

Geomorphology and classification of the lava fields in New Mexico.

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/5096

米国 New Mexico 州の火山地域の地形とその分類

守 屋 以智雄

Abstract

Geomorphology and evolution of the volcanic fields in New Mexico have been studied. Thirteen volcanic fields being active in the late Tertiary-Quaternary are classified into 4 -- A, B, C, and D types.

A-type volcanic fields are simple lava fields, composed of basaltic lava flows, scoria cones, tuff rings, tuff cones, and small shields. B-type volcanic fields are lava fields on which small to medium-scale andesitic stratovolcanoes and dacitic to rhyolitic lava domes stand. C-type volcanic fields are composed of lava fields and large-scale andesitic to rhyolitic stratovolcanoes. D-type volcanic fields are mainly composed of large calderas and large-scale rhyolitic pyroclastic flow surfaces, accompanied with small-scale basaltic lava fields.

It could not be asserted that the difference of the types of the volcanic fields depends on the difference of evolutionary stages. It seems that the difference rather depends on regional characteristics--thickness of crust, field stress, thermal condition of upper mantle etc.

I. はしがき

筆者は以前に日本の第四紀火山の地形発達史を明らかにし、それにもとづいて火山の分類を行った(守屋, 1979)が、同じ枠組みで世界の火山の発達史を明らかにし、世界の火山の分類を行うことを目的として研究を続けている(守屋, 1985)。ここでは、この研究の一環として米国西南部 New Mexico 州の火山地域の地形調査を行ったのでその結果を報告する。

米国本土の火山は Washington 州から Oregon 州をへて California 州へと南北にのびる High Cascades 火山帯と Oregon 州から Idaho 州をへて Wyoming 州へと湾曲しながら東西にのびる北西火山帯, Colorado 台地の南半分を二重三重にとりまくように Arizona 州から New Mexico 州にかけて分布する西南火山帯に大きく三分される (Luedke and Smith, 1984)。

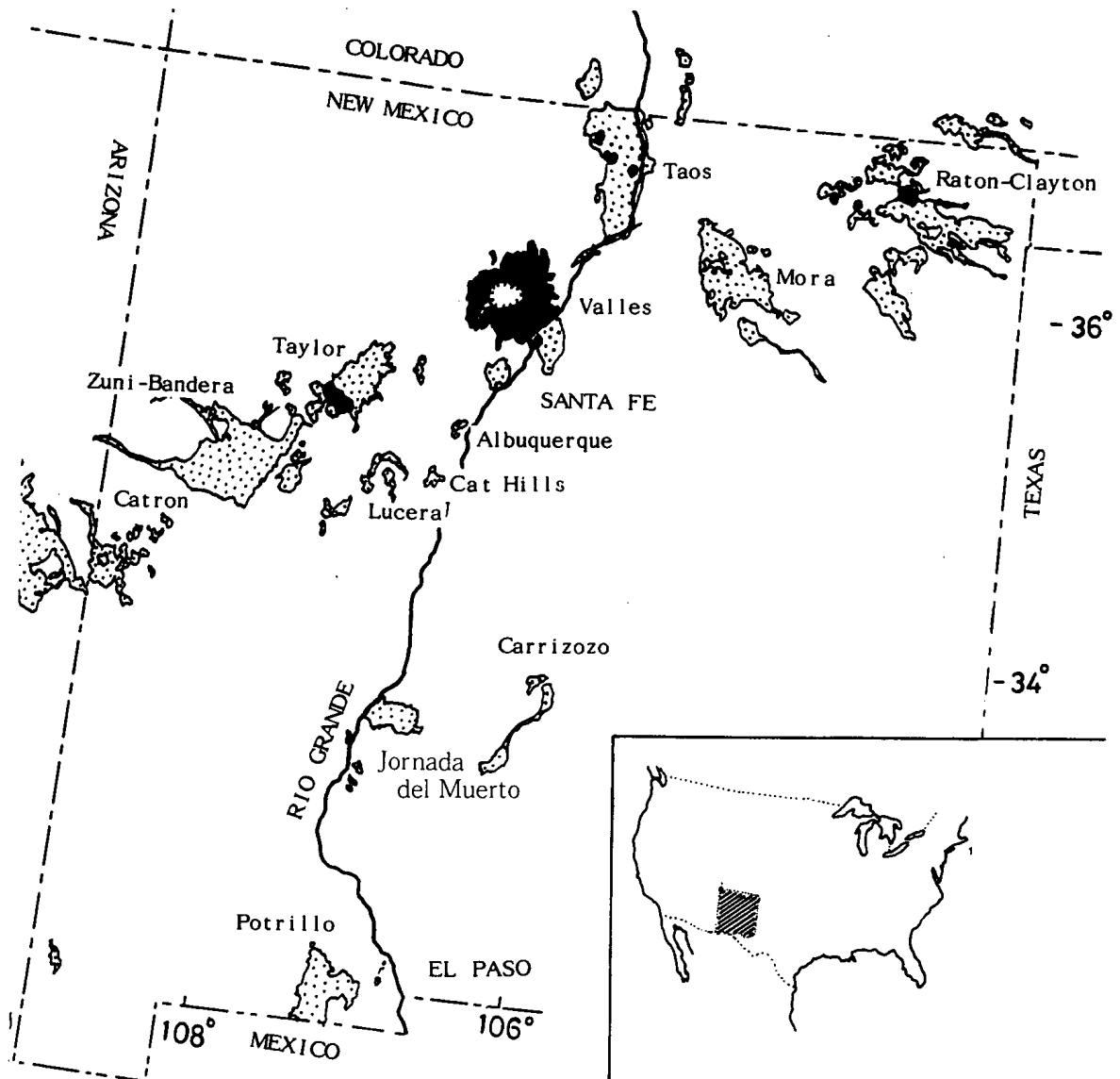


Fig. 1. Distribution of the volcanoes in New Mexico

Raton-Clayton
Mora
Taos
Valles
Albuquerque
Lucero
Cats Hill
Taylor
Zuni-Bandera
Catron
Carrizozo
Jornada del Muerto
Potrillo

Table. 1. Names of the volcanic fields in New Mexico

New Mexico 州の火山は上記の3つの火山帯のうち西南火山帯に属し、その東半分を構成する。ひとつの単元としては Arizona 州の火山も合わせて西南火山帯としてのべるべきであるが、紙数の都合でここでは New Mexico 州の火山にかぎり、Arizona 州の火山についてはあらためて別紙でのべたい。

New Mexico 州には数え方にもよるが10個をこえる火山地域がある。ここではそのうち主要な8火山地域についてのべる(図1, 表1)。

これらの火山地域には1987年に訪れ、現地調査を行うことができた。それに加え、地形図、衛星写真、空中写真、文献を援用することによってこの研究を行った。なおこの地域の地形図、特に24,000分の1の地形図は等高線間隔が5-20ftであるうえ、乾燥地域で森林がほとんどないことも手伝って非常に地形の表現の精度が高く、厚さ5-10mの玄武岩質溶岩流の分布も容易にわかるほどで、この研究に非常に有益であった。

この研究に際しては多くの現地情報を快く提供して下さった W.Scott Baldridge(Los Alamos National Laboratory), Ronald Greeley, Jonathan Fink(Arizona State Univ.), 現地で討論いただいた白尾元理の諸氏に深く感謝します。

II. 「火山」と「火山地域」の概念設定

New Mexico の火山地形についてのべる前に、「火山」、「火山地域」という用語についてのべる。

日本の第4紀火山の地形発達史をまとめ、分類した時と同じ方法、考え方で米国西南部の火山を研究し、そのうえで両者を比較し、両者を包含した分類を行う過程でいくつかの問題がある。そのひとつに時空的規模において大きく異なる火山をどのように比較検討するかという問題がある。日本の火山は地形的に残存しうる期間が湿潤変動地域にあるため極めて短く、一般に50万年程度にすぎない。それに比べて米国では800万年~1000万年以前の火山でもかなり明瞭な原地形を残すことが稀でなく、地形的に火山と見なしうる年代は日本の10倍以上長い。その結果生じた火山体の大きさも日本の火山の数倍あるいは10倍以上になることが多い。

また噴出中心も日本の場合のように1個あるいは数個に固定されず、数10km平方の範囲の中に数100の噴出中心が散在することも、日本の火山と米国の火山を比較検討するうえで難しい問題となる。例えば Raton-Clayton 火山地域の Capulin Mountain スコリア丘とそこから流出した一枚の溶岩流のセットを富士山と同格の1火山と数えることは時間・空間的規模などの点で適当でないし、

Raton-Clayton 火山地域全体を富士山に対応させることも逆に問題となる。

そこで筆者は「火山」以外に「火山地域」という概念を設け、両者を区別することとした。

「火山地域」は「火山」より時空規模においてほぼ1桁大きく、分類上ひとつ格が上と考える。したがって並列的に比較検討する対象とは互いになり得ない。例えば「Taylor 火山地域」は分布面積 1260km^2 、体積 150km^3 、活動期間300万年、噴出中心152個であるが、「那須火山」は底径12km、体積 23km^3 、活動期間数10万年、噴出中心2個で、いずれも「Taylor 火山地域」の方が1桁大きい。「Taylor 火山地域」内に噴出した Mt. Taylor は底径14km、体積 60km^3 、活動期間約100万年前の成層火山で、その規模は那須火山にほぼ対応するとみてよい。那須火山の周辺には400万年前から100万年前までの間に噴出し、会津-白河地方に広く分布する火砕流堆積物があり、その分布面積約 3000km^2 、噴出量 1500km^3 以上、活動期間300万年という時空規模は「Taylor 火山地域」にほぼ対応する。したがって那須火山-Mt. Taylor 火山、会津-白河火山地域-Taylor 火山地域という対で考えるのが妥当ということの意味する。

このように「火山」と「火山地域」とを分けた意図の裏には、両者の間に成因的に様々な違いが存在するであろうとの予断がある。まだこの予断は漠然としたもので、今後これを明確にする作業を通して「火山」と「火山地域」の概念設定が妥当なものであるか否かが決まるであろう。

III. 地域概要

New Mexico 州の北半部は先カンブリア紀の基盤岩上にほぼ水平に堆積した中、古生層の堆積物からなる標高2000mを超える Colorado 台地の南縁部にあたっている。南半部はこの Colorado 台地の南縁が第三紀以来の変動によって破壊・蚕食されて生じた Basin and Range である (例えば Olsen et al., 1987)。New Mexico 州の中北部では Colorado 台地を南から北に Rio Grande rift が切り裂いている。大河 Rio Grande はこの裂谷沿いに北から南へ流れている。

これからのべる主要火山地域の大部分は、New Mexico 州の北半部を北東-南西方向に走る一線上に並ぶ。これはちょうど Colorado 台地と Basin and Range の境界線にあたり、the Jemez lineament とよばれている (例えば Aldrich and Laughlin, 1984)。この Lineament は Rio Grande rift を斜めに横切り、東は Rocky 山地をこえて大平原にまで達している。西の延長は Arizona 州に入って San Carlos 火山地域から北西-南東方向に転じ、Grande Canyon (Colorado 河) をこえ、Arizona 州北西隅から Utah 州西隅にまで達して

いる。

この New Mexico—Arizona 両州にまたがる火山地域の分布はまさに Colorado 台地の南縁とぴったり一致している。この分布の特徴は第三紀より始まっている Colorado 台地の周縁部からの破壊→ Basin and Range の形成とこの火山地域の形成とが密接に関連していることを示唆する (Best and Brimhall, 1974)。この視点から見ると、New Mexico 州の Carrizozo, Potrillo 火山地域、Arizona 州の San Bernardino, Florence, Sentinel などの火山地域は Colorado 台地の南縁にほぼ半円状に並ぶ主要火山の外側に同心円状に並ぶようにも見える。

この分布の特徴を説明することが、“South-west”火山の研究の上で非常に重要な課題となる。

IV. 主要火山地域の地形的記載

IV-1 Raton-Clayton 火山地域

この火山地域は New Mexico 州の北東隅、Rocky 山脈の東斜面にひろがる面積 3820km² の溶岩原である。その一部はわずかに Colorado 州にもかかっている。その中には 63 以上の噴出中心が認められ、それらからそれぞれ 1 枚以上の溶岩流が流出している。それらは数 100 万年間に断続的に噴出したもので、互いに重なり合い、接し合って広大な溶岩流を形成している。しかし数 100 万年間には浸食も平行して行われるため、溶岩流の中ではすでに浸食され台地化したもの (例えば Mesa Larga) から、それらを切る浸食谷底を埋め、表面微地形を残す Capulin Mountain のような新しいものまで様々である。Collins (1948) はこれらを 3 つの時期に分けている。

これら溶岩流の上に Eagle Tail Mesa のような小楯状火山や Sierra Grande, Palo Branco Mountain, Laughlin Peak などの安山岩、デイサイト質の成層火山が点在している (図 2, 写真 2)。

以上の地形的に目立つ成層火山、小楯状火山、それに新しい溶岩流、スコリア丘などについて地形的な記載を行う。

Mesa Larga (溶岩台地)

これは総延長 7.5km、周囲からの比高 120m、幅 200m の L 字形の平面形を持つ溶岩台地である。厚さ 5~10m の薄い溶岩流が 1 枚、cap rock として存在する。その平面形と合わせて、かって谷中を流下した細長い溶岩流が堅硬なために高く残った“逆転地形”と考えられる。

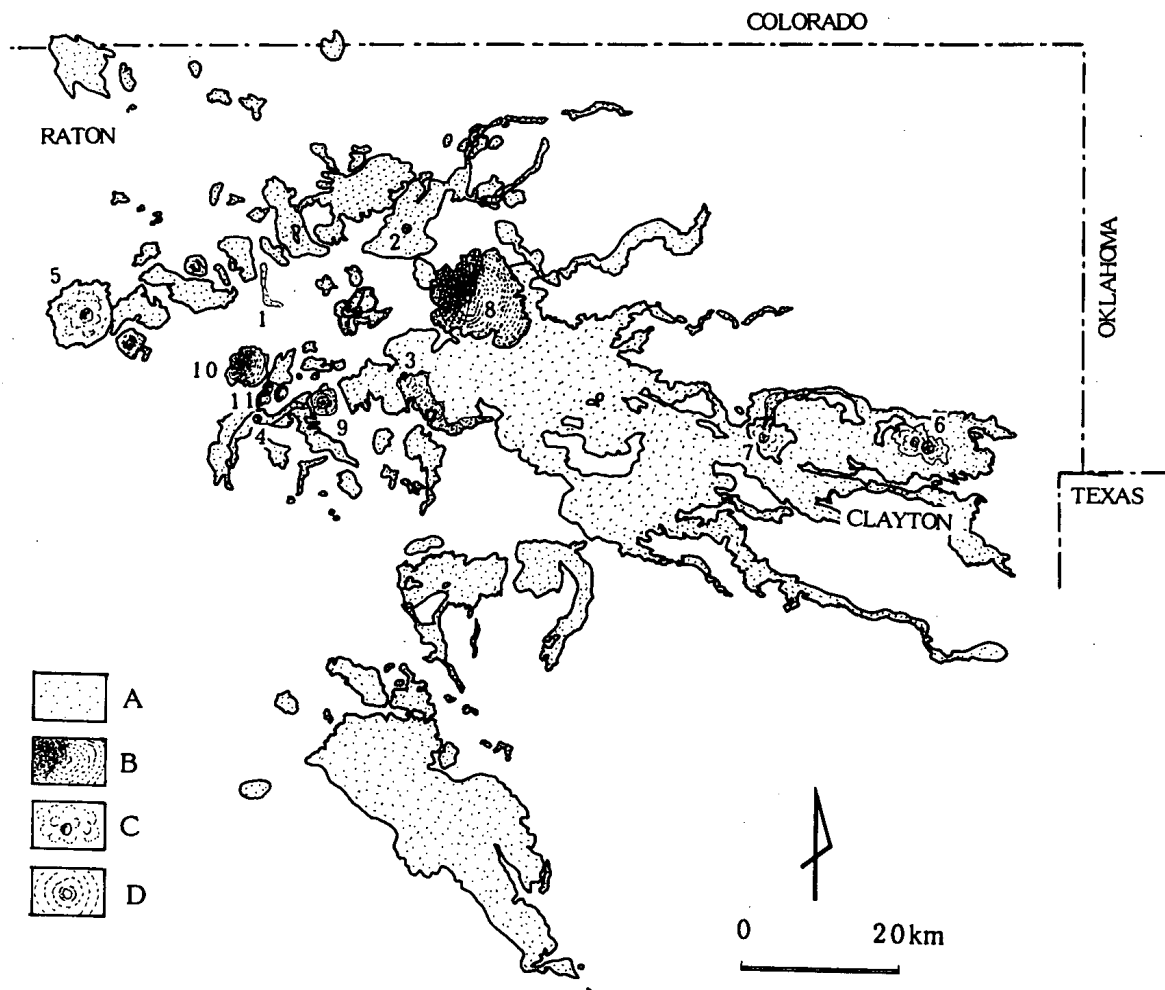


Fig. 2. Geomorphological map of the Raton-Clayton volcanic field(modified after Luedke and Smith,1978).

A:Lava field B:Stratovolcano C:Small shield D:Lava dome

1. Mesa Larga 2. Capulin Mtn. 3. Malpie Crater 4. The Crater 5. Eagle Tail Mesa 6. Rabbit Ear Mesa 7. Mt. Dora 8. Sierra Grande 9. Palo Blanco Mtn. 10. Laughlin Peak 11. Pine Butte

Capulin Mountain (スコリア丘)

これは4,500~10,000C¹⁴年前 (Baldwin and Muehlberger,1959) に形成された Raton-Clayton 火山地域でもっとも新しいスコリア丘 (比高350m, 底径1.8 m) とそこから流出した面積約60km²の玄武岩質溶岩流とからなる (写真1)。スコリア丘は西壁が低い円形火口を持つ。Raton-Clayton 火山地域にはこの他 Malpie Mountain, The Crater など溶岩堤防・溶岩じわ・溶岩末端崖・崩漂塚 (仮称: 火砕丘の一部が崩壊し, 碎片化しながら溶岩流によって運ばれたもの, Rafted block) などの微地形を残す新しい溶岩流が5本みられる。

Eagle Tail Mesa (小楯状火山)

Raton 市街の南東15kmにある底径約 8 kmの小楯状火山である。山頂部に 2 - 3 個のスコリア丘があり、それらが高度を稼いで標高380m, 底径/比高=21の値をつくっている。しかしスコリア丘より下方の溶岩流からなる緩斜面の傾斜は 5°にすぎない。その四周は比高50-100mの急崖で囲まれ台地をなしており、その形成年代がそれほど新しくない(多分100万年以上前)ことを示す、山頂のスコリア丘も浸食が進み、火口の形態は残されていない。

Rabbit Ear Mesa (小楯状火山)

Raton-Clayton 火山地域の東部, Clayton 市街の近くにある Rabbit Ear Mesa は東西15km, 東北10kmの小楯状火山である。東西方向の一線上に 7 kmにわたって 6 個のスコリア丘が並び、それらから流出した溶岩流がこの小楯状火山を形成した。比高は約200m, 底径/比高は1/50~75である。

山頂部には 2 つのカルデラが東西に並ぶ。東側のカルデラの直径が1.2km, 深さ30-40m, 西側のカルデラの直径は1.9km, 深さ10-20m である。両者とも内部にスコリア丘をもつ。西側のスコリア丘が Rabbit Ear Mountain でその北側から流出した溶岩流はカルデラ壁を越え、小楯状の北斜面を末端まで流下している。

小楯状火山の斜面には深さ30-40mの谷が多く刻まれ、かなり形成後時間が経過したことを物語っている(少なくとも100万年以上)。

Rabbit Ear Mesa 小楯火山の東20kmには底径 7 km, 比高210mの Mt.Dora とよばれる、ほぼ同様の規模・形態を持つ小楯状火山がある。山頂に径 1 km弱の火口があり、その中にスコリア丘が形成されている。小楯状火山の斜面には深さ10mほどの放射谷が20本以上認められているが、溶岩流の末端崖を示す地形が残されている。その年代はやはり100万年以前と考えられる。

Sierra Grande (成層火山)

これは Raton-Clayton 火山地域のほぼ中央部に位置する底径15km, 比高600mの成層火山である。富士山型の単純な円錐形を示すが山体全体が30m以上の深さの谷に刻まれ、火口をはじめとする原地形は残っていない。しかし山麓には数個の溶岩円頂丘と思われる小突起が認められる。

Stormer (1972) によれば、溶岩の大部分は含紫蘇輝石普通輝石安山岩質で、その年代は190万年前である。

Palo Branco Mountain

これは Raton 市街地の南東50kmにある底径 5 km, 比高360mの独立峰で、その下部は緩やかな多分二次的な土石流堆積物からなると思われる斜面から、上部

は深い浸食谷に刻まれた急斜面からなる。中腹には山頂部をとりまくように環状に小突起が取りまく。これにかけての外輪山の残骸と見なすと、直径2 kmのカルデラが存在したことになる。その中にはこのカルデラを埋めつくしたひとつの山体が存在するが、浸食が進んでいるため原形は失われ、成層火山体であったのか、溶岩円頂丘であったのか地形だけでは判断できない。

Stormer (1972) はこの Palo Blanco Mountain の他、Loughlin Peak (底径7 km, 比高420m) や Pine Butte (底径3 km, 比高300m) などの高まりを800万年前に Raton-Clayton 火山地域西部に噴出したデイサイト質の溶岩円頂丘、溶岩流として一括している。そしてより新しい火山活動とは成因などの点で異なる可能性を指摘している (写真4)。

Raton-Clayton 火山地域の形成史

上記の地形的特徴, Stormer (1972) ほかの地質学的, 岩石学的調査結果を考え合わせると次のような形成史が考えられる。

- 1) 800万年前に火山地域西部にほぼ南北にデイサイト質の溶岩円頂丘群が噴出した。これは下部地殻の角閃岩層の部分熔融で生じたマグマに由来すると考えられている。
- 2) 350万-100万年前の間にアルカリ玄武岩質の溶岩流が大量に流出, この火山地域の概形をつくった。この時期に中央部に Sierra Grande 安山岩質成層火山, 東部にアルカリ岩質の小楯状火山が形成された。
- 3) ここ数10万年前から現在まで火山地域の西半分に Capulin Mountain などのスコリア丘, 玄武岩質溶岩流がいくつか生じた。

IV-2 Taos 火山地域

New Mexico 州の中北部から Colorado 州南部にかけて Taos 火山地域がひろがる。この火山地域をつくる溶岩流は300m以上の厚さで南北にのびる Rio Grande rift の北部を埋め, 長さ120km, 幅25kmの平坦な溶岩原をつくっている。その一部は rift に沿って南西に流出し Valles Caldera 火山の北東端近くまで達している。その面積は1500km²以上に及ぶ (図3)。

Rio Grande の地溝を埋めたこの溶岩原は平坦で, 他の溶岩原に数多く認められるスコリア丘はほとんど認められず, 北西の周縁山地の麓にわずかに存在するにすぎない。この平坦な溶岩原の中央部よりやや東寄りに Rio Grande が深さ・幅ともに300mの狭い峡谷を刻んで流れている (写真3)。その谷壁には数10枚の玄武岩質溶岩流が水平に累重しているのが認められる。このことは他の溶岩原のスコリア丘 (比高100~300m) が溶岩流 (厚さ5-10m) 中に埋没する

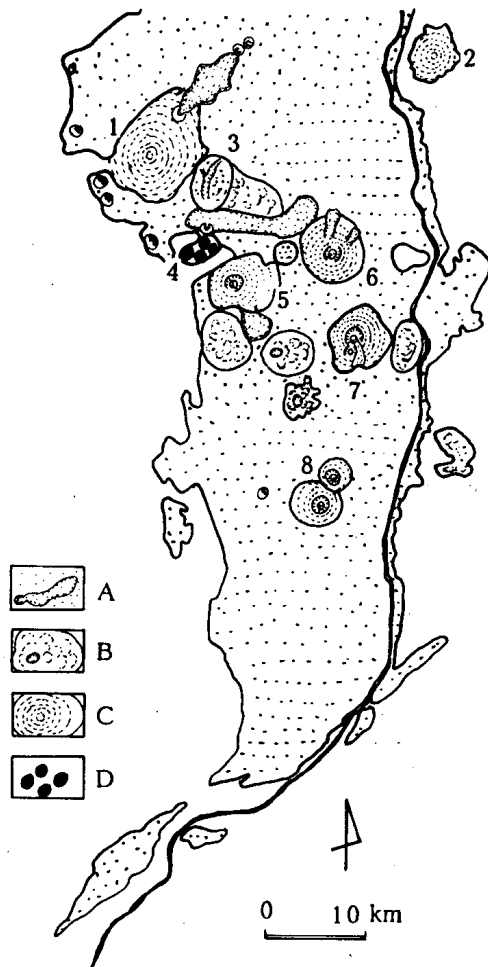


Fig. 3. Geomorphological map of the Taos volcanic field.

A. Lava flows B. Small shield C. Stratovolcano D. Rhyolitic lava domes

1. San Antonio stratovolcano 2. Ute Mtn. stratovolcano 3. La Segita small shield 4. No Agua rhyolitic lava domes 5. Cerro del Aire stratovolcano 6. Cerro de la Olla stratovolcano 7. Cerro Montoso stratovolcano 8. Cerros de los Taos stratovolcanoes

ことがほとんどなかったのとは異なり、300mをこえる溶岩流の累重によって、大部分のスコリア丘が埋没してしまい、周縁部分の高所に噴出したスコリア丘のみが埋積されずに地表に頭を残したものと考えられる (図4)。

平坦な溶岩原上には約20個の安山岩質デイサイト質中型成層火山や溶岩円頂丘(写真4), 玄武岩質小楯状火山が突出している (Lipman and Mehnert, 1972)。

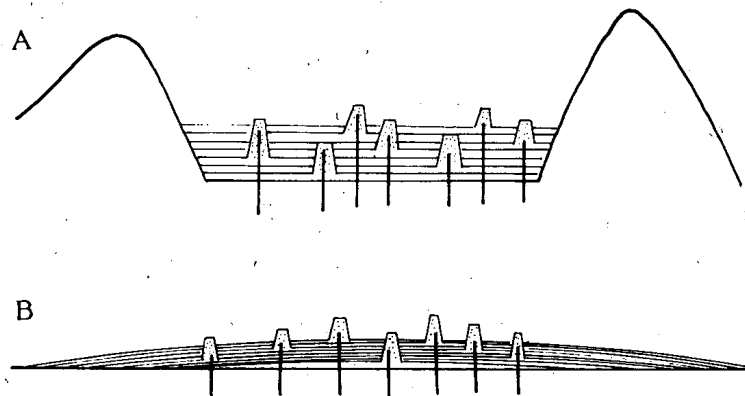


Fig. 4. Inferred sections of Taos volcanic field (A) and common lava fields (B).

これらはすべて溶岩原形成後に生じたものではなく、比高が大きいために埋め残されたものもある。また小楯状火山は La Segita 火山のように地形的に非常に新しいものが多い。これらの噴出物は玄武岩質でスコリア丘が生じてもよいのに、いずれも小楯状火山であるのは、厚く累重した溶岩流中をマグマが通過、上昇する際にガス圧が減少したことを示すのかも知れない。

この火山地域の形成は450万～250万年の間の約200万年間に行われた(Ozima et al.,1967)。

上記の溶岩原上に突出するいくつかの火山体の地形についてのべる。

San Antonio Mountain (成層火山)

San Antonio Mountain は Taos 火山地域の北西隅にある標高3283m, 比高720m, 底径10kmの成層火山である。Lipman and Mehnert(1979) によれば、デイサイト質の溶岩からなっている(写真5)。

この火山体はドーム状の断面をもち平均斜度は 10° , 急な中腹で 17° ある。山頂部は2峰に分れるが、火口をもった単独峰が浸食によって2分されたようにみえる。斜面にはゆるく浅い(10m前後)放射谷が認められるが全体的になめらかである。特に山麓部の二次堆積物からなるとされる緩斜面($3-4^{\circ}$)にはほとんど谷が存在しない。これらの山体全体の滑らかさは凍結融解作用にもとづく面的浸食によってもたらされたと考えられる。なお東南斜面にみられる幅1km弱, 深さ100m前後の半円形の横断面を持つ谷は過去の氷期の氷食谷である可能性が高い。

この火山体には溶岩流地形など火山の原地形を示すものはほとんど認められない。北東麓にスコリア丘とそこから北東に流化した比較的厚い(末端で40m)溶岩流(長さ7.5km, 幅3km, 体積 0.6km^3)が認められるが、岩質がオリビン安山岩であることも合わせて、San Antonio 火山の寄生火山というより、別の火山活動によるものと考えた方がよい。San Antonio 火山の年代値が3.1Ma, この溶岩流の年代値が2.2Ma(Lipman and Mehnert,1979)と0.9Maも年代値に差があることも、その考えを支持している。

Ute Mountain

これは底径10km, 比高780m, 底径/比高12.8のかなり急傾斜の成層火山で、Taos 火山地域の北東部、Rio Grande の東岸の溶岩原のはずれに存在する。

山麓は数m以下の浅い谷が刻んではいるものの、非常に平滑な二次堆積物の緩斜面($1^{\circ}\sim 6^{\circ}$)からなる。一方山腹から山頂にかけては 17° のかなりの急斜面からなるが、100mをこす深い放射谷に刻まれ原形は失われている。北麓に7個の小突起(比高数10m, 底径500m～800m)が認められ、いずれも寄生火山と思

われるが、スコリア丘か溶岩円頂丘か地形的には判定できない。

この火山は Lipman and Mehnert (1979) によれば San Antonio 火山と同じ流紋岩質デイサイトを主体としている。同様の岩質を持つ火山体はこの他にも Guadalupe Mountain など 4 個認められる。これらは火山地域の周縁部に分布していることが Lipman and Mehnert (1979) により指摘されている。

Cerro de la Olla (成層火山)

Taos 火山地域のほぼ中央部にあるこの火山体は底径10km、比高が550m、底径／比高が18の成層火山と小楯状火山の中間型の火山体で主として玄武岩質安山岩から形成されている (Lipman and Mehnert, 1979)。その山体はほぼ円錐に近く斜面には深さ10m程度の浅い小谷が認められるにすぎず、San Antonio、Ute などの火山にくらべ、やや新しいことを示している。年代値は2.3Ma (Lipman and Mehnert, 1979) で、山頂には火口 (径450m、深さ20m) 地形が残存している。

Cerro Montoso 火山はひとまわり Cerro de la Olla 火山より小規模 (底径 8 km、比高300m) であるが似たような形態を持つ火山である。山頂に径 1 km 弱の火口があり、その中に溶岩円頂丘と思われる小丘 (底径300m、比高70m) が認められる。

Cerro del Aire (写真 6)、Cerro de los Taoses も同様に山頂に火口、小丘を持ち、成層火山と小楯状火山の中間の形態を示す。山体を構成する溶岩も玄武岩質安山岩 (Lipman and Mehnert, 1979) である。

La Segita Peaks (小楯状火山)

この小楯状火山は San Antonio 火山のすぐ東隣りにある扁平な火山 (斜度 2-3°) で、そこから流出した溶岩は東西12km、南北 6 kmのほぼ長方形の範囲

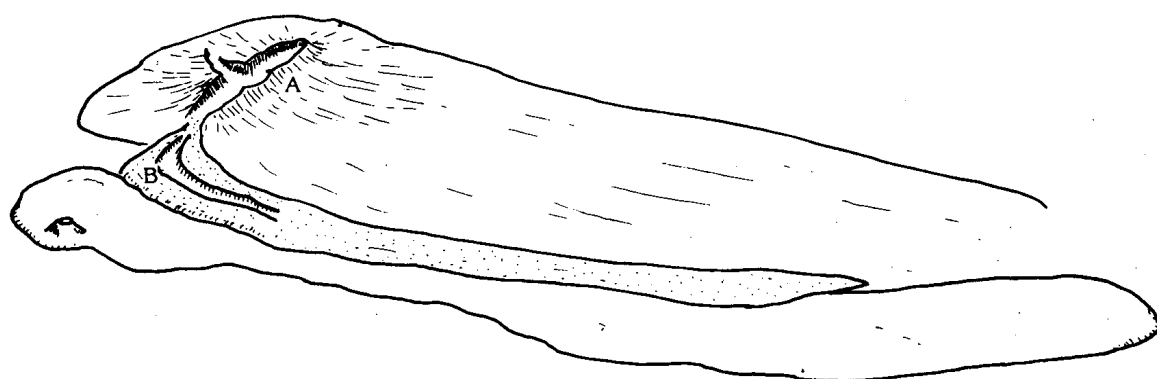


Fig. 5. Schematic oblique view of La Segita Peak small shield in the Taos volcanic field.

A. Fissure crater B. Lava furrow

を占める。その西寄りに T 字形の裂目火口(最大幅850m, 深さ50m, 1分岐の長さ1.7-2.1km)があり, その南端から幅約1 km, 長さ9 km, 厚さ10-20mの溶岩流が東へ流出している(写真5, 図5)。

これに似た小楯状火山は Taos 火山地域の中心部近くにその他4-5個認められる。

IV-3 Valles 火山地域

この火山地域は Rio Grande Rift のすぐ西に位置し, 約3000km²の面積を持つ。大量の珪長質火砕流の噴出 (Smith and Bailey,1966) によって特徴づけられ, 他の西南部の火山地域と大きく異なる。その活動史は13Ma 前 (Self et al., 1986) にまでさかのぼり, 長期間にわたるマグマの地殻への貫入のくり返しが, 地殻浅部に巨大な珪長質マグマ溜り (Smith,1979, Hildreth,1981など) を成長させたと思われ。すぐ北にはやや時代的に古い San Juan の大規模珪長質マグマの活動地域 (Lipman,1975) が存在し, なぜここに大量の珪長質マグマが生ずるのか, 地学的に大きな問題を提出している。

Valles 火山地域の地形とその発達史

この火山地域の地形をもっとも特徴づけるのが, Valles カルデラとその周囲にひろがる広大な火砕流堆積面である。この両者の存在でわかりにくくなっているが, 以前に存在した2つの火山体—Keres 火山と Polvadera 火山がカルデラの南と北にある(図6)。その他東麓と南麓に玄武岩台地が形成されている。

1) Keres 火山体 (10-7 Ma)

Valles カルデラの南斜面にある古い火山体で10Ma から7 Ma の間に形成された。その火山体は南北に走る断層・侵食により, もとの姿を失っているが, 比高1200m 以上あり, 南麓には火山岩屑からなる広大な火山麓扇状地が存在することから大型の成層火山であったと推定される。その初期には流紋岩質溶岩の流出, 続いて玄武岩が山麓に流出, さらに安山岩質溶岩デイサイト質溶岩が山体中心部をつくった (Smith et al.,1970)。その地形をそれぞれの発達段階毎に再現することは不可能であるが, 現在の High Cascades の Medicine Lake Highland, Newberry などの流紋岩質溶岩円頂丘などが山体中心部に, 山麓に洪水玄武岩質溶岩流が存在する火山体, あるいは安山岩質円錐火山体とその山麓に生じた流紋岩質溶岩円頂丘および玄武岩質洪水溶岩流からなる Shasta, Three Sisters などの成層火山に似たものであった可能性が高い。

2) Polvadera 火山体 (6.6-5.0 Ma)

Polvadera 火山体は Valles カルデラの北～北東に残存するデイサイト質溶

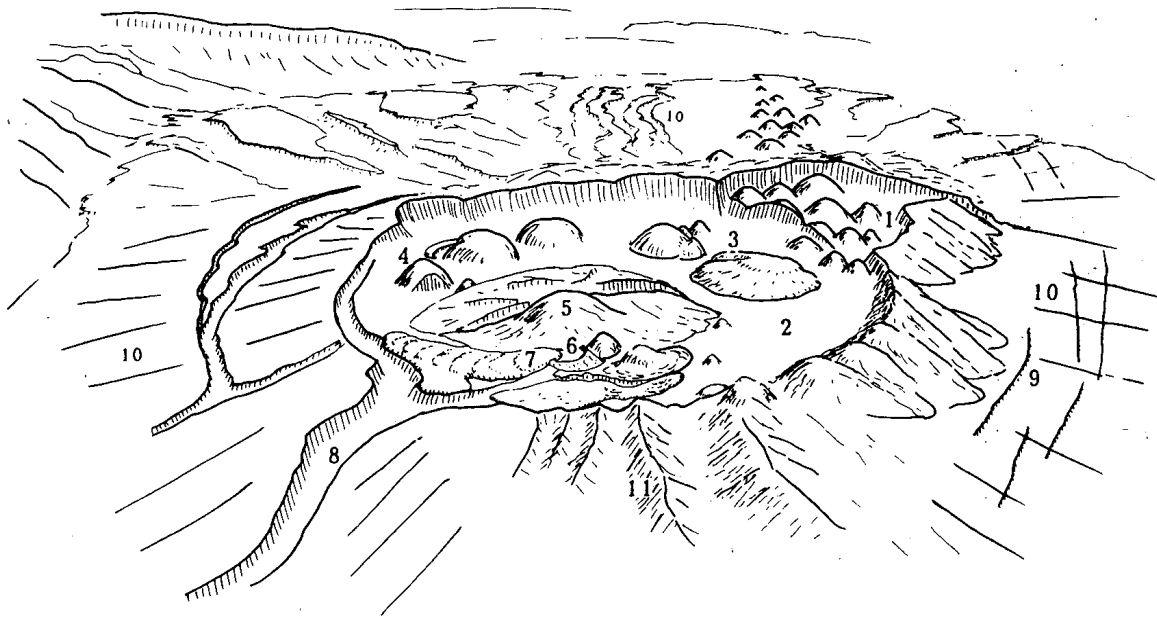


Fig. 6. Schematic oblique sketch of Valles volcanic field from the south.
 1. Toreda caldera 2. Valles caldera 3. Cerro del Medio rhyolite dome 4. San Antonio Mtn. rhyolite dome 5. Redondo Peak resurgent dome 6. El Cajete tuff ring 7. Banco Bonito rhyolite lava flow 8. Cañon de San Diego 9. Normal fault scarp 10. Pyroclastic flow (Bandelier Tuff) surface 11. Precaldera mountains

岩円頂丘群を主体とする比高1700m以上の火山体で、南半分は Valles カルデラの形成によって欠けている。6.6~5.0Ma 前に活動したためか、Keres 火山体にくらべて地形はよく保存されていて、個々の溶岩円頂丘を地形的に認識できる。

3) 玄武岩質溶岩原 (2.5-2.0 Ma)

Valles 火山地域の南縁と南東縁に玄武岩質溶岩流からなる溶岩原が存在する。

南縁の溶岩原は Santa Ana Mesa とよばれ、径15kmの円形に近い平面を持つ。南北に並ぶ2列の火口、スコリア丘群が認められ、その数は30個以上に達する。この溶岩原は Valles 火山地域の中央部を南北に貫く地溝の上であり、南北に平行して走る数本の正断層崖によって切られている。

南東縁の Cerros del Rio 溶岩原は南北35km、東西最大幅20kmあるが、その北西部が火砕流堆積物におおわれているので、より広範囲にひろがっていたと考えられる(写真7)。その中には48個のスコリア丘などの噴出中心が数えられる。西縁に玄武岩質安山岩溶岩からなる小楯状火山がひとつ認められるがこれは下

位火砕流堆積物をおおっている。

Valles 火山地域の北麓にも小規模ながら玄武岩質溶岩流が認められる。

これらの溶岩流はおよそ2.5–2.0Ma を中心に流出したものらしいが一部はより新しい時期まで活動したらしい。

4) 流紋岩質火砕流の噴出とカルデラの形成 (1.45–1.12 Ma)

Keres 火山体と Polvadera 火山体の中間、地溝の中央部で1.45–1.12Ma (Heiken et al.,1986) の間に2回にわたる大規模な流紋岩質火砕流の噴出が起こった。この2回の噴出物は Bandelier Tuff と総称されているが、古い方が Otowi 火砕流堆積物、新しい方が Tshirege 火砕流堆積物とよばれている。主に両錐石英、Sanidine を含んだ軽石からなる。また Otowi 火砕流噴出直前には Guaje 降下軽石、Tshirege 火砕流の直前には Tsankawi 降下軽石が噴出している。両火砕流堆積物は厚い所で200–300m に達する大規模なものである(写真8, 9)。この噴出の結果、Otowi 火砕流の後には Toledo カルデラ、Tshirege 火砕流の後には Valles カルデラが生じた。両者は互いに重なっていて古い Toledo カルデラはその北東半分が残存するにすぎない。

Toledo カルデラの内部には9個の流紋岩質溶岩円頂丘がカルデラ底を埋めて残存する。この南西部のものは、Valles カルデラ壁によってたち切られている。また Toledo カルデラ底には Tshirege 火砕流堆積物が台地をつくって存在する。

5) Valles カルデラ中の環状溶岩円頂丘群と再生ドーム (潜在丘) (1.0–0.5 Ma)

Valles カルデラ形成後、およそ50万年間かけてカルデラ内部に17個の流紋岩質溶岩円頂丘、1枚の流紋岩質溶岩流、2–3個の火砕丘、再生ドーム(潜在丘)が生じた。

再生ドームは南北9 km, 東西12 km, 比高750 m の山地で正断層によって縦横に切られている。全体的にみるとこの山地の中央部が北東–南西方向の地溝に縦断され、その北西および南東に向って裂けひろがっているようにみえる。この山地と多分 Keres 火山体の一部と思われる安山岩質溶岩、Bandelier Tuff, Valles カルデラ底に堆積した二次堆積物などからなり、一度陥没、平坦化したカルデラ底が再びドーム状に盛り上がったものと解釈されている (Smith and Bailey,1966)。これは一種の潜在円頂丘とも考えられる。

この形成にもよってその周囲に環状の溶岩円頂丘が形成された。その見事な配列は環状岩脈、中央部の円形ブロックからなるシリンダー構造の存在を想起させる。

環状溶岩円頂丘のうち、北にある5個は底径約3 km, 比高300—500mの典型的な溶岩円頂丘の形態をもつが、東のCerro del Medio (写真10) や南のものは四周へ流動して溶岩流をつくっている。南西部の火口瀬 Jemez River の流出口付近にある Banco Bonito 溶岩流はその典型的なもので、タフリングである El Cajete 火口から流出したが、火道には円頂丘をつくっていない。

溶岩円頂丘形成に先立ってタフリングが形成された場所もいくつか存在する。北西部の San Antonio Mountain 溶岩円頂丘のすぐ北東側に隣接する溶岩円頂丘 (標高9951ft) の北側基部にある緩斜面、南東部の Cerros del Abriga 溶岩円頂丘の南西基部の緩斜面などがその例である。

IV-4 Taylor 火山地域

Taylor 火山地域は周辺から300—600m 高く、急崖に囲まれた玄武岩台地を主体とする (Lipman and Moench,1972 ; Crumpler,1982など)。その台地上には北々東—南々西方向に走る平行した比高10—20m の正断層崖と、ほぼそれに沿って分布する163個以上のスコリア丘、13個以上のタフリング、6個以上の小楯状火山が認められる。この点は他の溶岩原とほぼ共通した特徴を示すが、異なるのは Taylor 成層火山体が溶岩台地の中央部よりやや南西寄りに存在することである (図7)。

Taylor 成層火山

米国西南部の火山のうち、Arizona 州の San Francisco Peak 成層火山とならぶ底径16km, 比高820m, 体積80km³の大型成層火山である (写真11)。山頂には直径約5 km, 深さ400m の凹陷地がある。これから東南に排水する Water Canyon の深い谷が存在する。その凹陷地は一見山頂部の大崩壊によって生じた馬蹄形カルデラに見えるが、山麓に向かって開いていないし、山麓に流れ山を持つ岩屑流堆積面も認められない。あるいは陥没カルデラと考えるには、凹陷地中央部に向って周囲の壁から尾根が張り出しすぎる。以上からこの凹陷地はそれほど大きくない爆裂火口が侵食で拡大したものと思われる。

この山頂の凹陷地の外側には厚い溶岩流が急な斜面をつくっている。この斜面にはかなり深い放射谷が刻まれているが、なお残された末端崖の比高から、溶岩流の厚さは100—300m あったことが知られる。その外側、下部斜面はより薄い溶岩流、火砕流、土石流などの堆積面で、山麓に近づくにしたがって勾配が緩くなる。

北と西南斜面にはスコリア丘以外に流紋岩質溶岩円頂丘と地形的に酷似した高まりが10個以上ある。これはスコリア丘が侵食作用で変形したものである可

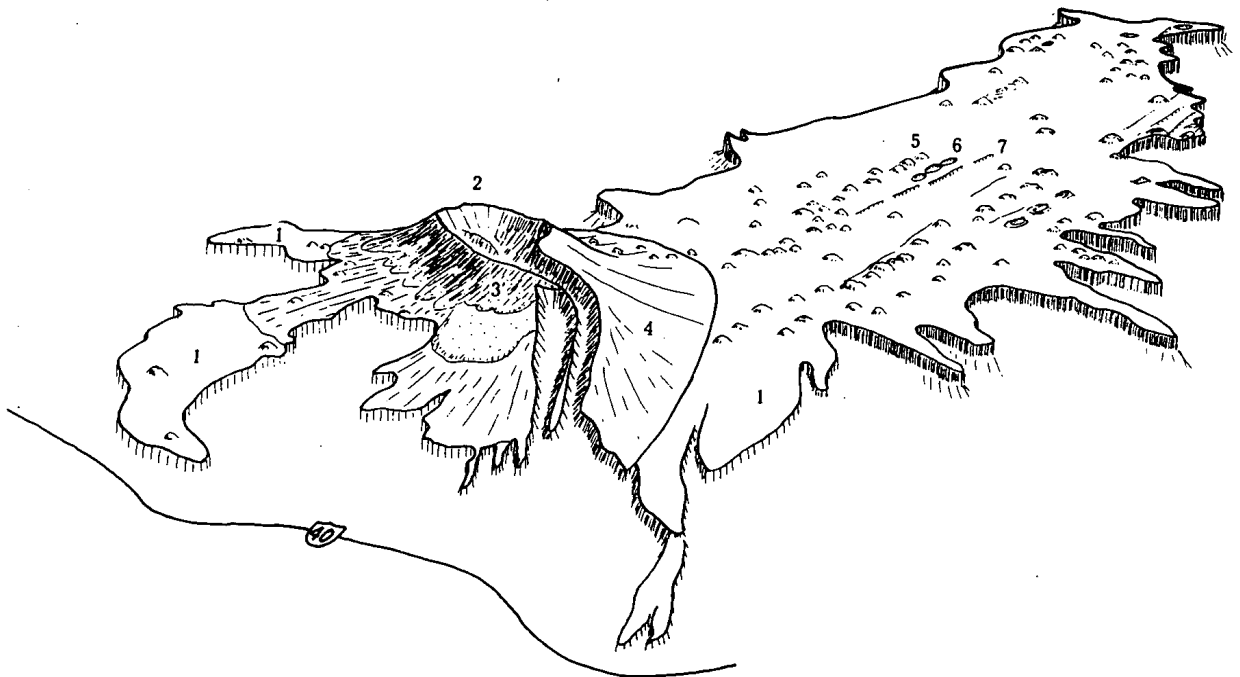


Fig. 7. Schematic oblique view of Taylor volcanic field from the south.

1. Lava field 2. Mt. Taylor stratovolcano 3. Slope of dacite lava flows
 4. Slope of debris flow and pyroclastic flow deposits 5. Scoria cone
 6. Tuff ring 7. Normal fault scarp

能性もあるが、High CascadesのShasta, Three Sistersなどの成層火山の中腹に見られるものと酷似しているため、ここではとりあえず溶岩円頂丘としておく。

この成層火山と周辺の溶岩台地をつくる玄武質溶岩流との新旧関係は場所によって異なる。その境界では①より平坦に近い玄武岩質溶岩流の上に成層火山斜面がのっている場合②玄武岩質溶岩流を切る谷の壁に成層火山斜面がアバットしている場合、③成層火山斜面に玄武岩質溶岩流がアバットしている場合とがあるが、多くの場合は①、②で成層火山の方が新しく、溶岩台地の主体が形成された後に成層火山が生じたことを物語っているように見える。しかしこれは成層火山体形成末期についてのみ問題にしているため、その初期については地形からはわからない。

Crumbler (1982)は、Taylor成層火山は4.3Maに流紋質溶岩頂丘群の形成→安山岩質溶岩、火砕岩(写真12)による下部成層火山体の形成→2.5Maにデイサイト質火砕流の噴出→1~2Maにデイサイト質溶岩噴出でTaylor成層火山体上部形成という形成史を持つ、とした。そしてこの成層火山の成長に平行してbasanite→alkali basalt→tholeiite basaltの溶岩原が形成され、後に台

地化したとのべている。これが事実なら Taylor 成層火山は200万年以上もの間活動し、日本の成層火山より数倍長い寿命を持つことになる。

IV-5 Zuni-Bandera 火山地帯

Albuquerque 市の西約100kmの Grants 市の南にひろがる面積2500km²の広大な溶岩原である (写真13)。この中でもっとも新しい McCartys 溶岩流が700年前 (Nichols,1946) に流出, 40km北上して Interstate 40号線の走る谷を埋めている。この他 Bandera Crater から流出した Bandera 溶岩流など10万年より新しい活動によると思われる若い溶岩流が多い。

また測定された K-Ar 年代のうち最古の溶岩は1.38Ma (Luedke and Smith, 1978) で、南西部の火山地域の中では Arizona 州の San Francisco 火山地域とともにもっとも若い活動的な火山地域で、将来南西部で噴火するとすればここはもっとも可能性の高い地域といえよう。

噴火中心は少なくとも103個数えられ、そのうち分けはスコリア丘92個、タフリング、タフコーン計5個、小楯状火山6個である。その多くは溶岩原の中央よりやや西寄りに北東-南西方向に約5kmの幅できれいに並び、溶岩原を縦断している。その南西半分には顕著な正断層が数列平行して走り、幅8km、長さ15kmの地溝をつくっている (Ander and Huestis,1982)。

以上のうち特徴的ないくつかのスコリア丘、小楯状火山などについてのべる。

McCartys 溶岩流

南西部の火山では最新と考えられているこの溶岩流は Zuni-Bandera 火山地域の東縁部近くから流出、周囲にひろがりつつ北上、40km流下した。末端まで溶岩塚、プレッシャーリッジ、縄状溶岩などが生まましく残るパホイホイ溶岩流である (Nichols,1946)。まだこの溶岩流上には植生が十分に侵入せず黒色の溶岩がひろがる異様な風景は開拓者達に強い印象を与え、El Malpais (Maxwell,1982) とよばれてきた。

Bandera Crater スコリア丘・溶岩流

このスコリア丘は McCartys 溶岩流についてこの火山地域では2番目に若い活動によって形成された。その新しさはスコリア丘の斜面がなお35°以上の勾配を保つこと、急な馬蹄形火口壁の存在、そこから流出した溶岩流中にみられる微地形、特に溶岩トンネルの天井の陥没状態の生まましさは昨日起こったばかりと思われるほどである。同様の機構で生じた陥没孔のひとつの底に夏季にも凍結した池が存在し、Ice Cave として知られている。また馬蹄形火口につきものの rafted block もこの溶岩流上には多く見出される。

Bandera Crater と似た新鮮な地形を保持するスコリア丘は他にも, Cerro Alto, Cerro Pomo, Cerro Brillante, Cerro Negro など50個近く存在する。

Sokno Lake タフリング

Zuni-Bandera 火山地域の中央部からやや南寄りにあるこのタフリングは直径1 km, 深さ30-60m の火口を持ち, 周囲に比高20-30m の環状丘をつくっている。底は平坦で現在一部に浅い湖がある。

似たようなタフリングは Cerro Alto スコリア丘の南2 km の場所にあり, その規模・形態は Sokno Lake タフリングとほぼ同じである。この他通常のスコリア丘に概形は似ているが火口がやや大きい (直径500m) タフコーンが3個存在する。

Cerro Rendija 小楯状火山

Zuni-Bandera 火山地域のほぼ中央部に存在する底径3.5km, 比高130m の小楯状火山で頂部に小さなスコリア丘 (底径400m, 比高50m) と南北にのびる一線 (長さ1 km) 上に6個の小火口が連なる。北東中腹から南東麓に向って斜めに斜面を下る小凹陥地の屈曲した列が認められる。これは小楯状火山から流出

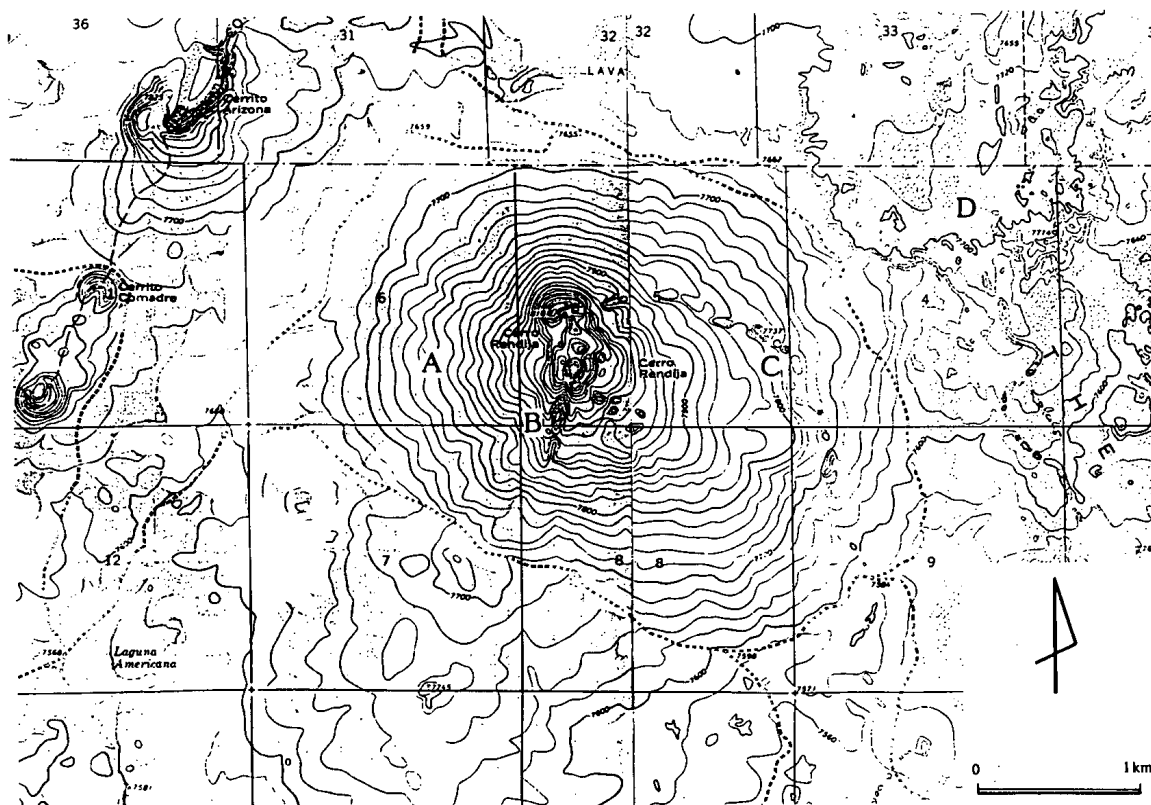


Fig. 8. Topographic map of Cerro Rendija small shield, Zuni-Bandera volcanic field.

A. Cerro Rendija small shield B. Pit crater C. Collapsed lava tube D. Lava flow

した溶岩流にまで続き、山頂から4.5kmの地点まで追うことができる。この小凹陥地は溶岩トンネルの天井が陥没して生じたもので、河川流路と酷似した屈曲パターンを示す（図8）。

IV-6 Catron 火山地域

Catron 火山地域は New Mexico 州と Arizona 州境に近い北東～南西方向 60km、北西～南東方向 30km のほぼ長方形の範囲に、65 以上のスコリア丘、タフリング、小楯状火山が点在する火山地域である（図9）。これらの大部分は玄武岩質マグマの噴出で生じた単成火山であるが、互いに接合せず独立分離していることが多い。しかしここでは溶岩原としておく。

この火山地域のスコリア丘の多くはかなり侵食され、緩やかな傾斜に変わり、火口をもつものも少ない。周辺に流出した溶岩流も当初の表面微地形は消失し、周囲から侵食されて台地化しているものが多い。したがってこれらの大部分は 100 万年以前に形成されたと考えられる。しかし Catron 火山地域北部の Red Hill (Red Cone) スコリア丘（底径 1 km、比高 150m）とそれから北へ流下した溶岩流（長さ 10km、平均幅 1 km、厚さ数 m）のように溶岩じわなどの微地形を残すなど非常に新しい（数万年以新？）と思われるものも若干存在する。

その中で顕著なのはこの火山北縁にある Zumi Salt Lake タフリング（マール）である（図10、写真14）。これは直径 2km、深さ 50m の円形爆裂火口で周縁部に厚さ 30m の拋出物がゆるやかな環状火砕丘をつくっている。堆積物中には bomb sag をつくる火山弾、斜交葉理をもつサージ堆積物が存在することからマグマ水蒸気爆発が起こったことが推定される。

この火口が生じた後にそのほぼ中央に 2 個のスコリア丘が生じている（写真14）。これはその時、水が消失していたことを示している。なお火口の北壁には裂目噴出した spatter がへばりついている。これと火口中央部のスコリア丘と結ぶ一線は北々東方向となり、この火山地域にみられる一般的な活溝造の方向と一致する。この形成年代は $22,900 \pm 1400$ y.B.P (Luedke and Smith, 1978) である。

タフリングはこの他 5 個所で見出されるが、この火山地域の中央部、国道 60 号線のすぐ南に 2 個見出される。それぞれの火口内にはスコリア丘が生じている。

Catron 火山地域には断続的に北々東－南々西方向の正断層崖が認められる（図11）。これは数本平行することもあり、比高は 20－30m 以下である。

Cerro de la Mula は頂部にのったスコリア丘もろとも 2 本の断層（比高 50m）

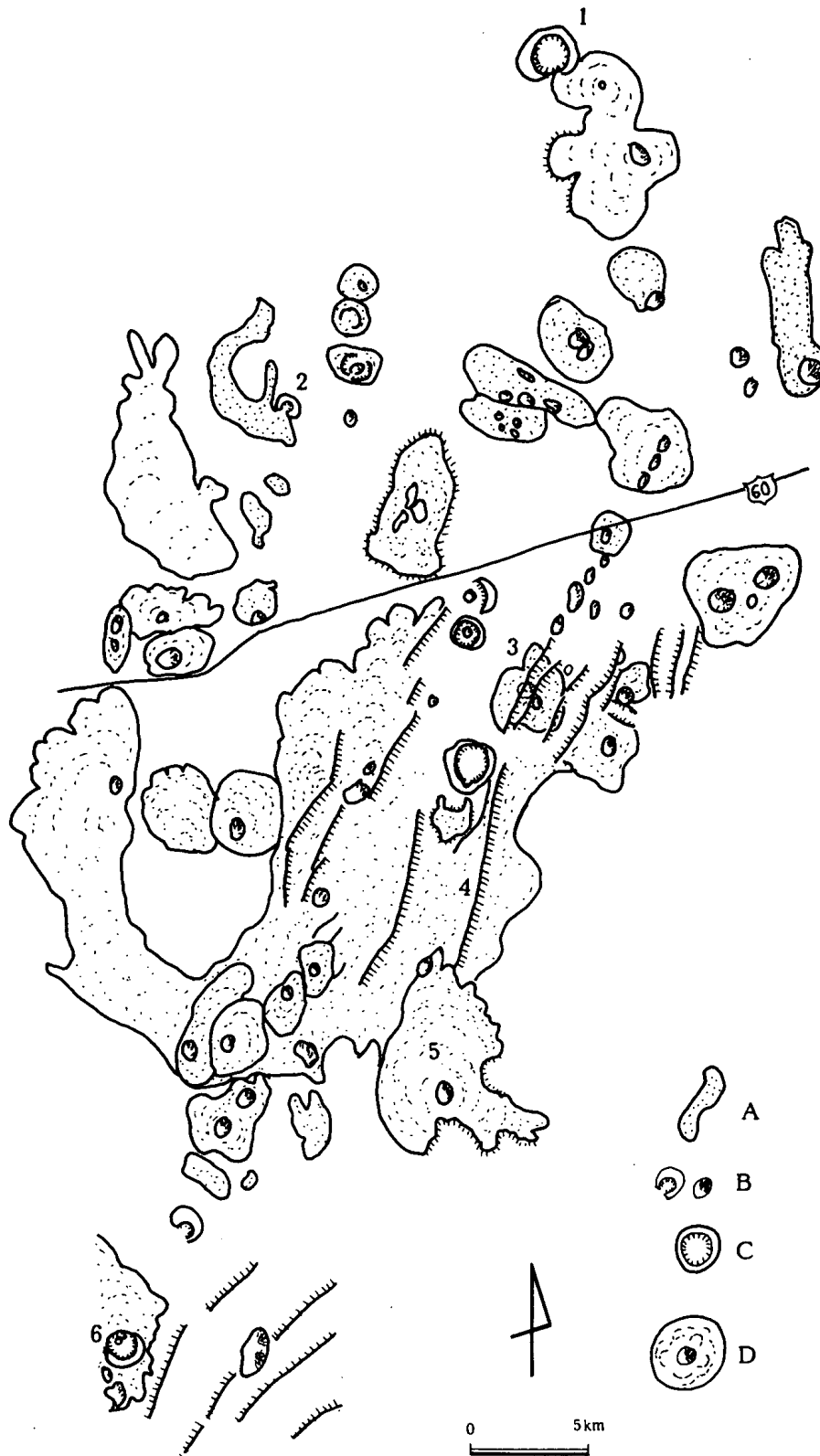


Fig. 9. Geomorphological map of the Catron volcanic field.
 A. Lava flow B. Scoria cone C. Tuff ring D. Small shield
 1. Zuni Salt Lake tuff ring 2. Red Hill scoria cone 3. Cerro la Mula small shield 4. Normal fault scarp 5. Black Peak 6. Underwood Lake tuff ring

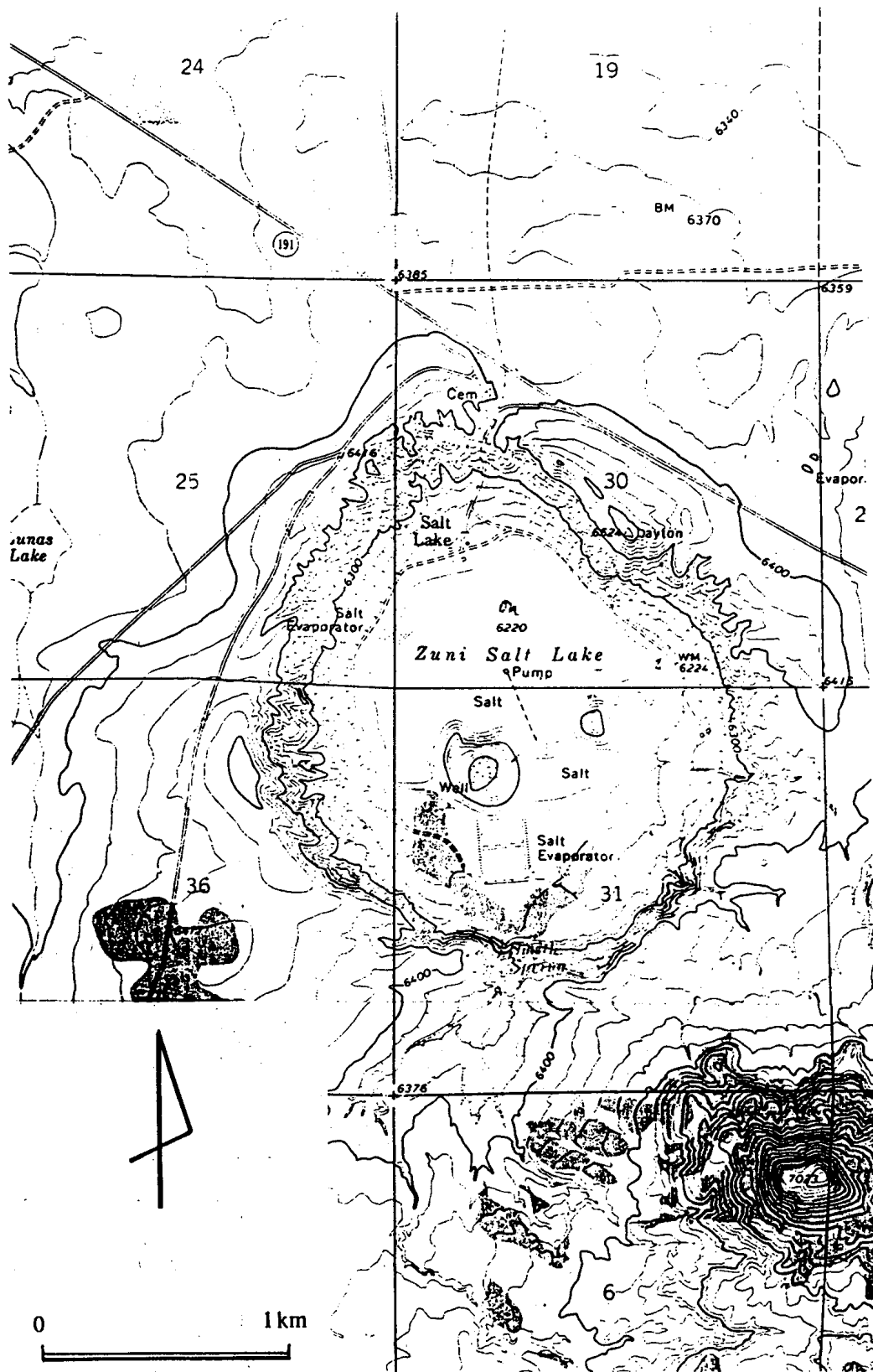


Fig. 10. Topographic map of Zuni Salt Lake tuff ring in the Catron volcanic field.

によって切断され、頂部が地溝内に落ちこんだ小楯状火山(底径5 km, 比高160 m)である。頂部には2個のスコリア丘がある(写真15)。

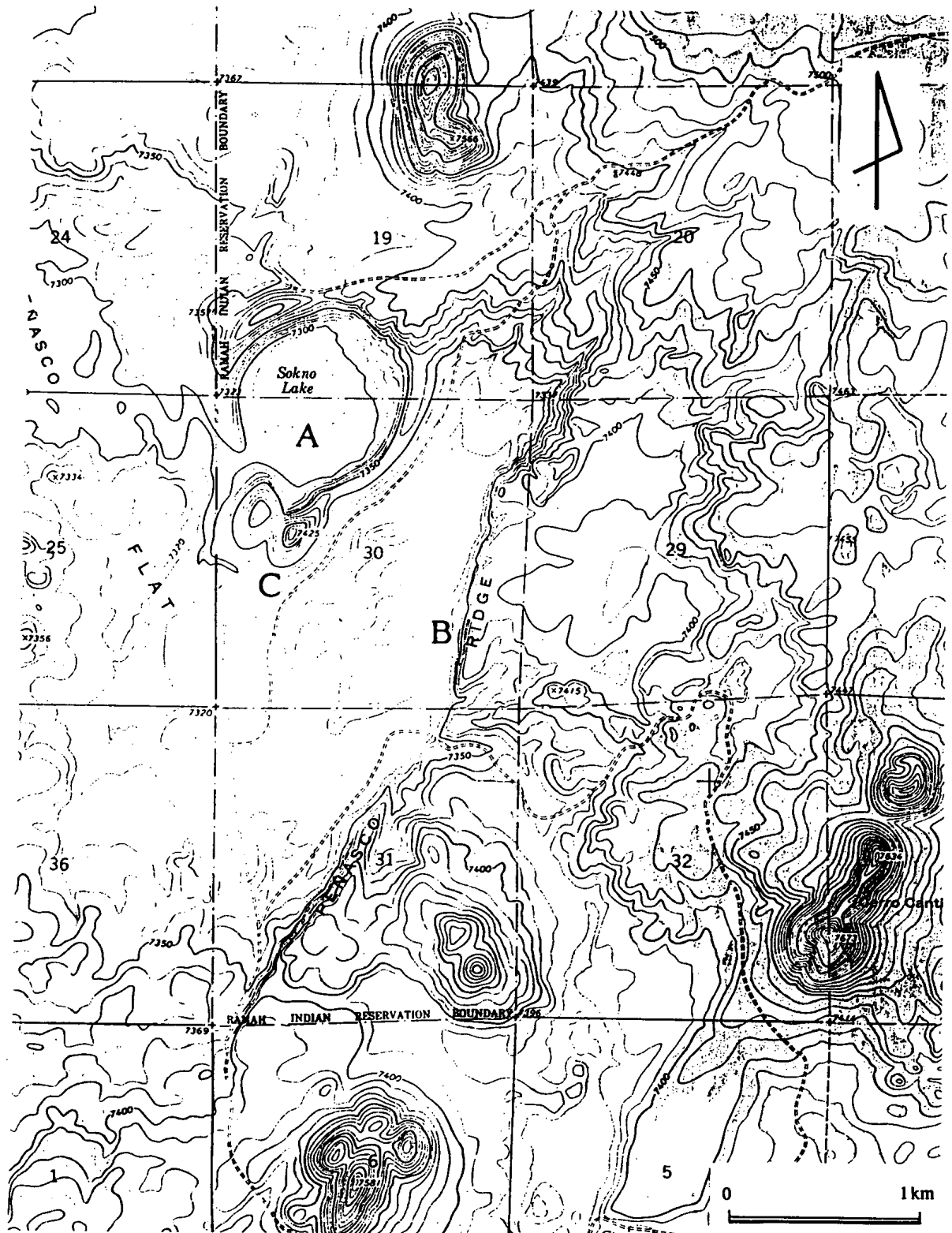


Fig. 11. Topographic map of Sokno Lake ruff ring (A), Penasco Ridge normal fault scarp (B) and scoria cone (C) in the Zuni-Bandera volcanic field.

IV-7 Carrizozo 火山地域

New Mexico 州の中央部よりやや南東寄りに存在するこの火山地域は単一の活動によって生じた単成火山である。一個のスコリア丘とそこから流出した全長76kmに及ぶ薄い玄武岩質溶岩流からなっている。北東から南西へ弱く S 字状に屈曲しながら流下しているが最大幅 8 km, もっともくびれた所で 2 km の幅がある。その流出は約1000年前と新しく, 玄武岩質溶岩流出時の微地形, 微構造が完全に保持されている。

その表面は pahoehoe で, 縄状の部分もよく見られる。溶岩塚, pressure ridge, shark tooth, squeeze ups など典型的なものが観察される。

溶岩流の平均的な厚さははっきりわからないが 5 - 8 m と考えられる。一般に周囲からの比高が10m 前後あるが, それは側端崖すなわち溶岩堤防の高さで, 両端の溶岩堤防の内部は溶岩条溝になっていて, それより 5 m ほど低い。平均厚をかりに 5 m としても, その体積は 2.0km^3 におよぶ。

Raton - Clayton その他の溶岩原をつくる個々の溶岩流の規模にくらべ, Carrizozo 溶岩流は 1 桁以上大きい。

この火山地域は将来活動をくり返し, 他の火山地域のような溶岩原に成長するか否かについてはよくわからない。

IV-8 Potrillo 火山地域

New Mexico 州の中南縁, Texas 州 El Paso 市の西約50kmに Potrillo 火山地域がある。その一部はメキシコ領内にある。アメリカ合衆国内にある火山地域の面積はおよそ 1000km^2 である。

この火山地域は火道を示す200個以上のスコリア丘, 2個のタフリング, それらから流出した溶岩流が接合した結果生じた溶岩原である (写真16)。

火山地域の主体は **West Potrillo Mountains** を形成している。これは南北にのびたスコリア丘列とそこから流出した溶岩流とからなる長さ約35m, 幅15km, 比高400m の高まりである。この高まりがすべて火山噴出物からなるのか, それとも下に基盤岩からなる高まりが隠されているのか明らかでない (Hoffer, 1976)。

West Potrillo Mountains には100個を越えるスコリア丘が認められる。これらの比高は最大で150m, 底径は300~1000m ほどで, 円形火口, 急斜面を持ち, 比較的最近形成されたと思われるものから, 火口を失い単なる小突起にすぎない古いものまで様々あり, この West Potrillo Mountains が長い時間をかけてじょじょに形成されてきたことを物語る。

溶岩流についても同様のことがいえる。末端崖，側端崖や rafted block が残存し新しい溶岩流と考えられるもの(図12)，表面の微地形は失われ，かなりの部分を新しい溶岩流におおわれ，その分布や流出源も不明瞭で非常に古い時代に流出したと考えられるものまで多様である。

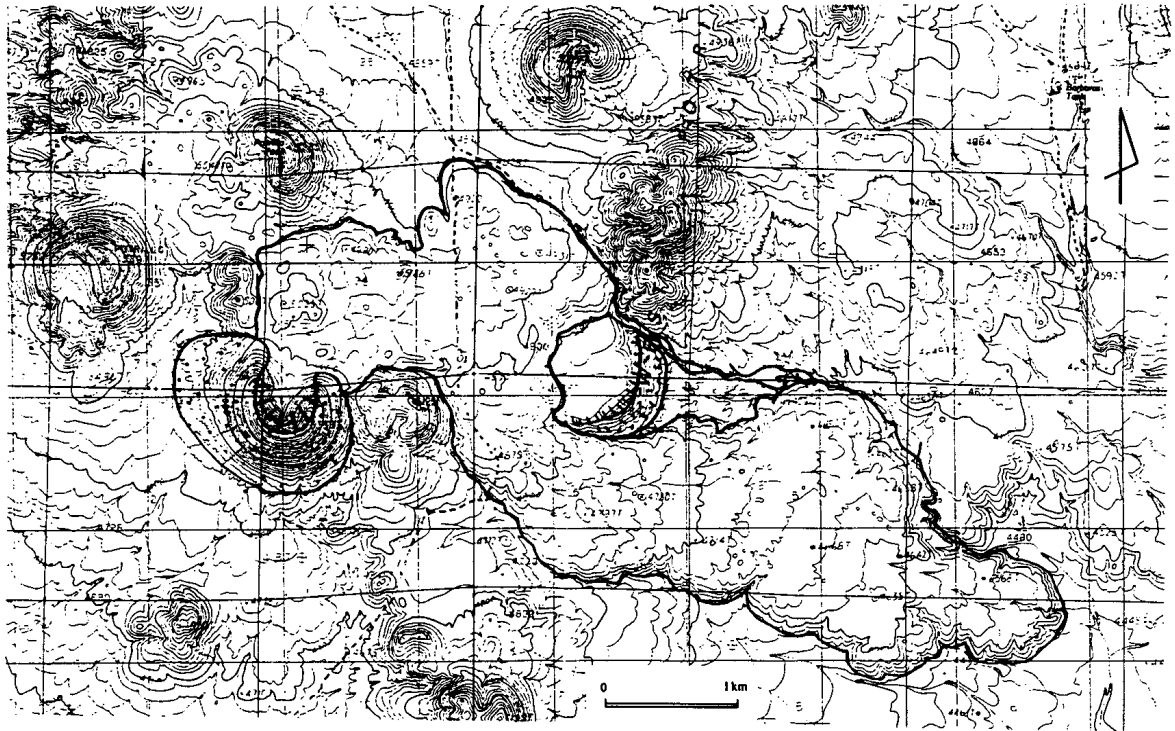


Fig.12. Topographic map showing a lava flow and scoria cone of the Potrillo volcanic field.

West Potrillo Mountainsの火山噴出物の年代データはないが，年代が知られた他の火山地域の類推から2～3 Ma 前から0.2～0.1Ma 前の間にこれらのスコリア丘，溶岩流は生じたものと思われる。1万年より新しい時期に形成されたCapulin Mountain や McCartys 溶岩流のような溶岩塚，pressure ridge などを残存させた溶岩流は認められない。

Aden Crater は West Potrillo Mountains の北東5 kmにある奇妙な小火山体である(図13)。11,000年前に形成されたため，当初の地形がそのまま残されている。中央部に直径400mの火口があり，大部分は溶岩湖が固化した平坦面からなる。火口中央部に比高10m，底径100mの spatter cone と直径100m，深さ50～60mの pit crater がある。これらを囲んで比高10m程度の火口壁が存在するがこれは spatter からなる。その外側斜面には急な spatter cone の斜面(40°前後)とその外側にひろがる長さ250m，傾斜10°の緩斜面である。さらに外側にはほぼ水平な溶岩流の表面が広がる。傾斜10°の緩斜面と溶岩との境界は非常に

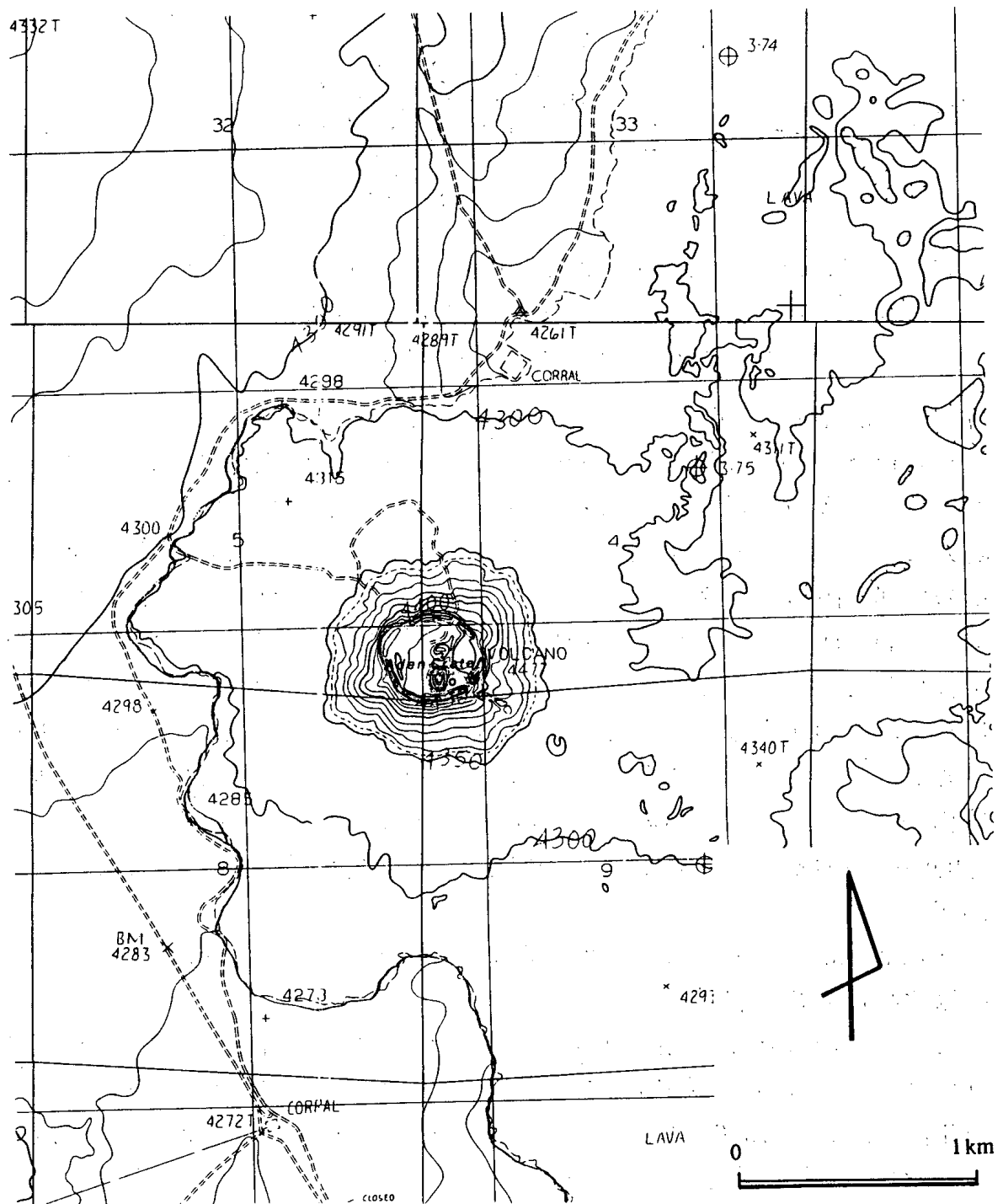


Fig. 13. Topographic map of Aden Crater and the basalt lava flow, Potrillo volcanic field.

明瞭である。Hoffer (1976) によれば、傾斜 10° のこの緩斜面は溶岩流とあるが spatter の二次流動によって形成された可能性もある (図14)。

Aden Crater から流出した溶岩流は薄い東～東南に向かってひろがっている。その表面は流出時の微地形をそのまま残して、溶岩塚、凹陷地 (写真

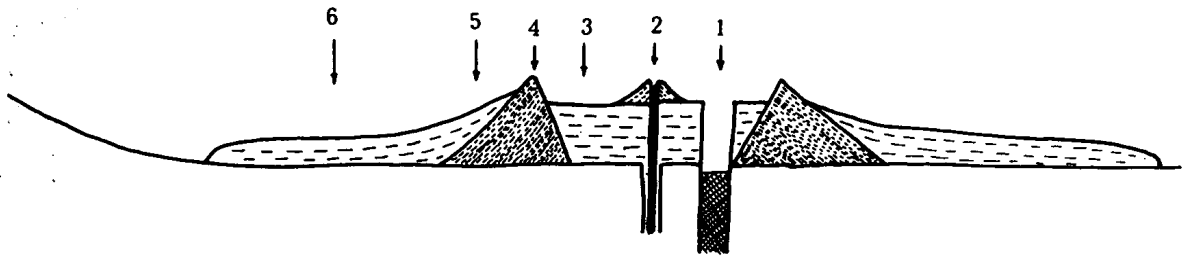


Fig. 14. Schematic section of Aden Crater, Potrillo volcanic field.

1. Pit Crater 2. Spatter cone 3. Lava lake 4. Scoria (spatter) cone
5. Slope of welded spatter? 6. Lava flow

17, 18) pressure ridge などがよく観察される。

Kilbourne Hole, Hunts Hole は Potrillo 火山地域東部にある、地形的によく目立つ 2 個の tuff ring である (図15)。両者は南北に 2.6km 離れて存在する。北方にある Kilbourne Hole はやや大きく直径は 2.2~3.8km, 深さ 130m ある。その輪郭は円形からほど遠く、いくつかの湾入がみられる。一部は火口壁が地すべりの的に崩壊したためと見られるが、爆発が数ヶ所で起こって生じた火口が接合したためと考えられる。この火口の外側には低く緩やかな環状の高まりが連なる。その比高は 30-40m, 外側斜面の傾斜は 2° 前後にすぎない。Hoffer (1976) によれば、この環状丘は 3 つの堆積物からなる。それは下位から降下火砕物, ベースサージ堆積物, 泥流堆積物である。これら tuff ring をつくった爆発的噴火の堆積物の下位に数 m の厚さの玄武岩質溶岩流が存在する (Hoffer, 1976)。

Hunts Hole は直径 1.8km, 深さ 70m の円形に近い tuff ring である。まわりには比高 15m の環状丘がある。

これら 2 個の tuff ring は北方から流下した Afton 溶岩流を貫いた爆発により生じ、溶岩流の上に抛出物を堆積させている。この溶岩流の年代は 10 万-14 万年前 (Hoffer, 1976) であるので、Kilbourne Hole と Hunts Hole は 10 万年より新しい時期に生じたことになる。

V 火山地域の分類と成因

IV章で主要火山地域の地形的記載を行なったが、それをもとに、New Mexico州の火山地域は表2、図16のように分類される。

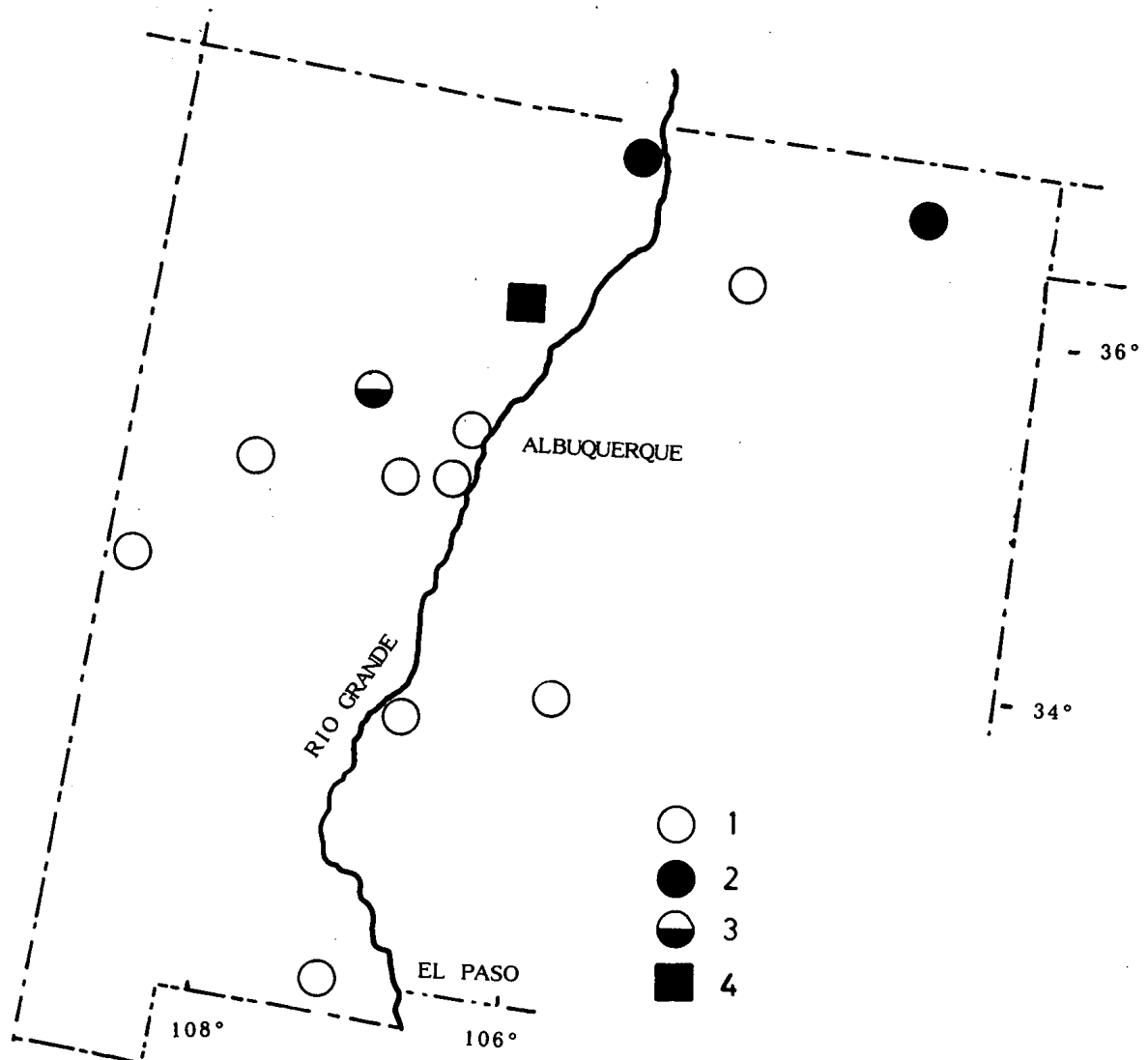


Fig. 16. Distribution of the volcanic fields in New Mexico classified into 4 types
 1. Lava field 2. Lava field with stratovolcanoes and lava domes 3. Lava field and stratovolcano 4. Caldera and pyroclastic flow surface with small lava field

	Geomorphology			Petrology					Names of volcanic fields	
	lava field	strato- volcano	lava dome	caldera pyro. flow	Bn*	B*	A*	D*		R*
A type	+				+	+				Zuni-Bandera, Albuquerque Catron, Potrillo, Cats Hill Carrizozo, Mora,
B type	+	+	+		+	+	+	+	+	Taos, Raton-Clayton
C type	+	+				+	+	+	+	Taylor
D type		+	+	+		+	+	+	+	Valles

Bn*: Basanite B*: Basalt A*: Andesite D*: Dacite R*: Rhyolite

Table. 2. Types of the volcanic fields in New Mexcio classified on the basis of the geomorphology and petrology

V-1 火山地域の分類

A型 Zuni-Bandera, Catron, Potrillo などの火山地域は玄武岩質溶岩原で、溶岩流の上にスコリア丘、タフリング、タフコーン、小楯状火山が存在する。安山岩など珪長質噴出物からなる成層火山、溶岩円頂丘などは存在しない。

B型の Taos, Raton-Clayton 火山地域は玄武岩質溶岩原が主体であるが、その中に珪長質噴出物からなる成層火山、溶岩円頂丘が存在するものである。

C型の Taylor 火山地域は玄武岩質溶岩原と、大型の成層火山からなる。地形的には1個の成層火山のみでB型と異なるが流紋岩質溶岩円頂丘などが成層火山内部に埋没していることなどから、本質的にはB型の Taos, Raton-Clayton 火山地域と同じかも知れない。これについては今後検討する必要がある。

D型は Valles 火山地域でその主体は珪長質火砕流堆積物の台地とその噴出中心に生じた直径20km³をこえる大カルデラである。その内外には多数の流紋岩質溶岩円頂丘が存在する。この火山地域の北・東・南縁に玄武岩質溶岩原が存在するが、その面積も大きなものではなく、Valles 火山地域では従の位置を占める。

V-2 各火山地域間の地形・噴出物などの相違に関する議論

以上をまとめると(溶岩原)→(溶岩原≫成層火山・溶岩円頂丘)→(溶岩原=成層火山)→(溶岩原≪カルデラ・火砕流台地・溶岩円頂丘)と溶岩原の割合がA型→D型につれ減少していることがわかる。これを噴出物の化学組成でいがかえると(玄武岩)→(玄武岩≫安山岩・流紋岩)→(玄武岩=安山岩・デイサイト)→玄武岩≪流紋岩)となり、A型→B型につれ玄武岩の全体に占める割合が減少していることを意味する。

何故このように玄武岩以外の珪長質岩が噴出する火山地域と玄武岩のみを噴出する火山地域に分れるのか、珪長質岩噴出火山地域でもその量比に差が何故生ずるのかについてはまだよくわかっていない。

玄武岩の成因について上部マントルあるいは地殻下部の溶融が考えられている（例えば Olsen et al., 1987）。

珪長質岩については下部地殻物質の部分溶融によるもの、玄武岩がマグマ溜りをつくり、その中で分化作用が行なわれた結果生じたもの、という両極端の考えがある。最も珪長質岩の比率が大きい Valles 火山地域で大量の珪長質マグマが火砕流として噴出、大カルデラが生ずるまでに、800万年以上の間、断続的に火山活動が行われ、玄武岩・安山岩・デイサイト・流紋岩が噴出、溶岩原・成層火山・溶岩円頂丘などが形成されている。この事実は1000万年の長い年月にわたってくり返し地殻内に貫入した玄武岩質マグマが、その付近の地殻を加熱し、大量の酸性火砕流を噴出しうる巨大な珪長質マグマ溜りを生じさせたことを示唆する。それでは玄武岩質溶岩原のみからなる火山地域では新しい時代に火山活動が始まったばかりで、珪長質岩を噴出した火山地域は古くから活動してきたかという点必ずしもそうではない。玄武岩質溶岩原からなる Potrillo, Catron などは300-400万年前から活動しているし、珪長質岩を噴出して成層火山、溶岩円頂丘を生じさせた Taos, Raton-Clayton などの火山地域もやはり300-400万年の活動にすぎない。Arizona 州中東部の Springerville 火山地域は300万年前から成長を続けている玄武岩質溶岩原のみからなるが、800万年以前には安山岩・デイサイトからなる成層火山 White Mountains がすぐその南に隣接して存在する。

これらのことを考え合わせると、初期に玄武岩のみを噴出して溶岩原をつくり、やがて時代をへるにつれ、地殻上部にマグマ溜りが形成されるか地殻下部の部分溶融が起きて、珪長質マグマが噴出、成層火山、溶岩円頂丘が生ずるようになったという火山地域の発達の図式は簡単には認められない。いいかえると Zuni-Bandera や Potrillo など A 型の火山地域にやがて成層火山・溶岩円頂丘、さらにはカルデラが生ずる、あるいは Taos, Taylor などの火山地域にカルデラを生じて D 型の Valles 火山地域に似た火山地域になる、とはいきれない。

各火山地域の相違は発達段階の違いに基くものとは必ずしも断言できない。むしろ個々の火山地域の特性—地殻の厚さ、応力場、上部マントルの熱的性質など—が火山地域の相違に大きく関わっていると思われる。これらについて今後さらに検討を深めたい。

文献

- Aldrich, M.J., JR. and Laughlin, A.W. (1984): A model for the tectonic development of the southeastern Colorado plateau boundary. *Jour Geophys. Res.*, 89, 10207-10218.
- Ander, M.E. and Huestis, S.P. (1982): Mafic intrusion beneath the Zuni-Bandera volcanic field, New Mexico. *Geol. Soc. Ame. Bull.*, 93, 1142-1150.
- Best, M.G. and Brimhall, W.H. (1974): Late Cenozoic alkalic basaltic magmas in the western Colorado plateaus and Basin and Range transition zone, USA., and their bearing on mantle dynamics. *Geol. Soc. Ame. Bull.*, 85, 1677-1690.
- Crumpler, L.S. (1982): Volcanism in the Mount Taylor region. New Mexico *Geol. Soc. Guidebook 33rd Field Conference, Albuquerque Country II*, 291-298.
- Collins, R.F. (1949): Volcanic rocks of northeastern New Mexico. *Bull. Geol. Soc. Ame.*, 80, 1017-1040.
- Heiken, G., Goff, F., Stix, J., Tamanyu, S., Shafiqullah, M., Garcia, S., and Hagan, R. (1986): Intracaldera volcanic activity, Toledo caldera and embayment, Jemez Mountains, New Mexico. *Jour. Geophys. Res.*, 91, 1799-1815.
- Hildreth, W. (1981): Gradients in silicic magma chambers: Implication for lithospheric magmatism. *Jour. Geophys. Res.*, 86, 10153-10192.
- Hoffer, J.M. (1976): The Potrillo basalt field, south-central New Mexico. Elston, W.E. and Northrop, S.A. eds., *Cenozoic volcanism in southwestern New Mexico: New Mexico Geol. Soc. Special Publ.*, no. 5, 89-92.
- Kelley, V.C. (1978): Geology of Espanola Basin, New Mexico. *Geologic Map 48*, New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources.
- Lipman, P.W. (1975): Evolution of the Platoro caldera complex and related volcanic rocks, southeastern San Juan Mountains, Colorado. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper 852*, 123p.
- Lipman, P.W. and Mehnert, H.H. (1979): The Taos plateau volcanic field, northern Rio Grande rift, New Mexico. Riedker, R.E. ed. *Rio Grande rift. Tectonics and magmatism. Ame. Geophys. Union*, 289-311.
- Lipman, P.W. and Moench, R.H. (1972): Basalts of the Mount Taylor volcanic

- field, New Mexico. *Geol.Soc.Ame.Bull.*,83,1335-1344,
- Luedke,R.G. and Smith,R.L.(1984): Map showing distribution, composition and age of late Cenozoic volcanic centers in the western conterminous United States. U.S.Geol.Survey Miscellaneous Investigation Series Map I-1523.
- Maxwell,C.H.(1982): El Malpais. New Mexico Geol.Soc.Guidebook, 33rd Field Conference. Albuquerque Country II, 299-301.
- 守屋以智雄(1979) : 日本の第四紀火山の地形発達と分類。地理評, 52, 479-501.
- 守屋以智雄(1985) : 衛星写真・航空写真による世界の火山の地形学的研究。文部省科研費成果報告書, 41p.
- Nichols,R.L.(1946): McCartys basalt flow, Valencia County, New Mexico. *Bull.Geol.Soc.Ame.*,57, 1049-1086.
- Olsen,K.H., Baldrige,W.S. and Callender,J.F.(1987): Rio Grande rift: An overview. *Tectonophysics*,143,119-139.
- Self,S., Goff,F., Gardner,J.N., Wright,J.V. and Kite,W.M.(1986): Explosive rhyolitic volcanism in the Jemez Mountains: vent localities, caldera development and relation to regional structure. *Jour.Geophys.Res.*, 91 1779-1798.
- Smith,R.L.(1979): Ash-flow magmatism. *Geol.Soc.Ame.Special Paper* 180, 5-27.
- Smith,R.L., and Bailey,R.A(1966): The Bandelier Tuff: A study of ash-flow eruption cycles from magma chambers. *Bull. Volcanol.*,29,83-104.
- Smith,R.L., Bailey,R.A. and Ross,C.S.(1970):Geologic map of Jemez Mountains, New Mexico. U.S.Geol.Survey Miscellaneous Investigation Series Map I-571.
- Stormer,J.C.(1972): Mineralogy and petrology of the Raton-Clayton volcanic field, north-eastern New Mexico. *Geol.Soc.Ame.Bull.*,83,3299-3322.

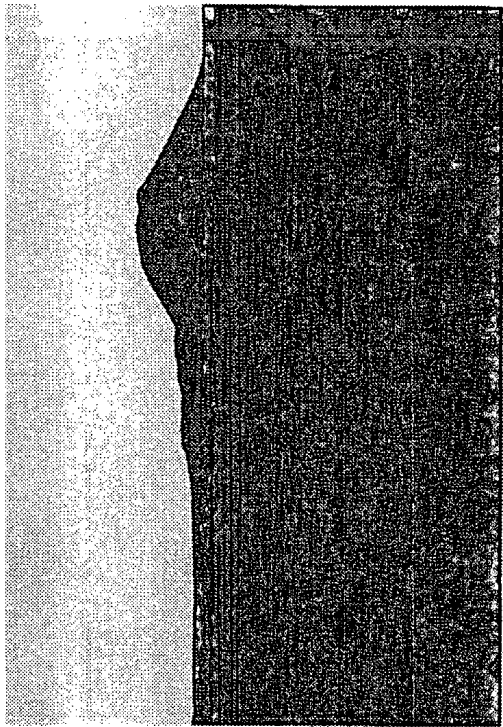


Photo. 1 Capulin Mountain cone, Raton-Clayton volcanic field.

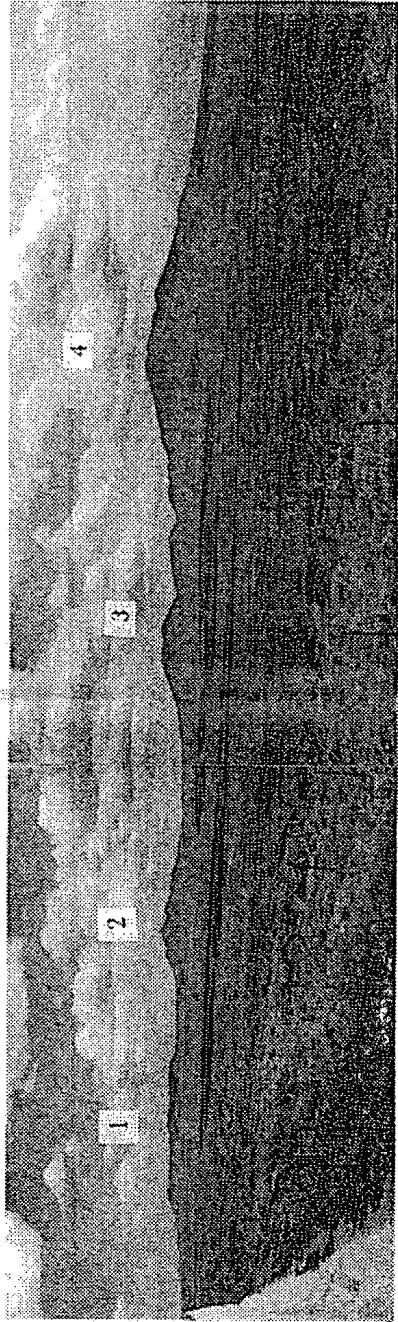


Photo. 2 Raton-Clayton volcanic field.

1. Kiowa Mesa 2. Palo Blanco Mountain 3. Pine Bluffs 4. Laughlin Peak

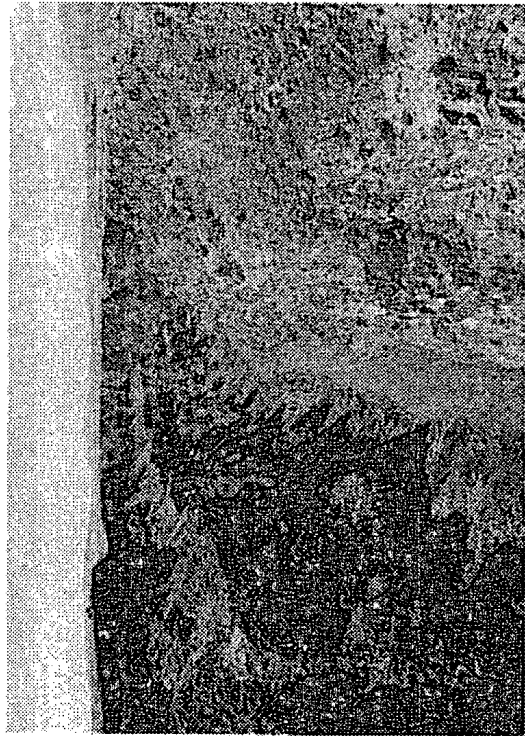


Photo. 3 The 200m-deep valley of Rio Grande cutting Taos volcanic field. All of the valley walls are composed of a pile of lava flows.



Photo. 4 No Archa Peaks rhyolite lava domes, Taos volcanic field.



Photo 6 Cerro del Aire stratovolcanic shield. This volcanic field. It has a scoria cone in the summit.



Photo 8 Pyroclastic flow deposits (Bandelier Tuff) from Valles caldera along escarpment San Diego, the southeastern part of Valles volcanic field. The scarp is ca. 400 m high.

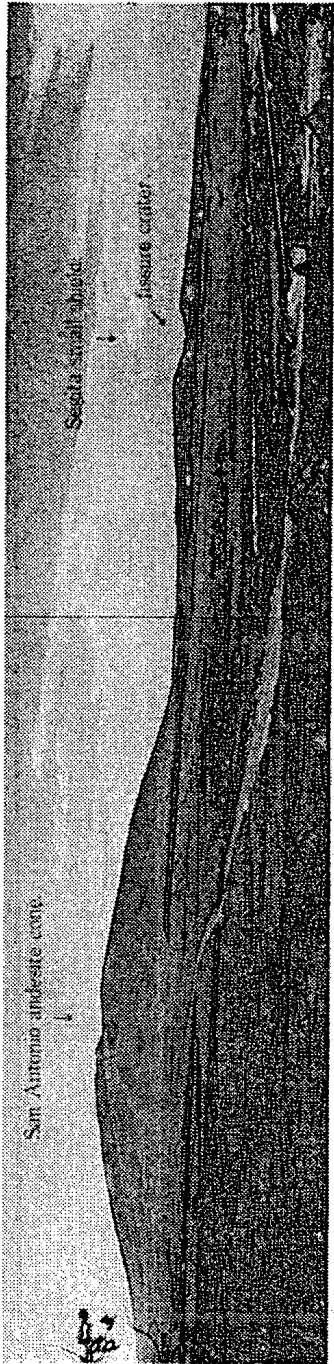


Photo 5 San Antonio andesite cone (left) and Segita small shield (right). This volcanic field. A depression in the summit of Segita small shield is a fissure crater.

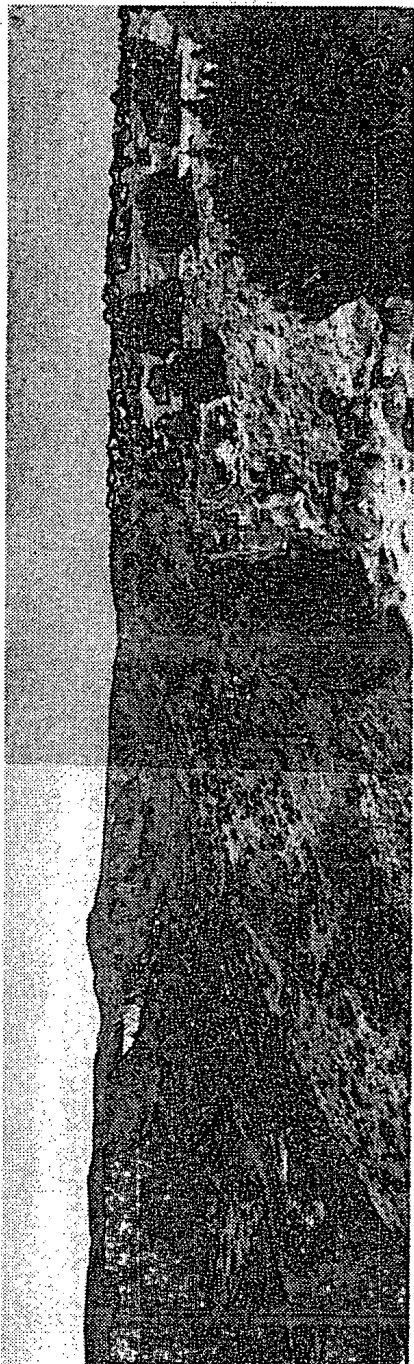


Photo 7 Cerros del Rio lava plateau (left) and the plateau of the pyroclastic flow deposits from Valles caldera (right). Valles volcanic field.

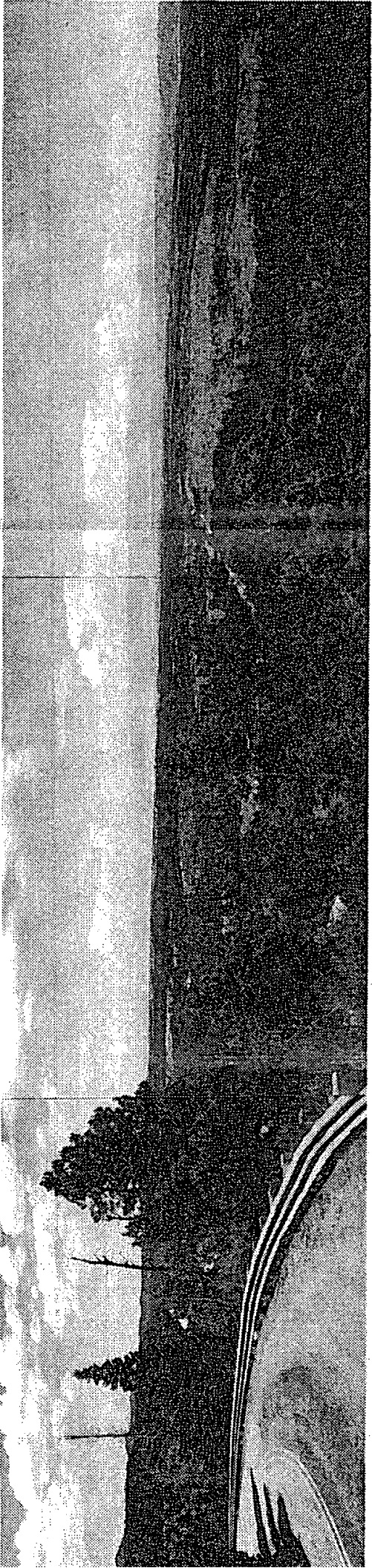


Photo 9 A gentle slope of pyroclastic flow deposits (Banderas Tañi) in the eastern part of Valles volcanic field near Los Alamos.

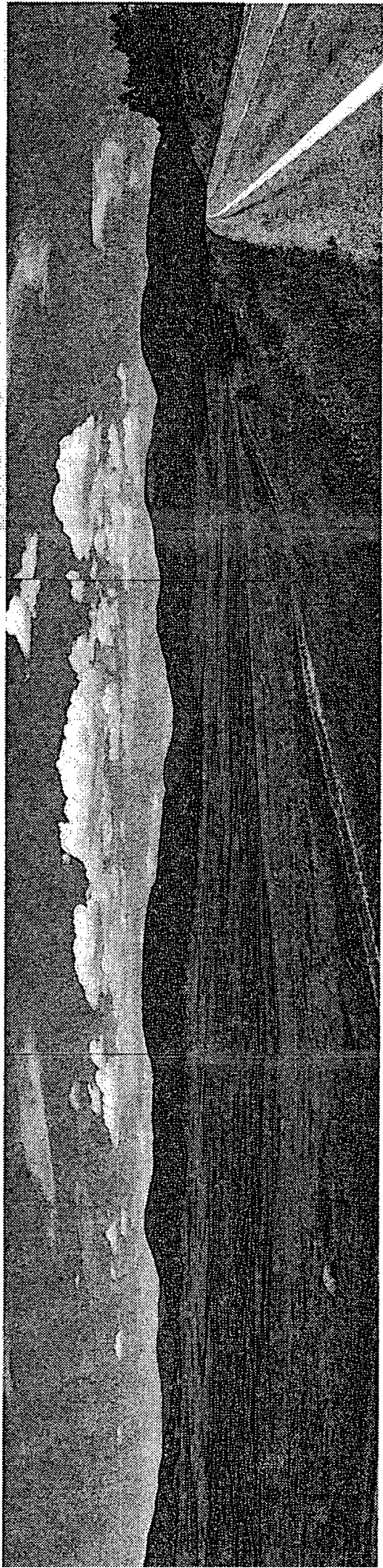


Photo 10 The eastern floor of Valles caldera from the southern margin of the caldera. A mesa in the center is Cerro del Medio rhyolite lava flow surrounded by the caldera wall.

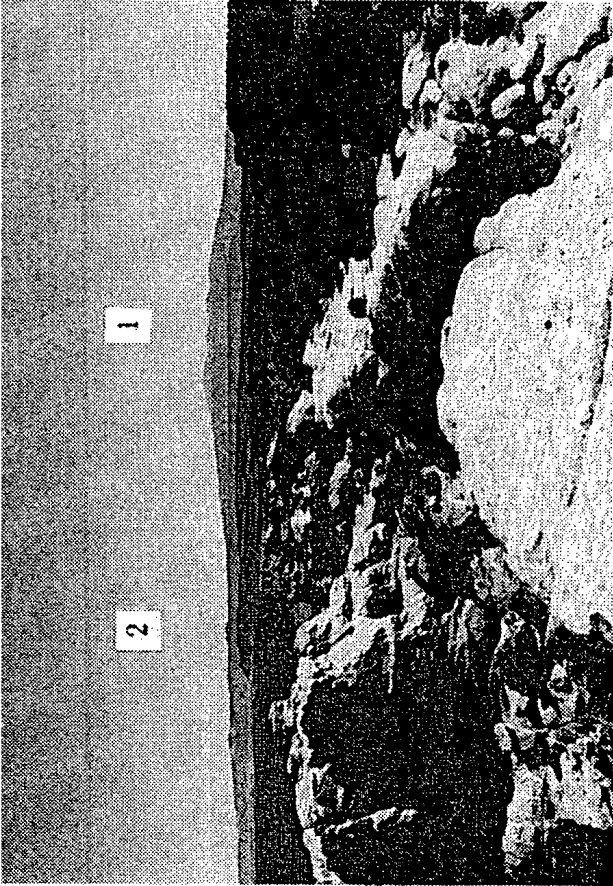


Photo.11 Mt. Taylor (1) from the south. Note flat basalt plateaus (2) on the western and eastern flanks.



Photo.12 Pumice fall deposit from Mt. Taylor in the western foot.

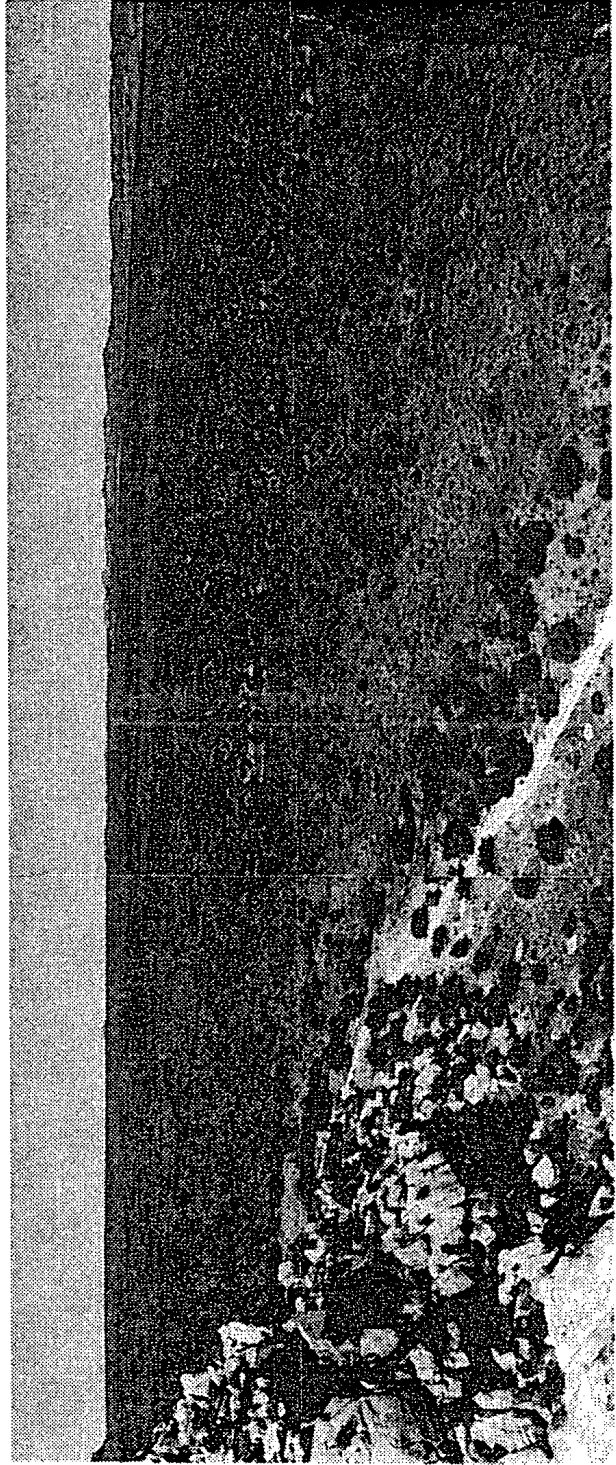


Photo.13 Lava field of Zuni-Bandera volcanic field.

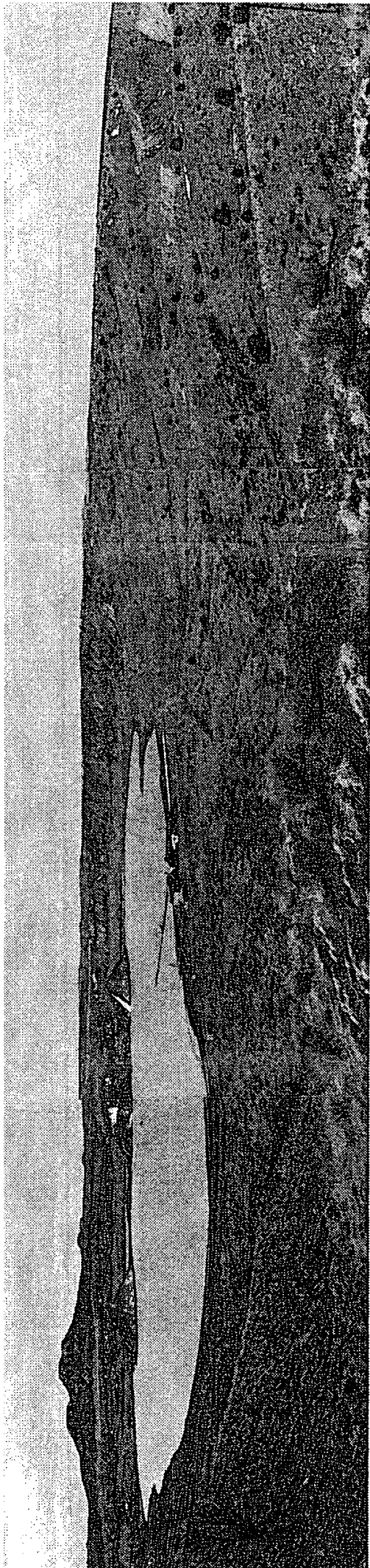


Photo 14 Zuni Salt Lake, a tuff ring with two scoria cones, in the northern part of Carson volcanic field. In the uppermost of the crater wall beds of explosion breccias 10m thick are found.



Photo 15 Cerro de la Alcaia small shield cut by 2 normal faults.



Photo 16 Arctic view of scoria cones and lava flows of Potrillo volcanic field.

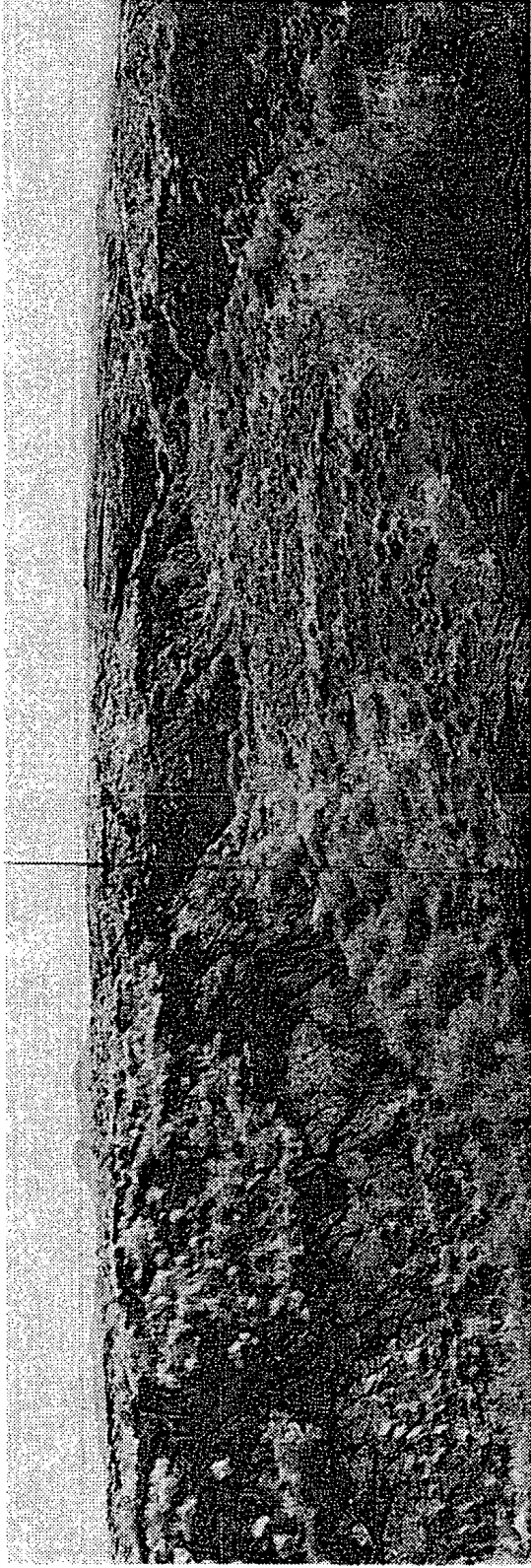


Photo.17 A lava sink (collapsed hole) 10m deep and 150m across in the lava flow from Adam Crater in the northeastern part of Potrillo volcanic field.



Photo.18 Lower wall of a lava sink in basalt flow of Potrillo volcanic field, New Mexico.