

重力偏差の分布から見た鹿兒嶋灣

周圍の地下構造 (二)

松 山 基 範

五、地 質 摘 要

考究の地方の地質に就ては中島謙造氏の鹿兒島圖幅説明書⁽¹⁰⁾あり、又小田亮平氏も霧島火山地域の地質調査をした際に此地方の地質に言及して居る⁽¹¹⁾。更に最も權威ある發表として小藤博士の櫻島噴火に關する研究⁽¹²⁾がある。リヒトホーフエンの著書⁽¹³⁾も亦此地方の研究の必ず參考すべきものである。

此地方の地質構造の基底をなすものとして知られて居るのは中生代の泥板岩であつて、鹿兒嶋灣の北部東岸に添ふて其露出を見る事が出来る。第三紀に於ては此地方は海底に沈んで居て、海底噴出の爲めに熔岩及火山岩屑で被はれ其厚さ二百メートルに及んだ。其後繰り返し行はれた火山活動によつて、現今の灣底は沈み、他の部分は高まつて臺地を形作るに至つた。而して此臺地の灰砂層は所々其後の噴火による安山岩で被はれて居る。

櫻島は一の火山錐である事は誰でも知つて居る事であつて、其活動は尙我々に新たなるものである。其活動の或時期に於ては數個の小島を海底から押上げた事もある。燃島は其一つであつて、安

永の噴火の際に出來たものである。此外にも櫻島の南にある沖小島等の小島は何れも其構造に於て明かに臺地の構造と同一であつて、之によつて鹿兒嶋灣の海底が周圍と同じ岩石の累層からなつて居る事を知る事が出来る。

特に注意すべきは此地方に於ける玄武岩の分布である。櫻島の西南に當る大隅の一角に在る咲花平は海底噴火の安山岩なる灰石から成り、其頂は玄武岩に被はれて居る。沖小島は前述の如く臺地と同一の灰砂層から成つて居るが、其北端には咲花平に於ける如く玄武岩が露はれて居る。沖小島の西北にある神瀬の近所の海底にも玄武岩があると報告せられて居る。又大正三年の噴火の熔岩に埋められた鳥島も玄武岩から出來て居た。更に櫻島と鹿兒嶋との間の海峽を北に抜けて吉野臺の東崖には相當に廣い間に亘つて玄武岩がある。加治木町の東方にも同様の岩石を見る事が出来る。最後に國分平野の東方臺地の崖に於ても同様に玄武岩の露出を見る。此の如く鹿兒嶋灣北部の周圍に添ひ、又櫻島の南方で此灣を横切つて玄武岩の露出を見るのであつて、此事實は本研究に大切な關係を持つて居るものである。即ち後に説く如く國分平野の北方に於ける重力野の特殊の状態を玄武岩質岩脈の潛入と見んとするのである。

六、地 下 構 造

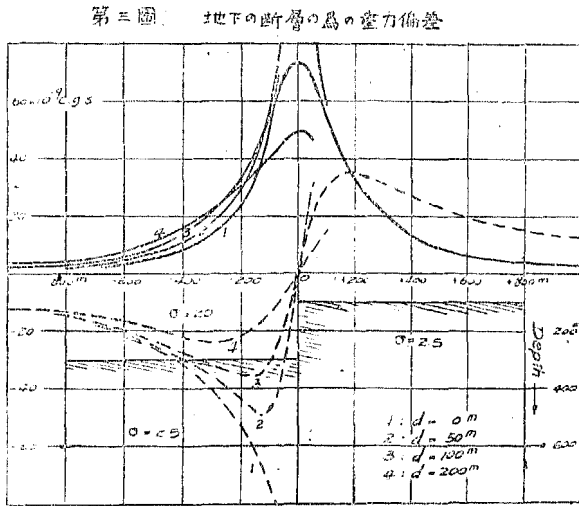
前に述べし如く觀測によつて見出した重力比差及びゲオイド曲量に地形の影響に對する修正を施すも尙相當大にして系統的なる殘餘があるのである。此原因を索むるに此地方の地質構造と調和す

る如き地下構造によつて説明するの外はない。既に鹿兒嶋灣は陥落による地溝であるといふのが一般の意見であるから、之と臺地との間に於て灣の周圍に段階的斷層の存在を考ふる事も無理ではない。而して臺地の高さは二百乃至二百五十メートルであつて、灣の深さは百五十乃至二百メートルであるから、臺地と灣底との間には上下に平均四百メートル程度の相對的運動が行なはれたものと見る事が出来る。今主要地形たる鹿兒嶋灣と其海岸にある平地と之等を圍繞する臺地とは二箇の垂直なる並行斷層によつて生じたものと假定する。且つ計算を進むる爲に此二つの斷層が各平均二百メートルの喰違を受けたものと假定する。上述の如く階段的地形が出来た後に、其中間の平地は或は浸蝕を受けたかも知れず、又は臺地から運ばれた物質の堆積を受けたかも知れないが、其間に海岸に於ては沈澱が行はれて平地が次第に海中に擴がつたものと思はれる。此の如き部分では平地と海との間の斷層は現在の平地の下に隠されて居る事になる。

現在の平地の表面が浸蝕を受けたにしても、或は堆積を受けたにしても、上部の灰砂層の下にある中生代の泥板岩層は初めの斷層の出来た時の状態を維持して、地下に於て上下に二百メートルの喰違ひを有する階段をなして居る筈である。而して泥板岩層と灰砂層との比重に差がある爲に、此喰違ひは其上の地表に於て重力野の偏倚を生ずる原因となる。

今此地下階段の高さを h とし、其上面は地表より d の深さにあるものとす。地表に於て斷層に直角な方向に x 軸を撰み斷層の高い方の側を x の正の方向とする。そうすれば此の如き構造の爲に地表に起る重力比差及ゲオイト曲量は前に海の影響を計算した範式の中に $\cos \theta$ と置いたものに

よつて計算する事が出来る。第三圖は即ち泥板岩の比重を二、五とし、其上を被ふ灰砂層の比重を二、〇として、 d の値を種々に假定したる場合の地表に於ける重力偏差の分布を示すものである。之を



見るに、偏差も曲量も斷層の眞上に近い所に於て極大の値を持つて居るが、偏差は斷層の兩側で同一の符號を有し、曲量は之が反對である。之は前に述べた所の國分平野の北部に於ける重力偏差の分布と全く異なるのは注意せねばならぬ。

さて鹿兒嶋市の南方平地の三箇の觀測點に就て考へるに、地形の影響を除き去つた殘餘は、偏差に於ては何れも同一の符號を有するも、曲量に於ては海岸に最も近い荒田では負であつて、最も遠い武では之が正である。之から判斷すれば此の間の地下に北三十度西位の方角に走る斷層があつて其の海の方の側が落ちて居るものと考へられる。

且つ泥板岩の上面が地下百メートルの深さにあるものと假定すれば、此斷層から生ずる重力倚倚は畧實際のもの程度となる。或は此深さが更に深く、且つ喰違も一層大きい斷層とする方が一層よく實際に合ふ様であるが、觀測點の数が少ないのであるから餘り立ち入つた量的計算を試みても無

意義である。

帖佐平地に於ては只二つの觀測があるのみであるが、其偏差は上述の如き斷層だけでは説明し盡されない。併しながら第五號觀測點たる同村字東原の建昌小學校の東方に於ては地表に約二メートル位の高さの段丘的地形が海岸に並行に南北に走つて居て、其西の高い方は畠地で東は水田である若し之を以て前述の如き斷層の面上に表はれて居るものと假定する事が出来るならば、此爲めの修正を加ふれば東原に於ける偏差は殆んど消滅し、只曲量は尙 3×10 の殘餘がある。而して松原に於ける値は格別の影響を受けない。此の如き殘餘に對しては尙後に國分平野に就て述ぶる如く地下に於て玄武岩質の潛入があるものと考へて説明されるものであつて、此地方の南に接する吉野臺の東縁には玄武岩の露出もある事であるから、此考は必ずしも無理ではないかも知れない。

加治木には只一箇の觀測點があるだけである。此地に於ても亦東原に於ける如き段丘的地形が海岸に並行に存在して居て、之を上述べた性質の斷層の位置を示すものと假定すれば、加治木に於ける重力偏差の値は丁度説明し盡される。

國分平野は上述の各平地に比して遙かに廣く、觀測點の數も多い。先づ海岸に近い部分を考へるに、偏差が皆海岸から奥地に向ひ且つ曲量も此の方向に並行であるから、若し他の平地に於ける如く地下に伏在する粘板岩層の斷層を假定するとすれば、之等の觀測點の最も南のものゝの更に南側にあると想像せねばならぬ。實際に於ても濱之市の觀測點の南方百メートル程の位置に約二メートル半位の段丘の東西に連なるものが認められ、之は東方に行つて稍や不明瞭とはなるけれども、尙小

村の觀測點の南方附近までも之を追ふ事が出来る。依て帖佐、加治木の場合の如く此段丘の位置を以て地下に伏在する斷層の表徴であると見る時は、泥板岩の高い方の上面は地下百メートルにある事とすれば恰も濱之市及び小村に於ける重力偏差を説明する事が出来る。

さて斷層の上下の喰違ひは二百メートルと考へたのであつて、今其一方の高い側に於ける泥板岩の上面が地下約百メートルの深さにあるのから、海面の下にある部分の粘板岩の上面は水面以下約三百メートルの深さに在る筈である。而して此邊での水深は一般に百五十メートル程度であるから、其粘板岩の上面は海底以下百五十メートルの深さにあるといふ事になる。此深さは即ち大體に於て此近傍に於て泥板岩を被ふ所の灰砂層の厚さを示すものと考へられる。

上記の斷層の影響に對する修正は單に濱之市及小村に於ける重力偏差を極めて小さくするだけであつて、それから約一キロメートルの奥にある福島に於ては殆んど變化を生じない。

さて向花の北方にある臺地は海面上百メートル以上は安山岩であつて、灰砂層はそれ以下であるが、若し此部分でも灰砂層の厚さは海底と同様に百五十メートルであるものならば、泥板岩の上面は地下凡そ五十メートルの深さにある可き筈である。前に述べし如く濱之市附近の地下斷層の北側では泥板岩の上面が地下百メートル程度の深さであるらしいのに、向花の北方に於ては之が地下五十メートルの深さになるから、此間に泥板岩の上面が傾いて居るか或は五十メートルの喰違の斷層があるか、何れかである。而して實際の地形を見ると向花の觀測點の南方約百メートル餘の所に又一の段丘を認めるのであつて、走向は東の方は國分及び西の方は宮内の北にある略東西に向つた臺

地の崖を結ぶ線に一致する。依て茲でも亦前に述べた場合の如く之を地下の斷層の表徴であると考へると泥板岩層は即ち此下に一の斷層を形作り、其上下の喰違は約五十メートルであつて、其高い方の上面が地下五十メートルの深さに在る筈になる。此の如き斷層の伏在を假定すると、其近傍の觀測點に於ける重力偏差は其影響を受けて居るけれども、之に對する修正を施しても尙著しい殘餘があるのである。

國分平野の中の各地點に於ける重力偏差から上に述べた様な二つの斷層の影響を除き去つて見ると尙次の表に示す様な大きな且つ系統的な殘餘が残る。

番號	觀測點	海岸からの距離	修正した偏差	
			比差	曲量
8	小村	1250	+ 16	+ 9
9	濱之	1300	+ 17	- 4
10	福島	2350	+ 41	+ 17
11	宮内	4250	+ 84	+106
12	園分	4300	+ 81	+ 94
13	向花	4350	+105	+118
14	姫城	5700	- 27	+ 13
15	弟子丸	5800	- 39	+ 25
16	姫城温	6600	- 45	+ 19
17	西光寺	6650	- 27	+ 11
18	道場	7100	- 25	+ 3
19	松永	8450	- 15	+ 1

此殘餘を見るに嘗て述べたる如く著しい特徴を示して居るものであつて、即ち向花と姫城との間を境として兩側に於ける比差は符號が反對であつて何れも此境の方に向ひ、曲量は兩側とも同じく正の符號を持つて居る。又比差も曲量も共に大體に於ては此境に近い所で最も大きい値を示して居る。前に掲げたる第三圖で明らかである如く、地下に水平に横はる所の比重の大きい物質が在る時に其縁の上に於て起る重力偏差は之と全く異なる分布であつて、比差は其兩側で同じ符號を持つて居り、曲量の方が兩側で反對の符號を示すの

である。即ち上記の如く國分平野の中に見出した重力偏差の最後の殘餘の分布は之迄考へて來た如き斷層とか或は水平なる鑛床等では説明されないものであつて、どうしても垂直に近い岩脈の地下潛入を假定せねばならぬものである。且つ此の如き岩脈が垂直である場合には其兩側に於て比差の絶對値は對稱的である可きであるが、我々の場合に於ては假想して居る境の南の觀測點では 100×10^3 の程度の數値を持つて居るに對し、其北では著しく小さい値である。之は即ち假想して居る岩脈が南に傾いて居る場合である。

さて此の如く傾斜した岩脈の潛入の爲に地上に起る重力偏差を計算する爲に、其岩脈は走向の方向には無限の長さに延びて居るものとして考へ、地上で此岩脈に直角なる方向を軸とし、岩脈の上面の中央を x の基點とする。又此岩脈の傾斜を λ とする。それから上面の幅の二分の一を a とし其地面からの深さを d とする。そうすれば地上の各點に於ける重力偏差は次の如き式で表はされる。

$$\frac{\partial S}{\partial x} = -\frac{G(\sigma - \sigma_0)}{1 + \cot^2 \lambda} \left\{ (L_1 - L_2) - 2(T_1 - T_2) \cot \lambda \right\},$$

$$S \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) = + \frac{G(\sigma - \sigma_0)}{1 + \cot^2 \lambda} \left\{ (L_1 - L_2) \cot \lambda + 2(T_1 - T_2) \right\},$$

但し

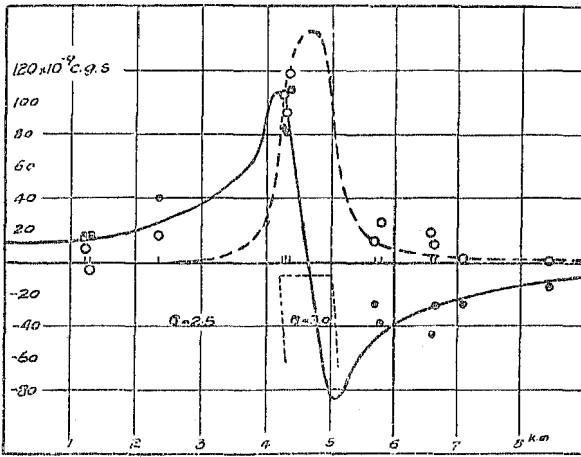
$$L_1 - L_2 = \log \frac{(x+a)^2 + d^2}{(x-a)^2 + d^2},$$

$$T_1 = \arctg \frac{(x-a) + d \cot \lambda}{(x-a) \cot \lambda - d},$$

$$T_z = \arctg \frac{(x+a) + d \cot z}{(x+a) \cot z - d}$$

茲に用ひたのは岩脈の比重で、 σ は周囲の岩石の比重である。前に述べたる如く鹿兒嶋灣を形作る地溝の周圍には玄武岩の露出が到る處に見られる事實がある。今考へて居る場所は國分平野の主要部の北端であつて、其東南に連接する臺地の崖には玄武岩が現存して居る。之等の點から考へて上に考へた如き地下潜入の岩脈は玄武岩質のものであるとする。此比重を三、〇とする。又岩脈上面の深さが五十メートル以上の場合には此岩脈の周圍は泥板岩であるべきであつて、其比重を二、五と取る。之等の値を用ひ、上面の幅及び其地下の深さに種々の値を與へ、且つ岩脈の傾斜をも種々にかへて、其爲めに起る重力偏差を計算して、

第四圖 重力偏差の殘餘と假想
潛入岩脈の影響



黒點…重力比差の殘餘
實線…重力比差の計算値
小圓…ゲカイド曲量の殘餘
破線…ゲカイド曲量の計算値

重力偏差の分布から見た鹿兒嶋灣周圍の地下構造

其等の値の内最も實際の結果に一致する如きものを探すと、それは丁度上面の幅八百メートル、地面からの深さ二百メートル、垂直よりの傾斜約六度の時が最もよく實際に一致する結果を生ずるのである。

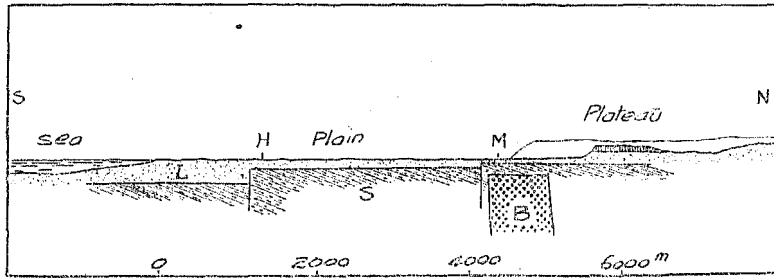
七、結 論

此研究に用ひた材料は重力偏差計を用ひて測つた重力比差及びゲオイド曲量の分布であつて、之に既知の地形及地質に關する智識を併用したのであるが、其推論の根底は地上に於ける重力野の状態は地形と地下構造とによつて定まるといふ自明の原理である。





鹿兒嶋地方に於ける重力偏差に地形の影響に對する修正を加へると、尙相當に大きく且つ系統的な殘餘が出来る。鹿兒嶋の南の平地に於ける此殘餘は地下に喰違二百メートル位の斷層を假定すれば説明される。此の如き斷層は帖佐及び加治木の海岸に近い所にも在るものと思はれる。

殊に國分平野の地下に於ては、先づ海岸に近い所では濱之市と小村との南を通る一つの斷層と、國分、向花及び宮内の南にある斷層との外に、更に一層著しい事は此第二の斷層の北に近い地下で玄武岩質の岩脈の潛入があるらしいといふ事である。

第五圖 國分平野の假想地下構造



高さは水平距離と同一比例尺
 觀測點……H濱之市 M向花

- | | |
|---|---|
|  灰砂層 |  玄武岩 |
|  泥板岩 |  安山岩 |

國分平野の地下構造に就て此の如き推定を承認すると、此平野の成因に就て稍や具體的な考を定める事が出来る。即ち初めには第一の斷層によつて海底と分れ、第二の斷層によつて臺地と離れて兩者の間に一の低地を作つた。之が現今の濱之市小村の線の北、國分向花宮内線の南の部分である次で臺地が浸蝕されて深く廣い溪谷を作り、其底が低地と同じ高さとなつたものが今日平野の北方に連る二つの谷である。又此部分及び初めの平地の部分から洗ひ出された土砂が海底に堆積して濱之市小村の線以南現今の海岸までの低地を作つたものである。

此の研究に於ては計算を容易にする爲めに種々の假定を用ひて居て、之から導いた數字的關係は精密に適用さるべきものであるとは主張しないけれども、質的關係及大體の量的關係に於ては著しき相違はないものと信ずる。(大正十五年十二月九日)

引用論文

- (1) Kotô, Bandjirô: The Great Eruption of Sakura-jima in 1914. Journ. Coll. Sci. Tokyo. Vol. 38. (1916) p. 127.
- Omori, Fusakichi: The Sakura-jima Eruptions and Earthquakes. II. Bull. Imp. Edge. Inv. Comm. Vol. 8. No. 2. (1916). p. 152.
- (2) Omori, Fusakichi: The Sakura-jima Eruptions and Earthquakes IV. Bull. Imp. Edge. Inv. Comm. Vol. 8. No. 4. (1920) p. 343.
- (3) Kotô, ditto. p. 107.
- (4) Omori, ditto, II. p. 161.

重力偏差の分布から見た鹿兒島灣周圍の地下造

- (5) Omori, ditto, II. p. 161.
- (6) Omori, ditto, IV. p. 325.
- (7) Nagao'va, Hantaro : Berichte über die geodätischen Arbeiten in Japan seit 1898. Intern. Erdm. Verhandlungen, 1901. 及以下各號
- (8) Helmert, F. R. : Der normale Teil der Schwerkraft im Meeresniveau. Sitzbr. Berlin, 1901. p. 336.
- (9) 松山基範 : 重力偏差測定と其探驗法としての價值、東京學藝雜誌、第四十二卷(大正十五年)481頁
- (10) 中島謙造 : 鹿児島國幅地質說明書、地質調査所、明治三十三年
- (11) 小田亮平 : 霧島火山地域調査報告、震災豫防調査會報告、第九十六號、大正十一年、
- (12) Kotô, Bandjiro : op. cit.
- (13) Richtofen, Ferdinand von : Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens. Sitzbr. Berlin, 1901.

隱岐島後の火山岩に就て (三)

(圖版第二版付)

春 本 篤 夫

4 玄 武 岩

本島を構成する噴出岩中最後に生成せるものにして、本島東半部に於て各所に殆ど時を同うして噴出せるものゝ如し。本岩に依りて被覆されたる地方は一般に幼稚なる地形を呈せり。今玄武岩の