

なき震動を受けてゐる。島々が不意に消えて無くなることさへもある。これらの互に孤立した事實は、すべて一個の普遍的な原因から起こる現象の様々の種類である。ラルマンはかつて、一八七五年にロウスイアン・グリーンの提唱した、かの地殻生成の四面體説に基づいて、内部活動の地震的發現を説明することができないかどうかを研究した。この四面體説については、我々は既に本書の始めに少しく述べて置いたのであるが、今ここに、もつと委しく再説しなければならぬ。この英國の科學者は、印度ゴムで出来た管を外側から壓縮すると、これらの管は平たくならずに、その斷面が凹面を有する三角形を成すところの形狀を取ることを明かにした。若し熱を加へて柔軟にされたガラスの球から、その中にある空氣を排出するならば、始め球狀をなしてゐたそのガラスの球は、四つの凹んだ面が見られるやうな形狀を取る。これらの凹面は、外部の壓力が比較的に増大したために、その影響を受けて平たくなつた部分であるのみならず、この三角のピラミッド形、といふよりも、寧ろさういふ形狀をとらうとする傾向は

最小限活動の原理の結果である。先づ一定の表面積から始めるならば、地殻は、重力が常に地殻を内部の核と接觸させて置くから、そしてまた核は冷却するに従ひ絶えず收縮するから、それに包まれた容積が減小しなければならぬ。最小限の容積を包むと同時に、一定の表面積と對稱的形狀とを維持するといふ二重の條件を果たさんがためには、地殻は、感知し得べき程度に、規則正しい四面體、即ち等邊の面を有つた三角形ピラミッドの形狀を取らなければならぬ。そしてこの規則正しい四面體は、任意の表面積に對して最小限の容積を占める均合ひのとれた固形體である。

とは云へ、邊と、頂點と、面とを有するピラミッド形は、一見、橢圓體形とは甚だしく似もつかないもののやうに思はれるが、然し、かかる不類似は、單に見かけ上のものに過ぎないで、この問題をもつと細密に研究すれば、兩者の間の類似は著しくなることがわかる。

地球の外観、即ち假りに觀測者が遠く空間に飛行し去つたとして、その場合彼れの眼に映

するであらう地球の外観は、固い殻とその水層との結合の結果である。即ち、言ひかへれば、岩圈と水圈との結合の結果であつて、中心核はこの二つの内部に蔽はれて見えない。

○若し地殻が、しつかり固まつた時以來、四面體形をとる傾向があつたとすれば、その皺と、従つてその地形の大體の方角とは、この傾向の影響を受けて出来たであらう。その結果、ピラミッドの頂點附近の部分が、水圈の上に現はれる唯一の部分となるであらう。のみならず、地軸は四面體の對稱の四つの軸の一つと符合するものと想像するのが自然である。だから、半球の一つには、三つの頂點によつて代表される三つの大陸的高地が存在すべき筈であり、その極を占める大洋の底面は、ピラミッド形の平たい面の一つによつて代表されなければならぬ筈である。然るに、その反對の極は、ピラミッドの第四の頂點にある譯で、従つてそこには大陸が大洋の球状の表面の上に現はれる筈である。

近年行はれた極地の航行は、十分にこの説のこの方面を實證するものである。ナンセンは、

彼れの北極周航中に、その地方が、深さ殆んど四千メートルに達する海によつて占められてゐることを明かにした。また他方に於いて、ロス、ド・ジェルラッシ、シャルコト、スコット、シヤックルトン、及びアムンゼンは、南極の周圍に廣大な大陸が在つて、その中心は非常に高い高原によつて占められ、その上には高さ四千メートル以上の峻嶺が聳立してゐることを確かめた。従つて、大陸と海とが直反對な位置に在ることは、極地に關して、著しく明白に證明された。

それはまた、全體としての地理によつても等しく證明される。北が廣がつて南の方が狭まつてゐるヨオロッパ、アジア、及びアメリカの三大陸は、北部が狭く南半球に於いて廣くなつてゐる三大洋によつて分離されてゐる。ヨオロッパとアジアとは、北の部分が相連結してゐると云へるが、然しこれはむしろ皮相な見方で、カスピ海やアラル海あたりまで行つて見ると、これらの二大陸の間が眞の低地である明白な徴候がある。正確な測定もまた、シベリアの西半が

ほんの極く僅かばかり海面を抜いてゐるにすぎないことを示した。その水準を極く僅か下けるならば、シベリアの西半分は海に變はるであらう。事によると、ウラル山脈の麓を走るこの低地は、そう大して遠くない昔は、眞の海に蔽はれてゐたものかも知れない。ケープ・ホーン、希望峰、及びオーストラリアの南端タスマニア岬（オーストラリアはそれ自體がアジア大陸の連續である）といふやうに、大陸が南の方に尖つてゐるのは、地球四面體の底面が北方にあることを示すものである。アメリカ及びアジアの北方の廣がつた部分は、長く延びて、ほとんど相連結せんばかりになつてゐて、その間にベエリング海峡が通じてゐる。

7、四面體と廻轉運動

——廻轉運動は地球四面體に如何なる結果を與へたか——古洋傘
についての實驗——各大陸の歪み——大陸間の凹處

然し、我々はこの地球四面體説から推論される結論を、もう一層引き延ばすことが出来る。今までは、單に動かない地球の場合に於ける四面體形への傾向を考へて見たに過ぎない。けれども、我々は地球が静止したものでなくて、反對に、廻轉運動を始めとし、幾多の聯合した運動をなすものであることを知つてゐる。

四面體形が作られたときに、地球の廻轉運動はどんな結果をそれに與へたであらうか？ それは線を歪めて、固い地殻の上に、他の如何なる方法によつても説明することの困難な、地球的變革を齎らした。我々は手近かな比較を試みることによつて、この變革の性質と起原とを理解することができる。

覆ひの取れてしまつた古洋傘を持つて來て、各々の骨の端に鉛の小球をつけてみたまへ。それからその洋傘を開いて、一方の手でそれを垂直に支へ、もう一方の手で柄の曲つた部分を廻轉して、指の間でそれをくるく廻はしてみたまへ。さうすると洋傘の廻轉を妨げようとする



第十圖。——火山帯の分布と大陸間の凹處。

されて西方に留どまつたが、狭くなつて先が尖つてゐる南方の部分は、東方に振れ曲がつた。世界地圖を一瞥すれば、各大陸がかく歪んでゐることが明白にわかる（第九圖）。

さて、かく振れた際に、四面體の邊緣は、その眞中のところが弱くなつて、地殻がそのところで持ち耐へられなくなつた。この斷絶線は現に存在してゐて、地理學者から大陸間の凹處といふ名を與へられてゐる。この凹處は一種の溝であり、地球のほぼ中部、即ち赤道の附近を完全に圍繞する水帯であつて、その或る部分は赤道の北に、また或る部分は赤道の南に在る。ヨオロッパは、



第九圖。——南方諸大陸の東偏。

抵抗が感知されるが、かかる抵抗は、我々の與へる廻轉力に抵抗する傾向を持つたその裝置の慣性の力率に起因する。若し我々がさういふ風にして柄に非常に烈しい力を加へるならば、骨とその先端に付いた鉛の球とは、振れて螺旋状になる。

地殻が固まつた時代にも、これと同じやうなことが起こつた。突起して大陸を成せる四面體の頂點は、回轉力の働きを受けはしたが、彼等の慣性のために元の位置に留どまつた。然し回轉の影響が長く續いた結果、北方の大陸を成せる頂點と、南極の頂點とを連結する各邊が、眞中のところで振れたために、大陸の北方の部分は後ら

實際に地中海によつてアフリカから分離されてゐる。アジアは、島嶼の連結を以て殆んど埋められた海によつて、オーストラリアから分離されてゐる。これらの島嶼は、實は、頂上だけが海面上に現はれた山なのである。最後に、北アメリカは、僅かにパナマ地峽として知られる心細い接合點によつて、南アメリカに繋がつてゐる(第十圖)。

8、地震帯及び火山帯の説明

——褶は抵抗力の最も弱い地帯——地殻の褶は四面體の邊に相當する——地震帯は四面體の邊の折れ——海陸による重力の不平均は何を意味するか

地球四面體といふ面白い概念からは、もう一つの結果が生まれる。それによると、地球の表面に於ける火山と地震の中心との分布を、極はめて簡単に説明することができる。

外部の殻が、中心核の收縮の影響を受けて、核と接觸を保たんがために折り重なつて收縮したときに、これらの褶は四面體の特徴に従ふやうな傾向を示した。それらはまだ伸縮自在な殻に出来たのであるが、後に、殻が硬くなると、同じ力の働きは、褶のかはりに破砕面を生ぜしめるに至つた。故に、地殻を傾はす不斷の衝撃は、この歪みに起因するのである。

然し、褶の出来た地帯は、抵抗の最も少い地帯である。若し蒸氣釜の板金を曲けて、それからその釜を使用するならば、蒸氣の壓力は恰度その曲けられたところに破砕面を生ぜしめるであらう。ところで、四面體の邊縁とその附近の地帯とは、地殻の褶である。だから、その抵抗力は、そのところが比較的弱くあるべき筈である。地殻が既に振れて、破裂に對するその抵抗力を弱めるに至つた箇所、即ち大陸間の凹處の全體の長さに、これと同じことが當て餘まる。だから、アンデス山脈のやうな大陸の大分水嶺と、太平洋を縁取る諸列島とは、地震及び火山の特別地帯である。勿論、火山の最大多數は、大陸の脊梁と大陸間の大きな凹處との交叉

點に位置を占めるべき筈である。また實際その通りであることは、地球表面上の火山の分布を示す地圖を一瞥すれば直ぐにわかる(第十三圖)。殊に、太平洋は、紛れもない火山帯に取り圍まれてゐる。然るに、一様な傾斜ぶりから見て、そこに何等の褶も不意の歪みも生じなかつたことの明かにわかるやうな緩かな傾斜には、噴火口がない。

鑛山技師のラルマン氏は、今日の非常に正確な緯度測定法を發見した人であるが、彼れはまた、四面體説によると、重力の値に存在することがわかつた變則を、極はめて自然に説明することができるといふことを明かにした。重力は、大陸の眞中に於いて最も弱く、大洋島に於いて最も強いのであるが、若し我々が、單に隣接地帯の密度を考へるだけで推論するならば、事實は正にその反對でなければならぬ筈である。

實際、地球の外部は、岩圈及び水圈の二つの異つたものから成つてゐて、岩圈はその大部分を覆ふ水圈を支へる土臺である。水圈は、その流動性の故に、重力と遠心力との聯合作用に

従ふ。若し一の表面が、緯度測定作業の結果として、假りに大陸地下に延長されるならば、我れは前に云つたあの假想表面に到達する。この假想表面は、重力を考へる場合の基礎的高表面である。然し、四面體の頂點の附近、即ち大きな大陸的集團の中心地帯に於いては、この表面は、測地學者の云ふ普通の橢圓體以上に隆起しなければならぬ。何故なら、その最初の固體以來、岩圈の示した四面體形への傾向は、基礎的高表面にも少しく見出だされなければならぬ筈であるからだ。従つて、海面の高さに低められた重力の値、即ち下の地殻の引力を差引いた後の重力の値にも、それに相應する不同がなければならぬ。それ故に、理論上の橢圓以上に高くなつてゐる四面體の邊の附近では、引力は大洋の眞中に於けるよりも弱く、遠心力はより強くなければならない。そして大洋の眞中では、より強い引力と、より弱い遠心力とが、その反對に、重力の超過を生ずる。この大洋島に於ける重力の超過と、大陸内に於ける重力の不足とは、實際に實驗上の結果によつて證明される。

ラルマン氏に歸すべきこの新しい説明は、リップマン教授の説と完全に一致する。それはまた、ロースティアン・グリーン地球四面體説のもう一つの説明でもある。證明の最後の出所はまだ實現されないが、然し萬國測地學會の努力によつて早晚實現されるに違ひない。即ち、南半球の出来るだけ南極に近いところ、殊にアルゼンチン及び南極大陸に於ける三つの長い子午線の弧を測定することによつて、早晚實現されるに違ひない。地球が、その外部が固まる際に眞に四面體の形をとる傾向があつたとし、加ふるに、南半球に水が多くて陸が少いことを考へるならば、地球の扁平率は、北半球よりも南半球の方がやや小さいと想像して差支へない。測地學者が、過去一世紀半に亘つて彼等の努力を集中した長い子午線弧の大半は、北半球に位置してゐる。十八世紀にブウゲとラ・コンダミヌによつて測定され、また最近ブウルジュア大佐の指揮の下に赤道附近の地方に於いて測定されたペルーの弧、及び英國の天文學者達によつて測定された希望峰の弧とが、南半球の輿料を我々に與へる唯一の弧である。希望峰から赤道

に至るまでの連續した弧が、近く南アメリカで測定されるさうである。その曉は、恐らく、今日まで、すべて正確な結果を得られなかつた假想表面の地方に於いて、渺茫たる海上の船中で正確に重力の強さを測定することの出来る方法と器械とがなければ得られなかつたところの、最後の輿料が得られるわけである。

9、地球の剛性

——第一地震波の速度——第二地震波の速度——理論と観測との一致——地球の核の剛性は鋼鐵のそれと同じ

地震の科學的観測——現今では地震計によつて絶えず地震を表示することが出来る——は、地球の剛性について新しい知識を我々に與へる。

地球のどの地點かに強い地震が起こると、例へば、最初の震源から六千乃至八千キロメートル

ル（三千二百乃至四千八百哩）も距つたところにあるやうな、最も遠い地震観測所も、數分後にはそれを感じて地震計が震動する。若し單に地殻の表面にだけでなく、地球の全質量に傳播したこの現象の最初の自記の時刻と、震源地にそれが起こつた實際の時刻とを比較するならばその運動が一秒間約十キロメートル（六・二哩）の速度で傳播することが證明される。これは現代の急行列車の最も速いものの三百倍の速度である。

更に數分後に、地震計は、前よりも強く且つ長い時間の間再び震動する。若し、前の場合のやうに、最初の衝撃の起こつた時刻と、地震計の自記した時刻とを比較するならば、この第一の地震波は、一秒間五キロメートル、即ち前の約半分の速度をもつて傳播する事がわかる。若し我々がこれらの結果を、數學上の弾力の理論が與へる結果と比較して見るならば、ピッタリ一致することがわかる。實際、この理論——それは實驗的證據を基礎としたもの——は、若し激動が完全に弾力性の固體に於ける一點に起こるならば、その固體には二組みの波が起こつて

その第一の波は、第二の波の二倍の速度をもつて傳播するといふことを我々に教へる。これはまさしく、地震計的觀測の研究が我々に示すところであるから、理論と觀測とが著しく符合するわけである。

地震計の結果を弾力の計算に利用すると、全體として考へた地球の弾力は、鋼鐵のそれと同じ大きさ——實際にはそれよりも少しく大きい——であることがわかる。これは、地球の潮汐及び章動の研究から推知される結果と驚くほど一致する。

我々は今や、地球の弾力についてのこの知識から、隣接地方への地震の震動の傳播の觀測が一秒間八百メートル（半哩）以上の速度を決して示さなかつた理由を理解することができ、地震波は地殻そのものによつて隣接地點に傳はるが、遠距離のところへは、全體としての地球の構成する弾力性の媒體を通して傳はるのである。かくして我々の地球の中心核の密度が確かめられる。それは、想像もつかないほどの温度にあるけれども、壓力のために、實際上固形状

態に等しい物理的状態を獲得し、従つて最もよき鋼鐵のそれと同等の剛性を有つてゐる。

10、地殻の變動

——地震による地殻の急激な位置變動——地殻の緩慢な位置變動

——正確な緯度測定の重要

地震は、ただに急激な衝撃に終はるだけでなく、地殻の永久的な位置變動に終はりもする。我々は、これらの原因を、爆發的の噴火ではなく、鎮靜に求めなければならぬ。即ち、象徴細工に似た地殻の各部分が、互に或る程度の活動を示すときに、それらの部分に影響する運動——この運動にその原因を求めなければならぬ。この結論は、大地震に伴ふ永久的の割地れ——時には長さ五十乃至百キロメートルにも達することがある——によつて證明される。また、たかくして出來た地割れの縁の一方は、他の側に對して高められるのが普通である。水準の位

置に變動を來たすことも珍らしくない。そして若し、例へば、地震を感じた地帯に道路が通じてゐるならば、この道路は、切斷された二片が最早や同じ方向をも同じ水準をも持たないといつた具合ひに、切斷される。地震はかく地殻の永久的の位置變動を生ずるのであるが、この變動の原因は、地殻の急激な運動にある。各國の官吏によつて成された精密な調査は、比較的重要な地震を感じた地方には、二メートル以上の永久的の水準の差があることを明かにした。

これらの不意に起こる永久的の變動のほかに、我々の地球の殻はまた、絶えず緩慢なる變動をもする。我々は僅かに海岸の進出又は退却によつて、これらの運動を知覺し得るにすぎない。海岸は場合次第で或ひは陸地に侵入し、或ひは海の方に退却するやうに思はれる。かかる事變の例は澤山ある。紅海へ行くと、比較的最近に出來た珊瑚礁の連續が眞の海面以上に突き出てゐるのが見られるが、それらは、水層の保護を受けてゐた時分に珊瑚蟲の造り上げたものに外ならないのであるから、つい近頃までは、水に覆はれてゐたものに違ひない。現にスカンディ

ナヴィアでは、ボスニア海峽の海底が隆起しつつあるが、半島の南部は漸次海中に沈降しつつある。

一七三〇年にセルフイウスがスエーデンの海岸の岩石に描いた海岸線の標高點を比較することによつて、我々は、一世紀の間に殆んど二メートルに及ぶ海底の運動があつたことを證明できるのであるが、ノルウェー、フィンランド及びシベリアに於いても、類似の事實が確かめられた。東印度諸島には地下森林が発見された。またプロシアには、比較的近年に出來た湖水があるが、それは、次第に沈下した地面に出來たものである。

我々は、山地へ行つて山の頂上に立つと、前の手近かな山の眞向ふに、遠い山々の姿を見ることが出来る。ところで、この間に挟まれた山が高く隆起したり、或ひは遠方の山が沈下したりしたために、さういふ遠山の峰が見えなくなつてしまつた場合がいくらかもある。かかる現象は、佛領ジュラ、スペイン、ボヘミア、スウェーデン、及びツリーディングア等に起つた。

地殻を構成する部分の沈下は、かく一般的恒久的の現象である。それが急激に起こらないときには、徐々に働くが、然し絶え間なく働いて、一見非常に堅固に見える大地に、不斷の可動性を與へる。この事實から、緯度の正確な測定が、地球史の觀點から見ると、如何に重要なものであるかがわかる。緯度の正確な測定は、地殻の固い表面上の種々の地點の緯度の相對的變化を發見し、測定する唯一の手段である。

11、地震津波

——大規模の波紋現象——津波の襲來する瞬間——三陸地方の大津波——津波の傳播速度——傳播の法則——傳播の速度と海洋の平均深度

恐るべき大異變を誘致する地球の内部活動には、更にもう一つの現はれがある。即ち、かの

津波と稱ばれるところの、海水の激烈な運動がそれである。

津波は、海底に起こる地震に起因するものであつて、恐らく、海底面が不意に隆起するか或ひは不意に沈下する結果として起こるのであらう。假りに、その原因が前者にあるものとすれば、隆起した海底面の部分を覆ふ海の上層面には、直ちに海水の隆起が起る。この隆起は二つの凹處によつて境ひされる。その凹處の深さは、隆起した水塊の高さに比例する。そこで、その隆起は、海面を外の方に擴がつて、恰度水中に石を投げ込んだときに出来る波紋現象をすつと大仕掛けにしたやうな波が出来る。かくして地震の移動波が海面上に擴がる。それが海岸に到達する前には、水面が同程度に低くなるから、それが海岸に到達する瞬間には、海が退却することになる。船は投錨してゐる港の海底に不意に坐洲せしめられる。然し、一瞬の後には、高い浪がこの退却についてやつて来る。そして一旦坐洲せしめられた船は、時として大きな浪の峯によつて可なり距つた陸地に押し上げられる。水は低い海岸に打ち上がつて、人家を浸し

途上の人畜を溺れさす。一七五五年にリスボンに起こつたのはこれで、そのときは、大地震につづいて恐ろしい津波が襲來し、三萬の生命がこの地震と津波とのために奪はれてしまつた。

津波は相當に高い海岸にあつてさへ怖るべきものであるが、ポリネシア群島に見るやうな低海岸の場合には、遙かに怖るべきものである。地震の多い、従つてこの怖ろしい現象により多く曝された地帯である太平洋沿岸、殊に我が日本に於いてさうである。

今も云つたやうに、地震に津波を伴ふのは、その震源地が海底にある場合に限られるのであるが、日本のやうに、四方海に圍まれてゐる細長い地震國では、震源地が海底にある場合が多く、従つて地震津波の起こる機会も多いわけである。現に、我が國で古くから知られてゐる十回の大地震のうち、三回はその震源地が陸地上にあり、残餘の七回は海底（殊に太平洋底）にあつたが、その七回の海底地震には、みな激烈な津波が伴つてゐる。中でも我々の耳になじ新しいのは、明治二十九年六月十五日の夕方から夜にかけて起こつた、かの三陸地方の大津波で

ある。このときの津波は、前後數回に亘つて同じ地方の海港や漁村を襲ひ、瞬く間に二萬二千の人命を奪ひ去つた。この津波がどんなに大きな破壊力を有つてゐたかは、その浪の高さが殆んど三十メートルもあつたといふことによつても、十分に想像できる。

地震に起因するこれらの浪の傳播の速度は、可なりの値に達する。これらの浪は、一時間三百五十乃至四百哩の割合で海面上を移動する。一哩は千八百五十二メートルに相當し、地球子午線上で測つた弧の一秒の長さである。それ故に、これらの地震の移動波は、一時間七百五十乃至八百キロメートル（四六五乃至四九五哩）の速度で傳播する。クラカトアの爆發には、前にも云つたやうに、強い局部的地震現象が伴つて、大きな移動波を生じたが、それは十時間後には全印度洋を越えてアフリカの東岸に位置するマダガスカル島に達し、十七時間後には遠くアメリカの南端ララ・デル・フューゴに達し、二日後にはロッヘフォルトの記潮器に感じた。この波は、如何なる場合にも、十二時間をもつて太平洋の全幅員を横切ることが明かにされて

る。

海洋學は、この傳播を研究して、それを支配する簡單な法則を發見した。即ち、この波が移動しつつある海洋の平均深度に、この波の進路に沿ふた重力の平均強度を乗すれば、その積の平方根は、この波の傳播の速度に等しい。この簡單な法則の結果として、我々は、殆んどあらゆる場合に、波がその表面を通過する海洋の平均深度を推知することが出来る。何故なら、地震の起こつた時刻がわかつて居り、そしてその波が海又は大洋の彼方の岸に達する時刻もまた、記潮器を用ゐて正確に知ることが出来るからには、我々は、大抵の場合重要な地震の移動波の傳播の速度を測定することが出来るからである。それからまた、波の通過する路筋の重力の平均強度もわかる。直接測定の結果と、かうして得られる結果との間には、著しい一致が見出だされるが、これは、波の傳播説を見事に證明するものである。

六、地球の磁氣及び電氣現象

1、理論的考察

——太陽光線の電氣作用——太陽の電荷と磁場——地球は太陽電
磁氣の場の中を運動する——放射の壓力——電子——太陽コロナ
の偏れ

以上の諸章によつて、地球が如何なる程度まで生物に類似してゐるかが明かになつた。それには、生長と發達との時代があり、内部的活動があり、地殻の規則正しい脈搏があり、更にまた、時々地殻を顛はすところの痙攣的な衝撃がある。

我々は今度は、生物の血液循環に比すべき循環現象が、磁氣現象と結合した電流となつ

て地殻中に生ずることを明かにしなければならぬ。地球に磁氣現象の起こり得べきことは、前に地球の核について試みた研究によつて既に明白である。地球の核は、その各部分が受けてゐる莫大な壓力のために、非常な高温にも拘はらず、實際上固形體に等しい状態にある。のみならず、地球の核は、鐵を主とする金屬元素から成つてゐる。だから、地球が總體に於いて磁氣的性質を示すことは異とするに足らない。

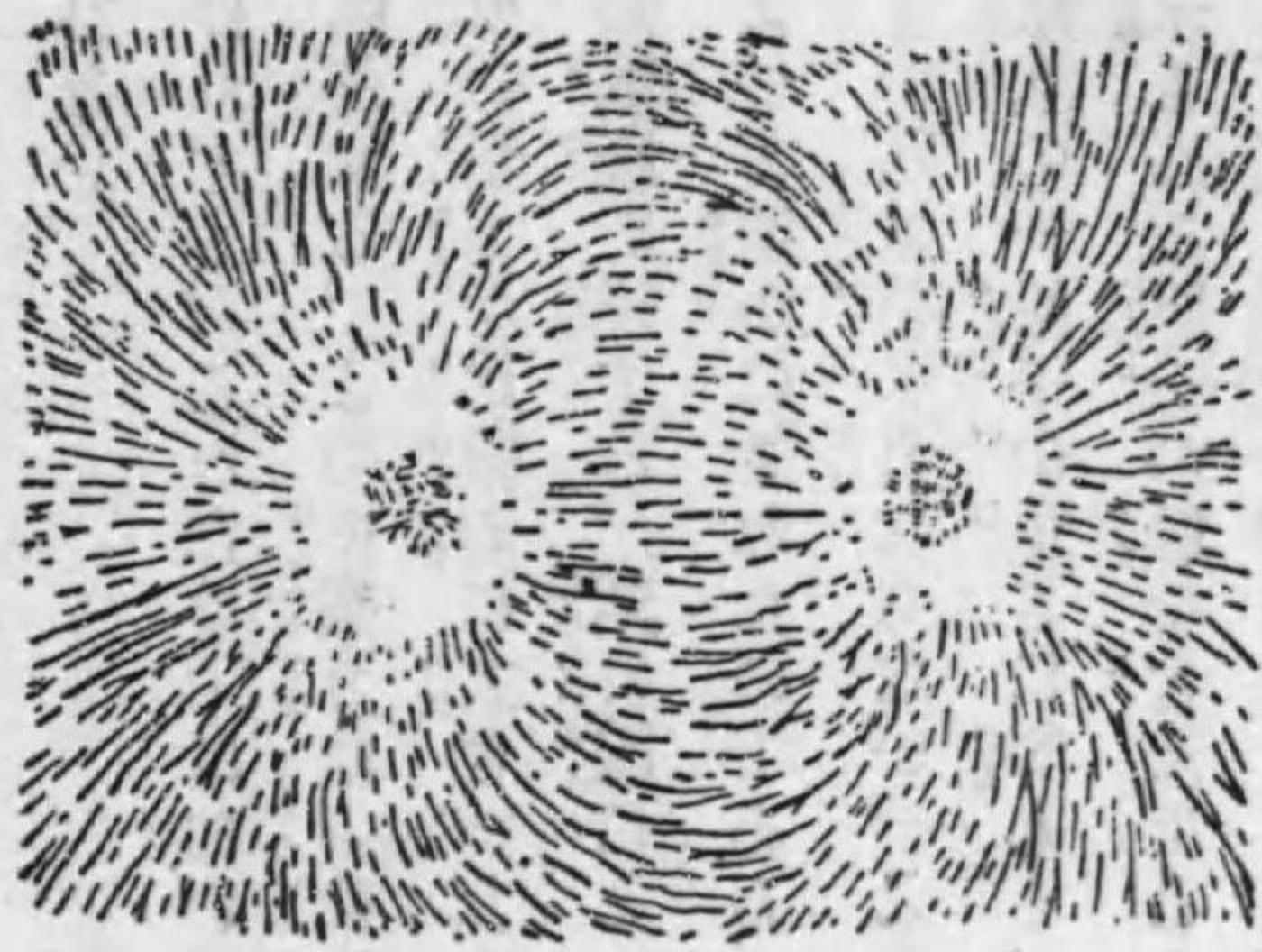
また他方に於いて、太陽は可なりの靜電荷を有つてゐるから、その周圍に電氣の場を生ずる。太陽光線の電氣的作用を發見したのは、物理學者ノドンである。彼れは、一八八五年に、太陽の放射が絶縁された導體に陽電荷を生じたこと、そしてその電荷は放射の強さとともに増大するが、雲が太陽を遮るとこの現象が中絶することを明かにした。一九〇五年に、ベルナル・ブルネは、見事な實驗によつてノドンの得た結果を實證した。それから、一九〇七年には、ノドン自身が太陽の電氣的作用を明白に證明した。それ故に、我々の太陽は充電する。この電荷の

大きさは、我々が想像し得べきどんな電荷をも凌駕するに違ひない。アレニウスの計算は、太陽の電荷が常に二千五百億クーロン（クーロンは電氣量の單位）に達することを示した。それは靜電氣の場を生ずる。

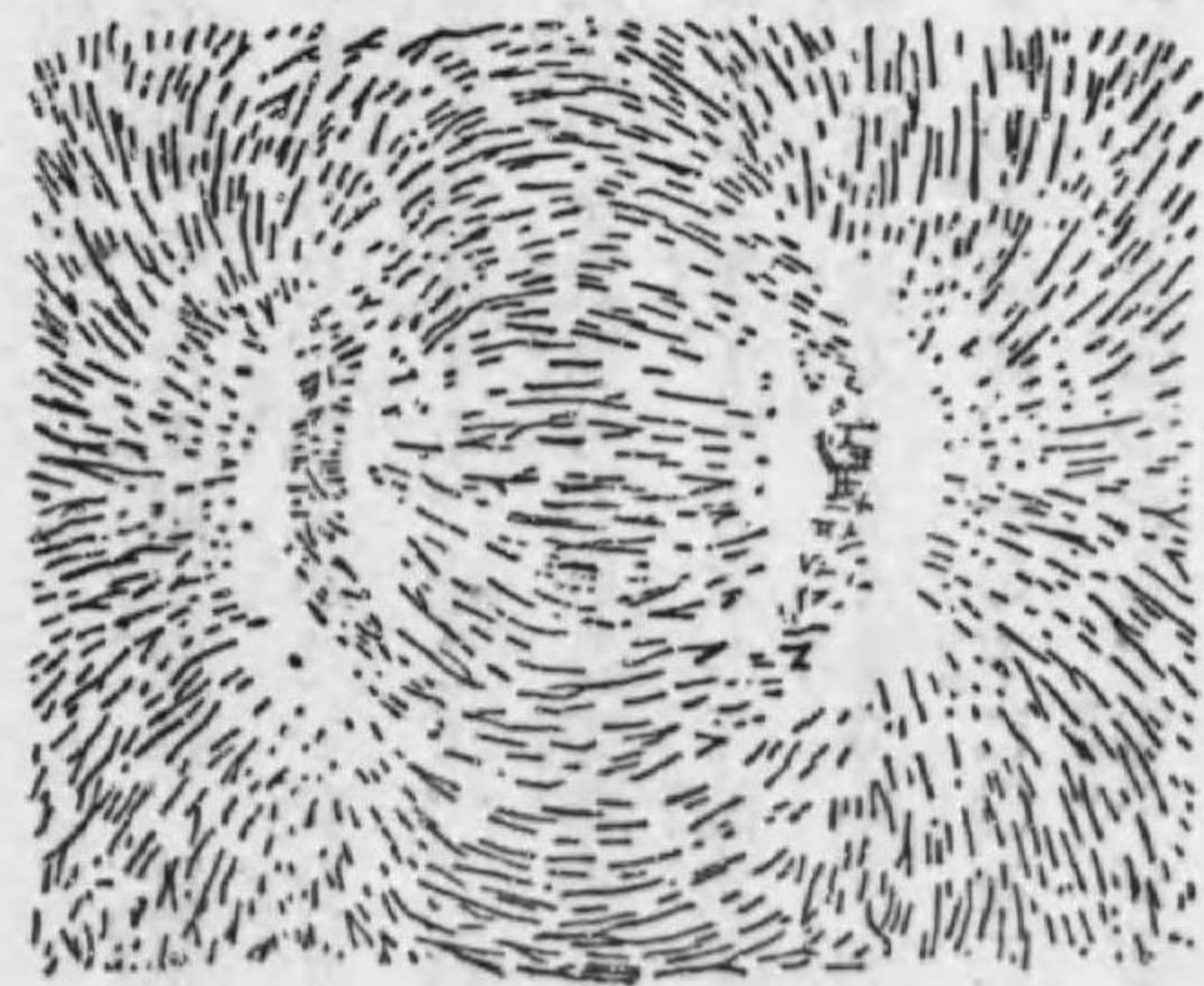
太陽の回轉軸の周圍を迅速に回轉するこの電荷は、磁場を生ずるに違ひない。磁場が電荷の運動の結果であることは、ローランドの発見した通りである。この現象は長い間論争の種となつたが、ルーマニアの物理學者ヴァシレスコ、カルペンの實驗は、その存在を確證するとともに、その量を測定した。さういふ風にして生ずる場の強さは、太陽表面の附近では可なりのものであるに違ひないが、地球のやうに太陽から遠く距たつたところでは確かに弱い。蓋し、磁氣作用は距離の三乗に逆比例するといふのが、磁氣作用減小の法則であるからである。それにも拘はらず、たとひ弱くとも、場は疑ひもなく存在するのであつて、導電體である地球の核は、場磁石の場に於けるダイナモの發電コイルのやうに、大速度でもつてその中を運動する。

だから、そこには、地球の内部を流れる、謂はゆる「フリーコイルの電流」なるものが生ずるに違ひない。

けれども、これだけではない。陽電氣を起こした太陽表面は、陰電氣を帯びた微分子を空間に驅逐する。この反撥力は、前にも云つたやうに、極く小さい微分子の場合には、それに働く放射の壓力が比較的に大きいために、引力を凌駕する。そこで、これらの微分子の多くは、地球の氣層に達する。紫外線にこれらの微分子を放電せしめる力があることは、ルナールの實驗によつて明かにされたのであるが、謂はゆる「電子」となつて逃走するのは、實にこれらの微分子の陰電荷に外ならない。これらの電子は、途方もなく小さい。一千の電子の重さは、殆んど水素の一原子の重さに等しく、一グラムの水素は、一の下に〇を二十四個つけた數字によつて示される原子の數を含んでゐる、といふことを云つたら、電子がどんなに微小なものであるか、大體の觀念が得られようと思ふ。



第十一圖。——磁力線。



第十二圖。——磁力線。

鐵の鑷屑が磁力線に沿ふて配列することは何人も知つてゐることであるが、我々はこの事實によつて、これらの磁力線が磁鐵の兩極に輻合することを知らることが出来る（第十圖及第十二圖）

ところで、太陽コロナの光線は、恰度磁力線に沿ふて出来る模様の曲線のやうに、兩極から赤道の方に偏れてゐる。だから、太陽は一大磁鐵の如き作用をするものと想像して差支へなく而もその磁極は事實地理上の極と一致する。

太陽から射出する電氣を帶びた微分子が、地球に達するといふこの理論上の概念は、やがてわかるやうに、物の美事に實證される。これらの微分子は電荷を運び來たるから、その影響は大氣中にも感ずるし、地面にも感ずる。上層の大氣のイオンは、地球の運動に與かる。これらのイオンは、同じやうに電氣を起した地球によつて反撥されて、氣層の比較的上層に留まりそこで、地球の磁氣に有力な發電作用を與へるところの電氣現象を生ずる。

これを要するに、地球は太陽に因つて起る電氣の場の中を運動するもので、その表面に電荷を持ち來たす微分子を太陽から受けるのである。だから、太陽の放射の強さに何等かの變化が起ると、地球が受ける影響の強さも變はる。それから、この場に於ける地球の轉位の速

度が少しでも變化すると、これまた間接の影響に變化を生ぜしめる。ところで、ケプラーの法則は、かかる速度の變化が實際に起こることを我々に教へるから、我々は電氣及び磁氣現象の週期的變化を豫期して差支へない。

以上は理論上の考察であるが、然らば實際の觀測の結果はどうであるか？ 以下、我々は、實際の觀測の結果を検査することにする。

2、地球磁氣の時間的變化

——磁氣子午線と地球子午線——偏角、俯角、水平磁力——偏角の變化と太陽黑點の活動——俯角の變化とフオルゲレーターの古

代陶器の研究

先づ地球の磁氣から始めることにするが、地球の磁氣は、重心のところから自由吊下けられ

た磁針が、地球の影響を受けてどの方向を指すか、その方向指示の結果の上に簡単に現はれる。

この初歩的實驗は、地球の磁氣現象についてのあらゆる研究の基礎をなすものである。

磁針を含む垂直面を磁氣子午線と呼ぶ。それは略ぼ地球の北極を指すが、然し一般にその場所の地球子午線と一致しない。この兩子午線間の角を偏角と呼ぶ。磁針が水平線に對して作る角を俯角と呼び、磁針の方向を定める水平分力の強さを、しばしば、水平磁力と呼ぶ。

若し磁針を吊下げて、出来るだけ正確にその方向を測る方法が設備されるならば、如何なる場所でも、磁氣要素が一日中に變化することが實驗的に證明される。これらの變化は、年中如何なる日でも規則的に繰り返へされるのであつて、その平均値も季節によつて變化する。偏角はどうかといふと、この量も毎日最大値から最小値までの變化をするが、然し變化の實際の程度は僅小で、僅かに弧の數秒に達するに過ぎない。俯角と水平磁力も同じやうな變化をするが、その變化は半球によつて徴候が異なる。これらの變化は、氣候の寒いときよりも、氣候の

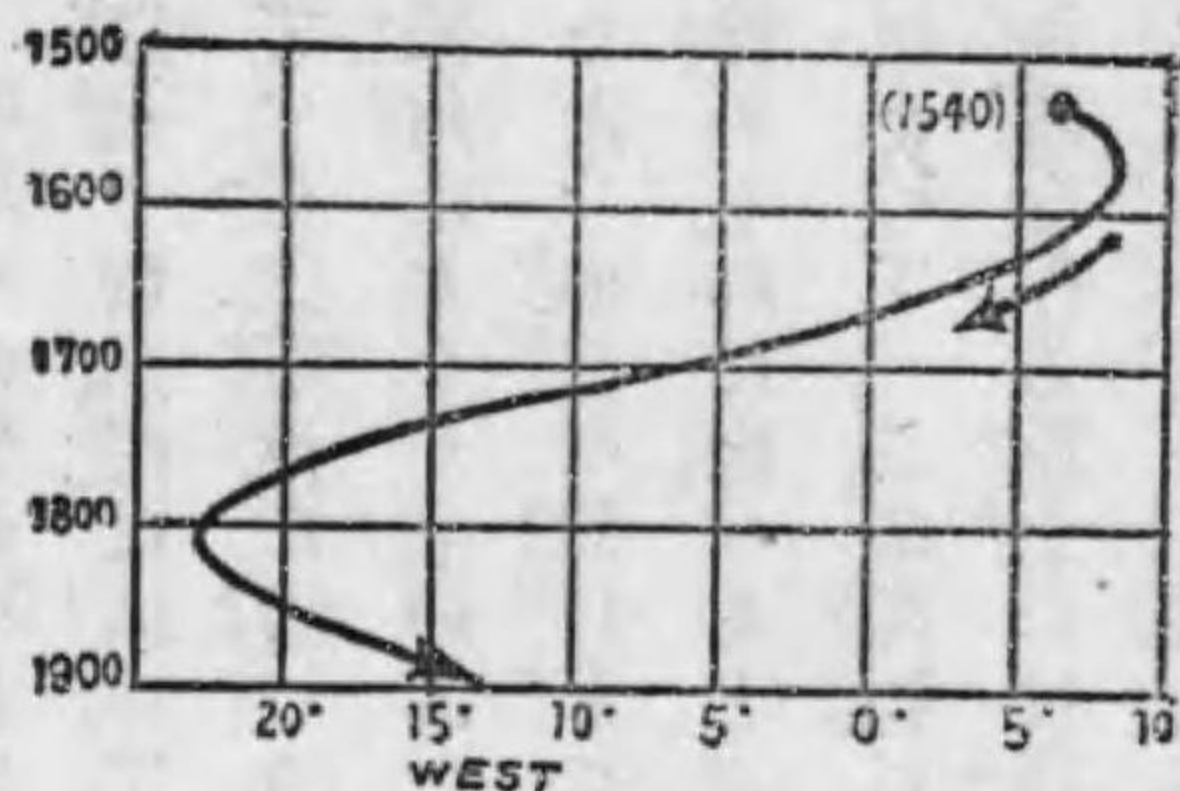
暖いときの方が大きい。

偏角は理論が示すやうな年週期的變化を示す。毎年大小兩極があつて、その徴候の變化、即ち平均値通過は、春秋二分點に起こる。この二分點はまた、俯角と水平磁力との變化の徴候變化をも決定する。

月の週期と磁気要素の變化との間には、まだどんな關係があることも確證されてゐない。これに反して、太陽黒點については、本章の始めに述べた通り、理論上の見解が見事に確證された。太陽黒點の活動が最大極限に達する年は、偏角の變化と水平磁力の變化ともまた最大極限に達する年であつて、これらの三現象を表はす曲線は、多かれ少かれ互に相一致する。

さういふ風に、どんな場所でも、偏角は、その他の磁気要素とともに、日週期性及び年週期性的變化を受け、それからまた、十一年を週期とする變化をも受けるのであるが、これらすべて太陽の活動から起こる結果の變化の既知の週期に相當する。

然しこれだけではない。偏角を細密に觀測して、その毎年の平均値を取つてみると、それは



第十三圖。——パリーに於ける偏角の變化（一五四〇年から一九〇〇年までの）。圖の向つて左が西、向つて右が東。

○年の少しく前に最大値を通過した。それから減小し始めて、一六六〇年に零度に達したが、

年とともに徐々に變化して行くこと、而もこの一世紀毎の變化もまた週期的であるらしいことが證明される。例へば、パリーでは、一五四〇年以來偏角の測定が行はれて來た。この現象そのものは一四九二年にコロンブスが、アメリカ發見を齎らした彼れの航海の當時に發見したものである。ところで、一五四〇年にはパリーに於ける偏角は東を向いてゐた。即ち、磁針は地理的正北の東の方を指してゐた。その後その値が増大して、一六〇

この年には羅針盤がパリでは正北を指した。一六六〇年後、偏角は徴候を變へて西向きとなり、毎年その値を増して行つた。十九世紀の始めには、約二十四度といふ最大數値に達し、それ以來、依然西に向いてはゐるが、絶えず減小して來てゐる。現在は西方約十度のところにあつて、再び零度に近づきつつある。

俯角はどうかといふと、直接觀測の正確な結果は、偏角の場合ほどに判然しない。それからまた、海員や旅行家にとつての重要さも、星が雲に蔽はれた場合に一定の方向を彼等に示す偏角のそれに比べると、遙かに小さい。然し、近年フォルゲレーターは或る非常に獨創的な研究によつて、この問題に多大の光りを投げ與へた。

陶器を作る粘土には磁氣が含まれてゐる。かかる粘土で作られた花瓶は、だから、地球の磁場の影響を受けて磁力を與へられる。即ち、兩極を繋ぐ線が俯角磁針の方向に平行するやうな位置に置かれた磁極を示す。かくて花瓶は恰も軟鐵の一片と同じやうな作用をする。然し、

若しさういふ風に地球の磁場の作用を受ける間に、その粘土製の器を窯に入れて焼くならば、その磁化は永久的のものとなつて、俯角磁針の方向に平行な線上にある兩磁極は、そのまま永久に残ることになる。だから、若し我々が、その花瓶が地球の正北に對して窯の中でどの方向を取らしめられたかを知つてさへれば、我々は、その永久的の磁氣を研究することによつてそれが焼かれたときの磁氣子午線の方向、並びに俯角の値を推知することができるわけである。

フォルゲレーターの研究は、イタリー中部の古國エトルリアの花瓶について行はれたもので随分古い花瓶である。これらの花瓶は、廻轉面の形をしてゐて、よつてもつて我々がそれが製作された時の窯の中に於ける花瓶の位置方を推知し得べき何等の外部的徴候をも示さない。だから、それらの花瓶は、偏角についても何等の知識を我々に與へない。然し磁針が水平線に對して作る角、即ち俯角については、十分正確な値を與へてくれる、といふのは、それらの花瓶は常に窯の中の水平板の上に置かれたものであつて、その後どんな位置に置かれようと、そ

これらの磁極が水平線に對して作る角は、それらを再び水平の位置に置くことによつて測定することができからである。

かくて非常に面白い結果が推知されたが、それは最初は烈しい論争の種となつた。即ち、磁針の俯角は、中部イタリーに於いては、紀元前第六世紀の半ば頃は零度であつたものに違ひないといふこと、及びそれ以前、即ち紀元前第七世紀中は（その時代の美術の標本もいくつか残つてゐる）、磁針の北極は、現在に於けると同じく、水平下にはなく、水平上に傾いてゐたといふことが推知された。

ベルナルド・ブルネは、一九〇六年に、フランスのビュイ・デ・ドーム山の熔岩の永久的磁化について行つた研究によつて、以上のフォルゲレーターの結論を確かめることができた。彼の研究は、カンタル縣ボンフレンの熔岩の變質粘土に關したものであつた。この粘土は、熔岩に觸れて、恰も窯の中で焼かれたかのやうに、もとの位置に置かれたまま焼かれてゐる。

ブルネは、俯角の徴候の變化が、フォルゲレーターの指摘した時代と大して違はぬ時代にこれらの地方に起こつたことを示す、明白な證據を擲むことができた。

けれども、ブルネは更にこれ以上のことを成し遂げた。彼はビュイ・デ・ドームの頂上に建つてゐるマキユリ寺院の鋪石を研究して、フォルゲレーターの與へた原理の正しいことを證明した。この寺院の床を造つてゐる鋪石は、火山岩から成つてゐるもので、その一つ一つが永久的磁化を失はずにゐる。それらはいろんな方向に置かれてゐるから、推知される偏角は、豫期された通り、石ごとに異つてゐるが、然し俯角はみな同じである。それらの鋪石が切り出されたときに始まつたそれらの磁化の要素は、だから、地球の磁氣のその後の變化によつて影響されてゐない。従つて、エトルリアの花瓶の研究から推知された、古代の俯角の値に關するフォルゲレーターの結論は、完全に正しいものである。

3、地球磁氣の場所的變化

——磁北と正北——磁極と地極——磁極の移動と地球磁氣の變化

——等方位線——地球磁氣の分布

さういふ風に、磁氣要素は、毎日、毎年、及び毎十一年（即ち太陽の黒點活動の週期）に變化するだけでなく、それはまた毎百年中に徐々に變化しもある。我々はここでもまた我々の地球の生命を構成する物力に不斷の進化があることを會得する。我々は更に、時とともに起こる如上の變化が唯一の變化ではなくて、そこにはまた、地球の表面に於ける位置に従つて起こる變化があることを明かにしなければならぬ。

重心近くのところと自由で吊下げられた磁針は、水平線に傾いた位置を取る。我々はその高い方の端に軽い分銅を附けることによつて、それを無理に水平の位置に戻すことができる。そ

れからそれを水平面内に於いて自由に動くことができるやうにすれば、磁針は常に磁北と稱する地平上の一點の方向を指すことがわかる。

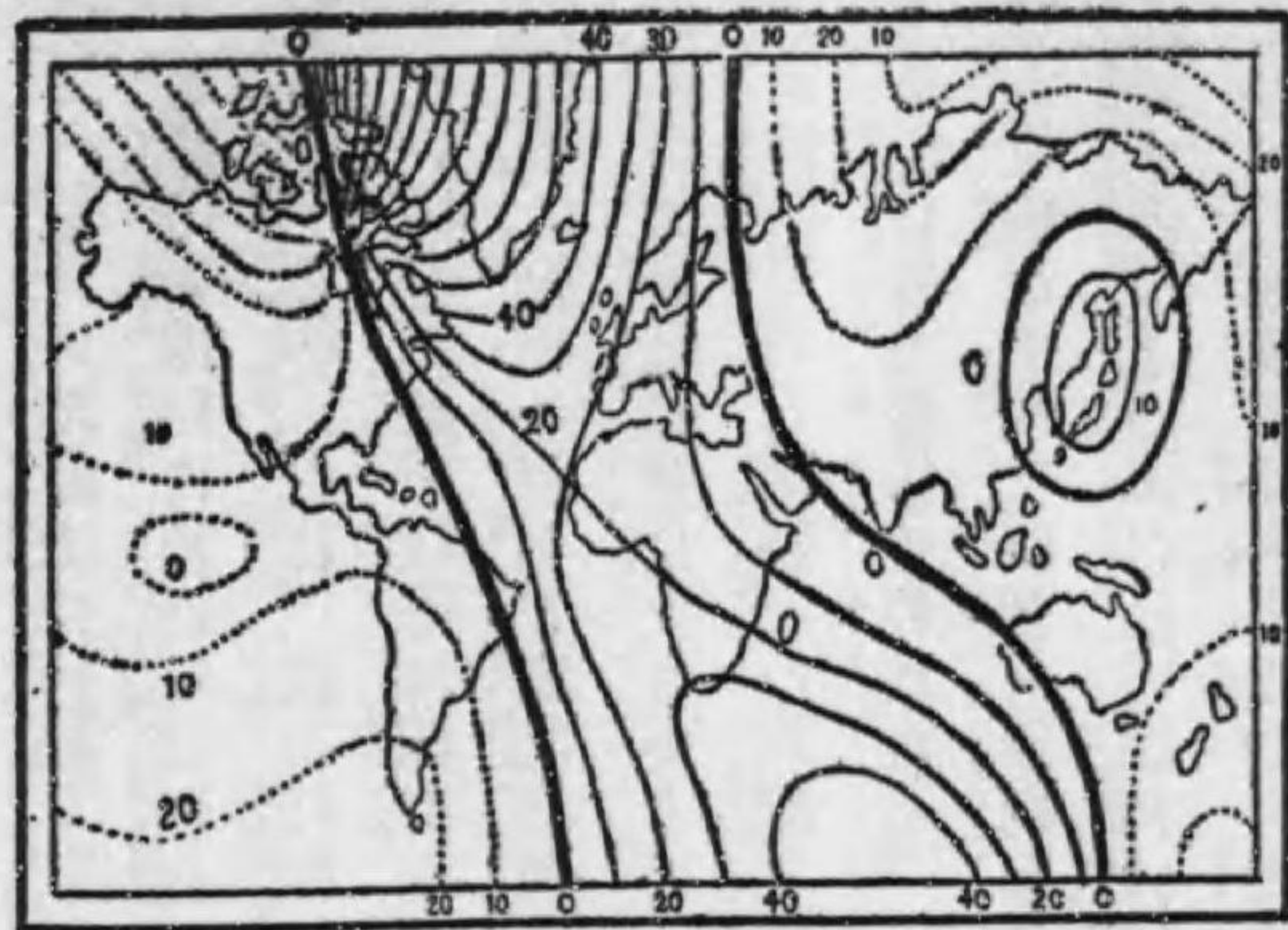
若し我々が、常に水平磁針即ち偏角磁針の方向に沿つて地球の表面上を移動するならば、我々は磁北と稱する特別な北に向つて進むことになるので、我々の旅行は、地球子午線に沿ふたものではなく、磁氣子午線と呼ばれる曲線上を辿るわけである。かかる磁氣子午線は、すべて、北カナダに位置する一點——北磁極と呼ばれる——に向つて輻合する。南半球には、南極大陸の一部ヴィクトリア・ランドに位置するところの、南磁極がある。北磁極には探検家達が幾度も到達したのであるが、最近にそこに到達したのはデンマークの探検家アムンゼンである。南磁極はどうかといふと、シヤクトンが一九一〇年にその位置を決定した。磁極のところでは、偏角磁針は萬遍なくどの方向にでも向いて、一定の方向のみを指すといふことがないが、俯角磁針の方は垂直になる。我々をして磁極の位置を決定することを得しめるものは、この俯

角磁針である。

磁極は地球の表面に固定してゐない。それらは地球の極から遠く距たつてゐるが、然し北磁極は、絶えず移動してゐるとはいふものの、北緯六十九度から遠く徘徊ひ出るやうなことは決してないが、南磁極の平均緯度は七十五度である。一七七〇年から一八八八年までの間に、北磁極は北緯六十六度から七十一度まで動いた。即ち、それは、前よりも六百キロメートル(三七二哩)以上も地球の極に近づいたわけである。現在は再び退却しつつあるらしい。磁極が斯く一箇所に固定してゐるに、その位置が絶えず變動するといふことは、地球の磁気要素が百年毎に變化するのに相當するもので、この二つの現象の一方は他の一方の直接の結果であるのだ。地球上の一點から磁極に行くためには、我々はただ、俯角磁針の方向に對して常に切線なす路を辿るほかない。偏角の値は、地球のどんな場所でも測定することができる。即ち、磁針の方向と地球子午線との間の角は、どんな場所のでも、測知することができる。かかる方法に

よつて、偏角が地球上の一點から他の點に行くに従つて、變化することを明示することができる。地球の各地點に於けるこれらの變化を知ることが、海員と旅行家にとつて最も重要な事柄である。といふのは、或る任意時に於ける彼等の位置を推知するために星を觀測することができるではない場合には、彼等は磁針を用ゐて進路を定めるほか仕方がないからである。従つて、任意の場所に於ける磁北と正北との間の差と、地球表面の或る一點から他の一點に行くに従つてこの差が如何様に變化するかといふことを知ることが大切である。地球の磁氣を示す地圖は、偏角が同値である地表上の諸點を通過する平面球形線を通ることによつて描かれたもので、これらの線は等方位線と呼ばれる。

等方位線がすべて磁極を通過しなければならぬことは明白であるが、それらはまた地極をも通過する。といふのは、偏角は磁氣子午線と地球子午線との間の角であるからだ。地球子午線はすべて地極を通過するから地極に於ける偏角は何等かの値を持つことができる。従つて等



第十四圖。——等方位線即ち等俯角線の圖。

方位線はすべて地極に於いて會合しなければならぬ。第十四圖はかかる地圖の大體の觀念を與へる。俯角と水平磁力とは類似の曲線でもつて描かれてゐるが、然し航海と大陸旅行とにとつて偏角の重要なものであることが、これらの等方位圖をより直接の興味あるものとさせてゐる。

この地圖を見てすぐに氣がつく或る特徴は、例へば、殘餘のものよりも濃く描かれた零偏角を示す三本の線である。

偏角が零である地球上の諸點を通過する二本の主要な太い線の間には、偏角が西になる地方があり、

この二線の外側では東になる。けれども、地球の表面には、特異な性質を帯びた部分が二箇所ある。東部シベリアには閉曲線があるが、この線に沿ふたところでは偏角は零であつて、その内側では再び西になる。東部太平洋にもまた、最小偏角に相當するもう一つの閉曲線がある。以上によつて見ても、地球磁氣の分布が如何に奇妙なものであるかがわかる。

磁氣要素は、時とともに變化するだけでなく、場所によつても變化するのであるから、地球の磁氣を示す地圖が、磁氣要素の新しい値に應じて度びく改正され、かくて旅行者に正しい資料を與へるやうにされなければならないことは云ふまでもない。

4、磁氣嵐

——磁氣嵐、極光及び太陽黒點の周期の一致——磁氣の地方的變則とその原因

今までの述べて来た磁気要素の變化は、緩慢な不斷の變化であつたが、このほかに、磁氣嵐を構成するところの、不意に起こる性質のものがある。

我々をして地球の磁氣現象の最小の變化を表示して、それを寫眞記録によつて保存することを得しめるところの、非常に精確な磁氣計を觀測所に据えつけると、我々は通例上記の如き週期的な變化を觀測する。然し或る日には磁針が激動せしめられる。磁針は激しく顛へて、全く不規則な運動を示し、その振動はどんな規則的な法則にも従はない。かかる場合には、磁針のかかる不規則な運動と擾亂とが、普通の羅針盤にも見られるほど大きいことが珍らしくない。かかる現象を擾亂又は磁氣嵐と呼ぶ。

磁氣嵐は必ず地球表面の可なりの部分に亘つて感じられるもので、その發生は屢々極光及び重大な地震現象と一致する。我々はさきに、地球内部の核の運動が磁氣に影響して地殼の激動を生ぜしめるに至る過程を想像することの可能なることを明かにして置いたから、これらの

現象が或る程度の一致を示すからとて、少しも不思議はない。我々は後に、極光が屢々磁氣嵐と同時に現はれるのは如何なる理由に因るのかを明かにしよう。太陽黒點、北極光、及び磁氣嵐の週期を各自に表はす曲線の形狀が同じであることは、理論上だけでなく、實際の觀測の結果から見ても、争ふべからざる事實である。この三つの曲線は、嚴密に同じ形狀と同じ不規則とを有してゐる。

地球表面の一點から他の一點へ移動すると、地球の磁氣要素が受ける一般的變化から獨立に、重力の強さの値の場合に於けると全く同じやうな、地方的な變則が見られる。地殼は厚さが一様でないから、金屬元素を含む中心の核から地殼の表面までの距離は、場所によつて様々である。のみならず、地殼そのものも、多かれ少かれ磁氣を生ずる礦物質を含んでゐるから、我々は、純然たる地方的變化が、その場所の地殼が特別に厚かつたり薄かつたりすることと、及びその地質の性質と、この二つの原因から起こる過程を容易に理解することができると、

とは云へ、この一般的説明は、むしろ多くの場合はこの説明で十分であるが、或る場合には甚だしく不十分たるを免れない。例へば、バリー地方では、非常に著しい地方的變則が存在する。等方位線が鋸齒形の曲がりのついたS字形をなして折り重なつてゐる。ところで、バリー地方の地質はこの變則の磁氣的原因を見出だすことはできない。その地方の地層は白堊である。そこで、この變則の原因がもつと深い地層に求められなければならないものか、どうかといふ問題が起こる。等方位線によつて形ちつくられるS字形曲線は、プレイ地方の一大斷層の連續であるかも知れない。といふのは、この斷層が、その結果として生ずる地質上の變化のために、絶えず地殻を横過する電流の循環に影響しないとも限らないからである。もう一つの考へは、バリー地方の第三紀層は或る程度まで海中で形成されたものであるから、そこに以前存在した海は、リップマンの説に従へば、比較的薄い地殻に相當する、従つて地球の磁氣的内部がその地方の大地の表面に比較的近い、といふ考へである。然し、この問題はまだ十分に明瞭にされてゐない。

5、地球電流

——電信擾亂——極光、磁氣嵐、及び地震との一致——太陽黒點と地球電流——太陽磁力線と磁場の方向——陰極線と極光

磁氣現象は、地球に及ぼす太陽の影響を指示する唯一の現象ではない。そこには、我々の周圍に様々な風に現はれるところの電氣現象がある。實際上の見地から最も重要なものは、地球電流の存在である。電信機が發明されたばかりの頃に、物理學者マッテューキは、電線が非常な擾亂を示すことを明かにし、且つこれらの擾亂が磁氣嵐及び極光の出現と一致することを指摘した。

現在では、この現象はもつとよく知られてゐるが、電線はこの現象を研究する上に最も都合

のよい道具である。この現象は、針金の中を普通に循環するものとは全く異つた電流の通路から成つてゐる。これらの電流は、使信を傳送する電流の上に重なつて、それを混亂せしめ、電線に沿うて發送される信號と關係のない信號を生ぜしめる。

これらの地球電流は、ベルを鳴らし、また時には電光を發して受器の一部分から他の部分へ移ることさへもある。これらの電流の電動は、時として一千ヴォルトに達し、電流の通過する線の長さが數百キロメートルに及ぶことがある。ベルナル・ブルネは、グレモン・フェランとビュー・デ・ドーム山の頂上とを連結する電線をこの研究に利用して、電線の傾斜がこれらの電流の發現の程度に影響を及ぼすことを證明した。この電流の發現は、氣象現象とは殆んど關係がないらしいが、然し磁氣現象とは密接に一致するらしい。磁氣現象と同じく、地球電流は規則的な週期性を帶び、かくて循環的變化を示すが、然し主要な擾亂は偶發的性質を有つてゐて、殆んど常に極光の出現と一致し、また磁氣嵐及び重要な地震とも一致する。一九〇三

年十一月の始めに、地球電流に因るこの種の電信擾亂が起つて、西部ヨオロッパに於ける電信送達を二日間完全に中絶せしめた。地球電流の特別な活動のこの非常に強烈な發現は、北極光と、異常に強烈な磁氣嵐と、それから十一月一日にベルシヤのツルヂツズの町を破壊した大地震とにきつかり符合した。のみならず、それと同時に、太陽の表面に恐ろしく大きな黒點が現はれたことも面白い。地球電流を完全に記述するためには、更に、地面と氣層との間にも電流のあることを附言しなければならぬ。陽電流は中間温度の地方から上方に流れ、上層の氣層によつて傳送されて赤道地方の附近で再び地面に戻り、かくてその電路は南から北へ地面を通過する電流によつて完了されるものらしい。

だから、地球電流といふこれらの電氣現象が、太陽の活動と何等かの直接の關係を有し、また従つて、本章の始めに述べたやうな、太陽の活動に由るあらゆる現象と何等かの關係を有つてゐることは、紛ふべくもない事實である。この關係は、地球の表面に見られるエネルギーの

種々様々の發現を、太陽のエネルギーとその動搖とに歸するところの、理論的概念の一確證である。然し、我々の地球の表面に電氣現象を生ぜしめるものは、獨り太陽の放射作用のみではない。太陽から射出する微塵が十分に小さければ、それらは太陽の放射の壓力によつて反撥せられ、従つて空間内に驅逐されるのであつて、それらの微塵もまた一つの原因をなすものと見なければならぬ。これらの微塵は、地球の氣層にもう一組の電氣現象を生ぜしめる。

太陽は磁氣的狀態にあるから、恰度地球そのものと同じやうに、二つの磁極を示す。太陽コロナは、アレニウスの説に従ふと、放射の壓力によつて太陽の表面から遠く驅逐された微細な小片から成つてゐる。太陽の兩極附近の地方から射出するこれらの微分子で出來たコロナの流光は、これらの極から發出する磁力線（これは陰電氣を帯びた微分子に作用する）の影響を受けて偏れる。これは、鐵の鐵屑をして磁力に因る一種の模様を描かしめるあの初步の物理學的實驗と全く同じことで、磁力線の存在並びに磁場の方向を證明するものである。この太陽微

塵の一部分は、太陽の放射の壓力の反撥作用を受けて、地球の附近に達する。地球は磁氣を含み、且つ二つの磁極を有つてゐるから、これらの微塵に影響を及ぼす。従つて、これらの微塵は、聚合して地球の磁極の方向に向いた二つの流れとなる。そして十中の八九まで、磁極は地面に現はれずに、地球の内部の或る深さのところ位置するから、これらの引き寄せられた微塵の流れは、地球の磁極を取り圍む大ざつばな圓形の地帯の方に引きつけられる。太陽の異常な活動のために、地球の表面に達する微塵の数が平常よりも澤山な場合には、それらの電荷は地球の磁氣に影響しないわけにゆかない。

微塵が氣層中には入つて、空氣の分子に出會はすと、恰度この空氣が或る放射能物質から起こる電氣的放射の作用を受けたかのやうに、燐光性の白熱を生ずる。言ひかへると、太陽から驅逐された陰電氣を帯びた微分子は、地球の氣層の上層には入ると、放電して陰極線を發する。そして極光はこの陰極線に起因するのである。パークランド教授は、實驗室に於ける研究に

よつて、極光の起る特別な事情を實驗的に研究せんと試みた。彼れは磁鐵の球に螢光性を有する羅紗地を被せて、これを地球に擬し、次にこの球を陰極線の作用に逢はしてみた。すると、熾光性の覆ひが光りを發するので、球と陰極線との接觸點が明かになつた。彼れはかくして極光に類した發光現象を人工的に模造したのであるが、彼れが用ゐたこの陰極線といふものは、今日では、恰度上記の太陽の微塵と同じく、可なりの速力で運動するところの陰電荷微分子から成るものと見做されてゐるから、この實驗は、如上の極光説を見事に確證するものと云はなければならぬ。

6、太陽と地球電流

——太陽微分子の速度——太陽黒點の子午線通過と磁氣嵐の最大振幅——極光の説明——中間線——太陽の活動と暴風雨——紫外

線の作用——空中電氣現象と生物

もう一つの確證は、イタリーの天文學者リコの面白い觀測によつて與へられた。若しこの説が正しいならば、若し極光と地球の電氣現象とが太陽の表面から驅逐された微塵に由來するものならば、太陽の最大活動の時期にはもつと重要な發現があつて然るべきである。これらの時期は、太陽の白紋が最も發達するときであり、太陽黒點もまた最も大きく且つ最も頻繁に現はれる時期である。一と口に云へば、極光の大小兩極點と磁氣嵐のそれとは、太陽の活動のそれと符合すべき筈であつて、觀測は事實その通りであることを既に明かに示した。ところで、若し極光の原因が、太陽の微塵と地球の氣層との接觸にあるとすれば、有形物質であるこの微塵は、無限の速力でもつて空間内を移送され得る筈がない。即ち、それが太陽から我々のところに達するには、或る時間を要するに違ひない。

この速度は事實計算することができる。ここに直徑・〇〇〇一六ミリメートルの極はめて小

さい微分子があると考へよう。この大きさは、放射の壓力の最大値に相當する、従つてまた推進の最大速力に相當する。ところで、この微分子は單位密度、即ち水の密度と同じ密度を有つたものと假定しよう。この微分子は、それを太陽の方へ引きよせるところの、太陽の重力の作用を受けると同時に、それよりも二倍半大きい反撥的な放射の壓力の作用をも受けなければならぬ。さうすると、一秒間七百四十キロメートルの平均速度が計算によつて得られるが、これは、微分子が太陽から地球までの距離を通過するのに五十六時間を要することを意味する。我々は微分子の密度を水の密度に等しいものと假定したが、然しそれらは恐らく、十中の八九まで、水よりも密度が小さい、といふのは、それらの微分子は、恐らく、溶解した水素及びヘリウムを含む炭化水素から出來てゐるからである。若しこれらの微分子の密度が、水の密度の三分の一に等しいとすれば、その結果起こる反撥作用を受けて、微分子は四十五時間でもつて太陽から地球に達するといふ結果が計算によつて得られる。

ところで、リコは、太陽黒點の太陽子午線通過と、それに相應する磁氣嵐の最大振幅との間には、きつかり四十五時間半の間隔があることを発見した。この結果は、明かに観測された十個の場合を基礎としたものである。もう十個の場合には、彼れは四十二時間半といふ結果を得た。これは計算と観測との間の著しい一致を成すもので、人間はかく彼れの環境の制限を跳び越えて、一見して彼れが永久に禁じられてゐると思はれる智識にさへも到達することができるといふ矜誇を感じるのも、如何にも尤もなことと云はなければならぬ。かうなると不思議な極光も、至つて簡単に説明される。極光はそれを生ずる微塵の下降線の極を圍むので、この線の外側の場所から見ると、この線の北に方つて輝くやうに思はれ、その内側の場所では、南の方に輝くやうに思はれるのである。物理學者はこの線を中間線と呼んでゐる。地球の氣層中に存在する太陽微塵の研究は、我々をして更にもう一つの事柄を理解することを得しめる。放射によつて太陽から驅逐される陰電荷微分子は、我々の氣層に出會つて地球へ

放電し、極光を生ずる。この陰電氣、放電は、地球の表面に通じ、且つ空中電氣として知られるものを構成するところの陰電荷を保持する。この現象を研究した結果、電位は觀測點が高くなるに従つて増大することが明かになつた。地面に近いところでは、高さとともに増大する電位、増大率は、平均、一メートルにつき百五十ヴォルトである。太陽黒點が増大すると、地球の電荷も増大する。

ここには、空中電氣の結果を委しく記述する違がない。稻妻、雷鳴、大雷雨などのことは、すべて初步の物理學書の中に書いてある。ここに述べて置かなければならないことは、地球の生命の源泉である太陽の活動と、地球の活動の最も顯著な發現の一つである暴風雨との間には直接の關係があるらしく思はれるといふことである。氣層中に浮ぶ高い雲、即ち卷雲は、極光が現はれると非常に澤山起生する。また實際、空氣に水蒸氣が籠るとき、それからまた陰極線の影響を受けて強烈なイオン化が起こるときにも、凝結が助長せしめられることを我々は知つ

てゐる。言ひかへると、イオンが、凝結する水蒸氣の性質を帯びて、雲が出来るとに都合のいい状況になる。だから、太陽黒點が最も多く活動するときには、それに伴つて澤山の卷雲が生じなければならぬ筈である。五十年間の觀測は、卷雲數の最大極限と太陽黒點數の最大極限との間には一致があり、兩現象ともその週期が十一年であることを實證した。

卷雲はまた紫外線の作用によつて充電せしめられる。紫外線は瓦斯をして電氣の導體たらしめる性質を有つてゐる。即ち、瓦斯をイオン化する性質を有つてゐる。のみならず、紫外線は陰電荷を放電させるが、陽電荷には影響しない。細かい氷の針で出来てゐる卷雲は、地面に接近することによつて感電せしめられた雲の上を通過することがしばしばある。この場合に、今度は卷雲がこれらの雲の感電作用を受けて、その構成分子である氷の針に、一方の端には陰電氣が、他の端には陽電氣が充電する。かかる状態にあるときに、たま／＼陰極線の光線が卷雲を射るとしたならば、その陰電荷は消散せしめられるであらう。従つて、ここでもま

これは、空中電氣現象の原因を太陽に歸することが出来る。これらの空中電氣現象は非常に重要であり、別して動植物の生活に關して重要な役目を演ずる。といふのは、これらの現象は空氣中の窒素と酸素及び水素との化合を決定し、従つて硝酸鹽、亞硝酸鹽、及びアンモニア性化合物——これらの重要は今日の農學家がよく理解してゐる——を生ずるものであるからだ。これらの窒素化合物は、雨の作用で土壤に運び下されるのであるが、かうして毎年運び下される窒素の量は、四億噸以上に達する。

七、大陸の攻防

1、大陸破壊の作因

——水蒸氣の凝縮——太陽熱による岩石の龜裂——水の氷結作用
と破壊力——重力の破壊力

これまで述べて來たところによつて明かな如く、我々の地球は、比喩的の意味で生きてゐる。恰度あらゆる生物の場合に於けると同じやうに、そこには、機能の退化と、機能の障害との可能がある。然らば、地球の表面は如何なる作因によつて攻撃されるか？そしてまた、云はばその生の鬭争に於いて、如何なる手段に訴へてこれらの破壊的作因に抵抗するか？

大氣を構成する瓦斯の塊と、大洋を構成する水の塊とは、地球の核の外部を包む固い殻

の周囲を絶えず動いてゐる。地球の殻は、一樣で平坦であるどころか、大きな皺がよつて、山や谷で凸凹してゐる。我々は、この地殻が、絶えず襲ひかかる水の攻撃に會して、如何なる現象を生ずるかを考へてみなければならぬ。如何様に、また如何なる範圍まで、地殻を構成する固形物質は、風と水との攻撃に抵抗することが出来るか？ そこには、かかる不斷の活動に對する、何等かの固有の防禦手段があるか？ この章に於いて、我々は、専らこれらの問題を明かにしたいと思ふ。

赤道地方の空氣の團塊が、太陽熱に起因する密度の減小の結果として、氣層の上層に昇騰すると、それらは、温度が高ければ高いほど、より多量の水蒸氣を運び上げる。例へば、攝氏の三十度では、水蒸氣の最大壓力は、水銀の三十一ミリメートルによつて計られる。従つて、飽和空氣に於いて、全氣壓の二十五分の一を代表する。ところで、これらの水蒸氣は、反對貿易風によつて空氣と一緒に運ばれて、より冷涼な地方の上空に達する、そしてそこでこれらの空

氣の塊は地球の表面に下降する。のみならず、海流に伴つて大陸上を通過する温い濕つた空氣の塊もまた、これらの大陸の大氣に可なり多量の水蒸氣を齎らす。この水蒸氣が、かくして、空氣中の水蒸氣の壓力に相當する温度よりも低い温度の地方に到達すると、その一部分は急速に凝縮して、初めは雲となり、次ぎには雨となり、最後には、若し凝縮が十分に低い温度のところまで起るならば、雪となるのであつて、高山の巔に於いては常にさうである。斯く種々の形に凝縮した水は、陸地の表面を浸蝕削磨する主要な作因である。とは云へ、最初に活動を始めるものは太陽そのものである。太陽の光線の加熱力を受けると最も硬質の岩石でさへもが、日中は熱くなる。岩石は熱の不十分な導體であるから、熱くなるのはただ直接に日光に曝される部分だけである。従つて、温度の高まる結果として起る膨脹は、岩石の塊の全體に一樣には影響しない。かくして、分子を互に結合する凝集力を破壊する傾向のある、分子の傷害が起る。この歪みは、日毎に繰り返へされるうちには、早晚、

分子の結合力が堪へ得ないまでに大きくなる。かくて岩石に龜裂が出来る。

次に来るものは雨である。凝縮した水が岩石の裂け目や隙間の中に落ち込む。若し岩石が、例へば山の頂上といったやうな高いところにあるならば、水は液體となつてゐるに、岩石の隙間には入つて氷結する。水は、氷結すると、その容積を増すから、それは、抵抗すべからざる力をもつて、岩石の裂け目を廣げ、更にその兩側の壁を裂く。これが破壊作用の第二段である。岩石は、太陽熱の作用によつて引き裂かれた後に、水の氷結作用によつて大小さまざまの断片に破碎され、崩壊せしめられる。

さて、そこには、もう一つの破壊力、即ち重力の破壊力がつづいて起こる。山脈の起原をなした地殻の褶が出来た時代には、それらの褶を構成する物質は、内部エネルギーの新しい發現から生ずる結果によつて、海の平均水準以上に高められてゐた。これらの結果は、かく岩塊を高めてそれに位置のエネルギーを與へることによつて、暫くの間は重力に打克つてゐた。

然し、岩石が崩解し始めて、最初全體の塊を結合させてゐた凝集力を失ふや否や、重力は再びその鋭い鋒鋦を現はして来る。水の氷結作用によつて生ずる岩石の破片は、山を流れ落ちてその麓に岩片の斜堆を作る。これらの断岩は、流れ落ちる途中、屢々互に打ち合ふ。そしてこの衝撃は、それらのエネルギーの一部を吸収して、終には重力のみにては最早やその位置を變へることのできないやうな、自らなる傾斜の形にそれらを散布する。

2、流水の破壊作用

— 流水の浸蝕磨削力 — 流水の滲潤作用 — 會流の破壊作用

然し、今度は、更に第四の攻撃者が現はれる。この新手の攻撃者は、雨から生ずる流水である。水は、常に重力の作用に従つて、最初在るところよりもより低い水準に落ちる傾向がある。ところで、固形物は、摩擦のために、傾斜を構成する断岩の規則正しさの程度に従つて、

或ひはより峻しい、或ひはより緩やかな傾斜として保留される。然し流動體に つてはさうでない。流動體は、凹處を満たすその自由な表面が、地球の假想表面のそれに平行な水平面と一致する場所に到達するまでは、結局静止することができない。

水は、この最後の水準への下降の途中、傾斜の急緩の度に従つて、或ひはより多くの、或ひはより少き、速さと勢ひとをもつて流れ落ちる。下降するに従ひ、それは、外的の物理的作用が陸地の表面から解放した微分子を吸収して運び下る。のみならず、その力によつて、その進路に溝を穿ち、かくて絶えず固い陸地を浸蝕する。一滴の水が、他の同じやうな水滴と合すると、その効力は速度の二乗によつて倍加する。これがために、かくて生じた流れは、次第に急流となつて益々深く溝に喰ひ込み、かくして取り去られるところの固形物を運び下る。とは云へ、その途上には幾多の障得が横たはる。例へば、それは出口のない凹處や低地に達着する。この場合には、それらの凹處を湖水に變じた後に、更にその縁を磨削しなければならぬ。そ

れからまた、非常に硬質で、直ぐに磨削して通路を拓くことの出来ない岩石の上には、小瀑布や瀧となつて落ちなければならぬ。それは、かかる表面を極はめて徐々に磨削し得るにすぎないが、然し、水の不斷の摩擦と、水のために破壊されて運ばれる石塊と斷岩との絶えざる衝撃とによつて、結局これを成し遂げずには置かない。

あらゆる場合に於いて、流れは少しづつよりなだらかに、より緩やかになる。それが最初の激迅な水勢を失はずにゐるのは、水を遮る岩塊の横たはつてゐる山間だけである。高さの平均した地方や平原に於いては、流れの下降の烈しさは、次第に緩和されて来る。のみならず、流れの床と水との絶え間なき摩擦は、流水の運動を妨げる傾向がある。また、傾斜は、水嵩が増すに従ひ漸次減少して、流れの速度と勢ひとを減ずる。兩岸の固形物が磨削されることもまた流れに影響する。運ばれる斷岩、砂、及び石塊は、河床の凸凹にぶつかつてそれを摩擦し、次第に消かにし、斯くしてその水源を遠く距たるに従ひ、——即ち、海に近づくに従ひ、常に河

の傾斜を減ずる。

だから、石塊、砂利、砂——即ち、或る時代には水に覆はれてゐた陸地の上に、水が沈澱した沖積物は、泥とともに、會つては河が流れてゐた地殻の部分の破壊の産物に外ならない。然し、流水が陸地の表面を磨削する仕方は、これだけに限られてゐない。同様に有效な方法がもう一つある。それは、河流のやうに間断なく働かずに、間歇的に働く、謂はゆる滲潤作用がそれである。非常に急な傾斜にあつては、水の滲み込んだ岩石や土の大きな塊が、河流によつて穿たれた谷の上に断崖となつて被ひ懸かる。若しそれを支へる層が、例へば、滑ることの出来る粘土であるとする、その塊全體が、それ自身の重みに堪へ切れなくなつて、谷の中に落ち込む。さういふ風にして、幾百萬立方メートルといふやうな崩壊物が、僅か數分間にして投げ落とされる。これはスキスに於いて屢々起る現象である。

河の會流もまた、同じやうな緩慢な不斷の破壊作用を營む。極く小さな流れから、最も大き

な河流に至るまで、一つとして固い大地を崩壊せしめないものはない。幾多の世紀に亘つて行はれるこの不斷の崩壊の結果、すべての大陸は完全に破壊しつくされるに違ひない。それらの破壊から生ずるすべての材料は、河流によつて海に運ばれた後に、重力の作用を受けて、大洋の底に沈澱物となつて堆積する。

かくて我々は、十分に長大な時間が経過した後は、河流の作用によつて、大陸の表面が或ひは完全に平坦にされることがあるかも知れないといふ結論に到達する。

3、氷雪の破壊作用

——積雪と雪崩——壓力による凝縮——氷河の進出及び融解——

——冰山——地下水の破壊作用

水が固い陸地を攻撃する方法には、もう一つある。それは氷河作用である。

高山の巔には雨は降らない。温度が低いために、水滴は凝縮し、次いで固結して結晶體をなし、雪となつて降る。雪は、幾多の空所がその美しい結晶の枝を分離するために、非常に軽いから、風のために容易く吹きつけられ、堆積して大きな塊となる。この塊は雪崩となつて落下し、山から引き裂かれた断岩と石塊とをそれと一緒に運び下る。これらの断岩は、その結果、谷と峽とに落ち込む。雪もまたこれらの凹處に積もり、更にその上に積つた層の壓力を受けて、壓力による凝結現象を示す。かくてそれは堅緻な氷に變はるために、氷の河とでも云ふべきものが山峽の底を占める。これらの氷河は、氷雪の上層の壓力を受けて、徐々に下降する。その速度は極はめて小さく、一日約一メートルの程度である。氷河の上には、後から後からと雪崩が落ちて来て、その上に大きな岩石を堆積する。かくして氷結した河即ち氷河は、山から引き裂かれた巨大な断岩を運び下る。これらの断岩は、堆石と稱する極はめて特徴のある連續をなして、氷河の縁に列をなして並ばる。氷河が、その進路の末端に於いて、高度のよ

り低い地方、又は温度のより高い地方に進出して、氷がいつも解けるやうになると、これらの岩石は、氷河の末端の正面に堆積し、そこに一種の堤防又は防壁を形ちつくる。これは正面堆石と呼ばれてゐる。この正面堆石の上を、氷河の末端の氷が解けて出来る水の急流が絶えず横過する。それがために、それを構成する岩石は、これらの急流の作用が、程經てそれらの平衡を破ぶり、それらをその位置に支へてゐる石塊や砂利を洗ひ落とすと、轉ろがつて互におつかり合ふ。

氷河が、兩極附近の寒冷な地方に非常に厚く出来ると、その正面の末端は海まで達す。その海に接したところで、非常に大きな断岩がそれから分離する、そしてそれらの断岩は、海流によつてより温暖な地方に運ばれる。かくして氷山が出来る。その大きな氷塊の海面下に沈んだ部分は、海面上に現はれた部分の八倍乃至九倍の大きさに達する。氷山には重さ數百萬噸にも達するのがあつて、かく大きいために、最大の汽船を破壊することもある。比較的到我々

の耳に新しい、かの巨船タイタニック號の沈没は、その一例である。氷山が全く解けてしまふと、陸地の表面から引き裂かれてそれと一緒に運ばれて来た岩塊は、すべて海底に沈む。降雪の多い冬季中は、氷河は比較的速くまで流出して谷に侵入するが、これに反して、非常な降雪の少ない年の後には、氷は退却してその床の最低部を露出する。その時には、氷河の流下が生じた破壊作用を見ることが出来る。氷に覆はれてゐた地面は、まるで大きな鉋でも削られたかのやうに見える。岩石や石塊はすべて、轉るがされたやうに圓くなつて、その磨かれた表面には、氷のために擦りつけられた硬い小石の作用で出来た溝や搔痕が見られる。かく、平野と低い谷とが河流の浸蝕作用を受ける一方に於いて、山は、高く、従つて一見水の攻撃を免かれるかの如く見えるにも拘はらず、これまた氷雪作用の攻撃を受けて崩壊する。氷河はかくて生ずる崩壊物をその進路の末端に運び、そして終にはそれらの断片は、氷が解けて出来る水の急流によつて、なほ一層低い地方に運び下される。かくして、低地地方は最も高い山頂の

崩壊物をもつて被はれる。要するに、河流は大陸崩壊の緩慢ではあるが然し確實な作用を成すもので、それらの崩壊物を最後には海へ運び去る。

水は、單にそれが流れる陸地の表面を浸蝕するだけではなく、それはまた、もう一つの、もつと性の悪い密やかな破壊作用をも營む。それは、地殻の中に浸透して、地下の河や溝となつて流れる間に地層から多量の材料を溶解する。しかもこれらの水は、最後には再び大洋に復歸するから、それが貫流した岩石の溶解物を、結局は大海に運び込む。だから、海は、陸地の破壊から生ずる材料を少しづつ堆積するところの、一大貯藏所であるといつて差支へない。

4、風及び海の破壊作用

— 膨脹及び收縮の破壊力 — 風の磨削力 — 海洋の破壊力

— 統計上に表はれる大陸破壊事業 — 大陸が完全に破壊しつ

地球の表面には、どんな形の水の働きによる破壊をも受けない地帯があるとも考へられる。それは即ち、絶対に雨の降らない地方、言ひかへれば沙漠である。

かかる地帯の起伏に對しては、雨は少しもその崩壊作用を営まないけれども、不幸にも、ここでは、風が等しく破壊的な役目を演ずる。これらの地方の岩石は、日中の太陽熱と、それに次ぐ冷涼な夜とによつて、かはるく起こる膨脹と收縮との破壊力を受ける。崩壊産物、即ち相互摩擦によつて砂粒の状態にまで碾き碎かれた岩石の破片は、風に運ばれて凹處に堆積するか、又は屢々積み上げられて砂丘をなす。これらの硬い砂粒は、風のために突起した岩石に吹きつけられるので、少しづつ岩石を磨削し、謂はゆる風蝕作用といふ奇妙な現象を生ずる。かく、陸地の表面の如何なる部分も、磨削の破壊的結果を免かれ得ない、浸蝕磨削の作用は、大氣中の水蒸氣が凝縮して生じ、雨や河や氷河を成すところの水に起因しないとしても、なほ

且つ風を手段として働く。風は、砂粒の力をかりて、次第に巖と山とを擦り耗らす。

我々は今、地球の表面を流れて、膨大な循環系統を形ちつくる水の作用を考へてみた。然し、海は、河流によつて運ばれた陸地の崩壊物を容れる單なる受動的な容器ではない。海もまた直接に大陸を攻撃する。それは潮汐によつて高められ、波浪によつて激動せしめられ、海流によつて前進運動を與へられて、陸地面の海岸に破壊的な影響を及ぼす。かくして岩石と懸崖とを攻撃する水塊の力は、實に絶大なるもので、一平方メートルにつき三十噸に達する。地球全體はほぼ二十五萬キロメートル(十五萬五千哩)の海岸を包含してゐると計算されるから、海は破壊作用の働き得る場所は非常に大きなものであることがわかる。この作用は、稜疊たる巨岩を圓めたり、それに大アーチを穿つたり、或ひは全懸崖の表面を陥没せしめたりすることによつて、最も硬質の花崗岩をさへも浸蝕する。さういふ風に、大洋の攻撃は、極はめて恐るべきものではあるが、然しそれは海岸に沿ふた地帯だけに限られる。ところが、河流の作用は

陸地の廣がりの全面積に互るから、後者の破壊力は、海洋のその八、九倍に達する。

大陸破壊事業が統計の上に表はれるところはどうかといふと、地理學者は、年々陸地の表面から奪ひ去られる固形物の總額は約二十五立方キロメートル（六立方哩）であると計算した。然るに、海面以上に隆起した大陸の全體の嵩は、約一億立方キロメートル（二千四百萬立方哩）である。だから、若し浸蝕率がいつも變らぬものと假定すれば、陸地の全體を浸蝕してその崩壊物を海に運び去るには、約四百萬年を要するわけである。然し、固形物が海洋中に堆積するに従ひ、それだけ海洋の水準が高まり、従つて殘存陸地の容積を減じるから、實際にはそれほど年月を要しないであらう。それ故に、我々は、ラッパレントに従つて、大陸の起伏が完全に破壊しつくされるに要する時間を、凡そ三百五十萬年と見積もつて差支へない。

5 大陸建設の作用

——沈澱作用——大河の流入と三角洲及び砂洲の形成——昇潮及び退潮による建設作用——海棲微生物の建設作用——環状珊瑚島の形成

然らば、大陸は、これらの根氣強い敵手に對して、何等の防禦力をも有つてゐないか、どうか？ 大陸は、恰度人間及びすべての生物がするやうに、疾病と崩解との原因に本能的に抵抗することができないか、どうか？

事實、大陸は或る種の防禦力を有つてゐる。陸地の崩壊産物が海中に堆積するからには、それは海底に層をなして沈澱し、その沈澱物が徐々に上方に成長する事によつて、最初地球の殻を形成した諸層に新しい層が附加されるわけで、この建設作用の起る方法は極めて簡單である。海が斷崖をその根元から顛覆すると、その顛覆から生ずる岩石の斷片は、波浪の作用によつ

て圓められ、かくて礫に變はる。これらの礫は、懸崖の根元に一列に集まつて、海岸線と平行に延びた堤防を形ちつくる。礫の彼方には、絶えず寄せては返へす波に洗はれて、細かい砂があり、その先は次第に海底に沈澱してゐる。海底は、深ければ深いほど、表面の烈しい擾亂を感ずることが益々少い。

大きな河が潮汐のない海に流れ込むと、砂と泥とを運び下る水は、これらの材料を少しづつ沈澱するから、河口は新しい沖積物が絶えず到来することによつて次第に封鎖される。水の直接の進路は、僅かに、かく河水によつて沈澱せしめられる砂の真中に残るだけである。これらの砂は益々海の方へ擴がつて、次第に海に侵入し、ローヌ河、ミスシッピ河、ニール河などの河口に見られる一種獨特の地帯を形ちつくる。これが謂はゆる三角洲である。河川によつて運び下される植物の遺體は、これらの三角洲に堆積する。その後から出来る沈澱物は、それらの遺體を新しい泥土の層の中に埋め、空氣の作用を受けないやうにそれらを保護して、將來の燃

料の豊富な貯蔵に變へる。若し河川の流入する海が、地中海とか、アドリアチック海とかいつたやうな、潮汐のない海でなくて、著しい潮汐を示す海であるならば、三角洲の形成は困難である。然し、その場合には、河流と満潮との間に起る週期的な衝突によつて、次第に砂洲が出来来る。砂洲は海底に出来た泥砂の堤防であつて、潮汐の變化と河川の變化とによつて徐々にその位置を變ぜしめられるが、海面下に隠れてゐるのと、波がそれに打ちつけて碎けるのとのために、常に航行に對する障礙物となり、時としては危險物となる。

昇潮は毎日河川の運び下るものを砂洲に加へ、退潮は殘餘の材料を大海に運んで砂及び軟泥として海底に堆積せしめる。かくして、大陸の海岸の周圍には、平均二百キロメートル（一二四哩）以上の幅の堆積層が出来来る。それは、海岸に近いところでは礫と砂とで出来てゐるが、もつと沖の方になると、謂はゆる軟泥と稱する極めて細かい純粘土の微分子から成つてゐる。かうして、沈澱堆積層が徐々に築かれ、年々高さ一ミリメートル餘づつを加へてゆく。

以上は、大きな河川が固い地面の崩壊産物を運び下る海岸に沿ふたところ起こる現象である。大陸と大陸とを分離する渺茫たる大海の真中では、他の方法による陸地の建設作用が行はれる。即ち、そこでは、微生物が、海水中に溶解してゐる無機物を材料として、新陸地建設の事業に根氣よく働いてゐる。彼等はこれらの物質を用ゐて彼等の骨格や外殻を構成する。これらの微生物は、海面下三、四十メートルまでの海水の温度が攝氏の二十度以下に降らない熱帯地方の海中に、群體をなして棲息する群棲類である。彼等は海水から抽出した石灰でもつて彼等の建築の土臺を築く。これがその高さを増すに従ひ、下の方の部分は生命を失つて、僅かに白堊の築造物だけが残る。そしてこの築造物は、海面上に現はれた珊瑚の枝を波が破碎する結果として、土臺の間隙内に崩壊物が堆積するために、次第にその堅さを増してゆく。少しづつ、全體は、その最下部が辛うじて海面上に現はれる珊瑚礁に變はつてゆく。屢々、殊に内部エネルギーが強く且つ頻繁に現はれる太平洋に於いては、海底の爆發が起こ

つて、火山圓錐を海面まで突き上げた。これらの火山圓錐は、波の働きによつて迅速に洗ひ去られてしまつたであらうが、群棲類がそれらの海面上に現はれた噴火口の周圍に群つて、珊瑚帯又は珊瑚環を形成し、海水に洗ひ落とされた崩壊物は、その中央の方に堆積して、環狀の島即ち環狀珊瑚島を形成した。これらの珊瑚島の中には、人間の棲息し得るところとなつたものがいくつもあり、また現に人間の住んでゐるところも少くない。海全體に亘つて、しばく燐光を發する微生物が棲息してゐるが、この微生物もまた、河川が陸地から溶解して大洋に運び來たつた白堊質の物質を抽出して、それを固化する。彼等の死後、これらの微生物の白堊質の外殻は、海底に沈み、有孔軟泥となつて海底を全部蔽ひかくす。他にも、珪土でもつてこれと同じやうな働きをする微生物があつて、彼等の崩壊物もまた海底の沈澱堆積物を増大する。

6 大陸の運命

——大洋水準の高騰と大陸面の低下——大陸は結局消滅するか

——火山爆發と地震現象による大陸の隆起

とは云へ、以上のやうな建設作用にも拘はらず、海岸は少しづつ崩壊物でもつて縁取られてゆくから、大陸は結局は消滅しなければならぬ運命にある。海の水準は固形物の侵入のため高められる、そして海が益々高められる一方に於いて、大陸の残存部分は常に大氣の作用による崩壊を免かれない。それ故に、結局大陸は完全に消滅して、一切が海水に蔽はれなければならぬ。けれども、この作用を阻むものが一つある。それは即ち、火山爆發及び地震現象として現はれる内部のエネルギーである。我々は、すでに前章に於いて、活噴火口が多量の固形物質を地殻上に噴出することを明かにした。サンドウィッチ群島でだけでも、かくして噴出され

た材料の量は、浸蝕作用が一萬二千年間に陸地面から奪ひ去る材料に匹敵する。それ故に、現存の火山と、それから亦過去に存在してゐた火山との總數を考へに入れると、それらは浸蝕作用に因る大陸の減少を、例へ完全にはなくとも、かなりの程度まで償ふものである事がわかる。然しながら、かく火山によつて地殻上に噴出される材料は、内部の岩漿から消失するものであることを忘すてはならない。従つて、地殻は沈下しなければならぬ、そして地球上全般に亘つての地殻の沈下は、僅か數ミリメートルの程度のものであつても、陸地にとつて、火山爆發による利得の全部よりも、より大なる損失となるであらう。我々は既に、さういふ地殻の沈下が起ると、地震現象を生ずることを知つた。これらの沈下は、不意の又は漸次的の隆起によつて半ば平均せしめられる。そしてこれらの現象は、常に、地殻の表面を、云はば若返へらしめて、新しい起伏を形成する。これは、浸蝕作用によつて地殻の起伏が絶えず擦り耗らされることに對する、有力なる對抗作用である。

八、地球の老衰及び死滅

1、地球の運命

——破壊作用及び建設作用の抗争はいつまで續くか——大氣中に於ける炭酸瓦斯の増量——温暖な時代の招來——生物の繁榮——究極の運命——ヘルムホルツの計算

我々は地球の「生命」を研究した。地球の誕生と發達とを敘し、その運動、それを横切る電流及びそれが免かれ得ない震動と衝撃とを明かにした。最後に、我々は陸地面を襲ふ破壊的作用の活動と、それに對する補償的勢力とを考へてみた。然し、健康な人間は、假ひ病的な作用の諸影響に能く抵抗することができるとしても、結局は老衰状態に到達しなければならぬ。

年齢とともに自然力は減退し、循環作用は弛緩し、かくて、生命の暖味に次ぐ寒冷とともに、死が到來する。

この最後の章で、我々は、地球はこの法則——生者必滅の法則の例外をなすか、それとも、その反對に、地球もまた老衰と死滅とを結局免かれぬものであるか、どうかを明かにしなければならぬ。

先づ第一に、地球の現在の状態はいつまで續くか？ 陸地面と外的作因との間の闘争即ち陸地面を浸蝕し去らうとする外的作因と自らを防禦しようとする陸地面との間の抗争は、まだまだ長い間續くだらう。水は、内部の力によつて地球の表面に押し出された固形材料と、地震現象によつて在來の岩殻の相對的位置に生ぜしめられる變化とに對して、まだく長い間その攻撃を續けなければならぬであらう。

大氣は、この間、或ひは少くとも暫くの間は、炭酸瓦斯が多くなつてゆく。一方に於いて、

現にその活動が増大しつつあるらしい火山は、地殻に新しい裂け目を生ぜしめてこの瓦斯を多量に解放する。また他の一方では、工業の大なる進歩が、地殻の深部に包蔵される石炭、石油等の礦物質燃料を餘すところなく利用することによつて、大氣中に於ける炭酸瓦斯の割合ひを増大するに至る。

或る期間、恐らくは非常に長い間、この炭酸瓦斯の割合は増大する。従つて、この瓦斯が熱保存に及ぼす影響もまた増大して、地球が餘りに急速に冷却することを防ぐであらう。このことについては、現に大氣中に含まれてゐる炭酸瓦斯（大氣の三千分の一）が除去されたならば地球表面の温度は攝氏の二十度だけ低下すること、そしてこの温度の減少は、地球の各地方の現在の氣候的不平均を夥しく強めるといふことを考へれば、大體の觀念は得られようと思ふ。若しその反對に炭酸が増加すれば、例へばその容積が二倍になつたらば、温度は攝氏の四度だけ昇騰し、四倍になれば、攝氏の八度だけ昇騰する。加ふるに、ただに平均温度が昇るだけで

なく、それに伴つて、氣候平均の傾向が生ずるであらう。

地球の過去の研究は、この種の變化が以前にも起こつて、動植物界の現象に影響を與へた、とを我々に教へた。炭酸瓦斯が増加することは、海水がそれを絶えず吸収する事實によつて明らかであるが（海上では空氣中に含有するこの瓦斯の割合が陸上に於けるその十分の一にしか當らない）、若し果たして炭酸瓦斯が増加するならば、以上のやうな氣候改善の諸條件が實現されて、次ぎの時代は溫暖な時代となり、その間は、第四紀の初頭を特徴つけたあの恐ろしい氷河時代の再襲來を氣遣ふ理由は少しもない。かくて土壤はより豊饒になる。といふのは、氣温が昇れば空氣中の水蒸氣の量も増し、従つてまた水力による沈澱物も等しく豊富になるからである。従つて、植物がより繁茂し、穀物がよりよくみのつて、これらの恵まれた時代に生きる人類の利用するところとなるであらう。

これは、けれども、老齡と死滅とに向ふ地球の推移のほんの一次的の緩和にすぎない。幾多

の世紀の後に、——ヘルムホルツはこれを一千七百萬年と計算した（この計算は放射能の発見前になされたもので、放射能は、太陽及び地球の温度を維持することによつて、それらの冷却を著しく妨げるから、實際はこの計算よりももつと長大な期間を要するであらう）——太陽はその不斷の放射によつて熱を亡失するために、その容積を四分の一に減ずる。そしてこのことの起こるすつと前に、地球の温度は攝氏の零度を越えなくなる。だから、生物はこの期間を最後まででは持ち耐へない——ヘルムホルツは生物の終局の永存期間を約六百萬年と計算した。生物がその表面に存在しなくなつた後の、地球そのものはどうであるか？ 人間は、自然及び將來も引き続きなされるべき科學的発見を利用することによつて、何等か地球外の物力を用ゐてかかる狀況の襲來を遅らすことができるであらうか？ 或ひは他の新世界に身を寄せることさへもできるであらうか？

2、死滅した地球

——炭酸瓦斯の消失と冷却率の増大——新大洋の形成——太陽の老衰と死滅——暗黒なる空間に於ける死星の行列

太陽が漸次冷却し、そしてその結果地球の温度が降るに従つて、その表面から生物が消滅し去つた後に逐次的にやつて來る時代の地球の状態は、恐らく次ぎの如きものであらう。大洋と河川とは、先づ氷の塊に變じ、雪となつて地上に凝結した雲は、最早や以前のやうに地球が放射によつて熱を亡失するのを防ぐことをしないであらう。それ故に、この時代から温度はより急速に低下するであらう。

炭酸瓦斯は今度は消失する。温度が十分に低いと、炭酸瓦斯は細かい雪片狀の固形體となつて地上に落ちる。この凝結は、放射に對する地球の最後の防禦を奪ひ去るから、冷却率はその

時から尙ほ一層速かになる。温度が絶対七十三度（攝氏零下二百度）に達すると、新しい大洋が出来て、地球を蔽ふ氷の凹處に堆積する。これらの新大洋は、窒素と酸素とが液化することによつて生ぜしめられるので、殘餘の空氣はただ水素とヘリウムとからのみ成り、且つ極度に稀薄なものとなる。かくして冷え切つた殼が、外部的に生命のない球を被ふことになるが、然しその内部は、なほ數千世紀の間、白熱状態にある岩漿として存在するであらう。この熱のほんの一小部分が、益々厚くなつた殼を通してその表面に傳はるだけであるから、温度は冷却しつつある太陽から受ける放射によつて辛うじて絶対零度（攝氏の二百七十三度）以上に保たれるに過ぎない。然し、太陽は、鈍い赤色の状態に達した後に、これまた最後には暗黒になる。

次に、太陽はその最後の時代には入つて、恰度地球の歴史の最初に起こつたと同じやうに表面が固まつて殼が出来る。それは最初は極はめて薄い皮で、内部エネルギーの力によつて絶えず破碎され、打ち裂かれて、内部の熔岩が流れ出すが、然し、少しづつ、太陽の殼は永久的

なものとなつてゆく。

その時分から、太陽の冷却の度は、兩天體の相對的大きさの割合ひに、地球の同様の時代に於ける冷却のそれよりも、一層速かになるであらう。何故ならば、そこには外部からの熱を供給する天體が一つもないからである。僅かに遠い星の微かな光りに照らされた、不斷の暗黒の中に於いて、太陽の氣層中に含まれた水蒸氣は、その表面に凝結してそこに大洋を形成するであらう。それは、出来る間もなく（比較的）氷結するであらう。今度は太陽氣層中のガスが凝結して、太陽そのものもまた一個の地球でしかなくなるであらう。もちろん、その内部は莫大なエネルギーを貯藏して、幾兆世紀かの間は、その不導體である固い殼によつて冷却することを妨げられるに違ひない。太陽は、その中心に蓄積した内部熱によつて作られて、數百萬度といふ温度を維持するところの、恐るべき爆藥を填充した一大爆彈のやうに、表面の冷却した惑星の行列の先頭に立つて、その昔ながらの空間旅行を續けるであらう。

地球もまた、もつと遙かに小規模にはあるが、ほぼ同じやうな状態にあつて、その内部にエネルギーを蔵したまま、以前の太陽の周囲を運行しつづけるであらう。そしてこの内部のエネルギーは、ただひたすらに素晴らしい熱の生産を伴ふ解放の好機会を待つ。

3、世界の誕生

—星と星との距離—暗星衝突の可能性—公算の理論による天體

衝突の機會—衝突の結果—新星又は新星雲の出現—

—永遠の時計の一運轉

星と星との間の空間に於ける二個の暗星間の衝突は、世界の誕生又は若返への起る手段である様に思はれる。けれども、最も近い星でも、一瞬間三十萬キロメートル(十八萬六千哩)の速力をもつて走る光りが、なほ且つそれを通過するのに四年半もかかるほどに、それほどに我

々から遠大な距離にある。それ故に、我々の太陽は、一瞬間二十キロメートル(十二哩半)の速力でもつてヘルクレス座の方へ旅しつづけるから、その間の距離を通過しつづけて眞に衝突が起り得るまでには、少くとも十兆年が経過しなければならぬ。

然し空間内にあるものは、輝星即ち生きてゐる星だけではない。我々は我々の太陽が死滅して、空間を旅行するものと想像した。それは、我々の眼に見える星よりも遙かに近い距離にあるところの、同じやうな、暗い、従つて我々の眼に見えない天體に衝突するかも知れない。かかる衝突の起る機會は、二天體間の距離が、距離の減小の二乗に比例して増大する引力のためにも、減小するとともに増大する。數學上の公算の理論をこの問題に應用した結果、一天體が一兆年の後に他の天體と衝突して、更にその次ぎの衝突が起るまでの間に経過する大凡その時間は、太陽即ち星の生命の持続期間の約一百倍であることがわかつた。

太陽上に落下する隕石は、一瞬間六百キロメートル(三百六十二哩)の速力でもつて落下す

ると計算されてゐる。然らば、我々は、我々の二個の天體が各々これと同様の速力でもつて相接近するものと想像して差支へない。その衝突は、互に直角にぶつかる機會は遙かに稀であるから、斜めの衝突であるに違ひない。かくしてその衝突は、それらの天體に廻轉運動を與へることになるであらう。そしてその廻轉運動の外圍の速力は莫大なもので、一秒間數百キロメートルに達するであらう。

かく衝突する二個の天體が、たとひ全然固形體であつたとしても、即ち中心まで全部冷却し切つてゐたとしても、熱エネルギーに變じた凄じい衝擊力は、それらの天體のすべての構成物質を完全に揮發せしめるに十分である。然し、それらの天體は、恐らく内部熱の化合物に富んだエネルギーの大貯藏所であることを我々は知つてゐる。この内部の熱エネルギーは、現に太陽の紅焰を形成する射出物が發射されるときのあの驚くべき速力によつて例證される。このエネルギーは、現代の最も恐るべき爆發物のエネルギーの數千倍も大きいに違ひない。かかる

化合の可能については、放射能物質からの熱の遊離が手近かな一例證である。内部熱の化合物は、太陽が輝いてゐる間、その進化の全過程にわたつて形ちつくりられるもので、十中の八九まで、水素及びヘリウムと炭素及び金屬との結合の結果であらう。

衝突が二個の死滅した太陽間に起こると、これらの物質は、その終局の元素に分解されて、想像することも出来ないほどの莫大な熱量を解放する。

そこでその全質量は揮發して、我々の謂はゆる新星なるものを生ずる。時としては、衝突の結果斯かる天體がいくつも出来て、最初の白熱物質の團塊から分離することがあるであらう。斜めの衝突の結果は、二つの瓦斯狀の側面射出物が、一秒間數百キロメートルの速度でもつて螺旋狀をなして射出する、そして、それらの瓦斯は新星雲の螺旋狀の腕を構成し、新星雲の核は將に再生の過程にある星である。かくして、その中心に一個の星を有する星雲系統が生まれ、我々の太陽及び惑星が通過して來たすべての階段が、新しい生活環に於いて再び繰りかへさ

れる。

かくして世界は甦生する。そして、もう一度、太陽の生命を分尺度とする天空の大盤上を永遠の時計が一と廻はりする。

地球の見方（畢）

欠

欠

閉曲線	219	マウナロアの爆發	152
漂石	54	マスターリンの質量測定	72
ヘリウム	15, 21, 32, 33, 58, 230	マストドン	51
ヘール	46	マックスウエルの発見	11
ヘルクレス座	267	マツテューキの研究	23
ベルナール・アルネの實驗	201, 212, 224	マルクセ	133
ペルーの弧	188	マルチニク島爆發	154, 159
ヘルマートの測定	76	マンモス	54
ペルミアン紀	45		
ヘルムホルツの計算	262	ミ	
ペルリン観測所の発見	132	水	33, 54, 56, 77, 81
偏角	107, 210, 217	—の滲潤作用	242
—磁針	215	—の浸蝕作用	237, 239
		—の溶解作用	247
		ム	
		無育推動物	46
		メ	
		メツシナの地震	169
		メートル	
		—法度量衡の基礎	71
		—標準	72
		モ	
		モンブレエ山の爆發	159, 171
		ヤ	
		山の引力作用	89
		ヨ	
		餘緯	131
		熔岩	30, 52, 102, 151, 154, 64, 212
マ			
マイケルソンの研究	74		

餘角131 綠色星雲15
 沃化物34 臨海溫度35

ラ

雷龍50
 ラ・コンダミヌの測定92
 ラザーフォードの實驗59
 裸子植物46.49
 螺旋状星雲15.16.23
 —の核16
 ラツセン峰の活動175
 ラツバレントの計算250
 ラテイウム58
 ラプラスの説7.18.19.24
 ラーベテフの説11
 ラルマンの論176.188
 ラレンジ教授の發見138

リ

流星4
 陸地面の隆起及陷没140
 リコの觀察229
 リスホンの大津波197
 リツプマンの研究63.188
 兩極線106.125.126
 梁龍50
 綠砂層の形成期間53

ル

ルナールの實驗203

レ

獵犬座16

ロ

ロウスイアン・グリーンの主
 張176
 六分儀31
 ロツヘ・グイーヘルトの法則
102

ワ

我國大地震の震源地197
 惑星3 5.6.15.23
 24.32.108
 —的星雲14
 —の軌道8
 —の廻轉24.25
 —の形成24
 —の速力9
 —の動徑8

—(畢)—

大正十四年二月五日 印刷
大正十四年二月十日 發行

(現代官能大系) 第二編

「地球の見方」

◇定價金壹圓五拾錢◇

不許複製

編輯代表者

淺野利三郎
大久保昶彦

發行人

東京市本郷區弓町一ノ二五
茅原茂

發行所

東京市本郷區弓町一ノ二五
日本評論社

電話小石 一九一七
振替東京 九六七八

印刷所

東京市麹町區飯田町二ノ五〇
京華社印刷所

呈贈本見容内

現代常識大系

(全十二册)

編輯

文學士 文法學士 商學士 工學士
淺早大伊士
野坂久藤田
利二保藤田
三利保正清
郎三利野淺士學文
郎二坂坂早士學法
彦和保久大士學理
一正清田士學商
一士學工

第一編 宇宙の見方	第二編 地球の見方	第三編 世界の見方
第四編 人種の見方	第五編 遺傳の見方	第六編 思想の見方
第七編 宗教の見方	第八編 社會の見方	第九編 政治の見方
第十編 法制的見方	第十一編 産業の見方	第十二編 文藝の見方

通俗財政經濟大系全四十二卷

第一編 財政經濟とは何ぞや 「朝日」太田正孝著	第二編 經濟政策の見方 「時事」下田將美著	第三編 豫算の見方 「朝日」森田久著	第四編 税の見方 「朝日」森田久著
第五編 地方豫算と地方税の見方 「朝日」森田久著	第六編 金融の見方 「朝日」西野喜與作著	第七編 銀行の見方 「大朝」遠藤麟太郎著	第八編 貿易の見方 「中外」新關莊藏著
第九編 外國爲替の見方 「時事」山崎靖純著	第十編 物價の見方 「時事」下田將美著	第十一編 商品取引の見方 「一般商品」日々根本十郎著	第十二編 商品取引の見方 「重要商品」朝日野田豐著
第十三編 食糧問題の見方 「大朝」遠藤麟太郎著	第十四編 相場取引の見方 「時事」三浦弘一著	第十五編 會社の見方 「中外」小汀利得著	第十六編 經濟團體の見方 「朝日」野田豐著
第十七編 運輸交通の見方 「朝日」宇野木忠共著	第十八編 保險の見方 「朝日」宇野木忠著	第十九編 植民及移民の見方 「大朝」松岡正男著	第二十編 工場經營の見方 「時事」堀川淳一郎著
第二十一編 勞働問題の見方 「時事」下田將美著	第二十二編 支那經濟の見方 「大朝」武内文彬著	第二十三編 米國經濟の見方 「大朝」和田信夫著	第二十四編 歐洲經濟の見方 「大朝」佐藤密藏著

通俗財話

東京朝日新聞
經濟部編

增補 改訂 三十年出版來

通俗財話は約半歳に亘つて東京朝日新聞經濟面に連載せられたものである。豫算、税制、公債、物價、通貨、金融、爲替、取引所、鐵道、海運、労働組合、産業組合等を始として、經濟及政治上の重要な事項は悉く此の一卷の内に收められてゐる。難解の經濟知識が總て通俗化されてゐるから、如何なる人でも面白く讀み容易に公私經濟の理論と實際を會得する事が出来る。是が特色の一である。而して本書説述の材料は極めて新しく、且つ權威たる可きもののみであるから、單に初學者ばかりでなく、其方面の學者でも玄人でも本書に依つて啓發される所は決して尠くない。是が特色の二である。されば本書は出版以來經濟常識養成の寶典として熱狂的な歡迎を受け註文殺到、就中、官廳、銀行、會社よりは一體めに五百部、三百部と云ふが如き註文に接し、出版後半歳にて八萬部、一ヶ年にて十五萬部を突破し、今や數字、統計其他内容全般に大増補大改訂を施し十三年版を出版するに至つた。

定價四圓八拾錢 送料五十錢

527
69

終