

# メキシコ・コリマ火山の1991年春の活動に 対する監視観測と災害対策\*

メキシコ国立自治大学 (UNAM)

地球物理学研究所\*\*

## はじめに

諸外国、先進国及び途上国を含めて、における火山活動に対する科学的及び防災上の対策を知ること、は、同学の士にとっては有意義であると考え、こゝに1991年春のメキシコ・コリマ火山活動の際の例を紹介する。この活動の規模は大きいものではなかったが、当国の多くの人々の関心を惹いた。

## 1. コリマ火山の地形・地質及び過去の火山活動の概略

コリマ火山はメキシコの太平洋岸に近いコリマ州とハリスコ州との境界に位置する。その周辺の地形図を第1図に示す。30～50万年前に活動したNovado de Colima (海拔4,240m) の南5 km にコリマ火山 (3,820m, 正式には Volcan de Fuego de Colima) がある。両者の間に Playón (山頂平原) と称される、平均高約3,300mの平地があり、カルデラの一部と考えられる。こゝまで自動車で行ける。コリマ火山の東側に1869年噴火で形成された Volcancito (約3,700m) がある。南南西方向、約30km にコリマ市 (周辺を含めて人口約20万) がある。

---

\* Received 16 Aug., 1991

\*\* 横山 泉 (JICA 派遣専門家)

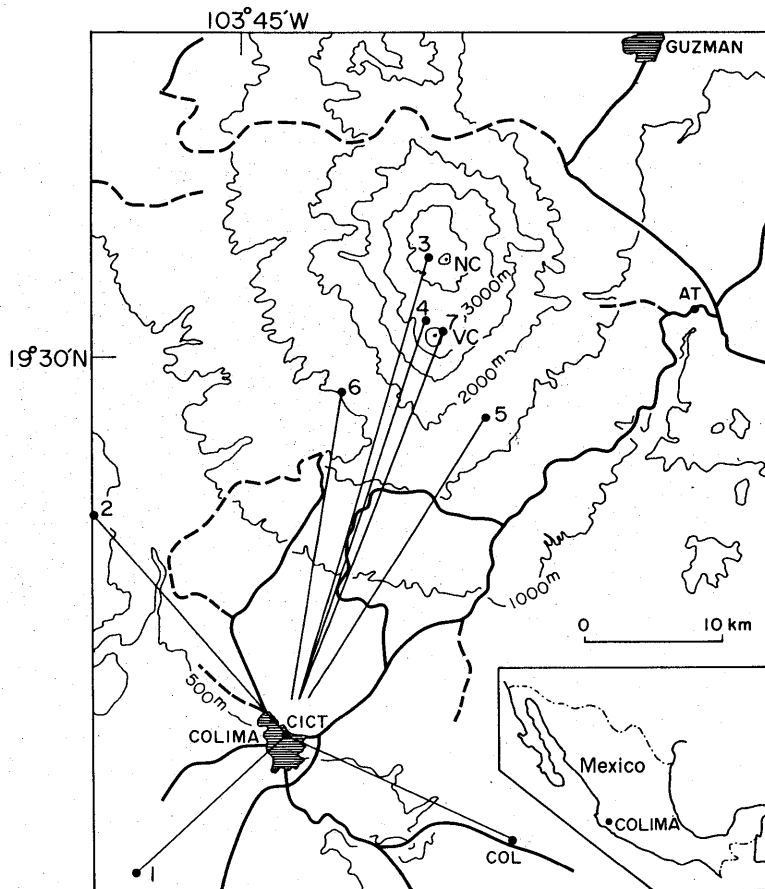
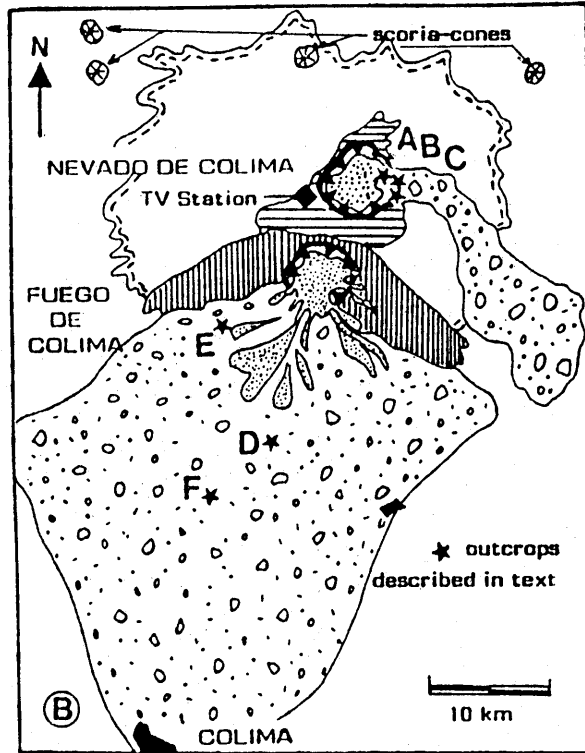


Fig. 1 Topographic sketch map of Colima area  
 NC : Nevado de Colima  
 VC : Volcan Colima  
 AT : Ateniquique where a church was destroyed by lahar due to a flood in 1955.  
 Numerals represent the seismic stations of the Colima State Seismological Network (RESCO), and the COL station belongs to the National Seismological System (SSN).

コリマ火山の地質の概略を第2図に示す。火口溶岩の $\text{SiO}_2$ は59～62%である。現在の馬蹄形カルデラ（その中心にコリマ火山がある）を形成した山体崩壊噴火の年代については、4,300 YBPと9,300 YBPとの2説がある。過去の火山活動は1576年以後記録されている。1606, 1611, 1623, 1690, 1806, 1818, 1869, 1890, 1903, 1913年と続き、この中で1611, 1818, 1913年の噴火が激しく、1913年噴火は火砕流を生じて火口が深くなった。これらのことから、本火山は100～200年の活動サイクルをもつと考えられている。これに関連した議論は既に、筆者（1990）が火山学会誌






-  **Avalanche deposits**
-  **Summit cones of Nevado and Fuego volcanoes**
-  **Avalanche caldera**

Fig. 2 Geologic sketch map of Colima volcanoes after Robin et al., 1990

寄書で紹介した。1913年以降、1922、1931、1957、1961-62、1966、1967、1973、1975、1982、1987年と報告されている（メキシコの火山活動は逐一SEAN Bull.或いはGlobal Volcanism Network 1975-1985に記録されている）。1960年以降は、火口縁まで満たした溶岩が崩壊するなだれであり、時に赤熱溶岩塊が含まれる。過去の活動に関しては、Flores (1987) のまとめがある。

複数の研究者の一致した意見として、近い将来（今世紀末までに）、火砕流を伴った1913年程度の激しい噴火が起こるであろう、とされている。以上のように、コリマ火山は現在メキシコで最も活動的な火山とみなされている。

## 2. コリマ火山における活動監視観測の体制

**地震観測** コリマ市の周辺には、既に1985年より Servicio Sismologico Nacional (SSN) の観測点 (第1図のCOL) があったが、1989年にコリマ州政府が約10万ドルの設備費を支出して、コリマ地震観測網 (RESCO) が作られ、火山周辺に5点が配置され、すべてコリマ大学の Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (CICT, 第1図) に無線でテレメーターされている。

1991年2月14日、火山性地震が急増したのに伴って、直ちに監視観測の強化が計られた。その手始めとして、2月21日付で次のメモが世界各地にFAXで送られた。

メ　モ

1991年2月21日

宛　先：コリマ火山において野外調査を実施する意図のある研究者へ

発　信：コリマ州学術委員会

『最近のコリマ火山の地震活動、噴気活動の増加は多くの研究者の関心をひき、各種の野外調査、研究をやりたいという希望がある。連邦及び州政府の Civil Protection (C.P. と訳す) 組織と共に、立入り制限地域を指定したので、学術委員会が経験のある研究者の希望をまとめ、彼らの活動を極力援け、また、研究成果は彼らに帰属するという了解の下に、火山の危険性の評価に役立つ情報を彼らから集めることを委嘱された。承認された個人と車両だけが火山に近づくことが出来るので、野外調査に関心のある研究者は、氏名、調査項目、作業の日時・期間、その簡単な説明及び必要とする人力・車輛の希望、その他関係情報を当学術委員会までFAXにて送るようお願いします。』

当国では火山研究者の人口が少ないので、火山に異変が起これば、特定少数の関係者が直ちに連絡をとり、殆ど自動的に「学術委員会」が構成される。この委員会はC.P.に専門的意見を伝えるわけであるが、各委員は直接マス・メディアと接触しないよう釘をさされた。

さて、2月24日には、軍のヘリを利用して Volcancito 頂上 (第2図のNo.7) に地震計上下動成分が設置され、その後の観測に威力を発揮した。3月5日に北北西の Playón に地震計No.4が設置された。また、2月15日から3月6日まで臨時に、周辺3地点に携帯用インク書き地震計 (MEQ型) が設置されて、記録は隔日交換された。

**水準測量** 山頂部の Playón にある約7kmの道路に沿って、約500m毎に水準点が設置されたのは、1980年であったが、その後、数点が亡失した。道路の東端を基準点とする水準測量は1982年から J. B. Murray (The Open Univ.) によって実施され、4年毎に繰り返されたが、1990年4月までの変動は5mm以下であった。前出のメモに対応して、Murrayが1991年3月に再測したが、変動は数cmで南下がりであった。

**傾斜連続観測** 前出のメモとは無関係に、フランスの P. Lesage (Univ. Savoie) が2月下旬に北側山麓 (第3図) に、ツェルナー吊り傾斜計2成分を設置した。その信号は衛星を経てフランスで受信記録し、その結果を定期的にFAXでコリマへ送る計画である。

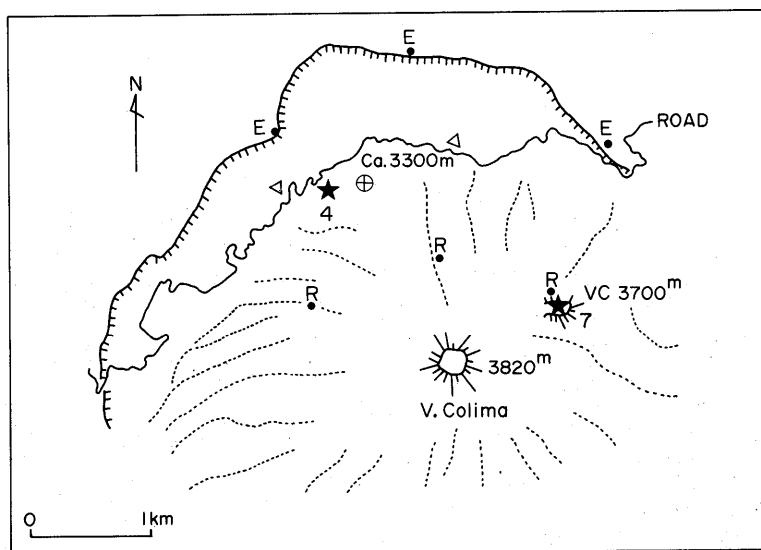


Fig. 3 Monitoring network of the CICT of Univ. Colima at the summit area of Volcan Colima. Star symbols represent seismic stations Nos. 4 and 7, circled cross clinometers, triangles networks for tilt-leveling, and E and R EDM points and reflectors, respectively. Bench marks for precise levels are located every about 500m along the road in the figure. VC represents a parasitic cone Volcancito which was formed by the 1869 eruption.

**辺長測量** 光波測距儀及び反射鏡の設置点は第3図に示す位置に予定されているが、6月現在未だ完成していない。

**傾斜水準測量 (ドライ・ティルト)** 水準点と同様に1980年に2ヶ所に測定網が設置されたが、現在までその成果は公表されていない。

**地形・地質調査** 1970年代から UNAM を始めアメリカ及びフランスの地質学者は、山頂火口の地形変化、溶岩の化学成分、噴気温度などについて調査した結果を逐次 SEAN Bull. などに発表している。今回の活動に際しては、前出のメモに対応して、C. B. Connor (Florida Univ.) 他が、2月下旬山頂に登り、地形変化を観察し噴気温度を測定した。

**地球化学的調査** コリマ山麓の4地点に地中ラドン測定器が埋設されているが、今回のデータは得られていない。また、山麓の定点で、コリマ火山域から流出する川の水の化学分析が随時おこなわれている。前出のメモに対応して、4月下旬、S. N Williams (Louisiana State Univ.) が COSPEC を持参して、SO<sub>2</sub> 放出量を測定した。軍用機に搭載して、午前・午後と5日間にわたって測定して、平均値として500~600t/dを得た。比較する値としては、R. Stoiber 等が1983年4月に得た100t/dである。

なお、研究的観測として、大学院生が4月にデジタル地震計による移動、抜き取り観測を実施して、各種の地震動のスペクトルを求めた。

### 3. 1991年春の活動の概略

当国の火山監視観測関係者は、各火山の活動について適当な時期にまとめて、Global Volcanism Network Bull. に報告している。今回のコリマ火山の活動の概略は次のようである。

1981-82年活動で山頂火口から小規模な溶岩流を生じ、1987年7月には山頂火口に爆発火孔（写真5参照）を生じたが、その後は山頂火口内の噴気活動だけであった。しかし、1913年噴火以降、マグマが不断に供給されていると考えられる。次第に山頂部が急峻になり、1988年以降、南西斜面で地送り、岩石なだれが発生していて、1990年にはその頻度が著しく増大していた。1991年2月14日朝、火山性地震が急増したが、一旦減少し、再び活発化して2月25日には日頻度は約180に達した（第4図）。同時にメラピ型なだれ（但し赤熱岩塊を含まない）が続発して、26日には6時間で21回に達し、中には約10m<sup>3</sup>の岩塊も含まれていた。3月1日、山頂火口に新しい溶岩が確認され、3月6日には高さ15m、直径50mのドームになり、3月中旬には約30km離れたコリマ市からも視認されるようになった（写真5）。

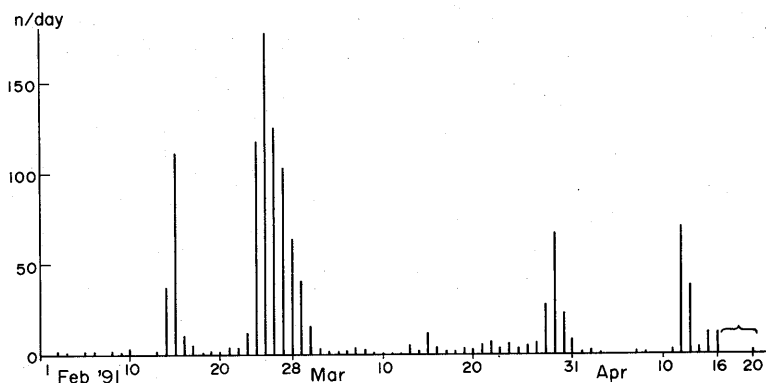


Fig. 4 Daily frequency of volcanic earthquakes observed at seismic station No. 6 by the CICT. During 17 to 20 April, it was uncountable because of avalanche noises.

3月7日、コリマ火山の南西10.5kmにある小さい湖（複数）の水位が30cm急低下して、数時間で大部分の魚が死んだことが伝えられた。3月10日に採取された水の試料は、CO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>イオン濃度が高かった。CO<sub>2</sub>が急激に溶け込んだためと考えられる。それは地震活動によって基盤が破碎されて、マグマガスが滞水層に達したためであろう。

4月16日早朝、山頂からの岩石なだれが頻発し始めて、10時の空察によれば、噴気活動は活発であったが、顕著な亀裂、膨脹は認められなかった。16時頃、比較的大きい浅発地震の後、ドームの一部が崩壊してなだれを頻発した。19時頃まで地震計No.7の振幅は飽和した。22時頃、赤熱溶岩塊が南西山腹を流下するのが認められた。17日08時05分、大きいなだれが記録されて、高い噴煙が放出された。火山灰は南東13kmまで到達した。18日の空察によれば、山頂ドーム周辺の新しい亀裂から溶岩が噴出しており、高温岩塊が火口縁から斜面へ送り出されていた。第4図の地震頻度図で、4月17～20日は溶岩塊なだれのため地震記象振幅が振り切れて、正確な頻度は求められていない。その後、4月末までに岩石なだれの頻度は減少し、山頂部はやゝ平坦になった。しかし、6月中頃、夜間に赤熱岩石なだれが望見された。6月末現在、地震は毎日数回のレベルである。

注目に値することは、1913年の大噴火以降、絶えずマグマが供給されていることである。1960年にはほぼ火口を満たし、現在でもマグマの供給が続いていると考えられる。その量的吟味は今後の研究対象であろう。

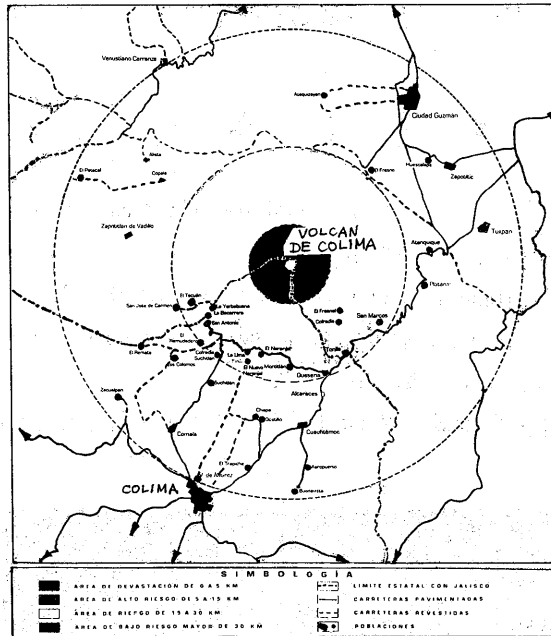
#### 4. コリマ火山周辺の災害対策

当国では自然及び人為災害に対し、内務省の市民防災局(C.P.)が対応している。日本の協力によって1990年に発足した国立防災センター(CENAPRED)は内務省に属しており、現在は地震防災を主としているが、その機構としてはすべての災害を対象としている。1982年のEl Chichon火山の噴火、1985年のMichoacan地震(M8.1)による大被害によって、当国の自然災害に対する関心が高まった。活動火山の監視観測は、コリマ、タカナ(Tacaná)、エル・チチョン、ポポカテペトル(Popocatepetl)などの火山において次第に充実されて来た。

C.P.は連邦と各州とにあり、それぞれの立場で対応しているようである。今回も連邦政府のC.P.も職員をコリマ市に派遣していた。但し、横の連絡は悪いようで、隣接のハリスコ州から誤情報が報道機関に流れたこともある。C.P.の実力部隊は消防隊員であるが、コリマ市の消防隊員は約40人、すべて市民のヴォランティアで20人づつ隔日勤務の由。コリマ市には軍隊司令部があり、C.P.の要請によって、ヘリコプターによる地震計の輸送、山頂火口の観察、小型飛行機によるコスベック観測、兵士による山頂崩壊流の目視観測などで協力した。

本年3月、C.P.の連邦組織は、「コリマ火山の危険地図」なるものを発表して、0.5m×0.8mの多色刷りのポスターを作った。第5図はその一部を示す。山頂火口から水平距離5km以内は破壊的危険地域、5～15kmは高危険地域、15～30kmは危険地域、30km以上は低危険地域とされている。黒小丸は集落を現わすが、7km以内には存在しない。図には非難路も示されている。ポスターの他の部分には、避難場所名のリスト、コリマ火山に関する知識、非常の際の諸注意が書いている。

**MAPA DE RIESGOS DEL VOLCAN DE COLIMA**



第 5 図

Fig. 5 A part of the poster showing zoning map of volcanic risks around Volcan Colima after the National Civil Protection.

当国では火山災害に対応して、活火山の活動状況を次のように段階付けしている。

- A : 平常状態, 通常の監視観測
- B : 警戒状態, 学術委員会の全委員と連絡
- C<sub>1</sub> : 避難用車両の準備, 緊急危険地域の住民を移動 (退避とは言わない) させる。
- C<sub>2</sub> : 車両を危険地域に配置する。
- C<sub>3</sub> : 退避 (evacuation)
- D : 噴火中の対応
- E : 噴火後の対応

今回のコリマ火山の活動に際しては、B 段階が 2 月 14 日に発動された。C<sub>1</sub> 段階が 2 月末に、C<sub>2</sub> 段階が 4 月 17 日に発動されたが、共に 4 月末に解除された。6 月末の時点は B 段階である。



## おわりに

今回のコリマ火山の活動に関する研究成果は今後の国際火山学会で発表されるものと期待される。この報文をまとめるに当っては、S. De La Cruz-Reyna, A. Nava, F. Nuñez, J. Flores の諸氏の御協力を得た。深く感謝する次第である。

## 参 考 文 献

- Flores, J. A. (1987) : Las erupciones del volcan de Colima. Cuadernos de difusion cientifica, No. 10, Universidad de Guadalajara, 52 pp.
- Robin C., Komorowski, J - C., Boudal C. and Mossand, P. (1990) : Mixed - magma pyroclastic surge deposits associated with debris avalanche deposits at Colima volcanoes, Mexico. Bull. Volcanol., 52, 391 - 403.
- 横山 泉 (1990) : 第2回コリマ火山学会議 (1990年1月22～26日) 報告, 火山, 35, 393 - 394.

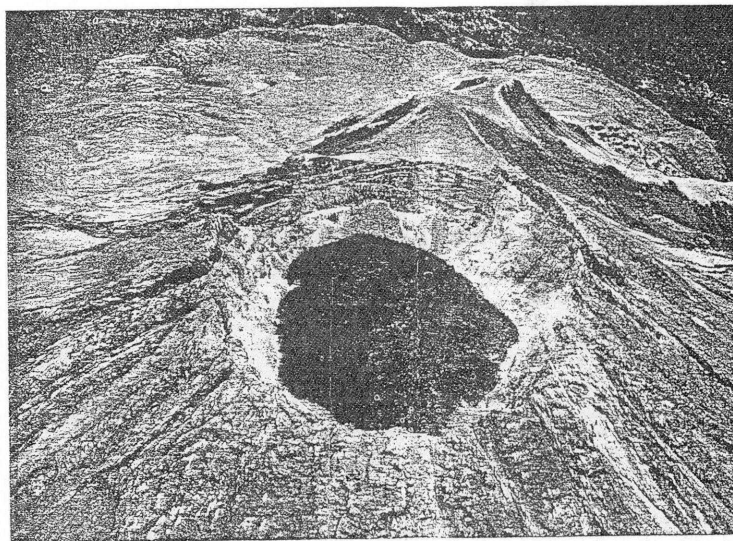


写真1. 南西上空から見た火口 1941  
(Compañía Mexicana de Aerofoto, S. A.)

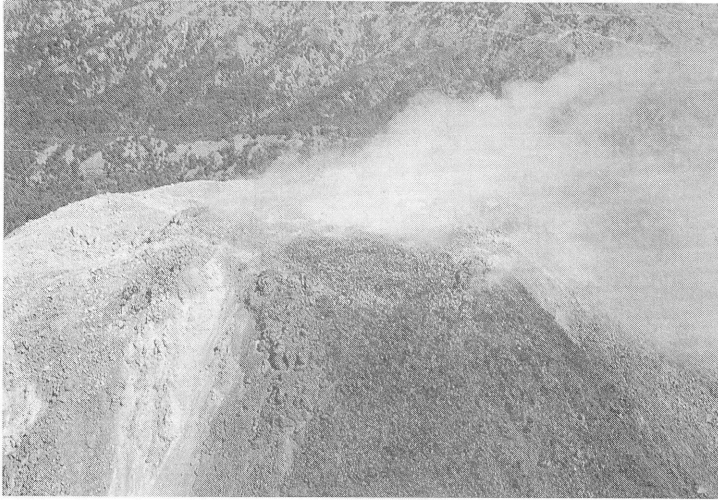


写真2. 南上空から見た火口 July 1987  
(S. De la Cruz)

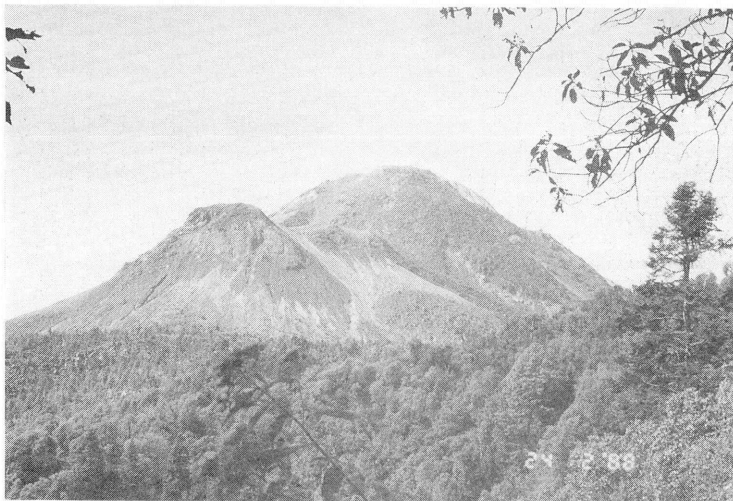


写真3. コリマ火山 左が Volcancito. Feb. 1989



写真4. 南西から見たコリマ火山 April 1991.  
(S. De la Cruz)

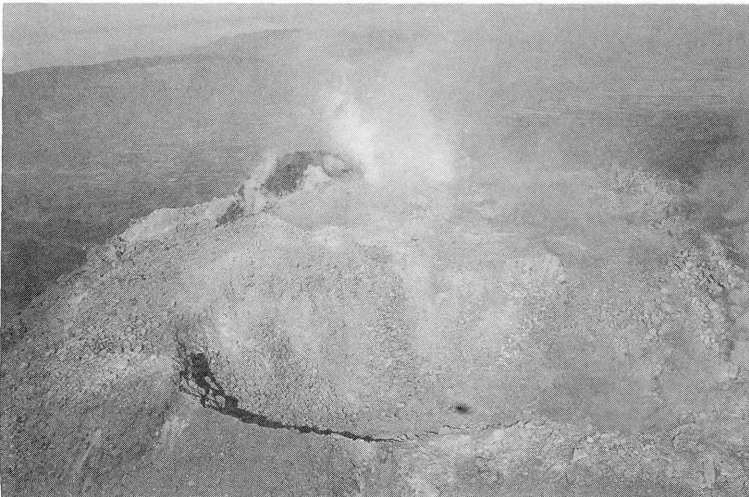


写真5. 東上空から見た山頂 March 1991.  
手前の火口は1987年7月に生じたもの  
(J. Flores)

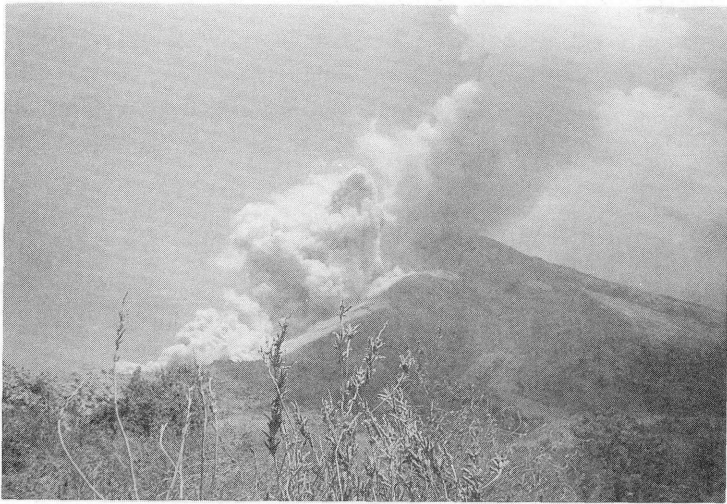


写真6. 1991年4月19日の南西斜面の火砕流  
(J. Flores)