

土研資料1428号

インドネシアにおける土石流文献集

昭和53年12月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

まえがき

1. 熱雲とラハール B. G. Escher.
2. オランダ領メラピ火山の1930年12月の
新活動に関する考察 G. L. L. Kemmering.
3. 中部ジャワ, メラピ火山の熱雲に関する見聞
寄稿 J. B. Grandjean
4. 1933年から1935年における中部ジャ
ワ・メラピ火山が活発に流動していた間の熱
雲観測 C. H. E. Stehn
5. 爆発型熱雲となだれ型熱雲の間の論争 G. L. L. Kemmering

1. 熱 雲 と ラ ハ ル (熱 泥 流)

蘭領印度における火山性変災

Prof. Dr. B. G. Escher

オランダ領東・西インドの知識を拡めるため。

編集：Prof. Dr. A. W. Nieuwenhuis (ほか)

固定協力者：G. J. Staal (ほか)

出版：(株)印刷・出版社 J. H. de Bussy アムステルダム

購読料：年郵送料とも f 12.— 外国 f 15.—

在庫のある間 1冊売り f 0.50.

編集部あて送稿は：Jan van Goyenkade 44, Leiden.

I. 火山活動の実体

II. 溶岩のガス圧および粘度による中心爆発の分類

III. 火山地帯の変災 (カタストロフイー)

IV. 火山災害の防禦

I. はしがき 火山活動の実体

火山性変災の分類は、火山爆発に関するわれわれの知識に基づかなければならない。われわれの知識と言ったのは、それは極めて不完全なもので、われわれの後続者が火山活動につき、より勝れた概念を形成することができるであろうと信ずるからである。

火山爆発は常に岩漿からのガス発生の結果である。"岩漿—magma"の意味については、漠然とした概念を持ちあわせるだけである。ガスが多量に溶け込んだ溶液を考えれば岩漿の意味に近く、炭酸がラムネの中に圧力で溶解しているように、岩漿中にガスが圧力で溶け込んでいることは確かである。しかし、どうして地球の中に岩漿が存在するかはわかっていない。おそらく地殻中には流状で、地殻の下には潜在的流状で存在するのであろう。地殻下の莫大な圧力により、いかなる流動体もその正常な意味においては存在することができない。しかし、その岩漿とよばれる物質は莫大な圧力で擬似固体となっているが、どこかで圧力がさがるとたちまち流状に転換する。そして、圧力の小さい場所、即ち上方の地殻中に流れる。その結果岩漿は温度の低い帯域に入り、多種の物質から成る溶融物は互に結晶行程を始める。

深い所では岩石が結晶、形成される。たとえば花崗岩が考えられる。岩漿中に溶解しているガスは結晶体には入らない。であるからガスは、ますます小さくなって行く岩漿の残りの中に留まっている。しかし、それは流動体内にガスが溶解する圧力を増加させることによってのみ可能である。どれだけ長くこのプロセスが続き得るか？結晶が進行する貯蔵槽の壁が上昇する圧力に抵抗できる限度においてのみである。であるから、貯蔵体の最も弱い個所は、深所で展開するプロセスにとり特別な意味がある。貯蔵体が開口部を得た瞬間に火山爆発が生れる。ガスは暴力を似て逃避し、流動物質の岩漿を道連れにする。おそらく地殻内には色々な深さに岩漿の貯蔵があり、その大きさも区々である。強大な爆発は、極めて深くにある。極めて大きな貯蔵所から発生する、その貯蔵所には空所ができるとは考えることはできない。深所における莫大な圧力により、運び去られたものは、直により深いところから岩漿により補充される。しかし貯蔵所の上方への出口付近には、爆発のあとにはガスの抜けた岩漿が居座り、しばらくして爆発は止む。岩漿貯蔵所と外界との連絡路は土壌の

圧力で閉塞され、表面には崩壊が起り、岩漿は連絡管の中で凝結する。約言すれば、貯蔵所は再び封印され、火山は休息段階に入る。

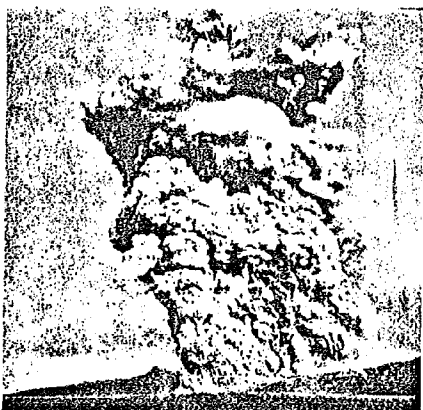
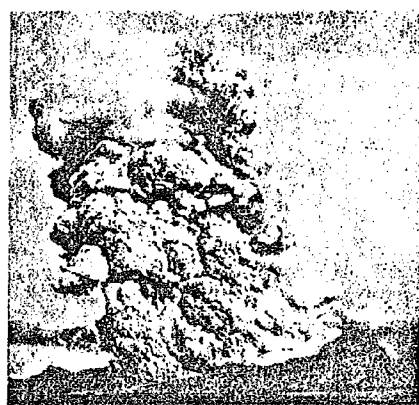
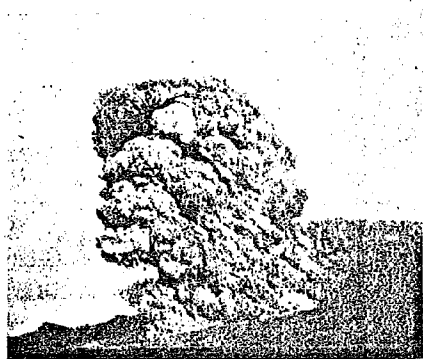
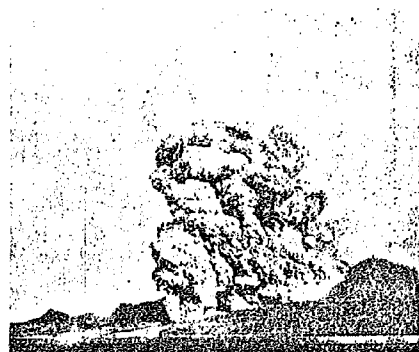
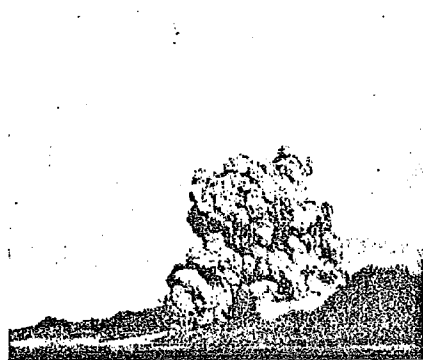


Foto A. Lacretia.

Pelée 山熱雲展開の6段階

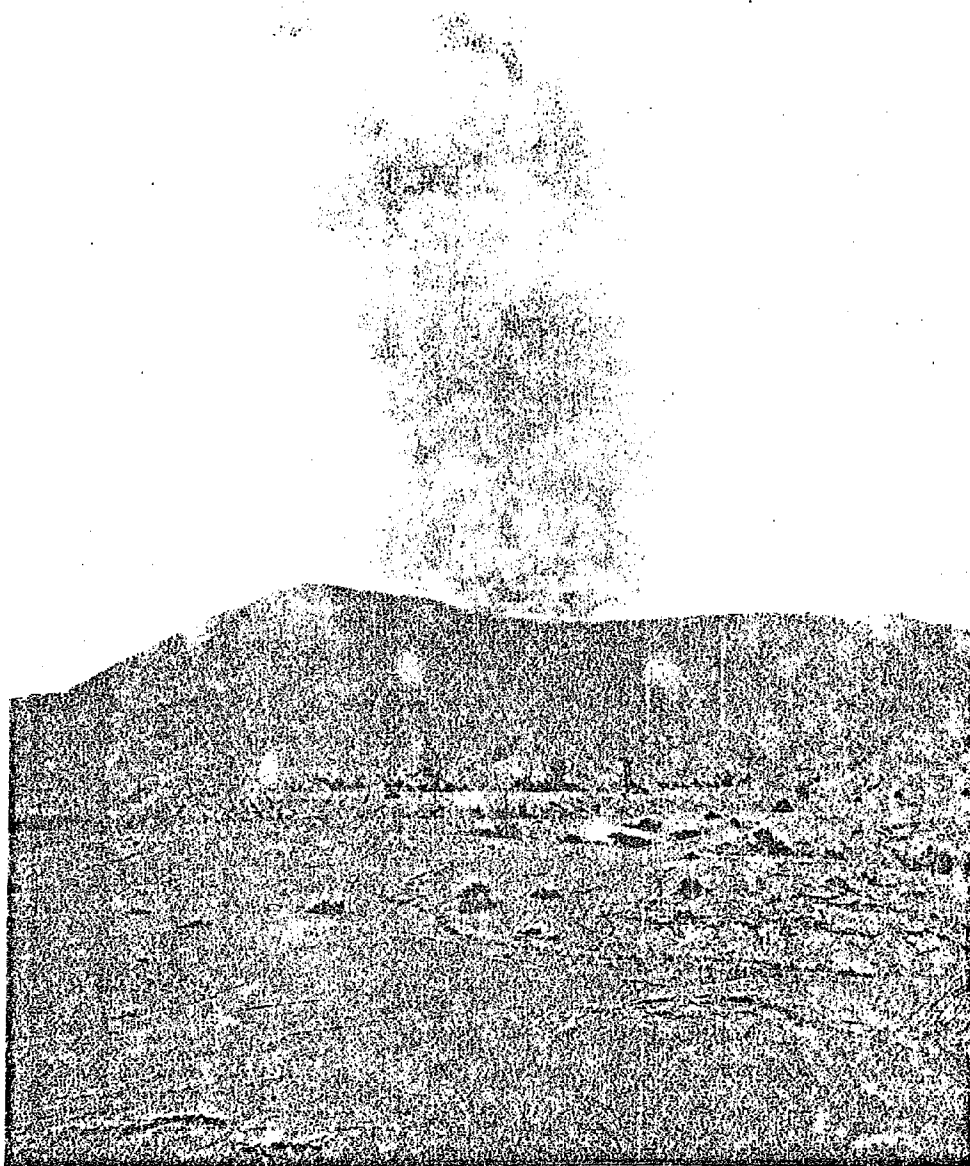


Photo J. J. J. J.

プロモ, Volcano 型火山の噴火 1915 年 東ジャワ

火山が比較的穏かに活動している間は、噴出された物質が積み重なって高さを増す。適度の火山活動は建設的に働く。極めて強い爆発のみが火山を破壊する。破壊的に働くのは強大な火山のみである。

II. 溶岩のガス圧および粘度による中心爆発の分類 (296, 297 ページの図を参照)

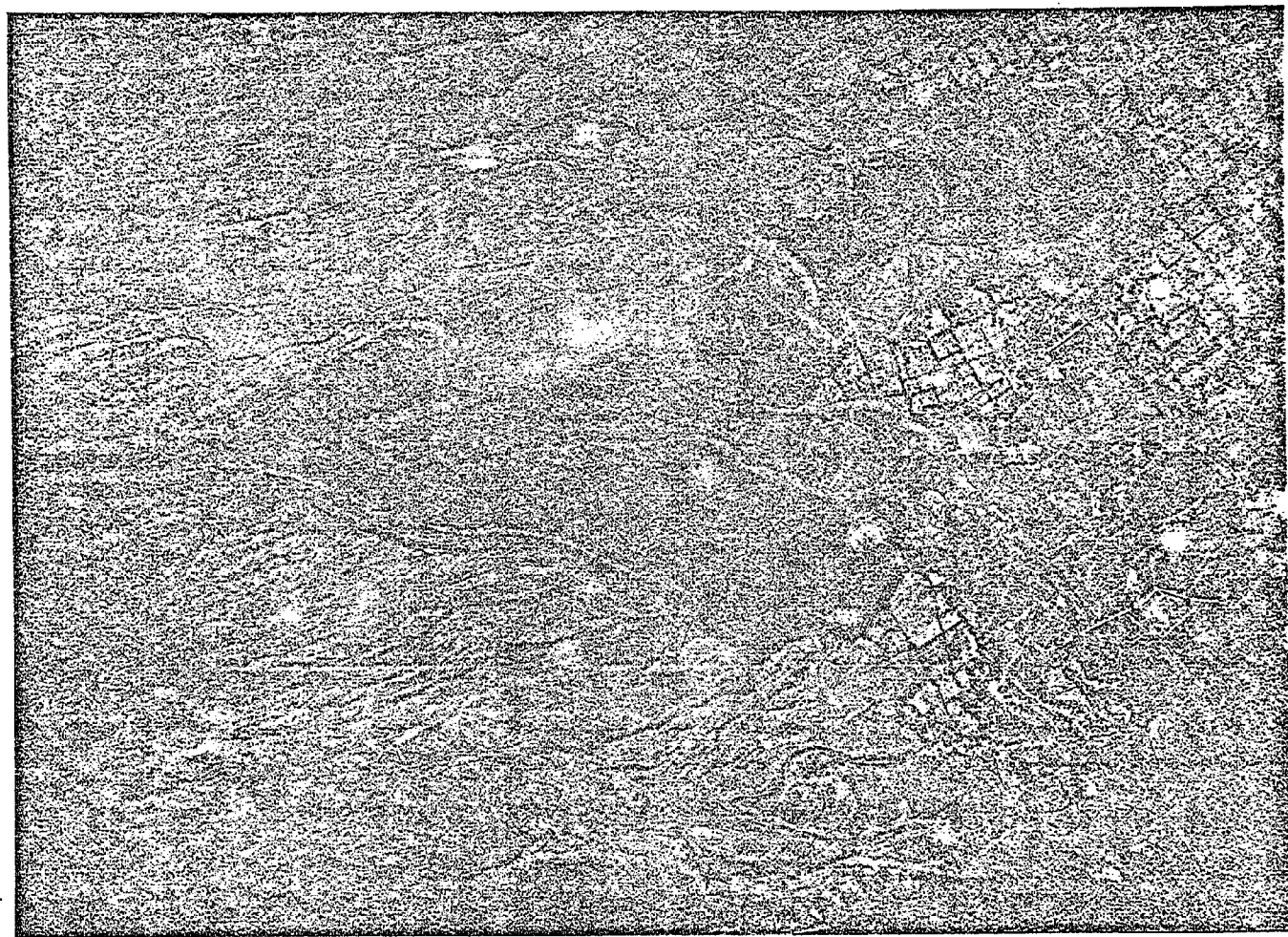
火山爆発の分類をまず二通りの観点から観察しよう。火山爆発の型を2つの原則により分類したい：1. ガス圧と2. 溶岩の流動度。Van Wolff は彼の有名な "Der Vulkanismus" の中で、単一の原則で火山作用を分類しようと試みた。即ち岩漿の温度によって、しかし、これにわたしは従いたくない。むしろ上記の2つの原則よりも3つとしたほうがよいかも知れない。岩漿の流動度とガス圧のほかに第3の基準として、時間単位あたり放出するガス量をとる。しかし目下のところ、これらに関するわれわれの知識は少なすぎる。

従って深所における本質的な岩漿については極めて明瞭な概念をもつことはできないが、部分的または完全にガスの脱けた、土地表面の岩漿は溶岩として知っている。これが即ち流状のこともある。淡(ウス)く、濃くまた極めて強靱で、あたかも溶岩が固体であるかの印象を与えることもある。

淡く流れる溶岩としては、ハワイの Manuna Foa, Kilauea が知られている。キラウエアの火口井, Halemaumau は有名である。そこでは溶岩の噴水がおこり、それから風により溶岩滴、溶岩糸が流れる。もちろん、この溶岩内のガス圧は極度に低い。でなければ、湖水中に溶岩が流れ込んだり、噴き上げるよりもつと激しい現象が起きるはずである(ハワイ型)。

Stromboli 型でも、外気に接触しても流状の溶岩はそのままである。しかしガス圧はハワイ型よりいくぶん高い。ストロンボリでは、平均10分ごとに小さな爆発がおきる。他の火山では爆発の間の合間が大きく、爆発自体がいくぶん、より強力である。火山弾や火山岩滓が抛出される。エトナの寄生火山現象、弱い活動期にベスビウスが示すもの、Auvergne の Chaîne des Puys に於ける多数の死火山を作ったもの、時々東ジャワのラウン山におきるものは火山作用のひとつの段階である。

多くの場合溶岩はこれらの場合より流動度が低く、粘度が高い。従って爆発にあたってはガス圧は通常ストロンボリ型よりも高い。中程度に強い火山爆発の多くはこの部類に属し、Volcano 型と呼ばれる。火山灰、火山礫、火山弾が噴出されるほか、通常溶岩流も火山錐から流れ出る。この爆発の最大の特徴は灰雲で、爆発の力が小さく、時間が短いときは、円柱状をなし、力が大きく、時間が長いときは松の木状となる。ジャワのプロモ、ラウン、スメルー、ヨーロッパのエトナ、ベスビウスその他多数の火山はこの型の爆発に属し、これはまた火山活動力の造成(構築)的な表現でもある。



西部ジャワ、グントウル (Guntur) 山南西傾斜面の溶岩流。

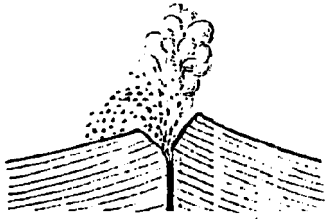
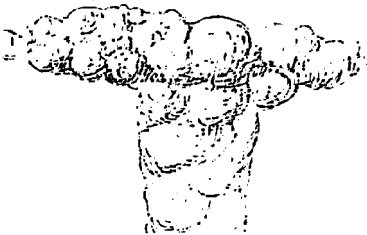
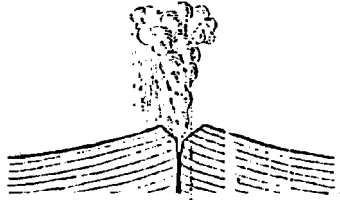
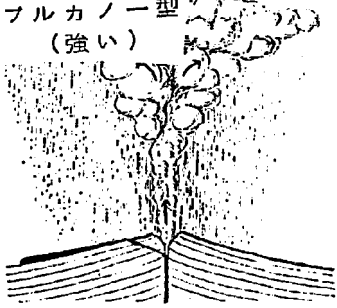
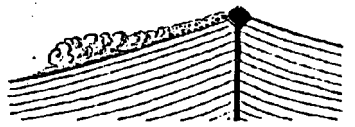
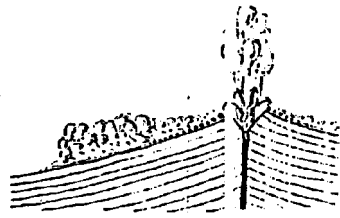
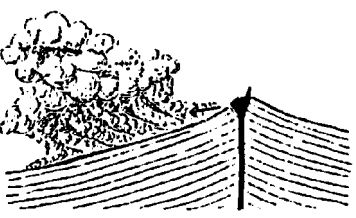
Taverne, ジャワにおける火山研究, 写真 42 (空中写真)

ガス圧が遙に高くなり、同時に排出ガス総量も非常に大きくなると、強力に破壊的な爆発型となる。即ちアメリカの火山学者 Frank Perret にちなんで命名された Perret 型になる。彼は 1906 年ベスビウスの大爆発に "intermediary gas phase" を観察した。4 月 4 日から 22 日まで続いたこの爆発の間、4 月 8 日の段階では、時間単位あたりにして莫大な量のガスが火口管から流出し、ために火口管は研削され、広げられ、その結果山頂も低くなった。その段階は長く見て 24 時間続いた。歴史的に名高い紀元 79 年のベスビウスの爆発 — ブリニウス・ジュニアが記述した — は恐らくこれと同じ性質のものであり、イタリアの火山学者 Mercalli はこの爆発をブリニア型と呼んだのを見ると、ブリニア型はベレット型と同一と見られる。あの極めて広い、平らな火口、カルデラと呼ばれるものがベレット型爆発で形成されたものだという説をわたしがなぜ立てるのかを解説するのは余りに深入りすることになる。有名な蘭領印度のカルデラには、水面上のもの、ジャワのテンゲル、イジェンがあり、バリ島のバトゥルがある。水面下のものにはクラカタウ（状の岩）がある。1883 年にできたこのクラカタウは有史以来形成された数すくないカルデラのひとつである。

もう一度、火山ガス力の弱いほうの顕示に戻るが、今度は極めて強靱な溶岩と結びついたもの。するとわれわれは "熱雲"、マルテニク島の Montagne Pelée の爆発（1902 ~ 1903）に関する著名な記述で Lacraix が呼んだ "nuées ardentes" の領域に入る。この爆発は古くは全然知られていなかったが、熱雲の形成を伴ういくつかの異ったタイプがあることがわかってきた。わたしにわかっている例で見れば、これは極めて強靱な溶岩についておきる。

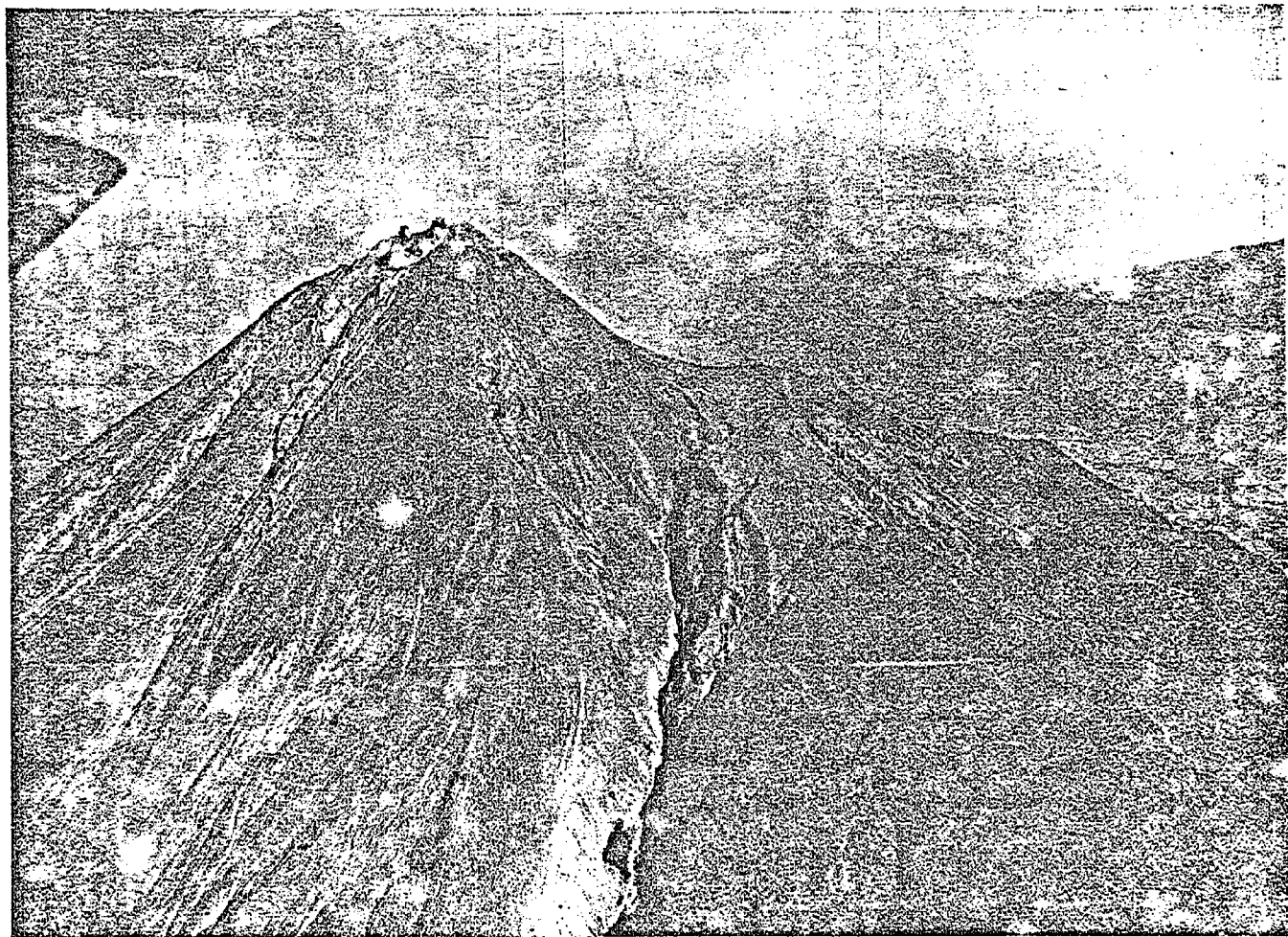
遺憾ながら、蘭領印度は、熱雲現象にはこと欠かない火山国である。しかし今日までのところ、マルテニク島でおきたようなひどいものは起きていない。熱雲 — gloedwolk とは熱い火山性の微細物を含んだガスが火山の斜面を下方に転げおりるものである。

この部類に属する微弱な現象はメラビ型が示している。メラビ山では火口に溶岩の栓が形成されている。非常に小さいガス圧で通常極めてゆっくり、強靱な溶岩が火口管から押し出され、直に凝固殻を被ぶり、チューブからひねり出される油絵具のように、管に栓となって留まる。

溶岩 ↓	形成期			爆発期
薄い 流動的	ハワイ型 	ストロンボリ型 		ペレット型 (プリニア型)  中間ガス発生段階を伴う。
	継続的活動	断続的活動		
流動的		フルカノー型 (弱い) 	フルカノー型 (強い) 	
		灰雲	灰雲	灰雲 ヴェスヴィウス 79年, 1906年
濃い流動的	メラピ型 	セイント ヴィンセント型 	ペレー型 	クラカタウ火山 1883年
	メラピ 1920年及び1930年 噴煙	スフリエルド・サン・ ガアンサン火山型 噴煙	ペレー火山 1902年～1903年 噴煙	
ガス圧	低い	中くらい	高い	非常に高い
マグマ床	非常に浅い	浅い	深い	非常に深い

略図：溶岩のガス圧力および粘度による、中心爆発の分類

RE19
30



東方から見た，中部ジャワのメラピ山頂。Taverne，ジャワにおける火山研究
写真22 （空中写真）

そして、あとになって火口管から溶岩が押し出されると、殻が壊れて、栓がメラビの場合のように火山の頂を形成しているときは、熱い溶岩塊のナダレが発生し、下降中に壊れて一部は熱い粉末化し、一緒に引きずる空気を熱する。即ち「熱雲」が発生する。

これを全く異なる方法で発生したのは、1902年5月7日と18日にSt. VincentのSoufrièreの斜面を降った熱雲、1919年5月19日から20日の夜にクルート山のいくつかの峡谷を流下したものである。着目すべきは、この両火山とも火口湖を抱えており、それがまず爆発で空（カラ）になり、そのあとで熱雲現象がおきたことである。Soufrièreでもクルートでも短かい、激しくない爆発がおこり、それにより熱い、すでに凝固した岩石が火口の縁をちょっと越えて投げ出され、ついで斜面を転び落ちたのであるらしい。メラビ現象は長い間大体持続的に進行するのに対し、St. Vincent型は定期的におきる。クルートは同じような爆発を1811, 1826, 1835, 1848, 1901, 1919の各年即ち平均18年ごとにおこしている。休息期間中に圧力は常に上昇し、その進路を探さねばならないことになる。しかし、その度ごとの岩塊からのガスの量は比較的小さく、1日ですべての現象は終息してしまった。Pelée型の爆発はこれに比べ遙に激しい。Lacroixはこれを、熱雲を何回も観察し、マルテニク島のSt. Pierreの町が完全に破壊されてから記述している。Pelée山もまた頂上に溶岩栓をもち、さらに数カ月の間「溶岩針」をもっていた。それはオベリスクのように固体の岩石から形成されて押し上げられ、ついで崩壊した。ラクローアは熱雲の形成を大砲の発射のようだと述べている。溶岩栓の下から水平に爆発雲が射出され、それは1秒150 mの速度で、St. Pierreまでの6 Kmを走り抜けた。ここには確かに、重力のほかに爆発からの水平方向の初発力が働いている。

上に述べた火山爆発の型の概観では、最も多い中心爆発のみを扱った。線状（linear）および面状爆発は取上げなかった、蘭領印度には見られないことでもあるし。

III. 火山地帯に於ける変災（カタストロフィー）。

火山地帯に於ける変災の分類。

A. 火山爆発の直接の結果としての災害

1. 溶岩流
2. 熱雲を伴う溶岩ナダレ（メラビ型）
3. St. Vincent型熱雲
4. 火山灰・火山礫の雨、中程度の場合はvolcano型、非常に強大な場合はPerrel型。
5. Pelée型の熱雲

B. 火山爆発からの間接的災害

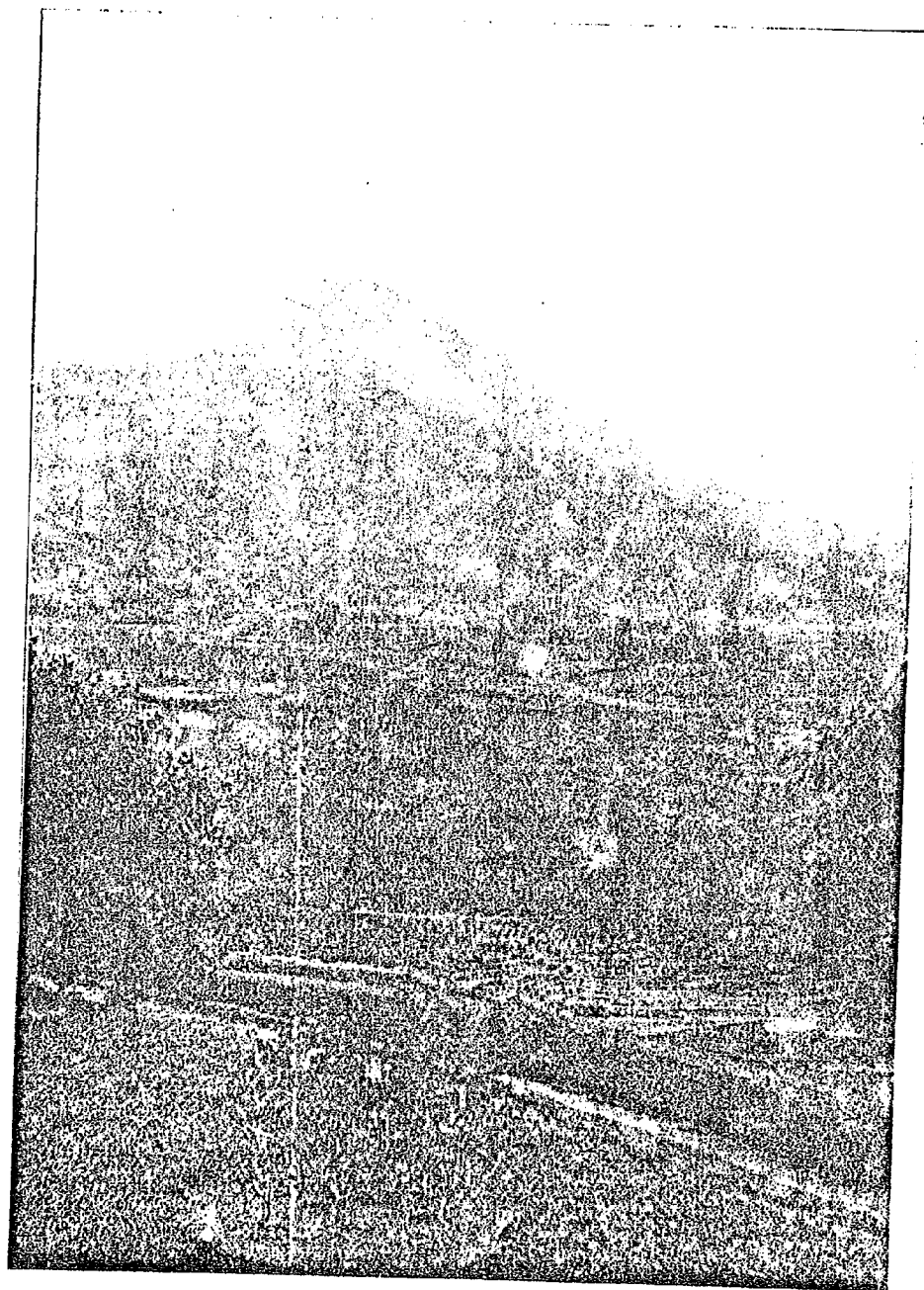
6. 火山湖の掘出（噴火ラハル、熱泥流）
7. 氷頂ラハル（gâkul hlaup = gletscher lauf）。
8. 海中火山の陥没による津波の発生

C. 硫気坑段階の火山の危険

9. 窒息ガス

D. 火山性の原因からではないが、火山の構造・構成に関係のある、火山地帯における自然災害

10. 火山湖の決壊（決壊ラハル）
11. 雨ラハル



熱雲，中央ジャワメラビ山の西斜面をくだる 1921年

Foto Tanyue.

以下に火山災害を観察する。それは一部は火山爆発の直接の結果であり、一部は火山爆発のさい間接的に起こる、また、硫気孔の段階にある火山は有毒ガスの排出で危険であり、さらに、火山の斜面には、火山に特異ではないとしても、火山の構造・構成から火山地帯には他地方より頻繁に、より危険である災害が発生する。

A. 火山爆発の直接的災害

1. 溶岩流

蘭領印度の火山は、他所の多くの火山同様、成層火山に属する、即ち火山性円堆形の山で、バラバラに抛出された物質：灰、火山礫、火山滓、火山弾と溶岩流の交互の層から成っている。有史時代に入っては蘭領印度、ことにジャワでは溶岩の形成は、爆発数にくらべずくなく、火山灰が生産された。しかし、今でもなおジャワで溶岩流が火山から出ていることは確かである。グルート訪問者によく知られている、グントゥル南東斜面の溶岩流は、1840年来のものである。その平野からは、この斜面が完全に溶岩流で被われていることがわからない。ところがこれは、尉官観測士 Feenstra が作った空中写真で、Taverne 博士が初めて彼の論文：“ジャワにおける火山研究”（写真42）に発表されたものには美事に現われている。溶岩流は、その前に逃げられないほど速くは決して流れ出ない。かつ、どの方向に流れるかを前以て知ることでもある。その結果、溶岩流で死ぬ者はあっても、犠牲者の数はすくない。それに反し建物はいやおうなしに餌じきとなって、被害は大きくなるかも知れない。蘭領印度で大きな被害を出した最近の溶岩流は1926年バリ島のバトゥルでおきたもので、これはバトゥル村全部を潰滅させた。すでに何回かの溶岩流がこの村を脅かしている。1849年、1906年、しかしお寺がこの破壊者溶岩流に止まれを命じたらしい。そして遂に1926年新たな溶岩流は結局村の征服に成功したのである。

2. 熱雲を伴った溶岩ナダレ（メラビ型）

メラビ型の特徴についてはすでに前章で述べた。中部ジャワのジョクジャカルタ北方に位置するメラビは何回か溶岩栓を作り、それは1822、1849、1872年などに破壊された。それがどのように実際おきたのかはわかっていない。現在働いている栓の形成はすでに1883年に始まっている。しかしその作用は継続したものはなかった。大きな活動とほとんど完全な休息が交互に見られた。しかしメラビは常に煙冠を載き、それは弱いものにせよ、絶え間ない活動のしるしである。新しい溶岩が補給されたときにメラビは危険になる。すると凝固殻は破れることになり、熱せられた岩石のナダレがおきる。凝固した溶岩は高度の熱不良導体で、新しい溶岩の補充がなくとも、栓の内側は極めて長い間高熱を保つ。

1928年火山警戒班が、栓の外層で600℃以上の温度を測定している（使用した温度計にはそれ以上を表示する性能がなかった）。

この熱い岩石のナダレの危険なことは、落下によって石が砕け、小粒となり粉末化することである。熱いホコリが形成される。熱い岩石の細かい部分はその周囲の空気を加熱し、空気は上昇しようとする。このようにして、熱い空気の中に熱い石粉の懸濁ができ、それは擬似流動体、かなり比重の高い、しかし地表面にただようという特性を持った流動体、となって前進する。



中部ジャワメラビ山 左側にBlonkeng峡谷。(原文にBlon—の次のg
ない)

Photo Towner.

この熱雲についてわかっているところでは、谷などの曲折にはほとんど左右されない。一端きまった方向を持続し、地形的障害の上をたどるようである。定まった方向から必要となれば、大粒の物質は峡谷を伝わる一方で、ひとつの谷から他の谷へと飛び移ることもできる。最初の岩石が熱ければ熱いほど長い間懸濁は残存する。転がり落ちる途中で引続き新しい、熱い岩石碎片がその回りに熱い空気のクッションを作ってゆくから。熱雲は特異な運動のメカニズムをもっている、というのは、岩石碎片に対する重力の働きは、空気クッションの上昇運動により相殺されるのである。熱雲は常に非常に危険である。高い温度をもっている。温度はその出発点で、その行程の終点よりはもちろん高い。一緒に引きずられる空気が摂氏数百度に熱せられたとしても、それを吸入した肺を破壊するには十分である。

1920-10-12 メラビ斜面、Blongkeng 峡谷付近の住民が熱雲に驚かされた。35名が火傷で死亡した。

今回もまた西斜面のBlongkeng が最もひどくいためられた。最近の活発化した活動は、1930-12-18 に始まり、Blongkeng 峡谷を熱雲が下降した。新聞報道は当初溶岩流を伝えたが、あとになると灼熱のラハル、泥流と変った。そのいずれも誤りである。報道を総合するに、ここには熱雲が発生し、峡谷を熱砂と熱屑で埋め、村々を焼き、人々を焼き、人々を土砂に埋めたのである。Blongkeng 峡谷とBalang 峡谷の間の尾根にあったSrumbung 集落は熱砂の大群に脅かされた。これもまた熱雲が地形におかまいなしである証拠である。Blongkeng 峡谷の上流部は真すぐSrumbungに向っている。おそらくこの方向を、少くとも熱雲の一部は持続したのであろう。峡谷自体は曲ってSrumbung北方3Kmを通っているが。もし本当に、新聞報道のように、メラビのこの最近の活動で1300名以上の犠牲者が出たとすれば、この火山としては極めて大きな数字である。今回の爆発は1920年のものより著しく大きかったと見える。1883年の栓の生存期の最終段階に入ったのかも知れない。それを示唆するように、火山の上方には灰雲が発生し、西斜面のKaliurang には灰が降った。1849年にも栓が一掃され、そのときはジョクジャカルタなどにも灰が降った。(脚注—12月26日の新聞報道によれば、溶岩栓は本当に取りのけられたらしい。)

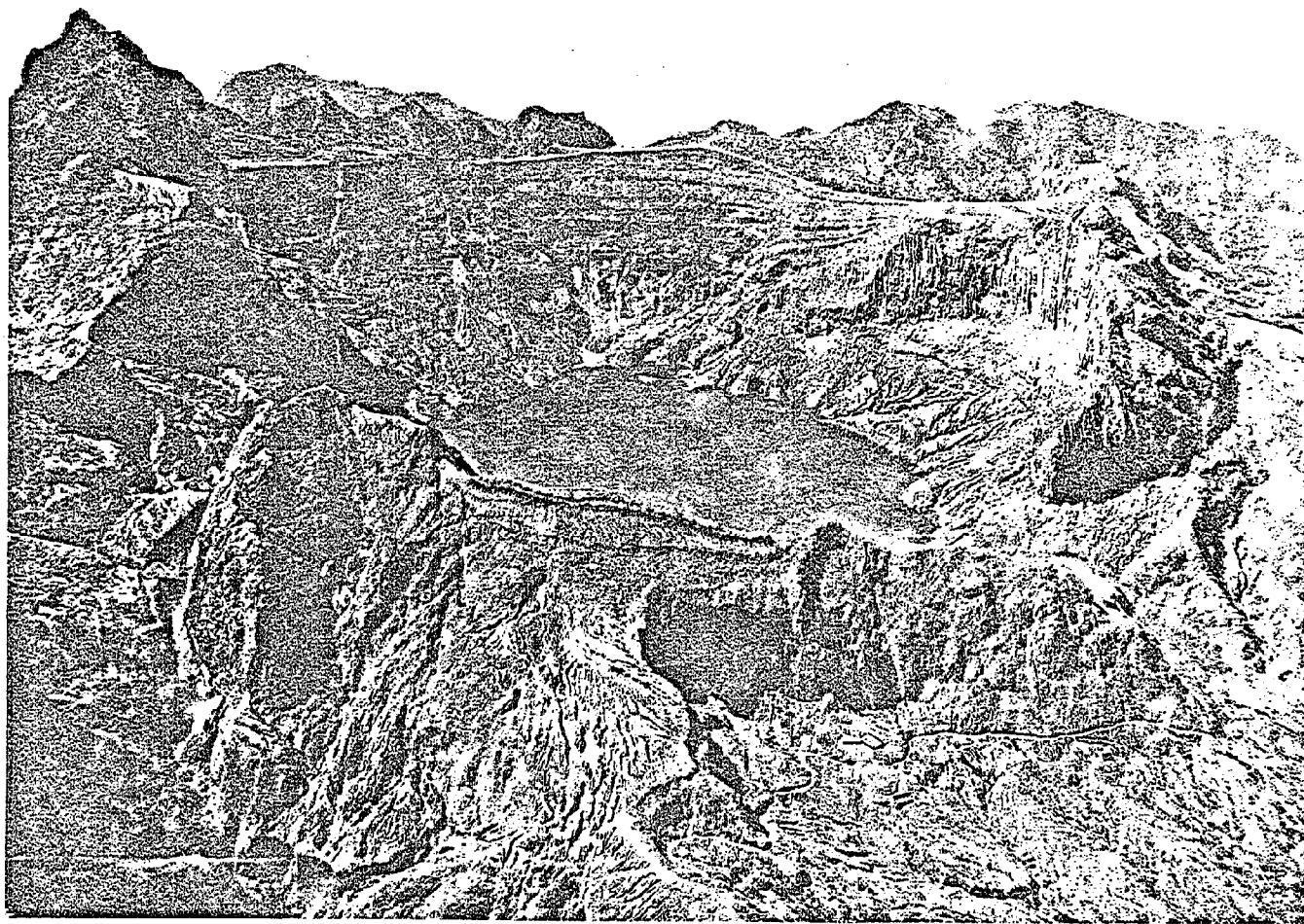
メラビの溶岩栓は古くはいつ頃取り除かれたかわれわれにはわからない。想像するに、大量のガスが栓を突き抜けて垂直に上方にあがり、その際栓はあらゆる方向に吹きとばされる。その場合熱雲を伴う熱岩石のナダレは色々な側で山を下るかも知れないが、山頂の地形ことに西方地域では、Muntilanの方角であろう。

栓が火口管の中でガスに対し強大な抵抗を示し、栓が垂直に突き抜けられるのではなく、ガスが暴力をふるって横方向に脱出路を求めることになる、事態はもっとひどいことになる。そんな場合は Pelée 型の恐ろしい熱雲が起る。それは中央ジャワのような人口密集地域では想像を絶する結果となる。安心なことには、最近 100 年間このような惨事はたぶんおきてはいない。この反面、ヒンズー、ジャワ王国が 916 年頃この地方から謎のように消えたという事実がある。考古学にとってこれは謎である。これを火山学的に考察すれば、大規模な火山災害が当時の政府を駆逐し、政府は生き残った国民の大部分を引きつれて東部に移動した可能性への結論にも達する。Pelée 型熱雲を取りあげる際もう一度この問題にふれることにする。

3. St. Vincent 型熱雲

1919 年のクルート惨事の研究で、ラハル（熱泥流）のほかに熱雲も発生したのだということを見出したのは Kemmerling 博士である。しかしこの熱雲はその全般にわたっては余り明らかにされなかった、たとえば、地図には、熱雲からの堆積物とラハル熱泥流からのそれが区別されていないが、それはできないことではなかったろう。間接的な火山災害を取りあげる際ラハルについて詳しく述べる。1919 年 5 月のクルート爆発では、まず最初に火口湖が焼り出され、それがラハルを引き起こし、そのあとで St. Vincent 型の熱雲が発生し、最後に火口から垂直の灰雲が立ち昇った。この熱雲からの堆積物—それは Badak(原文判読不可能)峡谷などに—はその後数年間熱かった。1919 年 5 月 19 日から 20 日への夜に堆積したのであるが、1921 年 3 月即ちほとんど 2 年後、河に侵食された絶壁の内側 50 cm でなお 178 °C であった。

A. Lacroix はすでに、Montagne Pelée 爆発に関する彼の大著の中で、この火山および St. Vincent の Soufrière の熱雲の色々な性質を指摘した。1930 年ラクロアはもう一度彼がいう "nuées ardentes piléennes," "nuées ardentes d'explosions vulcaniennes" が何であるかを解説している。このあとのほうは、1902 年 5 月 7 日、18 日に St. Vincent の Soufrière 火口から発生したものである。この Soufrière には本当の、深さ 800 m の火口があった。そしてそこには火口湖となっていた。1919 年のクルートの場合のように、1902 年 St. Vincent の Soufrière では、まず水が火口から投げ出され、ついで熱雲が続いた。しかし、クルートではラハルのほうが熱雲より重大だったのに比し、Soufrière ではその反対だった。熱雲を形成した物質は爆発により火口から投げ出され、おそらくそのために凝固した、しかし熱い溶岩の栓が火口管のなか（上ではなく）にあった。1902 年 5 月 7 日の爆発で、St. Vincent の住民約 2000 名が死亡した。5 月 18 日の遙に弱いものではひとりの人命も失われなかった。1919 年のクルート爆発では死亡者の数は非常に大きかったが、その大部分はラハルによるもので、熱雲による犠牲者があったか、その数などはわたしには不明である。



クルートの火口湖空中写真 1922年8月

Taverne, "ジャワにおける火山研究" 写真20,

(以下 1931-1-26 号)

4. 火山灰、火山礫の雨、中程度なら Volcano 型、強大なら Perret 型

火山灰、火山礫(小石)、火山弾を垂直に打ち上げてカリフラワーまたは松の木型の煙冠を作る通常の爆発は最も危険が少ないらしい。この爆発煙冠がある程度の強さでおきるときこれを Volcano 型と呼ぶ。この煙冠は、固形物質(火山灰、砂、火山礫、火山弾)を含んだガス栓から成り、上に行くにつれ、カリフラワー形に広がる。この煙冠がたった1回のガス噴出から来たものなら、しばらくすると消失してしまう。灰はそこから抜け落ちて風に運ばれて行く。しばしばガス噴出は速く連続しておきる。そのときは、煙冠は不安定な、渦巻き状を呈し、蒸気機関車のピストンから出る蒸気にも似ている。通常これを爆発と呼んでおり、煙冠が打ち出されるが、これはたぶん誤った用語である。火山に於ける本当の爆発(explosion)は抛出されたガス類の仕合により起こり得るかも知れないが、これはむしろ例外である。

訂正—300 ページ 写真 19 に誤って Taverne 撮影となっているが、これは Kemmerling 撮影が正しい。

Kemmerling : 『メラビ山の活動復活—火山学報』3

Volcano 型の爆発による被害は多くの場合大形の物質が落下する火口付近に限られる。それから遠方には灰が送られて行くが、それには風の方向が大きな要因となる。熱帯では常例であるように、高度がちかうと風の方向も異なる場合灰の拡散も、煙冠が吹き上げられた高度に左右される。その高さは火山ガスが火口管から脱出する圧力と関係する。灰は空中で冷却する十分な時間を経て、ほとんど常に冷たくなって落下する。厚い層になった場合のみ灰の雨は植物にとって危険である。

ときには短時間、ガス流は垂直ではなく、斜めの方向をもっていることがわかった。すると、その結果は重大なことになり得る。このような斜めのガス放射は、1883年のクラカタウ爆発、1906年のベスピウス爆発につき知られている。このあとのほうの爆発から類推してラクロアは、79年のベスピウス爆発も同様であつたろうと推定している。ガス放射が斜めの姿勢であるため、火山礫や小形火山弾が特定の場所に向けられる。その結果1906年Ottajanoでは多くの屋根が降参し、そしておそらく、このような火山礫放射の下に79年ポンペイは埋まってしまった。ここでも多数の犠牲者が出る必然性はない。多くの場合逃避する時間が十分にある。

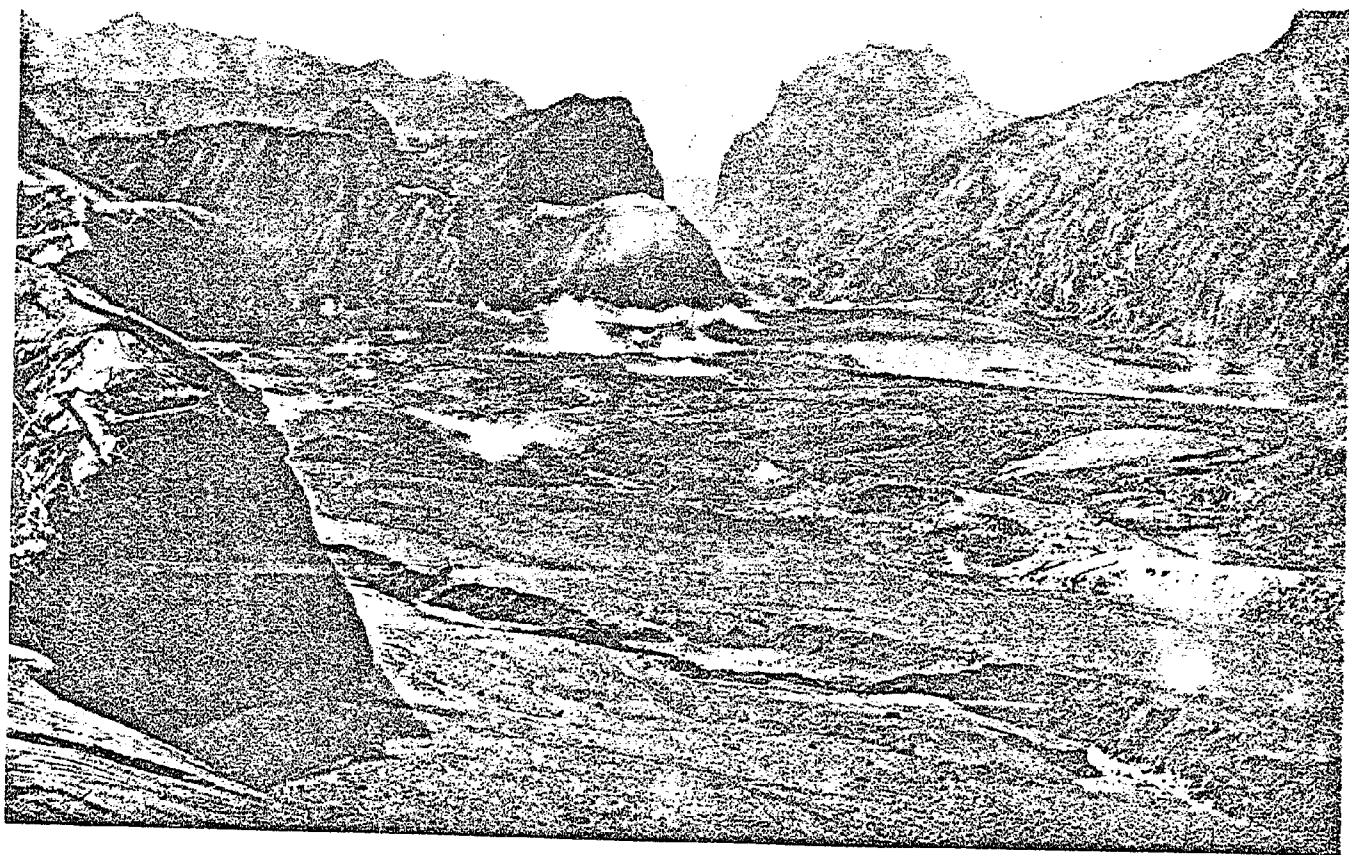
5. Pelée 型の熱雲

最も恐ろしい、直接の、火山力顯示はPelée型の熱雲である。この雲は恐るべき速力で前進するので真に恐ろしい。1902年5月8日マルチニク島のSt. Pierreを荒廃と化した熱雲は秒速150m、分にして9Km、時速540Kmに達した。St. Pierreの町はPelée山の頂上から6Kmの位置にある。この距離は40秒で走破された。この雲が火口からあがるのを見たSt. Pierreの住民28,000は何かおきるのかを意識する時間がなかった。40秒後全住民は殺され、町は破壊された。ラクロアはこの熱雲の火口付近の温度を1,100℃と見積った。St. Pierreでは210℃~230℃。ハリケーンの4倍の圧力をもったガス流で、これと直角の方向に立っていた壁はすべてなぎ倒され、同じ方向のものはそのまま残った。ラクロアはその後1902年および1903年にPelée山から何回も熱雲の発生するのを見た。それは溶岩栓の下から水平方向に放射された。水平方向の当初の速力がその重要な特性である。重力がこれに協力して、溶岩塊、碎石、粉塵を斜面に沿って運びおろす。水平放射は、溶岩栓の下のガス圧力が上昇し、遂には側面に開口ができ、そこからガスが逃げたのである。最近の発表でラクロアはこのような熱雲を"nuée Peléenne d'explosion dirigée"と呼んでいる。即ち"Pelée型の熱雲"である。

しかしラクロアはまた、この現象がもっと小さい力でおきること、当初速度が遙に小さく、溶岩栓がふくれ上り、その結果熱い岩石のナダレがおきることも観察した。それを彼は"nuée ardente d'avalanche"と呼んだ。即ちわれわれのメラビ型熱雲である。

ラクロアによれば、この2つの型の熱雲の間には徐々に過渡するものがある。大変あり得ることである。しかしそこからメラビについて何かを抽象しようとした結果は成功しなかった。

火山は溶岩栓を山頂にもつPelée型からメラビ型に移って行くように、その反対も考えられ、可能でもある。ガス圧が火口内で上昇すると、2つの可能性がある：



クルート山 Badak 峡谷上流部における熱雲堆積。雨水が蒸発して水蒸気が発生している。1919年5月

栓が中心から上方に突き破られるか、またはどこか側面へ。第一の場合には変災はあったとしても、たぶん第二の場合よりも軽度である。

頂上に溶岩栓をもつ火山は常に極めて危険な隣人である。ある場合には単にメラビ型の熱雲が発生し、他の場合にはなぜ Pelée 型がおこるかは未だわかっていない。

B. 火山爆発の間接的結果としての災害

6. 火口湖の噴出、溶岩の噴出

ジャワは、噴火煙に加えてもう1つの火山の恐怖がある。泥土流、すなわち溶岩の恐怖にも残念ながら見舞われている。泥土流自体は、本来、火山活動現象ではないが、火山の性質上、火山による被害の中では、他の原因による被害よりも溶岩による被害の方が頻繁に起こる。しかもその進路を前もって発見することが出来ないものでよけい危険である。アルプスでは、Muhre 又は Muhrgänge (いずれも独語—落下する砕岩又は泥土流という意味)という名で知られている泥土流はあらゆる場所で起りうる。というのは山岳地では地表面がゆるんだ地盤で成り立っており、気候も余り乾燥していないからである。ゆるんだ地盤には次のものが含まれている場合がある—すなわち風化土、グレッチャー岩屑又は火山灰。大部分の火山は地層火山に属している。つまり部分的にゆるんだ空気を含んだ岩石、例えば火山灰、火山砂、火山礫の層などで成り立っているので、火山の泥土流が発生する第1の条件はすでに満たされている。第2の条件は、短時間のうちにゆるんだ地盤に流れ込む莫大な量の水である。この水は地盤をつつみ、小川を急激に崩壊させ、泥土水の川に変えてしまう。この場合、水に含まれた浮遊物とか固体の粒子が問題となる。浮遊物は、崩壊の度合いが大きい時は、大きな比重の流動体として作用する。浮遊物の比重はとて大きいので数立方メートルもある大きな岩も押し流してしまう。このような泥土流が持つエネルギーが非常に大きいことは言うまでもない。溶岩の発生の第2の原因は次の様な事である。短時間に大量の水を出すためには、湖をカラにするのが一番だ。堰の決壊によっても確かに大量の水は出るが、もっと速いのは噴火による火口湖の決壊による洪水である。この点でクルートは有名だ。1800年代から始めただけで、クルートの火口湖は、1811年、1826年、1835年、1848年、1864年、1901年、及び1919年と平均18年の周期で噴火による洪水が起きているのが記録されている。1919年には火口湖の全水量、3,800 m³の水が突然火口から吹き出した。



Foto Vereeniging Toeristenverkeer.

写真旅行者仲間の会

1919年5月、プランテーション「ジャゴワン」を荒廃させたクルート火山の泥土流

この時強力な泥土流が発生し、火山の斜面をおおい、枝葉のようにいくつもの支流に分れた。この様に分流したことにより、ついには火山を円錐形に変えてしまった。噴火による溶岩の危険を考慮した場合、どのような衝撃が火山の斜面又は山麓をどのような状態でおそうと特に危険であるかが先ず最初に問題となる。しかし溶岩がどのように分流するかは正確に予測がつかない。従ってこの分岐の仕方には特別の危険が潜んでいる。その上通常、灰の雨により真暗な闇のようになってしまう。近くに丘がある時は、すぐ避難すれば助かる見込みは充分ある。1919年のクルートの爆発は、5月19日から20日にかけての夜中、約1時頃始まり半日しか続かなかった。この爆発で、ヨーロッパ人15人を含む5,110人の人々が死亡し、1,571頭の家畜と8669戸の家屋が被害を受け、18,740件の原地人の農地(±13,300 ha)が荒廃した。その上に、数百の建物、コーヒー、カザバリウゼツラン属の植物(agave)、及び砂糖きび等のプランテーション、さらに橋、鉄道、道路が破壊された。被害は、道路や芸術品を除いても3,091,000フロリンと見積られている。1919年のクルート災害は、今までのところ20世紀に於けるオランダ領東インドの最大の火山災害である。

7. 氷帽溶岩(Jökulhláup=Gletscherlauf 氷河雪崩)

特にアイスランドの種々の火山の場合のように、火山が氷河の下にかくれている場合、換言すると火山が氷帽をかぶっていると爆発の結果氷がとける。このため、かなり短時間の内に大量の水ができる。この水は、最初氷の下にたまり、やがてものすごい力となって氷をつらぬく。この時大きな氷塊は一緒に運ばれ、地表面ではゆるんだ地盤が水につつまれ泥土流が発生する。1660年及び1721年に南アイスランドのカトラ火山からこの種の溶岩が認められた。アイスランド最大の氷帽バトナイエクル(Vatnajökull)の下には、まだ知られていない種々の火山がかくれており、つい最近まで爆発を起していた。氷河雪崩はその結果起きたもので、特に1892年、1897年、1903年のものがよく知られている。

8. 火山が海に崩れ落ちることによって起る湾の形成

オランダ領東インドに於ける歴史に残る火山災害のなかで最大のものは、1883年にクラカタウ山の爆発による災害で、爆発はプレット型である。クラカタウの3つの群島—クラカタウ島又は別名ラカタ島、ラング島、及びフェルラーテン島は無水島であった。爆発は本島で、1883年の5月20日に始まったが、最初は深刻な様子を呈していなかった。8月26日には噴火の末期がはじまった。噴火は8月27日10時にクライマックスに達し、クラカタウ島の大部分は崩れ落ちた。約22時間の間に噴火する円柱が形成され、この円柱はガス流が減るや否や崩れ落ちた。少なくとも容量が1Km³もあると思われる巨大な岩石の塊が急激に海に落ちたので、湾の谷間でも平均水位より約20mも高く、湾の頂上との高度差が30mもある大きな湾ができあがった。南スマトラと西ジャワの間のソエンダ海峡に面している海岸は冠水し、約36,000人が湾で無残な死をとげた。

クラカタウ山の現在の活動は新しい火山の形成にある。この火山は湾の急な縁にあり、(1883年のカルデラ)、海底火山として始まる。時々海面から頭を持ち上げ、湾及び地震により再び削りとられる。1883年のような災害の起る恐れは今のところない。何故なら大きな岩石のかたまりが

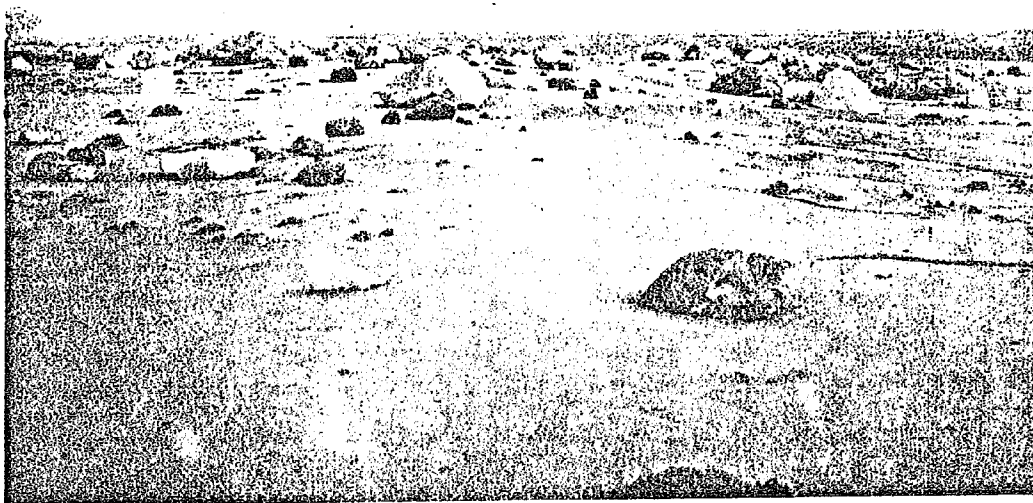
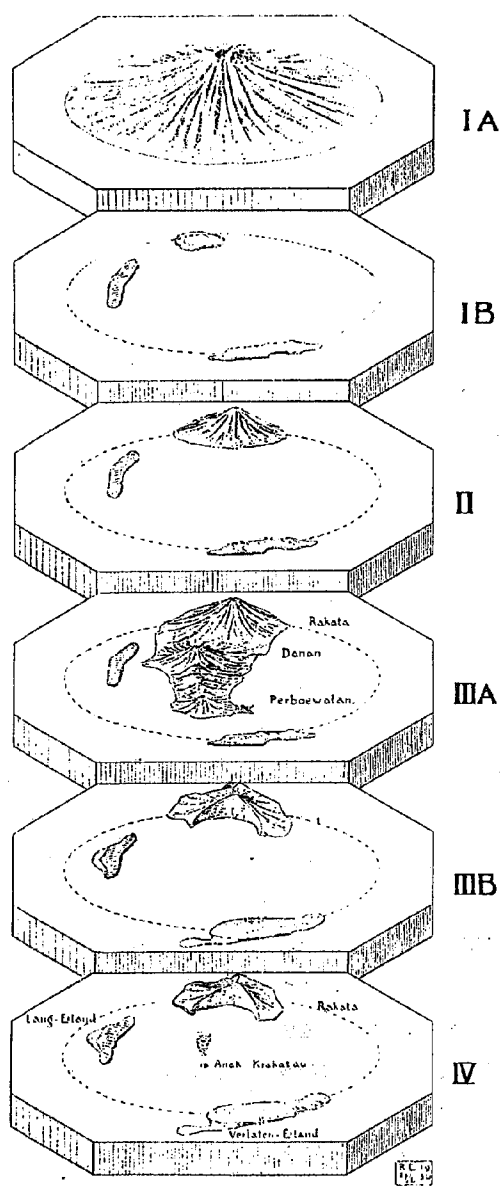


Foto Vereniging Toeristenverkeer.

1919年5月、セメンディング付近（スレンガド付近）のクレート火山による泥土流



クラカタウ群島の歴史

Ⅲ A = 1883年の爆発前の状態

Ⅲ B = 1883年の爆発後の状態

Ⅳ = 現在の状態

海に落ち込むには、先ず最初に、カルデラの形成にもたらすベレット型による非常に大きな爆発が原因となる幅広い噴火円柱の形成が必要だからである。しかし我々が知っているように、カルデラの形成は全く稀にしか起らず、同じ火山が2度目のカルデラを形成する可能性は今後数世紀の間のないからだ。ここで言わんとする事は、火山の爆発に直接あるいは間接に関係する最も重大な種類の災害が問題になっているという事である。

○. 硫気孔期にある火山の危険

9. 窒息性ガス

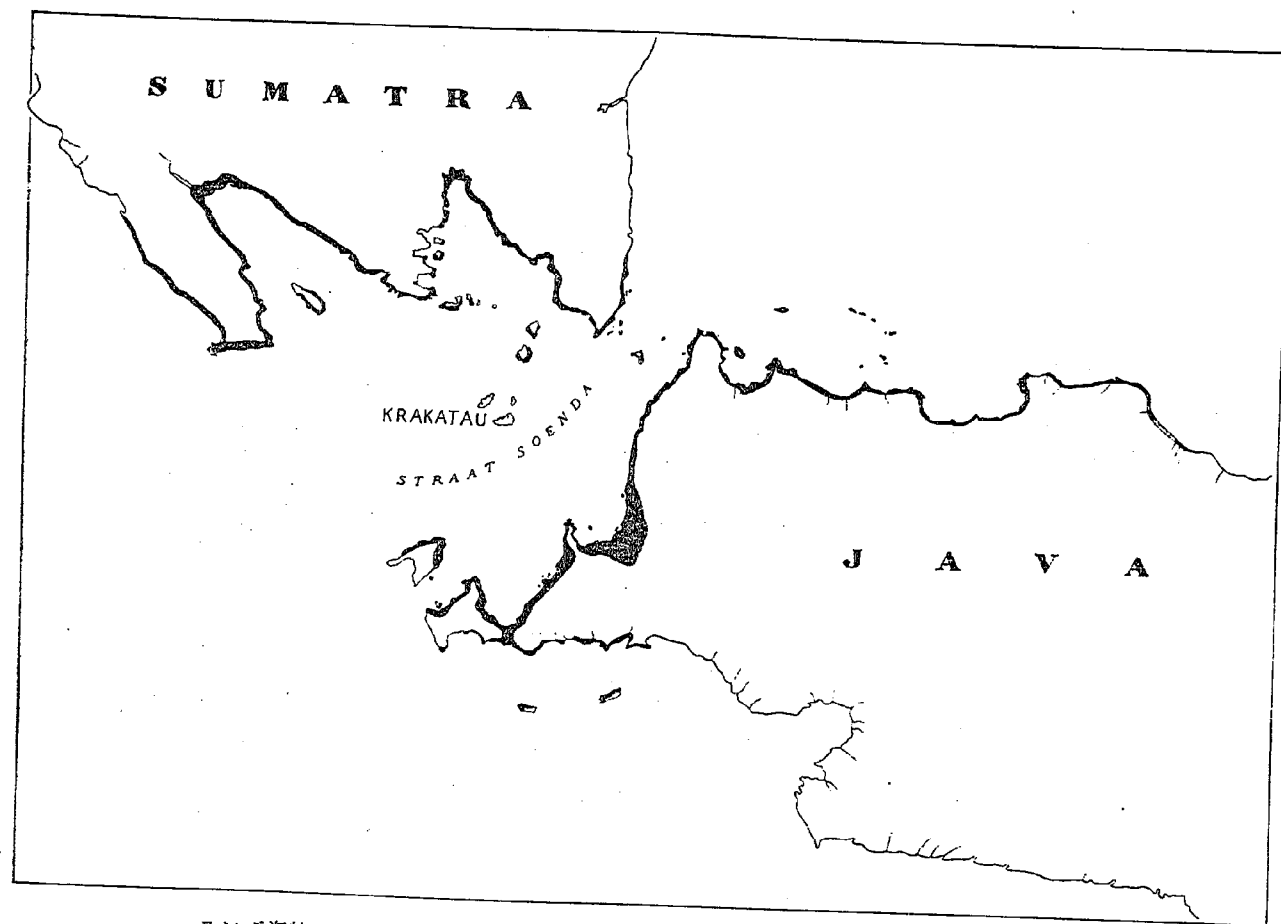
火山は2つの爆発の間はかなり長い期間の休息期に入る。この時火山は火山ガスを出す休火山活動を示す。この火山ガスには、二酸化炭素 (CO_2)、硫化水素 (H_2S)、及び二酸化イオウ (SO_2) などがある。後者の2つのガスの反応によりイオウが昇華される。火口のガス噴出に対して「solfataren」(硫気孔)という名がつけられたのはこの事に由来している。「Fumarolen」(硫気孔)はもっと一般的な言葉でsolfatarenもこれに属する。水蒸気 (H_2O) はすべての噴気孔から吐き出される。その一部分は、火口に降った雨が地下水となって浸透し、噴気孔の高い温度により再び蒸気になったものである。しかし他の大部分は恐らくマグマの源から出て来たものだ。 CO_2 、 H_2S 、及び SO_2 のようなガスだけがマグマから出て来る。これらガスの内、 CO_2 と H_2S は有毒で、後者の硫化水素は微量でも致命的である。

これらのガスが空気中に自由に消える所、風のある所では通常人間にとって危険はない。しかしこれら窒息性ガスが淀んでいる所では事態は違ってくる。二酸化炭素は空気より重くそのため地盤の陥没した所に淀む傾向がある。火山によるあらゆる種類の災害の中で、死の洞窟、犬の洞窟、死の谷、及び窒息の谷が知られている。ナポリ、オベルニュのクレールモン・フェラン、ジャワのディエング高原などがその例である。ジャワでは近年窒息性ガスによる悲しむべき事故が起った。1923年の6月、バンドンの近くのタンクーバン・ブラク火山の火口で近代中学校の生徒3人が死んだ。これは恐らく硫化水素ガスを吸い込んだためである。1925年12月には、ルースラン火山観測所の研修生のリーダーが窒息性ガス(多分、硫化水素)を吸い込んだために、ババンダーヤン火口付近で死んだ。そこは、以前は観測所の人々がしばしば歩き回っていたところだ。火山活動が休止状態にあるどの火山も無風状態では多分に危険である。

D. 火山が直接の原因ではないが、火山の構造と構成に確かな関連をもつ火山地帯の天災

10. 火口湖の決壊と噴出溶岩

もし火口に湖があるならそれは火口が水を通さないという証拠である。それで雨水がジョウゴ形のくぼ地に溜まる。このことから多くの火口が通水性でないことがわかる。非常に少数の火山のみが火口湖をもっている。クルート火山は火口湖を持っているので我々とはとても危険だと見ている。爆発による以外にこのような湖は、部分的であるにしても空になることがあり得る。それは墨壁が破れる時である。これは1875年にクルート火山に起った。度重なる溶岩の噴出で西側の壁は明らかに弱っていた。1875年1月29日、この壁が破れた。水はクルート山の南西部をおろって流出し、溶岩が形成され、2,300の耕作地と1,451の農場が荒廃した。前史時代には類似の現象が、より大きな規模でハルンフング火山(Galoenggoeng)に起ったと見られている。この火山の火口は馬蹄形をしており、南東に向かってタシクマラヤ(Tasikmalaja)の方向に開いていた。タシクマラヤのそばには扇状の域に、数メートルから70メートルに及ぶ約3,600の一連の丘がある。火山地区が存在しないこととこの丘陵地帯は関係があるのは一目瞭然である。一方では火山が存在しない地区



スンダ海峡の冠水した地帯を示す地図。1883年のクラカタウ火山の爆発。
(黒い部分=冠水した地帯)

縮尺 1 : 2,000,000

他方で小さな丘のすべての容量を比べて見ると、これらの丘はある1つの大きな地すべりにより表面がでこぼこになり出来上がったことがわかった。この地すべりの発生に対する推測出来る唯一の説明はハルンフング火山の以前あった火口湖の決壊である。溶岩によってある地域が押し運ばれてしまう可能性も充分考えられることだが、火口とタンクマラヤ間のひどく深いのとぎり状の歯形の峡谷に溶岩流が全然見られないのでこの考えは当たっていない。タンクマラヤ火山の近くのいわゆる「1万の丘」と呼ばれるこの地は、恐らくものすごい力の噴出溶岩によって形成されたのであろう。

火口湖の決壊は、火口が火山錐に対して同心円上にある場合に起きる可能性があるとされている。この同心円上の配置は火山錐が形成された後の噴火口の移動の結果出来たものである。

11. 雨溶岩

熱帯地方の火山地帯は実際に、6章で詳述したような溶岩の成り立ちに関する2つの条件を比較的良好に満たしている。火山の斜面には常にゆるんだ地盤があり、そこに大量の雨が降る。普通の雨では溶岩の形成は起きないが、特別に湿気の多いモンスーンの季節に、特に激しいスコールが降る場合火口湖が泥水流に変わることがある。もっともこのスコールがどんなにすごい雨であるかを理解するには熱帯地方に一度いってみる必要がある。一日当りの最大降水量は、ジャワの大部分の観測所によると200mmから300mmである。しかし降水量の最も多い地域では、1日当りの最大降水量が350mm、400mm、450mm、及び500mmにも達する。オランダでは、年間平均雨量が700mmである事実を考えるとここに挙げた数字が意味することがわかるであろう。オランダ領東インドでは、河川による突然でしかも大規模の洪水を「バンジル」(bandjir)と呼んでいる。「川がバンジルする」とは高潮の湧が河川によって拡張することを意味する。バンジルは極端に多量にふる局地の雨に拠るよりでなく、むしろ河川の流域の大部分又は全部にかけて降る多量の雨によって起る。例えば、ブレマ博士は1918年及び1919年バタビア近郊のチリウォン川で起きた2件のバンジル発生の原因は、流域全帯に降った1日の総雨量90mmの雨にあったことをつきとめた。バンジルは溶岩が原因でも起るがいつもそうであるとは限らない。バンジルが起きるには大量のゆるんだ地盤が原因となる。植物が繁茂しているところではゆるんだ地盤も堅固になるが、火山の爆発によって新しい物質が火山の斜面にばらまかれゆるんだ状態にあるところでは溶岩は簡単に発生する。ウルカノ型とそれより更に強いベレット型の通常の火山爆発がしばしば泥土流と共に併発する。ボンベイの町を火山礫と灰で埋めた79年のベスヴィアス火山が爆発した際、ヘラクレスは溶岩にうめられてしまった。同じような溶岩流は爆発の最中に降る強い雨によっても起きる。この雨は、以前には空中で凝結したマグマ水であるとされていたが、アルベルト・ブルン氏はそれに対し、あたり一面をおう灰によって空気が冷却され、空中の水蒸気が灰の粒子のまわりに凝結する為だという説を唱えた。

IV. 火山災害との戦い

ジャワの火山についての我々の知識は、ユングフーン(Junghuhn)の著名な作品「ジャワ」(1852年-1854年)によるもので充分な根拠に基づいていると言える。その後、幾つかの大きな火山爆発があった後で鉱業年鑑に時々火山の記事が出たが、系統的な火山学の研究は一切されなかった。鉱業局の元チーフエンジニアのN・ウィング・イーストン氏は、1915年10月に初めてこの欠陥を埋めた。1918年8月に、オランダ領東インドの火山を系統的に調査する目的で、委員会が王室科学研究所によってつくられた。最初は受身の姿勢をとっていた鉱業局も、1919年のク



クラカタウ火山の一連の海底爆発の発展の3段階

写真 ウムブグローヴェ 1928年1月3日。

ウムブグローヴェ, クラカタウ火山付近の新しい海底火山の最初の数日

ルート火山の宿命の爆発の後積極的に関与し始め、その活動の一部門として「火山研究部」を設立した。この部門の最初のリーダーはG. L. L. ケーメルリング博士(1920年—1923年)で、2番目がN. J. M. タベルネ博士(1923年—1925年)であり、その後を受け継いだのが、Ch. E. ステン博士(1925年—1930年)で今は休暇でヨーロッパに滞在している。彼の留守中はバンドンのM. ニューマン博士が研究を指導した。

火山による災害の規模を聞いたなら火山災害との戦いが火山の爆発と実際に戦うことを意味するのでなく、その為には自然の力が人間の力に比べてとてつもなく大きいことがわかるであろう。災害からのがれる為には危険をいち早く知ることが大切である。火山災害との戦いのもう1つの仕事は主に警報活動である。災害がある一定地域を襲う前にその住民が前もって警報を受けている場合は、人間の能力の及ぶ範囲で必要な措置を取ることが出来る。

しかしこの様な警告がすぐ機能を果たすとは期待出来ない。この先50年又は100年後の気象庁でさえもそのような事は出来ないであろう。もっとも、それでも気象庁は一応必要な仕事を果しているのである。気象庁は、多数の海上の不祥事を防ぐため嵐の警報を出す、それにもかかわらず嵐による船の遭難は後をたたない。丁度10年間存続している「火山研究部」は目下のところは観測をし、出来るだけ多くの火山の変化に注意してその知識をさらに深めていかねばならない。定期的に観測される火山が多い程、火山観測所はそれだけより多くの適切な観測資料を利用出来るのである。

しかしそれには多くの人員が必要である。火山研究部の設備と人員は良いスタートをきってはいるが緊急に規模拡張が必要である。目下ジャワだけ定期的観測が行われているが、ジャワ以外にもまだ多数の活火山がある。オランダ領東インドでは、全部で109の活火山が知られており、1600年以來爆発を起したりソルファタラ期に入ったりしている。そのうち35の火山はジャワ、20の火山はスマトラにある。ジャワで経続的観測下にあるのは次の火山である。

1. バンドン (Bandoeng) 付近のタングクーバン・ブラフー火山 (Tangkoeban Prahoe)
2. ハルート (Garoet) 付近のババダヤン火山 (Papadajan)
3. ジョクジャ (Djokja) 付近のメラピ火山 (Merapi)
4. ケディリ (Kediri) 付近のクルート火山 (Kloet)
5. プロボリンゴ (Probolinggo) 付近のラモンガン火山 (Lamongan)
6. バニューワニギ (Banjoewangi) 付近のカワフ・イジェン火山 (Kawah Idjen)
7. ハルート (Garoet) 付近のカワフ・カモジャング火山 (Kawah Kamodjang)

その上、新しい爆発が始まった1928年1月以來

8. クラカタウ火山 (Krakatau) も定期的に観測されている。

何も起らない限りは火山観測所の人員は充分である。しかしこれらの火山のうち2つ(例えばクラカタウ火山及びメラピ火山)が同時により激しい活動をし始めたらその人員はもう不足する。しかも定期観測下にある8つの火山の他にまだ101の火山があり、その内の大部分は何か特別のことが起った時に初めて観測されることとなる。ジャワで観測をするバンドン所在の中央火山観測の他に、スマトラに1ヶ所、小スンダ列島に1ヶ所、モルッカ諸島に1ヶ所、合計3ヶ所の地方火山観測所を設けて、それぞれオランダ人の地質学者及び火山学者の指導下に置くことが望ましい。この比較的人口密度の小さい地区では火山災害が起こる可能性はジャワに於けるより少ない。火山研究部の上記の拡張の目的は、出来るだけ早く多数の火山の様態を学ぶことである。そうすることによ

り我々の洞察力が高まるからである。観測所をかなり増設しなければ徹底した警報活動を助成する基盤を築くことは出来ない。オランダはこの点で先頭をきらなければならない。何故ならオランダ領東インドほど火山地帯の活動が激しいところはないからだ。

火山の人間による観測に並んで、ジャワでは他に3つの方法を採用している。地震学、熱学、化学による方法である。地震学の方法は、火山の爆発と同時に、しばしば爆発に先立って起る小さい地震を高感度の計器類で記録する方法である。しかしこの場合、オランダ領東インドに於いても火山の噴火と直接関係のない強い地震のことを考えてはいけない。火山による地震は小さいもので、火山にすぐ近い所でしか感じられない。しかし計器類には幾分離れていても記録される。例えば、アナク・クラカタウ火山が1930年8月9日に、ヌウェルト・フレーデン火山がその翌日に爆発したのに伴って起った地震は、150 Km離れた所で1トンの重量のウィーヘルト地震計に記録された。

熱学的観測は、火口の色々な場所で温度を連続的に又は周期的に測る方法である。新しい爆発が起る前に温度が上がるであろうという事を研究の暫定的前提条件として決めることが出来る。長期的観測によって、そのような関係が存在するかどうか、又もし存在するならばその温度上昇が警報活動に役立つのに充分早く起きるかどうかを決定出来るに違いない。

化学的方法は、噴気ガスの分析に基づいている。新しい爆発が近づくに恐らく噴気ガスの化学的組成も変化するであろう。しかしこの変化が警報のしるしとして受け取られる程充分早く現われるかどうかは又しても疑問である。この方法は計器類にだけ任せられない。それが出来るのは最初の2つの調査方法だけである。化学的方法も充分に経験を積み、火山観測の一部分は計器類に任せられるようになるかもしれない。その場合の利点は客観的な情報を提供出来ることである。

火山研究部が今迄にどれ位実績を挙げたかを今問われると、設立されたばかりで、しかも非常に少ない人員で働いているので、重要なデータの長いリストが集まったという回答は出て来ない。幾つかの例をここに挙げる。

1. 調査が良く進んでいる火山地帯では、どの場所で危険なガスが地面から出て来るか今では明らかにされている。警告表示板により旅行者の事故を防いでいる。
2. ババダヤン火山の爆発事故及びこの火山の構造の調査で、この火山がもし再び大きい爆発を起こしたら先ず何処が危険であるかを指摘出来るようになった。この地域は地図上に示されており、同時にこの地図から災害が起きた時には住民は何処へ避難すべきか読みとることが出来る。
3. クルート火山同様、東ジャワのカワフ・イジェン火山も火口湖を持つ。このカワフ火山は噴気孔活動で知られている。このため湖水は強い酸性を示していて、灌漑には向かない。この活動が激しさを増せば、火口湖ははじき飛ばされる可能性があり、その結果噴火の溶岩流が生じるであろう。火山研究部はカワフ・イジェン火山のそのような古い溶岩を見つけ爆発事故当時の危険を知った。火山研究部の定期的な調査の他にもう1つ重要で詳細な計画がある。すなわちクルート火山の火口湖の排水である。1919年のクルート火山の最後の爆発で約5,000人が死亡した時に湖水を排水して空にしてしまおうとの要求が出された。1901年の爆発の後、もうすでにこの湖水の一部を排水することを考えていた事は明らかであるが、その当時は、1919年に災害が起きたとしたら、恐らく規模はもっと小さいであろうが、完全に防ぐことは出来ないであろうという考えにとどまっていた。水を出来るだけ完全に排水することだけが噴火の溶岩を防ぐことが出来る。鉱業局 (Mijnwezen) 又は現在の呼び方をするなら鉱業省 (Dienst van den Mijnbouw) はこの湖の排水の計画を起草し実施した。その結果約4,000万m³の水が火口から消えた。

最初の計画は真直なトンネルを作ることであった。740 mまで進めた時にトンネルに水が出、砂や岩屑が流された。この事故で5人の労働者が死亡した。計画によればトンネルは955 mの長さになるはずだったが、この方法では完遂出来そうもなかった。トロンプ技師は、その時サイフォンを用いて湖を空にする計画を思いついた。理論的には、初めの水面から10 mの深さまでの水全部をポンプで出すことが出来るはずだが、実際にはそこ迄到達するのにむずかしい。そこで上下8 mの高さの差を持つ長さ100 mから200 mのトンネル7つが掘られた。内径65 cmの鉄管から成るサイフォンが一番高い所にあるトンネルに置かれた。この高さは湖の水面と同じである。まず、火口湖の水面から深さ8 m迄の水全部がサイフォンで出された。その後、さらに8 m低い場所にあるトンネルにサイフォンを据え付けた。このようにして徐々にサイフォンを下げ、湖水を出していった。この工事は1919年に始められ1928年5月に終了した。総工費は130万フローリン要した。湖底すなわち火口地盤がデコボコであったので完全には排水出来なかった。まだ200 m³の水が残っているが、これは最初の水量の1/20に当る。

これで、必ず近い将来にあると言われているクルート火山の爆発が本当に起った時でも、我々の期待通り泥土流は最早発生しないし、又もし発生したとしても、被害を最小限に食い止められることとなった。これからは、クルート火山による大きな危険は避けられる。もし再び爆発がある時には、恐らく火口側の主要トンネルは破壊されるだろう。その時は今迄の工事を止め、修理に変更せねばならない。

ここで強調したいのは次の事柄である。第1には、オランダ領東インドに於ける火山活動状況は研究する価値が非常に大きい。第2に、我国の政府により有益な仕事がなされて来た。第3には、火山研究部の研究の速度をさらに大きくすべきである。そしてこれは人員を増やして始めて実現可能である。

2. オランダ領メラピ火山の1930年12月
の新活動に関する考察

Dr. G. L. L. KEMMERING

オランダ領メラピ火山の1930年 12月の新活動に関する考察

著 者

G. L. L. ケメルリング博士

(写真10枚及び図(又はレコード又はその他?)2枚を含む)

昨年末頃に起ったメラピ火山の激しい活動がどんなものであったか想像するには、今迄は新聞による情報に頼らざるを得なかったが、去る2月の「鉱山技師」(Di Mijningenievr)の中に、オランダ領東インド火山研究所の副所長M. ニューマン・ファン・パダン博士¹⁾による最初の公式の報告があった。残念な事には、ニューマン博士も他の専門家も、この激しい活動の事前の、および活動中の状態を近くから観測できなかった。そのためニューマン博士のメラピ火山に関する報告もやはり、マロン観測所の記録及び地震記象が提供するいわゆる第三者のデータによるものである。

¹⁾M. ニューマン・ファン・パダン、「1930年のメラピ火山爆発のすべて」。「鉱山技師」、第12号-20-25ページ、バンドン1931年2月

変動前の観測

1930年の1年間を通して、溶岩の噴出や微震がしばしば観測された。マロンにある頂上から水平距離にして6キロメートル離れた場所に置かれた地震計は、11月13日から15日迄は少しも動かなかった。その後数日間、再び微震が起り、11月22日から23日にかけての夜になって初めて強い振動が記録された。同時にその時、大音響と共に、比較的多量の溶岩が度々噴出した。この状態は、11月23日及び24日の2日間絶え間なく続いた。25日になって溶岩流出が起り、頂上から約300メートル下の所まで下った。

11月25日から12月18日迄の活動

11月25日になると鈍い轟音を伴った凄惨な騒音が聞えた。メラピ火山の西側斜面全体はさながら大きな火の塊だった。灼熱した溶岩の塊が流出してしまうと微震はさらに弱まった。その後溶岩は断え間なく崩壊しつづけ、溶岩の雪崩を起し、夜になると良く知られた「火の海」現象が見られた。日中はこの勢いよく下ってくる塊は、山腹を下る小さな火の雲(熱雲)のように見える。この3週間の間に地震計で記録された地震については報告されていない。しかしこれらの地震記象は、観測された火山現象を研究するにあたり大変重要である。マロン観測所が壊滅した時に、地震記象も全部消失したとは思えない。

12月18日及び19日の活動激化

12月18日には活動はさらに激化し、メラピ火山の斜面の住民を襲った災害の中で最も大きいものへと発展した。火山から流れ出た溶岩のため約1,300人の住民が死亡した。朝の6時頃は、まだ、黒ずんだ噴煙が立ち昇る程度だった。しかし8時頃になると、崩壊した黒い溶岩は、厚い熱雲とともに西側の斜面を下り、溶岩の塊と火山礫から成る灼熱した泥流は、この斜面に湧き出ている溪流に沿って流れた。

溶岩の流出は短い間隔で次々と続き、新しい灼熱泥流になる、後から流出した溶岩は、前に流れた泥流の上を重ねるように流れ下った。溶岩流出時刻は、8時08分、8時25分、8時50分及

び8時53分である。ほかでもなく最後の泥流がマロン観測所まで到達し、すぐさま観測員はそこを立ち去った。この泥流の高さは、地震計の箱の床面、つまり爆発前の溪谷の川底から約35メートルの所まで達した。その後もまだ種々の規模の溶岩流出が起きたが、これらはもはや記録されなかった。11時に起きた溶岩流出は特に大きく、そのため、ブロンケン川のジェランジェロ川——ブロンケン川のふるい支流で、以前には、カリ・ブティフ（白い川）によってバタン川に通じていたへむかう分岐点の所で、この時に初めて氾濫が起きた。そもそも、この古い支流のジェランジェロ川はブロンケン川の深い入込みのために立ちきられ支流の川底は、最後の爆発前には、ブロンケン川の川底よりも、30メートルから35メートルも高かった。しかし18日の午前中には、ブロンケン川が猛烈な勢いで溢れてしまった結果、後から下って来た泥流は、再び古い支流を流れることになった。この恐しさについては、1920年のメラビ火山爆発に関する拙著の中で既に述べた。火山報告Ⅻ3、図（又はレコード又はその他）VI¹⁾

1) G. L. L. ケメリング、「1920年8月はじめより1921年2月末までのメラビ火山（中部ジャワ）の新しい活動」火山報告Ⅻ3 ウエルテフレーデン1921年

その日の午後にはマロンを見ることができた。その時明らかになったのは、11時に起った最後の泥流が流れ去ったのち、ブロンケン溪谷の推積物が、少なくとも20メートル沈下したということである。ニューマンは、この現象の原因が、溶岩泥流を押し流したように思われる乳濁液状の雲からガスが逃げ出したことにあるとする優れた考察を出した。しかし私は、この現象の原因の一端は、瓦礫の塊が火山の麓に向つてゆっくり流れて行ったためではないかと思っている。というのは、下流になるに従つて溪谷が広くなるので、下流の面積は上流のそれより大きくなり、その結果、下流の溶岩の層は上流のそれより薄いに違いないからである。

12月19日の凄じい噴出

18日の泥流が幾分弱まると、住民は、危険は過ぎ去ったと思ひ山麓にある村に帰ってきた。しかし致命的な非常に激しい活動が再び始まった。19日金曜日の7時半に、この数日間に流出した膨大な量の溶岩が一团となって下って来た。雷のような轟音をたてて、灼熱した溶岩流は、ブロンケン川、バタン川、セワナ川の溪谷を流れ下った。ニューマンが彼自身の論説に掲載した概略図は、残念ながら完全ではなく、ブロンケン川だけの泥流を示していて、他の支流の泥流を示していない。そのため、私は1枚のスケッチ図を付け加えた。これを見れば泥流の枝分れがより完全にわかる。この大異変が起きた地域の境界線は、1月7日付けのロッテルダム新報（Nieuwe Rotterdamsche Courant）に発表されたスケッチ図から採ったものである。オランダ領東インド諸島空軍からの1枚の写真に従つて若干の訂正が行われた。私はその写真のコピーを手に入れた。前述のニューマン撮影写真も1も参照されたい。この決定的写真は、恐らく、細部においてスケッチとは違っているだろう。

ブロンケン川、ジェランジョ川通過付近で再び氾濫

この日の流出溶岩の大部分は、主としてブロンケン川溪谷を通して流れ、最初はバロン村¹⁾近くでとまったきりになったのである。溪谷の曲がり方を考慮に入れると、道のりは間違いなく15から16キロメートルに達する。前日の泥流で溪谷が塞がれてしまったのでジェランジョ川の所で本格的な氾濫が起きてしまった。かなり大きな溶岩塊が、この突破口を通してブティフ²⁾溪谷に向つて流れた。しかしこの源泉流であるブティフ川も流れ下って来る泥流塊を収容しきれず、又もや、隣接する他の源泉流³⁾に注ぐ支流ができてしまった。ブティフ川に沿って流れた泥流は、下流地区スルン

ブンから遠くないエボス村のちかくまで来てやっと止った。もうひとつの泥流は、アブラク村近くで、山頂から、バタン溪谷を通して下って来た熱い泥流と合流した。パロンとアブラクの間にある排水路沿いの、有名なアブラクデルタ地域（火山報告 163 前述参照）では、泥流は広い面積全体に広がってしまった。バタン川をながれた泥流が、山麓の方へ向ってさらに流れなかった理由のひとつはこの点にある。

- 1) バタン川に沿ったパロン村と混同しないこと。
- 2) この名前は、過去数年間にもすでに、この源泉流を通して灼熱した泥流が下ったことを示しているのではないだろうか。ちなみに「ブティフ」とは「白い」という意味である。
- 3) 「Soemberkali」（源泉流）の意味については 731 ページ参照。

ブロンケン溪谷とバタン溪谷に挟まれた全地域が、ゲジュガン村に至る迄、熱い溶岩泥流によっておおわれてしまったと間違いなく云える。しかしあちこちに散在する幾つかの土地は被害を受けずに済んだ。火山の熱い息づかいがすべての生命を断ってしまったこの灰色の死の大地の中に点する線のオアシスを眺めると、運命が如何に気紛れであるかがよくわかる。¹⁾ たまたまパロン村とクランベアンの村は被害を受けなかった。そのための住民から不死身の村と考えられた。しかしバリ島にあるバトゥール村は、やはり火山の麓にあり、同じ様な名前を付けられていたが、私はこの村をひとつの警告として役立てたい。この地域は火山による災害を何回にも渡ってまぬがれたが、1926年に、厚い層の溶岩流が山を下ってきた。その時、すべての家や寺院は全壊し、以前の巡礼の地であった場所は荒れはてた溶岩の大地と化してしまった。

- 1) 白っぽい灰色の層が大地を雪のようにおおった。

熱い溶岩泥流に関する幾つかの特性

溶岩泥流は、流砂のように流動的で、溪谷のあらゆる湾曲部に流れ込んだ。これは、熱い溶岩泥流が下る時に受ける抵抗がいかに小さいかを示している。比較的重い溶岩は、溪谷の双壁の間をすべるように流れるが、溶岩が流れると溪谷は一杯になってしまうので、特に外側の湾曲部の数ヶ所で、繰り返し溶岩が河岸を流れ出し、そこで大小の塊からなる集塊となつてとどまっていた。²⁾ このような集塊は、噴火前の溪谷の深さがたしかに 50 メートルあったブロンケン溪谷の、マロン観測所の上流にある、最初の大きな湾曲部をなした岸の上にも見られる。

- 2) この事実は重要である。何故ならば、1902年のペレー火山の大きな爆発の際に、ブランシュ川溪谷の、当時深かった地点の河岸にも大きな溶岩塊が見られたという事実に対して、ラクロワは、溶岩泥流が一定方向に流れたためとしか説明のしようがないと云っている。

A) A・ラクロワ、ペレー火山とその噴火—パリ、1904年

B) A・ラクロワ、噴火後のペレー火山。パリ、1908年

C) A・ラクロワ、火山の噴火物及び火山による火成碎屑の生成に関する考察。フランス地質学会創立百年記念出版物、1803年—1930年 2巻 431 から 457 ページ。パリ、1930年

溪谷を埋めた泥流物質の層がひどく薄くなったことは既に確認した通りである。泥流が、溪谷の河岸を乗り越えて流れたのを自分で見て確かめなければ、ペレー火山の場合同様、どのようにして、あの大きな溶岩の塊があんなに高い所まで上ったのか不思議に思うであろう。¹⁾

溪谷に残った泥流塊は、表面がかなり急速に、非常に堅く固まったので、手ぎりで 30 から 48 センチ以上深く穴をあけられなかった。しかし、流れ落ちる雨水は、短期間の内に既に、この塊に侵蝕によるかなり深い溝を作りあげた。この塊の化学組成はとても複雑だが、最上層は、2 から 3

メートルの厚さで、細かい物質、つまり浮遊する乳濁液状の雲から沈殿した溶岩成分から成る、ということが明らかになった。比較的細かい物質は雨水によって洗い流されてしまったので、粒子のやや大きい物質が現われたのである。数箇所から、溶岩塊に含まれていたガスが、硫気孔現象に似た形で逃げ出し、出口の回りに昇華物として沈殿した。その上強い雨が降った後、雨が熱い泥流塊に触れ蒸気ができ、その結果、私がクルート火山の溶岩で観測した火山爆発に類似した現象も起った。¹⁾

1) Vnt. 2 前ページ参照

2) G.L.ケミリング博士「1919年5月19日夜から20日にかけてのクルート火山の爆発」火山報告 162 ウェルテフレーデン 1921年

熱雲は火山が出す噴煙ではない

噴火の際に、流れ下る溶岩泥流の後を追って熱雲が火山の斜面を下るのが見られた。溶岩泥流が溪谷を下れば下る程、それに続いて、熱雲も速くへ流れた。初めの熱雲がまだ充分晴れない内に、次の熱雲が再びあがり、

中略、原文不明

3) 溪谷を流れた溶岩泥流は、スンベル村の近くまできたが、幸運にもそれ以上は広がらなかった。

熱雲の破壊熱

泥流から昇る熱雲は、脇方向へは少ししか広がらず、むしろ進行方向により速く迄流れた。泥流の熱と、泥流に伴なって流れ下る熱雲の熱による被害をはっきりと区別することはほとんど困難だったが、ブロンケン川の、マロン上流地点での湾曲部附近のように、両者が分離している時は、ど

ちらの熱による被害がはっきり見てとれる。大部分の犠牲者の直接の死因は、熱雲の熱い溶岩成分を吸い込んだためであった。驚くべきことには、しっかりと閉じまりした竹の家に入れた人々は生存していた。熱い溶岩成分は、竹の壁の網目を通過できなかったことは明らかだが、それでも熱雲の熱による被害がかなり見られた。これに関して重要なのは、ゲジュガン村の村長の家で、突然熱雲に襲われた火山研究所の所長 F.エコマ・フェルスステへの報告である。「鉾山技師」XII 17—19 ページ、1931年2月参照。

「12月19日夕方7時半、私は家に侵入してきた灼熱した灰の雲で目が覚めた。辺り一面がもくもくした熱い灰の雲で明るかった。回りの家や木には既に火がついていた。至る所住民の祈りの声が聞こえたが間もなくそれも止んだ。後でわかったのだが皆死んでいた。8時半に、私達は抜け出そうと試みたが、足をひどく火傷して戻らねばならなかった。バルディ長官は、もはや力もなく、戸外の灰の雨の中に座ったきりであった。9時半に冷たい気流が吹いてきた。これは、火山の斜面の天候が良くないためだった。11時半になってやっと避難できた。」

避難民は重傷を負って、約8時間後にようやく、5キロメートル程もない道のりを、うめき声をあげ、這いつくばいながら生存者のいる地区にたどり着き、助けを求めた。エコマ・フェルスステへ所長は快復したが、バルディ長官は、火傷のため殉死した。彼は、彼が属している隊の中で最も優れた隊員の内の1人だった。ここで心から彼の御冥福を祈りたい。

同様に重要なのは、1902年のペレー火山の爆発の際に、前述のラクロワによって観測された次の現象である。犠牲者の死体の大部には、溶岩成分がまったく見出されないか、または、溶岩成分のほんの薄い層しかかぶっていなかった。衣服には、焼けた跡が少しも残っていなかった。死は彼らを余りにも突然に襲ったので、多くの人々は、まだその時の恰好のままだった。しかし溶岩泥流に触れた者の中には、重症の火傷を受けていた者もあれば、真黒になって焼け死んでいる者もいた。

灰の雨

マゲランからジョチャにいたるメラビ火山の西側の全地域に灰が降り、無気味な灰色の衣ですべてを被ってしまった。教師としてジョチャに住んでいた J.B.グランジェアン技師は、彼が観測した数日間の模様を次のように語っている。¹⁾

12月17日、水曜日

夜10時にジャチャから灼熱した塊がはっきり見えた。有名な「火の海」現象を伴って溶岩のなだれは山の西側斜面を下りた。

12月18日、木曜日

朝8時には再び明るくなり、うす黒い花キャベツ状の噴煙が、山頂の上数百メートルまで昇っているのがはっきり見えた。午前9時15分頃最初の灰がジョチャに降った。辺りは暗くなり、ランプをつけなければならなかった。灰の雨はゆっくりと霧雨と混って泥の雨となった。風向きは北北西だった。午前11時15分頃灰の雨は強さを増し、喉を催し、息苦しくなった。化学的調査によって、この刺激は塩化水素ガスによるものであり、二酸化イオウは含まれていないことが分った。午後になると灰の雨は弱くなり、2時には太陽が見えてきた。午後5時30分頃には灰はまったく降らなくなった。夕方には、灼熱した溶岩の塊と、そこから昇る黒っぽい煙の柱が再び見えた。

19日の朝5時まででジョチャに降った灰の総量は、1平方メートル当り71グラムに達した。この量がいかに少ないかは、1919年のクルート火山爆発時の量と比較すれば簡単にわかる。この時は、クルート火山の火口から40キロメートル離れたマラングに、1平方メートル当り6.81キ

ログラムの灰が降った。これはメラビ火山から30キロメートルしか離れていないジョチャに降った量の約100倍に当る。しかし比重では、双方の差は余りない。すなわち、1919年のクルート火山灰は2.66、1930年のメラビ火山灰は2.64である。

1) J.B.グランジェアン、1930年12月18日メラビ火山の爆発に関する短い報告、鉱山技師Ⅻ4-6ページバンドゥン、1931年1月

メラビ火山灰は、火山灰が空中非常に高くまで吹き上げられるような強烈な爆発によるものではないということは、以上に述べたことからよく分かる。何故なら、もし強烈な爆発によるものであるなら、灰の量は、はるかに多くなければならないし、比較的高い空中では常に南東から北西の風が吹いているので、¹⁾太陽を暗くしたジョチャの灰の雨は全然考えられないからである。だから灰は、山の斜面に沿って下りた熱雲からのみ発生したのである。恐らく、その時溶岩成分も垂直に昇ったのであろうが、²⁾溶岩から分離するガスの圧力が小さいことを考えると、溶岩成分は、ほんの数メートル昇っただけで、クルート火山爆発の時のように、数千メートルも昇らなかったのだろう。

驚くべきことには、グランジェアン技師は、最も強い噴火が、まさしくその日の夕方に起ったにもかかわらず、12月19日迄に降った灰の雨の後の出来事について、まったく報告していない。多分その時既に、局地の風が、北から南ではなく、むしろ南から北へ吹いていただろうし、そのため熱雲の溶岩成分は、おもにマゲランに向って移動したのであろう。

さらに重要な事実、メラビ火山灰が硫化物を含まないのに対し、クルート火山からの噴出物の一部は、硫化物を多く含む。この現象は、恐らくクルート火山の爆発の性質が異なるためであろう。メラビ火山は、通常硫黄孔の作用に曝されなかった溶岩を吹き出しているのに対して、クルート火山は、数年間休止した後、その間ずっと火山ガスに曝されていた溶岩を噴出したからである。³⁾

1) 写真10参照

2) 写真4参照

その後から今日までの活動

1931年1月22日付けのニューマン・ファン・バダンの論説には、最後にこう書かれている
金曜日の噴火の後には余り大きな事件はなかった。しかし1月22日以後、活動は再び活発になったように思える。何故ならば、3月22日の新聞報道によると、同日の朝6時、再び大きな溶岩噴出がおこり、その後熱雲が発生した。火山研究所の所長は、事態を重く見て、5つの村に避難命令を出すことを中部ジャワの知事と決めた。約1,800人の住民は、以前にも犠牲者が収容されたムンティランのバラッドに移された。

3月29日の新聞報道によると、その時、火山研究所の所員が、メラビ火山に登り、12月末から火口に出来ていた新しい溶岩栓に、15メートルの距離まで近づいて観測したということだ。この溶岩栓から、ブロンケン川の斜面に伸びていた舌状の溶岩塊が、相変らず大きくなりつつあったことがこの時確認された。⁴⁾この流出が、山頂から約1,000メートル離れた所で起っているから、勾配の急な山頂附近と異なり、熱雲が12月の時以上長い距離を下りてこないであろう、とニューマンは考えた。こういった楽観的見地から、12月に被害を受けた幾つかの村から避難することは最早必要ないと見なされた。「溶岩流出が今の調子で続くならば、心配する理由は何もない。」

4) 写真1と3参照

しかし文献を綿密に調べてみれば、将来の成り行きに関するこの楽観的な意見を正当化するデータはどこにも見出せないであろう。この時観測されたすべての現象は、以前にも既に記録されてい

る。私は、メラビ火山の今後の火山活動が、その周囲の地域にとって、以前より楽観視できるようになるとは思わない。私は後続のページで、この事を証明できると思う。ともかく、火山活動の観測者は、根拠もなく楽観的になるべきではない、と前もって警告しておきたい。¹⁾

¹⁾ 去る5月26日、再び黒い熱雲がブロンケン川に沿って流れ下った。これは、私の警告が正しかったことを裏づけている。6月12日の電報は、火山のかなり激しい活動を伝えている。

観測した現象から何を学ぶべきか

ニューマンは、彼の論説を次のように始めている。「メラビ火山の最後の爆発で、特に注目すべき3つの現象が記った。すなわち、

1. 火山の西側山腹の突破口の形成
2. ブロンケン川溪谷に沿って流れ進んだ泥流
3. 「熱雲」

メラビ火山の爆発に関する文献を綿密に調べれば、火山研究者の注意を引いたのは、常にこの同じ現象であることが明らかだ。これらの文献を参照しなければ、メラビ火山爆発に関する問題で判断を下すことが不可能である。ニューマンの論説の内容から判断すると、彼がこれを書いた時、この文献をまだ充分に知らなかったという結論が下せると思う。以下の事柄からそれが明らかになる。

西側の溶岩栓の突破口

オランダ領東インド空軍によって撮影された添付の写真を見ると、1930年末の噴火活動によって、どのようにして火山の西側の頂上の部分に、大きく深い溝状の広がりがあったかが分かる。爆発の影響を一番ひどく受けた1883年の東側の溶岩栓について、1911年にできたのは、主に西側の溶岩栓である。今、そこで見られる空洞の部分は、馬蹄形の火口である。この馬蹄形火口の壁は、上記の東の溶岩栓と西の溶岩栓によって形成されている。割れ目の間の間隙に黒い栓状の溶岩塊が突き出ているのが見える。この溶岩塊は、もう一方の、すなわち西側の溶岩栓よりもはるかにうす黒い。ここでは、活動している現在の溶岩の中心部、この溶岩塊がブロンケン溪谷の方へ舌状に突き出ていること、この溶岩が、再び、一部溢れでているのがはっきり見える。写真1及び3参照

ニューマンによれば、この西側の突破口と割れ目は、1度に出来たのではなく、種々の段階を経て出来あがったということだ。

第一期 新しい火山通路と新しい溶岩栓の形成

1930年11月の新たな火山活動の時に粘性の高い溶岩は、火山の外層の表面に向かって逃げ道を求めたが、1920年21年に、噴出路となっていた通路はふさがっていた。この通路を塞いでいる溶岩は、明らかに、充分冷えて硬化していたので、追いつくことができなかった。1911年に、丁度同じ理由で、東の溶岩栓の後に、新しく西の溶岩栓ができたように、この時も、山頂から300メートル下の山腹に溶岩の決壊が起り、火山の外層の物質も押し出された。

この物質は、11月22/24日に下り始めていた。これは、地震計に、強い振動の形で記録されていた。流出は、1.2時間から僅か数分の間隔で起った。11月25日、ついに出口を見つけると、その決壊口の上に新しい溶岩栓を形成した。これは、溶岩の粘性が高いため、溶岩流として流れ去ることができないためである。しかしこのマグマによる衝撃的な活動は止んでしまった。これは、新しい溶岩栓が不規則に砕けたために明らかになった。12月18日まで、このように、溶岩の静かな押し出しが続き、昔からよく知られている火の海やその他の現象が斜面に沿って見られた。溶岩な

だれは、ブロンケン川ばかりではなく、バタン川やセナワ川の斜面をも下った。

第二期 新しい火山通路を通る溶岩のより速い上昇、ベレットの線状噴火とガス放出期

18日と19日の火山活動激化の原因は、主に、溶岩が新しい火山通路を、いつになくより速く上昇したことだった。「そのため山の壁に圧力がかかり、最も弱い部分は裂け、溶岩の流出が起った。上昇する溶岩塊の圧力はそのため減少し、それ迄閉じ込められていた火山ガスが爆発的勢いで飛び出る。火山ガスは、他の物質を取り除く作用を果すが、主な役割はやはり、マグマ自体を砕くことであろう。」

西と東の溶岩栓のかなり大きな部分が、同時に壊滅したことは、ニューマンによると、突き出た溶岩栓の塊が支点を失い、崩れ落ちる原因となった、西側部分での爆発期間中の押し出しに、一部原因があるということである。何故ならこの溶岩塊は上には吹き上がらなかったからである。少なくとも、火山（アトリオとソンマ）の元頂上部には、新しい破片状物質は全然見られない。又、横にも溶岩塊が吹き飛ばされた可能性はない。というのは、熱雲が広がった地域には、山頂から4キロメートルの所でも、粒子の細かい溶岩成分を除いては、他の比較的大きな溶岩成分はまったく見られなかったからである。ニューマンは、「そうしてみると、これは、そもそもマグマの粘性によって、特別な性質を持った線状噴火と関係があるのではないか。」と考えた。

事故のあった日の火山活動が激化した理由は、ニューマンによると、「高速度で上昇する溶岩に含まれていた比較的多量のガスが分離したためである。」とのことだ。これに関し、同氏は次のように述べている。

「この日の活動はある程度、ベレットのがス期と比較できるだろうが、マグマは非常に粘性が高く、マグマが重要性をもって実際の爆発を起す程の強さを持っていない。だからこの活動は、溶岩の通常よりかなり大きい上昇速度、火山外層の1部分の突きあげと飛び出し、及び数百メートルの深さにまで至る溶岩の崩壊という形で、通常現われる。」

第三期 新しい溶岩塊核の形成及びその後のゆっくりとした崩壊

12月18日、19日の激しい活動の後で、大きな溶岩栓の間隙に、又もや溶岩塊の核が盛り上がるように出来、突破口を通過して舌状に延長線が出来てきた。そのため、以前と同じ状態になってしまった。激変が起きる前の数ヶ月を特徴づける噴火期が開始した。

ニューマンは、このことから次のような結論を出している。

「噴口を塞ぐ溶岩栓の存在が、大きな爆発を導くという古い見解はここでは証明されなかった。」強い爆発作用を伴うことなく、新しい火山通路は、火山の頂上へ導く出口へ通ずることができた。12月18/19日の強い活動が始まった時には、この通路は開いており、より多きな力を得るようになる外的要因は何もなかった。

これらの考察に対する反対意見

1. 1930年の突破口と活動する溶岩の核は、1920年のそれらと同じで、新しい火山通路は形成されなかった。

1918年以来、西側の溶岩栓は、完全な円屋根型の溶岩泉が示す外観ではなくなった。この時は既に、西側の端に突破口が生じており、ここを通過して溶岩がブロンケン斜面に流れ出していた。その後、西側の溶岩栓の間隙は再びゆっくりと塞がり、1920年6月には、以前の間隙を囲む馬蹄形の縁の上に黒い溶岩栓がはっきり目立程つき出てきた。私はこれを活動する溶岩栓と名付けた。写真4 火山報告 Ⅱ 3（前述）参照。

その後8月に活動が活発化した。溶岩雪崩、溶岩泥流、及び熱雲など観測された現象にではなく、震度において最後の1930年12月の活動激化とに差異がある。西側の溶岩栓の外層は数日後ひどく破壊されていたのが観測され、活動中の溶岩の核の上部も同じく著しく破壊されていた。突破口にも間隙が見られ、峡谷状の延長線がブロンケン斜面に伸びていた。活動する溶岩核をはじめとするすべての流出溶岩は、この峡谷を通過していた。私がそう名付けた「雪崩峡谷」は、ブロンケン斜面の泥流の中にますます深く掘り下がっていった。火山報告第3（前述）の写真10及び11を、最後の爆発の時に撮ったメラピ火山の斜面の写真と比較すると、形状における差異は、ただ大きさが異なるだけであることが明らかだ。1920年の時より、突破口の幅は大きく、峡谷は深く、突破口の一番上の縁に対する活動中の溶岩核の位置は低い。

1920年9月には、黒い溶岩の核は又もやその高さで広がりが増し、西側の溶岩栓がまだ出来てなかった1909年には全く溶岩に被われていなかった2,805メートルの小さな丘を再び被ってしまった。¹⁾ブロンケン斜面の深い峡谷は再びゆっくりと塞がれてしまい、8月前の状態が又もや出来上った。小さな溶岩流が、黒い溶岩核の栓から流れ出るのがしばしば見られたが、せいぜい2～3百メートル流れた後停滞してしまい、一部は幾つかの塊に別れてしまった。

1920年10月12日、大規模の溶岩流出が起った。私は、この原因が、強い雨が降った後にブロンケン斜面に地滑りが起ったためであると判断した。つまり地滑りのために、溶岩栓の核の突き出た部分が支点を失って、猛烈な勢いで斜面を下り、小さな惨事を引き起したのである。この時35人が熱雲のために死んだ。熱い溶岩泥流は、ブロンケン峡谷のマロン上流辺りで止った。

結論—1930年の爆発は、観測された現象については別として、震度に関する限り、それ以前の総ての爆発と差異を見せている。西側山腹にある溶岩栓の突破口と峡谷は以前から存在していた。これらは、活動中の溶岩栓核によって塞がれ、その後、押し寄せる溶岩の圧力で再び開いた。西側の溶岩栓の中で活動中の溶岩栓核の見える所でも、1920年の溶岩栓が相変わらず見られる。²⁾1930年に、新しい火山通路が出来た可能性はない。

¹⁾活動中の溶岩核は、この時、間隙の囲りの縁の最も高い所（2,963メートル）から約160メートルの高さだった。1909年地形学研究報告参照

²⁾ユングフーンの時でも、活動する溶岩栓は今と同じ場所にあった。同じ外観、外層、内部構造のユングフーン、F.ジャワ、アムステルダム、1853年第2部参照

2. 1920年から1930年の間には、火山活動の休止期はなかった。

1920年／21年の噴火期後、1930年までひとつの休止期があり、そのため火山通路内の溶岩が冷え固ったというニューマンの意見に対し、私は断固反対せざるを得ない。私の判断の正しさを確証するには、これら数年間に一部は私自身、又一部はN.J.ダベルネ氏が著述した火山学報告¹⁾を照会するだけでよい。

報告第XXIには次のように記してある。メラピ火山は、1921年の後半には、全然活動の活発化を見せなかったが、1922年には3回に渡って爆発を起している。その時期は、2月18日、4月4日、及び8月8日である。溶岩流出は、ある時はブロンケン斜面、又ある時はボタン斜面及びトリシング斜面に沿って起った。突破口の形は、繰り返し変化し、西側の溶岩栓の外層はあちこちに押し崩され、溶岩核の栓は、あの良く知られた現象のように、再び断え間なく砂け落ち始める。この報告に添付した幾つかの写真を見れば、この時（1922年）既に西側の溶岩栓の中に出来上っていた深い峡谷がはっきりと観測できる。²⁾

- 1) オランダ領東インド、国民雑誌 (Nat. Tijdsch.) に掲載された。
- 2) タベルネ N.J.M 氏のジャワの火山研究、火山報告 67 65 ページ、7.メラビ火山 (M ジャワ) バンドン 1926 も参照のこと。

報告第 XXX によると、1922 の最後の数ヶ月から 1923 年の 8 月までほとんど火山活動は観測されなかったが、その年の最後の 4 半期に、流出溶岩が、セナワ川、ブロンケン川、及びトリシグ川に沿って繰り返した。幸運にも、これらの現象は重大な結果をもたらさず、1 人の犠牲者も出なかった。メラビ火山の噴煙が以前よりも大規模になったことからしても、活動が激化することを覚悟しなければならないだろう。噴煙の合い間に時々山頂が見られ、西側の溶岩栓の最高地点が観測された。その時には、既に幾つかの峡谷状の突破口が溶岩の穹窿岩瘤の中に出来上っており、その中でも特に、セナワ川の突破口が溶岩塊を吐き出していた。11月26日に、この突破口から出る蒸気の温度を測ったら 225°C であった。セナワ峡谷の全長は 120 から 150 メートルで、海拔 2,820 メートル (すなわち溶岩栓の縁の下 140 メートル) の所の幅は 50 メートルあり、深さは 30 メートルであった。

報告第 XLIII では、1925 年 6 月迄の状態を論じている。1924 年の 2 月、5 月、及び 6 月の各月に、山頂は徹底的に調査された。西側の溶岩核は、この時は完全な円屋根形の溶岩泉のような外観はまったくなく、ブロンケンに出口を大きく開いた突破口の間隙が活動中の溶岩核と、その場所から 1922 年 2 月 18 日に流れ出た溶岩流の間に見えた。大きな突破口は、そもそも 2 つの部分に別れており、突破口の南側はバタン川の突破口、その北側はセナワ川の突破口である。本報告の図 3 参照。それぞれ真北と真南に向いている峡谷状のトリシグの割れ目とヘンドルの突破口も調査された。どの割れ目でも、噴出ガスの温度は、昨年より非常に高くなっているのが分った。トリシグの突破口にある幾つかの割れ目の内のひとつに棒を差し込んだところ、数秒の内に黒く焼けてしまった。

6 月には、噴出ガスの温度は、すべての割れ目で既に 500°C 以上であることが分った。メスジダン・ラマル岩壁の近くでもやはり同じだった。これは、マグマの活動が強化していること、しかもその後も活動がますます激しさを増す可能性があることをはっきり示すものである。しかしその時までの溶岩流出回数は、むしろ多くはなく少なかった。

1924 年末期の地震観測と活動の激化

火山の地震観測の分野における重要な出来事としては、1924 年 2 月に、マロン測候所近くにオーモリ地震計を設置したことがあげられる。1924 年 9 月 10 日夕方、山頂の激しい噴煙と重い轟音によって確認された活動の激化は、11 日朝に、多量の溶岩流出を起し、そのピークを迎えたが、重大な事故も引き起すことなしに、溶岩雪崩が下りてくる 36 時間前には既に、オーモリ地震計の多数の微弱な地殻脈動によって、その存在が知らされた。この微震の記録から、震動の異変が特に噴火開始時、及びその直前に現われたことが明らかとなった。火山の表面までの通路が、ひとたび開いてしまうと衝撃は記録されなかった。火山ガスのエネルギーは、この通路を通して、溶岩を除々に押し上げるために、その後すぐ消失してしまった。活動が再び休止した 10 月になって、新たに地震が記録された。しかもこれは、噴火開始の時よりはるかに強いものだった。火山通路は再び塞がってしまったのがはっきり見えた。

この地震記録を、1930 年 11 月に記録された活動が激化した時のものと比較すると、すぐ共通点が発見できる。しかしニューマンは、この地震記録に対し、タベルナとは幾分異なった解釈を与

えている。ニューマンは特に次のように言っている「先日来、数日間に渡って起った比較的強い地震は、比較的多量の溶岩流出があったために起ったに違いない。何故なら、溶岩は出口を求めて突進する時に、火山の外層物質を押し出すからである。灼熱する溶岩塊が外へ出てしまうと、地震は再び弱まった。」

私には、溶岩物質の流出が大きな地震を引き起した、とするこの仮定は、マグマ柱の圧力が原因である、とするタベルナの仮定ほど正しくないように思われる。ニューマンの解釈が本当に正しければ、火山観測に地震計は必要ないことになる。というのは、溶岩流出は肉眼で見ることができるが、その時には、警報を発しても既に遅すぎるからである。溶岩流出の前に起るマグマ柱の圧力の増加が地震計によって記録される時だけ、火山観測に役に立つのである。

1924年の終りから1930年11月までの観測

1924年9月の活動激化の後に、同年10月に再び山頂が眺められた。前に最高温度が計測されたトリシング突破口は、実に、最も最近の火山活動の場所であった。蒸気噴出口が、再び、西側の溶岩栓のさらに西側と南側に移動していたのが目立った。このため近い将来、再び溶岩流出が、セナワとブロンケンのそれぞれの突破口から出て来る可能性があった。

のち、数年の報告は、オランダ領東インド火山研究会報 (Bulletins of the Netherlands East Indian Volcanological Survey) に取り上げられた。この会報の第1号は1927に出た。大きな岩石噴出は1930年の終りまで観測されなかった。しかしこれは、例の溶岩崩壊が起らなかったとか、噴出ガスの温度が高くなかったという意味ではない。¹⁾ 1925年11月に、私は、溶岩雪崩がパタン斜面を下っていくのを、この目で見た。1928年の11月には、セナワ突破口で、まだ600℃以上の温度が計測された。局所地震も断えなかった。ある時は多くの、又ある時は少ない地震が記録された。特に1930年の8月には、著しく多くの地震が記録された。その後10月になって灰の雨が報告されたが、地方で行われた調査では、この形跡が全然見つからなかった。1930年末頃、活動が激化したことを考慮すると、この報告がやはり正しかった可能性がある。

結論 1921年と1930年の間に、ひとつの完全な休止期間があったことは疑いようがない。1924年末までは、数回に及ぶ強い活動が観測された。その後、数年間は、活動の激化が報告されなかったが、火山が完全に休止したことは云えない。何故なら、溶岩の崩壊、地震及び高い温度のような例の現象が間断なく続いたからである。何はともあれ、西側溶岩栓の火山通路が、マグマ柱の冷却によって塞がれてしまったであろうと推測する根拠は全くない。

勿論、1883年以来の、東側及び西側の溶岩栓の発生 of 歴史を探ってみると、マグマ柱が一時冷却し、凝固を起したことを裏付ける論証は全然見つけれない。1883年に東側の溶岩栓が高速度で上昇した後は、1888年までわずかの活動だけが観測された。しかしその後数年間に、この東側の溶岩栓は、1911年まで間断なく活動を示した。この溶岩栓が冷却したことは問題外にしても、同年に西側の溶岩栓が発生し、その後東側の溶岩栓は非常に衰えた。1911年に、古い溶岩柱のそばに、新しい溶岩柱が昇ってきたのは一体どういう原因で起ったのだろうか。

¹⁾ 私の意見では、1926年から1930年の間、山頂の観測を余り重視せず、地震記録にだけ頼りすぎていたと思う。それに加えて、火山研究所の所員は、これら数年間、バトゥール火山、クラカタウ火山及びパローウェ火山の爆発の研究で手が一杯であった。

メラビ火山の原成地層の火山通路は、例えば、東側だけの溶岩栓通路より恐らく大きかったであろう。明らかに、1883年には元の火山通路の一部、すなわち東側の部分だけが溶融し、1911年になって始めて、残りの南側も溶融した。その後、東側噴出は休止した。2つの火山通路内の溶岩

が同じ流動性を持っていないことは、最も強い硫気孔活動が、主に西火山通路の境界面で観測されるという事実から確証できる(火山報告 163、写真 17 参照)。以前の活動の時にも 2 つの溶岩栓が知られていたようだ。ユングフーン(前述)は既に、ジャワについての彼の著書の中で、そのことについて報告している。その中の写真 10 を見ると、ひとつの硫気孔境界面によって分離された溶岩栓が見られる。

3. 線状噴火もブレット期もない

メラビ火山について、線状噴火に似た現象を語る人がいるが、私には理解できない。というのは、線状噴火の時は、山腹に割れ目が形成されるのが第一期で、この中を溶岩が上昇するのが第二期であるが、一方メラビ火山の場合は、丁度逆の順序で事態は進行し、しかも中心火山通路より最も離れた側火口から始まったのである。火山通路内のマグマの上昇速度の増加がまず起こり、山腹の割れ目形成が 2 番目に起った。マグマ柱の溶岩が、より低い位置まで再び下がってから、溶岩栓中の間隙と西側の山腹に伸びていた峡谷状の延長線がようやく見えるようになった。

同様に、12月18日及び19日に観測された火山現象、すなわち、この2日間に起った溶岩の比較的速い上昇と噴出を、1906年のベスピウス火山爆発の時に観測されたブレット期と比較しようとすることは、私には不適当と思われる。何故なら、溶岩流出がなかったことがベスピウス火山のブレット期の特徴だからである。火山通路は丁度この時、深い所まで開いていて、ここを通して多量の高圧ガスが、深い所から山頂の出口の上まで上昇し、上空はるか10から13キロメートルの所に噴煙を形成した。このように、ブレット期は、噴火期よりはむしろ、爆発期の特徴となっている。これについてニューマンは次のように述べている。「メラビ火山の噴火は、溶岩の爆発的噴出を伴わないで起った。」火山の山頂地域や山腹には、噴出された溶岩物質は見つけられなかった。このようにメラビ火山の活動は、これら2日間に、溶岩が比較的速く上昇したことを主な特徴としている。ちなみに、これは、過去数世紀に渡るメラビ火山爆発の特徴である噴出期における、マグマの噴出量の増大の原因となっている。メラビ火山爆発に伴った爆発現象は、非常に深い所から来ているのではない。

1920年には、既にファン・ボッセ¹⁾が次のように注目すべき発言をしていた「火山噴火はいつも非常に深い所に源があるとはかぎらない。マグマの粘性が高く、付着性に富むならば、ガスを火山通路の非常に高い所まで一諸に導いていくことができ、火口付近での爆発が可能になるはずである。このように、あらゆる推移が当然考えられる。」溶岩の突き上げがゆっくり進めば、溶岩栓に溜まる溶岩はガスを分離する時間を充分持ち、溶岩崩壊は漸次進行し、崩壊した溶岩は、もはや、その後大きな熱雲を形成するに至る程多くのガスを含有しなくなる。しかし溶岩の突き上げがより速く進めば、溶岩塊は流出することもありうる。そしてその中には多量のガスが高圧のもとに含まれているであろう。12月18日と19日にメラビ火山の溶岩栓に起ったのは明らかにこれである。

¹⁾ P.M.ファン・ボッセ、クルート火山とベレー火山—雑誌 27号 311/? ページ

結論 メラビ火山の噴火活動は、まず第一に溶岩流出性のもので、火山通路を通して溶岩が衝撃的に押し上げられるのを特徴としている。溶岩が表面に出ると、ガスは、まず溶岩から分離し、その後溶岩崩壊の時にも分離しつづける。この溶岩の突き上げ速度が速ければ速い程、ガスの分離はより激しいものとなり、熱雲により大規模となる。しかし分離ガスの圧力は、溶岩が、本格的爆発の際によく見られるように、非常に高い空中にまで打ち上げられる時ほど高くはない。1930年12月末の活動激化の際に、溶岩栓から昇り立った灰の雲は、山頂よりわずかに数百メートルしか昇らず、

灰の雨は、マゼラン及びジョチャより余り遠い所までは降らなかった。718ページ参照。

最後に、ニューマンの結論に関して述べれば次の通りである。「出口を塞ぐ溶岩栓の存在が、より大きな噴火活動をひき起すという古い見解は、メラピ火山の場合当てはまらないことが分った。」これは最後のメラピ火山爆発には全く当てはまらないと思ふ。何故ならば、火山の通路が塞がったということは全く問題外であり、第2番目に、溶岩の円屋根形の溶岩泉までの上昇は、通常、強い爆発を伴うことなく起ることは良く知られた事実である（1914年のルアン火山及び1918年のガルンググ火山）。ニューマンが語っている古い見解は、活動の大部分が爆発で、この場合、強い爆発後にいつも、溶岩栓の端が、火山通路の中にかくれている溶岩栓から遠く離れるような（例えばクルート火山の噴火を考えると良い）火山にあてはまる。

ペレー火山の突破口

注目すべきことは、ペレー火山爆発の時も、メラピ火山の突破口に似た突破口が常に大きな役割を演じたのである。ほとんど総ての溶岩流出は、この突破口を通過して、ブランシュ川（白い川）溪谷に向かって起ったのである。ペレー火山も、最近の数年間に、再び活動激化の兆候を示していたことは全く偶然である。これに関する報告によると、円屋根形の溶岩泉の状態は、190年から1904年まで非常に変化したそうである。ペレー火山の場合も、円屋根形の溶岩泉中の突破口は大きくなり、新しい溶岩核の栓が突破口の間隙の真中に上ってきた。これが現在活動中の溶岩核である。崩壊溶岩の雪崩は、再びブランシュ川溪谷を下り、熱雲をひき起した。ラクロワ（前述）は、これらすべてを雪崩熱雲「nuées ardentes d'avalanches」と見なした。つまりこれは、メラピ火山の最も最近の現象と全く同じである。

泥水流と溶岩泥流について

火口の線の上に突き出た溶岩栓が崩壊し始めると、熱い溶岩塊の雪崩が起こり、驚くべき速度で火山山頂の斜面に沿って下る。ひとたび中腹の斜面の溪谷に差し掛ると、溪谷の中を乾いた熱い溶岩泥流となって前進する。この噴火の場合には、溶岩泥流は、山頂から約14キロメートル離れた所まで流れてようやく止った。乾いて熱い溶岩泥流塊が、わずかる度から5度の傾きしかない火山斜面を液体のように前進する現象は全く驚くべきとしか言いようがない。この現象は、熱い溶岩泥流が、溶岩泥流から分離するガスと、溶岩成分の乳濁液（これは、溪谷の地下水と触れることによって発生する水蒸気でその量を増す）によって、あたかもクッションによって運ばれるかのように流れる、という説明が私には最も真実に近いと思われる。この乾いて熱い溶岩泥流の命名にあたって必ず混乱を招き、その結果、ある特定の著者がこの種の泥流を意味するのか、それとも、オランダ領東インド諸島などで頻繁に起こる泥水流を意味するのか判断がつけられない時もあり得るので、ニューマンは、乾いて熱い溶岩泥流に対して、あるひとつの一般的に認められている名称を1度導入してみたらどうか、と提案した。私もこの意見には賛成で、この提案についての討議に、次のことを提起したい。

泥水流——Lahars——Besoeks——Ladoes

水によって運ばれる泥流は以前から知られている。火山災害の中で、氾濫は常に多くの惨事をもたらした。クルート火山地域の住民はこれにラハル（Lahar）という名を付け、スムル火山地域ではベスーク（Besoeks）、オランダ領のメラピ火山附近の住民はラドゥ（Ladoe）という言葉を用いる。周知のバンジル（bandjir）の特徴のちがいは、水と土砂の比である。バンジルは、水が大部分で土砂や瓦礫は2次的役割を演ずる。泥は水面近くを、砂は水中に流れ、粗い砂利は比較的重い岩石とともに川底

をころがる。パンジルの場合と同様、ラハル、ラドゥ及びベスークの場合も水が推進力であるが、押し流される泥塊が余りにも大きいため、水流と云うよりはむしろ泥流といった印象を受ける。溪谷の中に無秩序に積み重なった砂利は、“漂よう”とか“ころがる”というよりはむしろ滑り下りるといった具合である。粒子の細さによる分類は無意味である。比較的重い塊が、泥塊の上にも、中にも、下にも見られる。火山報告（前述）№2 参照。

オランダ領東インド諸島をより良く知るようになると、火山の平らな山麓が主に山頂の溪谷から水で運ばれた泥で出来上がっていることが分る。西モンスーンの季節には、この溪谷に沿って多量の泥流が下り、斜面中部に到達すると、火山の山麓全域に広がる。泥流の運搬量は、活火山の方が死火山の場合より多いのは明白である、というのは、新たな爆発ごとに、新しい泥も再び溪谷に運ばれるからである。19世紀に少なくとも5回、20世紀になって既に2回の爆発をしたクルート火山について、特に泥流の現象が最も深く研究されている理由はここにもある。この泥流をここでは「ラハル」と呼んでいるので、この名前は、オランダ領インド火山の文献において、一般に認めるところとなった。ある限られた地域では、ベスーク及びラドゥという名前を用いているが、公用語としては常にラハルを用いるのである。

雨水ラハルと噴火ラハル

定期的な西モンスーンによるラハル、すなわち雨水ラハルに加えて、火口が湖となっている火山の場合、この火口湖の中味を突然吐き出すために起る泥流も知られている。短時間の内に、ぼう大な量の泥流が狭い溪谷を下り、平野に達すると氾濫を起し、非常な荒廃をもたらす。私はこの泥流を「噴火ラハル」(eruptielahars)と名付けた。この有名な例は、クルート火山、カワフ・イジェン火山、サンギ・アウー火山、その他の噴火ラハルである。

泥水流又はラハルは本来次のように分類される

a. 雨水ラハル 山の斜面を勢いよく流れる雨水が、溪谷にある泥物質を平野の方へ押し流す。雨水ラハルは主に、西モンスーンで発生するが、東モンスーンでも発生することもある。

b. 噴火ラハル はじき飛ばされた火口湖の中味为推进力の役割を果たす。これは噴火の時にだけ起る。

c. 決壊ラハル 噴火がなくても、例えば火口壁の決壊にて、火口湖の一部が突然流れ出し、ぼう大な量の瓦礫を平野に押し流す。この種のラハルは、決壊なラハルと名付けられている。

雨水ラハルは通常冷たいが、激しい爆発の時に、多量の熱い溶岩泥流が溪谷に流されると、雨水ラハルは加熱され、あたたかくなることがある。時には、蒸気発生が余り激しいので、泥流塊が数百メートルも上空にはじき飛ばされる。これがいわゆる噴火類似現象であり、私はラハル噴火(laharcrupties)と呼ぶことにした。ユングフーン(前述)は、既にそのような現象について記述している。暖かいラドゥとラドゥ噴火(ladoc-eruptie)は、1822年のメラビ火山爆発の時には、全くめずらしくなかった。これらは、1930年の爆発の時も観測された。

噴火ラハルは通常熱い。何故ならば、湖水が噴火時、又はそれ以前に、既に流出ガスによって加熱されているからである。しかしガ水が湖水を突き抜ける前に、湖水の最上部の水が、湖水からあふれ出てしまうこともあり得る。この場合、噴火ラハルは、最初冷たく、その後ゆっくりと暖かくなる。1919年のクルート火山の噴火ラハルは良い例である。

泥流ばかりでなく、泥流が流れていく溪谷も、ラハル、ベスーク又はラドゥという固有名詞で呼ばれるようになった。例えば、クルート火山の場合は、バダックラハル、セメール火山の場合は、

セムートベスーク、メラビ火山では、ブロンケンラドゥと呼んでいる。私は、同じような溪谷に湧く川にも、ラハルの川、ベスークの川、及びラドゥの川と名付け、火山の中腹部の涌泉地帯に湧く源泉流（soember・rivieren）に主に対比させた。地図ⅧⅥ（soember＝源泉）参照。

溶岩泥流

この泥水流に加えて、以前より溶岩泥流も知られている。これは、わずから5度の火山斜面上でも、あたかも液体のように流動的に進む乾いた熱い溶岩泥物質の流れである。私は最初、クルート火山についてこの現象を記述した。ニューマンは、この事を明らかに見落している。何故ならば、1920年10月12日に、ブロンケン溪谷のマロン観測所から遠くない所で止った溶岩泥流について私が述べたこと（前述の火山報告Ⅷ3 12ページ参照）を引用した後で、彼は次のように言っている。「前方約14キロメートルにわたって流れ広がったこの泥流は、全く別の原因で流動性を得たのである。クルート火山の場合は確かに水が泥流の流動性を呼び起したが、この場合は火山ガスが原因である。」

クルート火山の爆発について私が書いた火山報告（前述）Ⅷ2の中で、特に27及び28ページを参照すれば、火口湖がはじき飛ばされて出来た泥流と、噴火の第2期に吹き上げられた溶岩栓の崩壊物が、溪谷の上流で形成したもうひとつの泥流との区別を、この時私が言ったのだということが明らかになるであろう。ここでその28ページを書いてある通りに引用すると次の通りである。

「しかしながら、熱い水蒸気は、火山生成物が山をゴロゴロと転げ落ちていくので、上空に舞い上がれず、この物質は熱雲となって前進した。比較的粒子の大きい物質は、溪谷に、より小さい物質は火山斜面上を進む。」

後続のいろいろな論説の中で、私はこの現象にさらに詳しい説明を加えた。特に雑誌（Dit Tijdschrift XXXIX号¹⁾参照。24ページに、「クルート火山の熱雲」という見出しで次のように書いてある。「熱くて乾いた物質の流れが溪谷を前進していったに違いない。云々……。」1924年の技師「De Ingenieur」の133ページには「第2期」という見出しで次のように書いてある。「山頂が独特の地形（深い溪谷、細長い丘）をしているため、比較的粒子の大きい物質（ラハル）は谷の湾曲部に一旦集合し、その後、熱い火山生成物となって平野の方へ移動していった。バダクラハルでは、この流れは約5キロメートルもの距離を走り、ドゥルが溪谷の附近で止まった。」さらにもう少し後にはこう書いてある。「この熱く、固くまとまった物質の流動性は、この物質から分離するガスが、内部で乳状液を形成するために生まれるとしか考えられない。²⁾」

10月12日に、ブロンケン溪谷を下った泥流に、私は前述の火山報告Ⅷ3の中で、「ラドゥ」又は「砂バンジル」（zandbandjir）という名を付けた。又、この泥流に対して、土砂流（zandstroomen）、ラハル物質（laharmaterial）及びラドゥ塊（laoemassa）という名称も用いた。事実、もし私が比較的詳しい説明をしなかったら、他の私の出版物を知らない人は、これらの名称から、私が、この泥流を、普通の泥流の意味で用いたのだと推定するかもしれない。そのため、今述べたような混乱を避ける意味で、乾いた溶岩泥流のための特別な名称を、火山の専門語に導入することがあらゆる意味で望まれる。

結局、もしニューマンが、文献をより深く知っていて、しかも私の論説をより正しく引用したならば、私の論説を誤解せずに済んだのである。何故なら、そうすれば私が、「この物質をさらに詳しく調べてみると、1919年5月のクルート火山爆発後に発見されたバダクラハルの物質と、著しく一致することが即座にわかった。」と書いた中で、私が、上記に示されているように、詳しく記した特性を有するバダクラハルの上流に

見られる熱い物質を意味したことは彼にも確かに良く理解できただろう。彼が、「バダック川の物質」ではなく、「バダック川のラハルの中の」を引用したならばさらによく理解できたはずだ。「バダック川ラハルの中の」と云えば「泥流の中の」ではなく、「そういう名の溪谷の中の」という意味であることは明らかである。云うまでもないことだが、例えばバダック川ラハルの泥水流の物質は、バダック川ラハルの中ではなく、氾濫によって、例の泥流円錐形デルタが形成された平らな火山の山麓地域に沈殿したと、私は前述の火山研究¹⁶2の中で繰り返し主張してきた。

¹⁾ G.L.L.ケメルリング、東インド火山国より雑誌「Dit Tijdschrift」最新版XXXIX、1922年、1から41ページ。

²⁾ G.L.L.ケメルリング「クルート火山の火口湖の排水」技師「De Ingenieur」¹⁶8 1924年2月23日、127から133ページ。

その上、火山研究(前述)¹⁶3の中に出てくる「ラドゥ又は土砂バンジル」という章では、推進力として、水には触れておらず、私が2、3ヶ所で、170℃という温度を計測したラドゥ塊の「乾いた熱い物質」と、熱い泥流物質で、私が観測したラハル噴火について書いたのだ。1922年の雑誌「Dit Tijdschrift」のXXXIX号の25/27ページに掲載された、私が書いた論説「メラビ火山の熱雲について」は以前にも引用したが、最後にその一部を又引用する。

「故に、熱空は、火口から流出するガスと崩壊した溶岩からなる乳濁液ではなく、溶岩が粗粒砂岩、砂、及び小さな塊に崩壊する過程である熱い溶岩の雪崩によって出来るものと見なす必要がある。一方、分離するガスは、灼熱した溶岩の粉末をつつみ込み、それによって殆んど総ての摩擦が取り除かれ、物質は水のように流動的に火山の斜面を下る。」同様に、私はその時既に、1950年5月、つまり、同年8月のメラビ火山の活動激化以前に発表された、前述のファン・ボッセの重要な論説についても指摘したが、その結びの文をここでもう一度引用する。

「結局、火山の粗粒砂岩と高温ガスの乳状液が、流水と同様の性質を成すということは、ボイラーの炎管を掃除する際に見られる燃えた薄片状の飛灰の性質を知っている人なら誰も不思議に思わないであろう。灼熱する灰の粒子は、熱い空気の層に包まれる。この空気の層が、あらゆる摩擦を殆んど取り除いてしまうため、この塊は、水のように大地を流れるのである。火山の粗粒砂岩が大きくなればなる程、それだけの高い温度がでるので、この比較が当らないようになる時はない。」

水のように流れる乾いた熱い溶岩泥流現象が、最後のメラビ火山爆発より以前に既に、オランダ領東インド諸島の火山に関する文献の中で知られていた、ということを上記の論説は示していると思う。ユングフーン(前述)387ページは、メラビ火山の強い爆発の際の、似たような乾いて熱い泥流の発生について、すでに指摘していた。彼はこの泥流の機構について、現在一般的になっている説明とは幾分違った説明をした。

これら大きな水路中、至る所に、無数の石の塊が長い列をつくる。この石の塊が、爆発の際に、流れの中を互いに押し合いながら、川下に下っていったことがはっきり観測できる。溶岩の瓦礫で形成されるこの流れの発生の仕方、及びその溶岩瓦礫の運ばれ方がこれほどはっきりする所はジャワのほか何処にもない。凝固の際にくだけた溶岩塊はなく、既に冷たい状態か又は、せいぜい赤熱した位の状態で、しかも鋭い角が削られて、川下まで到達したのは、ほんの僅かの、ばらばらの塊だけである。それでもやはり、数多くの湾曲部を連絡してつまり蛇のように曲がりくねった線を形成するのは河川である—溶岩塊がその川底を流れた溪谷がカーブを成し、そのため岩石の塊が、その溪谷の壁にぶっかる所では、溶岩塊が塚のように、いやむしろ丘のように積み重なっているのが見

える。歴史的に確実に探求できる発生源を持つこの瓦礫だけが、ガルング火山の麓一帯の平野に盛り上っているあの幾つもの石の山の起源を説明している。

ラクロワの説明と熱雲 (nuées ardentes) の分割

マルチク島のベレー火山の活動が激化した時にも、乾いた熱い溶岩泥流が、ブランシュ川溪谷を通り、海まで到達したことは周知の通りだ。この火山を特徴づけるあらゆる現象について、非常に詳細な研究としたラクロワ(前述)は、乾いた熱い溶岩泥流の現象と、この泥流から立ち昇る泥流と密着して前進する乳濁液の雲の現象との区別をしなかった。彼は両方の現象を、灼熱した雲「nuées ardentes」という名で要約してしまい、オランダ語には熱雲「gloedwolken」という言葉に訳した。

彼は、これら2つの現象の命名法について次のように説明している。前述C459ページ。「これらの事実から、私は次のように結論を下した。すなわち、マグマが凝縮する結果、ガス(水蒸気成分)が深い所で分離し、円頂形の山の堅い外層の下に溜り、外層をつき破った。この時、永久火口をつくりあげることなく、熱雲(nuée ardente)があらわれた。」その後、熱雲は、重力と爆発力の勢いに乗って、時には秒速150メートルという驚くべき速さで、火山の斜面に沿い、ブランシュ溪谷を通り、海へ流れていった。

この熱雲が、円屋根型溶岩泉から外に現われる時は、ブルカノ式の、黒い花キャベツ状の噴煙に最もよく似ている。しかし火山斜面に沿ってさらに進む時になると、この熱雲の体積は、垂直方向にますます大きくなり、多くの場合、ついには高さ4キロメートルもある噴煙のカーテンをつくり、熱い泥流と一緒に海まで下った。

熱雲として打ち上げられる溶岩塊は、ガス以外にも、主に灰や砂のような比較的粒子の細かい物質でできているが、火山礫や数立方メートルもある大きな塊も混ざっていた。これに関して、彼は次のように伝えている。C458ページ。「細かい塵埃は、いわば乳濁液の状態でガス中にあり、このガスが摩擦を減少させる。これで、高温のため、混合物の流動性が増すことの説明がつく。この細かい灰がひと度大地に落ちた時に、灰の温度が高く保たれている以上は、大きな流動性を維持し得たその原因を、以前にも私は示した。さらに少し後で彼は次のように断言している。「この比較的細かい粒子の物質と火山礫は、サン・ビエール山の上を熱雲となって被った。一方、大きい粒子の物質は、乾いた熱溶岩泥流となって、ブランシュ川に沿って下り、比較的重い塊は、いわばガス溶岩乳濁液の中を漂った。」乾いた流い溶岩泥流の組成と機構に関しては、その発生の仕方について、彼は、私にメラピ火山に対して説明したのと結局は同じ説明をしている。

しかしラクロワは、彼自身の最新の発表の中で、「比較的細かい物質ばかりでなく、比較的重い物質も噴煙として一緒に打ち上げられた。」と相変わらず主張している。特に、C459ページには次のように書いてある。「この爆発の想定は不可欠だと思う。何故ならば、非常に大きな塊が、確かに、深くせばまった谷を通り抜けることができ、町の方へ向かうことになった原因を説明できるのは、この爆発だけだからである。¹⁾彼はこの種の熱雲を「ベレー型熱雲」と名付けた。しかし彼は又、「他の数多くの場合、爆発力は小さいかゼロであった。」とも言っている。その時熱雲は、いわば灼熱した溶岩塊の雪崩となり、重力の法則に従っただけで、火山斜面に沿って下った。同時に、乳濁状の雲は、そこから常に立ち昇った。彼はこの熱雲を前記のものと対比させて「雪崩熱雲」(des nuées ardentes d'avalanches)と名付けた。

ラクロワが、ベレー火山やラスフリエール火山の爆発の時、自分で観測した現象を、熱雲(nuées ardentes)という名前を用いて記述してから、他の幾つかの火山の場合にも、既に類似の現象が観測されていたことが次第に明らかになった。

nuées ardentes(仏)=(gloedwolken(蘭))の現象名は、火山学の専門用語において次第に一般化していった。熱い溶岩粒子が混ざった溶岩ガスの雲がそこから立ち昇るような、また、この雲と密着して前進するようなすべての熱い溶岩泥流を、熱雲と名付けたが、この命名法の根拠については説明されなかった。²⁾

ラクロワ(前述)Cが初めて、自分の最も最近の発表の中で、「熱雲」を、その発生形態に従って、次のように分類した。

一定方向爆発。ペレー型熱雲

1902年5月8日、20日、及び8月30日のペレー火山熱雲

雪崩熱雲

1902年から1904年まで、及び最後(1930年)のペレー火山爆発の際に観測された他のすべての熱雲

ブルカノ型爆発の熱雲

1902年のラ・スフリエール火山の爆発の際に観測された。

最後に挙げた熱雲は、1919年のクルート火山爆発第2期について、私が記述したのと同じタイプである。前述の火山報告¹⁾2参照。

1) ページ715及び743参照。

2) 雑誌「火山学」(Zeitschr. f. Vulkanogie, 8号, 73—102ページ。「1929年11月2〜4日のグアテマラのサンタ・マリア火山の爆発」・著者・カール・サッペルとフランス・テルマー。

熱雲(gloedwolken—蘭)(nuées ardentes—仏)と灼熱流(gloed stroomen—蘭)(coulées ardentes—仏)

それならば、私は次の質問をしてみたくなる。「熱雲」という名のもとに、溶岩ガス及び溶岩粒の浮遊する乳濁状の雲とガス溶岩粒の乳濁液の中に浮遊し、溪谷を流れる溶岩塊を一諸にしてしまって良いかどうか、ということである。「熱雲」という名前は、浮遊している軽い乳濁状の塊だけを意味するものとし、それに対し浮遊している、より重い乳濁状塊に灼熱流という名を引用する方が、むしろ賢明ではないだろうか。1.浮遊している軽い乳濁状の塊は、浮遊している重い乳濁状の塊から分離できる。2.浮遊している軽い乳濁状の塊による荒廃は、浮遊している重い乳濁状の塊がもたらす荒廃とは異なっている。というしばしば観測された現象は、この分離現象を正当化するのに充分であると思う。

熱雲と灼熱流の分離

1919年のクルート火山爆発ばかりでなく、1920年のメラビ火山爆発の際に、それは今でも変りないことだが、空中に浮遊している(zwebende)している乳濁状の塊、すなわち熱雲が、液体中に浮遊している(drijvende)している乳濁状の塊、すなわち灼熱流とは異なった道をたどった、ということ、私は示した。たとえば、クルート火山爆発の場合、灼熱流は、バダック溪谷を通り、ドゥルガ溪谷近くまでつづいたが、一方熱雲は、バダック溪谷の上流を起点に、噴火口からグビトゥ溪谷近くの湾曲部に向かう方向へ前進しつづけた。灼熱流は、グビトゥ溪谷からドゥルガ溪谷まで広がっているバダック溪谷の、その部分から麓に向って横たわっている大地をなめつくした。メラビ火山の場合も、我々は、類似の現象が起るのを見た。この時は、灼熱流が、ブロンケン溪谷を、頂上から14キロメートルの距離の所迄流れたのに対し、一方浮遊している熱雲は、マロ

ン観測所の上流部分に、ブロンケン溪谷が形成する湾曲部附近で、溪谷の河岸附近に広がっている大地に移動し、空気の抵抗にあって、頂上からわずか10キロメートルの距離の所で静止した。

しかし、ベレー火山の場合でも又、似たような分離が観測された。灼熱流は、例外なく常にブランシュ川溪谷まで続き、多くは海まで注いだ。熱雲も又、多くの場合、同じ道をたどった。しかしこの熱雲は、5月8日、20日、及び8月30日に、溪谷に接近していない大地まで広がり、サン・ビエール火山自身と、ブランシュ川の河口から5から6キロメートルの海岸部まで達した。

ブランシュ川溪谷も、ブロンケン川溪谷の場合と全く同様に、山の斜面の真中辺に、レナール峠という名の場所附近で、大きな湾曲部を形成している。同時に、この溪谷がそこまで取り囲んでいる壁は、急に非常に低くなっている。この点に関し、ラクロワ（前述）自身A.35ページで、次のように述べている。

「他の幾つかの観測された例では、雲の上部が、粒子が同じ大きさの物質といつも同じ道をたどったとはいえ、この場合は、雲の上部、すなわち、より軽い部分は、例外的に、レナール峠を通過して氾濫し、サン・ビエールの方へ向かうことにもなったのだ。と最悪の場合は解釈するほかはないだろう。」

ラクロワは、1902年5月8日に、軽い熱雲だけが、サン・ビエールに広がり、比較的重い灼熱流がブランシュ川を流れた、ということを確認していたし、レナール峠附近で、これら2つが分離した可能性も考慮したが、他の幾つかの観察から、軽い熱雲が頂上から下る最初の時から、サン・ビエールの方向へ向かって下ったという結論を、やはり出さざるを得ないとしている。ベレー火山の熱雲と灼熱流の発生形態はどうであったか、又分離は何処で起きたかという問題を、ここでは考えないことにしても、熱雲が灼熱流とは違う道をたどった、という事実は、今既に疑いようもなく確固としている。（これに関しては、735ページ参照。）

分離の際の土地形態の影響

斜面の中腹の溪谷にある湾曲部のような特殊な土地形態がその原因となる時だけ、重い乳濁流（灼熱流）と、軽い乳濁状の雲（熱雲）の分離が起こるといえるのは事実だ。それにしても、頂上斜面上に発生する熱雲も又、相当重いに違いない。というのも、この熱雲は、密集した黒い乳濁状の塊となって山の斜面にそって下り、それらが移動する間中は、高い空気の層に向かって上昇することがないからである。もし熱雲が上昇するならば、すぐに薄くなりはじめるはずだ。ともあれ、非常に多くの場合、熱雲が分離を一切起さず、より高い空気の層に上昇するならば幸いである。というのは、この場合、熱による被害が、ベレー火山爆発の多くの場合がそうであったように、又1929年11月2日から4日のグアテマラのサンタ・マリア火山（前述）で観測されたように、少なくとも、灼熱流のごく近辺までだけに制限されるからである。灼熱流が分離を起さず、川底に残る時は、浮遊する熱雲の現象は確かに、観測者が目にする光景の中で最も印象的な現象である。ラクロワが、彼自身で観測した噴出現象を、「熱雲」という名のもとに表現したことも又驚くには当たらない。それでも灼熱流が分離を起したために多くの災難を引き起したメラビ火山の最後の爆発の例を考慮するならば、灼熱流と熱雲の分離という考え方を今後も貫徹していくことは、あらゆる見地から正当化されると私には思える。

泥流水と灼熱流の機構と構造は一致しない

ニューマンは、少しでも混濁した濁流は、すべて溶岩（lahar）と名付けること、そして、水の含有量が多いため流動性を持つ泥水流（waterlahars）と、ガスの含有量が多いため流動性を

持つ熱雲溶岩 (gloedwolklahars) を区別することを提案した。推積物では、もはや、恐らくこの区別はつけられなくなるだろう、と彼は主張している。

オランダ領東インドでは、「lahar」という名前が、溪流から平野に向って多量の瓦礫を運ぶ泥水流を意味するものと理解することは、以前にも確認した通りである。瓦礫 ももとは不動の状態にあるが、早く流れる水の推進力によって初めて動き始める。溪流を突き進む時に既に、この瓦礫は、かなり早い頃から重力による自分自身のエネルギーも得るであろう。溪流の壁の高さが低く、瓦礫の塊が、火山の平らな山麓にあふれ広がってしまってから初めて、溶岩は、比較的大きな摩擦抵抗のために止まる。そこで沈殿する物質は、主に粗い砂利、とくに多量の砂ばかりでなく、小さいのや数立方メートルもある大きな漂石でさえあったりする。この物質は、一部、以前の河川の運搬によって、すでに転がってながれついたのだが、それに対し、より大きな物質は、水の研磨作用によって、ほとんどその鋭さを失っているものの、普通は、まだ多くの角を有している。この物質の大部分は、浸蝕性の方法で出来たもので、大きな塊は、流れ下る水のために掘り崩され、ついには崩壊する溶岩泥流から出来たものである。しかし比較的以前の噴火期だけでなく、最も最近の噴火期の、風成沈殿の溶岩生成物も又まざっている。だからこの物質は、火山生成物の大きさのみならず、その時代に関しても無秩序である（これは、これらの岩を岩石学的見地から調査すると大抵わかる）。

しかしながら、我々が、クルート火山とメラピ火山で学び取った熱溶岩泥流の機構と組成はまったく違ったものである。まず最初に、流れる瓦礫の塊は、もっぱら、同じ爆発期の生成物から成り、その中には少し古い物質も含まれていることがよくある。しかし新しい塊に比して、その含有量が少ないことは確かである。ラクロワ（前述）も又、この事実のみならず、この物質が、大きいのであれ、小さいのであれ、すべて角がとがっているという事実、又通常より細かい生成物が多いという事実をも、既にはっきりと指摘している。

しかしこの生成物の機構も、又、泥水流の機構とは非常に異なっている。2、3のケースでラクロワが考えているように、円屋根型の溶岩泉から乳濁状の塊がある特定の方向へ噴射するので、ガスは、事実上、推進力となるのではなからうか、という疑問をここでは考慮に入れなくても、ラクロワ自身は、溶岩なだれ、灼熱流や熱雲などの形成は、「最初の推進力」なしでも、円屋根型溶岩泉の溶岩の塊が崩壊することによってだけで、可能である、と認めている。溶岩塊は、ブランシュ川溪流を、重力によって転がり落ちた。溶岩塊は、つまり、ガスの力で推進力がついたのではなく、斜面に沿ってすべり落ちた結果、速度が速まったのである。この速度は、溶岩塊が落下するに従って大きくなり、やがて火山の斜面が次第になだらかなることと、火山の平らな麓にある瓦礫の円錐形デルタ地帯上に広がってしまうために、摩擦が非常に大きくなり、溶岩塊のエネルギーが、この摩擦抵抗に打ち勝てなくなってしまう。下っていく溶岩塊は、いわば、溶岩ガスと溶岩成分の乳濁液の中に浮くことになるので、大地の摩擦は、そのために、極めて小さくなり、重力加速度のみによる場合よりさらに、非常に長い距離を平野に向って下っていくことができる。すでに我々が前に確認したように、溪流の地下水が加熱することによって蒸気を形成することもまた、流動性をもたせるのに役立つであろう。

結論 水によって運搬される泥流 (lahars, besoecks, lades) の機構及び組成は、円屋根形溶岩泉の溶岩崩壊、又は、火山斜面を下る重い乳濁状の雲をその発生の原因としている乾いた熱い溶岩塊のそれとは異なっている。それ故、¹⁾ニューマンが提案したように、溶岩 (lahar) という

名前と、熱雲 (gloedwolk) と結びつけて、熱雲溶岩 (gloedwolklahar) にすることは、望ましくないように思える。乾いた熱い溶岩泥流が、熱雲の一部ではなく、反対に、熱雲が、乾いた溶岩泥流の一部で、すなわち浮遊した部分であることが確認されたのだから、熱雲と結びつけて灼熱流 (gloedstroom) という言葉を導入することの合理性は、火を見るより明らかである。

泥水流すなわち lades は、メラビ火山の平らな山麓の住民にとって危険である

ニューマンの論説では、惨事の原因として、熱雲と灼熱流の広がりだけが語られている。私もここでまた、泥水流、すなわち lades の危険について指摘しておきたい。爆発の後に、非常に沢山の新しい溶岩物質が沈殿している溪谷の上流から、瓦礫を撤出することの重要性が増加することは想像がつく。流れ落ちていく雨水は、爆発前の浸蝕面に再び達するであろう。それにはまず最初に、沢山の瓦礫が火山の山麓から比較的平らな地面へ向かって運ばれることになる。そのような事が徐々に起って来た時、そこに定住している住民がそのためにこうむる不都合は実に不快なものになるであろう。何故なら、灌漑用水路が、繰り返し埋まってしまい、小さな泥流氾濫も避けられないからである。しかし大惨事を引き起すまでには至らないだろう。

とはいえ、2、3時間の間に、多くの雨が山の斜面に降ると、重い泥水流 - lades - が溪谷を通過して下りて来て、しばしば多くの惨事をひき起す。何故ならば、その時排水路の中を押し流される莫大な量の瓦礫の泥流は、前もって予測がつかないが、幾つかの箇所の川底を塞いでしまうので、氾濫が起り、河岸を乗り越え近接の大地や源泉流をおおってしまう可能性があるからである。すでに1920年に、私は、バタン川沿いのアブラク瓦礫の平原、及びブロンケン川とラマート川の間土地、そしてケトンゲン村からムンティラン村に向かう土地の氾濫の、大きな危険性を指摘した(地図No VI参照)。

¹⁾ 泥水流に対する溶岩 (lahar) と対比させて、乾いた熱い溶岩泥流に対する lade という言葉を導入することは、私の意見では、確かに混乱を引き起しかねないだろう。何故なら、今迄2つの言葉は同義語として用いられて来たからである。

事実、既にその年の1月3日に、バベラン(セナワ)川、ラマート川、ブロンケン川及びバタン川を通過して恐ろしい程多量の溶岩泥流が運ばれて来た。ある目撃者は、水と砂と丸石の巨大な壁となって洪水が襲ってきて、ココヤシの木の幹の高さの半分までにも達し、轟音を伴って前進してくるのを見た、と言っている。幸運にも、この時は、この洪水は何ら深刻な結果を招かなかった。橋台はかなり傷ついたがすべて持ちこたえた。ファン・デル・ウェイクの灌漑路は、ひどい損害を受け、水道橋は崩れ落ち、トンネルは瓦礫でその3/4がすっかり埋めつくされた。泥水流の温度は、溪流の上流ではほぼ沸点近く、ムンティランの所でさえ40℃もあった。

ムンティランでもパニック状態にあった。そこではひどい泥水流の氾濫が起り、ラマート川がそこに沿って流れている R.K. 教員養成所の構内の一部をおおってしまったのだから驚くのも無理のない話だ。すでに1920年に、私が恐れていたようなことが今起ったのである。壁に残った水位の跡は人の高さに達した。しかし幸いにも、壁はひとつもつぶれず、負傷者は1人も出なかった。¹⁾

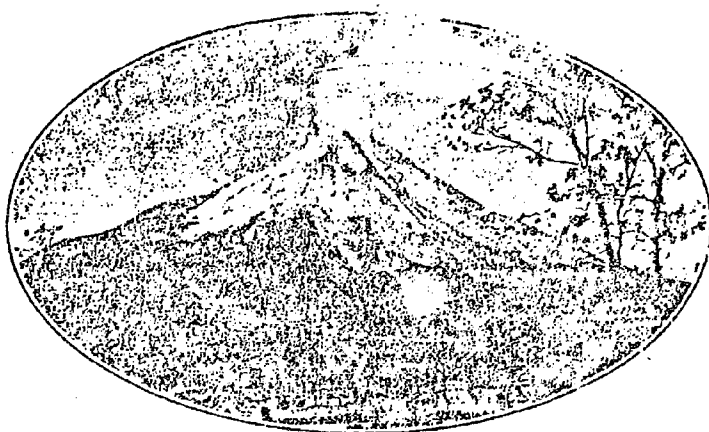
特に注目すべきことは、火山の西側の溪谷ばかりか、南側の溪谷も通過し、とりわけ、クニン川とオバーク川を通過して多量のラドゥが降りて来たことである。この溪谷の山頂地域でも又、溶岩流出が恐らく起ったことだろう。又は、この溪谷で、熱雲から発生した溶岩物質が沈殿していたのであろう。クニン川に建設したジョチャの用水路はひどい破損をこうむることになった。オバーク川沿いにある村も又全部が流された。この用水路の建設が始まる以前にも、すでに、火山研究所は、

ケニン川の泥水流の危険に対し警告していた。²⁾しかし設計当事者達は、この建設に関しては、計画の遂行に際して他の見解をもっていたようであり、そちらを重要視したらしい。

1) 火山の友 (Friends) メラピ火山、セント・クラバーボンド火山、1931年5月4日号、43巻

2) 火山情報 (Vulkanologische Berichten) 46XXI参照

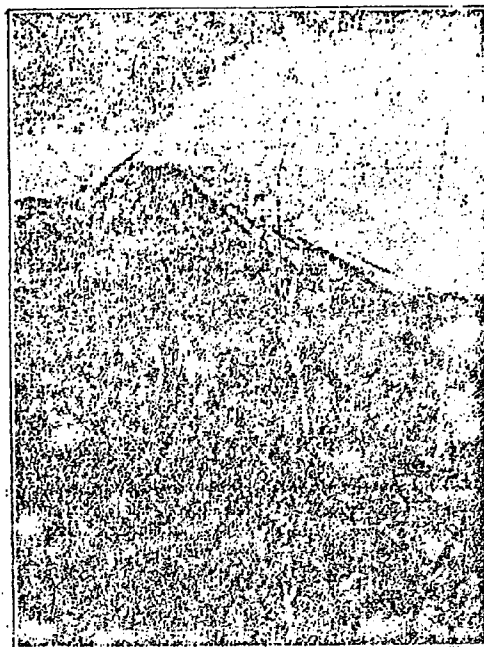
泥水流の危険はまだ去っていない、ということに関しては、日刊紙による報道でも疑いの余地を残さなかった。たとえば、去る4月27日には、バタン川にかかっている鉄道の橋が流され、遠く離れた下流でやっと発見されたと書いてある。郵便道路ジョチャ マゲラン間にあるラマート川にかかっている橋も又、ムンティラン附近でひどく損害を受けた。だから特に、次の西季節風、それから又東季節風の季節になって、雲が突然われ目を見せる時に、危険が迫ってくる可能性があるから注意をする必要がある。



Wフェルーフ、セマラン撮影

写真1. 12月18日と19日の激しい噴火の2、3日後。北西から見たメラピ火山の西側山腹。

セナワ溪谷(左)とブロンケン溪谷(右)の斜面及びその間にある多量の火口の溶岩栓核がはっきり見える。



1920年8月、ゲンジカン（北）から見る

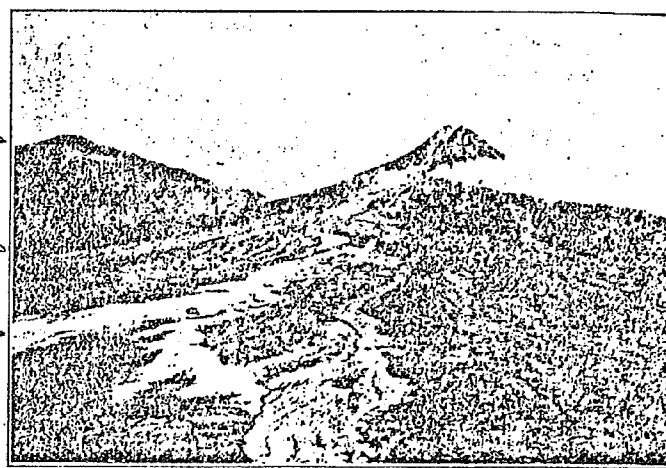
写真2. 熱雲の立ち昇る溶岩雪崩

急斜面の頂上附近と非常に異なる中腹の間の鋭い形態学的な割れ目にも又注目すること。

海拔3,142メートルのメルバブ火山

熱雲におおわれた地域

ブロンケン川



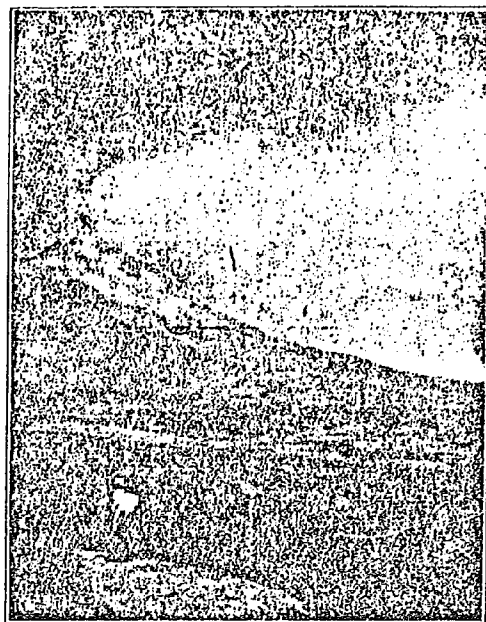
プティフ川の氾濫地域

バタン川とアブラク瓦礫の原野

1931年2月の「鉦山技師」にも掲載した空軍提供の写真

写真3. 南西から見た1930年12月31日のメラビ火山の西側山腹

突破口、峡谷、及び黒い溶岩栓核がはっきり見える。前面は、熱雲と灼熱流に襲われた地域。



1920年8月ジュラカフ（北）から見る。

写真4. 山頂の烈しい火山活動

溶岩崩壊を起している円屋根型の溶岩泉から乳濁液状の雲が1度立ち昇るが、自重が大きいため、溶岩泥流の雪崩とともに斜面に沿って下る。



1920年8月ジャラカフ（北）から望む。

写真5. 厚い層の熱雲がブロンケン斜面を下っている。

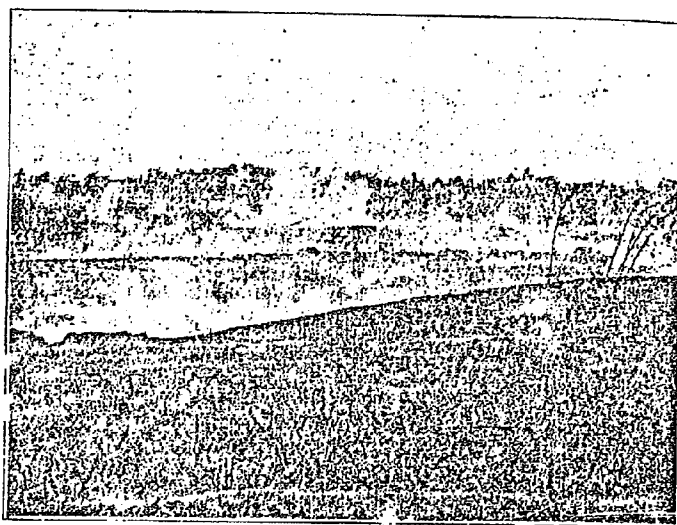
比較的軽い乳濁液の雲は、風により北西に吹き流され、そこで灰の雨となって降る（マゲラン）。



1931年2月9日の「イラストレーション」に
も載った空軍提供の写真

写真6. ゲジューガン地区

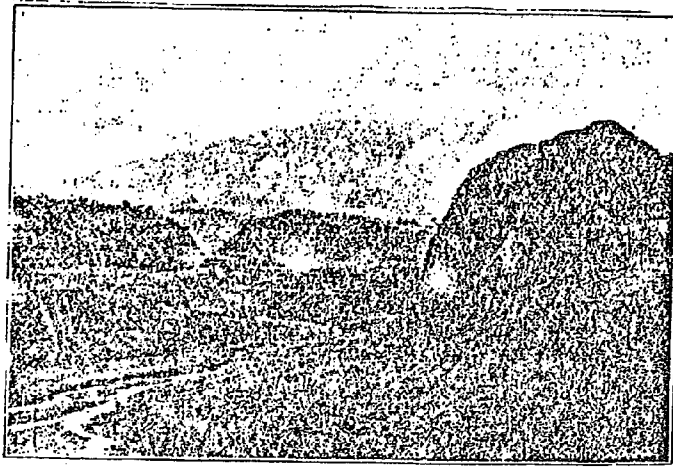
ブロンケン川の灼熱流とジュランレジョを通りプティフ川に向かう氾濫。



アネタ報道局撮影

写真7. ブロンケン川の灼熱流

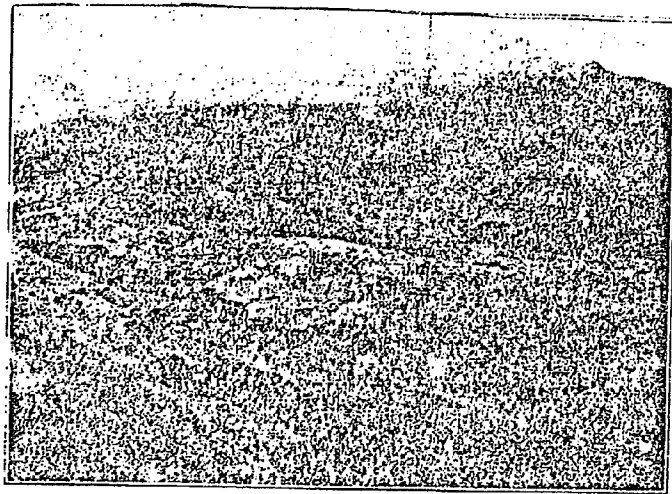
重い溶岩塊が、熱い溶岩泥流の上を浮遊している。



1920年8月

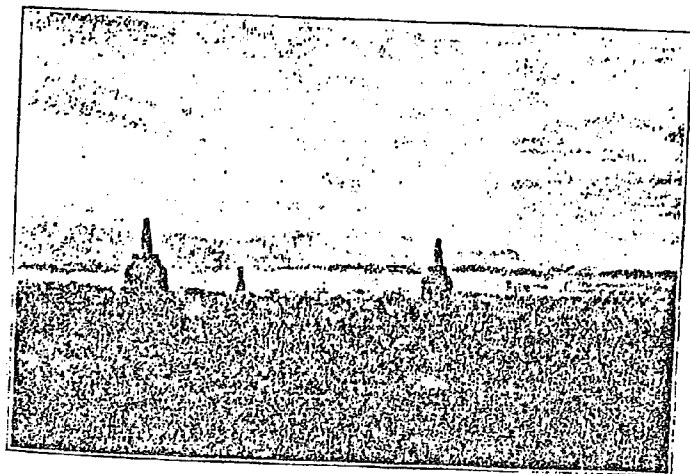
写真8. 以前の爆発の時の灼熱流が凝固した様子が見られる深さ50メートルのブロンケン溪谷

最後の活動激化時に、この溪谷は河岸まで熱い溶岩泥流と乳濁状の塊で埋めつくされた。右側にマロン観測所が立っていた。



1920年10月

写真9. マロン上流のブロンケン川溪谷。山頂斜面から中腹斜面にさしかかる所ここに溪谷の湾曲部があり、灼熱流と熱雲の分離はここで起る。左側は熱雲の推積作用、右側は雪崩の瓦礫。浸蝕によるこの小さな溪谷には、以前の噴火期の溶岩流の跡が見られる。



アネタ報道局撮影

写真 10. パラブドゥールから見たマゲラン平野

北西の重く浮遊する噴煙と蒸気を出す灼熱流をたたえたメラビ火山。第3期の山脈の浸蝕跡の平野にある。右側には、2つの溶岩台地の背後にラウン川に近いブラウンガン火山とトゥルガ火山が見える。

マロン観測所

1920年、ブロンケン川溪谷の附近に、私が設立したマロン観測所は、火山山頂の続続観測が目的であったが、さらに低地の山麓に住む住民に、迫り来る泥水流 (lades) の危険の警報をいち早く出すことをその主な任務とした。メラビ火山の山頂に最も近い斜面の住民に、灼熱流と熱雲が迫る危険の警報を危険が迫る前に出すことは不可能である、ということを火山対策本部 (Vulkanologische Dienst) は、既に最初から知っていた。というのは、これら灼熱流と熱雲の移動速度が大きいため、事前の警報などとても無理だからだ。雪のなだれが、山の斜面を降りる速度が、秒速110メートルであることを考えれば、¹⁾ラクロワ (前述) によると、サン・ピエールを荒廃させた熱雲の移動速度である秒速150メートルは、熱雲の移動速度としては全く珍しくない。

この危険な灼熱流と熱雲が、火山の斜面を下りるのがいつであるか、数学的確率で、1日、又は1時間単位で予告することは不可能であるし、その見通しも今のところ立たない以上は、将来の火山による惨事から逃れる唯一の残された効果的対策は、最上部の村落地帯から立ち去ることである。1920年に私は、この火山の最上部の村落地帯を居住絶対不可能地区に指定すべきであると提案した。内務省 (Het Binnenlandsch Bestuur) は、この提案に賛成しなかった。その代りに、この地方住民には、迫る危険についての警告が出され、その後繰り返しどこか他の所に住むように忠告が与えられたが、いつも無駄であった。東洋人は運命論者で、強制的手段をとらなければこの危険な火山地帯から立ち去ろうとしない。最も最近の新聞情報によると、内務省は、今は、例の提案にすっかり賛成しているらしい。しかし禁止制限をどの位の期間もうけたら良いかが問題である。何故ならば、特に火山が長い間、活動が激化する様子を見せなくなった時は、その火山の危険を、もはや真剣に考えなくなるからである。

¹⁾ 1924年10月、ニューヨーク、「The geographical review」中の「雪崩」Allix André 著。

新しいガナ観測所

以前のマロン観測所は、海拔900メートルから1,000メートルの間で、山頂より6キロメートルの所にあった。この観測所は危険な熱雲地帯にあり、緊急の時には、避難所として役立つ壁で囲った部屋があった。灼熱流が、川底から約50メートルも上にある観測所が建っている溪谷の河岸にまで達することなど、私達の内でも誰も考えてもみなかった。しかし、それが現実に起こり、観測所は全壊した。火山現象の推移に関する限り、いくら非観測的なものを見ても、非観測すぎることはない、という教訓をここから学びとることができるのではないだろうか。

最近の情報によると、ラマト溪谷とバベラン溪谷の間にあって、海拔541メートルで山頂より約14キロメートルのガナの丘の上に、地震計をつけた観測所が立てられたということだ。しかし、この地点が、火山観測にとって良い選択であったかどうか疑わしい。泥水流の警報所としては、この地点は、間違いなく何の役にも立たないし、灼熱流と熱雲の危険に対しても、以前の観測所同様、前記の幾つかの理由で役立つ場所ではない。純粋に科学的見地から見ても、この観測所は、実用価値のある地震記録をとるには山頂から遠すぎる。そのため、高さ及び山頂からの距離がそれぞれ異なる地点に、4つの地震計を配置することが望ましいと思う。ブランテーションの近くに、地震計を設置し、必要な管理を行うことができれば、地震対策本部の人員を、ことさら、この管理の目的で各所に配置する必要はなくなる。そうすれば、1909年のルマジャン火山の大異変以来、既にセメル火山地域で行われているように、ラドゥの氾濫の警報を、低地の山麓の住民に対していち早く出すことができるように、最も理想的には、ブロンケン溪谷の近辺に、山頂観測のための常設観測所を1つ設置するだけで充分であるはずである。¹⁾

¹⁾ G.L.L.ケメルリング、「1920年初期のセメル火山、ブラマ火山、及びラモンガ火山」1922年ウェルテフレーデン、火山報告第4

地震観測には、カリウランの近くにある高さ約1,300メートルで、山頂よりわずか5キロメートル溶岩台地ブラウンガンとトゥルガ（ジョチャから至近距離で管理が容易）が特に適切と思われる（写真10参照）。火山の上層部より突き出たこの溶岩塊の下部が地殻の比較的深い部分に到達している、そのため上昇するマグマの振動をより良く伝える可能性が強いような所、例えば、火山の上層部の水成沈積土礫の地域にあたる山頂より14キロメートルの地点が特に良い。

終りに

最も最近に、そして又過去の数年間にも観測されたメラビ火山の爆発現象は、ラクロワが記述した1902年及びその後数年間のベレー火山の爆発現象と大きな一致を見せている。どちらの場合も次のような現象が見られた。山頂火口の円錐根型溶岩泉、山頂斜面に沿って下る溶岩雪崩、中腹及び山麓斜面に沿って下る灼熱流及び熱雲等の形成、並びに、次のあらゆる副現象：a.より重い灼熱流とより軽い熱雲の同一移動方向分離。b.より重い溶岩泥流が、熱い溶岩ガスと熱い溶岩粒子の乳状液に浮遊することによって起る灼熱流の移動性。c.岩石学的特性ではなく、粒子の大きさにおいて、灼熱流形成物質の無秩序さ、d.溪谷を埋めた熱い溶岩泥流物質による強雨後の火山噴火類似現象、その他。

しかし異なる点もある。ベレー火山の溶岩は、メラビ火山の溶岩より粘性が強いようである。何故ならば、ベレー火山の尖塔形溶岩は、火口面の溶岩泉より600メートルの高さまで押し上げられているのに対し、メラビ火山の溶岩は、ベレー火山の場合と違って、円錐根型溶岩泉の広さ一杯に広がり、火口全域を埋めつくしたからである。又、ベレー火山は、メラビ火山より、溶岩のガス

含有量が多いようである。というのも、ベレン火山の場合、熱雲の規模、温度、及び力学的影響がより大きかったからである。

しかし私の意見では、ラクロワが、熱雲の下方方向噴射（734/35ページ、その他参照）という彼の仮定の裏付けとして挙げている論拠は、特に、メラビ火山噴火の時に得た経験から判断して、この仮定の正しさを論証するには充分ではないように思える。ブランシュ川とロクセラヌ川の間、の溪谷の河岸の上に、大きな溶岩塊がころがっているというラクロワが観測したという現象（735ページ参照）は、流れ下る溶岩泥流の乳濁液の一团が、溪谷の河岸を乗り越えたためであるとする説明の方が、噴煙が下方方向に噴射されたとする説明よりはるか無理がない。ブロンケン溪谷の最も最近の観測によって、このように深い溪谷でも、熱い溶岩泥流の乳濁液が流れ下る時は、何なく河岸一杯まで埋めつくしてしまうが、溶岩泥流が、さらに山麓の方へ流れ去ることによって、溶岩泥流の水位が著しく下がることがある、とはっきり解った。この現象を知らない人は、このように大きい溶岩塊がどのようにして溪谷の岸上にたどり着いたのか、疑問を持ち、その結果、仮定的説明を求めるのは無理のないことだ（716ページ参照）。

メラビ火山附近の住民を襲った惨事は、火山現象自体としては、1902年にサン・ピエールを襲った惨事と同様、深刻なものであった。メラビ火山の場合、その熱雲が襲った地帯に、たまたま、サン・ピエールほど多数の人が住んでいなかったため、犠牲者の数が少なかっただけである。

「激発的な程一瞬のうちに、火山山頂から真直平野へ向って大地をはうように降りて来て、あっという間にサン・ピエールの町とその全住民を完全に死滅させた熱雲は他に比類がない。」という1908年のラクロワの発言（前述B・133ページ）は、メラビ火山爆発時に見られた諸現象によって、今は古い説とされるようになった。

① 雑誌、オランダ王国地質学 Gen 1931—地図 166

② メラビ火山の西側斜面のスケッチ図

縮尺 1 : 100,000

1920年8月初め及び1930年の終りの火山活動の影響範囲

③ メラビ火山の西側斜面

G.L.L.ケメルリング博士

④ a. 岩石雪崩地帯

b. 1920年10月12日の熱雲による被災地域

c. 1930年12月の熱雲によって荒廃した地域

d. 1930年12月の灼熱流

e. 泥水流ラドゥの洪水危険地区

f. ラドゥ川

g. 源泉流

h. 荒廃したマロン観測所

i. 新しいガナ観測所

⑤ a. 幹線道路

b. 側道

c. 歩道

- ⑥ a. パバク山、980メートル
b. ガジャフムンクル山、770メートル
c. ブラガ川、150メートル
d. ゲンドル山、452メートル
e. ムンティラン、359メートル
f. 熱雲
g. 新しい溶岩円錐山頂
h. 二重溶岩栓
i. 山頂
j. 古い火山外層
k. パバク山（第3期）、ゲンドル山（第3期）及びメラビ火山の西南西から東北東に結ぶ断面図。
- l i) 溶岩雪崩
ii) 灼熱流
iii) 泥水流ラドゥ
iiii) 瓦礫の層
v) 第3期褶曲推積層

3. 中部ジャワ・メラピ火山の熱雲に関する見聞寄稿

Ir. J. B. GRANDJEAN

中部ジャワ、メラビ火山の熱雲に関する見聞寄稿。：技師 J. B. Grandjean
(Th. W. V. D. Plas による観測とスケッチ)

1930年の大爆発、1931年前半の活動に関連し、最近メラビ山について多くの記録が発表されている。

かなりの著者は、この火山の西側斜面で、死亡と荒廃をもたらしたあの有名な熱雲の発生は、滑降路をころがり落ちる熱い溶岩なだれ(熱なだれ)のためであると考え、また他方に、爆発型の熱雲は発生しなかったのではないかとしている。

また最近、我々は“1930年12月の我が生国のメラビ山の新活動観測”と題する G. L. L. Kemmerling 博士が、1931年7月の K. N. A. G. 誌(716, 728, 733頁参照)※※に発表した、ごく最新の論文に接した。この中で博士は、メラビ山熱雲、または“Nuees Ardentes”は爆発型熱雲に非らずとし、溶岩は粉末と砂に粉碎され熱い溶岩なだれの組成物として包含されたものでなければならぬ、とした、しかも分離したガスは燃えている溶岩碎片を包みこみ、そのため一切の摩擦がなくなり、物質は水のように流動化し、火山の斜面に沿い、もしくは溪谷を通して、流れ下るのだとした。

また、B. G. Escher 博士は“メラビ山爆発に関連するジャワ島の火山活動について”と題して、
De Ingenieur 1931年9月11日357~373頁に掲載の論文に明かなように、結論として次のように述べている。

即ち、メラビの場合には、熱雲を伴う溶岩なだれ(熱なだれ)と称すべきである(362頁)、しかしこれに関し、この火山は、未だかつて Pelee 型の(即ち爆発型の)熱雲は発生し得なかった、もしくは発生しなかったのではないか、とは云ってはいない(363頁)

即ち、Escher はこのようにその結論においては、Kemmerling よりはより用心深いのである。つまり Kemmerling はメラビについての、“爆発型熱雲を言下に否定したばかりか、有名になってしまった、LAORIX が記載する Pelee 熱雲は、彼がメラビで、1920年の爆発のときに確認した熱雲に外ならぬものであることを信じてさえるのである。

また同様に我がインド(現在のインドネシア)火山学班においても、私が調べた限りにおいて、メラビ熱雲は、全く岩石碎片落下物に由来するものであると云う、見解がとられている。

※※ 9月号には“熱雲”については論述は無い。

メラビ熱雲の発生についての上記論述の結果がどうであろうと、本誌に報告しようとする、1931年5月後半の期間のメラビ山の異常隆起活動したときの私の観測、並に V. D. Plas 氏の観測(同氏は私がメラビへ旅行をするときに同行し、兆候を由断なく観測できるようにしてくれた。)は、私には重要であると思われる。

この記事の著者は、著者並びに V. D. Plas が作成した写生図にもとづいて、著者と同行者が1931年5月24日、日曜日に、あまり愉快でない状況下で、ごく近い所から見た所を再現している。

これによって、中部ジャワ、メラビ山において、爆発型熱雲が確かに存在すること、また、1930年の最近の爆発で重要な役割を演じた可能性が極めて高い、という結論に達する

これに関連して、1931年末二四半期の鉱業者の短い報告(1931年9月25日発行、第626号)に注目すると、我々は、1931年5月のメラビ山の活動が非常に高まったことにつき、降下と小溶岩崩壊とは溶岩流の両側とその下端で発生したこと、また、溶岩円頂の上端の“白熱”が一

回視察され、時々、轟音が聞こえた……… ことのみが報告されている。

1931年5月の比較的な静穏のあと、この火山の活動が突然の高まりを示したとき、～事実、1930年の有名な爆発のあとの最大のもの～、またもう一度強烈なる熱雲～これは南側の Blongkeng 溪谷の方向に降下した～が報告されたとき、状態をできるだけ間近かで観察するために、著者は、V. D. Plas 氏と共に、“また希望により” “De mataram” 紙の編集長の H. W. Halikema 氏を同判して、K. Iamat と北 K. blongkeng の間のもっとも出っ張った所（メラビ山の状況図 図-1 を参照のこと）にある点に向って旅行を、またも企てた。

我々は新 Gemer-Sabrang に沿った Kali-Bening 地点から、Blongkeng の方へと行進した。このとき、行程の一部は 谷に沿ひ、一部は北側のけわしい壁の上部にとって進んだ。

1. Iamat 川
2. Dengkeng 山
3. Djenger 山
4. 第1観測点
5. 第2観測点
6. メラビ山頂
7. 北 Blongkeng 川
8. 南 Blongkeng 川 または Saat 川
9. 1931年5月24日噴出白熱雲径路
10. Patoek alap-alap 8月31日観測点
11. 溶岩流によって荒廃させられた Maron 観測点（1930年12月）

← 噴出白熱雲の方向

……（1930年12月の）噴出白熱雲により破壊された急峻な壁

==== 周辺の樹木上またはその間に落下（汚染）した新しい灰

+++ 裸になった樹木、かん木の典型的なとんがり形にけずられた枝

こうして我々は溶岩“舌”の下端から約1200mの所にあるこの北 Blongkeng 川の強度の摩滅を蒙っている河床の、狭くなった部分に到達した。（図参照）

その時我々は突然、雨がザーッと降って来る様な、大変特色のある音に注意を奪われた、同時にまた我々の上方に高く、雲が黄味を帯びた灰色に着色したことに気付いた。

そこで我々は高所から状況を看取するために、できるだけ大急ぎで、上方に向ってのぼっていった。（図の観測点1と2を参照）。

我々がその発生を見落した第一の大きな熱雲と对象的に鋭く突き出していく、非常に高速の何かが低く死んでいき、低くほとばしる、のを見た。これはまるで噴き出して来る強力な“光線”の様な印象で、始んど真白で、非常な速度で光線から拡がってゆき、雲をともなっていた。（図2の、熱雲が I. II. III と発達して行くのが、三つの段階で紹介されている写生図を参照のこと）。

噴射されたものは、ある地点まで到達し、そこに止まった、ように見えた、そのとき、光線の全長にわたって、強力なあわ立ち、有名な、いわゆる“カリフラワー雲”の強い“煮立て”が始まり、絶えず高く、高く発達して、巨大な容積に達し、しかも“くっきり”とした境界を示した。これはメラビ頂上を包む湿った（雨）雲によって破ぶられ、絶えず、広く広く拡がっていった。一方にまた我々は遂にぼろぼろの灰雨がそこから、落下し始めるのを見た。

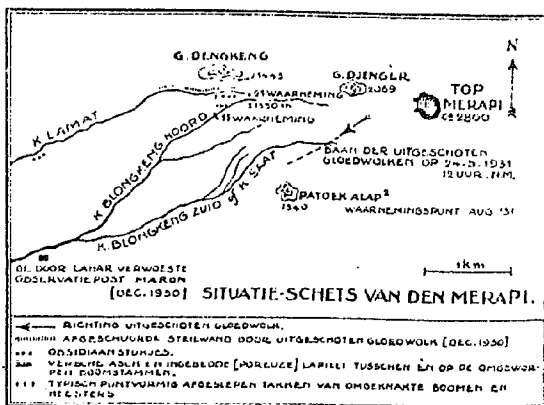


図-1 メラビ山状況図

灰は我々のまわりの地面を覆ったが、その一部は、泥雨の形態でもあった。これは、1930年の12月18日の朝で、このときJogjaの町は、“泥の雨”で驚かされた。

I 著者が観察した熱雲発達三段階の 階の写生図

図-2

輪廓線，“光線”末端

II わき上った“カリフラワー雲”

噴射“光線”が発生した場所の正確な位置は、そのときには確実には定められなかった。しかし1931年の5月28日には、G. Gono（火山班の旧観測点で）については大規模の又状監視によって、目的の箇所を精密に確定することができた。また、南Blongkeng川のかなり南Blongkeng川の延長よりの、溶岩舌のいわゆる“烈け目”から始まる。典型的な新しく白い灰道の流れによっても確定ができる。（Gono山からの写生による1931年5月28日のメラビ山，熱雲の源泉，（図-3））。

1. 白熱雲の源泉
2. 5月24日の末端
3. 31日に始まる白熱雲の源泉
4. Blongkeng川とSaat川の背
5. Patoek-alap²の背
6. Blongkeng川とIamatの背
7. 旧爆発の溶岩舌の末端

このようにして我々は、1931年5月24日、第二観測点から、午前11:30から午後1:15の間に、一連の非常な速度で次々と発生してくる熱雲～これはすべて“光線”の南西方向への強力な発射とともに始まった～を確認した。この光線はおそらくG. Gonoで、巨大な熱雲の印象を与えたものだ。

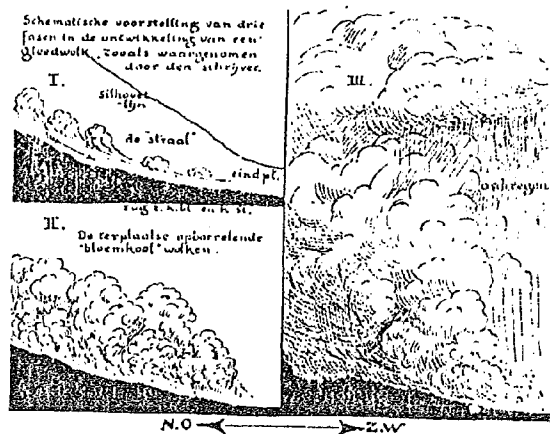


Fig. 2.

北 東

南 西

図-3



Fig. 3

Gonoから写生した1931年5月28日のメラビ山

この“光線”から発達した“雲”はこの日非常に強力で（1930年12月以来最大）で、また非常に低く山を下方に移動したので、そのときG. Gono観測点にいたEcoma Vestige氏が、住民が避難するようにと警告をするための、一般“警報”を出したかどうかは、ほとんど関係がなかった。

“光線”の発射と、雲の発達とは、常に必ずず、独特の音を伴った。音はシーツとザーツとの中間

位で、ガスが密閉空間位で、ガスが密閉空間から高压で強くそとへ流れでるときの音に一番よく似ている。

我々が熱雲ゾーンの外側に居たこと、我々が、熱雲が我々の前をごく近い所で通過するのを見たこと、その結果～第二観測所と云う極めて恵まれた位置のおかげで～典型的な雲形成を明瞭に研究することができたこと、という事実は報告しておく価値がある。

その上に又、最高部が2000mと推定することができる高い雲が、北方の山の方へ送られて行くこと、(そのときの風は北東であった)また我々の上を向うえひいて行く、のを確認することができた。

また我々は特色のある酸性-(HCL)-空気(SO_2 に非らず!)を確認できた。この空気は1931年の旅行のときに、谷の中でしばしば観測したものであった。また谷の方向へ一時間にわたり、地面は新しい白灰色の灰で覆われた。

ここでこの噴射された“熱雲”を、溶岩塊のなだれから発生したものと比較して見ると、直ちに前者において速度が非常に早く、境界が鋭いことが判る。

また“雲”の挙動に大きな違いがある。“沈降”-熱雲においては、急前進する核が存在し、核は爆発し、たがいにはね散り、その時古い灰ははね上げられ、雲がその後続くが、雲は後に残り、また山腹から速やかに分離して行く。

一方我が“爆発型”、熱雲においては全行程にわたって巻き上る雲の“わき上り”が観測される。この日同様に我々が確認した、小さいなだれる熱雲を我々は“鉄道列車”と名付けた。つまり有名な“けむりみち”である。

従ってこれはその発生のしかたにおいて、我々が初めてメラビで観測した、斜め方向に噴射もしくは吹出された溶岩から発生したものと異っており、外見においては、Mont-Pele'e のもっと非常な類似を示す筈である。

上記中で何でも“光線”と称したが、これは私の考える所では、火口孔または溶岩円頂から、力づくで拔出した(また圧力下にある)ガスと粉碎された溶岩からなり立つ“物質”に外ならない。

火山礫が噴射されたかどうかについてはその時は我々は確認することはできなかったが、多分噴射された。と云うのは、我々は(かりにそれが以前に噴射された熱雲から由来したものであったにしても)K. Lamat とに、Senawa の間の有名な熱雲区域において、えんどり豆大から鳩の卵大($\phi=3$ c. m)を、打倒された樹木、灌木の間の新しい淡灰色の灰の層の中で見つけたからである。

これら折れちぎれた樹木灌木は大変に特徴的であった。幹と枝は烈しく引裂かれ、末端が傘状、針状にとがっていて、熱作用は僅少で非常に特徴的、非常に目立つこと、は、一見して、長い間絶え間の無い砂射流が向うに吹き流れていたに違いない、という印象を受ける。(“削摩された樹”の挿絵参照)

削られた樹、一切の細い枝は折り取られ樹皮、突起物はこすり取られている。

円または匏状の木の末端、5cmはあったはず。

思うに、非常に強力な“懸濁”雲の方向づけられた発射に対する抗争、つまり、第二観測点付近の、北向きの、Lamat 川の60m高の絶壁の、特別な性質、(メラビ状況写生図、図-1を参考のこと)、を指摘したい。

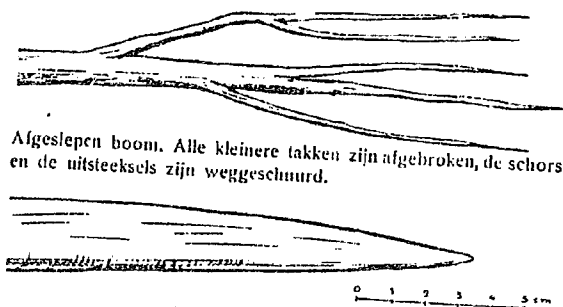


図 - 4

即ち、すべて風による印裂き現象を示し、全部の高さにわたってすべての向きに曲って引きづられていった木の典型的なすじと跡とが特徴である。

ここでもまた、強力な砂射流がこの溪谷に向ったこと、またそのために湾曲部の風下側に大きな砂の堆積が生じていることに、強い印象を受けた。

要約すると、中部ジャワのメラピ山には、二種類の“熱雲”がある。この二種の挙動は、これらが同一の発生方法によるものでないことを、極めて明瞭に示している、と結論することができる。

即ち、第一の種類の、Pelée型、“Nuee Peléene De' Explosion Dirigeé” 第二の種類の“Nuee Ardente D avalanche” 即ち、熱岩碎片のなだれでその上方に熱い物質雲を伴うもの、に分類することができよう。

第一の種類においては、爆發力（ニカ、“溶岩”すなわち雲がこの力によって噴射される）の外に、重力が役買う。第二の種類は全く重力だけ。

第一の種類においては、“発射”は溶岩円頂内、または栓または溶岩舌の下で緊張が、急上昇するので発生し、弱い部分（“烈目”）で横に孔が生じ、この孔を通して力があるガスと溶岩質が脱出する。

1930年のメラピ山の噴火過程の写生図解。

- A. 噴出岩砕岩で埋まった、既存のBlongk烈目（噴火後は旧溶岩舌が見えている）に沿う断面、
- B. 11月の栓の下で圧力円頂の爆發。溶岩と噴出物の流出。
- C. 12月に大爆發が始まる：旧岩碎片を判り溶岩水状岩碎。Blongk烈目は空である。続いて方向性ある“熱雲”栓は空のBlongk烈目に方向づけられて動く。
- D. つづいて除々に栓が烈け、烈目が広がり、熱雲を伴うLahar。栓は崩壊し吹き飛ばされる。火口孔が完全に開口する。
- E. 新しい溶岩円頂、Blongkong烈目を流下する。

5月24日観測の噴出“熱雲”において、
このような“雲”に特有の、全長にわたり上
方に向う熱雲の増流爆発が明瞭に確認された。

最終的に我々が1930年12月の大爆発
にもどったときに、この“爆発型”熱雲には、
今までに多くの調査者が注目していたよりも、
もっと注目に値するものと、我々は信ずる。

また Padang の Neuman 博士も、まさに丁
度そのとき発生した噴火災害について、また
恐る人は1931年1月の“Vaderlandsch
Club”の機関紙に掲載の、私の論文“メラビ
山の爆発”に関連して、1931年の初頭に
同博士がジャカルタで行った、興味ある講演
に当り、同博士の考えとして、熱雲は噴射さ
れなかったと、この発言は全部が正しいこと
は有り得ない。

10のうち8～9までは我々は、メラビ山
における爆発を、次のような過程に分けねば
ならぬはずである。(1930年のメラビ山
の爆発過程写生図)(図-5)参照のこと。

1. 1930年11月の溶岩の破烈(B)
2. 溶岩随伴の物質雲を伴う小溶岩なだれの発生
3. 旧溶岩円頂(“栓”)の下の非常に強力な熱雲の方向づけられた発射(C)
4. 円頂破壊に伴い巨大な砂礫なだれとその上方の熱い物質雲とが発生するが、これらを伴う円頂破壊(D)
5. 新しい溶岩円頂の発生：溶岩破壊と噴射された熱雲、比較的小さい。(E)

GOGJA 1931年8月

1930年のメラビ山の
噴火過程の写生図解。

図-5



概要：

同様の発表に関連し、この論文は、著者が1931年5月24日に実施した観測に基づいて、中部ジャワのメラビ山は基本的に相互に異なる二種類の“熱雲”を示す。一方の種類の“熱雲”は山腹を降下する溶岩流の結果であり、他の種類は溶岩と強制的に吹上げられたガスにその根源がある。

従ってこれらは、爆発物であり可燃物であって、本質的には、Lacroixが述べているように、“熱雲”と一致するものである。

これらの“熱雲”が1930年12月18～19日の、メラビ噴火において、重要な役割を演じた可能性は、きわめて大である。

4. 1933年から1935年における中部ジャワ、
メラピ火山が活発に活動していた間の熱雲観測

CH. E. STEHN

1933年から1935年における、中部ジャワ・
メラピ火山が活発に活動していた間の熱雲観測

著 者

C h. E. ステン

メラピにおいて、1930年以来、日夜中断することなしに、ババダン観測点から、火山学研究所の所員によって、又、1932年からは、クリンジンからも監視が続けられたということにより、1933年から35年に、その活動が激しくなった時の熱雲の状態について詳細に観測することが可能だった。その結果、1930年と、1931年に確認された現象 (Neumann Van padang 1933年、45頁及び80頁) が観測されただけでなく、これまで、はっきりとしなかった経過に対して、恐らく、新しい視点を与えることもなったことも観察された。

Neumann Van padang (1933年、92頁) は、熱雲を、ふたつのグループに分類した、つまり、「爆発によって起る熱雲」と、「落下によって起る熱雲」である。このはじめの方は、Lacronix (1930年、460頁) が、Nuée ardente d'explosion vulcanienne と、又、Escher (1933年、47年等) によって、St Vincenttypus と名付けられた熱雲と一致し、ふたつめの方は、Lacrouix が Nuée ardente d'avalanche (1930年、463頁) とするように提案し、又、Escher によって、Merapitypus という名前が与えられたものである。この名前が良いものではないということは、Merapi において、初期の段階において、両方の種類の熱雲が発生したという事実、つまり、爆発による熱雲が1933年10月1日から、1934年7月10日迄の間、つまり、噴火活動が停止する迄、発生していたし、又、墜落によって起る熱雲は、そのあとの溶岩流出中に発生したということによる。

爆発による熱雲は、噴火口から噴き出て来た、灼熱状の岩漿の中に含まれるかたまりや、熔岩から成る。それは、火山外壁に積り、中へ、ころがり込み、はね上げられる。どのような、激しい噴火でも、このようなことが観測出来るのではなく、又、細いことまで、降雨や、霧によって、なくなってしまうわけでもなしに、噴煙は立ち昇る。その上、それらは、大方、小さく、白く、火山性の砂と小石から成るすじが、火山の北側及び北西側に、Mesjidanlama と、Lava の間に、1931年に、又は、Lava の両側で、西側に出来、小さな爆発による熱雲は噴火とは関係があった。密林の境界には、めったに達しなかった。灼熱状の岩漿のかたまりが、Merapi 山の山頂から、あらゆる方向へと落ち、Babadan に、1時間以上にわたって火山灰が降り続けたような、1934年2月17日の、強い噴火でも、Lava の頂上付近に出来た熱雲の大きさは、謹かなものだった。

個々の、強い噴火では、比較的大きな熱雲が発生したこともあった。このことは、例えば1934年4月6日午前3時02分の噴火では、事実起った、つまり、熱雲が、割れ目を通して、1930年から、Lava 1931の両側に、非常に大きな速度で流れ出たのである。現地における調査の結果この時、熱雲の中に含まれていた固形物は、主に、小さい石のかげら、砂、灰であることが判った。大きな石は、僅かしかなかった。Lava 1931の南面では、噴煙は、Kali Satにまで達し、北面では、分散していた。一部は、Blongkeug の谷に沿って、Kali Lamatの入口に迄至り、もうひとつの方は、Senowo の谷に沿っていて、熱雲は、一方の側面から、他方の面へと揺れ動いて

いた。

この Senowo の両岩の植物に、線状に焦げが付いていることから確認された、揺れ動きは、熱雲によっては、今迄、確認されたことがない。Senowo 谷の形が、このことの原因となっているわけではない。影響を与えたものとしては、新しい、Blonfkeng と Seuowo の間にある層 溝が考えられ、そこを、熱雲が、鋭角に、Senowo 谷へと、入ってきたのである。熱雲の、固形の、火口径のものからは、高度の高い、灰を含んだ、ガス状の雲は出来ず、深い谷の山嶺には入り込めず、いわんや、その近くにある、いくつかの谷へと飛び移ることである。初めて向っていた向きによって、熱雲は、先づ、谷の右岸にぶつかり、そのあと、左岸へと、そのエネルギーが無くなるまで繰り返した。固形物の成分から、この熱雲の温度はそれ程高くなく、植物は、炭化迄には至らず、焦げただけである。熱雲の下降の仕方が速かったので強い風が起り、それが、その経路にあった樹木を倒した。この強風は、噴煙の前面から吹き出したので、倒された幹には、熱雲に含まれていた固形物は付着していなかった。

この熱雲の他に、三番目の、より小さな、溝が、Lava 1930 の北面に出来た。



図 - 1

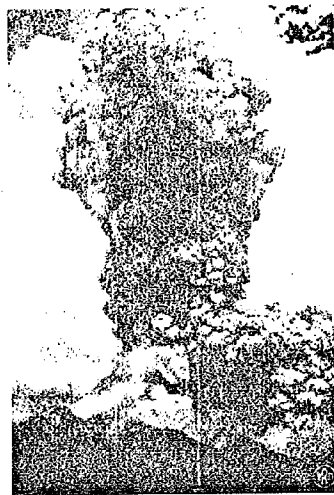


図 - 2



図 - 3

1934年4月21日午後1時45分と、同1時48分の間に起った噴火による熱雲の時間的な変化三つ。H. J. Snoep及びW. Stevens 氏による撮影。

著者が、(Bulletin 68号、93頁で)その出来方から、「灰あらし」と名付けたのと、同じ型の噴煙は、1934年4月21日と、1934年6月18日にも起った。3枚の写真¹⁾は、4月21日の熱雲が、時間と共に、どのように変化したかを示している。始めの写真では、熱雲が、Lavaの1931の側面にある、ふたつの溝に分れているのが判る。

1930年12月に、西側へ崩れることによって出来た、馬蹄型の頂上の型は、この熱雲が出来る原因となっている様であり、更に、噴火口の型も、原因となっている。著者が(Bull 68号)解説している通り、噴火口の高度が高い場合²⁾には、垂直方向のみならず、水平方向にも噴火が起る。つまり、いわば、地雷を沢山用いたような型の爆発となる。(Kranz, 1928年 267頁)。この時、落下物は、西側にあり、1930の割れ目は、何の邪魔にもならなかった。北、東、南の高い標高にある山面では、その逆に、はじけ返り、過状の動きを示し、軽い成分である砂や、灰も、凹部の出口にもたらし、熱雲に含まれる物質の量も増えた。

1934年4月6日と21日、又6日18日の熱雲では、噴出ガスが、熱雲の流れる方向に影響を与えた。その結果、この熱雲は、Pelée-Typus Escher's (1933aの47頁等)、又は、Lacroix がNuée d'explosion dirigée (1930の459頁等)と名づけたものに近い。

St. Vincent 火山で、1902年に大きな範囲に及んだ。熱雲は、一部が密林の境界以迄に下ったのにも拘らず、Merapiでは、小さなものであった。

墜落によって起る熱雲は異っている。この種の熱雲は、熔岩のドームや熔岩の流れの一部として、火山の斜面を突然動き始める。落下する物質の量、その成分の大きさ、ガスの成分、勾配において熱雲は決定されるこれらのことはその他の点でも爆発型熱雲に対してもまた有効である。

Merapiで、1930年と1931年に起った墜落によって起る熱雲の、発生、大きさ、働きは、Neumann Van Padang (1933)によって、詳細に記述され、Escher, Kemmerling, Neumann von Padangの間で、活発な議論が行なわれた(文献Escher 1933b)。1930年12月18日、19日に起った墜落による熱雲は、ひとつの谷から、他の谷へと移動するというこの証明となった。(Neumann von Padang, 1933年、46頁と47頁等)。これは、Lacroix、Montagne Peléeで、熱雲を、一定の方向へと結合するようにすることが出来た現象である。こののめりは、熱雲の下側で、ガスを混ざった固形物と、え々の方向を定めている、立ち昇るガスの動きによる。谷を上向きに曲ると、その度毎に、前の経過を繰り返すのである。

墜落による熱雲は熔岩のドームが出来たあとの、最後の活動に際して起り、新しい熔岩が、溶岩流として、1931年の溶岩流の大部分を被ってしまったあとにである。熔岩が流れる間に、灼熱した熔岩のかたまりが沢山下へ落ち、そのかたまりは、9月10日以来増加した。この落下は、西側の急な斜面に急速に発生する。平均速度として、著者は、9月24日に、1時間当り、12.9 kmの値を観測した。墜落している間に、破裂するかたまりの中からガスが発生し、鉾の山のほこりと共に、煙となったが、灼熱の雲とはならなかった。

9月28日に、熱い砂と、石の破片が多量に除かれ、そのうちの、比較的大きなガスのかたまりが上昇し、熱雲の外観となる。この砂粒の速度は、非常に小さかった。熔岩の塊が南面に落ちたあとに残った。似たような噴煙は、4分間に1¹/₂ kmの速さであった。密林の境界に迄達し、植物

1) 写真1及び2は、Bull Neth Ind Vole Snrv 68号のものである。

2) このような状態が、多くの噴火で考えられるということは、小さい、噴火の中心部にある熔岩ドームによるのである。

を焦した。そのような、ゆっくりと滑り落ちる熱雲は、そのあとの日々、又、11月、12月、1月にもたびたび観測された(図4を見よ)。

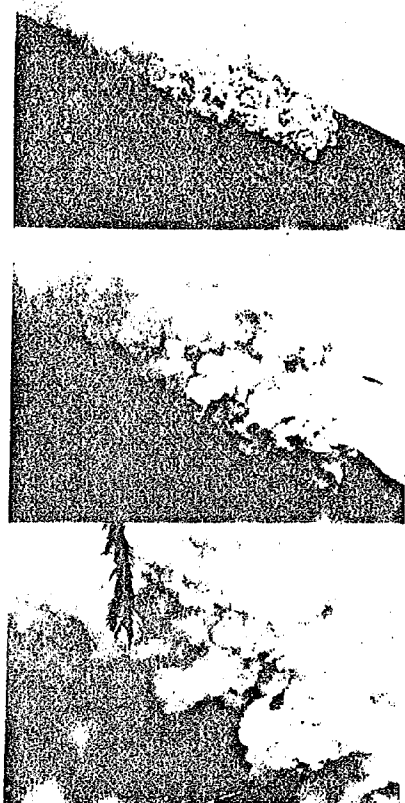


図-4

このゆっくりとした熱雲の他に、10月も末になると、色々な熱雲が、より速い速度で、谷を下ってゆき、Kali Satや、Kali Senowoに達する。その数は、11月始めに熔岩の流出が増すと、増大する。例えば、11月4日午後3時40分と、午後6時03分の間に、8回の熱雲がKali Satの方向へ行くのが観察され、同じく、7日には、午前10時47分と、午前11時18分の間に、Lava 1934と1931の北面に3ヶ、午後3時17分と午後4時21分の間に9回が南面に発生した。

熔岩塊の圧力は地震の起り方から判るように、次第に増大した。11月17日に、午前11時25分に降り始めていた強い雨の中で、遂に、大きくなった。午後5時49分に、地震計のゆれが大きくなった。午後6時18分には、力強い響きがたえずに響き渡り、大きな熱雲がLava 1934-1931の北面に沿ってSenowo谷へとくずれ落ち、7kmの距離をおいて停止した。この距離だけ移動するのに、7分間要した。Senowo谷は、あとで、熱雲物質の中にある深い侵蝕された山狭での測定によって判明した通り、最高25mの高さに迄満たされていた。7回の熱雲が、互れきの

中に、はっきりと区別することが出来、他のものは、あとからやって来た、より大きな熱雲によって、再び、被われてしまった。

Babadan の南西部は、Senowo 谷が、古い熱雲による台地によって、非常に狭い、大体 300 m の長さの狭谷となった。この上に、熱雲に含まれている物質が何も残っていないことから、最初の熱雲は、この狭谷を、非常に速い速さで、且つ、大きな圧力を持って通り過ぎたのに違いない。古い南側の谷の壁面は層き落された。次に大きかった熱雲は、この狭谷の入口迄には達しなかった。

Lava 流域及びそれ以下の地域では、全然違っていた。Senowo 谷中では、一般に、河床低下が起っていたけれど、Lava 1934 の両側には、深い狭谷が出来た。北側には、海拔約 2600 m のところから狭谷が始っていた。Lava 1934 の殆んど半分と、その下にある Lava 1931 は、消えてなくなり、更に、ずっと下の Lava 1931 の大きな部分も消えてしまった。(図 5、6 を見よ)。1930 年の古い割れ目は、部分的に、再び、外に約 500 m の長さにわたって現われた。この部分では、狭谷は、150 m の幅となり、最大であった。小さな崩れがたて続けに起り、又、新しい熱雲によって滅ってしまうので、深さが ±7.5 m であるというのは、単なる推測でしか過ぎない。更に、下の方では、この狭谷は、急な勾配を持って続いており、大体 Lavazunge の向い側で、少し北へと曲り、G.D Jengger に沿って Senowo 谷に達している。この部分は、大体 600 m の長さである。1930 年 12 月には、この狭谷の上の部分は Senowo の方向へと進まず、Blongkeng へと向った。

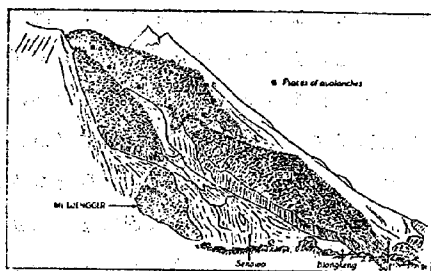


図 - 5

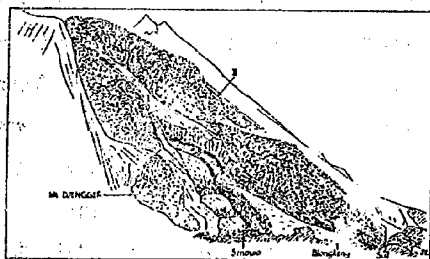


図 - 6

下記の、急な壁面で囲まれた狭谷には、4つの段が見られた。一番高いものは、Lava 1931の核によって形成され、この部分でLava 1930と最後に接続されているのである。1930年12月に作成された航空写真では、この急な段がなく、1930年割れ目は、ここでは深いところにある。他の3つの段は、異なる起源を有しており、その表面に丸みが付いていることから判る。それらは、多分、古い火山物質の固まった凝灰石から成り、それは、その近傍でも爆露している。残念ながら、それらは、新しい降下物や熱雲の瓦れきの下になって、すぐに、判らなくなってしまう。興味深いことに、この割れ目の中にも、11月18日の朝には、熱雲の瓦れきは、何もないことが判るようにはっきりとしていた。

Montagne Pelée の Rivière Blanche の上部に熱雲物質がなかったことは、Lacroix (Neumann Van Padang, 1933年, 89頁) にとって、1902年5月8日に、大きな熱雲が出来た理由が、噴火であるという証明であった……(以下、フランス語の原文引用)。1902年、彼は、以下のような報告をしている。(以下、フランス語原文引用)

著者の見解では、Merapi で1934年11月17日に起ったことは、爆発が起こらなくても良い事を示している。熱雲の発生に際しては、灼熱している溶岩物質が突然落下することが必要である。そのことによって、大きな初めの速度が得られ、更に急な火山の被いで、加速される。Merapi の西側の傾きは、Lava 1934-31の北面で、Lava 1930の端迄に、 $38-35^{\circ}$ となり、下記の Kluft の地域で $30-25^{\circ}$ となる。7km に及ぶ全行程での、熱雲の平均速度は1分間当り1km であった。この値は、急な斜面ではもっと大きかったに違いない。既に、上に述べた通り、9月28日の個列の速度は、2倍以上のものもあった。Rivière Blanche の始まりの部分は、Lacroix の作成した描写は、Merapi の傾斜よりも急であったので、熱雲の速度も大きかったに違いない。Rivière Blanche の上流で瓦れきがないことは、私の意見では、これで説明されました。Lava 1934の南面に、11月17日にも割れ目が出来、それが、11月18日午後2時51分と、午後3時58分に、大きな熱雲によって、上の方へと延ばされた。

1935年2月末迄に観測された、すべての、熱雲には、ひとつも、爆発性のものがなかった。

Lava 山塊が11月17日に、突然、くずれた原因は何であったか。地震計の振動により大きな熱雲に先んじて火山内部で約30分前から応力が大きくなっていることが示された。熔岩中の圧力は、その結果高くなったものと考えられている。降下物の数が増大したかどうかについては、火山が、強い降雨によって Babadan における観測が出来なくなってしまったので、不明である。

多分、圧力が増大したことだけが その原因ではなく、大気中からの影響もあったものと思われる。既に、その前日、殆ど熱雲は、午後、雨の中で発生したことが、それより前の日に認められた。残念ながら、Lava の割れ目の場所のすぐ近くには、降雨量計がひとつもない。Senowo 地域では、エレフトロニクスを用いた。Babadan における、4、5mm 毎の降雨量を記録する降雨量計が1723mの標高にLava 1934から、1km毎の距離をおいて、設置されており、もうひとつの日記録式の降雨量計が、Trising 地域のMerapiの西南面におかれ、2017mの標高で、Lava から750m離れた場所に、設けられている。Lava では、非常に、狭い地域にかぎられた局所的な雨が、極く普通なので、この両者における降雨量の測定の間、大きな差があり得るし、Lava 1934の近くで、異なる状況にあるということもあり得る。それ故、頂上付近で強い雨が降って、山斜面に強い水流をもたらしたのにも拘らず、Senowo におかれた降雨量計には、ひとつも雨が降っていない場合もあった。

11月17日に、Senowoの降雨量計では午前11時55分から、午後5時55分迄の間に、103.3mmの降雨量があった。Merapi山頂では、この時、雷雨でした。Babadamでは、午後12時10分にどしゃ降りとなった。降雨は、この場合、南東の方角、つまり、Marapiの方向からやって来たことになる。午後4時39分に、始めの雷雲が、KaliSatの方向に発生し、午後6時18分には、Senowoの方向へと移動した。他方で、Babadanにおける雨は、午後8時22分にやんだ。はっきりとは判らないとしても、Lava 1934の極く近くにおける降雨密度がどの程度であったかということは、以下のように考えることが出来るであろうと思っている。つまり、11月11日の観測結果によって、ばらばらの、砂を沢山含んでいる砂れきが、落下山腹に岩石流（Javaでは、Laharsと呼ばれている）を起し、深い溝を、その中に削り出し、その結果、その近くにある灼熱の熱い熔岩の流れに対して、支えをとられた。熔岩中にあった圧力が、突然、強み、物体が下へ落ち、浸蝕溝に寄与し、その結果、深い上で述べた割れ目が出来た。大きな熱雲と、大きな岩石流は、大きく傾いた土地では、同じように動く。11月から、2月末迄のSenowo降雨量計の所で雨が降っていた時に、そのあと1 $\frac{1}{2}$ 時間後で、降雨のない場合の観測——山上での眺めは、いつもは良くなかった——によって、雷雲の数を比較して、次の結果を得た。

明らかに、このやり方の値は、ここで今述べた方法によっているので、非常に相対的なものである。更に、考慮に入れられなくてはならないことは、11月17日に大きな割れ目が出来たあとはLava 1934と'31の急な斜面における平衡は、すぐには、出来上らないで、新たに、熱雲が出来た。1935年1月17日の大きな熱雲のあとと同じであった。その場合には、急な、断絶面が出来上った。12月と2月には、その結果、非常に、はっきりとした結果となり、それから、11月は、どのようであったかということ来判断することが出来る。

確実に、強い降雨があると、熱い熔岩流の殻の中に応力が出来、熔岩は、飛び散り、小さな破片となる。非常にろく、くずれ易いMerapilavaの表面は、試験結果に表われている通り、重要である。小さい破片となることにより、その物質は動き易くなり、落下する。

文献

LITERATUR.

- Bulletin of the Netherlands Indies Volcanological Survey.
- ESCHER, B. G., 1931 „Over het vulkanisme in Java in verband met de uitbarsting van den Merapi". De Ingenieur. 46, 1931, A.S. 357—369.
1933a „On a classification of central eruptions according to gas pressure of the magma and viscosity of the lava". Leidsche Geol. Med. 6, 1933, p. 45—49.
1933b „On the character of the Merapi eruption in Central Java". Leidsche Geol. Med. 6, 1933, p. 51—58.
- KRANZ, W., 1928 „Vulkanplosionen, Sprengtechnik, praktische Geologie und Ballistik". Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 80. Abh. S. 257—307.
- LACHOIX, A., 1902 Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Paris. 135, p. 1305.
1930 „Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent". Livre jubilaire publié à l'occasion du centenaire de la Société Géologique de France. 1830—1930. Paris.
- NEUMANN V. PADANG, M., 1933 „De uitbarsting van den Merapi (Midden-Java) in de jaren 1930—31". Vulkanologische en Seismologische Mededeelingen no. 12. Batavia 1933.

5. 爆発型熱雲となだれ型熱雲の間の論争

Dr. G. L. L. KEMMERING

爆発型熱雲（爆発に因る熱雲）となだれ型熱雲 （なだれ型熱雲）の間の論争

著 者

G. L. L. KEMMERING.

週刊紙 "DE INGENIEUR" 1932 No 13 一般部分、から転載

LAROX によれば、爆発型熱雲となだれ型熱雲の間には表面上の形態相違は無い、同氏が示す映像が爆発型熱雲に関係があると云う広く拡っている考え方はつまり誤りである。1902年5月20日及び8月30日のMOTAGNE PELÉE の破壊的大爆発において観測された現象の解明に当り大爆発型熱雲についてのLACROIXの仮説に準拠する必要は無い。

G. MERAPIにおいてもMOTAGNE PELÉEにおいても、熱雲の爆発的噴射は存在しなかった。私の考えによれば、熱雲現象は第二次現象であり、溶岩円頂または溶岩針の形態を取る非常に粘りのある溶岩が火口壁の上に押し出されている火山の噴出段階に特有の現象でそのあとに溶岩崩壊が発生し、そこから熱雲が立ち昇る。

1931年11月1日、S'-GRAVENHAGE で開催の王国技師協会の会議で、次記の二つの講演が行われた。

1. COOL, W, "1930～31年の年の替りにおける中部ジャワのメラピ事件"

2. ESCHER B. G. "メラピ噴火に関連するジャワの火山活動"

二つの論文は報告として、DE INGENIEUR 誌第46年度版No 37、P 341～357とP 357～373に掲載された。

私は会合に出席していたのであるが特にESCHER 博士が提起した問題はこの会合の議論にはあまり役に立たないので、同博士講演について討論に参加しなければならぬとは考えなかった。私にあまりがなかったことは講演のあと、議長がESCHER 博士に行なった質問で先づ第一に明らかになった。その中で、特に次記のように云った。

ESCHER博士が報告したことの中には、COOL技師の報告の様に容易に理解できないことは、認められねばならない。第二にESCHER 自身がその講演から出した報告及びこれに付属の85種の文献表で、これに次のように付言する。:

"読者が論文と書物を参考にして自身の判断を構成することができるよう"

DELFTで1931年3月31日に開催されたオランダ及び植民地の地質学的鉱業学協会の総会での、読者と聴衆との態度は全然別であった。この席で私は、ESCHER博士の依頼により、いさゝか準備不足ながら、メラピ山及びベレー山の熱雲についての私の考へについて短い説明をし、スライドで、私の所有しているメラピ熱雲の写真を写し、明瞭化を計った。

その後ESCHER博士に、博士の反論を切り出す機会が与えられ、このとき同博士も、特に、LACROIXの原板から作成したベレー山熱雲について、スライドで写しだした。

私は、かなりの確信をもって、この会合に出席したすべての人が、私の証拠品、写真自身に、明瞭さを欠くようなものは、何もなかったことに、得心がいったはずと、あえてここに主張する。べ

レー山の熱雲がメラビの熱雲とは違っていないと云う私の結論は、私が理解していると同じように MOLENGRAAF 教授により、口頭での賛同を得た。ペレー山熱雲の景観が大きいのは、全く、破碎溶岩なだれのガス含有量が、多いためであると、多くの人の意見の一致を見た。

同様にまた、溶岩円頂から下方に向けて噴射された噴出雲と云う仮説を、その発生を説明するための、一助として採用する必要も無いことにも意見が一致した。このことについては、LACROIX 自身この現象について納得できる説明をすることはできなかった。P 358、4 を参照。

この問題⁽¹⁾についての私の種々の文章の中で、私は繰返して次のことを指摘して来た。即ち、私が LACROIX の仮説に異を立てるのは、熱雲現象の同一性が大であることに基づいているばかりでなく、他の凡ての二次噴火現象及びその火山の造形学的詳細がこのようにメラビのそれと一致していることに基づいていること。

二つの場合の熱雲の発生は同一である。すなわち、^{なだれ熱雲は、}“NUÉES AR-
DENTES D'AVALANCHE”^{LAWINEN GLOEDWOLKEN 雲}である^{熱なだれ}と云う私の推定の正しさは、私の考えでは、疑いを許さぬものである。

この場で私がこの問題に詳しく立ち入ることができぬことは私にとって誠に残念であり、また何故私が論争に参加しないかと云う理由も、私には残念である。適当なときに、どこかで、このようなことをすることができたらと思います。

私は、これらの問題を詳細に研究した上でなければ、LACROIX の仮説に対する私の反論が正しいかどうかと云うことについての判定を下すことは困難である⁽²⁾と云う、ESCHEN 教授の御意見に、同意します。

次記 P 363、2 の文の通り、彼自身がこう云う認識をもっているように、この問題に対する彼の見方はこのきびしい条件を満足させている。

“表面的な見方はこの問題に何の見通しも与えないので、私は熱雲現象の所では静止しなければならぬと、余す所なく考えた”

以上のことは私は強く疑うべきもの⁽²⁾と考える。これを裏付けるために、ここ幾つかの例を引用したい。

ペレー山熱雲論争は初めてではない。

さて先づ第一に、ペレー山熱雲の発生についての論争は、こと新しいことでは無いのである。⁽²⁾我々はこの問題を LACROIX の最初の力作において、既に取扱われているのをみる：

3. LACROIX, A, “LA MONTAGNE PELÉE ET SES ERUPTION (ペレー山とその噴火)”
パリ、1904 年。

(2)：この点には ESCHER は一言もふれず)

ANDERSON と FLETT の二人のイギリス人学者は、1902 年 7 月 9 日のペレー山熱雲の降下を実見したのであるが、彼等は、LACROIX 仮説の正当性に疑いを置いている。

“彼等は云う。これは火山の爆発では無い、特別の性質のなだれの急激な移動である”

このように LACROIX は、P 352、3 で述べている。

この熱雲が、彼自身が観測した多くの例とは、違う性質をもっているものでないことは、次の、

3. P 320、からもわかる。

“これらは、私が1902～1903年の冬の間に研究した、普通の型のものである”
例えば、ESCHER が図3で画いている通りの型、また、ESCHER がその型を形態から立証しようとする型、からみても、これは爆発型熱雲である。

LACROIXは、その原著において、ESCHER とは、全く別の論拠を、以後に詳しく述べる。問題に対する彼の仮説を弁護するために、引き出している。

著名なイタリー人火山学者、MERCALLI は、1906年のベスピアス火山爆発の後、同様に、LACROIX仮説の正確性を疑っている。そして、熱い灰なだれの降下に際して出現する、熱雲現象については是とする。これら現象の目撃者でもあったLACROIXは、MERCALLI に原図の写しを与えている。LACROIXの第二の著作：参照のこと。

4. LACROIX A, “噴火後のペレー山”パリ、1908

MERCALLI は卒直に、熱灰なだれは吹き上げられた軽い灰雲の余波に過ぎない。しかし、ペレー山の熱雲は降下時に明らかに垂直に膨脹し、流れ下る熱い溶岩碎片が全長にわたっている。
nasleep=aftermath

併し、私の考えでは、これではまだ、ペレー山の熱雲は、溶岩なだれ熱雲にあらず、とは云っていない、と云うのは、溶岩円頂からしぼり出された、もしくは崩れ出た熱い溶岩塊は、最初に垂直に噴射され、空中輸送の後に堆積させられた、火山性噴出物のなだれとは全く別のものである。

またLACROIXもまた、二、三の例において、特に爆発力が少いときに、熱雲が溶岩なだれによって発生することについて、門外漢であることを認めてはいたが、彼は、ここから、

“SAINT RIERRE の大崩壊雲もまたなだれ以外のものではない”4, P102,
と云う結論を引きだすべきではないと、考へた。

従って彼は、ペレー山のすべての熱雲は、噴火雲の下方へ向けての爆発性噴射のためであるとし、彼はこの爆発を、PELEE 型と名付けて、すべての他のものと区別した。

蘭領東印度の熱雲

1909年にLACROIX の仮説に直接反対することなく、全面的にはこの仮説に賛成しないとする、最初の声が蘭領印度から上がった。

私が調査したかぎりにおいては、ペレー山の熱雲に非常に良く似た現象が蘭印にも現われることに、蘭領印度で最初に注目したのは、HLGO COOL であった。⁽³⁾

5. COOL, H, “LOEMADJANG 災害に関する SEMEROE 山の調査報告、鉱業年鑑1909、 WET, GED. P299～330、

彼がこの年、SEMEROE山の爆発のときに、彼が見、写真に取った“降下する雲”についての、詳細な実見記事中に、(図15、16を参照のこと)彼は云う：

“このときに見ることができた像形はA. LACROIX の古典的著作のいわゆる“熱雲”
nuée ardente
の図86の像によく似ていた”

更に明瞭なこの熱雲を次記に見る。

6. VISSERING, Mr. G, “強烈な自然の力”バタビヤ、1901年、P.18 “1909年9 月15日の SEMEROE 山の降下する垂直の爆発雲と BESOEK SAT の河床”

“山の側方開口から側方へ向けての発射”はここでは問題の外にある。と云うのは、

“側面で生成物を投げだす KABA と SEMEROE の爆発は、火口自身の中でも、垂直から偏流
product deviale

することがあり得る”

と、HUGO COOL は云う。

彼はここでこれに関連してKABAも挙げている。またこれに記載するだけの価値のある実見を付記している。即ち、VERBEEKは、同氏が1876年6月に観測したKABAの爆発のときに、生成物が側方に火口壁を越えて投げ上られたのを見ている(5の文献を参照のこと)。後にVERBEEKは、1883年のクラカタウ噴火のときのKETIMBANGに於ける熱灰降下を説明するために、この観測を利用している。しかし今度は彼は、山腹から斜め方向への射出を、壁をこえて側方へ、投げ出させている。その結果として、LACROIXはこの例を彼の爆発型熱雲仮説を確定するための例として引用している。⁽⁴⁾しかし、HUGO COOLはこの例の不隠当きを、当然に指摘している。このようにして、不正確であるにも拘わらず、仮説が市民権を取得し、もしくは維持しているのは、これがはじめてでは無い。

欄外註 3. 会合の最初の会長の、不幸にも余りに早く亡くなった兄弟

4. 3のP356、脚註1を参照のこと

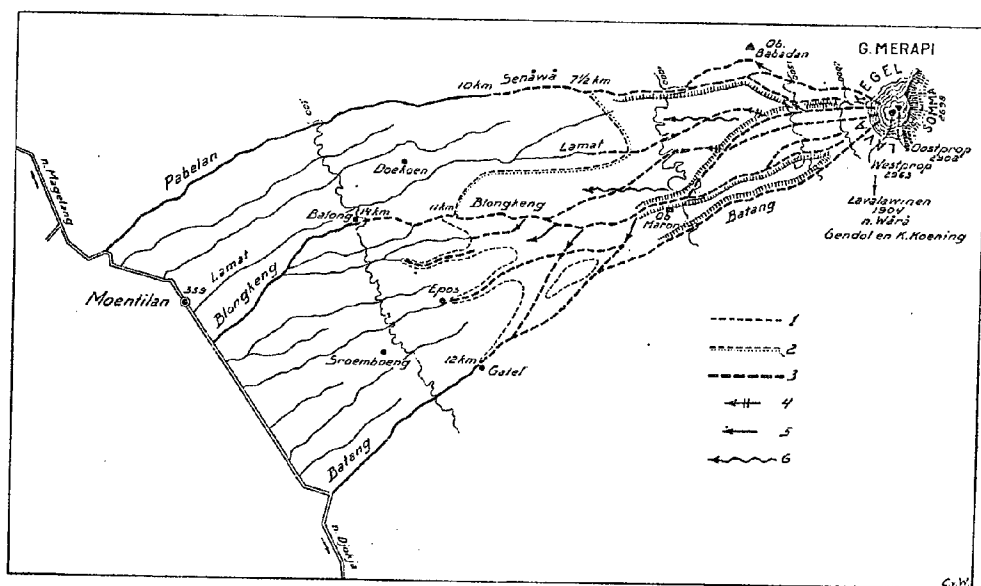


図1. 1930年の噴火時のメラピ山西斜面の熱流の分岐と熱雲の方向。縮尺1:150000。

1. 熱流荒廃の境界。 2. 熱雲荒廃の境界。 3. 熱流。 4. 4. 溪谷壁を越える熱流の跳出し。 6. 熱流分岐後の熱雲の方向。 最近の報告によれば、はじめに私が推測したようなバタビヤ溪谷を、熱流は一つも流下しなかった。(図中、MERAPI山の記入中、OOSTPROP = 東栓、WESTPROP = 西栓、

“そこには、依然として燃えていてもよい今投げ出されたばかりの生成物がなかったので、LACROIXがベスピアス山について記載したような、所謂“乾いたなだれ”も無かったので、HUGO COOLは、次のような結論に達した：

“SEMEROE現象は結局の所、いってみれば“熱雲”と“乾燥なだれ”との間の中間形態である。これはMERCALL-LACROIX論争に関連して、この問題について私が提起したものと、同一の異議ではないだろうか。

7. BOSSE, P. M. VAN, "KELOET 山とPELEE 山" Kon Ned. Aard Genootsch 誌,
1920年, 37巻 P 311~316

“火山爆発はその根源を常に地中深奥にもつはずであると言う概念は、私には古くなった観念である”

火口孔内の溶岩円頂に圧力が徐々に発生してくると、閉じ込められたガスは静かに脱出することになり、崩壊溶岩なだれは、熱雲現象を一定の限度で呈示するか、全然呈示しない。しかし急激な上昇の時は来ると、溶岩なだれから、厚い熱雲が上昇することもある。

と VAN BOSSE は云う。そこで彼は次のように説明しようとする。そのとき既に高い溶岩針が火口上方に突出していた、そしてこの溶岩針はSt. PIERREの方向へ倒れ落ちたか、火口はほんの一部が溶岩栓で閉じられていた。そのため噴火は側方に向けて起った、のではなからうかと。この二つ

図2. 1919年5月爆発時のKELOET山の熱流、熱雲及び水状岩碎片流または、LAHAR
(溶岩=マレー詰) 縮尺1:100000、

1. 噴火雲がドーンと落下し、それにより生じた熱流の区域。
2. 水状岩碎片またはLAHAR(溶岩)。
3. 熱雲荒廃。
4. ドスンと落下した噴火雲の焼焦区。
5. 水状岩碎片流またはLAHAR(溶岩)の分岐。
6. BADA熱流がGOEPIT(グビト)溪谷へ跳び込む。
7. 事業所居住区

の推定はLAROIXの推定とはひどくかけ離れている。しかし彼の観測とは一致するに到っていない。従って私はSt. PIERREを荒廃させた熱雲はもっと簡単に、普通のなだれ熱雲として説明できると考える。

1919年にKELOET山爆発を調査したときに、私はその翌年はいじめて知ることになったメラビの熱雲とはその発生が幾分、異なっているものの、ここでも熱雲がある役割を果たしたことを、確信するにいたった。このことについても本誌に指摘しておいた。

8. KEMMERLING, G. L. L. "KELOET山の火口湖の涸渇" DE L'INGENIEUR, 39年度版, 第8号, P 127~133

この種の熱雲は、火口壁から少し上部に達して、すぐにその頂上にドスンと落下する、重い噴火雲の垂直発射によってのみ、説明することができた。重い溶岩碎片は熱流の形で溪谷を流れ下り、軽いものは、地形に妨げられることなく、浮遊状態で、山腹を滑り下りる。後に私はANDERSONとFLETTがSOUFRIEREの噴火のこのような熱雲について記載し、LAROIXもペレー山の二、三の爆発について書いていたことを知った。P 43~56, 1を参照のこと。LAROIXは、開口火口から噴射されたSOUFRIERE熱雲とペレー山の閉鎖溶岩円頂から噴射された熱雲との間の発生方法の相違を正しく指摘した。

熱雲問題についてのLAROIXの最近の見方

1920年のメラビ爆発にさいして、私が熱雲を間近で研究するにいたったときに、私はLAROIXの著作を詳細に研究した後、彼が観測した現象及びSt. PIERRE災害を惹起した現象を説明するためには彼の“方向づけられて発射された噴火雲”仮説は不用であると、確信するにいたった。その上、昨年のメラビ爆発は、この問題に対する私の推定を確実化するための新しい駒をもたらした。しかしこの問題に立ち入る前に、はじめに、LAROIXは最近、新たに、熱雲問題の争論中に、次のように言い始めていることを指摘したい：

9. LAROIX, A., "火山噴射物及びこれを構成する火成岩の発生についての考察" フランス地質学会百年記念刊行本 1830~1930, 第11巻, P 431~472, パリ, 1930年。
10. LAROIX, A., "1931年4月11日, CLERMONT-FERRANDにおける学術協会会議閉会席上で発表の論文" P 21, パリ, 1930。

私が大変驚いたことには、彼はもはやすべての熱雲を“爆発型熱雲”型に、数えてはいないことで、彼はまた“なだれ型熱雲”なる言葉をも導入しているのである。第一の種類には彼によると荒廃的爆発が属しているとし、1902年5月8日、11日、8月30日の爆発がそれだと称する。しかし、これにつづけて、他の多くの例においては、閉じ込められたガスの張力が、溶岩を円

頂から発射させるには不十分なのだ、と云う。

“これは、なだれ熱雲を発生させるためのみ、壁を倒し、〔前者と同じ大きさの造形的性質を呈示する〕。

(0) P 2 2 参照(斜字体(訳文〔〕内)は私がした)。方向付けて発射された噴火雲は山腹の地形による支障を蒙ることは無く、従って、St. PIERRE まで到達する。これに反し、他の物は RIVIERE BLANCHE 溪谷に沿って進むだけである。

しかし彼が描写した熱雲は、すべて“なだれ熱雲”に属していることは確定はしている。彼によれば“爆発型熱雲”に組入れられなければならない、荒蕪的熱雲を彼は描写することができなかった。何故なら、彼は、これを一つも見ることが無かったからである。

LAROIIXによればすべて“なだれ熱雲”に包含させることができる、大小のペレー山熱雲の間に、彼が明白な形態的相違を観測しなかったと云う事実から考えて、しかも尚 ESCHER が LAROIIX が写生した熱雲のどれかの形態から、これが方向づけられた噴射でなければならぬ、と推論しようとするのが、私にはよくわからないのである。同様に P 3 6 3 の ESCHER の論 2. の次の抜文も私にははっきりしない。

“この重要な一定方向熱雲につづいて、ペレー山ではメラビ型の熱雲なだれが登場する”

というのは、ESCHER がこの型はベスピアス山の灰なだれ型と一致していると考えているし、また、LACROIX はペレー山の熱なだれ型は、その分離したものだと言明しているが、LACROIX が写生している熱雲はどれも ESCHER のメラビ型には包含されるものではない。

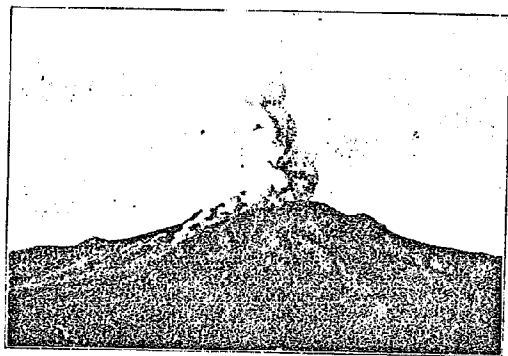


図 3. 溶岩円頂の碎面から垂直に上昇し、また崩壊した溶岩碎屑物と共に降下する熱雲、1903年9月23日のペレー山爆発時に観測したもの、図 8 5、LAROIIX 3.

ペレー山型とメラビ山型のなだれ熱雲の間に外見上相違はどこにあるか。

繰返して私が述べて来たことであるが、私の見る所では、この両者は、同一のものである。私は、私がメラビ山について発行した写真では、LACROIX が彼のきらびやかな著作に掲載したものと同様、熱雲現象はあまり明瞭には見えていないことを ESCHER のために認めねばならない。

しかしこの余り明瞭でないものから、メラビ型はペレー山型とは全く異なるものであり、はるかにベスピアス型に似ていると云うことを、結論づけることは、あまり当を得ているとは思えない。何よりもまず、不明瞭であると云う点だが、これは遺憾な点が多く残っている複写のせいである。原図によって見れば、その現象は、私が DELFT で映写したスライドのように、はるかに明瞭に見える。

その上、ペレー山の噴火現象は、1920年のメラビ山の爆発のときよりも、はるかに激しかつ

た。メラビ山の最後の爆発のときに、非常に多くの不幸を惹起した熱雲については、私は未だよい写像を入手していない。しかし記事によって判断すると、私が1920年に実見し、記事にしたものと、原因と結果において、一致しているはずである。

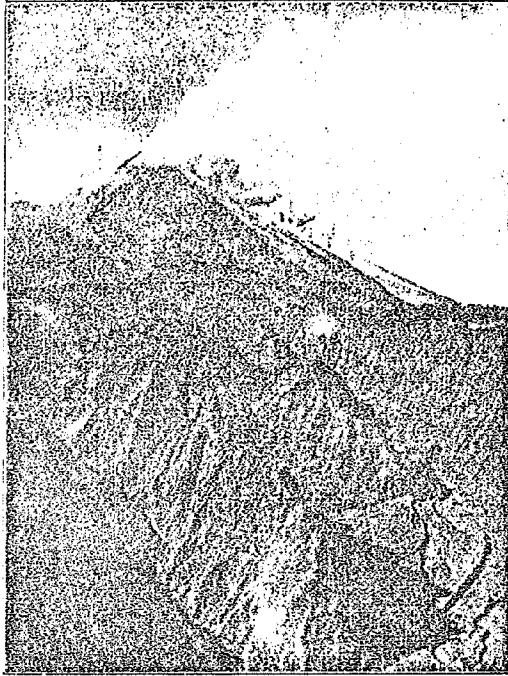


図4 1920年8月メラビ山爆発時に観測降下する熱雲。降下する溶岩碎片塊から渦をまいて上昇する熱雲が明瞭に看取できる。



図5 垂直に溶岩円頂から上昇し、他方、崩壊した溶岩碎片塊とともに降下する熱雲。

1920年8月のメラビ山爆発時に観測。

この図と図3を比較のこと。

熱雲のうち、メラビ型はペレー型とは若干異なっていると云う主張を立証するために、RADEN SALEH の絵の“1985年、日中のメラビ山”として紹介されている彼の2の図2、そのものを、彼は同書に採用されている私の種々の出版物中の、最も明瞭なものとして、掲載している。2の文献リスト、p.35、39、40参照のこと。私が残念に思うことは、その中に類似を見出すことができないことである。活動中のメラビ山を見たものは誰でも、RADEN SALEHの絵は崩壊の普通の段階を写したものであること、時には長年にわたって、特に夜間、溶岩の白熱が見えるので、遠方からでも、明瞭に観測できることを知っている。降下する溶岩塊は滑走路上で大きく跳ね、互にとび散り、滑走路上の物体に回転を与え、山腹にそって進んできた物質雲の軌跡として、これらを後に残す。

ここでは事実、1906年ベスピアス噴火の時の熱灰なだれに伴った、物質雲に、本質的に幾分似ている現象を取扱わねばならぬ。LACROIX 4、図299参照のこと。しかして、LACROIXは、彼がペレー山の溶岩円頂の崩壊に際して、このような現象を見たことを、自ら述べているのである。しかし、この現象は、熱い溶岩なだれの結果であり、LACROIXが、彼の著名な著作3に写生、紹介している。熱雲とは、かまわりの無いものである。

私の写真もまた何か外のものに見える。若干の溶岩塊の崩壊ではなく、溶岩碎片のなだれの滑走にである。また、明瞭なのは、それから立ち昇る熱雲の攪流拡大が観測されることである。

ESCHERが目的とした私の写真は従って、LACROIXの作品3に掲載の写真板XIとXIIの、図1.2.3.4.5及びその本文図面69にあらゆる点で、似ている。また私の他の写真は弱められた形態で、写真XIIの図1.1.と1.2.及び本文図の86に、一致を呈している。更につけ加えたいことは、私が写真にとった熱雲は私が見た、最強のものでは無いこと、また、1920年10月12日の災害を惹起したものは、1930年12月のものとは云わぬまでも、確かに、もっと強大なものであった、と云うことである。

更にESCHERの他の議論は、2.P.363に、

“ペレーとメラビの熱雲の間の非常に重大な相違は、前者は前部が高い、通常は後部よりも高い、しかるにメラビ熱雲では前部が低く、後部が高い、ことにある。”

と云うのであるが、私はこれは、LACROIX 3の写真板、XII、XI、XII、XIIIに関連させることによって、論ばくできると考える。この写真版には、多くの図があり、山腹に沿って降下するときの熱雲の発達が見られるからである。これらの写真はすべて明瞭に、熱雲が側方長さ一パイに、傾斜面の最上部にあり、すべて、前方が高く、後方が低い。

最初に山腹が弱くなると、またそのために流下する溶岩碎片塊の速度が減少すると、熱雲は、大気中に高く昇り、ついには、其処で支配的な風によって、灰雨として連れ去られてしまう。その上、LACROIXの著書を注意深く読み通すと、観測した現象についての彼の記載する所もまた、私のものと、一致することが判る。僅かではあるが、ここに、彼の論述から次の断片を引用する。3.P.198参照のこと。：

“RIVIERA BLANCHEの溪谷の中では、雲の前部は、常に益々高くなる後方部分に先行して、地上を回転する、と云うような具合に、水平移動の速度は、常に膨脹運動の速さを上回る”
換言すれば、“熱雲は、溪谷内においては常に前方が低く、後方が高い、従ってこの事から私は、メラビとペレー山の“熱雲型”には相違が存在しないと結論する。

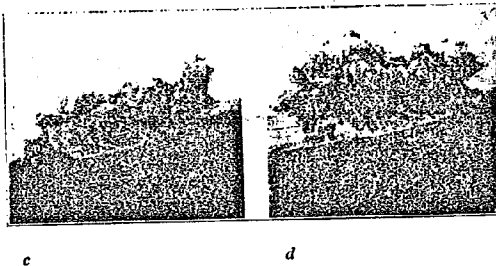
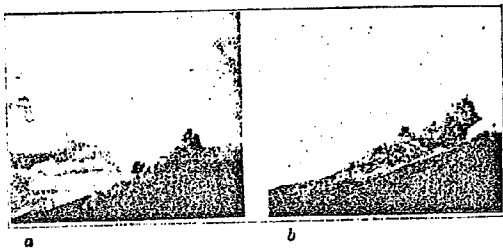


図6. 1903年1月25日のMONTAGNE PELÉE 爆発時に観測した、熱雲発達の名段階、LACROIX 3、写真版 XI と XII。

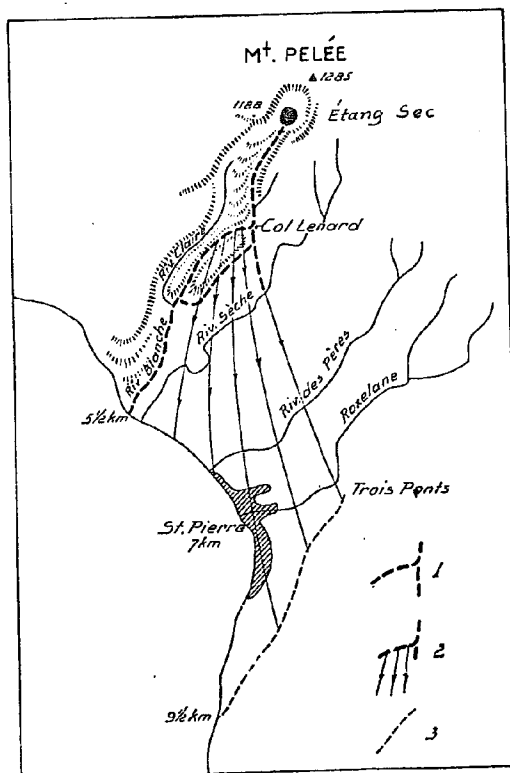


図7. 1902年5月8日のMONTAGNE PELÉE の爆発時の、推定の熱流分岐と熱雲方向、縮尺1:100,000

1. COL LENARD付近の熱流分岐、
2. COL LENARD付近の熱流からの熱雲の分離
3. 熱雲荒廃部の南側境界

定方向噴射熱雲の LACROIX の仮説を確定する為の議論はどれか

ペレー山の破壊的熱雲は噴射された噴火雲である必要は無く、VAN BOSSE が既に推定しようとしたように、同様になだれ熱雲である必要も無い。

LACROIX が自分の仮説を弁護しようとする議論は次記の通りである。第一に、この熱雲の極めて大きな速度、第二、熱雲の極めて大きな機械的力、⁽⁶⁾しかし特に、第三：

“私はこの爆発仮説は不可欠と思う。それはこれだけが、どうして巨大な塊が、当時深く切り立っていた溪谷を行進し、そして町へ向うことができたか、と云うことを理解させ得るものであるからだ。幾つもの障害がこれを押し止めたが、多くが円頂と ROXELANE 川との間の証拠として留まった；出発点から 10 Km の町には、砂利及び細い砂しか到着しなかった。”

9. P 459 を参照のこと。

註(6) 文献 40 (の 2 参照) に、この熱雲の速度と、機械的強さとは、粉状雪なだれのそれらと一致することを示してある。

さて、メラビ調査によって、私が知ったこと、またそれが最近の爆発によって確認されたこと、は次の通り、即ち、熱雲現象については、滑走路と溪谷をいわば流れ去ってしまう熱い溶岩碎片塊と、これから上昇し、これと共に漂ようように前進する。より軽くて、温度が低い、ガスと溶岩質の混合物、との間に区別をしなくてはならない。LACROIX は全団塊を“熱雲”と名付けた一方、私は燃えている団塊に“熱流”と云う名称を導入した。そして“熱雲”と云う名称は、浮遊する部分にのみに取って置く。特に、“熱雲”は、“熱流”が通るのと同一の道は必ずしも通ってはいない。と云う観測結果は、私にこの分離をおし通す決心をさせた。と云うのは“熱流”は溪流を流れ、結局、底部摩擦のために静止したのに対し、“熱雲”は、BLONKONG 溪が形成する最初の大きな湾曲部付近で、近くの方へ飛び越え、熱雲が斜面頂部で与えられていたのと同じ方向に向けて、前進し続け、結局、向い風“VENT DE CONTOUR”がより高い大気層へ灰雨として連れ去った。メラビ山の最後の爆発のときに、この分裂の現象が再度発生し、噴火の強度が大であったため、“熱流”と“熱雲”は、1920 年よりもはるかに速くの、人の住む下界に降下した。

最初に挙げたものは、頂上から 14 Km の距離の所で、漸やく停止し、最後に挙げたものは少し早く、即ち、10 Km の所であった。

SAINT PIERRE は、ペレー山火口から、平均、僅々 7~9 Km 離れているのに過ぎないのに、昨年のメラビ山爆発は、1902 年の ST. PIERRE よりも確実に小ならぬ規模で、破壊した。

私が一度この現象を知るに到ったとき、1919 年⁽⁷⁾の KELOETUIT 爆発においても、SANGGI 島の AWOE の以前の爆発においても、こんな、重い“熱流”との分裂が生じたに違いないと云うことが判った。

註(7) VULK. MEDED № 2 参照

(8) VULK. MEDED № 5 参照

ESCHER, 2, P 352 参照はこの分裂は既知の現象であると称しているが、私が 1920 年に

この事を指摘するまでは、決してそうでは無かったのである。と云うのは、正しく LACROIX がその作用によって、ST. PIERRE 災害が生じた範囲についてのその作用を知らなかった為こそ、彼は、溶岩円頭から、山腹の地形とは無関係に、町の方へ流下する、一定方向噴射噴火雲仮説に至ったのである。10, P 21

しかし、LACROIX が提出するデータを詳細に研究すると、この噴火のときも分裂が起ったはずであること、またメラビ山のばあいと同様に、最初の中腹で、即ち、RIVIERRE BLANCHE が大きなわん曲をする所、即ち COL. LENARD 付近で起ったことがわかる。まさしくこの二つの火山の山腹の詳細地形の間の、驚くべき一致点が、観測した噴火現象の類形化を容易にするのである。しかもその上に LACROIX 自身、ST. PIERRE を起えた向う側の地区へ向った軽い“熱雲”と、RIVIERRE BLANCHE の谷を海まで沿って行った重い“熱流”の、この点付近での分裂を考えついていた。3. P 355 参照。

観測現象の解釈に当っての LACROIX の最大の難点は、主として次の点にあった。つまり軽い物質ばかりで無く、大きな溶岩塊までも、RIVIERRE BLANCHE の谷と、RIVIERRE SÉCHE の谷とを分つ、山の背に具合よく来た、と云うことである。

最初に挙げた谷の河床は5月8日の災害のときにおいて、跳躍が可能であったとするに於ては、当時まだ深すぎたことである。絶え間なく続く崩壊溶岩碎片による埋そくによって、河床が絶えず高くなっていた。その後の時期において、この様なことは起り得たことは勿論のことである。3.の写真版の図3を参照のこと。

しかしこの難点は、メラビ山の最終爆発のときに実施した。最近の観測のおかげで容易に反ばくできる。現在“熱流”は、流下時には、発生の数時間後よりも、溪谷の中でははるかに大きな容積を占めることが、明らかになっているからである。従って、BLONGKENG 溪谷に沿っていた“熱流”が、主溪谷を埋めた熱い溶岩碎片団塊の水平面がその後、急速に、分岐の場所よりも、20m 低くなっている。と云うことが、可能である。何かこのようなことは、私もすでに以前に、観測した。それは1919年の爆発のときの、KELOEL 地方でのことだった。と云うのは、LAHAR BADAK を通って下った“熱流”は、高い所にある古い分岐点の LAHAR GOEPIT に旨く来ているからである。

しかし私がこの分裂地点の現場に到着したときに、主溪谷を埋めていた溶岩碎片団塊の水平面は、この跳躍地点よりも8m下方に、すでに下ってしまっていた。こうして、ペレー山の最初の荒廃的爆発のときにすでに、“熱雲”が COL. LENARD 付近で近くの平地の方へ跳躍したばかりか、“熱流”の一部もまた、RIVIERRE SÉCHE の溪に流れ込んだと云う推定が、実際に1902年8月30日の爆発のときにこのようなことが観測されたように、成立ったのである。3.の図70、166、209、218 参照。

LACROIX はこのことについて、3.の P 331 に、次のように云う。

“SÉCHE 川と BLANCHE 川との間に包含される地域を注意深く研究しているときに、私は5月爆発の堆積物を覆っている、巨大な塊が相当多量にあるのを確認した。これら塊は COL. LENARD を発し、SAINT PIERRE 方向に向い、やがて二つに分岐する軌跡を形成する。一つの枝は SÉCHE 川わん曲部まで一直線に続き、もう一つは、西に向い BLANCHE 川に再会する”

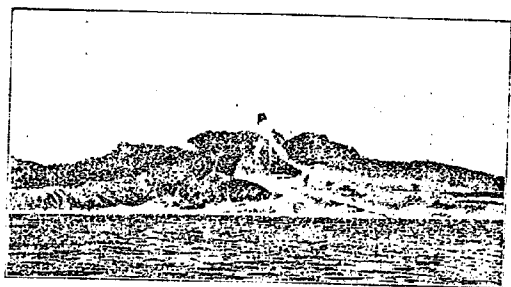


図8. RIVIERA BLANCHEの谷と
COL LENARDの近くの大きなわん曲部、
LACROIX 3の図7.0。熱流路は白いバ
ンドとして見える。COL LENARDの右
からRIVIERA SECHEと SAINT PI-
ERREに跳躍

メラビで得た経験により、この文章を読んだ後、もはや、5月8日にも RIVIERA SECHEへの跳躍があったことに、疑いをもつ人は無いと、私は信ずる。

結局、熱流はこの地点よりも上流で、あちらこちらで、溪谷壁を跳び越えることができたし、山の背に大きな溶岩塊を、残置できた。私はここでは、1920年のLAMATの溪谷への跳躍だけを考へ、今また1930年のそれも考える。

“熱流”流出時に、深い溪谷が岸を起えるまで、一パイになり、直ぐその後で、熱い溶岩碎片団塊が平面の低下により、再び深さが十数米以上になり得る。と云うことに無知であったとすると、人はきっと、どうしてこの大きな溶岩塊が離れた山の背にひょっこりと来たのかと自問することであろう。

更に私が注意したいことは、例えば、メラビの場合、BLONGKENGからSENAWAとBATANGへ、のように、火山の頂上区域でも、ある滑走路から他の滑走路へと、ときに跳躍が発生し得ると云うことである。

今、全く残念であることは、メラビ山との信頼できる比較研究、特に頂部区域についての研究を実施するには、ペレー山の地形的写生図が、(3の図87参照)、十分に詳細では無いと云うことだ。

しかしLACROIXが4のP40及び3の図61に発表した頂上図から、ここにおいても、火口壁のV形裂け目の直ぐ下で、近接の山腹への跳躍が可能であったと結論することができる。

この観測の後、改めて私は、1922年にすでに、私が出した結論、即ち、1902~1903のペレー山の爆発時に観測されたすべての熱雲現象は、雄大さと云う点を除いては、私が1920年のメラビ山爆発時に研究⁽⁹⁾した熱雲現象と、全く一致していると云う結論に、再び到達する。昨年、1930年のメラビ爆発は、これについての私の主張を確立したばかりでなく、新しい論争はこの主張を強化するに至った。メラビとペレー山の熱雲は、凝結中のまたは凝結してしまった溶岩のしめ付けにより、山腹の上にはみ出した溶岩円頂から発生する。これが真の“なだれ熱雲”または“NUÉES ARDENTES D'AVALANCHE”である。非常な高圧のもとに溶岩中に閉じ込められていたガスは、最初に崩壊により、また平地の方への移行中に、脱出する。ガスは軽い溶岩質と共に、浮遊する“熱雲”を形成する“熱雲”は重い“熱流”ほど熱くはなく、有機生物をいぶすが、ガスのように燃えることは無い。

欄外註(9) 1904年から静かだったペレー山の溶岩円頂が1929年以降、再び活動すると云うことは、確かに突然であると云ってよい。溶岩円頂の形態は現在、全くメラビの円頂に似ている。またRIVIERA BLANCHEの溪谷上流の中を下る熱雲は、すべて

“NUÉE ARDENTE D' AVALANCHE”型である。9のP460を参照のこと。



図9. 1930年のG.MERAPI 爆発の熱流が、どのようにして溪谷壁を溢流し、以後に再び低下していったことか。

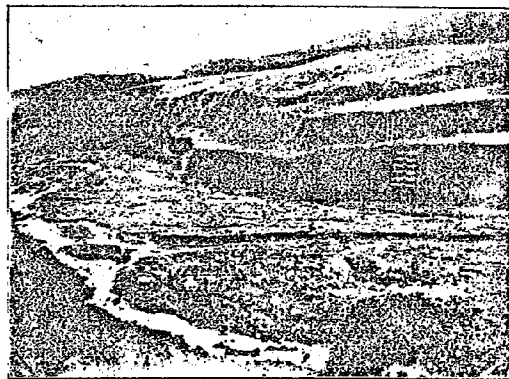


図10. MARON の反対側の BLONKEN 溪谷の中のメラピ山の旧爆発の固化した熱流。水高標は水溜りまた水状岩碎片が一定の高さになったばあい、危険に迫られた下流地域に、警告を適時に出すためのもの。1930の爆発の時には、溪谷全体が高温溶岩で埋められた。1920年8月の写真。

したがって、これら“熱雲”と“熱流”は爆裂性爆発起原の噴火雲ではなく、すでに、MERCALLIが表現しているように、これは、流出性爆発の付随現象で、この場合溶岩は粘りのある糖密状団塊として山腹を流下するのでなく、火口孔からでた崩壊中、または崩壊した団塊として、溶岩円頂からしぼり出されるものである。

ESCHERが、中央爆発の図解の第三版を出すことがあるならば、彼がMERAPI型として画いた画

像(2の図1参照)を削除し、MERAPI型同様、またはMERAPI型としてのPELÉE型を流出爆発に押入することを提案したい。

後 記

この論文が終了したときに、“DE MIJNINGENIEUR” №12 バンドン、1931年に、J. B. GRANDJEAN 技師の手になる論文が発表された。この中で彼は、1931年5月24日の熱雲団塊の下方への発射、換言すれば下方崩壊を、どのように観測したかを述べている。

彼は彼が見たことをBLENGKEN滑走路の一部を覆っている溶岩舌の裂け目の所での溶岩団塊の爆発性発射によると云うこと以外には説明をすることができない。また、彼は“なだれ熱雲”が、LACROIXの云う意味での“爆裂を伴う熱雲”とは異なった熱雲展開を呈示した、と賞賛を送っているのである。

しかし我々は、LACROIXがこれは違うのだと明確に説明したのを見た。すなわち、熱雲現象の形状からでは、これが噴射されたのだとは結論づけることは出来ないと云うことである。溶岩塊または岩石塊が降下するときに、消走路上の物質を巻き上げたために発生した物質雲形成は、全然別の現象であることには、私は全面的に同意する。

しかし、GRANDJEANが観測した熱雲現象は、私が1920年に、はるかに高い地点から、天気の良い日に、従って頂上がよく見える日に見たものと、全面的に一致する。所が、GRANDJEANが調査をしたときは、頂上は雨雲に包まれていたから、多分良く観測できなかったのであろう。このようなことが、頂上区域では起るものだ。

最後の爆発のときに、熱雲団塊が爆裂的に噴射された、と云う印象は受けなかったし、火山調査隊の隊員も同様であった。しかし、LACROIXが、“それはなだれ熱雲を吹き出すために、簡単に壁を倒した”(I. C)と表現しているように、熱雲団塊が、しぼり出しによって、溶岩栓団塊から分離した。と云う印象は受けた。突出溶岩団塊は不安定な均衡状態にあるが、この状態が原因で熱雲団塊はその分離に際し、早くも、大きな移動速度をもっていた。“熱雲団塊は、山腹に沿って突っ出して行った。しかし発射されることはなかった。”

他の論文でこの点についてはもう一度、詳しく述べたい。