

最高標は(七八七、四米)を示し反對側は(四五二米)の標高を示し其側の山地は比較的平坦な地形をなし特に米ヶ岡附近は(五〇〇—四〇〇米)の間殆ど板の様な地形をなし谷を境に南の山地とは階段状をなしてゐる。彼の高知市の背後をなす山崖を東々北に引いた物部川の大構造線以南の川は重に北東山地から南西に流路を取る傾向がある事は之等北東—南西の斷層線存在と或關係を有するものではなからうか。

#### 四、結 論

四國東部の河流は重に褶曲山脈の縱谷として西より東へ流路を取つてゐたが、瀬戸内海陥没の

結果吉野川筋の大構造線の再活動を來し爲に地盤は北部へ傾き其と同時に紀伊水道生成となり那賀川以北の東西河流系は遂に河流と河流の爭奪となり或は河流移動によつて現在の北部地形をなした。

一方南部は南北斷層線の爲に東西流してゐた河流は流路を變じて南流し或は空谷状をなした。南部海岸線は之等斷層線によつて生成された事は明治三十九年九月地學雜誌小川博士の西南日本海岸の地相にも論せられた。

(大正一五・三・七・稿)

## 地球内部の組成

(アダムス及ウイリアムソン) (一)

この論説はウイリアムソンの逝去の少し前に、「地球内部に於ける密度の分布 (Density distribution in the earth)」なる表題の論文 Journal of the Washington Academy of Science, vol. 13, 413—423, 1923. に載せられたものである。本文は夫れを少し改竄増補したものである。(藤谷直十稿)

好奇心は人間の著しい特質の一つである。人は既に幼少の頃から手のごとく範圍内にある物は何物を問はず吟味して見なければ承知しない又車の廻轉を見るときは箱を開いてどうして車

が廻はつてゐるかを見なければ承知しない様に強制せられてゐるやうである。パンドーラ (Pandora (古典神話)) を急立て、遂に彼女を深い難儀に導いたものは見方を換えれば科學であると言ふことが出来る。之れは事實の處理と分類との源動力を具備してゐるものである。

科學的研究なるものは日常親しく見てをり且つよく識つてはゐるが其の了解をなすことの出来ない事柄に對して好奇心の表はれたものにならぬ。

地球内部の構造について吾々が好奇の心を起すべきは實に尤もの事である。地球の半徑は八千哩程もあるが、今日まで穿ち得た最深の井戸の深さは僅に一哩を少し超過した許りである。地球は丁度香橙の形に似た球であつて、其表面に生息してゐる小動物は其皮の表面と及び薄紙一片の厚さにも比すべき程の深さまでしか探險しきれないのである。然し地球内部に近くのことの不可能と明白に打勝ち得られぬ種々の困難とは、反つて地球内部に就て何物かを擲

まんとする吾々の研究心を更に鋭くせしむる魅力を持つてゐる。今日吾々は見得ないものを研究することに以前よりも一層慣れて來つゝあるのである。本文の目的は直接觀測することの出来ない事柄ではあるが、地球内部に關して今日學び得る事項を説明することにある。

地球内部に關する智識の主なる據所は、

(1) 引力の恒力。これから地球の全質量と平均密度とが決定せられる。

(2) 歳差及フセリオンその他の天文學的乃至測地學的資料。

これから地球内部の密度の配合と重要な關係にある地球の慣性能率を計算し得る。

(3) 測地學上の資料から決定出来る地球の偏平度。假定せられた如何なる密度の配合も偏平度の値を調和すべきものでなければならぬ。

(4) 地震學的の資料。これから内部物質の彈性恒數を計算し得る。

以上の事柄と更に兩著者によつて測られたる諸種の岩石の彈性恒數とが本文の地球内部の色々

の深さに於ける密度と組成との推測の基礎をなしてをるものである。

以上述べた諸種の資料が地球内部の組成に對して如何なる關係を有するかを先づ最初に概略論じて見やう。

### 地球の平均密度

直接の實驗的觀測から引力の恒數は  $6.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{gr} \cdot \text{sec}^2$  である。之より地球の平均密度は  $5.52$  と決定せられる、即ち地球は地球と同容積の水の約五倍半程重いといふことである。地表の岩石の平均密度は約二・七であつて密度三といふ様なものは通常の石にはない、従つてごんなに考へても地球の中心近くで密度は五・五よりも遙かに大でなくてはならない。深さとともに密度が如何に變化してゐるかといふ精はしい關係と中心に於ける密度の値とは餘程以前から地球物理學者の注意を引いたものである。これに就ては、二三の經驗的法則が提出せられてをる。最も有名なものにはラプラス (Laplace) のロッシェ (Roche) の二式であつて、ちや

らの式を用ひても表面密度を二・七と假定すれば中心の密度は一〇より少し大きく出てくる。

この二法則は頗る不安なる假定に立脚してゐるのであつて勿論事實を表はしてゐるものとする事は出来ぬ。然し乍ら後に説明することではあるが、ごちらの法則も地球内部の色々の深さに於ける密度を定性的に大體與へてゐるといふことは興味あることである。

中心の密度が非常に大であるといふことは、多分鐵又はニッケル・鐵の合金であらふと思はれるが、兎も角非常に重い物質が存在してゐる爲か、或は大壓力による容積の減少の爲めか、或は兩者とも原因してゐるかも知れない。深さとともに密度が増すのは單に均質的の物質の壓縮の結果であるが従來屢々考へられたものであるが、果して左様でありとすれば、例へばラプラスの法則は表面と内部とに於ける壓縮率を計算するに用ひらるべく、さうして地球全體は一樣に地表に見る如き珪酸質の岩石より成つてをると考へることになり特に中心に重い物質を假

定する必要のないことになる。然し何故に事實左様であり得ないかといふ先天の理由は少しもないのであるが、この質問の答をなす前に、別の方面の證據を吟味せなければならぬ。

### 地球の慣性能率

同質量又は同平均密度の物體の慣性能率は、その密度の配合によつて定ることは明かなることである。即ち中心に重い物質があり表面に軽い物質がある場合の慣性能率はその逆の場合よりも遙かに小である。

この事に關聯して思出される面白い判じ物がある。夫れは同じ直徑で同じ質量の金と銀との中空の球があるが表面は何れも色が塗つてある金球と銀球を如何にして見分けるかといふのである。金は銀よりも密度が大であるから金球の容積は銀球の容積よりも小である。従つて全體として金球の方が質量が中心からより離れてゐるから慣性能率は銀球よりも大である。故に此判じ物を解く鍵は兩球の慣性能率を比較するにある。兩球を摩擦の大なる斜面の上を轉ばし下

せば慣性能率の比較は出来る。回轉の速さの小さい方が金球である。地球内部の物質分布が二様に考へられる場合に、何れの分布がより一層妥當であるかといふことを決定するに、同様に地球の慣性能率が利用せられる。然し地球の慣性能率によつて内部の密度分布を決定してしまふ譯には行かないのであつて、考察によつて導き出された密度曲線に對する重要なチエツクとなり得るものである。地球の廻轉軸のまはりの慣性能率は  $8.06 \times 10^{41}$  gr.cm.<sup>2</sup> に近い値である、所が赤道面内にとられた直徑を軸とするときは上値の二パーセント丈違つて來る故に、地球をその平均半徑の球體と見做しその慣性能率として上記の値を採用しても誤差は殆ど起らない。

地球の表面から中心に到る迄密度が一樣であるが假定して地球の慣性能率を計算して見ると  $9.7 \times 10^{41}$  まで實際の値より著しく大である。逆に慣性能率の實際の値から行けば地球の慣性能率は密度四・六の均等質の球の慣性能率に等しく

なる。この點よりするも前章に於て述べた様に中心に向つて密度は増加してゐなければならぬといふ定性的の結論を出すことが出来る。

### 地球の橢圓率

既に承知の如く地球は完全なる球體ではなくして兩極の方向に扁平なる回轉橢圓體の形に近い、その橢圓率（又は扁平度ともいふが）は約 $1/297$ である。之れは極直徑が赤道直徑よりもその約 $1/297$ 丈短少であるといふ意味である。

この扁平度といふものは地球内部に於ける密度の變り方に關するものであつて、若し地球内部が何れの部分も同一の密度であるとしたならば $1/232$ となる。といふと扁平度は地球内部に於ける密度の分布を決定する一つの獨立した方法を與へるやうに見ゆるかも知れないが、地球の兩軸（極及赤道）の廻りの慣性能率の値を満足する密度の分布から橢圓率の殆ど眞に近い値を誘出することが出来る。

### 地震波の傳達

地球の内部に關する智識の最も有力なる據所

は恐らく地震波動が地球内部を傳はつて行く時の速度にある。等方性の彈性體からなる球の内部に起つたヂヌターヴァンスは各點に於ける密度と彈性恒數とによつて定る速度をもつて傳はる種々の波動を生すべきであることは既に彈性學の明かにしてゐる所であるこの種々の波動の内、二種類は球の内部を通過し、他は表面を傳はるものであつてこれは前者よりも一層簡單に分析出来る、この種々の波の到着時間を書いてをる地震計の記録を見ると、最初に到着する波は内部を通過して來る二種の波の内の最初の波であつて、遅くなつて色々の表面波が到着してゐる。内部を通過して來る波 (through waves) の内の一つは横波であつて、他はそれよりも速度の大きな縦波である。この兩波は表面波とそれの見かけの速度を比較して理論的に區別することが出来る、見かけの速度とは表面の各點に於ける到着時間と原點からの距離とを比べて得る速度であつて、内部を通過して來る波にあつては此の見かけの速度が距離によつて異なるに反し

表面波にあつては一定であるべきである。鋭敏な地震計によつて得られた地震の記録はこの關係を豫期通りに示してゐるのであつて、吾々は充分の信頼を以つて速度と彈性恒數との間の理論的關係を用ひて遠く地球内部に於ける物質の壓縮率と剛性率とを計算して可なりであらう。

猶この外地震計より得らるゝ資料は中心を除いては地球内部の物質は概<sup>おほ</sup>まじではあるが等方性として取扱つてよいといふことを示してゐる。之のことは幸ひと言ふべきであつて、若し然らざれば地震學上の資料の數學的處理は非常に困難なものとなるであらう。

地震が地表上の或點に到達した時刻とその地點の地球表面に沿ふて測つた距離との關係を示す所謂走時曲線(譯者曰、原文ではこの曲線を time-distance curve と言つてあるから忠實に譯せば時間距離曲線とでも譯すべきであるが、日本に於ては一般にこの曲線を獨逸流に走時曲線 Laufzeitkurve と言つてゐるから、茲には原文の直譯をしなかつた)を出發點として比較的

簡単な方法で種々の深さに於ける地球内部物質の彈性恒數を勘定することが出来る。その方法順序は左の通りである。

(a) 走時曲線の切線の傾角から地球内部を通過して來る波の見かけの表面速度 (apparent surface velocities) を求める。

(b) この表面速度の或函數の圖式積分を行つて或一定の距離をもつて離れてゐる二地點の間を傳はつた波が最も深く地球内部に達した極大の深さが求められる。

(c) 次に非常に簡単な關係によつてこの極大の深さに於ける眞の速度が決定せられる。

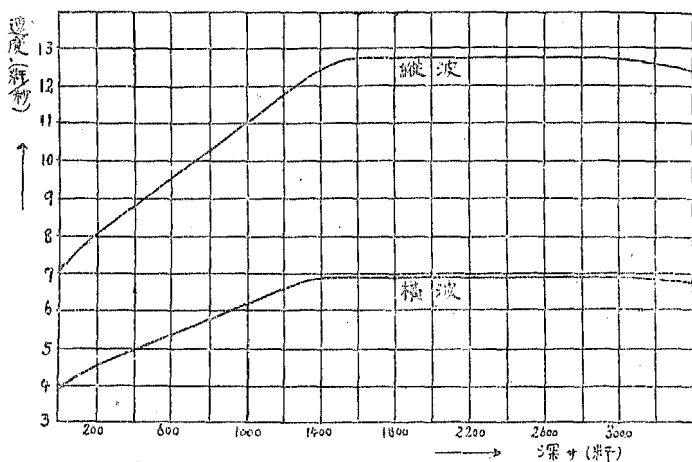
(d) 最後に剛性率  $R$  と容積の彈性率  $K$  とが (c) に於て得られた速度に對する關係式によつて勘定できる。

第一圖はターナー (Turner) によつて求められた走時曲線よりして得られた速度、深さ曲線 (velocity-depth curve) である。この曲線はブイーヘルト (Wiechert) やノット (Knott) によつて得られたものと極めてよく似てゐる、兩種

の波とも速度は最初急に増加してゐるが、暫く

第一圖

地球内部の組成  
地震波の上學資料によつて算出せられた地球内部の波速の度速の波震地るけにさ深の々種



すると増し方が一定となり深さ一六〇〇千米に至

地球内部の組成

るまでは深さに殆ど比例して増してゐる。それより深くなれば殆ど深さに無關係に一定となるが三〇〇〇千米邊から逆に深さが増すにつれて速度の減少する傾向を示してゐる。後に示す色々の深さに於ける密度を知れば、この曲線から壓縮率と深さとの關係及び剛性率と深さとの關係の二曲線を導出することが出来る。

### 壓縮による密度の變化

次に右の結果を用ひて地球内部の高密度ほどの程度まで壓縮丈けによるものとしてよいかといふことを考へて見たい。非常に深い所に於ける容積の縮少は、假令その場所の壓力がわかつてゐても岩石の壓縮率からは計算出来るものではない。壓縮率は壓力が増すにつれて減するものであるが、二三百千米位の深さに於ける壓縮率は既に實驗室内の測定の範圍外にあるものである。所が幸に地震波の地球内部に於ける速度から壓縮率(1/k)が深さとともに如何様に變化するかといふ事に關する智識を得ることが出来る。第一表の第四行目の數字は壓縮率と密度との相

乗積の逆数である  $(k/\rho)$  の種々の深さに於ける値を地震波の速度から計算したものである。地球内部は一樣に同一の物質から成り立つてをり、内部の高密度は唯壓縮によつてのみ出来てゐるものと假定すれば、右の壓縮率に關する智識から任意の深さに於ける物質が表面の岩石に比して如何程壓縮せられてゐるかといふこと即ち或深さに於ける密度と表面の密度との比を定めることが出来る。従つて表面密度を與へれば任意の深さに於ける密度を知ることが出来る。所がこの比を求める式を導出して見ると、その中に  $k/\rho$  の外に各々の深さに於ける密度を知らなければ決定出来ない量が入つて来て、つまり未知量である密度を求むるに當つてその密度を知らなければならぬといふ一つの循環路に陥るのであるが、最初地球の平均密度と矛盾しない所の密度の分布を任意に假定しそれから出發して、  
 逐次近似的の方法によつて割合速やかに目的に達することが出来る。第一表はかゝる逐次近似的の第一段の結果を示したものであつて、

最初に假定する密度の分布としてラプラスの法則を用いたのである。これは表の第二行目に示してある。第三行の  $m$  は任意の半径  $r$  の球の部

第一表 深さによる密度の變化の計算の第一段の力

| $\rho^*$ | $\ln \frac{\rho^*}{\rho_0}$ | A    | $K/\rho$  | m           | ラプラス $\rho$ | 半径 r       |
|----------|-----------------------------|------|---|-------------|-------------|------------|
|          |                             |      | $\left(\frac{\text{cm.}}{\text{seg}}\right)^2 \times 10^{12}$ | 27<br>10gr. |             | 8<br>10cm. |
| 3.00     | 0.                          | 2.86 | 0.299   | 5.98        | 3.00        | 6.37       |
| 3.32     | 0.102                       | 2.24 | 0.446   | 5.39        | 3.61        | 6.00       |
| 3.63     | 0.191                       | 1.54 | 0.651   | 4.56        | 4.44        | 5.50       |
| 3.89     | 0.261                       | 1.14 | 0.901   | 3.86        | 5.27        | 5.00       |
| 4.10     | 0.313                       | 0.96 | 1.001   | 2.92        | 6.08        | 4.50       |
| 4.29     | 0.359                       | 0.91 | 1.001   | 2.18        | 6.86        | 4.00       |
| 4.48     | 0.402                       | 0.84 | 1.001   | 1.55        | 7.58        | 3.50       |
| 4.68     | 0.444                       | 0.85 | 0.890   | 1.02        | 8.25        | 3.00       |

分の質量であつてこれは第二行目の値から圖式積分によつて計算出来る。第五行目の A は  $k/\rho$  と  $m$  と引力の恒数との相乗積を  $r^2$  で除したもので



ある。このAを任意の半径から地球の平均六三七〇料まで圖式積分を行へば、その半径に相當した深さに於ける密度と表面密度との比の對數を求めることが出来る。この値から任意の深さに於ける密度を計算出来るわけであるが表面密度として如何なる値を採用すべきかといふことに不確實な所がある。第六行目は表面密度としてを採用了した時の兩密度の比の對數（自然對數）である。最後の行はこの値から出された種々の深さに於ける密度である。この逐次近似の第一段の結果から見ると地球内部が均質であるといふ條件の下ではラプラス流の密度の分布は明かに不可能である。言ひ換へればラプラス流の密度は壓縮のみで説明せらるゝよりも一層早く深さとともに増してゐる。

表面密度として三及三・五の兩値を假定して逐次近似の方法を繰返して得た最後の結果は第二圖に示されてある。表面の密度として如何なる値を採用すべきが最も適當であるかを決定すること即ち有効表面密度を決定することは難か

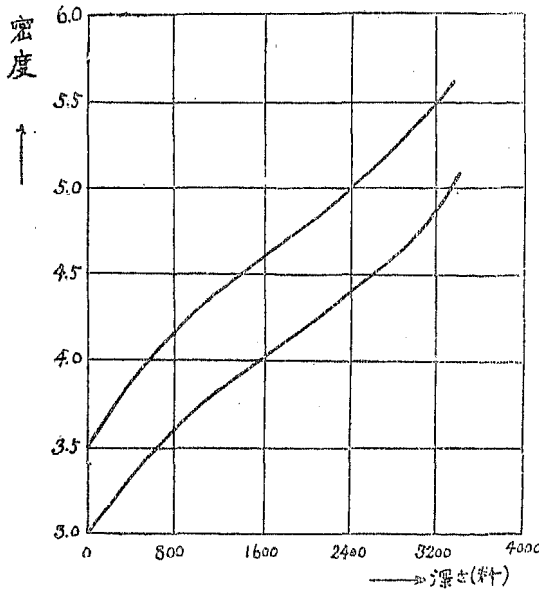
しい問題であつて、從來諸研究家によつて二・七より三・七までの間の凡ての値が採用せられてゐる。地球表面に現はれてゐる岩石の平均密度は花崗岩又は花崗閃綠岩の密度に相當する二・七乃至二・八であるけれども花崗岩層の厚さは二或は三哩位のものであつて、この極めて薄い花崗岩質の岩石（及沈積岩）の皮の下部には斑糲岩、輝岩、橄欖岩などの如く一層鹽基性の物質が存在してゐることは一般に認められてゐる所である。

第二圖に於ける二つの密度曲線が最初の値として三及三・五を持つてゐるが、それらの値は夫々普通の斑糲岩及緻密な橄欖岩の密度に相當してゐるといふことを一寸注意して置き度い。密度の測定は地震學上の資料の關係から三四〇〇料の深さ迄しか出來なかつたけれども、第二圖の曲線の形勢では到底地球の平均密度として五・五を與ふることの不可能な事は極めて明かである。

この二曲線によつて與へられた密度を實際のもの

第二圖。

二つの曲線は表面密度を夫々三・〇及三・五として、壓縮丈けによるものとしての密度の深さによる變化を示す。その値は地震波の速度と深さ曲線から得られた壓縮の深さによる變化より計算せられたものである。



のとして採用するならば、地球の平均密度五・五を得る爲めには二様の表面密度の値に對して

三四〇〇料以下の平均密度は夫々一五及二〇となつてくるであらう。明かに此値は右の密度曲線の形勢からは到底達し得られぬものである。かく第二圖に示した密度曲線が中心にかくの如

き高密度を要求するは、三四〇〇料以下の部分即ち半徑三〇〇〇料の球の容積は地球全容積の僅かに一割一步(1%)であるのに、その質量は地球の全質量の三乃至四割にもなりこれ丈が未だ説明せられずに残つてゐるといふことに起因するものであらうと考へられる。

この故に地球の密度の大なることは單に壓縮のみを根據としては到底説明は不可能である。地球内部は壓縮によつて重くなつてゐる普通の岩石から成立してゐることは有り得ないことである。其處で吾々は二者の内何れか一つの合理的考察に立ち歸らなければならぬ事に歸着する。即ち重い物質多分或種の金屬の存在を考へなければならぬ。地殼、隕石、及太陽に豊富に含まれてゐること

から推せばこの金屬は多分鐵であらう。かくして吾々は大多數の地球物理學者によつて認容せられてゐる結論に達したのであるが、然し之れに加ふるに吾々は茲に、(1)壓縮のみによる密度の増大の數量的概算と (2)地球内部に鐵の如き重物質の存在に對する直接の證據とを得たのである。

### 主要なる岩石の彈性恒數

之れは第二表に示してある。壓縮率の値は實驗室内の直接測定に基くものである。この壓縮率よりして剛性率を出し更に表に見ゆる凡ての岩石に就いてその中を傳はる地震波の速度を計算した。表中の壓力の單位メガバーは〇・九八七氣壓即約一氣壓の壓力に等しきものである。

### 溫度の影響

之れは少し邪魔になるをとして良くわからない因子である。地表面に於ける既知の溫度勾配より推せば地下百料の深さに於ける溫度は普通の岩石の熔融點以上となり、中心に於ては、數千度を下るまいと思はれる。この高溫度の密度に

及ぼす影響は容易に見當が付かない、餘程大であらうと想像せられるが、高壓力の下に於ける熱膨脹係數は低壓力の場合よりも小であるといふ事實によつて問題は屢々簡單になる。地球中心に降る中程の所では壓力は百萬氣壓以上に達するが、かゝる高壓力の下に於ては熱膨脹及び彈性恒數に及ぼす溫度の影響は比較的小であらうと言ふ事は全々信じ難いことではない。兎も角今の所溫度の影響は之を無視することにする。但し夫れが一つの小因子であると言ふことは信ずる。

### 地球内部の密度分布に關する

#### 従前の學說

前述のラプラスの密度分布は密度と深さとを結付くる經驗的關係としては多分最上のものと見らるべきであるが、之れをもつて地球内部の高密度の原因に關して何物かを意味してゐるものと考へてはならない。このラプラスの法則はそれより地球の慣性能率の正しい値を導き出す爲めには餘りに小さな表面密度を必要とする理

表 二 第

高壓下の於ける主要なる深成岩の壓縮率と剛性率との  
及び弾性恒數の算出に於ける地震波の速度

| 地震波の速度<br>km./Sec. |           | 密度<br>$\rho$ | 弾性恒數                      |                                |                           | 壓力<br>メガバー | 平均組成 (容積に於て) |     |      |    |     |     |      |      |     |           | 岩 石   |
|--------------------|-----------|--------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------|--------------|-----|------|----|-----|-----|------|------|-----|-----------|-------|
| 横波<br>(S)          | 縦波<br>(P) |              | 剛性率<br>$R \times 10^{-6}$ | 容積率<br>の<br>$K \times 10^{-6}$ | 壓縮率<br>$p \times 10^{-6}$ |            | 鐵            | 橄欖石 | 紫蘇輝石 | 輝石 | 角閃石 | 黑雲母 | 曹灰長石 | 中性長石 | 正長石 | 石英        |       |
| 3.1                | 5.6       | 2.61         | 0.26                      | 0.47                           | 2.11                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     |           | 岩 崗 花 |
| 3.3                | 5.9       | 2.66         | 0.29                      | 0.54                           | 1.85                      | 10000      |              |     |      |    | 5   |     |      | 65   | 30  |           |       |
| 3.3                | 5.9       | 2.69         | 0.30                      | 0.55                           | 1.82                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 綠 閃 崗 花 |       |
| 3.5                | 6.2       | 2.73         | 0.34                      | 0.62                           | 1.62                      | 10000      |              |     | 7    | 10 |     | 52  | 20   | 11   |     |           |       |
| 3.3                | 5.9       | 2.61         | 0.29                      | 0.54                           | 1.86                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 長 閃     |       |
| 3.5                | 6.3       | 2.66         | 0.33                      | 0.61                           | 1.64                      | 10000      |              |     | 5    | 5  |     |     |      | 90   |     |           |       |
| 3.5                | 6.2       | 2.74         | 0.34                      | 0.62                           | 1.61                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 綠 閃     |       |
| 3.7                | 6.5       | 2.78         | 0.37                      | 0.69                           | 1.45                      | 10000      |              |     | 15   | 5  |     |     | 80   |      |     |           |       |
| 3.9                | 6.9       | 3.05         | 0.45                      | 0.83                           | 1.20                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 靄 斑     |       |
| 4.0                | 7.1       | 3.08         | 0.48                      | 0.89                           | 1.12                      | 10000      |              |     | 10   | 40 |     | 50  |      |      |     |           |       |
| 3.9                | 7.0       | 3.40         | 0.53                      | 0.97                           | 1.03                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 輝       |       |
| 4.1                | 7.2       | 3.44         | 0.57                      | 1.04                           | 0.96                      | 10000      |              |     | 50   | 50 |     |     |      |      |     |           |       |
| 4.0                | 7.2       | 3.40         | 0.55                      | 1.02                           | 0.98                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 橄 橄     |       |
| 4.2                | 7.4       | 3.44         | 0.60                      | 1.10                           | 0.91                      | 10000      |              |     | 50   | 50 |     |     |      |      |     |           |       |
| 4.1                | 7.3       | 3.38         | 0.58                      | 1.06                           | 0.94                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | 岩 橄 橄 ノ ズ |       |
| 4.3                | 7.6       | 3.41         | 0.62                      | 1.14                           | 0.88                      | 10000      |              |     | 100  |    |     |     |      |      |     |           |       |
| 3.6                | 6.3       | 5.65         | 0.71                      | 1.31                           | 0.76                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | トイサラバ     |       |
| 3.7                | 6.5       | 5.69         | 0.76                      | 1.39                           | 0.72                      | 10000      | 50           | 50  |      |    |     |     |      |      |     |           |       |
| 3.4                | 6.1       | 7.9          | 0.92                      | 1.69                           | 0.59                      | 2000       |              |     |      |    |     |     |      |      |     | トイラテン     |       |
| 3.5                | 6.2       | 7.9          | 0.97                      | 1.79                           | 0.56                      | 10000      | 100          |     |      |    |     |     |      |      |     |           |       |

由の下に從來の批判を受けて來たものである。ダーウィン (G. H. Darwin) は三七を表面密度とする他の異つた密度の式を示した。彼は地表にある普通の岩石は單に殼に過ぎぬものであつて之れは別個に考へらるべきものであり。この殼の直ぐ下に來る密度を出發點に取るべきであるといふことを主張した。

地球内部に對する初期の考へは、内部の深い所まで地表と同一又は殆ど同一の物質であるといふ暗黙の假定を含んでゐた。この考へによる時は地球は化學的に均一なる但し中心に於ては恐らく熔融してゐる巨大なる花崗岩の球であることになる。然るに地球物理學の花崗岩時代とも稱すべき時代の後に地球中心は表面及淺い掘鑿に於て見る如き物質とは全々異なる物質より成つてゐるだらうといふ事が信せられて來た。今より五十年よりも以前にデーナ (J. D. Dana) は地球が鐵の心核を有しそれが珪酸質岩石で圍繞せられてゐることの可能性を論じた。その後ヴァーヘルトはこの考へを推敲して、厚さ一五〇

〇籽密度三・四なる岩石圈の内部に密度八・四なる核の存在を假定した。この配合は地球の全質量及慣性能率とも符合し、猶深さ一五〇〇籽に於て岩石より重物質への遷移は、この深さに於て第一圖の示す如く地震波の速度曲線の方向が急變することゝ極めて良く一致することである。然しこの配合は壓縮による密度の増加の説明に觸れてゐないし、又岩石より重物質への遷移點に何故に眞の不連續面があつてはならないかといふ説明に失敗してゐる (譯者註、千五百籽の深さの所で岩圈が急に終つてしまつて直ちに重い核が續いてゐるものと解釋すれば、この遷移面は自然不連續面であつて此處では地震波の速度曲線にも不連續が起るべきである。然し速度曲線は第一圖の示す如く連續的であるから遷移は不連續的であつてはならない。つまり速度曲線を信するならば岩圈から重い核への移り變りは可なり薄い連續的遷移層によつて行はれてゐるものとせなければならぬのである。勿論ヴァーヘルト自身も速度曲線は出しているから右の事情は分かつてゐたことゝ思へる。この遷移層の性質はこの部分に於ける地震波の速度曲線の性質より決定出來るわけである。第二表の示す如く適度の壓力の下では鹽基

性岩石中に於ける地震波の速度は鐵の中に於けるよりも著しく大であり、非常に大なる壓力の下ではこの速度の差違は減するよりも寧ろ増加するらしく見ゆる。更に第一圖を見れば一六〇

〇粒以上に於ける速度の變化は極めて小である之れは深さと共に絶えず増加する壓力の下に於ける均一物質の場合に期待せらるゝことと全く反する所である。之れは或はかゝる範圍に於ける溫度の影響が彈性恒數従つて地震波の速度を減するやうに作用してゐる爲めであると主張せられるかも知れない。然し如何様に考へて見てもそんなに深い所まで溫度の増加が著しくあらうとは思へないし、又深さとともに溫度が上昇してゐるにしてもそれが剛性率と容積の彈性率とに影響して一四〇〇粒程の範圍に於て兩速度を一定に保てることは極めて信じ難い事である。寧ろこの一四〇〇粒程もある廣範圍に於て兩種の速度が一定不變である事は實に注意すべき事柄であつて、之れは後に示すやうに球地内部の問題の解決に對する重要な手掛りとなつてゐるものである。最近に到てゴールドシュミット (V. M. Goldschmidt) は地球内部の物質分布を次の如く假定した。

- (1) 珪酸質の外層、厚さ一二〇粒、密度二・八。
- (2) 一層緻密な珪酸質(榴閃岩)の層、深さ至一三〇〇粒密度自三・六至四、
- (3) 硫化物及酸化物の中間層、密度五・六、深さ至二九〇〇粒、
- (4) ニッケル—鐵の核、密度約八、

この配合の平均密度は五・五に非常に近く、慣性能率の値は正しい値より三パーセント丈小であるけれども非常によく符合してゐる。爾來ツェブリツツ (Zoepritz) ガイガー (Geiger) グレーンツマヤ (B. Gutenberg) モホロビッチ (S. Mohorovicic) 及びその他によつて地球内部に於ける數種の層の存在に向つて夫々引證が試みられたが、就中次章に於て吾々が述べんとするものとやゝ類似してゐる配合を與へてゐるのはグーテンベルヒであつて、彼の論文は吾々がこの論文を書き終へた後吾々の注意に現はれ

たものである。彼は吾々と同じ様に四部分より成る密度—深さ曲線を得た。その導き方は核の密度は一定であつて其の上層の密度（矢張り一定）の二・三倍といふ假定に出發點を持つてゐる。そして深さ六〇呎から一二〇〇呎までの間にある層では密度は上部の三・五より始まつて底部

## イギリス 便り (八)

### 寺田貞次

#### エヂンバラに於ける地學

Edinburghに於ける地學は決して思想家のみの地理ではな  
いので、實際的方面に於ても著しいものがありました例へば  
夫の地學と最密接な關係を有する地質學の如きも早く發達を  
見た、是は矢張り Beudantic の方が土地平凡で地質地形上の變  
化も少い、倫敦附近は何處迄行ても低い緩斜面に綠草の美し  
く生じて居るのみで實に單調である、之に反して Edinburgh  
まで來ると始めて由らしいものが觀られ、從て地形上に於て  
も地質上に於ても複雑になつて來る、殊に Edinburgh 市の附  
近には、今 Kings Park と稱し、公園として保存して居る處  
が在り其處には Lyons Head と申して、遠方から觀ると丁  
度獅子頭の様な形態で、高サ七八百尺許の山が在り、之れは  
古い時代の火山成のもので斷層も在れば、化石も出る Glacier

の四・七五に終つてゐると結論してゐるが、この  
點は吾々とグーテンベルヒと極めて相類似して  
ゐる。但し吾々の結果は壓縮性による密度の變  
化に基礎を置いてを、グーテンベルヒとは  
全く異なる假設を含んでゐるのである。(未完)

の遺跡もつかゞはれると云ふ風で、地質上趣味の深い處であ  
ります、尙少し隔た處には石炭の採掘地もあれば、石油の原  
料となる shale の産地も在り、此處には魚類の化石も出る、  
又 Glacier の成因になる Boulder Clay の産地も在り、層中  
からは貝殻や各種氷河時代の遺物をも出すと云ふ風で Ein-  
burgh 附近迄來ると地質が複雑になつて來る、之れは確に此  
地方で地質學の發達を誘ふた原因となつて居るので、最初に  
Edinburgh の人である、James Hutton (1726—1797) が之を  
研究し出して後には James Geikie (1839—1915) や又夫の  
Scotland の James Hutton の人である Hugh Miller  
なども云ふ諸大家も此處に集つて、當地に於ける地質學、單に  
當地に於てのみでなく、廣く地質學の發達に貢獻しました、  
James Hutton の仕事として知らるゝ Natural Philosophy  
に關する研究、Theory of the Earth (1785) James Geikie