

人工衛星データによる火山性変色水の監視

大谷康夫・加藤 茂・佐藤寛和

測 量 課

Look for the Volcanic Discolored Waters by the Earth Resources Satellites

By

Yasuo Otani, Shigeru Kato and Hirokazu Sato

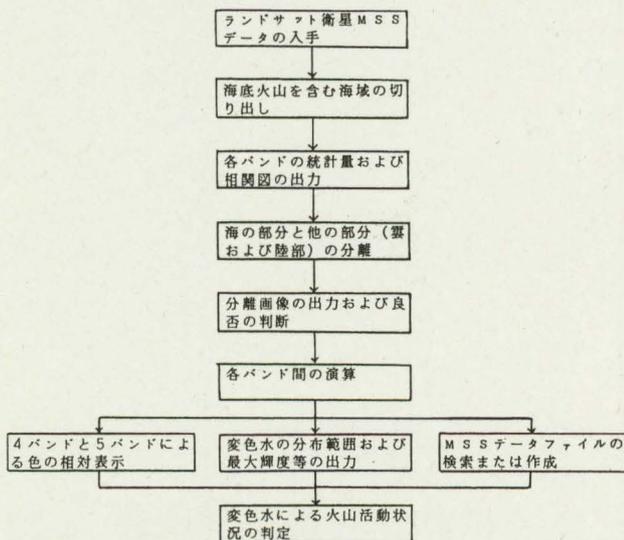
Surveying Division

1. まえがき

水路部は海底火山の存在する南方諸島方面及び南西諸島方面において、海底火山噴火の際の航行船舶の安全の確保および新島誕生の可能性を探ることを目的として、海底火山噴火予知調査を主に航空機により実施している。一方、対象とする同海域は本州より遠距離にあり、航空機による調査では十分な頻度で監視が行えないために、ランドサット衛星データを入手し、火山性変色水の識別、分布及び色の解析調査を実施し、海底火山の活動状況の監視を行っている。ここでは、昭和54年から始められた人工衛星(ランドサット)データの最近の利用状況について報告する。なお、データの特性、解析手法等については福島ほか(1981)を参照されたい。

2. 対象海域と解析内容

第1図 ランドサット衛星データによる火山性変色水解析フローチャート

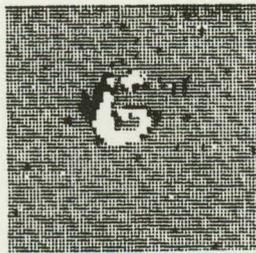


当該海域において、最近活動が認められている海底火山は幾つかあるが、その中から西之島、硫黄島(小笠原)、福徳岡の場、福神海山及び硫黄島(薩摩)の5つの海域を対象とし、ランドサットMSSデータから各1シーンを選択し解析を行った。ランドサットMSSは0.5~0.6 μ mの緑波長帯、0.6~0.7の赤波長帯、0.7~0.8 μ m及び0.8~1.1 μ mの近赤外波長帯の4つの波長帯からなる走査機能を持つ望遠型分光放射計であり、検出された放射輝度は6ビット(バイナリ)に符号(CCTカウント)化され、ユーザーに提供されている。現在までに入手したランドサットMSSデータにおいて、火山性変色水は緑及び赤の波長帯に認められ、特に緑の波長帯に強く反応している

が、近赤外波長帯には認められない。解析手法は図1に示すとおりである。なお、海の部分と他の部分（雲および陸部）の分離はMSSデータの各バンドを使用し、それぞれの相関図を作成し、図上で経験的に解析者が分離をする。

3. 解析結果

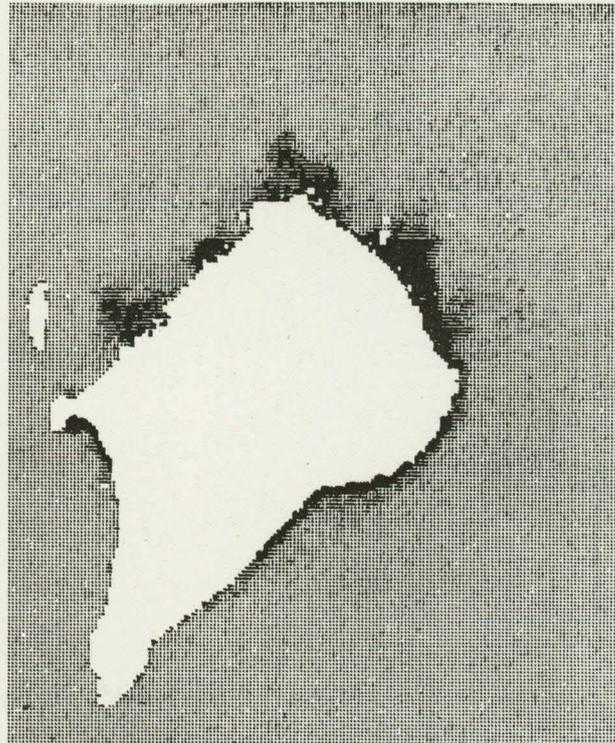
(1) 分離画像による変色水域の抽出



(a) 西之島

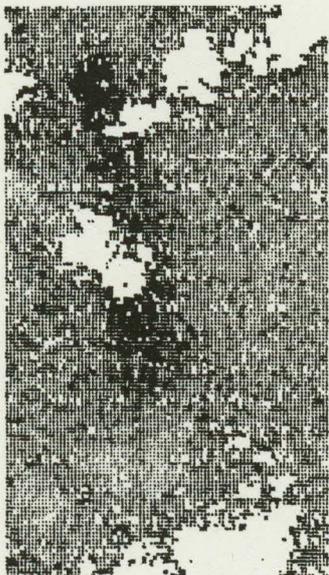


(c) 福徳岡の場

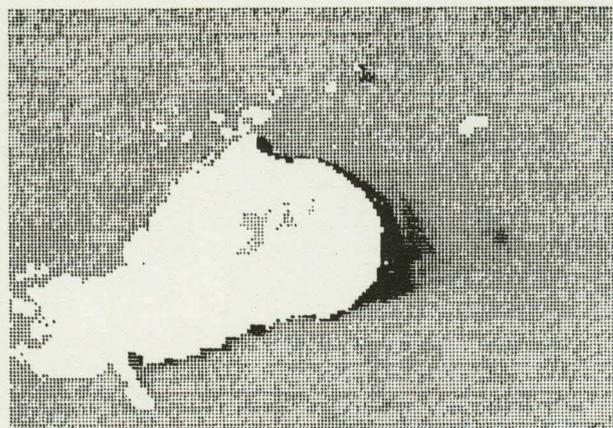


(b) 硫黄島(小笠原)

0 5 10km



(d) 福神海山



(e) 硫黄島(薩摩)

第2図 変色水域の抽出画像

図2は雲および陸部を取り除き、海面のみを抽出した画像である。濃い部分が変色水を表している。変色水に含まれる化学成分は海水により稀釈され、周辺ほど含有量も小さい。従って、ここでは変色水の輝度も小さくなっている。また、海水の流れにより変色水は様々な形状を呈している。

a) 西之島(図2-a) $27^{\circ}14.6' N, 140^{\circ}52.7' E$

西之島の変色水域は非常に小さいため抽出が難かしくて、島の西側(画面左方)と東側(画面右方)に濃い部分が抽出されているが、この付近には浅瀬があり、変色水とは断定できない。

b) 硫黄島〔小笠原〕(図2-b) $24^{\circ}47' N, 141^{\circ}20' E$

同島の北側(画面上方)に存在する湧泉口から流出する温泉水が海水と混り、変色水となって島の周辺を漂っている。また、同島では至る所で噴気を上げているため、海底にも噴気口があり、これが海水と混り変色水となっているとも考えられる。

c) 福徳岡の場(図2-c) $24^{\circ}18.1' N, 141^{\circ}29.0' E$

ランドサット衛星により、変色水が数多く確認されている海域である。この画像で認められる変色水の大きさは約3Kmと中程度であり、過去に長さ17Kmにもおよぶ大きな変色水も確認されている。

d) 福神海山(図2-d) $21^{\circ}56' N, 143^{\circ}28' E$

この海域のランドサット衛星データの入手は、昭和56年度より開始した。よって、変色水が認められたのは昭和56年1月(巡視船「うらが」)以後1年ぶりであったので、始めてランドサット衛星による同海域の変色水の画像が得られた。また、同海域は高利得(High gain)モードで受信されているため、今回のような薄い変色水も確認できた。

e) 硫黄島〔薩摩〕(図2-e) $30^{\circ}48.0' N, 130^{\circ}20.0' E$

小笠原の硫黄島と同様に島の周囲には、温泉水の海中流入による変色水が認められる。この島の変色水は大きく分けて、同島東岸(画面右方)に漂う Al_2O_3 の多く含まれる黄白色変色水と南岸(画面下方)に漂う Fe_2O_3 の多く含まれる赤褐色変色水の2種類ある(小坂ほか 1977)。

(2) 定量的結果

第1表 ランドサット衛星MSSの緑波長帯域による計算結果

海域名	Path-Row	撮影年月日	GAIN	変色水面積 km ²	変色水輝度最大値 CCT値(mW/cm ² SR)	海の輝度平均値 CCT値(mW/cm ² SR)
西之島	113-41	1979.11.6	Low	0.1	17 (0.33)	11.4 (0.22)
硫黄島(小笠原)	112-43	1981.2.24	Low	1.0	20 (0.39)	10.9 (0.21)
福徳岡の場	112-43	1981.11.21	Low	0.4	22 (0.43)	9.9 (0.19)
福神海山	110-45	1982.1.12	High	3.5	60 (0.39)	46.7 (0.31)
硫黄島(薩摩)	121-39	1981.3.5	Low	3.7	48 (0.94)	14.7 (0.29)

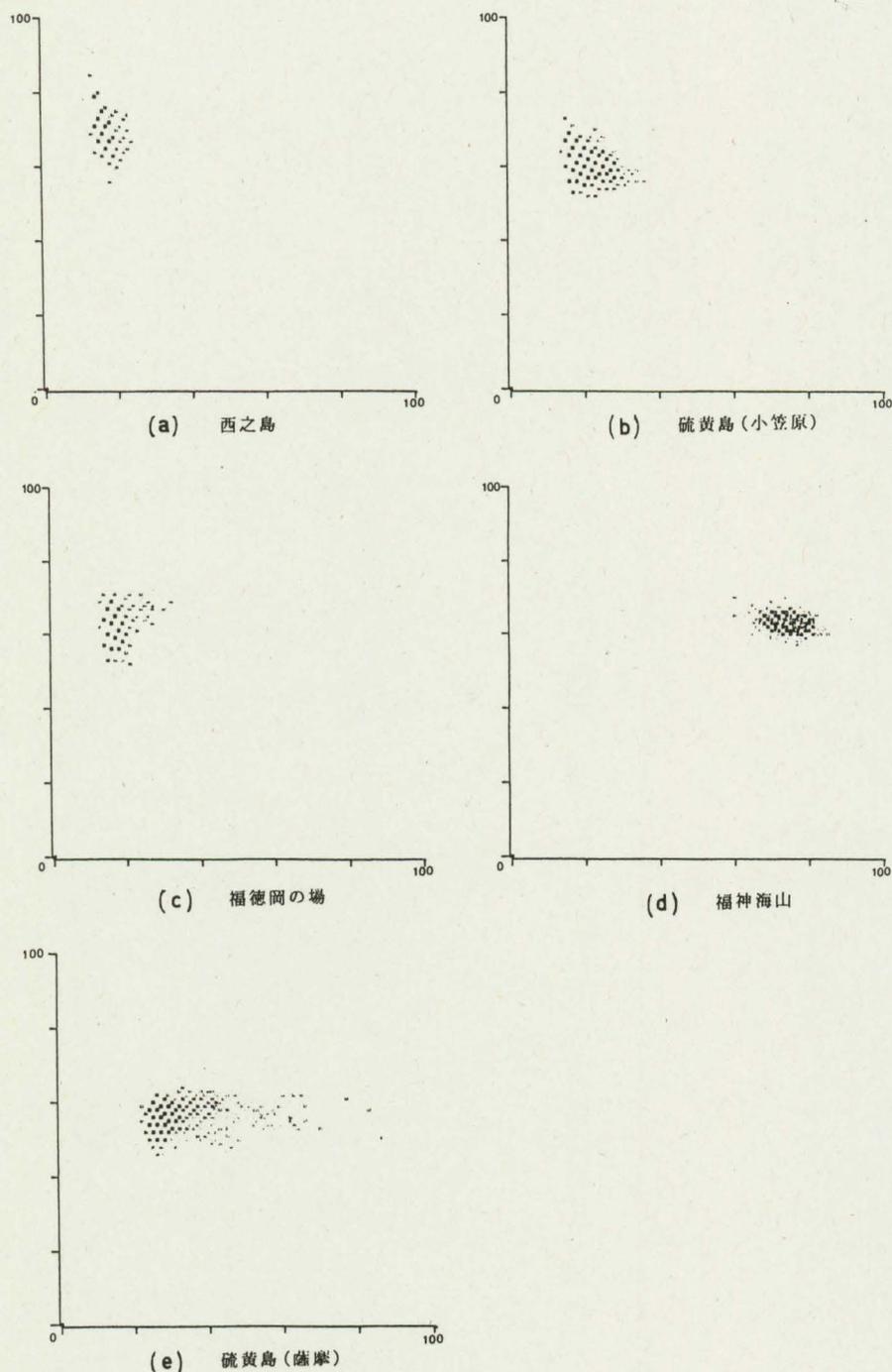
※ GAINはMSSの撮影時の利得を示す。

図2の画像における変色水の量及び輝度の計算結果を表1に示す。また、解析抽出された変色水域の各海域の色の違いを求め、火山活動状況の把握を行うため演算処理を行い図3に示した。横軸に4バンドと5バンドのCCTカウントの合計、縦軸に4バンドと5バンドの比を取り、各点の頻度を濃淡で示した。図3において、頻度の高い(濃い)部分は画面上広い部分を占める変色していない海の部分であり、変色水域は濃い塊からのびるうすい部分である。海の色は季節や海域によって多少変動が認められるが、海の部分の色を基準として変色水の色を相対的にみると、図上横軸の値の大きいほど変色の度合いが大きく、含まれる化学成分濃度も高い。また、硫

黄島（薩摩）の化学分析結果（小坂ほか，1977）と比較すると，縦軸の値が大きいほど Fe_2O_3 に比べて Al_2O_3 の含まれる割合が多いと考えられる。

4. まとめと今後の課題

海底火山の活動状況の把握にランドサットMSSデータが活用可能であることが明らかになった。これは(1)海底火山の活動は，現在のところ変色水の視認によって判定しているが，航空機や船舶からだけでなく，人工衛星からも火山性変色水が識別可能であること，(2)バンドごとの演算による相関から，色の判定がある程度可能であることの2点についてである。一方，航空機による観測とシートルースを行い，変色水の化学成分と色の相関等について研究を行っているが，同じ海底火山でも観測時により変色水の色は違っているので，活動状況を調査するには各海底火山の変色水の色を経年変化を探る必要があると考えられる。このため，ランドサットやほかの人工衛星のMSSデータあるいは航空機によるマルチバンド画像データ等の変色水の色に関する情報の蓄積が必要である。



第3図 変色水域の色の分類表示

参考文献

- 福島資介・佐藤寛和・大谷康夫 1981：ランドサットデータによる火山性変色水の調査，水路部研究，第16号，47-69ページ
 小坂丈予・大平洋子・平林順一・森 彰 1977：海中で生成したシリカーアルミナ含水低結晶物質と沈殿アロフェンとの比較，鉱物学雑誌，第13巻，特別号，178-186ページ