

CAPITULO 6. RESPUESTAS DE LA COMUNIDAD CIENTIFICA Y DEL PUBLICO

Robert I. Tilling

U.S. Geological Survey, Menlo Park, California 94025

Raymundo S. Punongbayan

Instituto Filipino de Vulcanología y Sismología, Quezon City, Filipinas

Introducción

Los estudios científicos (es decir, investigaciones geocientíficas de base, evaluaciones de la peligrosidad, vigilancia volcánica) constituyen solamente el primer paso en la mitigación del riesgo debido a los peligros volcánicos. Los descubrimientos de los científicos deben ser comunicados de una manera efectiva, rápida y clara a las autoridades civiles responsables tanto de la planificación como de la implementación de las medidas necesarias para mitigar los peligros. Sin embargo, la responsabilidad de los geocientíficos no termina con la transferencia de la información científica a las autoridades correspondientes. Adicionalmente, los geocientíficos, en conjunto con las autoridades, deben trabajar activamente en la información y educación de los medios de comunicación y de la población sobre los fenómenos volcánicos en general y sobre la naturaleza de los posibles peligros en particular. Un público bien informado es menos susceptible de entrar en pánico y es más probable que actúe racionalmente en respuesta a las exhortaciones gubernamentales y a las medidas de contingencia en caso de una emergencia volcánica.

La mitigación efectiva de los potenciales peligros volcánicos debido a futuras erupciones requieren de una respuesta constructiva tanto por parte de los científicos como del público, e involucra una interacción con la cooperación de todas las partes involucradas: científicos, planificadores, autoridades de protección civil, medios de comunicación y el público en general. El papel que desempeñan los geocientíficos en la respuesta a los peligros volcánicos y en cómo los científicos podrían influenciar para lograr mejoras en dichas respuestas ha sido tratado en varias publicaciones recientes (p.e., Fiske, 1984; Newhall, 1984; Souther et al., 1984; Yokoyama et al., 1984; Peterson, 1986, 1988; y Tilling, 1989). La breve discusión presentada en este capítulo ha sido mayormente adaptada de dichos estudios.

Interacciones entre los Geocientíficos, las Autoridades y el Público

En vista de que los vulcanólogos son los más calificados para interpretar el significado de las observaciones y mediciones efectuadas en un volcán activo, éstas son las personas apropiadas para servir como enlace en el flujo de información a todos los grupos de personas que necesitan ser informadas sobre los fenómenos volcánicos y sus peligros asociados (Fig. 6.1). Sin embargo, la Fig. 6.1, conjuntamente con la Fig. 1.3, indican que las políticas de mitigación de los peligros y sus medidas respectivas son elaboradas por las autoridades civiles correspondientes y planificadores, quienes deben balancear la información vulcanológica conjuntamente con factores socio-económicos y políticos al tomar decisiones. Mientras más exacta, oportuna y entendible sea la información que los geocientíficos aporten sobre el volcán, mejor fundamentados estarán aquellos que toman las decisiones y también el público en general.

Antes de que Comience una Crisis Volcánica

Obviamente los vulcanólogos desempeñan un papel activo frente al público durante las crisis o desastres volcánicos, pero ellos y otros geocientíficos pueden utilizar períodos de quietud (no actividad volcánica) para proporcionar información general al público. Adicionalmente a la ejecución de estudios científicos necesarios para preparar evaluaciones adecuadas sobre los peligros, los científicos también deben participar en actividades de relaciones públicas y educacionales para concientizar a las autoridades y al público en general sobre los volcanes y sus peligros potenciales. Mientras el volcán está pasando una etapa de calma, los geocientíficos deberían tratar de establecer buenas líneas de comunicación y relaciones de trabajo con las

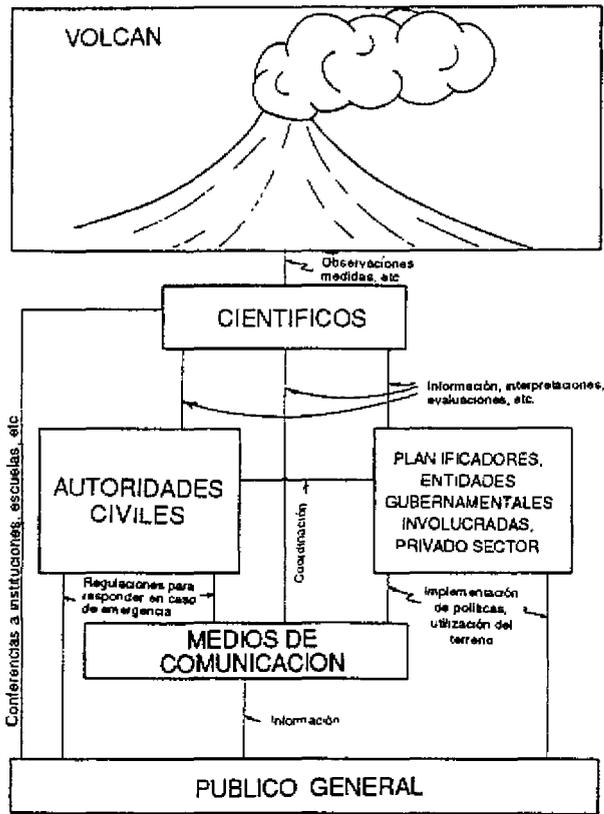
Durante una Crisis o Desastre Volcánico

Fig. 6.1. Diagrama esquemático que indica el flujo de información vulcanológica sobre el Mount St. Helens hacia las autoridades civiles y al público en general. Tal sistema de flujo informativo, con modificaciones menores, puede probablemente ser aplicado en forma general a otros volcanes (tomado de Peterson, 1987, Fig. 13; publicado en Peterson, 1988, Fig. 1).

autoridades bajo condiciones normales. Las buenas relaciones se cultivan dando charlas a grupos civiles y escolares, escribiendo artículos no técnicos y panfletos, estando a disposición para presentaciones y entrevistas con los medios de comunicación y aprovechando apropiadamente todas las oportunidades para incrementar la conciencia del público sobre la fenomenología volcánica. Particularmente, la comunidad científica debe trabajar más arduamente para persuadir a las autoridades gubernamentales y planificadores de que tomen en consideración los factores sobre peligros volcánicos dentro de la planificación del uso del terreno. Muchos, tal vez la mayoría (?) de los geocientíficos--sea por preparación, personalidad o inclinación--prefieren evitar cualquier notoriedad pública. Sin embargo, parece claro que debemos desempeñar un papel más activo y visible para proporcionar un mejor entendimiento y una mayor concientización respecto a los peligros en las autoridades civiles y en la población de las áreas volcánicamente activas.

Cuando golpea un desastre volcánico o sobreviene una crisis volcánica, los vulcanólogos son lanzados a la luz pública. Son llamados para proporcionar información científica exacta y actualizada y para dar consejos sobre el estado del volcán (Fig. 6.1). Si se han sentado las bases para el establecimiento o mejoramiento de la comunicación y de la concientización pública antes del inicio de la emergencia, el papel del geocientífico como proveedor principal de la información sobre los peligros volcánicos probablemente será más eficaz. Es difícil establecer una buena relación con las autoridades civiles y el público en un tiempo corto y bajo circunstancias de crisis.

La experiencia nos ha enseñado que es importantísimo que una sola institución, o grupo designado por las autoridades, sea el responsable de la respuesta a los peligros volcánicos. Tal designación debe ser efectuada por el gobierno mucho antes de que comience la emergencia volcánica. Durante la crisis volcánica de 1976 en el volcán Soufrière (Guadeloupe, Antillas Francesas), los dos grupos científicos rivales en el sitio tuvieron importantes diferencias en sus interpretaciones sobre la actividad volcánica. Estas diferencias fueron explotadas por periodistas sensacionalistas, causando confusión y discordia entre las autoridades y la población afectada (Fiske, 1984). En los Estados Unidos, el Servicio Geológico (USGS) ha sido designado por el Congreso mediante la Ley Pública 93-288 (del Acta de 1974 sobre la Mitigación de Desastres) como la organización científica responsable de proporcionar advertencias oportunas sobre los peligros volcánicos y otros peligros asociados a éstos (Tilling & Bailey, 1985). Tal designación no implica que el USGS es la única organización científica involucrada en estudios de peligrosidad volcánica sino que más bien es el coordinador de todos los estudios y sirve como fuente oficial para la información científica. Por ejemplo, el monitoreo sísmico del Mount St. Helens y de algunos otros volcanes de la región de la Cordillera de las Cascadas es un esfuerzo conjunto entre el USGS y sismólogos de la Universidad de Washington (Seattle).

En el Japón, la responsabilidad para la evaluación de los peligros volcánicos y para los estudios de monitoreo está compartida entre varias universidades y varias agencias gubernamentales, principalmente la Agencia Meteorológica del Japón (AMJ) y el Servicio Geológico del Japón (SGJ). El programa japonés para la mitigación de los peligros volcánicos es auspiciado por el Comité Coordinador del Programa Nacional para la Predicción de Erupciones Volcánicas (Shimozuru, 1981). Los observatorios de la AMJ están involucrados mayormente con el monitoreo volcánico sistemático, mientras que a los observatorios de las universidades les concierne más la investigación "pura" de la fenomenología volcánica; la mayoría de las evaluaciones de los peligros volcánicos son llevadas a cabo por el SGJ. Otros países tienen sistemas para responder a erupciones volcánicas y a los peligros relacionados a éstas, pero difieren de aquellos del Japón o USA. Tales diferencias son de esperarse y reflejan el trasfondo cultural de cada país, su herencia en conocimientos científico y la modalidad de gobierno. Desafortunadamente, algunos países con volcanes activos o

potencialmente activos no tienen ninguna institución específica designada como responsable de los estudios de los peligros volcánicos.

Peterson (1988, p. 4167) ha hecho un excelente resumen de las observaciones y recomendaciones de Fiske (1984) pertinentes a mejorar las relaciones entre científicos, periodistas y el público durante una crisis volcánica:

1. Recopilar información base sobre el comportamiento geológico y geofísico del volcán antes de que la crisis comience a desarrollarse, para proporcionar una base para evaluar el comportamiento durante una nueva etapa de actividad.
2. Un científico jefe experimentado y respetado debería coordinar las varias actividades en un único esfuerzo de grupo. Sin eliminar los desacuerdos científicos o diferencias en la interpretación, el jefe aseguraría que la información que llegue a las autoridades y a los medios de comunicación sea unificada y consistente. Esto debería ayudar a reducir la posibilidad de competitividad irresponsable entre los grupos científicos por captar la atención de los medios de comunicación.
3. Individualmente, cada científico debería encarrilar sus actividades separadas como parte del esfuerzo del grupo, especialmente durante las entrevistas con los periodistas. Sus comentarios deberían estar limitados a su propia área de conocimiento.
4. Durante tiempos de crisis, los periodistas deben darse cuenta que los científicos tienen la necesidad de discutir a puerta cerrada ciertas posibilidades especulativas, y en estas conversaciones no deben ser partícipes extraños que fácilmente las malinterpreten.
5. Cuando una crisis llega a tener proporciones mayores, un portavoz científico debería ser designado para interactuar con los medios de comunicación, con la participación total del científico jefe. Tal designación reduce la interferencia en el trabajo científico y permite que la eficiencia del científico designado mejore con la experiencia."

Necesidad de Mejorar el Sistema Global de Respuesta ante Crisis Volcánicas

La discusión precedente asume que en caso de una crisis o desastre volcánico, el país o la región impactada es completamente capaz de resolver los problemas por sí solo; es decir, el país es autosuficiente en el manejo de emergencias volcánicas. Sin embargo, como ha sido generalmente reconocido (p.e. Yokoyama et al., 1984; Tilling & Newhall, 1987), la mayoría de los volcanes de alto riesgo en el mundo se encuentran en países en vías de desarrollo, los cuales tienen escasez de fondos suficientes y de recursos científicos para estudiarlos y monitorearlos adecuadamente. Por lo tanto, un incremento en los esfuerzos por mitigar los peligros volcánicos debería concentrarse en los países en vías de desarrollo, especialmente aquellos en la región circunpáfrica y que presentan altas concentraciones demográficas.

Una manera obvia de enfrentar los peligros volcánicos consistiría en que el país en vías de desarrollo inicie o acelere la investigación y los programas educacionales relacionados (actualizar equipos e instalaciones, entrenamiento de científicos y técnicos, etc.) para alcanzar autosuficiencia en vulcanología y en la mitigación de la peligrosidad. Esta solución, sin embargo, es necesariamente costosa y a largo plazo, y requiere décadas o talvez más. Mientras tanto, los países desarrollados y las organizaciones internacionales deben trabajar activamente para implementar programas globales actualizados de mitigación de los peligros volcánicos enfocados hacia los países en vías de desarrollo. Tales programas deberían proporcionar: 1) respuesta rápida y asistencia mutua durante las crisis volcánicas; 2) asistencia técnica en la preparación de evaluaciones de la peligrosidad; 3) obtención de datos básicos de monitoreo en los volcanes de alto riesgo; y 4) entrenamiento/educación para científicos, autoridades encargadas del manejo de emergencias, personas de los medios de comunicación y para la población amenazada.

Hasta la fecha, los programas bilaterales e internacionales son limitados, no tienen una buena coordinación y en general constituyen una respuesta de tipo "muy poco, muy tarde" a los desastres volcánicos. Sin embargo, en años recientes unos modestos modelos pre-desastre fueron llevados a cabo con el apoyo de UNESCO y/o OFDA (Oficina para la Asistencia a Desastres en el Exterior - Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional), para aumentar los estudios de peligrosidad volcánica en varios países en vías de desarrollo (p.e. Indonesia, México, Nicaragua, Guatemala y Ecuador) utilizando "equipos móviles" de científicos especializados en varios aspectos del monitoreo volcánico o en la evaluación de los peligros (Banks, 1985, 1986, 1987a). Mientras estos esfuerzos recientes han sido útiles, son inadecuados para enfrentar el problema a la escala global requerida. Algunos programas globales interinos tienen un costo relativamente bajo pero necesitan un financiamiento estable para alcanzar resultados eficaces y permanentes. Por ejemplo, el presupuesto anual promedio (US\$ 195,000) propuesto a la UNESCO para un programa quinquenal (Yokoyama et al., 1984) representa sólo una pequeña fracción de los costos diarios de helicóptero durante las operaciones de mitigación del desastre del Nevado del Ruiz en 1985. Hasta 1989 este programa permanecía sin financiamiento. Debido a que los países anfitriones deben solicitar estos programas internacionales interinos, las comunidades científicas en los países en vías de desarrollo deben estimular vigorosamente a sus respectivos Ministerios de Relaciones Exteriores para tramitar tales solicitudes.

Bien que el envío de "grupos móviles" de especialistas hacia países en vías de desarrollo proporciona la ayuda necesaria a corto plazo, tales grupos deben operar bajo la dirección de la institución científica designada en el país anfitrión, la cual es responsable de los estudios de la peligrosidad volcánica. De lo contrario podría surgir confusión en el flujo de información a las autoridades para el manejo de emergencias y a los medios de comunicación. Desafortunadamente, algunas observaciones inapropiadas e insensibles dadas a conocer a los periodistas por

unos pocos "expertos extranjeros" han causado dificultades a los científicos locales y a las autoridades durante algunas emergencias volcánicas recientes. Los participantes a tres talleres regionales auspiciados por la UNESCO en 1983, acordaron por unanimidad que "los datos y las respectivas informaciones dadas por el grupo móvil sólo serán presentadas a, y discutidas con, los miembros del grupo científico nacional. A ningún miembro del grupo le está permitido discutir la actividad eruptiva y sus posibles consecuencias con los medios de comunicación locales o internacionales, o con las autoridades locales de Defensa Civil, a no ser que las autoridades gubernamentales del país anfitrión lo hayan autorizado específicamente." (Yokoyama et al., 1984, p.28)

Los Principales Retos para la Comunidad Geocientífica

Los futuros logros dentro de la mitigación de los peligros volcánicos, en una escala global, muy probablemente serán conseguidos más por medio de una aplicación más amplia de la tecnología existente a los hasta ahora poco estudiados volcanes de alto riesgo situados en países en vías de desarrollo, que únicamente por avances tecnológicos (Tilling & Newhall, 1987, Tilling, 1989). Si esta premisa es válida, entonces algunos de los retos más importantes a la comunidad geocientífica incluyen los siguientes (mayormente adaptado de Tilling, 1989):

- 1) Aparte de su trabajo regular en estudios sobre los fenómenos volcánicos y/o de peligrosidad, los geocientíficos deben representar un papel mucho más activo y visible en la concientización del público sobre los volcanes y sus peligros potenciales. Verdaderamente, los vulcanólogos tienen "una obligación moral de transmitir eficazmente su conocimiento en beneficio de toda la sociedad". (Peterson, 1988, p.4161).
- 2) Para volcanes potencialmente peligrosos ubicados en regiones que todavía no están densamente pobladas o desarrolladas, los geocientíficos deben preparar las mejores evaluaciones posibles de los peligros hasta donde lo permitan los datos existentes y deben identificar dónde existen lagunas en los datos requeridos para preparar evaluaciones más detalladas. Luego deben trabajar muy de cerca con las personas a nivel de toma de decisiones y con el público, para animarles y convencerles a que tomen en consideración los mapas de zonificación de los peligros volcánicos en la planificación local o regional del uso del terreno.
- 3) Para zonas volcánicamente activas y ya densamente pobladas, y cuyas prácticas de uso del terreno están comprometidas por la demanda económica, aspectos culturales o tradiciones, las únicas opciones en la mitigación de los peligros son las de mejorar el monitoreo así como las capacidades de pronóstico que permitan a los geocientíficos advertir oportunamente a las autoridades en caso de erupciones inminentes. Los geocientíficos también deben interactuar estrechamente con las autoridades civiles para diseñar y ensayar periódicamente las medidas de contingencia antes de que se presente una crisis volcánica.
- 4) La realización de más reuniones y talleres internacionales para desarrollar o revisar estrategias generales y

recomendaciones para la planificación de programas globales de mitigación de la peligrosidad, probablemente no producirán resultados económicos muy satisfactorios. Los geocientíficos tienen que convencer a los niveles de decisión de agencias financieras que los dineros dispuestos para tales propósitos podrían ser utilizados más productivamente para actividades específicas resumidas en proyectos o programas ya propuestos, pero que todavía no tienen financiamiento. Tales actividades, por ejemplo, podrían incluir la realización de un mapa de zonificación del peligro o mediciones para un monitoreo de base en un volcán activo de alto riesgo en un país en vías de desarrollo.

- 5) Se debe dar mayor prioridad a publicaciones de interés general, películas, videos, manuales de capacitación y otras ayudas audiovisuales dentro de un programa concebido para educar a las autoridades encargadas del manejo de emergencias y al público en general sobre los tipos y naturaleza de los peligros volcánicos y sobre su potencial destructivo. En 1988, bajo los auspicios de la IAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior) se iniciaron esfuerzos para asegurar el financiamiento para la producción de dos videos de 25 minutos cada uno, sobre los peligros volcánicos y sus impactos adversos. Estos videos serán utilizados como apoyo por los vulcanólogos en su tarea de educar a los niveles de decisión y al público afectado sobre la naturaleza de los peligros y sobre algunas medidas de protección que se pueden tomar.
- 6) Muchos científicos en países desarrollados se resisten a verse involucrados en esfuerzos para promover y desarrollar los programas internacionales interinos necesarios para ayudar a la capacitación de científicos en países en desarrollo, o a tratar de capacitar a las autoridades y al público. Algunas veces los científicos están tan estrechamente dedicados a sus propias investigaciones que desdeñan cualquier actividad no-investigativa, a pesar que su investigación podría estar financiada por programas de reducción de la peligrosidad.
- 7) Los científicos en los países en vías de desarrollo deben animar persistentemente a sus gobiernos para que den un apoyo más fuerte a los estudios geocientíficos de base en los volcanes. La meta a largo plazo es la de adquirir para su país una autosuficiencia en vulcanología. Hasta mientras, los geocientíficos deben exigir a sus gobiernos que soliciten una participación creciente en programas internacionales de corto plazo para incrementar los estudios sobre los peligros volcánicos en sus propios volcanes de alto riesgo.

En resumen, los países desarrollados y las organizaciones internacionales necesitan incrementar la asistencia técnica por medio de programas bilaterales o internacionales, hasta que los países en vías de desarrollo adquieran autosuficiencia económica y científica. Hasta tanto, los problemas más apremiantes tanto para la comunidad científica como para los niveles de decisión es evitar que las crisis volcánicas se conviertan en desastres volcánicos.

REFERENCIAS

(Para todos los capítulos)

- Agnew, D.C., Strainmeters and tiltmeters, *Rev. Geophys.*, 24, no. 3, 579-624, 1986.
- Aki, K., and R.Y. Koyanagi, Deep volcanic tremor and magma ascent mechanism under Kilauea, Hawaii, *J. Geophys. Res.*, 86, no. B8, 7095-7109, 1981.
- Aki, K., M. Fehler, and S. Das, Source mechanism of volcanic tremor: fluid-driven crack models and their application to the 1963 Kilauea eruption, *J. Geophys. Res.*, 2, 259-287, 1977.
- Alcayde, M., editor, *Proceedings, Symposium on Volcán Chichónal*, VI National Geologic Convention of Sociedad Geológica Mexicana, September 1982, Mexico City, Instituto de Geología, Universidad Autónoma de México, Mexico City, 120 pp. (in Spanish), 1983.
- Alzwar, Muziel, G. Kelut, *Berita Berkala Vulkanologi, Edisi Khusus*, no. 108, 58 pp., map scale 1:167,000, Direktorat Vulkanologi (Volcanological Survey of Indonesia), 1985.
- Anderson, Tempest, and Flett, J.S., Report on the eruptions of the Soufrière in St. Vincent, 1902, and on a visit to Montagne Pelée, in Martinique, *Phil. Trans. Royal Soc. London, Series A*, 200, 353-553, 1903.
- Apple, R.A., Thomas A. Jaggar, Jr. and the Hawaiian Volcano Observatory, in *Volcanism in Hawaii*, edited by R.W. Decker, T.L. Wright, and P.H. Stauffer, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 1350*, pp. 1619-1644, 1987.
- Aramaki, Shigeo, Asama volcano, Japan, in *Source-Book for Volcanic-Hazards Zonation. Natural Hazards 4*, edited by D.R. Crandell, Basil Booth, K. Kusumadinata, D., Shimozuru, G.P.L. Walker, and D. Westercamp, pp. 60-64, UNESCO, Paris, 1984.
- Aramaki, Shigeo, and S. Akimoto, Temperature estimation of pyroclastic deposits by natural remnant magnetism, *Amer. J. Sci.*, 255, 619-627, 1957.
- Armienti, P., and M.T. Pareschi, Automatic reconstruction of surge deposit thicknesses. Applications to some Italian volcanoes, *J. Volcanol Geotherm. Res.* 31, 313-320, 1987.
- Armienti, P., G. Macedonio, and M.T. Pareschi, A numerical model for simulation of tephra transport and deposition: Applications to May 18, 1980, Mount St. Helens eruption, *J. Geophys. Res.*, 93, no. B6, 6463-6476, 1988.
- Baker, V.R., and R.C. Kochel, Flood sedimentation in bedrock fluvial systems, in *Flood Geomorphology*, edited by V.R. Baker, R.C. Kochel, and P.C. Patton, pp. 123-138, John Wiley and Sons, New York, 1988.
- Baker, V.R., Flood erosion, in *Flood Geomorphology*, edited by V.R. Baker, R.C. Kochel, and P.C. Patton, pp. 81-96, John Wiley and Sons, New York, 1988.
- Baker, V.R., R.C. Kochel, and P.C. Patton, editors, *Flood Geomorphology*, 503 pp., John Wiley and Sons, New York, 1988.
- Banerjee, S.K., The Holocene paleomagnetic record in the United States, in *Late-Quaternary Environments of the United States, Volume 2, The Holocene*, edited by H.E. Wright, Jr., pp. 78-85, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1983.
- Banister, J.R., Pressure wave generated by the Mount St. Helens eruption, *J. Geophys. Res.*, 89, no. D3, 4895-4904, 1984.
- Banks, N.G., Measuring and interpreting deformation of volcanoes, *Notes for UNESCO Training Course*, Legaspi City and Manila, Philippines, 55 pp. (xeroxed), 1984.
- Banks, N.G., Expanded monitoring capabilities and rapid response to volcanic crises through mobile volcano observatories, *Abstracts, IAVCEI Scientific Assembly on Potassic Volcanism - Mt. Etna Volcano, Giardini-Naxos, Italy, September 1985*, 35, 1985.
- Banks, N.G., Hazard mitigation and rapid response to volcanic crises with mobile volcano observatories [abstract]: *Eos, Trans. Amer. Geophys. Union*, 76, 398, 1986.
- Banks, N.G., U.S. Volcano Assistance Program, *Episodes*, 10, no. 1, 49, 1987a.
- Banks, N.G., Preliminary assessment of the volcano hazards of Pacaya volcano, Guatemala, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

- (INSIVUMEH, Guatemala), 20 pp., map scale 1:120,000, 1987b.
- Banks, N.G., and R.P. Hoblitt, Summary of temperature studies of 1980 deposits, in *The 1980 eruptions of Mount St. Helens*, Washington, edited by Lipman, P.W., and D.R. Mullineaux, D.R., *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 1250*, pp. 295-313, 1981.
- Banks, N.G., R.Y. Koyanagi, J.M. Sinton, and K.T. Honma, The eruption of Mount Pagan Volcano, Mariana Islands, 15 May 1981, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 22, no. 3/4, 225-269, 1984.
- Barberi, F., F. Innocenti, L. Lirer, R. Munro, T. Pescatore, and R. Santacroce, The Campanian ignimbrite: A major prehistoric eruption in the Neapolitan area (Italy), *Bull. Volcanol.*, 41, 10-32, 1978.
- Barberi, Franco, M. Rosi, R. Santacroce, and M.F. Sheridan, Volcanic hazard zonation: Mt. Vesuvius, in *Forecasting Volcanic Events*, edited by Haroun Tazieff and J.-C. Sabroux, pp. 149-161, Elsevier, Amsterdam, 1983.
- Beaulieu, J.D., and N.V. Peterson, N.V., Seismic and volcanic hazard evaluation of the Mount St. Helens area, Washington, relative to the Trojan Nuclear site, Oregon, *Oregon Department of Geology and Mineral Industries Open-File Report 0-81-9*, 80 pp. (A summary of this report was published in *Oregon Geology*, 43, no. 12, 159-169, 1981).
- Beget, J.E., Glacier Peak volcano: A potentially hazardous Cascade volcano, *Environ. Geol.*, 5, 83-92, 1983.
- Belousov, A.B., and G.E. Bogoyavlenskaya, Debris avalanche of the 1956 Bezymianny eruption [abstract]: *Abstracts Volume, Kagoshima International Conference on Volcanoes*, 352, 1988.
- Berger, G.W., Dating Quaternary events by luminescence, in *Dating Quaternary Sediments*, edited by D.J. Easterbrook, *Geol. Soc. Amer. Special Paper 227*, 13-50, 1988.
- Berger, G.W., Thermoluminescence dating of the Pleistocene Old Crow tephra and adjacent loess, near Fairbanks, Alaska, *Canadian J. Earth Sci.*, 24, 1975-1984, 1987.
- Berger, G.W., Thermoluminescence dating of volcanic ash, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 25, 333-347, 1985.
- Berrino, G., C. Corrado, G. Luongo, and B. Toro, Ground deformation and gravity changes accompanying the 1982 Pozzuoli uplift, *Bull. Volcanol.*, 47-2, 187-200, 1984.
- Beverage, J.P., and J.K. Culbertson, Hyperconcentrations of suspended sediment, *J. Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers Proceedings*, v. 90, no. HY6, 117-128, 1964.
- Birkeland, P.W., *Soils and geomorphology*, 372 pp., Oxford University Press, New York, 1984.
- Blinman, Eric, P.J. Mehringer, Jr., and J.C. Sheppard, Pollen influx and the deposition of Mazama and Glacier Peak tephra, in *Volcanic Activity and Human Ecology*, edited by P.D. Sheets and D.K. Grayson, pp. 393-426, Academic Press, New York, 1979.
- Blong, R.J., Some effects of tephra falls on buildings, in *Tephra Studies*, edited by S. Self and R.S.J. Sparks, pp. 405-420, NATO Advanced Study Institutes Series, D. Reidel Publishing Company, Boston, 1981.
- Blong, R.J., *The time of darkness. Local legends and volcanic reality in Papua New Guinea*, 257 pp., Australian National University Press, Canberra, 1982.
- Blong, R.J., *Volcanic hazards. A Sourcebook on the Effects of Eruptions*, 424 pp., Academic Press, Orlando, Florida, 1984.
- Bogoyavlenskaya, G.E., O.A. Braitseva, I.V. Melekestsev, V. Yu. Kiriyonov, and C.D. Miller, C.D., Catastrophic eruptions of the directed-blast type at Mount St. Helens, Bezymianny, and Shiveluch volcanoes, *J. Geodynamics*, 3, 189-218, 1985.
- Bolt, B.A., W.L. Horn, G.A. Macdonald, and R.F. Scott, *Geological Hazards*, 328 pp., Springer-Verlag, New York, 1977.
- Bomford, G., *Geodesy*, 4th edition, 855 pp., Clarendon Press, London, 1980.
- Booth, Basil, Assessing volcanic risk, *J. Geol. Soc. London*, 136, 331-340, 1979.
- Booth, Basil, Ronald Croasdale, and G.P.L. Walker, Volcanic hazard on São Miguel, Azores, in *Forecasting Volcanic Events*, edited by Haroun Tazieff and J.-C. Sabroux, pp. 99-109, Elsevier, Amsterdam, 1983.
- Bradley, R.S., *Quaternary Paleoclimatology*, 472 pp., Allen and Unwin, Boston, 1985.
- Brakenridge, G.R., 1988, River flood regime and floodplain stratigraphy, in *Flood Geomorphology*, edited V.R. Baker, R.C. Kochel, and P.C. Patton, pp. 157-168, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- Brantley, S.R., Editor, The eruption of Redoubt Volcano, Alaska, December 14, 1989-August 31, 1990: *U.S. Geol. Surv. Circular 1061*, 33 pp, 1990.
- Brantley, S.R., and R.B. Waitt, Interrelations among pyroclastic surge, pyroclastic flow, and lahars in Smith Creek valley during first minutes of 18 May 1980 eruption of Mount St. Helens, U.S.A., *Bull. Volcanol.* 50, no. 5, 304-326, 1988.
- Brantley, Steve, and Lyn Topinka, Volcanic studies at the U.S. Geological Survey's David A. Johnston Cascades Volcano Observatory, Vancouver, Washington, *Earthquake Information Bull.*, 16, no. 2, 44-122, 1984.
- Brantley, Steven, David Yamaguchi, Kenneth Cameron, and Patrick Pringle, Tree-ring dating of volcanic deposits, *Earthquakes and Volcanoes*, 18, no 5, 184-194, 1986.
- Bullard, F.M., *Volcanoes of the Earth*, 629 pp., 2nd edition, University of Texas Press, Austin, 1984.
- Burgos, J.G., Chaos mar aid work, *Manila Times*, October 1, 1965.
- Cameron, K.A., and P.T. Pringle, A detailed chronology of the most recent major eruptive period at Mount Hood, Oregon, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 99, no 12, 845-851, 1987.
- Capaldi, Giuseppe, and Raimondo Pece, On the reliability of the ^{230}Th - ^{238}U dating method applied to young volcanic rocks, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 11, 367-372, 1981.
- Capaldi, Giuseppe, Massimo Cortuni, and Raimondo Pece, On the reliability of the ^{230}Th - ^{238}U dating method applied to

- young volcanic rocks--reply, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 26, 369-376, 1985.
- Carey, S., and H. Sigurdsson. The 1982 eruptions of El Chichón volcano, Mexico (2): Observations and numerical modelling of tephra-fall distribution, *Bull. Volcanol.*, 48, no. 2/3, 127-142, 1986.
- Carey, S.N., and Haraldur Sigurdsson. Influence of particle aggregation on deposition of distal tephra from May 18, 1980, eruption of Mount St. Helens volcano, *J. Geophys. Res.*, 87, 7061-7072, 1982.
- Carey, Steven, and R.S.J. Sparks. Quantitative models of the fallout and dispersal of tephra from volcanic eruption columns, *Bull. Volcanol.*, 48, 109-125, 1986.
- Carroll, J.J., and S.A. Parco. *Social organization in a crisis situation: The Taal disaster*, Philippine Sociological Society monograph, Manila, 58 pp., 1966.
- Cas, R.A.F., and Wright, J.V., *Volcanic Successions--Modern and Ancient*, 528 pp., Allen and Unwin, London, 1987.
- Cassidy, J., C.A. Locke, and I.E.M. Smith. Volcanic hazard in the Auckland region, in Volcanic hazard assessment in New Zealand, edited by J.G. Gregory and W.A. Watters, *New Zealand Geol. Surv. Record 10*, pp. 60-64, 1986.
- Cepeda, Hector, Ricardo Mendez, Armando Murcia, and Heyley Vergara. Mapa preliminar de riesgos volcánicos potenciales del Nevado del Huila, Colombia, *Ministerio de Minas y Energía (INGEOMINAS) Informe No. 1981*, 59 pp., map scale 1:25,000, 1986.
- Chadwick, W.W., E.Y. Iwatsubo, D.A. Swanson, and J.W. Ewert. Measurements of slope distances and vertical angles at Mount Baker and Mount Rainier, Washington, Mount Hood and Crater Lake, Oregon and Mount Shasta and Lassen Peak, California, *U.S. Geol. Surv. Open-File Report 85-205*, 95 pp., 1985.
- Chadwick, W.W., Jr., D.A. Swanson, E.Y. Iwatsubo, C.C. Heliker, and T.A. Leighley. Deformation monitoring at Mount St. Helens in 1981 and 1982, *Science*, 221, 1378-1380, 1983.
- Chadwick, W.W., Jr., R.J. Archuleta, and D.A. Swanson. The mechanics of ground deformation precursory to dome-building extrusions at Mount St. Helens 1981-1982, *J. Geophys. Res.*, 93, no. B5, 4351-4366, 1988.
- Champion, D.E., Holocene geomagnetic secular variation in the western United States: Implications for the global geomagnetic field, *U.S. Geol. Surv. Open-File Report 80-824*, 277 pp., 1980.
- Chouet, B., Excitation of a buried magmatic pipe: A seismic source model for volcanic tremor, *J. Geophys. Res.*, 90, 1881-1893, 1985.
- Chouet, B., R.Y. Koyanagi, and K. Aki. Origin of volcanic tremor in Hawaii: Part II. Theory and Discussion, in *Volcanism in Hawaii*, edited by R.W. Decker, T.L. Wright, and P.H. Stauffer, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 1350*, pp. 1259-1280, 1987.
- Chouet, B., Resonance of fluid-driven crack: Radiation properties and implications for the source of long-period events and harmonic tremor, *J. Geophys. Res.*, 93, no. B5, 4375-4400, 1988.
- Christiansen, R.L., and D.W. Peterson. Chronology of the 1980 eruptive activity, in *The 1980 eruptions of Mount St. Helens*, Washington, edited by P.W. Lipman, and D.R. Mullineaux, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 1250*, pp. 17-67, 1981.
- Civetta, L., P. Gasparini, G. Luongo, and A. Rapolla, editors. *Physical Volcanology, Developments in Solid Earth Geophysics*, 6, 333 pp., Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands, 1974.
- Collins, B.D., T. Dunne, and A.K. Lehre. Erosion of tephra-covered hillslopes north of Mount St. Helens, Washington, *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplement Bd 46*, 103-121, 1983.
- Colman, S.M., 1981. Rock-weathering rates as functions of time, *Quaternary Research*, 15, no. 3, 250-264, 1981.
- Colman, S.M., and K.L. Pierce. Weathering rinds on andesitic and basaltic stones as a Quaternary age indicator, western United States, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 1210*, 56 pp., 1981.
- Condomines, Michel. Age of the Olby-Laschamp geomagnetic polarity event, *Nature*, 276, 257-258, 1978.
- Corrado, G. and G. Luongo. Ground deformation measurements in active volcanic areas using tide gauges, *Bull. Volcanol.*, 44-3, 505-511, 1981.
- Corrado, G., I. Guerra, A. Lo Bascio, G. Luongo, and R. Rampoli. Inflation and microearthquake activity of Phlegraean Fields, Italy, *Bull. Volcanol.*, 40-3, 1-20, 1977.
- Costa, J.E., and R.L. Schuster. The formation and failure of natural dams, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 100, no. 7, 1054-1068, 1988.
- Costa, J.E., Physical geomorphology of debris flows, in *Developments and Applications of Geomorphology*, edited by J.E. Costa and P.J. Fleisher, pp. 268-317, Springer-Verlag, New York, 1984.
- Crandell, D.R., and D.R. Mullineaux. Pine Creek volcanic assemblage at Mount St. Helens, Washington, *U.S. Geol. Surv. Bull. 1383-A*, 23 pp., 1973.
- Crandell, D.R., and D.R. Mullineaux. Potential geologic hazards in Lassen Volcanic National Park, California, *U.S. Geol. Surv. Administrative Report*, 54 pp., 1970.
- Crandell, D.R., and D.R. Mullineaux. Potential hazards from future eruptions of Mount St. Helens Volcano, Washington, *U.S. Geol. Surv. Bull. 1383-C*, 26 pp., 1978.
- Crandell, D.R., and D.R. Mullineaux. Technique and rationale of volcanic-hazards assessments in the Cascade Range, northwestern United States, *Environ. Geol.*, 1, 23-32, 1975.
- Crandell, D.R., and D.R. Mullineaux. Volcanic hazards at Mount Rainier, *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 1238, 26 pp., 1967.
- Crandell, D.R., and R.P. Hoblitt. Lateral blasts at Mount St. Helens and hazard zonation, *Bull. Volcanol.*, 48, 27-37, 1986.
- Crandell, D.R., B. Booth, K. Kusumadinata, D. Shimozuru, G.P.L. Walker, and D. Westercamp, *Source-Book for Volcanic-Hazard Zonation*, 97 pp., UNESCO, Paris, 1984.