

「研究」

いわゆる^{はねやま}万年山溶岩に見られる溶結火砕岩構造について

熊大・教育 麻生 弘幸・渡辺 一徳

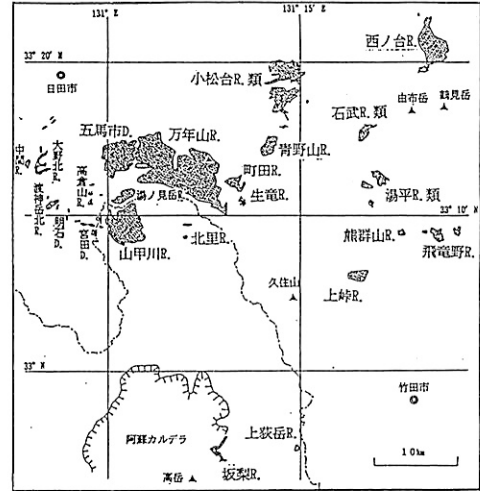
1. はじめに

松本(1933)は、中部九州にはデイサイト～流紋岩質の多くの溶岩台地（一部岩脈）が分布するとし、噴出中心はいくつかに分かれるものの岩相や産状の類似性から、それらを一括して“万年山溶岩”と呼び、活動期も概して同一時期であるとした。後に、噴出時期が鮮新世後期～更新世中期の様々なものがあることが指摘され（宇都・須藤, 1985; 須藤, 1985; 鎌田, 1985）、現在は、各分布域ごとに独立した岩体名でも呼ばれている（第1図）。

長い間、“万年山溶岩”は溶岩流であると信じられ、「万年山溶岩そのものは溶結岩ではない（大分県, 1972）」と考えられてきた。しかし、筆者らはこれまで、それらのうち山甲川、上峠、万年山本体、飛竜野等の流紋岩溶岩流とされている岩体について、岩相・産状などから強溶結の溶結火砕岩が含まれる可能性を示した（麻生・渡辺, 1985, 1993; 渡辺・麻生 1985）。また、いくつかの文献で溶結火砕岩及び類似構造が報告されてきている（熊本県, 1962 [北里流紋岩]; 通産省, 1984 [石武流紋岩類]; NEDO, 1990 [山甲川流紋岩, 西ノ台流紋岩]: [] は本報での岩体名）。

ここでは、以上のような問題のある“万年山溶岩”のうち万年山本体、坂梨、飛竜野、小松台の各流紋岩体の岩相、顕微鏡下の性質などを簡単に紹介し、噴出・堆積様式を考察する手がかりにしたい。

この報告をまとめるにあたっては、熊大教育学部の田村実教授には終始ご指導と励ましを頂いた。応用地質(株)の小野晃司氏には流紋岩の産状についてご教示を受けた。地質調査所の鎌田浩毅氏・星住英夫氏には有益なご意見を頂き、中江訓氏には文献の閲覧に配慮をして頂いた。記して感謝申し上げる。



第1図 いわゆる万年山溶岩の分布
略号…R.:流紋岩, D.:デイサイト

2. “万年山溶岩”の岩相・顕微鏡下の性質

(1) 万年山流紋岩

写真-1は、“万年山溶岩”の模式地の万年山本体の山頂部を南西5 km地点から撮影したものである。メサと呼ばれる上面が平らで末端部が急崖で囲まれている卓状の台地地形を示し、手前に一段低く広がる台地とともに万年山流紋岩で形成されている。



写真-1 万年山山頂部の卓状の台地地形

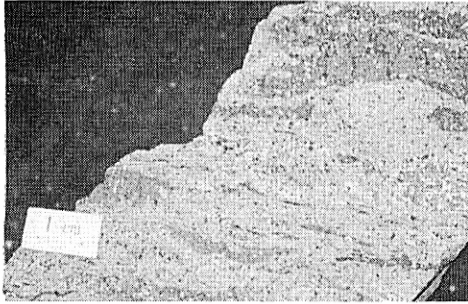


写真-2 切断面のユータキシチック構造
(万年山流紋岩)

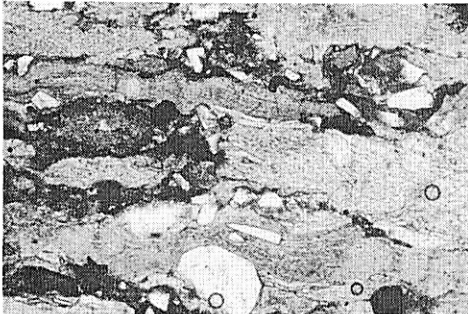


写真-3 2の鏡下, 多数のレンズと暗色の
基質 (万年山流紋岩, 写真横幅 2 mm)

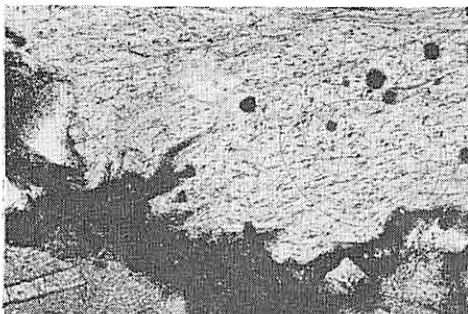


写真-4 2の鏡下, つぶれた軽石の繊維構
造 (万年山流紋岩, 写真横幅 0.8mm)



写真-5 2の鏡下, レンズ(下半部)と基
質 (万年山流紋岩, 写真横幅 2 mm)

このように分布域を通じてかなりの厚さを維持し、急な末端の地形を持つことは、珪長質溶岩に一般的である (Henry and Wolff, 1992)。しかし、堆積後の侵食なども無視できず、現在の地形だけからその岩体の成因を断定することはできない。

写真-2は、大分県天瀬町本城から得られた万年山流紋岩の転石の断面である。つぶれたレンズを多数含むユータキシチック構造を示すなど肉眼でも溶結凝灰岩であると判断される。また、少量の石質岩片を含んでいる。この標本の薄片を写真-3~5に示す。

写真-3は、閉曲線で閉じている多数のレンズとやや暗色の基質の部分が区別され、この岩石が、堆積前には破片の集合体であったことを示している。

写真-4は、写真-3と同じ薄片の他の部分を拡大したもので、淡色部は一つのレンズである。その内部は、一旦発泡した軽石がつぶれた繊維状の構造が残されている。中央やや右よりに、それらを横断して延びている弧状の線は真珠状割れ目で、溶結が強く軽石が緻密なガラス塊になったことを示す。

写真-5の下半部は一つのレンズで、上半部が基質である。中央やや上の基質は、一旦バラバラになった火山灰サイズの薄いガラス破片が、押しつぶされくっつき合っている。また、レンズ中よりも基質中の方が結晶量の割合が多く、しかも結晶が破片状になっている。これらは、この岩石が火砕流起源であることに有利な証拠である。すなわち、「最初マグマが激しく発泡したため結晶が破碎され、生じた多量の火山灰が噴出する際に、さらに機械的に破碎される (荒牧, 1965)」また、「ガラス破片の細粉は上空へ、さらに遠方へと運び去られるため、残りの火砕流堆積物の基質中の結晶量比が高まる。それに対して、本質レンズはマグマの大きい塊なので、地下のマグマ中での量比を保存している (小野・他, 1970)」ことが知られているからである。

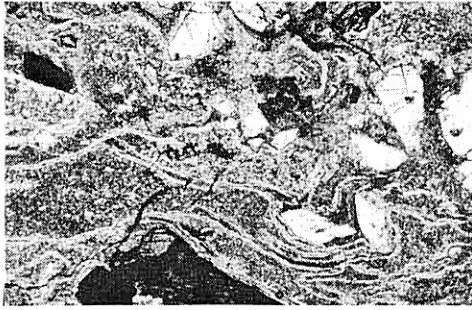


写真-6 レンズ内の気泡とガラス破片の変形 (万年山流紋岩, 写真横幅2mm)



写真-7 溶結組織を横切るスフェルライト (万年山流紋岩, 写真横幅2mm)

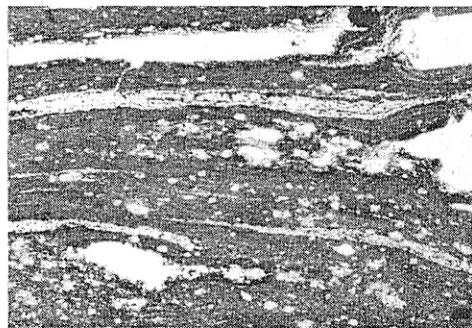


写真-8 二次流動溶結火砕岩の例 (今市火砕流堆積物, 写真横幅2mm)

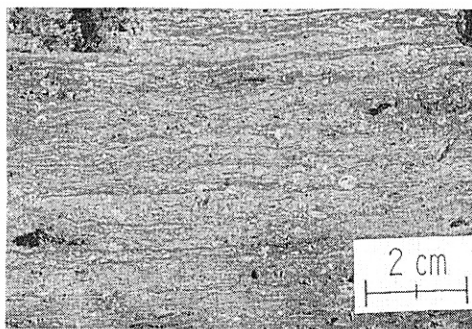


写真-9 切断面の“流理”構造 (万年山流紋岩)

写真-6は、写真-2と同産地の露頭の岩石の薄片である。左端のレンズ内にある白い小斑点は球形の気泡である。これは、高温で急速に溶結したと思われる緻密な溶結火砕岩には、しばしば見られるものである(小野・他, 1970)。右下部には、やや厚みのあるガラス破片が変形している状態が確認できる。

写真-7は、同産地の露頭上部の岩石の薄片である。左上部の斜長石結晶の右側では、スフェルライト(球類: 堆積後のガラスの結晶化の一種)が、元来の溶結組織を横切って成長している。

これらの他、万年山流紋岩では、天瀬町の赤岩、末野、川作^{いづり}東方などでも溶結火砕岩様の組織を持つ岩体を確認した。さらに末野では、下位に co-ignimbrite breccias (Cas and Wright, 1987) と軽石を含む淘汰の悪い非溶結の堆積物が認められる。

また、写真-2の転石を得た地点の露頭からの標本には、レンズが一方向に選択的にのびたものも見られた。これは、この岩体が堆積時に一様に扁平化しただけでなく、面内の一方向に塑性流動(二次流動)したことを示すと考えられる(小野・渡辺, 1974)。このようなことがさらに進行すれば、一見して溶岩との区別がつきにくくなると考えられる。

比較参考のために、写真-8に明らかに火砕流起源であることが確認されている大分県の今市^{いまいち}火砕流の二次流動溶結火砕岩の薄片を示す。著しくのびたレンズによる淡色の縞と基質の暗い帯が互層して“流理”をなしている。“流理”がレンズ状に切れることは確認できるが、ガラス破片から成る基質は均質化して、ピトクラシック組織はほとんど失われている。

写真-9は、万年山南方の第一大原野から得た万年山流紋岩の断面である。暗青灰色と淡灰色の細かい縞が比較的長く連続する流理構造を示しており、極めて溶岩様である。

鏡下(写真-10)でも、写真-3~7のよ

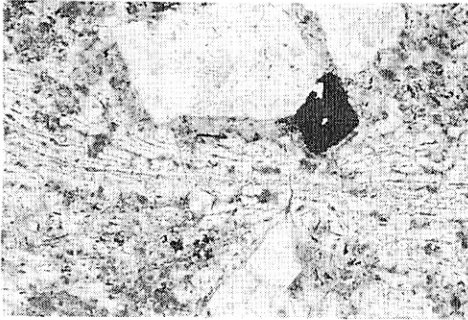


写真-10 9の鏡下，連続する“流理”組織
(万年山流紋岩，写真横幅2mm)

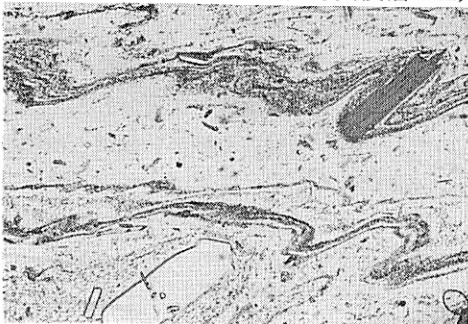


写真-11 岩石内部の差動を示す“流理”組織
(坂梨流紋岩，写真横幅2mm)



写真-12 のびたレンズ状構造が見られる露頭
(坂梨流紋岩)

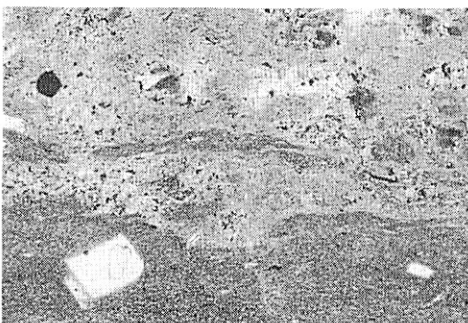


写真-13 12の鏡下，下辺と中央にレンズ状部
(坂梨流紋岩，写真横幅2mm)

うな破片の集合体だったことを示す溶結火砕岩組織は全く認められない。石基には連続する流理組織が見られ、(写真-8のような状態がさらに均質化したものとする以外)火砕岩起源であることを疑うのは困難である。このような部分と溶結火砕岩の構造・組織を残す部分とは、別のユニットであるかもしれないが、野外での層位関係などは不明である。

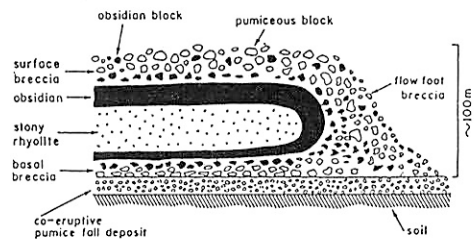
(2) 坂梨流紋岩

写真-11は、下部の黒曜岩部(熊本県一の宮町古閑)の薄片である。ガラス質の石基にどこまでも続くような流理組織を持ち、流線のS字状の変形や斑晶の回転した様子から、岩体内部に上盤側が向かって右へ変位するような差動(塑性流動)が生じたと解される。他にも火砕岩起源の痕跡は一切認められない。

写真-12は、一の宮町妻子ヶ鼻南方の露頭である。暗青灰色ののびたレンズが多数見られ、この部分だけを一望すると写真-2のような溶結凝灰岩のレンズ状構造を思わせる。

鏡下(写真-13)では、肉眼でレンズに見えた部分(下辺と中央の暗色部)とそれ以外の部分に区別でき、レンズの不連続な外形が注意される。しかし、レンズ内の軽石構造や基質のビトクラスチック組織は認め難い。

なお珪長質溶岩流でも、内部の角礫帯の碎屑物の変形や不完全なマグマ混合、変質や変成などにより、レンズ様の構造ができることがあり(Henry and Wolff 1992など)、注意が必要である。



第2図 流紋岩溶岩流の模式断面図
(Cas and Wright, 1987)

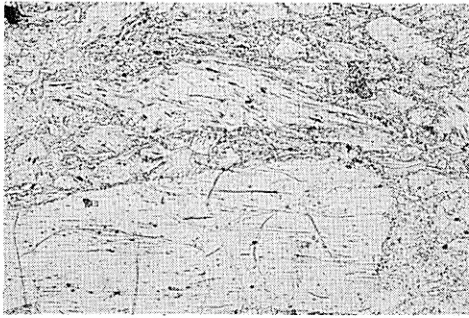


写真-14 軽石レンズとガラス破片からなる基質（飛竜野流紋岩，写真横幅2mm）

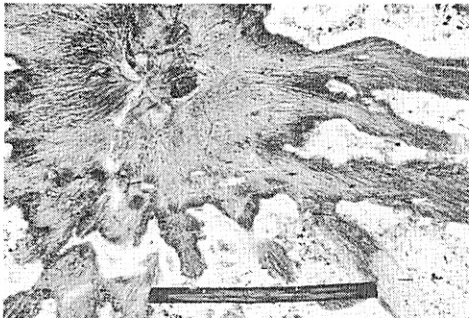


写真-15 元来の組織を壊すスフェルライト（飛竜野流紋岩，写真横幅2mm）

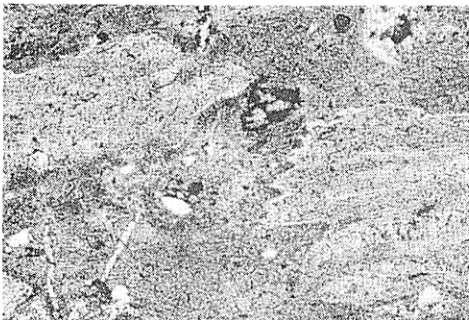


写真-16 淡色のレンズと不均質な基質（小松台“溶岩”，写真横幅2mm）



写真-17 起源不明のレンズ状組織（小松台“溶岩”，写真横幅2mm）

(3) 飛竜野流紋岩

写真-14は、大分県直入町飛竜野のこの岩体の下部の薄片である。レンズの内部の軽石の構造や基質のガラス破片が確認できる。

一般に、軽石やガラス破片の存在は、火砕岩起源の証拠として用いられている。しかし、流紋岩溶岩流でも、第2図(p.13)のように外周の角礫部には軽石が生じ(Fink, 1983など)、この軽石の摩砕によりガラス破片からなる基質もたらされることが可能である(Henry and Wolff, 1992)。写真-14でも、軽石レンズはややブロック型で角張っており、ガラス破片は発泡度が悪い印象がある。また、この岩石は同一露頭内で細かい縞状の流理構造が流動褶曲をしている黒曜岩へと移過することなどから、第2図のような溶岩流の基底の角礫部を見ている可能性も考えられる。

写真-15は、飛竜野北方の台地上部で得た飛竜野流紋岩の転石の薄片である。スフェルライトがアメーバの仮足を伸ばすように視野いっぱい成長している。このようになると元来の組織は破壊されてしまい、この岩石の成因を判断することはできない。

(4) 小松台流紋岩類

写真-16は、小松台“溶岩”（大分県九重町野倉）の薄片である。淡色のレンズと暗色で不均質な基質に明瞭に区別され、右側のレンズの内部には軽石構造の名残も認められる。このレンズの左端は尾鱗様の外形を示し(写真-4も同様)、可塑性を保った状態で堆積したものと考えられる。また、この薄片の別の部分の基質には、Uの字を横に寝かせたような形に変形したガラス破片も認められ、この“溶岩”は火砕岩起源であると考えられる。

写真-17は、九重町田尻の小松台溶岩の薄片である。扁平化した白色のレンズ状組織が多数認められるものの、全体に結晶化が進んでおり、このレンズが元来の構造を反映したものであるかどうかの判断は大変難しい。

3. おわりに

“万年山溶岩”の岩相を観察する際、肉眼と鏡下で結果が一致するとは限らない。例えば、肉眼的にユータキシチック構造を持つ岩体でも、鏡下でピトロクラスチック組織を持つとは限らないし（写真-12, 13）、反対に、レンズ構造が目立たず露頭を一見しただけでは溶岩様であっても、鏡下では明瞭な火砕岩組織を見出すこともある（写真-16）。また、結晶化や二次流動などの影響で元来の組織が見えなくなったり、溶岩中でもレンズ様構造や軽石・ガラス破片が存在する可能性もあったりし、鏡下でその成因のすべてを読み取れるわけではない。特に写真-8の例からも、火砕岩の構造・組織が認められないからと即、溶岩流と判断してしまうのは早計であろう。

近年、海外でも個々の岩体内部に溶岩流と溶結火砕岩の組織が混在しているものがいくつか報告されてきている。これらは噴出・堆積様式を解釈することが難しく、溶岩起源なのか火砕岩起源なのかで意見が混乱しており、今日の重要な研究課題の一つととらえられている（Fink, ed. 1987）。これらのうち溶岩様溶結火砕岩と解釈されている岩体の噴出・堆積様式に関しては、まだ確立されたものはないが、①大気中への熱の損失が最小の boiling-over（煮えこぼれ）型の低い噴煙柱による噴出（Sparks et al. 1978 など）、②火砕流として堆積し、最終的な定着と冷却の前に、破片どうしが液体へと合体した（Ekren et al. 1984 など）、③「非溶結部～普通の溶結火砕岩～二次流動溶結火砕岩～溶岩様溶結火砕岩～溶岩噴泉起源溶岩流」を連続したグレードの変化としてとらえる見方（Branney and Kokelaar, 1992 など）、などが提案されてきている。

一方、Bonnichsen and Kauffman (1987) と Henry and Wolff (1992) などは、かつて溶岩様溶結火砕岩であると記載された岩体について産状などから、広大な珪長質溶岩流であると解釈し直している。

多くの議論があるが、それらはさらに研究

されるにつれて発展していく途上のものであり、日本における“万年山溶岩”もそれらに貢献できる材料ではないかと考えている。各岩体の岩相・産状をさらに観察し、噴出・堆積様式を検討していきたい。

引用文献

- 荒牧重雄(1965)地質雑, 71, 525-540.
麻生弘幸・渡辺一徳(1985)熊本地学会誌, 79, 6-10.
麻生弘幸・渡辺一徳(1993)火山予稿集, 2, 4.
Bonnichsen, B. and Kauffman, D. F. (1987) Geol. Soc. Am. Spec. Pap., 212, 119-145.
Branney, M. J. and Kokelaar, P. (1992) Bull. Volcanol., 54, 504-520.
Cas, R. A. F. and Wright, J. V. (1987) Volcanic successions. Allen & Unwin, London, 528p.
Ekren, E. B. McIntyre, D. H. Bennett, E. H. (1984) U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1272, 76p.
Fink, J. H. (1983) Geol. Soc. Am. Bull., 94, 362-380.
Fink, J. H. ed. (1987) Preface. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 212, v-vii.
Henry, C. D. Wolff, J. A. (1992) Bull. Volcanol., 54, 171-186.
鎌田浩毅(1985)地質雑, 91, 289-303.
熊本県(1962)20万分の1熊本県地質図説明書。熊本県, 35p.
松本唯一(1933)火山(第1集), 1, 4, 1-20.
NEDO(1990)鶴見岳地域火山地質図及び鶴見岳地域地熱地質編図説明書。NEDO, 88p.
大分県(1972)大分県の地質。大分県, 140p.
小野晃司・渡辺一徳(1974)火山, 19, 93-110.
小野晃司・正井義郎・佐藤芳治(1970)地質ニュース, 193, 32-37.
Sparks, R. S. J, Wilson, L. and Hulme, G. (1978) J. Geophy. Res. 83, 1727-1739.
須藤茂(1985)地調報, 264, 87-112.
通産省(1984)大規模深部地熱発電所環境保全実証調査報告書, 豊肥地域地質構造及び火山岩熱源調査。
宇都浩三・須藤茂(1985)地調報, 264, 67-83.
渡辺一徳・麻生弘幸(1985)火山, 30, 312-313.