

硫黄島の海浜変形について

重村 利幸*・斎藤 廣康**・高見沢 敦**・工藤 誠***

1. まえがき

硫黄島は東京から南へ約 1 250 km 下った太平洋上 ($24^{\circ}47'N$, $141^{\circ}20'E$) にある面積 22 km², 周長 26 km 強の火山島である。同島には小河川等もなく、表層は濃い植性に覆われている。このため島内からの土砂の供給は極めて少ないものと思われる。しかしながら、同島の汀線は明治 28 (1895 年) の開島以来、年々前進を続け、現在では一部の海岸を除いて 200 m 以上の幅をもつ豊かな砂浜に囲まれている。

著者らは既往の諸資料に基づいて、硫黄島の海浜変形に関するケーススタディと若干の現地観測ならびに室内実験を行ってきた。その結果、同島の海浜変形は異常な隆起現象によって持ち上げられた浅海底が波食を受けて漂砂源となり、これらが季節によって卓越方向を南、北 2 方向に変える沿岸流によって運搬された結果生じたものであることをほぼ明らかにした。

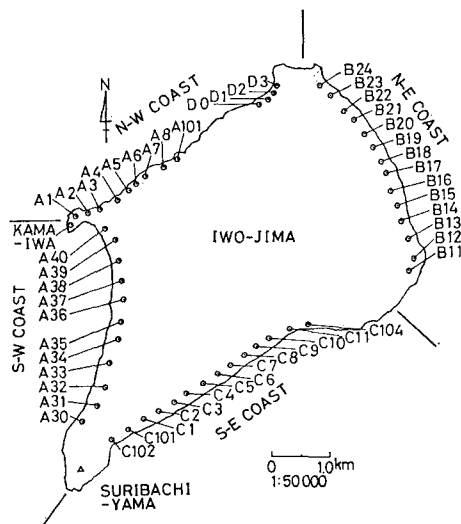
ただし、硫黄島の海浜は著しい地盤変動と厳しい海象特性のため、短期間のうちに急激に変化する。したがって、同島海浜の変形機構を解明するためには地盤の変動をも含めた海浜変形をできるだけ短い時間間隔で計測し、これらデータを蓄積してゆく事が不可欠である。

本稿は、このような観点に立って昭和 57 年より 3 回に亘って実施して来た現地海浜の測量成果、ならびに昭和 55 年末より 1 年間に亘ってほぼ 1 ヶ月毎に撮影された航空写真等を解析検討したものである。

2. 後浜上に設けた測点の水平及び垂直変動

著者らは、これまでに昭和 57 年 2 月、58 年 6 月及び 59 年 2 月と都合 3 回に亘って硫黄島海浜の測量を実施した。

図一1 は上記測量のため、全島の海浜上に配置した合計 53 個の測点位置を示す。なお、各測点は波の遡上による流失を避けるため、汀線部より最低限 100 m 以上離れ、標高が 5 m 以上ある後浜上に選点・設置した。以下



図一1 硫黄島の海浜に設置した各測点の位置

に各測量で得られた成果について記す。

(1) 測点の水平変動

図一1 に示した各測点の多角測量は、昭和 57 年 8 月ならびに同 58 年 6 月の 2 回に亘って実施した。なお、各多角路線は海上保安庁水路部が硫黄島周辺の深浅測量を実施するため、昭和 56 年春に島内に設置した複数個の基準点または既設の 3 角点等に結合させた。

図一2 に示す矢印は昭和 57 年 8 月に測定した各測点の位置と同 58 年 6 月に測定した相対応する測点の位置との相対変位を昭和 57 年 8 月の測点位置を基準にとってベクトル表示したものである。この図から、以下の諸点を読みとれる。

a) 各測点の水平変位は東側海岸で顕著であり、その大きさは 1 m にも達している。ただし、西側海岸でのそれは一般に小さく、50 cm 弱である。

b) 水平変位の方向は各海浜上で異なるが全体的に見れば、硫黄島のほぼ中心を軸として時計方向に回転しているように思われる。

(2) 測点の垂直変動

各測点の水準測量は昭和 57 年 8 月、58 年 6 月ならびに 59 年 2 月の 3 回に亘って実施した。なお、高さの基

* 正会員 Dr. Eng. 防衛大学校教授 土木工学教室

** 学生会員 防衛大学校理工学研究科

*** 防衛大学校技官 土木工学教室

準には摺鉢山南西麓にある水準点を利用した。この水準点は科学技術庁国立防災科学技術センターが、島内で垂直変動が最も小さいと言われている上記摺鉢山南西麓において、昭和55年から潮位記録を開始し、その記録に基づいて設置したものである。

図-2に示した白丸及び黒丸は、共に昭和57年8月に測定した各測点の高さを基準にして算出した58年6月及び59年2月における各測点の高さの相対変位を示す。この図から以下の諸点が読みとれる。

a) 北東海岸 (N-E COAST) に設置した測点は58年6月までの10ヶ月間には年平均で25cm~30cmの割合で沈下を起こしたが続く8ヶ月間には特に北半分の測点が年平均30cm以上の割合で隆起に転じている。なお隆起量は北側の測点ほど大きい。

b) 南東海岸 (S-E COAST) に設置した測点は全て年間35cm~40cmの割合でほぼ均等に隆起している。

c) 西海岸に設置した測点の垂直変動は海岸線に沿って一様ではなく、北西海岸 (N-W COAST) の北端の測点のように年間40cm以上の隆起が生ずる場所と北西海岸の南端に当る釜岩付近や、南西海岸 (S-W COAST) の南端にある測点に見られるように年間15cm程度の沈下が生じる場所とが海岸線に沿って波状に分布している。特に測点A101近傍における異常隆起と釜岩付近の沈下は、数年前までは確認されていなかった現象であり注目に値する。

3. 浜の横断面変化

前節で述べた3回の水準測量の都度、各点を含む測線に沿って汀線から海岸線まで浜全域にわたって横断測量を実施した。ただし、各測線は昭和57年8月に測点を設置した際、その測点を含みかつ汀線に直交するよう、あらかじめ設定しておいた。

図-3は、北西、南西、北東及び南東の各海浜上で測定した横断面変化図の1例である。全測線に沿って得られた横断面図は図-3と同様な方法で整理して検討を実施した。その結果を以下に記す。

(1) 横断面変化の一般的特徴

a) 各測点を含む横断面の時間的変動は、潮間帯の近傍を除いた全測線上において、先に述べた測点の垂直変動とほぼ一致した。このことから、各測点の垂直変動は少くとも測線上では、面的にもほぼ同様のスケールで起こっていることが確認された。

b) 北西海岸を除く各海岸上の浜には、2~3mの段差を有する浜崖が1個以上存在する。

c) 汀線は南西海岸のほぼ全域ならびに他海岸の局所的な海浜を除いて、一般に前進しており、特に北西海岸の一部に顕著な前進が見られた。

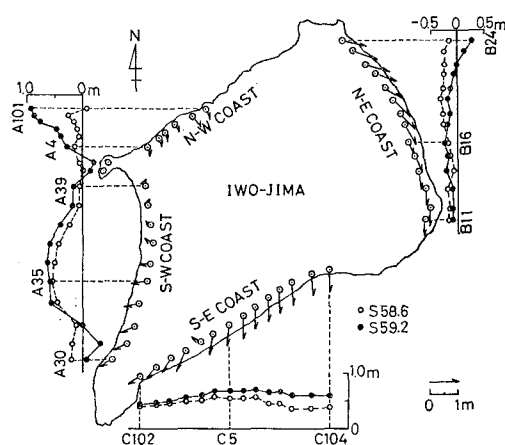


図-2 後浜上に設置した測点の水平及び垂直変動

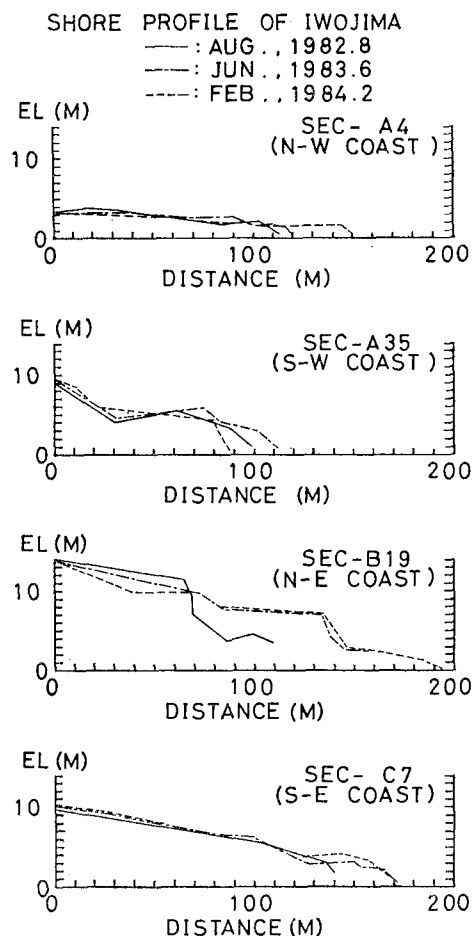


図-3 浜の横断面変化の代表例

(2) 汀線位置の移動

図-4は、昭和57年8月に測定した各測線上の汀線位置を基準にして定めた58年6月及び59年2月における汀線位置の相対変量を、東西両海岸とも北の測点から

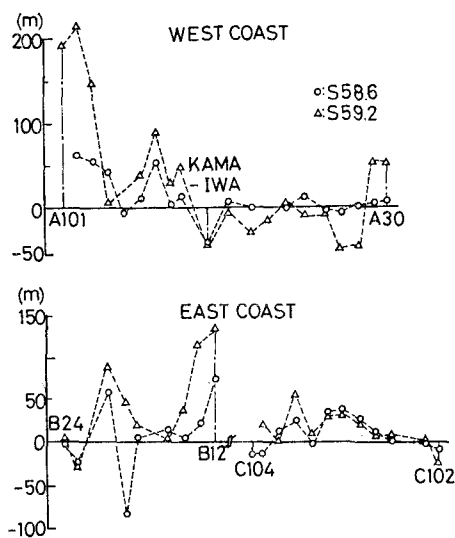


図-4 横断測量から求めた汀線位置の変動

南の測点にかけて順次プロットしたものである。

上の図から以下の諸点が明らかになる。

a) 東西両海岸とも島の中央部以南の海岸、すなわち南東及び南西海岸では汀線位置の変動は1年半の間で50m以下である。更に、南東海岸では汀線の季節的変動は顕著ではないが、南西海岸では冬期に約50m後退し、夏期には元の位置に復旧するようである。

b) 汀線の変動は東西両海岸とも、島のほぼ中央部以北、すなわち北東海岸及び北西海岸において顕著である。更に両海岸では58年6月以降の冬期を含む8ヶ月間に汀線が大きく前進している。

(3) 海浜勾配の変動

図-5は、先に述べた過去3回にわたる横断測量から求めた前浜勾配を海岸毎に分けてプロットしたものである。この図から硫黄島の前浜勾配は全海岸において15~20%程度の一定値をとり、季節的な変動は明白でないことが判る。

一方、図-6は汀線から海岸線までのいわゆる浜の勾配を同様に各海岸毎に分けてプロットしたものである。この図から、硫黄島の浜勾配は、南西海岸の一部ならびに東海岸の南北端を除いて、5%~7%が大半を占め、次いで南西海岸及び北東海岸では10%程度であることが判る。なお、浜勾配の季節的変動はほとんど認められない。

4. 汀線付近の砂の特性変化

冬期ならびに夏期において汀線付近の砂の物理特性に変化が生ずるかどうかを確認するため、昭和58年6月及び59年2月の2回に亘って浜の断面測量を実施した際、各測線上の汀線付近で同時に表層砂を採取した。こ

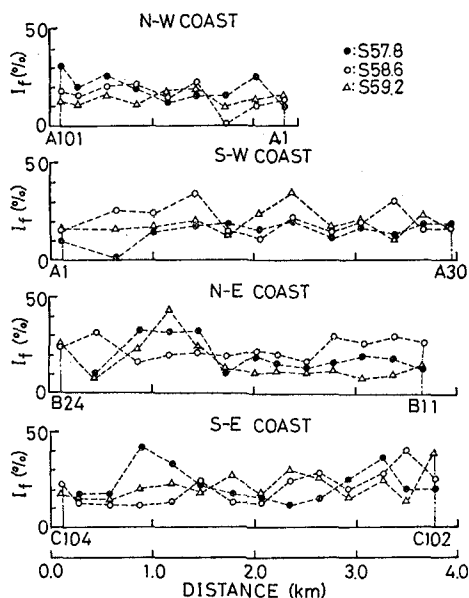


図-5 前浜勾配の変動

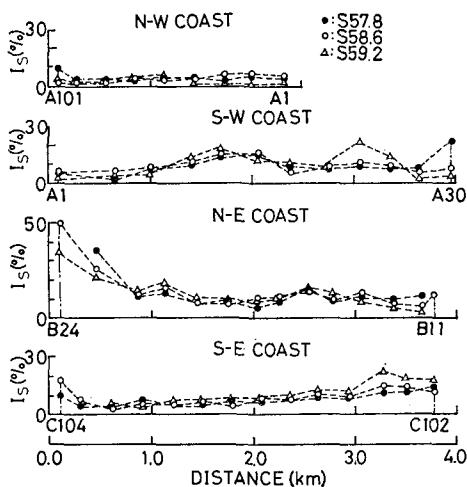


図-6 浜勾配の変動

れらの砂については、それぞれ粒度ならびに比重試験を実施した。

図-7は、汀線際で採取した砂の中央粒径(D_{50})の分布を各海岸毎にプロットしたものである。横軸は各海岸における北端の測線から順次南の測線までの水平距離を示す。なお、図中には昭和56年1月に行なった予備調査の際に採取した汀線砂の分析結果も併せてプロットした。

この図から以下の諸点が明らかになる。

a) 北東及び北西海岸では D_{50} の値は共に0.4~0.6mmの範囲にあり、場所ならびに季節の相違による変動も明確ではない。

b) 南東海岸における D_{50} の値は場所によって多少変動はあるが、大半は $1.0 \sim 1.5 \text{ mm}$ の範囲内にあり、昭和58年6月及び59年2月のデータを見る限りでは季節的変動もはっきりしない。

c) 南西海岸における D_{50} の値は59年2月の砂に限定して言えば、南端の一部地域を除いて、ほぼ $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ の範囲に分布しているが、58年6月に採取した砂についてはかなり広範囲の汀線際で 6 mm を越すものが分布している。

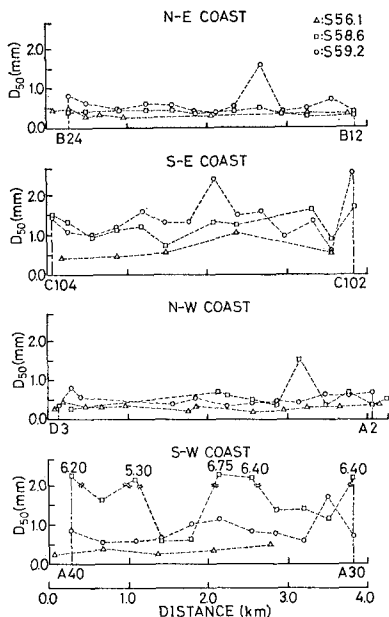


図-7 中央粒径の地域別・季節別変化

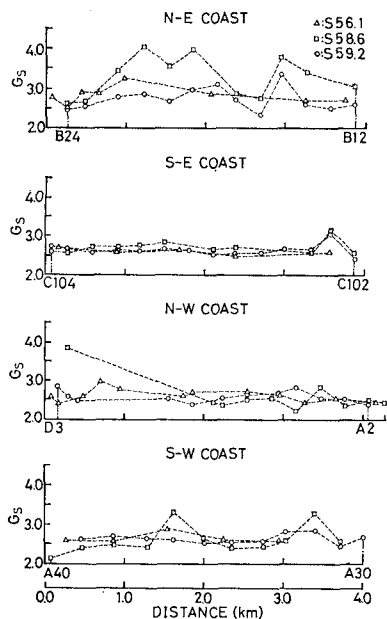


図-8 比重の地域別・季節別変化

図-8 は比重試験の結果を 図-7 と同様、4つの海岸に分けてプロットしたものである。この図から以下の諸点が明らかになる。

a) 北東海岸では場所が変わることによって、比重も $2.4 \sim 4.0$ まで変化している。また、季節的には、同じ測線上でも夏期の方が冬期の比重に比べて、かなり大きい。

b) 南東海岸における比重は、南端の1測点を除く全汀線際において $2.5 \sim 2.7$ の範囲にあり、季節による比重の変化もほとんど見られない。

c) 北西海岸における比重は、ほぼ $2.4 \sim 2.9$ の範囲内にある。ただし、場所及び季節が変わることによる比重値への影響は明瞭ではない。

d) 南西海岸における比重は、冬期は大半の汀線部において $2.5 \sim 2.7$ 程度のほぼ一定な値をとる。一方、夏期には釜岩の近傍及び南端部近傍の測線上で局部的に比重の大きいものが現われるが、これら以外の測線上においては、大半が $2.4 \sim 2.6$ 程度の値になっている。

5. 汀線の月単位変化

4章までに述べた各成果は、最も短い場合でも約8ヶ月間、間を置いて計測されたデータから得られたものである。したがって、これら成果からはデータが計測されなかった間に発生したであろう海浜変形の細部については知ることが出来ない。

東京防衛施設局では、昭和55年12月より56年の10月までの間、ほぼ1ヶ月毎に南東及び南西海岸の航空写真を撮影した。これらフィルムは陸上自衛隊101測量大隊に依頼して、両海岸線を縮尺 $1/10,000$ でモザイクした。ただし、モザイクは半厳密修正法によった。

このようにしてモザイクした海岸線は便宜上、図-9に示すような座標系を設定し、図形読取り装置を使って

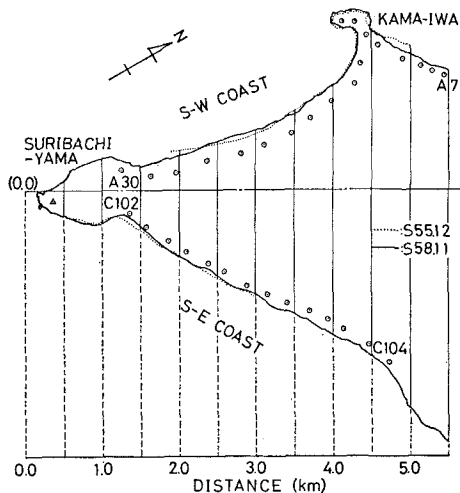


図-9 汀線変化の解析用に設けた座標系

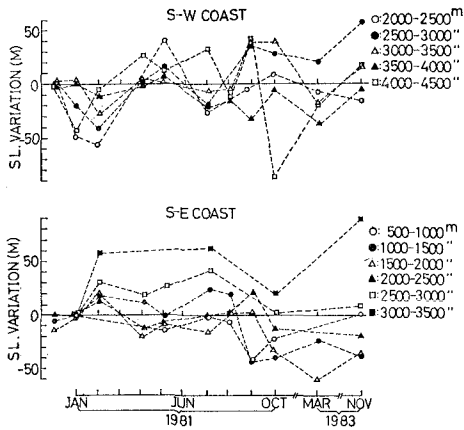


図-10 写真解析から求めた汀線の月別変化

水平距離が 10 m 変る毎に汀線位置を読み取らせ、カード上に自動穿孔させた。なお、図中に示す 500 m 間隔の小区画は、各海岸における汀線変化をこれら小区画内で調べるために設けたものである。

図-10 は上述の汀線位置データを用いて、各小区画毎に算出した月毎の汀線位置の相対変動量を示す。ただし、相対変動量の算出はデータの制約から、南西海岸では 55 年 12 月の汀線位置を、また南東海岸では 56 年 1 月の汀線位置を、それぞれ基準として行なった。なお図中には、その後撮影した航空写真を上述と同様の処理をして求めた昭和 58 年 3 月及び 11 月のデータも示してある。この図から以下の諸点が明らかになった。

a) 南西及び南東海岸とも汀線は 2~3 ヶ月毎に前進と後退をくり返している。

b) 南西海岸の汀線は、汀線の位置によっても多少異なるが、年間に約 100 m 変動する。ただし、釜岩の南部に見られるように局部的には 150 m 近く変動する所もある。

c) 南東海岸の汀線変動量は、一般に南西海岸の汀線変動量に比して小さく、年間の変動量は約 50 m である。ただし、測点 C102 の近傍に見られるように、局部的には 80 m 程度変動する所もある。

d) 南東及び南西海岸の汀線は互に 2~3 ヶ月の位相差をもって変動しているように思われる。すなわち、南西海岸で汀線が前進する時期には、南東海岸では汀線が後退し、逆に、前者が後退する時期には後者が前進をしているようである。

6. おわりに

本研究は昭和 57 年以降、3 回に亘って実測した硫黄島の測量成果ならびに約 1 ヶ年にわたり、1 ヶ月毎に撮影された航空写真等に基づいて、硫黄島の海浜変形の特徴を検討した。現段階では、まだデータ数も少ないため不明の点が多いが、硫黄島では現在でも激しい地殻変動が生じていることは、ほぼ断言できるであろう。今後更にデータの蓄積を行う必要がある。

本研究を遂行するに当たり、海浜部の測量ならびに航空写真の処理等は陸上自衛隊第 101 測量大隊に全面的な支援を受けた。また、航空写真の提供は東京防衛施設局より受けた。なお、これら航空写真ならびに 58 年度以降の航空写真は海上自衛隊第 4 航空群で撮影されたものである。ここに記して謝意を表す。