



## 火山噴火による環境の変動と災害

——一九七七年有珠山噴火の場合——

門村浩

火山の噴火とそれに付随する諸現象は、火山体自身はもとより、周辺地域の環境に対しても著しい変貌をもたらす。一九七七年八月にはじまった有珠山噴火は、一九八〇年五月のセントヘレンズ山の噴火などに比べると小規模であり、また破壊的なものではなかったが、地域環境の激変をもたらし、今日に至るまで多様な災害が続いている点で注目される。今回の噴火に由来する主な災害要因は、降灰、地殻の変動、土石流・泥流の三つである。ここでは、これらによる環境の変動と災害の様相について述べ、防災対策上の問題点に言及しよう。

### 噴火と人々の対応

#### (一) 噴火災害のあらまし

一九七七年八月七日十四日の大量の火山灰・軽石を噴出した大噴火により有珠山周辺地域が蒙った被害は総額三二七億円にのぼった。被害額の八〇％は農林業被害によるものであり、ちょうどトウモロコシ、マメ類、ビートなどの収穫期であったため、農家の受けたダメージは大きかった。とくに有珠山西北方の地域では、雨とともにセメントモルタル状の火山灰が落下したため、農作物や樹木が、わずかに二・三cmの厚さの火山灰でも被災した。このため、北西側では被災地域が火口から二〇kmまでの広い範囲に及んだ(図一、二)。

地表を覆った細粒の火山灰は風によって飛散するため、眼、鼻、のどの不調を訴える

住民が続出した。しかし幸いにも山麓の洞爺湖・壮瞥阿温泉をはじめとする集落は、大量の火山灰・軽石の直撃から免れた。また、横なぐりの噴煙や熱雲が生じたため、人々は状況を適確に判断して屋内に逃げ込むなどの対応策をとることができたのである。したがって最初の噴火の時は、避難命令が発せられていなかったにもかかわらず、住民自身の臨機応変の判断による冷静な行動がとられ、人的被害を最小に止めることができたのである。

しかしながら再噴火の危険があったため、八月九日早朝、温泉町に対して避難命令が出され、周辺の道路に厳重な交通規制が敷かれたので、温泉町は一時、ゴースト・タウンと化した。避難命令は九月二十三日に解除されたが、いぜんとして再噴火の危険が続いたため温泉町を訪れる観光客は激減し、著しい経済的打撃を蒙ったのである。入れ込み観光客の数は噴火開始後一年を経た一九七八年夏より、元に戻すようになった(図三)。

一九七七年十一月中旬から翌年の十月下旬まで水蒸気爆発やマグマ水蒸気爆発が頻発し、細粒の火山灰の噴出が続いたが、これでは農作物に若干の被害が出た程度で、住民に対して避難命令が出されることはなかった。

#### (二) 人々の対応

有珠山周辺地域の住民一、七七六人を対象に、一九七七年十一月下旬に行ったアンケートによる調査の結果(門村ほか、一九七八)を摘記しよう。

図1 1977—1978年噴火に伴う地表環境変動のあらまし。  
 1：崩壊、2：燻化域、3：泥流土石流・（大部分1978年10月24日に発生）、4：主な断層、5：外輪山のせり出し、6：1977年8月噴火の火山灰・軽石の厚さ、7：1977年11月～1978年10月水蒸気～マグマ水蒸気爆発による細粒火山灰の厚さ、8：隆起した新山。×印は1981年8月上旬の雨で外輪山後部が決壊したところ。

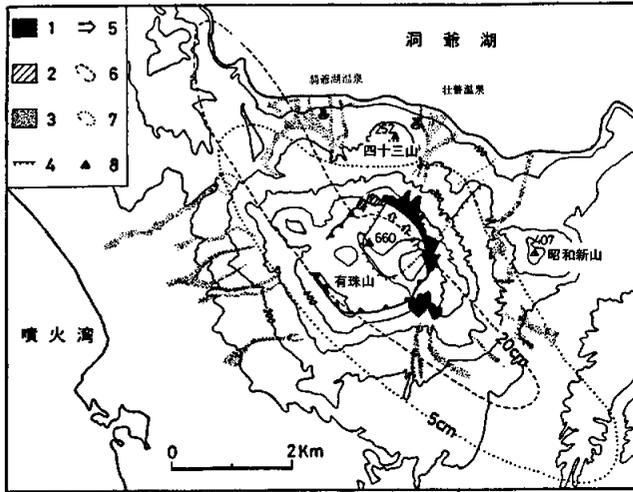
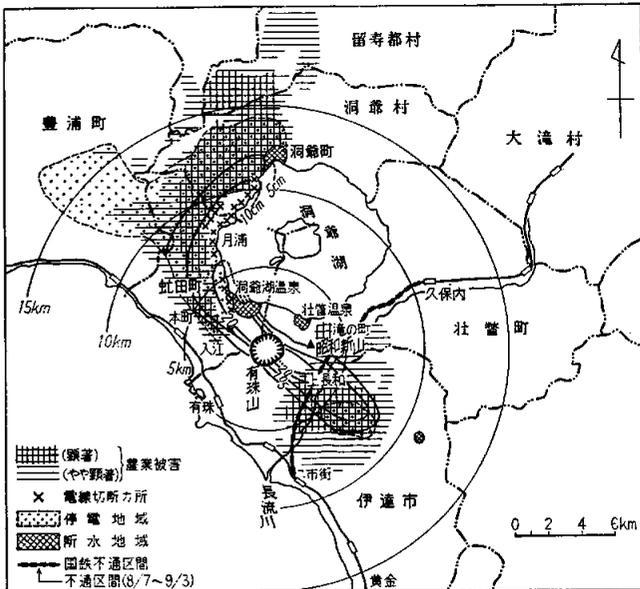


図2 1977年8月噴火による被害の分布



二、災害に備えての食糧、資金などの自主的な準備  
 三、噴火時の沈着冷静な行動  
 なお、以上に紹介したことからは大噴火直後の調査によるものであり、その後、噴火活動の終息など状況の変化に伴って、人々の考え方が変わってきている可能性のあることを指摘しておきたい。

今回の噴火は、昭和新山形成時の活動（一九四三—四五年）の経験者をのぞくと、多くの人々にとって「予期されない出来事」であった。とくに洞爺湖温泉町では、そこが今回を開いた火口からわずか一・五～二kmの至近距離に位置しているにもかかわらず、回答者の八〇％が「まさか噴火するとは思わなかった。火山灰が降ってくるとは思わなかった。」と答えている。これは町の形成が新しく、過去の噴火の経験者が少ないことによるものと思われる。しかしながら今回の噴火を経験して、調査地域全体を通じて回答者の八〇％以上が将来また噴火することがあれば、住んでいる場所が、多かれ少なかれ危険になると思うようになってきている。洞爺湖温泉では、次の噴火があれば大変危険であるとする回答者が四六％に達した。

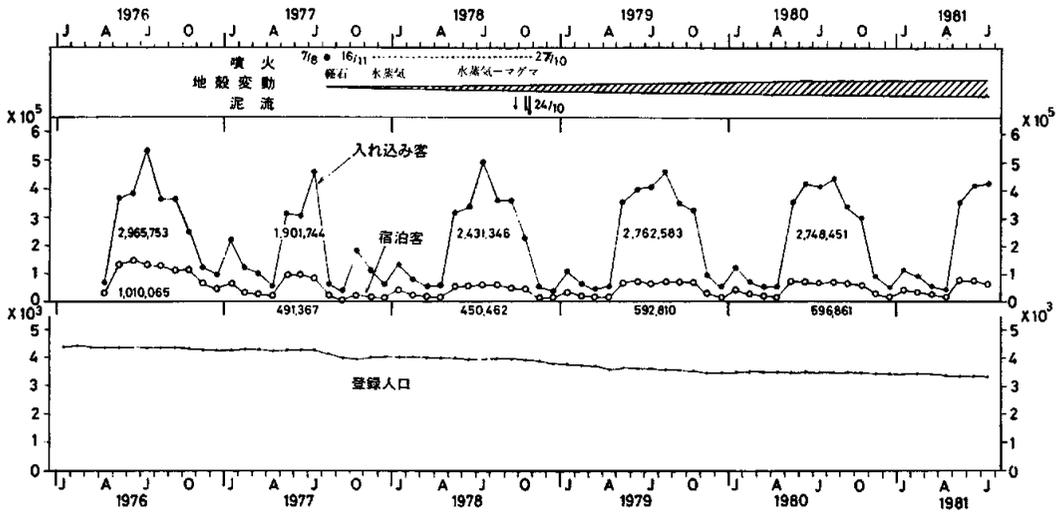
今回の噴火とそれによる災害を経験して、住民は多くの教訓を得ている。同時に、防

災対策の問題点を知り、今後の救援・救護・復旧に関していくつかの要望を持つようになった。火山災害を防止するための緊急対策としては、「火山活動に関する適確な情報の伝達」が、もっとも大事であると考えられている。長期的な対策では、噴火予知観測の強化を望む人ももっとも多い。活火山の懷で人々が生活し、そこへ多数の人が訪れる限り、「適確な噴火予知に基いて、危険情報をタイミングよく伝えることが防災の基本である」と、多くの人が考えるのは当然のことであろう。

噴火災害を経験して学んだ教訓は、回答者の年齢、性、職業、さらには居住場所なし被害の程度により多様であったが、全域で上位三つまでのものを挙げると、次のようになる。

一、自然の偉大さと驚異

図3 1977—1978年噴火とそれに関連した現象の推移ならびに洞爺湖温泉町における人口、  
 入れ込み観光客数の変化 泥流は温泉町まで流出したもののみを示す。



泥流とその  
 防止対策

(一) 加速的侵食と  
 泥流

大量の火山灰・軽石  
 や火山弾の直撃を受け  
 た山頂火口原と外輪山  
 の上部斜面では、森林  
 植生が徹底的に破壊さ  
 れ、砂漠に等しい荒廃  
 した景観が現出した。  
 裸の地表は、それが  
 ルーズな軽石や火山灰  
 からなることと相まっ  
 て、雨のたびに急速な  
 侵食を受ける条件を用  
 意した。加えて、雨と  
 ともにセメントモルタル  
 状の火山灰が降った  
 り(一九七七・八・九)、  
 マグマ水蒸気爆発に伴  
 って微細な火山灰が降  
 下した(一九七八・七  
 月)ため、雨水の地  
 下への浸透が妨げられ  
 る条件が与えられた。  
 山腹斜面の加速的な侵

食と大規模な泥流・土石流の発生に好都合な環境がつくられたのである。

事実、噴火直後から山腹に堆積した軽石や火山灰が雨の度に侵食されて沢に流れ下り、有珠山を刻むほとんどすべての溪流で、泥流や土石流が頻発するようになったのである。一時間に一〇mm以下、日雨量二〇〜三〇mmといった、ごく通常の雨の時でも泥流や土石流が発生し、山麓まで流出したのである。集合的な運搬により流出した物質は、新しい軽石や火山灰だけではない。谷底を埋めていた古い土石流の堆積物や山腹をつくっている歴史時代の噴出物、さらには外輪山熔岩までも崩壊や洗掘により流出するようになったのである。有珠山周辺の沢では一九八一年八月末までに、すでに総計一〇〇回をこえる泥流や土石流が発生している。このうち延べ三五回は山麓の扇状地にまで流出し、農地や森林、集落、道路等に大小の被害を与えている。

一九七八年十月二十四日夜には、最大一〇分間雨量二二mmという局地的集中豪雨に襲われ、有珠山の西ノ北斜面の沢で大規模な泥流が多発した。泥流は最大強度の雨が終わった直後ないし一〇分後(二二時三五〜四七分)に各沢で発生し、ほとんど同時に谷底の低地や扇状地に流出し、温泉町などの居住空間を襲った。洞爺湖温泉では、泥流の速さは約一〇m/秒に達し、その深さも二mをこえた。流出した土砂は新しい火山灰と軽石が主体であったが、温泉町は一二万㎡以上の大量の泥流堆積物で埋った。この泥流により西温泉等で合計一〇〇戸以上の家屋が大小の被害を受けた。洞爺湖温泉では二名が泥流の下敷となって死亡し、一名が流されて行方不明となり、全人口の約一〇%に当る三四五人が被災した。

(二) 治山・砂防対策とその効果

新しい軽石・火山灰の流出による泥流災害は、噴火直後から、いわゆる「二次災害」としてその発生が危惧されていた。このため荒廃した山腹と谷に対して、治山・砂防対策を施すことが災害防止上の緊急を要する方策であるとの判断から、国と道により種々の対策工が突貫工事でなされてきた。編組工、航空実播工等の山腹工、荒廃溪流に対する谷留工、砂防ダムなどの設置、山麓扇状地における流路工の建設など、効果的と考えられるあらゆる対策工が意欲的にすすめられてきたのである。とくに、一九七八年十月大泥流災害の後には、工事が急ピッチでなされるようになった。

一九七七年八月の噴火から一九八一年度末までの五年間に、有珠山の治山・砂防のた

写真1 山頂火口原・北外輪山の近況 (1981年8月1日  
国際航業 K. K. 撮影)

左から大有珠、隆起したオガリ山と新山、首をすくめた小有珠が見える。火口原内では急速にガリが発達して大量の土砂が生産されている。天然の砂防ダム、第四火口も満杯に近い。中央部の外輪山稜部は地震動の影響を受けて「畑化」していたが、8月3～6日の集中豪雨時に、ガリが生じて決壊した。このため火口原内で生産された土砂が雨水とともに小有珠右、川へ流下するようになり、大規模な土石流の発生が心配されるようになった。左側の細長い裸地は1981、年4月24日発生の融雪泥流跡。



めに投入される事業費は、総額三〇〇億円を上回ると見積られている。これは年平均六〇億円(大災害の発生した一九七八年は九六億円)の投入額であり、ひとつの山に対する防災事業費としては、わが国でも最大のものである。山麓部に合わせて四、〇〇〇の人口を持ち、毎年二〇〇万人をこえる観光客が訪れる洞爺湖・壮瞥の両温泉があることが、こうした事業を必要としていることは想像に難くない。

治山・砂防工事が進展したため山腹斜面の侵食が次第に押えられ、泥流・土石流の抑止にも効果がみられるようになってきた。確かに一九七九年以降、山麓の扇状地まで流出する大規模な泥流や土石流の発生はなくなった。ところが、外輪山の北々東斜面を流域とする溪流では、火口原における新山の形成に伴う外輪山斜面の北東方へのせり出しによる地殻変動のため、上部斜面が大規模に崩壊するとともに、一九七九年後半より土石流が多発するようになった。無数の断層の形成と崩壊の頻発を伴う地殻変動が、い

んとして続いているため、この流域では効果的な対策工の施工がいまなお妨げられているのである。外輪山斜面のせり出しはマグニチュード四内外の地震が起きるたびに、一回につき二〇〜三〇cmという変動量が集積されて生じている。こうした地震に伴う変動により、落石、崩壊が促進される。

一九八一年四月二十四日午後一時、北外輪山の壮瞥温泉川三の沢で、融雪時にはじめての本格的な泥流が発生した。この泥流は、一八〇mも洞爺湖側へせり出した北外輪山の上部斜面に生じた崩壊をきっかけとして起こり、約一万 $m^3$ の土石を運んだ。幸い、下流部には砂防ダムが設置されていたので大事には至らなかったが、これまでに集積されてきた地殻変動による斜面の変形と破壊が泥流発生の背景をなしていることを強調しておきたい。

このように有珠山では、噴火活動が終息した(一九七八年十月二十七日)後も地殻の変動が継続し、それが土石流災害の発生を増長していることに大きな特徴がある。地殻変動による斜面の変形と破壊は、新しい火山灰・軽石の加速的な侵食、荒廃した山腹と谷底に集積した不安定土砂と相まって、北外輪山斜面を流域とする諸溪流に、大規模な泥流や土石流の発生しやすい状態をつくり出してきているのである。

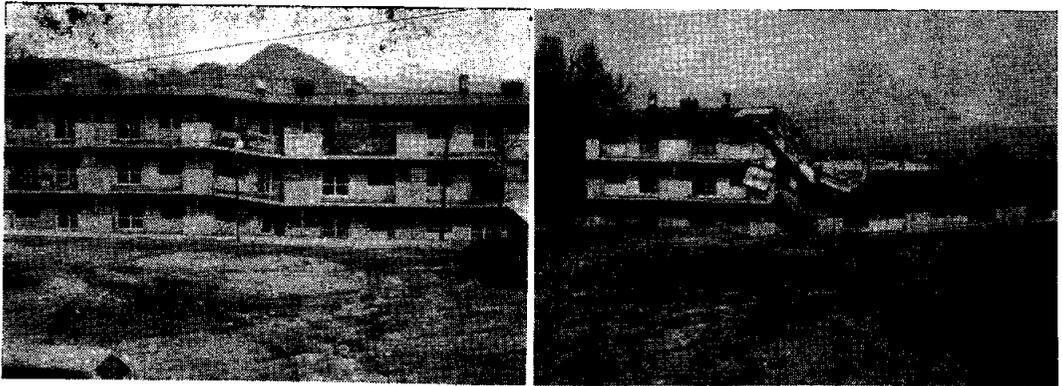
一九七九年後半頃より、関係者の間で火口原の隆起と外輪山稜部の決壊により、火口原内(新山、大有珠、小有珠を含む)で生産される土砂が外輪山の外側に流出し、温泉町を襲うのではないかと危惧されるようになった。洞爺湖温泉の背後に当る小有珠右ノ川の源頭部では、新山の侵食により生産される土砂の堆積により、火口原と外輪山稜部との比高が急速に減じてきた(写真1)。そして一九八一年八月上旬の長雨の際、ついにこの部分がガリによって切断されるに至ったのである。この結果、火口原内からの水と土砂がここから流下するようになり、小有珠右ノ川では大規模な泥流ないし土石流が発生するおそれが増したのである。この出来事は、変動の続く活火山での防災対策が大変困難なことの一端を示すものといえよう。

### 地殻変動の影響

#### (一) 変動と被害の様相

地殻の変動は泥流の発生を助長するほか、それ自身、その直接の破壊力により、居住

写真2 地殻変動により破壊された鉄筋コンクリート造アパート（洞爺湖温泉町木の実団地の沢）（左1978年4月21日、右1981年4月23日、門村寛浩撮影）



空間に対して破壊的な被害を与えている。それは、今回の噴火活動に伴う地殻変動が火口原や外輪山斜面だけでなく、北麓の両温泉町が立地している扇状地上でも進行しているからである。断層による地盤の垂直方向ならびに横方向のズレ、地表面の傾動やふくれ上りが、家屋など人工構築物の破壊の要因である。洞爺湖温泉の西側では過去四年間の断層による変位量の最大値が、水平方向一・五m以上、垂直方向四・五m以上にも達している。このため、木の実の沢では、鉄筋コンクリート造三階建のアパート一棟が完全に破壊され（写真二）、湖岸では国道が横ズレ断層により大きく屈折するに至っている。木の実の沢のアパートは、まず降灰による被害を受け、一九七八年十月には大泥流による攻撃をまともに喰い、今日に至るまで断層により破壊され続けている。噴火に伴った環境の変動と災害の様相を象徴的に示すものといえよう。

一九八〇年六月上旬に道が行った調査によると、両温泉町で三〇

二棟の建物がすでに地殻変動により大小の被害を受けている。被災建物のうち六〇は全壊程度の被害を蒙っているが、この中には二つの病院と一つの小学校が含まれている。上水道や温泉のボーリング泉源、パイプの被害も続出した。地殻変動は緩慢ではあるが、いまなお続いている。建築物の破損程度は、時間とともに助長される傾向にある。完全に破壊された家屋は放棄されたが、他の建物の大部分は引き続き居住されている。

#### （二）対策と問題点

比較的最近まで地殻変動による災害に対しては、何らの効果的な対策もとられていなかった。もっとも効果的な対策は、人為的に地殻変動の進行を阻止できないことから、危険地域からの移転ということになる。しかし、これは言うは易しくも近隣の安全な場所に代替の土地家屋が用意されない限り、実現することはむづかしい。実際に、一九八〇年二月上旬、著しい被害を蒙った人達は、道に対して地殻変動による災害の救済を求め、温泉町内の安全な土地に代替地の提供を要求する請願を行っている。

危険地域からの家屋の集団移転は、もっとも望ましい対応策と考えられるが、火山活動に付随した地殻変動による災害は、わが国でもはじめての経験であり、これに対処すべき法律が未整備のため何らなすべがなかったのである。「活動火山法」は有珠山にも適用されたが、これは避難道路の整備と学校の移転のみにしか適用されない。地殻変動は土地区画の移動や変形をもたらし、地籍の再測が要望されているが、地籍の調整は変動が終息するまで実施し難い状況にある。

最近、地殻変動による災害の対策に大きな前進がみられた。地元町当局と国・道との長い間の折衝が実って、顕著な被害を蒙っている洞爺湖温泉西部地区を対象に、「災害危険地帯における家屋の集団移転を促進するための法律」が、一九八一年七月から適用されるようになったのである。これは破壊された家屋に代って、町が安全な地帯に造成した土地に国の融資により代替の家屋を建設し、そこに住民を移住させることを骨子としている。しかしながら、これによって積極的な移転を希望した世帯は、わずか二一であり、他の人々は土地に対する愛着や、融資などの条件が経済的には必ずしも有利でないという理由のため、いぜんとして地殻変動の影響が続く地帯に残っている。二一世帯の移転に必要な経費は、総額で一億八千万円と見積られている。

## 環境変動の意義と今後の課題

有珠山の噴火活動は、すでに一九七八年十月下旬に終息している。しかし、それに関連する現象、すなわち地殻の変動と泥流・土石流による災害の危険は、いままお山麓の集落をおびやかしている。山麓には多数の住民が居住し、多くの観光客が訪れる二つの温泉町がある。噴火活動が終って二年を経ようとする今日では、温泉町は以前の賑いを取り戻している。今度の噴火で荒廃した景観と病院やアパートなど地殻変動によって破壊された建物は、新たな観光対象として人々の注目を集めている。

しかしながらこの活火山の地域には、さまざまなタイプの災害の危険性が常に秘められていると考えなければならない。荒廃した山腹と溪流に対する治山・砂防工事の一層の強化、地殻変動による災害に対処するための施策の実行は、この地域の安全を確保するために必要な、当面の緊急を要する課題である。地殻変動による災害の被災者を救済し、危険地帯からの家屋の集団移転の事業をさらに推進するためには、国の防災行政の見直しも必要とされる。

さらに、こうした当面の安全対策に加えて、次期噴火とこれに伴う災害の様相を想定し、それに備えるための、長期的視点からの防災町づくりも検討されなければならない。有珠山は過去の噴火履歴からみて、約三〇年の間隔で再噴火する可能性を秘めている。長期的視点からの対策では、山麓地帯における土地利用の規制や集落の再編成を考慮した防災都市計画が、今回の災害の危険と予想される次期噴火の災害の様相に基づいて積極的に推進されることが求められる。

いっぽう、今回の噴火とそれに伴った諸現象の観測調査を通じて、将来の噴火の予知と、噴火活動に伴って起こるであろう地形変動や侵食の加速化現象を予測するのに有用な多くのデータが集積された。山頂火口原と外輪山上部斜面の森林植生は、降灰と地殻変動のため徹底的に破壊されたが、そこは火山荒原における植生遷移観察の好フィールドとして、生態学者の注目を引いている。噴火とそれに伴った地殻変動と泥流・土石流による災害に対して、住民と町・道・国がとった行動は、高度に開発され、利用されている地域における人間と自然災害との対応に関する一典型として、外国の学者の注目を集めている。それは、巨額の費用を投入して火山災害の危険地帯において、可能な限り

の当面の安全対策を講じつつ、そこを引き続き生活と生産の場として利用していくという選択である。

終りに、効果的な治山・砂防事業の実施が、国立公園特別地域の中核をなすこの火山の自然景観の保全と対立する側面のあることを指摘しておきたい。それは、地形の著しい改変を伴う人工構築物の施工と、荒廃斜面への航空実播による外国産のものを含む草本植生の導入が、自然景観とその自然のダイナミクスによる進化の過程に対して大きな干渉を及ぼすからである。防災と景観保全・自然保護との調和について検討を行うべき時期が来たように思われる。

本稿は、私の研究室のスタッフがこれまでに行って来た次の調査研究の成果によるところが大きいことを付記しておく。(北海道大学大学院環境科学研究所環境基礎学研究室)

### 文 献

- 北海道・有珠山周辺地域対策プロジェクトチーム(一九八一)有珠山周辺地域における災害防止対策に関する報告書 昭和五五年度、七一ページ。
- 門村 浩・山本 博・鈴木利吉(一九七八)一九七七年有珠山噴火災害と住民の対応 地理 二三(四)五九—七二ページ。
- 門村 浩・今川俊明(一九八一)有珠山の泥流—その特徴と時間的推移—地理 二六(六)六〇—七〇ページ。
- Kadonura, H. and Yamamoto, H. (1980) : Usu Volcano disasters and human adjustment. In: Guidebook for the meetings and field studies of the I. G. U. Working Group on Perception of Environment, August 25 ~ 31, 1980, Sapporo, pp. 108~127.
- Kadonura, H., Yamamoto, H., Imagawa, T., Takahashi, H., Suzuki, R., Tanabe, T., Arai, K., Suzuki, K. and Tajime, J (1980) : Erosion and mudflows at Usu Volcano, August 1977—December 1979. Environmental Science, Hokkaido, 3 (2), 155—184.