

熔岩円頂丘の地形

守 屋 以 智 雄

I はじめに

日本列島の第四紀火山の多くは複成火山で、その火山体はいくつかの基本単位地形から成り立つ。それらの基本単位地形の中で、熔岩円頂丘は小さいながらも独立した高まりをつくり目立つうえ数も少ないことから、重要なものと考えられる。熔岩円頂丘の地形・内部構造・形成機構については古くから多くの研究がなされてきた (Schneider, 1911, 67p, Cloos, 1936, 42p, Sapper, 1927, 200p, Williams, 1932, Macdonald, 1972, 108p など)。

しかし多くの熔岩円頂丘の調査結果をもとにした総括的な報告はまだない。筆者は空中写真を中心に野外調査・文献を援用して、明瞭な地形を残している 142 個の日本の第四紀火山の熔岩円頂丘の形態的特徴・規模・分布・形成時期・岩質などについて検討した。

II 熔岩円頂丘の認定について

熔岩円頂丘は地形的に目立つため、他の地形との区別は比較的簡単な場合が多い。しかし、なかには熔岩流と区別しがたいものもある。例えば、北八ヶ岳の横岳・冷山などは熔岩円頂丘とされてきた (河内, 1961) が、火口からふくれ上って一度は円頂丘をつくったかと思える厚い熔岩が四方へ流下し、幾条かの熔岩流からなる熔岩錐にかわってしまっている。もしこれを熔岩円頂丘とするなら、恵庭・雄阿寒火山の上部も熔岩円頂丘としなければならなくなる。鳥海火山の新山・鍋森などの円頂丘は熔岩流が幾条で流下した後、固結しかけたマグマが最後に火口上にあらわれ円頂丘をつくっている。これらは熔岩流を連続にみえるが、熔岩流とするにはあまりにも典型的な円頂丘の形態をとる。

このように熔岩流とするか円頂丘とするか判定に苦しむ場合も少なくないし、判定の基準も確立していない。第1表は熔岩円頂丘としたものの一覧表であるが、本来ならこれに入れるべきものが脱けていたり、入るべきでないものが入っていたりすることが考えられる。これらは今後さらに検討の必要があろう。

III 熔岩円頂丘の定義と用語

熔岩円頂丘の形態を検討する前にその定義用語について若干問題があるのでふれる。

第1表 熔岩円頂丘の規模等に関する一覧表

火 山 名	(注1) 底 径 m	(注2) 比 高 m	底径/ 比高	(注3) SiO ₂ %	火口などの 有無	(注4) 型	(注5) 発達史的 位置 火山体での位 置	岩 質	(注6) 質
知床硫黄山	900	140	6.4	60.69		D	A ₁ -2	hy・auA	
羅 白 岳	380	120	3.7	61.76		DL	A ₁ -2	hy・auA	
遠 音 別	500	80	6.3		地 泣 り	D	A ₁ -4		
屈斜路リシケ	3,200	220	14.5			F	a ₂ -4		
オプタテシュケ	1,000	200	5.0			D	a ₂ -4	pxD	
マクワンチサブ	450	100	4.5			D	a ₂ -4		
アトサヌプリ	700	140	5.5	72.64	断 裂	DL	a ₂ -4	pxD	
サワンチサブ	800	200	4.0			D	a ₂ -4		
トサモンベ	1,000	200	5.0			D	a ₂ -4		
中 島 北	450	75	6.0			D	a ₂ -4		
南	850	130	6.5	69.65		D	a ₂ -4	pxD	
阿寒雌阿寒	410	70	5.9		火 口	D	a ₂ -4	2pxA	
然別天望山	1,700	410	4.1	61.26		D	A ₃ -4	ho・hy・auA	
白 雲 山	750	220	3.4			D	A ₃ -4		
白 雲 山 南	550	170	3.2			D	A ₃ -4		
白雲山南の南	1,180	330	3.6		火 口	D	A ₃ -4		
東ヌプカウシヌプリ	2,080	590	3.5			DL	A ₃ -4		
東ヌプカウシヌプリ北	1,400	350	4.0		火 口	D	A ₃ -4		
東ヌプカウシヌプリ北の北	2,000	500	4.0		火 口	D	A ₃ -4		
西ヌプカウシヌプリ	1,900	420	4.5		火 口	D	A ₃ -4		
西ヌプカウシヌプリ南	1,730	470	3.7			D	A ₃ -4		
トムラウシ	2,400	440	5.5			DL	A ₁ -2	ho・au・hyA	
支笏樽前山	450	100	2.8	60.93	断 裂	D	a ₃ -4	au・hyA	
洞爺大有珠	1,740	430	4.0	68.26	断 裂	D	a ₂ -4	hyD	
小 有 珠	600	170	3.5	71.25	断 裂	D	a ₂ -4	hyD	
西 丸 山	1,330	240	5.5			C	a ₂ -4		
金 比 羅 山	810	100	8.1		断裂・火口	C	a ₂ -4		
四 十 三 山	840	90	9.3		断裂・火口	C	a ₂ -4		
四十三山西	480	40	12.0		火 口	C	a ₂ -4		
東 丸 山	610	110	5.5		断裂・火口	C	a ₂ -4		
松 本 山	380	80	4.8			C	a ₂ -4		
昭 和 新 山	1,010	270	3.7	68.89		D	a ₂ -4	hyD	
ニセコ大イワオヌプリ	1,480	300	4.9	60.35	火 口	DL	A ₁ -2	au・hyA	
小イワオヌプリ	210	30	7.0			D	A ₁ -2	au・hyA	
チセヌプリ	1,400	270	5.2	58.20	火 口	DL	A ₁ -2		
1045m 峰	600	100	6.0		火 口	D	A ₁ -2		
ニトヌプリ	2,000	270	7.4			F	A ₁ -2	ho-ol・au・hyA	
恵 山 主 峰	1,450	380	3.8	62.21	火 口	DL	A ₃ -4	hy・auA	
北 峰	900	170	5.2			D	A ₃ -4		
東 峰	700	150	4.7			D	A ₃ -4		
366m 峰	1,300	200	6.5			D	A ₃ -4		
海 向 山	1,350	260	5.2			D	A ₃ -4		
むつ燧岳黒森山	1,000	180	5.6		裂目・火口	D	A ₂ -3	hy・auA	

火 山 名	(注1) 底 径 m	(注2) 比 高 m	底径/ 比高	(注3) SiO ₂ %	火口などの 有無	(注4) 型	(注5) 発達史的 火山体での 位置	岩 質 (注6)
恐山剣山	700	140	5.0		地 じ り	D	A ₂ -4	au·hy·hoD
恐山鶏頭山	600	100	6.0			D	A ₂ -4	
岩木山	800	200	4.0	63.74	火 口	D	A ₁ -2	ol·ho·hyA
十和田御倉山	1,700	360	4.7	68.38		D	a ₂ -4	au·hyD
御門山	550	70	7.9	65.42		D	a ₂ -4	au·hyD
焼山鬼ヶ城	250	80	3.1	70.81	火 口	D	A ₁ -2	au·hyD
鳥海新山	650	160	4.1	60.62		DL	A ¹ -2	
鍋 森	300	100	3.0	55.8		DL	A ₁ -2	
観 音 森	800	170	4.7			DL	A ₁ -2	
高日向	1,000	200	5.0			F	A ₃ -4	
鳴子胡桃ヶ岳	800	180	4.4		火 口	D	A ₃ -4	
尾ヶ岳	700	160	4.4	69.01		D	A ₃ -4	2pxD
北 峰	900	100	9.0		火 口	F	A ₃ -4	
白鷹山東黒森山	980	200	4.9			D	A ₁ -2	
西黒森山	1,040	190	5.5			D	A ₁ -2	
那須茶臼岳	1,100	220	5.0	57.06	火 口	D	A ₁ -2	ol·au·hyA
高原富士山	1,230	230	5.3	67.41		D	A ₂ -4	au·hy·hoD
沼沢前山	1,480	210	7.0		火 口	D	A ₃ -4	2px-hoD
惣 山	1,150	190	6.1	64.39		D	A ₃ -4	
日光三岳	2,230	350	6.4			F	A ₁ -2	
三 岳 南	1,880	230	8.2			F	A ₁ -2	
燧ヶ岳	210	40	5.3		火 口	D	A ₁ -2	
赤城地藏岳	1,280	230	5.6	70.88		DL	A ₂ -4	hy·hoD
小 沼	1,350	220	6.1		火口・断裂	D	A ₂ -4	hy·hoD
榛名富士山	1,050	290	3.6			D	A ₂ -4	hy·hoD
二ッ岳	850	190	4.5			D	A ₂ -4	ol·au·hy·hoD
浅間小浅間	880	180	4.9	71.57		D	A ₂ -2	ho·au·hyD
離 山	1,200	240	5.0		断 裂	D	A ₂ -2	
烏帽子村上山	1,500	320	4.7			D	A ₁ -2	
栈敷山	1,350	330	4.1			D	A ₁ -2	
栈敷山東南	730	200	3.7			D	A ₁ -2	
高社三ッ子山	900	180	5.0			D	A ₁ -2	2pxA
飯盛山	1,330	280	4.8			D	A ₁ -2	
箱根二子山北西	1,050	250	4.2	57.07		D	A ₂ -4	ol·hy·auA
〃 南 東	1,200	360	3.3			D	A ₂ -4	ol·hy·auA
丸 山	850	170	5.0			D	A ₂ -4	
小塚山	730	170	4.3			D	A ₂ -4	2pxA
台 岳	1,230	260	4.7			D	A ₂ -4	
天城矢筈山	880	270	3.3	68.86		D	A ₂ -3	ho·hy·ol·auD
矢筈山北西	700	170	4.1			D	A ₂ -3	
岩ノ山	580	130	4.5	69.65		D	A ₂ -3	ol·ho·hy·auD
新島阿土山	1,060	170	6.2			F	A ₃ -4	
向 山	1,840	180	10.2	76.05		F	A ₃ -4	biR
神津島神戸山	1,000	200	5.0			F	A ₃ -4	

火 山 名	(注1) 底 径 m	(注2) 比 高 m	底径/ 比高	(注3) SiO ₂ %	火口などの 有無	(注4) 型	(注5) 発達史的位 置 火山体での位 置	岩 質	(注6) 質
291m 峰	800	170	4.7			D	A ₃ -4		
296m 峰	430	100	4.3			F	A ₃ -4		
神津島天上山	1,990	330	6.0	76.60		F	A ₃ -4	biR	
高 処 山	740	160	4.6			F	A ₃ -4		
189m 峰	580	90	6.4			F	A ₃ -4		
妙 高 山	2,030	590	3.4			D	A ₂ -4	px·ho·A~D	
焼 山	1,280	380	3.4	60.06		DL	A ₁ -2	ho·au·hyA	
焼岳主峰	2,600	480	5.4	63.74	火 □	DL	A ₁ -2	bi·ho·2pxA	
2,096m 峰	850	160	5.3			DL	A ₁ -2		
1,899m 峰	850	220	3.9			DL	A ₁ -2		
1,859m 峰	1,630	460	3.5		火 □	D	A ₁ -2		
安房峠北西	2,280	530	4.3		火 □	F	A ₁ -2	bi·ho·2pxA	
2,109m 峰	650	190	3.4		地 迂り	D	A ₁ -2		
戸 室 山	1,400	200	7.0		地 迂り	D	C ₂	hoA	
大山弥山	4,380	760	5.8	63.88		D	A ₂ -4	hy·bi·hoA	
三瓶山主峰	1,830	490	3.7	65.59		D	A ₃ -4	bi·hoD	
961m 峰	1,180	350	3.4			D	A ₃ -4		
957m 峰	1,150	290	4.0			D	A ₃ -4		
青野山主峰	2,000	520	3.8	61.98		D	C ₂	hoA	
東 峰	780	200	3.9	61.54		D	C ₂	hoA	
嶋	430	80	5.4			D	C ₂		
雲 井 峰	850	150	5.7	61.78		DL	C ₂	hoA	
640m 峰	1,330	280	4.8	60.36		D	C ₂	hoA	
640m 峰北	1,280	300	4.3		火 □	D	C ₂		
640m峰北の北	800	130	6.2			D	C ₂		
635m 峰	1,100	340	3.2			D	C ₂		
635m 峰南	530	160	3.3			D	C ₂		
大坪の峰	680	150	4.5			D	C ₂		
大坪の峰南	480	90	5.3			D	C ₂		
阿武物見岳	1,750	170	10.3			F	C ₂		
物見岳西	650	80	8.1			F	C ₂		
西台・東台	2,150	120	17.9			F	C ₂		
千石台	2,030	120	16.9	54.48		F	C ₂	au·olA	
鍋 山	750	190	3.9			D	C ₂		
長 沢 台	980	120	8.2			F	C ₂		
400m 峰	1,030	100	10.3			F	C ₂		
400m 峰南	730	90	8.1			F	C ₂		
鶴ヶ谷東	1,280	80	16.0			F	C ₂		
羽 賀 台	2,830	240	11.8	58.30		F	C ₂	hoA	
中 台	480	30	16.0	50.50		F	C ₂	au·olB	
鶴 江 台	880	50	17.6	53.00		F	C ₂	olB	
雲仙普賢岳	1,400	270	5.2	63.02		D	A ₁ -2	bi·hoA	
眉 山	2,750	520	5.3	62.42	地 迂り	D	A ₁ -2	hy·bi·hoA	
金 峰 山	1,550	160	9.7	61.02		D	A ₁ -2	hy·hoA	

火 山 名	(注1) 底径 m	(注2) 比高 m	底径/ 比高	(注3) SiO ₂ %	火口などの 有無	(注4) 型	(注5) 発達史的 火山体での位置	岩 質
九重黒岳	2,080	470	4.4		断 裂	D	A ₃ -4	px・hoA
平治岳	1,450	310	4.7	51.68		DL	A ₃ -4	px・olB
三俣山	2,100	390	5.3		火 口	DL	A ₃ -4	px・hoA
黒岩山	1,380	250	5.5		断 裂	D	A ₃ -4	
鶴見伽藍岳	1,530	280	5.5		断 裂	D	A ₁ -2	
由布飛岳	1,030	270	3.8		地 沁り	D	A ₁ -2	
飛岳南	1,250	250	5.0		地 沁り	D	A ₁ -2	
阿蘇568m峰	650	70	9.3			C	a ₁ -1	
蘭牟田飯盛山	480	130	3.7			D	A ₁ -2	
池田鍋島岳	750	160	4.7	69.07	地 沁り	D	a ₂ -4	hy・hoD
開聞岳主峰	800	220	3.6	56.56		D	a ₁ -2	au・hyA

(注1) 底径 = $\frac{\text{長径} + \text{短径}}{2}$

(注2) 比高 = $\frac{(\text{最高々度} - \text{最低高度}) + (\text{最高々度} - \text{基盤最高々度})}{2}$

(注3) 文献省略

(注4) D : 熔岩円頂丘, 火山岩尖, DL : 熔岩流をもつ熔岩円頂丘, F : 熔岩平頂丘, C : 潜在円頂丘

(注5) A₁-2 : A₁型火山の第2期の形成, a₂-4 : B型火山の後カルデラ火山である a₂型火山第4期に形成

(注6) hy : 紫蘇輝石, au : 普通輝石, px : 輝石, 2px : 両輝石, ho : 角閃石, ol : 橄欖石, bi : 黒雲母 A : 安山岩 B : 玄武岩 D : 石英安山岩 R : 流紋岩

第2表 熔岩平頂丘の底径と平頂面径

	底 径	平頂面径	平頂面径 / 底 径		底 径	平頂面径	平頂面径 / 底 径
リシケ	3,200	2,820	0.881	焼岳南峰	2,280	1,400	0.614
ニトヌプリ	2,000	1,180	0.591	阿武物見岳	1,750	1,100	0.629
高日向	1,000	650	0.650	物見岳西	650	350	0.538
鳴子北峰	900	600	0.667	西台・東台	2,150	1,750	0.814
日光三岳	2,230	1,500	0.673	千石台	2,030	1,330	0.655
三岳南峰	1,880	1,330	0.707	長沢台	980	550	0.561
新島阿土山	1,060	880	0.830	400m峰	1,030	600	0.583
向山	1,840	1,560	0.848	400m峰南	730	430	0.589
神津島 291m峰	800	480	0.600	鶴ヶ谷	1,280	1,050	0.820
296m峰	430	290	0.674	羽賀台	2,830	1,850	0.654
天上山	1,990	1,340	0.673	中台	480	280	0.583
高処山	740	390	0.527	鶴江台	880	550	0.625
189m峰	580	500	0.862				

熔岩円頂丘は“高粘性の熔岩が火口上に盛り上り、わずかに側方に広がって固化した、急斜面にかこまれた丘状の小火山体”（中村，1970）という定義が一般に通用している〔これにあたる英語として日本では lava dome がよく使われる（例えば久野，1954，45p，中村，1970，554p）が，Hawaii の楯状火山にも用いられる（例えば Ollier，1969，32p）ことがあるので注意する必要がある。上記の定義にあたる語には Tholoide (Schneider，1911，67p)，endogenous dome (Daly，1933，150p)，cumulo-dome (Jaggar，1920，164p)，volcanic dome, bulbous dome (Macdonald，1972，108p) などがあるが，誤解を招かないよう extrusive lava dome とするのも一法であろう〕。

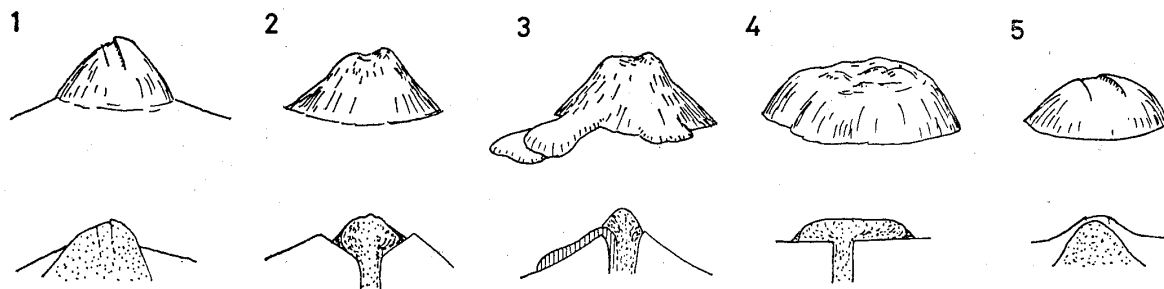
一方熔岩円頂丘によく似たものに火山岩尖がある。これには“ほとんど固化した熔岩が火口上にせり上って横に広がらない”とするもの（中村，1970，81p）と，この定義に“地形的に尖峰をなす”という意味を加えるもの（久野，1976，44p，図21）とがある。有珠火山の大有珠・小有珠・昭和新山は，前者では火山岩尖に，後者では熔岩円頂丘になる。〕

Schneider (1911, 67p) は Pelée 火山の1902年の尖峰を Belonite (底径<比高) とよび Tholoide (底径>比高) から区別したが，久野の定義はこれを意識したものと考えられる。

同様の混乱は国外にもある。“火口上にせり上って横に広がらない熔岩には plug dome がよく使われるが，cumulo-dome と厳密に区別されずに使われる場合も少くない (Ollier，1969，25p) 〔久野 (1976，45p)，中村 (1970，81p) は火山岩尖にあたる英語を Volcanic spine としているが spine は small plug dome に限定する用法 (Ollier，1969，26p) もある。〕

以上のように若干の混乱がありながらも熔岩円頂丘と火山岩尖は区別されている。しかし Pelée 火山の1902年の尖峰は1903年に崩壊し，現在 Belonite の実例は在存しないし，熔岩の表面のすり傷〔大有珠・昭和新山 (横山他，1973)，Mt. Edgumbe (Ollier，1969，25p)〕と banding の有無以外，火口上に出てから横へ広がったか否か判定することはむづかしい。そこで本論では両者を便宜的に一括して扱う。

火口上にふくれ上った熔岩が横へひろがりすぎ，頂部の平坦面もしくは小起伏面の直径が底径の $\frac{1}{2}$ 以上 (第2表) になり円頂丘とよべなくなったものを熔岩平頂丘 [dome flow (Cotton，1969，170p)] とよび，潜在円頂丘とともに広い意味での熔岩円頂丘に含める。したがって単に“熔岩円頂丘”という時は熔岩平頂丘，潜在円頂丘，火山岩尖を含み，含まない時は特に“狭義の熔岩円頂丘”とよぶ。熔岩円頂丘の中には熔岩流を伴ったものもある (第1図，第3表)。



第1図 熔岩円頂丘の分類

- | | | |
|----------|-------------|-----------------|
| 1. 火山岩尖 | 2. 狭義の熔岩円頂丘 | 3. 熔岩流を伴った熔岩円頂丘 |
| 4. 熔岩平頂丘 | 5. 潜在円頂丘 | |

第3表 熔岩円頂丘の分類

熔岩円頂丘	{	火山岩尖 (D)
		狭義の熔岩円頂丘 (D)
		熔岩流を伴った熔岩円頂丘 (DL)
		熔岩平頂丘 (F)
		潜在円頂丘 (C)

IV 熔岩円頂丘の形態的特徴

全体として熔岩円頂丘は convex な断面形をもつが、基部の 30° をこす直線的な崖錐斜面、マグマ頭位の沈降によって生じた頂部の平坦もしくは小起伏の緩斜面の両者の中間の急斜面 3 つからなるのが普通である。ほぼ固化した火山岩尖の場合はマグマ頭位の沈降によって大有珠円頂丘にみられるような断裂が生ずるが、他の場合には不規則な起伏をもつことが多い（例、浅間火山の離山、箱根火山二子山など）。

熔岩円頂丘の頂部に火口はないと一般にいわれる（例えば久野, 1976, 49p）が、赤城火山の小沼ニセコ火山イワオヌプリ、那須火山茶臼岳など火口をもつ熔岩円頂丘は少ない。

熔岩円頂丘が爆発によってその大半を失う場合も少ない。その際、馬蹄形の火口が生じ、破壊された円頂丘熔岩の岩屑は熱雲あるいは火山泥流として前面にひろがる。残された熔岩円頂丘の一部は火砕丘と見まがう環状丘をつくる。然別火山、洞爺火山中島にその例が見られる。

潜在円頂丘は有珠火山の北半分の山麓に 6 つ在存する。熔岩円頂丘にくらべややゆるやかな斜面からなる。これらの大部分は小火口をもつ。そのうちのひとつ金比羅山頂は東西に大きな断裂が走っている。

熔岩平頂丘は日光三岳、阿武火山、伊豆新島、神津島などにみられる。大まかな形態は互いに比較的似かようが、表面形態に関しては若干差異が認められる。日光三岳などの熔岩平頂丘の表面がぎざぎざした細かい凸凹があるのに対し、阿武火山の平頂丘群の表面は平滑である。

V 熔岩円頂丘の規模

142 個の熔岩円頂丘の大きさについて測定した結果をのべる。熔岩円頂丘の大きさはその底径と比高で表わす。またその底径は (長径+短径)/2, 比高は [(最高々度-最低高度) + (最高々度-基盤岩の最高々度)] / 2 として写真判読結果を 5 万分の 1 または 2.5 万の 1 地形図におとしたものから測定した。その結果を第 1 表に示す。

熔岩円頂丘は比高 200~300m, 底径 1,000m 前後のものが多いが大山火山弥山円頂丘はとびぬけて大きい。

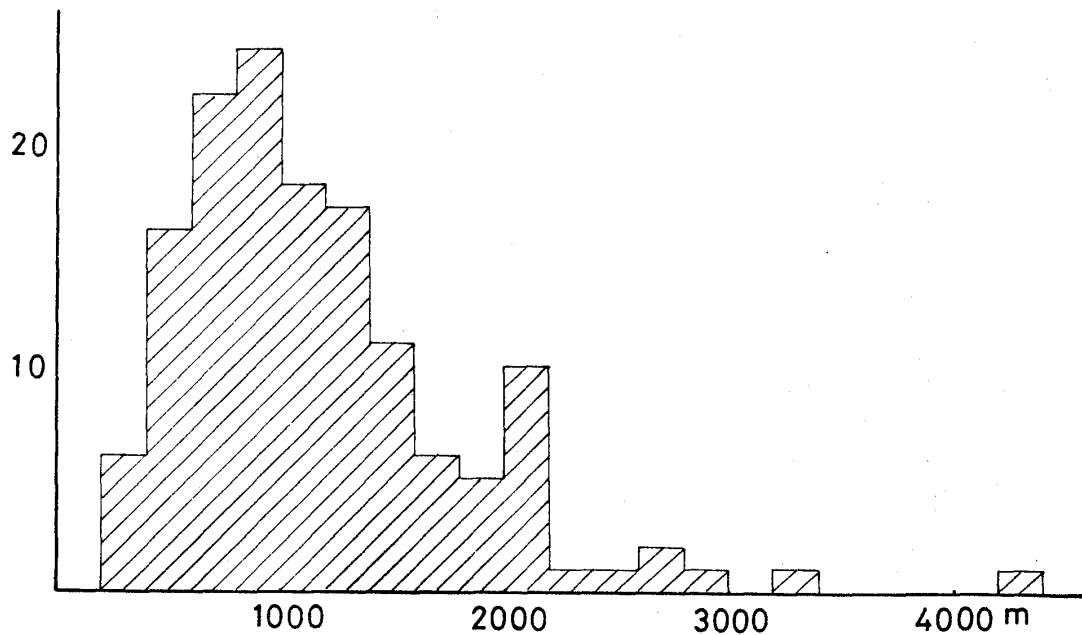
1. 熔岩円頂丘の底径

熔岩円頂丘が最大の底径をもつのは上記のように大山火山の中央円頂丘である弥山で 4,380m に

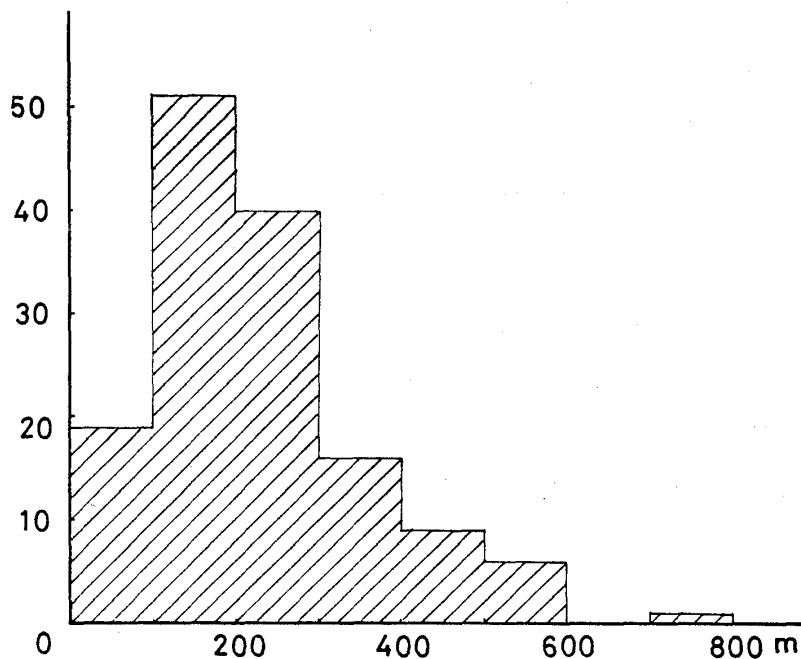
及び他からとびぬけて大きい。底径の平均値が1,151m, 最瀬値が850m, 中央値が1,000mであることと比較するとよくわかる。最短底径は尾瀬燧岳山頂火口にある円頂丘, ニセコ火山小イワオヌプリの210mで, 最大底径と4,000m以上の差がある。熔岩平頂丘は底径1,000m以上, 2,000mに及ぶものが多い。底径200m毎の度数分布は第2図に示される。

2. 比高

最大の比高をもつ熔岩円頂丘はやはり大山火山の弥山で760mに達し, 底径と共に他を押し, ずば抜けた規模の大きさを誇る。最小の比高をもつのはニセコ火山小イワオヌプリの約30mで, 最大



第2図 熔岩円頂丘の底径(横軸)の度数(縦軸)分布図



第3図 熔岩円頂丘の比高(横軸)の度数(縦軸)分布図

比高の弥山とは700m以上の差がある。しかし100~300mの比高をもつものが全体の $\frac{2}{3}$ 近くを占める。比高の平均値は、224.5m、最瀬値は150m、中央値は200mで、底径、比高共に大山弥山は異常に大きい。

比高の100m毎の度数分布は第3図に示される。

3. 底径/比高

熔岩円頂丘の底径/比高はその形態を示す値と考えられる。その値は2.8~17.9の広い範囲にあり、平均値は5.7である。

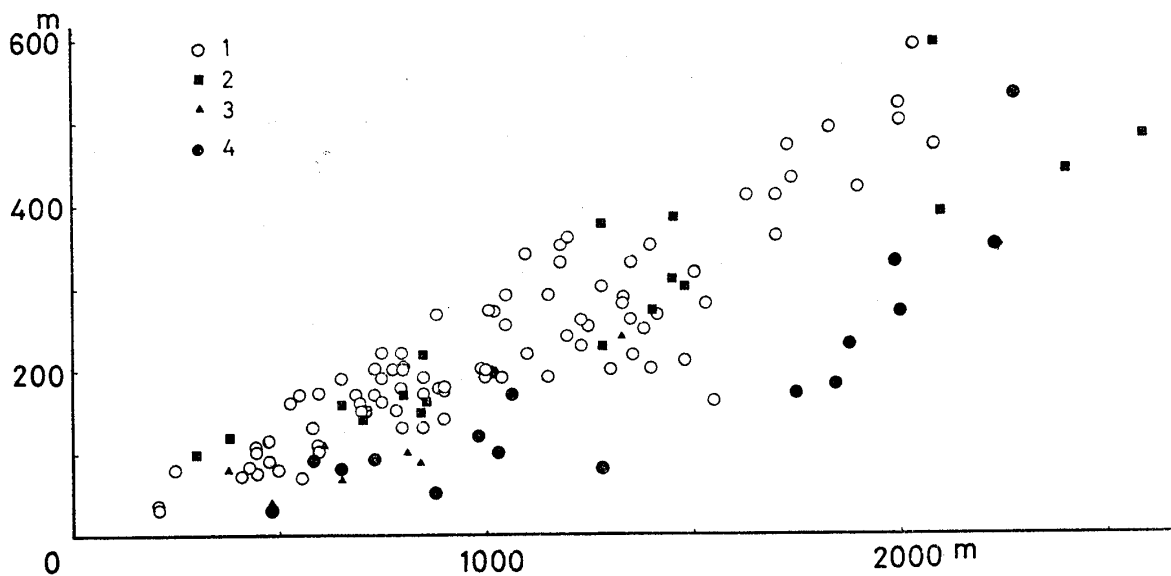
第4表は熔岩円頂丘を形態的に細分したのについて底径/比高の度数分布を表にしたものである。これから狭義の熔岩円頂丘は、2~9、熔岩を伴った熔岩円頂丘は3~5、熔岩平頂丘は、4~17、潜在円頂丘は4~12の範囲にあり、平均値は各々4.72、4.62、9.54、7.79で狭義の熔岩円頂丘と熔岩流を伴った熔岩円頂丘にくらべ、熔岩平頂丘、潜在円頂丘底径/比高は大きく、“平たい”ことを示している。

第4図は底径と比高の関係を示したものである。プロットされた点はすべて直線、比高=0.35×底径より下にあり、比高が底径の $\frac{1}{3}$ 以上になることは稀であることを示している。

熔岩平頂丘、潜在円頂丘は狭義の熔岩円頂丘や熔岩流を伴った熔岩円頂丘より下にプロットされ、やはり“平たい”ことを示している。

第4表 熔岩円頂丘の底径/比高の度数分布表

底径 / 比高	狭義の熔岩円頂丘	熔岩流を伴った熔岩円頂丘	熔岩平頂丘	潜在円頂丘	合計
0~1	0	0	0	0	0
1~	0	0	0	0	0
2~	1	0	0	0	1
3~	24	6	0	0	30
4~	29	4	4	1	38
5~	23	8	1	2	34
6~	10	0	4	0	14
7~	4	0	1	0	5
8~	0	0	4	1	5
9~	1	0	1	2	4
10~	0	0	3	0	3
11~	0	0	1	0	1
12~	0	0	0	1	1
13~	0	0	0	0	0
14~	0	0	1	0	1
15~	0	0	0	0	0
16~	0	0	3	0	3
17~	0	0	2	0	2
個数	92	18	25	7	142
平均	4.72	4.62	9.54	7.79	5.71

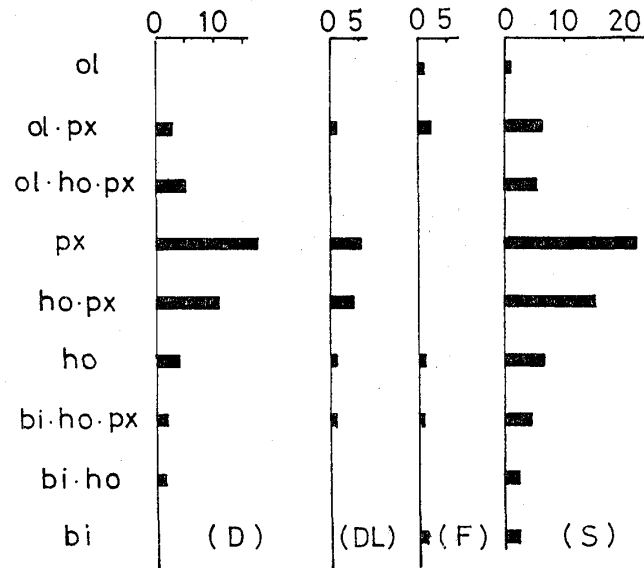


第4図 熔岩円頂丘の底径(横軸)と比高(縦軸)の関係

1. 狭義の熔岩円頂丘 2. 熔岩流を伴った熔岩円頂丘 3. 潜在円頂丘 4. 熔岩平頂丘

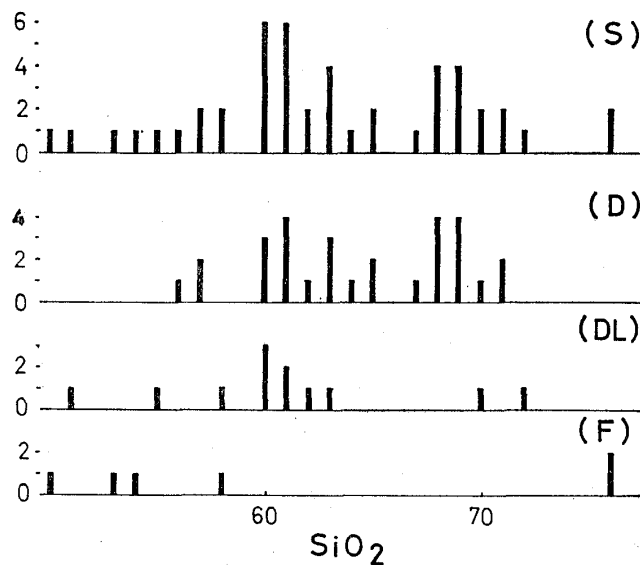
VI 円頂丘熔岩の鉱物，化学組成

熔岩円頂丘をつくる熔岩の性質は一般に高粘性の石英安山岩・流紋岩・粗面岩が多いといわれてきた（例えば Macdonald, 1972, 111p）。筆者は苦鉄斑晶鉱物の橄欖石・輝石・角閃石・黒雲母の組合せに鉱物組成を， SiO_2 に化学組成を代表させて，各々の度数分布図をつくった（第5図，第6図）。試料数は少ないが全体の傾向はあらわしていると考えられる。



第5図 円頂丘熔岩をつくる熔岩の苦鉄鉱物組成（縦軸）と度数（横軸）

ol : 橄欖石 px : 輝石 ho : 角閃石 bi : 黒雲母 D : 狭義の熔岩円頂丘
DL : 熔岩流を伴った熔岩円頂丘 F : 熔岩平頂丘 S : 前三者の総計



第6図 熔岩円頂丘の SiO_2 の度数分布

D : 狭義の熔岩円頂丘 DL : 熔岩流を伴った熔岩円頂丘
F : 熔岩平頂丘 S : 前三者の総計

第5図からわかるように、輝石を含んだ円頂丘熔岩が最も多く、橄欖石黒雲母を含む円頂丘熔岩は少い。鉍物組成からは一般に考えられるより若干苦鉄質の円頂丘熔岩が多いように思われる。

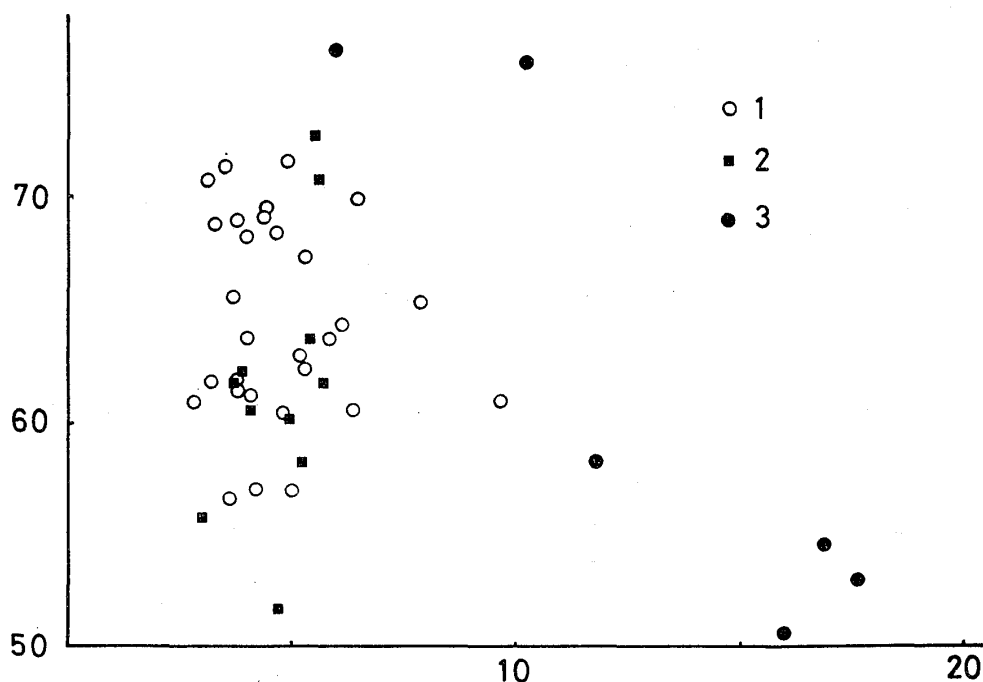
熔岩円頂丘をタイプ別にみると、狭義の熔岩円頂丘・火山岩尖は大部分が角閃石と輝石とからなる熔岩から構成されていて、橄欖石・黒雲母を含んだ熔岩からなるものはわずかである。熔岩流をもつ熔岩円頂丘もほぼ同様の傾向をもつ。それに対し熔岩平頂丘は橄欖石からなるものと、角閃石・黒雲母からなるものとに分れる。SiO₂%からも同様のことがいえ、50%台のものと76%のものとの両端に分れ、60%台のものが在存しない。前者が阿武火山、後者が伊豆新島・神津島の平頂丘である。両者は熔岩平頂丘として一括したが、鉍物・化学組成の面では異質のもので本来分けるべきであるかもしれない。

熔岩平頂丘以外のものの SiO₂ は第6図からわかるように60%前後と70%前後に二つの山があり、安山岩質の熔岩円頂丘と石英安山岩質のものにかなり明瞭に分けられるようにみえる。

VII 熔岩円頂丘の形態（底径／比高）と SiO₂ の関係

一般に高粘性のマグマほど SiO₂ 含有量が多く、急な山体をつくりやすいと考えられてきたので、形態を底径／比高で表わし、SiO₂ との関係を見れば互に負の相関をもつと考えられる。そこで SiO₂%が知られる48の熔岩円頂丘について、底径／比高と SiO₂ の値を第7図にプロットしてみた。

第7図から熔岩平頂丘は負の相関があるようにみえる ($r = -0.904$) が、他は相関が無いように



第7図 熔岩円頂丘の底径／比高（横軸）と SiO₂ との関係

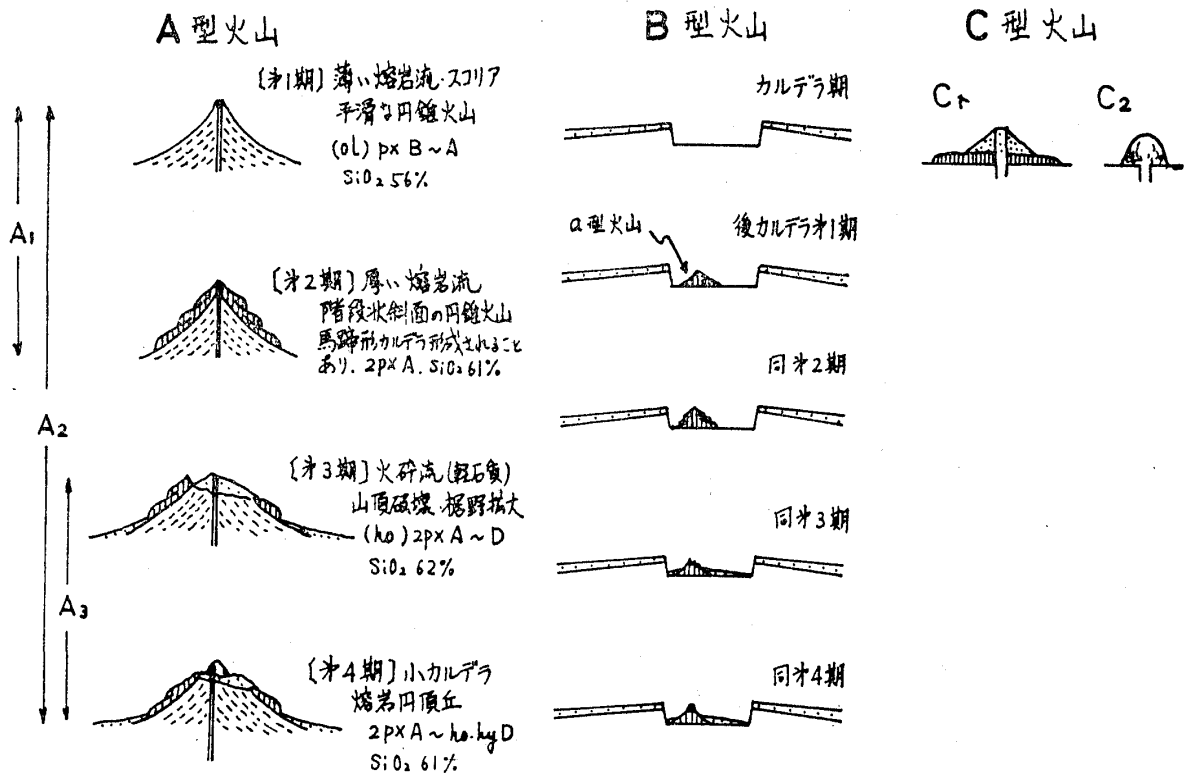
1. 狭義の熔岩円頂丘 2. 熔岩流を伴った熔岩円頂丘 3. 熔岩平頂丘

第5表 熔岩円頂丘の形成時期

A型火山	火山型	A ₁		A ₂				A ₃		A				計
	発達時期	1	2	1	2	3	4	3	4	1	2	3	4	
	狭義の熔岩円頂丘(D)	0	24	0	2	4	13	0	22	0	26	4	35	65
	熔岩流を伴う熔岩円頂丘(DL)	0	11	0	0	0	1	0	4	0	11	0	5	16
	熔岩平頂丘(F)	0	4	0	0	0	0	0	9	0	4	0	9	13
	潜在円頂丘(C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	39	0	2	4	14	0	35	0	41	4	49	94

B型火山	火山型	a ₁		a ₂				a ₃		a				計
	発達時期	1	2	1	2	3	4	3	4	1	2	3	4	
	狭義の熔岩円頂丘(D)	0	1	0	0	0	13	0	1	0	1	0	14	15
	熔岩流を伴う熔岩円頂丘(DL)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	熔岩平頂丘(F)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	潜在円頂丘(C)	1	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	6	7
		1	1	0	0	0	21	0	1	1	1	0	22	24

C型火山	火山型	C ₂	
		狭義の熔岩円頂丘(D)	12
	熔岩流を伴う熔岩円頂丘(DL)	1	
	熔岩平頂丘(F)	11	
	潜在円頂丘(C)	0	
		24	



第8図 日本の第四紀火山の発達系列・発達段階を模式的に示した断面図

みえる ($r=-0.085$ と $r=0.525$)。したがって熔岩円頂丘の形態を決めるのに SiO_2 が主要な factor ではなく、マグマの温度・ SiO_2 以外の化学成分 (Al_2O_3 , Na_2O など) の含有量・結晶度・基盤の地形などが大きく作用していると考えられる。

Ⅷ 熔岩円頂丘の発達時期

日本の第四紀火山は発達史的に、A, B, C型火山に分けられ、各々発達様式が異なる(守屋, 1973)。A型火山は(第1期)薄い熔岩流・スコリアからなる平滑な円錐火山→(第2期)厚い熔岩流からなる段のついた円錐火山→(第3期)火砕流からなる山麓緩斜面・火砕丘→(第4期)小カルデラ・狭義の熔岩円頂丘、に発達段階を分けることができる。

B型火山は(カルデラ形成期)→小円錐火山(a型火山)形成期(発達史はA型火山第1・2・3・4期と同じ)に分けられる。さらにA・a型火山は共に発達段階によって A_1 , a_1 型火山(第1あるいは2期までしか発達していない火山), A_2 , a_2 型火山(第1, 2期から発達し, 第3あるいは第4期まで進化した火山), A_3 , a_3 型火山(第1, 2期がなく, 第3あるいは第4期のみ火山)に細分される。

C型火山は1輪廻噴火で生じた単成火山で、熔岩円頂丘からなるものを C_2 型、スコリア丘と熔岩流からなるものを C_1 型とよぶ(第8図)。

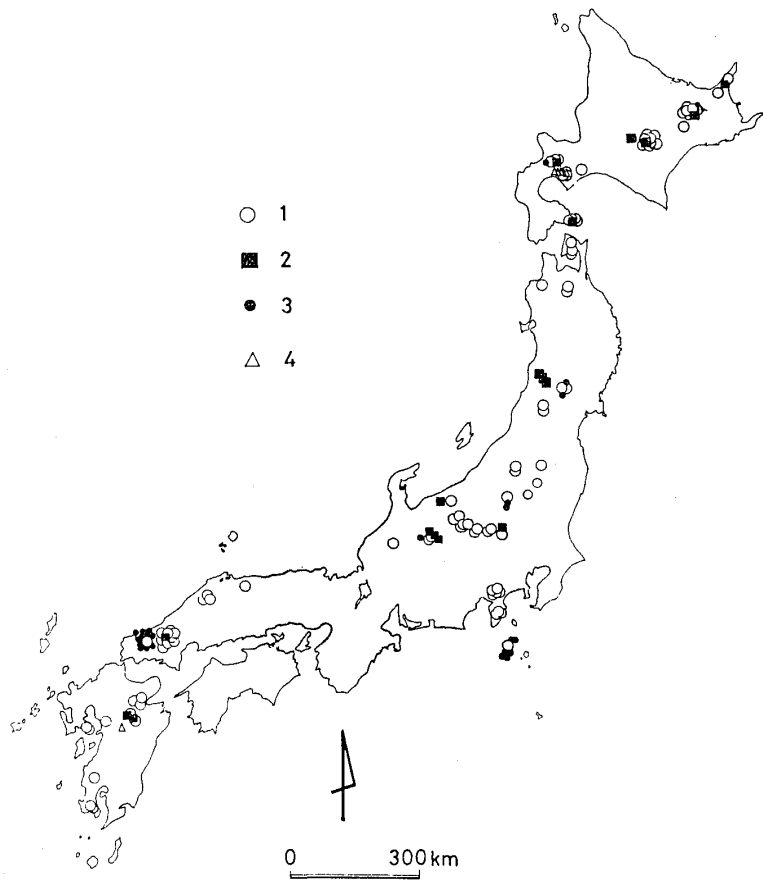
以上のような火山体の発達史の中で、熔岩円頂丘がどのような発達系列の、いかなる発達段階に生ずるかについて検討した結果が第5表に示される。この表からわかるように熔岩円頂丘は円錐(A型)・小円錐(a型)火山の第2期と第4期に集中的に形成されている。

A_1 型火山の第2期はマグマの粘性が大きくなりはじめた時期で熔岩流も厚くなるが、その熔岩流出の末期には火口上に流動不能となった熔岩が円頂丘をつくる。したがってこの時期の熔岩円頂丘は鳥海火山新山などのように熔岩流をもった熔岩円頂丘が多い。

A_2 , A_3 型火山の第4期は火砕流噴火→小カルデラ形成後にあたり、火山の寿命もつきかけてマグマの粘性は大きくなっている。したがってこの時期には多くの場合、赤城火山地蔵岳・榛名火山二ツ岳のような狭義の熔岩円頂丘が形成される。 A_2 型火山の第2期, 第3期に形成された熔岩円頂丘が少いのは、形成されても、火砕流を噴出するような激しい活動の際に破壊されるからであろう。

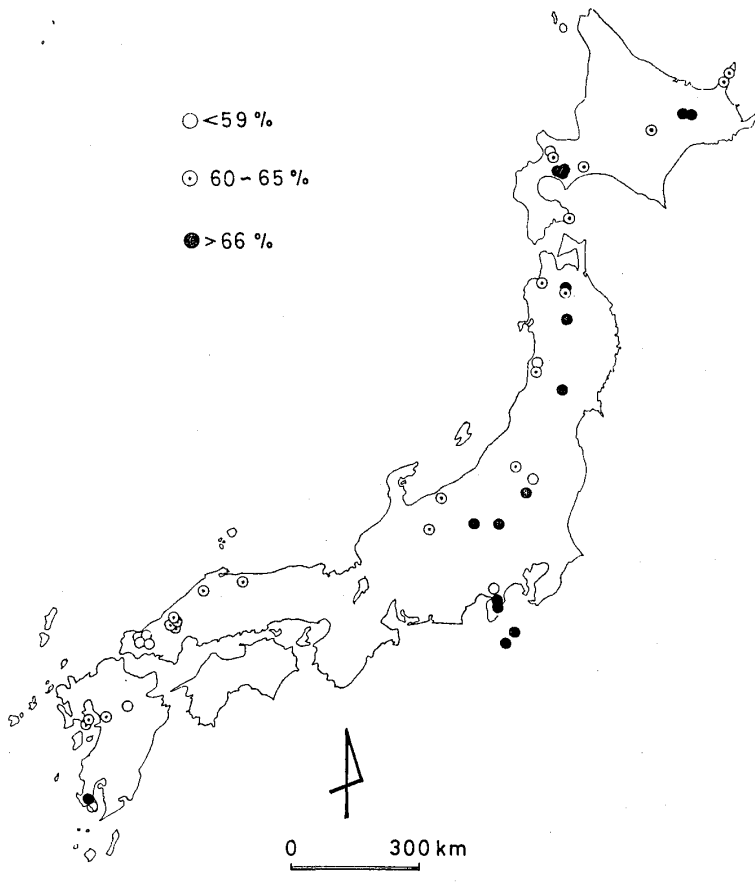
大カルデラ形成後に生じたa型火山では、 a_2 型火山の第4期に多くの熔岩円頂丘がつくられる(例、屈斜路火山アトサヌブリ中央火口丘、十和田火山御倉山など)が、 a_1 型火山の第2期にほとんど形成されないのは、 A_1 型火山の第2期に非常に多く形成されるのに比較して奇異にうつる。大カルデラ内の構造と関係があるのであろうか。 A_3 型火山の第4期に形成された10個の熔岩平頂丘は伊豆新島、神津島のものである。これらの島の火山は A_3 型としたが、海面下の山体についてデータが不足しているので、今後訂正されるかもしれない。

熔岩平頂丘は阿武などC型火山に多い。



第9図 熔岩円頂丘の分布図

1. 狭義の熔岩円頂丘
2. 熔岩流を伴った熔岩円頂丘
3. 熔岩平頂丘
4. 潜在円頂丘



第10図 SiO_2 含有量別にみた熔岩円頂丘の分布

IX 熔岩円頂丘の地理的分布

第9図は熔岩円頂丘をタイプ別に示した分布図であるが、その分布は東北日本で比較的少い以外には特徴的な偏りは認められない。

しかし岩質— $\text{SiO}_2\%$ —の差による分布には若干の地域差が認められる。円頂丘熔岩は $\text{SiO}_2\%$ の度数分布図(第6図)から60%以下, 60~65%, 65%以上に三分できるので、それを地図上にプロットしてみた(第10図)。

石英安山岩質・流紋岩質の円頂丘熔岩は、千島—東北日本—伊豆小笠原孤のフロントに近い火山に多く、フロントから遠ざかるほど円頂丘熔岩は安山岩質になる。また西南日本では熔岩円頂丘の大部分が玄武岩質・安山岩質である。これはマグマの揮発成分、化学組成(Al_2 , O_3 , Na_2O など), 上昇・流出速度、結晶の量などの差に起因するものであろう。

この論文を多田文男先生の喜寿を祝って献呈したい。

引用文献

- Cloos, H. (1936): Einführung in die Geologie, 1-503, Berlin.
Cotton, C. A. (1952): Volcanoes as landscape forms, Hafner Publ. Comp., 1-416, New York.
Daly, R. A. (1933): Igneous rocks and the depths of the earth, 1-598.
Jaggard, T. A. (1920): Seismometric investigation of the Hawaiian lava column, Bull. Seism. Soc. Ame., 10-4, 155-275.
河内晋平(1961): 八ヶ岳火山列—I, 地球科学, 55, 1-16.
久野 久(1954): 火山及び火山岩, 岩波全書, 1-255.
Macdonald, G. A. (1972): Volcanoes, Prentice-Hall, 1-510, New Jersey.
守屋以智雄(1973): 日本の第四紀火山の地形発達史, 北海道地理, 48, 1-7.
中村一明(1970): 熔岩円頂丘, 地学辞典II, 片山信夫他編, 古今書院 1-656.
Ollier, C. D. (1969): Volcanoes, Mit Press, 1-177, London.
Sapper, K. (1927): Vulkankunde, J. Engelhorn's Nachf. 1-408, Stuttgart.
Schneider K. (1911): Die Vulkanischen Erscheinungen der Erde, 1-272, Berlin.
Williams, H. (1932): The history and character of volcanic domes, Univ. Calif. Publ. Dep. Geol. Sci., 21, 5, 48-146.
横山泉他3名(1973): 有珠山, 北海道防災会議, 1-254.