

国立林業試験場 ○岩元 賢・阿部和時・三森利昭
 東京都大島支庁 馬場安男・松島栄市・竹内高広
 アジア航測 K・K 目黒 玄

1. はじめに

伊豆大島・三原山(標高758m)は、1986年11月21日に噴火を再開始し、山腹周辺の割れ目噴火も併発して溶岩流は下流の元町地区に到達した。航空写真等によれば、山頂付近は溶岩流や噴石・火山灰等で厚く覆われ、噴火口や溶岩流周辺の林地は熱作用や火山噴出物で大きな被害が発生している。これらの地区において予期される2次災害は、堆積した火山灰等が泥流化して新たな土砂災害を誘発することである。

本文では、緊急治山対策基礎調査の一環として、噴火による林地荒廃状況や噴出物の堆砂量分布とその運動機構ならびに今後の治山対策の工種・工法等について現地調査したので概要を報告する。

2. 伊豆大島・三原山の噴火特性

2.1 噴火の歴史

三原山は、玄武岩の複式成層火山で山頂噴火や山腹噴火、海岸近くでのマグマ水蒸気爆発等をくり返している活火山である。過去の噴火活動は、表-1によると、記録に残る最古のものは680年で、その後断続的に噴火をくり返している。その中で、大中規模の噴火としては、1684年(貞享の大噴火:現在の山頂火口を形成)、1777年(安永の大噴火:3年間噴火が継続してスコリア、溶岩流が広く島内に流出)、1912年(明治45年噴火:多数の噴石丘形成)、1950年(昭和25年噴火:噴煙高度5000m、火口の陥没口形成、噴出量 $4 \times 10^5 \text{ m}^3$)、1957年(昭和32年噴火:新火口形成、死傷者54名)、1974年(昭和49年:火孔底60m上昇)等があり、これらは約90~140年周期で活動をくり返している。なお、1950年以降は毎年のように群発地震や小噴煙活動が連続しており、伊豆大島近海での火山や地震に関する観測が気象庁、東京大学、東邦大学、海上保安庁等によって常時又は臨時観測が実施されている(気象庁:火山総覧、1984)。

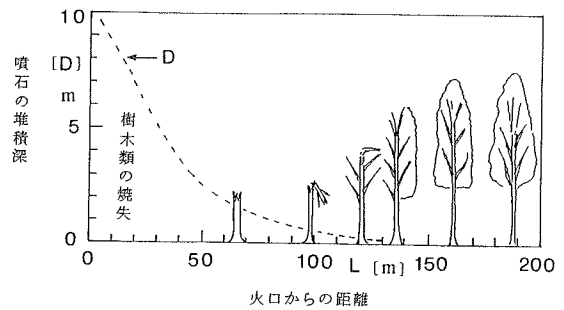
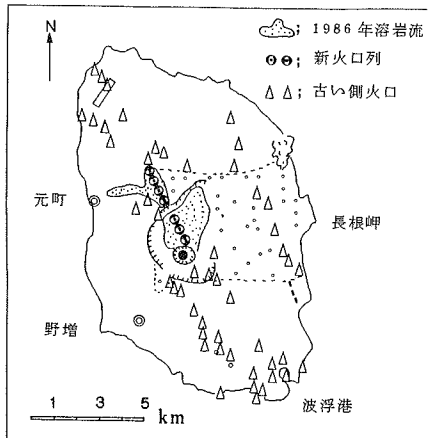


図-2 噴石の分布と森林被害

図-1 三原山の噴火状況

2.2 1986年11月噴火の状況

11月15日17時25分頃、これまでの火口の南側火口壁から噴火し、高さ500mまで溶岩片を活発に噴き上げながら溶岩はカルデラ内に流下し始めたが、流れは20日未明にはほぼ停止した。しかし、21日16時15分にカルデラ内の北側に数ヶ所の噴火口が新たにできて噴火が始まって割れ目からは大量の溶岩が流出した。その後、外輪山の外側にも火口列ができ、そこから流出した溶岩流は谷筋に沿って元町方向に流下してその先端は市街地近くに迫って停止した。噴火に伴う火山灰類は、南西風の影響で島の東部（裏砂漠）地区を中心に降下した。さらに、激しい地震動や地殻変動によって道路の亀裂や陥没が相いついだため、10,327人の島民達は全員、東京都や静岡県へ1カ月間避難した。その間、12月18日に3度目の噴火があったが、1987年4月時点においては小規模の噴煙と連続的な地震動が発生している。これらの一連の噴火活動による火口列や溶岩流、火山灰類の分布状況は図-1に示す通りである（東京都・林野庁：伊豆大島噴火災害報告，1986）。

3. 噴火による林地荒廃と農林水産業の被害状況

3.1 林地荒廃の特徴的形態

カラーおよび赤外線航空写真等の判読や現地調査によれば、カルデラ内の灌木草本類地帯は溶岩流や噴石等によって厚く覆われて、地上部の枝葉は熱作用等で褐変化している。さらに、外輪山の外側では、火口列の噴火口周辺の森林は図-2に示すように、噴火口からの噴石や熱作用等によって樹木が焼失したり折損する被害が発生した。図によれば、噴火口から100m以内は噴石類が堆積して樹木は皆滅状態であるが、130mも離れると噴石はまばらに林内に散乱して樹木の風下側（噴火口の反対方向）の枝葉は半分近くが残存する。さらに、150mも離れると林内には噴石が殆んどみられず常緑広葉樹類には視覚的観察による被害はみられなかった。一方、火山灰類が広範に堆積した島の東部（裏砂漠）地区では、ヤシヤブシ・ウツギ・カヤ・イタドリ等の灌木草本群落は降灰によって覆われているが、カルデラ内の植生に比べると生育条件等に関する被害は少ないようであった。

3.2 農林水産業の被害状況

東京都の調査（表-2）によれば、噴火に伴う溶岩流出・降灰・管理不良等による総被害は約8.1億円であるが、そのうち林地に直接関連するのは、溶岩による森林埋没36ha、林道埋没60m、林道崩土350m、牧野降灰30haの1.5億円である。この他には、観光産業関連の被害があるが業種や規模によって条件が異なるため、現時点では被害額を推定することはできない。

表-1 三原山の主な噴火の歴史

西暦年	備考	西暦年	備考
680	天武天皇8年	1876	噴石丘の生成
1112	天永 3年	1912	火口の大陥没
1338	延元 3年	1939	噴煙噴石多量
1421	応永 28年	1950	側火口の噴火
1552	天文 21年	1953	新火口の生成
1684	貞享の大噴火	1974	火孔底の上昇
1777	安永の大噴火	1986	側火口の噴火

表-2 農林水産業の被害状況（1986.1.2）

区分	生産基盤				農林水産物関係					
	農 業		林 業		農産物		畜産物		水産物	
	内容	量	内容	量	内容	量	内容	量(千円)		
全島	農地埋没	2ha	森林埋没	36ha	花き類	138ha	家畜死	1270匹	魚貝類	330
	牧野降灰	30ha	林道埋没	60m	野菜類	35ha	生産物 (牛乳等)	17,230 (千円)	生産物	11,100
	農 道	40m	林道崩土	350m	その他	15ha			施設等	120,000

4. 火山噴出物の堆積量と粒度分布

航空写真と大島一周道路沿線における降灰量分布調査によれば、降灰中心域は火口と長根岬を結んだ直線上と推定された。そこで、海岸付近から火口に向つて直線的に降灰の堆積深、堆積量、粒度分布等を試料採取して、降灰の運動機構と今回の噴出物の特性を調べて、泥流対策の基礎資料とした。

4.1 噴出物の粒度分布と物理的性質

火山噴出物の運動機構は、図-3によれば、爆発時の噴出物は高温粉体として上昇し最高高度に到達すると上層風によつて吹送されながら、噴出物の自重や空気抵抗等で自然落下して地上に堆積する過程が考えられ、桜島の降灰機構が解析されている(平野・疋田:1985, 井口・加茂:1984)。図-4, 表-3は、三原山噴出物の粒度分布や物理的性質を、過去の有珠山, 御岳山, 桜島のものと比較したものである。図によれば、今回の三原山噴出物は主として島内では直径5mm以上の火山礫(スコリア)で構成されており、これは伊豆大島の地質断層面のスコリア堆積層序と粒径分布観察からみても過去の大噴火による噴出物と物性はよく類似しているようである。また、噴出物の粒径と飛散距離は、噴煙高度, 上層風速等の自然条件でかなり変動するが、今回の島内(火口より4km以内)の資料の範囲では、過去の他の火山における噴出物よりは大粒径の火山礫が降下したようである。さらに、噴出物は火口より遠方になるに従つて次第に細粒化して、その中央粒径 d_{50} が小さくなること、図-5および次式で示される。

$$d_{50} = 1.37 \exp(-0.285 L) \text{ (mm)} \quad L: \text{火口からの距離 (km)} \dots (1)$$

4.2 噴出物の堆積量

裏砂漠地区における噴出物の堆積深は、図-6に示すように指数関数形で表わすことができ、これは平野らが桜島で解析した理論が三原山にも適用できることを示唆するものである。しかしながら、

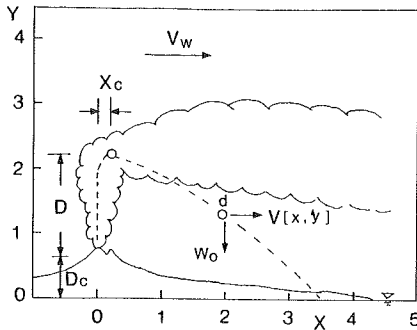


図-3 火山噴出物の運動機構(平野・疋田による)

表-3 噴出物の物理的性質

火山名	三原山	有珠山	御岳山	桜島
岩石質	玄武岩	安山岩	安山岩	安山岩
Gs (g/cm ³)	1.25	1.39	1.10	1.30
d ₅₀ (mm)	6.50	1.30	0.01	0.01
d _{max} (mm)	28.0	18.0	1.50	0.10
観測年	1986	1977	1979	1984

*Gs:容積比重(L=2~3km地点)

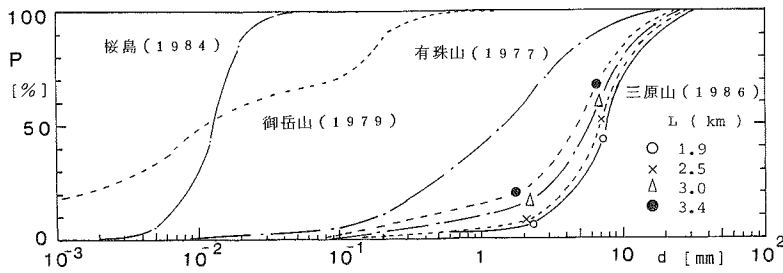


図-4 噴出物の粒度分布(L=2~3km地点)

現時点では、理論式に適用する各種パラメーター、例えば上層風速、噴煙の拡散幅、噴煙高度等の未確定値が多いため数値解析よりは、最小自乗法による経験式によつて裏砂漠地区での火山礫の堆積量の推定式を図-7のように求めた。

$$P_c = 5 \times 10^5 \exp(-0.563 L) \quad (\text{g/m}^2), \quad (x < 5 \text{ km}) \quad \dots \dots (2)$$

5. 泥流発生危険度と治山対策工法

5.1 泥流発生危険度の検討

従来の土石流発生条件式(平野, 高橋)は、無限長斜面の浸透流を考慮した安定条件式等である。これらの式によつて、三原山周辺の泥流発生危険度を検討する。対象地区は、外輪山斜面、裏砂漠、野増ガリ発生地、元町溶岩流地区で地形条件はそれぞれ斜面勾配($\bar{\theta}$)は、 1.13° 、 3.2° 、 13.3° 、 12.0° 、 $d = 1.0 \text{ cm}$ 、 $\sigma = 2.65$ 、 $C_s = 0.5$ 、 $\tan \phi = 0.8$ 、 $\kappa = 0.7$ として試算すれば、泥流発生場の勾配条件は $1.5^\circ < \theta < 20.0^\circ$ が与えられ、外輪山斜面、野増、元町地区が予想される。一方、降雨条件としては山腹上部の急斜面を対象にして、 $l = 300 \text{ m}$ 、 $\tan \theta = 0.364$ 、 $\kappa = 5 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 、堆積深は図-6をそれぞれパラメーターにして計算すれば、総日雨量が $R > 260 \text{ mm}$ のときに泥流が発生することになる。しかしながら、実際には噴出物はかなり粗粒でかつ下層の旧火山灰層も透水性がよいため、自然降雨による土石流の発生形態よりも掃流土砂流やカルデラからの急激な集中的出水による土砂の移動に伴う泥流化の形態を予想するのが妥当であろう。

5.2 緊急予防治山対策

東京都や林野庁の緊急治山事業によれば、溶岩流出防止や泥流災害対策、荒廃山地の早期回復のために、各種の治山対策が次の様に検討された。カルデラからの泥流流出防止には防護堤、溶岩流の地区には土留工と流路工、荒廃山地とガリ侵食地には航空実播と谷止工等である。

5.3 既設治山施設と照葉樹林帯の効果

降灰地区や火口周辺における既設治山ダム、土砂流出防備林は、今回の噴火災害でも健在でかつ降灰類を流域内に貯留して効果を発揮していた。さらに、噴火災害で特筆できるのは噴火口周辺の照葉樹林帯の存在は、山火事の発生延焼を完全に抑止した効果であり、詳細な解析を今後行ないたい。

最後に、本調査にご協力頂いた東京都治山係と林野庁治山課の関係各位に感謝の意を表わします。

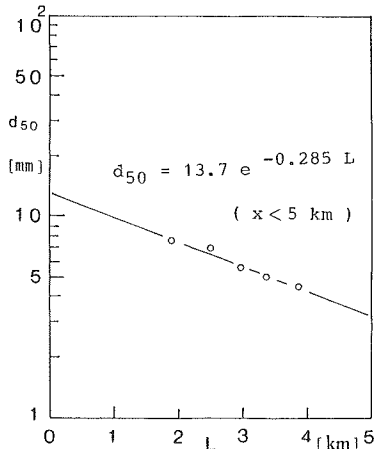


図-5 噴出物の中央粒径と距離の関係

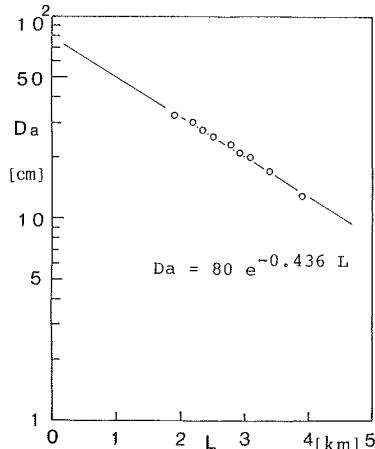


図-6 噴出物の堆積深分布

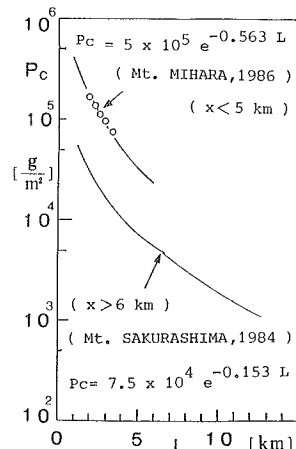


図-7 噴出物の堆積量分布