

## 磐梯火山のテフラ層序と火山活動史

千葉茂樹\* 木村純一\*\* 佐藤美穂子\*\*\*

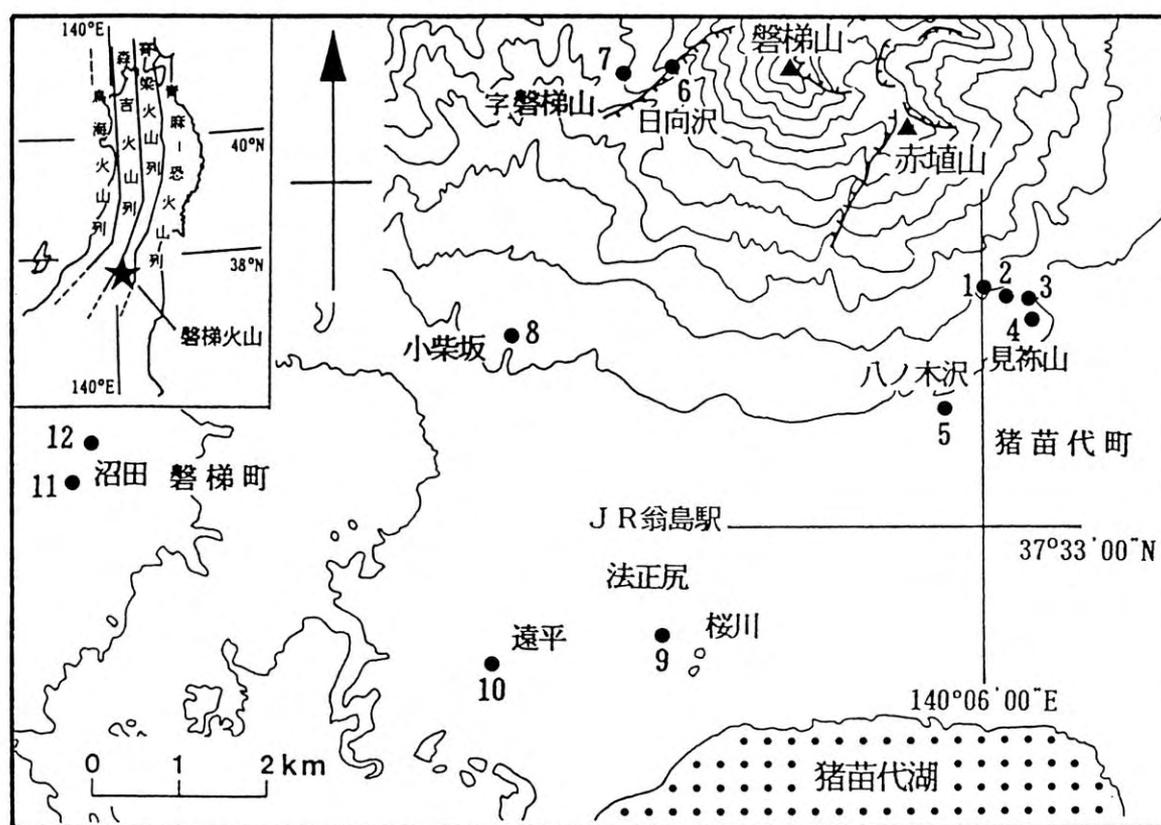
Tephra Stratigraphy and History of Volcanic Activity at Bandai Volcano, Japan.

Shigeki CHIBA\*, Jun-ichi KIMURA\*\* and Mihoko SATO\*\*\*

### I. はじめに

磐梯火山は福島県の中央に位置し脊梁火山列（中川ほか, 1986）に属する火山である（第1図）。本火山の山麓には風成のローム層および降下火砕物が分布し、これまでいくつかの層序学的研究がなされている（吉田・鈴木,

1981; 中馬・吉田, 1982; 富塚ほか, 1985; 佐藤ほか, 1990; 千葉ほか, 1994)。千葉ほか (1994) は、本地域の風成のローム層を非整合を境として見祢山ローム層と葉山ローム層に区分し、ローム層の地質年代を広域テフラを用いた火山灰編年により、見祢山ローム層は中部更新統に葉山ローム層は上部更新統から完新統におおむね対



第1図 位置図

\*福島県立猪苗代高等学校 Inawashiro High School

\*\*福島大学教育学部地域科学講座 Regional Sciences Laboratory, Faculty of Education, Fukushima University

\*\*\*安達町立油井小学校 Yui Primary School

比されるとした。また、火山灰との層序関係が明らかな寒冷層準と $\delta^{18}\text{O}$ 層序編年との対比から5層準の年代を決定し、ロームの堆積速度を見積もった。更に中-後期更新世の磐梯火山の活動を6フェーズに区分し、岩屑流の発生時期をフェーズの始めか終わりにあるとしている。

本稿では、調査地域において層序対比上重要である軽石の特徴を明らかにする。また、ロームの堆積速度について再検討し、更に火山活動の6フェーズについて、その特徴と時間間隙を示す。またこれにもとづき南西麓に分布する岩屑流堆積物の層序を検討する。

## II. 磐梯火山のテフラ

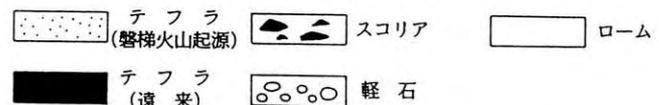
### 1) 層 序

磐梯火山山麓と周辺地域の風成ローム層は、見祢山ローム層と葉山ローム層に区分される(第2・3図)。両者は多くの場所で顕著な非整合で接しており、見祢山ローム層堆積後に地形改変があったことを示し、この地形改変イベントを層序区分の基準とした。見祢山ローム層・葉山ローム層には18枚の遠来の火山灰が挟まれている。これらの火山灰はほぼ一定した層厚や良好な分級度、本火山起源の火山灰とは異なる斑晶鉱物組合せから磐梯火山起源のテフラと区分される。

#### A. 見祢山ローム層

本層は磐梯火山山麓で見られる最も古いローム層で南東麓の見祢山および葉ノ木沢<sup>はのきぎわ</sup>によく露出し、黒色～赤色スコリア・黄色軽石・粗～細粒火山灰および暗褐色ロームからなり最大積算層厚は約45mである。鍵層の中で磐梯火山起源と考えられるものはMP2(MP:見祢山軽石, 以下同じ), Hc 2 sfd (Hc:葉ノ木沢, sfd:スコリア流堆積物, 以下同じ), Hc 1 sfd, MP1, Mn sfd (Mn:見祢山), MP0, MA4(MA:見祢山火山灰, 以下同じ), MA3, MA2, MA1である。MP0については軽石まじり火山灰(MA5)としてきた(千葉ほか, 1994)が、軽石を主体とするテフラであることを確認し今回MP0と改称した。またTcP1<sup>つちゆざわ</sup>(土湯沢軽石)はフェーズ1の噴出物と考えられるが、他のテフラとの相互関係が不明のため第2図より除いている。遠来のテフラはMC4(MC:見祢山結晶質火山灰, 以下同じ), MC3, MC2, MC1, MG5(MG:見祢山ガラス質火山灰, 以下同じ), Sn-Td2(砂子原一塔

地質年代	層序	地質柱状図	鍵層	層厚 [単位: cm]
完新世	クロボク		HA1	10
			HA2	20
後期更新世	葉山ローム層		Nm-1	10
			HA3	30
			AT	10
			HA4	20
			HA5	40
			HP1a	20
			HP1b	100
			DKP	10
			Nm-Kn	50
			HA6	30
中期更新世	見祢山ローム層		HG1	100
			HA7	20
			HG2	20
			HA8	20
			HP2a	50
			HP2b	200
			HA9	30
			On-Ng	20
			MG2	5
			Ad-Dk	10
新世	見祢山ローム層		MA1	30
			Aso-4	15
			MG4	5
			MA2	20
			MA3	30
			MA4	40
			Nm-Td3	20
			MP0	100
			Sn-Td2	60
			Mn sfd	1600
新世	見祢山ローム層		MP1	200
			MG5	10
			Hc1 sfd	100
			MC1	20
			Hc2 sfd	200
			MC2	10
			MC3	10
			MC4	15
			MP2	1200

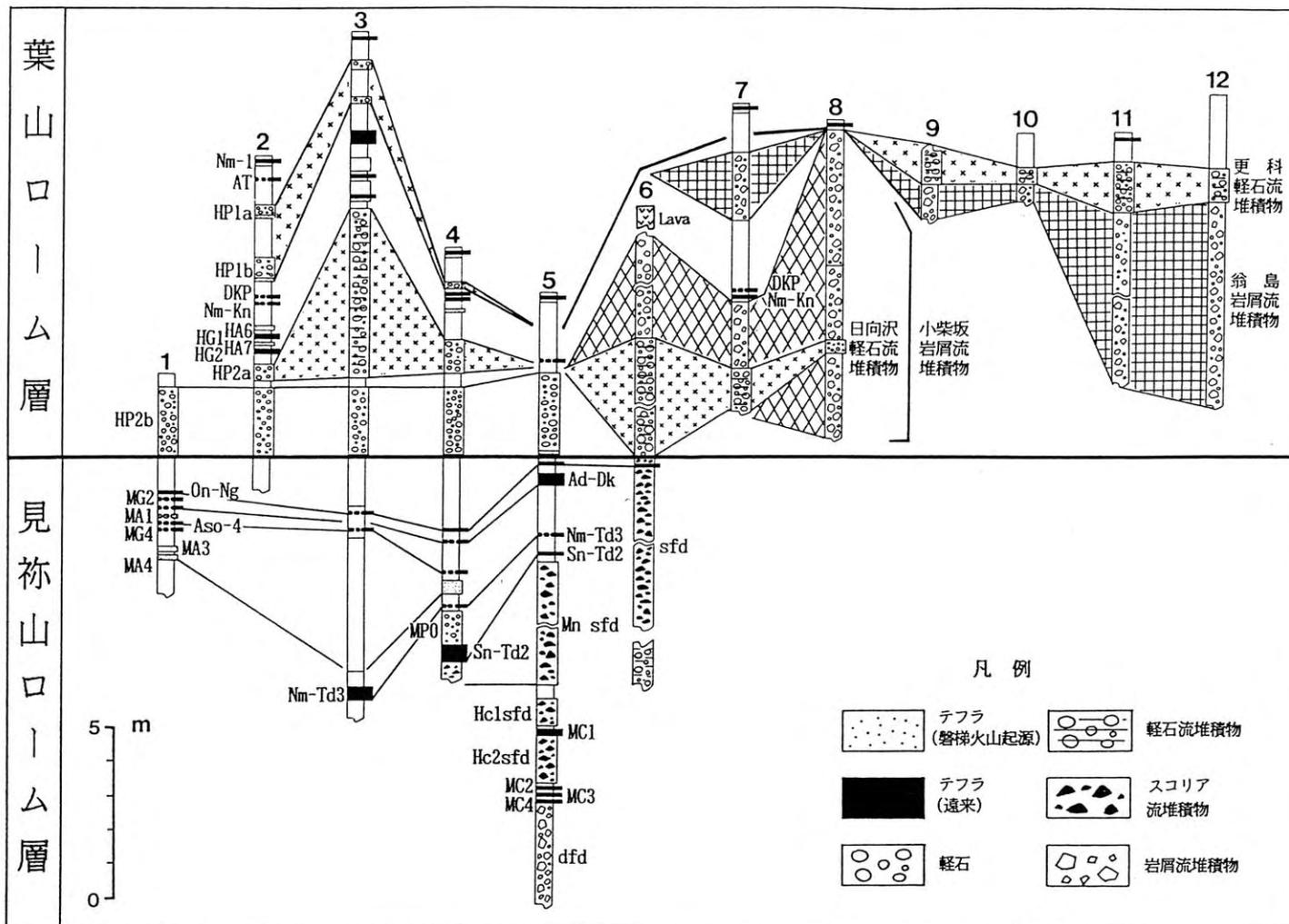


第2図 見祢山ローム層と葉山ローム層の総合柱状図

寺3火山灰), Nm-Td3(沼沢一塔寺3火山灰), MG4, MG3, Aso-4, Ad-Dk, MG2, On-Ngである。このうちMC1~MC4はApm群に対比される(千葉ほか, 1994)。

#### B. 葉山ローム層

本層は南東麓の見祢山によく露出し、黄色軽石・粗～細粒火山灰および褐色ロームからなり最大積算層厚は約17mである。鍵層の中で磐梯火山起源と考えられるものは



第3図 磐梯火山南麓の柱状図  
柱状図番号は第1図に対応する。

HA9 (HA: 葉山火山灰, 以下に同じ), HP2b (HP: 葉山軽石, 以下に同じ), HP2a, HA8, HA7, HA6, HP1b, HP1a, HA5, HA4, HA3, HA2, HA1である。遠来のテフラはHG2 (HG: 葉山ガラス質火山灰), HG1, Nm-Kn, DKP, AT, Nm-1である。

## 2) 軽石の岩石記載学的特徴

磐梯火山起源のテフラの中で、特に軽石は層序対比の上で重要な指標である。これらの軽石の特徴を明らかにするために、火山ガラスの化学組成、単斜輝石の化学組成、鉱物組合わせを分析した。火山ガラスと鉱物の化学組成は福島大学のJEOL製JSM-5800LV+Oxford製Link ISIS EDXAを用い、木村(1994)の方法で分析した。鉱物組合わせは2-3φの重鉱物粒子を500粒以上鑑定して百分率で示してある(第1表)。

見祢山ローム層/葉山ローム層いずれの軽石も輝石安山岩質である。TcP1, MP2, MP1はそれ以外の軽石に比べてSiO<sub>2</sub>に乏しく、FeO\*, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>に富んでいる。

これらは磐梯火山のソレイト質岩のトレンド延長にプロットされ、残りの軽石はカルクアルカリ質岩の特徴をもつ(木村・千葉, 1994)。ソレイト質とカルクアルカリ質の区別は可能だが、各々の岩系内での個々の軽石の区別はできない。斑晶鉱物はソレイト質の軽石群が単斜輝石に富む。単斜輝石はソレイト質軽石がEn60-67, Wo3.0-4.5, カルクアルカリ質軽石がEn55-61, Wo2.5-3.7で、カルクアルカリ質軽石の方がFeO\*に富むにも関わらずWo成分に乏しく、より低温のマグマから晶出したことがわかる(木村ほか, 1995)。単斜輝石の組成幅はソレイト/カルクアルカリ質のいずれの軽石もEn組成で5%以内に集中し、En組成を比較しても個々の岩系内の軽石の識別は困難である。これは、マグマの分化程度が著しく似ている事による。

葉山ローム層のカルクアルカリ岩質軽石群には、斑晶鉱物組成に若干の違いが認められる。例えば、HP2bと比べてHP2a以上の軽石は単斜輝石の含有率が5%程度高

第1表 軽石の比較 (ガラスの化学組成・有色鉱物の割合・opxの化学組成)  
柱状図番号は第1図・第3図に対応する。

Colum No.		5	3	4	3	3	3	3	12	11	10	8
Sample	Tcp1	MP2	MP1	MP0	HP2b	HP2a	HP1b	HP1a	沼田	沼田	遠平	小柴坂
ガラスの化学組成 (wt. % on 100% basis, average of 10 glass shards)												
SiO <sub>2</sub>	66.29	nd.	68.30	nd.	77.62	78.03	77.78	77.27	77.70	77.49	77.44	77.44
TiO <sub>2</sub>	1.02	nd.	0.94	nd.	0.52	0.50	0.45	0.54	0.43	0.50	0.41	0.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.35	nd.	14.05	nd.	11.68	11.69	11.74	11.65	11.39	11.61	11.67	11.82
FeO	5.99	nd.	5.14	nd.	2.07	1.81	1.92	2.12	1.86	1.95	1.95	2.07
MnO	0.19	nd.	0.16	nd.	0.10	0.05	0.01	0.13	0.06	0.00	0.05	0.07
MgO	1.79	nd.	1.42	nd.	0.54	0.57	0.51	0.59	0.48	0.47	0.56	0.50
CaO	4.86	nd.	4.19	nd.	1.82	1.67	1.76	1.89	1.74	1.74	1.72	1.88
Na <sub>2</sub> O	3.62	nd.	3.57	nd.	3.10	3.21	3.07	3.19	3.32	3.47	3.44	3.21
K <sub>2</sub> O	1.74	nd.	1.97	nd.	2.40	2.47	2.38	2.44	2.75	2.46	2.52	2.58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.16	nd.	0.27	nd.	0.16	0.00	0.38	0.18	0.27	0.30	0.24	0.00
Total	100.00	nd.	100.00	nd.	100.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
有色鉱物の割合 (grain numbers on 100% basis)												
opx	39.7	20.0	36.5	18.0	21.9	25.2	26.1	29.5	27.8	28.0	27.2	24.6
cpx	39.1	64.6	35.7	35.6	59.4	57.4	63.5	55.5	57.7	62.6	59.2	54.4
io	21.2	15.3	27.8	46.3	18.7	17.4	10.4	15.0	14.6	9.4	13.6	21.0
Total	100.0	99.9	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0	100.0	100.0
opx/cpx	50.4	23.6	50.6	33.6	26.9	30.5	29.1	34.7	32.5	30.9	31.5	31.1
opxの化学組成 (mol. %, average of 10 crystals)												
En-rim	62.4	65.97	63.24	58.13	58.25	58.11	58.69	58.18	58.24	57.71	57.79	58.13
Wo-rim	3.6	3.58	3.7	3.07	3.00	3.03	3.10	2.96	3.31	3.04	2.84	3.08
En-core	61.77	65.84	61.76	57.91	58.14	57.81	59.32	58.02	58.15	58.15	58.03	58.39
Wo-core	3.73	3.69	3.69	3.27	3.00	3.01	2.98	2.84	3.13	3.09	2.98	3.07

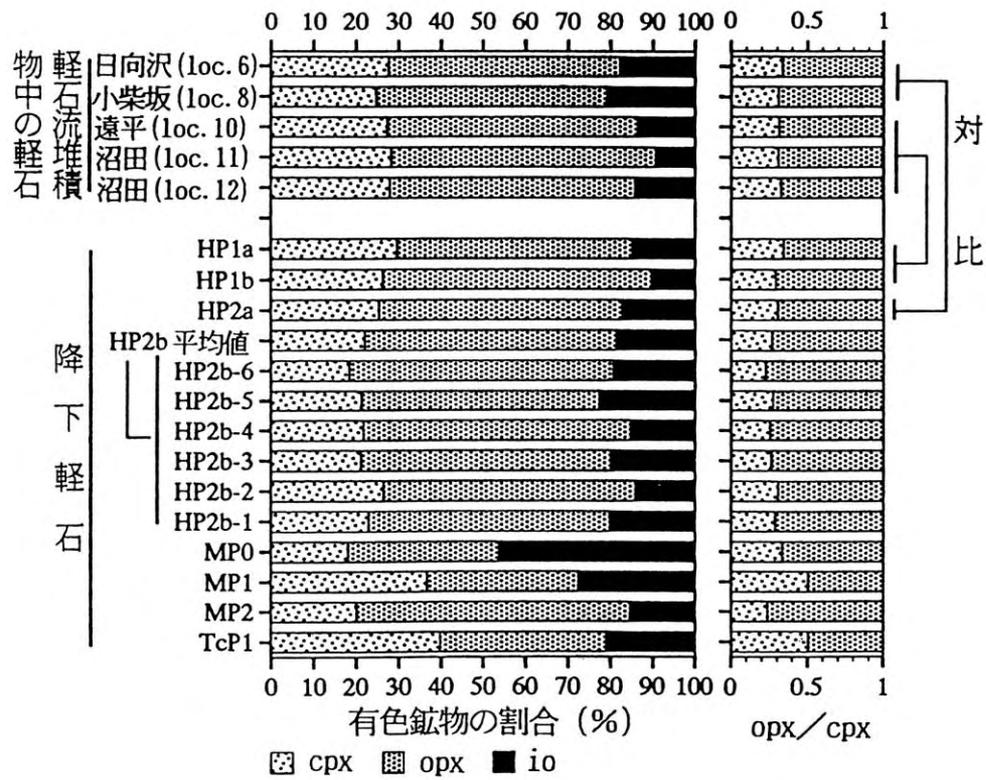
い。単斜輝石/斜方輝石比では、もっとも下位のHP2bは低くそれ以上は高い。鉄鉱はHP2b, HP2aの含有量が高く、HP1b, HP1aは約5%低い(第4図)。葉山ローム層の軽石流堆積物の軽石は遠平、沼田、小柴坂、日向沢にも単斜輝石含有率が高く、単斜輝石/斜方輝石比が高いことからHP2a以上の3層の軽石と類似する。このうち遠平、沼田地域の軽石流堆積物の軽石は鉄鉱の含有量が低く、HP1bまたはHP1aの軽石と類似する。一方、小柴坂、日向沢の軽石流は鉄鉱の含有量が高く、HP2aに類似し、それぞれ対比することができる。

### III. テフラ-ローム編年

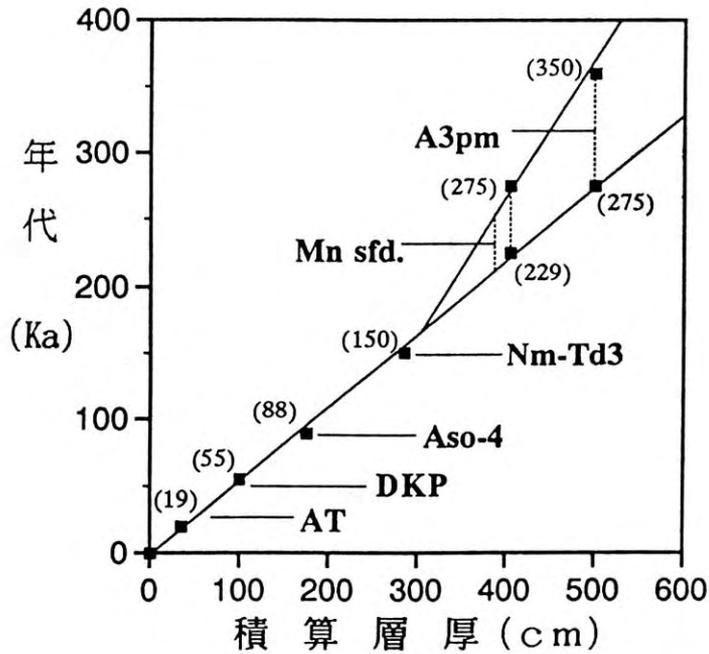
磐梯火山周辺のロームの堆積速度曲線を第5図に示す。年代のコントロールは、磐梯火山周辺の地層に見いだされる寒冷層準(鈴木ほか, 1977; Sohma, 1984; 中馬・吉田, 1982)を、Imbrie *et al.* (1984)の気候変動曲線の最寒冷層準に当てたものである。寒冷層準は広域のテフラの年代値を参照しながら対比している(千葉ほ

か, 1994)。現在のところ、およそ30万年前の広域テフラであるApm群(鈴木・早川, 1990)の年代に約29万年前より少し前(吉川・井内, 1993の八田火山灰の年代と水野・吉川, 1991の対比より)と約35万年前(鈴木正男, 1988)の二つの可能性があるため、双方の曲線を併記してある。Apm群の年代を古めに採った場合には、曲線は約15万年前で屈曲するが、双方の曲線とも寒冷期極相間のローム堆積速度は一定である(早川, 1990, 千葉ほか, 1994; 木村ほか, 1994; Kimura in submit)。つまり、年代のコントロールポイント間のロームの堆積速度は等率で内挿できる。一方、Apm群の年代を約29万年前とした場合、堆積速度は18.1mm/kyで均一である。約35万年前とした場合、約15万年前までが18mm/ky、約15万以前が12mm/kyである。いずれの場合にも、ローム層の積算層厚から得られる年代の誤差は約5kaである。

磐梯火山起源のテフラ層の年代を、上記の年代-堆積速度曲線の内挿により求めた。第6図に示した年代はApm群を約29万年前とした場合のみを示してある。この



第4図 降下軽石と軽石流堆積物中の軽石の有色鉱物の割合  
試料番号は第1表に同じ。



第5図 ロームの堆積速度

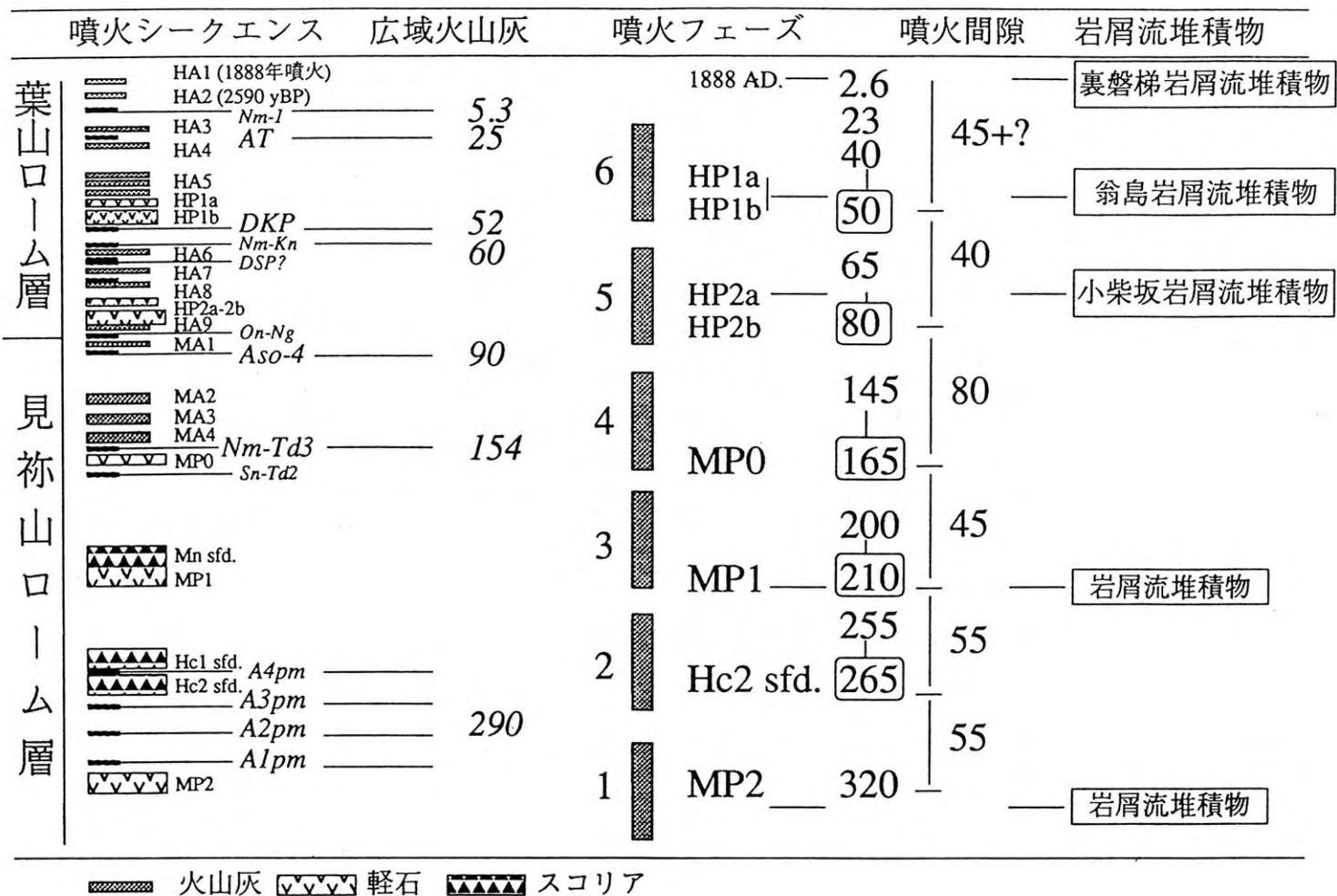
場合、磐梯火山のマグマ噴出を伴う火山活動の6つのフェーズは、約265ka, 210ka, 165ka, 80ka, 50kaからはじまり、フェーズ開始時のインターバルはおよそ5万年である。ローム層に非整合が形成される期間(見衾山/葉山ローム層境界)には、磐梯火山は例外的に約8万年間活動が停滞している。これはこの期間に火山活動に伴う物質供給がとだえたため、火山山麓地域で広く非整合

が形成された事が原因と考えられる。ところでApm群を約35万年前とした場合、Alpm-A4pm間は10年以上隔たっていると見積もられる。これは他地域のローム堆積速度からみると大きすぎる値である(木村, 未公開)。Apm群の年代として約29万年前を採用したのは、この理由による。Apm群は中部-関東地方以北の中期更新世のデータプレーンとして重要であり、今後早急に正確な年代決定が望まれる。

#### IV. テフラからみた磐梯火山の活動史

##### 1) 噴火フェーズ

南東麓の八ノ木沢にはAlpmに覆われた岩屑流堆積物が存在し、Alpm降灰以前に既に火山体が存在していたと考えられる(フェーズ1: 第6図参照)。TcP1は溶岩に挟在する軽石層で他のテフラとの層序関係は不明であるが上下の溶岩の岩相から、フェーズ1の噴出物と考えられる。Apm群の降灰した時期にはスコリア流堆積物(Hc 1 sfd・Hc 2 sfd)が噴出している(フェーズ2)。さらに約21万年前には軽石(MP1)とスコリア流堆積物(Mn sfd)の活動があった(フェーズ3)。その後Sn-Td2降灰直後の約16万年前には軽石噴火(MP0)とそれに続く安山岩質火山灰(MA4~2)をもたらす活動があった



第6図 テフラ層から見た磐梯火山の活動史  
図中の数字は年代を示す(単位はKa)

(フェーズ4)。この後活動は約8万年間の停滞の後、約8万年前には爆発的な活動が再開し、軽石流を伴う軽石噴火(HP2b・HP2a) 続いて安山岩質火山灰(HA8~6)をもたらす噴火があった(フェーズ5)。約5万年前にも同様の活動が始まり軽石噴火(HP1b・HP1a)に続き安山岩質火山灰(HA5~3)をもたらした(フェーズ6)。その後の活動は水蒸気爆発に移化している(HA2~1)。

フェーズ1の噴出物は露出が悪くこの期の活動の詳細は不明である。フェーズ3~6の活動は、それぞれプリニアン軽石噴火から始まり続いて溶岩を伴うブルカニアン噴火に移化する。また比較的規模の大きい岩屑流の発生時期はフェーズの始めに集中している(第6図参照)。従って、大規模な岩屑流は、前のフェーズで形成された火山体が新たな火山活動によるプリニアン噴火を引き金として山体崩壊をおこしたことにより生じたと考えられる。

2) 磐梯火山南麓の岩屑流堆積物の層準・年代と発生機構

磐梯火山南麓の岩屑流堆積物は、すくなくとも小柴坂岩屑流堆積物(新称)と翁島岩屑流堆積物に2区分され、それぞれHP2aと、HP1bかHP1aのプリニアン軽石噴火によって誘発された山体崩壊によって発生したと結論される。以下にその根拠を述べる。

斑晶鉱物の含有量から、翁島丘陵地域ならびに沼田地域で岩屑流を覆う更科軽石流堆積物(小荒井ほか, 1994)はHP1bかHP1aに対比される可能性がある(前述)。これらの地域では、更科軽石流堆積物の上位にはAT以外の目立った鍵層が見られず、ローム層も薄い。この地域には磐梯火山起源のテフラ層は分布しないが、Nm-Knが比較的厚く分布するはずである。これが軽石流の上位のローム層から発見されないことは、更科軽石流堆積物がNm-Knの上位にあることを示している。更科軽石流堆積物は翁島岩屑流堆積物を直接整合に覆っている。更科軽石流はHP1bまたはHP1aに対比される(前述)ことから、HP1bかHP1aのプリニアン噴火にともなって岩屑流

が発生したと考えられる(第3図参照)。

日向沢軽石流堆積物(新称)は厚さ約10cmのOn-Ngを整合に覆って堆積しており, HP2bもしくはHP2a層準に対比される。HP2aは見祢山(第3図, loc, 3)においてマトリクスサポートで上方粗粒化しており, 軽石流の堆積相をなす。とりわけ層厚が厚い部分は舌状分布し(千葉ほか, 1994の第5図), 一部が軽石流, 一部が降下軽石であることを示す。さらに日向沢軽石流堆積物中の軽石の斑晶鉱物組成比はHP2aにもっとも良く似ていることから, 両者は対比される。小柴坂岩屑流堆積物に挟まれたサージ状の軽石堆積物は, 鉱物の組成比からやはりHP2aに対比される。一方, 字磐梯山(第3図, loc. 6)には, HP2層準の軽石流堆積物を岩屑流が直接覆う露頭がある。また, この岩屑流にはいくつかのフローユニットがある(第3図参照)ことがわかっている。したがって, 日向沢, 小柴坂を含む地域に分布する岩屑流(小柴坂岩屑流堆積物)は全体としてHP2a層準にほぼ対比される。

HP2aはテフラ-ローム編年から約80ka, HP1b-HP1aはおよそ50-45kaである。鈴木・真鍋(1981)は, 法正尻<sup>ほうしょうじり</sup>で翁島岩屑流堆積物の上位に堆積した水成層コアを検討し, コアの上3分の1の深度にATを確認した。Sohma(1984)は花粉化石の分析から約19kaの最終氷期最盛期層準とその下位の約35-40kaの間氷期を見だし, この間氷期からコアの下底に向かって再び寒冷になることを示した。一方, DKPの下位約55-60kaの寒冷期は各地で報告されている(野尻湖花粉グループ, 1993など)。鈴木・真鍋(1981)はコアの中からDKPを見いだしていないので, 法正尻コア下部は寒冷の極相から冷温に向かう約50ka以降の堆積物に相当すると見られる。この堆積物は翁島岩屑流堆積物の流下直後から堆積を開始したと推定されている(真鍋私信)。したがって翁島岩屑流堆積物は約50kaに発生したと見てよく, これはテフラ-ローム編年で得られたHP1b-HP1aの年代(50-45ka)と一致し, 著者らの層序対比および年代論と矛盾しない。

以上の証拠から小柴坂岩屑流堆積物はHP2aの, 翁島岩屑流堆積物は, HP1bかHP1aのプリニアン軽石噴火によって誘発された山体崩壊によって発生したと結論される。日向沢右岸にあるHP2a相当の日向沢軽石流堆積物が露出する露頭は, 崩壊壁の一部をなしており(Koarai *et al.*, 1994), 翁島岩屑流の発生により日向沢崩壊壁が形

成されたと推定される。小柴坂岩屑流発生時の崩壊壁は明らかでない。

## V. まとめ

本地域の風成のローム層は非整合を境として葉山ローム層, 見祢山ローム層に区分される。またローム層の地質年代は広域テフラを用いた火山灰編年により, 見祢山ローム層は中部更新統に葉山ローム層は上部更新統から完新統におおむね対比される。本火山周辺のテフラを挟むロームの堆積速度は, Apm群の年代を約29万年とした場合18.1mm/kyである。テフラからみた本火山の活動は6フェーズに区分される。多くの場合, 各フェーズはプリニアン軽石噴火から始まり溶岩を伴うブルカニアン噴火に移行している。磐梯火山周辺に分布する地質時代の岩屑流はフェーズの始めのプリニアン軽石噴火に伴い発生している。また南西麓に分布する岩屑流堆積物は少なくとも小柴坂岩屑流堆積物と翁島岩屑流堆積物に2区分され, それぞれHP2aと, HP1bかHP1aのプリニアン軽石噴火によって誘発された山体崩壊により発生し堆積したと考えられる。

## 引用文献

- 千葉茂樹・木村純一・富塚玲子・佐藤美穂子(1994) 福島県磐梯火山のテフラ-ローム層序と火山活動史. 地球科学, 48, 223-240.
- 中馬教允・吉田 義(1982) 磐梯火山南麓の地質について. 福島大学特定研究「猫苗代湖の自然」, 3, 21-32.
- 早川由紀夫(1990) 堆積物から知る過去の火山噴火. 火山, 34, S121-130.
- Imbrie J., Martinson D. G., Mac-Intyre A., Mix A. C., Morley J. J., Pisias N. G., Prell W. L., and Shackleton H. J. (1984) The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of marine  $^{18}O$  record. In *Milankovitch and Climate*, ed. A. Berger, J. Imbrie, J. Hays, G. Kukla, and B. Saltzman. Reidel, Dordrecht, Netherlands, 269-305.
- 木村純一(1994) エネルギー分散X線マイクロアナライザーによる火山ガラスの定量分析. 福島大学理科報告, 54, 19-31.
- Kimura J. Explosive Quaternary volcanism in south-

- ern part of Northeastern-Honshu arc, Japan. *Quaternary International*. (in submit)
- 木村純一・千葉茂樹・佐藤美穂子・富塚玲子 (1994) 福島県磐梯火山のテフラ-ローム編年. 第四紀学会講演要旨集, 24,96-97.
- 木村純一・千葉茂樹 (1994) 磐梯火山の地質と岩石. 地質学会101年学術大会講演要旨, 209.
- 木村純一・千葉茂樹・佐藤美穂子 (1995) 地殻内多重トランプマグマ供給系からもたらされた磐梯火山のテフラ. 福島大学理科報告, 55, 印刷中.
- 小荒井衛・津沢正晴・星野 実・中村洋一・鈴木毅彦 (1994) 磐梯火山南麓の岩屑流の発生年代について, 第四紀学会講演要旨集, 24, 94-95.
- Koarai M., Tsuzawa M., Haraguchi K., Hosino M., Sekiguchi T., Inazawa Y., Ihahashi J., Ohtani T., and Mizukoshi H. (1994) Geomorphological analysis on the 1888 debris avalanche of Bandai volcano. *Bull. Geophys. Surv. Inst.*, 40, 71-81.
- 中川光弘・霜鳥 洋・吉田武義 (1986) 青麻一恐火山列: 東北日本弧火山フロント. 岩鉱, 81, 471-478.
- 水野清秀・吉川清志 (1991) 中期更新世テフラ, Ng-1火山灰の広域性の検討. 第四紀研究, 30, 435-438.
- 野尻湖花粉グループ (1993) 野尻湖ボーリングNJ88試料の花粉化石群集と古環境変化. 地団研専報, 41, 39-52.
- 佐藤美穂子・中馬教允・八島隆一 (1990) 猪苗代盆地の火山灰の組成について. 福島大学理科報告, 45, 51-62.
- 鈴木敬治・真鍋健一・吉田 義 (1977) 会津盆地における後期新生代の層序学的研究と会津盆地の発達史. 地質学論文, 14, 17-44.
- 鈴木敬治・真鍋健一 (1981) 赤井谷地と法正尻における試錐コアについて. 福島大学特定研究「猪苗代湖の自然」, 2, 141-144.
- 鈴木正男 (1988) 第四紀火山灰層のフィッシュトラック年代について. 地質学論文集, 30, 219-221.
- Sohma (1984) Two Late-Quaternary pollen diagrams from Northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 4th ser.*, 38, 351-369.
- 鈴木毅彦・早川由紀夫 (1990) 中期更新世に噴出した大町Apmテフラ群の層位と年代. 第四紀研究, 29, 105-120.
- 富塚玲子・中馬教允・八島隆一 (1985) 磐梯火山南部の火山灰の鉱物組成について. 福島大学理科報告, 35, 19-27.
- 吉田 義・鈴木敬治 (1981) 磐梯山南麓地域の第四系について. 福島大学特定研究「猪苗代湖の自然」, 2, 15-26.
- 吉川周作・井内美郎 (1993) 琵琶湖高島沖ボーリング火山灰から見た中期更新世～完新世の噴火活動史. 地球科学, 47, 97-109.