

マルチニーク島のプレー火山 —その発達史と活動史—

Hervé TRAINÉAU¹⁾ · Georges BOUDON²⁾ · Jean-Louis BOURDIER³⁾ (訳: 火山地質課)

1. はじめに

仏領西インド諸島マルチニーク島のプレー火山は、1902年5月8日の噴火でサンピエールの街を破壊し、28,000人が死亡したことで有名である。この時の噴火は何年も続き、頂上の溶岩円頂丘が成長して溶岩塊・火山灰からなる火砕流を発生させた。Lacroix(1904)は、この初めて観察された火山現象を nuée ardente または glowing avalanche (熱雲) と呼ぶことを提唱した。同様な噴火は1929-32年にも起きた。この時は1902年溶岩円頂丘の南に新しい溶岩円頂丘ができて、多くの火砕流を発生させた (Perret, 1937)。それ以来、このプレー式噴火は各地の多くの安山岩成層火山で観察されている。最近の例は現在進行中の日本の九州の雲仙火山の噴火である (Nakada and Fujii, 1993)。

同じ仏領西インド諸島のグアドループ島のスーフリエール火山で、1976年に地震及び噴気活動が活発になって危機状態となったのを契機に、2つの火山の過去の活動史が調査され、将来の活動予測がなされた。その仕事は IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris) (パリ物理地学研究所) に属する火山観測所がとりおこなった。プレー火山では1980年代にフランス地質調査所 (BRGM) によって2万分の1地質図と火山災害分帯図が作成された (Westercamp, 1987a; Westercamp and Traineau, 1983a)。火山灰層序の研究は Roobol and Smith (1976) によって始められた。Westercamp and Traineau (1983b) は、多くの放射性炭素年代を基に、最近の火砕堆積物の層序を再確立した。Boudon and Gour-

gaud 編 (1989) は1902年と1929年の熱雲堆積物の組成、粒度及び詳細な層序の研究を行った。

この報告では、熱雲の発生とそれによる火山災害を中心に、プレー火山の主な活動史をとりまとめる。火山の麓には22,000人の住民が住んでおり、将来の活動で被災する可能性がある。またその外側の大規模な噴火時に被災する可能性のある地域には42,000人が住んでいる。

2. 周辺地域の地質

プレー火山は小アンチル弧の9つの活火山のうちの1つである。ここでは北米プレートがカリブプレートの下に潜り込んでいる。潜り込む位置はマルチニーク島の東約150 km であり、沈み込むプレートの上面の深さは、この列島の約150 km である。沈み込む速度はかなり遅く、年間2.2 cm である。プレー火山はマルチニーク島の北端に位置している (第1図)。島の面積は1,080 km²、プレー火山の面積は120 km² である。プレー火山は海拔1,397 m の複合成層火山である (口絵1)。プレー火山の基盤は火山岩及び火山砕屑岩からなり、北から東にかけては Mont Conil 火山噴出物、南から東にかけては Morne Jacob と Piton des Carbets 火山噴出物が分布している (第2図)。年間降水量は、海岸付近で1,000 mm、山頂付近では7,000 mm である。降水の一部は山頂のカルデラ内に浸透している。

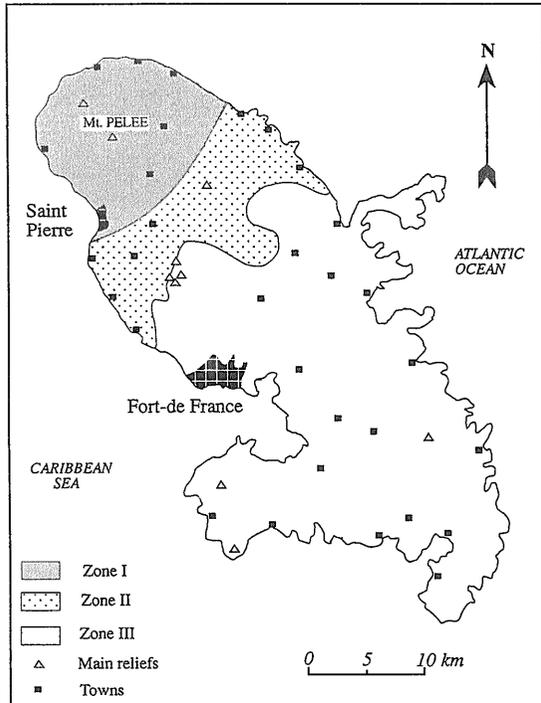
Westercamp and Traineau (1983a, b) はプレー火山を3活動期に区分した。第1活動期は海底で始まり、それから陸上での活動が始まった。この期の

1) Bureau de Recherches Géologiques et Minières, BP6009, 45060 Orléans cedex2, France.

2) Institut de Physique du Globe de Paris

3) Université d'Orléans, Lab. Géologie Structurale

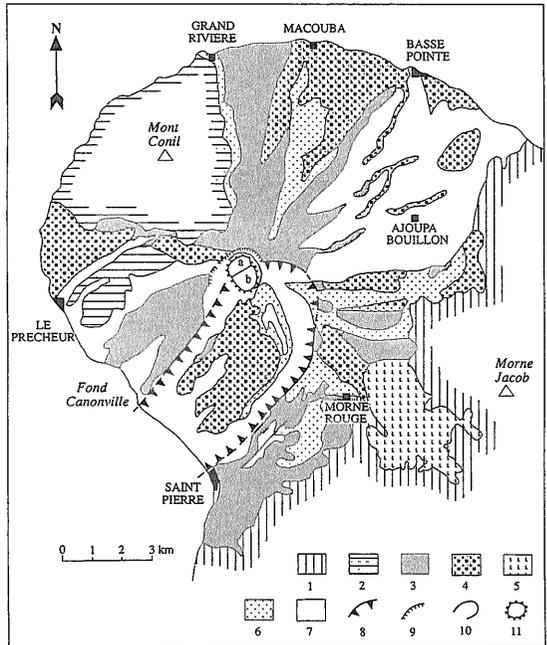
キーワード: 西インド諸島マルチニーク島, プレー火山, 熱雲, 火砕流, 火山災害, 噴火



第1図 仏領西インド諸島，マルチニーク島北部のプレー火山の位置と，火山災害分帯図。
I：将来の噴火で必ず影響をうける近接域(22,000人)，II：活動が大規模になった場合には影響を受ける拡大域(42,000人)，III：噴火の影響は直接受けない地域(30万人)。

噴出物は厚くて流下距離の短い安山岩溶岩流及び，溶結火砕流と破碎された溶岩からなる粗粒礫状堆積物からなる。固結度の弱い熱雲堆積物も認められる。K-Ar年代は，角礫について1例得られており， 0.4 ± 0.2 Maである。この第1活動期は，火山体南斜面の崩壊で終わった。これにより Vincent ほか(1989)が認めた南西方向に長く伸びた崩壊カルデラができた(第2図)。

第2活動期は0.1 Maより新しい。火道は崩壊カルデラの北東縁付近に位置し，これは現在の位置と近い(第2図)。噴出物は熱雲，軽石及び降下火砕堆積物である。セントビンセント式噴火も何度か起きている。新しい岩石からは25,700-22,300年前の年代値が得られた。これらの噴火によるスコリア流(1 km^3 以上)は火山体のすべての方向の谷を埋めた。噴出したのは玄武岩質安山岩-安山岩(SiO_2 量は52-56%)で，はんれい岩質岩片を含む。直径2 kmの Macouba カルデラは，この時にできたと考

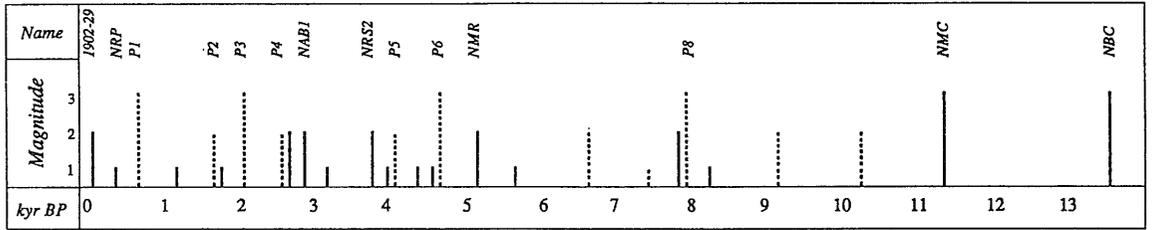


第2図 Westercamp and Traineau (1983a)によるプレー火山地質概略図。

Vincent ほか(1989)を改変。1：Piton des Carbetと Morne Jacob 火山岩類，2：Mont Conil 火山岩類，3：プレー火山第1期層(角礫，溶岩流，火砕流)，4：プレー火山第2期層(スコリア流，熱雲，軽石)，5：湖成層，6：新期層(13,500-5,000年前)，7：新期層(5,000年前以降) 8：Vincent ほか(1989)が認めた山腹崩壊壁，9：Morne Macouba カルデラ，10：Etang Sec カルデラ，11：有史の溶岩円頂丘(a：1902-05，b：1929-32)。

えられる。この第2活動期は，19,500年前のプリニー式噴火で終わった。この噴火ではプレー火山で最も SiO_2 に富む(66%)岩石が噴出した。

第3活動期が始まるまでの6,000年間は休止期があった。放射性炭素年代測定により，最近の13,500年間に30回のマグマ噴出活動があったことがわかった(第3図)。溶岩円頂丘形成と熱雲で特徴づけられるプレー式噴火と，プリニー式の降下堆積物で特徴づけられる軽石噴火のタイプが交互に起こった。降下火山灰は火山の斜面で広く認められる。現在は1902年及び1929年の溶岩円頂丘で埋められている Etang Sec カルデラ(写真1)は，650年前の P1 軽石噴出活動でできたらしい。南側へ向かう最近の火砕流は，サンピエールと Morne Rouge の間に地形的障壁があるために，方向が制限されてい



第3図 100以上の放射性炭素年代値を基に再構築されたプレー火山の最近の13,500年間の活動史(Westercamp and Traineau, 1983bを改訂)。

プレー式噴火(実線)と軽石噴火(破線)の規模は、それぞれ堆積物の体積を参考にして決めてある。

る。この障壁は最近も活動している北西に向けた断層である。またこれは Vincent ほか(1989)が認めた山腹の崩壊構造と一致する。

3. マグマの性質

プレー火山のマグマは、島弧型カルクアルカリ岩系に属し、 Al_2O_3 とCaOに富み、アルカリ、特に K_2O に乏しい玄武岩からデイサイトまで(SiO_2 量は51-66%)である。ただし両極端の組成の岩石は少なく、多いのは SiO_2 が58-62%の珪長質安山岩である(Fichaut ほか, 1989; 第4図)。第2活動期のセントビンセント式噴火で出た溶岩は SiO_2 量が53-56%の玄武岩質安山岩である。また1902-05年及び1929-32年の噴出物の大部分は SiO_2 量が61-63%である。しかしながら1902-29年の溶岩も含めると SiO_2 は51-66%になる(Gourgand ほか, 1989)。噴出物は常に大量の斜長石斑晶、少量の斜

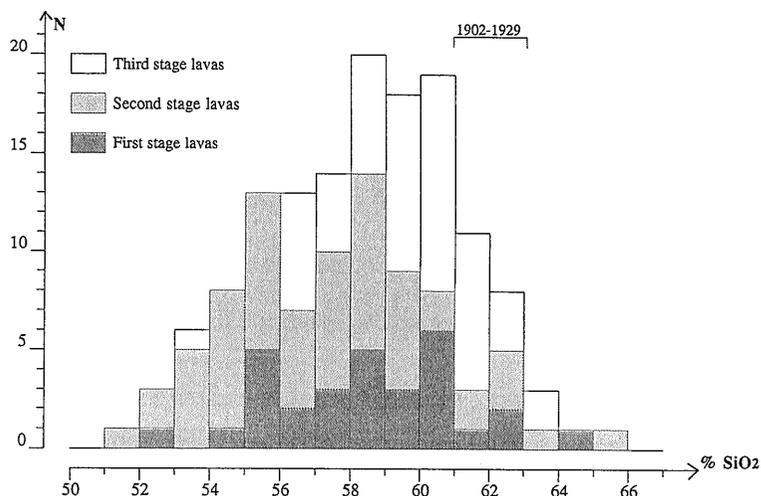
方輝石、単斜輝石、チタノマグネタイト、角閃石及びまれにかんらん石を含む。角閃石の量は変化に富んでいるが少ないし、安山岩中には含まれない。填間状ガラスは、珪長質安山岩中のものは流紋岩組成であり、より塩基性の岩石中のものは安山岩-デイサイト組成である。

プレー火山のマグマには混合を示す証拠が多く認められる。それらは縞状溶岩、塩基性捕獲岩、かんらん石及びMg-単斜輝石捕獲結晶、斜長石と単斜輝石の縁片部にみられる逆累帯構造である(Traineau ほか, 1983; Bourdier ほか, 1985; Gourgand ほか, 1989)。プレー火山のマグマの進化は、マグマ混合と分別結晶作用の両方の組合せでよく説明できる。しかしながらマグマ混合の程度と時期についてはまだ論議の余地がある。つまり深部から、浅部の分化した安山岩マグマに向かって玄武岩マグマがほぼ連続的に供給されるという長周期的な見方(Fichaut ほか, 1989)と、Gourgand ほか(1989)が



写真1 北東からみた1902年-05年(手前)と1929-32年(奥)の溶岩円頂丘。

Etang Sec カルデラは、これらの溶岩円頂丘によって埋められているが、カルデラの北東壁はまだ残っている。サンピエールの街は上方左隅の海岸沿に位置する。



第4図 プレー火山溶岩のSiO₂量ヒストグラム。

Fichaut ほか(1989)を引用。1902-1929年溶岩は含まれておらず、組成の幅のみ示した。

提唱したように、噴火直前に浅部のデイサイトマグマに深部の玄武岩マグマが貫入して安山岩マグマが生成するという2つの考え方がある。したがってマグマ溜りのモデルはいろいろあるが、浅部に分化したマグマがあり、深部に既に初生マグマからは分化した玄武岩マグマがあるという点では同じである。

4. 活動の周期的な型

プレー火山の噴火の頻度は、それほど高くない。過去13,500年間でのマグマ噴火は約30回である。これは平均すると1,000年間で2回の割合である。しかしながら活動史を丹念に調べることにより最近の活動には周期的な型があることが明らかになった(第3図)。頻繁で大規模な噴火を伴う活動期の次には、噴火の頻度が少ない期間が続く。この特徴は火山灰層序学の信頼性の高い最近の6,000年間では顕著である。活動期と不活発な期間の周期はおおよそ1,000年である。最近の700年間は活動期に相当し、4回のマグマ噴火が認められる(650年前、320年前、1902-05年、1929-32年)。

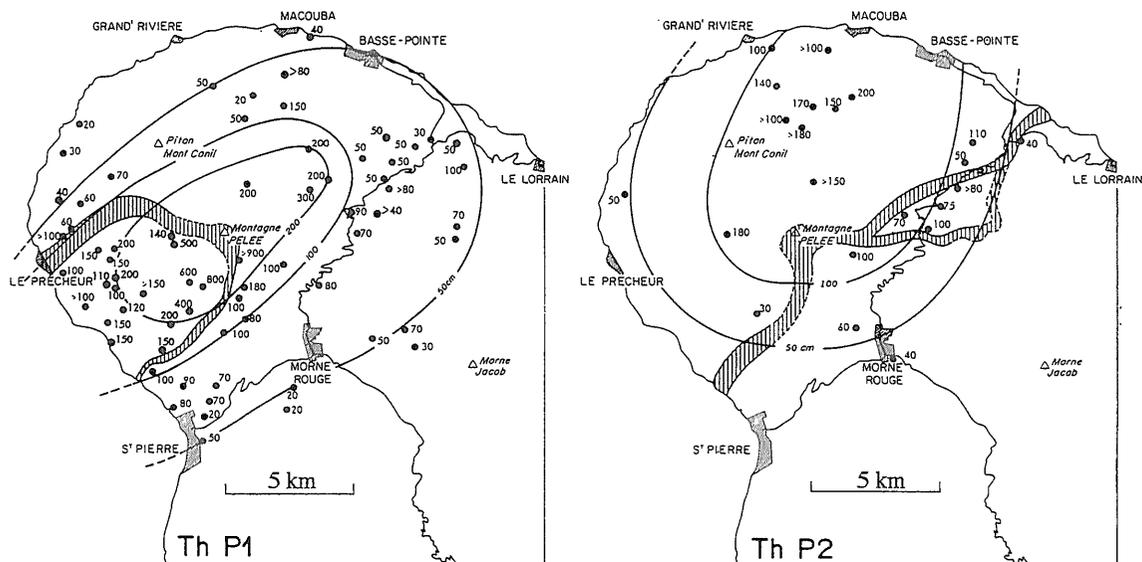
このような周期的な活動とマグマの組成の関係を究明する試みもなされている(Fichaut ほか, 1989)。ただし、同じ堆積物中の多くの試料を分析すると幾分組成に幅があり、マグマの組成を代表する値を決めるのが難しいので、明確な関係を証明するのは困難である。活動期の始まりのときの噴火(第3図のNBCやP6)では、マグマ混合の証拠を示す

不均質な岩石を噴出する。その後は、マグマの組成はより均質に、より珪長質になり(NMRやP4)、マグマ混合よりも分別結晶作用の効果の方が大きくなる。NBC(13,500年前)とP6(4,600年前)では、均質なタイプから不均質なタイプへの変化は、火道の位置の変化と相関があり、近くにあるSaint Pierre-Morne Rouge断層(第2図)の動きとも関係があるかもしれない。この動きは、浅所のマグマ溜りの形を変えたり、より深部の玄武岩マグマ溜りとのつながりを良くしたりするのかもしれない。残念ながら、最近2,000年間の活動については、噴火の頻度とマグマの組成の相関は、きれいではない。

また活動の周期性と噴火のタイプ(プリニー式かプレー式か)との相関についても研究が行われた。よく発泡した噴出物を出すプリニー式噴火は、噴火頻度の高いときのみ起こる。頻度の高い時期の中でも初めの方か中頃に、プレー式噴火と交互に起きる。活動頻度の低いときは、小規模のプレー式噴火のみが起こる。

5. プレー火山の最近の噴火

プレー火山の最近の噴火は、プレー式と軽石噴火の両方が起こることで特徴づけられる。最近の6,000年間ではプレー式が13回であるのに対し、軽石噴火は6回と少ない(第3図)。両者の噴出物は発泡の度合は異なるが、組成はほとんど同じである。プレー式噴火では比重の大きい、発泡していない物質が噴出されるのに対し、軽石噴火ではよく発



第5図 プレー火山の最近のプリニー式噴火 P1(650年前)と P2(1,670年前)の降下堆積物の等層厚線図(単位 cm)。

Westercamp and Traineau (1983b)を引用。線を付けた部分はそれに伴った軽石流堆積物の分布域を示す。

泡した物質が噴出される。また水蒸気爆発もおこる。有史では、1851年と1972年に起こっている。しかしながら水蒸気爆発では噴出物は火山灰層序の断面にあまり残らないので、正確な噴火頻度はよくわからない。

5.1 軽石噴火

最近の軽石噴火(第3図のP1, P2, P3のような)では、まずプリニー式噴火が起こり、次いでプリニー式の噴煙柱の崩壊によるものと思われる軽石流が生じる。しかしながら第3図のP4とP6では、最初にプリニー式噴火が起こった証拠はない。この2つの噴火では、水蒸気爆発による開口の後、火口から直接あふれるように軽石流が噴出したと考えられる(Westercamp and Traineau, 1983b; Traineau ほか, 1989)。米国セントヘレンズ山の1980年の噴火時に観察されたのと同様に、軽石噴火の後には溶岩円頂丘が生じたと思われるが、火山灰層序上は記録がない。

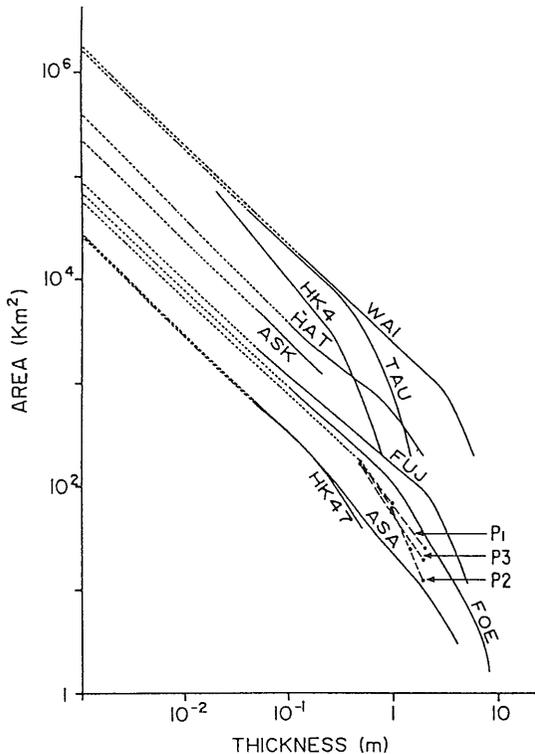
プリニー式噴火による堆積物は粗粒で淘汰が良く、よく発泡した軽石片を多く含む。また密度の大きい本質岩片及び表面が酸化している基盤岩の異質岩片も含まれる。溶結は認められない。粒度と岩片の量の違いにより内部に成層構造が認められることがある。最近のプリニー式噴火 P1 と P2 の等層厚

線図を第5図に示す。降下火山灰の分布は2種類の風の影響を受けている。すなわち高度6 km以下では南西貿易風、それ以上では北東反貿易風である。プレー火山の麓までが50 cmの等層厚線で囲まれてしまう。降下火砕堆積物の量は溶岩換算で0.15-0.20 km³である。Walker(1981)の図上では、プレー火山の3つの堆積物 P1, P2, P3は共にプリニー式と準プリニー式の領域の境界付近、浅間火山1783年と同様に小規模プリニー式噴火の領域にプロットされる(第6図)。

プリニー式噴火と共に噴出した軽石流堆積物は、山頂火口から1つあるいは複数の谷筋に沿って流下した(第5図)。軽石流に伴った厚い灰雲降下堆積物が主に風下側の火山の西麓に分布する。これらの堆積物は P6 噴火の1例を除くと、すべて非溶結である。

5.2 プレー式噴火

プレー式噴火は溶岩円頂丘の生成と、その一部の破壊によって生じる熱雲の発生で特徴づけられる。プレー式噴火による噴出物は、重力に支配されて谷筋を流下するために厚く、淘汰の悪い級化構造を示さない粗粒の熱雲堆積物(口絵3)からなるため、火山灰層序断面は、ほかの降下軽石堆積物に比べて記録は貧弱である。しかしながら、プリニー式降下堆



第6図 プレー火山の最近のプリニー式噴火(P1, P2, P3)の降下堆積物の層厚-分布面積図上の代表的な曲線。

Walker (1981)による他のプリニー式堆積物の曲線も示した。点線部は、タウボ火山噴火物の曲線と平行になるように外挿した。

積物にはさまれて、広範囲にわたって薄い細粒の熱雲及びサージ堆積物が認められることがある(写真2, 3)。その例は、1902年の最大級の噴火(5月8日と8月30日)や、より古い噴火(例えば約2,740年前のNAB1噴火)である。これらは起源が異なるかもしれない。

6. 1902-05年と1929-32年噴火

1902-05年と1929-32年噴火は、よく記録されている(Lacroix, 1904; Perret, 1937)。これらの著者によれば、熱雲は(1)溶岩円頂丘の縁辺部での重力による崩落または穏やかな爆発、及び(2)成長する溶岩円頂丘の基底付近からの水平方向に初速を持った爆発により発生する。後者の例は1902年5月8日から8月30日にかけて発生した最大規模の熱雲であり、この時は Etang Sec カルデラ内に新しい溶岩

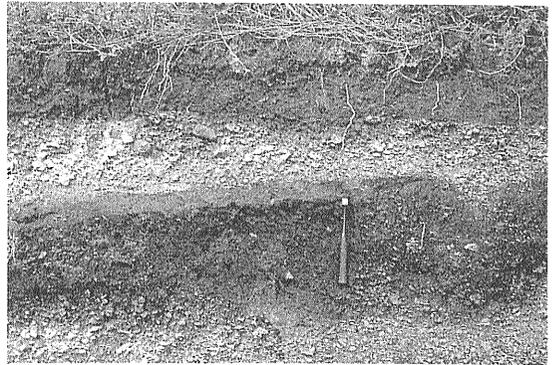


写真2 火口から南南西5 km (Beausejour)の火山灰層序。

上位から、土壌の下の灰色の5月8日堆積物、最上部が少し土壌化した白色プリニー式噴火堆積物(650年前のP1)、P1層に覆われるベージュ色の火山灰層、プリニー式噴火P3(2,000年前)堆積物の上部にできた古土壌。

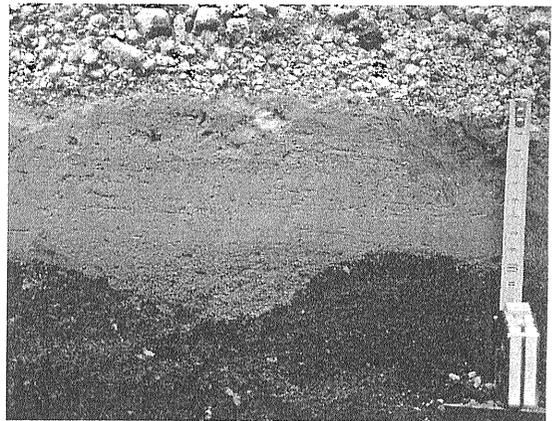
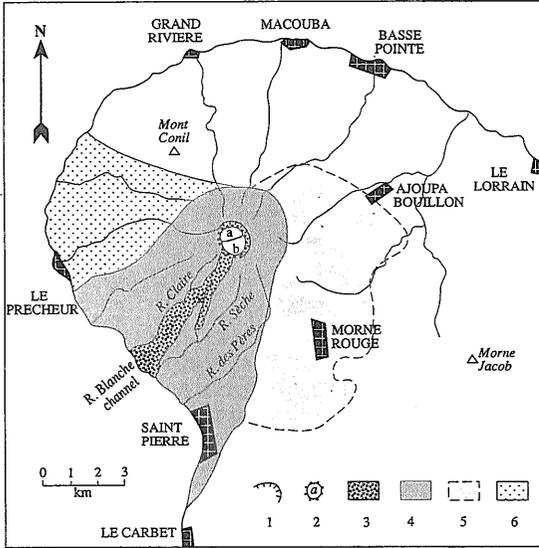


写真3 写真2で、プリニー式噴火P1層に直接覆われるベージュ色の火山灰層の拡大写真。

この堆積物は厚さが急に変化すること、ラミナが少しだけ発達すること、小さな凹みに細粒物質のないレンズ状の堆積物が認められるなどの特徴がある。このためこの堆積物は5月8日の水平方向に初速を持った熱雲と同様の乱流によるものと考えられる。

円頂丘が成長しつつあった。崩落型熱雲は、溶岩円頂丘が Etang Sec カルデラを埋めた1902年8月30日以降よく起こった。また1929-32年噴火時にも同様に観察された。崩落型熱雲は MacDonal(1972)の分類ではムラビ型火砕流と呼ばれるものであり、Walker ほか(1980)の“アスペクト比の大きい”堆積物に相当する。またこれらは現在日本の雲仙火山噴火で発生している火砕流とよく似ている



第7図 プレー火山の1902-05年と1929-32年噴火の堆積物の分布。

1 : Etang Sec カルデラ, 2 : 有史の溶岩円頂丘 (a: 1902-05年, b: 1929-32年), 3 : Blanche川沿いの1902-05年と1929-32年の熱雲堆積物, 4 : 1902年5月8日熱雲の荒廃域 (Lacroix, 1904による), 5 : 1902年8月30日熱雲で拡大した荒廃域, 6 : 細粒降下火山灰の風下側分布域。

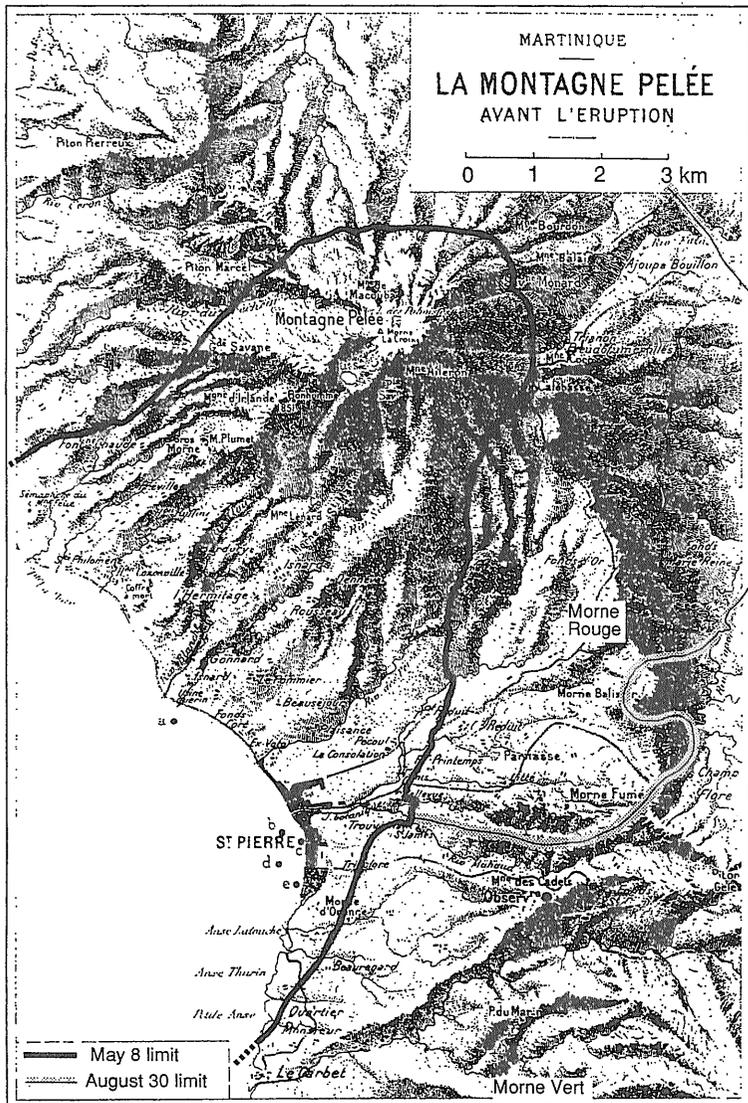
(Nakada ほか1993; Yamamoto ほか, 1993). プレー火山の熱雲は重力に支配され, Blanche川沿いのみ最大層厚100 mで堆積している(第7図, 口絵2). 1902-05年及び1929-32年噴火活動期間中では, 火砕流の発生はだんだん少なくなり, 溶岩円頂丘の生成とその崩壊が主体の活動に変化していった. この典型例が1902-03年の大尖塔形成であり, 最終的には平均直径200 m, 火口縁からの比高350 mに達した(Lacroix, 1904).

溶岩円頂丘の基底付近から水平方向に初速を持つ爆発によって発生する火砕流はプレー式熱雲と呼ばれる(MacDonald, 1972). Bourdier ほか(1989)によれば, この堆積物は Walker ほか(1980)の“アスペクト比の小さいタイプ”に相当する. この堆積物はより広範に分布する. 第7図と第8図には, 5月8日と8月30日の噴火での荒廃域の広がりを示す. 5月8日の熱雲は, 地形を無視して, 扇形角約110°の範囲で広がった(第8図). 8月30日の熱雲は南東及び東斜面により広範囲に分布している. 堆積物は一般に厚さ1-2 m以下であり, 細粒物と大きな岩塊に乏しく, ラピリサイズが卓越している(写真

4). この堆積物は谷部だけでなく尾根部にも分布している. また厚さは急に変化し, 砂丘構造が認められる. この堆積物は無層理であるが, 平行または斜交葉理, 細粒物に乏しい基底層, 級化構造などの堆積構造が認められることもある(Bourdier ほか, 1989). この分布, 堆積構造, 粒度分布等から, プレー式熱雲は, 比較的低密度の乱流卓越型の高速の流れであったと判断される(Bourdier ほか, 1989; Boudon and Lajoie, 1989).

プレー火山の1902年5月8日噴火の堆積物はセントヘレンズ山の1980年5月18日のプラスト堆積物とよく似ている. Lacroix(1904)や最近の報告(Westercamp and Traineau, 1983b; Bourdier and Gourgand, 1986)に示されているように, 5月8日及びそのほかの1902年の規模の大きな熱雲は水平方向に初速を持った爆発によるものと考えられる. ほかの考え方として, Fisher and Heiken (1982, 83, 90)は, 5月8日と5月20日の熱雲は垂直の, 高くない噴煙柱が急速に崩壊し, Etang Sec カルデラの南西壁の低い所から流出した(第9図)と説明した. しかしながらこの説明では, 5月8日の時点では, 火山の山頂部の上空は熱雲発生時には清澄で, 噴煙柱はなかったという目撃談と不一致である. また火口とサンビエールの街の間の荒廃域と堆積物の拡がり方(第7, 8図), つまり Boudon ほか(1990)が示したように噴出物は地形の影響を受けず火口から直線的に拡がったことなどをうまく説明できない.

プレー火山の1902年5月8日の熱雲と, 1980年5月18日のセントヘレンズ火山のプラストは, 互いの堆積物の特徴や共に水平方向に噴出したという点では似ているが, 1902年の爆発の原因については未解明の部分がある. Westercamp (1987b)は, 5月8日の水平方向への爆発は, セントヘレンズ山のプラスト(Lipman and Mullineaux, 1981)と同様に, 貫入したマグマの周囲の浅部の地下水が加熱されて急に減圧したために起こったと考えた. Bourdier ほか(1989)は, 水平方向への爆発は, 成長する溶岩円頂丘内か, あるいは噴出火道上部で起こったと考えた. つまり溶岩円頂丘の爆発的崩壊時にマグマ中のガスの分離が重要な役割を果たしたというものである. 以上の2つの考えを結びつけた機構も考えられている(Boudon, 1993). 爆発が南西方向に指向性を有していたことは偶然ではない.



第 8 図

Lacroix (1904) が示した 1902 年 5 月 8 日と 8 月 30 日の熱雲の分布範囲の原図。

この図から以下のことがわかる：(1) 5 月 8 日と 8 月 30 日の熱雲の堆積物は地形に関係なく、火山の南西、南東麓に分布している。(2) これらの熱雲が膨張したのは Lacroix (1904) が述べたように、火口から噴出した直後であって、流れの途中で起きたのではない。(3) Morne Rouge と Morne Vert 街の位置は、それぞれ頂上の南西 5 km と南 11 km 地点である。この場所からは プレー火山の 1902 年 5 月 8 日噴火時には山頂から噴煙柱が立ち上らなかったことがよく確認できた(本文中に水平方向爆発説と噴煙柱崩壊説の議論あり)。

Lacroix (1904) は、その原因は火道が傾いていたためと考えた。Etang Sec カルデラの地形が非対称的であることも反映されているのかもしれない。つまり北東縁は南西縁に比べてはるかに高いのである(第 9 図)。より古い山体斜面が部分的に崩壊(Vincent ほか, 1989) したことによりできた火山体山頂付近の内部構造も一定の役割を果たしているのかもしれない。山体の北側や東側は強固な古い、破壊されていない溶岩で構成されている(Morne Lacroix Peak と Morne Macouba カルデラ縁)。それに対して南側と西側は最近噴出した火砕岩からなるのである。

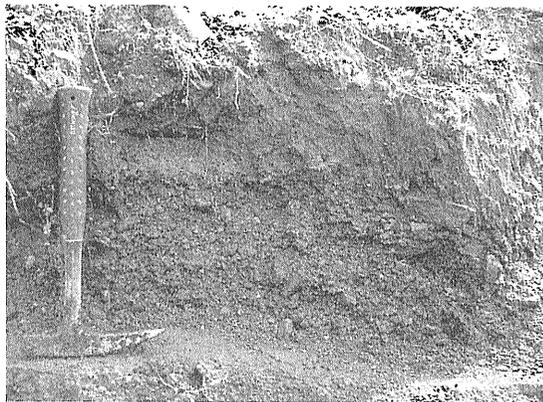
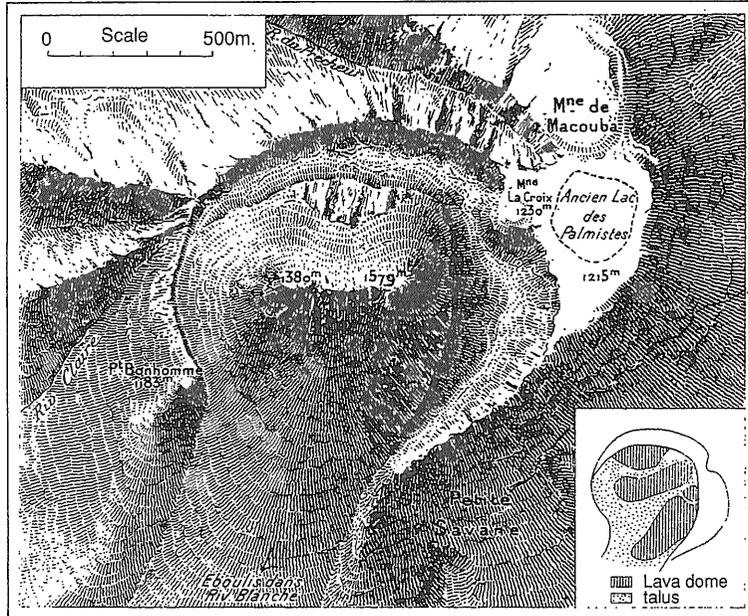


写真 4 Blanche 谷の外側の、火口から 4 km 南南西の地点(La Penneval)の 1902 年 5 月 8 日堆積物。無層理で細粒火山灰がなく、径 10 cm 以下の岩塊を少しだけ含む。



第9図 1903年のプレー火山山頂部のスケッチ。

Lacroix (1904)の原図。Etang Sec カルデラは、北部から南東部にかけての壁は残っているが、新しい溶岩円頂丘がその中を埋めた。南西側の切れ込みは、1902年5月5日に、小さな火口湖の水が流出したコースであり、現在は Blanche 川方向へ落ちた溶岩塊によって覆われている。この反対側には Morne Lacroix Peak と Morne Macouba カルデラ壁の高まりがあり、それらはプレー火山第1期噴出物からなる固い地層でできている。このために5月8日の熱雲や有史以前の NRP や P1 噴出時には、北東方向への噴出力がはね返されるようになり、噴出物は南西側に向かったと考えられている。

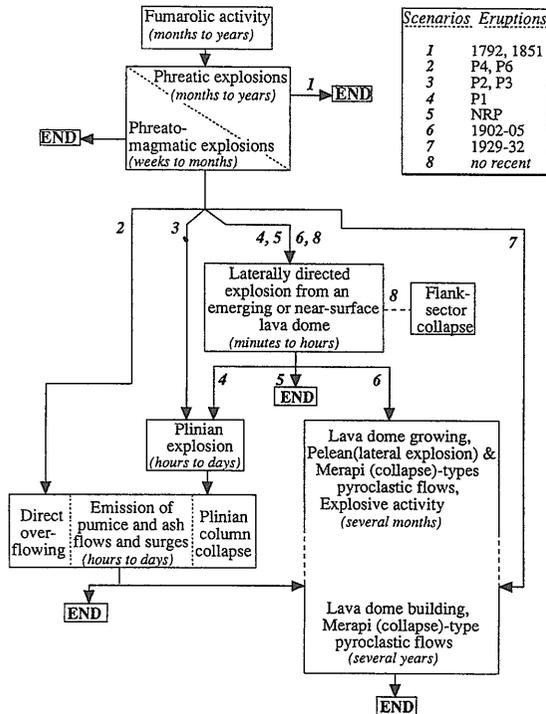
7. 有史以前のプレー式噴火

プレー火山にとっての歴史時代とは、1635年にマルチニーク島に最初のヨーロッパ人が来た時から始まる。その直前に NRP と命名されたプレー式噴火が起こり、そのためにプレー山という名がこの火山につけられたらしい。これは“はげ山”という意味である。この噴火の熱雲堆積物は山体南西麓の Seche 川と Peres 川(位置は第7図中に示してある)沿いに露出している。6つの木炭の放射性炭素年代の平均は 305 ± 35 年前である (Westercamp and Traineau, 1983b; Smith and Roobol, 1990)。この噴出物の分布の扇状の開き具合と1902年噴火前に Etang Sec カルデラ内に溶岩円頂丘がなかったことから、この堆積物は1902年5月8日の場合と同様に、南方に指向性を持った爆発によりできたと考えられる。ただしその後溶岩円頂丘は生成しなかった (Westercamp and Traineau, 1983b)。

1902年5月8日の火砕流に似たもう1つの堆積

物は、 650 ± 75 年前と年代測定されたプリニー式の P1 の噴火の最初に起きた。この堆積物の分布範囲は南西方向に 90° で広がっており、これは第7図に示したように、1902年5月8日の熱雲の荒廃域とほとんど同じである。この堆積物の層厚、岩相、粒度、堆積構造(写真2, 3)の調査結果、その移動様式は成長する溶岩円頂丘から南西方向に指向性を持った爆発によって発生した乱流で、密度が小さく、高速の流れであったことがわかった。この爆発により、その下のマグマが急激に発泡し、プリニー式噴火の引金になったのであろう。

プレー火山ではこのように頻繁に南西方向に指向性を持った爆発が起きており、このことは火山災害を考える上で非常に重要である。このような爆発は(1)プレー式噴火活動の初期または期間中、あるいは(2)プリニー式噴火活動の初期に発生している。このためその原因は、マグマ固有の性質(ガスの量など)によるのではなく、火道最上部の状況(噴火前の地形や浅部地下水の量など)や新しく出現した溶岩円



第10図 プレー火山の過去の活動から推定し、将来の可能性も示した噴火のシナリオ図(Traineau and Rancon, 1991を改変)。

それぞれの段階の長さは仮に示したもの。この図を作成することによって次の噴火の経過を予測し、また住民及び行政の火山災害に対する認識を高めさせるようにしたものである。

頂丘内の局所的な変化(急冷したマグマの下の揮発性物質に富む溶岩の急激なガス圧降下など)によるものと考えられる。

8. プレー火山の火山災害

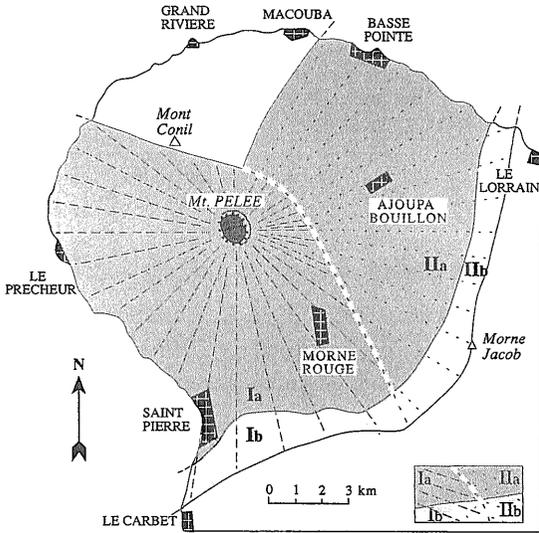
プレー火山では最近の700年間にマグマ噴火活動が4回(650±75年前, 305±35年前, 1902-05年, 1929-32年), 水蒸気噴火が2回(1792年と1851年)起きている。将来噴火する可能性は大きい。次の噴火は過去の噴火と同等の規模と破壊力を持つと仮定し、火山災害の分帯図を作成するために、有史の2回の噴火の正確な記載(Lacroix, 1904; Perret, 1937)と過去の火山活動による火砕堆積物の研究(Westercamp and Traineau, 1983b)を参考にした。過去の6,000年間は、火山体の構造には大きな変化はないので、この間の噴火活動は、将来の火山活動

の様式や規模を推定するのに大いに参考になる。将来4つの噴火様式が考えられる。すなわち水蒸気噴火、プレー型噴火、軽石噴火、火山体斜面の部分的崩壊である。山体崩壊は最近の活動期には起きていないが、火山体の斜面が急であるので、起きる可能性はある。

噴火現象がどのように進行するか、噴火様式の違いがわかるようにまとめたのが第10図である(Traineau and Rancon, 1991)。このようなシナリオは有史及びそれ以前の活動史を基に作成されており、将来の噴火の進行過程を予測したり、最も危険なステージはどの状態であるかを判断する際に有効である。まずどのような場合でも噴火活動は噴気活動と水蒸気爆発で始まる。活動はここで終わる場合もあるし、次の、マグマ噴出活動に至る場合もある。水蒸気(あるいはマグマ水蒸気)噴火からマグマ噴出への変換期を予知することは非常に重要である。なぜなら、水平方向に指向性を持った爆発が起きるのは、マグマが地表に出た頃あるいは出る直前の状態である可能性が大きいからである。この様式の次には、噴火活動は(1)終わるか、(2)溶岩円頂丘を形成してプレー式及びムラピ式火砕流を発生させるか、(3)プリニー式噴火で始まる軽石噴火に移行する。最終ステージには、溶岩円頂丘が生成し、それが重力で崩れて熱雲が発生するようになる。

これらの噴火で起きる災害としては土石流、降灰、火山弾、プリニー式降下火山灰、軽石・火山灰流とサージ、熱雲(プレー式とムラピ式)、岩屑などがある。それらの災害の及ぶ範囲は、過去の噴火を参考にして決められる。また風向き、地形的障壁、噴出火道の位置なども考慮される。もし5月8日のような指向性を持った爆発が頻繁に起これば、プリニー式の軽石噴火が被災域の広さと破壊力の点で主たる災害要因となる。火山体だけでなく、65,000人の住民がいる周辺域にも影響を及ぼすであろう。

ハザード・マップは25,000分の1の縮尺で作成された。第11図にはプリニー式噴火とプレー式噴火の熱雲ハザード・マップを示した。火山活動の危険な状態は何ヶ月あるいは何年間が続くことが多いので、火山災害には期間の要素も重要である。そのため噴火活動期を前兆期、直前期、最高潮期、終息期などに区分し、それぞれの時期に応じたハザード



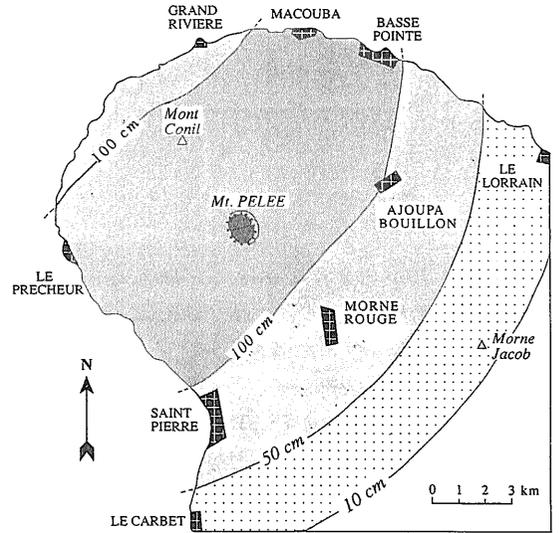
第11図a 水平方向に指向性を持った爆発(プレー式熱雲)のハザードマップ。

Traineau and Rancon (1991)を改変. I : 新たなマグマの貫入が、1902-1929年溶岩円頂丘の北西-南西で起きたときに水平方向に指向性を持った爆発で影響を受ける地域(Ia : 完全に破壊される, Ib : 部分的に破壊される). II : 新たなマグマの貫入が1902-1929年溶岩円頂丘の南-東で起きたときに影響を受ける地域(IIa : 完全に破壊, IIb : 部分的に破壊).

・マップが作成された. そのような図は, 活動休止期の長期的な火山周辺の土地利用計画立案や災害時の短期的な住民の避難計画を立てる際に有用である.

9. 結 論

プレー火山は将来噴火する可能性がある. 1980年代に行われた研究の結果, 予想される噴火様式や被災範囲について多くの情報が得られた. しかしながら将来の噴火は住民の安全と災害の軽減の観点で重大な問題を引き起こすであろう. 火山活動が爆発的であること及び何年も長期間にわたって続く可能性があるからである. また, ここが島であること, 火山体及びその周囲の住民の数が多くも問題である. 次の噴火が起きれば火山の周辺は危機にさらされるが, それだけでなくマルチニーク島全体へも大きな衝撃を与えるだろう. 経済活動が停止したり衰退することや住民の避難の問題も加わって状況は増々悪くなるだろう.



第11図b プリニー式降下堆積物のハザード・マップ (Traineau and Rancon,1991を引用).

最近のプリニー式噴火 P1, P2, P3 の実績から降下堆積物の最も少ない見積りによる等層厚線を描いた. 分布は南西貿易風と北東反貿易風の影響を強く受ける.

マグマが上昇して地表に現れる頃に起きるであろう水平方向への爆発を予知することは, そのような噴火が近年頻繁に起きていることを考えると, 火山学者にとって究極の課題である. その次には溶岩円頂丘が形成され, その活動は1902-05年や1929-32年に起きたように, 何ヵ月も, あるいは何年も続く. 現在も似たような噴火をしている雲仙火山の噴火の例から, 溶岩円頂丘ができて火砕流が発生する危機的状況が長期間にわたる場合, どう対応すべきかの教訓が得られる. また, 新しい溶岩円頂丘を連続的に観察することによって, 日本のしかるべき担当者は火山活動の変化や降水量などの要素も含めて判断して, 避難区域の範囲を調整することができる. これにより, 火山災害のうちの経済的・社会的打撃をできるだけ小さくすることができる. 雲仙で得られた教訓は, プレー火山や他の安山岩成層火山で将来噴火が起きた時にどう対応すべきかという点で非常に役に立つ.

訳者注: 引用文献は火山地質課に問い合わせられたい.

TRAINEAU Hervé, BOUDON Georges and BOURDIER Jean-Louis (1994): Mont Pelée volcano, Martinique: Its evolution and recent activity

〈受付: 1994年6月17日〉