

地球

第三卷第五號

大正十四年五月

第二回萬國測地學及地球物理學協會總會に

現はれた重なる問題

松 山 基 範

此會は昨年九月下旬から十月月上旬にかけて二週間程スペインのマドリードで開かれたのであつて、第一回は一九二二年五月二日から十日まで伊太利のローマで開かれたのである。歐洲大戰以前には萬國測地學會といふものが出來て居て、獨逸のポツダムに中央局があつたが、戦争の爲めに其仕事中止された形になつて居た。戰後萬國學術研究會議が成り立つたのに伴つて、其一部として前の内容を弘めて萬國測地學及地球物理學協會となつたのである。現今此の協會に加入して居る國は二十四ヶ國である。

此協會は七つの部會にわかれて居る。測地學、地磁氣及地中電氣學、地震學、火山學、氣象學、海洋學、水路學、の七つである。今回の會議に提出された問題は之等の各部會に特有な問題や、又他

の部會と共通なものなどもあつたが、其内重大なものは次の如きものである。

前のローマの會の時から宿題になつて居る問題の内にアイソスタシーに關する調査といふ事項があつて、アメリカ合衆國のブキー氏が其報告をする事になつて居た。アイソスタシー説の中心となる考は地球表面の凹凸に應じて其地下の岩石の比重に大小があつて、此結果として地殻の上部から深所に及ばす壓力が何處でも相等しくなつて地殻が釣合を保つて居るといふのである。此の考の始まりは既に古くからあるが、ヘルメルトは傾斜した地形から起る重力偏倚の量を研究し、ヘーフォールドは北アメリカでの鉛直線及重力の偏倚を研究して、何れも海面下凡そ百二十料に至つてアイソスタシー的狀態が完成して居るものとした。茲に至つて始めて此問題が數量的關係となつて來たのである。今回の報告者ブキー氏は久しくヘーフォールド氏と共に此研究に従事して來た人であるから、其見解の要點はやはり同じ立場から見ただものであるが、此の説に就ては常に幾多の問題が論議せられるのである先づ地表の凹凸から起る重荷の不平均は地殻の表面に近い部分の比重の大小で大部分は償はれてしまい、それより深い所での比重の差は次第に小さくなつて居ると考へられないか。それとも或深さまでの間に上下には一樣の比重があるか。次には此の地殻内の比重の大小の分布は何處でも海面より同じ深さに達して終つて居るか。或は地形によつて其深さが違つて居るか又何れ

にしても此説の様な地殻の内部に加はる重荷の均合は完全に行なはれて居るかどうか。之等はアイソスタシー説に就て大切な疑問である。之をきめるには一般に重力の分布とか鉛直線偏倚の分布とかいふ様な測地學的材料を集めて、之を一定の假定によつて處理し、最後の殘餘の最も小さいものを以て正しい考へとする外はない。今日までには數量的取扱に就ては米國流の方法が用ひられて來たのであつて、即ちアイソスタシー状態は何處でも一樣に海面下百二十米突で完全になつて居て、比重の分布は地表から此の深さまで上下には一樣であるとするのである。

さて此の如き方法によつて實際に觀測した結果にアイソスタシーの考へを入れて計算を行つた國は、今日までの所ではアメリカ合衆國、英吉利領印度それから瑞西だけである。此外にも、獨逸では前に述べた様にヘルメルトが特に傾斜した地形での重力の偏倚を利用して此關係を研究し、又同じ方法でコールシュッターが前の獨逸領東アフリカの大地溝附近での此關係を研究したものがあつたが、今回の會議には關係のない國の事であるから話に上らなかつた。我國では數年前に各地での重力の測定を既に一通り終つて居るのであつて、目下は京都帝國大學天文臺の新城教授の監督の下にアイソスタシー關係に就ての計算が行なはれて居る筈であるから其内結果が發表される事であらう。ブキー氏の意見ではアイソスタシー状態は極めて完全に行なはれて居て、地殻は極めて弱いものである爲めに重荷の不公平が起れば直ちに調節が行なはれるものであると考へて居る。併しながら實

際に地力學的現象を見るものには地殻に或程度の強さがあると考へる方が穩當であるのは勿論であつて、従つて實際の地殻の狀態が完全なるアイソスタシーの狀態から何程異なつて居るかといふ點が特に興味のある點であらねばならぬ。特に日本の様に火山や地震の現象に富んだ場所に於ては此點が非常に大切なものと考へねばならぬ。マドリードの會議に於ては此意味で日本委員は意見を提出して置たのである。

實際にアイソスタシー説の根本的計算を行なつた研究は多くはないが、其方法の批評なり、又其地力學的意義などに就ては各國に於て盛んに論議せられて居る所である。

今回の會議でアイソスタシー説が問題になつた爲めの具體的の效果としては、今後各國で行ふ重力測定には從來の高さだけの修正及び觀測點と海面との間の岩石に對する修正との外に、尙アイソスタシー説による修正を施したものをも併せて發表する事になつた。此の結果が各國から發表される事になると地殻の狀態に就て一層明瞭なる知識が加へられる事と思はれる。

重力の分布を據所として地殻の中の狀態を議論するに就ては、陸上の材料は集められるが、海上の材料を得るは困難である。前にヘツカーは船の上で水の沸騰點を測り之に相當する標準氣壓をもとめて、其時の水銀氣壓計の讀取りと比較して海上に於ける重力を求める方法を考案した。此方法

によつて大西洋、太平洋、地中海、印度洋、黒海等で實測を試みて大切な結果を出して居るが、其精密度に就ては尙幾分か疑を懷かれて居た。其後ダッフィールドも此方面に關する實測を試みたが完成に至らなかつた。今回の會議に報告されたマイネスの研究は實に此の方面で大なる進歩をしたものとせねばならぬ。マイネス氏は潜航艇で海面から十米突位深く沈むと動搖が非常に少ないといふ事實を利用したのである。即ち普通の重力測定用の振子を其中で振らせ動搖の影響は二對の振子の振動の平均を取る様にして避けたのである。此の如くして和蘭から出て地中海紅海印度洋を通りジャバまで行く間の海上での重力測定に成功したのである。此の測定の平均の誤差は毎秒〇、〇〇三厘の程度のものであつた。之はヘッカー氏の實測の結果に比較すると遙かに精確なもので、陸上での實測と同じ程度のものである。

次に今回の會議の中にあつて稍や論議の種となつた問題がある。即ち地球の標準の形の撰擇といふ事である。地球の形といふ内には實際の地球の表面の形、即ち陸地では其表面海では海底の表面を取つたものも一つである。次には平均海水面を考へて、海では其實際の形、陸では假想的運河を水とつけて其水を導いた時の水面を考へた形、所謂ゲオイドを考へる事もある。此の二つの形は何れも簡單な幾何學的形態ではないのであるが、大體に於ては回轉橢圓體であるから、地球の形を

論するに當つては便宜上或る橢圓體を定めて之を標準とし實際の形を之に比較して兩者の差を論ずるのである。

今日まで地球の標準橢圓體として種々の形が用ひられて居るが其内でも主として問題となるのは次のものである。

	赤道半徑	橢圓率の逆數	極半徑
Bessel	1841. 6377397 m.	299.2	6356079
Clarke	1866. 6378249 m.	294.8	6356613
Claške	1880. 6378249 m.	293.47	6356515
Helmert	1907. 6378200 m.	298.3	6356818
Hayford	1909. 6378388 m.	297.0 ± 0.5	6356909

此の内で測量などで標準の形として用ひられて居るものは各國まじくであつて、アメリカ合衆國とカナダとではクラークの一八六六年の形を用ひ、佛蘭西の陸地測量部や又アフリカの子午線測量などでは同じくクラークの一八八〇年の形を用ひて居る。

一體此の標準橢圓體といふのは地球の形を論ずる方便として用ひるものであるから何れでもよいのであるが、併し第一に其形は地球の實際の形にくらべてなるべく差違の少ないものである事が望ま

しい。それから又各國の測地學的研究が次第に御國的不なつて來た爲めに、各國が異なる標準を用ひて居ては國境で兩方の結果を連絡させるに不便である。此の爲めに標準の形を統一する様にこの希望が出るのである。然るに新に統一された一定の形を採用する事となると今後の測量の結果を皆其形を標準として計算する事は出来るが、之迄の測量の結果にくらべると異なる形を標準として採用してある爲めに直ちに比較されないといふ不便があるから、從來のものも新しい標準の形によつて計算をしなければならぬ。之は大變な手數である。此の困難があるに拘らず將來を慮つて今回の會議は新に一定の標準の形を採用するといふ事を決議したのである。

然らば新しい形としては何を採用するかと云ふと、茲に三つの説が成り立つ最も新しい形で且つ相當に信用されて居るヘーフォールドの一九〇九年に計算した結果を採用するといふのが第一である。之は我々の知識の内では最も新らしく、又測地學的研究の結果によく一致すると認められて居る。然るに此形は今日まで何れの國でも新に採用されて居なかつたのである。而して標準の形を採用するのは要するに方便的のものである。此の故に寧ろ今日まで割合に多くの國に採用されて居る形、例へばクラークの何れかの形を採用するがよいといふのが他の説である。

然るに又考へ様によつては何れの形といへども新しい測量の結果の加はるに従つて將來更によい形と認められるものが現はれるかも知れない。即ち末位の數字に拘泥するのは無意味である。依て

切りあげた數を用ひて例へば

$$A = 6377300^m$$

$$e = 1 : 297.0$$

として統一するがよいといふ考も成り立つのである。

此の如く種々の説が出たので會議でもよく研究した結果として結局前に書いたヘーフォールド楕圓體を以て今後地球の標準形として認めるといふ事にきめたのである。ヘーフォールドが此形を導き出すに就ては楕圓率の値を求むるに當つて重力の値が緯度によつて異なる關係を用ひたのであるが重力の實測された値を標準の値になほす時にアイソスタシーの考を入れて修正を施してあるのである。

標準楕圓形に就ては此の如くヘーフォールド楕圓體を採用する事に決定した。實際の地球の形は此の回轉楕圓體と何程異なるか。之が次の問題である、此の爲めには測地學的研究の材料が今日よりも多く地球表面の全體に行き渡らねばならぬ。系統的に行き渡らねばならぬ。既にアメリカ合衆國ではカナダとの了解の下に西部の三角測量網を北にのばしてカナダを経てアラスカに及んで居る。アフリカに於ても南端からエジプトに至る測量が實行されて居る。更に今度の會議ではラブランドから始めて歐羅巴の東部を南にエジプトに至る三角測量網を完成する様に努めるといふ希望が

出て居る。其他各地で大規模の測地學的研究が増加して行くからゲオイドの形も更に詳しく知られて來る筈である。

地球の全體の形が斯の如く注意されて居る一方には又地形に就ても種々の要求が出たが、其内でもアメリカ合衆國からは陸上及海底の地形測量を各國が努めて測量して發表する様にしたいといふ希望を申出した。既に米國邊で地理學者が主張して居る様に海底の地形は近くの海岸の地形の連續であつて、殊に海岸が新に沈降した所でゝもあると細かい河の流れ谷の向きまでも海底に連なつて居る事はハドソン河口其他で明らかである。此の様な細な點でなくとも、一般的地形に於ては陸上に見られる地形と同様に地學を研究する上に大切な材料となるのであるから此の様な希望が提出され又賛成されたのも無理からぬ事である。之に關聯して日本の委員は百萬分一萬國地形圖を完成する様に提議をした。此百萬分一地形圖の事は今回出た大英百科辭典の第三十二卷の地圖の部に其來歴を詳しく述べてある。往年萬國地理學會や萬國測地學會などで其出版を決議して、各國の測量部も之を認め其實行に取りかゝつて居るものであつて、日本でも既に二枚は出來て居る。佛蘭西などでも四枚程は既に出版になつて居る。事の序であるが此萬國地形圖を作るに當つて、日本では地名を如何なる綴り方によつて書くかといふ事が問題となつた。從來日本の地名をローマ字で書くのは稍や亂雑ではあつたが主として正しいヘボン式か若くは其變形であつた。之は主として英語を讀む人

にはよいが、それとても日本語の發音を知らない人には全部正しくは讀めない。他の外國語の人に取つては尙更讀めないものが多い。而して日本語をあらはすにも不便である。此の様な主張から一部の人々の間に日本式ローマ字綴方といふものが研究されて居たが、此の萬國地形圖を始め陸地測量部、海軍の水路部等では此綴方の様式を採用する事にしたのである。

一 昨年の關東大地震に關する日本學界の研究報告が非常の興味を以て迎へられた事は勿論である。特に地震の爲めに起つた陸地の標高の變化と海中の水深の變化とに就ての精密測量の結果は大變注意された。私は此の機會に兼て集めた材料によつて書いた關東地震の性質に就ての意見を述べたのであるが、私の決論はこうである。此の地震は相模灣西北岸に始まつて變動は引續き其海底を東南に向つて傳はつた。之を起す方は關東平野の西部で東南に向ひ斜上の方向に働いたと思はれる。而して剛體が破碎する様な變動でなく地殻の深い所で變動が起つた爲めに粘性變形の様な性質があつたと思はれる。特に約二分位の週期で二米位の振幅の振動があつた様に見えるのは著しい點である。此の様な變化が關東に於ては週期的に起つた形跡があつて、恐らく今後も起るであらう。

地震波の傳播速度に就ては精密な値を求めるとは人爲的に火藥爆發を行ふのが普通であつて、故大森博士なども日本や獨逸で此方法を試みられた。最近にも佛蘭西で非常な注意を以て此研究が行

なはれて、其結果はバリのモーション教授其他から今回の會議に報告されたが、特に興味のあるのは岩石の種類によつて速度が異なる模様が見える云ふ點である。數回の觀測の平均の値をあげると次の通である。

位相 P の速度	花崗岩	片麻岩
位相 S の速度	五、九〇五	五、二七〇
位相 L の速度	四、〇〇〇	—
	三、〇三〇	二、六六〇

即ち一般に片麻岩中よりも花崗岩の中で速さが大きいといふのである。此報告中にある觀測所や火藥を爆發させた場所の地質に就て詳細の記述を探して見たが不幸にして尙見當らないから報告者の言のまゝに大要の結果を記したのである。從來も此の如き企てはあつたが其結果は岩石の種類の點にふれて居ない。併し實驗的に岩石の物理學的性質を測定して、それから其中を縱波及び横波が傳はる場合の速さを計算したものはある。先般死去せられた日下部博士の研究などは此方面の權威として認められて居るが、其結果は却つて片麻岩の中で速度が大で花崗岩の方が小である。

地震の波の速さが地質に關係するといふ事の外に地質構造と地震との間に大切な關係のある事は勿論であるが、從來所謂地震學者の間には此點に餘り力を入れなかつた。併しながら今回の會議に

於ては特に此方面が注意を引いたのであつて中でもアメリカ合衆國のウィリス氏其他の完成したカリフォルニア州に於ける斷層の研究の報告が著しいものになつた。此報告では今日其地方にある斷層を生きて居るもの(Active)と死んだもの(Inactive)との二種に分け其分布を論じたものである。此二種類を區別する方法に就ては部分部分の受持の研究者によつて幾分か方針を異にして居る様であるが、少なくとも斯の如き研究に着手せられた事が重要な點である。ギリシャ、スカンデナヴィヤ等でも地震と地質構造との關係を注意して居るといふ事であつたが、具體的な報告はなかつた。

之等の外尙種々の問題が議論せられた。地震の性質と地盤の動き方の研究、地震及火山の多い地方での測地學的研究、脈動の研究、等も其一部分である。何れの問題も皆相當の興味のあるものではあつたが、今其内で特に重要なものを選んで畧述したのである。(大正十四年四月八日)