

始



現代自然科學提要

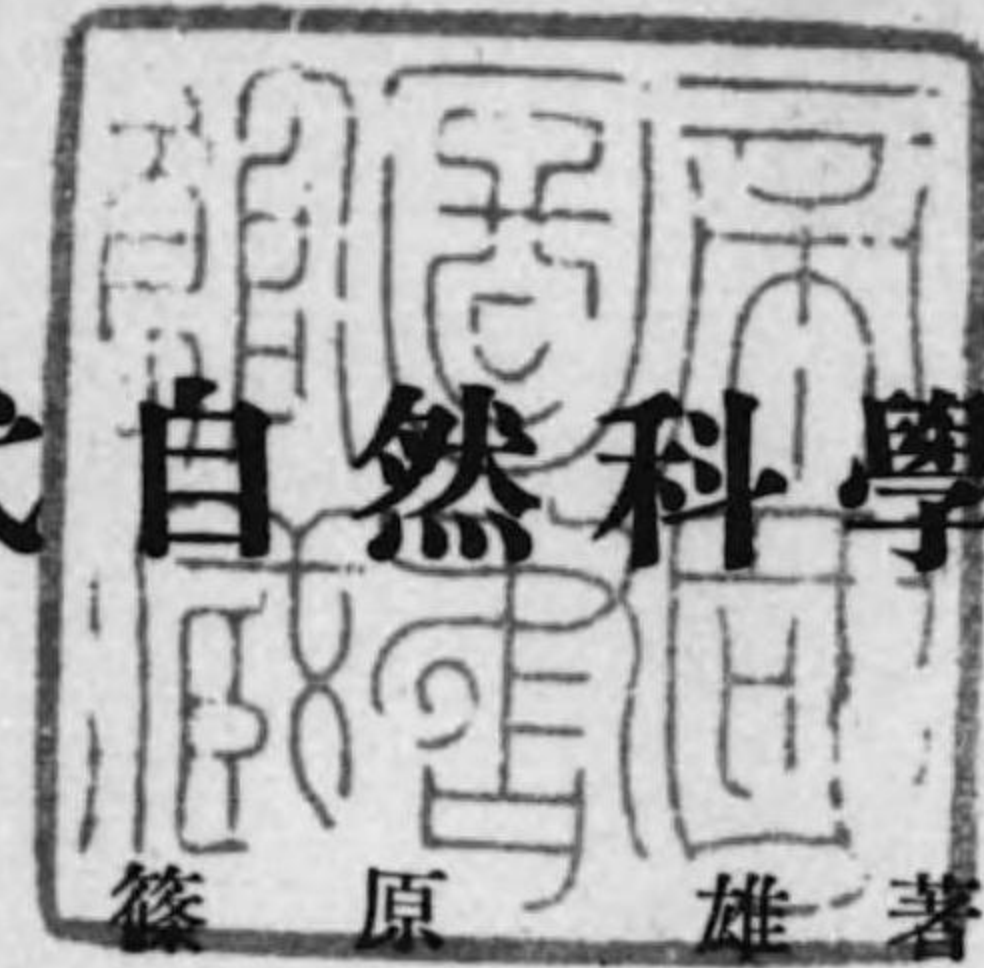
篠原雄著編
(第一分冊)

栗前野書店發行

403
201

特231
894

現代自然科學提要



藤原雄著編

(第一分冊)

東京書店發行



序

本書は高等學校文科並びに文科系統大學豫科に於ける自然科學の教科用として著編したものである。

將來大學に於て文・法・政・經・商等の諸學科を修め、社會に出ては公私諸事業の管理經營の方面若くはその他の社會的部面に活動すべき文科系統の學生に對する自然科學なる學科課程が、今日ほどその重要性を顯著に且つ急速に増大して來た時期は嘗つて無かつたであらう。その最も主なる理由と目さるべきものは二つある。第一に、近時の世界的動向に依つて惹起された諸國家の嚴格なる統制的・計畫的經濟體制は、國內の諸生産企業のみならず、政治・行政その他の凡ゆる社會的事業に對して、國家の綜合的生産力の最大の發展を目標とする不斷の科學的創意と周密なる合理化とを要求し、この事が事業の管理・經營或は國家の政治・行政乃至社會的調整の部面に働く人々にも、國家生産力發展の基礎となり原動力となる近代科學的生産技術並びにその根底をなす近代科學そのものに對する能ふ限りの深い理解と素養とを要求して止まないからである。この點に於て、アジア大陸のみならずその他の東亞未開拓地域を最大限度に生産化することに依つて

東亞新秩序の建設と云ふ大事業を完遂しようとしつゝある我國が、國民一般殊に高等専門の學術を修めてその中堅層を形作るべき人々に對して科學的教養と科學的技能との向上を要望すること最も切なるものがあることは、云ふ迄もないであらう。第二に、近時自然科學殊に物理學や生物學の基本的理論の方面に於ける劃期的な發展は、管に眼醒しいものがあると云ふばかりでなく、時間、空間、物質、因果律、生命等の古來幾千年に亘つて人類思想を支配して來た基本的諸觀念の上に根本的變革を要求する底の全く從來夢想だもされなかつた新しい觀念と思考の法式とを胚胎してゐるものであつて、これを攝取し消化することなしには到底將來の人類生活と世界文化とを了得理解することは出來ないであらう。況んやそれなしに自ら進んでその創造と建設の一端を擔當せんとすることは全く見當違ひであり、無謀と云はねばならぬ。この點に於ても、東亞に新しい秩序と協同體制とを建設することから、進んで未來の世界文化を創建指導することを以て國是としつゝある我國の知識層を形作るべき人々が、この新しい科學の成果と動向とに對して能ふ限りの深い理解と教養とを持つことは最も緊要であると云はねばならぬ。

以上の如き理由から、私は從來やゝもすれば副次的

裝飾的科目の如く取扱はれる傾向のあつた高等學校文科並びに文科系統大學豫科に於ける自然科學の課程に對し、この際各學校當局者、擔任教師は云ふに及ばず、教授を受ける學生自身も、認識を新たにしてこの學科を重要視し、最大限度の努力をこれに傾注せねばならぬと思ふ。本書は私の淺學非才と未經驗の故に以上の如き重要な使命に副ふべく餘りにも未熟不完全なものであることは、論を俟たない。併し現下の重大なる世界史的轉換期の中に生活し思索しつゝある一個の人間として、又その轉換過程に主要なる役割を演じつゝある我國々民の一人として、以上の抱負と熱意とを以て能ふ限りの努力をして見たものであることは敢へて云ふを憚らない。

本書の第一部、物理科學の部分は急速を必要としたことゝ、私の本來の専門外の領域に亘るところから、便宜上北米合衆國コルゲート大學に於けるサーヴェーコース(理科方面の大學初年級に對する豫備課程)用教科書を或る程度參照して著編した。併し、本書著編に當りそれ以上に、私が特に留意した主意點は次の如くである。1)自然科學の法則若くは知識を單に完成せるものとして權威的に記述するの風を避け、その成立若くは發見の歴史的由來と現在到達せる限度とを成る可く明かに知らしめるやうにした；2)自然科學内

諸分科の間の關聯性と統一性とを出来る限り明瞭にしようとした; 3) 自然科学の法則や知識が如何に深く社會科學的諸學科と關聯し、その基底を構成してゐるかを示さうとした; 4) 自然科学の法則と知識とが如何に近代的生産技術へと發展し、今日の人類生活に如何に重要な役割を演じつゝあるかを明かならしめようとした; 5) 現代の自然科学が如何に人類思考の基本的法式を變化させ、舊來の世界觀の根底に如何に重大なる變革を齎さうとしつゝあるかを、出来る限り窺知せしめようとした。

私は、本書の完成のために更に長い年月と、微力ながら私自身の更に繼續的な努力とを必要とすることを信じ、及ばずと雖も精々努力して見度いと考へてゐるものであるが、本書出版を機會に、高等學校文科並びに文科系統大學豫科に於ける自然科学課程の重要性に對して各方面の人々の注意を促し、そしてその發達を祈つて止まないものである。それと共に本書を手にせられた人が微々たる本書のためにも叱正と教示をお與へ下さる勞を吝まれないことをお願いし度い。

昭和15年5月

著 編 者

目 次

第1部 物理科學

第1章 太陽系	1
太陽系の概念	1
遊星運動の法則及び萬有引力の法則	3
天體望遠鏡	5
遊星及び衛星	7
遊星以外の太陽系成員	14
太陽系の起原	16
第2章 地球の構成	20
地 殼	20
地球の物理學的性質	23
地球内部の構造及び作用	24
地球の年齢及び地球の熱	28
大氣圈	30
水 圈	36
第3章 地球の歴史	39
過去の記録	39
地質時代	39
原始地球	44

始生代	… … … … …	48
原生代	… … … … …	49
古生代	… … … … …	51
中生代	… … … … …	58
新生代	… … … … …	62

現代自然科學提要

第1部 物理科學

第1章 太陽系

太陽系の概念

太陽系とは、太陽とその周囲を廻轉する9個の遊星(惑星)、それらに附隨する月(衛星)、小遊星(小惑星)及び彗星から成る天躰の一家族である。

數世紀の間人々は地球が宇宙の中心であることを信じてゐた。そしてこの地球中心説に於ては太陽、諸ろの星、及び各遊星は扁平な地球の周りを廻轉してゐるものとせられてゐた。

古代ギリシヤに於てはピタゴラス派の學者やアリストテレス等は地球が球形であることを唱へ、殊に前者は地球が他の天躰とは反對の方向に於て、宇宙の中心の周りに廻轉してゐるものである事を主張した。併し一般的には地球は扁平で宇宙の中心に存在することが信ぜられてゐた。紀元二世紀のアレキサンドリアの天文學者プトレマイオスは當時の天文學的知識を

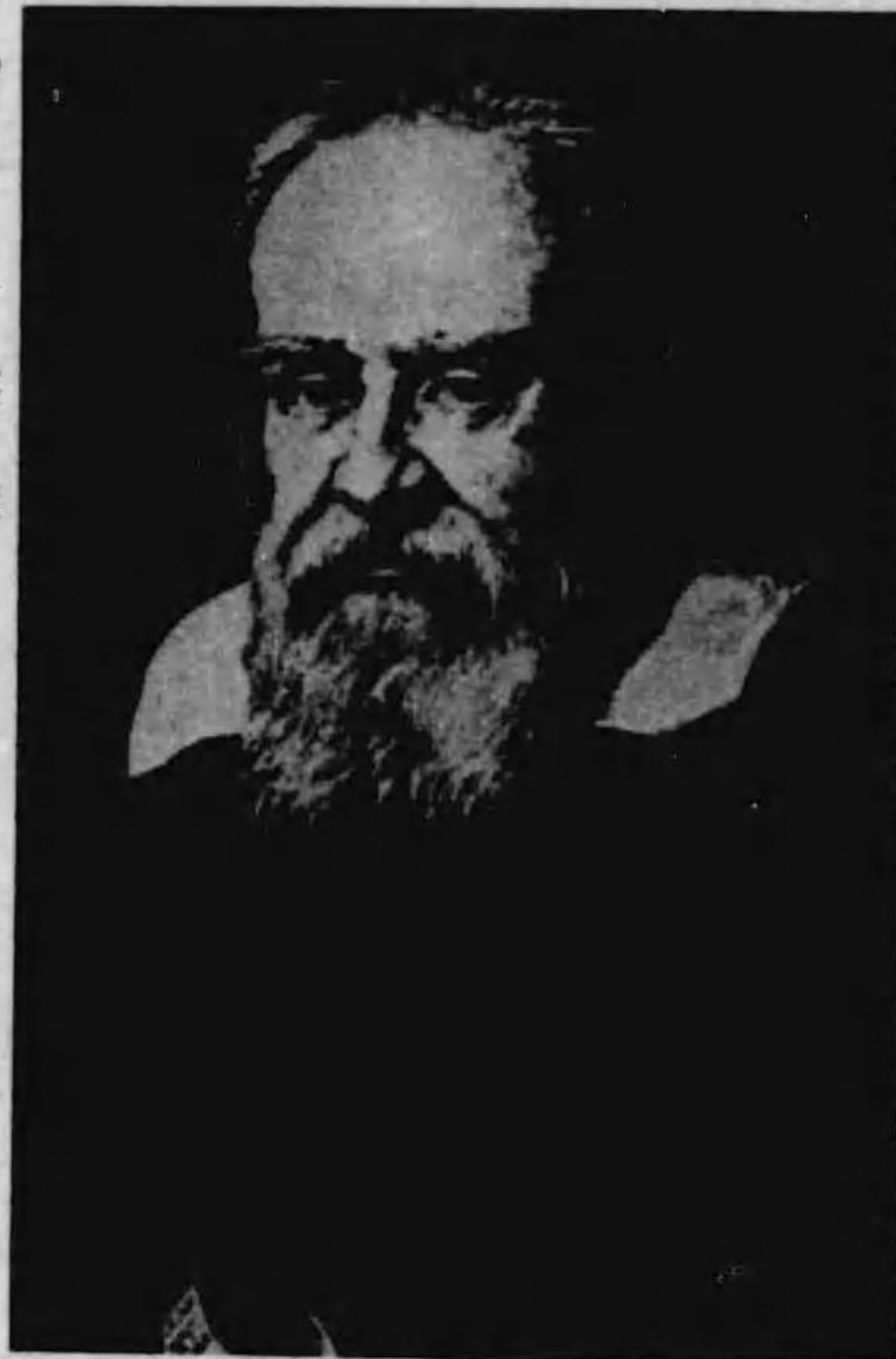


第1圖 ニコラウス・コペルニクス

集成し有名な天文学書 *Syntaxis* を著したが、彼はその中に於て種々の論證を以て地球が球形であること、天球（宇宙）の中心に存在して不動であることを確立しようとしてゐる。中世を通じキリスト教會は地球の球形であることを否認すると共に、それが宇宙の中心にあつて不動であり、諸ろの天体はその周囲を廻轉するとの考へを以て、聖書の趣旨に合致するものと認め、人々にかく信ずることを強要した。

地球が球形であることは 15、6 世紀に到りコロンブスの新世界發見、マゼランの世界周航等に依つて多くの人々の承認するところとなつたが、地球が宇宙の中心であるとの考へは尙一般に強く固執せられた。1543 年コペルニクスは一書を公刊し、その中で吾々の眼に見える「天体」の見かけ上の運動は太陽の周りを地球及び他の遊星が運動することに歸因するものであると説明した。これが太陽中心説として知られたものである。この説

は 1610 年ガリレオが彼の最初の天文学的望遠鏡を天空に差し向ける迄は果して正しいか否か事實に基いては證明せられなかつた。然るに彼は月の表面に山や凹みを發見し、幾つもの月が木星の周りを廻轉してゐることを發見した（これは地球が凡ての運動の中心でないことを證明したものである）。そして金星がその見かけの直徑を變化させると共にその相を變化させることを發見した（これは金星が太陽の周囲を廻轉し地球の周囲を



第2圖 ヲガリレオ・ガリレイ

廻轉するものでないことを證明したものである)。コペルニクスの太陽中心説に對してこのやうに積極的な證據が得られたにも拘らず、當時の人々は殆ど悉くこの説を受け容れることを欲しなかつた。それはこの説が地球の宇宙に於ける地位を無意義で無價値なものに下落させるかの如くに考へたからである。

遊星運動の法則及び萬有引力の法則

デンマークの貴族で天文学者であつたティコ・ブラーエはガリレオと同時代の人であつたが、彼は望遠鏡の發明を知らなかつた。そこで彼は光學的補助器械をこそ用ひなかつたが觀察の方法を種々に工夫して非常に精密な觀測をした。遊星殊に火星の位置に關する彼の多くの觀測の結果は彼の學生ケプラーに傳へられ、ケプラーは尨大なその觀測結果を數學的に處理して遊星の運動に關する三つの法則を定式化した。それは次の如くである：



第3圖
觀測中心ティコ・ブラーエ

1. 遊星は太陽の周りを橢圓形を描いて廻轉し、太陽はその一つの焦點に位する。
2. 太陽の中心から遊星の中心へ引かれた直線は等しい時間には等しい面積を掃ひ取る。
3. 任意の二つの遊星の廻轉週期の2乗はそれ等の太陽からの平均距離の

3乗と同じ比例をなす。

アイザック・ニュートンは、嘗つて生存した誰よりも多くのものを数学並びにその近接領域に貢献した。彼は微積分学を發明し、代数学、解析幾何学、統計学及び力学に寄與した。彼は反射望遠鏡を發明し、またケプラーの遊星運動に関する法則を更に深く研究して引力の法則を定立した。それは次の如くである：

二つの物躰の間に作用する引力はその質量の相乗積に正比例し、それ等の中心の間の距離の2乗に逆比例する；そして兩中心を結び付ける直線に沿ふて作用する：

ニュートンがこゝに確立した萬有引力の法則は更に發展して有名な運動の三法則を産み、これは當時種々なる方面から集積しつゝあつた力學的諸現象に関する知識を整理する基本的原則となつた。力學的現象に對する實驗的研究はガリレオに依つてその方法が確立せられ最初の礎石が置かれたのであるが、ニュートンの運動の法則に依つて更に堅固な理論の體系に組織立てられる根據を獲得したのである。

或る物體の質量に對する近似的な定義は、その物體の中に存在する物質の量と云ふ事である。物體の重さはその質量と地球の質量との間に於ける引力の大きさを表はすものである。容積とは物體によつて占められる空間の大きさであり、密度とは質量の容積に對する比である。

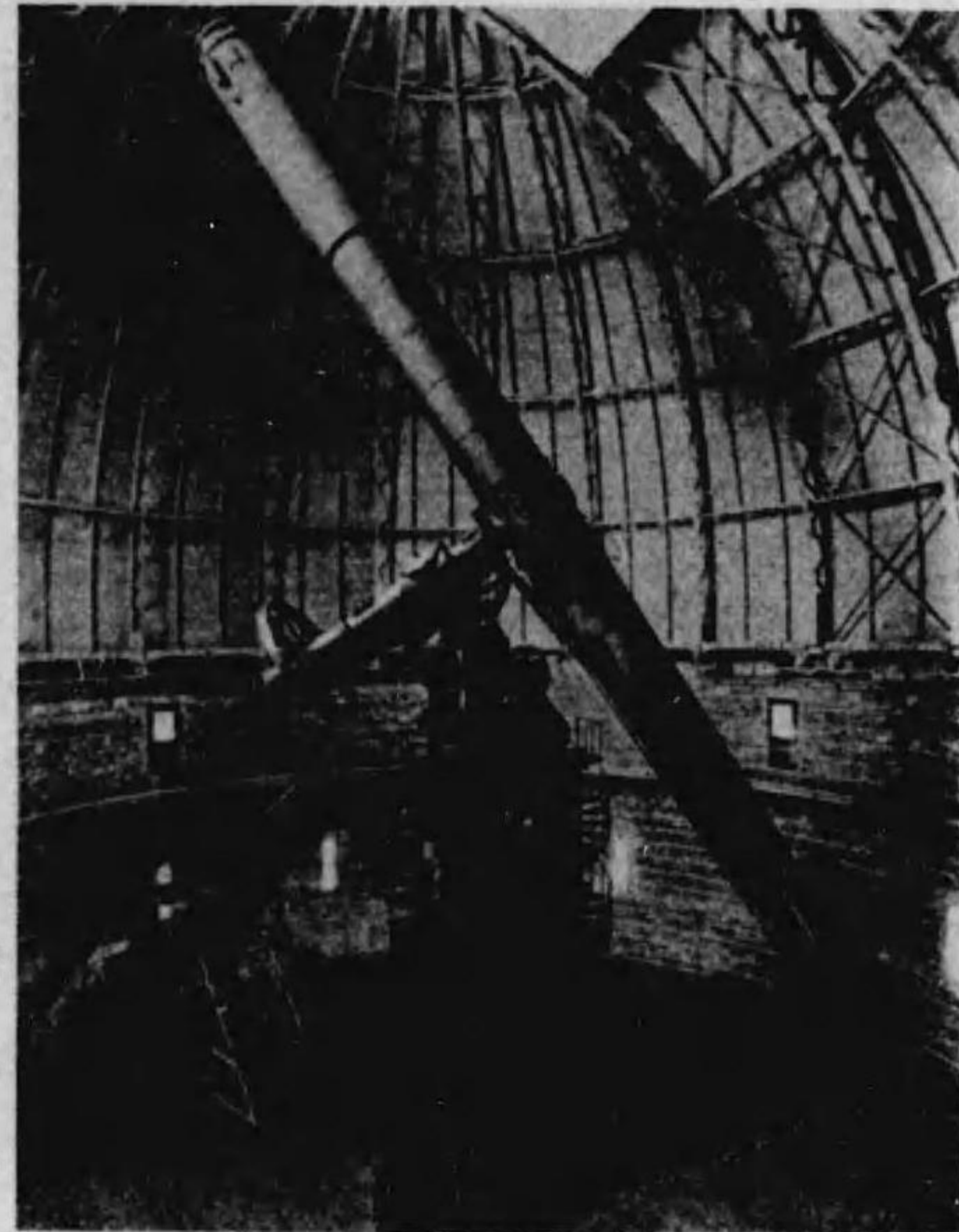


第4圖 ヨハネス・ケプラー

天體望遠鏡

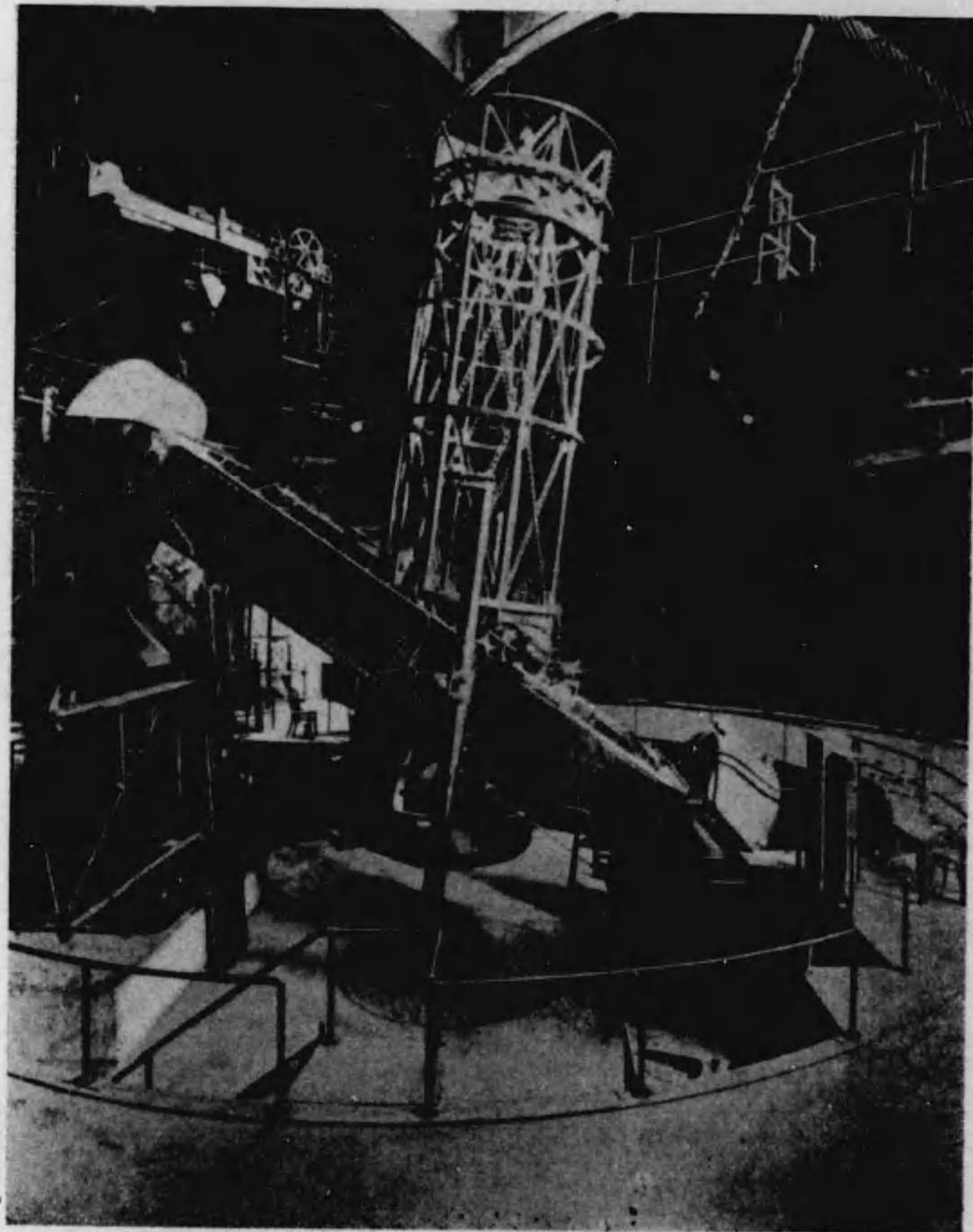
天體の觀察をなすためには何よりも先づ望遠鏡に頼らなければならぬ。望遠鏡は始めオランダに於て發明せられたものであるが、その後進歩發達して今日の大規模且つ精巧なるものとなつた。現今用ひられる天體望遠鏡には二つの主要な型がある。屈折望遠鏡はガリレオ以來久しく用ひられて來た型で、レンズを用ひて天體から來た光線をその焦點へ屈折して集めるものである。北米ウィスコンシン州ヤーキス天文臺にある世界最大の屈折望遠鏡は直径40吋(約1

米)、焦點距離62呎(約19米)のレンズをもつてゐる。反射望遠鏡はニュートンの發明にかゝり、天體から來た光線を反射し且つ焦點へ向けて屈折させるために前面に渡銀した凹面鏡を用ひるものである。今日用ひられてゐる世界最大の反射望遠鏡は直径100吋(2.54米)の反射鏡を用ひたもので、北米カリフォルニアのウィ



第5圖 ヤーキス天文臺にある世界最大の屈折望遠鏡

ルソン山に据えつけられてある。200吋反射望遠鏡が現在建造中であつて、出來上つた上はカリフォルニアのパロマー山に据え付けられる筈である。



第6圖 ウィルソン山天文臺にある世界最大の反射望遠鏡

反射型の方が屈折型よりも幾つかの長所をもつ。光線は反射鏡の中を通過する必要がないからその硝子は光學的に完全なものであることを必要としない。反射鏡は背面全體に亘つて支へられることが出来る；従つてその重みで落ち込む憂ひがなくレンズよりも大きく造られることが出来る。形

が大きければ必ずしも擴大力が大きくなるわけではないが、望遠鏡が光を集める力を増し、それだけ天體を明るく見ることが出来る。

天文學用の望遠鏡は互ひに垂直な二つの軸の上に載せられてある。極軸は地球の軸に平行になつてゐる、それ故にモーターを用ひて望遠鏡をこの軸の上で西の方へ地球の自轉に對して同じ速さで廻轉させ、對象から外れるのを補正して行かなければならぬ。

遊星及び衛星

太陽並びに各遊星の比較的大さは次の圖に示すが如くである。

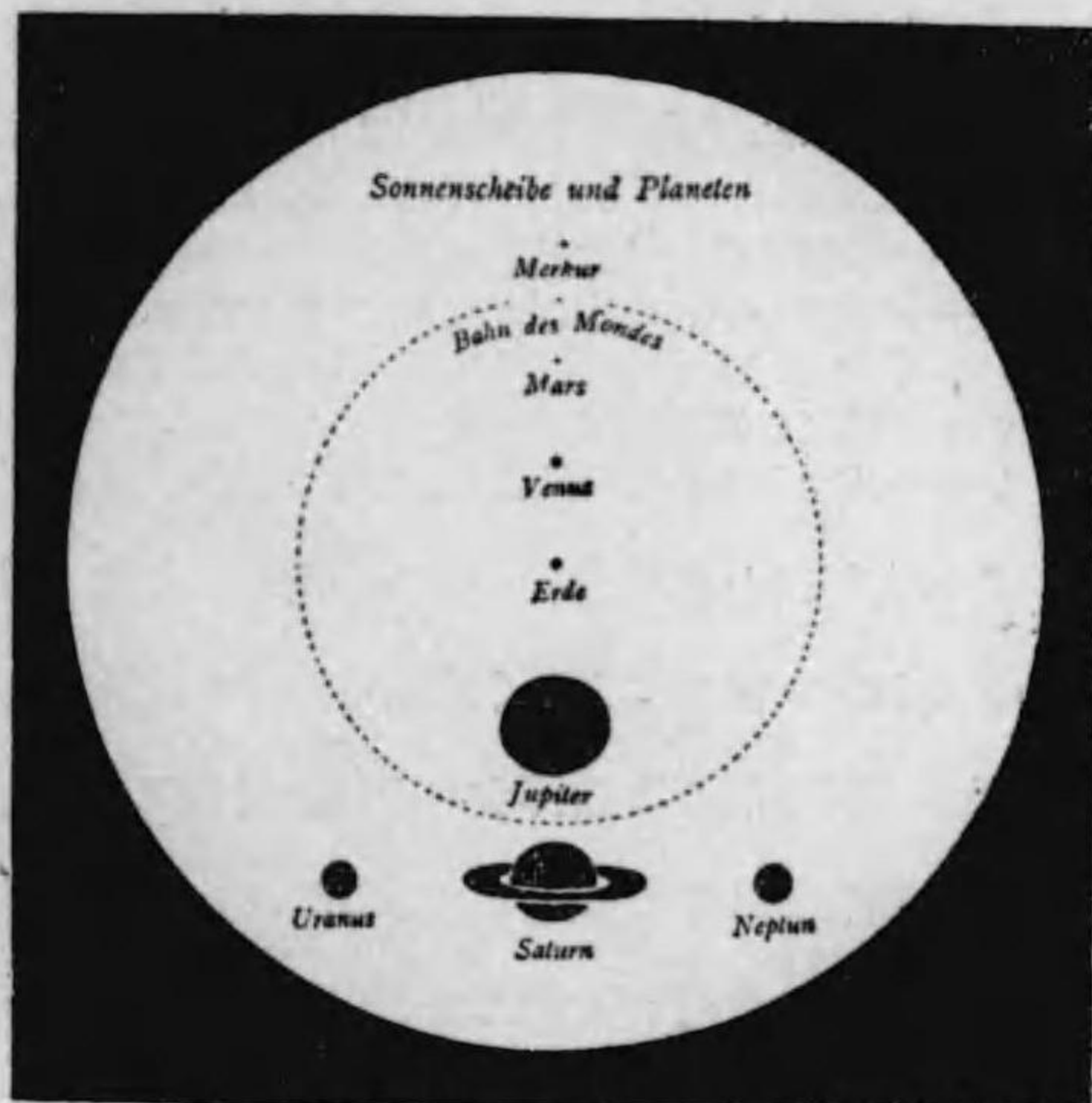
次頁の表は各遊星に関する重要な事項を總括したものである。

水星は大氣を保存するには恐らく餘りに小さ過ぎるであら

う。そして吾々はそれが太陽にいつも同

じ面を向けてゐることを信ずる。それ故その自轉の週期は公轉の週期と等しい。

金星は直徑に於て殆んど地球と雙兒である。それは太陽に一層近く、従つて一層暖い。そして常に太陽の方へ同一の側を向けてゐるものと思はれ



第7圖 太陽及び各遊星の大きさの比較。冥王星は略ぼ火星に等しいと考へればよい

	p	a	e	i	赤道半径 (秆)	質量 (地球=1)	密度 (水=1)	自轉週期	月
太陽	--	--	--	--	--	333,000	1.4	25日	--
水星	0.24年	0.39	.206	7° 0'	2421	0.06	3.8	88日	0
金星	0.62年	0.72	.007	3°24'	6199	0.82	4.9	?	0
地球	1.00年	1.00	.016	0° 0'	6378	1.00	5.5	24時	1
火星	1.88年	1.52	.093	1°51'	3392	0.11	4.0	24.5時	2
木星	11.86年	5.20	.048	1°18'	71373	318.30	1.4	10.時	9
土星	29.46年	9.54	.056	2°29'	60399	95.20	0.7	10.25時	9
天王星	84.0年	19.19	.047	0°46'	24847	14.58	1.3	10.8時 (Ret)	4
海王星	165.0年	30.07	.009	1°47'	26499	17.26	1.6	15.8時	1
冥王星	247.0年	39.51	.248	17° 8'	4000?	0.2?	4.?	?	?

p— 公轉週期を年で表はす
 a— 遊星の平均距離, 天文單位距離で表はす
 (1 天文學的單位=地球の太陽からの距離=149,450,000秆)
 e— 軌道の偏心率
 i— 遊星軌道の地球軌道面に対する傾斜

る。その大氣は大部分炭酸ガスから成り、遊離の酸素は殆どないと言つてよい。それ故、言ふ迄もなく動物の生存には適合しない。

地球が太陽の周りを公轉するその軌道の面は太陽系に於ける他の凡べての軌道に對して基準の面としてとられる。地球の軸はこの軌道の面に垂直ではなく垂直の位置から斷えず $23^{\circ} 1/2$ だけ傾いてゐる。これが、吾々が季節をもつ原因である。

月は1月毎に地球を一周りする地球の衛星であるが、太陽系の中に於て、その屬する惑星に對して最大の比をもつた衛星である。3,476秆の直径を有し、地球から386,400秆距つてゐる。それは太陽光線の反射光で輝き、新月から半月、それから満月、そして再び新月へとその相を變へる。月が太陽と地球との中間にあるときには、月の暗い側が吾々の方へ向ふ；この時吾々はそれを「新月」と呼ぶ。地球と太陽とを結ぶ直線と地球と月とを結

ぶ直線とが 90° の角をなすときは吾々は月の太陽の光に照された側の半分を見ることが出来る；これが「半月」である。地球が月と太陽との中間に存在するときは、吾々は太陽光線が照射する側の全體を見ることが出来る；この時月は「満月」と呼ばれる。

月の軌道が地球の軌道面に對して 5° だけ傾いてゐるために毎月必ず月食を見ることゝならない。併し、吾々は1年に少くとも2回は新月のときに日食をもち、満月のときに月食をもつことは確實である。

月が他の星を掩蔽する場合には、その星から來た光は全く突然遮られる；この事は月が大氣をもつてゐないことを示す。これは又月の上には生物が



第8圖 月の表面

住み得ないことを意味する。その表面は太氣の保護がないから晝間(それは2週間續く)は極度に暑く、夜間(これも2週間續く)は極度に寒い。觀測者が月の上に居るとすれば空は何時でも暗く星が常に輝いてゐるのを見るだらう。併し觀測者は月

の凡ゆる部分と同様不斷に落下する隕石のために打たれなければならぬ。

月の表面に在る最高の山は 7.2 軒の高さをもつてゐる。その表面に見られる凹みには、極めて小さな穴から直徑 160 軒以上で周りに環状の山脈をもつた凹地に到る迄様々の大きさがある。凹みの起原に就いてまだ確定した説がない。一つの説は、月の表面を掩ふてゐる物質が火山灰と同程度の速さで熱を傳導すると云ふ事實に依つて支持せられてゐる。この説の重なる難點は凹みが火山に由來するものとしては地球上に於けるものに比べられて餘りに大き過ぎると云ふことである。第二の説は、凹みは月の表面に隕石が落下衝突

したために出来たものであることを主張する。この説に對する反駁は地球上には同様の衝突の證據が存在しないと云ふ事と月の上の凹



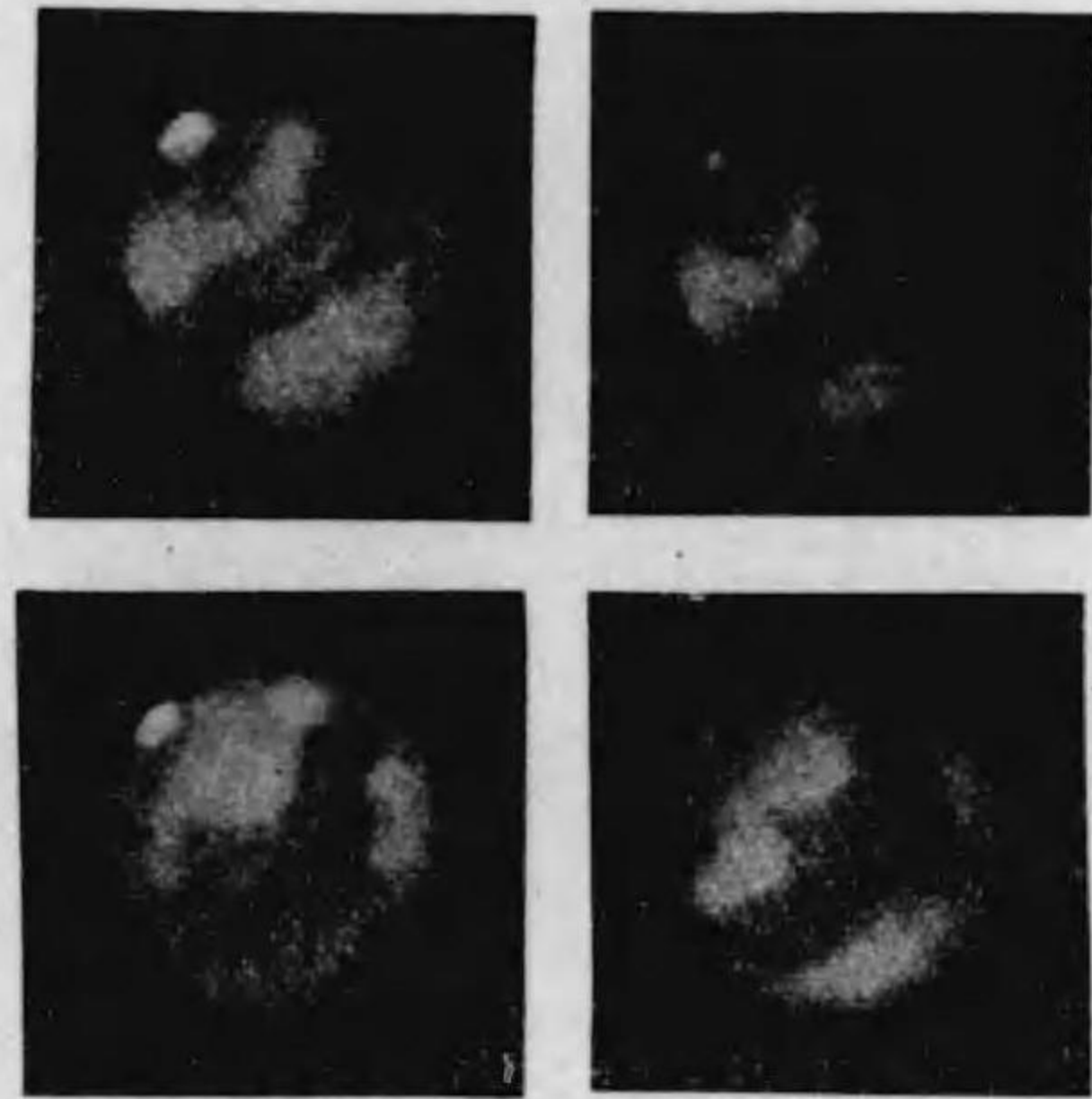
第9圖 北米合衆國アリゾナ州に於ける隕石落下の跡

みは隕石のシャワーから期待せられる出鱈目の配列でなしに特殊な群形をなして居ると云ふ事實に基礎を置く。

月の上の黒い模様になつて見えるところは比較的滑かな平地で、その表面の物質は吾々に向けて日光を反射すること少いのである。

地球の次に太陽から遠いのは火星で、これは屢々地球上に於けると同様な動物や植物が存在する可能性のある場所と想像されたものである。それ

が果して事實であるか否か、今日のところ誰も知らない。併し乍ら、吾々は火星は太陽から地球に比べて幾らか遠いから地球よりも冷く、その最大表面温度は赤道の上で正午に於て 16°C から 21°C の間にあり、そしてその平均温度は地球上のそれよりも遙かに低いことを知つてゐる。火

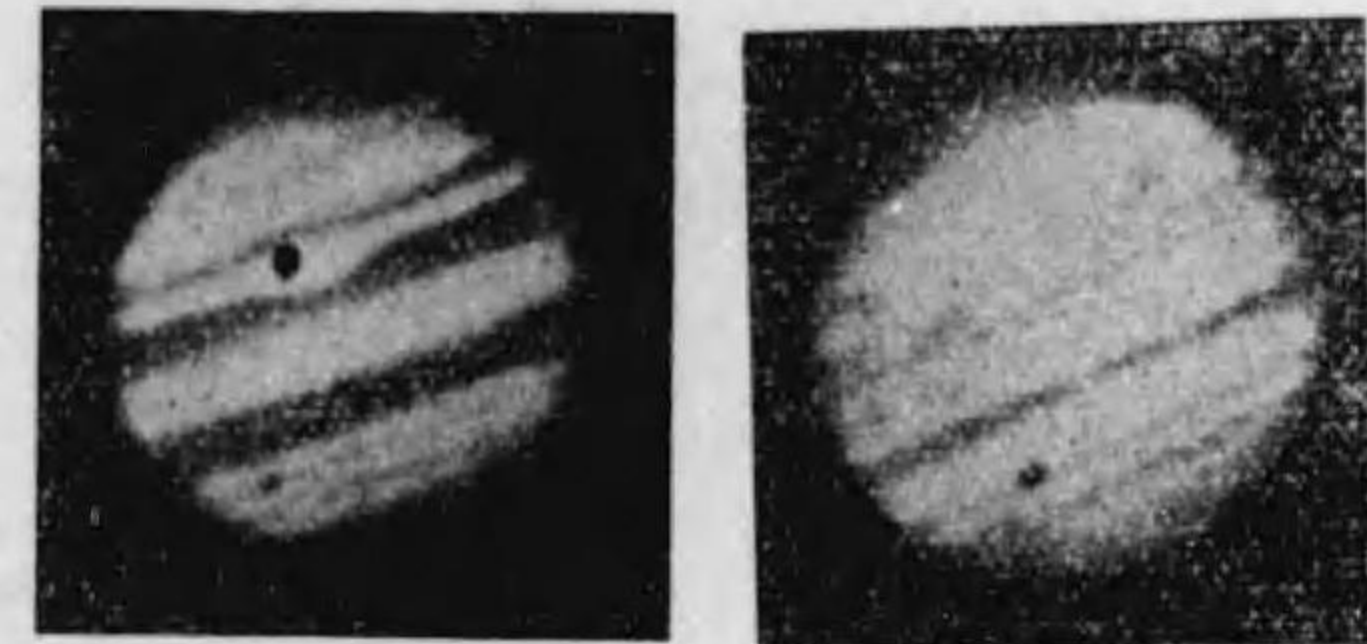


第10圖 火星の寫眞

星の大氣は地球のそれよりもずっと密度が小さい；そして酸素と水蒸氣の含有量は地球の大氣に於けるよりは低い。火星上のこの嚴酷な條件は地球上の高山の嶺に於けると同様であらうと思はれる；そして吾々の知る如く生物はそのやうな條件には適應し難い。

火星の上にも何らかの形の生物が存在する可能性はあると思はれる；併し若し存在したとしてもそれは地球上の生物と同じやうな形に發展してゐるかどうかは疑はしい。

木星は、大き及び質量に於て最大の遊星であつて、その周りには九つの月をもつてゐる。その大氣は非常に濃厚で、大部分アムモニアとメタンから成り、そして酸素は存在しない。太陽から非常に遠い結果として非常に寒い。その月が木星によつて週期的に掩蔽される事實は、



第11圖 木星の寫眞

レーマーの利用するところとなり(17世紀の終り頃)彼が光の速度の有限であることを証明し、その速度を始めて実際に測定した際に資料として役立つた。

土星も九つの月をもち、その周りは三つの環によつて取り巻かれてゐる。ホイゲンス(Huygens)が始めていゝ望遠鏡を製作し、それを使用して、それまでは土星の單に附屬物と思はれてゐたものが、實は環であることを



第12圖 土星の環

指摘したのである。それ等は48軒以下の厚さのもので、恐らく實際に16軒位の厚さのものであらうと思はれる。最大の環は277,000軒の直径をもつ。何れも土星の周りを小さな月のやうに廻轉する無数の細かい粒體から成つてゐる。土星の大氣は大部分アムモニアから成り立つてゐる。溫度は非常に低く、アムモニアの大部分は凍つてゐると思はれる。この遊星の全體の平均密度は水の0.7倍である。

天王星は古代文明の時代には知られなかつた星である；それは望遠鏡なしに見られるには餘りに微かであるからである。それが發見せられたのはウィリアム・ハーシェル卿(Sir William Herschel)が1781年自身で作つた大きな反射望遠鏡で天空を觀察してゐたときであつた。凡べて他の遊星はそれが太陽の周りを公轉するのと同じ方向へ自轉してゐるのに、この遊星は自轉の方向がそれとは逆である點に於て、太陽系中唯一獨特のものである。

海王星が發見せられたのは、天王星の發見の後その運動の中に豫期せざる變異が見出されたことが機縁となつたのである。このやうな變異が現は

れるのは、それを起す物體が何處かに存在するためでなければならぬとして、數學的に推理せられた結果として、イギリスのアダムス及びフランスのルヴェリエは互ひに獨立に天王星の位置を豫言し、その豫言に従つて發見せられたものである。始めに天王星の軌道は、太陽系に於ける既知の凡べての物體がニュートンの引力の法則に従つて互ひに引き合つてゐるとの假定の下に計算せられた。然るにかく計算せられ豫言された通路から實際觀測に依つて見出された天王星の位置が僅かばかり外れてゐたことから、一旦はこの法則の普遍性そのものに疑問が投げかけられたのである。然るに今や海王星の發見に依つてこの變異の原因は解明せられ、同時にニュートンの引力法則の普遍性に對して又一つの新しい證據が附け加へられることとなつた。

海王星の發見後も尙ほ改良された精密な觀測は、天王星がその豫言された軌道から實際には少しばかり外れて現はれて來ることを示した。パーンツァ・ローウェルはその變異を研究し、そして海王星から更に外にある一つの遊星がそれを惹起するのであらうと言ふ事を豫言した。彼は北米アリゾナ州にローウェル天文臺を建てこの遊星の探究並びにその他の天文學的

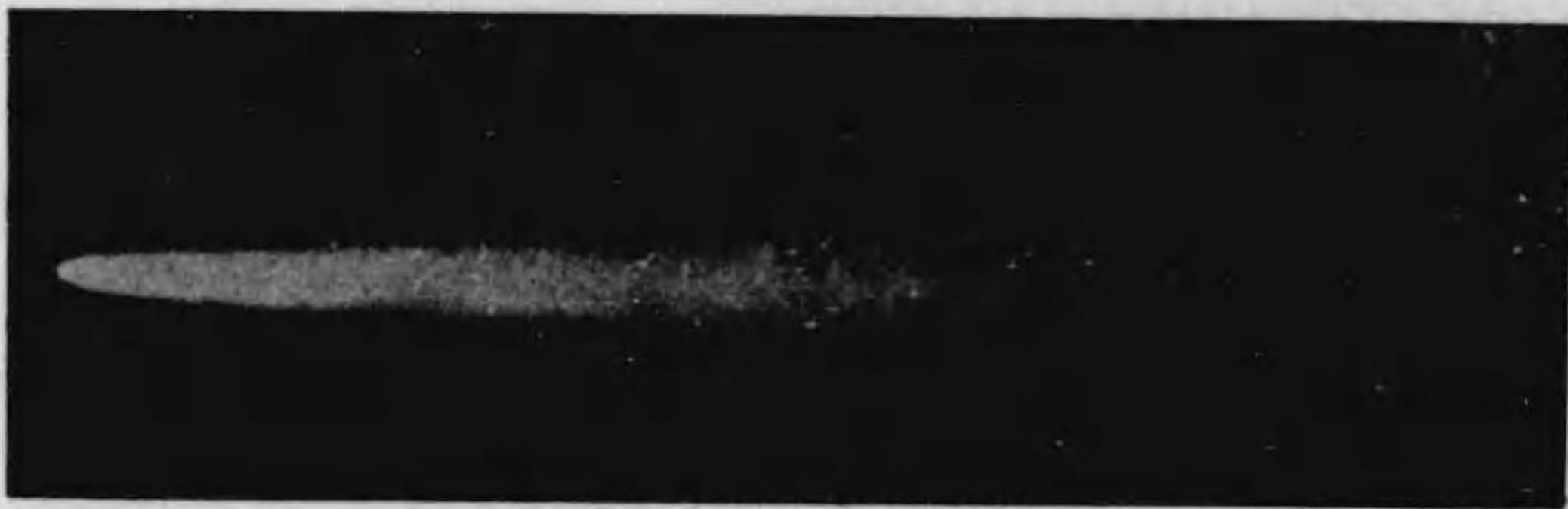


第13圖 1930年3月4日の冥王星(その前後の位置をも併せ示す)

研究のためにそれを當てた。かくして遊星プルートー（冥王星）がローウェル自身の死後数年経つた1930年にローウェル天文臺に依つて発見せられた。冥王星の軌道が地球の軌道に對して餘りに大きな傾斜 ($i=17^\circ$) をもつてゐるため科學者はそれが眞の遊星であるか否かを疑つた。又その餘りに小さな直徑も一つの驚異であつた。併し今日ではそれが太陽の家族の一員たる遊星であることは凡べての人々に依つて承認せられてゐる。冥王星の軌道の偏心率 ($e=0.248$) は冥王星をして時に海王星よりも太陽へ近づかしめることがある程に大きい。併し軌道面の傾斜が大きいことのためにこの二つの遊星は餘り近く互ひに接近することから妨げられてゐる。

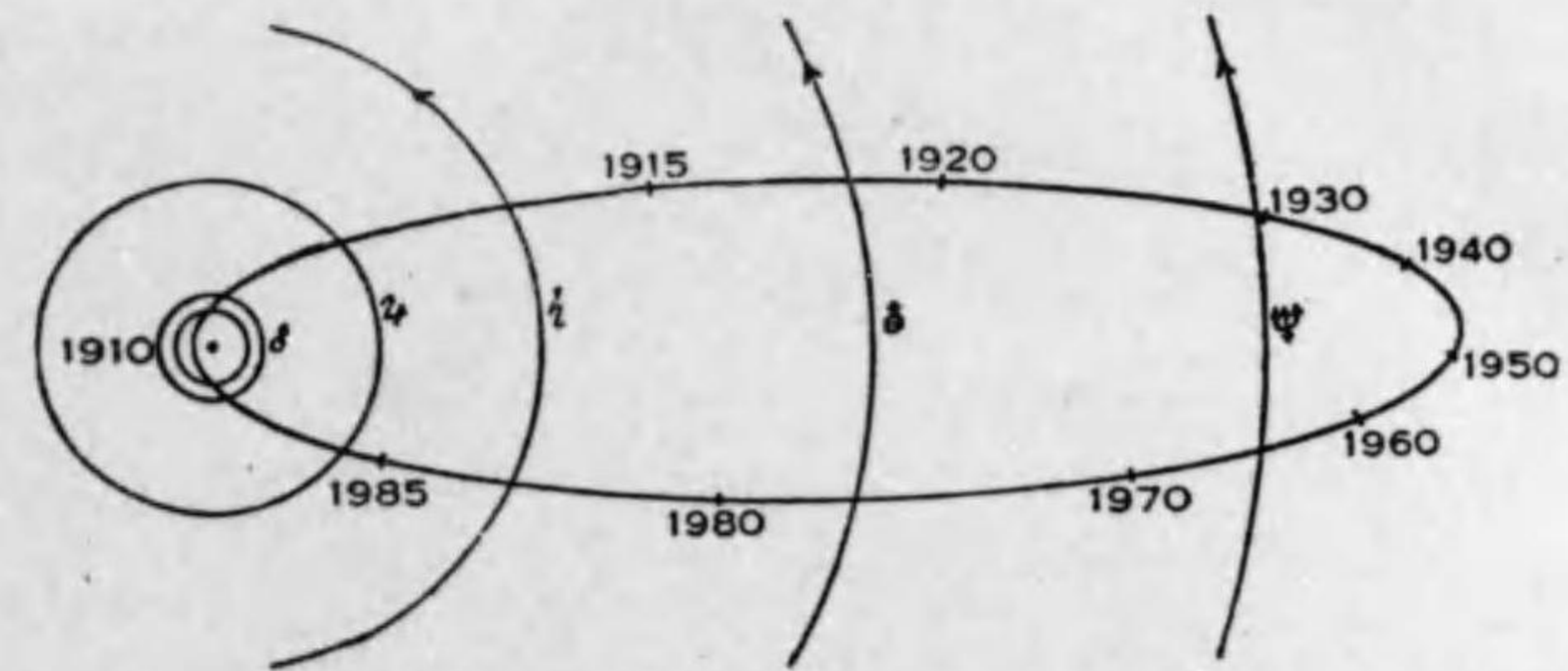
遊星以外の太陽系成員

小惑星（時として小遊星ともアステロイドとも呼ばれる）と言ふのは、大部分火星の軌道と木星の軌道との間に於て多くの纏れ合つた橢圓形の軌道を描いて太陽の周りを廻轉してゐる小さな遊星の類である。今日迄に知られてゐるその數は1200以上もある。それらの直徑は1軒位から約800軒位迄も變化してゐる。彗星も亦、太陽系に屬するその成員であつて、遊星と



第14圖 1910年5月15日のハレー彗星

同じく橢圓形の軌道を描いて太陽の周りを走つてゐるものである。これ等の軌道は屢々非常に扁平で、そして地球の軌道面に對し大きな角をなして傾いてゐる。彗星は普通には望遠鏡の助けなしには見えないほど餘りに



第15圖 ハレー彗星の軌道

微かであるが、見えるときは多くぼやけた乳白色の光の斑點として現はれる。平均の大きさは木星の夫れほどもあるが、併し平均の質量は地球の質量の1/1,000,000以下である。従つてその密度は非常に小さい。彗星が太陽の近くで尾を發展させる場合には、その尾は常に太陽に反する方向に向つてゐる；それは光の壓力が彗星から小さな粒子を押し出すことに起因するのである。

隕星は屢々また「流れ星」とも稱へられる。それ等は地球の大氣の中へはいつて來た文字通り塵のやうな粒であつて、その速度は1秒10軒位から80軒位の間様々である。24時間毎に地球の大氣中へやつて來るそのやうな粒の數は、約100億個と言はれる。併しそれ等は1日約20ポンドを地球の質量へ加へるのみである。大氣は吾々にとつてこれ等の隕星の爆撃に對する保護者である。

時々、大きな隕星は燃え盡きる前に地球の表面に落下することがある。落下した隕星は隕石と稱せられる。地球は一年平均10回このやうな隕星の衝擊を受けてゐる。その中の一種は珪酸質の物質から組成せられ、「石質隕石」と呼ばれる。今一つの種類は遊離の鐵とニッケルとから組成せられてゐる。北米アリゾナ州の隕石の凹みは直徑約1.6軒で、例外的に大きな隕石の證跡であるが、それは先史時代の間に落下し、地中に埋没したものと

考へられてゐる。
 1933年多分隕石と思はれる物體がシベリアに於て地球に打つ突かつた。そして直徑10米から50米に到る多數の凹みに依つて地面に作られ周囲數軒迄の間の樹木は悉く撫ぎ倒された。



石 隕 第15圖

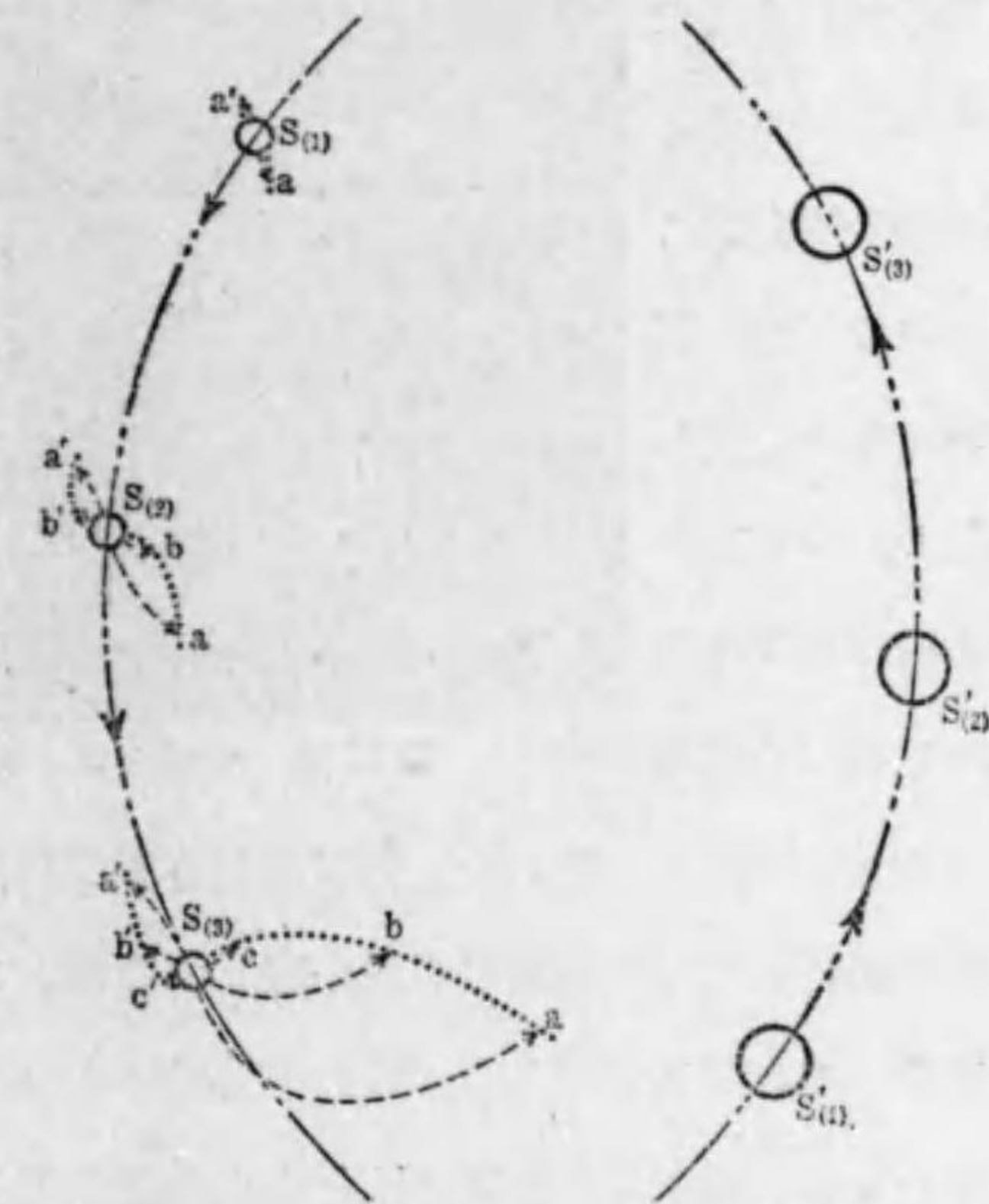
太陽系の起原

太陽系は秩序正しさと規律正しさを以て著しい特徴とする。凡べての

遊星は太陽が自轉しつゝあると同じ方向に於て太陽の周りを廻轉し、そして唯一の例外があるのみで全部の遊星はこれと同じ方向に自轉しつゝある。少數の例外を除けば月は悉くその屬する遊星の周りをこれと同じ方向に公轉し、そしてそれ等の軌道は凡べて殆んど同じ平面内にある。

太陽系の起原に關する一つの學說である星雲説は18世紀の終りに有名な數理天文學者ラプラスに依つて示唆せられたものであつた。ラプラスの名聲はこの學說にも當然以上の名聲を與へた；そしてそれは一世紀以上の間指導的な理論となつて來た。カントが提出した學說もラプラスのものと略ぼ同巧異曲であつた。併し乍ら、その後發見せられた若干の事實はこれ等の學說では説明せられることが出来なかつた。その中の若干を挙げると、天王星の逆方向の自轉、太陽が比較的遅い自轉速度をもつてゐる事實、火星の周りを廻つてゐるフォースと言ふ月や土星の周りの内側の環が急速に廻轉してゐる事實、それに最近の氣體運動論の示す結論等である。

正しい科學的思考は關聯する既知の事實を全部説明するやうな學說を要求する。一つの學說がこの要求を満さなくなつたならば、吾々はそれを更正しなければならぬ；でなければこの標準を満足させるやうなも



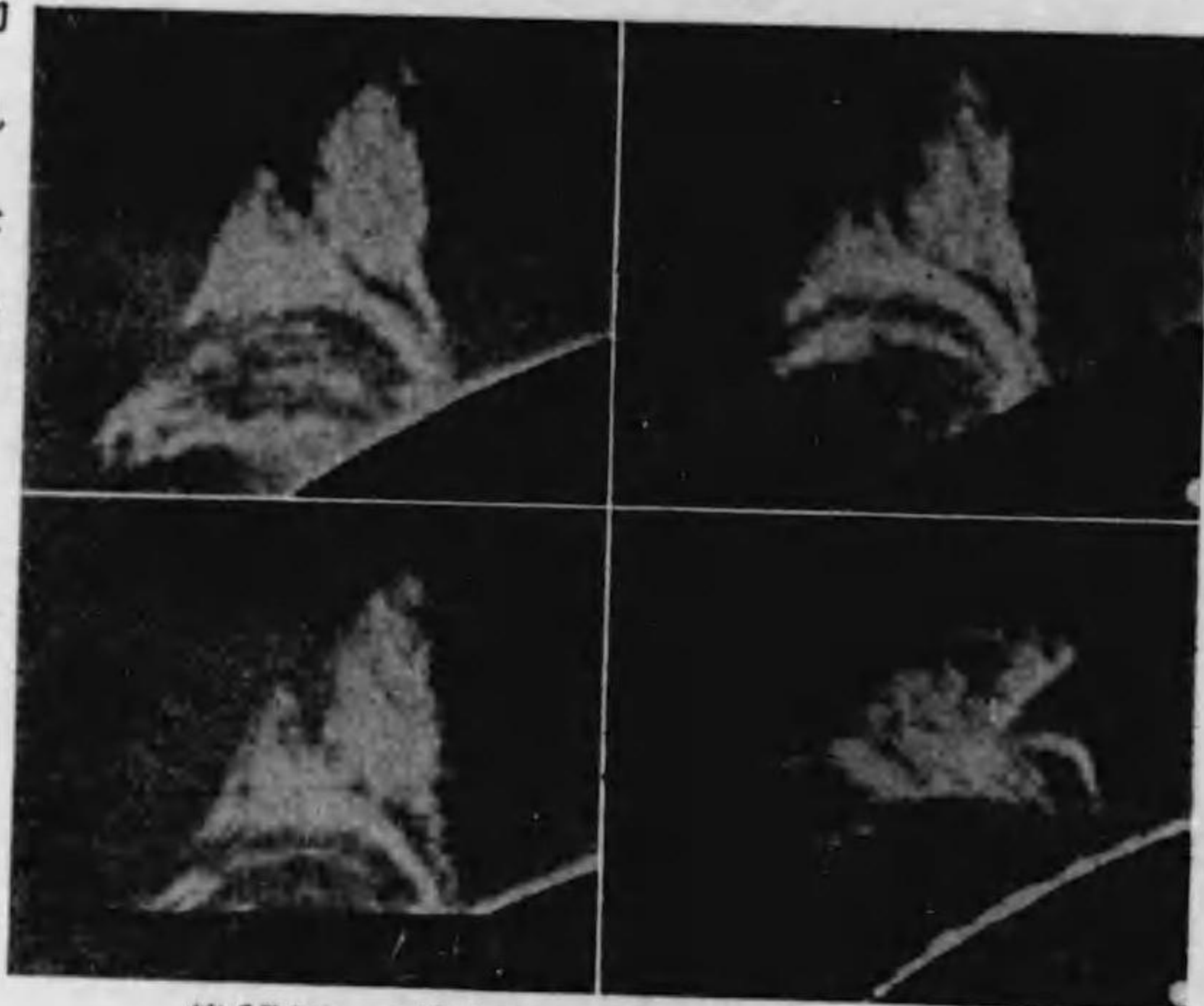
第16圖 微惑星説に依つて太陽系の起原を説明する圖

つとよい新しい學説を考へ出さなければならぬ。今世紀の始めにムートンとチェンバーレンに依つて太陽系の起原に關し創案せられた微惑星説(微遊星説)は、尙ほ凡べての細點に亘つて充分完全なものとは言へないが、併しこの學説並びにそれに親近な他の學説は今日吾々が太陽系の起原に就て持つ最善の説明であると思はれる。吾々は少くとももつとよくもつと適合した學説が提出される迄は、それを受け容れてゐてよい。

微惑星説は、嘗つて二つの星が互ひに非常に接近し、そのために互ひに巨大な潮汐現象を引き起したに違ひないと云ふ假定を基にしたものである。この潮汐物

質の若干はそれ等の星から完全に千切れ去つたものと考へる。

兩星の運動はこの潮汐に横の運動を與へ、そしてそれが星の中に再び落下する



第17圖 太陽表面から噴出せる紅焰の寫眞

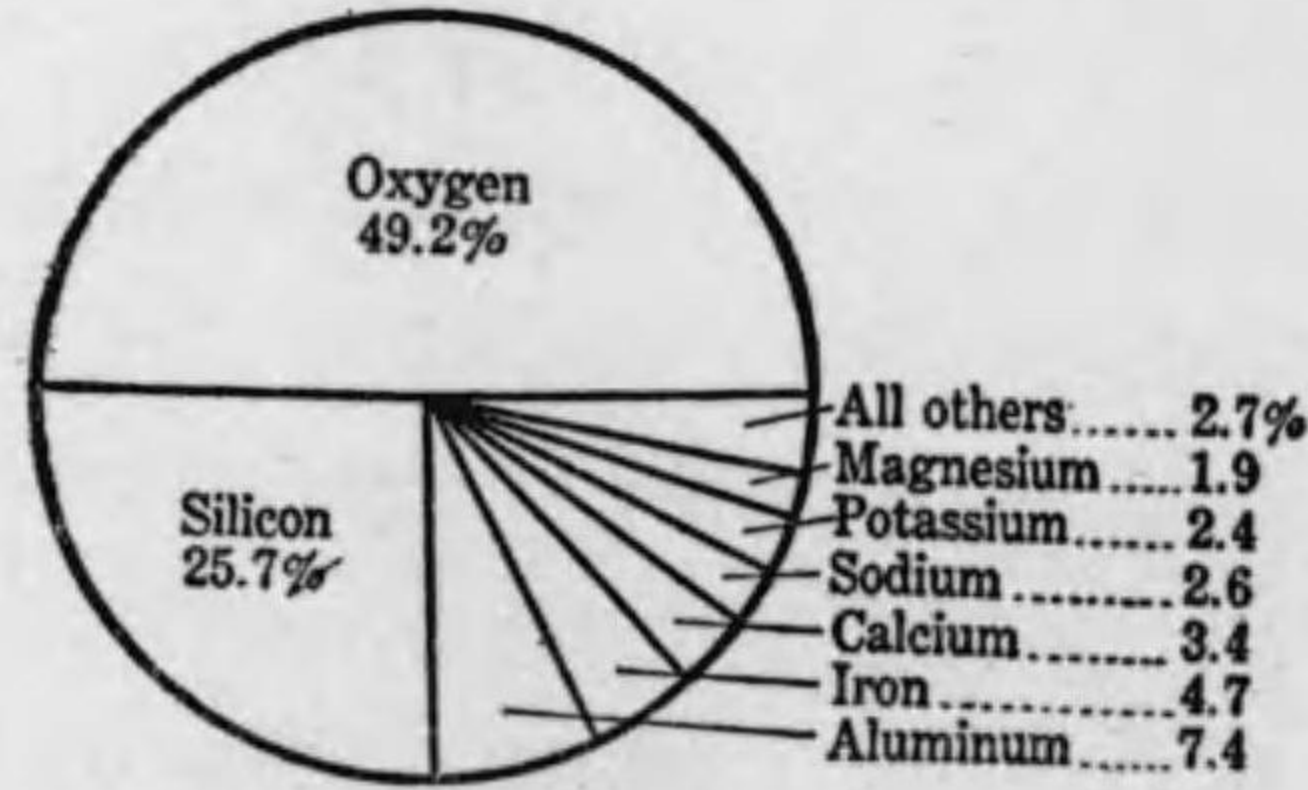
のを妨げるに足るだけの遠心力を與へた。兩星が再び互ひに遠のいたとき、各々はその周りに廻轉してゐる微惑星の群を残してゐた。これらの微惑星は相互の衝突に依つて遊星に成長した。星の自轉はこの微惑星の衝突から起因したものであつた。屢々大きな微惑星と小さな微惑星とが互ひに接近し來り、しかも實際に衝突しないこともあつた。その時は小さい方の微惑星は捕へられ、そして大きな方の微惑星の衛星即ち月となつた。

その他にも種々の學説が提出されたが、何れも二つの星の異常な接近が太陽系生成の過程を發足させたと云ふ假定を基礎としてゐる。

第2章 地球の構成

地 殻

地球の外層を地殻と云ふ。地殻はその厚さ略ぼ60軒である。92の化学元素の中僅か8個の元素で地殻の97.3%が構成せられてゐる。その8元素並びにそれが占める割合は次の如くである。



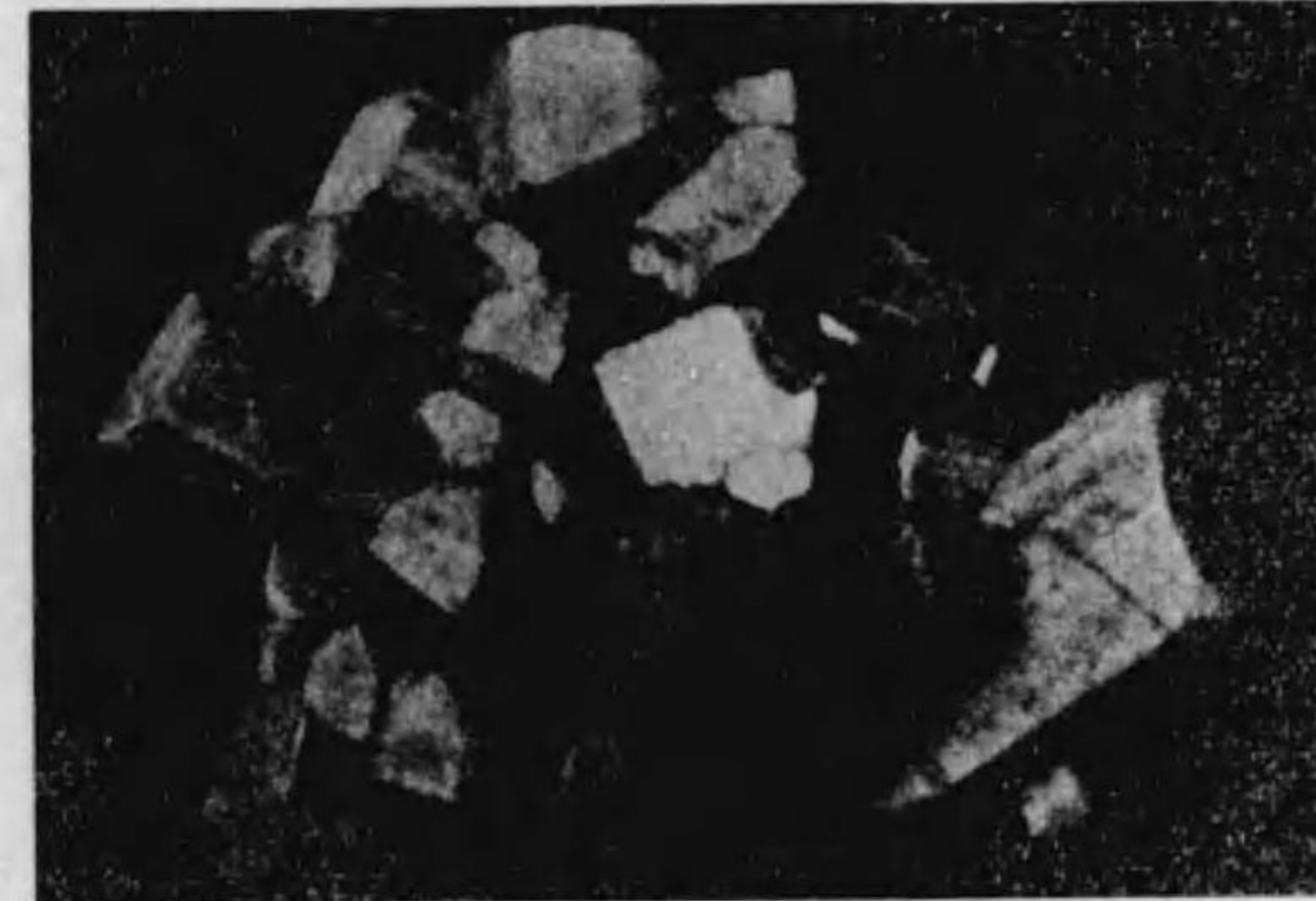
第18圖 地殻を構成する主要なる元素の割合

酸 素	49.2%
珪 素	25.7%
アルミニウム	7.4%
鐵	4.7%
カルシウム	3.4%
ソヂウム	2.6%
ポタシウム	2.4%
マグネシウム	1.9%
其 他 の 元 素	2.7%

これ等の元素は、先づ互ひに結合して特有の化学的組成をもち、普通に結晶形を呈する**礦物**を形作る。結晶性物質を構成する各の化学的要素(原子)はその中に於て直線形から成る一定の型に従つて配列せられる。これを結晶格子と云ふ。この配列の型に従つて結晶は六つの異つた系即ち結晶系

に分たれる。地球上に見出される最も重要な**礦物**の種類は次の如くである。

長石類；これは地殻を構成する**礦物**の60%を含む大きな一群である。この類の**礦物**は珪酸鹽類として知られ、ポタシウム、ソヂウム、カルシウム、アルミニウム、珪素及び酸素を含む。この種の**礦物**は普通に明るい色調を呈し、それ等が構成する岩石は崩壊すれば結局は粘土となるものである。



第19圖 加里長石の結晶



第20圖 曹達長石の結晶

輝石類及び角閃

石類；この二種類は地殻を構成する**礦物**の17%を含む。化学的には鐵、マグネシウム、カルシウム、及び時としてアルミニウムの珪酸鹽類である。色彩は一般に暗い。この類の中硬玉は経済的に重要なものである。



第21圖 輝石の結晶

石英類；これは地殻を構成する**礦物**の12%を占める。珪素の酸化物で殆

んど凡べての種類^の岩石中に発見せられる。この類^の鑛物は固くて、硝子様の外見をもつ。紫外線研究用の光學器械はこの類^の鑛物が缺く可からざるものである。水晶、紫水晶、煙水晶、薔薇水晶及び瑪瑙、オパール(蛋白石)等の種類がある。

雲母; これは地殻を構成する鑛物の4%を含む。ポタシウム、鐵若くはマグネシウムとアルミニウムとの珪酸鹽類である。これ等は常に美しい薄い彈性のある薄片に裂開する。



第22圖 白雲母の結晶

方解石; これは前に述べたものほど多量に存在しないが重要な鑛物である。それは化學的には炭酸カルシウムで、凡べての石灰岩中に見出される。金屬鑛石とは金屬をそれから抽出し得るやうな鑛物を云ふのである。鑛物は單獨に若くは數種が一定の組織を以て集合して岩石を構成する。岩石には三つの一般的な型がある。即ち、火成岩、水成岩、及び變成岩で



第23圖 方解石; 天然の結晶状態(左)及び劈開片(右)

ある。火成岩は又貫入火成岩と迸出火成岩とに分たれる。花崗岩は貫入火成岩の一例で、熔岩は迸出火成岩の一例である。これ等は何れも地殻の下に熔融状態に於て存在してゐる岩漿が地表近く若くは地表へ噴出したものから生成せられたものである。



泥板岩(頁岩)、砂岩、及び石灰岩は水成岩の

第24圖 花崗岩; 左方の部分は普通の結晶状態であるが、右方の部分では各成分鑛物の結晶が大きく成長してゐる。Quartz 燐水晶; Orthoclase, 正長石; Albite, 曹長石; Mica, 雲母

例である。これ等は岩石の破碎した細屑が水中に沈積することによつて生成せられるもので、従つて層狀構造を呈するのが特徴である。大理石及び粘板岩は變成岩の例である。岩石の變成作用とは、既成の岩石が地殻の變動又は岩漿の噴出のために強壓と高熱とを受ける結果として起るものである。この變成作用を受けた岩石を變成岩と云ふ。金屬鑛石の沈積は變成岩の内部若くは、その附近に見られることが最も多い。

地球の物理學的性質

地殻を構成せる岩石は一般に熱の不良導熱である; それ故約6米以下の深層では温度は常に一定である。たゞ深さの増加と共に温度は高まり、その平均の上昇率は約35米毎に1°Cである。この増加率は地殻の部分を超へた下方ではもつと緩慢であると思はれる; それで地球中心の温度は2700°Cから3300°Cの中間位であらうと考へられてゐる。

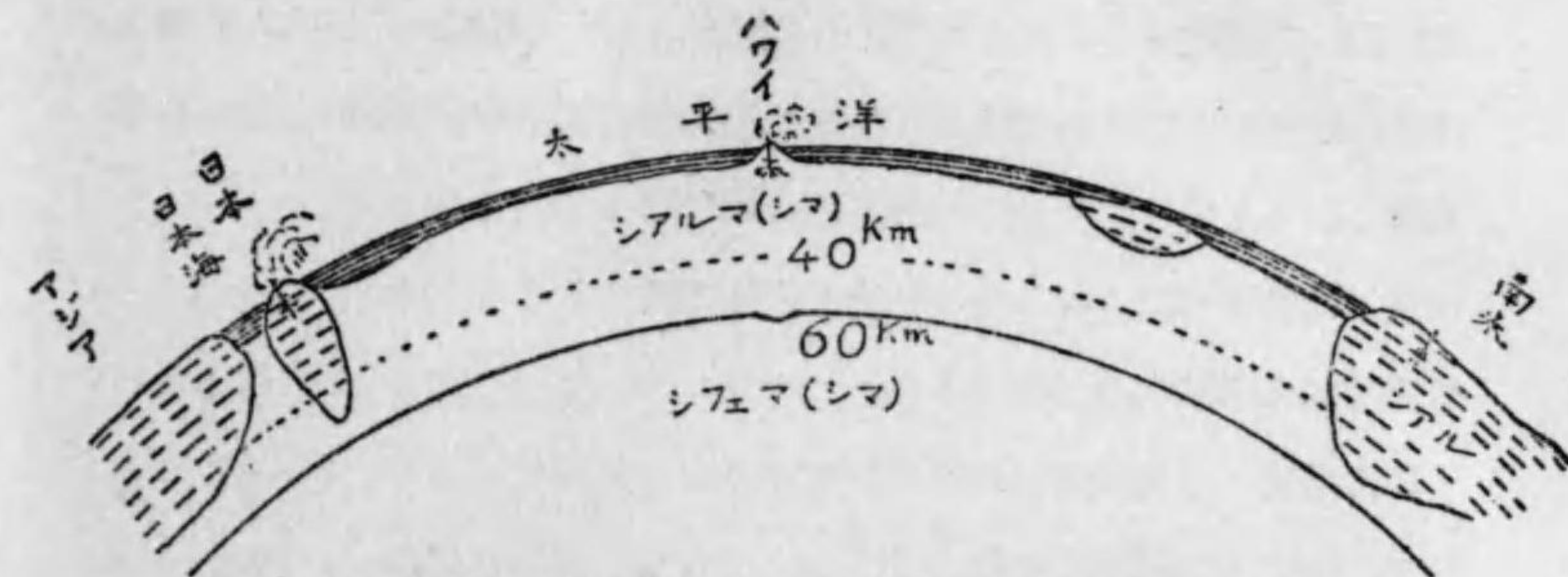
地球表面の岩石の平均密度は水の2.7倍で、地球全躰の平均密度は5.5倍

である；それ故地球の中心に於ける密度は7倍から10倍の間でなければならぬ。これは地球の内核に於ける物質が鐵及びニッケルのそれに等しい密度に迄壓縮されてゐることを示す。地殻に於ける壓は10杆で既に2,700氣壓、20杆で5,400氣壓、そして50杆では13,500氣壓である。地球の中心に於ける壓は2,900,000氣壓と云ふ想像も及ばぬものであらうと考へられてゐる。

地球内部の構造及び作用

現在海洋は地球の表面の70.8%を掩ふてゐる。この面積は陸地が斷えず削磨せられ、太洋の底がそれから由來した沈積物をもつて絶えず掩ひ被せられつゝあるので、不斷に變つてゐる。この過程が進むと海洋の底は遂に非常な重さに達する；そこで地殻均衡を維持するための調節作用が起らざるを得なくなる；そしてその結果陸地の區域は上昇し、海からその面積を取り戻すと共に、海洋の底はより低くなつて落着くのである。この調節作用の間に内壓が地殻内部に發生し、そして海岸線に平行した區域に屈曲が起つて來る。

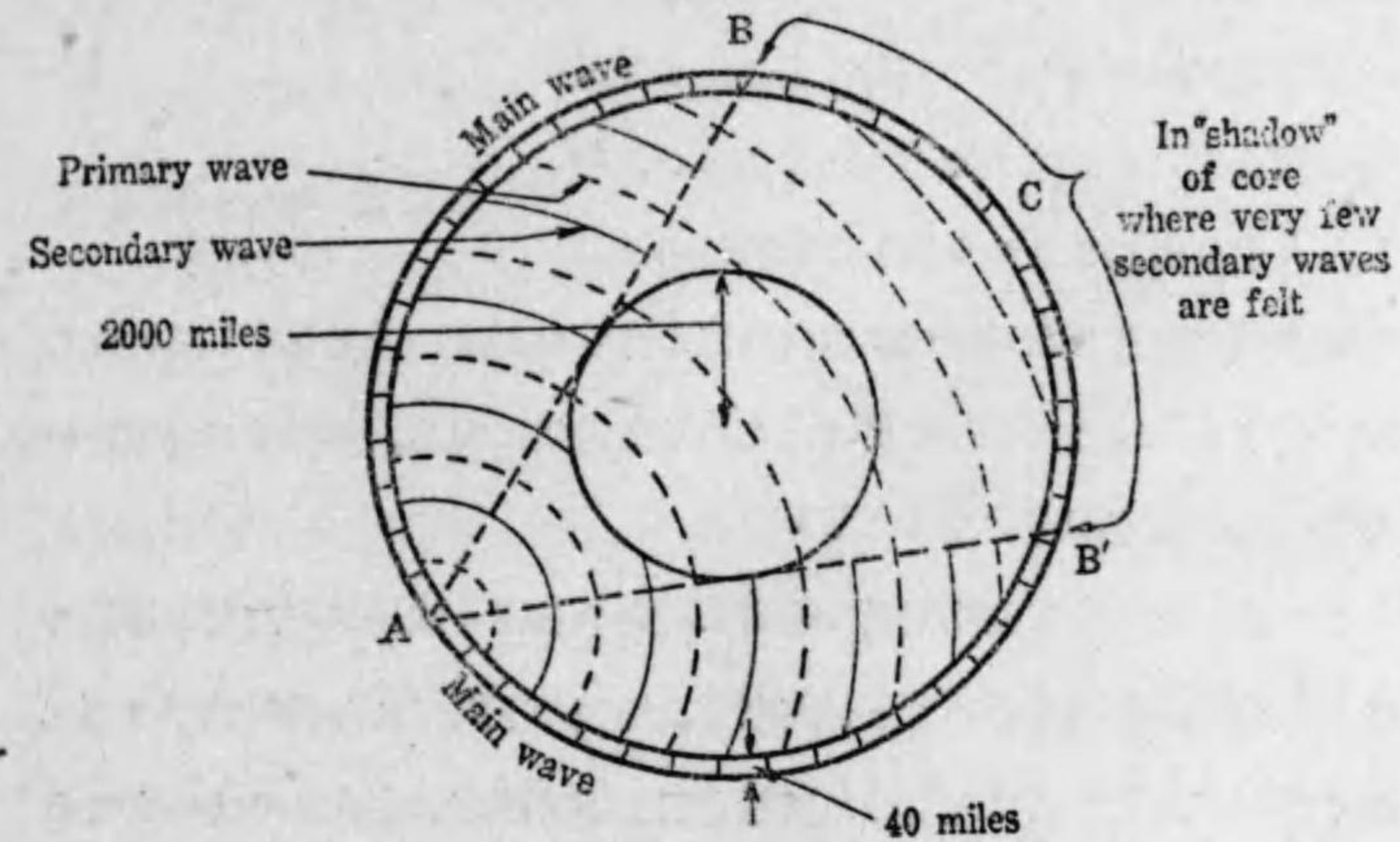
このやうに地殻の均衡が絶えず調節作用を受けて維持せられるものとなれば地球表面から或る深さに到る迄を一つの層としてとつて見るとその何れの部分も相等しい重量をもち互ひに釣合つてゐるものと考へられなければならぬ。これは地球表面の重力測定からも推論せられることであつて、ヒマラヤ山のやうな高い山岳の上でも低い平野の上でも又海面上でも重力の價には大なる偏差がないのである。これは山岳區域では一見物質が堆積してゐるからそれだけ大なる引力を及ぼし、海面では物質が缺如してゐるからそれだけ引力が小であらうと考へられる普通の想像を裏切る事實である。この事を説明するために大陸は比重小なる岩石から成り海洋の底部は比重大なる岩石から成つてゐて、両者は更に比重大なる物質の上に浮泛し



第25圖 太平洋區域を横斷した想像圖 (地殻の構造を示す)

てゐるものと考へられてゐる。大陸を構成する岩石と海洋底を構成する岩石とを比較してみるとこの考へが正しいことが證明せられる。岩石を構成する主要なる成分に依つて大陸を構成する層をシアル層、海洋底を構成する層をシマ層と名づけてゐる。地殻並びに地球内部の構造は地震波の傳播せられる狀況からも推測せられる。

地震は地殻均衡を維持するための調節作用が起る際に地殻深處の岩漿が移動することが主要な原因となつて起る現象と考へられる。その衝撃は地震



第26圖 地球の内部構造と地震波傳播の狀況を示す

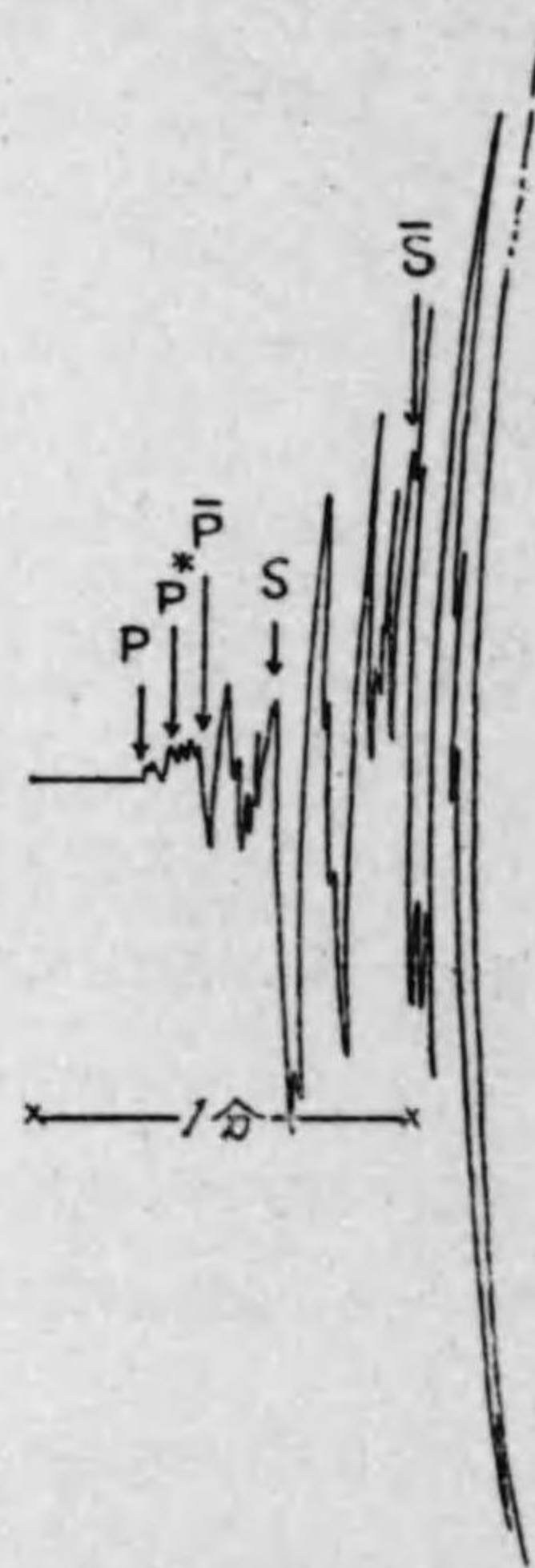
計に依つて記録せられる。地震計から衝撃の起つた場處への方向と距離とはそれが作る記録から判断せられることが出来る。衝撃は波動となつて傳播せられるもので、これを地震波と云ふ、地震波には數種ある。併しその中最も普通で且つ重要なものは次の三種である。

1. 主動波 これは地殻の中のみを傳はるので、横波及び縦波を含む。
2. 第一次波 縦波で地球内部の凡べての層を通して傳はる。
3. 第二次波 横波で内核を除いた地球の凡べての部分を通して傳はる。

以上三種の波の中第2及び第3は地球の内部を通じて來るために却つて表面を傳はつて來る主動波よりは先に到達し所謂初期微動を形成する。そして地表に沿ふて來る主動波は地震の主要部分として地震計に現れ、また被害を齎らすこと最も大なるものであるが、むしろ大きな振幅をもつた緩かな震動である。

地球内部に傳播した地震波は地球内部の各層の表面に於て反射して地表に現はれ來り、地表に依つて反射せられて又内部に向ふ。それ故に地震動は非常に複雑なる構造をもつこととなる。

これ等の波、特に初期微動の精密な研究から吾々は地球の内部の構造や性質に就ての知識を得ることが出来る。地殻の下限である60軒並びに更に深く2900軒のところに地震波の反射を起す不連続面が存在するものとせられてゐる。そして第二の不連続面から内部は第2次波即ち横波を殆んど通

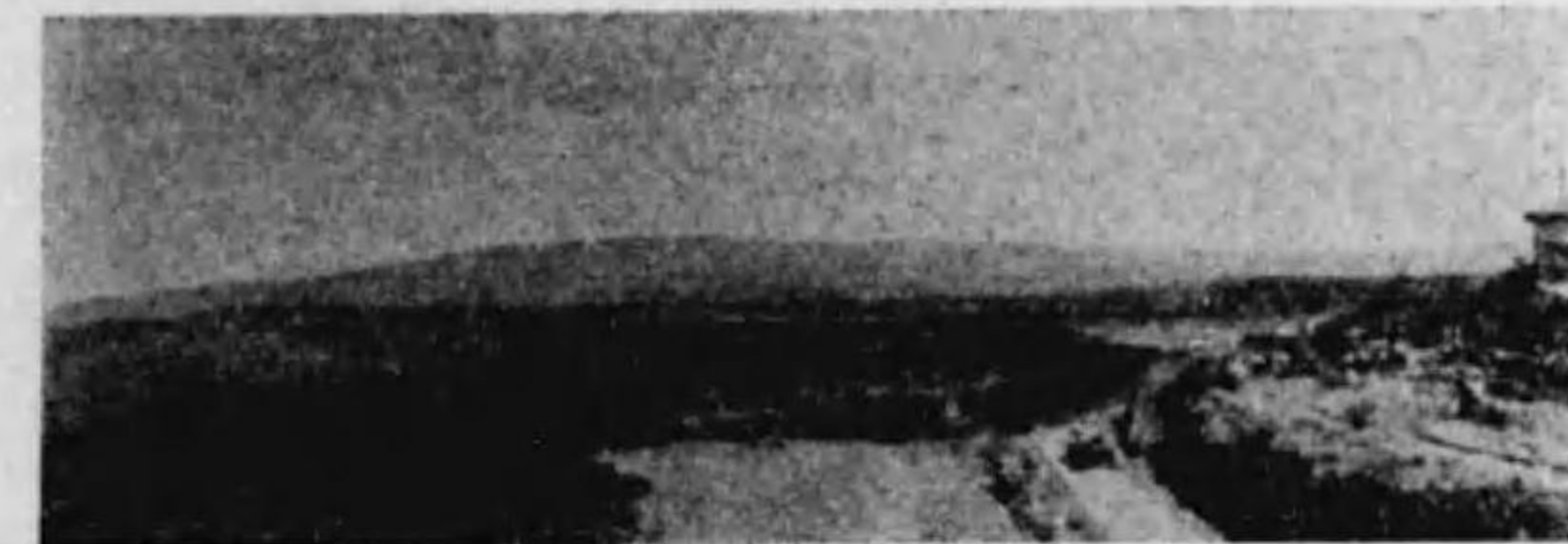


第27圖 地震波初期微動部の構成

過させないからこの部分は液狀の性質をもつたものと考へられる。即ち鐵及びニッケルの中間の比重をもち液狀性質をもつた半径3000軒餘の内核が地球の中心に存在すると想像せられる所以である。

火山は普通に地震地帯及び若い山脈地帯の近くにこれに沿ふて起る。火山には二つの型が區別せられる。穩和型火山は大きな比重と低い熔融點をもつた暗い熔岩が自由に流動し、低い圓錐をもつものを特徴とする。その熔岩は珪酸の少い鹽基性岩石となる。ハワイ島はこ型の例であり、伊豆大島もこれに近い。

爆發型火山は明るい色の熔岩を噴出する；熔岩は



第28圖 穩和型火山の一例；ハワイ群島キラウエヤ火山

比重小さく熔融點高く、從つて速く冷却するが故に峻しい形の圓錐を作る。その熔岩から出來る岩石は酸性岩石と呼ばれる。この型の火山の例はヴェスヴィアス山、富士山の如きがそれである。

地殻均衡を維持するための地球内部の作用が地表に地震並びに火山活動となつて現はれて來ると共に、他方廣汎且つ緩漫な陸地の隆起作用は造山力としてはたつき、大規模な山脈の形成を惹き起して來る。これ等の大規模な山脈は地史學上單向斜（地向斜）と呼ばれる大陸の邊緣に沿ふた地帯に主として造られるものである。單向斜とはもと陸地から侵蝕作用の結果として運ばれて來た沈降物が堆積しその重みのために帶狀の深い凹みを生じて



第29圖 爆發型火山の一例；ニュージーランドのガラッホー火山

る地帯である。かゝる地帯が徐々に隆起すると共にその水成岩層に複雑な褶曲を起し多くは弧状の山脈となる。故にこの種の山脈は褶曲山脈と名づけられる。かゝる大規模の褶曲作用は地殻均衡の調節作用とは區別せられ、その原因はむしろ地球内部に於ける熱の堆積に依る膨脹に歸せらるべきであるとの想像説すら唱へられてゐる。地球内部の熱に就ては後に述べる。かゝる大規模な造山作用は地史學の示す所に依れば過去に於て週期的に行はれ、現在地球上の大山脈として認められるヒマラヤ、アルプス、ロッキー、アンデス等は何れも最近の週期に於て形成せられたこの種の山脈である。

地球の年齢及び地球の熱

地球が出来てから丁度幾何の年齢を経たか、それは誰しも知らないところであり、それを知る方法は今日のところ見出されて居らない。それ故吾々は地殻の年齢の最小評價をなすべき凡ゆる可能なる方法を手當り次第試みるより外に仕方がない。過去に於て試みられた一つの方法は任意にとられた一部分の海水の測定から海洋中の鹽類の全量を決定し、それを河川によつて毎年海洋中に運び込まれる鹽類の量で割る方法である。その商 360,000,000 は地球の眞の年齢に略ぼ近い値であると考へられた。併しこの計算には幾多の不確定な因子が含まれてゐることが知られる；そして現在多くの人々は地球の年齢は實際にはこの數字よりも數倍大であると信じてゐる。

第二の方法は、河水が海洋の底に沈積物を積み上げる速度を測定し、これに依つて地球の歴史時代の間積み上げられたと考へられてゐる水成岩全層の厚みを割る方法である。これは地球の年齢の最小評價として500,000,000年を與へる。この方法の基礎にも不確實な點があり、多くの人々は地

球の實際の年齢はこれよりも數倍大きいと信じてゐる。

處が、こゝに元素の放射能に基礎を置く最も正確な方法が、最近に到つて發見せられた。既知の最も重い元素であるウラニウムは非常に徐々にであるが絶えず崩壊して遂には悉く鉛になつてしまふ。その過程は1千萬年の間に最初のウラニウム原子の1/637が崩壊して鉛の原子になる速さを以て行はれる。そこでウラニウムと鉛とを含む凡ゆる種類の火成岩を探し出し、その各の百分率を決定し、鉛の含有率の最も大きいものから、最も古い火成岩が最初ウラニウムのみを含んで噴出してからどれだけの年數が経つたかを知ることが出来る。それは地球年齢の最小評價を與へるものと考へられて宜しい。科學者はかくして地球は少くとも約20億年の古さをもつと考へるのが最も確らしいと云ふことを結論した。

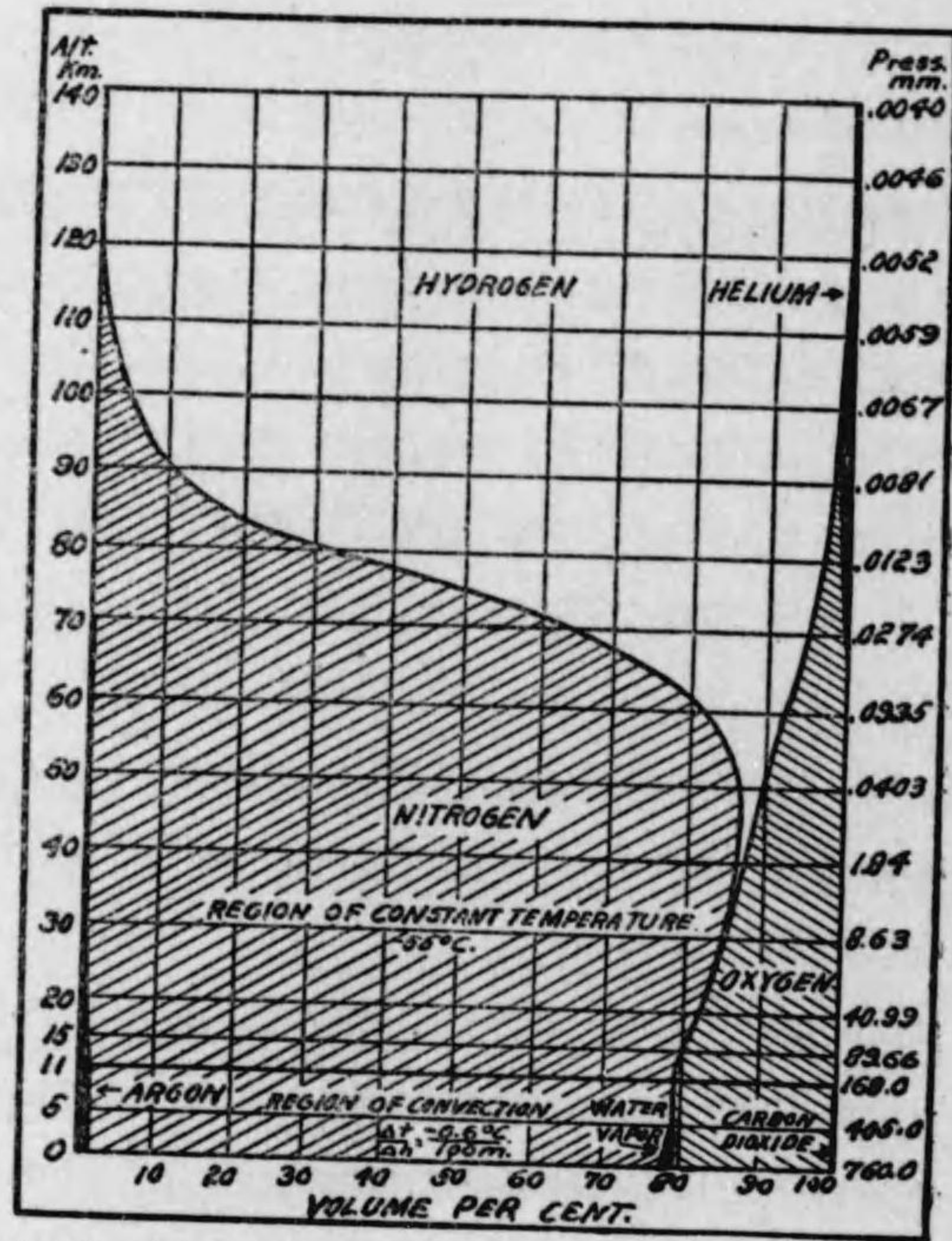
岩石中に含まれる放射性物質は地球内部の熱並びに温度と重大な關係がある。従來地球は冷却しつゝあるものと考へられてゐたが、放射性物質は崩壊に依つて熱を發生するものであるから、地球が輻射に依つて日夜失ふ熱の量をこれ等の物質から發生する熱の量で丁度補ふかまたはそれ以上の熱が出ることになれば地球は冷却しないばかりでなく、却つて温まるわけである。所で近時の研究に依れば地表に近い岩石は1立方メートルに約13毫のラヂウムを含んでをり、深い岩石には比較的少いがそれでも多少含まれてゐるから、假りに地球内部に全然放射性物質が含まれてゐないとしても、地球を少くとも冷却させないために充分なだけの發熱は保證せられてゐるものと考へられてゐる。

以上述べたところを要するに、先づ地球の外層たる地殻はシアル帯及びシマ帯の二層から成る岩石の層であるから、この部分はまた岩石圈とも稱せられる。そして地球の中心は地球の半径の約半分をその半径とする内核に依つて占められ、その密度は7.5—8.8で鐵とニッケルとの中間に位し、

主としてこの兩種の元素から構成せられてゐるものとも考へられてゐる。従つて又ニフェ帯の名がある。尙ほこの帯とシマ帯との中間には平均密度4.1—7.4のクロフェシマ帯なる中間の層が存在し、主として重金属、クロム、鐵等を含むものと考へられてゐる。そしてこの内部の二帯は合せて**重密圈**と稱せられることがある。かく地球の構成は比重の順位に従つて一定の層狀構造を呈するものであるから、地殻表面を掩ふ水の層及び更にその上を掩ふ大氣の層も又地球の構成部分と認められなければならぬ。かくて前者は**水圈**、後者は**大氣圈**と稱せられてゐる。

大氣圈

吾々はその中に住んでゐるこの大氣圈は種々なる意味に於て吾々の生命の維持のために非常に必要なものである。若し地球の質量がもつと小さくその脱出の限界速度がもつと低かつたな



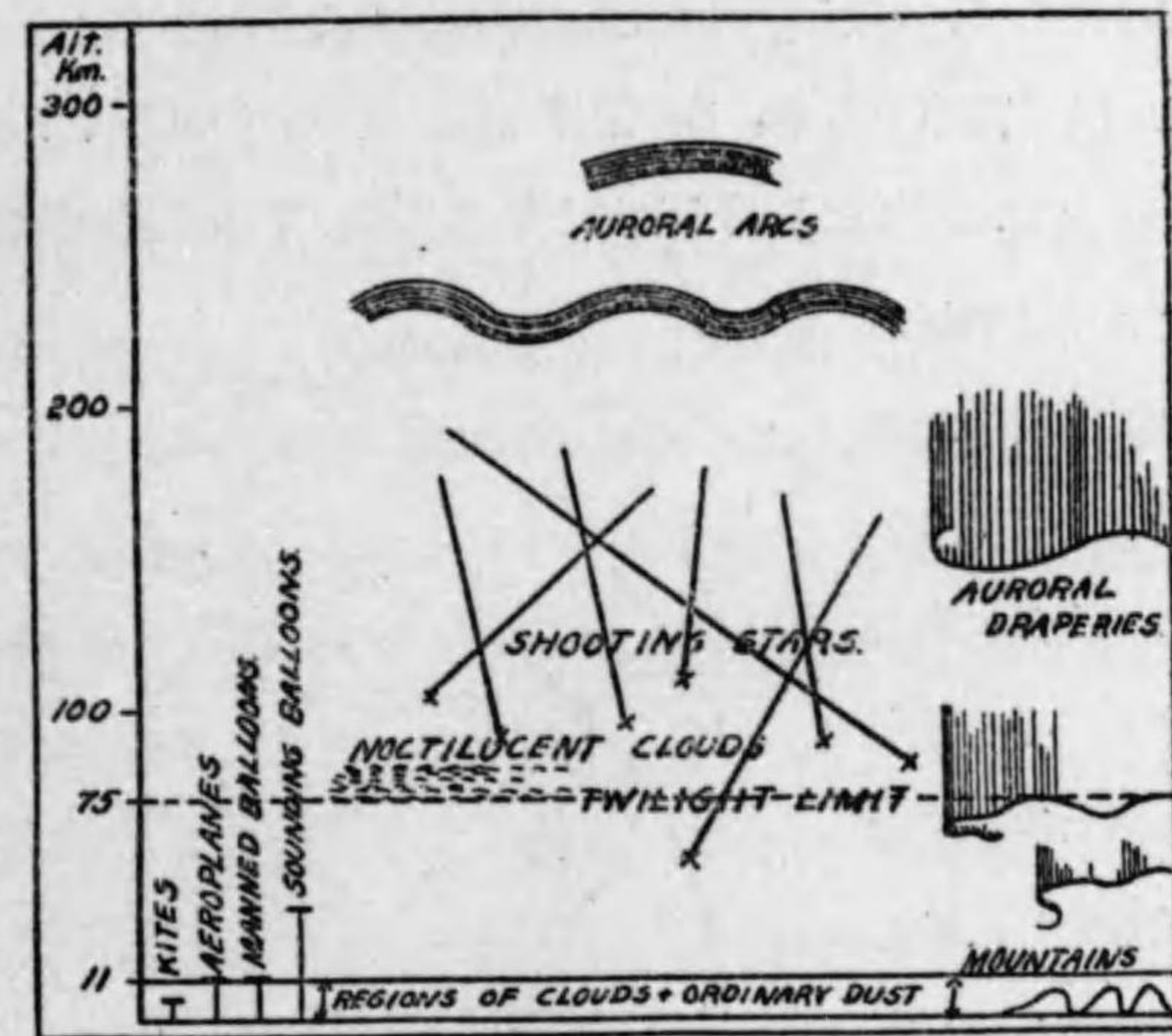
第20圖 大氣の組成と高さとの關係を示す

らば、吾々はこんなに濃密な大氣をもつことは出来なかつただらうと思はれる。大氣の全重量は約 5.6×10^{21} と計算せられてゐる。その組成は大氣の底部に於ては窒素と酸素とを主とするが、上層に於ては水素及びヘリウムがその割合を増して來るに反し、酸素と窒素とは漸次割合を減じ、遂に前二者のみとなる。下層部に於けるその組成は次の如くである。

窒素	20.99% (容積)
酸素	20.99% (容積)
アルゴン	0.93% (容積)
炭酸瓦斯	0.03% (容積)
水素及び稀瓦斯	0.02% (容積)

大氣の最小限の厚さは、黄昏の繼續時間、隕星が發光する高さ、オーロラの出現する高さ等から測定せられてゐる。最後の方法は最も大きな數字

を出し、少くとも960餘軒の高さまで大氣が擴つてゐることを示してゐる。併し大氣の最高の限界なるものは實際には存在せず、漸次稀薄化して真空に移行するものと考へられる。



第31圖 大氣中に起る諸現象と高さとの關係を示す

大氣が海面に及ぼす壓は1平方糎につき1.03匁であつて、これは76糎の水

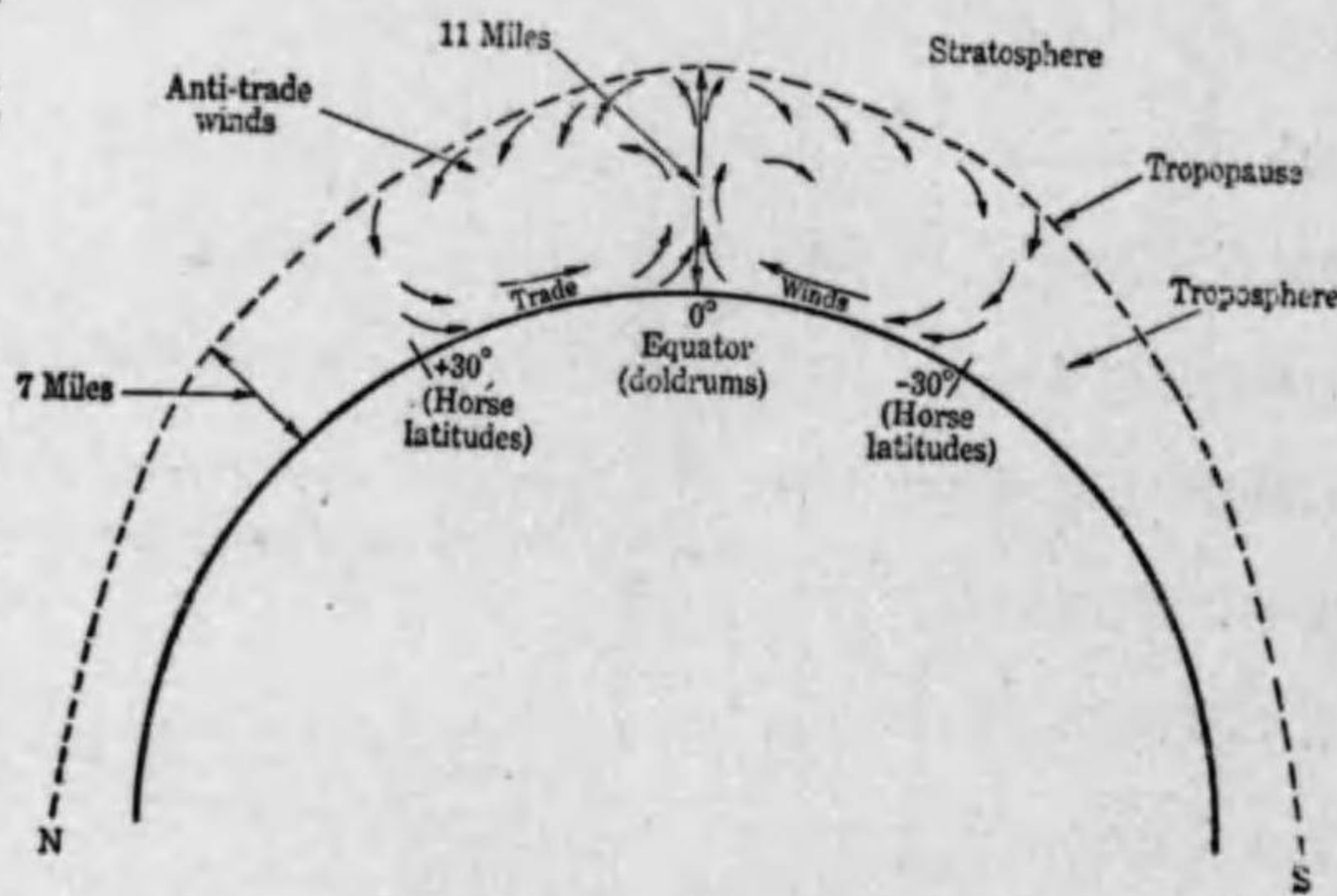
銀柱を支へる。大氣の壓は海面から 5.6 杆の高さで半分に減する;それは大氣の全量の半分が下部の 5.6 杆の區域に壓縮せられてゐることを意味する。

空氣を容器の中に閉ぢ込めるときは、それは容器の壁に壓を及ぼす。この壓の大きさは、空氣を組成してゐる氣体分子が容器の壁に衝突し、そのために壁の一單位面積の上に及ぼす力の總和の平均値と考へられる。

空氣がその容積を一定に保たせられつゝ暖められるときはその壓は増大して來るが、實際容積の變化が許されるならば、氣体は膨脹し、従つて軽くなる。そこで今大氣がその一部に於て熱せられたとするとその部の空氣は膨脹して軽くなるから、もつと重い冷い附近の空氣に依つて押し上げられ、冷い空氣はその下へ潜り込んで來ることになる。かくして所謂對流の現象が起つて來る。

大氣の比較的下層の部は更に二つの層に分けられる。その上層は成層圏と稱せられ、空氣の對流に依る循環が殆んど起らず、一定の層狀構造をなしてゐる區域である。この層は太陽に近いため恐らく下層よりは暖く、しかも上方に到るほど暖くなると思はれる。下方の層は對流圏と稱せられ、こゝでは空氣が

地球の異つた部分に於て暖められる度合が異なるため、その温度の差に依つて對流を起し、絶えず循環しつゝある。赤道に於て



第32圖 對流圏の構造

暖められた空氣は赤道上を上昇して約18杆の高處に達し、そこから横の方

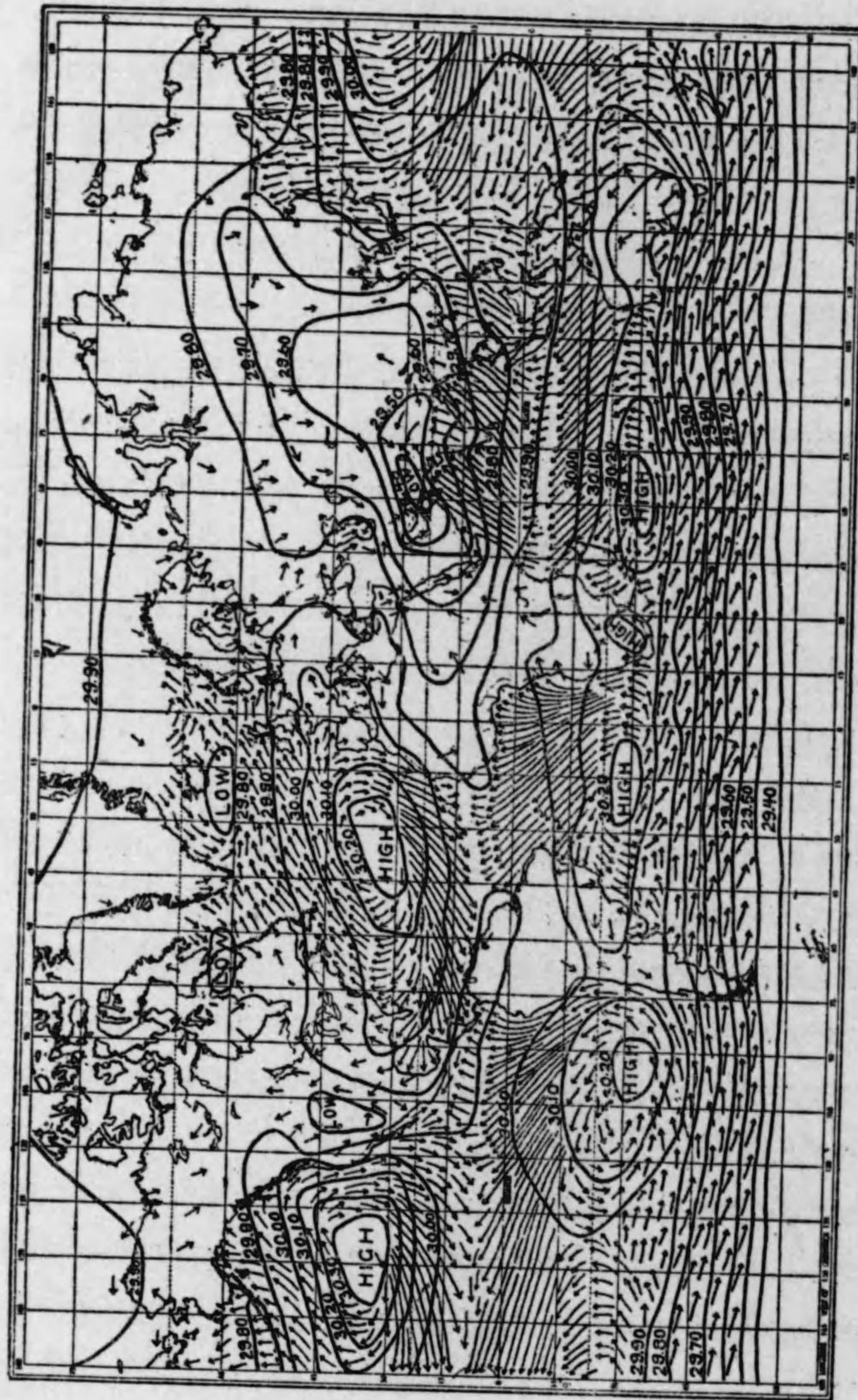
へ曲がる;そして赤道から南方と北方の兩方の區域へ向つて流れて行く。これが大氣の對流氣流と名づけられるものである。空氣は上昇するにつれ低壓のところに来るから、膨脹し、それと共に冷却する。赤道上のその最大の高さに於ては、この循環しつゝある空氣は約-82°Cの低温度に達してゐる;これは多少にあれ定常に現はれてゐる空氣の温度として最低のものである。

かくして北半球に於ては北東から南西へ、南半球に於ては南東から北西へ不斷に吹く風が生ずる。これを貿易風と稱する。これは對流圏に於ける空氣の循環に依つて起るものである。赤道に於て上昇しつゝある空氣はその地表の近くに一帶の無風の靜穩な部分を残す;これを赤道無風帯と云ふ。上昇した空氣は結局+30°及び-30°の緯度のところで降下し、そこに又溫帶無風帯と呼ばれる靜穩な一帶の區域を作り出す。

北半球及び南半球の溫帶に於ける高氣壓區域から赤道へ向つて吹く貿易風は地球の自轉によつて北半球では南西の方へ曲り、南半球では北西の方へ曲がる。又同じ區域から兩極の方へ向つて吹く風は地球の自轉に依つて共に東の方へ曲げられ、かくして「西曲り」の現象を起す。

濕度とは空氣中に含まれる水分の量を言ひ表はす語である。空氣中に含まれ得る水分の量は温度に依つて異なり、高温に於ては低温に於けるよりも多量の水分を含み得る。或る温度に於て含み得る最大量まで空氣が水分を含んだ時は空氣は水分を以て飽和したと稱する。その際には少しでも温度が低下すれば餘分の水分は直ちに露、霧等となつて現はれて來る。暖い空氣が上昇すれば膨脹することは前に述べたが、その時濕度はその温度に於ける飽和點以上になれば、水分は凝集して雲を造り、更に雨となつて降下する。

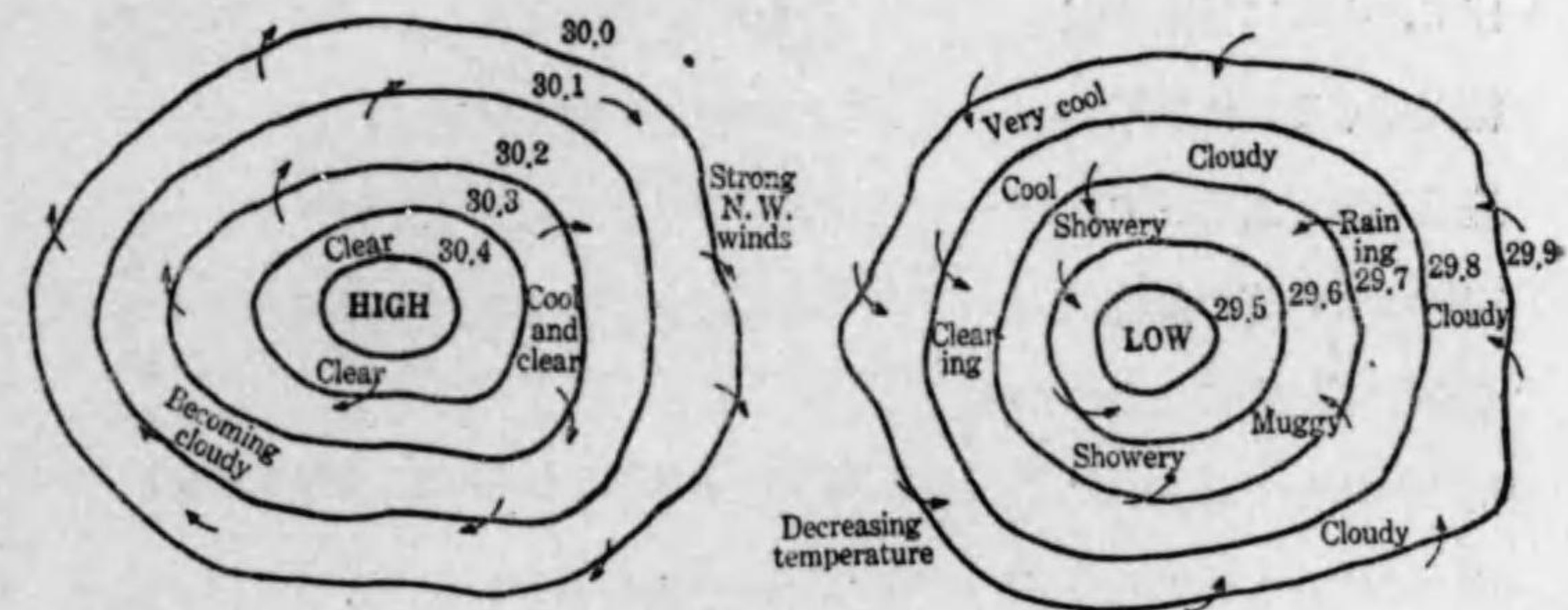
相對濕度といふのは空氣中に現に含まれてゐる水の量とその温度に於て



第33圖 六月に於ける主要なる氣流を示す

含まれ得る最大量との比で、普通百分率で現はされるから、飽和状態のときは相対湿度100である。地球上に於ける大體の湿度分布は、赤道帯で最大で80%、温帯の南北30°邊りで最小で70—75%、更に極圏に到つて價を増し80%以上となる。

空氣が循環を繼續する間にそれは旋風と逆旋風と呼ばれる二つの大きな系統を作り出して來る。旋風の現はれるのは低氣壓の區域で普通直徑1300

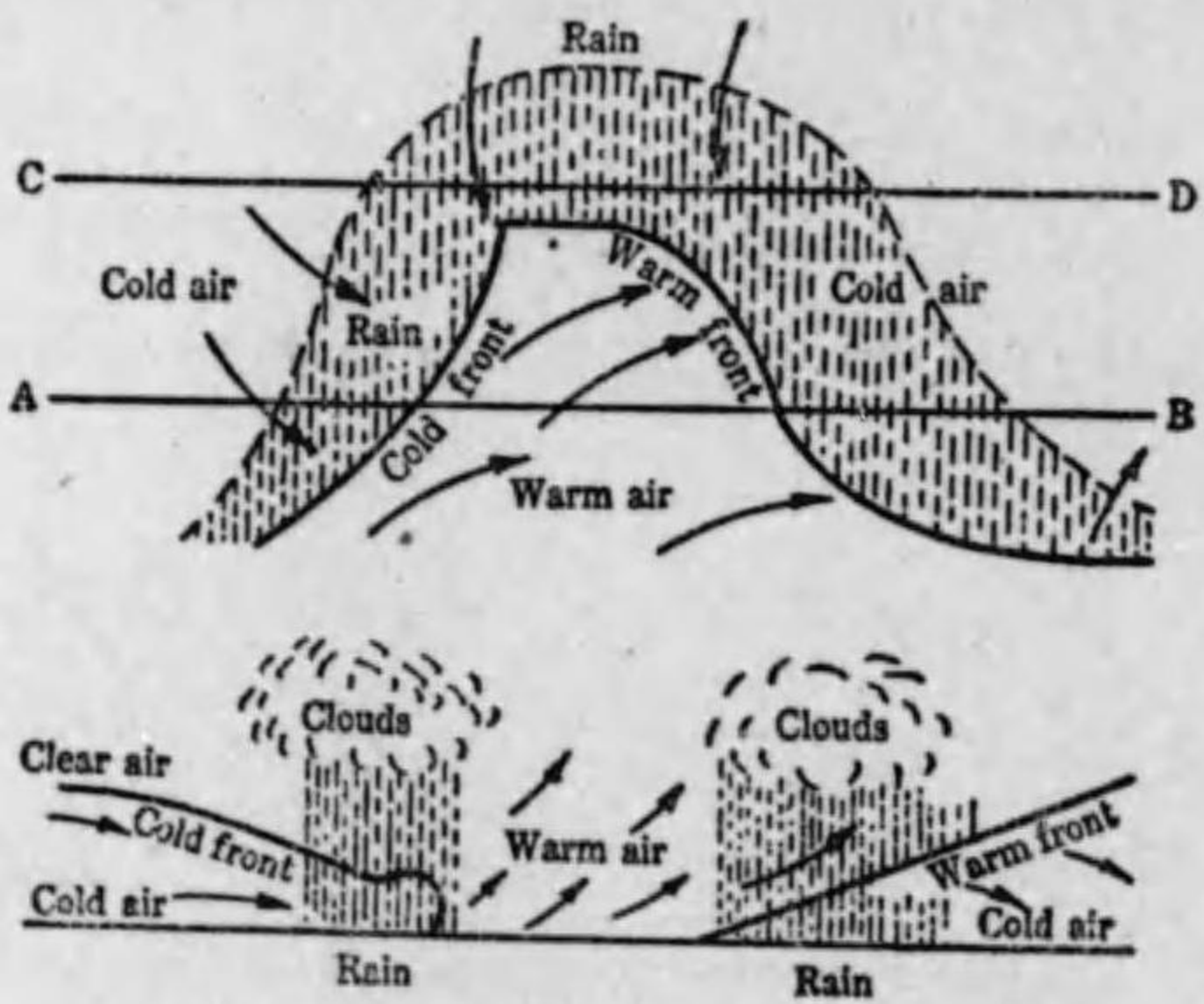


第34圖 旋風及び逆旋風とそれに伴ふ氣象を示す

料乃至1600軒の範圍に互る；その中心に於ては氣壓最も低く、空氣はこの部分に於て上昇し、その後を埋めるため周圍の空氣が廻轉しながら中心へ集つて來る。この廻轉の方向は北半球に於ては時計の針の方向の逆である。上昇した空氣は膨脹して冷却するからその中の水蒸氣を凝集させ、従つて普通には悪天候を伴ふ。逆旋風は高氣壓の區域に現はれるものでその中心の氣壓が最も高く、こゝでは空氣は上方から降下して來て堆積しようとするから、地表近くでは却つて旋回し乍ら周圍に向つて流れ出る。その旋回方向は北半球では時計の針の方向と一致する。普通好天氣を伴ふてゐる。

氣象を研究するためには、地上種々の高さに於て觀測をしなければならぬ。そのやうな觀測の結果は、空氣の循環は二つの型の氣流に依つてなされることを示す。即ちその一つの赤道氣流は温い濕つた空氣から成り、容

易に押し上げられ、水蒸気の凝集と降雨とを惹き起す。これに対して今一つの極気流は寒い乾いた空気から成り、普通北方若くは北西方から来る。寒い空気の前線が赤道気流に接近して来ると前者は後者の空気の中へ切り込み、それを押し上げて、そこに雷雨や直線突風やその他類似の攪乱現象を惹き起す。天候はこれ等の気流の會合する仕方及びその何れが優勢であるかに依つて定められて来る。



第35圖 極気流と赤道気流との闘争を示す

大氣の作用に依り地殻表面の岩石が變化を受けることを風化と云ふ。それには空氣の運動、殊に砂を運んだ風の力、太氣の溫度の急激なる變化、結水作用等に依つて物理的に岩石を崩壊させる作用と、空氣中の水分の作用を通じて化學的に岩石を分解する作用とがある。それ等の作用の結果として岩石は次第々々に破碎せられて細片となるのである。

水圈

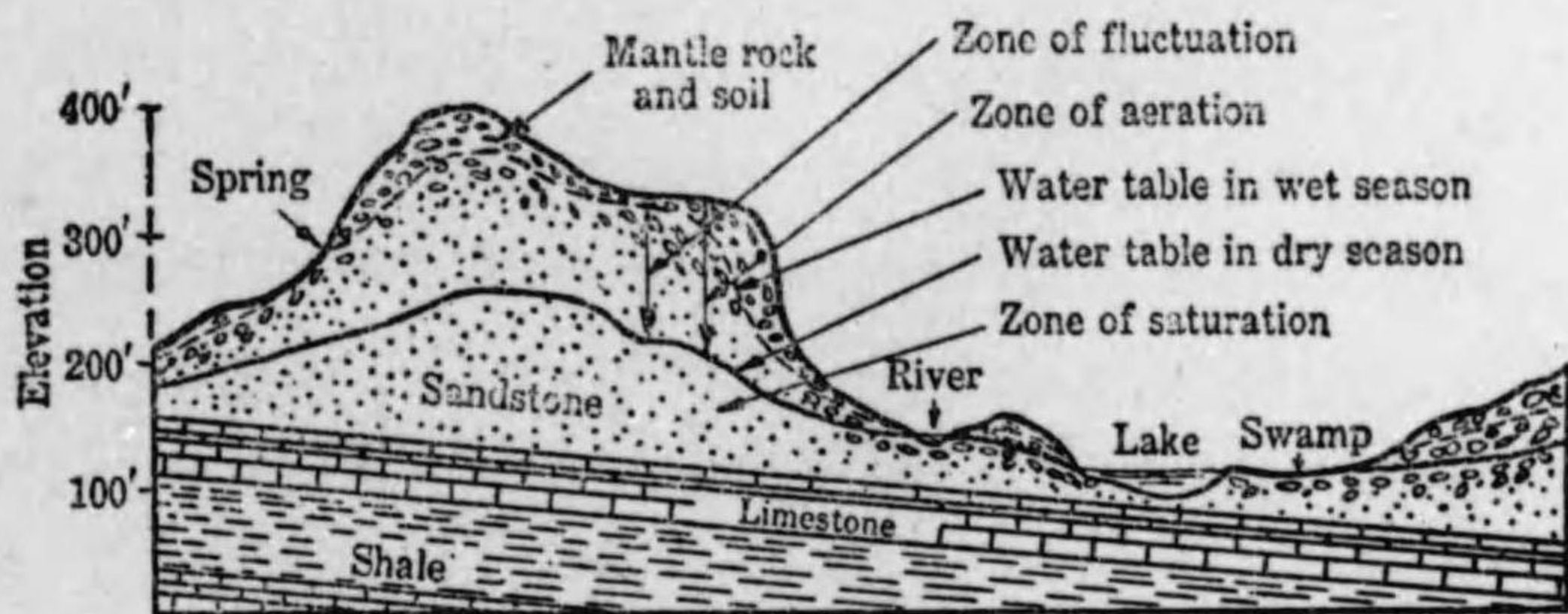
地球上の水は水圈と呼ばれる。大洋の既知の最深部は太平洋中のスワイヤー・ディープであつて、10.8 軒の深さをもつてゐる。但し凡べての大洋の平均の深さは4.0軒である。海中の壓は深さと共に急速に増大して来る。深さ1哩のところでは壓は1平方吋につき1噸、そして大凡6哩のところでは1平方吋につき6噸である。

北半球に於ては貿易風は絶えず西南の方向へ吹くからそれと海水との摩擦に依つて太平洋の水は東南アジアの諸海岸に、太西洋の水は南アメリカの東北岸に堆積して来ることになる。故に海流はこれ等の區域から發し海岸線の形と地球自轉とのために影響せられて北の方へ流れる。これが日本海流及びメキシコ灣流となるものである。これ等の暖い海流はその上の空氣を暖め、その空氣の循環する區域の氣候や天候に對して著しい影響を與へる。

シベリヤのバイカル湖は世界最深の湖で、その深さは1,685米である。北米のグレート・レーキスは世界に於ける最大の湖水の系統若くは連鎖である。それ等は氷河の削磨作用が原因となつて作られたものであつて、ナイヤガラ瀑布は最後の大氷河の後退した後に出現したものである。

河水はそれ自身の重量に依り低處に向つて流れるばかりでなく、可溶性物質を溶液の形に於てまた不溶性の固形物質を懸垂させつゝ、これを運搬する。流速大なれば大なる程大形且多量の固形物を運ぶ。これ等の物質は岩石の崩壊に由來するもので、時として大なる岩塊そのものゝ運ばれることもある。砂やその他の削磨材料を運んでゐる流水は侵蝕作用の最も強力な營力である。従つて河は活潑な侵蝕營力となる。

地下水の上表面を水卓と稱へる。飽和帯と云ふのは常に、乾燥期に於て



第35圖 地表の輪廓と水卓との關係を示す

も、水卓の下にある区域を云ふ。彷徨帯と云ふのは或る時は水卓の上になり或る時はその下になるやうな区域である。

地下水は岩石中の可溶性礦物を取り入れ(溶解)又水の分子を他の礦物に添加(水化)することに依つて、地殻を構成してゐる岩石の崩壊を助ける。それは又一方に炭酸瓦斯を溶解し他方に別の元素例へばカルシウムを溶解してこれと結合させかくして炭酸鹽類を作る(炭酸化)。酸素は容易に最も多くの元素と化合するものであるが、この化合は水が存在するとき非常に容易に行はれる。その結果として吾々は酸化物及び水酸化物を得る(酸化)。

水は常に低い水準を求めつゝ、遂に海に入り、運搬して來た物質の大部分を其處に沈降させる。かくして海底には陸上から運ばれた物質が堆積して水成岩が形成せられる。同様の沈積は湖水や沼澤の底に於ても起り得る。この際生物の遺骸等がその中に埋没し若くはその痕跡を残すことがある。かゝるものが化石となるのである。

海に入つた水はそれから太陽熱のため熱せられ、蒸發して水蒸氣となり、運動しつゝある氣流に依つて運ばれ、遂に凝集して雨若くは雪として降下する；そして結局また海に戻る。これを水環と呼ぶ。

第3章 地球の歴史

過去の記録

地球上にはその長い歴史の間に多くの變化が起つた。これ等の變化の記録は地殻の岩石中に見出され、そして訓練せられた地質學者はこれを解釋することに依つて地球の過去の歴史を知ることが出来るのである。記録を解釋するためには、今日進行しつゝある過程と變化とを知らなければならぬ。實に現在は過去を知る鍵であつて、現在地球上に起りつゝある變化は過去からの連続であり、過去の變化も現在のものと本質的に同一であつたと云ふのが地球の歴史を研究する上の原則である。併し地質學的變化なるものは一般に大規模であるが徐々で、従つてその完成には數十萬年或は數百萬年の年月を要するものである。故に吾々は地球の歴史を研究するに當つては、非常に長い時間を單位として考へなければならぬ。

地質時代

地球の歴史は代、紀及び世と云ふ特有の時代區分に分たれる。

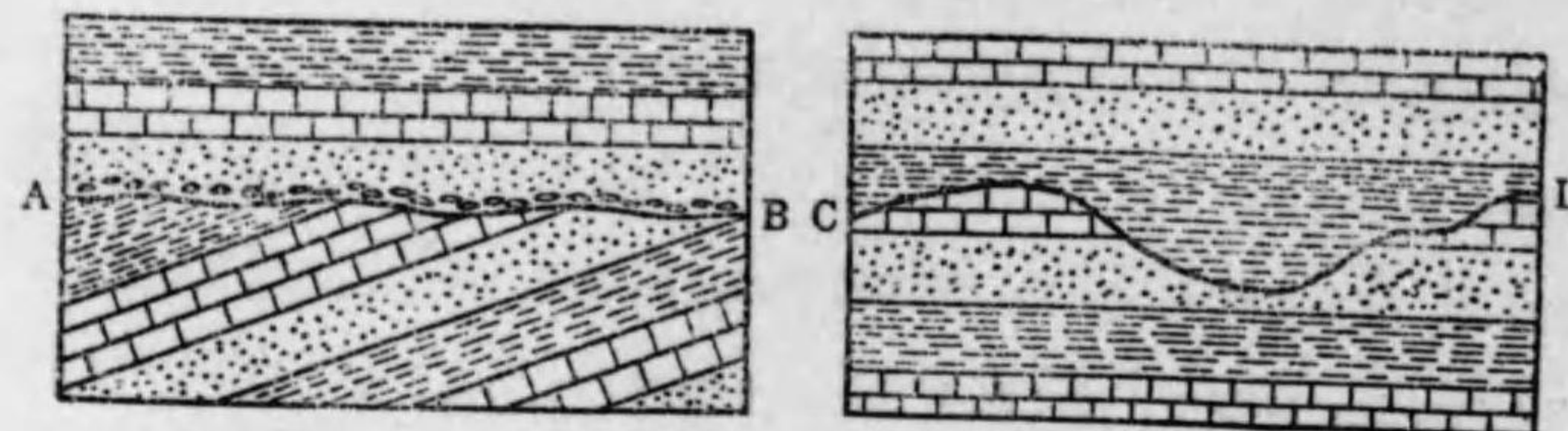
それ等は海陸の分布、地形、氣候並びに生物界の狀況等に於て一定の特徴ある時代を形作つてゐるものであるが、何れも非常に長い年月に亙るものであるからその間に幾多の變遷のあるを免れない。併し一概に大きな急激な變動がなく、従つて陸地は不斷の削磨作用を受け、海底には沈積作用が絶えず進行しつゝあつた時代である。生物も亦これ等の時期に大繁殖を遂げた。然るに代と代との中間の時期は山脈形成、その他地球上の變革の廣く行はれた時期で、多く數百萬年以上繼續してゐる。紀と紀との中間の時期は、地殻の上に比較的局地的な變動や上昇が起つた時期で、それ程長

くは繼續せず、又その影響もそれほど廣汎ではなかつた。世は紀の更に小別けしたものである。地球の一部に上昇や變動のあつた時期でも、同時に他の部分に靜穩な沈積が進行しつゝあつたことは幾らもある。従つて時代区分も場所によつて多少の差異を認めなければならぬ。併し大體に於て地球上の變化は全體が相關聯して一齊に起つたものと見てよい。

最大の變化が起り又最も屢々變化の起つたのは、概して現在の大陸の海岸線に近くこれに沿ふた區域であつた。併し實際のところ凡べての大陸は過去に於て度々海の侵入を受けそれに依つて掩はれた。陸地の5分の4は水成岩から成り、5分の1が火成岩から成る。そして表面の水成岩はその下の火成岩若くは舊い變成岩の上に**不整合**に横はつてゐるのが常である。

陸地の上昇作用や廣い範圍の褶曲作用のために海底から持ち上げられたこれ等の沈積層は風化侵蝕の作用に曝される；地球の歴史から多數の頁がかくして失はれて行つたと考へられる。併し一つの局地で失はれた記録が他の局地で一層完全に近い状態で見出され、それがために間隙が充され、歴史が一層完全に近くせられることも、屢々ある。

不整合は沈積層と沈積層との間にも見られる。上方の沈積岩層と下方のそれとが互ひに平行でありながらその接觸面が不規則な傾斜や凹凸を示す場合には下方の層が上昇して侵蝕に曝されたのち再び海底に沈下しその上に新しく沈積作用が行はれたことを示すものである。かゝる場合の不整合を侵蝕不整合と云ふ。上層に對して下層が或る角をなすことに依つて兩者



第37圖 地層の不整合: 角不整合(AB)及び侵蝕不整合(CD)

が不整合である場合は地殻の褶曲のため下方の地層が地上に出で、侵蝕を受けたのち再び沈下し、その上に又沈積が起つたものである。かゝる不整合を角不整合と云ふ。

一つの地層を構成してゐる沈積物が粗大なものから微細なものへと横の方向に漸次變化してゐる場合は、それは沈積作用の行はれた當時に於ける海底の傾斜の狀況を示すものである。粗大な沈積物は海岸に近く沈み、そして漸次細い沈積物ほど沖の方へ遠く運ばれて沈積する。作られた沈積層の種類は沈積作用の行はれた場所に於ける條件の如何なるものであつたかを示す。當時存在しゐた生物の證跡は屢々この堆積物の中に保存せられてゐる。

多くの水成岩の相對的年齡はそれ等が沈積した順序並びにその中に見出される化石に依つて決定せられる。化石とは地殻の岩石中に保存せられた地質學的過去に於ける生物の遺體若くは生物の直接的證據である。イギリスの探鑛家で民間の技術者であつたウィリアム・スミスは、相異なる岩石の層即ち地層はその中に含まれる特有の化石の群に依つて區別せられ又同定せられ得る；そして相距つた地方に現はれてゐる地層もこの方法に依つて互ひに相關づけられると云ふ事を始めて發見した。これは地層に依つて地球の過去の歴史を研究する場合に於ける根本原則の一つである。

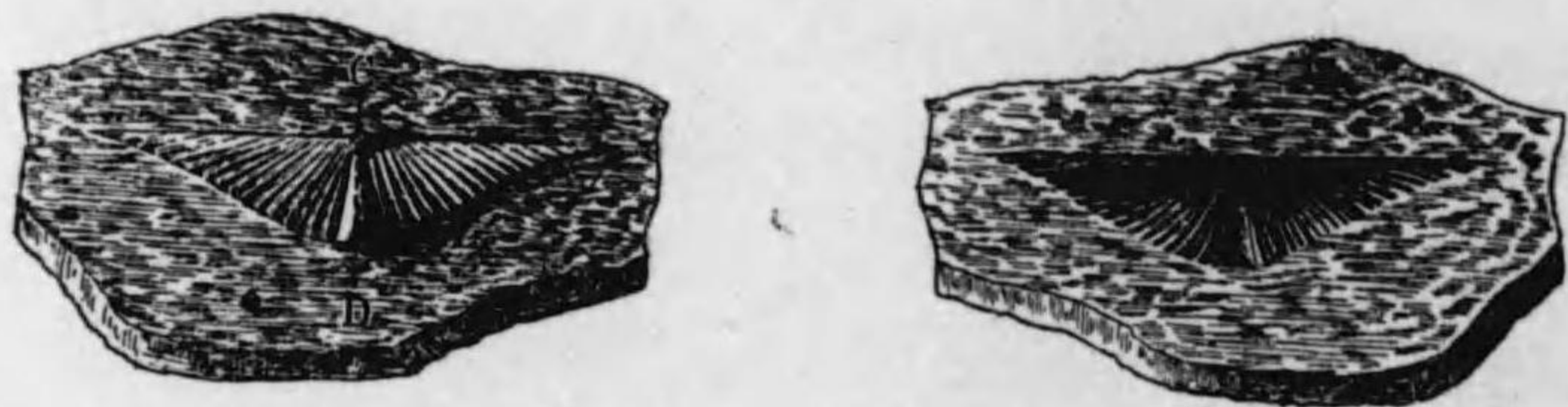
化石は種々様々の形で現はれて来る。大きな動物の體が全體保存せられてゐることは稀であるが、氷、泥炭、琥珀、及びアスファルト等が保存劑となつて全動物體が保存せられてゐる事は屢々ある。それ等の中へ埋葬せられた動物こそ不幸な目に遭つたわけであるが、併しかゝる場合には軟い肉の部分迄がすつかり保存せられてゐることがある。

動物の骨骼や殻の如き固い部分は、軟い肉の部分よりは一般にすつとよく保存せられる。これ等の固い部分は多くはカルシウム鹽類、磷酸鹽類及

び二酸化珪素から組成されてゐる。海に棲む動物は陸上生活のものよりも死後に保存される機会が多い。沈積物はそれを急速に埋葬してしまふからである。圧力と膠結作用とに依つて沈積物は生物遺體を含んだまゝ岩石となる。地下水はこの有孔性の岩石の中に浸み込み、骨や殻を溶かしてこれを水の中に溶解してゐた礦物質をもつて一分子づゝ置き換へて行く。かくして骨や殻の形は、元の表面の模様になるまで全部そのまゝに保存せられる。骨や糞は塑型であり、水成岩は鑄型である。歩行の跡、足跡、穿孔及び糞等も亦化石として保存せられることがある。

動物の遺體が化石となつて保存せられる機会は非常に少ないもので、従つて過去の動物の非常に小さな割合の部分だけが現に保存せられてゐるものと結論しなければならぬ。それにも拘らず既に岩石中から発見せられた化石は莫大な數に上り、尙ほ發掘されずに岩石中に深く埋没してゐるものに到つては想像も及ばない數に達すべきであり、それを考へても過去に於ける生物の繁殖の如何に旺盛であつたかゞ想ひやられる。

海棲動物は陸棲動物よりも保存せられる場合が多い。その理由は、(1)海洋の方が生物に豊富である、(2)海棲動物の大多數は固い殻や骨の部分を持



第38圖 化石の一型

つてゐる、(3)酸化のために極めて限られた量の酸素しか供給せられない、(4)鹽水はバクテリアの繁殖に好都合でない、(5)海底は沈積速く、従つて動物體を速く掩ふてしまふ、(6)海では一般に沈積物が厚く且つより永久的である。

陸上では沈積作用の行はれることが少いから陸上動物の保存せられる率は小さい。陸上動物は氷、琥珀、泥炭並びにアスファルトの中などに往々保存せられる外に、土砂、火山灰及び熔岩の中に保存せられることがあり、又氾濫した平原や湖水の岸では泥土の堆積中に保存せられることがある。

植物も化石として岩石中によく保存せられる。植物體の成分中から水が取り去られるときは、後に残つた炭素は特別の條件の下に石炭を形作る。従つて石炭の内部には適當なる方法に依つて檢せられるときは植物組織の痕跡が認められる。多くの植物は上に述べられたと同じ方法でその本來の成分を地下水中の礦物質に依つて置き換へられることがある。最も普通の置換礦物は蛋白石である。かくして所謂珪化木が出来る。その置換は非常に緩く行はれるもので、年輪その他の模様は完全に保存せられる。

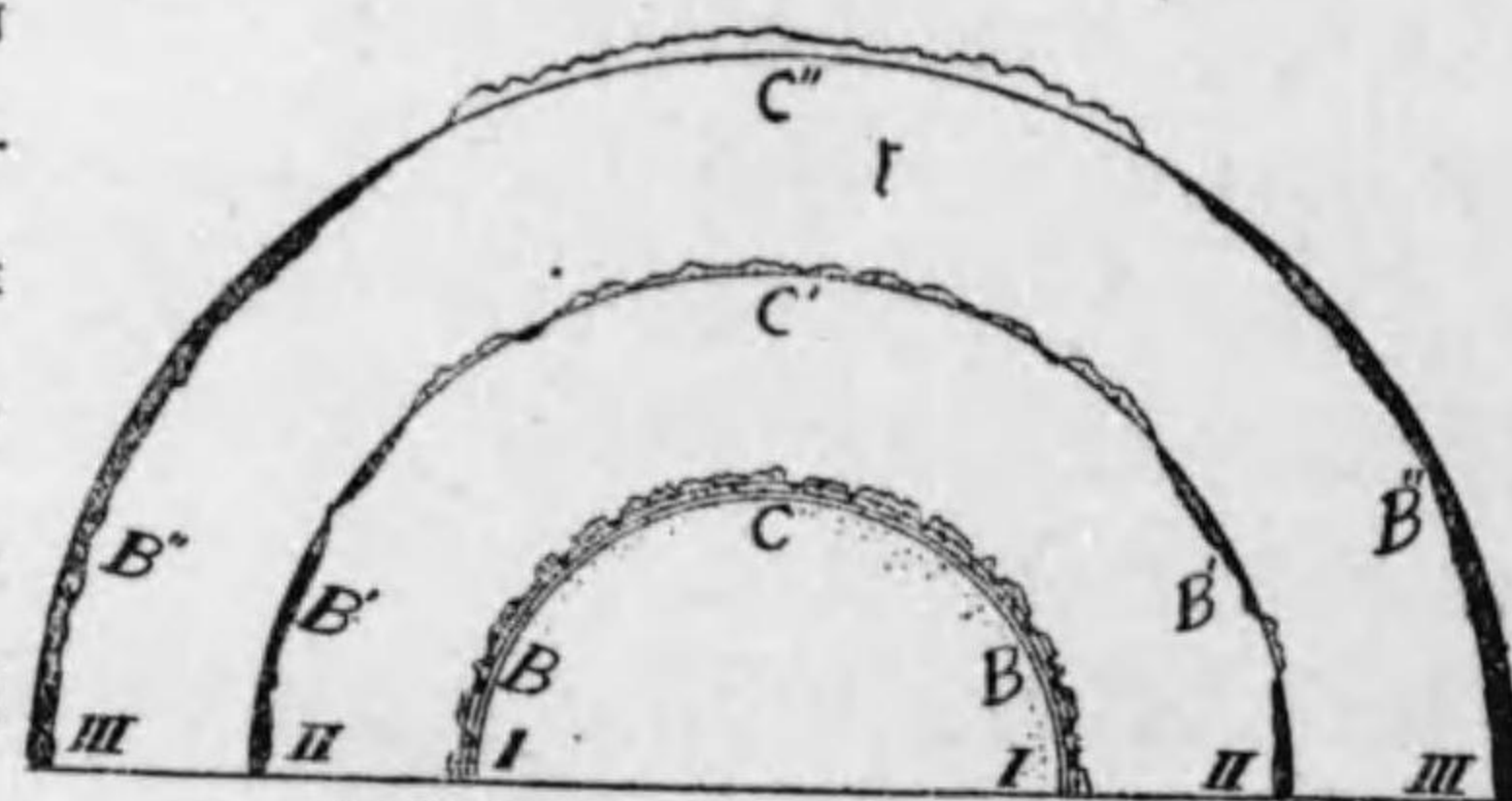
相連続せる岩石層の中に見出された化石の植物及び動物は、地球の過去の歴史を通じて生命が簡単な形態から複雑な形態へ進歩した事を示す。若し動物が餘りに高度に特殊化された場合にはそれは間もなく滅亡し、そしてその環境の中により有利に生活することの出来た他の種類が生き残るのが常であつた。かくして人類は今日迄に進化した生命の最高形態として出現した。

化石及び同じ地質時代に作られたことの既に知られてゐる特定の沈積物の分布状態、並びに沈積物が粗大なものから微細なものへと次第に變化する状態等は、或る地質時代に於ける陸と海との分布に就ての示唆を與へる。かくして吾々は地質學上の各時代に於ける地理的状況を復原し得るばかりでなく、氣候その他の條件が如何にあつたかをも知り得るのである。次に以上の如き方法に従つて地球の過去の歴史を再現することを試みて見よう。

上に鬱積したが、地球の重力のまだ小さかつたこと、大氣の稀薄であつたこと、のため容易に上方の岩石を破つて爆發孔を造り得たであらうと思はれる。かゝる時期を**原始火山期**と呼ぶ。

水蒸氣の分子は酸素、窒素、炭酸瓦斯の分子に比べて軽いから比較的に大氣中に加はつたものと思れる；地球が充分生長して水蒸氣が大氣中に保持せられ、且つ飽和せられるに到れば凝集して水圏が造られ始めたであらう。併しそれより先微惑星の破片の堆積せる多孔質の表層の内部には既に水圏が作られてゐたと考へられる。これ等は水の増加と共に表面に現はれ、殊にかの爆發孔の跡には湛えられて小湖を作つたと思はれる。そしてこれ

等無数の小湖は漸次融合合併して今日見るやうな海洋にまで發達したのであらう。かゝる時期を**原始水圏期**と云ふ。



第40圖 大陸及び海盆生成の過程

かくして大氣圏と水圏とが發達して來るに従ひ、地球表面の岩石に對して風化と侵蝕の作用が漸次有力にはたらくに到つたことは云ふ迄もない。そして陸地の表面に於ては風化作用に依つて岩石中の鹽基性成分は酸性成分よりも多く溶解せられて運び去られたためにその酸性成分の割合を増し、之に反して海水中にはアルカリ及びアルカリ土類の化合物がその割合を増すと共に之れ等の一部は海底に沈積したと思はれる。同時に陸地の岩石は抽出作用のために比重を減じ、海底の岩石は却つて重さを加へて來たと思はれる。かくして海陸の分離は益々顯著となり、兩者は夫々統一せられて廣大な區域を連続的に占めるやうになつたが、陸は全體としてむしろ

減少したに反し、海洋は益々増大する傾向にあつたであらうと思はれる。

かゝる間に、生物の極めて初期の形態のものが地球上に生存するに到つたであらうと思はれる。地球上に於ける生物の起原に關しては、尙ほ學説が一定を見ない。或る學者は他の天體から何らかの方法で胞子の如きものが地球上に飛來したことから地球上に生物が生存するに到つたものと考へてゐるが、併し今日のところ多くの學者は原始生物は地球上に於て發生したものと考へてゐる。その時期は地質時代に入つて現はれる最古の化石が既に相當高等の形態を呈してゐることから推測してそれよりも可なり古い時期であつたと思はれる。云ふ迄もなく下等の植物に屬する種類が先づ發生し、それ等は漸次大氣の組成を變へて行つたものと思はれる。かゝる時期を**原始生物期**と云ふ。この期の生物が何等の化石をも残さないのは、柔軟なる物質より成る微細なものであつたこと、その後起つた地殼變動の頻繁且つ劇烈であつたこと、のためであるであらうと思はれる。

以上は主として理論的に推測したものであるが、かうして地球は今日見る如き均等化作用の主として行はれる時期に入つた。併しその前に火山活動の極盛に達した時期があつたと推定せられてゐる。火山活動は前にも述べた如く、地球の生長が始まつてから若干時を経て始めて起つたと思はれるが、今や地球の成長が極度に達し、壓縮作用が急速に増加すると共に内部の熱は急に昂まり、かくして火山活動の最も旺盛な時期を導いたと思はれる。多量の火成岩が内部から表層へ迸出したばかりでなく、内部では再調整を必要とするため旺んに變形作用が起り、複雑な岩石の褶曲、變質等を伴ふ地殼變動を惹き起したと思はれる。これ等複雑な構造をもつた主として火成岩から成る層は、地質時代の劈頭に當る最も古い時代たる**始生代**の地層として今日凡ゆる地層の最下位に認められるところである。この時代は又**火成岩逆流時代**とも呼ばれる。

始生代

激烈な火成岩逆流時代を経て愈々地球は大體に於て平靜な均等行動期に入るのであるが、無論この期に入つても大規模な火成岩の噴出や地殻變動は週期的に行はれ所謂地球變革の時期を現はした。そこでこの火成岩逆流時代は地質時代の中の最も古い時期を代表するものとせられる。この時代の地層は上方は一大不整合を以て次の時代のものに移行するが下方には限界なく、地球内部の岩石層に連る。岩石は鹽基性及び酸性の火成岩、並びに片岩及び片麻岩等の變成岩が大部分を占め、又白雲石質の大理石や珪岩が多量に含まれてゐて、變質しない水成岩は極めて少い。火成岩流出、岩漿貫入の跡は到るところに見られ、それに伴ふ褶曲、斷層の状況は複雑を極めてゐるのが特徴である。又屢々侵蝕を受けた痕跡も見られる。全體の厚さ極めて大で、數萬米に達するところもある。それと共に分布極めて廣大で、北米に最もよく發達せるものが見られる外、フィンランド、スカンヂナヴィア、スコットランド、フランス、バヴリア、ボヘミア、支那、濠州等に現はれてゐる。要するにこの時代は全地球歴史の約1/4乃至1/3を占める長い期間に亘つた時代と思はれる。

この時代の生物化石は確實なもの一つも發見せられてゐない。併し變成岩層の中に含まれて多量の石墨の存在すること、有機的起原の炭素を含む後期の頁岩に似た含炭素頁岩が存在すること、植物の作用に依つて生ぜるものに類似した鐵鍍床が存在すること、有機的作用の結果に成と思はれる石灰岩の厚い堆積の存在すること等は、この時代に夥しい生物が繁殖してゐたことを示す間接の證據である。そしてそれ等は恐らく硬い骨節をもたない下等の種類であつたと思はれる。

この時代の終りには花崗岩の貫入に伴ふ大規模な山岳形成の時期があつ

たものと思はれる。これをローレンシア變革期と名づける。それに附隨して火山の噴火、熔岩の流出、地震等が盛んに起つたことは云ふ迄もなく、北米に廣大な地域を占め

るカナダ楕形地は、この時代に高く隆起したものである。この區域の少くとも一部はそれ以來一度も海水に掩はれることなしに今日に及んでゐる。この隆起時期の後に又長い削磨の時期即ち後始生時期が続いたものと思はれる。従つてこの時代の地層はその上に載つてゐる次の原生代の地層との間に顯著な不整合を現はしてゐるのである。



第41圖 カナダ楕形地

原生代

原生代は、始生代と豊富な化石を残した次の古生代との中間に於て略ぼ前者と等しい位の長さだけ繼續した時代と考へられ、その地層は兩者の地層とは夫々不整合をもつて境せられてゐる。始生代と異なる著しい特徴は、火成岩噴出の作用が減退し、それに代つて風化、侵蝕、並びに堆積の作用が大いに進んだことである。併しこの長い時代の間には幾度かの變遷があ

つたことは云ふ迄もなく、従つてその沈積岩層には幾つかの不整合の個所が含まれてゐる。又火山作用も前時代に比して衰へたとは云へ、尙ほこの後の如何なる時代よりも劇しく、従つて火成岩の貫入若くは進出の跡は到るところに見られ、變成岩層も廣く現はれてゐる。今日北米の工業を支持してゐるシュベリオル湖区域の鐵鑛の大堆積はこの時代の火山作用の結果と考へられ、同区域の銅鑛の堆積及びカナダのコバルト、ニッケルその他の金屬鑛石も皆この時代の生成物と考へられる。

生物の化石は可なり下部の地層からも発見せられ、この時代に到つて相當の大繁殖をなしたものと思はれるが、未だ明確な完全な化石は残されず、多くは斷片的である。

動物化石では、蠕蟲の匍匐痕跡、腕足類、甲殻類の斷片、放散蟲類があり、植物には石灰藻類の化石が著しい。又バクテリアの化石なるものも発見せられてゐる。

氣候は世界全體一様に溫和であつたと思はれるが、この時代の終りに近づいて處々に寒冷な氣候の來襲があつたものと覺しく、カナダ、ノルウエー、支那、インド、濠州、アフリカ等に氷河の産物たる凝結漂礫が発見せられてゐる。

原生代の終りに少くとも北米に於ては大なる褶曲並びに隆起があつた。これをグランドキャニオン・キラニー變革と稱する。グランドキャニオン地方及びシュ



第42圖 原生代の石灰藻の化石 (Cは現在の淡水産藻類の繁茂せる池を示す)

ベリオル地方はこの時に隆起したものと思はれる。それから以後生物の大發達を示した古生代のカンブリア紀迄の間はリパリア期と稱せられ、その間には削磨侵蝕の作用が続いた。従つてその上に載つてゐる古生代の地層はこの時代の地層に對して著しい不整合をなしてゐる場所が多い。

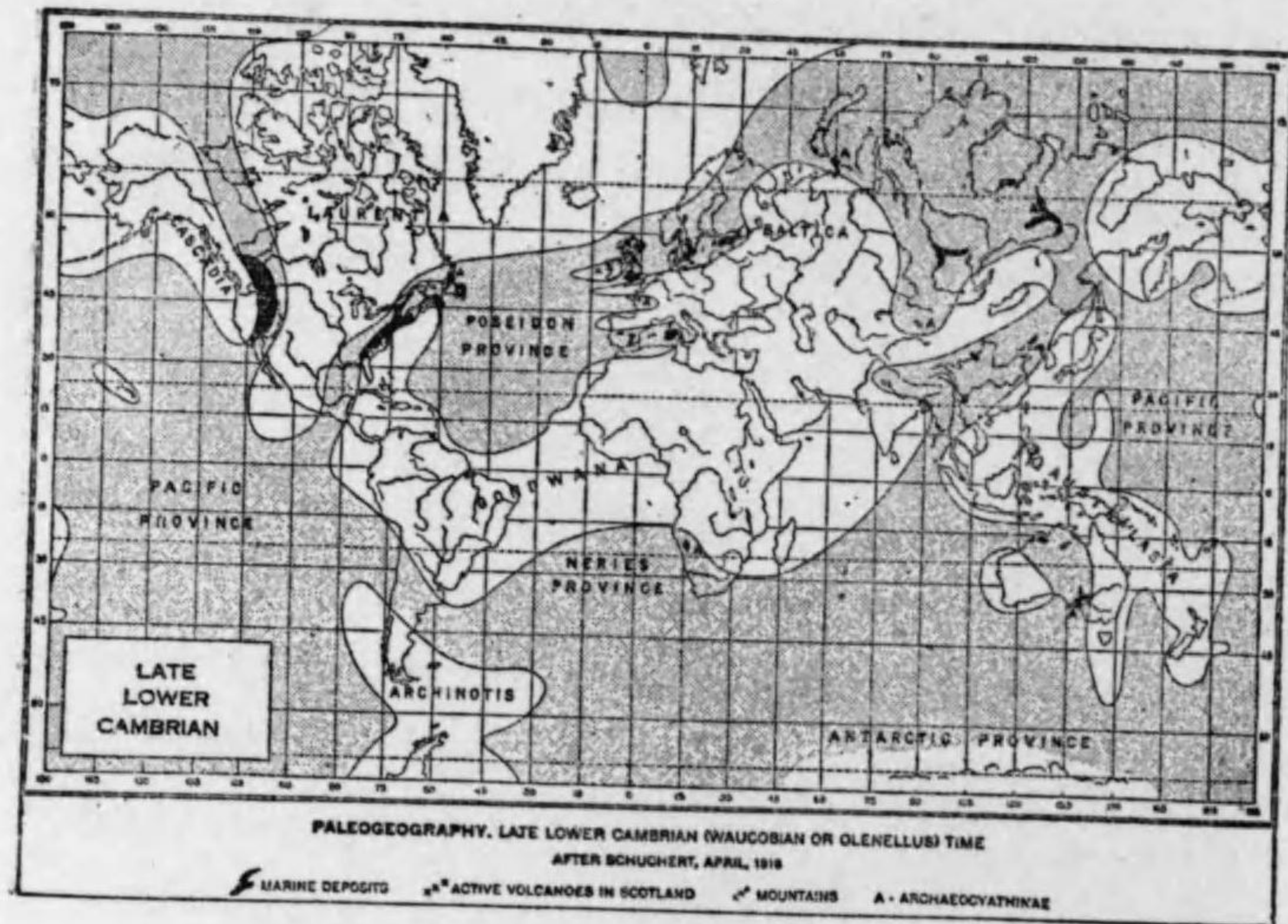
古生代

古生代は地層の擾亂比較的少く、靜穩な水成岩層の堆積が長く續いた時代であつて、その間には二回ばかり程度の低い造山期があつたに過ぎない。この期の特徴とするところは海が大陸塊の内部へ深く入り込んでゐたことであつて、従つて陸と海との關係は現在とは餘程異なつてゐた。先づシベリア地方の中央には北極海が大きく入り込み、アジア大陸の中央は盆地をなしてゐた。ヨーロッパではスコットランドとスカンヂナヴィアを含むアトランチカと云ふ陸塊があり、又その南部は地中海の灣入をもつ大きな陸塊を成してゐた。北米に於ては、東にアパラチア陸塊があり、西にカスカディア陸塊があつた。そしてこれ等の陸塊の縁に沿ふて陸地から碎屑物を堆積させた單向斜が發達してゐた。日本では古生代の地層は所謂秩父層に依つて代表せられ、この層は非常に廣く行き互つてゐるが化石を含まないので、年代は不明である。年代の明かなのは美濃赤坂や長門秋吉地方に産する石灰岩層で、紡錘蟲化石からベルム紀に屬するものとせられてゐる。

生物は夥しき種類と數とを發展させ、又著しく進化の歩を進めた。始め海生無脊椎動物及び海生植物のみであつたものが、中期には魚類を發達させ又陸上植物を發生させた。そして後期には兩棲類が出現し、陸上植物は巨大な羊齒植物に迄進化し、石炭の原料となつた大森林を形作つてゐた。

この時代は更に次の如く六紀に分たれる。

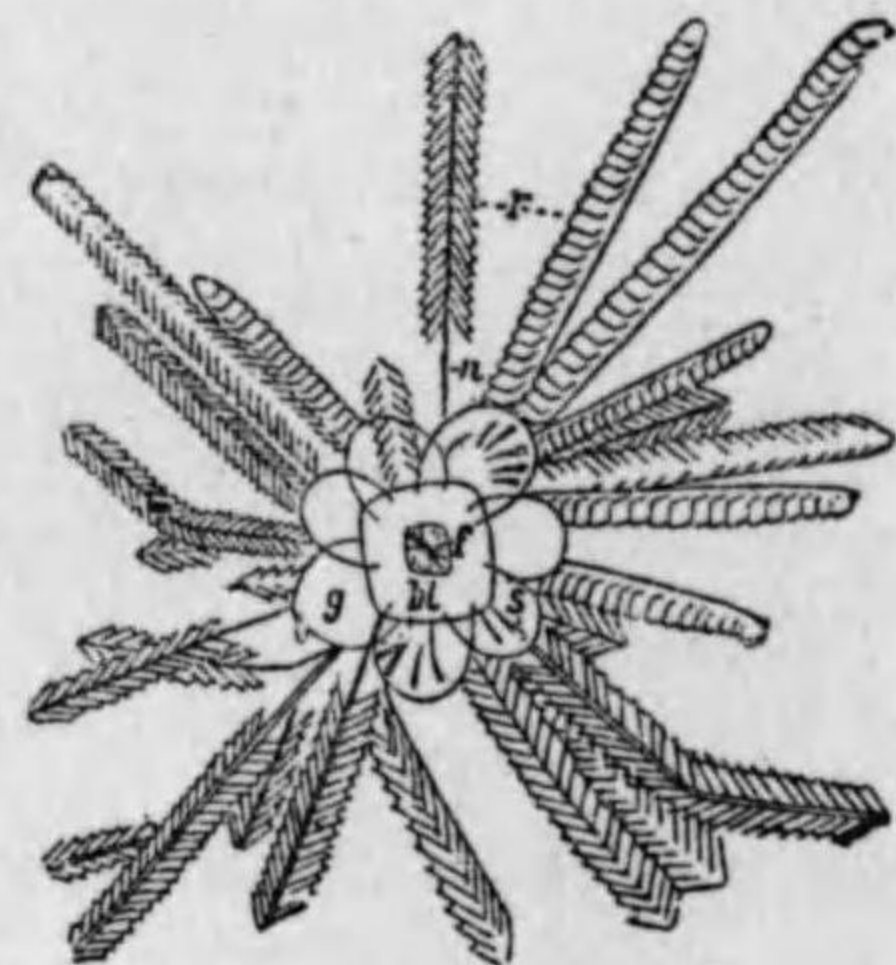
カムブリア紀 アジアでは東部シベリア及び支那に、ヨーロッパではスカンヂ



第43圖 カムブリア紀の海陸分布を示す地図

ナヴィア、ウエールス、及びボヘミア盆地に、北米では東海岸諸地方及びコルディレラ山脈地方にこの紀の地層が発達してゐる。生物では海生無脊椎動物の甲殻類に属する三葉蟲及び腕足類の發達が著しい。その他無脊椎動物の各類殊に有孔蟲類、水母類、海綿類、海林檎類が繁殖した。氣候は一帶に温和であつた。この紀の終りに近づき陸地は靜かに隆起して來た。

オルドヴィス紀 この紀に到つて海は一帶に再び浸入し來つた。シベリアでは北部にこの紀の地層が廣大に發達し、その中には岩鹽を含んでゐるものもある。ヨーロッパでは、スカンジナビア、イギリス、バルチック海地方にかけて北部の地層があり、ボヘミア地方に南部の地層があり、各特色を異にしてゐる。北米では海は深く内陸に浸入したため本紀の地層の大發達を見た。



第44圖 筆石類の一種

生物界は依然海生無脊椎動物の全盛時代であるが、この紀の特徴とするのは筆石

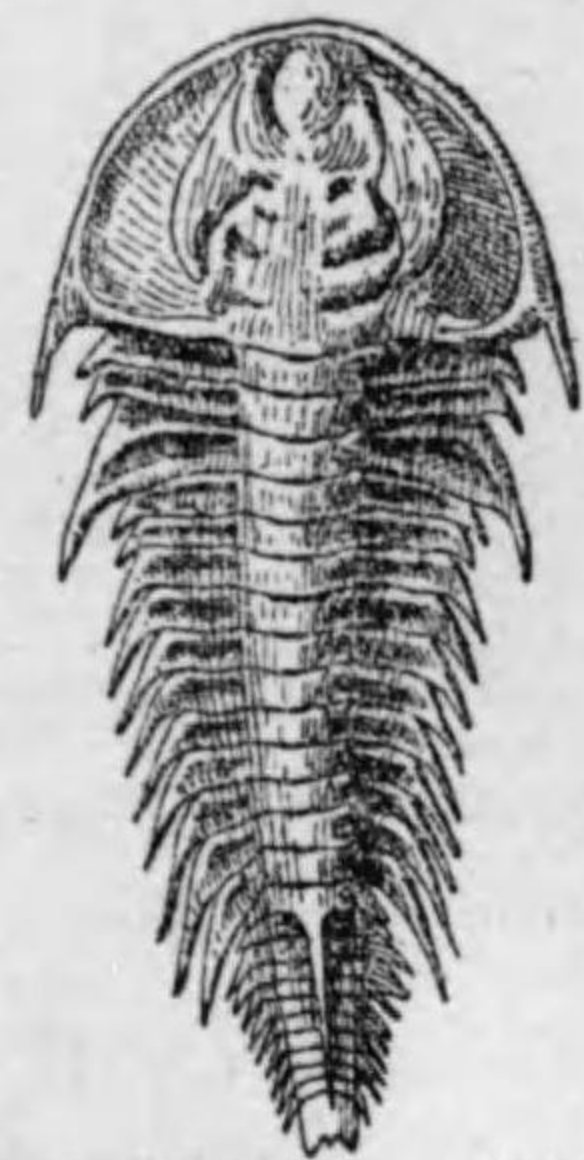
類なる特異なる腔腸動物である。その他珊瑚類が発達して來た。魚類はこの紀の終りに到つて始めて現はれた。植物も海生のものに限られ、石灰藻が主なものである。氣候は依然一帶に温暖であつた。

この紀の終りに到り北米に於ては多少の地殻變動があり、造山作用の活動を見た。そのために石灰岩及び頁岩が變質して大理石及び粘板岩に變じ、又石油の堆積を見た。イギリスのオルドヴィス層も火成岩の貫入及び進出劇しく、當時火山地方であつたことを示してゐる。

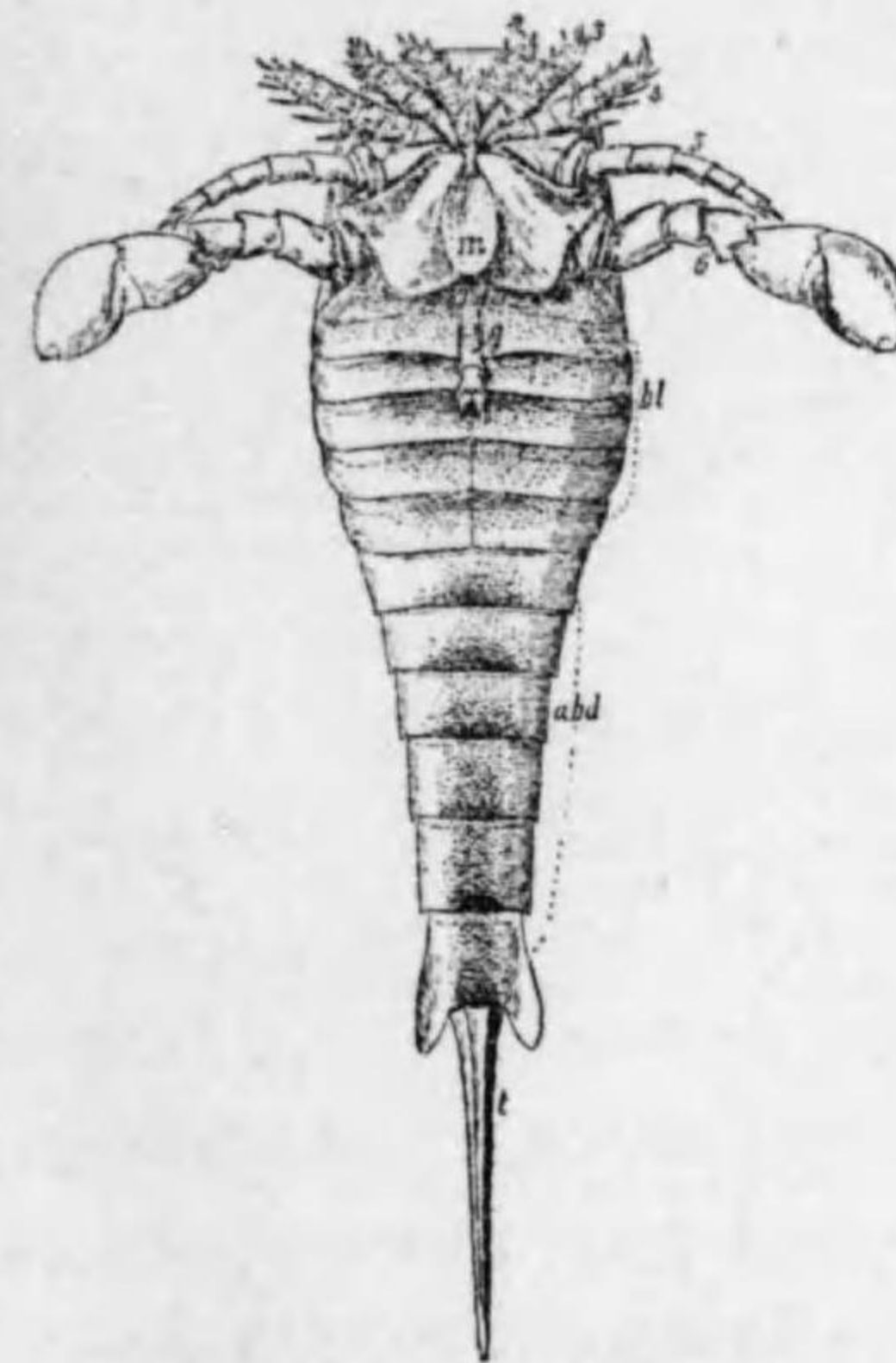
シルル紀 この紀に於てはシベリア盆地は、極北を横切り北米に連る海に依つて掩はれ、又それはバルチック單向斜と連絡してゐた。バルチック海のゴトランド島、イングランド西部、及びボヘミア盆地にもこの紀の美事な地層が発達してゐる。北米に於ては海の浸入は後徐々に陸地の上昇のために退き、その後に岩鹽並びに石膏の大堆積を残した。これは氣候が温暖で漸次乾燥して來たことを示すものである。

海生動物の中三葉蟲類は既に全盛を過ぎ筆石類も多くは滅びてしまつた。前紀から發達して來

た珊瑚類はこの紀に於て依然多く、その他腕足類、瓣鰓類、腹足類も多く現はれ、頭足類も現はれ始めた。殊に注意すべきは海蠟類と稱へられる最大種の甲殻類で、更に本紀の終りには最初の空氣呼吸者としての蠟類の出現を見た。脊椎動物では甲冑魚類及び軟骨魚類が現はれて來た。



第45圖 カムブリア紀の三葉蟲類の一種

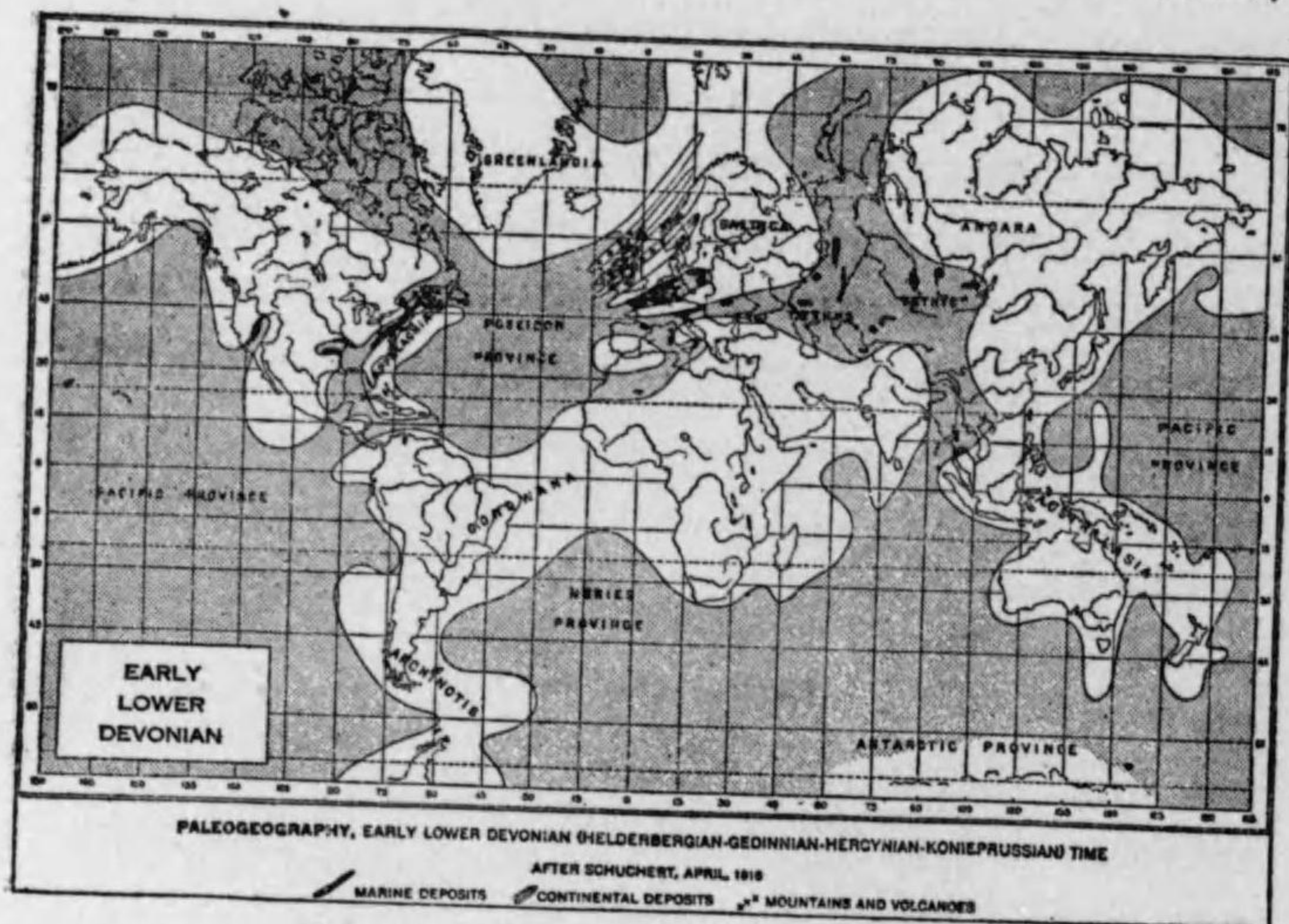


第46圖 シルル紀の海蠟類の一種

シルル紀の終りにはヨーロッパ及びシベリアに於て大褶曲作用が起り、前者では

アイルランド及びスコットランドから北の方スピッツベルゲンへかけて古代のカレドニア山脈が隆起した。後者では舊イルクーツ盆地の周縁に半圓形の山脈が隆起した。

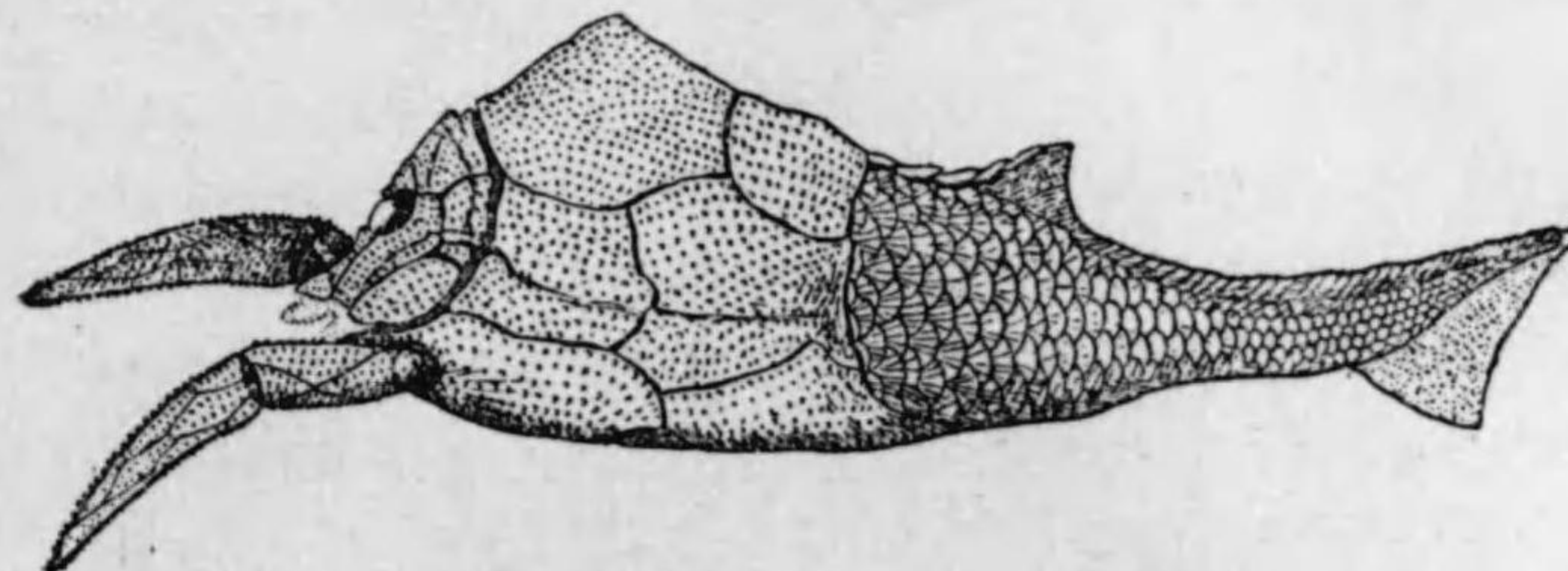
デヴォン紀 本紀の地層中特徴のあるのは北部ウエールズやスコットランドの舊赤色砂岩でこれはイングランド及びスコットランドの褶曲したシルル紀層が削磨せられて入江、湖水等に堆積したものと考へられてゐる。その他西部ドイツ及びボヘミア地方にこの紀の地層が発達してゐる。その他ウラル山脈、小アジア、インド、



第47圖 デヴォン紀の海陸分布を示す地図

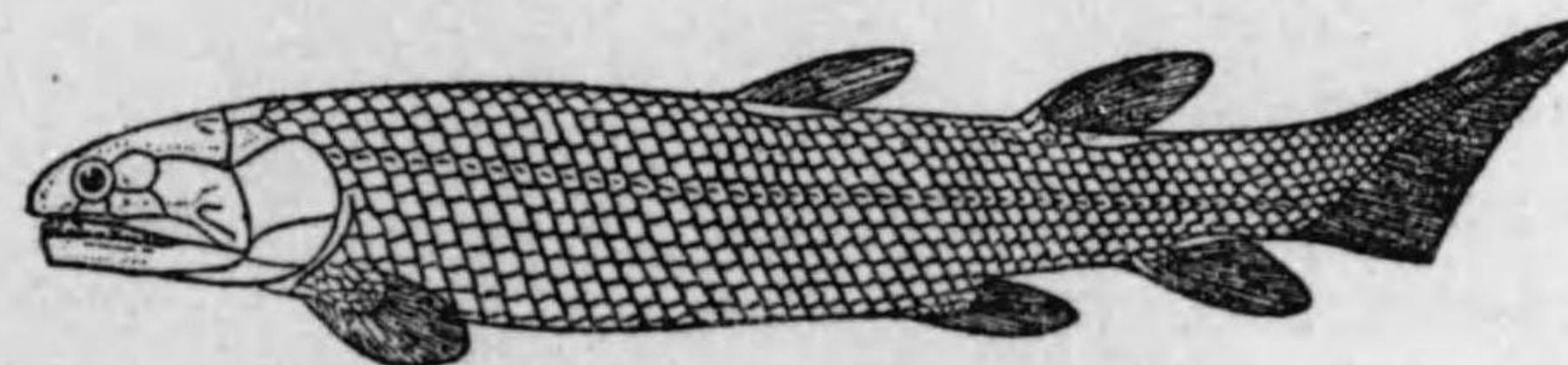
シベリア、支那にも見出される。北米では殊によく発達し、一概にこの紀の中期には北米、ヨーロッパ、アジア、南アフリカ、オーストラリアに亘つて海の大浸入があつたものと思はれる。

生物界に於て最も著しいことは陸生植物が著しく発達したことで、蘆木、鱗木、羊齒等が現れて来た。動物では筆石類は本紀中に全く滅び、これに反して珊瑚類は極度の発達を遂げた。棘皮動物では海百合類が旺盛となり、軟体動物では頭足類中の菊石類が漸次発展の度を加へて来た。併し、動物界中最も著しいのは魚類の発達で、甲冑魚、軟骨魚の外光鱗魚、肺魚等も出現して来た。陸上には既に兩棲類が現



第48圖 デヴォン紀の甲冑魚類の一種

はれた
ものと
見え、
北米合
象國ベ



第49圖 デヴォン紀の光鱗魚類の一種

ンシルヴァニア州の上部デヴォン層の上には巨大なその足跡が印されてある。気候は一帯に温暖であつたが、アラスカ等には氷河の侵蝕作用が行はれた。

ミシシッピー紀 ヨーロッパに於て石炭を多産する石炭紀層は北アメリカに於ては二つの地層に大別せられるので、石炭紀を分けてこのミシシッピー紀と次のペンシルヴァニア紀とする。故にミシシッピー紀はヨーロッパの前期石炭紀に當る。この紀に西部ヨーロッパでは厚い石炭が堆積しその上に炭層を含んだ頁岩や砂岩が堆積してゐるから、大海没の後陸地か海岸の沼澤地に於て堆積作用が行はれたものと思はれる。この陸成層の上には再び海成層が堆積してゐるから、陸地は又海の浸入を受けたものと思はれる。北部ヨーロッパでは石炭を含まない海濱若しくは浅海の地層が見られ、南ヨーロッパから小アジア、中部アジア、北支那へかけては特有の腕足類の化石を含む石灰岩層が廣く分布してゐる。これは北米の西部までも連る。北米は、この紀には大部分海面下にあり、後徐々に隆起して海面上に出で劇しい削磨作用を受けた。従つて次のペンシルヴァニア紀の地層とこの紀の地層とは不整合をなしてゐる。

海の生物界では海蕾類が海林檎類に代つて発達し、海百合類も盛んであつたが後急に衰へた。蕨蟲類が甚だ多く、腕足類の中では特有の一種が前記の如く世界的に擴まつてゐた。菊石類は尙ほ発達を續けてゐる。魚類では他の舊い種類が衰へて軟

骨魚が全盛である。兩棲類の中堅頭類と呼ばれるものゝ化石がスコットランドから出てゐる。氣候は一般に溫和であつたらしい。

ペンシルヴァニア紀 ヨーロッパの後期石炭紀に相當し、その地層は豊富な石炭を埋藏してゐる。陸地は益々上昇して、そのために沼澤區域が殖え、こゝに陸

成層の堆積が廣く行はれた。當時旺んに繁茂してゐた羊齒植物はこの堆積の中に埋没され徐々に炭化作用を受けて石炭となつたものである。ヨーロッパの中部に上昇した陸塊はアメリカ陸塊と稱へられその上に古生アルプスと稱せられる大山脈を造り出した。この陸塊はその北方に盆地を残しそこに北歐の造炭沼澤區域を作つた。そして南方には地中海盆地を残した；これは遠く中部アジアに連つた。この海を古地中海又はテチス海と稱する。現在の地中海はそ



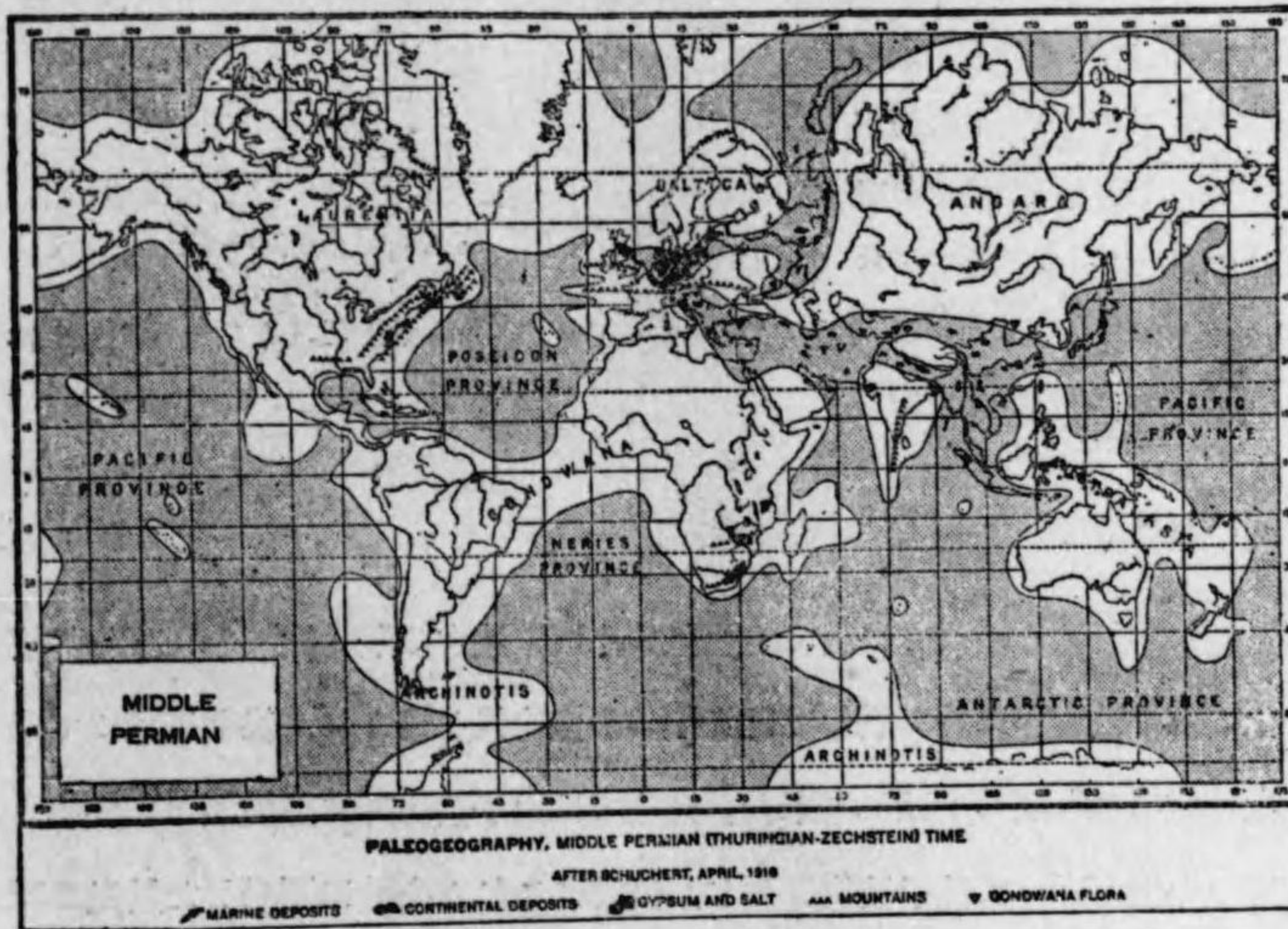
第50圖 森林の紀アーニャルシンベ

の一部の残つたものである。アジアではシベリア中部に主要陸塊を生じたが、その外側には單向斜を生じ、海成層を堆積させた。北米東部では陸地が上昇し、アッパラチア高地の削磨作用に依つて供給される材料が堆積して陸成層が作られ、その中に石炭が埋藏せられた。西部では眞の海成層が發達してゐたから、石炭には乏しい。

この紀には造山作用が相當一般的に旺盛にはたらき、前記の古生アルプスの外、ウラル山脈、ピレネー山脈、コルシカ、サルジニア、アルプス山脈等もこの紀に現はれ、アジアではアルタイ山脈、天山々脈が現はれた。又北米ではアッパラチア山脈はミシシッピー紀の終り頃から崛起し始め、この紀の終りまで續いた。

生物界では陸生の羊齒植物が大繁茂をなしたことは前記の如くである。又裸子植物が現はれ始めた。海には有孔蟲類が大繁殖をし石灰岩形成に大いに與つて力があつた。頭足類では菊石類が益々發達して來た。そして陸では昆蟲類が大發展を遂げ、又蜘蛛類も現はれ始めた。魚類は依然陸盛であるが、兩棲類も大いに發展してゐた。爬蟲類の小形のものゝ現はれ始めた。氣候は一帯に溫暖で濕潤であつたと思はれる。

ペルム紀 古生代の終末を劃するこの紀は種々なる點に於て前數紀と異なる。ヨーロッパの古生アルプスに依て分たれた南北の二大盆地の中南方のものは依然海を形成してゐたが、北方のものは漸次乾燥し、造炭沼澤は消滅して行つた。北ドイッ



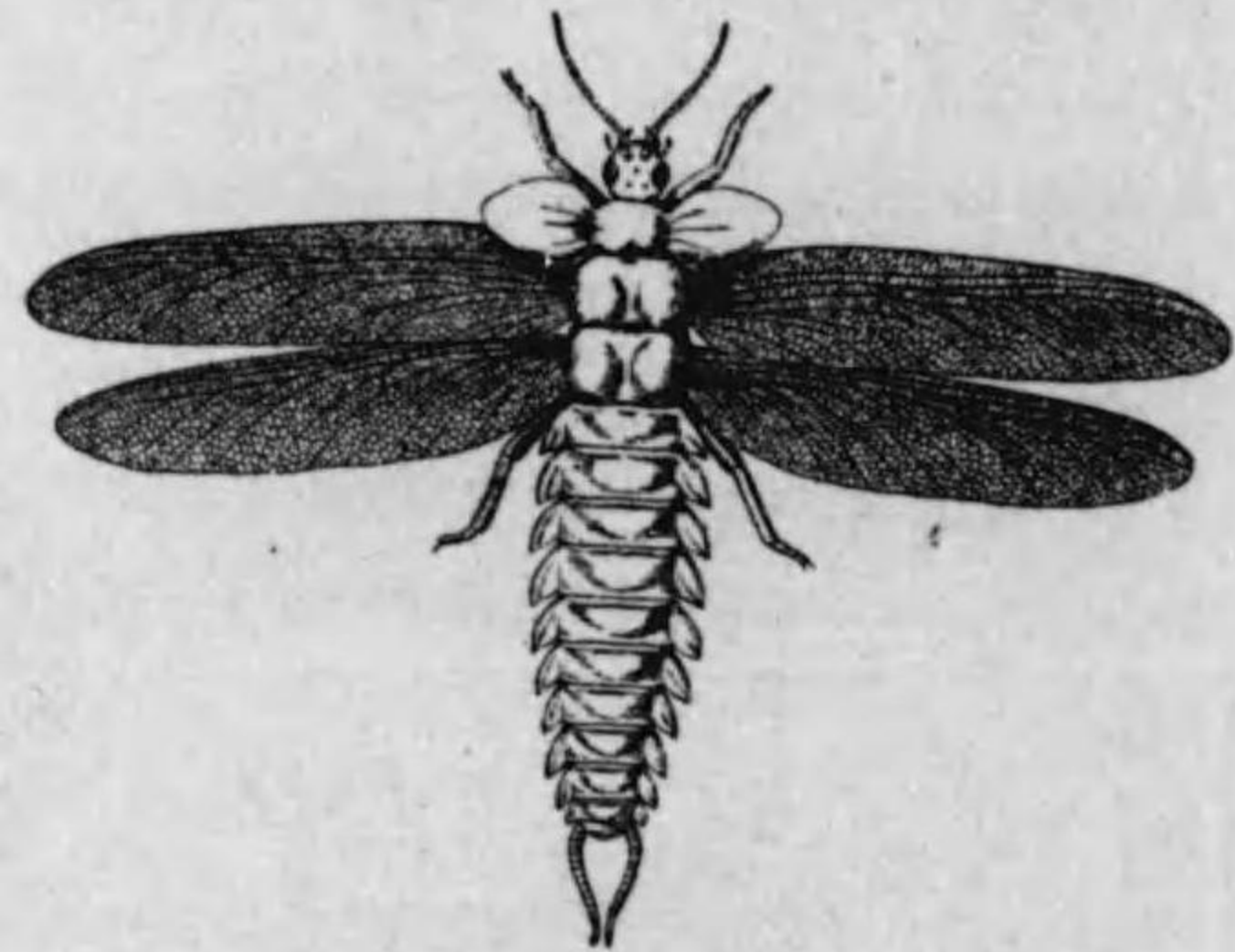
第51圖 ペルム紀の海陸分布を示す地圖

では世界最大の岩層が堆積した。北米では東部は陸成層が引き続き造られ、西部では海が尙ほ残存してゐたが、ロッキー山脈の東部では海が乾上り、莫大な岩鹽と石膏の層を残した。

然るにインド、南アメリカ、オーストラリア及び南アフリカでは一帯に始め米河的气候が支配し、そのため凝結漂石から成る氷成層を残し、後一様に或る特有の羊齒類化石を含むところの陸成層を造つた。これこれ等の地方を連結して大陸若くは陸地連絡があつたとせられる所以である。

植物では羊齒植物並びに裸子植物が相變らず繁茂した。海生動物では、有孔蟲、珊瑚類（六射珊瑚が始めて現はれた）が依然隆盛で、菊石も益々發達して來た。昆蟲は形が小さくなつたが、依然隆盛であつた。脊椎動物では爬蟲類が次第に繁榮に向ふ徴候を示した。

古生代の終には造山力の活動が活潑となり既にヨーロッパでは早くも古生アルプスの出現を見たが、北米に於てアッパラチア陸塊が褶曲と上昇とに依つて山脈を構成した。これをアッパラチア山脈と稱する。これはミシシッピー紀の終りから始まり、この紀に到つて極頂に達したものである。



第52圖 古生代昆蟲類の一種

中生代

この時代はその長さに於て古生代の半ばに達する期間繼續し、生物界進化の上では大體に於て動物は爬蟲類の全盛時代と目され、終りに到つて鳥類並びに哺乳類も現はれて來た。植物では裸子植物殊に蘇鐵類が旺盛で、終りの頃に到つて被子植物を生じ、同時にこれと密接に關聯した昆蟲の種類を發生した。海生動物では古生代特有の種類は多く減び、海百合類、海

膽類及び腕足類、瓣鰓類、腹足類が旺んに繁殖した。尙ほ菊石類が特異の發展を遂げた。

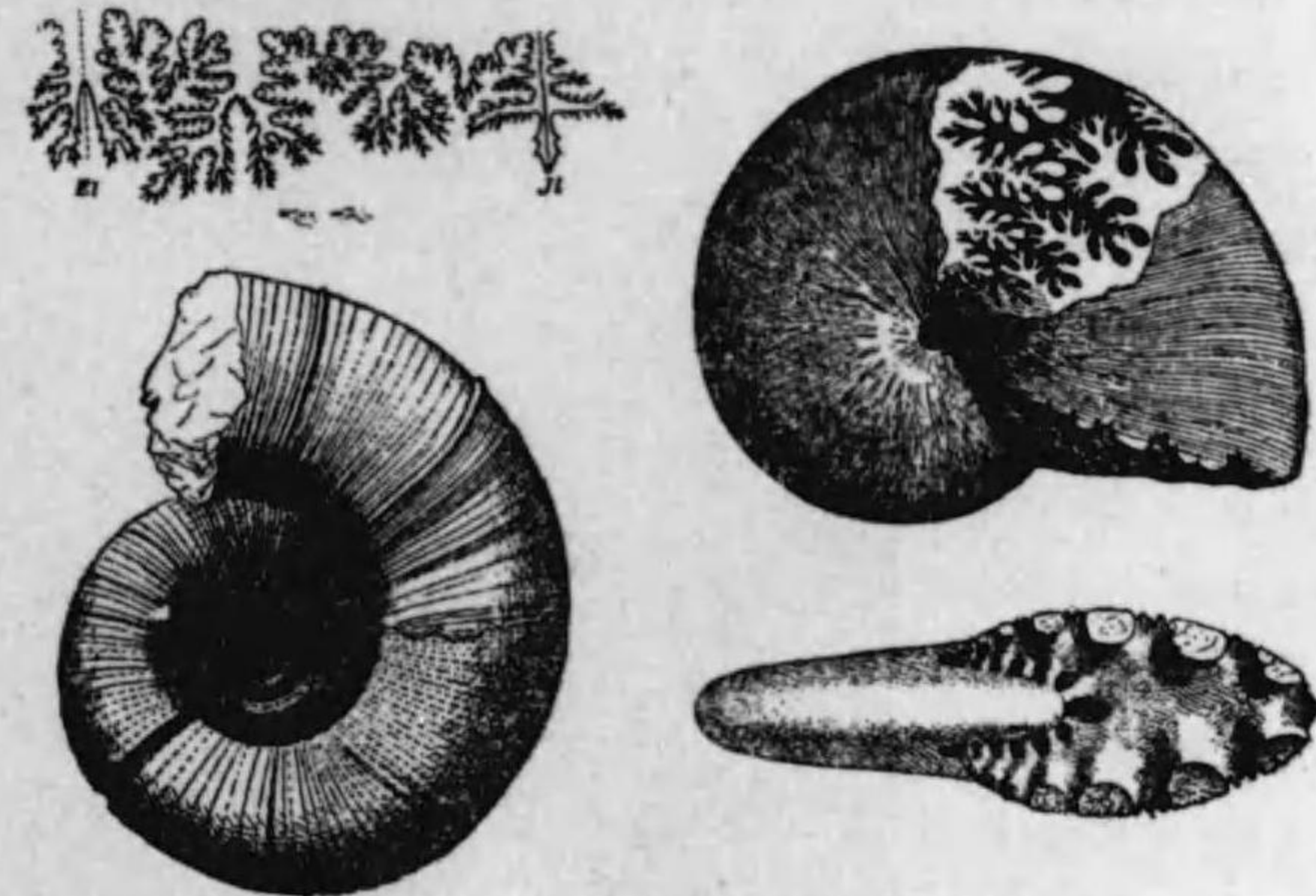
日本に於ては中世代の地層は各地に發達し、砂岩、頁岩、石灰岩等より成り、豊富に化石を含んでゐる。

中世代は次の三紀に分たれる。

三疊紀 ドイツに於て明かに三つの地層から構成せられるから、かく名づけられる。これ等は淡水層、海成層及び沼澤性の陸成層から成る。この紀の地層に著しいことはアルプス地方から地中海沿岸地方、南方アジア殊にヒマラヤ地方へかけて廣大な海成層の發達してゐることである。北米では東部は一帯に陸成層が發達し、西部には依然海成層が續いた。

植物界には松柏類及び蘇鐵類が繁茂してゐた。動物界では海に六射珊瑚が非常に益んであつた。

爬蟲類が次第に隆盛となり、又菊石類は非常に發達して來た。魚類では硬骨魚が少しく現れて來た。兩棲類は著しく衰



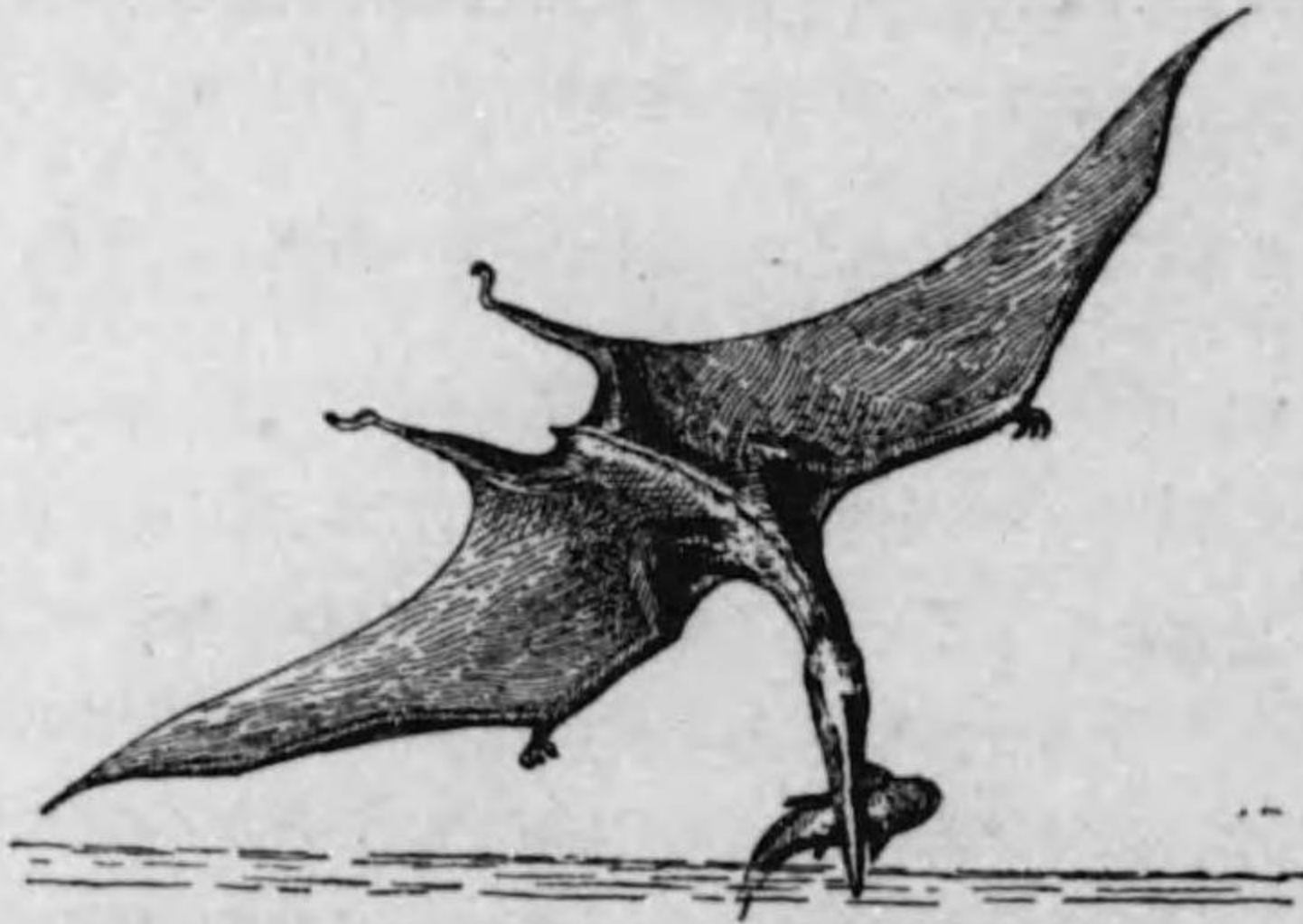
第53圖 中生代菊石類の二種

へ、それに代つて爬蟲類が益々旺盛になつて來た。又極めて下等の哺乳類である有袋類が現はれ始めた。氣候は北半球では一般に乾燥氣味で、温度は一様でなかつたやうである。

ジュラ紀 この紀にはヨーロッパは大いに海の没入を受け、地中海盆地は云ふ迄もなく、北方盆地には廣いリアス海が發達し、兩者はアルプス地方を横切つて連絡してゐた。後に陸地が處々で上昇して來たが、それから再び大海没を被り、この

紀の終りに到つて又陸地の露出を見た。北米では東部地方にも海が浸入し来り、西部に於ては立派な海成層が發達してゐる。アジアの東部は一帶に陸成層が發達したが、その他の地方は大部分海に掩はれ、海成層が發達した。

植物には依然裸子植物が主要の地位を占め全世界殆んど共通の種類が多く繁茂した。動物に於ては菊石類が發展の極致に達した外、箭石類と稱せられる別の頭足類が發展して來た。脊椎動物では何と云つても爬蟲類が極盛の時代で、その種類や習性の多様なこと、巨大な體形のものゝ多かつたことゝが著しい。それ等は水中、陸上、空中に亘つてはびこつてゐた。尙ほ特に注目



第54圖 ジュラ紀の飛翔性爬蟲類の一種

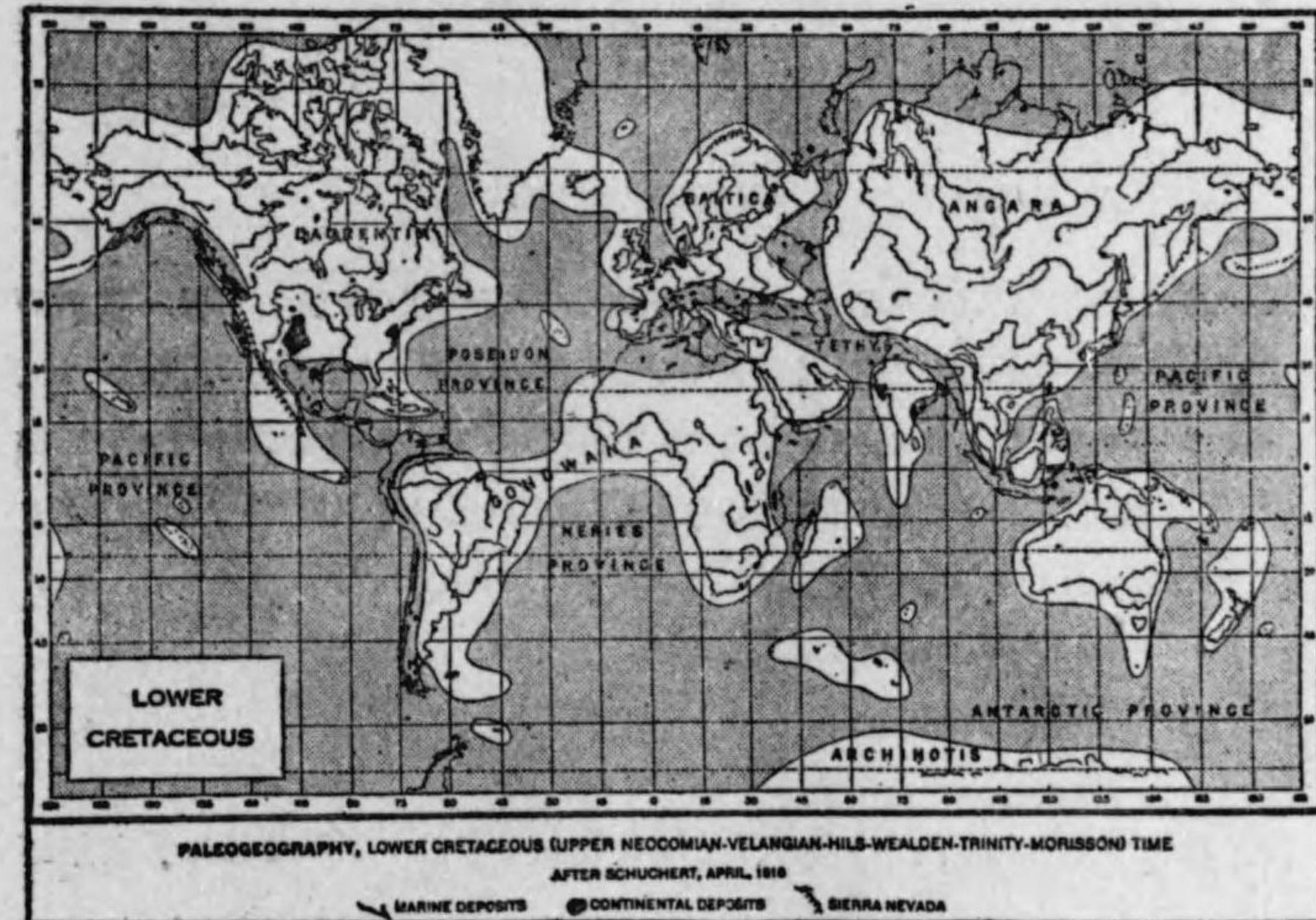


第55圖 始祖鳥の化石

すべきは始祖鳥の出現である。

ジュラ紀の終りには北米の西部コルディレラ單向斜區域に於て褶曲作用が起り、コルディレラ山脈が形成せられた。今日のシラネバタ山脈等はその残りである。同時に熔岩の流出火成岩の貫入があり、それに伴つて所謂カリフォルニアの金鑛の堆積が起つた。

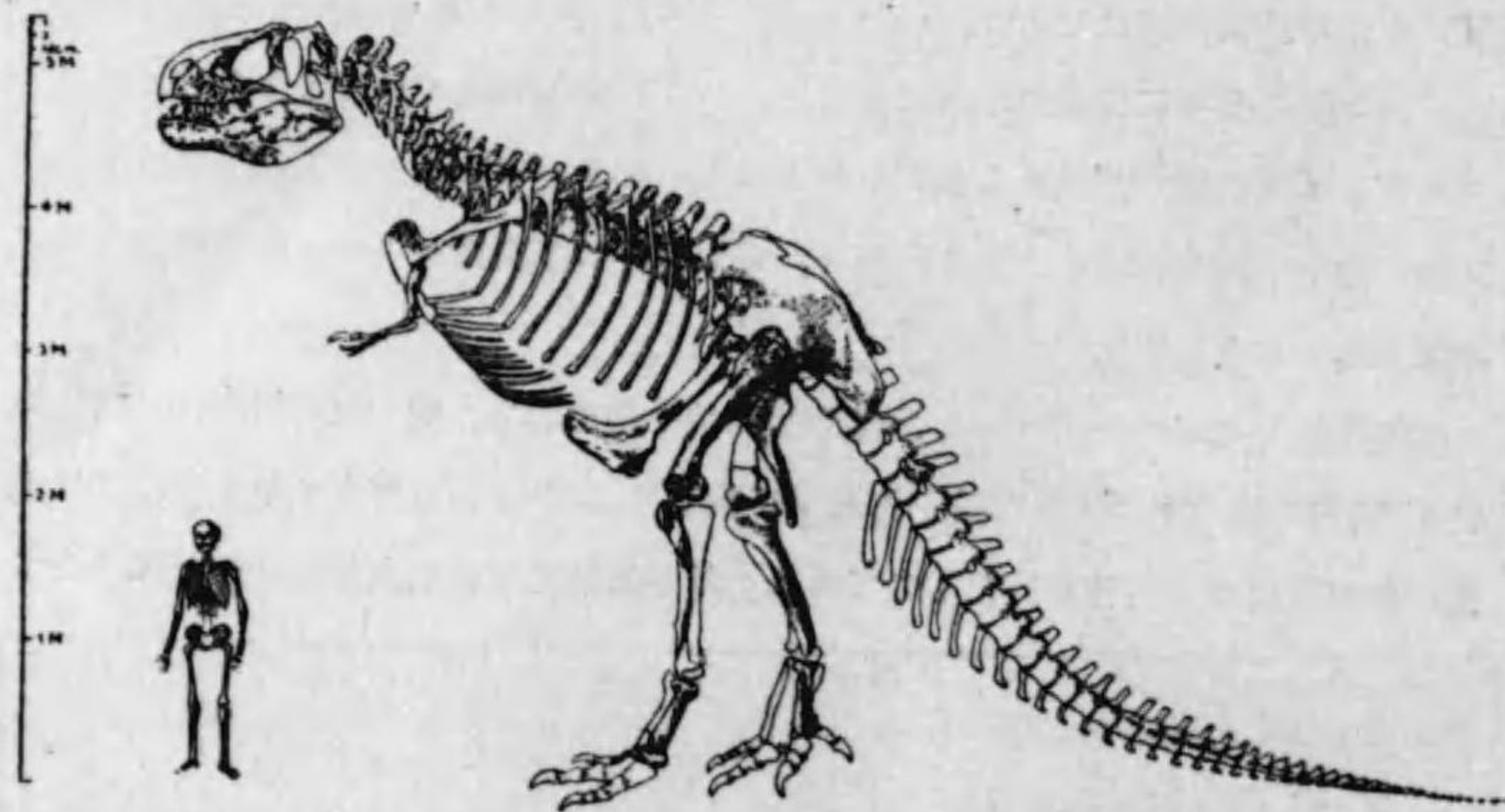
白堊紀 始めヨーロッパの大部分の陸塊は露出して、廣く陸成層が作られてゐたが、後海の浸入を受け大部分が海面下に没した。フランス北部とイギリス南部に共通の白堊層はこの時作られたものである。地中海盆地では石灰岩の堆積が厚く作ら



第56圖 白堊紀の海陸分布を示す地圖

れた。北米ではロッキー山脈地方が上昇し来り、こゝに陸成層が發達した。その他は大部分海に掩はれた。アジアではインドのヒマラヤ地方、支那、シベリア北部などにこの紀の地層が見出される。

植物では俄然被子植物が大發展をして來て、主要な地位を占めるやうになつた。動物では海中に有孔蟲類が盛んに繁殖し、白堊層の形成せられる原料を供した。菊石類及び箭石類は衰亡し、魚類では軟骨魚及び硬骨魚が非常に多數になつて來た。爬蟲類も多様な發展を見せてはゐるが衰微を現はして來た。鳥類はやゝ發展し、哺乳類はまだ有袋類の域に留つてゐた。



第57圖 白堊紀の巨大食肉性恐龍類の骨格(人類のものと比較して示す)

この紀の終りには北米西部ロッキー山脈地方は大造山作用を蒙り、それは北氷洋から、中央アメリカを經、アンデス山脈地方に沿ひ、南アメリカの南端に迄も及んだ。それに伴つて火山作用の大活動があつた。これはロッキー變革又はラ、マイド變革と呼ばれる。同時にインドにも大火山作用が現はれた。所謂デカンの大熔岩臺地はこの時に造られたものである。かくして次の代に入つた。

新生代

この代の地層の最下部のものは前代の最上のものゝ上に顯著な不整合をなして載つてゐる。同時にその中に含まれる化石の種類が一變してゐるのを見る。これこの代が明確に前代と區別せられる一時代であることを示す證據である。化石の種類が一變したことは生物界が飛躍的に進化したことを示すもので、前時代を特徴づけた爬蟲類や菊石類や箭石類は減び、これに代つて哺乳類が大發展を遂げた。それと同時にこの時代には地球上到るところ激烈な造山作用が起り、火山の大活動を見、そして又氣候の激變を見た。

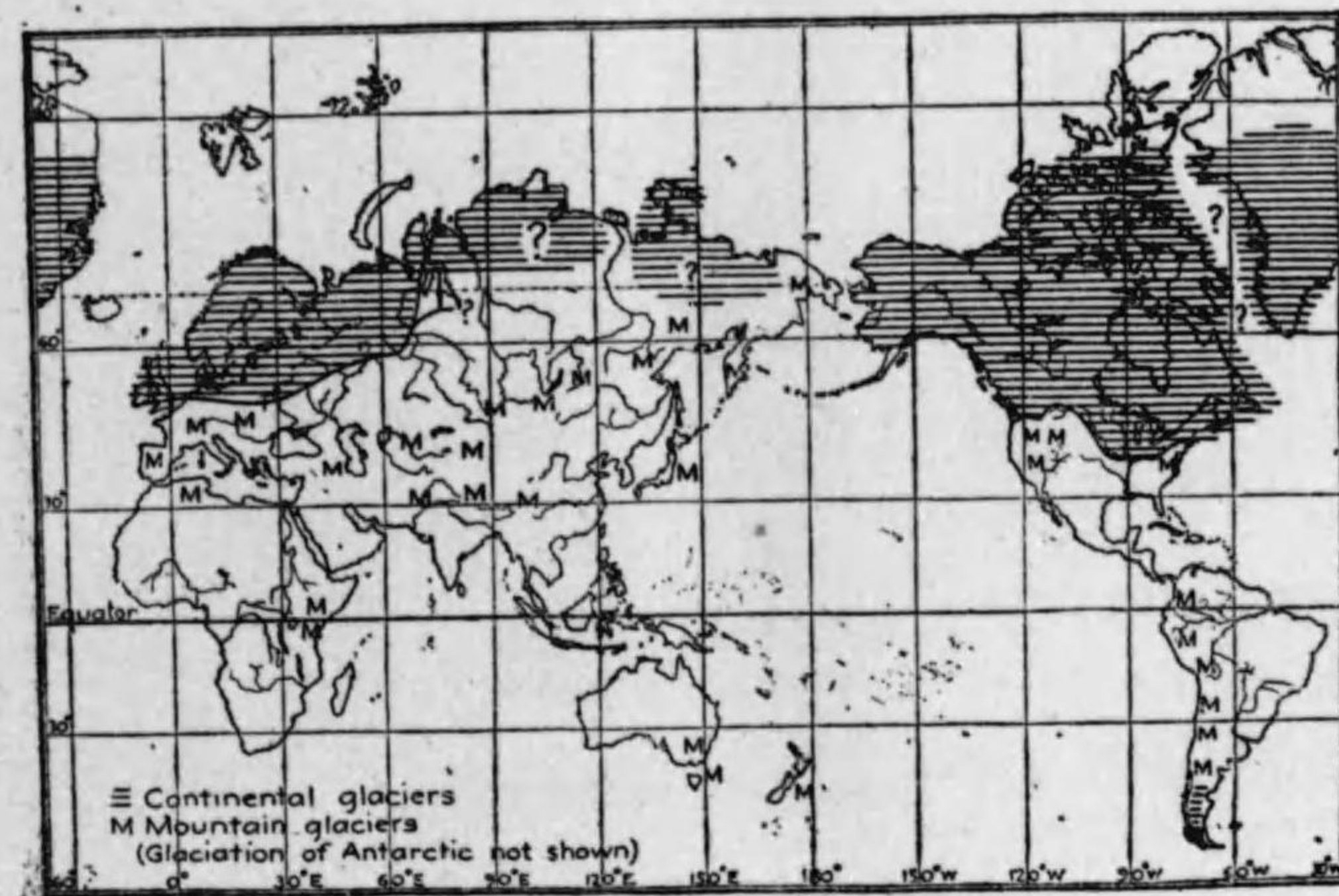
新生代の地層は日本に於ても各地に發達してゐるが、年代別が充分確定

せられてゐない。日本及びフィリッピン諸島が大陸から分離したのは、この代の終り近くと考へられる。

この代は次の二つの紀に分たれる。

第三紀 この紀の間を通じて世界各地は海浸と陸地上昇とを交互に起し、甚だしく不安定であつたと思はれる。それと同時に幾多の大規模な褶曲山脈が形成せられ、又既に造られてゐた諸山脈も著しく隆起した。褶曲若くは隆起した山脈の主なるものを挙げれば、歐亞大陸ではかのヒマラヤ山脈、ピレニー山脈、アペニン山脈であり、アメリカではロッキー山脈、コースト山脈、シェラネヴァダ山脈、カスケード山脈及びアンデス山脈である。この造山活動に伴つて大規模の熔岩流出、火成岩の貫入等火山作用も亦世界到るところ盛んに行はれた。

この紀の始めにはヨーロッパは温暖であつて、亞熱帶的な植物を生じ、グリーンランドやスピッツベルゲンすら温帶植物を産した。その後寒冷な氣候に襲はれ、これ等の植物は消滅した。動物では哺乳類は有袋類や單孔類の原始形に留まらず、有胎盤類が現はれて來た。それ等は先づ一般的な形態のものとして現はれ、後食肉類、有蹄類、長鼻類、齧齒類、食蟲類等に分化し、最後に靈長類を分化した。人類もこの紀の終りには現はれ始めた。



第58圖 新生代第四紀に於ける氷河の分布

第四紀 この紀の前半は洪積世と呼ばれ、この時代には尙ほ前時代からの地殻變動が引き續き行はれてゐたため、火山活動並びに海陸の離合が劇しかつたけれども、漸次落ち着き、その終り頃には今日の世界各地の海岸線の形が略ぼ出来上つた。

その間に幾度か寒冷の氣候が襲ひ所謂氷河時代を現出したことは著しい。生物界では哺乳動物が益々發展し、今日の種類に近づいて來た。氷河時代にはマンモスや洞熊など巨大な哺乳類が住んでゐた。人類もこの間を通じて進化した。

この紀の後半沖積世は即ち現世であつて、氣候は温暖で、氷河の融解に依る洪水やそのための堆積作用も止み、堆積作用は主として海中に於て行はれることとなり、マンモス、洞熊等の動物も滅び、人類が地球全域に亘つて大發展をなす時代となつた。

昭和十五年五月二十七日印刷

昭和十五年六月一日發行

不許複製



現代自然科学提要

¥. 70

著編者 しの はら ゆう
篠原 雄

發行者 東京市牛込區早稻田鶴卷町四四番地
前野政雄

印刷者 東京市牛込區山吹町一九八番地
山本禎男

發行所

東京市牛込區早稻田大學正門前通

前野書店

電話牛込(34)五二四七番
攝替東京五六八一四番

[株式会社宗文社印刷所印行]

特 231

894



¥ 0.70

終