は C 層は低下し、氣壓が下降する場合は C 層は高くなる云つてゐるが、第一日より第六日まで氣壓上昇の方向を取つて居るのに對して、不感周波數帶の高度及感度不良周波數帶の高度は略下降の方向を取つてゐる即ち C_1 周波數帶の存在は高氣壓圏内に成つてより發見せられたる點は Friend 氏等の發表に符號する様に思はれる。

結 言

1. 148.0 kc—15370 kc, 16720 kc—18000 kc

の二つの臨界波長が考へられる、ラヂオゾンデより發射される電波は直接波と（低い電離層があるとすればそよよりの）反射波とが重疊されて來たものを受信するものと考へられるから、反射波の減衰又は反射角の變化は受信感度に相當影響するものと容易に考へられる。この現象は超短波傳播に於てロイドの縞 (Lloyd's fringe) と呼ばれてゐるが、直接波と間接波の位相關係により受信結果が建設的になり又は破壊的に行はれる事はある事である。氣壓測定用の周波數帶に以上の現象が起らずに氣溫測定用の短い波長に於て認められた點は注目すべきである。

2. 上述の周波數帶が影響せられたと考へられる層

の高度は 2 km—4 km, 5 km—10 km, 7 km—11 km と觀測せられたが、この高さが電離層自身の高さとは斷定出來ないが、將來ラヂオゾンデよりの電波の入射角を測定し得れば判然たる結果を得るだらう。感度が不良に成つた原因が 1. に考へたものの他に發信器自身が電離層の中に入つた場合の吸收作用も考へられる。

3. 氣象との關係は以上丈の材料で推論する事は早計で、今後長い間の統計により綿密なる研究を要する。

參 考 文 獻

- (1) 難波棲吾：電波傳播論（無線工學講座）
- (2) J. C. Shelleng, C. R. Burrows, E. B. Ferrell: Ultra-short-wave propagation (march, 1933, I.R.E.).
- (3) H. Lassen, K. Forsterling: Kurzwellenausbreitung in der Atmosphäre (電信電話學界 11 號 綜合論文).
- (4) R. C. Colwell: "Cyclones anticyclones and the Kennelley-Heaviside layer" (May, 1933, I.R.E.).
- (5) A. W. Friend, R. C. Colwell: Measuring the Reflecting Region in the Troposphere (Dec, 1937, I.R.E.).

粉末物質の一性質、割目の一特性、及びその地球物理學

に於ける應用に就いて*

高 橋 浩 一 郎

§1. 緒 言

且つて寺田寅彦博士が地殻の諸種の性質を示す一つの模型として粉を用ひて種々の實驗をなされた事がある。⁽¹⁾此れは地殻は主として岩石から成立つて居り、相當強い彈性的性質を有して居るが、何分にも規模が大きいので、重力の影響が強く効いて來て、丁度彈性に依る如き表面力と重力に依る體積力の比が實驗室に於け

る粉と同程度になり、從つて地殻の或種の現象は反へつて粉の様なものを用ひる事に依り實驗室で再現でき得るであらうと云ふ考へに基づいて居る。粉の種々の彈性的性質を調べる事は實際問題として甚だ難しく、且又變動の大きい爲であらうか、筆者の知つて居る限りではあまり見當らない。然し、もしも上述の如き考へが許されるとすれば、地殻の諸現象を實驗室で再現出

* K. Takahasi: On a Property of Powder Mass and a Character of Cracks, and their Application to Geophysical Problems.

(1) T. Terada: On the modes of Fracture of a Layer of Powder Mass. P. I. A. J. Vol. 10. 1934. p. 143

T. Terada and N. Miyabe: Experiments on the Modes of Deformation of a Layer of Granular Mass floating on Liquid. Some Application to Geographical Phenomena. Bull. Earth. Res. Inst. Vol. IV. 1928.

来る事になり、弾性の極限を越えた弾性論の手の及ばない領域の諸現象に有力な手がかりを與へる事になる。従つて粉の性質を調べる事はかなり大切な問題となる。筆者は大分前の事であるが、粉の間の粘着力を測定して見た事がある。そしてその結果は其の儘になつて居たが、其の後いろいろ考へて見ると確かに上述の如き考へが許るされ、又實際の問題に應用してかなりうまい結果が得られる事がわかつたので、此處に其の測定結果、及び其の應用例を一つ二つ報告しておく。

§2. 粉の粘着力の測定法、及びその結果

粉の粘着力は基だ小さいので粉自身の重量が効いて來て測定はかなり面倒である。なるべく此の影響からのがれる爲第1圖に圖示した如き装置を作つて測定を試みた。即ちBは

第1圖

Kをナイフ・エッジとする一種の天秤であり、Wは分銅を載せる皿、Aは木の臺、Cはクランプである。天秤は大部分薄いアルミニウムで作つてある。次に測定法を述べるならば、まづCを緩めBを自由にし、静止した後靜かにクランプする。次に臺Aを天秤の粉を載せる部分Dと同一平面になる様に軽く接觸し、次にDとAとにまたがつて測定すべき粉Pを圖の如く積む。此れで準備は出來た。次にはクランプCを解し、皿Wに漸次分銅を靜かに乗せて行く。分銅が或る高になると此れが粉の粘着力に打ち勝つてDとAとの間が切れて天秤がはねる。従つて此の時の分銅の重量から粉の粘着力が計算出来る。かくして測定した二、三の粉の粘着力を上げるならば次の表の如くである。

なほ次表は測定値の數回の平均を採つたもので、個々の測定値では相當大きな變動があり、次表の値の半分とか倍になる事もある。此れは元來粉の粘着力がはつきりしないものであり、又その取扱ひ方で著るしく

粉	粘着力 (gr/cm ²)	粉	粘着力 (gr/cm ²)
澱粉	0.3	明礬	0.05
ジアスターゼ	0.15	假性マグネシヤ	0.05
沈降カルチウム	0.18	硼酸末	0.07
硫黄	0.3	滑石	0.06
重曹	0.4	石灰	0.04
酸化亜鉛	0.01	アルミニウム粉末	0.04
うどんこ	1-0.2	石松子	0.005
砂鐵+水 ⁽¹⁾ (平均直径 0.2mm)	17	砂+水 (平均直径 2mm)	0.8
石英砂+水 (平均直径 0.6mm)	2.3	砂+アルコール	0.5
砂鐵+アルコール	3.2	石英砂+アルコール	1.1

(1) 水とアルコールを體積して凡そ 30% ほどを混ぜたものである

異なるからである。例へば壓力を掛るとその粘着力が著るしく増加する事は日常良く經驗する所である。實際粉の上に板を置き、分銅を載せて壓力をかけた後その粘着力を測定すると第2圖に示す様な結果になる。猶此所に用ひた粉はうどん粉である。

第2圖

§3. 割目學に於ける相似則の一例

此の粘着力の測定と平行して此の粉を用ひて少しく割目の實驗を行つて見た。即ち粉をボール紙の上に一樣な厚さに積み、ボール紙を撓めると第3圖aに示す如く略等間隔な割目が出来る。若し又もつと薄い紙に載せ色々な小變形を紙に與へると、第3圖bの如く、丁度粘土層を板に塗り乾かして行つた時出来る割目と類似の割目が出來て、粉層はブロックの集りに變る。此の様な割目の出来るのは當然である。然らば割目と割目の間隔、或ひはブロックの大きさと云つたものが何で定まるのであらうか。此れは割目學の重要な問題の一つであらう。此の問題を調べる爲第3圖aの様な割

第 3 圖

(a)

(b)

目を粉を代へたり、粉層の厚さを變へたりして作つて見た。その結果略々次の様な事が分つた。即ち今割目と割目の間の平均間隔を λ 、粉層の厚さを d 、粉の見かけの密度を ρ 、前節で測定した如き粘着力を F_s 、重力の加速度を g とすると、

(1) λ は d が大きくなると共に大きくなる。

(2) λ は F_s が大きくなると共に大きくなる。

(3) λ は ρ が大きくなると小さくなる。

そして此の三つのものが λ を決定する最も大きな因子の様である。そこで今 λ が d, F_s, ρ, g の四つの因子で定まると考へジメーション分析を行つて見た。その結果

$$\frac{\lambda}{d} = f\left(\frac{F_s}{\rho g d}\right) \quad (1)$$

と云ふ關係を得た。但し f は實驗、もしくは理論的に定めるべき或る函数である。さてもしも (1) の關係が實際満足されるならば λ/d と $F_s/\rho g d$ をとつて方眼紙の上に記入して見れば一つの曲線上の上に載る筈である。そこで色々粉を用ひて、厚さを種々變へて兩對數方眼紙に記入して見た所第 4 圖に示す如き結果を得た。多小點はばらついて居るが、これは粉の性質上、又實驗の性質上やむを得ないのであり、まづ λ を決定

第 4 圖

するものは d, F_s, ρ, g であると結論出來よう。

然らば (1) 式は如何なる意義を有して居るであらうか。(1) 式の右邊の f の内の項は $F_s d^2 / \rho g d^3$ とも書き換へられる。此處で $F_s d^2$ は許容最大張力と云つた様なものを示すものであり、張力が此の高を越えると破壊して割目が出來てしまふ。又 $\rho g d^3$ は粉層に働く體積力である。さて割目が出來る時には外力が許容最大張力に打ち勝つた場合であるが、此の種の實驗では外力は主として重力に依る體積力である。従つてブロックとして多小の變動を與へても破壊しない爲には少くも此の許容最大張力と重力に依る體積力が同程度でなければならない。換言すればブロックの大きさは此の兩者の比が略 1 になる如く定まるであらう。此れが (1) 式の内容である。

此の相似則はその導き方から考へ、現在の如き簡単な場合のみでなく、もつと一般的に成立する筈である。又現在の様な簡単な實驗に際しては函数形 f を近似的に定める事も出来る。即ちボール紙に摺みを與へた時、第 5 圖に示す

第 5 圖

如くなると考へると粉層がブロックとして此れ以上破壊しない爲には A 點に對する重力に依る偶力と許容最

大張力に依る偶力と釣合つていなければならないから

$$F_s d^2 \approx \rho g \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2 d \quad (2)$$

即ち

$$\frac{\lambda}{d} \approx 2 \sqrt{\frac{F_s}{\rho g d}} \quad (2')$$

となる。實驗によると $F_s/\rho g d$ が余り小さくない限り

$$\frac{\lambda}{d} = 1.6 \sqrt{\frac{F_s}{\rho g d}} \quad (3)$$

と云ふ様な實驗式が成立し、略理論と一致する事がわかる。斯くして (1) なる基礎の關係式が實驗的にも理論的にも不完全ながら略證明出來た事になる。

§4. 地球物理學に於ける粉體力學の應用例

地球物理學の問題に割目學とか粉體力學を應用しようと思ふ試みは寺田博士、藤原博士、宮部博士、高山、森田、伊豆等々の諸氏⁽¹⁾に依つてなされて居る。そしていろいろ面白い結果が得られて居るが此の場合の一つの缺點は表向きには相似則が充分考へられて居ない事である。勿論暗々裡には考へて居るのであるが數値的には示されて居ない。従つて割目學を地殻の問題に應用する際にその幾何學的の事は云へるが、ブロックの大きさと云ふ様なデimeンジョンを有して居るものを定量的に調べると云ふわけには行かない。此の様な缺點は前節で示した如き相似則を導入する事に依つて救はれるのである。次には此れを實際問題に應用して見よう。

さて我々は粉が地殻の模型實驗に都合が良くはないかと豫想した。此れを相似則を用ひて證明して見よう。もつとも岩石と粉の彈性的性質とはかなりの差があるかもしれない。従つて相似則 (1) を其儘當嵌める事は冒險かもしれない。しかし一面から考へるに岩石と粉とはかなり似た點もある。例へば兩者共僅かの變形で破壊する。とにかく岩石の許容最大張力をもつて粉の粘着力に對應せしむると、假りに地殻を構成して居る岩石の許容最大張力を $5 \times 10^2 \text{ kg/cm}^2$ と見積り、粉の方を 0.2 gr/cm^2 とすると $F_s/\rho g d$ を兩者共に一定にするには厚さ d を粉の場合には岩石のものに對し $\{0.2 \text{ gr/cm}^2 \div 5 \times 10^2 \text{ kg/cm}^2\} \times \{3 \text{ gr/cm}^2 \div 0.7 \text{ gr/cm}^2\} = 19 \times 10^{-7}$ 位にすればよい。即ち地殻 100 km 位の現

象は粉をもつてするならば $100 \text{ km} \times 19 \times 10^{-7} = 19 \text{ cm}$ 位にすればよい。此れは丁度實驗室内での大きさとして手頃なものであり、斯くして豫想が裏書きされたわけである。

此の様な事から地殻の色々の性質が定性的ばかりでなく、或る程度迄は定量的にも理解出来る。例へば、地殻がブロック構造を有して居ると云ふ事は前節の粉層破壊の實驗に現はれたブロック性と對應するものである。そしてそのブロックの大きさは相似則から實驗的に見積つて見るに今假りに、粉層をもつて約 40 km 位と考へられて居る地殻のシャル層に對應せしむるならば、 $F_s/\rho h d$ は凡そ $10^2 \text{ gr/cm}^2 \div (3 \text{ gr/cm}^2 \times 4 \times 10^6 \text{ cm}) \approx \frac{1}{100}$ である故、 $F_s/\rho g d$ を此れ位にするには前測定値から假定マグネシアなら粉層として約 10 cm、もし亜鉛華ならば 2 cm 位にすればよい事になる。實際此の様にして實驗を試みると $\lambda/d = \frac{1}{3}$ 位になる。従つて地殻のブロックの大きさは凡そ $40 \text{ km} \times \frac{1}{3} = 13 \text{ km}$ 位になる筈である。此の値は宮部博士⁽²⁾が地殻變動から求めたブロックの大きさ 10 km 位と非常に良く一致する。

此れに力を得て、さらに寺田、宮部兩博士の⁽³⁾行はれたウェーゲナーの大陸移動説の模型實驗に利用して見る。即ち此の考へに従ふと日本海に残された佐渡ヶ島や能登半島と云つた様なものは日本列島が大陸から離れて移動して來た際に取殘された破片と考へられる。そこで此の實驗の結果を用ひると上の相似則から見て λ/d を $\frac{1}{2}$ 位にすれば良いらしい。従つて兩博士の考へに従ひ d として 40 km 位のシャル層を取れば $\lambda = 20 \text{ km}$ 、即ち佐渡島の幅は此れ位あれば良い。實際は此れより稍大きく 30 軒強あるが、此れ位なら、此の種の實驗では良く合ふと云つて良からう。

§5. 結 尾

かくの如く、粉體物質を地殻の問題に模型實驗とし

(1) 前掲。

藤原咲平：地渦、地裂及地震。

M. Morita: Cracks of Volcano Etna Suggested by the Arrangement of Parasitic Cones. Geophys. Mag. Vol. X. No. 2, 1936.

S. Fujiwara: On the Mechanism of North Izu Earthquake. Geophys. May. Vol. V. No. 2, 1932.

宮部直己：對數螺旋型の裂罅に就いて。地震。第 8 卷, 1936.

伊豆直彦：火山裂罅發生に關する簡單な實驗。地震。第 8 卷, 1936.

(2) 岩波科學文獻抄。地殻變動の最近の研究。

(3) 前掲

て應用の出来る事がわかり、又實際に應用してかなりの成功を収めた。弾性の極限を越えた少くも舊來の數理物理の手にとどかない地殻の現象の研究等に際し此の種の模型實驗が有力な研究である事は疑ひない所である。此の意味で以上の報告も全く意味のないもので

もなからう。今後も構會があれば續けて調べて見たいと思つて居る次第である。

最後にいつも變らぬ藤原先生の御指導に衷心よりの謝意を表する。

紹介

Ivan Ray Tannehill: Hurricanes (ハリケーン). Princeton University Press, 1938.

著者はアメリカ氣象局の海洋部長であつて、20年の間ハリケーン豫報警報に従事した人だと言ふ。廣告には西印諸島附近のハリケーンの本性と史實とを調査整理した本はこの本の外には如何なる國語で書いたものも一冊もないと書いてある。

内容の一般を述べる。緒論には颶風の一般的性質と其研究の歴史等が書いてある。第1章にはハリケーンによる風を取扱ひ、風速の極數や眼について述べてある。第2章にはハリケーンに伴生した高潮、高浪について述べ、又ハリケーンの進行速度が遅い場合には、中心の周りに強烈な海流(吹送流)が生ずること等を説いて居る。第3章にはハリケーンの發生地について記述し、發生に關する理論を若干紹介して居る。第4章にはハリケーンの徑路について述べ、徑路の季節變化、氣壓配置と徑路の關係、ハリケーンの壽命等について説いて居る。第5章には颶風域内の降雨について論じ、第6章には氣壓について説き最低氣壓の極

數(措むらくは寶石颶風に關する記事がない)について若干述べて居る。第7章にはハリケーン襲來の前徴となるウネリ, Hurricane de, 雲, ハリケーンの bar (ハリケーン自身の實體で、濃い雲の塊; 始め白色又は灰色で段々暗灰色になり時には眞紅に見へる), 驟雨及スコール等について説明してある。第8章には異常經路を、第9章にはハリケーンの頻度を、第10章にはハリケーンに依る被害を、第11章には災害豫防の方法を述べてある。第12章には19世紀前のハリケーンの歴史を述べ、第13章には19世紀の特記すべきハリケーンを各個別に説明し、第14章には20世紀のハリケーンを年代順に詳説してある。第15章には1494年から1900年までのハリケーンを年代順に表にして示してある。卷末に文獻集が載つて居る。

綜合して見ると素人向きの本で、特にハリケーンの年代記とでも言つた所が特に詳しく書いてある。理論等はあまり書いてないし、書いてあつても讀みごたへがしない。頁數 257, 型は菊版、價は約 14 圓 (3 弗 50)。

(荒川秀俊)

録事

大日本氣象學會講演會

九月月次會 昭和 13 年 9 月 9 日 (金) 午後 4 時より中央氣象臺構内中村記念館にて開催、講演 7。

1. 平山 操君: デリンジヤー現象と地球磁場に就いて (畠山久尙君代讀)

1935 年及び 36 年に起つた通信障害の際の磁場を調べ、如何なる場合に磁場に變化があるか或はないかを確め、且つ其の變化は日變化磁場と同方向

をとることを知つた。次に傳導度の變化による磁場を計算し、この現象に適用し、鉛直磁場の變化は他の要素の約 0.4 であることを示し、且つ電離度の擾亂が E 層以下になるときは磁場變化の日變化磁場に對する比は傳導度の變化の比に等しくなることを見出し、其の値を計算し 0.2--0.7 を得た。最後に此の磁場は dynamo theory により充分説明され、他の説にては不都合なることより、日變化磁