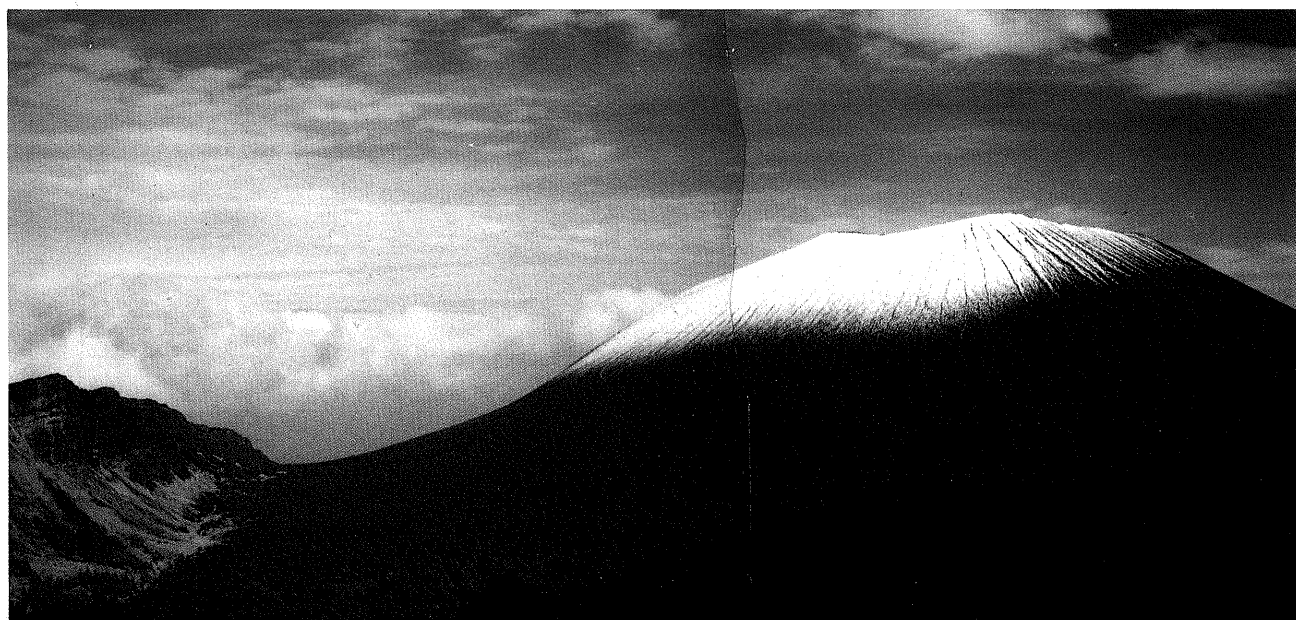


中縮尺土地保全図付属説明書

縮尺2万5千分の1

# 土地保全基本調査(浅間山地域)報告書

— 火山災害対策 —



平成5年3月

国土庁土地局国土調査課



口絵1 黒豆河原で見られる吾妻火砕流堆積物。火砕流は溶結しており、柱状節理が見られる。堆積物は礫質で、急冷周辺部をもつ直径数10cmの礫が多く含まれている。堆積物中にはパイプ構造が見られ、流下中に対流が生じたことを示している。



口絵2 千ヶ滝地区の浅間B降下軽石。火口から約6.5kmの地点で、層厚は約1m。



## 序

この調査は、浅間山の火山地域を対象に、国土調査法に基づき実施されている縮尺5万分の1土地分類基本調査が火山地域の災害に対して、土地が潜在的にもっている脆弱性を予測・評価するに当って、どこまで貢献できるかを明らかにし、あわせて、その予測・評価手法の試案を提示することを目的として実施した。

現在、縮尺5万分の1土地分類調査の成果は、(1)地形分類図・表層地質図・土壌図・傾斜区分図などからなる自然環境関係の主題図と、(2)土地利用現況図や防災保全関係法令指定区域図などの社会環境関係の主題図からなる。これらの主題図類は、それぞれ単独にも広く利用されている。

ある程度の基礎知識があれば、洪水や地すべりの常襲地は地形分類図から読みとることができるし、建物などの建設する場所の支持基盤の深さや骨材・用土の採取適地は表層地質図から、また泥炭地など水で飽和した軟弱地盤の分布や表層構成物質の土性は、土壌図からそれぞれ読みとることができる。

土地分類基本調査の成果は、このような個別の利用法だけでなく、これらを相互に有機的に組み合わせることによって、例えばダム・道路・水路・発電所といった構造物の位置選定や農地・宅地の造成などの事業を進めるうえでの基礎資料としても利用できる。

本調査は、(1)既往の土地分類調査成果から、火山災害地域にみられる降灰、火砕流、溶岩流、土石流等に対する土地のもつ脆弱性をどう読み取っていけば良いかという点と、(2)土地分類調査成果をどう加工し、あるいは何を付加することによって読み易くなるかを、浅間山の火山地域を例にして明確にしようとしたものである。

調査の成果は、火山災害に対する土地保全図として別添の図にまとめた。

火山噴火は、現在、雲仙岳でも発生しており、死者・行方不明者43名を出し、火砕流や土石流によって多くの建物や農地などが流出・埋没の被害を受けている。このような状況はわが国の他の火山地域でも起る可能性がある。今後災害に結びつかないよう保全策がとられ、適正な土地利用が推進されるよう希望したい。本書がその一役をになえれば幸いである。



企画・編集：国土庁土地局

国土調査課専門調査官

庄司 浩

岡田直久

作業機関：国際航業株式会社

塚本 哲

河相祐子

竹内 仁

佐竹次郎

# 目 次

まえがき

目次

1. 調査の概要 .....	1
1.1 目的 .....	1
1.2 地域 .....	1
1.3 調査項目 .....	2
1.4 調査方法 .....	3
2. 浅間山活動史 .....	6
2.1 浅間山概要 .....	6
2.2 先史時代の活動 .....	7
2.3 天明以前の活動 .....	8
2.4 天明の噴火 .....	11
2.5 近年の活動 .....	18
3. 浅間山周辺の地形・地質 .....	24
3.1 地形 .....	24
3.2 地質 .....	29
4. 浅間山周辺の気象 .....	46
4.1 気象の概要 .....	46
4.2 気象と火山災害 .....	54
5. 植生・土地利用・防災対策 .....	56
5.1 植生 .....	56
5.2 土地利用の変遷 .....	61
5.3 土地利用現況 .....	69

5.4 防災に係わる法令規制区域及び防災対策	70
5.5 文化財	74
6. 火山噴火災害危険性の評価 (ハザードマップ)	77
6.1 ハザードマップについて	77
6.2 火山災害要因	78
6.3 火砕流	83
6.4 岩屑なだれ	105
6.5 溶岩流	108
6.6 土石流	113
6.7 火山碎屑物の放出	115
7. 浅間山周辺の土地利用適性評価	116
7.1 現在の土地利用と地形・地質	116
7.2 火山災害の危険性を考慮した土地利用のあり方	117
7.3 その他の災害の危険性を考慮した土地利用のあり方	118
あとがき	119
参考文献	120

## まえがき

わが国は、環太平洋火山帯に属し、世界でも有数の火山国である。新生代第四紀に活動した火山が200以上あり、そのうち、活火山は約80あると云われている。このため、生活の場が火山に隣接している事も多く、火山噴火による影響は多方面に亘り、被害も大きくなり易い。特に、火山地域は観光資源として開発され災害を受け易い社会環境ともなっている。本地域は特に人口の集積地に近く、古くより観光地又は避暑地として開発されてきている。

群馬県と長野県の県境に位置する本地域は、わが国を代表する活火山の浅間山を擁する。浅間山は、過去にしばしば大規模な噴火が起り、周辺の住民に大きな脅威を与えている。比較的大規模な噴火で、古文書等の記録に残っているのは、1108年(天仁元年)と1783年(天明3年)の噴火である。特に、1783年(天明3年)の噴火による死者はおよそ1,200人で、わが国で起った噴火のうち、死者の数がある程度はつきりしているものの中では、1792年(寛政4年)の雲仙岳の噴火と眉山崩壊による約15,000人、1741年(寛保元年)の渡島大島の噴火による津波の約1,475人に次ぐ死者を出した噴火である。

最近もしばしば小規模な噴火があり、噴石を飛ばしたり、広い範囲まで降灰をもたらしたり、活発な活動を続けており、気象庁常時観測(精密観測)火山に指定されている。

浅間山の周辺地域は中仙道の宿場町として栄えたばかりでなく、首都圏から近いことから古くから観光地として発展してきた。最近では浅間山の山腹斜面まで別荘やレジャー施設が開発され、夏を中心に多くの観光客を集める一大リゾート地となっている。また、高原野菜を生産する農業地域としても発展してきている。こうした火山災害の危険性の高いところに人々の生活が営まれている点で、浅間山地域は、わが国の火山地域の典型とも言える地域である。

この調査では、浅間山の自然条件と社会条件とを踏まえ、火山災害の危険性を予測しつつ、浅間山地域での安全な土地利用を進めるための基礎資料を作成した。



# 1. 調査の概要

## 1. 1 目的

この調査は、火山地域の自然条件と社会条件等の基礎的調査を行い、その結果をもとに火山地域が潜在的にもっている災害に対する脆弱性を読みとり、また、読みとるための基礎的条件を把握することを目的とし、火山地域の土地利用の有り方や土地保全を行うための手法を検討する。

## 1. 2 地域

本調査の対象地域は、図1-2-1に示した約320km<sup>2</sup>の地域で、群馬県吾妻郡嬭恋村、長野原町、長野県北佐久郡軽井沢町、御代田町、小諸市が含まれる。

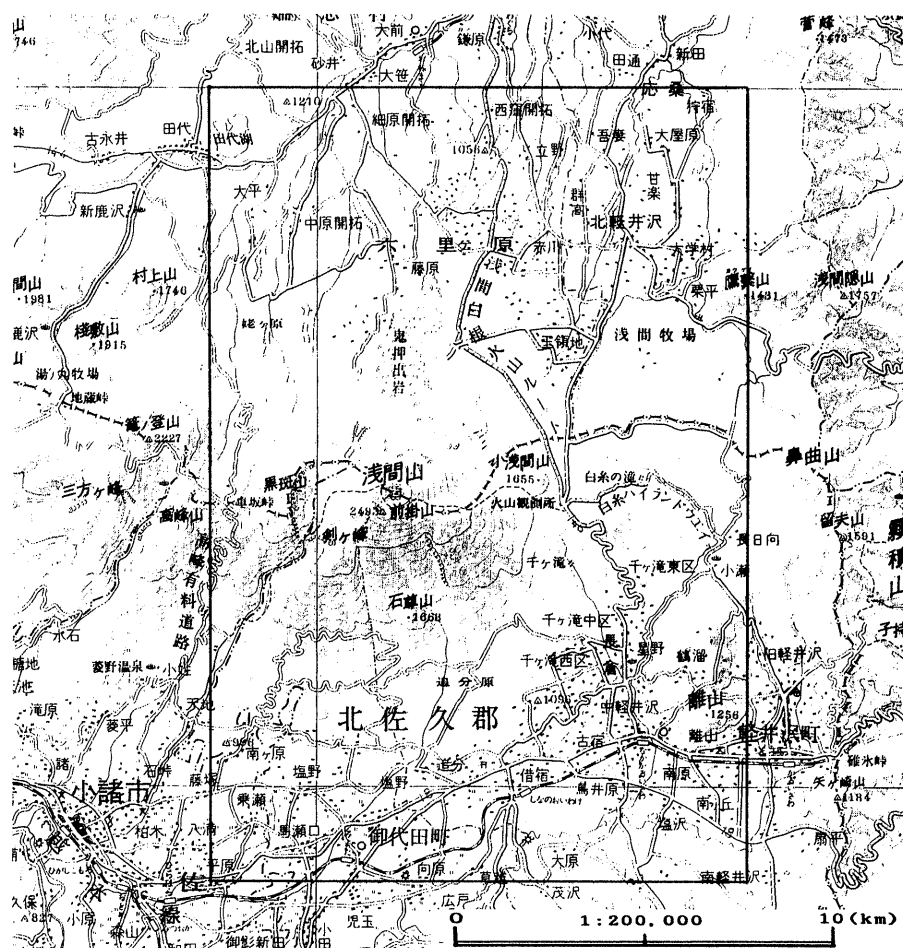


図1-2-1 調査位置

### 1. 3 調査項目

調査は次の7項目について実施した。調査項目とそこで扱う内容を表1-3-1に示す。また、調査の流れを図1-3-1に示した。

表1-3-1 調査項目と内容

調査項目	調査内容	主題図
火山地形・火山地質調査	空中写真判読、地形の数値化、噴出物調査、火山構造調査	火山地形・火山地質図 傾斜区分図
火山環境調査	空中写真判読、植生調査、土地利用調査、気象資料解析	火山環境図 (但し気象データは表示せず)
火山活動履歴調査	資料調査、噴出物調査	火山活動履歴図
防災等に係わる法令規制調査	資料調査	防災等に係わる法令規制図
火山災害危険区域予測	災害実績調査、地形解析、シミュレーション	火山災害危険区域予測図
土地保全調査	火山災害危険と土地利用の検討	土地保全図

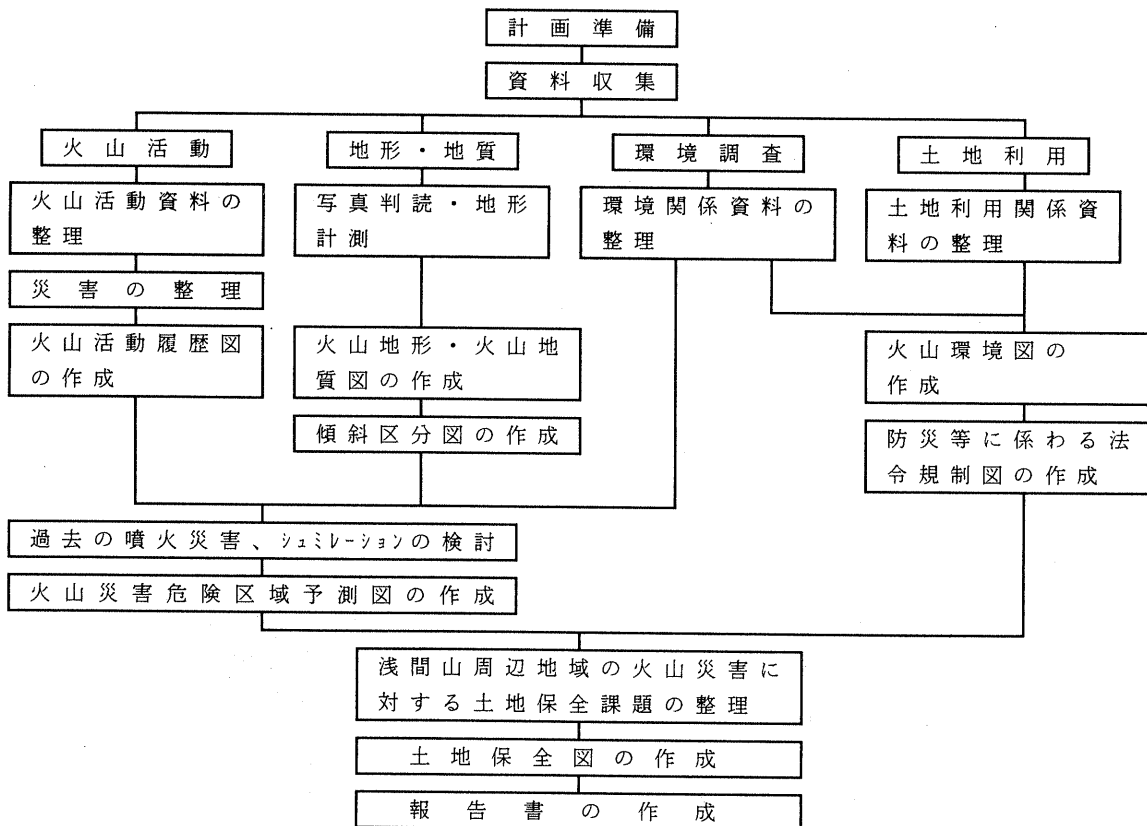


図1-3-1 調査の流れ

## 1. 4 調査方法

本調査は、既存資料の収集・整理、空中写真判読、現地調査、数値シュミレーション等により各主題図を作成した。以下項目毎に、調査の方法を述べる。

### (1) 火山地形・火山地質調査

火山地形・火山地質調査には既存資料整理、空中写真判読、地形の数値化、噴出物調査、火山構造調査などが含まれる。また、傾斜区分図も本項目の一つとして実施した。火山地形・火山地質図の内容は次の通りである。

- 基盤岩の種類とその分布
- 火山構造区分
- 噴出物等の種類とその分布
- 火口、溶岩ドーム、溶岩流の地形、流れ山（岩屑流丘）などの火山地形
- 河川的作用などによって形成された地形とその堆積物
- 地質断面図

火山地域における傾斜区分図は、火砕流や溶岩の流下しやすさ、または停止しやすさ、土壌の発達状況、開発の難易度、斜面崩壊のおこりやすさを知るうえで必要になる。傾斜区分図は、縮尺2万5千分の1地形図の標高データから作成した。

### (2) 火山環境調査

火山環境とは、浅間山地区の植生、土地利用、気象をさす。火山地域において植生や気象等の環境条件は、火山噴火による被害の規模や場所を大きく左右する。火山環境調査では、植生図の整理、空中写真判読及び現地調査によって、植生・土地利用図を作成した。また、気象データ（気温、風向、風速、降雨、降積雪等）から浅間山地区の気象特性をまとめた。特に、風速・風向は噴火の際の噴出物の分布予測のための手掛かりとなる。

火山環境図の内容は次の通りである。



- 最近の土地利用
- 宅地、別荘地の変遷
- 植生
- 気象状況（気温、風向、風速、降雨、降積雪等）

### (3) 火山活動履歴

既存資料を収集・整理し、また、現地での噴出物調査により降下火砕物、溶岩、火砕流、岩屑なだれ、噴石、空振、地震活動等の災害状況をまとめ火山活動履歴図を作成した。

火山活動履歴調査の内容は次の通りである。

- 火山活動年表
- 噴出物分布
- 影響域・被災箇所
- 地震

### (4) 防災等に係わる法令規制調査

資料調査により、浅間山地区の防災等に係わる法令規制区域の種類と分布を防災保全等法令規制現況図に整理した。防災・保全等関係法令指定区域と同関係施設の分布等、以下のような項目を図示した。

- 災害に対する条例等に基づいて指定されている区域
- 防災無線施設・国の地方出先機関・地方公共団体の防災関係部局の位置
- 自然公園法に基づいて指定されている区域
- 都市計画法に基づく風致地区、猟銃に関する法律に基づく鳥獣保護区域
- その他

### (5) 火山災害危険区域予測

災害実績調査、地形解析、シミュレーションにより火山災害危険区域予測を行った。溶岩流、火砕流、岩屑なだれ及び土石流等予測される火山災害については、これまでの知見に基づいて評価手法の開発・検討を加え、各種危険区域

予測図を作成した。

#### (6) 土地保全調査

火山災害の危険性と土地利用現況など種々の資料をもとに、火山地域での土地保全上の課題を整理した。課題整理の結果に基づき、浅間山地区の土地利用を、火山災害に対する安全性を重視した評価を行い、土地保全図にまとめた。

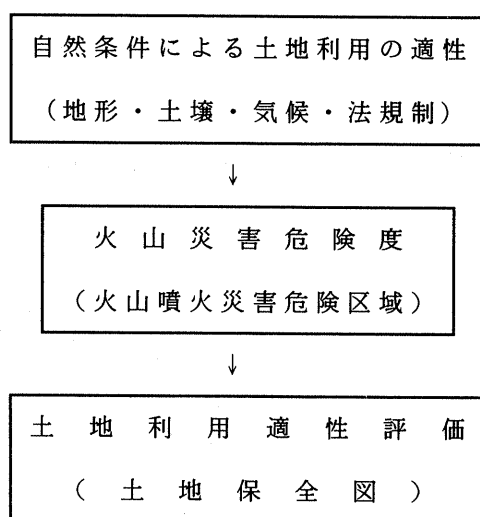


図1-4-1 土地保全調査の流れ

## 2. 浅間山活動史

### 2. 1 浅間山概要

浅間山は群馬県と長野県の境に位置する火山で、爆発型（ブルカノ式）噴火の記録が多く残っている。浅間火山の西方には高峰～籠ノ登連峰からなる烏帽子火山群が連なり、それらと共に東西に延びた山稜を形成している。この火山列は西から東へと順に活動の中心を移動して形成されたものと考えられている。最高点は、現在活動中の中央火口丘、釜山(標高2568m)である。

有史以後の活動はすべて山頂噴火で、釜山の山頂火口（長径東西500m、短径南北440m）内の地形、特に火口底の深さは火山活動の盛衰に応じて著しく変化する。

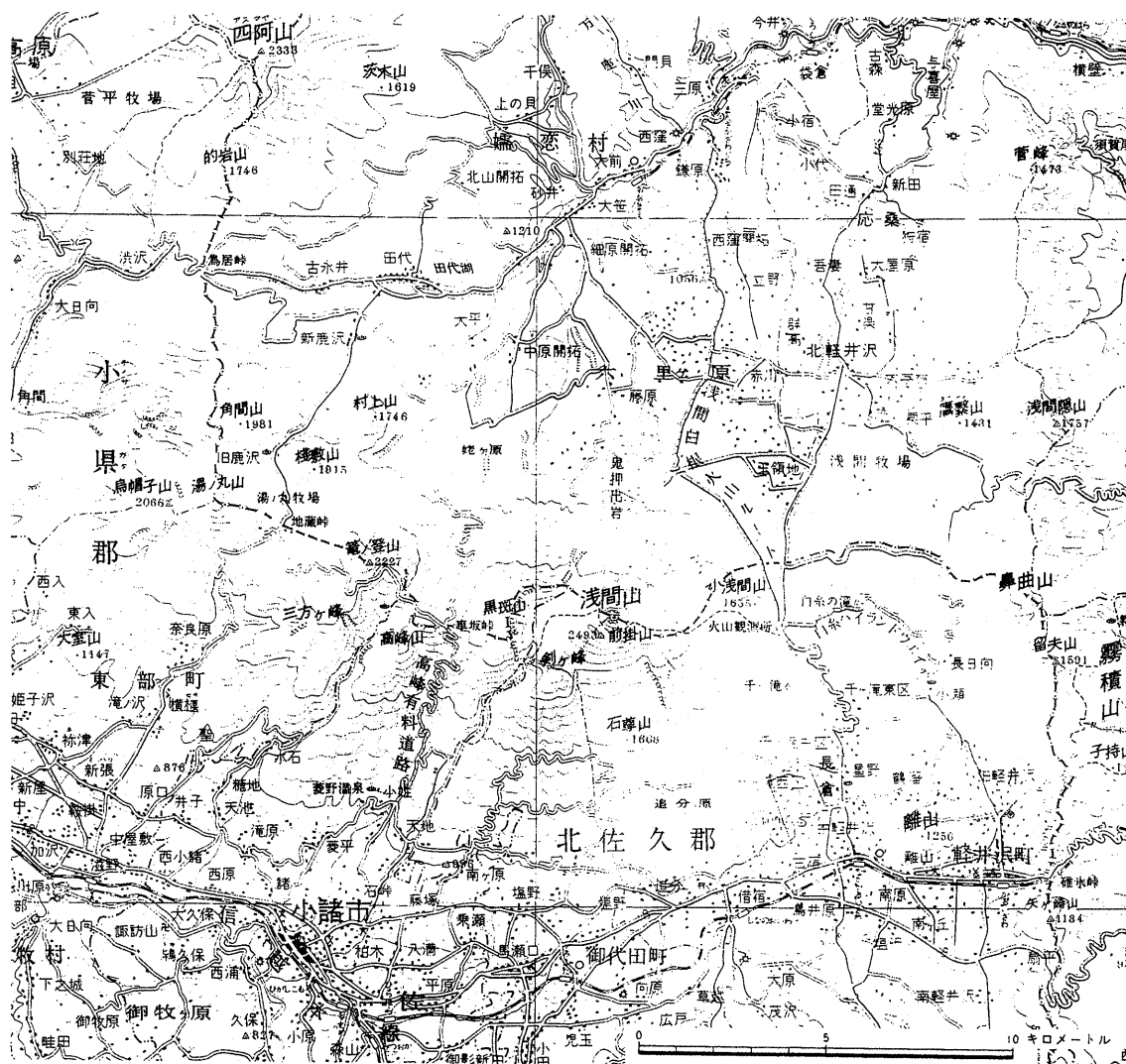
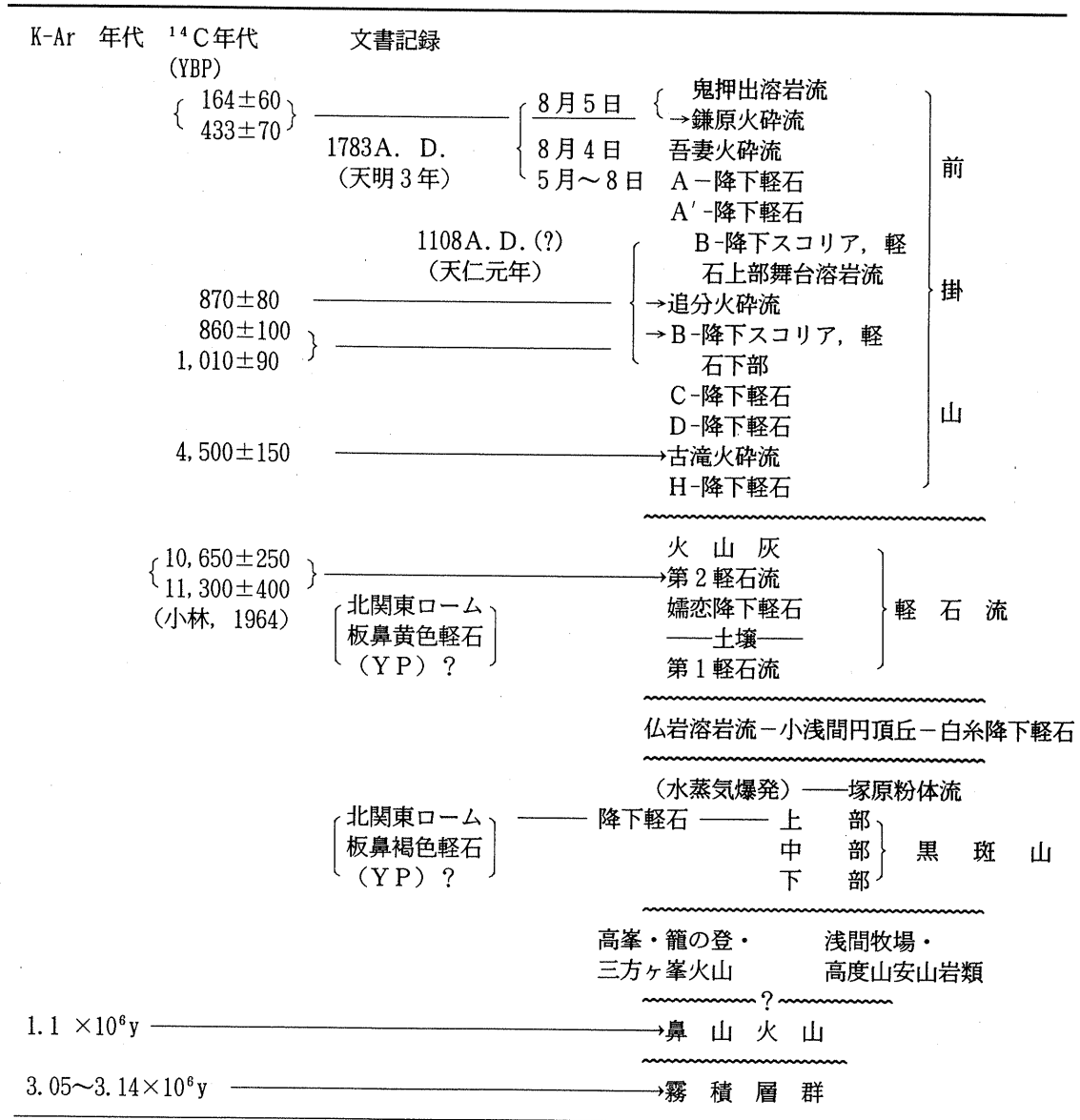


図 2 - 1 - 1 浅間山周辺の地形

## 2. 2 先史時代の活動

浅間山の活動は、古い順に「黒斑期」、「仏岩期」、「軽石流期」、「前掛期」の4時期に区分される。荒牧(1981)は、表2-2-1のように、浅間火山を中心とした編年を示した。

表2-2-1 浅間火山を中心とした編年(荒牧、1981)



この時期の活動については3. 2. 3 浅間火山の形成史で詳しく述べる。

## 2. 3 天明以前の活動

### 2. 3. 1 活動の概要

歴史に残る最も古い噴火は、685年(天武天皇14年)のものとされる。『日本書紀』の天武天皇14年3月の条に、「この月灰信濃国に零(ふ)り、草木皆枯る」とある。(ただし、ここでは噴火した火山が浅間山であるとは特定していない。)

その後、1783年(天明3年)の大噴火に至るまでにも多くの噴火記録が残っている。気象庁(1992)では表2-3-1のような活動があったとしている。

表2-3-1 天明噴火以前の浅間山火山活動(気象庁、1992より) No.1

年 月 日	火 山 活 動 状 況
685年(天武天皇14年)	噴火?
1108年(天仁元年)	大噴火: 広範囲の降灰砂, 田畑大被害。追分火砕流及び舞台溶岩流が火口外に流出。噴出物約30億トン。(注: 以前は古文書による1281年の噴火が「大噴火」とされていた)
1281年7月3日(弘安4年)	噴火?
1427年7月(応永34年)	噴火?
1527年(大永7年)	噴火
1528年(享禄元年)	噴火
1532年1月14日(享禄4年)	噴火: 噴石は火口の周囲8kmにわたり落下, 直径25m以上の「七尋石」が残っている。降灰は120kmに及び、その後の雨とともに積雪が融解・流下し、山麓の道路, 人家に被害。なお、この後同年中(天文元年)さらに噴火。
1596年5月, 8月(慶長元年)	噴火: 5月1日~5日噴火、5日噴石のため死者多数、8月19日噴火。
1598年(慶長3年)	噴火
1604年(慶長9年)	噴火
1605年(慶長10年)	噴火
1609年(慶長14年)	噴火
1644年2月(正保元年)	噴火
1645年2月, 5月(正保2年)	噴火

表 2 - 3 - 1 天明噴火以前の浅間山火山活動（気象庁、1992より） No. 2

年 月 日	火 山 活 動 状 況
1647年 2月, 3月（正保 4年）	噴火
1648年 3月（慶安元年）	噴火：1 m以上の積雪を融解、追分駅を流失、夏にも噴火。
1649年（慶安 2年）	噴火
1651年（慶安 4年）	噴火
1652年（承応元年）	噴火：噴石のため山麓焼ける。
1655年（明暦元年）	噴火
1656年（明暦 2年）	噴火
1657年（明暦 3年）	噴火
1658年（万治元年）	噴火：鳴動
1659年（万治 2年）	噴火：鳴動，降砂。
1660年（万治 3年）	噴火
1661年（寛文元年）	噴火：年間数回。
1704年（宝永元年）	噴火
1706年（宝永 3年）	噴火
1708年（宝永 5年）	噴火：江戸に降砂。
1709年（宝永 6年）	噴火：広範囲に降灰。
1710年（宝永 7年）	噴火
1711年（正徳元年）	噴火降灰。
1717年（享保 2年）	噴火
1718年（享保 3年）	噴火：鳴動。
1720年（享保 5年）	噴火
1721年（享保 6年）	噴火：6月22日噴石のため登山者15名死亡、重傷1名。
1722年（享保 7年）	噴火
1723年（享保 8年）	噴火
1728年（享保13年）	噴火
1729年（享保14年）	噴火：降灰。
1731年（享保16年）	噴火
1732年（享保17年）	噴火
1733年（享保18年）	噴火：噴石。
1754年（宝暦 4年）	噴火：夏から秋に数回，降灰のため農作物被害。
1776年（安永 5年）	噴火：降灰。
1777年（安永 6年）	噴火：数度にわたり噴火。

### 2. 3. 2 天仁の大噴火

表2-3-1の活動の中で、1108年(天仁元年)の噴火は最大級の噴火であった。『中右記』で、上野国(群馬県)の国司からの手紙に「・・天仁元(1108)年7月21日に猛然と噴火をはじめ、煙は天までのぼり、砂礫は国中に降りそそぎ、国内の田畑は全滅してしまった。このような一国あげての災害は珍しいので、ここに記録しておく。」とある(大石, 1986)。

この大噴火では、広範囲に軽石・火山灰が降り、北麓及び南麓に追分火砕流が流下した。また、舞台溶岩流が北側に流出した。この噴火の総噴出量は1.2立方キロメートルに達し、山頂火口は陥没により拡大されて1.1km×0.9kmの大きさになった(荒牧, 1979)。1990年8月現在、この噴火で噴出された降下火砕物によって埋没した田畑は86もの遺跡で検出されている(小島, 1990)。

### 2. 3. 3 災害史

天明以前の噴火について気象庁(1992)が示したもののうち、災害と認められるものを表2-3-2にまとめた。天仁噴火の被害が最も古い記録であるが、その後も噴火に伴う融雪による被害、噴石・降灰による被害が記録されている。

表2-3-2 浅間山噴火災害年表(天明噴火前)

災 害 年 月 日	被 害 状 況		
	死 者	負 傷 者	そ の 他 の 被 害
1108 (天仁元). 9. 5			田畑大被害 追分火砕流、舞台溶岩流
1532 (享禄4). 1. 14			山麓の道路、人家被害(融雪)
1596 (慶長元). 5. 1	多数		(噴石)
1648 (慶安元)			追分駅を流失(融雪)
1721 (享保6). 6. 22	15	1	(噴石)
1754 (宝歴4)			作物被害(降灰)

## 2. 4 天明の大噴火

ここでは、過去に最大の被害をもたらした、1783年(天明3年)の噴火の活動と災害を記述する。

### 2. 4. 1 噴火活動の経過

1783年5月9日に始まった噴火は、はじめは大きな中休みをはさみながら次第にその間隔をつめ、7月26日からは休みなしの連続となった。その経緯の大略を表2-4-1(荒牧、1968)に示す。

表2-4-1 前掛山1783年の噴火の経過(荒牧、1968)

5月9日	最初の噴火	} 降 下 軽 石 ・ 火 山 灰 0.17 km <sup>3</sup>
	<45日間静穏>	
6月25日	噴火, 鳴動, 降灰	
	<19日間静穏>	
7月17日	鳴動, 北麓に軽石降下	
	<7日間静穏>	
7月26日	噴火	
27日	} 鳴動, 噴火をくりかえす。短時間の 休止期をはさむ。噴火のはげしさは 次第に増大する。降灰, 軽石降下つ づく	
28日		
29日		
30日		
31日		
8月1日		
2日		
8月3日	14時頃より, はげしい噴火はじまる。 軽石降下つづく。	
8月4日	午後(?) 吾妻火砕流発生 0.1 km <sup>3</sup>	
5日	10時大爆発, 同時に鎌原火砕流発生 0.01~0.001km <sup>3</sup> , ひきつづいて鬼押出溶 岩流流出, 0.17km <sup>3</sup> 午後噴火おさまる	

7月26日から8月2日頃までは、北関東一帯に火山灰や軽石を降らせる噴火活動が、断続的に発生した。

8月3日は午後2時頃から激しい噴火が始まった。翌8月4日はますます激しく爆発し、南麓にある沓掛(現在の中軽井沢)や追分の宿では、空振によって戸障子が外れそうなほど振動した。また、火山灰や軽石の降下も激しかった。8月5日に噴火が終了するまでに、軽井沢宿では約1.2mの軽石が積もり、家屋がつぶれたり、火石による火災の被害が出た。



一方、北麓では8月4日午後4時頃に吾妻火砕流が発生した。翌8月5日午前10時頃に噴火活動は頂点に達し、鎌原火砕流が発生した。この火砕流は小型で、歴史的に有名な狭義の熱雲(nuee ardente)に分類されるものである。火砕流は、北麓の鎌原村を埋没させ、さらに吾妻川の谷に流れ込んだ。このため吾妻川は一時堰き止められたが、その後決壊して吾妻川流域に大きな被害を及ぼした。鎌原火砕流に引き続いて鬼押出溶岩流が流出し、噴火活動は終了した。

#### 2. 4. 2 浅間南麓の被害

浅間山南東に位置する中山道の宿場、坂本、軽井沢、沓掛には、降下する火山灰や軽石による被害が見られた。これは偏西風の影響によるものと考えられる。噴煙が流れ出る浅間山より南東側は、日中から真暗になり、上州、武州では家々は昼間から灯火をともし、外を出歩くにも提灯が必要なほどだったということである。

軽井沢宿では、8月4日の大爆発で灰、軽石が4～5尺も積もり、道路と飲用水の水路が完全に埋まってしまった。8月4日から5日にかけて、男性が一人、火石（高温の軽石）の直撃を受けて即死した。噴火が終わるまでに灰、軽石が約1.2mほど堆積したほか、大きな火石が落下すると同時に割れて火を噴き、火災も発生した。この時の軽井沢宿の被害をまとめると、表2-4-2のようになる。潰された家屋のうち、22.3戸は降り積もった軽石の重みによるものであるが、その他は翌9、10日の降雨のため、屋根に積もった灰が水を吸って重みを増したためとされている。当時、軽井沢には本陣3戸のほか、民家182戸があったが、全く無事という家は無かったようである（大石，1986）。

表 2 - 4 - 2 軽井沢宿の被害 (大石, 1986より)

死者	1 名
馬焼死	1 頭
牛焼死	3 頭
田畑埋没	55町歩
家屋被害	
焼失家屋	52軒
壊家	82軒
破損家	48軒
本陣大破	3軒
計	185軒

坂本宿ではやはり降灰が激しく、その重みで潰れる家が多かった。表 2 - 4 - 3 に坂本宿の被害状況を示す。

表 2 - 4 - 3 坂本宿の被害 (大石, 1986より)

家屋被害	
壊家	32軒
破損家	140軒
本陣小破	1軒
計	173軒

坂本宿と軽井沢宿の中間の碓氷峠では、道が埋まった上、時々山崩れがあって通行不能となり、軽井沢 - 坂本両宿間は通行止となった。中山道が復旧したのは同年12月であった。

そのほか、火口に一番近い追分宿の人々は役人も含め、ほとんどの人が8月4日の朝早々に西へ向かって逃げ出していたため、被害は、火山の鳴動のために古家が少しゆり潰されただけであった。

また、軽井沢宿と追分宿の間に沓掛宿があったが、ここでも鳴動が激しく、ほとんどの人が逃げ出した。しかし、わずかに残った村民が、焼石が屋根に落ちると急いでかき落したりしたので、ここでも古家が4、5軒潰されただけであった (大石, 1986)。

浅間山の東から南の麓は、雷鳴や電光を伴う噴煙や、灼熱した火石が落下す

る光景などで、人々が恐怖におののき混乱したが、その割には実際の被害は軽微であったといえる（荒牧，1968）。

#### 2. 4. 3 浅間北麓の被害

##### (1) 吾妻火砕流

8月4日午後4時頃、吾妻火砕流が発生して北麓を流れ下った。古文書（浅間記）には、「申の刻（午後4時）頃、浅間より少し押出し、南木の原にぬっと押拡がり、二里四方許押散らし止る。」とある。この吾妻火砕流による人的被害は記録にないが、六里が原の山林が焼き払われた。

##### (2) 鎌原火砕流

吾妻火砕流の発生した翌日の8月5日、午前10時頃に鎌原火砕流が発生した。火口から放出された巨大な岩塊群が北側斜面に落下し、巨大な岩なだれとなって麓の村々を襲った。被害が最も大きかったのは、流れのほぼ中央部に位置する鎌原村で、93軒あったとされる家が全て埋没し、597人いた村人のうち466人が死亡している。現在は新しい村落が、当時の集落と同じ場所に営まれている。

##### (3) 吾妻川の洪水

鎌原村を襲った火砕流はそのまま北へ流れ下り、現在のJR吾妻線万座鹿沢口駅上の崖から吾妻川へ流れ込み、一時的に川を堰き止めた。やがてそれが決壊し、吾妻川両岸地域、及び吾妻川と利根川の合流地域周辺の村々に大きな被害を及ぼした。被害は田畑へ泥流が入った、家屋の流失や家畜の流失、そして人命の損失にまで及んだ。資料によって若干の違いはあるが、「群馬県史」（資料編11）によれば、被害村数55、流死人1626人、流失家屋約115戸、田畑泥入5055石となっている（大石，1986）。吾妻川沿いの被害状況は表2-4-4のとおりである。

表 2 - 4 - 4 鎌原火砕流、洪水による吾妻川沿いの被害 (大石、1986より)

村名	村高(石)	泥砂火石入(石)	人別(人)	流死(人)	家(軒)	流	(牛)馬(匹)	流	死
大笹原	208	2.0							☆1
鎌原	332	324	597	466	93	93	200	170	大笹原所別状なし
芦生田	602	151	183	16	43	43	43	43	
小宿	113	98							☆2
祖母嶋	434	40							温泉があるが湯に別状なし
川島	686	486	768	113	168	127	101	28	
南牧	98	70	101	5	24	24	8	8	
大前	151	90	452	27	81	81	40	4	
西久保	51	24	160	54	40	40	41	29	
羽根尾	258	179	253	27	63	63	27	13	
坪井	84	24	140	8	30	21	30	18	
長野原	252	201	428	152	71	71	36	36	
横屋	134	98	134	9	35	24	20	12	
松尾	296	107	454	3	116	6	52	2	
郷原	222	20							
原	902	128			229	24			
中ノ条	711	130							
北牧	860	409	736	52	171	135	79	60	☆3 泥入荒となっている
渋川	549	29※							
渋川	1128	117※							
中村	317	245	418	20			?	3	
中村	22	0.7			6	4			
半田	857	287	787	9	191	42	41	5	
漆原	1150	255			245	7			
植野	506	0.2							
中嶋	250	210			57	34		☆4	二階下までうまる。川原内に9間に8間高さ2丈余の火石三つに割れ押あげる
沼上	471	430			246	30 湧出 170	?	5	
新井	697	219			170	42	8	3	
八丁川原	339	261			196	28 泥入 47			
川井	824	434			105	泥入 34			
中瀬								☆5	見取畑の内少し泥入のみで被害なし
上八崎	967	56							
下八崎	420	15							
田口	675	192			96	29 15			
関根	491	90			85	20 泥出 17			
上福島	608	186			101	24 泥出 24	21	1	
柴宿	730	308			140	2 泥出 6			

・渋川と中村が二つずつあるのは、二人の領主の相給になっているため。

2. 4. 4 周辺地域の被害

噴火時に噴き上げられた軽石、火山灰は関東一円のみならず、はるか奥州や北陸方面にまで及んだ。大石（1986）によるとその状況は表2-4-5のようになる。武州、上州で多いのは、偏西風による影響である。また、降灰堆積図を図2-4-2に示す。

この噴火で噴出した火山灰は、農作物に直接被害を与えたほか、成層圏に達して太陽光をさえぎり、冷害をもたらしたともいわれている。

表2-4-5 天明噴火時の降灰状況（大石，1986より）

国名	郡名	地名	降砂量		
信州	北佐久郡	軽井沢	120~150		
		追分	50		
		沓掛	90~150		
		碓氷峠	120~180		
上州	碓氷郡	鼻田峠	240~270		
		山中茶屋	105~150		
		峠町	150		
		坂本川	60~150		
	甘楽郡	横井田	45		
		松井田	30~120		
		高梨子	61~85		
		増田	61~85		
		土塩	54~57		
		後閑	45~49		
		磯間	24~49		
		安部	30		
武州	吾妻郡	板中	24~76		
		板鼻	18~60		
		町屋	4		
		妙義	24~46		
	群馬郡	菅原	6~9		
		宇田	12		
		一ノ宮	18~60		
		七日市	15~18		
		富岡	12~27		
		中高里	15~18		
		高瀬	8~9		
		小幡	9		
奥州	多野郡	高崎	6~30		
		佐野	6~9		
		倉賀野	21~60		
		中野	11		
	前橋市	前橋	15~18		
		室田	9~12		
		三倉	少々		
		吉井	12~27		
	多胡郡	片山	14		
		矢田	12		
		中島	12		
		多比良	8~9		
上州	多野郡	下野	6		
		上野	4		
		白石	20		
		新三波	21~60		
	緑野郡	木部	18~30		
		藤岡	14		
		新田	9~27		
		那波	15		
	武州	吾妻郡	玉村	6~7	
			伊勢崎	7	
			茂木	6	
			新田	6	
その他	吾妻郡	大田	12~15		
		大鎌	9		
		前原	9		
		その他	9		
	武州	児栗郡	玉郡	15~18	
			橋手	40~60	
			庄部	6	
			谷谷	6	
		武州	熊鷹の嶽	深谷	9~30
				深谷	30
				谷巣	21~45
				谷巣	6~30
その他	板橋戸	板橋	15		
		戸	少々		
		江	9~12		
		江	3		
その他	常陸	常陸	少々		
		上陸	少々		
		下総	6~12		
		銚子	12		
奥州	二本松	安房	少々		
		松台	少々		
		仙	少々		
		加賀	少々		
北陸	加賀	加賀	少々		
		加賀	少々		

注  
 (1)単位はセンチメートル。  
 (2)数値の幅は諸記録の記載に幅があるため。  
 (3)この表は鈴木やよいさんが作製したものに若干手を加えた。

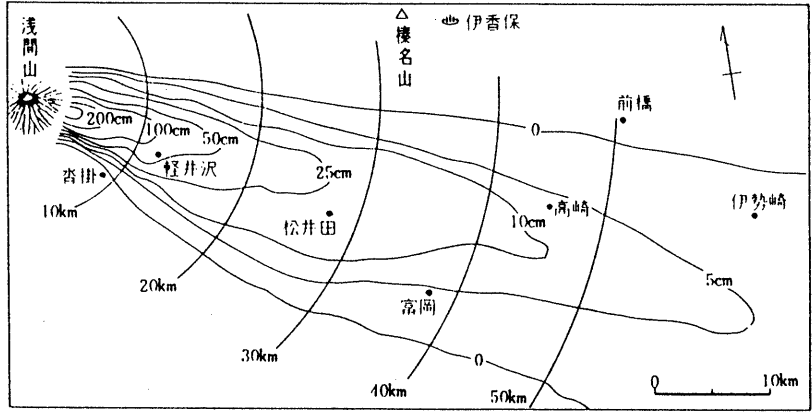


図 2 - 4 - 2 天明噴火時の火山灰、軽石の分布と層厚。

(1934~41年の測定値。大石(1986)が、水上作成の図に手を加えた。)

## 2. 5 近年の活動

### 2. 5. 1 噴火活動

天明の噴火以降も、活動の盛衰はあるものの、数年～十数年ごとに噴火を繰り返している。

気象庁および東京大学地震研究所では、図2-5-1のように浅間山周辺に複数の観測点を設け、火山観測を行っている。気象庁軽井沢測候所では、噴火地震の振幅、火山噴出物の散布範囲、空振等による被害の有無から、噴火の規模を大・中・小・微噴火に分類している。この分類をもとにした月別噴火回数記録の1870年から1990年までのものを気象庁（1992）がまとめたので、図2-5-2に示した。

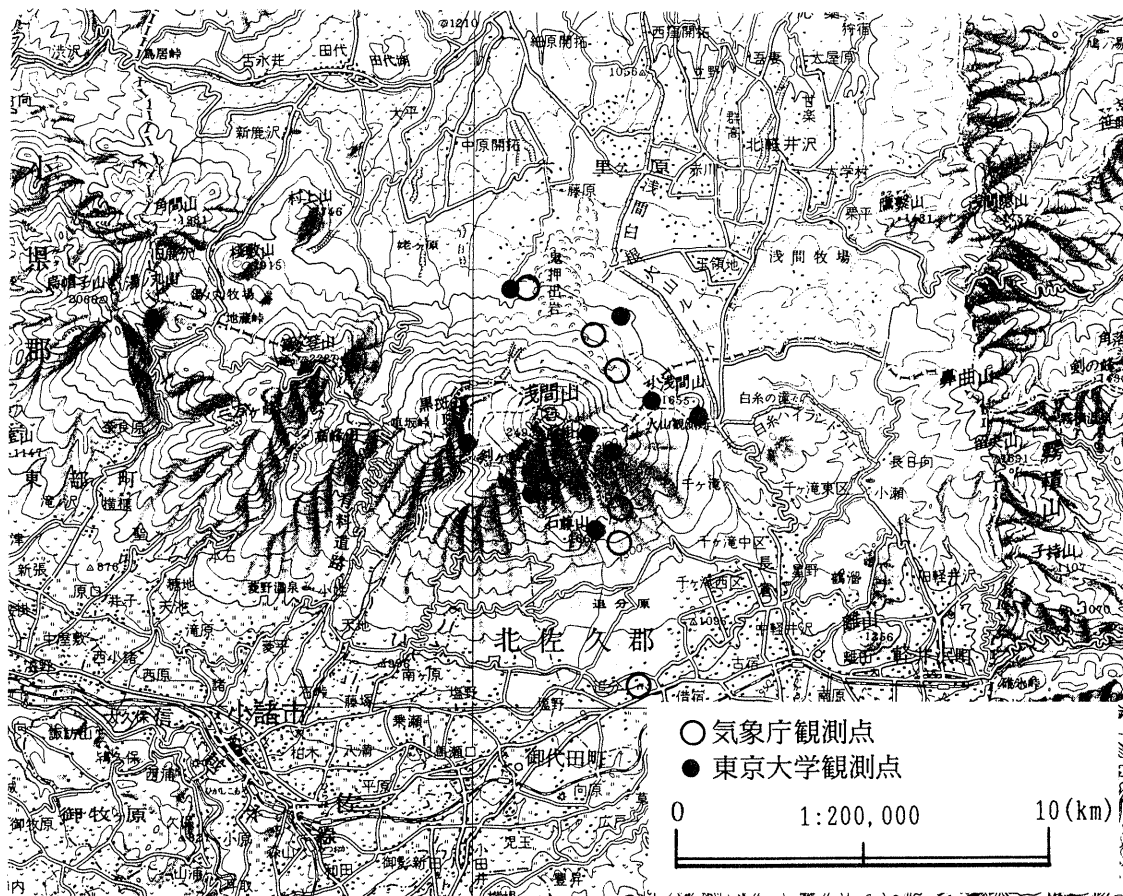


図2-5-1 浅間山観測点位置図

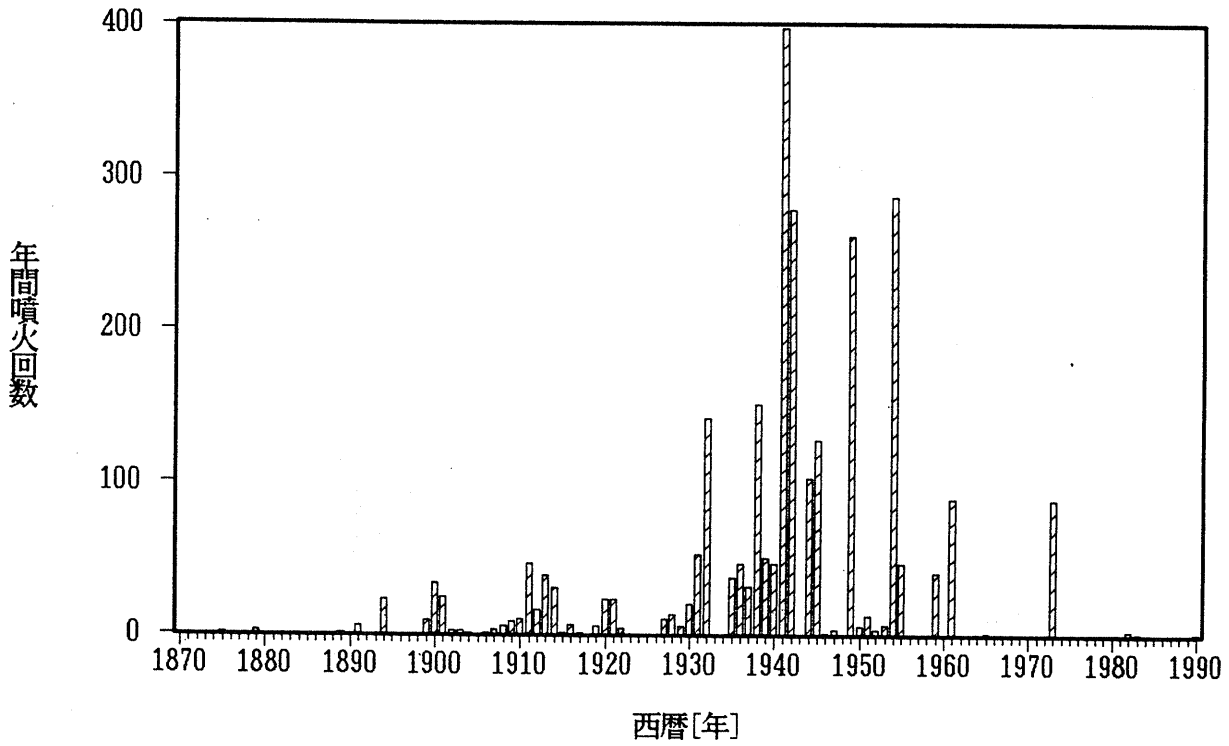


図 2 - 5 - 2 浅間山月別噴火回数 (気象庁、1992より作成)

また、気象庁 (1992) は1966~1990年の月別最大噴煙高度を図 2 - 5 - 3 のように発表している。

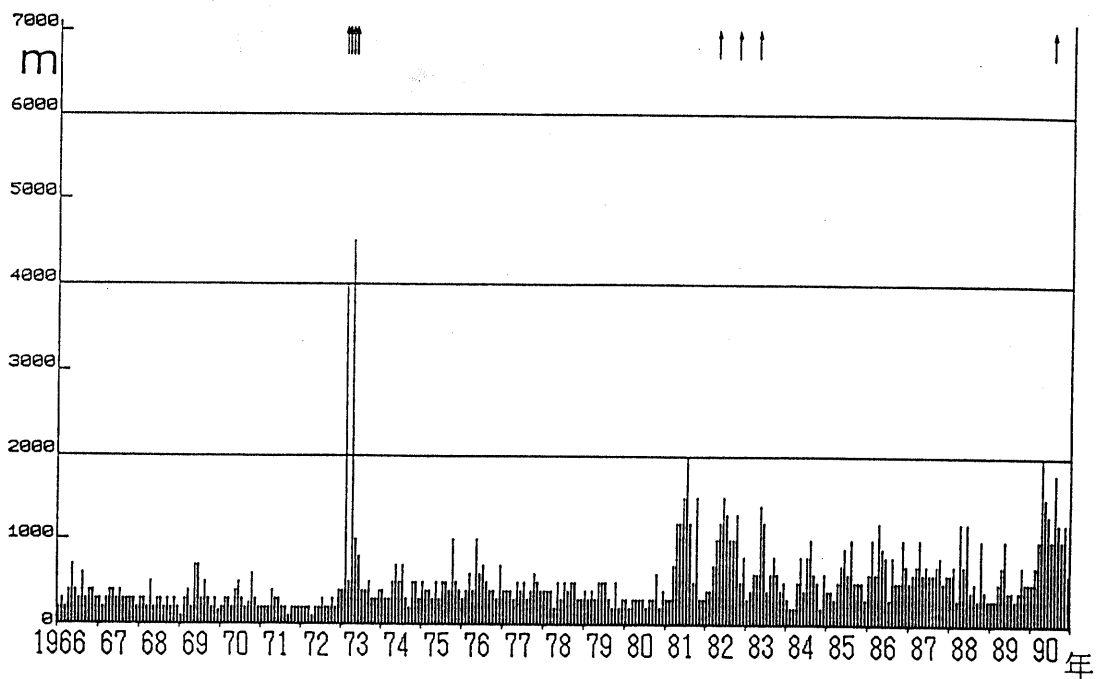


図 2 - 5 - 3 浅間山月別最大噴煙高度 (↑は噴火、気象庁(1992)より)



## 2. 5. 2 地震活動

浅間山では、噴火の前兆現象として火口直下に浅い地震（B型火山性地震）が頻発することがある（図2-5-4）。Minakami(1974)によって、B型地震の発生頻度から噴火の確率を求める経験則も導かれた（図2-5-5）。

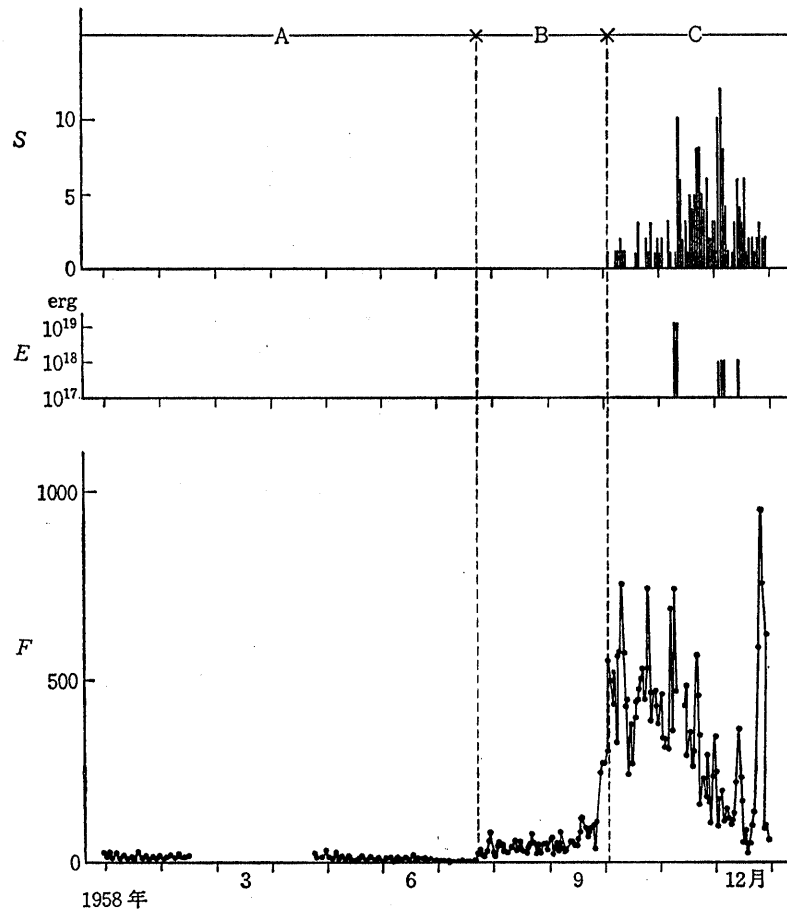


図2-5-4 浅間山の1958年10~12月の噴火に関係したB型地震の日別頻度(F)。A：静穏期、B：噴火準備期、C：噴火活動期、S：噴火の日別回数、E：噴火の運動エネルギー（横山，1979より）。

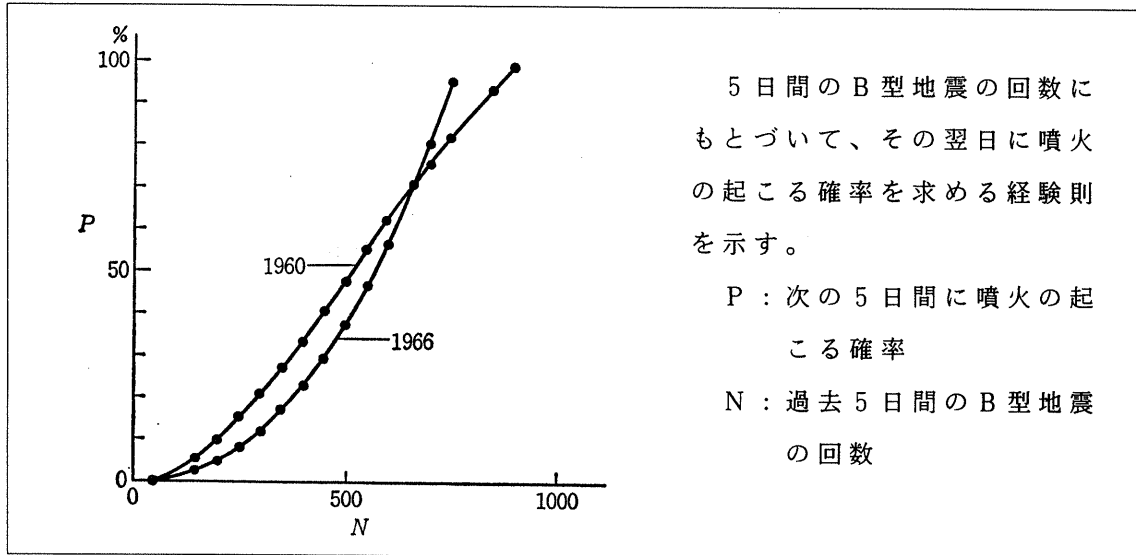


図 2 - 5 - 5 浅間山のB型地震の回数から噴火確率を求める経験則  
 (～1960年及び～1966年のデータによる) (横山, 1979より転載)

月別の地震回数(1970年～1992年)、震源分布(1989年4月～1990年4月)について、気象庁(1992)は、図2-5-6、図2-5-7のようにまとめている。

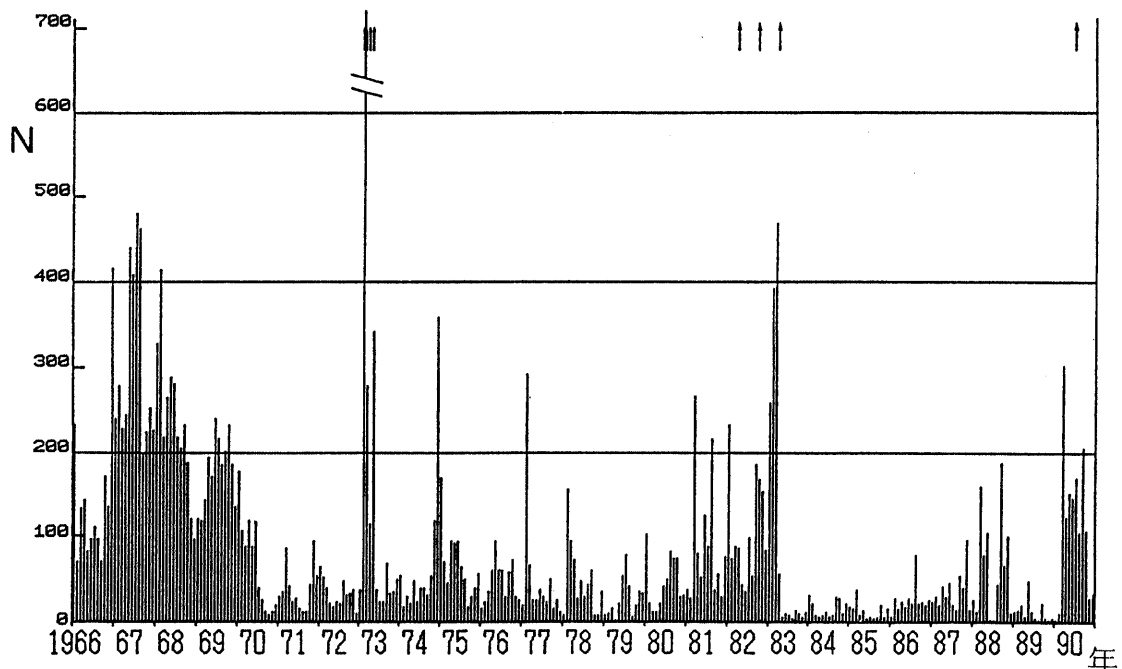


図 2 - 5 - 6 浅間山月別地震回数(↑は噴火)(気象庁, 1992による)

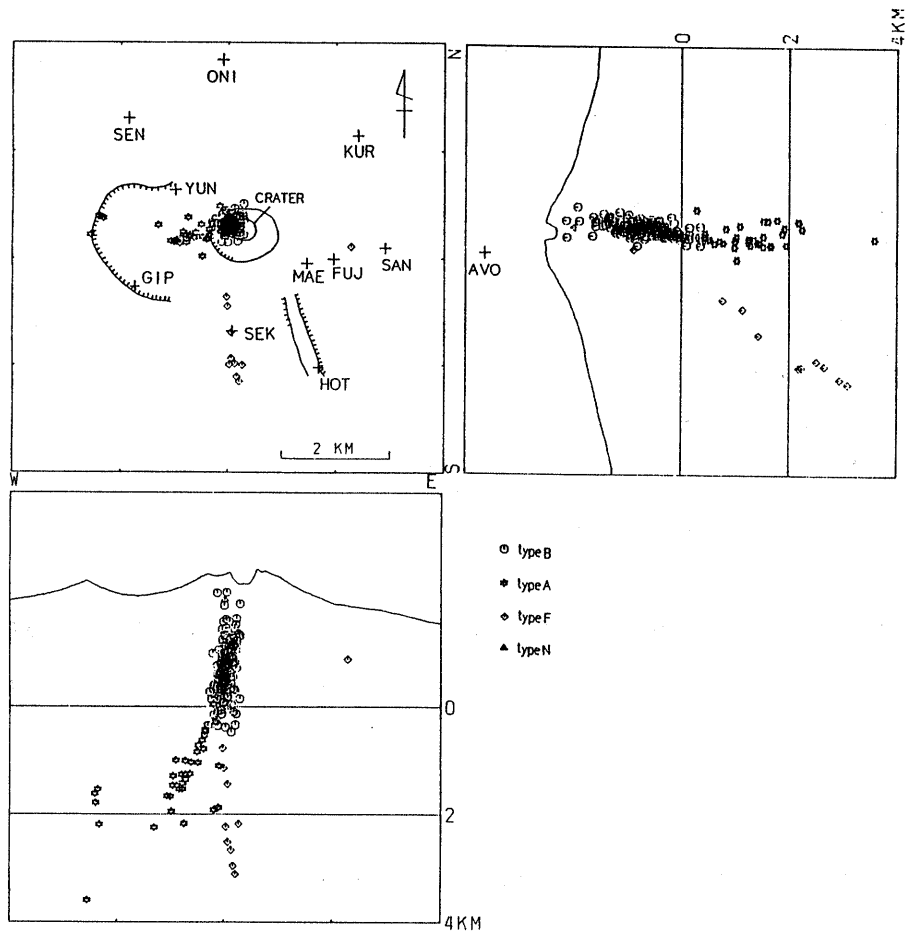


図 2 - 5 - 7 浅間山に発生した地震の震源 (気象庁, 1992より)  
 (1989年 8 月~1990年 4 月, 東京大学観測)

### 2. 5. 3 災害史

天明3年の噴火後で、災害を起こした浅間山の噴火は表2-5-1のようにまとめられる。最も多い災害要因は、空振による戸障子・ガラスの破損であり、降灰等による農作物被害、噴石による家屋の破損・死傷者の発生、火石による山火事等も発生している。このうち、主な噴火による災害についてまとめ、火山災害履歴図を作成した。

表2-5-1 浅間山噴火災害年表（天明噴火後）

災 害 年 月 日	被 害 状 況		
	死 者	負 傷 者	そ の 他 の 被 害
1803(享和3).11.7			分去茶屋倒壊(噴石)
1889(明治22).12			山火事(噴石)
1909(明治42).12.7			山麓で家屋、ガラス被害(空振)
1911(明治44).5.8	1	2	家屋被害(空振)
8.15	多数		
1913(大正2).5.29	1	1	
1920(大正9).12.14			峯の茶屋焼失(噴石)
12.22			山火事200Ha以上
1921(大正10).6.4			山麓で戸障子破損(空振)
1922(大正11).1.14			山麓で戸障子破損(空振)
1928(昭和3).2.23			山麓で戸障子破損(空振)
			屋根破損多数(噴石)
1929(昭和4).9.18			山林焼失、農作物被害
			山麓で戸障子破損(空振)
1930(昭和5).8.20	6		(死者は火口付近のみ)
1931(昭和6).8.20	3		
12.8			山麓で窓ガラス破損(空振)
1935(昭和10).4.20			山麓で戸障子はずれ、 窓ガラス破損(空振)
5			山林(山火事等)
7~11			農作物被害
1936(昭和11).7.29	1		
10.17	1		
1937(昭和12).3.18			山麓で戸障子被害(空振)
1938(昭和13).5.21			山麓で窓ガラス被害(空振)
7.26	若干名		農作物被害
9.20			山麓でガラス破損(空振)
1941(昭和16).4.1			山麓でガラス破損(空振)
7.13	1	2	
1947(昭和22).8.14	11		山林(山火事等)
1949(昭和24).8.15		4	
1950(昭和25).9.23	1	6	山麓でガラス破損(空振)
1958(昭和33).11.10			山麓でガラス、戸障子の破損 (空振)
1959(昭和34).4.14			山林(山火事等)
1961(昭和36).8.18	(1)		耕地、牧草に被害
1973(昭和48).2.1			山麓でガラス戸破損(空振)
1982(昭和57).4.26			農作物被害
1983(昭和58).4.8			山腹(南斜面)で山火事

死者欄( )内は行方不明者。

### 3. 浅間山周辺の地形・地質

浅間山周辺の地形及び地質を既存文献、空中写真判読、地形図（2万5千分の1）の読図及び補足的な現地調査によって、火山地形・火山地質図を作成した。また、調査地域の等高線をメッシュで読み取りデジタル化し、傾斜区分図を作成した。なお、群馬大学教育学部の早川由紀夫助教授には、現地調査及び地質図の作成にあたってご指導をいただいた。図面及び報文作成に当たっては、主に荒牧(1962)、荒牧(1968)、早田(1991)、早川(1992)を参考にした。

#### 3. 1 地形

浅間火山は第四紀に活動を始め、現在もなお活発に活動を続けている活火山である。初期の活動によって形成された黒斑山は、開析が進んでいるが、現在活動を続けている前掛山は美しい円錐形を形作っている。

##### 3. 1. 1 火山地形分類

火山は一般に噴出物の堆積による凸地形（正の地形）と、破壊によって生ずる凹地形（負の地形）で構成される。前者は溶岩流や溶岩円頂丘などで、地形とそれを構成するマグマの性質とは深い関係がある。後者は火口やカルデラなどである。また、浸食作用による火山体の解体も進行し、火山活動による成長、破壊が相まって複雑な火山地形となってくる。

浅間山は成長、破壊を繰り返して形成された複成火山であり、より複雑な火山地形となっている。

##### (1) 浅間火山山頂から山腹の地形

浅間火山の西端に位置する黒斑山は、浅間火山の中では最も古く活動した火山であり、その標高は3,000mに達したと推定されている。黒斑山の東斜面には馬蹄形のカルデラが認められるが、これは2万年前の火山活動による大崩壊によって形成された。

前掛山の東南東、標高2,400m付近に、周辺の等高線を乱すピークがある

が、この地域には仏岩溶岩を噴出した仏岩火山が新しい堆積物に覆われて分布していると予想される。また、離山、小浅間山は同時期に活動した溶岩円頂丘である。他に、前掛山南斜面にある石尊山も溶岩円頂丘であるが、活動の時代は不明である。

浅間山は頂上に直径約1 kmのカルデラがあり、最高点は2,568mで、その内側に釜山がある。カルデラは北側に開いており、1973年の火砕流もここから流下した。鬼押出し園周辺の地形遷緩点より下には、比高40mに及ぶ崖を伴う谷が分布している。この谷は鎌原火砕流によって形成されたもので、谷の両側には二次的に発生した岩なだれ堆積物による堤防が分布する。

## (2) 浅間山山麓の地形

浅間山の山麓は、なだらかな地形が広がっている。これらの地形は、大部分が1.36万年前に噴出した軽石流が堆積した軽石流台地、および1108年の追分火砕流、1783年の吾妻火砕流などによる火砕流堆積地である。また、南軽井沢一帯の平坦面は、岩屑なだれによる流路の堰き止めによって生じた湖や湿地の堆積物によって形成された。

南軽井沢周辺や応桑には、黒斑山崩壊によってもたらされた、岩屑なだれの堆積物によってできた流れ山が分布している。

軽石流台地には幅の広い谷が発達し、比高が数十mに及ぶ崖を形成している。新しく堆積した追分火砕流や吾妻火砕流の末端部は、このような谷地形に規制され、谷を選んで侵入している。

## (3) 溶岩地形

浅間山の山腹や山麓では、過去に流下した溶岩の地形が残っている所が多い。溶岩流地形が分布する地域は、過去の噴火によって溶岩が到達した範囲を示すものである。

黒斑山の北斜面、中原開拓の南東側や姥原には、孀恋降下軽石に覆われた溶岩地形が見られる。溶岩流の流れ方から、黒斑山から噴出した溶岩流と推定される。

前掛山の南東部、大窪沢周辺には、厚みのある溶岩流の地形が残っている。これらの溶岩流は、仏岩火山から噴出した溶岩流と想定される。

前掛山の北側斜面には舞台溶岩（1108年）、鬼押し溶岩（1783年）などの溶岩が分布している。鬼押し溶岩のように新しい溶岩は、溶岩堤防、溶岩じわ等の地形が明瞭である。

#### （4）浅間山周辺の地形

浅間山の東部及び南部には、新第三紀、第四紀更新世の火山岩類や堆積岩類が形成する開析の進んだ山地が分布する。

このうち、浅間山東側にあたる高度山等は浅間山火山による新しい噴出物に覆われており、古い地形は残っていない。

一方、浅間山の西部及び北部には、第四紀の火山岩類が分布している。これらを噴出した火山は活動を停止しており、山体の開析が進んでいる。

### 3. 1. 2 傾斜区分

火山地域における斜面の傾斜は、開発の難易度、斜面崩壊の起こり易さ、土壌の発達等に重要な要素である。また、傾斜はその場に堆積している物質の性質をも表している（例えば軽石流台地）。これまでの傾斜区分では人の目で等高線の間隔を読み取る事によって作成して来たが、ここでは、以下に示す方法によってコンピュータを用いた機械的作成法によった。

#### （1）データ

傾斜は、国土地理院発行の縮尺25,000分の1地形図を基に、現地地形を100mメッシュに区分して数値化したものを、地形データとして用いた。

#### （2）傾斜の求め方

点 $(x_i, y_i)$ のまわりにできる、次の左の各3点を頂点とする三角形の、傾斜方向、傾斜角度を求める。すなわち、各点のまわりに4方向について傾斜角が求められる。





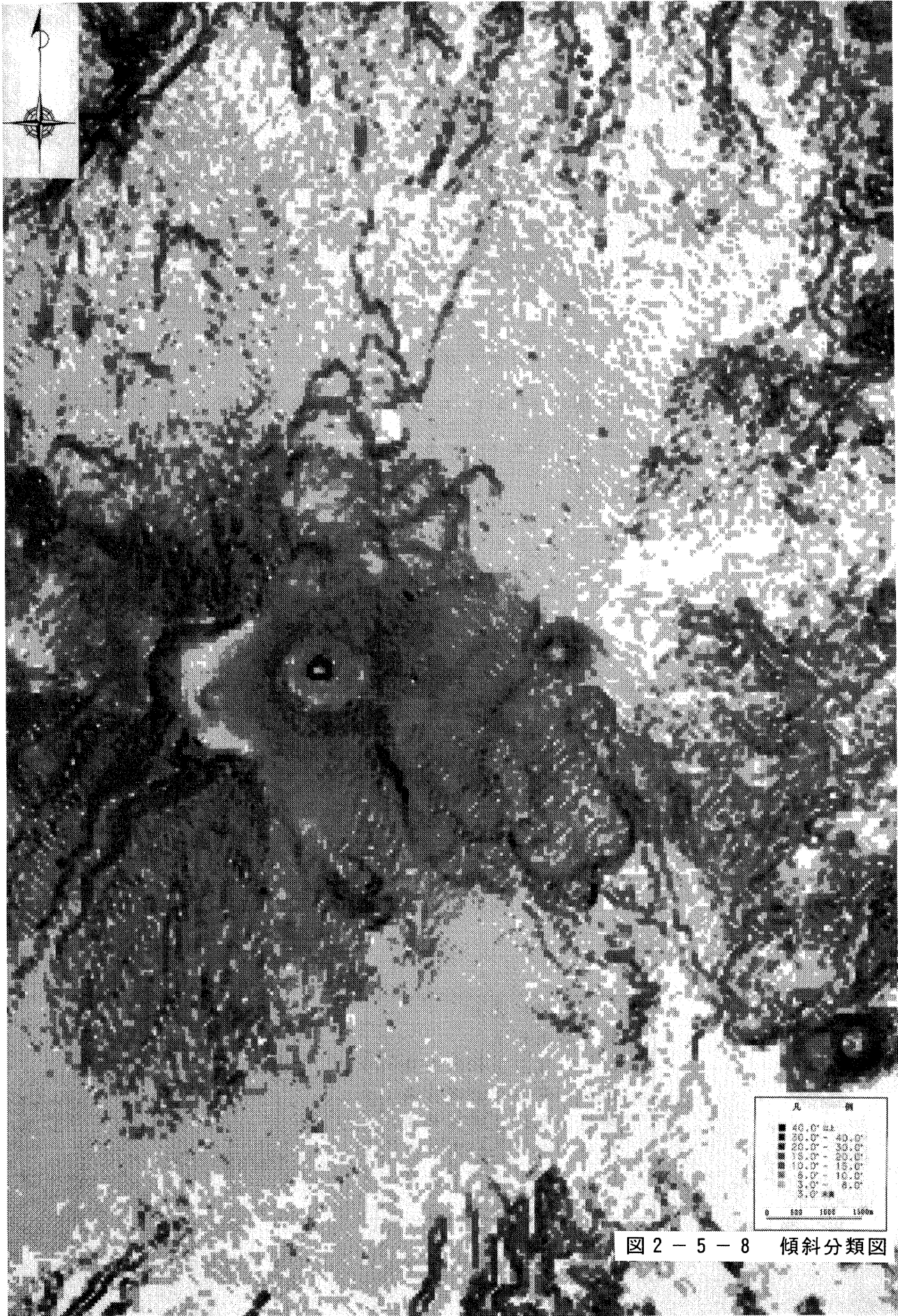


图 2 - 5 - 8 傾斜分類図

## 3. 2 地質

### 3. 2. 1 地質概説

浅間山地域は、東日本火山帯の火山フロントが本州中部で折れ曲がる地点に位置し、浅間山は火山フロント上の火山としては、日本海溝から最も遠い位置の火山である(図3-2-1)。また、本地域は新第三紀より火山活動が活発な地域であり、新第三紀から第四紀にかけての火山岩が広く分布している。

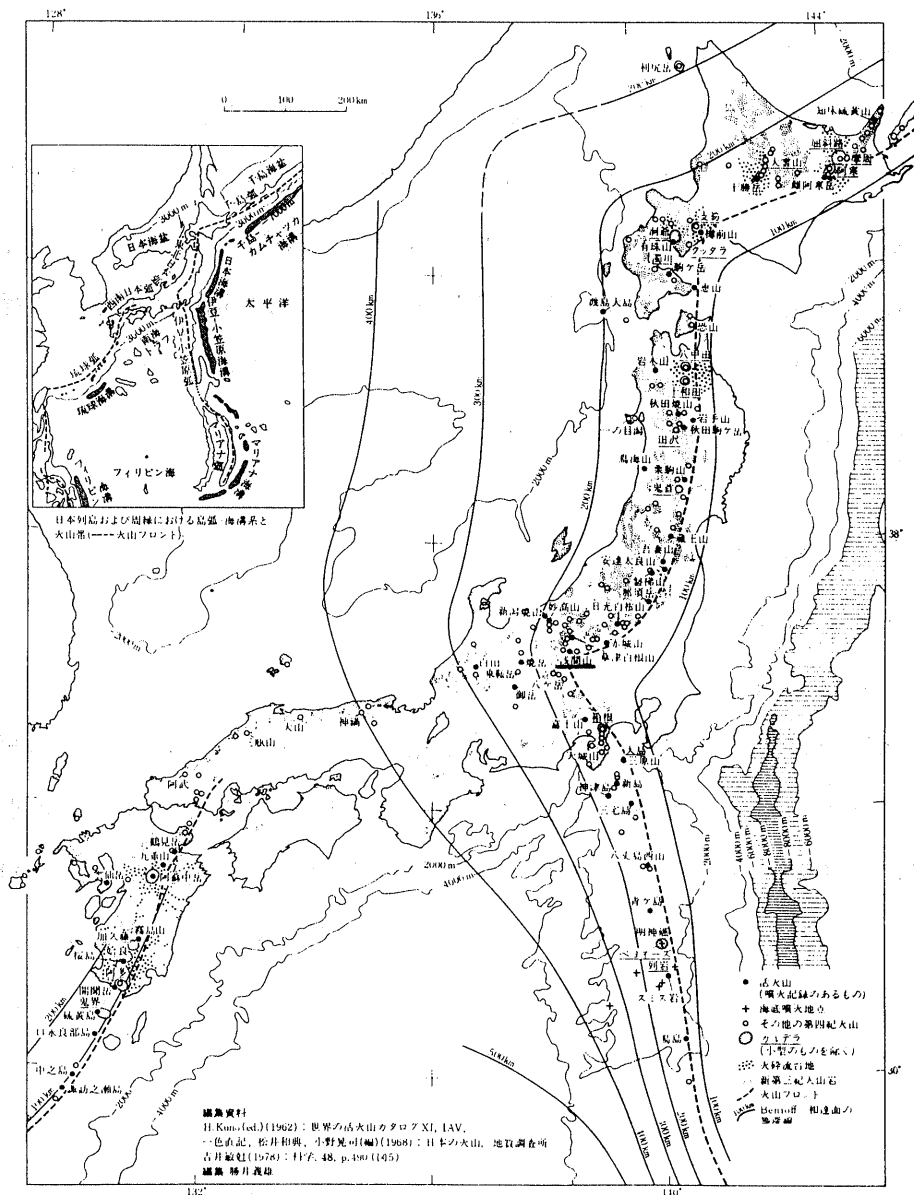


図3-2-1 日本の火山分布 (岩波講座 地球科学7「火山」)

浅間火山の基盤は、調査地域の東部に分布する新第三紀の堆積岩、火山岩類と推定されている。火山岩類は、堆積構造から水中で噴出したと推定され、一部で熱水変質を受けている。また、上部層の中には陸上で堆積したものもある。

浅間山東方には1 Ma (OZIMA et al., 1968)の鼻曲火山などの成層火山群が、霧積層群上に分布する。さらに、浅間山牧場安山岩類、高度山安山岩類、西千ヶ滝安山岩類が分布している。北西から北には更新世に活動した四阿火山や現在も活動を続けている草津白根火山が分布している。西方には、高峯～籠ノ登連峰からなる更新世の烏帽子火山群があり、浅間火山を含めて、東西方向に連なる烏帽子・浅間火山群を形成している。

浅間火山の火山活動は大きく4期のステージに分けられている。第一期は浅間火山の最も西に位置する黒斑火山の活動期で、標高約2800mの成層火山を形成していた。第二期は仏岩期と呼ばれ、離山や小浅間山などの溶岩円頂丘や仏岩溶岩流を噴出した。第三期は軽石流期と呼ばれ、浅間山の北麓、南麓に大規模な軽石流を噴出し軽石流台地を形成した。第四期は前掛山の火口から火砕流と溶岩の噴出を繰り返している現在の活動期である。

### 3. 2. 2 地質各論

#### (1) 第三紀基盤岩類

##### 1) 霧積層群

本層は浅間山東部の碓氷川、霧積川に広く分布しており、堆積岩及び火山岩類からなる。本層の下位では、一部で砂質泥岩等が発達するが、火砕岩の分布域を多く持つ。中部・上部は安山岩質（一部デイサイト質）の凝灰岩・凝灰角礫岩・溶岩流からなる。火砕岩の構造からは、中部より下位の層準が水中で噴出・堆積したと推定される。また、中部・下部は著しい熱水変質作用を受けている。

調査地域では、中軽井沢北部の湯川沿いで露頭が見られ、輝石安山岩質の厚い溶岩流と火砕岩からなる。調査地域は、霧積層群の最上部層に相当すると考えられている。

## 2) 志賀溶結凝灰岩

本層は泥川南部の軽井沢茂沢から南佐久郡大日向の範囲に分布する複輝石安山岩質の溶結凝灰岩である。

調査地域では南軽井沢の山地を形成している。

## (2) 第四紀基盤岩類

### 1) 浅間牧場安山岩類

浅間牧場を流れる空色川や小矢沢沿いに露出している火山岩類で、大部分は普通輝石・しそ輝石安山岩又はデイサイト質の凝灰角礫岩からなる。浅間牧場が位置する平坦な台地を形成しており、噴出の中心は白糸の滝の北方と推定される(図3-2-2(1))。また、白糸の滝北部には一部で弱溶結した中間型火砕流堆積物(白糸の滝火砕流)が分布している。

### 2) 高度山安山岩類

湯川沿い、千ヶ滝の谷に露出する火山岩類で、主として普通輝石・しそ輝石安山岩質の凝灰角礫岩と溶岩流の互層からなる。白糸の滝の南部に広がる平坦地を形成しており、噴出の中心は高度山(1402.2m三角点)付近と推定される(図3-2-2(1))。

### 3) 千ヶ滝安山岩類

西千ヶ滝の台地に露出する火山岩類で、浅間牧場・高度山安山岩類と類似した特徴を持っている。なお、この安山岩類の構造は不明である。

### 4) 烏帽子火山の噴出物

浅間山西部の複合成層火山で、輝石安山岩とデイサイトが交互に噴出して形成された(伊藤, 1977)。火口の位置は古いものから新しいものへ、西から東に移動した。

調査地域西部の車坂峠付近には、烏帽子火山の中で最も新しい籠ノ登・高峯等の山体を形成する普通輝石・しそ輝石安山岩質の溶岩流と火砕物の互層が分布している。この山体の東斜面は、黒斑火山の直接の基盤となっている。

### 5) 四阿火山の噴出物

浅間山北西に位置する複合成層火山で、活動は2期に分けられている(山岸, 1988)。噴出物は主に複輝石安山岩からなり、第1期の活動は主に溶岩の流出である。

調査地域の四阿火山の噴出物は、吾妻川の北、田代湖周辺に分布している。これらの噴出物は第1期に活動した茨木溶岩で溶岩流と火砕岩の互層からなっている。

### 6) 三原層

本層は調査地域北西部の吾妻川右岸及び大沢川沿いに露出しており、河床礫、砂、粘土層、泥流堆積物等の複雑な互層からなり、厚さは最大で50mに達する。これらは烏帽子火山と草津白根火山の噴出物の間に生じた東西に長い低地に堆積した河川堆積物・湖底堆積物である。

## (3) 浅間火山

### 1) 黒斑山期

黒斑山は浅間火山の西端に位置し、浅間火山の中で最も古い火山体である。中心が1つの山頂火口で比較的単純な構造を持った成層火山である。噴出物の岩相及び構造から牙(ぎっぱ)、三ツ尾根、仙人の3つのグループに分類されている(荒牧, 1968)。

黒斑山を接峰面図から復元すると、現在の湯の平火口底中央に黒斑山の中央火口が存在したと予想される。

2万年前には黒斑山東斜面で山体崩壊を起こし、これによって発生した岩なだれによって、浅間山北麓の応桑、南東の塩沢から南部の塚原に流山を形成した。崩壊の規模は、1988年の磐梯山の東斜面で発生した崩壊とほぼ同様で、現在黒斑山の馬蹄形はこの時に形成された。

#### ① 黒斑山下部層(牙(ぎっぱ)グループ)

黒斑成層火山の成長の初期の噴出物で、火砕物と薄い溶岩流からなる。3つのグループの中では最も噴出量が多く、岩相変化が少ない。溶岩は主に複輝石安山岩から成る。湯の平火口壁の下部や蛇堀川上流、車坂峠

東方で確認することができる。

#### ② 黒斑山中部層（三ツ尾根グループ）

牙グループの上位に目立った不整合を伴わずに乗り、現在の山腹表面を広く覆う。溶岩流と非固結の火砕物の互層から成り、溶岩流の厚さは大きく変化する。岩相はかんらん石・普通輝石・しそ輝石安山岩であり、かんらん石斑晶を多く含むのが特徴である。

#### ③ 黒斑山上部層（仙人グループ）

黒斑山最上部のグループで、三ツ尾根グループとは著しい不整合で接している。仙人グループは主に溶岩流からなり、現在の分布は仙人岩の北方斜面に限られている。仙人グループの溶岩流は牙・三ツ尾根両グループより珪長質鉱物が多く、粘性が高かったと予想される。

#### ④ 塩沢岩屑なだれ・応桑岩なだれ堆積物

黒斑山東の馬蹄形の原因となった山体崩壊による崩壊物質で、浅間山の北東部（応桑）、南東部（塩沢）、南西部（塚原；調査範囲外）に分布する（図3-2-2(2)）。これらの地域には流山が多数存在し、流山を構成する物質は安山岩質の溶岩や火砕物等の礫（30mに達するものもある）からなる。これらの礫は、黒斑山を構成する火山岩類と岩相がよく似た特徴を示しており、黒斑山の山体を形成していたものと予想される。

#### ⑤ 湖底堆積物

本層は、南軽井沢一帯に広く分布する砂～シルト層である。湖底堆積物は地域によって異なり、南軽井沢の盆地に小さな水域が幾つか重なっていたものと予想される。塩沢地区の泥川沿いの低い河崖では、雲場軽石（3.2.3章 参照）堆積物の上位に薄いシルト層と下位層から流出し再堆積したとみられる軽石質砂層が重なり、さらに上位には軽石を挟む厚い泥炭層が分布する。一方、南東部（範囲外）で行った打込み試験から、雲場軽石の下部は植物片の多い砂～シルトからなる湖成層であり、上部は湿原性の泥炭層が確認された。なお、下部層準で採集された樹幹の<sup>14</sup>C年代測定値は約21,000年であった（宇野沢・坂本, 1972）。

これらの地層は、雲場軽石堆積以前、およそ20,000年以上前には既に堆積を始めていることから、黒斑山の崩壊によって発生した岩屑なだれの堆積物が河道を閉塞し、湖を形成したものと予想される。雲場軽石流の堆積後に沼沢地～湿原化し、泥炭層の堆積は現在まで続いている。

## 2) 石尊山溶岩円頂丘

前掛山の南側中腹に位置する溶岩円頂丘であるが、生成の年代等は不明である。気泡に富んだ珪長質の安山岩であり、斑晶は斜長石・しそ輝石・普通輝石・不透明鉱物が主である。石基には多量の鱗珪石と石英がみられる。

## 3) 仏岩期

仏岩期の噴出物は前掛山の噴出物に覆われているためよく判っていないが、千ヶ滝奥の崖や弥陀城岩、大窪沢で、デイサイト質の厚い溶岩流が見られる。これまでの火山活動をおこしたマグマよりも珪長質で粘性に富んでおり、主として溶岩の流出を伴う。また、小浅間山溶岩円頂丘や離山溶岩円頂丘等の溶岩円頂丘を形成したのもこの時期である。

接峰面図から現在の前掛山の南東斜面、標高2,300m付近に山頂を持った火山体を形成していたと予想される(図3-2-2(3))。

### ① 離山溶岩円頂丘

浅間山の南東、国道18号の北に位置し、黒雲母・普通輝石・角閃石・しそ輝石デイサイトからなる。円頂丘の東側、西側に厚く短い溶岩流が分布している。およそ1.95万年前の活動で(早川,未公表)、離山の南方に雲場軽石と呼ばれる降下火砕物は同時期の噴出物と推定される。

### ② 小浅間山溶岩円頂丘

浅間山東斜面に位置し、普通輝石・ホルンブレンドデイサイトからなる。およそ1.8万年前(早川,1992)の活動で、小浅間山の東方の白糸の滝軽石と呼ばれる降下火砕物は同時期の噴出物と推定される。

### ③ 仏岩溶岩流

仏岩溶岩流は、新しい噴出物に覆われているため、千ヶ滝、弥陀城岩、

大窪沢等、限られた地域で観察できるのみであるが、現在の前掛山南東部に広く分布して火山体を形成し、厚い溶岩流を流していたと予想される。

前掛山南側の中腹にある断層崖（弥陀城岩）では、厚い溶岩流の断面が露出しており、巨大な柱状節理と流理構造が顕著である。

仏岩溶岩は斑晶としてホルンブレンドと強磁性チタン鉄鉱を含むことが特徴である。また、石基は部分的に変化が著しく、普通輝石・しそ輝石・不透明鉱物の他、アルカリ長石や鱗珪石、石英などがみられる。

#### 4) 軽石流期

仏岩期の活動の後、ほとんど休止期間をおかずに軽石流や火砕流の流下が頻繁に発生した（図3-2-2(4)）。1.68万年前には大窪沢軽石1(0kP-1)を、1.54万年前には大窪沢軽石2(0kP-2)を伴う火砕流が発生している。また、1.36万年前には、噴出総量が4～5 km<sup>3</sup>に達する大規模な軽石流が発生し、南北の山麓を厚く覆っている。

##### ① 軽石流堆積物

軽石流堆積物は、北側は吾妻川、南側は千曲川にまで達し台地を形成している。一方、東側は仏岩火山が障壁となったため、軽石流は狭い範囲にしか到達していない。現在、軽石流台地には深い谷が掘られているので浸食崖や土取り場で堆積物の断面を観察することができる。

堆積物にはパイプ構造や軽石塊の濃集レンズ(pumice concentration zone)が発達しておりこの軽石流がガス流動化をしたことを示している。また、軽石流堆積物の最上部には、火山泥流によって堆積したと思われる層が観察される（早川, 1992）。軽石流堆積物の分布状況から軽石流の噴出点は現在の前掛山の山頂付近と考えられる。

なお、荒巻は(1968)軽石流を孀恋降下軽石の下位の第1軽石流と上位の第2軽石流の2枚に分類しているが、第1軽石流と第2軽石流を分ける根拠が乏しいという、早川(1992)の分類に従って軽石流とした。



## ② 孀恋降下軽石

粗粒な降下軽石層で浅間山の北東に広く分布する。本層は前述の軽石流の直上に堆積しており、応桑地域では軽石流の熱によって、接触部が酸化している箇所も確認された(図3-2-3)。

## 5) 前掛期

およそ1万年前頃から現在の山頂部付近から溶岩流と火砕流の繰り返しによって新しい成層火山が形成された。これらの活動は、浅間山山麓で見られる降下火砕物(テフラ)から確認される(図3-2-3)。

### ① 先史時代の噴出物

前掛山山頂付近に分布するが、より新しい噴出物に覆われているため、細分することはできない。安山岩質の溶岩や火砕物からなる。

### ② E(5,400年前)

噴出物の特定はできないが、一匡村の川沿いの崖で降下軽石を確認することができる(図3-2-3)。

### ③ D(4,500年前)

噴出物の特定はできないが、一匡村の川沿いの崖で降下軽石を確認することができる(図3-2-3)。

### ④ C(4世紀)の噴出物

この噴火によって小滝火砕流が前掛山の北東斜面に流れ下った。小滝火砕流の堆積物は、鬼押出し溶岩の東側の斜面と小滝沢の崖で確認することができ、マトリックスが赤褐色であることが特徴である。

### ⑤ B(天仁1108年)の噴出物

天仁の噴火による軽石やスコリアの等厚線は東方に主軸をもって分布する。また、活動の後期には火砕流・溶岩流が流下している。なお、噴火活動の状況は2.4章に詳しい。

#### a) 追分火砕流

中間型火砕流(荒牧,1957)に相当するもので、前掛山の北麓は吾妻川まで、南麓は追分宿までの合わせて80km<sup>2</sup>の地域に分布する。平均的

な厚さは8 m程度で、堆積物の大部分は、黒色スコリア質岩塊と非溶結の黒色火山灰からなる。

b) 舞台溶岩流

追分火砕流の噴出直後に山頂火口から流出し北西方向に分布する。舞台溶岩と呼ばれる溶岩は“上の舞台”と“下の舞台”の2枚確認されているが、天仁の噴火で流出した溶岩は上の舞台のみと見られている。

⑥ A(天明1783年)の噴出物

天明の噴火による火山灰や降下軽石の等厚線は北東方向に主軸をもって分布する。また、火砕流や溶岩流等の噴出物は前掛山北麓に分布している。それぞれの噴出物の特徴は以下のとおりである。なお、噴火活動の状況は2.4章に詳しい。

a) 吾妻火砕流

吾妻火砕流は前掛山から北東方向に水平距離で8 kmを流れ下った中間型火砕流(荒牧, 1957)で黒豆河原を形成した。堆積物はおよそ0.1 km<sup>3</sup>の体積を占める。

堆積物はスコリア質の本質岩塊と同質のマトリックスからなり、中央部で中程度に溶結している。本質岩塊の多くは急冷周縁部をもち、中心部は比較的多孔質であり、火砕流堆積時が高温であったことを示している。

b) 鎌原火砕流

鎌原火砕流は前掛山の北方に分布し、鬼押出園付近で40 mの厚さを持つが、ここで二次的な岩などの堆積物と本質岩塊に分けられる。

本質岩塊は、大きいもので直径30 mに達し、急冷周縁部を伴っており。軽井沢プリンスランド周辺で観察することができる。また、岩屑は火砕流が削り取った谷の両側に堤防状に分布している。

c) 鬼押し溶岩

活動の最終段階に噴出した溶岩で、火砕流が削り取った流路を埋めるように分布する。溶岩は安山岩質の塊状溶岩である。

### 3. 2. 3 浅間火山の形成史

浅間火山の形成史を地質図および周辺の降下火砕物の層序から再現し、層序及び主な活動を表3-2-1に、形成過程を図3-2-2に示した。また、浅間山周辺で観察された火山灰層序を柱状図として図3-2-3に示した。

表3-2-1 浅間山火山の降下火砕物と噴火史

年	事 象	降下火砕物
前掛期(普通輝石・しそ輝石安山岩)		
1783年(天明) A	鬼押出し溶岩流 鎌原火砕流 吾妻火砕流	A 軽石
1108年(天仁) B	舞台溶岩流(上の舞台) 追分火砕流	B スコリア
4世紀 C	小滝火砕流	C 軽石
4.5 ka(縄文中期) D		D 軽石
5.4 ka E	一匡邑軽石	E 軽石
軽石流期(普通輝石・しそ輝石デイサイト)		
13.6 ka		孀恋軽石(YPk)
	軽石流	Y P / 火山灰互層
15.4 ka		大窪沢軽石2(0kP-2)
16.8 ka		大窪沢軽石1(0kP-1)
仏岩期		
	仏岩溶岩流 (普通輝石・しそ輝石・ホルンブレンドデイサイト)	
18 ka	小浅間溶岩円頂丘 (普通輝石・しそ輝石・ホルンブレンドデイサイト)	白糸の滝軽石
19.5 ka	離山溶岩円頂丘 (黒雲母・ホルンブレンド・普通輝石・しそ輝石デイサイト)	雲場軽石
?	石尊山溶岩円頂丘(しそ輝石・普通輝石安山岩)	
黒斑期(普通輝石・しそ輝石安山岩)		
20 ka	黒斑山崩壊=岩なだれ	BPx
21 ka	室田軽石	BPy
22 ka		(始良 T n 火山灰)
基盤岩 第四紀火山岩類		
	高度山安山岩類	普通輝石・しそ輝石安山岩, デイサイト
	浅間牧場安山岩類	普通輝石・しそ輝石安山岩, デイサイト
新第三紀火山岩類		
	志賀溶結凝灰岩	角閃石デイサイト
	霧積層群	安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩、溶岩

### (1) 浅間火山活動以前

浅間火山の位置する地域は、新第三紀より火山活動が断続的に続いており、浅間山の北東部から南部には新第三紀の火山岩類（堆積岩を含む）が山地を形成している。また、北方には四阿火山や草津白根山などの第四紀の火山が、西部には浅間山に連なる烏帽子火山群が分布している（図3-2-2）。このうち草津白根山は、現在でも活発に活動を続けている。

### (2) 黒斑期

浅間火山周辺に堆積している火山灰層の観察からは、始良Tn火山灰（AT）より下の層準には、明瞭な噴火堆積物が確認できない。このことから、ATが降下したおよそ2.2万年前以前には、黒斑火山の活動が活発でなかったと予想される。

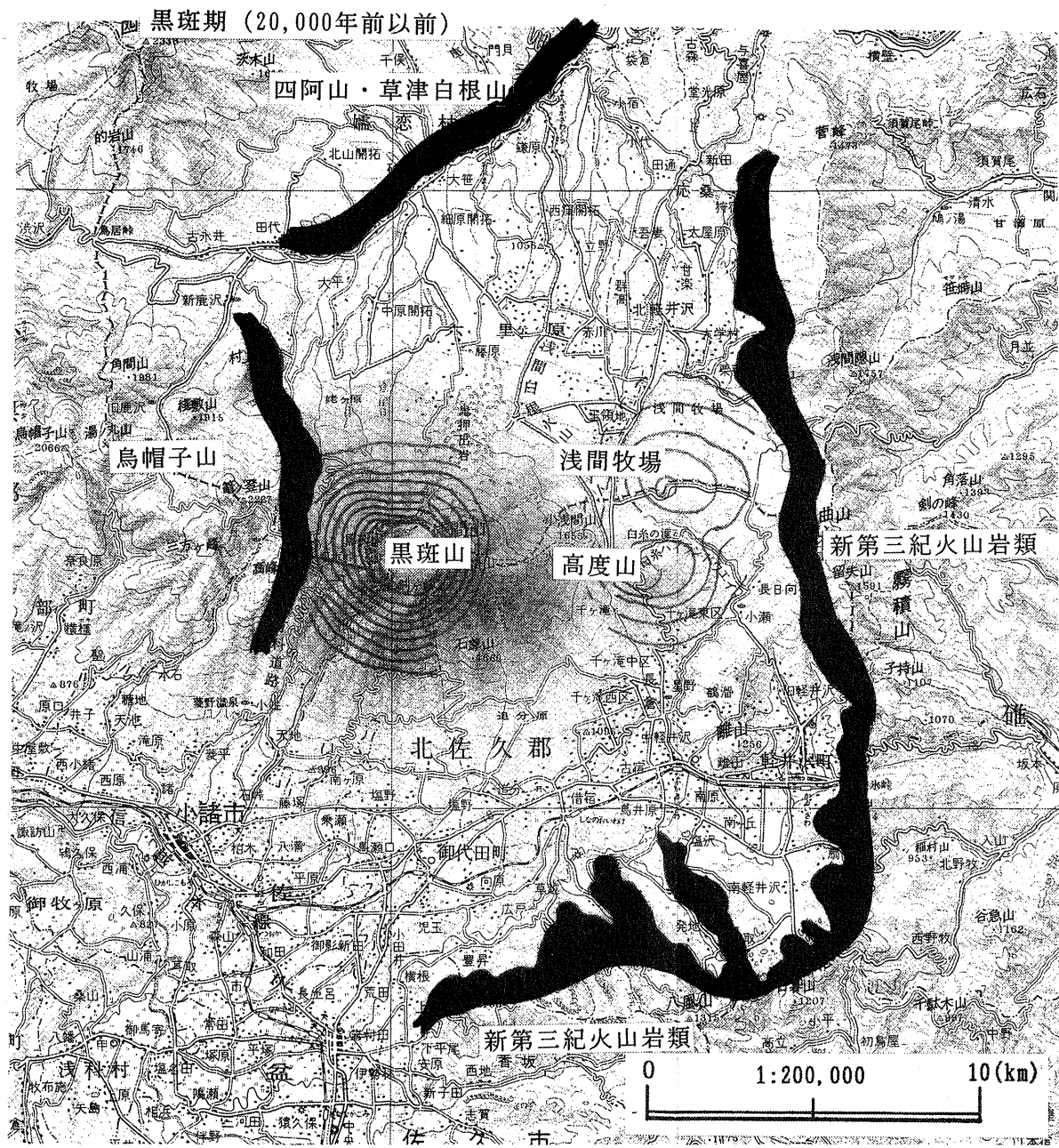
2.1万年前、軽石を放出する軽石噴火が発生し、室田軽石(BPy)を放出した。その後も活発に火山活動が続き、3,000mに及ぶ成層火山が形成された（図3-2-3(1)）。

2万年前には黒斑山の東側斜面で大規模な山体崩壊が発生し、崩落物は岩屑なだれとなって山腹を流下した。岩屑なだれは東方に向かって流下したが、高度山、浅間牧場などの高地に遮られ、北東部及び南東部南西部へと向きを変え、これらの地域に広範囲に岩屑を堆積させた（図3-2-2(2)）。応桑，塩沢，塚原で観察できる流れ山はこの時に形成されたもので、パッチワーク状の角礫岩が観察できる。また北東に流れた土砂は吾妻川まで流入し、大規模な泥流として下流域に達した。泥流の規模は大きく、浅間山から約50km離れた前橋一帯を湿地に変える程のものであった（早田,1991）。

山体崩壊後も火山活動は活発に続き、数10年から数100年のおきに軽石や火山灰を放出した。黒斑山の火山活動を示す褐色の軽石層（BPx）は、群馬県の松井田町でローム層の間に8枚確認されている（早田,1991）。

### (3) 仏岩期

活動の中心を黒斑山の東方に移し、より珪長質で粘性の高いマグマによる火山活動が発生した。1.95万年前には離山溶岩円頂丘が活動し、南方（南軽井沢）



黒斑期 (20,000年前以前)

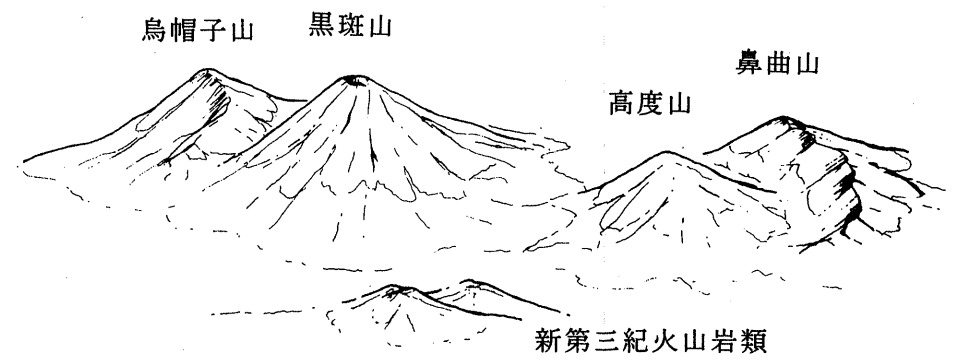
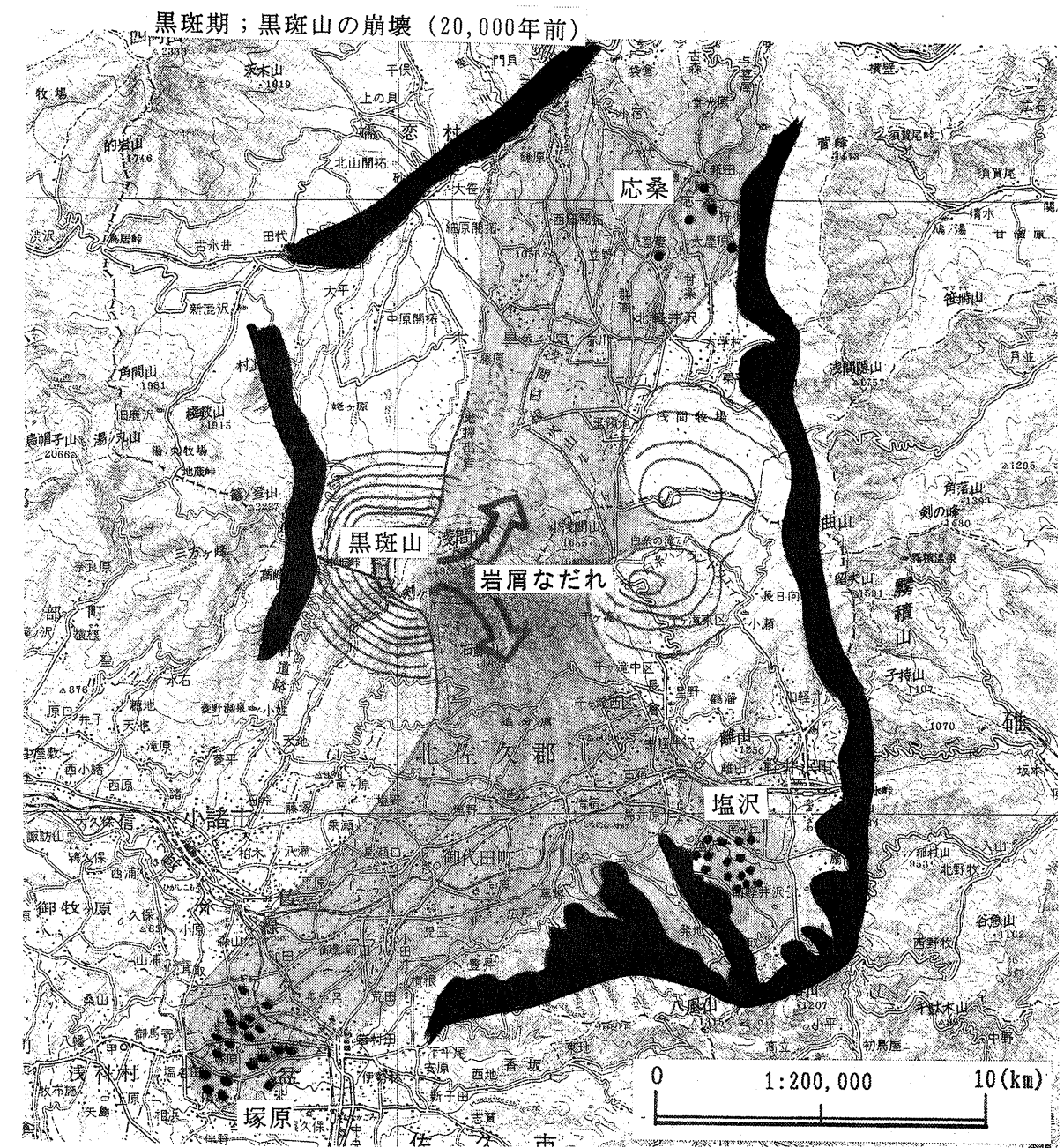


図3-2-2(1) 浅間火山の形成史

黒斑山の活動が盛んである。浅間山周辺の黒い太線は基盤岩の分布で、山地を形成している。これらの山地は火山噴出物の動態を規制するものである。



黒斑期；黒斑山の崩壊 (20,000年前)

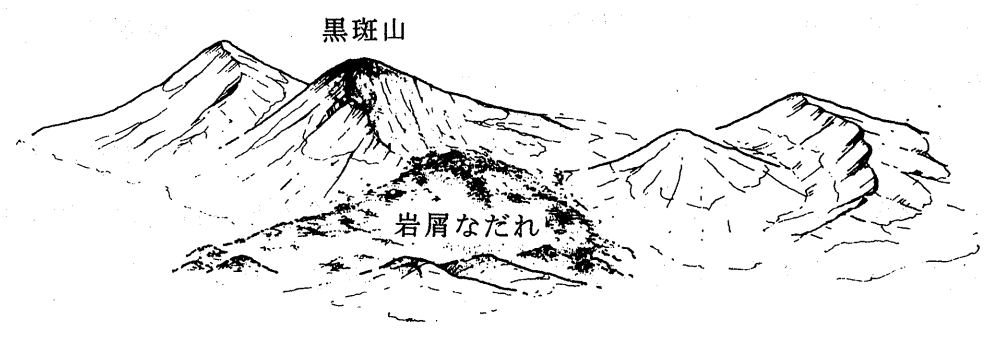
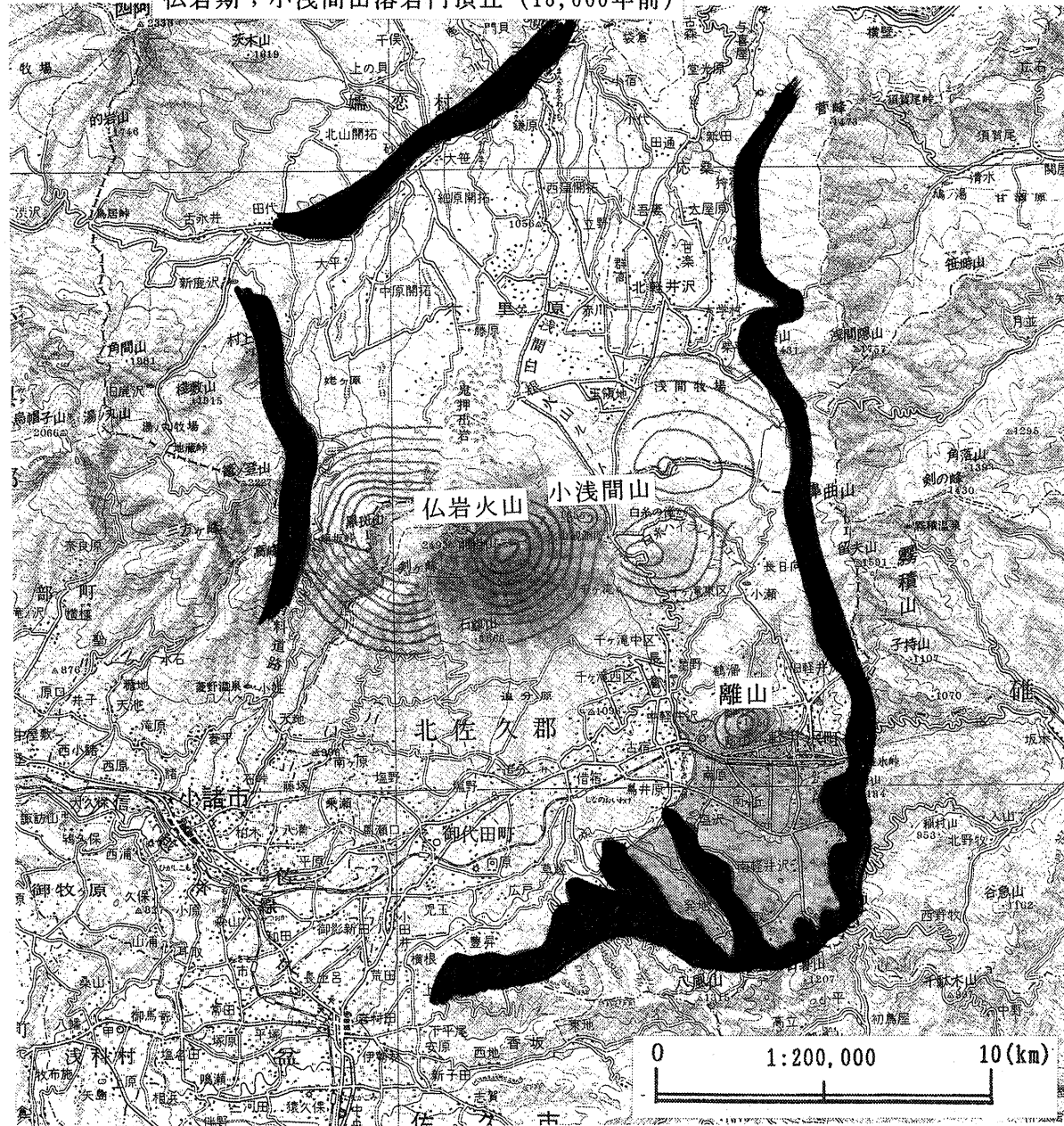


図3-2-2(2) 浅間火山の形成史

黒斑山の東斜面が崩壊し岩屑なだれが発生した。岩屑なだれは東に向かって流れたが、高度山や浅間牧場の高まりに遮られて南北に分かれた。



仏岩期；小浅間山溶岩円頂丘（18,000年前）



仏岩期；小浅間山溶岩円頂丘（18,000年前）

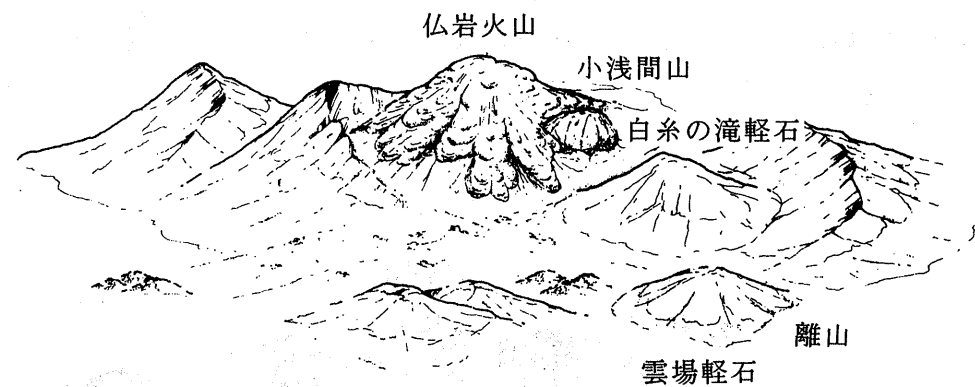
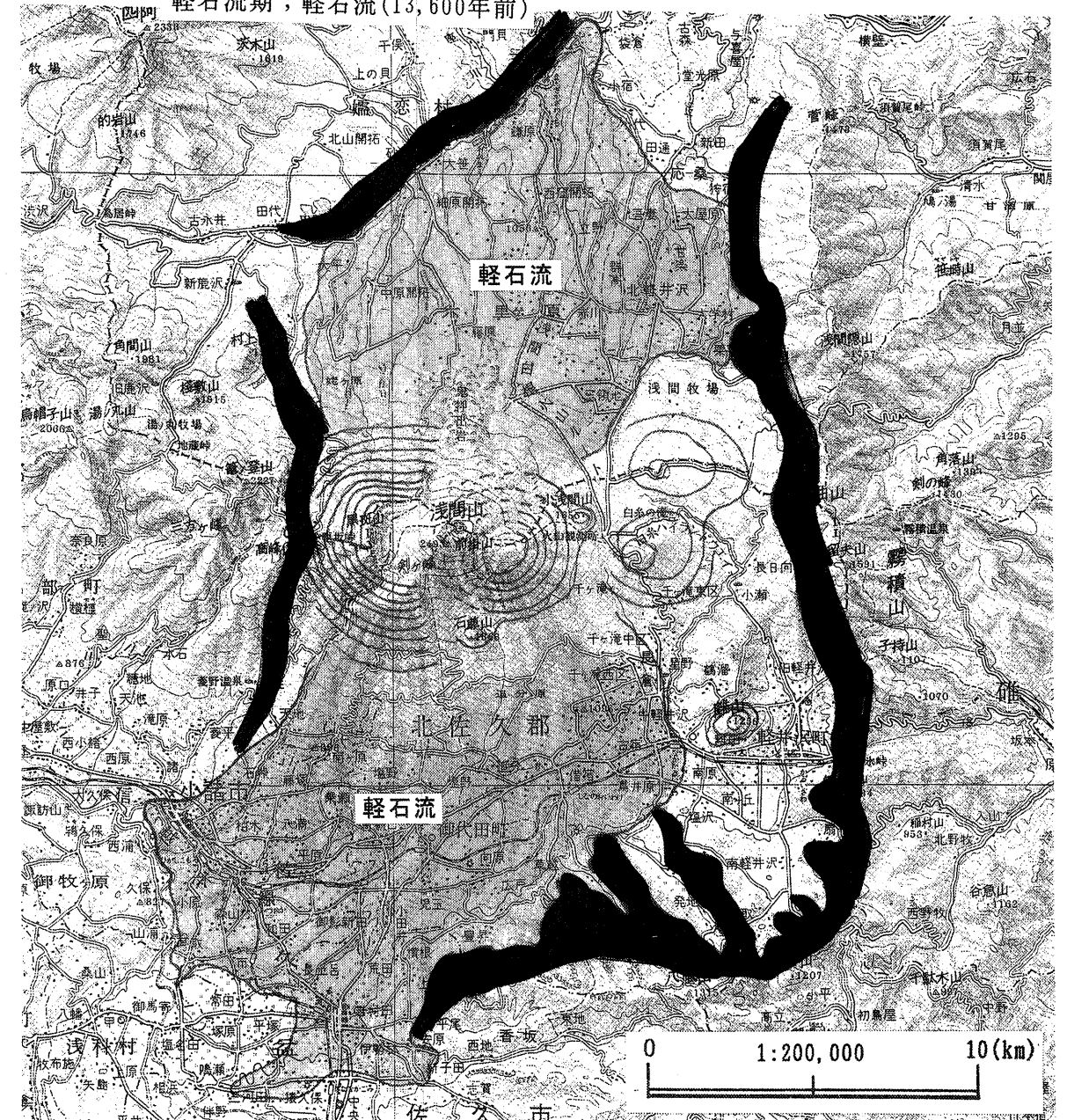


図3-2-2(3) 浅間火山の形成史

離山や小浅間山等の溶岩円頂丘、仏岩溶岩等粘性の高いマグマが活動した。南軽井沢周辺では湖底堆積物が堆積している。

軽石流期；軽石流(13,600年前)



軽石流期；軽石流(13,600年前)



図3-2-2(4) 浅間火山の形成史

大規模な軽石流が発生し、浅間山の南北にかの石流石台地を形成した。

に分布する雲場軽石が堆積した。1.8万年前には小浅間山溶岩円頂丘が活動し、東方（白糸の滝）に白糸の滝軽石を堆積させた（図3-2-3(3)）。

また、大窪沢や弥陀ヶ城岩、千ヶ滝で見られるように、粘性の高い仏岩溶岩を噴出し、現在の前掛山東南斜面の仏岩火山を形成した（図3-2-3(3)）。

#### (4) 軽石流期

仏岩期に続いて火砕流や軽石流を噴出する活動が活発となった。1.68万年前及び1.54万年前には大規模な火砕流が発生し、大窪沢軽石1(0kP-1)、大窪沢軽石2(0kP-2)とよばれる軽石層が堆積した（図3-2-3(4)）。

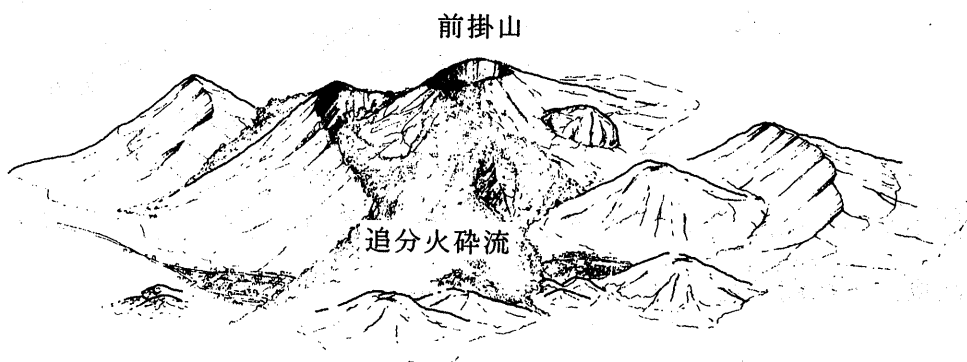
1.36万年前には現在の前掛山山頂付近から噴出した軽石流が、浅間山全体を覆うように流れ、北は吾妻川まで、南は千曲川に達するまで広がり、軽石流台地を形成した（図3-2-2(4)）。この時の噴火によって浅間山周辺で見られるカラフルな火山灰互層（図3-2-3の「3.」）、黄色軽石(YP)を降下させた。この大規模な軽石流堆積直後に孀恋降下軽石を堆積させる軽石噴火が生じた。

#### (5) 前掛期

およそ1万年前頃から現在の前掛山で新しい火山活動が始まり、成層火山が形成された（早田, 1991）現在も継続中である。

前掛期には中規模の軽石噴火が約1,000年に一度の割合で発生し、中間型火砕流（荒牧, 1957）も度々発生している。軽石噴火の中で比較的規模の大きなものは、約8,200年前、約5,400年前、約4,500年前、4世紀中頃、天仁元年、天明3年に発生している。

前掛期；天仁(1108年)の噴火



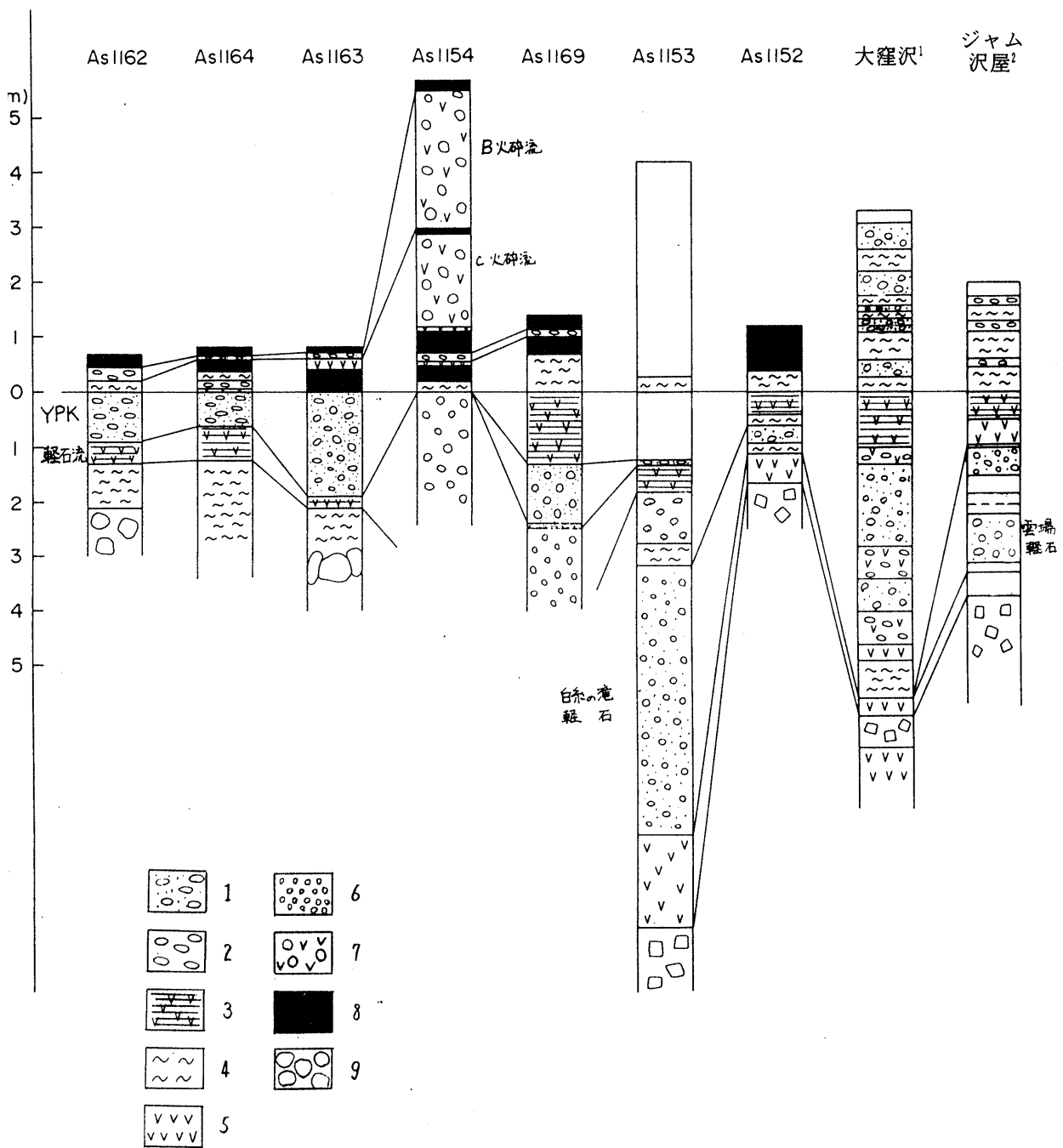


図 3 - 2 - 3 浅間山地域における地質柱状図

1. 軽石 2. スコリア 3. カラフルな火山灰の互層 4. ローム 5. B P y  
 6. 軽石流堆積物 7. 火砕流堆積物 8. レス 9. 岩屑なだれ堆積物

Asxxxx 火山地形・地質図の中の地点番号



## 4. 浅間山周辺の気象

### 4. 1 気象の概要

浅間山周辺地域は、標高が800m以上の高地にあるため年間を通じて気温は低く、冷涼な気候を呈している。降水量は夏季に多く、北麓では冬季に積雪もみられる。

本調査で用いたデータは長野県北佐久郡軽井沢町追分（気象庁軽井沢測候所）、小県郡東部町新張，群馬県吾妻郡嬭恋村田代（種苗管理センター嬭恋農場），吾妻郡長野原町応桑（利根川水系応桑雨量観測所，関東地方建設局）及びアメダスデータから，碓氷郡松井田町坂本（一の字山）のものである。各気象観測点の位置を図4-1-1に示す。

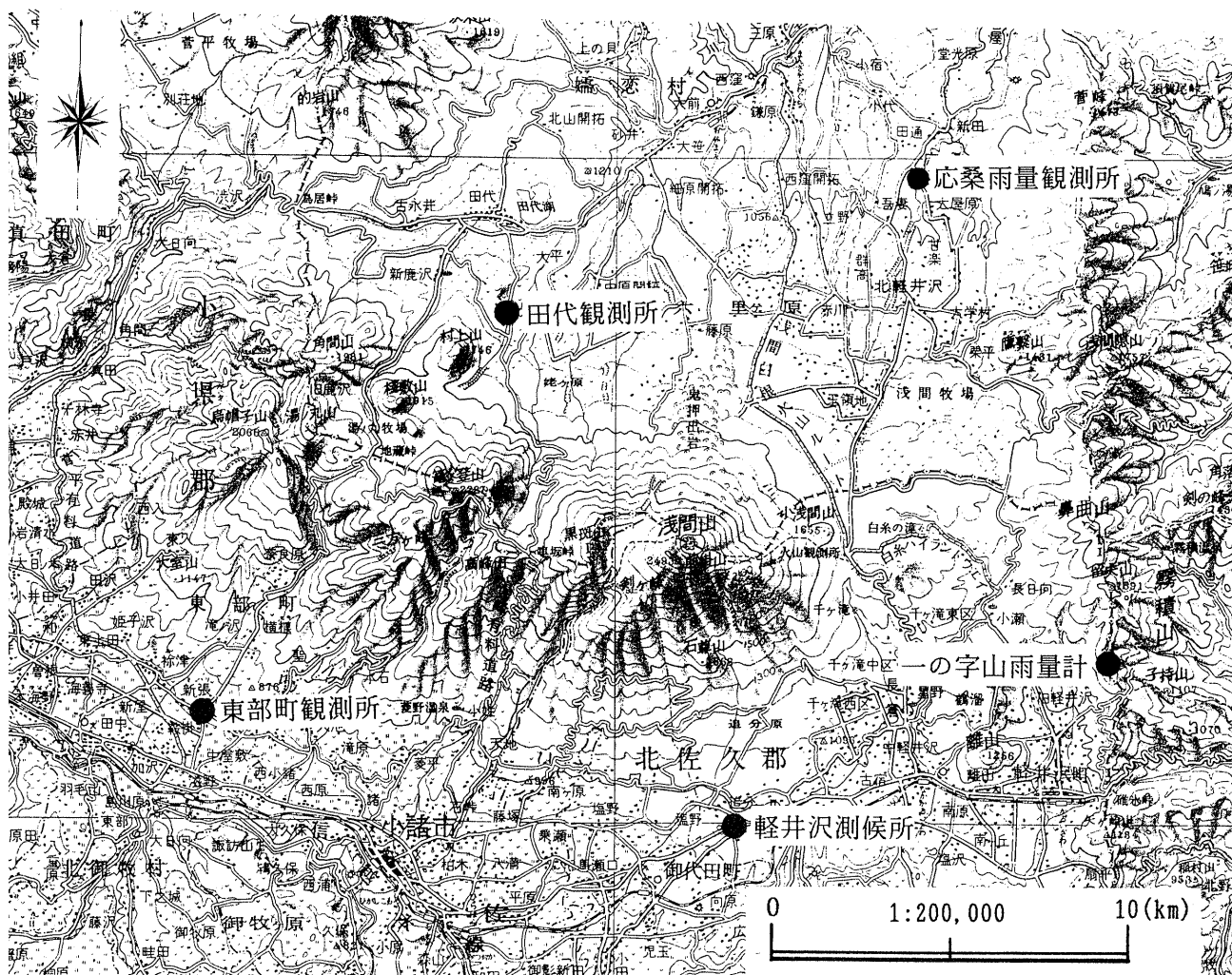


図4-1-1 気象観測点位置図

#### 4. 1. 1 降水量

各地点の最近十数年間の月別平均降水量を図4-1-2(1)~(5)に示す。浅間山周辺では、梅雨の6月から台風シーズンの9月にかけて降水量が多くなっている。地区別に見ると、浅間山南麓の東部町、軽井沢よりも北麓の田代、応桑の方が降水量が多い。年間の降水量は1200~1500mmであり、表日本の一般的な地域と比較して少ない。山麓での降雪は12月~3月に見られるが、浅間山々頂では例年10月初旬に初雪が観測される。軽井沢では2月の平年値で月合計43cmの積雪が記録されている。北麓は南麓に比べて積雪量が多い。これは、気温・日照などが関係していると考えられる。

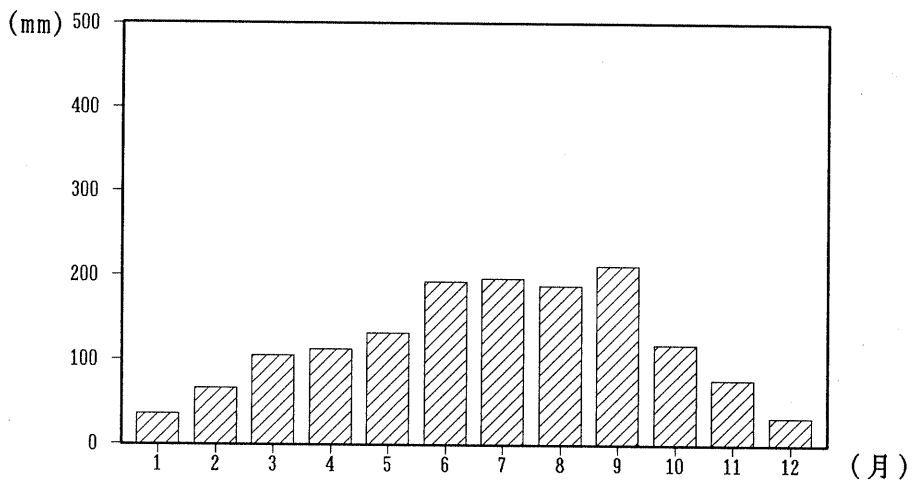


図4-1-2(1) 田代における降水量 (最近14年間の平均値)

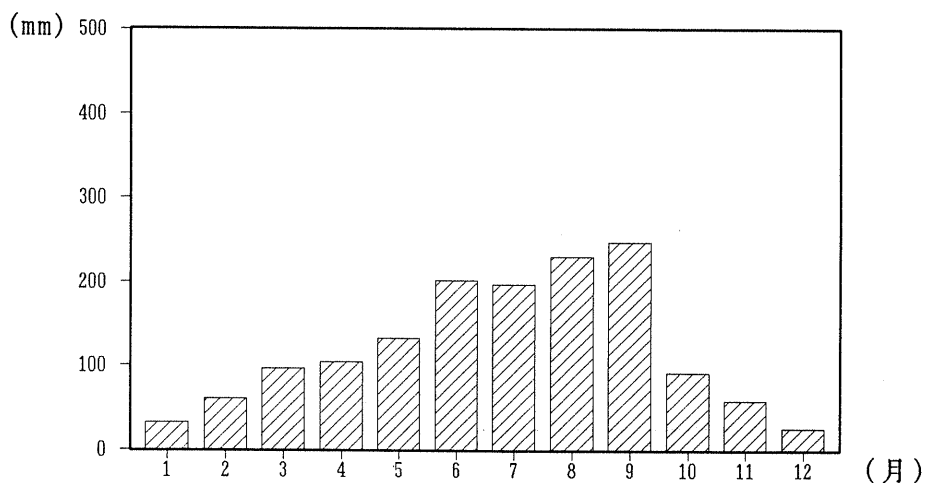


図4-1-2(2) 応桑における降水量 (最近10年間の平均値)

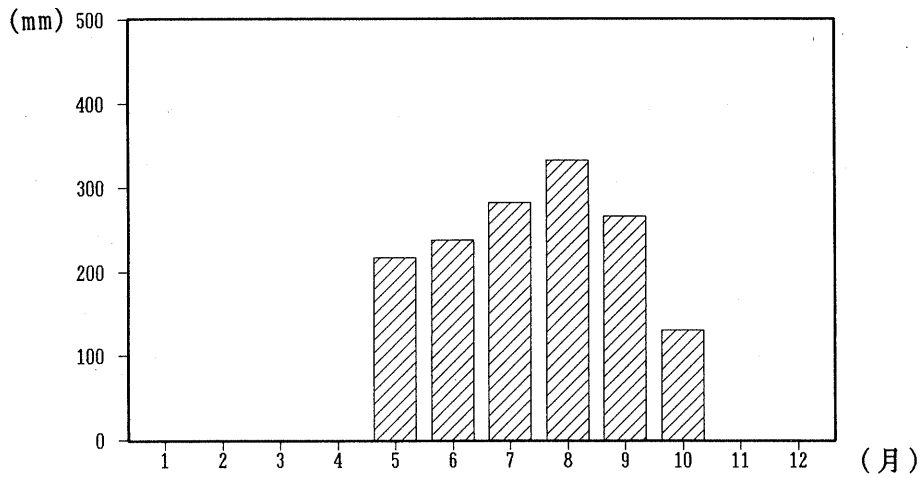


図 4 - 1 - 2 (3) 一の字山における降水量 (最近10年間の平均値・11~4月は欠測)

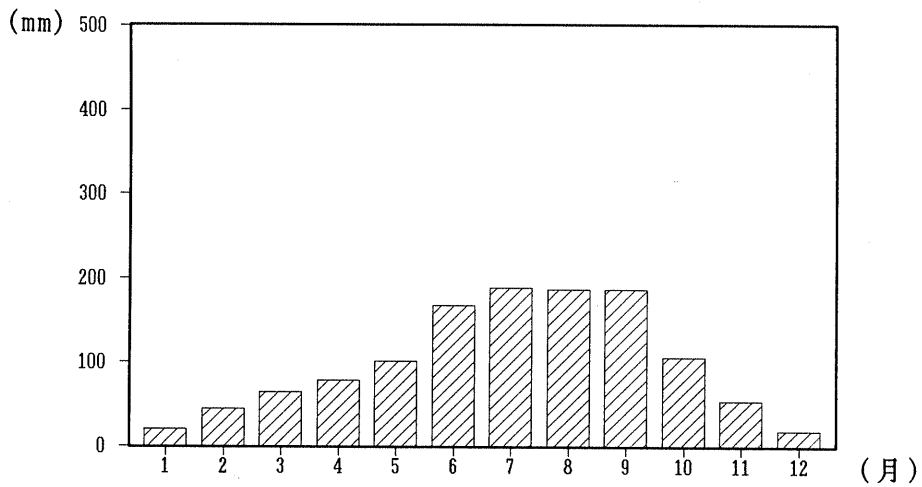


図 4 - 1 - 2 (4) 軽井沢における降水量 (最近16年間の平均値)

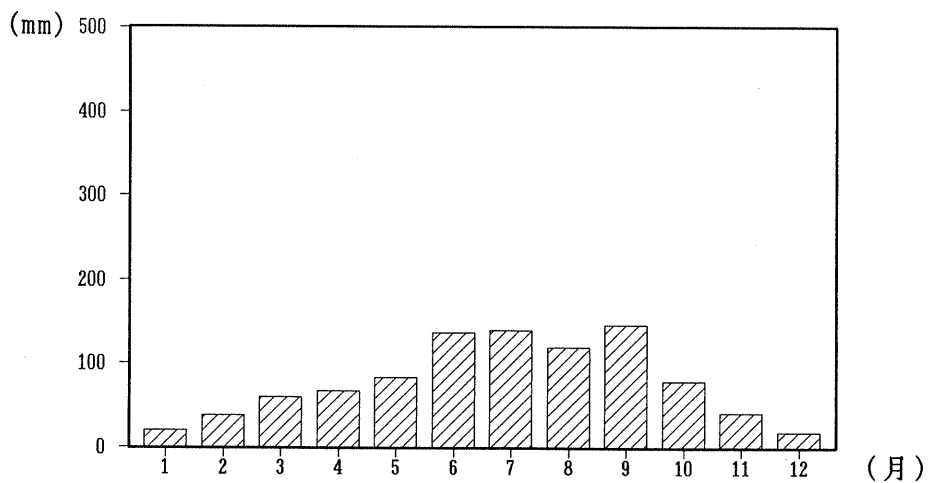


図 4 - 1 - 2 (5) 東部における降水量 (最近13年間の平均値)

#### 4. 1. 2 風向・風速

各地点における最近十数年間の1, 4, 7, 10月の風向頻度と風向別平均風速を図4-1-3(1)~(3)に示す。

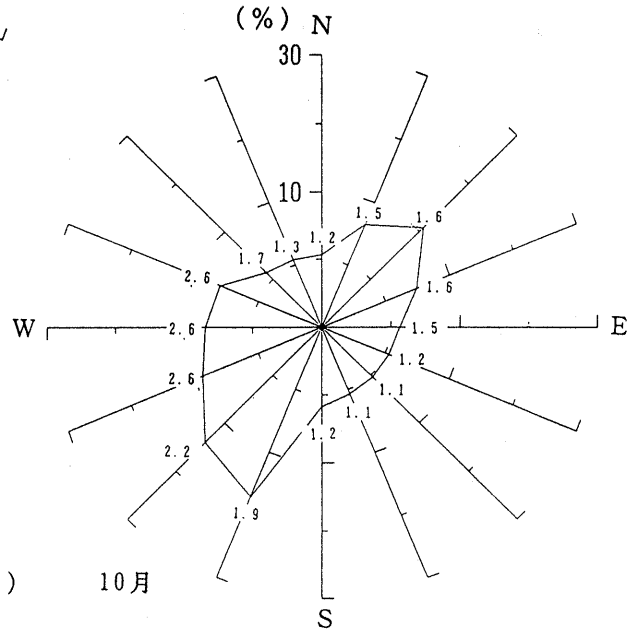
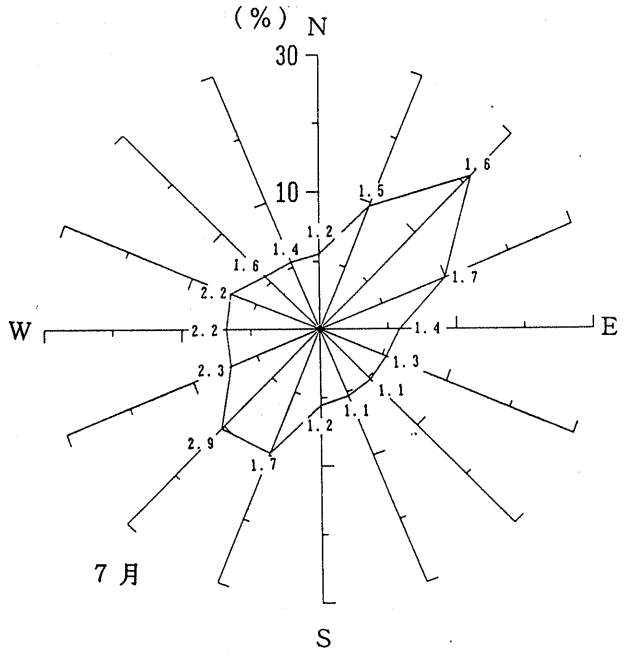
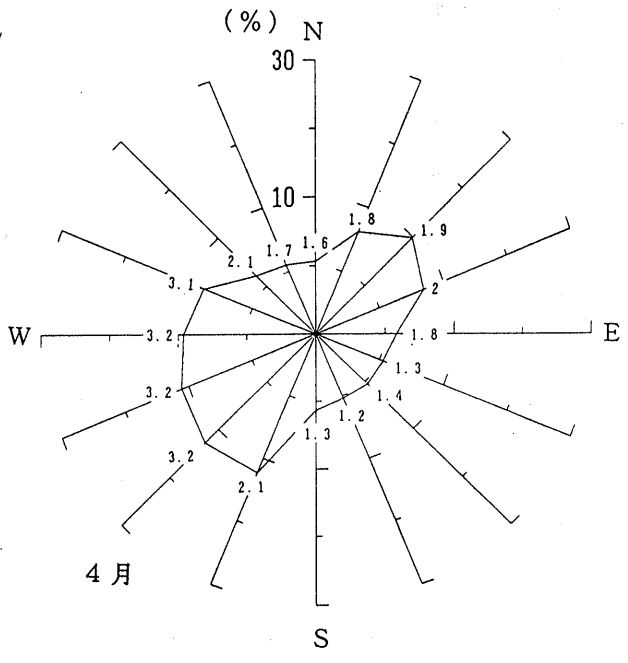
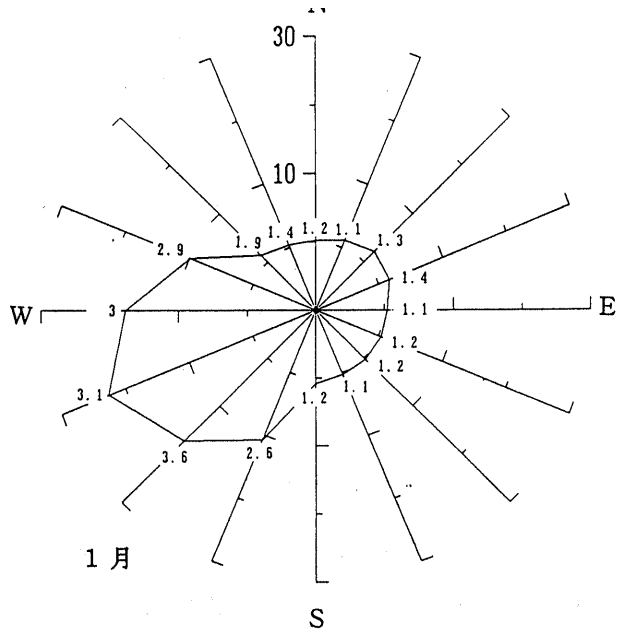
田代では年間を通じて西-南西の風が卓越し、風速も比較的大きい。夏季には北東の風も多いが、風速は比較的小さい。軽井沢では冬季は西、夏季は東、春季・秋季は東西の風が卓越する。年間を通じて西の風の方が風速が大きい傾向にある。東部町では、秋から春にかけて卓越した風向はないものの、西からの風が比較強い。春から秋にかけては北東の風が卓越する。

火山噴出物の分布範囲は、地上風よりも上空の風に影響されることが多い。浅間山付近では上空の風向・風速の観測が行われていないため、ここでは石川県輪島市と茨城県つくば市の上空3000m・5000m・9000m付近の月別平均風向・風速を示した(表4-1-1)。この2地点を結ぶ線上付近に浅間山は位置し、また2地点の各高度で風向・風速に大きな違いが認められないことから、浅間山付近でも年間を通じて同様の風が吹いていると考えられる。それを示すように、過去の噴出物の多くは、4.2.2で述べるように山頂から東の方向に分布している。風速は、2地点のいずれの高度でも11月から4月にかけてかなり風が強く、5月から10月にかけて比較的弱くなる傾向にある。高度別にみると、季節を問わず高度5000m付近では高度3000m付近のおよそ2倍の風速であり、高度9000m付近ではさらにその2倍程度の風速の風が吹いている。

表4-1-1 輪島市及びつくば市上空の月別平均風向・風速(平年値)

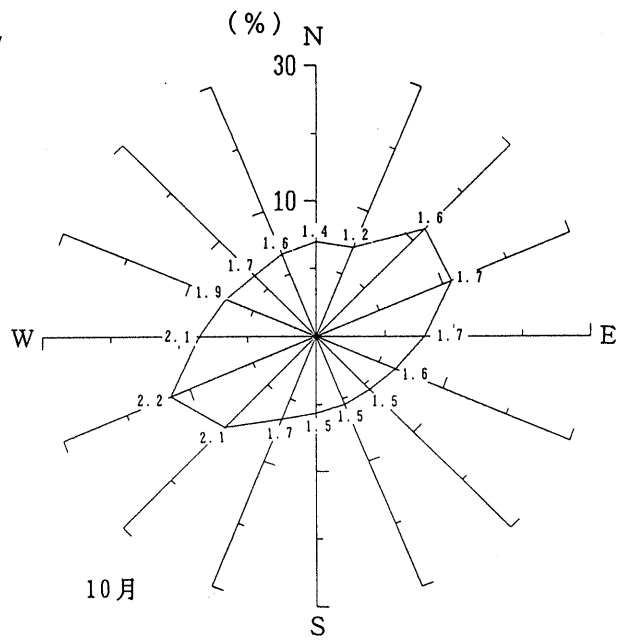
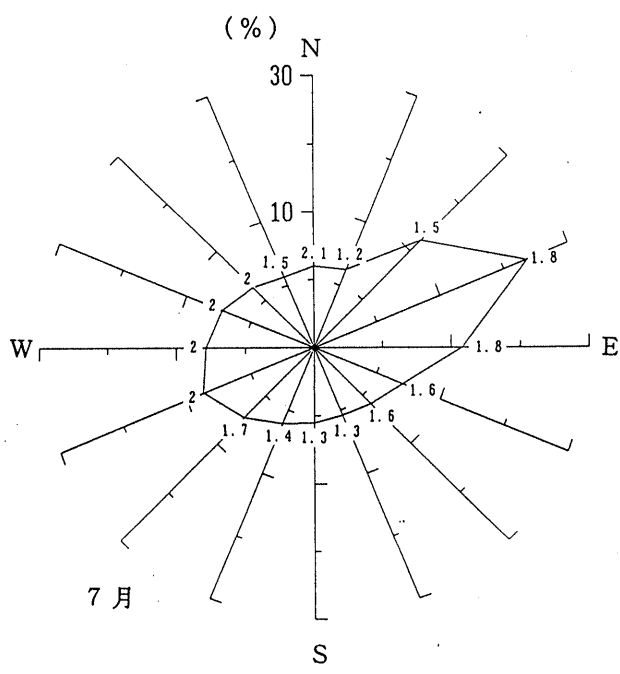
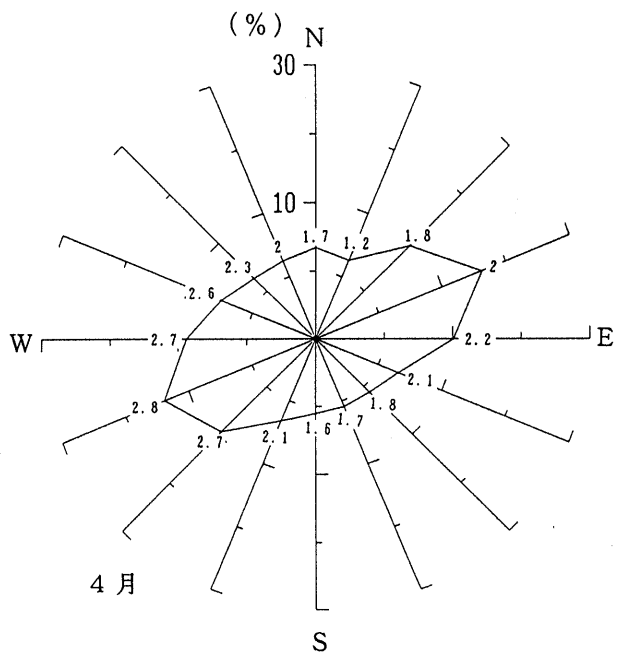
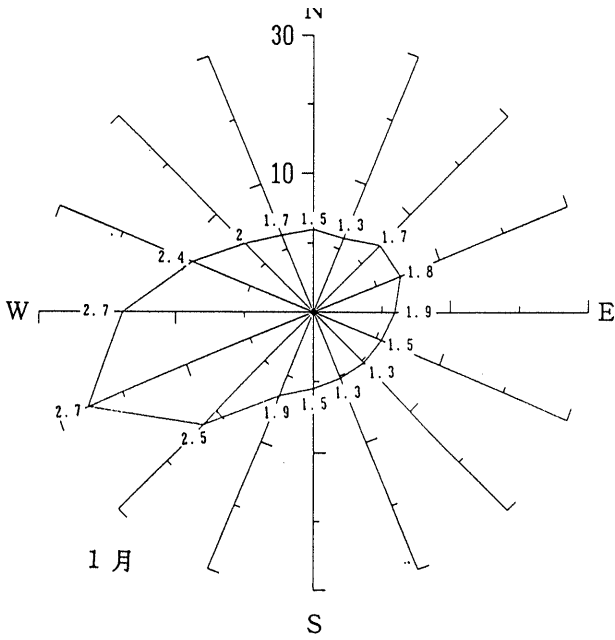
月	輪島市上空						つくば市上空					
	3000m		5000m		9000m		3000m		5000m		9000m	
	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)
1月	W	14.8	W	28.3	W	48.5	W	14.4	W	31.2	W	55.1
2月	W	14.4	W	28.2	W	48.1	W	13.7	W	30.7	W	52.2
3月	W	13.2	W	25.9	W	45.4	W	12.9	W	28.3	W	48.2
4月	W	10.8	W	20.1	W	35.6	W	9.7	W	20.9	W	36.8
5月	W	8.4	W	15.3	W	30.3	W	7.0	W	16.5	W	32.5
6月	WNW	7.0	W	12.6	W	27.2	W	6.2	W	14.5	W	28.1
7月	WNW	7.5	W	10.3	W	15.9	W	5.2	W	9.1	W	14.0
8月	WNW	6.3	W	8.5	W	12.2	WNW	3.6	WNW	6.1	W	8.4
9月	WNW	8.0	WNW	16.6	WNW	29.2	WNW	7.0	WNW	15.5	WNW	23.8
10月	W	8.9	W	19.6	WNW	38.0	W	8.4	WNW	21.2	WNW	38.1
11月	W	14.2	W	25.2	W	45.9	W	12.2	W	26.5	WNW	49.9
12月	W	15.0	W	27.9	W	49.3	W	14.1	W	30.3	W	55.6

理科年表(1992)より作成



(数字は平均風速 (m/s))

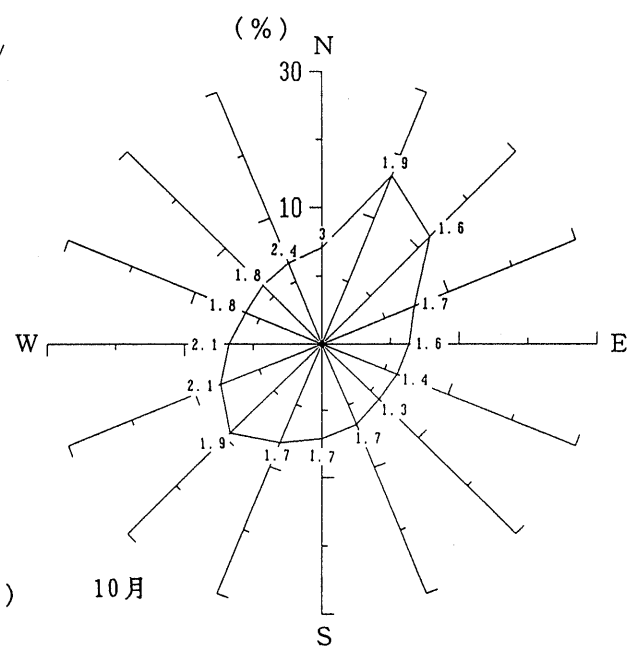
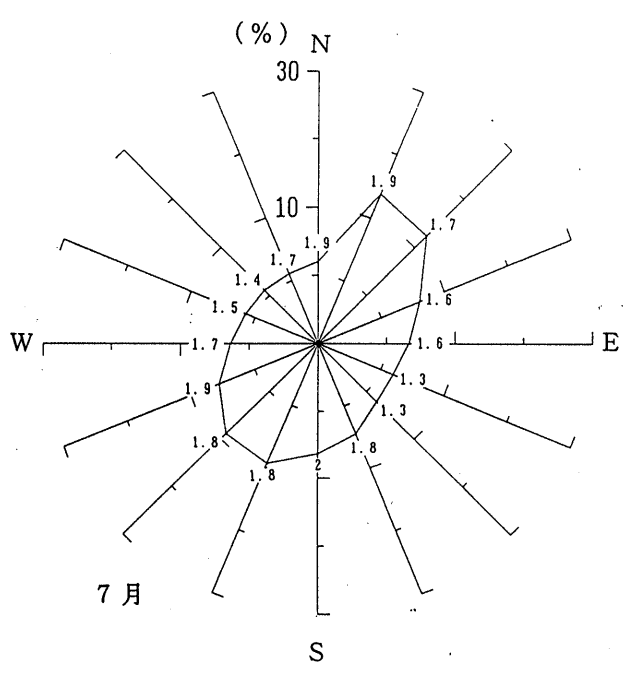
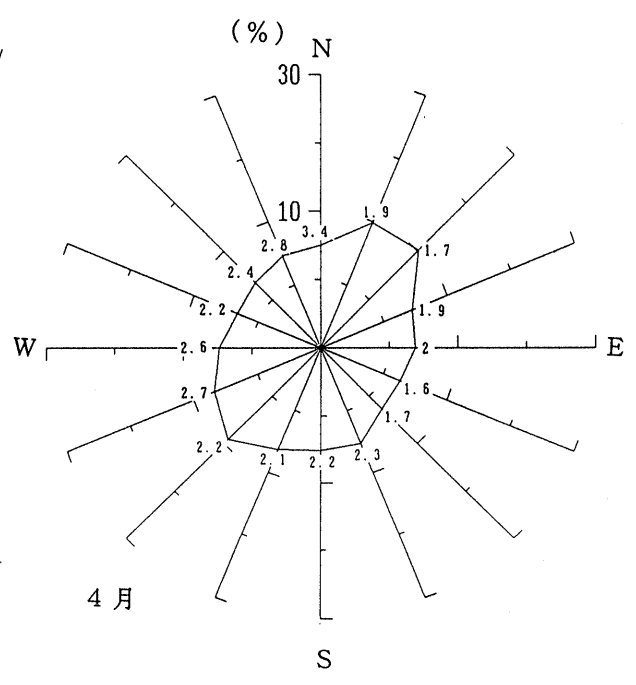
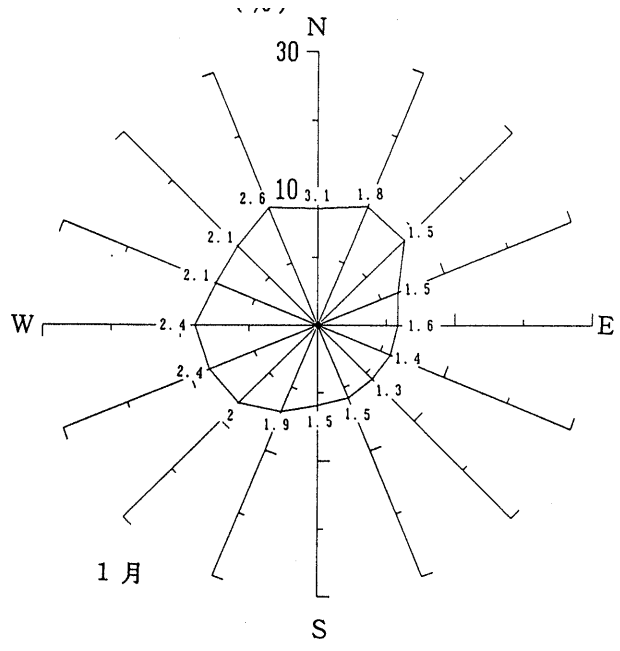
図4-1-3(1) 田代における1・4・7・10月の風向頻度・風向別平均風速



(数字は平均風速 (m/s))

10月

図 4 - 1 - 3 (2) 軽井沢における1・4・7・10月の風向頻度・風向別平均風速



(数字は平均風速 (m/s))

図4-1-3(3) 東部における1・4・7・10月の風向頻度・風向別平均風速

#### 4. 1. 3 気温

冬季の降雪は気温に左右される。各地点の月別平均気温を図4-1-4(1)～(2)に示す。

月別平均気温のうち最低を示すのは、南麓の軽井沢で1月の $-3.9^{\circ}\text{C}$ 、北麓の嬭恋で2月の $-6.4^{\circ}\text{C}$ であり、最高は、軽井沢で8月の $20.2^{\circ}\text{C}$ 、嬭恋で7月の $19.1^{\circ}\text{C}$ である。表日本気候区のなかでも本地域は気温が低く冷涼な気候である。地域内では、軽井沢と嬭恋を比較すると全般的に嬭恋の方が気温が低くなっている。これは、嬭恋の方が200m程度標高が高いこと、南麓と北麓では日照時間に違いがあることなどが原因と考えられる。

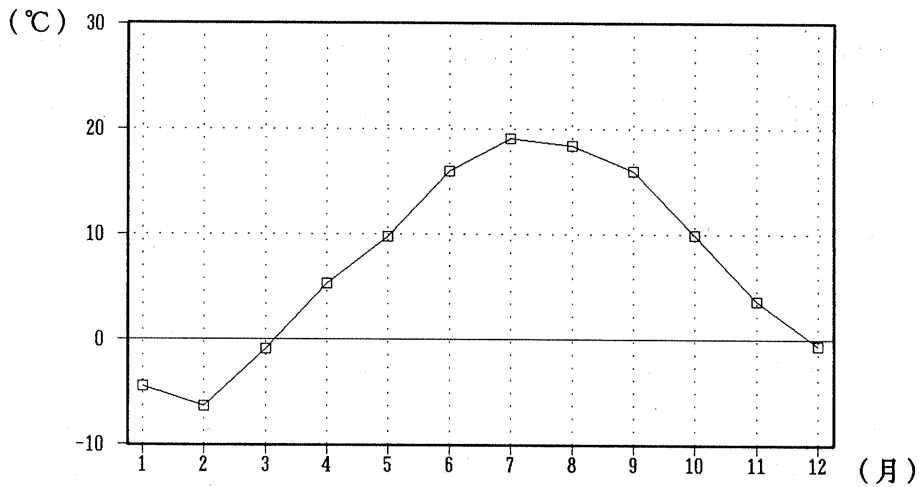


図4-1-4(1) 田代における気温 (平成3年の平均値)

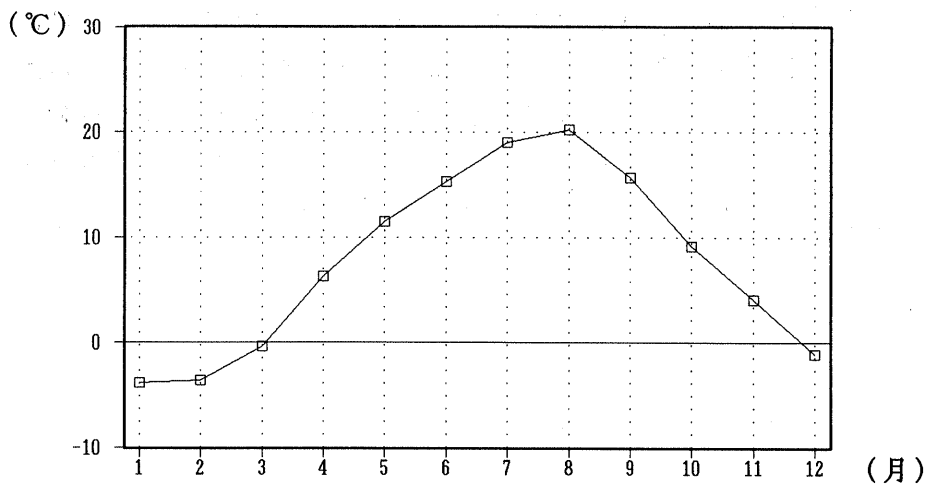


図4-1-4(2) 軽井沢における気温 (1961～1990年の平均値)



## 4. 2 気象と火山災害

浅間山の噴火が直接災害に結びつく気象要因としては、降雨・積雪および風向・風速が挙げられる。

### 4. 2. 1 降雨・積雪に伴う火山災害

積雪は火山活動に伴う熱によって融雪し、火山泥流を発生させる危険性を持つ。また、降雨を伴うとその危険性はさらに高まる。このような過去の事例は多く、積雪期の噴火は大災害をもたらしている。

浅間山では過去に大規模な土石流が発生したという報告はない。これは、地形的に放射状の谷が発達し、支沢の発達が悪いために、降水が1つの河川に集中しないこと、全体的に降水量が少なく土石流を発生させるに至らないことなどが考えられる。

火山噴火と気象が関連して起きた災害を表4-2-1にまとめた。

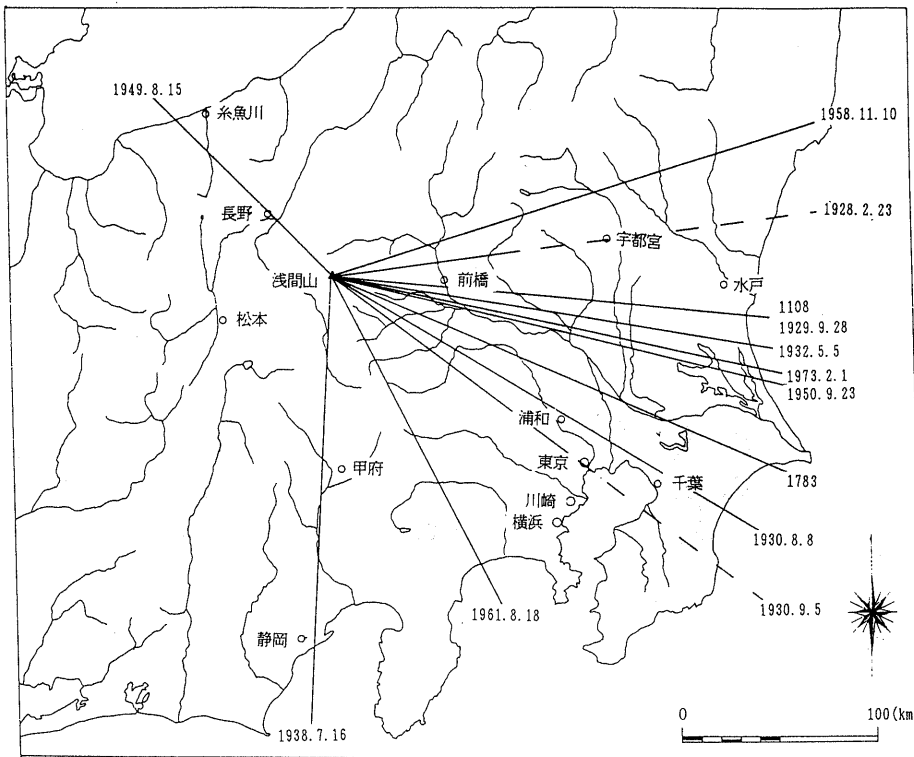
表4-2-1 火山噴火と気象による災害

年 月 日	災 害 の 内 容
1531. 11. 29	噴火による融雪と降雨により小諸方面に洪水が発生
1532. 1. 14	噴火と雨で積雪が融解・流下・山麓の道路・人家に被害
1648. 3. 22	噴火により1 m以上の積雪を融解、追分駅を流失
1783. 8. 5	鎌原火砕流が北麓に流下し、下流で泥流に変化して吾妻川を塞ぎ、次いで欠壊、大量の水が利根川に出て流域の村落を流失した。長野原町では川底から30 m以上ある段丘面上の家屋が流され、160 km下流の古河では9日朝から家財などが流されてきたという記録がある。この洪水での死者は1,151名、流出家屋は1,061棟であった。

ちなみに、火山災害と全くかかわりのない気象災害としては、1742年8月の降雨による山崩れ、1922年4月24日の積雪及び降雨による洪水が、いずれも浅間山南麓に見られただけである。

#### 4. 2. 2 風向・風速による影響

風向・風速は火山噴出物の分布範囲を大きく左右する。日本の上空には偏西風が吹いているので、多くの場合、噴出物は火山の東方に分布しやすい。しかし、風向の変化で分布方向が、風速の変化で噴出物の到達距離・分布範囲が変化する。降灰等により農作物や牧草に被害が生じることから、火山噴出物の分布範囲を予測することはきわめて重要である。4. 1. 2で浅間山上空の風向・風速について述べた。ここでは浅間山上空の風向を推測するため、過去の噴火による噴出物の分布軸の方向を調べた(図4-2-2)。噴出物の多くは浅間山より東-南東の方向へ分布し、推定した上空の風向とほぼ一致する。まれに北西方向や南方向に分布の軸を持つものもある。噴火ごとに噴出量・噴出形態が異なるため、到達距離・分布範囲・降灰量等から噴出当時の風速等を推測するのは困難である。しかしながら、前述の風速のデータから、噴出物の高度が高くなればなるほど強い西風を受け、しかも11月から4月にかけては風速が大きくなる傾向にあるため、これらのような条件下での噴火ではより遠距離まで降灰等の被害が生じると思われる。



国土庁(1991)より作成

図4-2-1 過去の噴火による火山噴出物の分布軸

## 5. 植生・土地利用・防災対策

### 5. 1 植生

浅間山周辺は標高1,000m~2,500mの高地にあり、冷涼・寡雨な気候のため、本州中央高原型植生に区分され、亜高山帯~高山帯の植生が見られる(図5-1-1)。

本州中央高原型植生はブナ林がなくカラマツ林が分布することで特徴づけられる。浅間山のように溶岩流の上や粗粒の火山灰地は、雨水が地下に浸透する等乾燥しやすい場所であるため、シラビソ等の持続群落の樹木が入り込めないで、アカマツやカラマツが広い面積にわたって広がっている。水分条件が良い所では、アカマツやカラマツが育つとその後シラビソが芽生え、シラビソ-オオシラビソ群落に移り変わる。

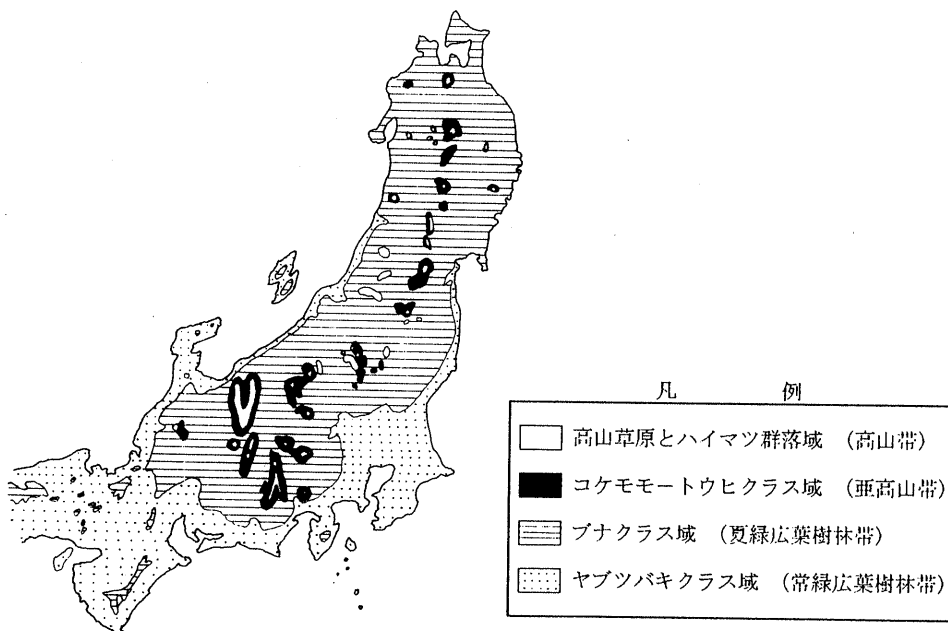


図5-1-1 植生区分(宮脇編, 1977)

なお、浅間山や富士山のように新しい火山では、高山帯にハイマツが分布せずカラマツが森林限界を形づくっている。

本調査では、環境庁(1981, 1985)による現存植生図を編集し、空中写真と現地調査による修正を加えて植生図を作成した。

### 5. 1. 1 植生分布

浅間山の周辺では、山頂から山腹斜面の自然裸地・荒地、山腹の針葉樹林(天然林・人工林)という植生分布をしている。また、山麓部は別荘地やゴルフ場として利用されており、人工草地や住宅地の植生が分布している。

#### (1) 山頂～山腹部(～1,800m)

浅間山山頂部では、火山の噴気や硫気の影響で自然裸地となっており、標高1,800mまでの中腹や黒斑山南側では、草地・荒地となっている。ここでは、オンダテ、イタドリ、ミヤマウシノケグサが散在しているが、部分的にチシマザサ等の群落が見られる。

#### (2) 山腹部(1,800m～1,000m)

山腹部には針葉樹の天然林・人工林が広く分布している。以下にそれぞれの分布を簡単に記載する。

##### 1) 針葉樹の天然林

黒斑山北西部、浅間山北部の鬼押し溶岩周辺、南部の追分原に分布し、アカマツ群落が大部分を占めている。また、黒斑山北西部のカラマツ群落を始めシラビソ、オオシラビソ、トウヒ、コメツガ等が見られる。特に森林自然植生としてシラビソ-オオシラビソ群落は貴重である。アカマツやカラマツは土壌の堆積がほとんど見られない、岩場や露岩地等、火山山麓に分布する特徴をもつ。

##### 2) 針葉樹の人工林

浅間山の南西部、東部、北西部に広大な面積を占めている。ここで見られるのは、アカマツ、カラマツの植林である。

##### 3) 広葉樹の天然林

小浅間山、石尊山、六里ヶ原や山麓を流下する谷沿いに分布している。主に、クリ、ミズナラ、リョウブ林であり、火山噴出物の影響でブナ林が発達しない土地に生育する植生群落を示している。六里ヶ原には、火山礫地に生育するシラカバ林、レンゲツツジ林が見られる。また、南東部の湯川沿いには、ハツニレ林が分布している。このハルニレ林は湿潤な河川沿いの砂質土壤に生育し、水面に向かってヤナギ林等と接していることが多い。

### 5. 1. 2 植物群落

浅間山周辺には針葉樹の天然林・人工林、広葉樹の天然林、草地・荒地等が分布している。それぞれの森林を形成する植物群落には、次のようなものがある。また、表5-1-1には、浅間山地域に見られる植生とその特徴を示す。

#### (1) 針葉樹天然林

シラビソ-オオシラビソ群落、カラマツ群落、アカマツ群落、コメツガ群落が分布している。何れも、亜高山帯や冷温帯に分布する群落で、カラマツ群落、アカマツ群落、コメツガ群落等は火山礫地に分布している。

図5-1-2には、シラビソ-オオシラビソ群落の断面模式図を示す。

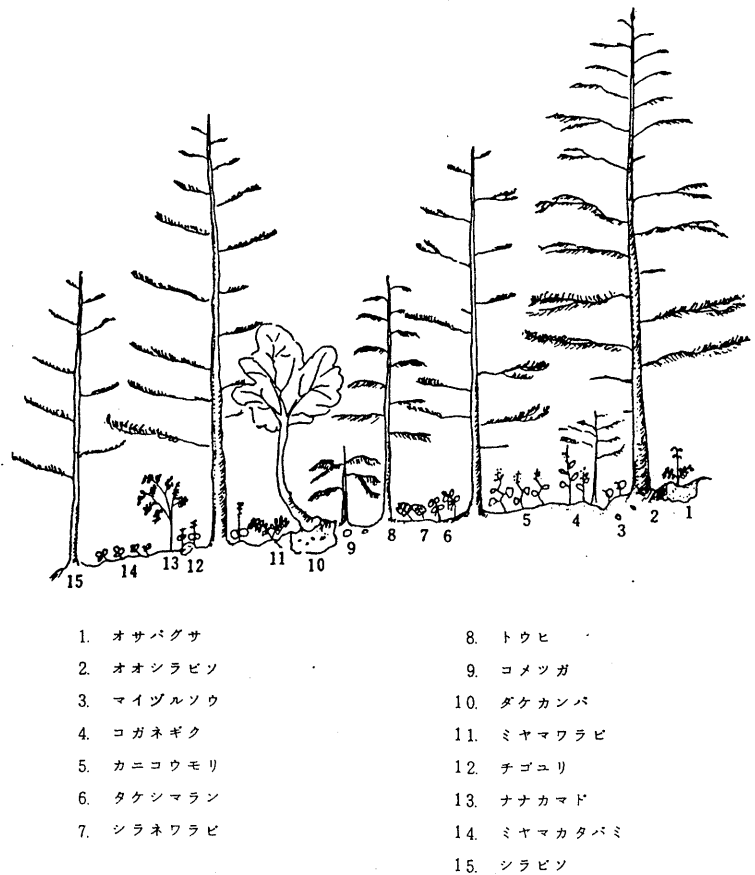


図5-1-2 シラビソ-オオシラビソ群落模式図

(環境庁, 1985)

## (2) 針葉樹人工林

アカマツ植林、カラマツ植林が分布している。アカマツやカラマツは成長が速いため、各地で植林され、アカマツ植林は本州中部以西に、カラマツ植林は北海道から本州中部に広く分布している。

## (3) 広葉樹天然林

ミズナラーリョウブ群落、クリーミズナラ群落、シラカバースサ群落、カスミザクラーコナラ群落、ハルニエ群落、シラカバールンゲツツジ群落が分布している。いずれも夏緑広葉樹の高木林であり、冷温帯に多く分布する植物群落である。図5-1-3には、クリーミズナラ群集の模式図を示す。

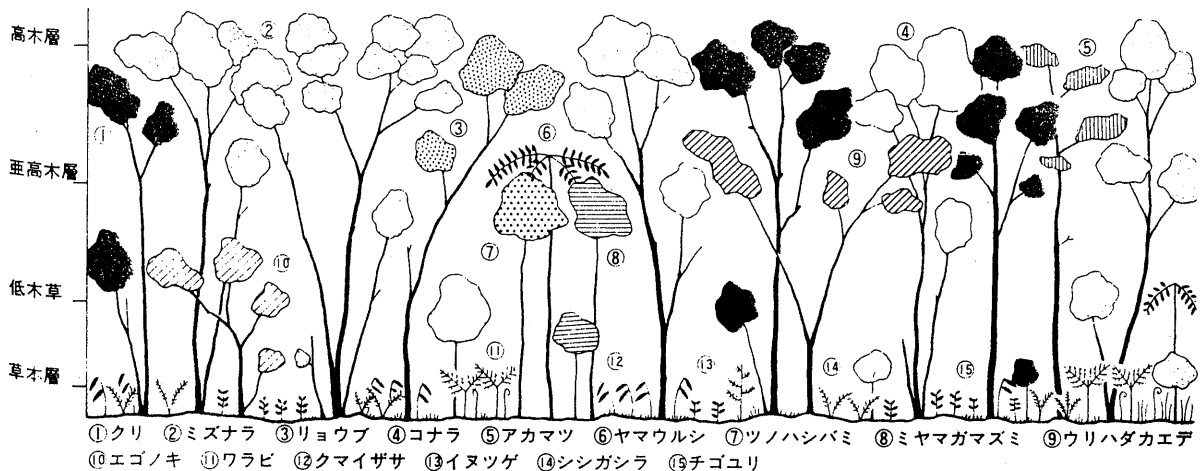


図5-1-3 クリーミズナラ群集模式図 (宮脇昭編, 1977)

## (4) 草地・荒地

ササ群落、高山ハイデ及び風衝草原、ササーダケカンバ群落、ススキ群団、ヨシクラス、ササ自然草原、火山荒原植生、畑地雑草群落が分布している。

表 5 - 1 - 1 浅間山地域にみられる植生

分類	群 落	相 観 ・ 特 徴
針葉樹 天然林	シラビソ - オオシラビソ群落	常緑針葉樹の高木林。標高1600m以上の亜高山帯の気候区に多い。
	カラマツ群落	夏緑針葉樹の高木林。本州中央高原型気候の低山帯上部から、亜高山帯の火山礫地に分布する。
	アカマツ群落	常緑針葉樹の亜高木林、低木林。冷温帯の火山礫地と先駆植生として分布。
	コメツガ群落	常緑針葉樹の高木林。亜高山帯に分布し、火山の貧栄養の岩稜地に群落をなす。
針葉樹 人工林	アカマツ植林	常緑針葉樹の亜高木林、低木林。
	カラマツ植林	夏緑針葉樹の高木林。
広葉樹 天然林	ミズナラ - リョウブ群落	夏緑広葉樹の高木林、亜高木林。本州中央高原型気候に多い。遷移途上のものと考えられる。
	クリ - ミズナラ群落	夏緑広葉樹の高木林。ブナの二次林として生育し、冷温帯に多く分布。
	シラカンバ - ササ群落	夏緑広葉樹の高木林、亜高木林。冷温帯に多い代償植生で、ミズナラ・ブナ林が抜採された跡に成立する。草本層にリマザサ等を伴う。
	カスミザクラ - コナラ群落	夏緑広葉樹の高木林。コナラを主体とし、サクラ類、カエデ類等を混えた雑木林。
	ハルニレ群落	夏緑広葉樹の高木林。多雪地帯の冷温帯の溪畔林
	シラカンバ - レンゲツツジ群落	夏緑広葉樹の高木林。ミズナラ・ブナ林の抜採跡や、山火事跡に生育する。
草 地 荒 地	ササ群落	ササ草原。山火事や伐採で、ブナ林・カラマツ林等が失われたあとの代償植生。
	高山ハイデ及び風衝草原	常緑高樹矮生低木群落。岩礫地火山の風衝地のカーペット状の群落。オンダテ・イタドリ・ミヤマウシノケグサ等。
	ササ - ダケカンバ群落	夏緑広葉樹の高木林・亜高木林。標高1800m以上の雪崩地帯に成立する群落。
	ススキ群団	高茎草原。冷温帯のブナ林・ミズナラ林・カラマツ林などが火入されたあとに成立。
	ヨシクラス	高茎草原。地下水位の高い泥質の低層湿原に分布。
	ササ自然草原	ササ草原。チシマザサを主体とする群落。
	火山荒原植生	荒原。火山山頂部で火山活動の影響で無植生、あるいは植生がはじまった部分、オンダテ・コメススキを中心とする。
	畑地雑草群落	畑地に生育する雑草で、メヒシバ・ハコベ・ツユクサ・スギナ・ヨモギ・イヌユビ・メボロギク等がこれにあたる。

## 5. 2 土地利用の変遷

### 5. 2. 1 土地利用の変遷

浅間山周辺の土地利用の変遷には、社会状況の変化が強く影響している。特に軽井沢を中心とする山麓は、明治・大正期より避暑地として発展し、別荘地やレジャー施設がつくられている。このような山麓の開発経緯を明らかにするために主として住宅地（別荘地を含む）の変遷を中心に、土地利用の動向を調査した。

調査には、昭和27年、37年、48年発行の古い5万分の1地形図（旧版地形図）の「上田」「軽井沢」「小諸」「御代田」を用いて、それぞれの時期の住宅地の分布を読み取り、その変遷を図5-2-1に示した。

#### (1) 昭和27年

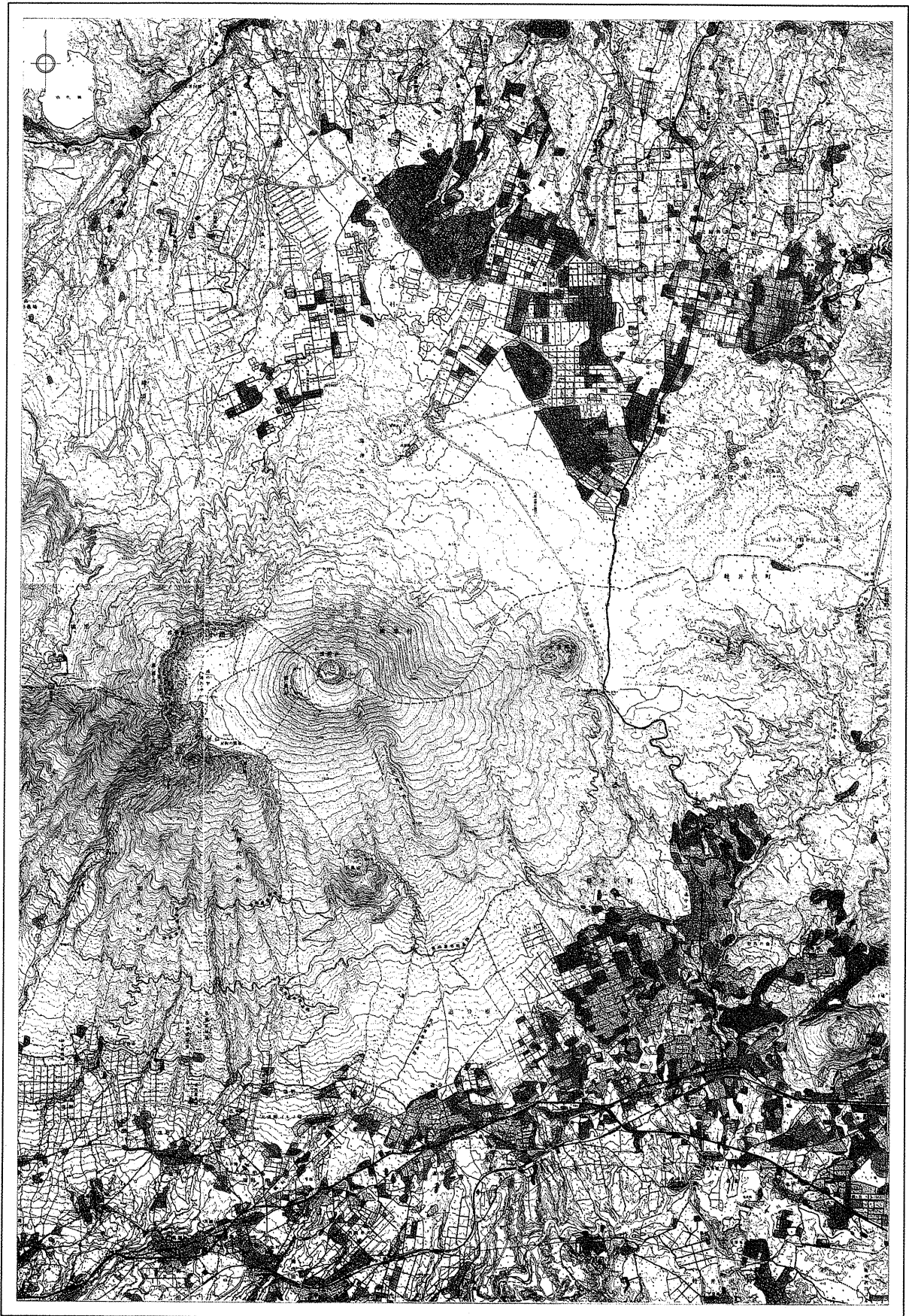
浅間山南側の中山道などの街道沿いには、かつて宿場町として発展した沓掛（現中軽井沢）、追分、馬瀬口、平原などの集落が列状に分布している。別荘地は浅間山南麓では千ヶ滝にみられる。千ヶ滝は、大正8年(1919)より分譲された別荘地で、主に千ヶ滝中地区、千ヶ滝東地区に分布する。千ヶ滝西地区は、まだ造成されていない。北麓では、草軽電鉄が通る北軽井沢、栗平に別荘地がつけられている。立野、吾妻、大平等農村もわずかながら点在している。

#### (2) 昭和37年

沓掛が中軽井沢と名を変え、市街地がやや拡大している。また、千ヶ滝の西区は著しい発展をみせ、東区、中区の別荘地での拡大も進行している。また、周辺には鶴溜、大日向、南が丘などの新しい別荘団地が開発されている。北麓では北軽井沢、六里が原に広大な別荘地が造成されている。同じ北麓の嬬恋村では、山麓への入植が行われ、山梨開拓、中原開拓、西窪開拓などの開拓村がつけられている。これらの開拓によってつくられた農地では冷涼な気候を利用したキャベツ、ハクサイの栽培が行われている。







凡 例

	◎	昭和27年までの宅地・市街地
	○	昭和27年から昭和37年までに拡大された宅地・市街地
	◐	昭和37年から昭和48年までに拡大された宅地・市街地
	◑	昭和48年から現在までに拡大された宅地・市街地

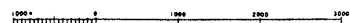


図 5 - 2 - 1 市街地・宅地動向図

### (3) 昭和48年

別荘地は千ヶ滝西区で拡大するとともに、追分、塩野など南麓一帯に広がっている。また、御代田でも「西軽井沢」として別荘地がつけられている。北麓では、北軽井沢、六里ヶ原で別荘の建設が進んでいる。また、新しく別荘地が造成され、他にゴルフ場などのレジャー施設もつけられている。

### (4) 平成元年

南麓での別荘地の拡大は、国道18号線沿いに西は御代田から東の旧軽井沢に至る地域にかなりの密度で見られる。一方、浅間北麓では、北軽井沢・六里ヶ原等の別荘地の他に、鬼押し溶岩付近で別荘地が造成されている。また、これらの別荘地と近接してゴルフ場や遊園地等の観光レジャー施設が建設されている。

## 5. 2. 2 浅間山周辺地域の人口と集落

調査地域内には、長野県小諸市、軽井沢町、御代田町、群馬県長野原町、嬭恋村の1市3町1村が分布する。

調査地域にあたる1市3町1村の人口に関わる諸元を表5-2-1に示す。

表5-2-1 浅間山地域の市町村の諸元

市町村	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (人)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
軽井沢町	156.05	15,464	99.10
御代田町	58.78	11,895	202.36
小諸市	98.77	44,397	449.50
嬭恋村	337.51	11,219	33.24
長野原町	133.93	7,093	52.96

人口は平成2年10月1日現在

また、これら市町村の人口の推移は図5-2-2のようになる。なお、合併を行った市町村の合併状況は図5-2-3に示す。

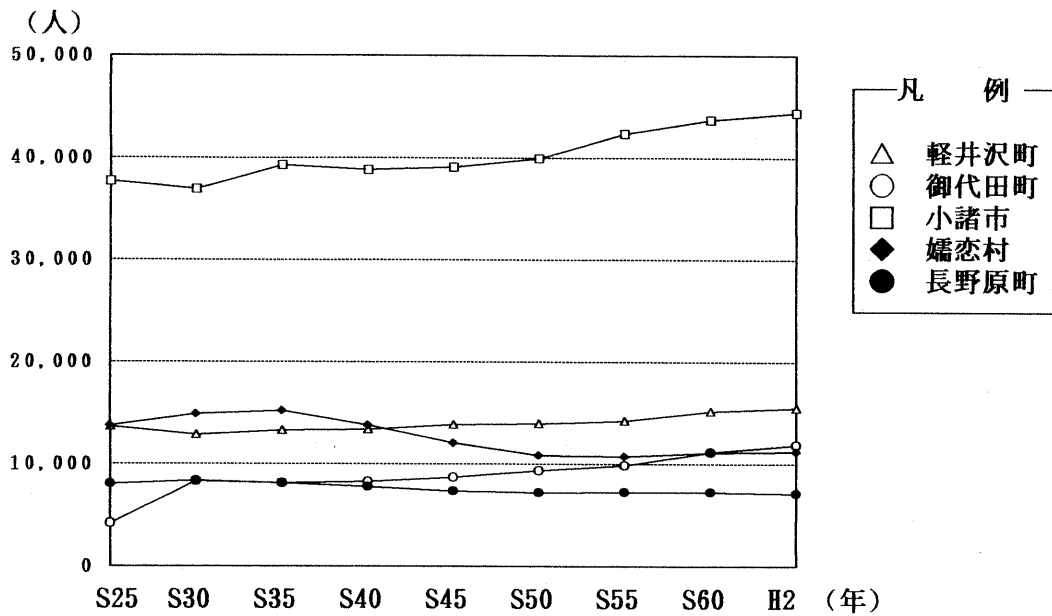


図 5 - 2 - 2 人口の推移 (統計局, 国勢調査による)

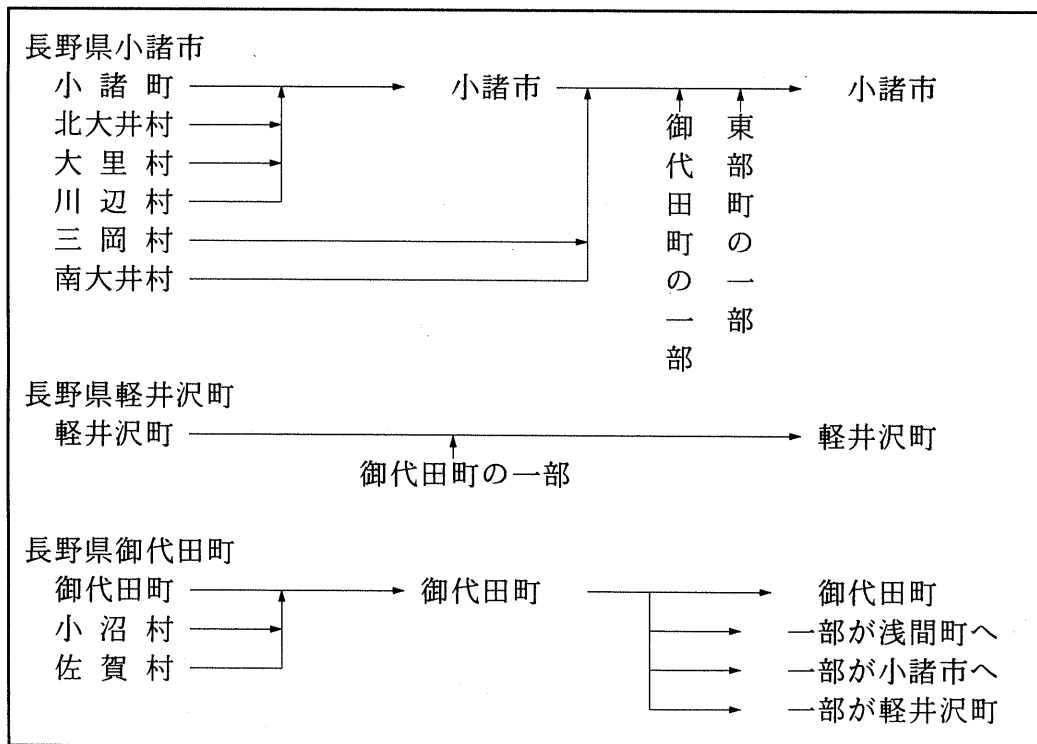


図 5 - 2 - 3 市町村の合併状況

各市町村ごとの人口と集落の分布状況を次にまとめた。なお、調査範囲の市町村界及び主な集落の分布は、図5-2-4に示す。

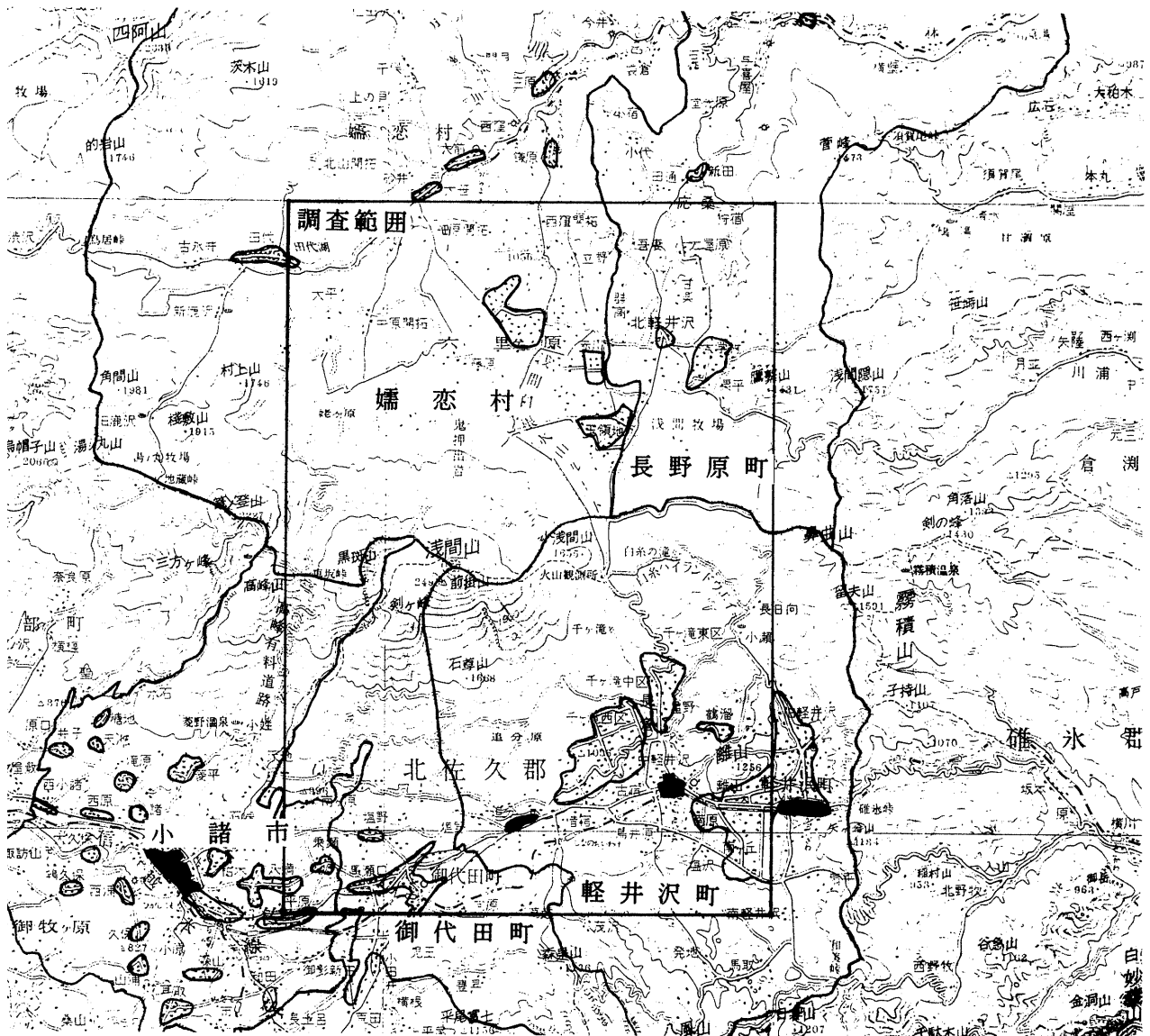


図5-2-4 浅間周辺の市町村界及び主な集落

(1) 長野県軽井沢町

軽井沢町は明治・大正期から避暑地として発展した。町の人口は1.3万人前後で推移しているが、昭和55年以降は増加傾向にある。軽井沢町には別荘が多いため、夏季には避暑のために訪れる人も多くなる。

調査地域内には中山道沿いの中軽井沢(沓掛)、追分といった市街地の他、千ヶ滝、南ヶ丘、鶴溜等の別荘地が分布する。

#### (2) 長野県御代田町

人口は昭和25年から30年の間に急増しており、その後は微増傾向にあり、平成2年の人口は11,895人である。

調査地域内には中山道沿いの馬瀬口や御代田駅周辺の集落がある。

#### (3) 長野県小諸市

小諸市は古くから佐久地域の中心都市として栄えてきた。昭和32年には市政施行がなされ、昭和35年の人口は36,952人であった。その後、徐々に人口は増加し平成2年の国勢調査では44,397人である。

調査地域内では、最大の人口を抱えているが、市街地は調査範囲外となり、調査範囲内には市東端の平原、乗瀬等の集落が分布するだけである。

#### (4) 群馬県嬭恋村

嬭恋村は、浅間山、四阿山、白根山などの火山山麓に位置する。村の人口は昭和35年までは増加していたが、以後減少傾向にあり平成2年の人口は11,219人である。

調査地域内には村南部の高原野菜の生産を目的とした「開拓村」と、六里ヶ原の別荘地が分布しており、吾妻川沿いの集落は範囲から外れている。

#### (5) 群馬県長野原町

人口は昭和30年の8,349人をピークに減少しており、平成2年の人口は7,093人である。

調査地域内には高原野菜の生産を目的とした「開拓村」や北軽井沢の別荘地が分布している。

## 5. 3 土地利用現況

浅間山地域は、冷涼な気候と浅間山火山という自然の観光資源によって、大正期から避暑地として栄えている。このため、浅間山山麓には別荘地が多く分布する。また、これらの別荘地に近接してゴルフ場・観光レジャー施設などが発達している。また、冷涼な気候をいかしてキャベツ、ハクサイ等の高原野菜の栽培に力を入れている。ここでは、現在の土地利用状況について簡単にまとめる。

### 5. 3. 1 市街地

国道18号沿いには、中軽井沢(沓掛)・追分・馬瀬口の住宅地が列状に分布している。これは、中山道に沿って宿場町として発展した旧集落である。特に中軽井沢は、浅間白根ルート of 玄関口であり浅間高原の観光拠点として商店や飲食店が多く市街地を形成している。一方、北麓には吾妻川に沿って大笹、大前、三原などの集落が発達している。

### 5. 3. 2 別荘地

別荘地は大正期より中軽井沢北部の千ヶ滝地区から発展し、現在は離山周辺・追分・御代田(西軽井沢)等にみられる。一方、浅間北麓でも北軽井沢・六里ヶ原等に広大な別荘地がつくられ、近年では鬼押し溶岩付近にまで別荘地が造成されている。また、これらの別荘地と近接してゴルフ場・浅間園・鬼押し出し園等の観光レジャー施設が分布している。

### 5. 3. 3 農用地

浅間山北東部及び北西部の山麓斜面には畑地が広がっている。特に北西部の孺恋村は高冷地の特色を生かしたキャベツ・ハクサイの栽培が行われ、群馬県における有数の産地となっている。また、東部の天丸山周辺は浅間牧場があり、牧草地として利用されている。

浅間山南西部の御代田町ではまとまった農地がみられる。ここでは台地面は畑地・台地を刻む谷底面は水田として利用されている。

## 5. 4 防災に係わる法令規制区域及び防災対策

国、県（長野県、群馬県）および市町村で制定された、防災に係わる法令規制区域の資料を収集・整理し、防災等に係わる法令規制図を作成した。

### 5. 4. 1 防災に係わる指定状況

本地域の指定は、砂防法によって指定された地域だけである。指定の基準は砂防設備を要する土地、または治水上砂防のため一定の行為を禁止、制限する土地である。

調査範囲内では、群馬県及び長野県によって表5-4-1に示す6地域が指定されている。

表5-4-1 砂防指定地の指定状況

群馬県	片蓋川	長野県	重の久保川
	東泉沢		久保沢川
	西泉沢		
	大沢川		

参考資料 中之条土木事務所管内図(1991)及び砂防指定地区域図(1992)  
佐久建設事務所管内図(1991)

### 5. 4. 2 環境保全

#### (1) 鳥獣保護区域

野生鳥獣の保護を推進するために、大正7年に制定された猟銃法を昭和38年に改められた「鳥獣保護及び猟銃に関する法令」に拠って指定された区域である。

調査範囲内では、おおよそ標高1,000m以上の地域が国設の「浅間鳥獣保護区」として指定されている。

#### (2) 風致地区

風致地区は、都市の風致を保全するため重要な地域について定め、建築物及び大規模な宅地造成等を規制するものである。

調査範囲内では、長野県軽井沢町及び御代田町で指定されている。指定状



況は表5-4-2のとおりである。

表5-4-2 風致地区指定状況

長野県軽井沢町 御代田町	離山	風致地区
	湯川	風致地区
	熊沢川	風致地区
	一里塚	風致地区
	久保沢	風致地区
	雪窓	風致地区
	十二ノ森	風致地区

参考資料：軽井沢総合都市計画図（平成4年3月）  
佐久（御代田）都市計画図（昭和63年3月）

### (3) 自然公園区域(上信越高原国立公園)

自然公園は、優れた自然の風景地を保護すると共にその利用の増進を図り、国民の保健、休養および強化を目的に制定された「自然公園法」に拠って指定されている。

調査範囲内は、浅間山を中心とした地域が上信越高原国立公園に指定されており、浅間山山頂地域は特別保護地区に指定されている。

## 5. 4. 3 防災対策

### (1) 浅間火山噴火対策

浅間山山麓は広く別荘地として開発され、軽井沢町だけでも、火口から6km～8kmの範囲に694世帯、2,242人(昭和61年4月1日)が生活をしている(表5-4-3)。また、山麓にはゴルフ場や観光施設が多数分布し、浅間山周辺には多くの観光客を集めている。そこで、浅間火山の噴火に対して、被害を最小限に留めるため、県や各市町村では火山災害予防計画をたてている他、国の研究機関による浅間火山の観測が続けられている。

#### 1) 火山観測

浅間火山の噴火に対して、気象庁では浅間山火口の周囲6地点に地震計を、北北東に傾斜計を設置し、軽井沢測候所でテレメータの常時観測を行なっている。また、千ヶ滝、血の池では湧水の観測を行なっている。

東京大学地震研究所では、浅間火山観測所のほか8地点に地震計を設置し、浅間火山観測所でテレメータの常時観測を行なっている。

## 2) 火山噴火災害に対する予防策

各市町村では、浅間火山の火山活動による危険を防止するため、災害対策基本法に基づき、噴火口から4km以内を警戒区域として設定し、立入を禁止している。これに伴い、浅間山への登山口にはそれぞれ登山禁止標識を設置している。また、浅間火山周辺には避難小屋を設置している。

表5-4-3 距離別世帯数・人口（軽井沢町地域防災計画, 昭和62年）

火口からの距離	区 名	世 帯 数	人 口
2 Km 以 内	-	(世帯) 0	(人) 0
2 Km ~ 6 Km	-	1	4
6 Km ~ 8 Km	星野、塩壺、千ヶ滝中区、千ヶ滝西区、大日向、浅間台、三ツ石、追分	694	2,242
8 Km ~ 10 Km	小瀬、中軽井沢、古宿、借宿、つくしヶ丘、油井、鳥井原	1,862	6,002
10 Km ~ 12 Km	旧軽井沢、離山、南ヶ丘、塩沢、下発地、杉瓜、風越団地	1,010	3,142
12 Km 以 上	峠町、新軽井沢、成沢、南軽井沢、馬取、上発地、茂沢、ニュータウン	1,094	3,754
合	計	4,661	15,144

昭和61年4月1日現在

## (2) そのほかの災害への対策

中軽井沢から南軽井沢周辺のかつて湿地帯では、豪雨などによる河川氾濫の危険が高い。また、これらの地域に分布する新第三紀の火山岩類は浸食されやすく、河岸浸食が進んでいる。これに対応するため、河川改修等の工事を進めている。

## (3) 防災行政無線

各種の災害発生時の情報伝達を迅速に行なうために、各市町村が設置している。調査範囲内5市町村のうち、長野原町は戸別受信機を設置しており、そのほかの市町村は屋外拡声局が集落ごとに設置されている。

## 5. 5 文化財・遺跡

調査範囲内にある文化財及び遺跡をそれぞれ表5-5-1, 5-5-2にまとめた。

表5-5-1 国、県及び市町村指定文化財一覧（各市町村教育委員会資料）

### 国・県指定文化財一覧

種目	名称	所在	指定年月日
国指定天然記念物	浅間山溶岩樹型	嬭恋村藤原	S15. 8. 30
県指定史跡	御代田の一里塚	御代田町御代田	S50. 2. 24
県指定天然記念物	長倉のハナヒョウタンボク群落	軽井沢町長倉	S35. 2. 11
〃	ベニヒカゲ、ミヤマモンシロチョウ	浅間山麓	S50. 2. 24

### 市町村指定文化財一覧

種目	名称	所在	指定年月日	
軽井沢町指定文化財	史跡	茂沢の南石堂遺跡	茂沢字南石堂	S47. 2. 22
	〃	追分宿の分去れ	追分字西町	S48. 4. 18
	〃	追分の一里塚	追分字一里塚	S48. 5. 8
	〃	長倉の牧	長倉字横吹	S48. 2. 21
	民族文化財	発地の石仏群	発地字下原	S43. 6. 1
	〃 建造物	浅間神社本殿	追分字神楽殿	S58. 7. 20
	文化財美術	大般若経六百巻奥所	追分字神楽殿	S58. 7. 20
	天然記念物	長倉神社社叢	長倉字長倉	S53. 4. 8
	〃	遠近宮社叢	長倉字東屋敷	S53. 4. 8
	〃	甌穴	湯川	S61. 5. 20
御代田町指定文化財	史跡	馬瀬口の一里塚	馬瀬口	S49. 3. 30
	〃	明治天皇小休所及び御膳水	馬瀬口	S49. 3. 30
	〃	馬瀬口下原古墳群	馬瀬口	S51. 4. 1
	〃	塩野山遺跡	塩野	S53. 6. 1
	有形文化財	真楽寺仁王門	塩野	S41. 4. 1
	〃	真楽寺三重塔	塩野	S41. 4. 1
	〃	真楽寺観音堂	塩野	S49. 3. 30
	〃	普賢寺大蔵経	塩野	S51. 4. 1
	天然記念物	神代杉	塩野	S43. 10. 21
	〃	真楽寺の寺叢	塩野	S43. 10. 21
	〃	普賢寺の二本杉	塩野	S43. 10. 21
	〃	アサマシジミ	浅間山麓	S49. 3. 30
	〃	アサマモンキ	〃	S49. 3. 30
〃	ミヤマトサミズキ	〃	S53. 6. 1	
小諸市指定文化財	天然記念物	アサマモンキ、	浅間山麓	S49. 7. 10
	〃	ミヤマシロチョウ	〃	S49. 7. 10
	〃	ベニヒカゲ	〃	S49. 7. 10
嬭恋村指定文化財	史跡	抜道の碑	大笹	S48. 12. 18
	〃	大笹関所跡	大笹	S48. 12. 18
	〃	蜀山人の浅間焼碑	大笹	S48. 12. 18
	〃	天明大笹温泉引湯道跡	大笹	S51. 6. 8
	有形文化財	無量院の五重塔	大笹	S51. 6. 8
	天然記念物	高山蝶生息地	浅間山麓	S51. 6. 8
長野原町指定文化財	重要文化財	六里ヶ原の道しるべ観音	群高	S53. 2. 28
	文化財	桜岩地藏尊	〃	S62. 3. 9

表 5 - 5 - 2 遺跡一覧 (各市町村教育委員会資料)

軽井沢町

遺 跡 名	所 在 地	時 代
川越石遺跡	軽井沢	縄文
高瀬愛宕山遺跡	"	"
長塚A, B遺跡	"	"
境新田遺跡	"	古墳
成沢A, B遺跡	長 倉	"
弁天A, B, C遺跡	"	縄文~古墳
山ノ神遺跡	"	古墳
西ノ沢遺跡	"	"
古川遺跡	"	"
離山洞穴	軽井沢	
平林遺跡	長 倉	縄文
一里塚A, B遺跡	"	古墳
大間間遺跡	"	"
三間通遺跡	"	"
中原遺跡	"	"
大井遺跡	"	"
佐倉遺跡	"	"
青柳遺跡	"	"
飛鳥遺跡	"	"
堂坂A, B遺跡	"	縄文
米倉遺跡	"	古墳
安孫子遺跡	"	縄文
中島A, B遺跡	"	古墳
音羽遺跡	"	縄文
芹ヶ沢遺跡	"	"
小谷ヶ沢A, B遺跡	"	"
弁財A, B遺跡	"	"
沼田遺跡	"	"
三ツ俣遺跡	"	"
中端遺跡	"	古墳
熊沢端遺跡	"	"
西屋敷A, B遺跡	"	"
石海苔沢遺跡	"	縄文
反川A, B遺跡	"	縄文~古墳
西ノ久保A, B遺跡	"	古墳

遺 跡 名	所 在 地	時 代
西ノ反遺跡	長 倉	古墳
清水A, B遺跡	追 分	"
実原道A, B遺跡	"	縄文
実久保A, B遺跡	"	縄文~古墳
中原A, B遺跡	"	古墳
石小屋遺跡	"	縄文
草場A, B, C遺跡	長 倉	縄文~古墳
篠原遺跡	"	"
県A, B遺跡	"	弥生
上ヶ口遺跡	"	古墳
上本田遺跡	"	"
赤るま遺跡	"	"
西原A, B遺跡	"	縄文~古墳
向井原A, B遺跡	"	"
湯川原A, B遺跡	発 地	縄文, 古墳
中屋敷遺跡	長 倉	歴史
上郷遺跡	発 地	"
欠羽遺跡	"	古墳
鼠原遺跡	"	"
地藏原遺跡	"	"
赤石遺跡	"	縄文~古墳
樋尻遺跡	"	"
下原A, B, C, D遺跡	"	"
風越遺跡	"	古墳
川田遺跡	"	"
五輪坂A, B遺跡	"	縄文~古墳
杉瓜A, B遺跡	"	"
麻田遺跡	"	古墳
木ノ下遺跡	"	縄文
大原A, B, C遺跡	"	縄文
石堂A, B遺跡	茂 沢	"
南石堂遺跡	"	"
西窪遺跡	"	"
横吹遺跡	"	古墳

御代田町

遺 跡 名	所 在 地	時 代
西荒神	塩 野	縄文
東荒神	"	縄文~平安
西城西	"	縄文
西城東	"	"
大沼	"	平安
滝沢	"	縄文~平安
越の腰	"	弥生~古墳
細尾根	"	縄文~平安
広畑	"	"
狸窪	"	縄文
駒込	"	縄文~中世
上藤塚	"	縄文
東二ツ石	"	"
湧玉	塩 野	"
細田塚古墳	"	古墳
塚田古墳	"	"
馬場	"	平安
めがね塚1, 2, 3号古墳	馬瀬口	古墳

遺 跡 名	所 在 地	時 代
下原1, 2号古墳	馬瀬口	古墳
塩野山	塩 野	平安
塩野西原	"	縄文~近世
上西田	"	縄文
山犬穴洞穴	"	縄文~弥生
西島	"	弥生
弥堂	"	縄文
草越南畑	草 越	"
追分道添	"	"
下藤塚	塩 野	平安~近世
根岸	御代田	奈良~平安
根岸古墳	"	古墳
塩野山II, III	塩 野	奈良~平安
塩野城	"	中世
細田	"	平安
下荒田	"	"
塚田	"	平安
谷地城	御代田	中世

小諸市

遺 跡 名	所 在 地	時 代
上大宮遺跡群	塩 野	縄文
西城	〃	〃
塩野山	〃	〃
石神遺跡群	八 満	縄文・平安
長畝	〃	平安
沼辺	〃	〃
牛冷	〃	〃
牛冷塚古墳	塩 野	古墳
宮崎城跡	〃	中世
善仁古墳	〃	古墳
中大宮	〃	縄文
下荒田	〃	近世
平原城跡	平 原	縄文・中世
北原遺跡群	〃	縄文~中世
三田原遺跡群	〃	縄文・平安
三子塚遺跡群	〃	縄文~平安
乗寄古墳	塩 野	古墳
上三田原城跡	平 原	中世
十石城跡	〃	〃
三子塚 1 号墳	〃	古墳
平原一里塚	〃	近世
赤沼	〃	縄文・平安
長野原	〃	縄文~平安

## 6. 火山噴火災害危険性の評価

### 6. 1 ハザードマップについて

火山災害の危険区域の推定は、火山災害危険区域予測図（ハザードマップ）という形でまとめられる。世界各国の火山のうちいくつかの火山で、このハザードマップが作成されている。ハザードマップは火山噴火活動によって危険の及ぶ範囲を予測するものであるが、火山活動の形態や規模は多様であるため、様々な火山活動の形態や規模を考慮した危険区域の推定はかなり難しい。したがって、ハザードマップ作成の前提条件（噴火規模、気象条件等）や手法を明確に示す必要がある。

ハザードマップは、次のように活用できると考えられる。

- ① 住民や観光客に対する啓発活動
- ② 緊急時の避難計画立案
- ③ 土地利用・開発規制の資料

土地保全基本調査で作成するハザードマップは、調査の性格から上記③に活用されるものである。

## 6. 2 火山災害要因

### (1) 過去の火山災害要因

火山災害のタイプは、災害要因と火山噴火の規模によって異なる。また、噴火による直接的現象と火山の活動にともなっておこる現象など様々であり、そうした違いによっても災害のタイプは異なる。表6-2-1は噴火災害の加害因子とそれによって引き起こされる災害要因を示したものである。これらのうち、火砕流、ベースサージ、火山泥流、溶岩流はそれらの到達範囲に破壊的被害をもたらす。火山ガスや降下火砕物は破壊的被害を及ぼすことはないが、生命や家屋、農作物や森林などに大きな被害をもたらす。随伴現象のうち、山体崩壊は火山体そのものの一部を破壊し、山麓に流下するもので、その崩壊物質の到達範囲に破壊的被害をもたらす。

表6-2-1 噴火災害の加害因子および災害要因 (勝井、1979)

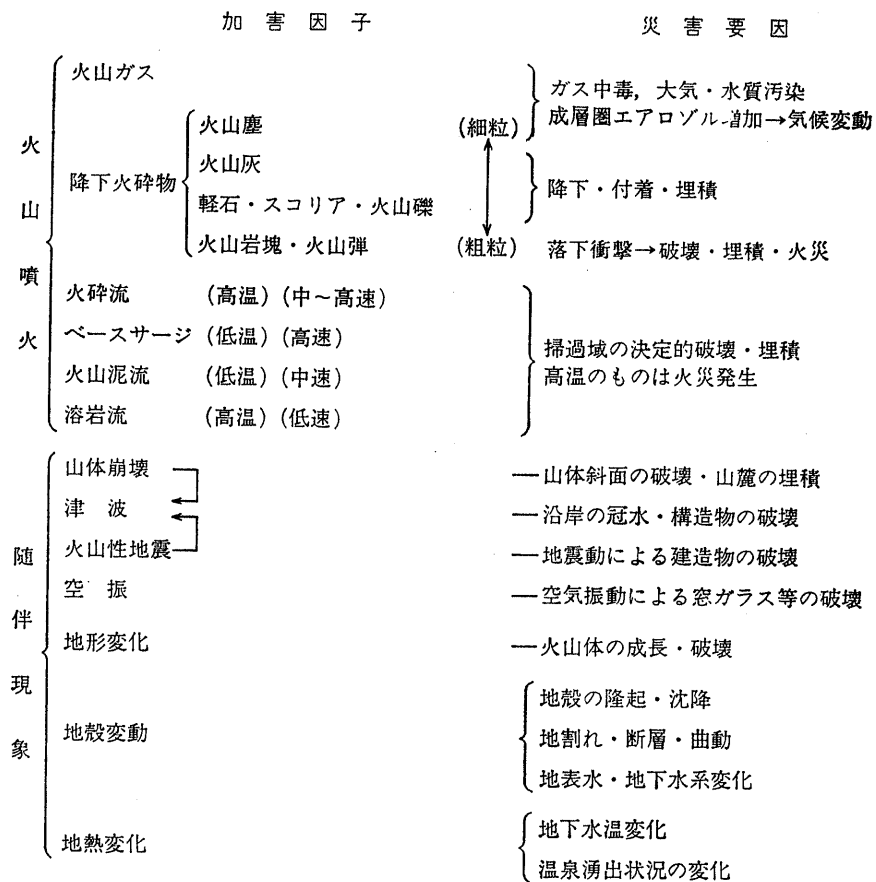




表6-2-2は国内外の歴史時代の噴火で多数の犠牲者を出した火山噴火の例である。多数の犠牲者を出した加害因子は、火山泥流、火砕流、津波などである。これに対して、降下火砕物や溶岩流によって人的被害を受けることは少ないが、土地の埋積による建物被害や農林業被害は甚大である。浅間山での歴史時代の大きな噴火は、1108年と1783年の噴火である。このうち1108年の噴火の際に人的被害がどのくらいであったかの記録はないが、追分火砕流や浅間B降下スコリア軽石の分布からみて、浅間山周辺地域で人的被害が大きかったことは十分推測されることである。1783年の噴火では、鎌原岩なだれやそれに続く洪水で約1200人の死者がでていた。このように、浅間山周辺地域では大規模な被害を出す噴火が過去に発生していることから、ハザードマップを作って、それに基づく適正な土地利用を進めることが地域の防災ポテンシャルを高めることになる。

表6-2-2 多数の犠牲者を出した噴火（勝井、1979に加筆）

火山名	噴火年	死者数 (人)	備考
クルー（インドネシア）	1586	10,000	火山泥流
ベスビオ（イタリア）	1631	3,500	爆発的噴火・溶岩流・火山泥流
エトナ（イタリア）	1669	20,000	地震（溶岩流下で1.7万人が家を失う）
メラピ（インドネシア）	1672	3,000	火砕流・火山泥流
アウ（インドネシア）	1711	3,200	火山泥流
パパンダヤン（インドネシア）	1722	2,957	山体崩壊
渡島大島（日本）	1741	>1,475	津波
浅間山（日本）	1783	1,200	火砕流・洪水
ラカギガル（アイスランド）	1783	10,000	大規模溶岩流（餓死も発生）
雲仙岳（日本）	1792	15,000	山体崩壊・津波発生
タンボラ（インドネシア）	1815	92,000	大規模噴火（餓死・病死も発生）
ガルングン（インドネシア）	1822	>4,000	火山泥流
アウ（インドネシア）	1856	2,800	火山泥流
クラカトア（インドネシア）	1883	36,417	カルデラ形成に伴って津波発生
アウ（インドネシア）	1892	1,500	火砕流・火山泥流
プレー（西インド諸島）	1902	28,000	サンピエール市に火砕流
スフリエール（西インド諸島）	1902	1,565	火砕流
クルー（インドネシア）	1919	5,000	火山泥流
ラミントン（パプアニューギニア）	1951	3,000	爆発的噴火・火砕流
アグン（インドネシア）	1963	2,000	火砕流・火山泥流
ネバドデルルイス（コロンビア）	1985	25,000	火山泥流
ニオス湖（カメルーン）	1986	1,700	火山ガス

## (2) 火山災害危険性評価の前提条件

### 1) 考慮すべき火山災害要因

浅間山で考慮すべき火山災害要因は、つぎのようなものがあげられる。

- ① 火砕流
- ② 岩屑なだれ
- ③ 溶岩流
- ④ 土石流・泥流
- ⑤ 火山碎屑物の放出
- ⑥ 洪水
- ⑦ 山体崩壊
- ⑧ 火山ガス

これらのうち、火山ガスについては風等の気象条件に大きく影響されること、洪水については調査範囲の外で発生することが予想されることから、これらの火山災害要因について予測をしなかった。

### 2) 火山噴火状況の設定

浅間山で予想される噴火規模及び火山噴火状況は次のようなものが考えられる。

#### ① 歴史時代の大規模噴火の間に起こる小規模噴火

1783年の天明噴火の前やそのあとから現在までの間に発生しているブルカノ式噴火や爆発といった小規模噴火が相当する。小規模噴火に伴う火山災害要因としては、火山ガス、噴出岩塊、降下火砕物、小型火砕流などがある。

#### ② 歴史時代の大規模噴火

1108年の天仁噴火や1783年の天明噴火のような歴史時代のプリニー式の大噴火が相当する。大規模噴火に伴う火山災害要因としては、多量の降下火砕物、中型火砕流、溶岩流などが起こる。噴火活動によって不安定化し

た山体が地震などをひきがねとして崩壊することもありうる。噴出した多量の火砕物は風下にながれ、広い範囲に降下、堆積する。中型火砕流が発生すると、火口から5～10kmの区域まで火砕流や岩屑なだれが到達する。火砕流が吾妻川まで達すると、吾妻川で洪水が発生する可能性がある。溶岩流は火砕流に引き続いて発生する。溶岩は釜山火口から噴出する場合、火口周辺の地形（標高）から見て北側に流下する可能性が高い。

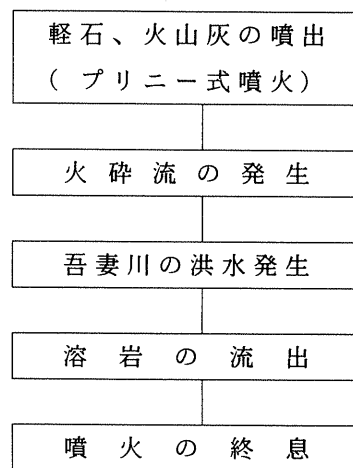


図 6 - 2 - 1 歴史時代の大規模噴火の経過

### ③ 地質時代(軽石流期)の大規模噴火

約13,000年前の孀恋降下軽石やこの時の軽石流を噴出した巨大噴火が相当する。この規模の噴火が発生すると、火口から100km以上離れた地域まで厚い降下火砕物が堆積し、火口から数10km離れたところまで火砕流(軽石流)が到達する。しかし、こうした大規模噴火の再現期間はかなり長い。

### 3) 火山災害危険性評価の前提条件

本調査において火山災害危険性評価を行う災害要因の評価の前提条件を表 6 - 2 - 3 に整理した。ここの災害要因ごとに設定する条件、パラメータ等はそれぞれの項で解説する。

表 6 - 2 - 3 火山災害危険性評価の前提条件

災 害 要 因	発生場所・地点	噴 火 規 模	気象条件等
①火砕流	釜山火口	歴史時代の大噴火	
②岩屑なだれ	北側斜面	歴史時代の大噴火	
③溶岩流	釜山火口	天明噴火	
④土石流・泥流	主な溪流	——	最近の豪雨
⑤火山碎屑物の放出	釜山火口	歴史時代の大噴火	最近の卓越風

### 6. 3 火砕流

危険区域の予測手法には、大きく分けて①特定の噴火を想定してその際の噴出物等の及ぶ範囲を推定するもの、②過去の災害実績や現在の地形を考慮して、災害の及ぶ範囲を推定するものがある。①の手法は一般に数値シミュレーションによって到達範囲や堆積厚などを求めるものである。噴出の条件や火砕流の運動特性に係わるパラメータなどを変えながら影響範囲を予測できる。②の手法は火砕流堆積物の堆積状況と現在の地形を合わせて、相対的な危険度評価を行うもので、確率的な意味を持つものである。

#### 6. 3. 1 火砕流シミュレーション

##### (1) 予測計算手法

火砕流の到達距離，到達時間，流速，被災範囲を予測することは、火砕流による災害を軽減するために重要である。

この目的でコンピューターによる数値シミュレーションがなされてきたが、従来は質点力学を用いたエネルギーラインモデルやエネルギーコーンモデルが中心であった。これらのモデルでは、火砕物の崩落体積や初速度に対する火砕流の到達距離の関係が、地形との対比で比較的容易に求められる。しかし、災害予測のためにはより現実に近いシミュレーションがなされる必要がある。

そこで、宝田ら(1993)、McEwen and Malin(1989)などが用いた、流れの降伏強度や粘性を取り入れたビンガムフローモデルを用いて、火砕流の流下シミュレーションを実行した。

図6-3-1に、ビンガム流体としてとらえた火砕流の模式図を示す。ビンガム流体は、降伏強度以上の剪断応力によって変形する下部境界層、および降伏強度に至らない剪断応力しか加わっていないために変形が生じていない上部のプラグ部分から形成されている。本調査では火砕流をビンガム流体とみなし、ビンガム流体の運動方程式、連続式を用いて流下予測をおこなった。

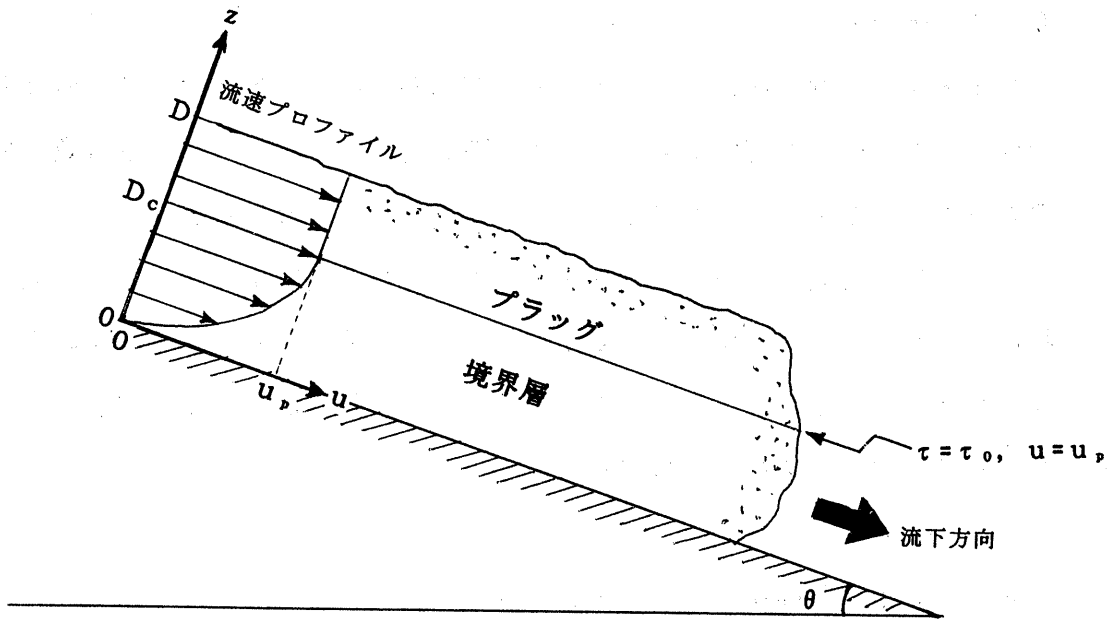


図 6 - 3 - 1 ビンガム流体としてとらえた火砕流の模式図

ア 流量の計算

単位時間に単位幅断面を通過する流量は、境界層およびプラグの流速を用いて以下のように示される。

$D_c$  : 境界層の厚さ

$u_p$  : プラグ内の流速

$D$  : 火砕流の流動厚

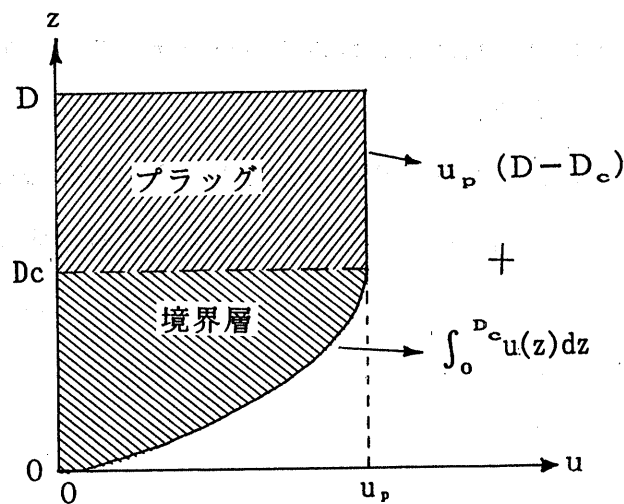


図 6 - 3 - 2 線流量

(流速の計算)

このモデルにおける、流れに対する抵抗：

$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dz} + \frac{1}{2} C_g \rho u_m^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

ただし、 $z$ ：火砕流中の地表面からの位置

$\tau$ ：位置  $z$  における底面剪断応力

$\tau_0$ ：降伏応力

$\eta$ ：粘性係数

$u$ ：位置  $z$  における流速

$u_m$ ：平均流速

$C_g$ ：地面に対する抗力係数

$\rho$ ：火砕流の密度

①式の右辺は、第一項がビンガム流体の降伏強度による抵抗、第二項が粘性による抵抗、第三項が乱流状態の流れが底面から受ける抵抗を表わしている。

火砕流中の任意の位置  $z$  における底面剪断応力は、運動方程式より

$$\tau = \rho g (D - z) \sin \theta \quad (z \leq D_c) \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\tau = 0 \quad (z > D_c) \quad \dots \textcircled{3}$$

ここで、 $g$ ：重力加速度

$D$ ：火砕流の流動厚

$\theta$ ：地表面の傾斜角

①、②より、境界層では

$$\frac{du}{dz} = \frac{1}{\eta} \rho g \sin \theta \cdot (D_c - z) - \frac{1}{2\eta} C_g \rho u_m^2 \quad \dots \textcircled{6}$$

したがって、 $z$  で積分して

$$\text{境界層： } u(z) = \frac{1}{\eta} \rho g \sin \theta \cdot (D_c z - z^2) - \frac{1}{2\eta} C_g \rho u_m^2 z \quad \dots \textcircled{7}$$

また、プラグの流速は、⑦より

$$u_p = u(D_c) = \frac{1}{2\eta} \rho g D_c^2 \sin \theta - \frac{1}{2\eta} C_g \rho u_m^2 D_c \quad \dots \textcircled{8}$$

と表すことができる。

火砕流基底面での降伏応力と、火砕流が重力によって流下しようとする力が釣り合うときの火砕流の厚さを限界流動深というが、これを  $D_p$  で表わす。

$D > D_p$  の時、火砕流の流動が生じる。  $D_p$  を用いると

$$D_c = D - D_p$$

と表わされる。すなわち、境界層が生じないと流動は生じない。

### イ 連続条件による流動厚の計算

連続式は、

$$\frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = Q$$

ここで、 $Q$  : 火砕物の供給量

$M$  :  $x$  方向の線流量

$N$  :  $y$  方向の線流量

これは、 $x, y$  方向からメッシュに流入してきた火砕物の量だけメッシュ内の火砕流の厚さが変化することを示すものである。この計算によって、次の時間ステップでの流動厚を求め、アの流量の計算へと発展していく。

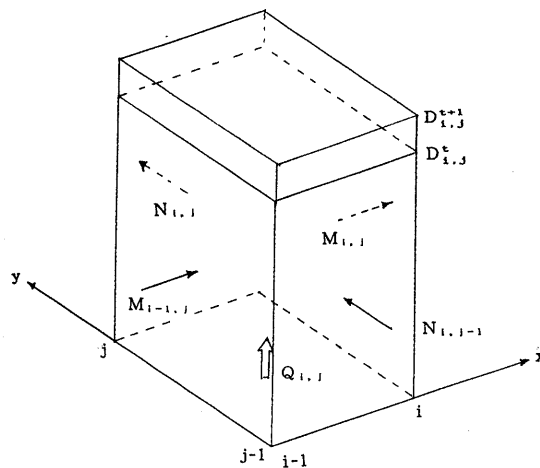


図 6 - 3 - 3 連続条件



## (2) 予測計算条件

このシミュレーションでは、噴煙柱の崩壊を考慮していないが、火口から火砕物があふれでることにより発生する火砕流や、熔岩ドームの崩落により発生する火砕流について予測計算が可能である。

例えば、1783年の天明大噴火時に流出した吾妻火砕流についての記述に、「・・・山より熱湯湧出しおし下し、南木の御木見る内に皆燃え尽す・・・」（無量院住職手記）とあるが、これについて荒牧(1981)は、「ここに『熱湯湧出し』云々とあるのは、想像をたくましくすれば、噴煙柱が高く昇らず、火口から湧きあふれるような低い姿勢で流下したのを描写したものととれるかも知れない。」と述べている。したがって、このような吾妻火砕流のタイプのものについては応用可能であるといえる。

予測計算の際に与えるパラメータは次のように決めた。

### 1) 密度 $\rho$

セントヘレンズ火山の1980年7月22日と8月7日の火砕流の密度は、堆積直後の堆積物の傾斜および厚さから、 $\rho = 1450 \text{ kg/m}^3$ と求められている(Wilson and Head, 1981)。また、アラスカのオーガスティン火山の1986年3月27日～4月28日の火砕流の密度は、 $\rho = 1360 \text{ kg/m}^3$ と求められている(Beget and Limke, 1989)。宝田ら(1993)は、流走中の流れの密度が、これらよりやや小さいと考えて、 $1300 \text{ kg/m}^3$ を採用した。このシミュレーションでも、この $1300 \text{ kg/m}^3$ を用いた。

### 2) 抗力係数 $C_d$

宝田ら(1993)が火砕流のシミュレーションの中で採用した $C_d = 0.01$ を用いた。

### 3) 降伏強度 $\tau_0$

Wilson and Head (1981)は、セントヘレンズ火山の火砕流は、 $\tau_0 = 200 \sim 18000 \text{ Pa}$ としている。ここでは、宝田ら(1993)が採用した $850 \text{ Pa}$ を用いた。

4) 粘性  $\eta$

火砕流末端部と出発点との比高(H)と、火砕流の水平流走距離(L)との比(H/L比)を一つの指標として、雲仙岳の火砕流と吾妻火砕流のものを比較し、雲仙岳の火砕流の粘性から吾妻火砕流の粘性を推定した。

6. 3. 2で示すが、吾妻火砕流のH/L比は、ほぼ0.2である(図6-3-10)。一方、雲仙岳の火砕流については、宝田ら(1993)が図6-3-4のようにH/L比と火砕流の体積との関係を示した。これによれば、吾妻火砕流の体積 $0.1\text{km}^3$ (荒牧, 1968)に対応する雲仙岳のH/L比は、約0.12と推定される。宝田ら(1993)は、雲仙岳の火砕流の粘性として  $\eta = 90[\text{Pas}]$  を用いているが、粘性とH/L比が比例するとすれば、

$$\eta = 90 \times 0.2 / 0.12 = 150[\text{Pas}]$$

を、吾妻火砕流の粘性とすることができる。

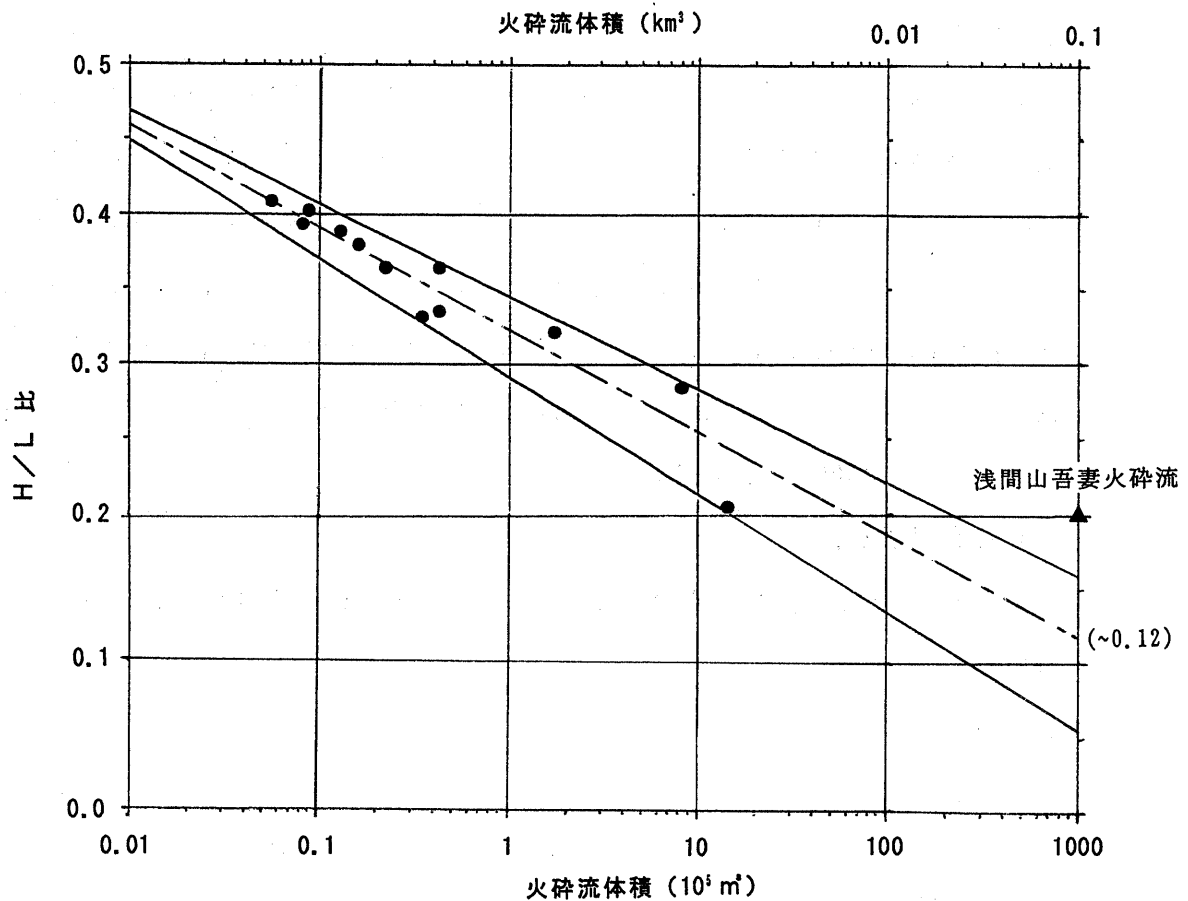


図6-3-4 火砕流の体積とH/L比の関係

● : 雲仙岳の火砕流(宝田, 1993), ▲ : 吾妻火砕流

宝田(1993)の図を外挿して吾妻火砕流を加えた。

### 5) 流出レート

山田ら(1991)が、吾妻火砕流の再現シミュレーション時に、 $20,833\text{ m}^3/\text{sec}$ を用いているが、ここではこれに近い値、 $20,000\text{ m}^3/\text{sec}$ を採用した。これは、流出の継続時間を1時間とすれば、噴出総量は $0.072\text{ km}^3$ となる。これは、荒牧(1968)が見積もった $0.1\text{ km}^3$ に近い値である。

### 6) 流下方向

6. 3. 2で示すように、釜山火口が北側に傾いているため、火砕流は北側に流下しやすいと考えられる。したがって、シミュレーションでも北側に流下させることとする。

以上のパラメータを表6-3-1にまとめる。なお、地形データは現地地形を100mメッシュに区分して数値化したものを用いた。

表 6 - 3 - 1 予測計算の条件

物 理 量	数 値 [ 単 位 ]	参 考 文 献
粘 性	150 [Pas]	宝田ら(1993), 荒牧(1968)
抗 力 係 数	0.01	宝田ら(1993)
降 伏 強 度	850 [Pa]	宝田ら(1993)
密 度	1300 [kg/m <sup>3</sup> ]	宝田ら(1993)
流 出 レ ー ト	20,000 [m <sup>3</sup> /sec]	山田ら(1991)

### (3) 予測計算結果

図6-3-5に計算結果を示す。火砕流の到達時間を示している。北麓の別荘地には10~15分後には、火砕流が到達している。流走方向は微地形の影響を受け、特に火砕流末端部では、谷沿いにかかりの距離を流下している。

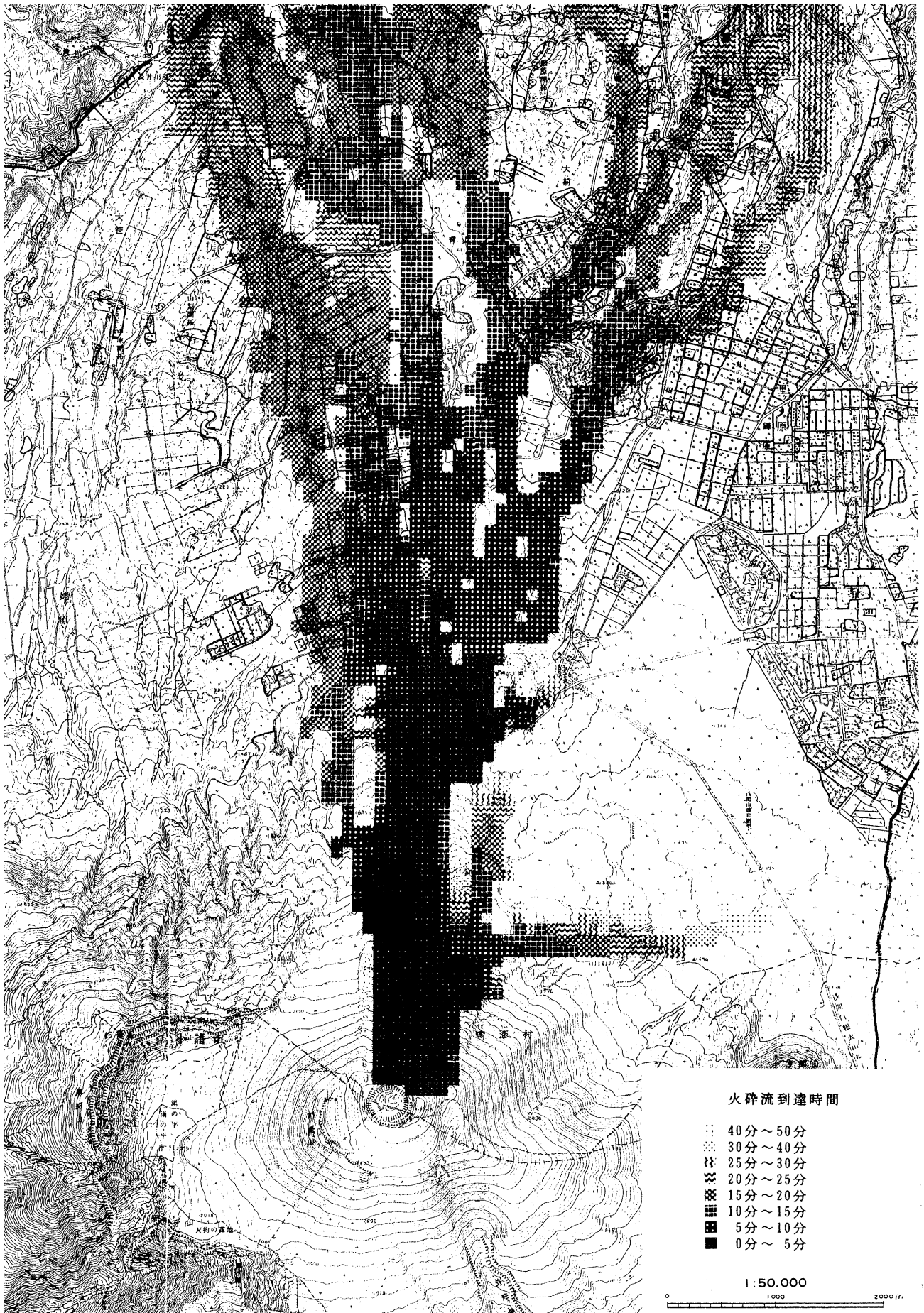


図 6 - 3 - 5 火砕流流下シミュレーション結果

### 6. 3. 2 火砕流危険区域の予測

災害実績をもとにした浅間山における火砕流危険度評価は、Aramaki(1984)が行っている。ここでは、過去の火砕流や岩屑なだれの堆積物の分布状況、流下方向を規定する山頂付近の地形から、危険区域を設定している。ここではその研究実績を参考にしながら、火砕流危険区域予測図を作成した。

#### (1) 過去の火砕流の流下傾向

浅間山では、歴史時代の大噴火で追分火砕流(1108年)、吾妻火砕流と鎌原岩なだれ(1783年)の3つの火砕流が発生している。このうち鎌原岩屑なだれは北側山腹を大きくえぐって流下したもので、地形に沿って流下し堆積するタイプの火砕流ではない。本調査では、鎌原岩屑なだれ以外の火砕流がどのように流下し、堆積したかを現在の地形から推定してみた。

##### 1) 火砕流の流下方向

追分火砕流(1108年)は、前掛山のすべての方向に流下している(図6-3-6)。浅間山の火口周辺には、西側に前掛山の高まりがあり、さらに釜山火口は北側が南東側より60m低くなっている。噴火当時そのような地形であったかどうかは不明であるが、いずれにせよそうした火口周辺の100m程度の高まりを越えて四方に広がって流下していることがわかる。噴出地点(火口)から1~2km離れると比高300mの黒斑山や比高100mの剣ヶ峰を越えてはいない。また、前掛山の東の山腹にある仏岩火山では山腹の低いところを選んで流下するようになる(弥陀ヶ城岩の谷に沿って流下している)。蛇堀川や大窪沢のような狭い谷に流下した火砕流は比較的遠くまで流下している。北側と南側には障害となる地形がなかったせいか幅ひろく火砕流が流下した。追分火砕流の南と北の末端は狭い開析谷に流れ込み、停止している。

吾妻火砕流(1783年)は、前掛山から北の方向に流下している(図6-3-7)。火砕流堆積物の分布から見てこの火砕流は火口周辺で余り高い位置まで上がらずに地形に沿って北側に流下していったことが推定される。北東方向に流下した火砕流は浅間牧場のある丘陵地の縁で流下方向を変え、

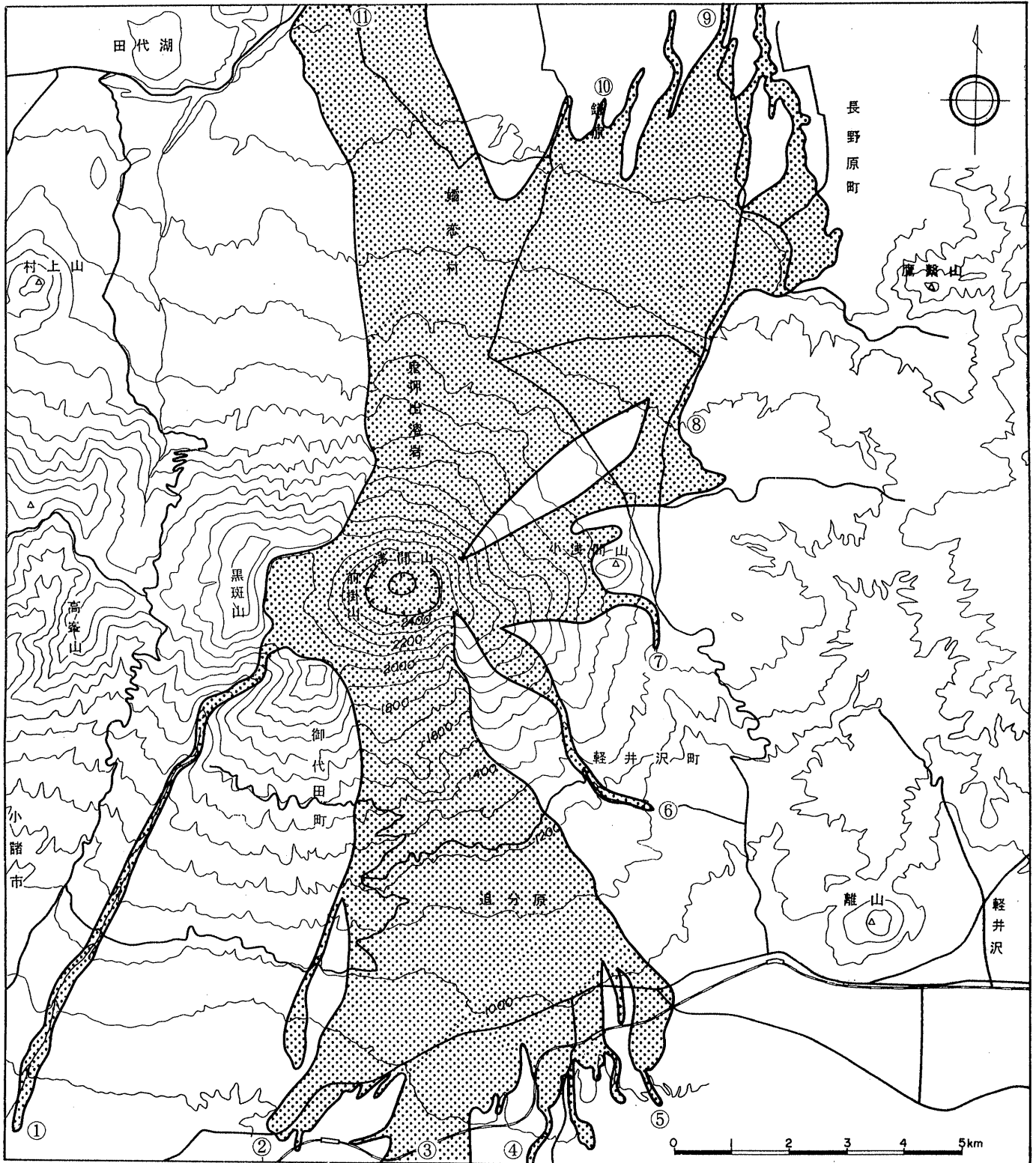


図 6 - 3 - 6 追分火砕流の分布範囲

火砕流の分布範囲は荒牧(1968)などによる。

丸数字は図 6 - 3 - 8、図 6 - 3 - 9 の地形断面に対応する。

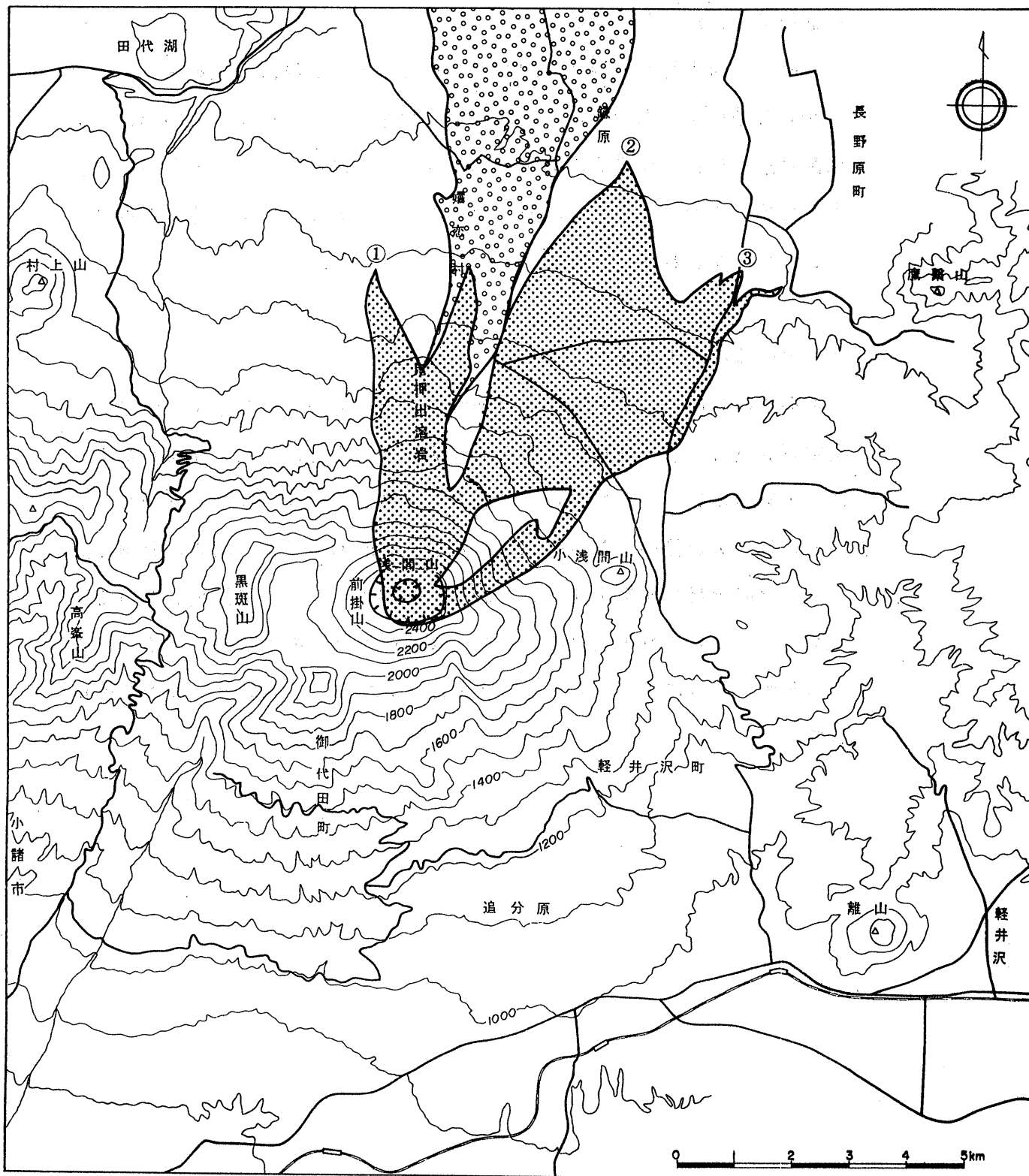


図 6 - 3 - 7 吾妻火砕流の分布範囲

火砕流の分布範囲は荒牧(1968)などによる。

丸数字は図 6 - 3 - 10 の地形断面に対応する。

吾妻火砕流
  鎌原岩屑なだれ

片蓋川沿いに流下している。

火砕流の流下範囲を現在の地形と合わせると、火砕流の流動をコントロールする地形が判別できる。火砕流の流動をコントロールする地形は、噴出源に近いほど、火砕流の流速が早いほど、火砕流の規模が大きいほど、大きな比高必要になり、その逆では小さな谷や高まりでも火砕流の流動がコントロールされる。

## 2) 火砕流の流下距離

本調査の範囲は、追分火砕流(1108年)の分布域をすべて含んでいないが、空中写真判読と既存資料から追分火砕流の末端を把握した。前述したように、火砕流はいくつかに分岐して流下している。図6-3-8と図6-3-9に追分火砕流の主な分岐流の堆積面の縦断面を示す。南側と北側に流下した火砕流は10km以上流下しており、傾斜 $1^{\circ}$ ～ $2^{\circ}$ で停止している。

図6-3-10に吾妻火砕流の主な分岐流の堆積面の縦断面を示す。火砕流は北側にのみ流下し、6～9km程度流下しており、傾斜 $2^{\circ}$ 前後で停止している。



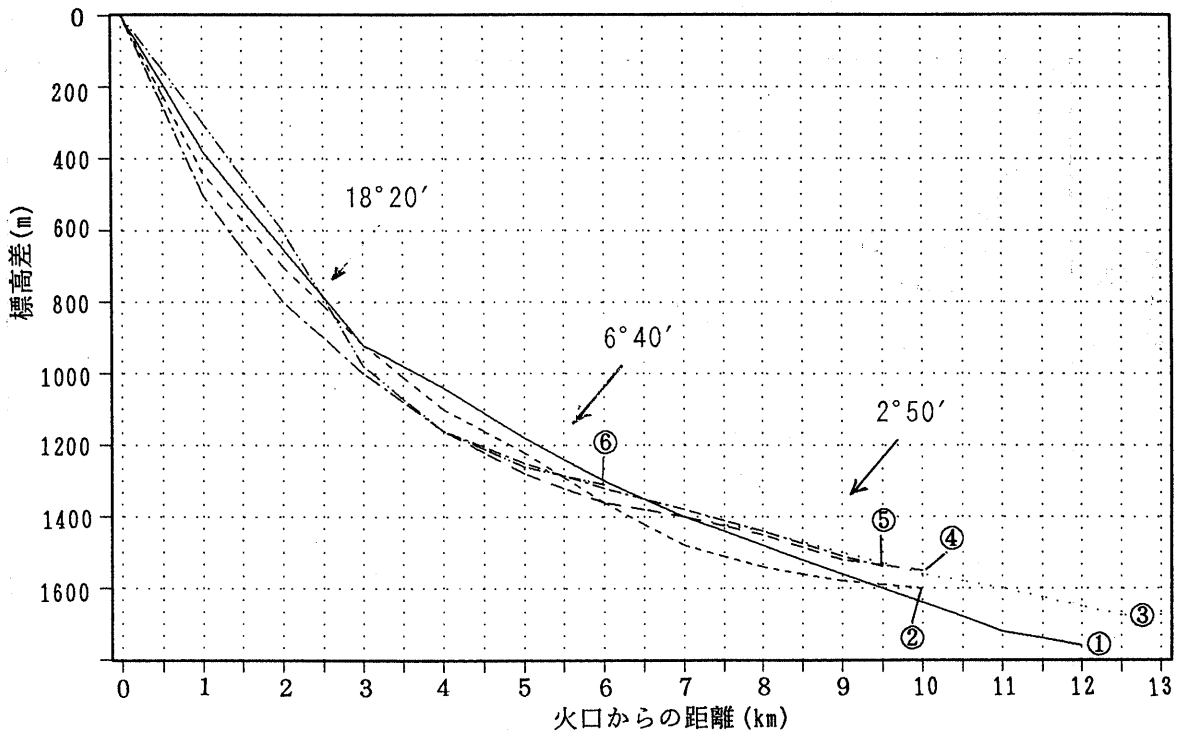


図 6 - 3 - 8 追分火砕流の堆積断面 (1)

番号は図 6 - 3 - 6 の分岐流の番号に対応する。

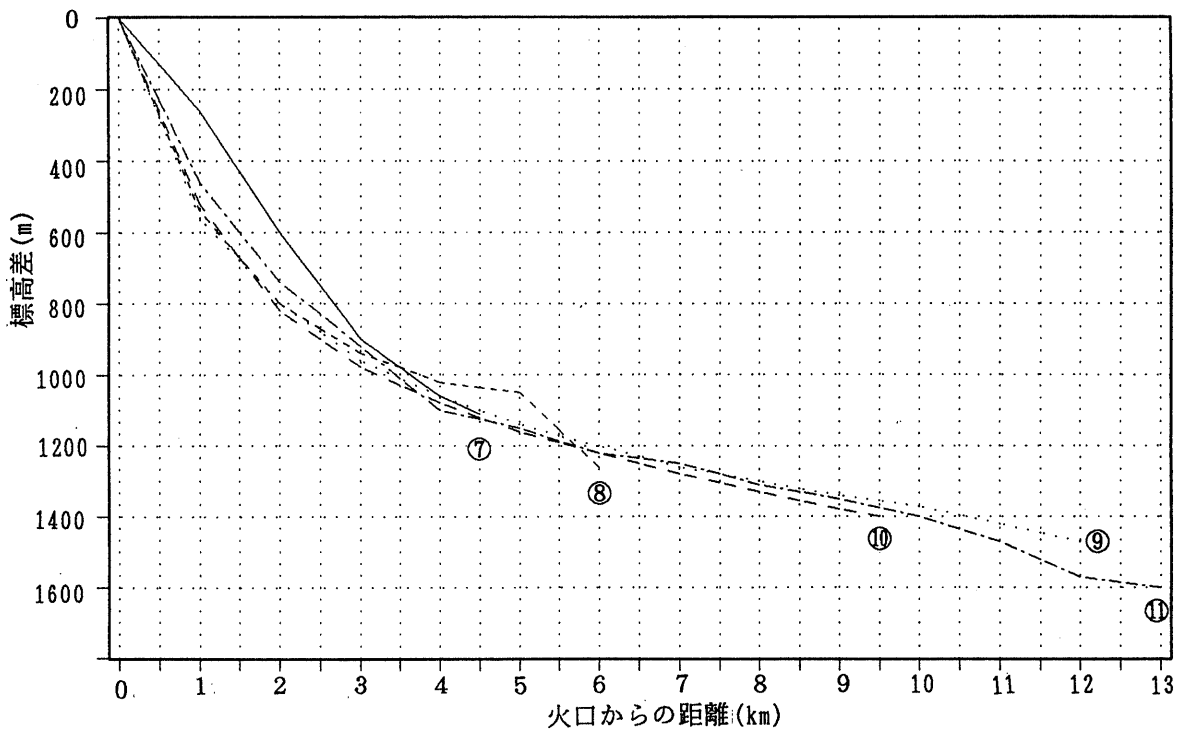


図 6 - 3 - 9 追分火砕流の堆積断面 (2)

番号は図 6 - 3 - 6 の分岐流の番号に対応する。

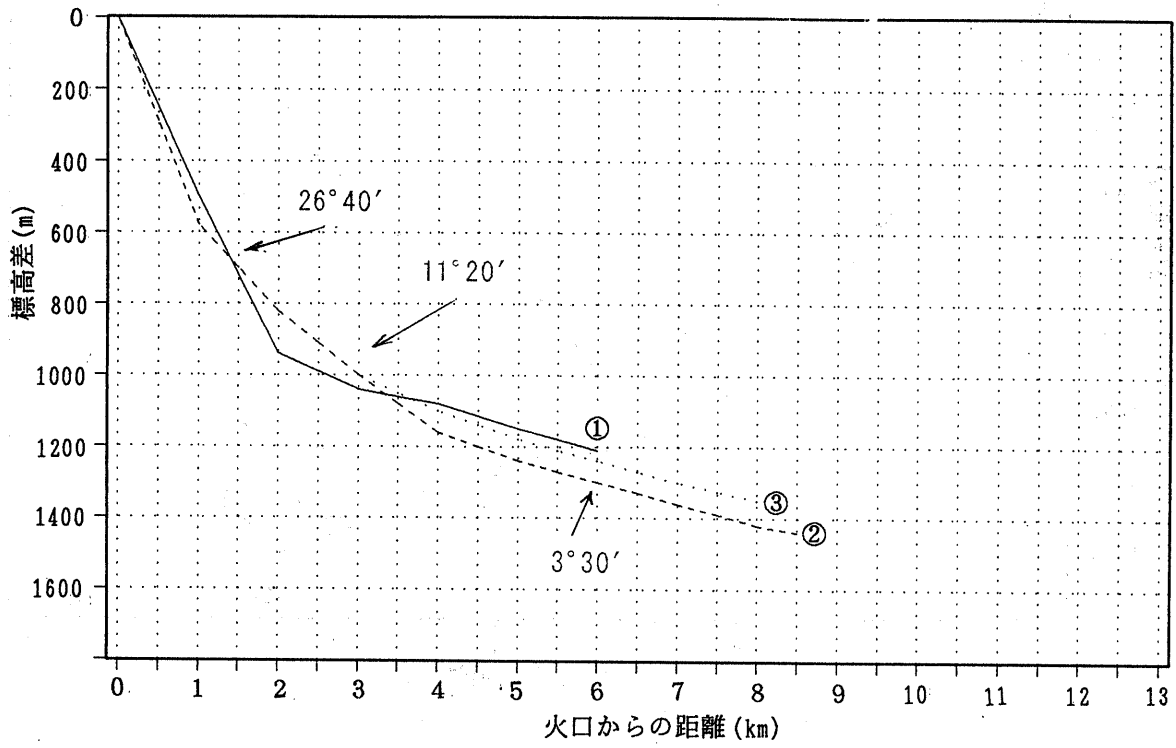


図 6 - 3 - 10 吾妻火砕流の堆積断面

番号は図 6 - 3 - 7 の分岐流の番号に対応する。

(2) 標高データを利用した数値的手法（火砕流危険区域予測図）

ここでは、地形図から読み取った標高データのみを用いて、出発点から各地点までの比高  $h$ ，道程  $l$  を求め、この2つのパラメータのみから数値的に火砕流到達危険度を求める手法を検討した。なお、危険度予測の条件は、実績・地形を考慮した経験的手法の場合と同様である。

ア 火砕流到達危険度

流体の初速を0としたとき、その流下におけるエネルギー保存則の適用から、以下の式が導かれる。

$$m g h = \frac{1}{2} m v^2 + \alpha \bar{v} t + \beta \bar{v}^2 t + a_0$$

位置エネルギー	慣性による	粘性抵抗による	乱流抵抗による	その他の抵抗による
運動エネルギー	損失エネルギー	損失エネルギー	損失エネルギー	損失エネルギー

$m$  : 質量

$g$  : 重力加速度

$h$  : 出発点から計算地点までの標高差

$v$  : 計算地点での流下速度

$\alpha$  : 粘性抵抗に関する係数

$\bar{v}$  : 出発点から計算地点までの平均流下速度

$t$  : 出発点から計算地点までの流下所要時間

$\beta$  : 乱流抵抗に関する係数

$a_0$  : その他の抵抗

乱流抵抗が他の抵抗より十分小さいとき、これを無視し、次のように表せる。

$$m g h = \frac{1}{2} m v^2 + \alpha \bar{v} t$$

これから、流体が停止するときすなわち  $v = 0$  となるとき、以下のようになる。

$$m g h = \alpha \bar{v} t$$

ここで、 $\bar{v} t$  は流体のたどった道程  $l$  をあらわすので、

$$m g h = \alpha l$$

$$\frac{h}{l} = \frac{\alpha}{m g}$$

となる。ここで、これを火砕流にあてはめたとき、火砕流が出発した地点から停止する地点までの道程  $l$  と比高  $h$  の比は、火砕流自身の重力と粘性抵抗係数の比にほぼ等しくなると理解できる。言い替えば、各地点の火砕流の到達の可能性は道程  $l$  と比高  $h$  の比に大きく支配されると考えることができる。

以上の考えに基づいて、浅間山におけるDEM（デジタル標高モデル）を利用し、各地点の火砕流到達危険度を道程  $l$  と比高  $h$  の比によって表す計算を試みた。

ところで、この考え方は常に最大流下方向を常に火砕流が通った場合に成り立つものである。しかし、実際の地形に制約され、火砕流が曲がることを考えにいれる必要があるので、次に説明する流下方向の簡易的な算出を考慮することとした。

#### イ 流下方向の算出

斜面をいくつかののスパンに区切り、それらに、火砕流が通る順に1, 2, 3, …と番号をふる。それらのスパンの比高、道程をそれぞれ、 $(h_1, l_1)$ ,  $(h_2, l_2)$ ,  $(h_3, l_3)$ , …とする。出発点から  $n$  番目のスパンの斜面にさしかかった火砕流の速度  $v$  は、エネルギー保存則から次のようになる。

$$m g \sum_{i=1}^{n-1} h_i = \frac{1}{2} m v^2 + \alpha \sum_{i=1}^{n-1} l_i$$

$$v = \sqrt{2 \left\{ g \sum_{i=1}^{n-1} h_i - \frac{\alpha \sum_{i=1}^{n-1} l_i}{m} \right\}}$$

次に n 番目のスパンの斜面で新たに最大傾斜方向へ向かう速度成分が発生する。最大傾斜方向とそれまでに流下してきた方向のなす角を  $\theta$  とすると、図 6-3-11 のようになる。

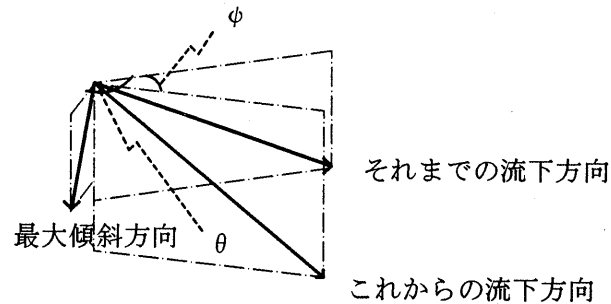


図 6-3-11 最大傾斜方向と火砕流流下方向

最大傾斜方向に向かう速度成分  $v_v$  はそのスパンで新たに発生するものであるから、

$$v_v = \sqrt{2 \left\{ g h_n - \frac{\alpha}{m} l_n \right\}}$$

である。

これを、いままで流下してきた方向（水平面投影）及びそれに直交方向（水平面投影）に分解すると、次のようになる。

$$\text{流下水平方向} : \sqrt{2 \left\{ g h_n - \frac{\alpha}{m} l_n \right\}} \cos \theta$$

$$\text{直交水平方向} : \sqrt{2 \left\{ g h_n - \frac{\alpha}{m} l_n \right\}} \sin \theta$$

これから、新たな流下方向は今までの流下方向から以下の角度  $\phi$  だけ最大傾斜方向側へずれることとなる。

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{2 \left( g h_n - \frac{\alpha}{m} l_n \right)} \sin \theta}{\sqrt{2 \left( g \sum_{i=1}^{n-1} h_i - \frac{\alpha}{m} \sum_{i=1}^{n-1} l_i \right)} + \sqrt{2 \left( g h_n - \frac{\alpha}{m} l_n \right)} \cos \theta}$$

分子と分母を逆転し、

$$\cotan \phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} h_i - \frac{\alpha}{mg} \sum_{i=1}^{n-1} \ell_i}{h_n - \frac{\alpha}{mg} \ell_n}} \cdot \frac{1}{\sin \theta} + \cotan \theta$$

ところで、先述のように火砕流の速度  $v$  が 0 となるとき

$$\frac{\alpha}{mg} = \frac{h}{\ell}$$

であるので、火砕流の流動中は仮りに

$$\frac{\alpha}{mg} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} h_i}{2 \sum_{i=1}^{n-1} \ell_i}$$

と決めることとする。

以上より、火砕流流下方向の変化角度  $\phi$  は

$$\cotan \phi = \frac{\sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} h_i}}{\sqrt{h_n - \frac{\sum_{i=1}^{n-1} h_i}{2 \sum_{i=1}^{n-1} \ell_i} \ell_n}} \cdot \frac{1}{\sin \theta} + \cotan \theta$$

となる。

また、流下方向以外の危険度はエネルギー保存則の適用から、流下方向のその  $\cos^2 \delta$  倍となる。ここで、 $\delta$  は流下方向と求める方向のなす角度である。

ところで、正方グリッドを用いたDEMで、計算する場合、グリッドの配列方向に流下方向がある場合のみ正常な危険度が計算されるが、それ以外の方向にはすべて、正常値の  $\cos^2 \delta$  倍の危険度しか計算できないことと

なる。すなわち、隣あうメッシュ間のデータのみで以上の計算を繰り返したとき、十字状に危険度の高い場所が計算されることとなる（図6-3-12）。

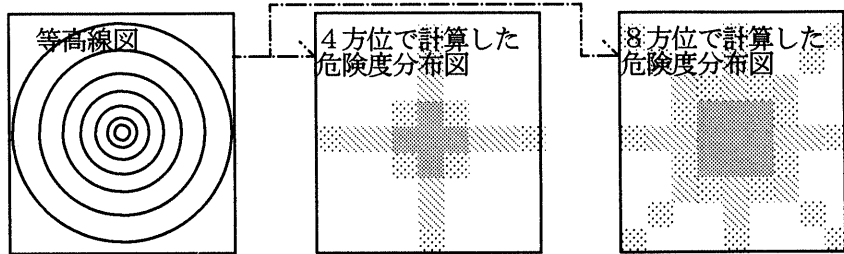


図6-3-12 正方グリッド上での計算の問題

そこで、以上の問題を解決するために、傾斜方向の変化が大きくない比較的一様な斜面が広がるところでは、隣接するグリッドのデータのみでなく、一つあるいは二つ飛ばした近接グリッドのデータも考慮して計算することとした。

#### ウ 危険度評価結果

以上の計算手法により、浅間山における100m間隔の格子点上の標高を地形図から読み取ったDEMデータを利用し、各地点の火砕流到達危険度を道程 $l$ と比高 $h$ の比によって表す計算を試みた。

火砕流の危険区域予測にあたっては次のような条件を設定した。

- ①火砕流は山頂火口または釜山から噴出する。
- ②現況の地形を大きく破壊、埋積させるような活動でない。
- ③噴火規模は歴史時代の大噴火とするが、特定はしない。

この評価は火砕流の危険性の相対的評価であり、危険度の高い方からランクA～Gの7段階に区分した。前述のとおり、傾斜方向とメッシュの取り方により、計算される数値は減少する。すなわち、流出源（火口）から遠ざかり、その間に通過するメッシュ数が多くなるほどそこで算出される $\Sigma h / \Sigma l$ は、本来のそれよりも小さくなってしまふ。凡例に数値を掲げるのを避けたが、それぞれのランクの値は表6-3-2のとおりである。

表 6 - 3 - 2 危険度ランクと  $\Sigma h / \Sigma \ell$  値

危険度	$\Sigma h / \Sigma \ell$
ランク A	100/250以上
ランク B	100/350 ~ 100/250
ランク C	100/450 ~ 100/350
ランク D	100/600 ~ 100/450
ランク E	100/800 ~ 100/600
ランク F	100/1000 ~ 100/800
ランク G	100/1000未満

火砕流は北側に広がりやすく、危険度の高い区域が南側に比べ遠方まで伸びている。北側へ危険地域が広がっているのは火口周辺の地形が北に低く、南に高くなっていること、現在の釜山火口が北に片寄っていることなどによる（図 6 - 3 - 13）。また、仏岩火山、前掛山、黒斑山カルデラ壁の影になる地域では、火砕流到達危険性は低い。

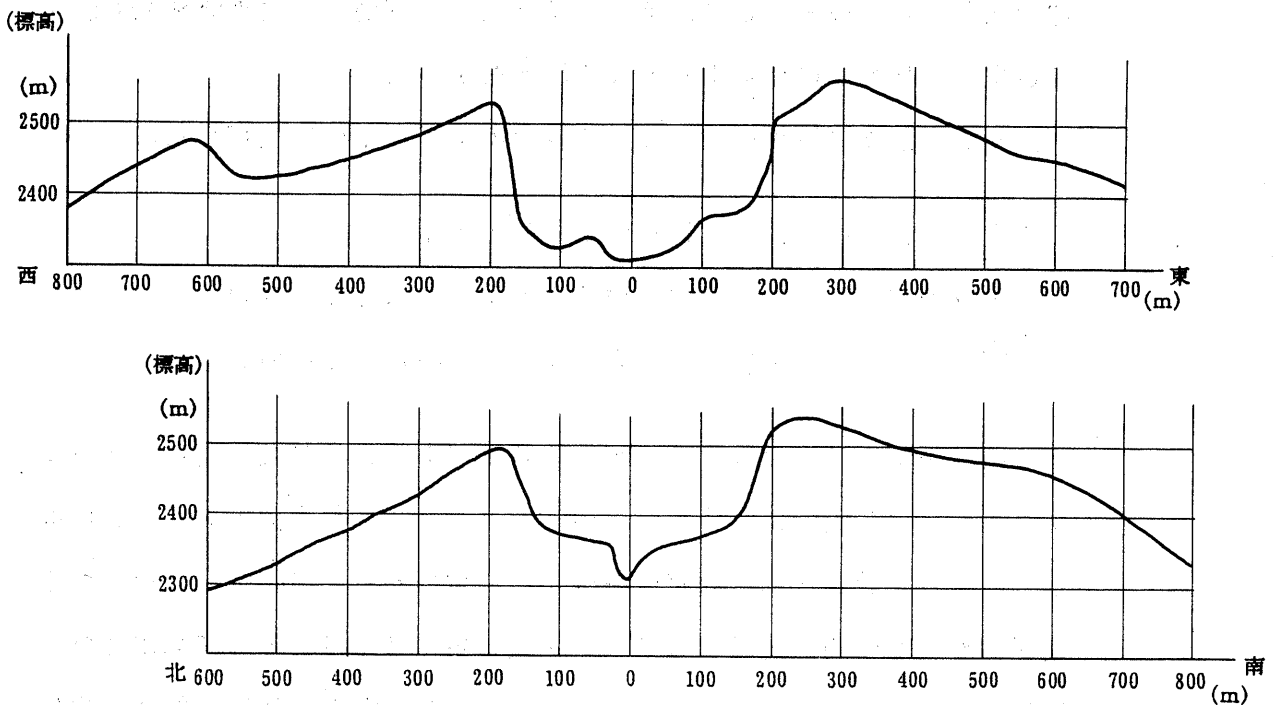


図 6 - 3 - 13 山頂火口を通る地形断面



この結果は、過去の災害実績・地形と矛盾しないものである。火口からの距離、比高によって、火砕流の到達危険度をいくつにも細分できる点で、過去の災害実績・地形から作成した火砕流危険区域予測図より優れていると考えられる。以上のように数値的に危険度を評価する簡易手法は、火砕流危険区域予測図を作成する一つの重要な手法になり得る。以下に、火砕流危険区域予測図に示した危険度ランクごとの特徴を示す。

#### ①危険度 A, B の区域

危険度 A, B の区域は浅間山地域で最も火砕流の危険な地域であり、その範囲は火口の北側へ約 3 km で、ほぼ鬼押し溶岩の範囲である。北側へ危険度 A, B の区域が広がっているのは火口周辺の地形が北に低く、南に高くなっていること、現在の釜山火口が北に片寄っていることなどからである。なお、現在、この区域には建物等の施設はほとんど存在しない。

#### ②危険度 C の区域

危険度 C の区域は、危険度 A, B 区域の側方または前方に続く区域、前掛山の南斜面及び西斜面である。この区域は、浅間山北側斜面では山頂火口から約 5 km の範囲まで広がっている。北側斜面には顕著な高まりや谷がないため、火砕流はその規模が大きくなると広がりやすい。南側斜面は火口から 4 km 以内の地域が相当するが、石尊山の高まりを少し避けるように流下する可能性がある。

#### ③危険度 D の区域

危険度 D の区域は、危険度 C の区域の外側に続く区域である。山頂火口から北側 5 ~ 6 km 以内の地域が危険度 D の区域に含まれる。北側の区域は、吾妻火砕流や鎌原火砕流の本体部の流下した区域に近くなっている。この区域は現在、観光施設や別荘などの人の集まる施設が見られる。南側斜面も、火口から 6 km 以内の地域に危険度 D の区域がある。南側斜面の危険度 D の区域は、追分火砕流の流下区域の北側部分が含まれる。

#### ④危険度E, Fの区域

危険度E, Fの区域は山頂火口から南北に広い範囲である。追分火砕流や13,000年前の軽石流のような大型の火砕流が発生した場合には、危険があるという範囲である。火口から西側や東側には黒斑山カルデラ壁や蛇堀川などの火砕流の流動をコントロールする地形があり、危険度の高い区域は広がっていない。

#### ⑤危険度Gの区域

危険度Gの区域は火砕流の危険性の低い区域である。

## 6. 4 岩屑なだれ

### 6. 4. 1 予測手法

#### (1) 発生場所

山体崩壊を引き起こす火山はほとんど成層火山か溶岩ドームに限られ、わが国の活火山のうち、成層火山と溶岩ドームの49%で岩屑なだれが認められる(宇井, 1986)。しかし、岩屑なだれの原因となる山体崩壊の発生する場所を予測することは極めて困難である。あえて、山体崩壊の発生しやすい場所の特徴を示せば、次のようなものがあげられる(守屋, 1990)。

- ① 山腹斜面が一方に偏って大きく傾斜しているところでは大きく傾斜している方向に崩壊しやすい。
- ② 古い火山の上に新しい火山が乗りかかっている火山では、新しい火山側が崩壊しやすい。
- ③ 深い開析谷が発達し、山腹斜面が不安定化しているところは、地震などによって崩壊しやすい。
- ④ 火山体をつくっている噴出物の中に粘土質の火山灰がはさまっている場合、粘土質の火山灰層がすべり面となって崩壊しやすい。
- ⑤ 粘性の高い溶岩が偏って貫入し、周辺斜面を不安定化しているところでは、崩壊しやすい。

浅間山では2つの岩屑なだれ堆積物が確認されている。ひとつは、黒斑山期最後の塩沢岩屑なだれ堆積物・応桑岩屑なだれ堆積物で、黒斑山の火山体が大きく崩壊したもので、岩屑なだれは、黒斑山の山頂があったと推定される地点から15km以上も遠くまで到達した。もうひとつは、1783年の鎌原岩屑なだれ堆積物で、浅間山の北斜面を15kmくらい流下した。崩壊の規模は、前者の方がはるかに大きい。

黒斑山の岩屑なだれは山体崩壊と呼ばれるもので、火山活動に伴う火山体の変形や強い地震動等によって発生する。火山は一般にルーズな火山碎屑物からなることと急斜面からなるため不安定である。岩屑なだれや山体崩壊の発生危険箇所を推定するために火山体の内部構造と地表の傾斜を評価する必

要がある。浅間山は、前掛山の火山体の下に黒斑山火山や仏岩火山の噴出物がある（付図 火山地形・火山地質図）。そのため、大きな山体崩壊は黒斑山火山や仏岩火山の方向には起こりにくい。現在の浅間山の傾斜は、北側が最も急である。さらに、北側には山体崩壊を止めるような地下構造が認められないことから、北側斜面が最も不安定な斜面といえる。

鎌原岩屑なだれのような本質物質の崩壊は、一般に噴出の方向や高さや火口周辺の高度分布によって流下方向が決まると考えられている。現在の火口周辺の地形から見て、鎌原岩屑なだれを引き起こしたような溶岩が山頂火口から噴出した場合、北側斜面が最も危険性が高いといえる。

山腹の一部が崩れるものは、地震等の外力の係わり方や火山体内部の粘土層などの状態によって発生場所が決まってくるため、事前に崩壊しやすい場所を予測することは困難である。

## (2) 影響範囲

岩屑なだれが発生した場合、どの範囲まで影響が及ぶかはいろいろな条件によって異なる。影響範囲を推定する上で重要な条件として以下のような事項があげられる。

- ① 山体崩壊の発生場所と流下する斜面の傾斜、起伏などによって違ってくる。Ui, et al. (1986)は火山性の岩屑なだれと非火山性の斜面崩壊の、最大崩壊高度差と最大流走距離の関係をまとめている（図6-4-1）。それによれば、火山性の岩屑なだれの最大崩壊高度差と最大流走距離の比は0.2~0.06で、大規模な岩屑なだれほどその比は小さい。すなわち、山体崩壊する斜面の高さの5倍から15倍の距離くらいまで岩屑なだれが及ぶ可能性がある。
- ② 1984年に発生した御嶽山の岩屑なだれのように深い開析谷を流下する場合は、谷沿いの斜面に乗り上げながらも、ほぼ谷沿いに流下していく。
- ③ 岩屑なだれに伴って岩片混じりの高温、高速の爆風(ブラスト)が発生することがある。1980年セントヘレンズ火山の噴火の際に発生した爆風(ブラスト)は岩屑なだれよりも遠距離でしかも高いところまで到達した。

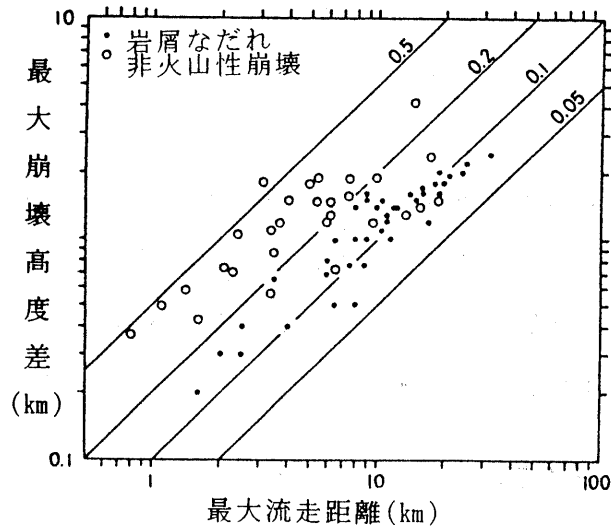


図 6 - 4 - 1 岩屑なだれの最大崩壊高度差と最大流走距離の関係

(Ui, et al., 1986)

#### 6. 4. 2 危険区域の設定

浅間山ではAramaki(1984)によって岩屑なだれの火山噴火災害危険区域予測図が作成されている。この危険区域の設定は、火砕流や岩屑なだれの堆積物の分布状況や流下方向を規定する山頂付近の地形の状況などからおこなっている。

それによれば、岩屑なだれの危険区域は概ね火砕流のそれと同じである。すなわち、山頂から北側が最も危険で、危険区域は調査地域の外側の吾妻川の付近まで及ぶ。いっぽう、南側の山麓も大きな崩壊が発生すれば、山頂火口から10kmくらいまでが危険区域になる。

## 6. 5 溶岩流

### 6. 5. 1 シミュレーション (国土庁, 1991による)

#### (1) 予測計算手法

溶岩流をビンガム流体とみなし、溶岩流の運動方程式、連続式、底面剪断応力の式を用いる。これらの中で、溶岩流の降伏応力、粘性係数、密度を与えて、流動厚、流速を逐次計算していく。以下に計算の方式を示す。

まず、ビンガム流体の運動方程式は

$$S - S_v = \eta \cdot \frac{\partial u}{\partial z} \quad \dots \textcircled{1}$$

ただし、 $z$  : 溶岩流中の地表面からの位置

$S$  : 溶岩流中の位置  $z$  における底面の剪断応力

$u$  : 溶岩流中の位置  $z$  における流速

$\eta$  : 溶岩の粘性 (溶岩の内部温度の関数)

$S_v$  : 降伏応力 (溶岩の内部温度の関数)

また、溶岩流を層流ととらえると、溶岩流中の任意の位置  $z$  における底面剪断応力  $S$  は、

$$S = \rho \cdot g \cdot (h - z) \cdot \sin A \quad \dots \textcircled{2}$$

ここで、 $\rho$  : 溶岩の密度

$g$  : 重力加速度

$h$  : 溶岩流の流動厚

$A$  : 地表面の傾斜角

図6-5-1にビンガム流体としてとらえた溶岩流の模式図を示す。ここで、 $h_{cr}$ は  $S$ が  $S_v$ とつりあう位置から、溶岩流の表面までの厚さであり、限界流動厚とよぶ。これは、溶岩流の流動厚  $h$ が、限界流動厚  $h_{cr}$ を超えない場合、隣接するメッシュへの溶岩流出を伴わないことを表現するものである。

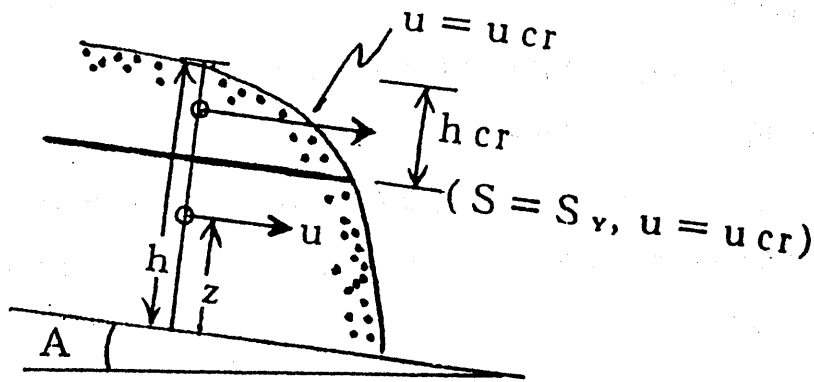


図 6 - 5 - 1 ビンガム流体としてとらえた溶岩流の模式図

①、②より線流量  $q$  が求まり、

$$q = S_v \cdot h_{cr}^2 \cdot (a^3 - 1.5a^2 + 0.5) / 3\eta \quad \dots \textcircled{3}$$

$$a = h / h_{cr}$$

と表される。

また、流量計算における流量の連続条件は、

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = q_0 \quad \dots \textcircled{4}$$

ただし、 $M$  :  $x$  方向の線流量

$N$  :  $y$  方向の線流量

$q_0$  : 溶岩の噴出レート (噴出メッシュ以外では 0)

③、④より流動計算を実行していく。

ところで、溶岩の粘性係数  $\eta$ 、降伏応力  $S_v$  は、溶岩の内部温度によって変化するので、これらは時間の経過に従って変化していくものである。計算にあたっては、現地形を 50m メッシュに区分して数値化し、メッシュ間の相互計算には差分法を用いる。

## (2) 予測計算条件

シミュレーションの実行条件は以下のとおり検討した。

### 1) 溶岩の噴出レート、噴出総量

浅間山の溶岩流については、溶岩の流出過程を記録した資料がない。そこで、鬼押出溶岩と同等の流出となるような条件を設定した。すなわち、噴出総量は $0.17\text{km}^3$ とした。

その結果、鬼押出溶岩と比較しうる計算結果を得た。この場合、ほとんど別荘地に到らない想定結果となった。しかし、流出総量が大きくなれば、流下範囲が広がり、別荘地まで被害が及ぶ可能性もあることから、鬼押出溶岩の1.5倍程度の流出総量を目安に予測計算を行なうこととした。以下に、流出総量、流出レートを示す。

$$\text{流出レート} = 2,000 \text{ m}^3/\text{sec} \quad (0 \sim 36 \text{ h})$$

$$\text{噴出総量} = 0.26 \text{ km}^3$$

### 2) 溶岩の初期温度、粘性

鬼押出溶岩の化学組成において、班晶が晶出し始める温度を溶岩の初期温度と考え、 $1050^\circ\text{C}$ とした。

また、初期粘性については次のように設定した。

温度低下に対する粘性係数の増加率は、化学組成その他の条件によらないものと仮定すると、次のように表される（国土庁、1991）。

$$\log \eta = k_v - 0.0181 \theta \quad \dots \textcircled{4}$$

ただし、 $\eta$ ：粘性係数

$\theta$ ：溶岩の内部温度

ここで、 $k_v$ は特定の溶岩に特異な値であると考え。浅間山では、粘性係数の実測例がないため、桜島の想定で用いられた、 $k_v = 26.67$  (Ishihara et al., 1990) を用いる。④式に $\theta = 1050^\circ\text{C}$ を代入して、初期粘性係数 $\eta = 4.6 \times 10^7 \text{ poise}$ とした。

以上のシミュレーションの実行条件を表6-5-1にまとめる。



表 6 - 5 - 1 予測計算の条件

溶岩の初期温度	1050℃
溶岩の初期粘性係数	$4.6 \times 10^7$ poise
流出レート	2000 m <sup>3</sup> /sec (0～36時間)
噴出総量	0.26 km <sup>3</sup>

### 6. 5. 2 危険区域予測

釜山火口縁は北側が低くなっていることから、溶岩流出は北側に発生することが予想される。したがって、火口北縁に溶岩流出口を設けて予測計算を実行し、計算結果をもって予測図とする。

溶岩流の到達時間を示すが、溶岩流の中心軸付近が最も速く流下する。標高1600m付近までは直線的に流下するが、その後はやや広がりを示す。24～48時間後には浅間園、鬼押し出し園などの観光施設、あるいは別荘地の最上部付近にまで到達すると予測される。

なお、ここでは北側のみ示したが、別の火口から溶岩が流出した場合、同じ規模の溶岩流出であっても、流下域の傾斜の仕方によって、到達時間がより早くなったり、広がりが大きくなる可能性もある。

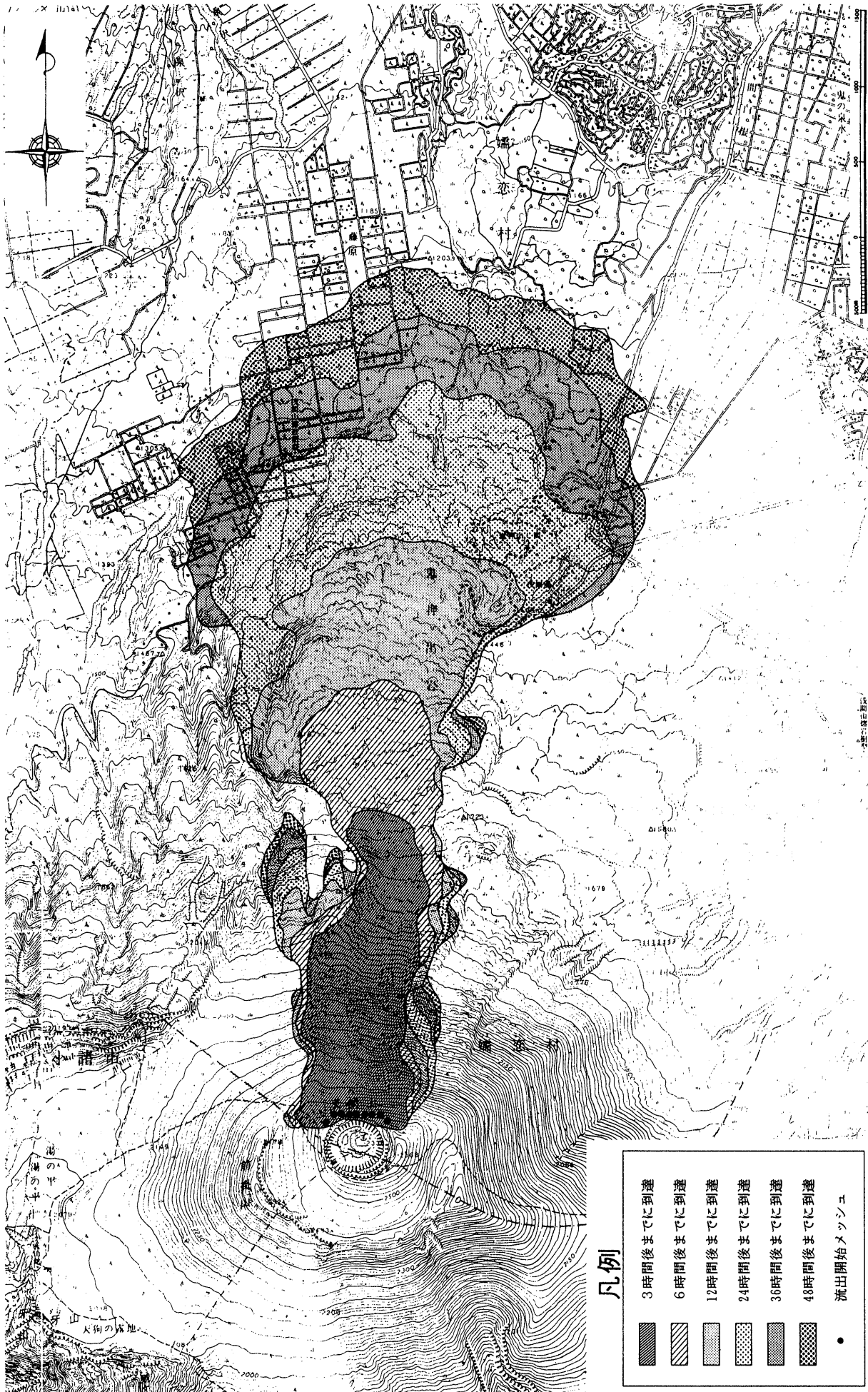


図 6-5-2 溶岩流危険区域予測図

## 6. 6 土石流

火山地域では、噴火活動に伴う降灰や火砕流などによって山腹斜面が荒廃し、表層流が卓越するようになると、比較的少ない降雨でも土石流が発生する。

最近では、雲仙岳普賢岳で噴火活動によってもたらされた火山灰や火砕流堆積物が降雨によって土石流となり、下流の家屋や農地に大きな被害を出している。この他、桜島でも長引く噴火活動で山腹斜面は荒廃し、年平均20回程度の土石流が発生している。

土石流の発生は、降雨による2次的なものであるが、その被害は火山山麓の低地部の広い範囲にわたるため、災害の予測が重要となってくる。

### 6. 6. 1 予測手法

溪流の明瞭さ、上流域の崩壊地、集水域の広さ、溪床勾配、流出可能土砂の分布などを空中写真の判読、地形図の読図、過去の災害記録及び補足的な現地調査から土石流発生の危険がある溪流とその氾濫域を予測した。

#### (1) 空中写真判読

1986年、1987年撮影の空中写真を用いて、溪流の明瞭さ、上流域の崩壊地、流出可能土砂の分布などを基に、土石流発生の危険がある溪流を抽出した。また、遷緩点周辺の地形から、予想される土石流氾濫域を読み取った。

#### (2) 地形図の読図

国土地理院発行の25,000分の1の地形図から、集水域、溪床勾配を読み取り、(1)で抽出した溪流について、再検討を行なった。

#### (3) 過去の土石流災害

浅間山山麓における砂防関係資料や古記録を基に、過去の土石流災害が発生した溪流を抽出した。

## 6. 6. 2 予測結果

浅間山地域の水系は集水面積が小さく、また透水性の良い軽石やスコリアが表層を覆っているため、土石流の危険は少ない。過去の実績からも浅間山麓の溪流では、記録に残るような土石流は発生しておらず、浅間山南側の溪流で洪水が確認されただけである（国土庁, 1991）。そこで、空中写真判読及び地形図から抽出した溪流とその氾濫域を土石流の危険予測区域とした。

土石流の危険があると予測された溪流は、黒斑山の山腹を刻む溪流と浅間牧場の北部、前掛山の南麓に多く分布する。

### (1) 黒斑山山腹斜面

黒斑山は浅間火山の中では古い火山であり、山頂付近に崩壊地が多く見られる。このため、黒斑山山腹斜面の溪流は土砂の供給があり、降雨が土石流の発生につながる可能性が充分にある。

### (2) 浅間牧場北部

浅間牧場は更新世の安山岩類からなり、表層は浅間火山の降下火砕物に厚く覆われている。これらの降下火砕物が流出可能土砂となる危険がある。

また、北東部は新第三紀の火山岩類からなり浸食が進んでいる。

### (3) 前掛山南麓

前掛山南麓には、大窪沢、濁川等、古い溶岩流（仏岩溶岩）に規制された溪流が分布する。これらの上流に堆積した前掛山の噴出物が、流出可能土砂となる危険がある。

## 6. 7 火山碎屑物の放出

浅間山では、近年のブルカノ式噴火によって火山碎屑物の放出が起こり、周辺地域に降灰をもたらしている。気象庁の調査によって、1928年の噴火以降しばしば、周辺地域に降灰をもたらしていることが示されている。浅間山上空の風の条件を反映して、東側の関東地方に降灰をもたらすことが多い。また、火口付近では風の影響を受けにくい岩塊の放出、落下も起こっている。

歴史時代の大きな噴火である天仁噴火(1108年)、天明噴火(1783年)では、近年の降灰とは比べられないほど多量の火山碎屑物の放出が起こり、広い範囲に多量の降灰があった。前述の火砕流、溶岩流、岩屑なだれが浅間山周辺で起こるのに対して、火山碎屑物の放出、特に風によって運ばれる比較的細粒の火山碎屑物の放出、降下は広い範囲に大きな影響を及ぼすものである。

### 6. 7. 1 予測手法

火山碎屑物の放出、降下に関しては、噴出物条件、風条件などを考慮して拡散シミュレーションが行われるようになってきている。一方、過去の噴出物の分布等地質学的検討から各火山ごとの火山碎屑物の放出、降下危険性を評価することも行われている。

本調査では、浅間山地域での過去の降下火山碎屑物の厚さ、降下頻度等を過去の実績をもとに危険度評価をした。浅間山周辺の風向、風速の特性は、4. 1. 2 に示したように、地上風では南西、北東の風が卓越している。一方、3000m~9000m上空の風向は1年を通じて西風が卓越している(表4-1-1)。

### 6. 7. 2 予測結果

浅間山周辺では釜山火口の東側の地域が火山碎屑物の降下が多くなりやすい。山頂から東の方向にある軽井沢町千ヶ滝から嬬恋村にある浅間牧場付近にかけての区域が火山碎屑物の降下が多くなりやすい。さらに、本調査範囲の外側ではあるが、浅間山の東側に火山碎屑物の降下が多くなりやすい。

## 7. 浅間山周辺の土地利用適性評価

火山地域の土地利用は火山活動と深い関係がある。火山噴出物の作る緩斜面は火山灰が堆積し、腐植の集積したクロボク土が地表に形成される。また、火山の周辺では早川(1991)のいうレスのような無機質の土層が見られるが、いずれも農林地としての適性がある。火砕流堆積物や降下火砕物でも数百年も経過すれば肥沃な農地になることが、1783年の噴出物の分布域からいえる。

一方、火山地域はその雄大な景観から観光地となっていることが多い。浅間山周辺地域は、古くからの街並みと新しく拡大した別荘地や様々なレジャー施設からなる観光地でもある。季節によっては、地元以外の人々が多数集まることもある。

このような長所をもつ反面、火山地域では火山活動による災害も無視することはできない。火山周辺地域は平穏時には肥沃な土壌、雄大な景観に恵まれるが、ひとたび活動が再開すると火山災害に対する危険地域となる可能性が高い。

### 7.1 現在の土地利用と地形・地質

浅間山周辺の地形は、大きく見て山頂、山腹部の急傾斜地と山麓部の緩傾斜地に分類できる。

浅間山周辺で傾斜が8度未満の緩傾斜の区域は、北麓及び南麓に広がる軽石流、火砕流の台地、南軽井沢の湖底堆積物分布域及び山頂のカルデラ底や火口底である。火山山麓部で傾斜が8度未満の区域は、各種施設・構造物を建設するのに容易であるから農地や宅地・別荘地として利用されているところが多い。

傾斜が8度を超す地域は、黒斑山や前掛山などの山腹斜面、離山や小浅間山の溶岩円頂丘、高度山や浅間牧場、烏帽子山等の第四紀火山、新第三紀の火山岩類が形成する山地、火砕流や軽石流が形成した台地を下刻する谷壁等である。特に黒斑山の馬蹄形や前掛山のカルデラの傾斜は30度以上である。傾斜の急な地域は天然林を含む林地以外にはほとんど利用されていない。軽井沢北部の鶴溜や星野では、傾斜が10度以上の斜面でも宅地として利用している。

火口周辺地域は、噴火活動に伴う降灰・噴石などがみられ、植生等はほとんど見られない。噴火活動による危険性もかなり高い地域となっており、これらの地

域では傾斜に関係なく土地利用することは不可能である。

天明の噴火で流下した鬼押出し溶岩の分布する地域では、溶岩流特有の荒れ地となっており、開発が困難であるため、一部観光用に利用されているほかは緩傾斜地でもほとんど土地利用されていない。

## 7. 2 火山災害の危険性を考慮した土地利用のあり方

浅間山周辺地域で土地利用を検討する上で考慮すべき火山災害要因に、降灰、土石流、泥流、溶岩流、火砕流、岩屑なだれ等がある。これらの火山災害要因ごとに、災害の危険性を考慮した土地利用のあり方を考察した。

### (1) 降灰

過去の降灰域は上層風の風向を反映して主に火口から東側の地域になる。現在のところ火口から東側の地域での土地利用は林地に限られており、土地利用からみて問題は少ない。しかしながら、この地域には浅間山の南麓と北麓を結ぶ重要な道路が走っており、降灰に伴う交通網の寸断等が予想される。降灰には噴煙規模や風の条件に大きく影響される災害要因であり、降灰を考慮して土地利用を進めることは難しい。

### (2) 土石流

浅間山周辺では土石流が発生した事例は少ない。これは、浅間山の山体を開析する放射状の谷が未発達なこと、降雨が少なく、また、それぞれの谷の集水域が狭く土石流を発生させるような流量が得られないことが原因と考えられる。1108年、1783年の噴出物や、その作る地形を覆うような火山麓扇状地が発達していないことから、浅間山では土石流があまり発生していないことが伺える。しかし、噴火によって細粒火山灰が堆積すると土石流が発生しやすくなる。現在のところ土石流の危険性はあまり高くないが、土地利用にあたって、溪流部での住宅地開発は控えることが望ましい。

### (3) 泥流

浅間山周辺では過去に数回、泥流が発生したとの報告がある。いずれも積雪

が火山活動に伴う熱と降雨によって融雪し発生したものである。現在のところ泥流の危険性はあまり高くないが、積雪期の噴火活動に際しては泥流発生の危険性が高くなる。土地利用にあたって、溪流部での住宅地開発は控えることが望ましい。

#### (4) 溶岩流

浅間山の溶岩流は火口から長くても6 km程度流下して停止している。予測されたように、山頂火口から溶岩を噴出した場合、北麓への溶岩流の流下の可能性が非常に高い。現在の土地利用は溶岩流の危険のある地域ではほとんどが天然林を含む林地となっている。また、近年では鬼押出溶岩の周辺に別荘地が増加しており、これらは溶岩流の影響を受けやすい。

#### (5) 火砕流

浅間山周辺のほとんどの緩斜面は、大部分が軽石流や火砕流堆積物によって形成されたものである。現在、農地や市街地等に利用されている地域のほとんどは追分火砕流の堆積物上に位置している。このような地域には再び火砕流が到達する恐れがある。

#### (6) 岩屑なだれ

浅間山では過去に黒斑山が大崩壊を起こし、北麓及び南麓に岩屑なだれ堆積物が分布している。山体の大崩壊は頻繁に起こるものではなく、一つの火山の一生で多くても数回起こる程度である(守屋, 1987)。現在、農地や市街地等に利用されている地域のほとんどはこの岩屑なだれ堆積物上に位置している。ひとたび山体崩壊が発生すれば浅間山周辺は大打撃を受けることになるが、その発生する確率は非常に小さい。

### 7. 3 その他の災害の危険性を考慮した土地利用のあり方

傾斜の急な地域では、斜面崩壊などの危険があるため、土地利用にあたっては十分に注意する必要がある。



## あ と が き

本調査は火山地域の土地保全調査としては、三宅地区、有珠山地区に続いて実施されたものであり、火山地域の各種防災関連主題図を作成した。調査対象地域は、過去にも大災害を引き起こし、現在も活動的である火山と、開発の進む周辺山麓地域が含まれている。このように潜在的に火山災害の危険性の高い地域での、安全かつ恒久的な土地利用を進めるための基礎資料を作成した。

評価手法には、まだ問題点もあるが、この成果を十分検討し活用していただければ、本調査の目的は達成できるものと考えられる。

なお、調査に際しては、軽井沢町役場、御代田町役場、小諸市役所、長野原町役場、嬭恋村役場、各市町村教育委員会、軽井沢測候所などの関係各位には、資料の提供等、御協力をいただいた。また、群馬大学早川由紀夫助教授には、現地を含めて、御指導・御助言をいただいた。ここに記して、深甚なる謝意を表する次第である。

## 参考文献

- 荒牧 重雄 (1957) : Pyroclastic flowの分類. 火山第2集, 1, 47-57.
- 荒牧 重雄 (1968) : 浅間火山の地質. 地団研.
- 荒牧 重雄 (1979) : 火山噴出物. 岩波講座地球科学7火山, 岩波書店, 121-156.
- 荒牧 重雄 (1981) : 浅間火山の活動史、噴出物調査および Disaster Map と災害評価. 文部省科学研究費自然災害特別研究成果, 噴火災害の特質と Hazard Mapの作成およびそれによる噴火災害の予測の研究, 50-82.
- Aramaki, S. (1984) : Asama volcano, Japan. Source-book for Volcanic-hazards Zonation, UNESCO, 65-67.
- Beget, J.E. and Limke, A.J. (1989) : Density and void ratio on emplacement of a small pyroclastic flow, Mount St. Austine, Alaska. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 39, 349-353.
- 早川 由紀夫 (1992) : 火山の地質巡検案内1 : 浅間山と草津白根山. 群馬大学教育学部紀要, 40, 65-81.
- 早田 勉 (1992) : 浅間山火山の生い立ち. 佐久考古通信, 53, 2-7.
- Ishihara, K., Iguchi, M. and Kamo., K. (1990) : Numerical simulation of lava flows on some volcanoes in Japan. Lava Flows and Domes (Ed.:J.H.Flink), Springer-Verlag, 174-207.
- 伊藤 孝 (1977) : 上田市北東の地質. 信州大学理学部卒業論文.
- 環境庁 (1981) : 第2回自然環境保全基礎調査現存植生図.
- 環境庁 (1985) : 第3回自然環境保全基礎調査現存植生図.
- 勝井 義雄 (1979) : 噴火災害と噴火予知. 岩波講座地球科学7火山, 岩波書店, 83-99.
- 気象庁 (1992) : 日本活火山総覧 (第2版). 170-185.
- 気象庁 (1992) : 浅間山の火山活動経緯 (気象庁内部資料).
- 小島 敦子 (1990) : 群馬県の水田・畠遺跡一覧表. 日本第四紀学会1990年学会巡検「上州の完新世テフラと自然災害遺跡」案内書, 22-24.
- 国土庁 (1991) : 火山噴火災害危険区域予測図試作に係る作業 報告書.
- McEwen, A.S. and Malin, M.C. (1989) : Dynamics of mount St. Helens' 1980 pyroclastic flows, rockslide-avalanche, lahars, and blast. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 37, 205-231.

- Minakami, T. (1960) : Fundamental research for predicting volcanic eruptions  
(Part 1). Bull. Earthq. Res. Inst., 38, 497 - 544.
- 宮脇 昭編 (1977) : 日本の植生. 学研.
- 守屋 以智雄 (1987) : 火山体の解体における大崩壊の意義. 地形, 8, 67-82.
- 守屋 以智雄 (1990) : 桜島の山体崩壊の想定. ワーキング資料.
- 大石 慎三郎 (1986) : 天明三年浅間大噴火. 角川書店.
- 宝田 晋治・山元孝広・中野 司・村田泰章・風早康平・川辺禎久・阪口圭一・曾屋龍典 (1993) : 雲仙岳1991-92年噴火の火砕流のコンピューターシミュレーション. 地質調査所月報, 44, 25-54.
- 宇井 忠英 (1986) : 岩砕流 (土石なだれ). 研究代表者荒牧重雄, 火山噴火に伴う乾燥粉体流 (火砕流等) の特質と災害. 文部省科学研究費 自然災害特別研究成果, 169-179.
- Ui, T., Yamamoto, H. and Suzuki-Kamata, K. (1986) : Characterization of debris avalanche deposits in Japan. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 29, 231-243.
- 宇野沢 昭・坂本 亨 (1972) : 長野県、南軽井沢周辺の最近の地史. 地質学雑誌, 78, 489-494.
- Wilson, L. and Head, J.W. (1981) : Morphology and rheology of pyroclastic flows and their deposits, and guidelines for future observations. In Lipman, P. W. and Mullineaux, D. R. eds., U.S. Geol. Surv. Prof. Rap., no.1250, 513-524.
- 山田 孝・宮本邦明・水山高久 (1991) : 火砕流の流動メカニズムとシミュレーション. 新砂防, 44, 20-27.
- 山岸 猪之馬 (1988) : 那須火山帯南端部の火山. 日本の地質 4, 共立出版.
- 横山 泉 (1979) : 噴火災害と噴火予知. 岩波講座地球科学 7 火山, 岩波書店, 99-110.

## 収集資料

( ) 内は入手先

### < 軽井沢町 >

- 軽井沢町地域防災計画（昭和62年）（総務課）
- 防災無線施設位置図（総務課）
- 自然公園図（観光商工課、観光協会）
- 軽井沢総合都市計画図（建設課）
- 軽井沢町総合整備計画調査報告書（建設課）
- 鳥獣保護区域図（農林課）
- 軽井沢町の指定文化財（教育委員会）
- 軽井沢町遺跡詳細分布調査報告書（教育委員会）

### < 御代田町 >

- 御代田町地域防災計画（総務課）
- 人口資料（企画課）
- 自然公園、鳥獣保護区域図（企画課）
- 佐久（御代田）都市計画図（建設課）
- 佐久建設事務所管内図（平成3年）（建設課）
- 御代田町の文化財分布図（教育委員会）
- 御代田町遺跡分布図（教育委員会）
- 御代田町の自然環境（1988）（教育委員会）

### < 小諸市 >

- 小諸市遺跡詳細分布調査報告書（昭和62年）（教育委員会）
- 人口（市民課）

### < 長野原町 >

- 長野原地域防災計画（総務課）
- 長野原町菅浅間園火山防災計画（昭和59年）（総務課）

- ・群馬県地域防災計画（？）（総務課）
- ・人口
- ・長野原 文化財・浪漫（教育委員会）

< 嬭恋村 >

- ・無線位置図（総務課）
- ・気象概要
- ・人口
- ・群馬県鳥獣保護区等位置図（平成3年）（経済課）
- ・嬭恋の文化財めぐり（教育委員会）
- ・嬭恋村開発事業等の適正化に関する条例

< そのほか >

- ・中之条土木事務所管内図（中之条土木事務所三原事業所）
- ・浅間山地域観測網（軽井沢測候所）
- ・軽井沢（月別）平年値表（軽井沢測候所）
- ・日本のポンペイ

