

西之島 赤外線エア－ボーン方式による温度測定結果*

久保寺 章

(文部省西之島噴火調査グループ)

§ 1 序

小笠原諸島の西約130Kmに位置する西之島付近の海域で、1973年4月に海底噴火とみられる変色海域が発見され、9月11日には同海域に新島の形成が発見され以後噴火活動は継続し、新島は拡大の一途をたどった。

1973年12月21日には海上保安庁により、新火山島は「西之島新島」と命名され、1974年8月3日の観測では新旧両島は接合している。

遠隔地の海上にある火山であるため、西之島の噴火活動の調査は陸上の火山と同様の方式をとることができない。

そこで筆者らは、赤外線エア－ボーン方式を用いて、西之島および同新島の地表面および周辺海域の表面温度の測定を計画し、1974年1月13日に実施した。

この調査の研究は、文部省西之島噴火調査グループ(代表者 久保寺 章)**の名称で行なわれ、噴火予知計画の一部として、文部省学術課より研究費が支給された。

赤外線を用いた観測は、いくつかの火山で試みられているが、これまでの成果で十分とはいいがたく、今後観測計器の改良とともに基礎的研究の進展とあいまって、未解決の問題点も解明されて行くのではないかと期待される。

今回はともかく西之島の噴火中に機会を逸せず、観測だけは完了しておく必要があると考え、現時点で得られる最良の方式で観測を実施し、得られたデータの一応の解析を行なった。

観測結果は磁気テープに収録してあるので、将来新しい解析法が開発された場合には、このテープをもう一度検討し直すことも可能である。

§ 2 観 測

1) 西之島新島の観測時点の状況

1973年12月21日西之島新島と命名された時点では、2つの噴火孔が東と西にあり、面積は約121,000m²となっていた。

* Received Sept. 20, 1974

** 調査グループのメンバーは下記の通りである。

久保寺 章	京都大学理学部
横山 泉	北海道大学理学部
小坂 丈予	東京工業大学工学部
田中 康裕	気象庁 気象研究所
東原 和雄	海上保安庁水路部

観測は久保寺・小坂・田中の3名で実施した。

これより約3週間後の観測当日(1974年1月13日)には、新島の面積は、12月21日の段階より引続く噴火活動に伴う溶岩等の噴出物のため約 $142000m^2$ とやや拡大していた。また西側の火孔は活動を休止しており東側火孔のみが、ストロンボリ式活動をして、赤熱溶岩を飛散していたが、12月21日の段階よりも活動はおだやかであった。

II) 観測当日の気象・海況

雲量7・積雲・雲低4000ft・天気曇・波高1.5~3m・風向N~NW・風速8~10m

III) 測定

測定計器: DAEDALLIS社 LINE SCANNER MODEL DEI-1200

(日本気象協会所有)

飛行高度: 1000ft, 1500ft, 3000ft.

進入方位: 305° ~ 332°

温度計測範囲: 低温部(主として海面が対象)

高温部(噴火孔付近)

中間温度帯

(飛行高度と組み合わせると9種類となる)

検出素子 : InSb

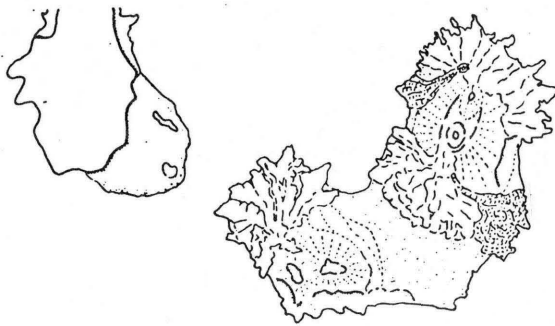
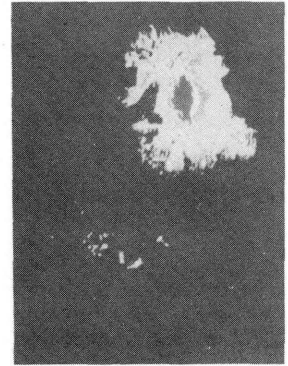
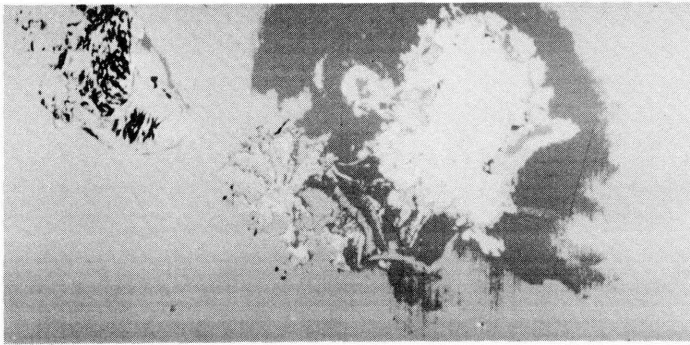
波長帯 : $4.5\sim 5.5\mu$

測定時間 : 1974 Jan. 13, 09H57M~10H33M

IV) 画像処理・基準温度

入力は磁気記録し、後にこれを再生し、コンピューターで画像処理して、熱赤外映像を得る方式をとった。画像処理の際、飛行機の揺れ、速度等の補正も同時になされている。

ここでは、基準温度を西之島付近の海面にとることとし、この温度決定には、 $8\sim 14\mu$ の波長帯域をもつ放射温度計(PRT-5)での測定値を用いた。また硫黄島の地上で貯水池の温度と地温を温度計で測定し、同時に上空からも測定し、放射温度計を校正した。



第1図 赤外熱像図の代表例と対応する地形図

原図は幅70mmのポジカラーフィルムである。温度は低温から順次Black, Magenta, Blue, Cyan, Green, Yellow, Red, White と色別けてある。この図はポジカラーフィルムをネガとして接写したものである。

§3 測定結果

熱赤外映像はDigital Color方式でカラー処理をほどこし、6色に分けて温度階に対応させてある。^{*}

第1図左上および右上の写真は、得られた熱赤外熱像図の代表例である。

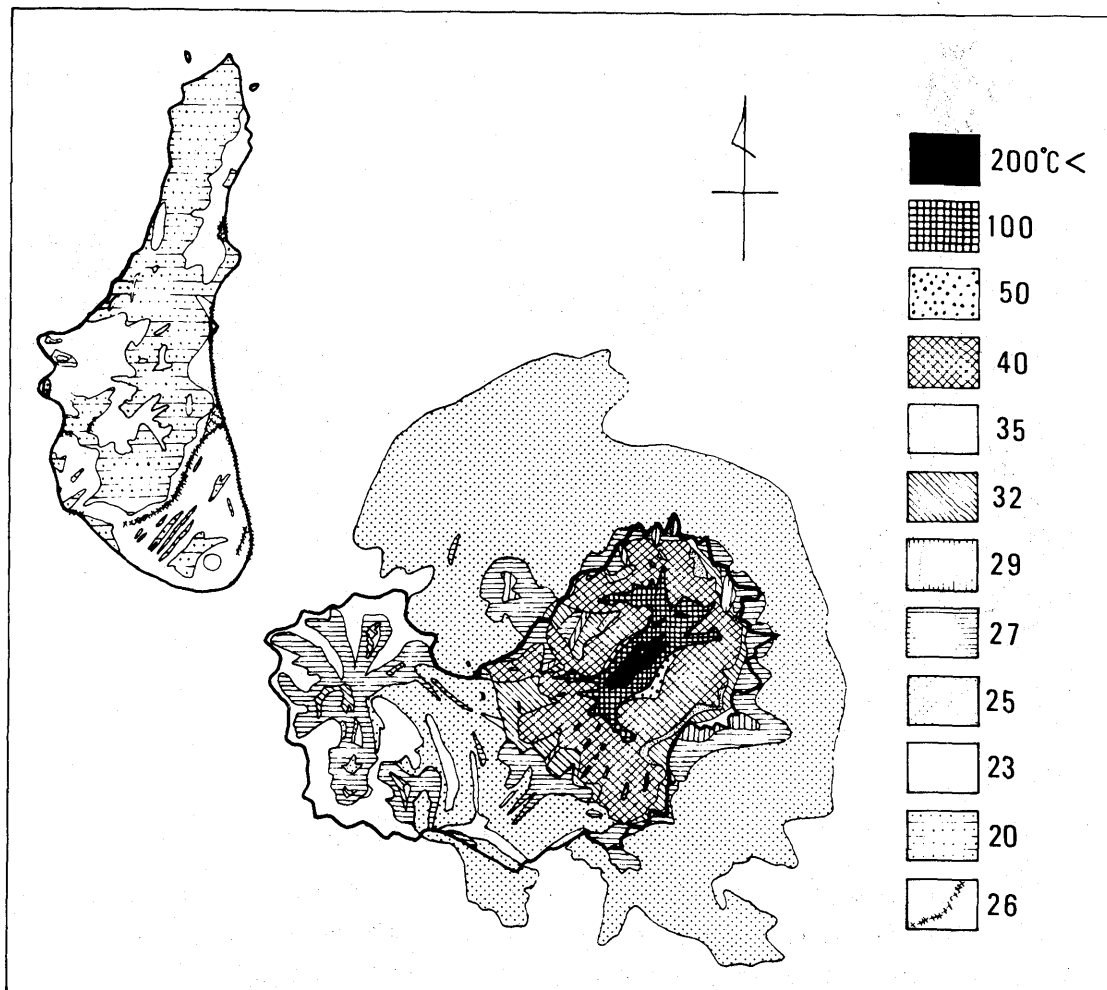
第1図左上は低温部を対象とした熱映像である。新島東側は噴火活動中のため、高温で、火孔とその周辺部はサチュレートして、図では白くぬけている。第1図右上は、この高温部を詳細に知るための測定で、この熱映像では低温部は黒くでている。第1図左下は第1図左上の熱像図に対応する地形図(飛行機から撮影した垂直写真をもとにして作図した)である。

^{*} 印刷の関係で白黒写真で示す。

カラーの熱像図は、下記の文献を参照されたい。

火山 19巻2号 1974

科学朝日34巻6号 1974



第2図 西之島及び西之島新島とその周辺海域の表面温度分布
(1974年1月13日)

このようにして得られた9種類の赤外熱映像を組合せて、全体の温度分布図を画いたものが第2図である。この図でそれぞれ温度が指示してあるが、大気放射による影響などの補正はしていない。得られた結果をまとめてみると、

1. 西之島とその付近海面では、陸上部分が高温であるばかりでなく、海面部分にも温度の高い(25°~29°C)所がある。
2. 新島の西側の1973年10月に流出した溶岩流の部分はまだ比較的温度が高く(27~32°C)、八つ手の葉のような形で広がっている様子がよくわかる。

新島の東半分は全体的に高温であり、特に測定時点で溶岩を噴出していた東側火孔の内部は最も高温(200°C以上)を示していて、周辺部は環状に段階的に温度が低くなっている。

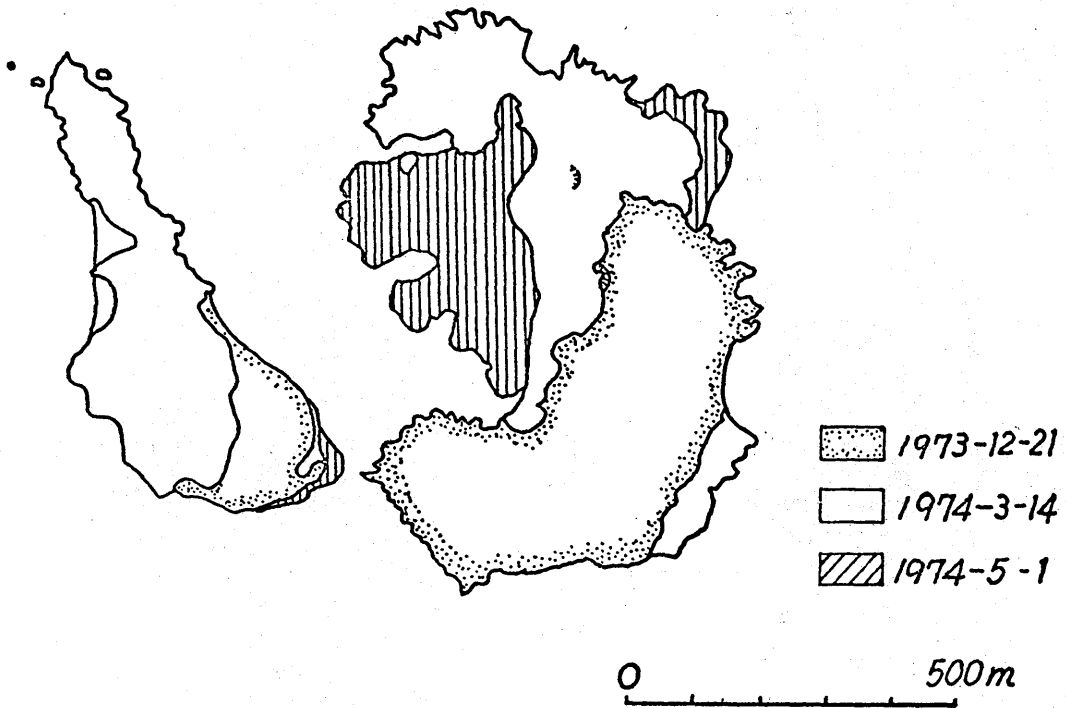
新島の東西両火孔丘の接続部は、付近海面とほとんど同じ温度であるが、一部に線状に高温部があらわれている。これは、1974年3月に東京水産大学の神鷹丸で同島に上陸した河野長ら

によれば、この部分に溶岩の伏流が存在していることを確認している。

3. 西之島旧島は、海水面より全体的に低温（ 20°C ）で冬期の島の地表面の温度を示している。ただ東南部の崖の所にやや高温（ 26°C ）部があり、ここでは地下から熱の供給があるものとみられる。

西之島旧島は、今回の噴火活動と熱的には無関係のように見える。ただし、地形の変化から、東南側が隆起したようにみえる。

4. 新島の周辺部には高温海域が広がっている。特に新島北側の高温部は著しい。この高温海域は変色海域とは必ずしも対応しない。事実、海底噴火に伴う変色海域が特に付近海面より高温でなかった例は幾らもある。例えば筆者らが1月12日に実施した、南硫黄島北東海上にある海底噴火に伴う変色海域での同種の観測では赤外熱像図に何の変化もみられなかった。また、9月13日の西之島近海での測定（関岡）や明神礁の1970年5月1日（海上保安庁）の測定でも変色海域が付近海面と比較して高温ではなかった例もみられる。



第3図 1974年5月1日現在の西之島新島の拡大の様子
(小坂丈予作図)

このような理由から、1月13日現在において、海面上のやや高温部分では、海底から熱の供給があったことが認められる。

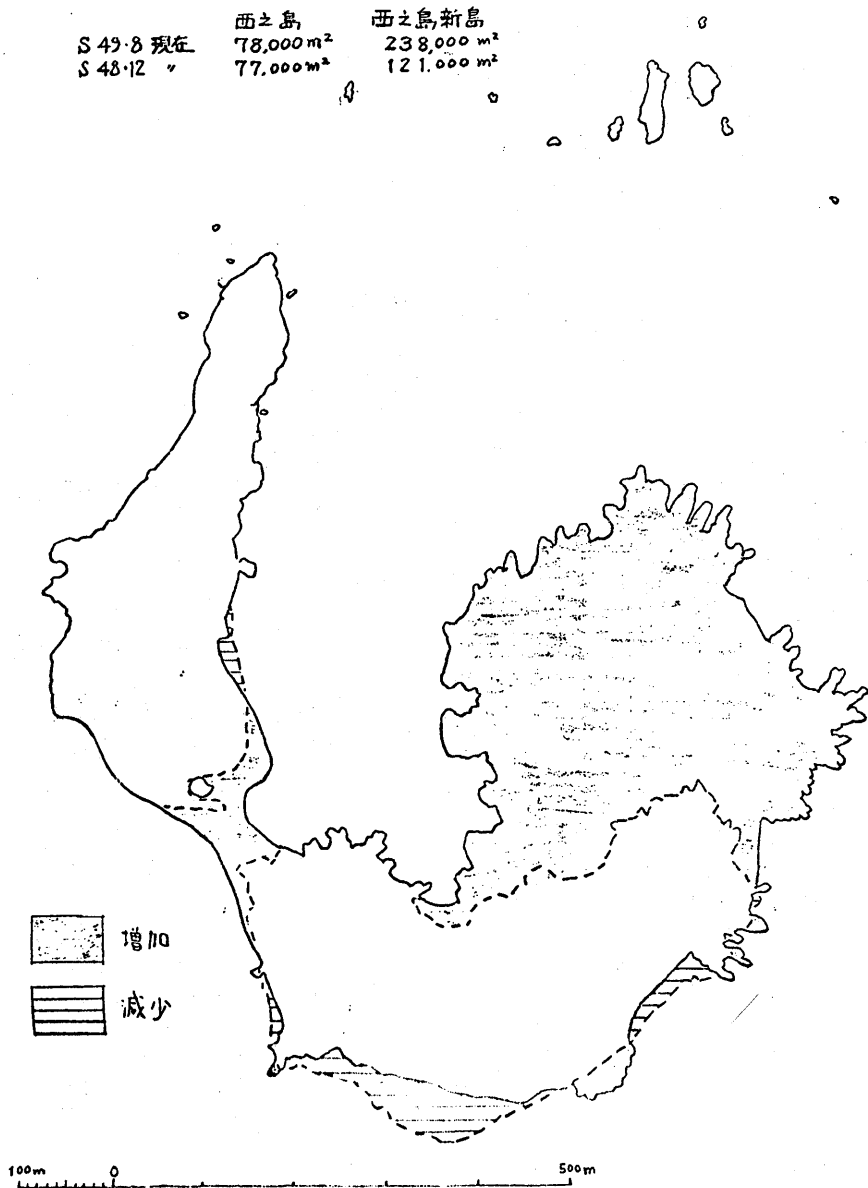
ところで、1974年5月1日と8月3日の海上保安庁YS-11機による観測では、西之島新島は第3、4図に示すように、北東部に陸地が拡大している。この拡大部分と第2図の高温海

実線 —— 昭和49年8月3日撮影

破線 --- 昭和48年12月21日撮影

[面積]

	西之島	西之島新島
S 49・8 現在	78,000 m ²	238,000 m ²
S 48・12	77,000 m ²	121,000 m ²



第4図 1974年8月3日現在の西之島新島の拡大の様子
(海上保安庁水路部作図)

域のパターンを比較してみると、両者の間によい対応がみられる。

このことから、1月13日の時点で、すでに海底から熱の供給があり、後に新島がこの部分に拡大するであろうことを暗示していたことがよくわかる。

§ 4 考 察

噴火活動中の西之島新島を中心として、赤外線走査計を使って、表面温度の測定を実施したが、明瞭な赤外線熱映像が得られ、一応期待された結果が得られたと思う。

従来の鳥島・明神礁・西之島(1973年9月)の空中からの測定には、放射温度計が用いられていて、この計測方式では、飛行経路に沿った線についての温度変化がとらえられていた。今回実施した赤外線走査計では、ある幅をもった面についての温度分布が1回の飛行で求め得る利点があると共に記録方式も磁気テープに収録する方式がとられているので、記録解析にコンピューターを用いて微細な点まで計測表示できる利点がある。

また、測定条件としては、観測当日は、高曇で昼間であったが、太陽の直射がなかった。更に、高低差の少ない平坦な場所で、しかも植生のない、露岩或いは海面であった等有利な面もあった。

今回は、波長帯域を4.5～5.5 μ とごく狭い範囲だけの測定であったが、将来は、10 μ 以上の波長帯域も含めて、多重バンドでの測定が望ましい。

得られた熱像図の解釈は、海面上の高温部を除いては、噴火活動の状態とよく対応がついた。すなわち、活動中の火孔が最高温度を示し、また溶岩流の部分は、流出後日が経ってもまだ冷えていない等、全く常識的な解釈が可能であった。

しかし、海面上の高温部分が1974年1月の観測時点では、何を意味するものかわからなかった。この高温部は、変色海域とは必ずしも対応しないが、なんらかの有為な情報であろうと考えていた。

しかし、それから3ヶ月半後の5月1日の観測や、その後の8月3日の観測で、西之島新島が新しい噴火により拡大された状態をみると、1月の時点で将来の噴火位置を暗示していたことがわかった。

接近して地震計などを設置できない、海底火山などの場合、噴火地点を探る手がかりの1つが、今回のような観測を繰返すことにより得られるであろう。