大陸之間，故云。又有人稱此種地向斜為地中海者。

(註六) 伊文思氏主張不用 *Geosyncline* 而代以沈積下降 (*Sedimentation subsidence*) 為適當。

(註七) 圖中有淺海的 (*Neritic*) 堆積物之部分為淺海帶 (*Neritic zone*)，即由海岸至深六百英尺之範圍內海底，大體為陸棚上之海底堆積物。

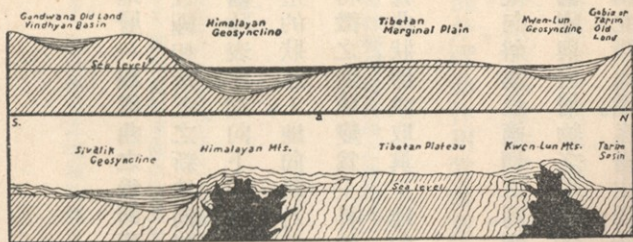
(註八) 由深六百英尺至深三千英尺之區域，謂之深海帶 (*Bathyal zone*)。在此部分之堆積物謂之深海堆積物。

第二節 地向斜之移動

本節專就葛拉普氏所提倡之地向斜移動一述之。地向斜地層一經褶曲之後，則舊陸之形狀與性質皆將起重要之變化，即在舊陸內發生與新山脈相平行，且極相接近之新地向斜。因地向斜中之地層變為山脈，褶曲而上昇，從前供給岩屑物與地向斜之舊陸表面則向下降。故若以海面為標準時，此舊陸反呈以前地向斜所有之狀態矣。換言之，即在構造的狀態上，地向斜乃漸向舊陸之方面移動也。今若再加以簡明之解釋，則如次：即從前以沈降為特徵之地域變為上昇地域，反之，以前之上昇地域則變為沈降地域；此時舊陸之沈降或向下方作彎曲狀，即或取真正地向斜之形狀，或作地溝之形狀，又或同時兼取兩者之形狀。

關於地向斜之移動，葛拉普氏舉出西瓦里克 (Sivalik) 地向斜為最適切之例。例如第十五圖之上圖，乃通過希瑪拉耶及崑崙地地向斜之南北斷面圖，示明舊陸與岩屑物之堆積之關係。下圖則為希瑪拉耶山脈之褶曲與西瓦里克地地向斜構成後之同地南北斷面圖。崑崙山脈先行褶曲，但

因中亞的塔里木盆地之低降而再上昇。如上圖所示，在南端有舊陸之高地帶，曾向此等地向斜供給岩屑物。此舊陸即今日之印度斯河恆河流域所在地也。此等岩屑物曾被運搬至北端之希瑪拉耶地向斜。在當時之該地方，實如圖所示，為極低之邊緣平原。希瑪拉耶地向斜之堆積作用或斷或續，在三紀末期，始發生在真正意義上之變形運動。在此時以前，印度舊陸依然存在而繼續供給其岩屑物。但因希瑪拉耶地向斜地層之褶曲，而發生最初之變形運動。此時，該舊陸遂失去舊陸之資格，變為沈降地域，如下圖所示，即構成所謂西瓦里克地向斜。此凹地之生成經過，甚為緩慢，故亦構成甚厚之西瓦里克層。對於此新地向斜負有舊陸之作用者則為新生成之希瑪拉耶山脈，因浸蝕作用而供給多量之岩屑物與西瓦



第十五圖 上圖為希瑪拉耶及崑崙地向斜之南北斷面。下圖為希瑪拉耶褶曲及西瓦里克地向斜生成後之南北斷面。(Grabau)

里克地向斜，構成西瓦里克地層，其後發生向南方作用之壓力，西瓦里克層遂起褶曲作用。故一般均信該地向斜既移動至於現在之印度斯恆河流域也。

據葛拉普之意見，在希瑪拉耶地方，乃以花崗岩質岩石爲基底而侵入地層中，實爲極可注意之事實。由此可以推想在從前之沈降區域，岩漿曾起大規模之移動也。在從前之舊陸所以能生成新地向斜者，實以此岩漿之大移動爲其主要原因。因在地層下面之岩漿若向上昇山脈地域而移動，則原地點之上部地層遂失去其支持力，而漸次向下沈降。在希瑪拉耶山脈之地層中，當該地層最初褶曲時，侵入岩若係由北部印度之舊陸地帶移動而來者，則西瓦里克地向斜之生成甚易說明也。

葛拉普就於阿帕拉其亞及其他之地向斜，亦如上述，說明其爲向舊陸方面之移動。第十六圖乃葛拉普所想定之亞細亞主要地向斜位置圖。地層褶曲時代大概如次。

(1) 伊爾庫茲邊緣 (Irkutsk marginal) 地向斜，屬志留紀末期。

(2) 天山地向斜之一部，屬泥盆紀末期。

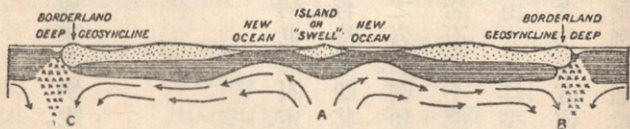
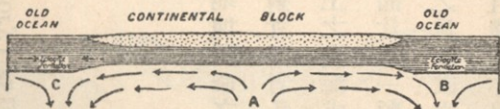
爲結晶質，下層則名底層帶 (Substratum)，爲非晶質，受熱之後，可以流動之部分也。據氏之見解，因放射能而發生之熱，在底層帶中起對流之狀態。今試介紹氏之學說如次。

大陸地殼部之放射能大於大洋下之地殼放射能。故大陸地殼較大洋下之地殼爲薄，因之在地殼內部同一水準面上，大陸底下之溫度大於大洋底下之溫度。結果，在大陸塊下面發生上昇之對流系。此對流系遂從大陸塊下面推動熔融體物質至大洋底下，同時在大洋下面亦發生同樣之對流，但其程度則較劣於前者。此對流沿大陸周圍流動，而與大陸塊下面之對流相會合。於是，如第十七圖之上下圖所示，發生下降流。此種流動體系當極複雜，有數個之中心部分，而在其周圍起流動作用。就一般而論，則向下方之流動有在陸裾下相會之傾向。又上昇流動，當其在大陸塊下向外側轉向之時，大陸塊卽在此處受張力作用而有延展之勢。故大陸有因此裂開者。特提斯地中海卽由此方法而構成者。

由大陸塊下面向外側之岩流與在反對方向由大洋底地殼下面流來之岩流相會合。此處遂成爲受壓縮作用極激烈之地域。若有角閃岩層，則起再結晶作用，而變化爲高壓相之榴閃岩 (Ec.)

logite)。此時岩石密度亦必起變化。原來比重為三或較三稍小者，常增加至三·四或在三·四以上。故在此地點發生顯著之沈降作用，生成一種地向斜。

如上述，在大陸塊下所發生之向外流動之岩流能使大陸延展而起分裂，一方面在大陸之一端有增厚其地層之作用。此因該邊部之若干地層，不以同比例而移動，而作差別的移動之故也。大陸既受延展作用之部分，遂生成一種地向斜，此如第十七圖所示，在於邊緣陸地 (Border Land) 之內側。大陸塊下之岩流向外面輸熱，故能引起結晶質之地殼部分之熔融。第一先熔融者為橄欖岩層。最後熔融者則似為角閃岩層。此等熔融物質大部分皆向構成有榴閃岩之部分流動。若地殼之下面有向下移動之岩流，則在地表生成地向斜。由大陸之磨削結果而生



第十七圖 地殼內部之對流系 (Holmes)

帶之一般斷面圖，表示具有造山帶之兩側性。又造山帶之下有酸性之花崗岩質層（即矽鋁層），再下則有鹽基性之玄武岩質層（即矽鎂層）。上述造山帶之兩側構造，乃由雙方之前陸之一般的壓縮而生成者。關於阿爾卑斯造山帶之詳細，當讓後章述之，茲不贅。

（註一）典型的造山帶由兩緣山地（衝向其前陸翼上者）與中間山地（地向斜帶之幼胚褶曲）構成之。

（註二）造山帶之兩緣山脈若相接合而成爲一山脈時，中間山地僅作中間帶痕。此時山脈多呈對稱構造，其中核帶之地層最古。其兩側地質時代較新之地層表現爲帶狀（Gürtel）。例如東阿爾卑斯山脈在片麻岩之分水嶺兩側，有種種岩層，按古生、中生、新生等時代之順序而排列。

第三章 褶曲系

第一節 前寒武紀褶曲系

如上各章所述，所謂硬性塊塊乃指地質時代最早期所生成之地表某部既成爲定安陸塊者而言也。至於地向斜則爲極易變動之地帶。在此等地域，岩屑物之堆積甚厚。褶曲山脈卽生成於此地域。在今日既爲一般的定說。其未成立褶曲山脈以前之堆積盆地，卽地向斜之位置，則由今日之褶曲山脈（此中有因長期間之浸蝕作用，山體所受破壞作用極爲顯著，在今日甚少作高山脈而存在者）層向表示之。今試述此等山脈之生成時代。

山脈之生成爲輪迴（循環）的（Cyclic）。在古生代之寒武紀以後有三次之大山脈構成期。第一爲志留紀後期及泥盆紀前期之加勒頓尼亞（Caledonian）造山作用，第二爲由石炭紀至

二疊紀之瓦里斯干 (Variscan) 造山作用〔一名哈西尼亞 (Hercynian) 造山作用〕。第三爲由中生代後期至第三紀時代之阿爾卑斯 (Alpine) 造山作用。無論在任何時代，此種山脈之生成皆經過甚長之期間。今先就古生代以前，即前寒武時代之造山作用而略述之。

楯地狀，即所謂硬性地塊，如前所述，其構成岩石一般之變質性甚顯著，且呈褶曲狀，大部分屬於前寒武紀時代。其後生成之加勒頓尼亞、瓦里斯干、阿爾卑斯等褶曲之區域，限於比較細長之地帶。但地質時代早期之褶曲作用則似不受此種局部的限制也。

前寒武紀時代山脈構成之證據最明瞭者，爲北美五大湖周圍之地域。據美國地質學者之研究，在此時代有三次之主要造山期。第一爲羅連西亞 (Laurentian) 造山期，此與海成層大部分有關係，其造山作用與多數火山活動及顯著的變質作用同時發生。此羅連西亞山脈，因時代之經過，受浸蝕作用而低減，終於變爲一新地向斜海；其後，岩屑物堆積其中，並受壓縮作用，遂構成阿爾哥曼 (Algonian) 山脈。此第一造山作用亦與火山活動及變質作用同時發生。其次經過長期間之削蝕作用，遂變爲準平原。其後，又有陸上海時代，構成堆積物。最後有所謂第三期之造山時代，構

成琪拉尼 (Killarney) 山脈。此山脈成立之後，仍起準平原化作用。在此準平原之上，即構成最下部之古生層。

以上所述地質事變發生之順序，或有未盡確之處。但美洲之前寒武紀時代，確經過二回或三回之造山作用，則可無庸疑也。

前寒武紀之造山作用亦見於英國之一部分地方，特別在蘇格蘭西北部之高原地，及韋爾斯之安格爾西 (Anglesey) 等地方。此外在其他國家，亦有此種造山脈。唯關於其構成尚多疑點，故從略焉。關於山脈之構成，吾人比較有正確之認識者，厥為古生代寒武紀以後之山脈。

第二節 加勒頓尼亞褶曲系

在寒武紀以後所起之褶曲系中，以加勒頓尼亞山脈羣（此處稱為加勒頓尼亞山脈，實包括世界上一切屬於加勒頓尼亞褶曲系之山脈）為最古。在德文，稱此山脈羣為 Kaledoniden（註1）其最發達之地方為英國及斯干第挪維亞半島。此山脈原由蘇格蘭起，中經北海，而至斯干第挪維

亞。此半島西部之山脈爲該山脈之基部，既受剝蝕作用者也。此加勒頓尼亞山脈，如第十九圖，再經過斯畢慈柏梗 (Spitzbergen)，以至格林蘭之北部。

史狄勒 (Stille) 氏區分加勒

頓尼亞褶曲系爲新舊兩系。屬於古

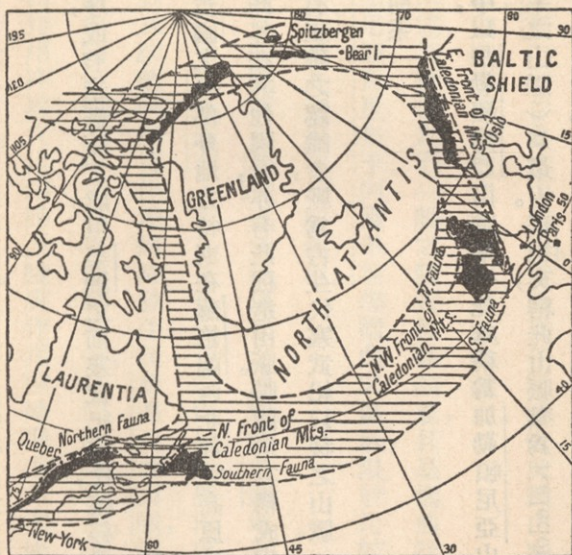
期者爲塔柯尼克 (Taconic) (註二)

褶曲系，構成於奧陶紀與志留紀之

間。屬於新期者則爲加勒頓尼亞本

系。但此後者亦非完全成立於同一

時代，尙區分爲阿登 (Ardenian) 褶



第十九圖 黑色部爲加勒頓尼亞山系平
行線部爲下部古生代之地向斜 (Wills)

曲 (Ludlow (註三) 與 Downtonian 之間) 伊里安 (Erian) 或愛爾蘭 (Irish) 褶曲 (Downtonian 與泥盆紀之間) 但詹柏荅 (Chamberlin) 稱舊加勒頓尼亞褶曲 (塔柯尼克褶曲) 相所構成之山脈爲奧陶山系 (Ordovicianes or Ordoviciden) 稱新加勒頓尼亞褶曲所構成之山脈爲志留山系 (Silurides or Seluriden) 又在非洲撒哈拉地方亦有加勒頓尼亞時代之山脈構造。直斯 (E. Suess) 氏稱之爲撒哈里登 (Sahariden) 山系。

加勒頓尼亞之典型的例，如蘇格蘭 (註四) 西北部之高原地帶該山脈之層向一般爲北北東——南南西，由蘇格蘭南部之阿圭爾 (Argyll) 地方至拉斯岬 (Cape Wrath) 此造山帶比較狹小。此山脈在蘇格蘭北部曾一次受海之截斷，而失其聯絡。但至斯干第挪維亞半島復發現同時代之褶曲。故知蘇格蘭與斯干第挪維亞之褶曲系，實屬同一之山脈系。今日橫斷其間之北海盆地之構成，則屬於比較的新地質時代。在蘇格蘭地方，該褶曲之運動方向大抵向西北西。此處有今日之西海岸地方及希柏里德斯 (Hebrides) 島，劉易士 (Lewisian) 片麻岩等所代表之硬性地塊。直斯氏則謂此硬性地塊在昔時乃構成加拿大楯地之一部。因往昔此楯地較之今日者佔有更廣大

之地域也。柏里 (Bailey) 氏則主張在阿圭爾之西南高原地方實有向東南方向之褶曲運動之存在。又斯干第挪維亞之加勒頓尼亞褶曲作用之主要方向則為東南，即存在於波羅的楯狀地之方向。在蘇格蘭與斯干第挪維亞兩地皆作大規模之衝上褶曲。但此等方向一般相反。加勒頓尼亞山脈之層向在斯干第挪維亞者亦與在蘇格蘭者相同，大體取南南西——北北東之方向。蘇格蘭西北部高原地之褶曲作用時代尙未十分明確。但證之以金科丁沙 (Kincardineshire) 之 Down-tonian 層 (志留系上部地層) 之不整合，史狄勒氏謂為屬於塔柯尼克時代。除此地方外，塔柯尼克褶曲尙存在於南韋爾斯、史洛普沙 (Shropshire) 及愛爾蘭西北部等地方。新加勒頓尼亞褶曲 (即純加勒頓尼亞褶曲) 存在於韋爾斯西北部湖水地方 (註五) 及蘇格蘭南部臺地等地域。愛爾蘭之北部則為上述兩褶曲系之間之推移區域。由西北高原至於南部，英國之加勒頓尼亞褶曲漸次移變為東西之方向。在愛爾蘭南部及南韋爾斯地方則幾變為正東西之方向。在該地方與瓦里斯干褶曲系相會。在斯干第挪維亞半島，塔柯尼克褶曲似不存在。但阿登褶曲則發現於杜朗庵 (Trondhjem) 地方。此地方及奧斯羅 (Oslo)、芬麥肯 (Finmarken) 等處亦見有伊里安褶曲。此斯

干第挪維亞褶曲，在北方亦爲北極海所截斷，至史畢慈柏梗則再作阿登褶曲及伊里安褶曲而表現。霍爾狄達爾 (Holtedah1) 氏曾比較史畢慈柏梗與英國之地體構造，發見極多之類似點。由愛爾蘭直達史畢慈柏梗之加勒頓尼亞大褶曲帶，則因北極海而斷其聯絡。一般雖推定其必再表現於北美之極北羣島及格林蘭，唯在此等地域之褶曲頗難決定其正確時代也。

在歐洲之布朗涅 (Boulonnais) 及比利時之煤田地域，亦發見有加勒頓尼亞地殼變動。在此等地方，阿登褶曲運動實發生於瓦里斯干褶曲運動以前。但此等地方並非研究加勒頓尼亞褶曲之重要區域。

在亞洲東部早經發見有正確之加勒頓尼亞造山運動。據奧布路澤夫 (W. A. Obrutschew) 之見解，西比利亞之地體構造實如第四十七圖所示，加勒頓尼亞褶曲帶之走向不單達至舊硬性地塊之邊部附近，且推及於該硬性地塊之上。此等詳細當述之於西比利亞之地體構造項中。穆修克多夫 (Mushketov 1928年) 氏曾調查俄國、土耳其斯丹之地質。在彼之論文中稱：加勒頓尼亞造山運動影響實及於法喀那 (Fergana) 之西部，因稱之爲土耳其斯丹山系 (Turkestanian)。

保加斯 (Balkash) 之西北及南部地域，一般表示同樣之狀態。在中國之加勒頓尼亞山脈運動則不及上述亞洲各部之明瞭也。

在非洲撒哈拉南部發現有加勒頓尼亞褶曲帶，即前述之撒哈里登山系。但此山系似屬於塔柯尼克時代。在此地方既受地殼變動之岩石上，覆有頁岩之水平層，其中含有筆石。

在澳洲有塔柯尼克運動及純加勒頓尼亞運動（新加勒頓尼亞褶曲運動），則為一般所熟知者。荳斯美喜 (Susmilch) 氏謂在新南韋爾斯州有屬於上部志留紀以前之重要褶曲，其地層層向取正南北之方向。

在北美洲之塔柯尼克山脈即為塔柯尼克褶曲作用之曲型的實例。此褶曲由瓦振尼亞 (Virginia) 延長至新英格蘭在辟特蒙臺地 (Piedmont plateau 阿帕拉其亞山脈之東麓) 最為發達。新加勒頓尼亞褶曲即所謂真正之加勒頓尼亞褶曲本甚罕見。例如在瓦振尼亞之褶曲實具有作瓦里斯干褶曲之前驅之性質。

在南美洲，沿舊巴西地塊東邊之山脈，亦屬於加勒頓尼亞褶曲時代，其層向略取東北之方向。

開狄爾 (Keidel) 氏曾沿舊金山 (San Francisco) 河上溯加勒頓尼亞褶曲至阿根廷西北部大草原 (Pampas) 之山脈中，而稱此一羣山脈爲巴西山系 (Brasiliden)。

(註一) 此爲德語，若改爲英語，則稱 Caledonides 或 Caledonids。

(註二) 北美之塔柯尼克山脈與此褶曲系相當，故採用此名稱。

(註三) Ludlow 及 Downonian 之時代與志留紀之上部相當。後者之發生較遲於前者。

(註四) 蘇格蘭昔時名 Caledonia。

(註五) 英格蘭北部諸湖卽在此地。

第三節 瓦里斯干褶曲系 (哈西尼亞褶曲系)

瓦里斯干 (Variscan) 褶曲或 瓦里斯干時代 乃指由石炭紀至二疊紀之間所構成之褶曲或與此時代相當之時代而言也。此名稱乃由苴斯氏所命名之瓦里斯山脈 [Variszisches (= Variskisches) Gebirge] 誘導而來者。至哈西尼亞 (Hercynian) (英語) 與瓦里斯干有同樣之意義。故在此時代所構成之山脈羣或稱瓦里斯西登 (Varisziden) 山系，或稱哈西尼登 (Hercyniden)

山系。荳斯氏所使用阿爾泰登 (Altaiiden) 山系亦有同樣之意義。此阿爾泰登山系乃指由亞洲之阿爾泰山起。西與歐洲之狹義的瓦里斯干山脈及阿摩利加 (Armorican) 山脈相聯絡，東與秦嶺、崑崙等山脈相接之石炭二疊紀大褶曲山脈而言也。

瓦里斯干造山運動亦與加勒頓尼亞造山運動之例相同，並非完全同屬於一層相 (Phase)，其間曾經過甚長之時代。其最初之運動約略具有加勒頓尼亞造山運動之最後期特徵。瓦里斯干最後期之造山運動又可謂為繼起之阿爾卑斯造山運動之序幕。史狄勒氏細分瓦里斯干褶曲之主要層相如下。

〔層

相〕

〔時

代〕

Pfalzian

三疊紀與 Zechstein 之間

Salian

上部與下部 Rothliegende 之間

Asturian

上部石炭紀之上部與下部之間

Sudetic (Sudetan)

上部石炭紀下部與下部石炭紀之間

上列諸相之重要性質並非完全相同。例如在某地域某層相較之其他層相爲發達。就其一般之例言之，Breton 層相實爲局部的。但在中部亞洲，此層相頗佔重要地位也。Sudetic 與 Asturian 兩層相確屬重要之地層。Saalian 層相在歐洲分布甚廣。至 Pflanzian 層相則比較不甚重要。唯在廣汎之地球表面追溯瓦里斯干褶曲之時，似不必按上面所列種種層相加以區別也。

瓦里斯干褶曲在歐洲發達甚廣。據荳斯氏之記載，此山脈常區分爲次述之兩系，其一爲阿摩利加（註一）山脈，由南部愛爾蘭起，中經南部英格蘭及法國之西北部，而達至同國之中央高原地方。其二爲瓦里斯干（註二）山脈，由法國南部起，其間經過 Vosges、Schwarzwald、Thuringenwald、Harz、Fichtelgebirge、Bohemia、Sudeten 等山脈，最後達至此等山脈以東。一般常綜合阿摩利加山系與瓦里斯干山系爲哈西尼亞山系（Hercynian system）。但也有人稱由比利時東向，至中部歐洲之瓦里斯干時代山脈爲哈西尼亞山系者。

歐洲之地塊山脈（或稱地壘）皆屬於瓦里斯干褶曲系，從前爲一大規模之山脈，今其斷片

散見於下列諸地點：即在西班牙之姆塞塔 (Meseta) 及布路塔紐 (Bretagne) 愛爾蘭之西南部，南部韋爾斯，康禾 (Cornwall) 英格蘭之敏狄普山 (Mendip Hill) 肯特 (Kent) 森林地帶，韋爾特 (Wald) 之地下，巴黎盆地之地下，布朗涅地方，比利時煤田，萊因地塊，法國之中央高原，Vosges 山脈，Schwarzwald，Bohemia 地塊，Sudeten 山脈，阿爾卑斯之中部地壘 (註三) 哈爾慈山脈，Thuringenwald，Frankenwald，多涅慈 (Donetz) 之煤田盆地，山德美亞 (Sandomir) 及烏拉山等地域，皆發現有此褶曲系之斷片也。

在亞洲，瓦里斯干褶曲系亦甚發達，其詳當讓之後述之亞洲地體構造項中。在澳洲則發達於東部之高原地帶。例如慶斯蘭 (Queensland) 南部之金皮 (Gympie) 附近，新南韋爾斯之新英格蘭地方等。東部澳洲之主要褶曲屬於泥盆紀以後之時代。在新英格蘭者則屬於石炭紀與二疊紀間之時代。故似屬於 Sudetic 或 Asturian 之層相。此褶曲之層向一般約略取南北之方向，或稍偏西北。在紐西蘭亦發見有瓦里斯干褶曲之證據。

關於歐亞大陸及澳洲之瓦里斯干褶曲，史狄勒氏亦有所記錄，今摘述其概要如次。Breton

層相發達於中央亞細亞，特別在天山地方，最爲重要。Saalian層相在小亞細亞之高山脈及希瑪拉耶山脈之褶曲，佔有主要之部分。卽在中國南部、印度高趾、馬來羣島及澳洲之一部分亦頗佔重要地位。至Sudetic-Asturian褶曲則在中央亞細亞、中國南部、印度高趾、馬來羣島及澳洲等地佔有重要之勢力。

在南北美洲兩大陸，瓦里斯干褶曲之層向最爲重要。其最顯著之例卽爲北美之阿帕拉其亞山脈，其褶曲運動之大部分取與大西洋相反對之方向。

柏特蘭 (Bertrand) 氏及其後之苴斯氏皆謂阿帕拉其亞與布路塔紐半島之褶曲爲屬於同一時代。但史狄勒氏則主張歐洲之阿摩利加瓦里斯干山脈（哈西尼亞山系）與北美之阿帕拉其亞山脈雖同爲瓦里斯干褶曲，可以稱爲屬於同一時代。但在各山脈之發達情狀之間，則大有差異。在北美除西部諸省某部分之二疊紀及二疊紀與三疊紀間所起之小規模的地殼變動之外，其他地域幾不發現瓦里斯干褶曲也。

至在南美之安得斯山 (Andes) 地域，則瓦里斯干褶曲運動實占有重要之勢力。其主要層相

爲 Sudetic-Asturian Asturian 褶曲亦存在於聖周安 (San Juan) 及敏多沙州 (Mendoza) 之前柯第勒拉 (Pre-Cordillera) 山脈。但 Saalian 褶曲則較 Asturian 爲重要。二疊紀內之褶曲雖構成開狄爾 (Keidel) 氏之剛德瓦尼登 (Gondwaniden) 山系，但此山系之生成較之北半球之瓦里斯干褶曲爲遲，故未能稱爲真正之瓦里斯干褶曲也。

非洲之瓦里斯干褶曲，在摩洛哥之姆塞塔最爲顯著。在此地方之層向爲北北東——南南西。但其正確之褶曲時代則不詳也。此外在阿特拉斯山脈，撒哈拉北部及剛果等地方亦發現有瓦里斯干褶曲。

(註一) 此山脈通過法國之布路塔紐，而此地方之古名爲 Armorica，故云。

(註二) 德國之 Fichtelgebirge 山地，有名 Hof 之地方，其古昔名稱爲 Curia Variscorum，故云。

(註三) Mercantour Belle-Bonne Peivoux Mont Blanc-Aiguilles Rouges Aar-Gothard 等。

第四節 阿爾卑斯褶曲系

阿爾卑斯褶曲系爲地質學上最新之生成，世界上最高之山脈全部屬於此時代。因其構成時代比較新近，故阿爾卑斯褶曲系之諸山脈機構（註一）較之既述之古山系爲詳明也。此褶曲系與加勒頓尼亞褶曲系及瓦里斯干褶曲系不同，不單不受硬性地塊位置之支配，且因加勒頓尼亞及瓦里斯干褶曲系部分殘餘地壘之抵抗而受其影響也。阿爾卑斯褶曲系，其與上述較古之褶曲系相似者，即包含有時代相異之多數褶曲層相也。故不能視爲單限於第三紀之時代。即在中生代亦多曾起此種褶曲作用之地域。史狄勒氏細別阿爾卑斯褶曲系爲次舉之諸層相。

(1) 上部第三紀褶曲

(a) Wallachian (鮮新世以後)

(9) Rhodanian (下部鮮新世與中部鮮新世之間)

(c) Attic (鮮新世之前)

(r) Steirian (Styrian) (中部中新世與上部中新世之間)

(11) 下部第三紀褶曲

- (a) Savian (漸新世與中新世之間)
 - (b) Pyrenean (中部始新世與下部漸新世之間)
- (三) 第三紀以前之褶曲

- (a) Laramian (白堊紀與始新世之間)
- (b) Sub-Hercynian (下部Senonian)
- (c) Austrian (Senomanian 以前)
- (d) Young Cimmerian (侏羅紀與白堊紀之間)
- (e) Old Cimmerian (三疊紀與 Rias 時代之間)

舊西美里安(Old Cimmerian)褶曲，在某一點，可以視作瓦里斯干與阿爾卑斯兩褶曲間之推移層相，尤以在南非洲之地方為顯著。在此地方，乃羅馬尼亞之多布路遮 (Dobruja)，此類褶曲實可視為瓦里斯干之後期生成也。但在其他地域，例如克利美亞及撒遜尼亞之山地，則由於較前者為新之褶曲作用所生成之結果。史狄勒氏由大體上觀察，主張與其視舊期西美利安褶曲為

瓦里斯干後期之產物，毋寧謂爲初期之阿爾卑斯褶曲，較爲適當也。在第三紀以前之阿爾卑斯褶曲中，以西美利安、奧斯太利安及拉拉美安 (Laramian) 三層相爲最重要。第一層相爲環太平洋之地域，特別在北美部分作幹部褶曲而發達。奧斯太利安層相則最發達於歐洲，例如東部阿爾卑斯、比勒尼、加爾帕西亞、高加索等山脈及桃利登山系 (Tauriden) 等之一部分，與此層相有關係。若北美新期西美利安所構成之太平洋沿岸山脈與洛磯山脈不相聯屬，則後者之幹部褶曲實由拉拉美安褶曲作用構成之。拉拉美安系之在歐洲者則爲普羅文斯 (Provence) 之褶曲。在亞洲則發現於蘇門答臘，故知此褶曲似存在於希瑪拉耶山地方及東部羣島也。

下部第三紀之褶曲，在某地域，亦具有幹部褶曲之性質。但普通皆爲後起 (Posthume) (註11) 褶曲。此等山脈存在於西班牙南部、比勒尼變動區域、巴勒阿爾諸島 (Balearic Isles)、阿片尼安 (Apennine) 山脈、西印度諸島等地方。歐亞大陸實爲下部第三紀之比勒尼褶曲之舞臺。但在美洲則非重要之造山作用也。

在上部第三紀褶曲，一切層相皆甚重要。斯泰利安 (Stryrian) 褶曲存在於北美太平洋沿岸。

阿狄克 (Attic) 褶曲發見於猶拉 (Jura) 山脈及高加索等山脈。羅丹尼安褶曲發見於法國之阿爾卑斯山。奧列其安 (Wallachian) 褶曲則發現於加爾帕西亞山脈之南部及米梭波太米亞——馬來褶曲帶。

通觀全世界之阿爾卑斯褶曲時代之山脈可以發見兩大褶曲線之存在。其一由西班牙南部北狄克山脈 (Betic Cordillera or Betische Kordillere)，中經歐洲南部及中央亞細亞以至東印度其二則為環太平洋山脈。前者名阿爾卑斯——希瑪拉耶幹部 (Alpen-Himalaya-Stamm)。後者則名太平洋幹部 (Pazifischer Stamm)。關於構成此兩幹部之實體之精密的關係，尙多疑問，未見解決也。

據荳斯氏之單面造山論 (One Sided Orogeny)，氏主張山脈乃由一方面之推壓作用而構成者。在歐洲之主要的推壓方向為向北之方向。在亞洲之主要方向則在南方。據荳斯氏之見解，阿爾卑斯系 (Alpiden) 為歐洲之邊部褶曲，而狄那里登系 (Dinariden) 則為亞洲之邊部褶曲。此狄那里登系為向前方之褶曲，故向南進至阿爾卑斯系則方向相反。故知為向後方之褶曲與瓦里

斯干構造相一致。茲斯氏主張阿爾卑斯系卽後起之阿爾泰系 (Posthumous Altaides or Posthume Altaiden)。

在亞洲之阿爾卑斯褶曲，由小亞細亞延長至巽大 (Sunda) 諸島。高加索、土爾其斯丹山脈、崑崙、雲南及安南山脈等卽屬此系。柯柏氏謂此等山脈之向北褶曲者卽此故也。其向南褶曲之主要山脈有桃利登系，伊蘭尼登系 (Iraniden)，奧曼 (Oman) 山脈，希瑪拉耶及由希瑪拉耶至巽大諸島一大弧狀地域。在此兩幹部之間，有所謂中間山地，卽小亞細亞內部山脈、伊蘭高原、葱嶺及西藏高原等所在之區域也。在亞洲大陸之東部，山脈受硬性地塊配列之影響甚爲顯著，卽因古代硬性地塊之關係，希瑪拉耶之層向急變爲具有緬甸、馬來半島、馬來羣島等特徵之層向矣。又如北美之洛磯山脈及安得斯山脈實爲阿爾卑斯褶曲在美洲之連續部分。在北美之西部山系可細別爲海岸山脈、西拉尼瓦達 (Sierra Nevada) 山脈、盆地 (Basin) 山脈、洛磯山脈之四羣。如前所述，北美之阿爾卑斯褶曲帶之大多數，屬於拉拉美安褶曲。在加拿大及美國之北部，有傾向於加拿大楯狀地之超褶曲，極其顯著。但在南方，有大斷層，常截分山脈爲塊狀山（斷片的地塊），構成塊狀山

之系列。此海岸山脈大體向太平洋方面起褶曲作用。在南美之海岸山脈亦同樣，一般向太平洋方向褶曲。但東部山脈乃向巴西地塊推進。北美之阿爾卑斯山系與南美之阿爾卑斯山系之連結部則不詳確。但就一般言之，安狄爾 (Antilles) 之弧狀羣島似為北美褶曲之東南部分歧 (Virgation) (註三) 與在哥崙比亞及溫涅茲拉 (Venezuela) 之安德斯山脈之東北部分歧間之直接聯絡線。直 斯氏與羅涅 (de Launay) 氏亦同樣抱有此種見解。近時，史塔布 (Staub) 氏則謂南北美之山脈向東方彎曲者，如第二十圖所示，經過大西洋與歐洲地中海地方之山脈相會合。

在南極大陸，格拉漢蘭 (Graham Land)，南極大



第二十圖 阿爾卑斯褶曲系 (Staub)

陸之安得斯山脈似經過所謂南安狄爾弧 (South Antillean Arc) 之部分，而構成南美之安得斯山脈之連續部。翻觀極北部之阿爾卑斯褶曲則有格蘭特蘭 (Grant Land) 及格林涅兒蘭 (Grinnell Land) 之合衆國 (United States) 山脈之存在。

若由活火山及地質時代兩點觀察阿爾卑斯褶曲系，則其大部分皆與至近代地質時代始見終熄之火山相伴也。在阿爾卑斯及希瑪拉耶地方雖無活火山，但發見屬近代地質時代之火山證跡甚多。又阿爾卑斯褶曲帶因尙屬新近生成之山脈地帶，故多起地震，世界有名。

如前所述，阿爾卑斯之層向線受硬性地塊及受生成於阿爾卑斯褶曲以前既固化之褶曲殘存地塊等配置之支配，甚爲顯著。在歐洲之阿爾卑斯山，此現象尤爲明瞭。至太平洋山脈，一般向太平洋方面褶曲之事實，則已經奧格氏、柯柏氏等及其他學者之證明。因此等學者皆信從前有所謂太平洋地塊也。

若由古期之硬性地塊之構成及其後逐漸生成之褶曲山脈之走向線加以考察，則今日之大陸塊，乃硬性地塊，在長年月之間，藉此等褶曲帶之聯絡發達而成者也。此作用在歐洲最爲明瞭。卽

在歐洲，以波羅的楯狀地爲核心，藉斯干第挪維亞之加勒頓尼亞褶曲帶，中央歐洲及烏拉山之瓦里斯干褶曲帶及南歐之阿爾卑斯褶曲帶等之縫合遂發達成歐洲大陸。在亞洲原有安喀拉（Angara）、印度及中國等舊昔之硬性地塊，由加勒頓尼亞褶曲帶、瓦里斯干褶曲帶及阿爾卑斯褶曲帶等之聯絡，遂成立亞洲大陸。南北美洲之此種傾向雖不甚顯著，但非洲及澳洲則表示有同樣發達之形式。故今日大陸之外形皆可以謂爲由於上述古地塊及寒武紀以後所發生之三種褶曲帶所構成之總和也。

（註一）機構爲 Mechanism 之譯語，即爲構造之意。若更詳言之，則指某事物各部之配列及其相互關係也。

（註二）Posthumous Folds 乃瓦斯氏所創用之術語，乃指在從前褶曲帶之正確線上所發生之新期褶曲也。Posthumous（德文爲 Posthume）有後成之意。

（註三）所謂分歧，乃在某山系構成作樹枝狀分歧之若干山脈之意也。

第四章 山脈之構造

第一節 加勒頓尼亞造山

加勒頓尼亞山脈生成於蘇格蘭之西北高原 (North-west-highlands)，經臘普禾須 (Tapworth)、皮齊 (Peach)、漢恩 (Horne) 等人之研究，此地山脈實爲加勒頓尼亞地殼變動之曲型的山脈，至爲明瞭。該山脈之所以有此種名稱，則既如前述，因在蘇格蘭對此山脈最先有模範的研究也。在今日總稱屬此造山時代之山脈羣爲加勒頓尼亞 (Kaledoniden) 山系。加勒頓尼亞山脈由蘇格蘭越過北海而至斯干第挪維亞，再由此半島延長至史畢慈柏梗及格林蘭之北部。此山系亦存在於南北美洲及其他大陸。本節則僅就英國與斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山脈略述之。

英國之加勒頓尼亞山脈與下部古生代之地向斜相同，取東北之方向，而在該地向斜之西北

部約略與舊時之陸塊奧蘭狄斯 (Atlantis) 平行 (參看第十九圖)。變動最激烈且構成最高山脈部之地域，厥為蘇格蘭之中央高地 (Midland valley) 及南部台地 (Southern uplands)。又英格蘭之湖水地方 (Lake district)、曼島、安格爾西 (Anglesey) 及北部韋爾斯等地方亦略與前者相同，曾受此變動之擾亂。在韋爾斯之東，雖作成穩定之褶曲，但因其後受新生成之岩石之被覆，故在英格蘭中部諸州及南部諸州，關於加勒頓尼亞之基底部之研究，則不甚明確也。

如前所述，在地向斜兩側之安定地塊，稱之為前陸及後陸 (但柯柏氏則稱雙方皆為前陸)。若欲求對於加勒頓尼亞山脈之前陸，則沿蘇格蘭西北部之海岸或在希柏里德斯 (Hebrides) 諸島未受擾亂之一帶地域，有與山脈構成相關係，且受地殼變動影響甚為明瞭之岩石，向該海岸及該地域推進之證跡。上述不受地殼變動擾亂之地帶，實為舊陸塊奧蘭狄斯之唯一遺跡，即為西北部之安定地塊，亦即曾盡其前陸之任務者也 (參看第二十二圖之 Autochthonous Foreland)。至其他一陸地，在加勒頓尼亞山脈之東南，而具有與前者相對應之構造者，在英國頗難決定也。英格蘭中部諸州之下部古生代岩石，其受擾亂之程度甚小。由此事實推之，此等岩石或為暗示構成

前陸之部分。但其證跡則不及前者之明瞭。

奧蘭狄斯及波羅的楯狀地必爲加勒頓尼亞造山帶之某一邊之前陸。富勒丁 (Frodin) 氏曾比較加勒頓尼亞山脈之在蘇格蘭方面之部分與在斯干第挪維亞方面之部分。在此兩地方分劃爲相對應之三帶 (Belt or Zone)。此論文發表於一九二二年 (如第二十一圖之 1, 2, 3 記號所示部



第二十一圖 英國及斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山系。平行線所示部分爲前陸，黑色部爲第二帶，點符部爲第三帶。(Wills)

分)。

第一帶 (Belt I) 名原位帶 (Autochthonous belt) (註1) 受造山運動之影響甚小，屬於所謂前陸之部分，褶曲運動即向此方面進行。第二帶 (Belt II) 受岩石體之擾亂頗為激烈，即起衝上褶曲之地帶。其方向在蘇格蘭向西北，而在斯干第挪維亞則向東南。第三帶 (Belt III) 為中央之褶曲帶，其傾斜 (Dip) 較前者為大，所受變質程度種種不一，且甚激烈，亦相當受岩石體之擾亂，但不及第二帶之甚耳。

其次當述英國之加勒頓尼亞山脈。其第一帶及第二帶之構造，在蘇格蘭西北高原地方曾經臘普禾須、皮齊、漢恩三氏作詳細之研究，有四種不同之岩石羣。由西至東，按順序排列，(1) 為劉易士片麻岩 (Lewisian gneiss) (註1) (2) 為杜里東砂岩 (Torridonian sandstone) (註3) (3) 為寒武紀之砂岩、頁岩、石灰岩 (4) 為摩英片岩 (Moinian schist) (註4) 此等岩石亦按此順序而相重疊。劉易士片麻岩及片岩乃構成在杜里東時代 (此為前寒武紀之最後時代) 以前，由地殼變動而起之變質岩之下部。在杜里東砂岩統未堆積以前，劉易士片麻岩曾受侵蝕作

用，頗激烈。至杜里東砂岩統，一般不變質，其主要之露出部分略作水平層，但稍呈緩慢的撓曲。在前寒武紀時代，則曾大受侵蝕作用，故間有既完全被削蝕之部分，因檢查寒武層之基底部分，在某一部分有被覆於杜里東砂岩之上者，在另一部分又有直接被覆於劉易士片麻岩之上者。杜里東砂岩之受侵蝕，乃在海中，與劉易士片麻岩之例不同。至寒武層之順序則如下表所示。

(1) 達涅斯 (Durness) (註五) 石灰岩 (由石灰岩及白雲岩構成之)。

(2) 奧勒涅爾斯 (Olenellus) (註六) 層 (在白雲岩質岩中夾有若干之薄砂岩層)。

(3) 基底砂岩 (全由砂岩構成之)。

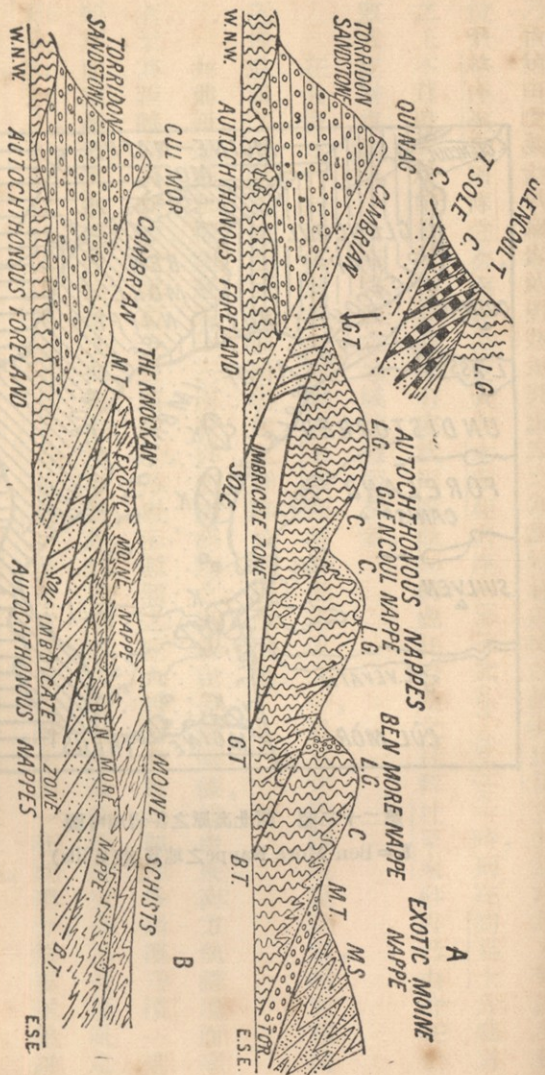
摩英片岩大部分為雲母質兼石英之片岩，似由水成岩之高度變質而成者，單產於第二帶。

今當轉述第一帶與第二帶之一般的構造。在劉易士片麻岩系，杜里東砂岩層及寒武層之不受擾亂之部分，構成前陸(第一帶)。在此方向有大小之岩座 (Naples) (註七) 即第二帶由正東或東南而推進 (第十三圖之A及B)。阿爾卑斯之岩座乃互相積疊而成者。在下部之岩座比較為小，但體積及推進距離，其一般傾向，愈及上部則愈大。岩座及在下部之此等岩座推進面 (Thrust

plane) (註八) 一般向東南東作緩傾斜。故在此方向漸次作成極高之岩座。最後有所謂摩英推進層 (Moine thrust)。至此摩英推進層爲止，卽所謂原位 (Autochthonous) 岩座。(註九) 構成此等岩座之岩石與前陸之岩石相同。反之，前述之摩英推進層則由外來材料而構成一廣大之岩座。因其以摩英片岩爲主要成分，而在前陸中並無與此相當之岩石也。(參照第二十二圖)。

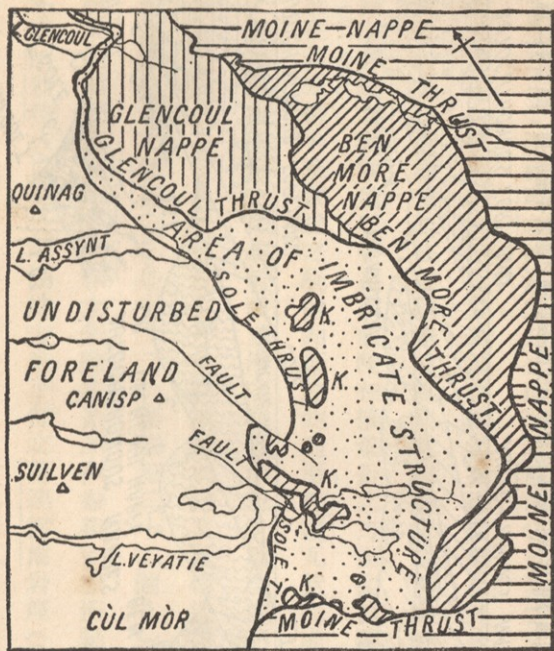
若加以詳細之觀察，第二帶在與前陸相接最近之方面，幅員雖不相同，但常以頗寬廣之地帶開始發展。在該地帶有寒武紀之極薄的斷片的地層，作覆瓦狀之堆積。此部分乃由於多數推進面之生成之結果。其推進面之傾斜較該地層之傾斜稍急。此地帶卽所謂覆瓦狀構造 (Imbricate structure or Schuppenstruktur) (註十) 區域也。此覆瓦狀構造帶之上下兩方皆有大推進面。其中在下面者卽有名之蹠面 (Sole) (註十一) (參看第二十二圖 A)。

作覆瓦狀構造之區域亦受作大岩座之系所列被覆(參照第二十二及二十三圖)。今就其中最有名之阿新特 (Assynt) 湖地方最下部之格連柯爾岩座 (Glencoul nappe) 略述之。此部分由劉易士片麻岩及覆載於其上之寒武紀岩層構成之。因其中不含杜里東層，故推定此岩座



第二十二圖 通過西北高原之断面略圖示明原位置與外來岩座對前陸之關係 M.S.=摩英片岩 C=寒武紀層 TOR=杜里東砂岩 L.G.=劉易士片麻岩 G.T.=Glencaul Thrust B.T.=Ben More Thrust M.T.=Moine Thrust (Wills)

第四章 山脈之構造



第二十三圖 西北高原之各岩座略圖
 K=Ben More Nappe之地質崖(Wills)

乃由附近之前陸岩屑堆積而成者。因該處之寒武紀層直接被覆於劉易士片麻岩之上，今再考查位於格連柯爾岩座之次，而規模更大之本摩亞岩座（Ben More nappe）時，則在劉易士片麻岩之上不單覆有杜里東砂岩且亦覆有寒武紀層。故知構成此岩座之材料杜里東砂岩乃由介在於寒武紀層與劉易士片麻岩間之地域誘導而來者。

在大岩座（此處僅就格連柯爾與本摩亞兩岩座略述之），岩石之逆轉現象甚罕，特別在接近推進面之地點。此似由於推進所引起之摩擦的牽引作用也。

如前所述，摩英推進層（註十二）所有岩石與前陸之岩石完全無關係，似由東南方向誘導而來者。至其距離則不明瞭。如第二十三圖所示，乃表示數個之巨大的構造單元，即知各岩座乃按一定順序而重疊。摩英岩座位於最上部，略成水平層，超越其下部之諸岩座，最後覆於完全不受擾亂之前陸岩石上，作成有名之諾康（Knockan）斷崖（參照第二十二圖之B）。在此部分，變質現象雖甚明顯，但仍能認知作層狀之摩英片岩覆於達涅斯（Durness）石灰岩之上也。

其次為構成中央褶曲帶之第三帶（Belt III）。此乃由摩英片岩地方之東南部境界經過中

央高原地，而達至南方之湖水地方，及北部韋爾斯之一帶地方（第二十一圖之三）。

中央高原地乃由達蘭狄安（Dalradian）（註十三）系岩石所構成。此為一種變質岩石。關於達蘭狄安岩層之時代及構造，在諸學者間，意見紛歧，即有一部分學者注重其變質作用及褶曲作用，謂係屬於前寒武紀時代；另有一部分學者則謂其岩石之一小部分雖屬於前寒武紀時代，但大部分則屬於古生代，其某部分之構造與變質作用，乃由於加勒頓尼亞造山運動。一般推定此等岩石在以前曾作複雜的扇狀褶曲而排列；但在今日則成爲大規模之橫臥褶曲及岩座矣。

高原地方與南部台地（Southern uplands）間之聯絡部爲蘇格蘭之中間低原（Midland valley）（註十四）此處被覆有新地層。但此部分因有由東北至西南之二大斷層（Highlands 及 Southern uplands 斷層）故全體陷落，僅在翻特蘭山（Pentland Hills）發見有加勒頓尼亞山脈之被埋覆部分。在南部台地，就一般言之，乃由下部古生層之受地殼變動而上昇，構成複背斜（Anticlinorium）。在此複背斜側部之小褶曲，一般受極緊逼之壓縮，故複背斜之翼互相平行，且與其軸面相平行，即構成所謂等斜褶曲（Isoclinal fold）。此種褶曲在多數之例，常發生衝上斷

層 (Thrust fault)，故地體構造益見複雜，且常構成覆瓦狀構造。南部台地之岩石，不如高原地方及斯干第挪維亞半島之多受強烈的變質作用也。

蘇格蘭之加勒頓尼亞造山運動在其後期有大花崗岩體之侵入。

其次，在湖水地方，(註十五)下部古生層乃由奧陶紀層及志留紀層而成立。此等岩石一般受地殼變動之作用而上昇，構成通過斯基宋 (Skiddaw) 地方，以東北東之方向為軸之背斜。在此地方露出最古系統之斯基宋頁岩。

北部及中部韋爾斯之大部分，與湖水地方及南部台地，其地層構造無大差異，作極銳之等斜褶曲。但後者之規模較大，其狀猶若位於波濤起伏之褶曲之上也。

但在奧陶紀之硬火山岩塊地方，此火山岩塊對於地層之自由運動實為局部的障礙，故引起差異的效果。此等效果或大或小，盡表現於推覆層之上。在韋爾斯，最大規模之推覆層為加密爾赫特推覆層 (Carnel Head thrust)，存在於安格爾西地方。此岩層由前寒武紀岩石構成之，約佔三十平方英里之面積，構成一大岩座。

其次轉觀察斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山脈。通過挪威，由史塔萬喀 (Stavanger) 附近之西南海岸起，延長至於芬麥肯 (Finnmarken) 地方之北極海之山脈，與相鄰接之瑞典西部地帶，皆受深刻之削蝕作用。此等即斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山脈之殘餘也。該山脈之構造與英國之同系山脈頗多類似之點。但此地之表面運動方向與英國不同，不存在於西北而存在於東南之方向，即指向波羅的海楯狀地（第二十一圖參照）。

今試比較蘇格蘭與斯干第挪維亞兩地方之前陸帶（即第一帶之岩石），兩者甚為類似，如次表所示。

(蘇 格 蘭)		(斯 干 第 挪 維 亞)	
寒武紀及奧陶紀		由寒武紀至志留紀	
杜里東砂岩		約特尼亞砂岩	
前杜里東層 (劉易士片麻岩及其他)		前約特尼亞層 (前寒武紀後期之花崗岩斑岩及其他)	

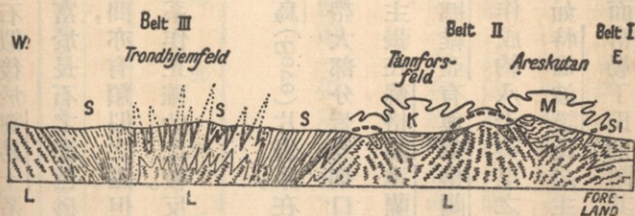
前杜里東層 (Pre-Torridonian) 指杜里東層時代以前，與前約特尼亞層 (指約特尼亞時

代以前)並非甚相類似。構成前杜里東之基底複合體之岩石，似後於劉易士系岩層之生成。但杜里東砂岩層與約特尼亞砂岩層皆作不整合之底部，且皆爲富於長石之赤色砂岩或石英質砂岩。在此兩點，則兩者極相類似。又寒武奧陶系與寒武志留系之間，亦有類似之點。但在中部斯干第挪維亞，奧陶系與志留系甚發達，故不能以之與蘇格蘭之岩石系作正確的比較。反之，在中部斯干第挪維亞之南北皆現出有下部層。

在第二帶，蘇格蘭之摩英片岩系與斯干第挪維亞之西烏(Sveo)片岩系，在構造上及岩石學上，皆極相似，兩者之變質程度皆愈接近，山脈中央則愈大。本帶大部分皆爲切口極規則之推覆層。但在杜朗庵地方，則作真正之橫臥褶曲。一部分之地質學者，主張在蘇格蘭達蘭狄安系亦有同樣之褶曲。特倫波謨(Tornebohm 1896年)氏則謂在斯干第挪維亞有與蘇格蘭之摩英片岩極相似之阿爾(Are)片岩及西烏片岩構成巨大之岩座，向東方作成約八十英里之推覆層。但至後來，富勒丁氏則反對此說。氏雖承認有衝上褶曲之事實，但不信如特倫波謨氏之主張有大規模之衝上褶曲；並且特倫波謨氏主張此等片岩類爲外來之誘導物，而富勒丁氏則謂其有幾分屬於原位。

岩系之物質，因可由該山系之向斜帶下部古生層扇狀褶曲而說明之也（參照第十五圖）。但按造山作用之近時的學說，欲以此類扇狀褶曲作用說明橫臥褶曲及岩層之水平的移動等，實不適當。故一般不承認富勒丁氏之見解。

第三帶在中部斯干第挪維亞之杜朗庵地方，此帶最為明瞭，其傾斜甚大，其一般變質程度亦甚大。但亦有變質程度較小之部分。在此處發見有下部古生代之化石。岩石大體屬於變質之古生代岩系，稱之為西部層相（Western facies），由所謂柯里（Koli）片岩構成之（參看第十四圖）。在第三帶之某部分，有火成岩體之侵入。從前認為屬於前寒武紀時代。但至今日知為屬於加勒頓尼亞造山運動以後之岩層。此第三帶佔有斯干第挪維亞之加勒頓



第二十四圖 斯干第挪維亞之断面略圖(Wills)圖中之連續線表示扇狀褶曲(Frödin 對於 Koli 及 Are Schist 之說明)。粗破線表示推進面(Törnebohm 之說明)。

L=前寒武紀岩基，

S₁=下部古生層及 Sparagmite,

K=Koli 片岩，

M=Seve 片岩(含 Are 片岩)

尼亞山脈中央部，有作普通之扇狀褶曲者，亦發現有由於推移作用之岩體移動。後者在中央部甚爲微小。但愈趨近向斜部之兩端，則愈見重要。

在蘇格蘭之第三帶，幅員甚廣，但因新水成岩之離間而中斷。此因上述之高原斷層及南部台地斷層之間，有地塊陷落使然也。在蘇格蘭之侵蝕作用與斯干第挪維亞之層岩不同，尙未侵進於下部，故不能與在後者地方之露出古岩石羣作直接之比較。但傾斜之大，側部移動之小，及變質程度之大諸點，則爲兩者所共通。

今再考察加勒頓尼亞山脈之前陸，既如前述，奧蘭狄斯舊陸實爲西北高原地帶之前陸，即在英國之其他加勒頓尼亞山脈，亦似受奧蘭狄斯前陸之影響而褶曲。劉易土地域則似爲舊陸奧蘭狄斯之唯一的殘存地塊。但在斯干第挪維亞與此種前陸相當者則爲波羅的楯狀地，此楯狀地，既如前述，乃一部分受古生層之被覆之前寒武紀舊地塊也。作阿圭爾沙 (Argyllshire) 西南高原地之前陸，則不能如上述諸例之容易認識。在英格蘭中部地方，下部古生代岩石受擾亂之程度甚爲微小。由此點推之，此等下部古生層岩石或爲構成前陸之部分也。

加勒頓尼亞山脈之上昇，經過極長久之期間，關於西北高原地之構成，實不能決定其正確的時代。至加勒頓尼亞山脈（註十六）則成立於寒武紀以後，此固甚為明瞭，確較舊赤色砂岩（Old red sandstone）之時代為古也。

（註一）Autochthonous 爲 Autochthon 之形容詞。

（註二）由蘇格蘭之 Lewis 島而得名。

（註三）此亦由於蘇格蘭之地名而得名。

（註四）此亦由於蘇格蘭之 Sutherland 之 Moine 島而得名。

（註五）此亦爲蘇格蘭之地名。

（註六）化石三葉蟲之一種。

（註七）Nappes 爲 Nappe 之複數，與德文之 Decken 相當。此爲一種之特殊褶曲。普通褶曲多起於地層之原來堆積地帶。但有因一方之橫壓力極大，其褶曲橫臥於遠方，距堆積地帶甚遠者。嚴格言之，應譯爲推覆褶曲層或覆布褶曲層，今簡譯之爲岩座。

（註八）由 Thrust 作用而生成之面，推覆岩石體之斷層面，或爲起覆褶曲之斷層面。

（註九）此處之 Autochthonous 乃岩座在與構成該岩座之岩石所生成之地點附近起推覆褶曲作用時所使之名。

稱但 *Autochthon* 有時有更廣義的意義。

(註十) 作楔狀或薄板狀之岩石體，疊積成屋頂之覆瓦狀或魚鱗狀時，即以此名稱表示之。各楔狀岩石體則以相鄰之推進面相分隔。

(註十一) 作覆瓦狀構造之部分成羣向前方推進時在此一羣之下有一大推進面，一般常稱此推進面為蹠面。

(註十二) 一九三一年，*Franz E. Suess* 發表一種意見，謂西北高原地帶之摩英推進層，斜斷加勒頓尼亞構造，實與加勒頓尼亞山脈無關係。其生成時代較加勒頓尼亞山脈為新也。

(註十三) 此由於蘇格蘭昔時之王國 *Dalriada* 而得名。一八九一年，*A. 蓋基* (*Geikie*) 氏始創 *Dalradian system* 之名稱。此系包含有多種之岩石。

(註十四) 此為蘇格蘭之最主要部分，介在於 *Highlands* 與 *Southern uplands* 之間。

(註十五) 此地域包括 *Cumberland*、*Westmorland* 及 *Lancashire* 諸州。

(註十六) *F. E. Suess* 關於蘇格蘭之加勒頓尼亞山脈，曾發表新見解，謂加勒頓尼亞山脈在蘇格蘭之部分，其造山帶全部皆傾向東南，故與斯干第挪維亞之加勒頓尼亞山脈聯絡部，作正確的對應。在摩英片岩之上，覆有達蘭狄安層者，則因其向東南方受無間斷之推動而起一種後方運動使然也。此後方運動與阿爾卑斯之根本部，在狄那里登山系境界上所受運動相似。直斯氏之此說甚新，尙未獲得一般之承認。

第二節 瓦里斯干造山（哈西尼亞造山）

關於瓦里斯干褶曲系之意義及分布，既如前章第三節所詳述，茲不復贅。歐洲在石炭紀後期受瓦里斯干造山運動之影響而生成一大陸，一般稱之爲哈西尼亞（*Herzyna*）。英、法、德、比利時等國即構成此哈西尼亞之諸部分也。此大陸延長及於英國之西北，與位於北大西洋之舊陸塊與蘭狄斯（*Atlantis*）相連續。在東方則以烏拉地向斜爲界（即烏拉山脈），在南方則以地中海前身之特堤斯海爲界。

構成今日歐洲西北部之哈西尼亞大陸（註一）部分可以區別爲兩種時代相異之地域。此兩地域之構造，各具特色。即在西北部有遍及於斯干第挪維亞、蘇格蘭及北大西洋大部分之加勒頓尼亞系山脈之殘體，既受長期間之侵蝕作用。此地域由既堅固之岩石構成之，幾完全不受瓦里斯干造山作用之影響也。

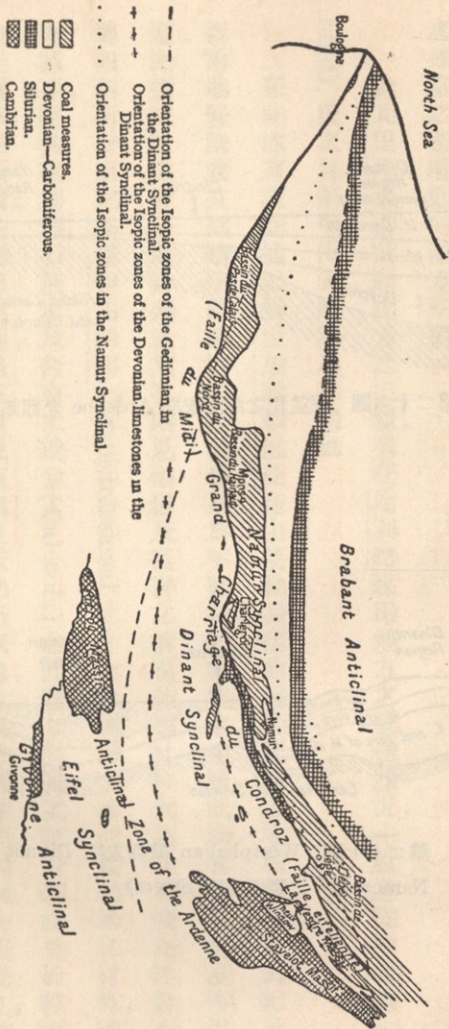
其次爲加勒頓尼亞山脈之東南方面，哈西尼亞之主要形態爲曾受瓦里斯干運動之影響，但

此瓦里斯干運動表示兩種相異的地殼運動之形式，其一乃造山運動影響及於深部之地域，即經過愛爾蘭南部，韋爾斯南境，英格蘭南部諸州而達至法國東北隅及比利時之線以南之西歐部分。此境線為阿摩利加山脈北方之境界，使其能與適當其北受造山運動之擾亂較少之地域相區別，在此線以北之地域，即為阿摩利加山脈之推進（Thrust）方向，故可以稱之為前陸。阿摩利加山脈區域因曾受激烈的地殼變動，故有斜褶曲（Oblique fold）等斜褶曲，衝上褶曲等極複雜之構造，因此山脈受剝蝕作用之程度甚大，故在地表上到處可以看見此種構造（例如愛爾蘭之西南部，康禾、布路塔紐等地方）。又在上述境界線之北，作前陸之地殼部分其受擾亂之程度較前者為小，故除少數之激烈褶曲外，一般新古生層（泥盆紀及石炭紀）彎曲成圓頂狀（Dome）之隆起地及盆地，或發生斷層。

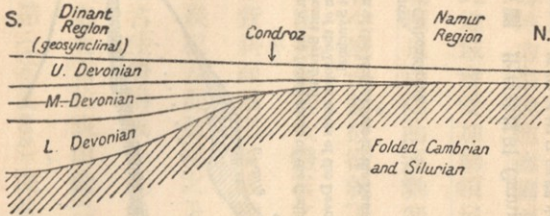
當說明瓦里斯干褶時，以法比煤田（Franco-Belgian coal field）為最適當之例。今就此地方之地質構造而略述之。該地方現在為波紋起伏之平原，其中亦有平坦之部分。若僅就地表觀之，則不能明瞭該地域曾經過造山運動史也。後因大規模的礦山工程之結果，始闡明此地域之構

造，此地域包括法國之東北部與比利時中部即由道瓦海峽起，中經 Mons、Charleroi、Namur、及 Liège 等地方，最後達德國國境之部分。此地域之大部分被覆有中生層及第三紀層等比較新近之地層。此地域會受加勒頓尼亞及瓦里斯干兩褶曲運動之影響，但僅限於後者與煤田之構成有關係。加勒頓尼亞褶曲運動則與志留紀及志留紀以前之地層有關係。瓦里斯干褶曲運動之影響則及於古生層全體。故欲就下部古生層釋明瓦里斯干褶曲運動與加勒頓尼亞褶曲運動之結合影響頗為困難。就其大體言之，合褶曲作用之影響與其後所起之侵蝕作用之影響，結果，時代較古之地層作背斜而露出，時代較新之地層保存於其向斜之部分。在大背斜部，露出寒武紀層及志留紀層。至石炭紀及泥盆紀之上部層則發現於向斜部。

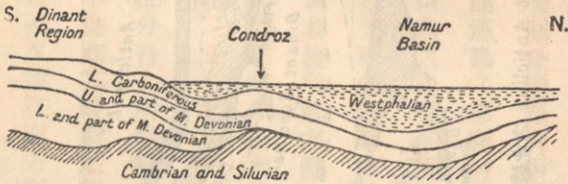
一般舊古生層構成一大向斜，包圍該地域之大部分。吾人所能觀察之寒武紀最古之部分，露出於該煤田之北布拉班山彙 (Brabant massif) 之中央部。其較新之部分則連續至於此地之南方。在康都羅帶 (Condroz)，泥盆系之下部發見有志留系。又遠在南方阿登 (Ardenne) 背斜部，再發現寒武層。在布拉班山彙與阿登山彙 (Ardenne massif) 之間，有大規模且極複雜之向斜，而



第二十五圖 比利時煤田 Campine Syncline 在 Brabant Anticline 之北據 P. Fourmarier (Steers) Isopic zone 乃作同相且同期生成之堆積物地帶。



第二十六圖 泥盆紀之海浸末期 Ardenne 北部斷面略圖



第二十七圖 Westphalian 時代末期 Dinant 及 Namur 地方之斷面略圖(Steers)

該寒層即構成此向斜之南部境界。在阿登山彙之某部分，地層向北方顛倒，在布拉班山彙之與前者相當之地層，則向南方顛倒。

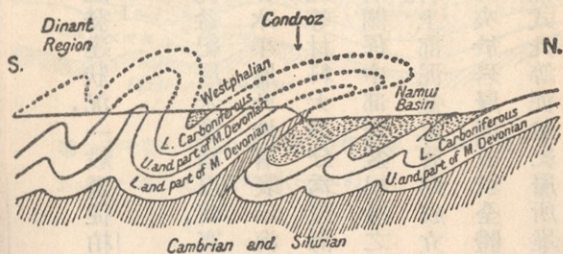
由瓦里斯干褶曲而成立之山脈，其在比利時煤田地方之發達狀況，一般遵從柏特蘭（Bertrand）氏之見解。今僅就圖加以說明也。

在此地方之泥盆紀層，因加勒頓尼亞造山運動而褶曲。泥盆紀層未堆積以前，寒武紀及志留紀兩地層既成立為準平原。前者與後兩者互為不整合，而略作水平層。此地層表示海浸作用之典型。泥盆紀層之最下部為礫岩。其次則見砂岩及頁岩之構成。此等材料大部分為淺海性岩石，與由地向斜所分出之海浸作用的海（Transgressional seas）有關係。中部泥盆紀層之材料，碎屑質物減少，略構成珊瑚石灰岩及含有上靴介（Calceola）之頁岩。上部泥盆紀層則成立於較深之海中，變質為黏板岩。在底部附近，隨處發現有扁豆狀之石灰岩，介夾於岩層間。故就全體觀之，泥盆紀層實具有碎屑質之起源，在地向斜邊部，表示其特徵之堆積樣式。此等泥盆紀層所堆積之海與康都羅向斜之概略關係則如第二十六圖所示。按此圖解，吾人知泥盆紀實為一大海浸作用之時代。

上述大規模的海浸現象不單繼續至狄南西安(Dinant-

tian) 時代(即下部石炭紀)且延長至於狄南西安時代之中。在此時期，狄南(Dinant)地方在地向斜之一端作一溝狀盆地。在狄南時代末期，海水退卻，遂見陸地之浮出。在此上昇地域之前面，遂開始堆積岩屑物及構成那模爾(Namur)盆地煤田之材料等。此事實與南部韋爾斯及德國西北部煤田所見者相一致。煤田盆地常存在於哈西尼亞主要褶曲之北。在今日常發見有煤層伏隱於該地域所由變化之推進層(Thrust)之下也。

褶曲作用似開始於韋斯特法利安(Westphalian)時代，即中部石炭紀。但該造山運動之極盛時代則屬石炭紀末期以後也。如前所舉褶曲發達圖，完全為概略的。至實際所起



第二十八圖 瓦里斯干造山後，Dinant 及 Namur 地方斷面略圖。據 Bertrand 氏。(Steers)

之複雜狀態則不能明白表示也。此地域之主要運動亦與阿爾卑斯之例相同，傾向於北方。

(註一) 在古生代後期起褶曲及上昇運動之歐洲地域，特稱之爲哈西尼亞歐羅巴(Hercynian Europe)。又特稱古生代後期爲 Hercynian Age。

第三節 阿爾卑斯造山

阿爾卑斯山脈貫穿於諸文明國之間，且在世界大山脈中爲研究最詳之山脈也。在中生代作一大地向斜之特提斯海，橫斷於北歐（後成爲歐亞大陸）與剛德瓦那大陸（後分裂崩毀爲非洲、印度及其他之南方大陸）之間。此特提斯地中海從石炭紀時期起，即構成極厚之水成岩。今考查此等堆積物，知在特提斯海之南北兩側，皆表示陸裾之性質，中央部則較兩側爲深也。此地向斜之底部及存在於其南北兩方之陸塊由古生代或較之更古時代之岩石構成之。特別在其北方，在阿爾卑斯造山期以前，曾有一大造山期，構成歐亞之阿爾泰登山系（與 Hercyniden 或 Varisziden 相同參看前章第三節）。本節雖僅論述阿爾卑斯造山，但上述之特提斯地向斜，最少西從直

布羅陀，東至東印度，由堆積於其中之岩屑物察之，則阿爾卑斯固無論矣，且亦構成加爾帕西亞、巴爾幹、高加索及希瑪拉耶等山脈也。一般歐洲之褶曲傾北，而亞洲之褶曲則向南。此等事實曾經荳斯氏之說明。即氏曾就於動力所指向之方面之前陸，及動力所由來之方面之後陸，加以說明也。柯柏氏則謂，兩前陸乃相對向而作用。故荳斯氏與柯柏氏兩人之學說實不相容。即在最近，尙有不少學者贊成荳斯氏之學說。至阿剛氏與史塔布 (Starrb) 氏則參酌大陸移動之見解，謂非洲與歐洲雖同向北方移動，但前者之移動率較速，故阿爾卑斯山脈所示主要之推進岩座皆傾向北方。總而言之，歐洲之主要運動傾向北方，亞洲之主要運動則趨向南方也。關於此等造山運動當詳述之於亞洲及歐洲之構造項中。

在阿爾卑斯地向斜北邊之陸裾，構成淺海性之堆積物。但調查此等堆積物後，知其爲構成於海浸作用之海中，且曾經一輪迴以上之堆積作用也。此等堆積物乃由陸地流來比較粗質之材料，混有石灰岩，似爲構成於淺海中者。故知此等岩層實爲構成於陸上海海底之典型的堆積物。在阿爾卑斯地向斜南方之陸裾，亦構成種類與前者相似之堆積物。在此等間之較深之海中，堆積作用

比較緩和，且亦均等，多爲極細粒的材料。

阿本慈 (Arbenz) 氏區分阿爾卑斯地向斜中堆積物 (沈積物) 爲三種型態。即 (1) 爲陸成性沈積 (Epirogenic sedimentation) (2) 爲造山性沈積 (Orogenic sedimentation)，及 (3) 爲海成性沈積 (Thalattogenic sedimentation)。第一種沈積於陸上海之海牀，即沿作前陸或後陸之大陸塊邊緣之海底也。此種沈積作用以堆積輪迴爲特徵，而輪迴則有次之三相：(a) 爲海浸相 (Transgression phase)，(b) 爲氾濫相 (Inundation phase)，(c) 爲海退相 (Regression phase)。

在海浸相中，因大陸海岸之崩壞而構成角礫岩、礫岩、砂岩等。在氾濫相，則其沈積爲更深之深海型，以黏土及石灰質黏土等爲一般的材料。海退相則以淺海堆積物爲特徵。

此種輪迴的堆積作用爲陸上海之正規的沈積作用。據柯列特 (Collet) 氏之見解，具有海浸及海退相之此等輪迴，實起因於與地向斜之造山運動有關係之大陸運動。

第二之造山性沈積則限於變爲山脈從水中浮出爲地背斜海岸附近之地向斜之地域。其沈

積材料乃因海之浸蝕作用，由地背斜部分誘導而來，為碎屑的物質。地背斜在海面下之斜面為此種碎屑物所掩覆，其斜面之傾斜甚急處，則礫與岩塊轉落於地向斜之底部，因在該處埋藏於深海堆積物中。又地背斜若不浮起水面，而為淺水所淹蔽時，則堆積角礫岩砂岩等。在淺水中亦可構成石灰質之堆物。

第三之海成性沈積，則以掩覆第二次地向斜最深部之大洋性深海堆積物為特徵。此種堆積物不發生輪迴的沈積作用。

以下區分阿爾卑斯為東西兩部而說明其構造。

(1) 西部阿爾卑斯

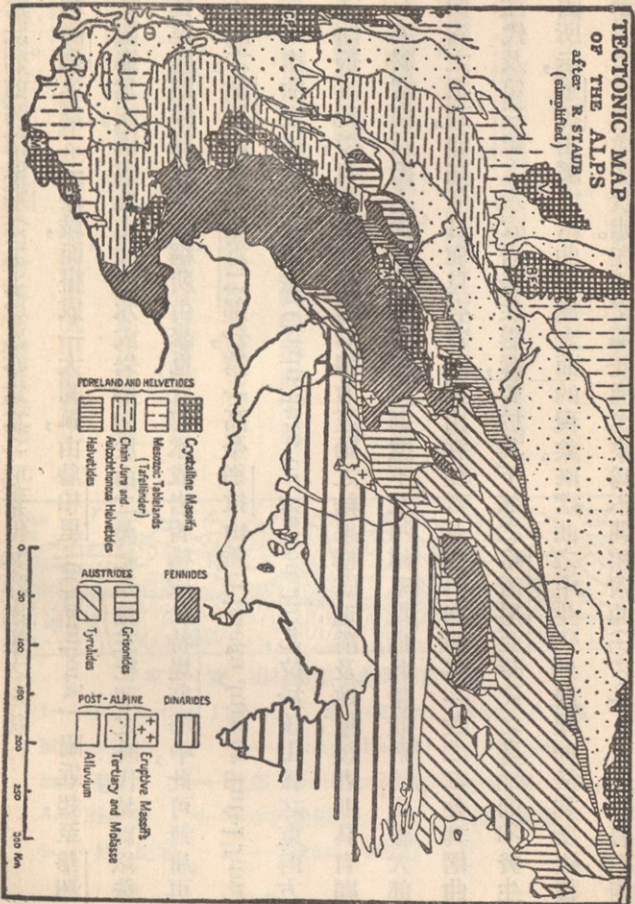
阿爾卑斯山脈（真正的即原本的阿爾卑斯山脈）在地理學上可分為東西兩部。西部阿爾

卑斯由里玖利亞（Liguria）海達至連結 Septimer 山凹與 Constance 湖之線為止之部分。東

部阿爾卑斯則由此境線至維也納之部分。今先從西部阿爾卑斯述起。關於前陸之構造，若舉其主要之要素，則有次之四者。即猶拉山脈、瑞士高臺、高部石灰質阿爾卑斯（High Calcareous Alps）

第二十九圖
阿爾卑斯構造圖
(Steers)

1. 爲結晶質岩石之 Massif,
2. 爲中生代某地,
3. 爲脈狀猶拉山及原位之亥韋狄登山系,
4. 爲亥韋狄登 (Helvetiden) 山系,
5. 爲 Peniden,
6. 爲 Grisoniden,
7. 爲 Tiroliden,
8. 爲 Dinariden,
9. 爲噴發岩 Massif,
10. 爲第三紀及 Molasse,
11. 爲沖積層。



層，一般稱之爲釘岩 (Nagelfels or Nagelhub)。此等岩層在地形上佔有重要之位置，在多處地點，構成巨大之岩崖。

高部石灰質阿爾卑斯較前阿爾卑斯尤高，且具有冰河遺跡，故易與其他部分相區別，構成阿爾卑斯地向斜。前陸之南部有屬瓦里斯干山系之山地，既化爲準平原矣。在此部分之上，成立陸上海。此高部石灰質阿爾卑斯即堆積於此陸上海中之岩屑物也。換言之，此陸上海實爲阿爾卑斯地向斜北端之淺海域。

在阿爾卑斯地向斜有所謂片尼安岩座 (Penine Nappes) 之發達。故上述陸上海海牀，受此影響而或上昇或沈降。此種前陸之運動可由高部石灰質阿爾卑斯之層位學的順序上所表示之堆積輪迴層相證明之。此即前述之阿本慈氏所命名爲陸成性沈積者也。每一輪迴具有海浸、氾濫、及海退之三種層相。

高部石灰質阿爾卑斯之最有興味者，即關於岩座之生成之詳細，實由劉居安 (Lugeon) 氏在此地域作最初之研究也。

受侵蝕作用之後，構成高部石灰質阿爾卑斯之岩座，如後所述，實爲生成片尼安岩座之一反響，此並非片尼安岩座型之岩座。換言之，高部石灰質阿爾卑斯岩座不表示橫臥褶曲式之發達，乃由哈西尼亞山彙(Hercynian Massifs) (註11) 誘導而來之巨大結晶質楔狀岩石體之結果也。此等岩座可以視作衝上褶曲。當使用岩座(Nappes or Decken) 此名稱時，須注意其有兩種不同之成因。其一卽爲高部石灰質阿爾卑斯型，起因於哈西尼亞時代之前陸所生成結晶質楔狀岩體。其二爲發生於阿爾卑斯地向斜之片尼安岩座型。屬於後者之例爲橫臥褶曲式岩座。

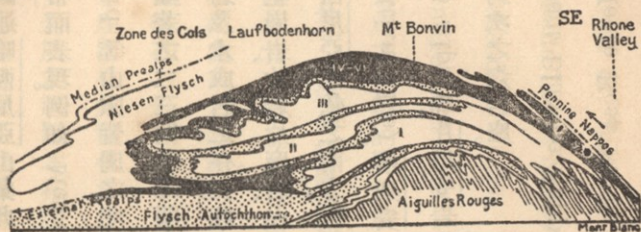
哈西尼亞山彙雖曾受片尼安岩座之侵襲，但因既固化，故不能發生褶曲。唯因此造山力之影響，結晶質岩石分裂爲數個之楔狀塊，互相迸出。又因掩覆其上之水成岩容易彎曲，故發生褶曲及岩座之系列，是爲結晶質楔狀岩體構成之結果。高部石灰質阿爾卑斯之構成卽以此爲原因。一般稱此岩座爲亥偉狄克(Helvic or Helvetian)岩座，此與阿爾卑斯地向斜深處所構成之片尼安岩座之性質大有差別。與此岩座有關係之岩石爲中生代及第三紀之地層。

亥偉狄克岩座大部分爲原位岩座。劉居安氏按由上至下之順序，細別爲次列之諸岩座。

- (I) Oberlauchhorn Nappe
- (II) Mont Ponvin Nappe
- (III) Plaine Morte Nappe
- (IV) Wildhorn Nappe
- (V) Diablerets Nappe
- (VI) Morcles Nappe

海謨 (Albert Heim) 氏根據劉居安氏之研究，就於高部石灰質阿爾卑斯曾畫一概略的斷面圖。柯列特氏再加以修訂，結果如第三十一圖所示。由層位學上考究之，上部之第三第四岩座，特別在白亞紀及第三紀時代，較之下部之岩座為堆積於更深之海中之地層。再觀察此等岩座之根部，較之下部岩座之根部遙在南方。此亦可以證明上述之事實也。

上述主要岩座常分裂為更小規模之多數岩座。第三十二圖所示，乃在愛玖魯周山彙 (Aiguilles Rouges Massif) 與阿爾山彙 (Aar Massif) 之間之鞍部上所積疊之岩座。



第三十一圖 海謨氏之高部石灰質阿爾卑斯斷面圖(Collet)

I.....Morcles Nappe II.....Di blerets Nappe III.....
 Wildhorn Nappe IV—VI.....Upper Nappes (Plaine
 Morte, Mont Bonvin, Oberlaubhorn)



第三十二圖 高部石灰質阿爾卑斯岩座(據 Arbenz)(Collet)

其次試述哈西尼亞山彙。此等山脈由結晶片岩、片麻岩、花崗岩等構成之。如第二十九圖所示，作不連續帶而表現。例如 Mercantour、Pelvoux-Belledone、Mont Blanc、Aiguilles Rouges、Aar、Gottard 等山脈皆屬之。此等山脈乃哈西尼亞時代之下層，因侵蝕作用而表現於地面者也。今就其中顯著之二三例而說明之。Mont Blanc 山彙由花崗岩質之底盤構成之。其邊緣部分則有結晶片岩及水成岩之存在。此山彙略作橢圓形，長約達五十九公里。阿爾山彙則長約達一百十五公里，由花崗岩、片岩、片麻岩、火山岩等構成之。

在哈西尼亞山彙之南方，有片尼安岩座。此哈西尼亞山脈包含里玖利亞、阿爾卑斯、柯狄安、阿爾卑斯 (Cattian Alps)、格列安、阿爾卑斯 (Graian Alps)、片尼安、阿爾卑斯、里滂汀、阿爾卑斯 (Leponine Alps) 等。片尼安岩座構成於阿爾卑斯地向斜中。阿剛 (Argand) 氏按由下至上之順序，區分為次之六岩座。

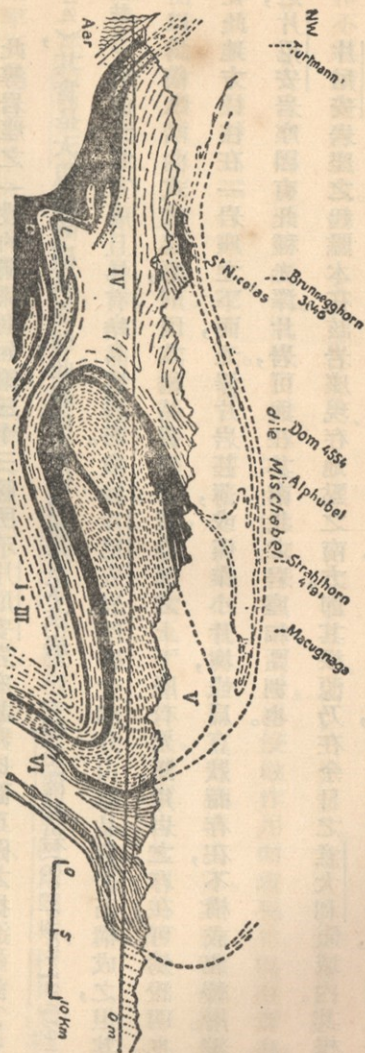
(I) Dent Blanche Nappe

(II) Monte Rosa Nappe

- (III) Great St. Bernard Nappe
 (IV) Monte Leone Nappe
 (V) Lebedum Nappe
 (VI) Antigorio Nappe
- } Simplon-Ticino Nappes

此等岩座之一般的關係則如第三十三圖所示。片尼安岩座並非切面正確之推進褶曲 (Thrust)，其實是大規模的橫臥褶曲。此岩座不僅由變質水成岩之一種，光澤片岩 (Schistes lustrés) (註三) 構成之，其下層且具有結晶質岩石。故知片尼安岩座雖大部分由結晶質岩石構成之，但其所以為橫臥褶曲式之起源，則因其結晶質岩石核心部之上下層有光澤片岩之存在，可為證明也。在此地方往往在一岩座之下面，光澤片岩甚薄，或僅作小片塊，或扁豆狀而存在，不構成連續層。總之，片尼安岩座因有此種光澤片岩，可與在其南北之岩座相區別也。

片尼安岩座之起點本在該岩座現存地點之南方。即其根源乃在今日之意大利領域內。其根源帶略與該岩座直交。各岩座常以光澤片岩為界線。若無光澤片岩，則以推進面相分割。



第三十三圖 阿剛氏之 Mischabel 断面圖 (Collet)

- I-III.....Simplon Nappes
- IV.....Great St. Bernard Nappes
- V.....Monta Rosa Nappe
- VI.....Dint Blanche Nappe

述二山系發達於此二地域也。此等岩座之前身乃堆積於南邊陸裾之岩屑物，其特徵亦與北邊之陸裾相同，由比較的淺海性材料所構成。格里孫層相則爲片尼安岩座（即地向斜中之典型的深海堆積物）與狄羅里山系（比較的淺海性堆積物）間之推移相。史塔布氏由上至下，區分爲二主要岩座，即甘波岩座（Campo Nappe）與阿爾巴尼那岩座（Err-Bernina Nappe）兩者。此等山系亦與片尼安岩座相同，具有結晶質岩石之核心部，其外部大體被覆有中生代之水成岩層；但在構造上則反與高部石灰質阿爾卑斯極相似，因其具有切面正確之推進層爲特徵，即非大規模之橫臥褶曲可知也。

狄羅里山系由一個巨大岩座——Silvretta-Oetzal Nappe 構成之。但此巨大岩座又可分劃爲南部（Oetzal）與北部（Silvretta Nappe）兩者。前者似乘覆於後者之上即表示兩岩座之狀態。

以上既就西部阿爾卑斯構造要素之主要者加以說明矣。此外尚有重要要素須加以說明者，即所謂前阿爾卑斯之部分，其地理學上之位置適當瑞士高臺（Molasse），與高部石灰質阿爾卑

斯之間佔有由通湖 (Thun) 至日內瓦湖及阿烏河 (Arve) 間之區域，但亦不構成連續之山帶，而構成一種地質崖 (Klippe) (註五) 之系列。另具一特徵之山脈也。構成此山系之岩石，包含古生代，中生代及第三紀等地層。但此山脈與現存地方之岩石全無關係。因此等山脈乃與既推進至於遠方之岩座之前部相當。其他部分，因長期之侵蝕作用，早經消失矣。故知此等山脈為另具特異的組織之無根部之山也 (Rootless Mountains)。前阿爾卑斯具有岩座之構造。其構造要素有六，茲不詳舉。

(II) 東部阿爾卑斯

西部阿爾卑斯在地理學上觀之，以注入 Constance 湖之萊茵河線為終點。在此線以東，則為東阿爾卑斯。但在東部阿爾卑斯之下，似尚潛伏有西部阿爾卑斯也。在上述萊茵河線以西，有高部石灰質阿爾卑斯，在其東則有由他種石灰岩所構成之山脈。後者之岩相 (Facies) (註六) 完全不同。東部阿爾卑斯曾覆於西部阿爾卑斯之上。但其後大部分因受侵蝕作用而完全消失矣。

東部阿爾卑斯由奧斯杜里山脈構成之。柯柏氏由北至南，細別之為次之數帶。

(1) 砂岩帶又稱富里斯帶 (Sanstone or Flysch zone)，由白堊紀及第三紀之岩石 (Flysch) (註七) 構成之。

(2) 北部石灰岩帶 (Northern Limestone zone)，此帶由萊茵河至維也納附近之多腦河止，有明瞭之區域，由侏羅紀、白堊紀等時代之岩層構成之。

(3) 硬砂岩帶 (Grauwacke (註八) zone)，本帶岩石以古生代之片岩及石灰岩爲代表。

(4) 中央帶 (Central zone)，本帶構成東部阿爾卑斯之主要部，大體以結晶質之岩石構成之，隨處有中生代岩層之地質崖。

(5) 中央片麻岩帶 (Central gneiss zone)，此部分構成明瞭之帶。

(6) 加涅克主山脈 (Karnic main range)，此由古代岩石構成之。

(7) 南部石灰岩阿爾卑斯 (或狄那里登山系) (Southern Limestone Alps or Dinariden)。

東部阿爾卑斯乃表示後陸，卽表示地向斜南方之陸裾及與之有關係之水成岩。此等水成岩構成奧斯杜里登山系超越地向斜部分，及片尼安岩座，而進至前面之遠方。現今在萊茵河之東，尙

作完全的被覆物。但在萊茵河之西，則因侵蝕作用，而失去其大部分。位於其下部之亥爾偉狄克岩座及片尼安岩座現既露出地表。在萊茵河之東，與此等岩座相當之部分，則隱伏於新岩層之下。但在東部阿爾卑斯仍可以追尋西部阿爾卑斯構造之連續部。即在東部阿爾卑斯、奧斯杜里登部分則既全被侵蝕。故在其下部之岩座有三處之露出，即 Hohe Tauern，Semmering 及 Engadine 之三個構造窗 (Tectonic window)。(註九) 就中，最初構成者，規模甚大。在此地域，即生成片尼安岩座。

(II) 阿爾卑斯之構造的分類與發達階段

既如前述，阿爾卑斯乃由堆積於特提斯海之岩屑物所構成。特提斯海之北邊海岸為前陸，南邊海岸則為後陸（柯柏氏不假想後陸，而均視作前陸）。該地向斜中之褶曲乃由於後陸向前陸之運動而生成。因此後陸之運動，不僅由海中有褶曲部之上昇，且向前陸推進。又後陸不僅與前陸相會，其前部且超越前陸而作推進褶曲。今由構造上觀察阿爾卑斯之種種要素之配列，則如下表所示。

(1) 猶拉山脈

(2) 瑞士高臺

(3) 高部石灰質阿爾卑斯, 亥爾偉狄克岩座

(4) 哈西尼亞山羣

(5) 片尼安岩座

(6) 奧斯杜里登 (包含前阿爾卑斯之上部) 及狄那里登山系

據阿剛氏之精細的研究, 結果阿爾卑斯之生成順序則如第三十五圖所示。

最下端之 A, 表示阿爾卑斯山脈尚未發達之初期時代。至同圖中所附數字及文字之意義則如次。

1' 具有上部古生代 (哈西尼亞時代) 之花崗岩質基底之前陸。

1 生成於前陸之內側, 邊部之隆起, 乃起因於岩座之推進, 一般稱之為亥偉狄克地背斜。

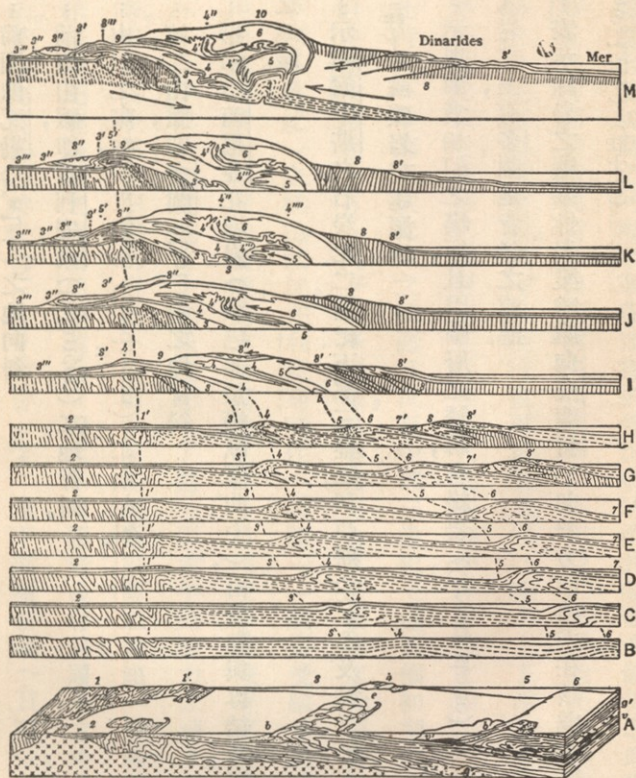
2 陸上海。

前陸

地向斜

後陸

第四章 山脈之構造



第三十五圖 阿爾卑斯之褶曲與推進之發達(Argand)

3 ……前淵，即瓦勒 (Valais) 之地向斜。

4 ……前山脈，即布利安桑 (Briançon) 之地背斜。

5 ……山間之窪地，即皮蒙特 (Piedmont) 之地向斜。

6 ……第二山脈，即多蘭 (Dolín) 之地背斜。

g ……指示哈西尼亞花崗岩（被包裹於橫臥褶曲中），由運動與再結晶作用變為正片麻岩之地域。

b ……示阿爾卑斯之石炭紀、二疊紀、下部三疊紀、利亞斯 (Rias) 及第三紀水成岩中之粗砂岩（註十）或礫岩之起源地。

b' ……示與前者相似之場所，且因斷層之誘導，有綠岩 (Green stone)（註十一）之侵入。在此侵入岩之上，有多蘭地背斜之前進。

v ……表示綠岩之鹽基性岩漿隨處向皮蒙特地向斜方面逃遁。在該處大部分固化為枕狀

熔岩 (Pillow lava)（註十二）

此A圖實示明初期之阿爾卑斯各地背斜皆作橫臥褶曲而發達。最後之地背斜存在於後方者，屬於苴斯氏之所謂後陸。前陸及後陸爲阿爾卑斯大地向斜之境界。此地向斜本身又因其中之各小地向斜之發生而變爲複雜。前陸與後陸實可以喻之以口腔之上下兩顎也。

在中部石炭紀末期，最初之兩個主要岩座在大地向斜中作單純之哈西尼亞背斜而表現。B圖卽表示此時代（中部石炭紀）之構造狀況。至中部三疊紀，上述兩個初期之岩座在水中作局部的浮出，但皮蒙特窪地（5）向下沈降頗深，此事實可由其堆積物之性質證明之。C圖卽表示此時代（中部三疊紀）之構造狀況。在利亞斯時代（D圖），一般蒙受顯著的橫壓力之推壓，而起褶曲作用。前述之最初岩座既發達，他方面窪地之部分益深。至中部侏羅紀時代（E圖），布利安桑岩座（4）浮出水面。又進至上部侏羅紀（F圖），因水平的壓力之減小，其結果，一般僅有微小的沈降。其後在中部及下部白堊紀（G圖），南部阿爾卑斯之岩座（包含前阿爾卑斯上部岩座）開始移動。此等岩層之哈西尼亞核，如G圖之8。掩覆於此等岩層上之中生代岩石則如同圖之8'所示。至中部貨幣石時代（Nummulitic age）及下部漸新世（H圖），益見強度之推壓

作用。至中部漸新世，造山作用最爲激烈。由是可以區別爲五個主要層相（發達階段）。

(I) 聖柏訥層相 (St. Bernard phase) (I圖)

因布利安桑山脈之急激的前進，發達爲聖柏訥之複雜的岩座(4)。瓦勒前淵之堆積物向前方推進，因成立沁普朗 (Simplon) 及狄西娜 (Ticino) 岩座(3)，並構成前阿爾卑斯之下部岩座(3')。上述之前淵本身，亦應此運動而移動，故開始摩拉斯之堆積作用是爲瑞士高臺之特徵(3'')。多蘭山脈逐漸變爲 Dent Blanche 岩座(6)。前阿爾卑斯之上部岩座(8')與上述岩座之根部相分離，超過片尼安岩座(包括 Great St. Bernard 與 Dent Blanche)之總稱)之背部，向前方運動。

(II) 丹布蘭斯層相 (Dent Blanche phase) (J圖)

此時代因有丹布蘭斯岩座(6)之變動。前阿爾卑斯之上部岩座(8'')同時突出於片尼安岩座之前方下部前阿爾卑斯(3')之上，其一部分且與前阿爾卑斯之下部岩座相分離，而向前方運動，構成(3'')所表示之外帶。

(III) 蒙特羅撒層相 (Monte Rosa phase) (K圖)

由皮蒙特地向斜所發生之蒙特羅撒岩座 (5) 極爲發達。同時在聖柏訥岩座，向後褶曲 (Back folding) 亦頗發達。汎普朗及狄西娜岩座 (3) 尤爲發達。在此等岩座之下部，構成亥偉狄克岩座 (5)。

(IV) 阿都利亞沈降相 (Phase of Adriatic Subsidence) (L圖)，岩座之根部略呈垂直之狀態。

(V) 英撒布利安層相 (Insubrian phase = Phase insubrienne) (M圖)。
岩座之根部，扇狀排列甚發達。故阿爾卑斯與狄那里登互立於反對之方面。摩柯爾 (Morcles) 岩座及與之相類似之原位關係褶曲 (Far-autochthonous folds M圖 1' 上之 8'') (註十三) 則成立於亥偉狄克褶曲 (K及L圖之 5') 之下。

苴斯氏在其所著之『地相論』(Das Anlitz der Erde)中，區分阿爾卑斯山脈爲兩系統，其一爲狹意之阿爾卑斯，其二爲狄那里登山系 (南部阿爾卑斯)。此等山系雖生成於同時，但前

者向北方推進而後者則向南方推進。苴斯氏且謂此兩者之運動方向不僅相反對，並且在三疊紀之地層上有極顯著之差異也。其後一般發見上述地相之差異並不如苴斯氏所論之甚。但阿爾卑斯與狄那里登山脈之構造間之差異，則固爲一般所承認也。故柯柏氏提倡二面造山說（註十四）其先，特美兒（Terrier）氏曾發表下述之見解，此說亦有相當注意之價值。即狄那里登山脈實具有壓潰雪車（Traineau écraseur）（註十五）之作用，通過阿爾卑斯之上，將原來所堆積之岩座，推壓至於前方。其次岩座向後方推進，即發生所謂向後褶曲。

柯勒狄（Collet）氏之見解亦略與阿剛氏相同。氏謂阿爾卑斯及狄那里登山系之生成，實由於向北方之一大推壓作用，及在其邊端所生之逆襲斷層（Under thrust）使然也（參照第三十五圖之M）。即狄那里登山系，不外爲後者之運動之反響而已。

如上所述，關於狄那里登山系之向南方運動，有種種之學說。但就阿爾卑斯山脈全體加以考察時，謂此山系實發生於特堤斯地向斜，則均無異議也。至柯柏氏對於阿爾卑斯之最近見解，則當述之於歐洲地體構造項中也。

(註一) Molasse 爲法文，有「柔弱」之意。此乃對發達於阿爾卑斯北邊之第三紀中新世堆積物所使用之一般名稱。此摩拉斯岩層，由砂岩及含有化石之頁岩、礫岩 (Nagelfluh) 等構成之。最初決用此名稱者爲 H. B. de Saussure 氏。因氏察知構成猶拉山脈與阿爾卑斯山脈間之高臺地之堆積物質比較柔軟也。

(註二) 哈西尼亞時代之原位山系之下層，故有此名稱。參看前節及本節論該山羣之項。

(註三) 此爲法文，英譯作 Lustrous schists。此岩石代表在阿爾卑斯地向斜中所堆積之深海堆積物。變質之程度雖烈，但常發見化石。

(註四) 因奧斯杜里登山系之諸岩座構成 Austrian Alps。故史塔布氏使用此名稱。Termier 及阿剛氏則稱之爲 Austro-Alpine Nappes。

(註五) 此與核褶曲有密切之關係。一般對於異相或異時代岩層之特殊的接解，即使用此名稱。大多數乃在新輾之新期地層中，有堅硬之古期岩塊之埋藏及突出也。

(註六) 由特定地域之水成岩所表示之岩石學上及化石學上之性質全部謂之相。

(註七) 此乃對於岩石之瑞士之地方的名稱。又 Flysch 有脆弱之意，故 Flysch 岩層乃指砂岩、泥灰岩、頁岩黏土等，生成於白堊紀後期或第三紀初期之岩石。

(註八) Granwacke = Graywacke。

(註九) 覆蓋層之一部，受侵蝕作用，其下面較新期之部分稱之爲構造窗。

(註十) Grit 有下列之種種意義：(a) 粗粒砂岩，(b) 具有稜角之粗粒或細粒之砂或砂岩，(c) 以石灰質爲膠結物之

期限卡

Date Due



世界地體構造

砂岩(d)砂粒大小不等之砂岩。

(注十二)略既變質之玄武岩質及粗粒玄武岩質之岩石。在野外未能加以詳細之檢驗時，統用此名稱。

國立政治大學圖書館

原位關係褶曲。
四節註二。

砂岩，(d) 砂粒大小不等之砂岩。

(註十一) 略既變質之玄武岩質及粗粒玄武岩質之岩石。在野外未能加以詳細之檢驗時，統用此名稱。

(註十二) 呈橢圓體狀或枕狀之玄武岩質岩石。

(註十三) 褶曲或岩座若與相距不遠之原位褶曲在岩相上或構造上有關係時，稱之為原位關係褶曲。

(註十四) 氏主張阿爾卑斯山系與狄那里登山系之境界為中間帶痕（參看第二章第四節註二）。

(註十五) 法文，譯成英文為 *Crushing sledge*。

Aug. 14, 1952
03220



著者 (日)青山信雄 書碼 553
Author Call No. 207
1:1

書名 世界地體構造
Title

登錄號碼 211993
Accession No.

月日	借閱者	月日	借閱者
Date	Borrower's Name	Date	Borrower's Name
10/1	張妙瓊 2611600		

國立政治大學圖書館

書碼 553
207
1:1

登錄號碼 211993

235



A211993