

【 32 】

氏名	中 川 一 郎 なか がわ いち ろう
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 2 4 号
学位授与の日付	昭 和 37 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Some Problems on Time Change of Gravity (重力変化の諸問題)
論文調査委員	(主 査) 教 授 西 村 英 一 教 授 佐 々 憲 三 教 授 速 水 頌 一 郎

論 文 内 容 の 要 旨

重力は Newton 以来の古い問題であって、地球上の重力分布を測定することによって地球の形状を知り、また、その異常分布によって地下の構造を推定することができる。現在、地球の形状は重力分布測定と弧長測量との両方面から、かなり詳しく決めることができる。一方、重力異常の研究からは、地殻の地域性や均衡性など重要な諸問題が明らかにされている。しかしながら、上にのべた方面の著しい発展にもかかわらず、重力の主要部分をなす万有引力の本質についての実験的研究は、物質の電気性・磁気性の研究にくらべて、はなはだしくたちおくらせている。また、重力そのものの問題についても、その時間的な変化の研究は、重力分布の測定にくらべると、これまた、ほとんど手がつけられていないといっても過言ではない。

著者は、これら重力の未開拓の分野について、多方面からの考察を試みたのであるが、主論文は、その二、三についての結果を報告したものである。第1部・第2部および第3部においては、重力の潮汐変化についての非常に詳しい研究の成果を発表しているが、第4部においては、日食時における太陽の地球におよぼす引力の微小変化の有無についての観測結果を報告し、さらに第5部においては、1960年5月のチリー大地震によって起こされた地球の自由振動についてのべている。

詳しくのべると、第1部・第2部および第3部において取り扱っている重力の潮汐変化という現象は、月や太陽の引力によって起こされる地球の弾性変形である地球潮汐の現象を重力変化計で観測した場合に検出されるものであり、これを測定することによって、地球の弾性率を求めることができる。これは、重力の時間的な変化のうちで、周期的変化に属するものである。これに対して、現在まだみつけれられていないが、たとえば地球内部の物質の移動や物性の変化（火山の爆発、大地震の発生あるいはもっと大規模で長年月の地球内部の変動）による非周期的変化の可能性も考えられる。

さて、この重力の潮汐変化を観測し、記録された資料を解析することによって、最終的には、つぎの無次元の係数Gを求めることができる。すなわち

$$G \equiv 1 - \frac{3}{2}k + h$$

ここに、 h, k は Love-number とよばれるもので、それぞれ地球の潮汐変形の鉛直成分、ポテンシャル場の変化に関係をもつ量である。G の値を正確に決めることは、この方面の研究の最も重要な仕事の一つであるが、従来発表されている値は、極端な場合を除いても、 $G = 0.8 \sim 1.3$ という大幅なばらつきを示している。これは、この極限值を用いて計算すると、地球の弾性率に数倍の開きが生じることを意味している。

G の値の大幅なばらつきの原因については、(1) 器械による誤差；(2) 観測方法による誤差；(3) 他の現象（海洋潮汐・地殻構造・気象変化など）による影響；(4) 解析方法による誤差；(5) 観測時期のちがいや観測期間の長短などが考えられる。著者は、あらゆる方面からこれを検討し、第 1 部においては、Askania Gs-11 型重力変化計を用いて、国内の種々条件の異なる 11 か所において、精密な観測（1 か所 45 日観測）を行ない、海洋潮汐・地殻構造・気象変化などによる影響を詳しく吟味している。第 2 部においては、資料の解析方法を議論し、著者自身の考案による最も正確な方法を発表している。また、第 3 部においては、同型の Askania 重力変化計 2 台を地球物理学教室地階の国際重力基準点に併置して、1 か年以上の連続観測を行ない、器械による誤差や解析期間のちがいによる誤差などを徹底的に調べている。

上にのべたような非常に周到な考慮を払ってなされた観測結果として、日本での G の値は 1.14 と決定されているが、この値は、信用度の高いものとして、各国から認められたものである。なお、G の値としては、ソビエト東部およびアジアでは 1.14 に近く、ヨーロッパでは 1.19 以上であり、アメリカ大陸（カナダ・アメリカ・南アメリカ）での値は、これらと少しちがうようであり、G の値の地域差は、将来の問題として興味深いものと考えられる。

第 4 部は、二物体間に働く万有引力が、その中間の第三の物体によって吸収あるいはしゃへいされるかという問題に対する一つの試みである。Newton 以来、引力にも、電気力・磁気力と同様に、吸収・しゃへいの効果があるかどうかを実験的に調べた人は数人あり、また、温度や放射能などによって、重力恒数が変化するかどうか、さらに、最近では重力恒数の値の時間的変化（減少・増大）という問題についても実験が試みられているが、いずれも、はっきりした結論は得られていない。日食時における月による太陽・地球間の引力のしゃへい効果を測定しようという試みは、すでに、二、三の人々によってなされたが、その効果の有無については、まだはっきりしたことはわかっていない。著者は、1958年4月19日の金環日食時をはさんで、前後約40日間の重力変化の連続観測を奄美大島の名瀬で行なった結果、月のしゃへい効果としては、 $3\mu\text{gal} (= 3 \times 10^{-8} \text{g})$ 以上のものは検出できなかったと報告している。もちろん、これ以下の微小効果については、現在の器械の精度と観測方法では判定できないが、著者は、将来、この問題を種々の方面から追求してみたいとのべている。

第 5 部は、1960年5月22日、チリ一国南部で起こった超大型地震の際に、Askania Gs-11 型重力変化計 2 台（地球物理学教室地階の国際重力基準点に併置）で、地球の自由振動を観測することができたので、これについて報告している。地球の自由振動の問題についての理論的研究は、前世紀末葉から今世紀初頭にかけて、P. Jaerisch, H. Lamb, T. J. Bromwich, J. H. Jeans, A. E. H. Love などによって、さかんになされたが、その存在を実証する観測は、60年後の今回のチリ一大地震によって、はじめて成功した。著者が求めた種々の周期の自由振動のうち、スフェロイド型の基本振動である 53.4 分は、最近、C.L. Pekeris,

竹内均などによって求められている理論値53.5分とよく一致し、スフェロイド型の他の倍振動やトーション型振動の周期についても、理論値と観測値がよい一致をみせている。さらに、興味深いことは、理論的にはまだ求められていない振動周期が、著者および他の国の人々によって見出されていることであり、このことは、この方面における今後の理論的發展を予想しうる重要な観測結果と考えられる。

参考論文(11編)は、いずれも主論文の先駆または一部をなすものである。

論文審査の結果の要旨

地球上の重力分布は古くから各国で測定され、それらの資料をもとにして、地球の形状や地殻構造などについての詳しい知識が得られている。しかし、重力の時間的変化の問題、さらに進んで、万有引力の本質および特性の問題は、実験的にはほとんど手のつけられていない分野であり、将来の發展が期待される重要な命題である。著者は、この大きい目標の一部をなす二、三の問題についての研究結果を、主論文および参考論文において発表している。

主論文第1部・第2部および第3部は、重力の潮汐変化の問題を取り扱っている。この目的は、地球潮汐における重力の周期的変化を観測し、重力の潮汐係数とよばれるGの正確な値を決定することにある。従来、各国で求められたGの値は、大幅のばらつきを示し、極端な場合を除いても、 $G=0.8\sim 1.3$ であり、このことは、このGを用いて決められる地球の弾性率が数倍の開きを生じることを意味している。著者は、(1)器械による誤差；(2)観測方法による誤差；(3)海洋潮汐・地殻構造・気象変化などによる影響；(4)解析方法による誤差；(5)観測時期のちがいや観測期間の長短による誤差などあらゆる方面からの考察を、国内11か所において Askania Gs-11 型重力変化計を用いて著者が行なった観測の資料にほどこして、日本でのGの値は1.14であることを結論している。この値は、信用度の高い値として各国から認められたものである。元来Gの値は、理論的には地球上のどこでも同一であるべきものであるが、近來、その地域性(ヨーロッパ：1.19~1.23, ソビエト：1.14~1.19, アメリカ：1.17)が問題になりつつあるとき、著者が求めている日本におけるGの値は、重要な基準を与えるものと考えられる。

主論文第4部は万有引力のしゃへいの問題を取り扱ったもので、1958年4月19日の金環日食時において、奄美大島の名瀬で重力変化の観測を行ない、太陽・地球間の引力の月の存在によるしゃへい効果を検出しようと試みたものである。結果としては、 $3\mu\text{gal}(=3\times 10^{-9}\text{g})$ 以上の効果は見出されなかったが、この種の問題は、万有引力の特性にも関係する興味深いものであって、この方面における著者の今後の研究が期待できる。

1960年5月22日のチリー大地震によって起こされた地球の自由振動は、Askania Gs-11 型重力変化計2台(地球物理学教室地階の国際重力基準点に併置)で観測することができたが、主論文第5部においては、その資料に基づいて得られた周期解析の結果を報告している。地球の自由振動は約60年前に理論的に提唱された問題であるが、実際に観測によって確かめられたのは今回が最初である。その意味で、今回のチリー大地震による地球の自由振動の観測は、外国での数か所の観測とともに貴重なものであり、著者の業績は高く評価されるものである。

これを要するに、著者の主論文は、重力の周期的変化、万有引力のしゃへいの問題、さらに地球の自由振動など、未開拓の分野における重要課題の研究への手掛りを与えたものであって、この方面の研究への貢献はきわめて大きい。

よって、著者の本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。