

北海道利尻島および鹿児島県隼人町産の大隈石について

著者	小林 哲夫
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学
巻	11
ページ	61-69
別言語のタイトル	Osumilites From Rishiri Island, Hokkaido, and Hayato-cho, Kagoshima Prefecture
URL	http://hdl.handle.net/10232/00006924

北海道利尻島および鹿児島県隼人町産の大隅石について

小林 哲夫*

(1978年9月30日受理)

Osumilites From Rishiri Island, Hokkaido, and Hayato-cho,
Kagoshima Prefecture

Tetsuo KOBAYASHI*

Abstract

Osumilites from Rishiri Island, Hokkaido and Hayato-cho, Kagoshima Prefecture, occur as euhedral crystals in the cavities or as anhedral crystals in the groundmass of rhyolites. Their optical properties and chemical compositions are considerably different from each other in spite of the same mode of occurrence.

The Rishiri osumilite has lower refractive indices and larger birefringence than those of the Hayato osumilite. These optical characteristics are explained by the differences in chemical compositions, namely the higher Mg-ratio and the higher K-ratio for the Rishiri osumilite. The Rishiri osumilite is the richest in Mg-content among the osumilites described to date from the felsic volcanic rocks in various parts of the world. However, Mg-ratio of the Rishiri osumilite varies from grain to grain in a comparatively wide range. On the other hand, the Hayato osumilite shows only a little variation of the Mg-ratio, which has, however, a tendency that the Mg-ratio increases towards the later stage of the crystallization.

I はじめに

大隅石は従来キンセイ石と同一に考えられていたが、MIYASHIRO (1953) が新鉱物と認定し、大隅半島の名をとり命名したものである。以来日本国内で8カ所ほど産出地点が知られているが、すべて九州内である。このうち分析値の公表されているのは、鹿児島県内の早崎(咲花平) (1956) と、入来町山の口(宮地, 1975) および大分県別府市(2カ所) と森町(横溝・宮地, 1978) の5カ所である。日本でこれまでにみつかった大隅石はすべて、珪長質火山岩の孔隙中、あるいは石基の鉱物として産するが、最近では buchite (CHINNER and DIXON, 1973) や granulite (BERG and WHEELER, 1976, HENSEN, 1977) 中からも産出することが知られている。

大隅石は六方晶系に属し、ふつう一軸性 (+) で淡青色の多色性を示すが、Nain Osumilite (BERG and WHEELER, 1976) は二軸性 (+) でピンク色の多色性を示す。

大隅石の化学式は、はじめ $(K, Na, Ca) (Mg, Fe^{2+})_2 (Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})_3 (Si, Al)_{12}O_{30} \cdot H_2O$ とされ (Si, Al) — O 四面体からなる六角複環をもち、その中心に H_2O があると考えられていた (MIYASHIRO, 1956)。しかしその後 BROWN and GIBBS (1969) により、構造は framework silicate

* 鹿児島大学理学部地学教室

Tetsuo KOBAYASHI: Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, Kagoshima 890. Japan

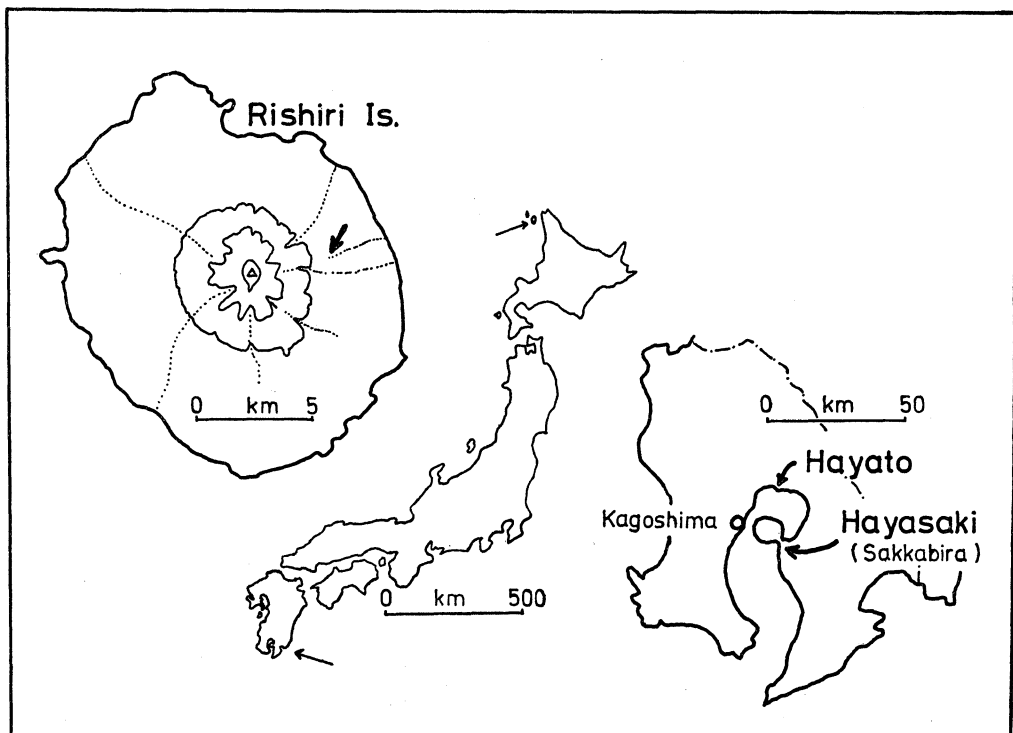
に分類され、また分析値については、BUNCH and FUCHS (1969) が EPMA 分析をおこない改正した。OLSEN and BUNCH (1970) および BERG and WHEELER (1976) は EPMA 分析による酸化物の合計がほぼ 100% になることから、大隅石は無水鉱物であると考えたが、GOLDMAN and ROSSMAN (1978) は、赤外線吸収スペクトル分析でそれを証明した。

BUNCH and FUCHS (1969) は、また meteorite 中に発見された Yagiite は、大隅石と固溶関係にあることを示し、両鉱物間の元素の固溶範囲を定義したが、最近その定義にあてはまらない例がいくつか見出されてきた (CHINNER and DIXON, 1973, 宮地, 1975, BERG and WHEELER, 1976)。

大隅石はこのように、定かでない点もあるが、いずれにせよ公表された分析値が少なく、産状の異なるものも含め、今後さらにたくさん記載されねばならないだろう。今回は、北海道利尻島で発見された大隅石と、鹿児島県隼人町清水の大隅石とを比較しながら記載する。

II 産 状

産出地点を第 1 図に示す。利尻島での産出地点は、島の東部、旭浜にある小河川の源流部である。付近には赤褐色と灰色の流理の発達した転石が多数みられるが、露頭は確認できない。地形から判断して、本岩体は成層火山の安山岩溶岩におおわれ、一部分が露出しているものと思われる。岩石は、本地点の南方に産する石山ドーム溶岩 (KATSUI, 1953) と比較的よく似ている。産状から推して、この岩体は、基盤岩の一部と考えられる。噴出年代は不明だが、他の基盤岩岩体の産状を考えると、鮮新世～更新世初期と考えられる。大隅石は、この転石のうちの一つから偶然にみつかった。以後、数回サンプルを採集にいったが、大隅石はついに発見できなかった。



第 1 図 大隅石産出位置図

第1表 大隅石を含む母岩の分析値

	Rishiri	Hayato		Rishiri	Hayato
SiO ₂	70.08	75.94	Q	26.17	39.42
TiO ₂	0.27	trace	C	2.37	0.03
Al ₂ O ₃	15.35	12.72	or	12.12	16.49
Fe ₂ O ₃	1.25	1.04	ab	43.16	28.35
FeO	2.20	1.35	an	6.46	11.34
MnO	0.13	0.06	en	3.89	1.12
MgO	1.56	0.45	fs	2.80	1.73
CaO	1.50	2.47	mt	1.81	1.51
Na ₂ O	5.10	3.35	il	0.51	
K ₂ O	2.05	2.79	ap	0.35	0.32
P ₂ O ₅	0.15	0.14			
H ₂ O(+)	0.18	0.18			
H ₂ O(-)	0.11	0.15			
Total	99.93	100.64			

隼人町のデータは山口 (1938) による

母岩の分析値を、第1表に示す。母岩は流紋岩であり、一般には流理が発達しているが、大隅石は、やや流理の不明瞭な部分の孔隙中に産する。流理の発達の程度により、外見は変化にとむ。鏡下観察でも、斑晶に乏しいためか、薄片ごとに斑晶鉱物の組合せが異なる。以下の記載は、何枚かの薄片を集約した結果である。

斑晶鉱物組合せは、斜長石+シソ輝石+普通角閃石+黒雲母である。斜長石とシソ輝石は、微斑晶としても多数存在する。孔隙の壁には、トリディマイトが形成されており、その中心部に自型の大隅石が存在するが、まれには、シソ輝石あるいは黒雲母が晶出している。石基は非常に細粒であるが、石英・斜長石、不透明鉱物が識別される。

鹿児島県の咲花平 (早崎) は、最初に記載された大隅石の産地として有名であるが、美晶は容易には採集できない。一方、あまり有名ではないが、隼人町清水の流紋岩岩体は、大きな美晶が容易に採集できる。この流紋岩については、種子田 (1950) が詳しく記載している。斑晶鉱物組合せは、斜長石+石英+シソ輝石であり、孔隙壁には、トリディマイト、 α -石英が晶出しており、それらにつつまれるように大隅石、あるいは鉄にとむカンラン石が存在する。微斑晶としては、シソ輝石・斜長石・石英がある。石基は石英・斜長石・黒雲母などの微晶の集合よりなる。木下 (1969) によれば、この流紋岩の噴出年代は鹿児島湾北部に分布する国分層以前であり、更新世後期と考えられる。

利尻島および隼人町産の大隅石は、ともに流紋岩の孔隙中ないし石基中に産する。

隼人町では、3mm 大の結晶が得られるが、利尻島のものは、最大 1mm ほどである。

III X線粉末法による同定

隼人町産の大隅石については、原田 (1974) がすでにおこなっており、今回は利尻島産の大隅石についてのべる。地質調査所の Debye-Scherrer camera で、35KV・20mA で61時間X線を照射して測定したが、試量が少なかったため、明瞭な回折線は得られなかった。しかし、 $d = 3.24 \text{ \AA}$ に強い回折線が現われ、この他に $d = 7.22 \text{ \AA}$ (W), 5.10 \AA (W), 4.11 \AA (W), 3.84 \AA (W), 2.940 \AA (M), 2.787 \AA (M), 2.015 \AA (W), 1.861 \AA (W) にも回折線が認められ、さらに非常に弱い回折線も何本か認められる (M: 普通, W: 弱い)。これらの値は、MIYASHIRO (1956)

のデータとよく一致し、大隅石と同定される。しかし、弱い回折線は非常に不明瞭であり、格子定数の測定はできなかった。

IV 光学性および分析結果

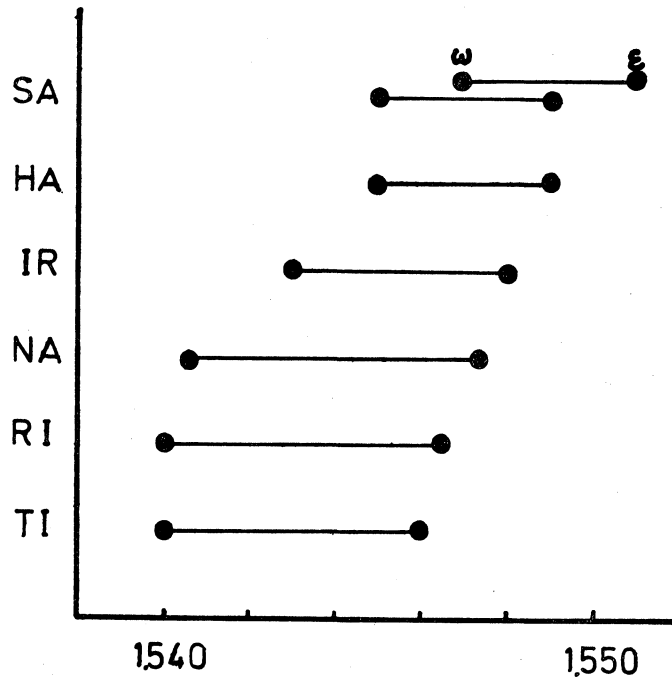
隼人町産の大隅石は、柱状ないし板状の形態を示し、黒色を呈する。利尻島産のものは、大きな結晶が認められず、肉眼では、形態・色が識別できない。鏡下では、両者とも E = 無色、O = 淡青色の多色性を示す。利尻島の大隅石は一軸性 (+) である。隼人町の大隅石は、種子田 (1950) により二軸性 (+) とされたが、コンスコープ像の観察によれば、一軸性 (+) である。

屈折率の測定は、浸液法でおこなった。利尻島産の大隅石は、スピンドルステージおよび分散法も併用した。それゆえ隼人町のは精度がおちる。屈折率および化学分析値などを、従来公表されているものとともに第 2 表に示す。分析には鹿児島大学教養部地学教室の X 線マイ

第 2 表 大隅石の分析値, Mg/Mg+Fe 値, K/K+Na+Ca 値, および屈折率

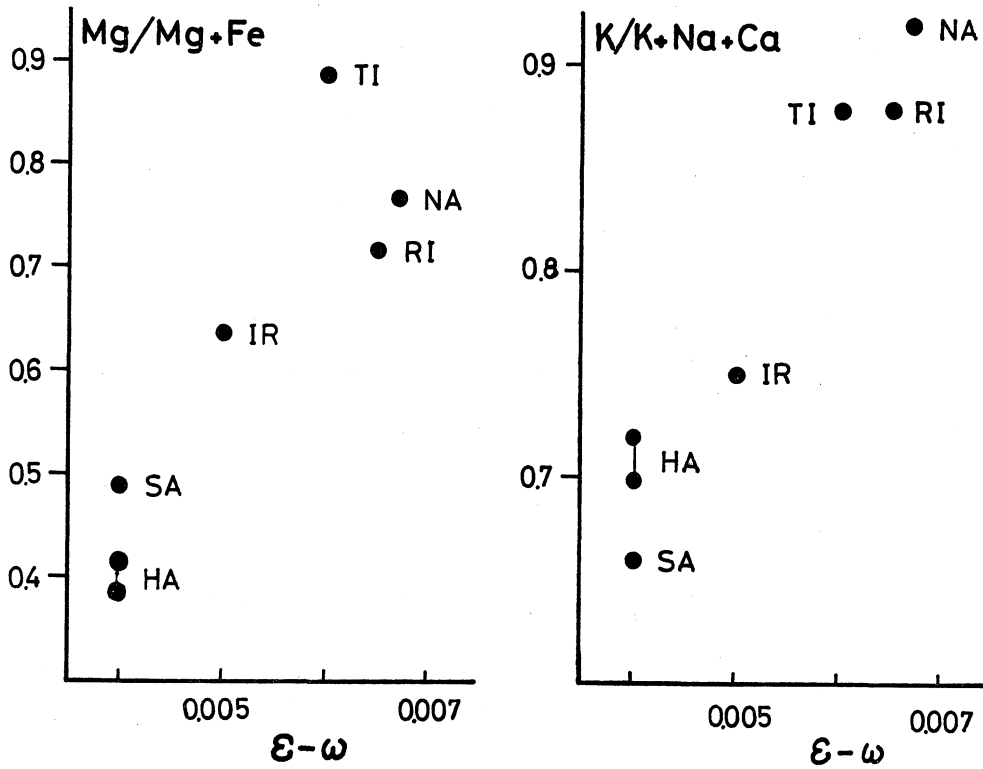
	Rishiri Is., Japan	Hayato T., Shimizu, Japan		Iriki T., Yamanokuchi, Japan	
		(core)	(margin)	(druse)	(groundmass)
SiO ₂	62.62	59.70	60.43	61.37	60.15
TiO ₂	0.08	0.08	0.03	n. d.	n. d.
Al ₂ O ₃	21.73	21.98	21.77	20.76	21.79
FeO	4.80	9.68	9.41	6.02	7.44
MnO	0.88	1.01	0.89	0.87	1.55
MgO	6.81	3.40	3.77	6.05	4.80
CaO	0.04	0.14	0.13	0.04	0.07
Na ₂ O	0.23	0.77	0.89	0.68	n. s.
K ₂ O	2.78	3.31	3.28	3.62	3.71
Total	99.96	100.07	100.60	99.41	99.51
Mg/Mg+Fe	0.72	0.39	0.42	0.64	0.53
K/K+Na+Ca	0.88	0.72	0.70	0.75	0.98
ω	1.5400		1.545	1.543	
ε	1.5465		1.549	1.548	
	Sakkabira, Japan	Monte Arci, Sardinia	Obsidian Cliffs, Oregon	Tieveragh, Ireland	Nain, Labrador
SiO ₂	61.6	61.2	61.8	64.35	62.18
TiO ₂	0.1	0.12	0.11	0.06	0.12
Al ₂ O ₃	21.4	22.0	21.8	19.38	21.58
FeO	8.6	9.9	8.3	2.16	3.97
MnO	0.8	0.74	0.98	0.24	0.07
MgO	3.7	2.9	3.5	9.46	7.46
CaO	0.1	0.14	0.11	0.13	0.06
Na ₂ O	1.0	0.35	0.27	0.27	0.22
K ₂ O	2.9	3.0	3.0	3.98	4.12
Total	100.2	100.35	99.87	100.03	100.06*
Mg/Mg+Fe	0.49	0.34	0.43	0.89	0.77
K/K+Na+Ca	0.66	0.81	0.86	0.88	0.92
ω	1.545-.547			1.540	1.5406
ε	1.549-.551			1.546	1.5473

*: BaO=0.25% は記入してない。(出典は第 2 図の注釈を参照のこと)。鉄はすべて FeO で表示した。



第2図 大隅石の屈折率とバイレフリンゼンス

HA: 隼人町, IR: 入来町 (宮地, 1975), NA: Nain Labrador (BERG and WHEELER, 1976), RI: 利尻島, SA: 咲花平 (MIYASHIRO, 1956), TI: Tieveragh, Ireland (CHINNER and DIXON, 1973)



第3図 (Mg/Mg+Fe), および (K/K+Na+Ca) - (ε-ω) 図
記号は第2図と同じ。

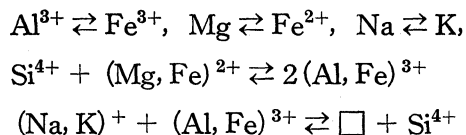
クロアナライザー（島津 ARL-EMA-SM）を使用した。利尻島の大隅石は、隼人町のものにくらべ、屈折率は低く、逆にバイレフリンゼンスは大きい。これまでに公表された屈折率を第2図にまとめた。屈折率が高いほどバイレフリンゼンスは小さく、逆に低いほど大きくなる傾向が認められる。

利尻島産の大隅石は、Nain および Tieveragh 産のものと似ており、隼人町の大隅石は、咲花平のものと似ている。入来町山の口産の大隅石は、これらの中間の性質を示す。

屈折率の高低は、 $Mg/Mg+Fe$ 比、および $K/K+Na+Ca$ 比によって説明される (BERG and WHEELER, 1976)。すなわち、 Mg , K の比が高いと屈折率は低下する。この関係を第3図に示した。横軸には屈折率のかわりに、バイレフリンゼンスを用いた。 $Mg/Mg+Fe$ 比、 $K/K+Na+Ca$ 比とバイレフリンゼンスとの間には、正の相関が認められる。

BUNCH and FUCHS (1969) は、大隅石タイプ鉱物として、大隅石、Yagiite, Roedderite, Merrihueite の4種をあげ、大隅石と Yagiite は固溶体を形成しており、少なくとも $Na \rightleftharpoons K$, $Mg \rightleftharpoons Fe^{2+}$ の置換関係のあることを示した。そして $Na > K$, $Mg > Fe$, $Si/Al < 7$ を Yagiite とし、 $K > Na$, $Fe > Mg$, $Si/Al < 7$ を大隅石と再定義した。しかし、第2表および第3図に示すように、 $K > Na$ だが、 $Mg > Fe$ の大隅石も発見されており、利尻島産のものこの $Mg > Fe$ グループに属する。一方、隼人町の大隅石は、 $Fe > Mg$ グループに入る。利尻島産の大隅石は、火山岩中に発見されたもののなかでは、最も Mg に富んだものである。

BERG and WHEELER (1976) は、Nain osumilite を研究して、化学式を $\square^{IX}(K, Na, Ba, Ca)^{XII}_{0.98}(Mg, Fe, Mn)_{2.02}(Al, Mg, Ti)^{IV}_{3.00}(Si, Al)^{IV}_{12} \cdot O_{30}$ とし、次のような置換関係を提唱した。



宮地 (1975) は晶洞中の大隅石と石基のものでは、組成に若干の差異があることを示した。今回、利尻島と隼人町産の大隅石について、一薄片中で組成の変化があるかどうかを、 $Mg-Fe$ 置換についてのみ調べた (第4図)。

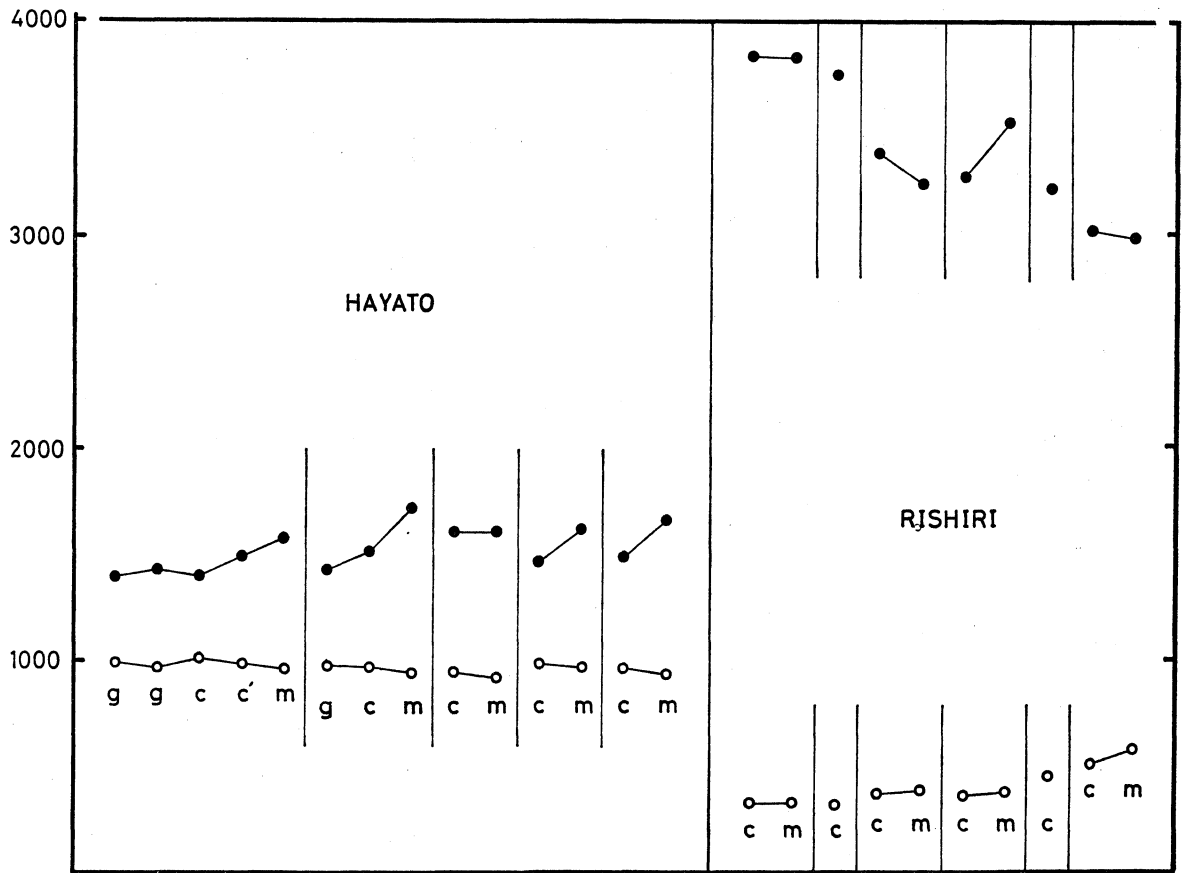
石基 (g), 晶洞壁と自型結晶の結合部付近 (c), 自型結晶の結晶面付近 (m) をえらび、 $Mg-Fe$ について点分析をおこなった。結晶の成長順序は $g \rightarrow c \rightarrow m$ の順である。

隼人町の大隅石では、 $g \rightarrow c \rightarrow m$ となるにつれ、 Mg にとみ、 Fe が減少する傾向がある。すなわち、大隅石結晶の成長で早期に晶出した部分ほど Mg に乏しく Fe に富み、晩期の部分ほど Mg に富み Fe に乏しくなる、ということを示している。

利尻島の大隅石は、 $c \rightarrow m$ となるにつれ、 Mg に富むものと、減少するものとが共存している。まったくの偶然かもしれないが、鏡下で結晶の大きなものほど Mg に富む傾向がある。

利尻島産の大隅石は、隼人町のものにくらべ、鉱物間の組成変化が大きい。

珪長質火山岩の孔隙中に晶出した大隅石は、火山岩の冷却中に、その空隙に放出された気相から晶出したことは明らかであり、低圧下で形成されたことを示している。SCHREYER and SEIFERT (1967) によると、大隅石は平常では、急激な非平衡晶出のため準安定相であり、産出が比較的まれなのは、そのためだという。また、その後、大隅石は変成度の高いグラニュライト相の変成岩中にも、安定に存在していることが発見され、また実験結果からも、高温・低圧の鉱物と考えられるようになった (BERG and WHEELER, 1976, HENSEN, 1977)。



第4図 大隅石の組成変化 (Mg-Fe)

縦軸はX線のカウント数

●: Mg, ○: Fe²⁺, g: 石基鉱物, c: 晶洞鉱物 (母岩と接する付近), c': c-m の中間部, m: 晶洞鉱物の結晶面付近

実線は一連の結晶作用によって形成されたと考えられる部分をつなぐ。

大隅石の発見例が少ないのは、他の鉱物と見まがえやすい点にもあるのかもしれない。MIYASHIRO (1956) と BERG and WHEELER (1976) は、大隅石は、キンセイ石や石英と見あやまりやすい点を指摘している。HENSEN (1977) も、高変成度の地域の調査においては、アルミナに乏しい変泥質岩 (キンセイ石+ツソ輝石の鉱物組合せ) に、大隅石の出現する可能性が大きいとし、注意を喚起している。

大隅石タイプの鉱物の一つ、Roedderite はこれまで meteorite 中のみ産出が知られていたが、最近奥村他 (1976) は、変質した火山岩中から、それを発見した。大隅石は今後流紋岩の孔隙中からのみでなく、いろいろな産状のものが発見されるようになるだろう。

V ま と め

利尻島および隼人町産の大隅石を記載した。隼人町の大隅石は、BUNCH and FUCHS (1969) の定義、 $K > Na$, $Fe > Mg$, $Si/Al < 7$ にあてはまるが、利尻島のものは $Mg > Fe$ であり、あてはまらない。また Mg-Fe 置換について組成変化を調べたところ、隼人町の大隅石では、晩期に晶出した部分ほど Mg に富む傾向が認められた。また利尻島の大隅石では、鉱物間の組

成変化の大きいことが判明した。

大隅石には、産状がにている、化学組成に大きな変異があったり、また同一岩石中でも、鉱物間に組成変化のあることがわかったが、今のところ、その原因については、はっきりしない。現在までに公表された分析値は非常に少なく、今後データをふやし、考察していく必要がある。

謝辞：この研究をすすめるにあたって、北海道大学河内晋平・渡辺暉夫両博士からは、終止激励と有益な御助言をいただいた。また新潟大学小松正幸助教授（利尻島産の大隅石の EPMA 分析）、地質調査所湯浅真人氏（X線回折）、鹿児島大学山本温彦博士および X線マイクロアナライザー室の関係者の方々（原子吸光分析および EPMA 分析）から御協力をえた。また鹿児島大学石川秀雄教授は、隼人町産の大隅石や文献について、有益な御助言を下された。以上の方々に深く感謝いたします。

文 献

- 青木謙一郎 (1954), 大隅石 (osumilite) の新産地. 岩鉱, vol. 37, no. 2, p. 80.
- BERG, J.H., and WHEELER, E.P. (1976), Osumilitic of deep-seated origin in the contact aureole of the anorthositic Nain complex, Labrador. *Am. Mineral.*, vol. 61, p. 29-37.
- BROWN, G.E., and GIBBS, G.V. (1969), Refinement of the crystal structure of osumilite. *Am. Mineral.*, vol. 54, p. 101-116.
- BUNCH, T.E., and FUCHS, L.H. (1969), Yagiite, a new sodium-magnesium analogue of osumilite. *Am. Mineral.*, vol. 54, p. 14-18.
- CHINNER, G.A., and DIXON, P.D. (1973), Irish osumilite. *Mineral. Mag.*, vol. 39, p. 189-192.
- GOLDMAN, D.S., and ROSSMAN, G.R. (1978), The site distribution of iron and anomalous biaxiality in osumilite. *Am. Mineral.*, vol. 63, p. 490-498.
- 原田光男 (1974), 「鹿児島湾周辺地域に産する大隅石」についての一考察. 鹿児島県地学会誌, No. 46, p. 10-17.
- HENSEN, B.J. (1977), The stability of osumilite in high grade metamorphic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 64, p. 197-204.
- KATSUI, Y. (1953), Petro-chemical study on the lavas from Volcano Rishiri, Hokkaido, Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido University, Ser. IV, Geology and Mineralogy*, vol. VIII. no. 3, p. 245-258.
- 木下文徳 (1969), 鹿児島県国分隼人地域の地質について. 鹿大地理学教室卒論, p. 1-33. (未印刷)
- 宮地貞憲 (1975), 鹿児島県入来町山ノ口産大隅石. 日本地質学会第 82 回学術大会講演要旨, p. 325.
- MIYASHIRO, A. (1953), Osumilite, a new mineral, and cordierite in volcanic rocks. *Proc. Japan Acad.* vol. 29, p. 321-323.
- , (1956), Osumilite, a new silicate mineral and its crystal structure. *Am. Mineral.*, vol. 41, p. 104-116.
- MORIMOTO, R. (1948), On the modes of occurrence of cordierite from Sakkabira, Town Tarumizu, Kagoshima Prefecture, Japan. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 25, p. 33-35.
- 森本良平・湊 秀雄 (1949), 鹿児島県肝属郡垂水町早崎咲花平産堇青石の産出状態. 岩鉱, vol. 33, no. 2, p. 51-61.
- 奥村公男・小野晃司・金原啓司・茂野 博 (1976), 薩摩硫黄島の変質した火山岩中の Roedderite. 三鉱学会講演要旨, p. 67.
- OLSEN, E. (1967), A new occurrence of roedderite and its bearing on osumilite type minerals. *Am. Mineral.*, vol. 52, p. 1519-1523.
- , and BUNCH, T.E. (1970), Compositions of natural osumilites. *Am. Mineral.*, vol. 55, p. 875-879.
- ROSSI, G. (1963), Ritrovamento della osumilite in uno riolite de Monte Arci. *Rend. Soc. Mineral. Ital.*, vol. 19, p. 187-193.

SCHREYER, W., and SEIFERT, F. (1967), Metastability of an osumilite end member in the system K_2O - MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O and its possible bearing on the rarity of natural osumilites. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 14, p. 343-358.

種子田定勝 (1950), 鹿児島湾周縁の堇青石を含む灰石について. 九大理研究報告, 地質学之部, p. 47-53.

山口鎌次 (1938), 鹿児島湾の周縁地域における軽石類の岩石学的研究 (その3), 地質雑, vol. 45, no. 542, p. 782-790.

横溝宏佳・宮地貞憲 (1978), 万年山熔岩中の大隅石の化学組成. 岩鉱, vol. 73, p. 180-182.