

鹿児島港の平均潮位差から求めた地殻変動と 桜島噴火との関連について*

吉 留 道 哉**

551.21

1. は し が き

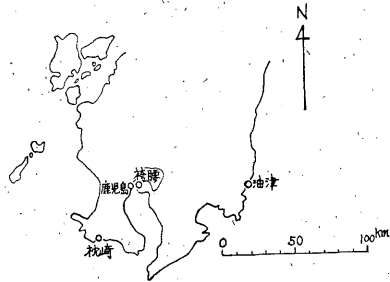
桜島の火山活動の消長に伴い桜島周辺の地殻は垂直変動がくりかえされる。すなわち錦江湾北部海底に中心をもつと考えられているマグマたまりにマグマが補給されると、内部圧力の増加によって地殻に弾性変形を生じて上昇する。噴火により火山ガス、溶岩、軽石などが地表へ噴出したあとは、内部圧力が減少して地殻は沈降する⁽¹⁾。

最近の火山活動の歴史をみてもこの現象はよく認められる。たとえば、安永噴火後の鹿児島城下における顕著な地盤沈下⁽²⁾や大正噴火後、桜島を中心とした南九州全域にわたる広範囲なものなど好例というべきである。さらに、安井⁽³⁾によって桜島の古老に対し行なわれた噴火前後の桜島の昇降についての聞き取り調査によってもよくわかる。また、1957年から毎年行なわれた京都大学の桜島島内一周水準測量の結果では、火山活動の消長に伴い年々著しい地殻の変動が報告されている⁽⁴⁾。地殻変動解析は地震観測のように時々刻々とその状況がわかるものではないが、広い立場から大きな活動の流れを知る一つの手がかりにはなりうるものである。

火山活動に伴う鹿児島島の地殻変動は、桜島ほどの大きな変動量は予想されないが、その変動がわかれば火山活動との関連は興味のもたれるところである。そこで筆者は、鹿児島地方気象台が1950年以降行なってきた鹿児島港の検潮観測に着目し、それと油津および枕崎の検潮資料とから、平均潮位差法により鹿児島港の地殻変動調査を行なった。第1図にこれら検潮所の配置を示す。

2. 調 査 方 法

第2図の鹿児島島の年平均潮位の永年変化をみると、17年間に約10cmの下降が認められる。一方、油津では



第1図 検潮所配置図

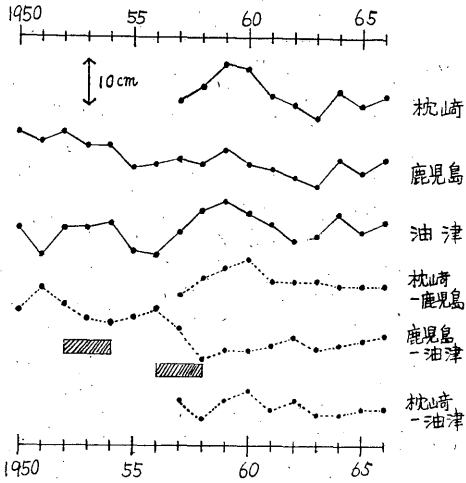
5~6年の周期で変動しているが大観して横ばいであり、枕崎の場合も10年間の資料ではあるが、油津と似た変動をしているようである。それゆえに鹿児島島の潮位が下降傾向にあることはわかるが、いつ地殻変動が起こったかという点になると問題が生じてくる。これは潮位が気象、海況の変化につれて変動するため、地殻変動を論ずる場合、それらの変化を除去しないと、年平均潮位に永年変化があるため、地殻変動状況を知ることはできない。たとえば、鹿児島島の年平均潮位は1959~63年においては下降を続けているが、同期間の枕崎、油津のそれらも下降しているため、地殻が上昇しているとするわけにいかず、気象、海況の影響を除去する必要が生じてくる。その方法として津村⁽⁴⁾は気象、海況の影響が広い範囲に共通しているという事実に基づいて、近接した2点の平均潮位の差を求めることにより、共通に働いている複雑な影響を相殺し、地殻変動を取り出すことができることを示した。筆者はこれにならい、鹿児島、油津、枕崎相互間の年、月、日各平均潮位について、その差を求めることによって鹿児島港の地殻変動を調査した。この場合読み取り潮位の高い方から低い方をひくため、枕崎-鹿児島島の潮位差曲線の昇降はそのまま鹿児島港の地殻の昇降を示しているが、鹿児島-油津の場合は逆となっている。

3. 平均潮位差検討結果

(1) 年平均潮位差

* M. Yoshidome: Relationship Between Volcanic Activity and Crustal Deformation Derived from Change of Mean Sea-level of Kagoshima Harbour. (Received Aug. 19, 1967)

** 鹿児島地方気象台

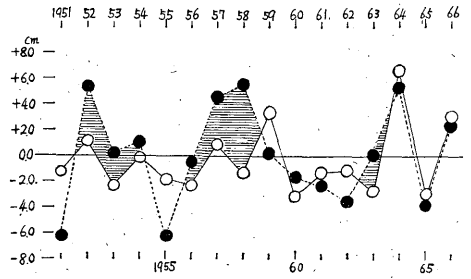


実線 年平均潮位
破線 年平均潮位差
斜線部分 地殻変動期間

第2図 年平均潮位ならびに潮位差累年変化

第2図において1950年以降の鹿児島—油津の年平均潮位差曲線をみると、まず1950~56年においては一高一低をくりかえしているが、これは地殻変動を意味するものか、またはそれ以外の要因が十分除去されない場合をあらわしているのか、これだけでははっきりしない。

しかし鹿児島、油津のそれぞれの年平均潮位の前年に対する偏差の変動を示した第3図において、斜線をほどこした部分は油津の変動量が鹿児島のそれを上回っている



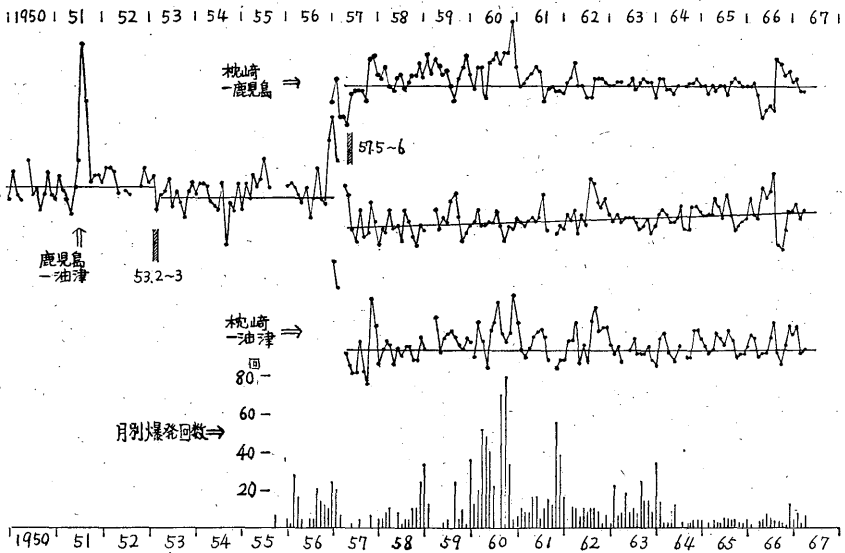
白丸 鹿児島年平均潮位偏差 (対前年比)
黒丸 油津 " (")
ハッチ 油津の変動量が鹿児島を上回っている部分

第3図 年平均潮位偏差変動図

るところである。これは1952~54年と1956~58年に現われており、後者は後述のように地殻変動と関連したものであるから、前者についてもその関連を考慮することができる。すなわち1952~54年に変動量 4 cm くらいの小さな地殻上昇があったようである。

次に1956~58年に約 11 cm の下降がみられ、その後においてもごくわずかの上昇しかみられないことから考え、同期間のそれは地殻変動を意味していると考えられる。すなわち同期間のある時期において鹿児島港の地殻は 10 cm 前後の上昇があったと考えることができる。また、1958年以後の小浮動については格別の地殻変動はないが、若干下降の傾向がうかがえる。

一方、枕崎—鹿児島の年平均潮位差曲線をみると、



第4図 月平均潮位差変化曲線と桜島火山活動の関連地殻変動期間 ハッチ：地殻変動期間

1957～58年の上昇は同期間における鹿兒島一油津の下降と対応するものである。1958～60年の上昇 (+4 cm), 1960～61年の下降 (-5 cm) は鹿兒島一油津の同期間のそれが、ほぼ横ばい状態であるの対照的で矛盾を示しているように見える。しかし枕崎一鹿兒島と枕崎一油津の同期間の年平均潮位差をみると、ほとんど似た動きをしていることから考え、これは枕崎潮位の独特の動きに起因しているものようである。すなわち、枕崎の潮位が他の二者にくらべて1958～60年に異常に高まり、その後1960～61年の急降によって正常に戻ったものと考えられ、鹿兒島の地殻変動に結びつける必要はなさそうである。このことは平均潮位差法による場合、気象、海況の影響の相殺が十分行なわれていけばよいが、そうでない場合は、その結果に対し検討を加える必要があることを示すものである。

(2) 月平均潮位差

第4図* 月平均潮位差曲線において、気象、海況の影響の相殺が十分行なわれないために起こる潮位差曲線は絶えず上下に振動しているが、ある期間を通してながめると一定線を中心に振動していることがわかる。地殻変動がなく、地盤が一定である間は、この線は水平をなしているものと考えられ、不連続に変化していれば地殻変動を考えることができる。

鹿兒島一油津の月平均潮位差曲線をみると、1957年に不連続が認められ、その前と後の部分について比較を行なうと、8 cm くらいの差があり、これが鹿兒島港の地殻上昇量を示すものと考えられる。また変動の時期としては1957年5～6月に起こっているようである。

一方、枕崎一鹿兒島の月平均潮位差曲線によれば、1956年以前の分がないのははっきりしないが、1957年5～6月の上昇は鹿兒島の地殻変動を表わしているものと思われる。

枕崎一油津の月平均潮位差曲線によれば前述の期間の変動は見当たらず、また全期間を通して一定線を中心とした振動であり、両者とも地殻変動はないことを示している。

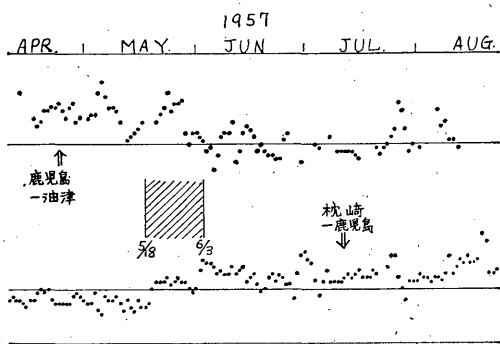
また前記1952～54年の変動を月平均潮位差からみた場合、1953年2～3月の変動が、火山性地殻変動に該当するように思われる。

* 月平均潮位差算出に用いた月平均潮位はすべて平均年周変化を取り除いてある。年間変化を取り除くに当たっては、全期間の平均によらず比較的正常な変化をしていると考えられる1961～65年の値から補正値をきめた。

なお若干主題をはずれるが、鹿兒島一油津の月平均潮位差曲線において、1951年8月、1957年1月、1962年8月にとびぬけて高いのは、油津の低潮によるものであり、それぞれ5年半くらいの周期で出現しているのは興味深い。また1966年8月から9月にかけて同潮位差が20 cm くらい下降しているのは、2点の潮位変化に位置的、時間的ズレを生じるためと思われるが、地殻変動が影響しているかどうかについては、いまだし経過を見守る必要がある。

(3) 日平均潮位差

今まで行ってきた年平均潮位差、月平均潮位差によって鹿兒島港の地殻は、1953年2～3月に約4 cm, 1957年5～6月に10 cm 内外の上昇を示していることが判明した。さらにくわしくその状態を知るために、後者について日平均潮位差を求めた。



第5図 日平均潮位変化図 斜線部分地殻変動期間

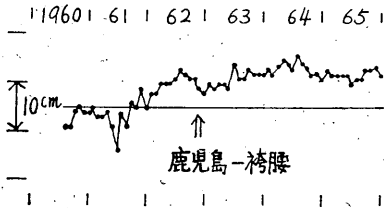
第5図によると鹿兒島一油津、枕崎一鹿兒島とも、5月中旬～6月上旬に日平均潮位差曲線の急変しているところがあり、その時期に地殻変動が行なわれたものと思われる。斜線をほどこした部分が地殻上昇期間をあらわしており、その時期は5月18日～6月3日(17日間)と推定される。

4. 火山活動との関連

1955年10月から始まった桜島の一連の火山活動の約2年半前と活動が最盛期となった1960年の約2年半前に鹿兒島港付近の地殻の上昇が認められたが、これはいかなる機構によるものであろうか。すなわちこの弾性変形を起こした根源はどこであるのか、マグマたまりの位置について定説がない現在よくわからない。京都大学で観測された袴腰検潮資料を参考にした鹿兒島港に対する桜島の地殻変動の一部を第6図に示す。これによると桜島袴腰においては1961～63年に鹿兒島港が変動ない場合にも

地殻上昇が行なわれているが、このことか

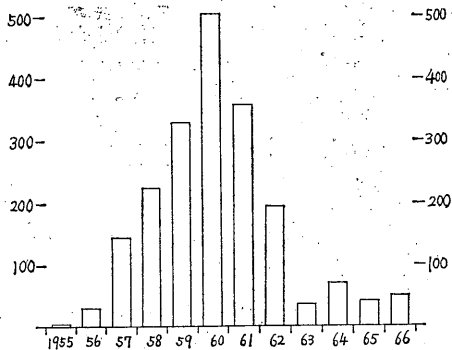
- ① マグマたまりは鹿児島港よりは桜島に接近している。
 - ② 桜島においては鹿児島港に現われない細かい変動が行なわれている。
- の2点が推測できる。



第6図 月平均潮位差から求めた袴腰の地殻変動

ともあれ、火山活動に先だつ2年半前に鹿児島港の地殻が上昇したということが2例もみられたことは、火山活動の状況判断を行なう場合の一つのきめ手と考えてよく、噴火予知上時間的な余裕が十分にあることから、利用価値は大きいといえる。

筆者の別の調査⁽⁵⁾によれば、桜島北岸の井戸水温度の正偏差量が大きく上昇した時期が1958~59年で、爆発最盛期に1~2年先行して出現していること、また爆発、噴煙活動に先立って地下マグマたまりにおけるマグマの動きを現わすと考えられるA型地震の発現回数は第7図に示すように、1957年ころから増加段階に入っていること等は、鹿児島港の地殻上昇と時期的に一致し、マグマたまりへのマグマの補給との関連を感じさせないでもない。



第7図 A型地震発現回数(年別)
観測点: 袴腰

次に桜島火山周辺の地殻は、噴火前の隆起と噴火後の沈降、さらにそれに続く沈降の回復と三段階を一周期とする変動をくりかえしているようである。この周期は文

明一安永の場合300余年、安永一大正の場合135年で、大正に続く次の噴火まで何年を要するかは予測の限りではない。しかし大正噴火後50余年たった現在は沈降の回復段階と想像され、このことは鹿児島港の地殻が1957年に上昇したままの状態を現在までもちこたえていることによってもうなずける。桜島火山活動の今後の推移については意見の分かれるところであるが、目先を限っていえば、今後鹿児島港の地殻上昇は前2回の例からみて、火山活動の再活発をうながす可能性が十分にあり、注目を怠れないところである。

5. 平均潮位差法利用について

今後もこの方法により地殻変動監視を続けていけば、状況判断にかなり有力な手がかりを与えてくれることは間違いない。また国土地理院による1等水準点測量が10年に1回くらいしか期待できない現状では、簡便に地殻変動を監視できるというのは大きな利点である。

ただ平均潮位差法による場合

- ① 異常に高いか低い潮位差があった場合、吟味を要するので、ある期間の経過をみたらうでないと、地殻変動を判断できない。
- ② 異常に高いか低い潮位差は、ある検潮所の異常に高いか低い潮位に起因することもある。また何年周期かで異常に高いか低い潮位が現われることもあるので、その癖を知っておく。
- ③ 潮位差は3者がそれぞれの特性に基づいて変化すればよいが、そうでないときは慎重に吟味する。の諸点は心得ておく必要がある。

6. む す び

この調査によって平均潮位差法により地殻変動をとりだすことができ、その変動が火山活動に対応するものであることが判明した。またこの調査の資料となった鹿児島、油津、枕崎、3検潮所は気象庁所管であり、今後も観測は継続されるはずであるので、この方法をルーチンワークとして火山活動監視に役立てることができる。

終わりに当たり、この調査に協力をいただいた当台観測課火山係諸氏、資料を提供していただいた油津、枕崎両測候所ならびに京都大学防災研究所付属桜島火山観測所に対し、厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 江頭庸夫(1965): 桜島周辺の火山性地殻変動(1) 一京大防災研究所年報第8号

- (2) 福岡管区气象台(1965):九州の火山噴火史, 福岡管区气象台要報第20号, 65
- (4) 津村建四郎:平均潮位の差から求めた地殻変動への研究—地震第2輯, (1957), 10, 67~78
- (8) 安井豊:大噴火前後の桜島の昇降—測候時報25(1958), 5号
- (5) 吉留道哉:桜島定期測温結果について—研究時報18(1966), 9号