

伊豆大島三原山の御神火の発生機構について*

田中康裕**

551.21

The Mechanism of the "Gojinka"—One of the Volcanic Phenomena at Mt. Mihara—in Izu-Oshima Island

Y. Tanaka

(*Seismological Division, J. M. A.*)
(*Seismological Laboratory, M. R. I.*)

The Gojinka is the popular name of the "reflection of volcanic glow" at the crater of Mt. Mihara, a central cone of Izu-Oshima Volcanic Island. In the recent years, there is the red hot lava pool at Mihara Crater Bottom, and the Gojinka is frequently seen above the crater.

In the period when no Gojinka is seen, the amplitude of continuous volcanic tremors which are usually observed at Mt. Mihara becomes small, and the size of lava pool at the crater bottom decreases. It is supposed that the volcanic tremors are related to the activity of the lava pool or the magma in the vent of Mihara Crater.

The great earthquakes that located near Izu-Oshima Volcano and the volcanic eruptions of Izu-Seven-Islands region including Izu-Oshima Volcano occasionally in or near the rest periods of the Gojinka.

§ 1. 序

火映は火口底の赤熱溶岩や火山ガスの燃える光が、火口上空の雲や噴煙に反射して、赤く見えたり明るく見える現象である。一般の火山で、火口底にこのような高温部が現われるのは、火口で噴火をくり返している時期とか、火山活動が活発化した時などであって、そのような火山は異常な状態にあるといえる。火映の有無や強さは、火口底の状態を判断するのに必要な資料である。

伊豆大島の三原山の火映は特に“御神火”と呼ばれ、古くから歌にもうたわれて、人々の間で親しまれてきた。このことは、三原山は昔から火口底に光を発するような高温部が現われやすい性質を持った火山だったといえよう。

1960年ころから、三原火口は顕著に深くなり、火口底に溶岩湖が現われることが多くなったので、御神火がひ

んぱんに観測されるようになった。それゆえ、三原山が一般の火山と違っていることは、火映（御神火）の消えた時が火山に異常が起こった時だと判断されることである。

このような観点から、この論文は、御神火の発現時と消失時との諸現象をくらべることによって、御神火発生のからくりを研究したものである。

§ 2. 御神火の発生状況

Fig. 1 は伊豆大島の外輪山から内輪山（三原山）を眺めたときの御神火の写真である。

三原山の御神火の資料は、大島測候所で観測したものが、同測候所の火山観測原簿、および気象庁発行の火山報告に掲載してある。ここでは、主としてそれらの資料を用いた。

大島測候所は三原火口から 4.7 km. の距離にあって、天気さえよければ火口上空はよく見える。雨天や曇天のため火口の遠望観測ができなかったときは、天候がくず

* Received February 12, 1974

** 気象庁地震課、気象研究所地震研究部

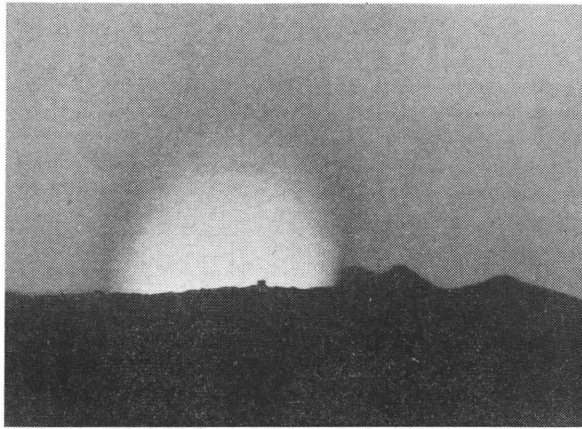


Fig. 1. A view of the "Gojinka" (reflection of glow above Mihara Crater) seen from the somma of Izu-Oshima Volcano.

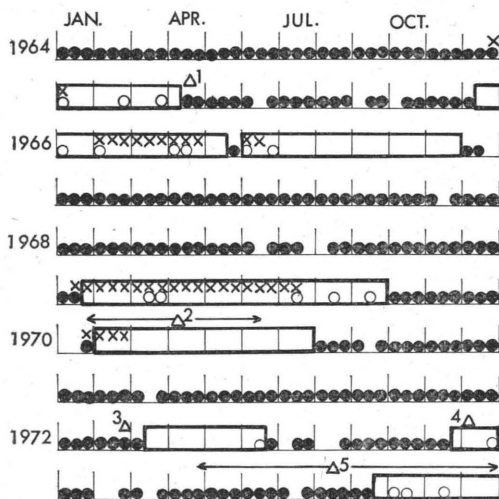


Fig. 2. Volcanic activity of Mt. Mihara, during the period from 1964 to 1973.

- : Gojinka (reflection of glow) was observed frequently
- : Gojinka was observed very rarely
- × : Eruption of Mt. Mihara
- Δ1: Great earthquake. Epicentral distance from Mihara Crater=about 100 km. Magnitude=6.1
- Δ2: Eruption of Myōjinshō, about 320 km south of Mihara Crater
- Δ3: Great earthquake. Epicentral distance from Mihara Crater=about 250 km. Magnitude=7
- Δ4: Great earthquake. Epicentral distance from Mihara Crater=about 230 km. Magnitude=7.4
- Δ5: Eruption of Nishinoshima, about 850 km south of Mihara Crater

れる前および回復した後の観測値を参考にして、悪天候の間の御神火の有無を判断するようにした。こうして、1964～1973年の10年間における御神火の発生状態を整理すると、大要 Fig. 2 のようになる。

この図は、1か月を上・中・下の3旬に分け、御神火がひんばんに発生した旬には●印を、1旬1日程度しか発生しなかった旬には○印を、御神火が見えなかった旬（中には悪天候が続いたため見えなかった所もあるが）は空白にしてある。また、三原山で顕著な噴火があった旬には×印を付け、伊豆大島からおおむね300km以内で起きたマグニチュード6以上の大きな地震と、伊豆諸島のどこかで火山噴火があった所には△印と番号を付けて注書きしてある。

御神火がかなり長期にわたって連続して消えた時期（1旬1日程度の発生を含む）は Fig. 2 で、太わくでかこんだ所であって、それらは次の8区間である。

- 1) 1965年1月4日～4月10日
- 2) 1965年12月4日～1966年5月11日
- 3) 1966年5月25日～12月7日
- 4) 1969年1月17日～9月30日
- 5) 1970年1月29日～8月8日
- 6) 1972年3月5日～6月13日
- 7) 1972年11月14日～12月30日
- 8) 1973年9月19日～1974年2月9日

§ 3. 御神火と溶岩湖と火山性常時微動の関係

3.1 御神火発現時期の場合

近年の三原火口は、その深さが火口縁から約300mもあり、かつ、切り立った火口壁を持っているので、火口

縁から底を見ることができない。

しかし、1968年には、偶然にも、三原火口底の様子が3回にわたって観察された。すなわち、3月17日には、東京航空写真研究所によって三原火口の写真が撮影され、火口底に直径数十mの赤熱溶岩湖があることを確認できた(田中1968)。また、7月9日および10月16日には、早稲田大学の探検部によって三原火口が探査され、火口底の北東部に直径数十mの大きさの赤熱溶岩湖があることを確認できた(木村・恵谷1973)。

このように、同じ年内に、同じような大きさの赤熱溶岩湖が、何回にもわたって確認されたことから、この年は一年間を通じて、同じような状態の赤熱溶岩湖が火口底に存在し続けたと推定できるのである。

この年、三原山では噴火は一度も起こらなかったが、御神火は一年中連続して観測された。御神火は火口底の赤熱した溶岩湖と深い関係があることは疑う余地がない。

一方、三原山では、火山活動の変化に伴って4種類の火山性微動(田中1968, 1969, 1970, 1973)が現われるが、1968年には、そのうちの“火山性常時微動”が発生し続けていた。この型の火山性微動は、火山活動の静かな時期に発生するものである。

Fig. 3は大島測候所のA点(三原火口の北北西800mにある観測点)で観測した1968年1~4月の火山性常時微動の日別平均最大振幅(0, 6, 12, 18時ごろの最大振幅の算術平均)の変化図である。この図でわかるように、御神火が続いている時期は、火山性常時微動の振幅には大きな変化はほとんど認められない。

3.2 御神火消失期の場合

1972年3~6月は、珍らしくも、御神火が長い間消えた時期であった。Fig. 4は1972年2~3月の三原山の火山活動の状態を、Fig. 3の表現法に準じて現わしたものである。

この年の3月4日までは、連日、御神火が山ろくから見られたが、3月5日以降は、天気の良い日でも、全く見られなくなった。3月16日には、三原火口の航空測量(木沢・田中1972)を行なったが、火口底には、以前あった大きな赤熱溶岩湖はなく、直径わずか数mの赤熱溶岩が現われていたにすぎなかった。

一方、火山性常時微動の振幅は、3月上旬から下旬にかけて異常に変化した。Fig. 4の火山性常時微動の振幅値をThompsonの検定にかけ異常域を求めると、危険率5%として、振幅 2.22μ 以上および 1.36μ 以下の値は棄却限界を示した。すなわち、2月28日から火山性常時微動の振幅が異常に大きくなり、3月1日に最大に達し、以後次第に小さくなって、3月6日から異常に小さくなり、それ以降次第に増大して、3月下旬に元の状態にもどったことになる。

ここでもう一つの注目すべき現象がある。それは、火山性常時微動が変化を始めた翌日の2月29日、八丈島東方沖でマグニチュード7の大きな地震(震源: $33^{\circ}11'N$, $141^{\circ}16'E$, 深さ70km)が起きたことである。震央は三原火口から南東へ約250kmも離れていたが、大島では震度IVを観測した。

この大きな地震が契機となって、三原火口底の溶岩湖ないし三原山の火山活動に上述の異常が起こったものと

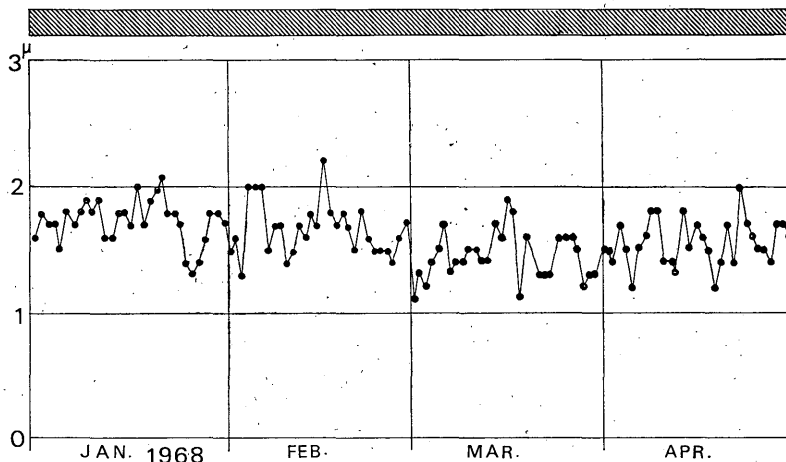


Fig. 3. An example of the change in the amplitude of volcanic tremors (normal tremor) and reflection of glow the "Gojinka" (shaded period).

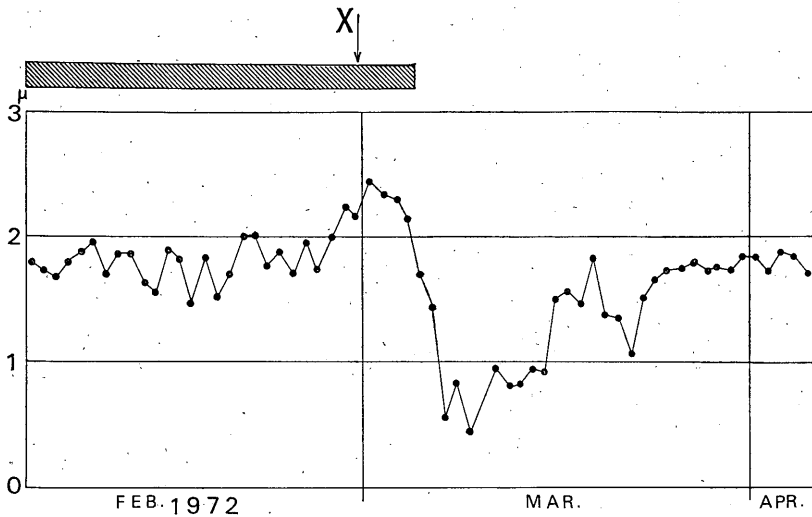


Fig. 4. The change in the amplitude of volcanic tremors (normal tremor) and the Gojinka (shaded period), associated with a great earthquake (X).

考えられる。

Figs. 3, 4 から、御神火と火口底の赤熱溶岩湖と火山性常時微動、および伊豆大島周辺の大地震とは密接な関係がありそうなのがわかる。

§ 4 御神火の消火期の解析

前章で述べた御神火に関する重大な事例にかんがみ、この章では、Fig. 2 に示した 8 回の御神火消失期すべてについて、火山性常時微動、三原山の火山活動、および伊豆大島周辺の大きな地震や火山活動などとの関連を整理し、各々の共通点を抽出する。

4.1 1965年1月4日～4月10日の消失期

御神火の消失に先がけて、1964年12月27日から三原火口で噴火が始った。噴火は1965年1月6日まで続いたが、御神火は噴火が終息するところから見えなくなった。

また、御神火が再び見えるようになってから間もない4月20日には、三原火口から約 100 km 離れた静岡市付近で、マグニチュード 6.1 の大きな地震(震源: $34^{\circ}53'N$, $138^{\circ}18'E$, 深さ 20 km) が起こった。上述の三原山の噴火および大地震は、その前後の御神火の消失期付近で起こっており、それらの間には何らかの関係があるものと思われる。

なお、この期間は三原山で電磁地震計の観測がないので、火山性微動の状態についてはわからない。

4.2 1965年12月4日～1966年5月11日の消失期

この場合は、御神火が消えた日から約 10 日前にさかのぼって、1965年11月24日に三原火口で噴火が始った。噴

火は12月10日まで断続し、一たん休止したが、1966年2月7日に再び噴火が始まり、4月30日まで断続した。

Fig. 5 には、1965年11月から1966年4月までの御神火、火山活動、および火山性微動の振幅の変化の要部が示してある。噴火微動(田中1968)が発生した時は、微動の振幅が大きくなったが、御神火消失期の微動の振幅は、一般傾向として、小さくなっていることがわかる。

この場合は、御神火が消えたことと、三原山の噴火活動、および火山性微動の振幅とが密接な関係を持っているように思われる。

4.3 1966年5月25日～12月7日の消失期

この期間には6月20日から12日にかけて三原火口で噴火があった。火山性微動の振幅は5月下旬から7月上旬までの間は小さくなった。その様子は Fig. 6 に示してある。

4.4 1969年1月17日～9月30日の消失期

1月19日から7月16日までの間に、ときどき三原火口で噴火があった。そのため、噴火微動が発生して微動の振幅が大きくなった所があるが、それを除くと御神火が消えていた期間の微動の振幅は小さかった。

この期間の御神火、三原山の火山活動および火山性微動の大要は Fig. 7 に示してある。

4.5 1970年1月29日～8月8日の消失期

Fig. 8 は、1970年に長期にわたって御神火が消えた時期を中心とした火山性微動の振幅の変化図である。この図で最も注目すべき現象は、御神火が消えていた2月から7月までの間は、火山性常時微動の振幅が全般に小

さくなっていることである。たまたま、この時期は、伊豆大島の南方 320 km の明神礁が噴火をくり返していた時期と一致する。Fig. 8 には、明神礁の噴火が確認された所に△印を付けてある。

また、1月25日から2月24日までは、三原山の火山活動がやや活発で、鳴動や小噴火がときどき起こり、噴火微動が観測されたため、微動の振幅が大きくなった時である。Fig. 8 で、火山性微動の振幅が異常に大きくなった所には×印が付けてある。

なお、Fig. 8 に示した期間に日本の周辺では大地震は

発生していない。

御神火が消え、火山性微動の振幅が小さくなったことに関係のある原因としては、1～2月の三原山の噴火、あるいは1～6月の明神礁の噴火などが考えられる。

4.6 1972年3月5日～6月13日の消失期

これについては第3章の3.2節でくわしく述べたので、ここでは省略する。

4.7 1972年11月14日～12月30日の消失期

Fig. 9 は、1972年11～12月に御神火が消えた時期と、その前後を含む火山性常時微動の振幅の変化を示したも

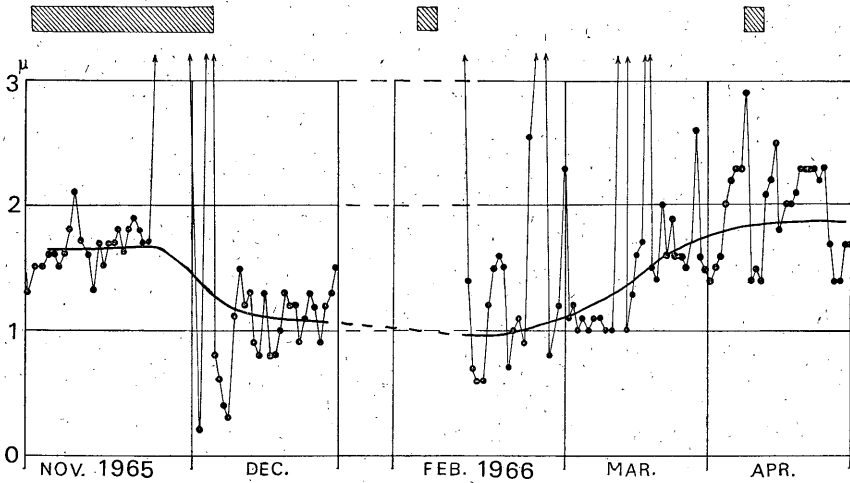


Fig. 5. The change in the amplitude of volcanic tremors and the Gojinka (shaded period).

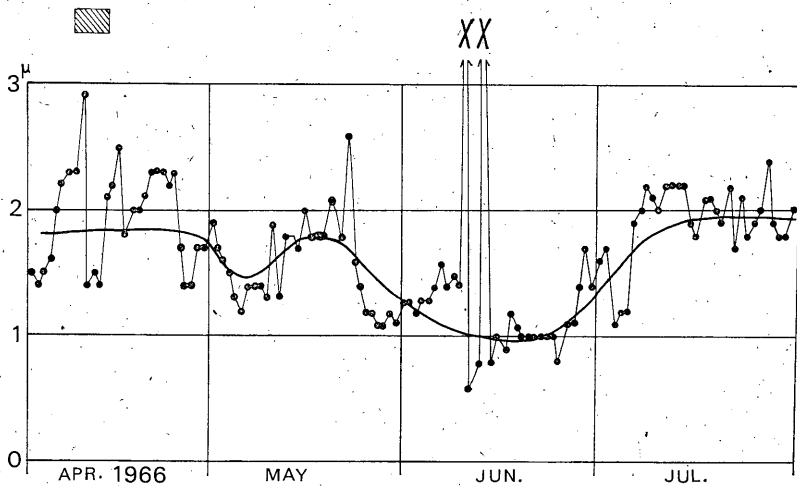


Fig. 6. The change in the amplitude of volcanic tremors and the Gojinka (shaded period). X shows eruption of Mt. Mihara.

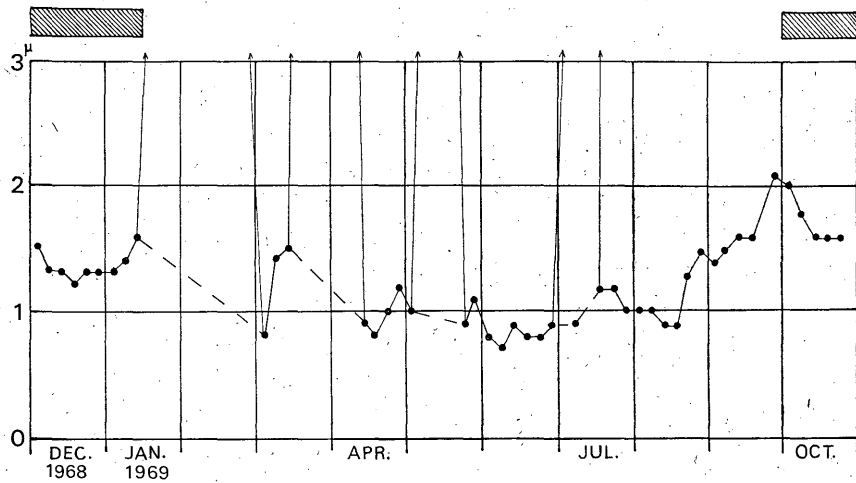


Fig. 7. The change in the amplitude of volcanic tremors and the Gojinka (shaded period). Dotted line shows eruption period of Mt. Mihara.

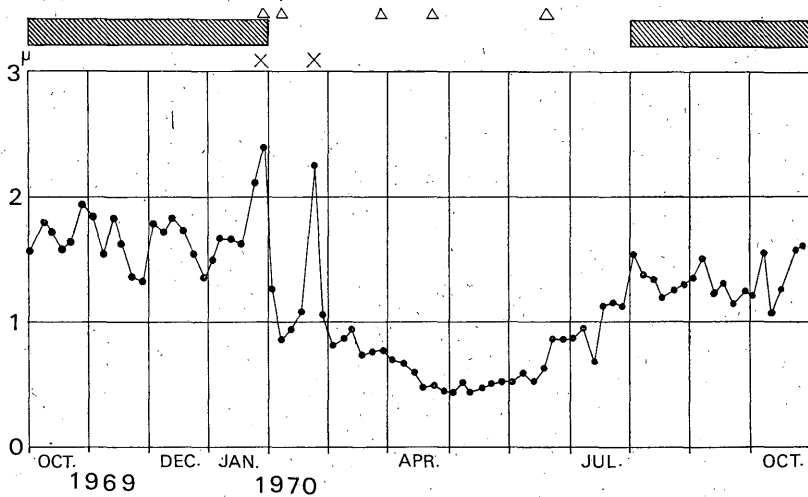


Fig. 8. The change in the amplitude of volcanic tremors (normal tremor) and the Gojinka (shaded period).

x: Eruption of Mt. Mihara

Δ: Detected time of the eruption of Myōjinshō

のである。この図から次のような注目すべき現象を検出できる。

1) 御神火の消失期(11月下旬~12月中旬)と火山性常時微動の振幅が異常に小さくなった時期(10月中旬~12月中旬)とは若干ずれているが、大勢においてはほぼ一致しているとみなせる。

2) 12月4日に八丈島東方沖で、マグニチュード7.4の大きな地震(震源:33°12'N, 141°05'E, 深さ50km)

が起きた。震央は三原火口から南東へ230kmも離れていたが、大島では震度IVを観測した。この地震は、Fig. 4で述べた1972年2月29日の地震の震央に近く、マグニチュードも同じ程度だった。

3) 1972年10~12月は、上記の八丈島東方沖の地震を除いては、日本周辺で大きな地震はなく、また、伊豆諸島で大きな火山噴火はなかった。

4.8 1973年9月19日~1974年2月9日の消失期

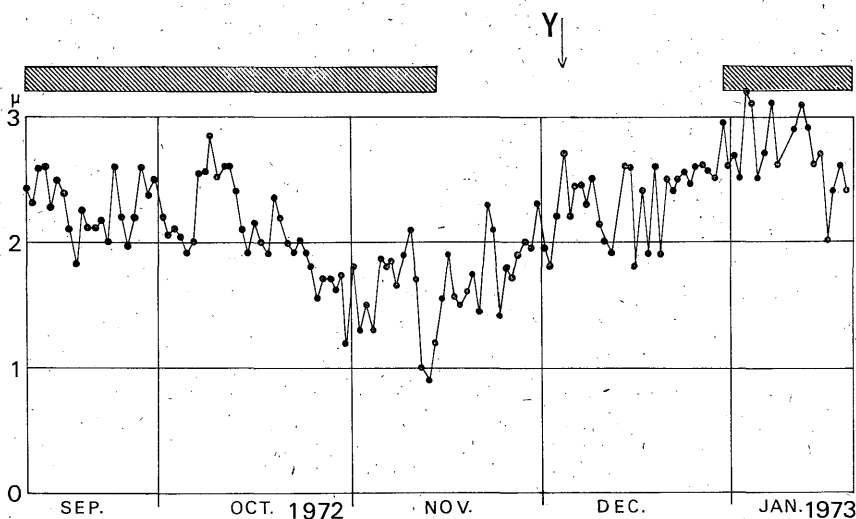


Fig. 9. The change in the amplitude of volcanic tremors (normal tremor) and the Gojinka (shaded period).

Y: Great earthquake. Epicentral distance from Mihara Crater=about 230 km

この期間には三原山で噴火はなく、また、伊豆大島周辺で大きな地震もなかった。あえて取り上げるならば、伊豆大島南方約 850 km の西之島が噴火をくり返していた時期である。西之島沖の海底噴火は4月ごろから始したが、噴火が激化して、火山島を生成したのは9月以降であり、それは御神火が消えた時期と一致する。

なお、このころ、大島測候所の電磁地震計は故障していたので、火山性微動の状態についてはわからない。

上述の4.1~4.8節から、次のような共通点を見出すことができる。

- 1) 御神火の消失期には、火山性常時微動の振幅が必ず小さくなる。
- 2) 御神火の消失期には、三原火口で噴火することがある。
- 3) 御神火の消失期ころには、伊豆大島周辺で大地震が発生することがある。
- 4) 御神火の消失期ころには、伊豆諸島のどこかで、火山噴火が発生することがある。

§ 5 御神火と伊豆大島周辺のテクトニクス

以上のことから、御神火の発生は火口底に赤熱溶岩湖が存在している証拠であるといえる。また、溶岩湖のマグマは火道を通じて地下深所へ延びているので、溶岩湖の状態の変化は、地下のマグマの活動を敏感に伝えてい

るものと思われる。

一方、プレートテクトニクスによると、地球の表面はいくつかのプレートに分けられているが、伊豆諸島は本州の南方から日本列島に迫る“フィリピン海プレー

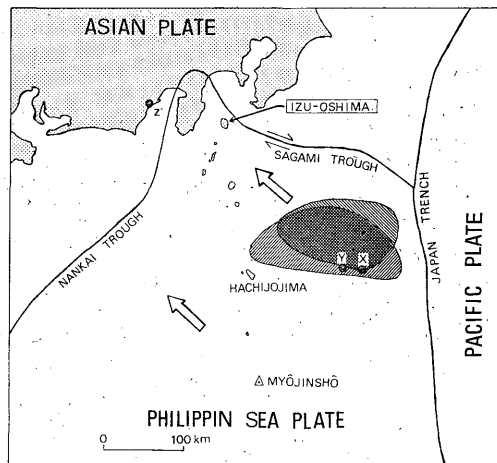


Fig. 10. Position of Izu-Oshima Volcano and tectonical plates.

X: Epicentre of the great earthquake on Feb. 29, 1972

Y: Epicentre of the great earthquake on Dec. 4, 1972

Shaded area: Area of aftershocks

Z: Epicentre of the great earthquake on Apr. 20, 1965.

ト”は、伊豆大島の火山活動に直接関係を持つプレートであろう。このプレートは Fig. 10 に示したように、日本海溝、相模トラフ、南海トラフなどによって別のプレートと、境されている。

プレートはマントル対流によって、毎年数 cm ずつ押し流されているが、その結果、伊豆諸島付近では Fig. 10 に矢印で示した方向に応力が働いていると考えられている。そして、応力場に生じた歪を解消するための破壊現象が地震だといわれている。

地殻内に蓄積される歪力は、大きな地震ほど大きな体積を要するはずであるから、大きな地震が発生するころのプレートは、かなり広い範囲にわたって歪の影響を受けていることになる。また、歪力を受けているプレート内にマグマが存在しておれば、火山噴火が起こることによって歪を解消することになる。

このようなことから、伊豆大島周辺で大地震や火山噴火が起こる時期には、その地震や噴火の発生地域はもとより、三原山の火道やマグマ溜りにも大きな歪力が働き、溶岩や火山ガスを火口底へ補給する度合いに変化を生ずる。その結果として、次のような一つの考えが浮かぶ。すなわち、マグマないし溶岩湖の震動が弱まって、火山性微動の振幅が小さくなり、また、火口底の溶岩湖が小さくなって、御神火が見えにくくなる等の現象が観測される。

Fig. 10 にはフィリピン海プレートと伊豆大島との関係位置、並びに、第4章で述べた三原山の御神火に影響を及ぼしたと思われる大地震、噴火した火山等の位置が示してある。同図中の X, Y, Z は、それぞれ1972年2月29日(第4.6節参照)、同年12月4日(第4.7節参照)および1965年4月20日(第4.1節参照)の大地震の震央位置、斜線部は余震域である。

なお、1964~1973年間に、伊豆大島から半径約 300 km 以内の地域で起こったマグニチュード 6 以上の地震は、上記の3個以外にはない。

§ 6 結 論

三原山では、ひんぱんに御神火が見られるが、ごくまれに、それが消える時期がある。御神火が現われている時期には、火口底に赤熱溶岩湖が存在し、御神火の消失期には、溶岩湖は小さくなるか、無くなっている。

一方、三原山では常に火山性微動が発生し続けているが、御神火の消失期には火山性微動の振幅が小さくなる。

これらのことから、御神火と火口底の赤熱溶岩湖と火

山性微動とは密接な関係があることがわかる。すなわち、火山性微動は溶岩湖ないしマグマの震動に原因するものであり、溶岩湖は御神火の発生源である。

御神火が消える時期には、伊豆大島周辺で大地震や火山噴火が起こることが多い。また、この時期には、三原山でも噴火が起こることがある。このことから、地震や火山活動の発生因としては、かなり広範囲にわたる地殻内の歪力のバランスを考慮しなければならないことがわかる。大地震や火山噴火に先がけて御神火が消失することも多いので、御神火の消失期は、大地震や火山噴火を予測するのに利用できるかもしれない。

付記 火映の語源について

火映は、現在では、日常よく使われるきわめて一般的な単語である。しかし、余り古くからあったものではない。1968年に火山観測指針を作るに当たって、新しく生まれた火山用語の一つである。ここでは、この新語が誕生するまでのいきさつを記しておこう。

1952年に発行された火山観測法では、火山の噴出ガスが燃えて赤色などに光ることを火炎 (Volcanic flame) とし、赤熱溶岩や火炎が雲やガスなどに反射して見える光を火柱 (Pillar of fire) とした。

しかし、火柱という単語から受ける印象としては、柱の如く火が燃え上っている場合の“火そのもの”が火柱である。この矛盾を解消するため、火山観測指針(1968年)を編するに当たって、火柱にかわるよい単語の選定が始った。

数週間にもわたって、内外の文献を調べ、火柱にかわる単語を探したが、思わしいものは一つもなかった。

ある日、突然、“火映”としたらどうだろうかという提案があった。この新語の発明者は大野譲(当地震課調査官、現仙台管区気象台観測課長)である。初めは、いろいろ論議されたが、他によい言葉がないまま、昭和42年度の火山技術打合せにはかって、見事可決された。かくして、記念すべき新語(火映, Reflection of glow)が誕生したのである。

参 考 文 献

- 木沢綏・田中康裕 (1972): 伊豆大島三原火口の地形測量, 気象研研究報告, 23, 411-428.
- 木村政昭・恵谷 治 (1973): 南関東の地震変動(3), 三原山溶岩湖の変動および他地域の噴火活動, 地質ニュース, 232, 12-15.
- 田中康裕 (1968): 伊豆大島の地震計測学的研究(I)——三原山の火山性微動と火山活動, 気象研研究報告, 19, 627-650.
- 田中康裕 (1969): 伊豆大島の地震計測学的研究(II)——三原山

で起こる4種類の火山性微動について，気象研研究報告，**20**，385-416.
田中康裕（1970）：伊豆大島の地震計測学的研究（Ⅲ）——噴火微

動・前駆地震・A型地震，気象研研究報告，**21**，243-289.
田中康裕（1973）：地震計測による伊豆大島三原山の火山活動の研究，研究時報，**25**，229-280.