

長野県下伊那郡，大河原超塩基性岩体に伴なわれる 塩基性岩中の角閃石

飯 泉 滋
(島根大学文理学部地学教室)
(1974・11・5 受理)

Hornblendes from basic rocks associated with the Ogawara
ultrabasic body, Shimoina, Nagano prefecture

Shigeru IZUMI

1. はじめに

変成帯や構造帯に産する，いわゆるアルプス型超塩基性岩類のなかには，斑れい岩をはじめとする大量の塩基性岩類を密接に伴うものがある。南東アラスカのもの (RUCKMICH and NOBLE, 1959) やウラルのもの (TAYLOR, 1967) をはじめ御荷鉾帯に産するもの (NAKAYAMA, 1956; 島津, 1956; TAZAKI, 1966; その他) 等はその例であろう。このような超塩基性岩類は，その成因を塩基性岩類と結びつけて議論されることが多い (CHALLIS, 1965; その他)。従って，これら塩基性岩類の性格を明確にすることは，超塩基性岩類の成因を明らかにする上で重要な意味をもつものと考えられる。

大河原岩体の場合も，角閃石—輝石斑れい岩等の塩基性岩類を密接に伴っており，今回これら塩基性岩類の性格をよりはっきりさせるために，それらの主成分鉱物である角閃石を分析したのでその結果を報告する。

2. 大河原超塩基性岩体の概要

御荷鉾帯には，関東山地から天竜川流域，近畿，四国にかけて大小さまざまな超塩基性岩体が知られている (RESEARCH GROUP of PERIDOTITE INTRUSION, 1967)。大河原超塩基性岩体は，これら御荷鉾帯に産する岩体の一つで，長野県下伊那郡大河原の東方約 2 km 付近に産する，長さ約 3.5 km，巾 0.7 km の比較的新鮮な岩体である (島津, 1956; IZUMI, 1968)。岩体は，周囲の緑色片岩・泥質片岩の構造にほぼ調和的に，NNE~SSW 方向にのび，40°E~60°Eの傾斜で岩床状に貫入している。

岩体は主に，ダナイト，ウェールライトおよび斜長石 (ソーシュール石化) ウェールライトからなり，レルズライトやハルツバーチャイトに相当する岩石は産しない。この点，御荷鉾帯に産するその他の超塩基性岩体と共通した特徴をもっている (黒田・田崎, 1969)。ダ

ナイト, ウェールライトおよび斜長石ウェールライトは, 岩体の伸びおよび傾斜にほぼ平行な層状構造を示し, 厚さ数 cm~数 10 m の単位で岩相変化するが, 岩体の中央部には比較的ダナイトが多く, 両側の部分はウェールライトと斜長石ウェールライトに富んでいる。

ダナイトは一般に新鮮で暗灰色~黄灰色を呈し, 容量比で 95% 以上のカンラン石, 5% 以下の単斜輝石およびごく少量の褐色角閃石, クローム鉄鉱よりなる。カンラン石は, 細粒 (0.5mm~1.5mm), 粒状, 他形で, $F_0=86\sim 91$ (化学分析および光軸角の測定による) を示す。単斜輝石および褐色角閃石はさらに細粒 (0.3 mm 以下) で, 量的にも 1% にみえない場合が多い。

ウェールライトは, 容量比で 80~90% のカンラン石, 10~15% の単斜輝石, および少量の褐色角閃石とクローム鉄鉱よりなるが, カンラン石の大部分は仮像を残して蛇紋石化している。単斜輝石はダナイト中のものより粒が大きく (0.5 mm~2 mm), カンラン石の粒間を満たしている場合が多いが, カンラン石をポイキリティックに含有することもある。化学分析によれば Al_2O_3 を 4% 程含んだ透輝石の性質を示す。

斜長石ウェールライトは, カンラン石, 単斜輝石, ソーシュール石およびクローム鉄鉱 (周縁部は磁鉄鉱) よりなるが, 褐色角閃石がわずかに含まれることがある。カンラン石はほぼ完全に蛇紋石化しており, 組成は決定できない。単斜輝石はウェールライト中のものと同様な産状を示すが, ウェールライト中のものより, わずかに Al_2O_3 と $FeO+Fe_2O_3$ に富んでいる。ソーシュライトは斑点状に含まれ, 鏡下では周囲を無色~淡緑色の緑泥石によってかこまれた径 0.5 mm~2 mm 程度のグロッシュラーの微小結晶の集合体である。ソーシュライトは容量比で 30% 近くまで達することがあるが, 一般には数% 以下である。

この外, 量的には少ないが, 岩体内部に細粒の輝石斑れい岩, 角閃石斑れい岩およびロジン岩が巾数 m 以下の脈状あるいはプール状に産する。また岩体周辺部には, 角閃石-単斜輝石斑れい岩, 角閃石岩, 角閃石斑れい岩などの塩基性岩類が超塩基性岩体に密接に伴って分布している。今回分析をおこなった角閃石は, 岩体内部および周辺部に分布するこれらの塩基性岩類に含まれているものである。

3. 岩石記載

今回, 超塩基性岩体中に脈状に産する角閃石斑れい岩中の角閃石 2 個, および岩体の周辺部に分布する塩基性岩中の角閃石 3 個について分析をおこなった。次にこれらの岩石の概略を記載する。

表 1 に示した分析値の No. 1 (Sp. No. 278) は, 細粒の角閃石-単斜輝石斑れい岩中の褐色角閃石である。本岩は, 容量比で約 30% のソーライト質輝石と数% の角閃石および完全にソーシュール石化した斜長石からなる。輝石は細粒 (0.3 mm~0.5 mm), 粒状で, 角閃石はそれらの粒間をうめるように生じている。角閃石は, $X=$ 黄褐色, $Y=Z=$ 褐色の多色性を示し, $C^{\wedge}Z=19^{\circ}\sim 22^{\circ}$, $2V_x=78^{\circ}$, $\alpha=1.668$ の光学的性質を示す。

No. 2 (Sp. No. 276) は, 上記の角閃石-輝石斑れい岩を貫ぬく巾数 10 cm 程度の角閃石にとんだ斑れい岩の岩脈中の角閃石である。角閃石が全岩のほぼ 50% 前後をしめ, ソーシ

ュール石および少量のサーライト質輝石よりなる。

No. 3 (Sp. No. 29) は，角閃石中の角閃石で，本岩は角閃石の外，少量の単斜輝石とソーシユール石を含む。角閃石は細粒 (0.3 mm~0.8 mm)，他形で，X=淡緑色，Y=Z=黄緑色の多色性を示し， $C^{\wedge}Z=20^{\circ}\sim 23^{\circ}$ ， $2V_x=77^{\circ}\sim 79^{\circ}$ ， $\alpha=1.672$ の光学的性質を示す。

No. 4 および No. 5 (Sp. Nos. 133b-1, 204) は，ウェールライト中に約 20~30 cm の巾で脈状に産する角閃石斑れい岩中の角閃石である。本岩は，容量比で約 40% の角閃石とごく少量の黒雲母を含む。斜長石は完全に変質し，曹長石，緑泥石の外，大量のソーダ沸石が生じている。角閃石は X=黄褐色，Y=Z=赤褐色の軸色を示す。光学的性質は，次のとおりである。No. 4 は， $2V_x=78^{\circ}$ ， $\alpha=1.689$ ，No. 5 は $2V_x=80^{\circ}$ ， $\alpha=1.689$ ， $\gamma=1.698$ 。

4. 結果と検討

角閃石の分析結果は，M 値= $Mg/Mg+Fe^{+2}+Fe^{+3}+Mn$ の大きい順に表 1 に，また O=23 として求めたそれらの構造式を表 2 に示した。角閃石—輝石斑れい岩中の角閃石が最も高い M 値 (0.762) を示し，その値が最も低い角閃石斑れい岩中のもの (0.474) と大きな差異がみられる。SiO₂ は，M 値が減少するにつれ，45.37% から 41.50% まで減少するのに対し，Al₂O₃ は逆に増加している。いずれの角閃石も TiO₂ にとんでおり，特に角閃石斑れい岩中のものは 2 個ともかなり高い値を示している。TiO₂ 含量は，角閃石の色と密接な関係があり，褐色の程度が増すにつれ，その含量が増加している。

第 1 図に，これらの角閃石の Al_{IV} と Al_{VI}+Fe⁺³+Ti の関係を示した。図から明らかかなようにこれらの角閃石は，いずれもエデン閃石，パーガス閃石および普通角閃石の中間的な組

Table 1 Chemical Compositions of Hornblendes

No.	1	2	3	4	5
Sp. No.	278	276	29	133b-1	204
SiO ₂	45.37	45.33	44.71	41.55	41.50
TiO ₂	1.94	2.28	1.47	2.86	3.38
Al ₂ O ₃	8.45	8.76	10.01	11.03	11.64
Fe ₂ O ₃	1.58	2.77	2.55	0.56	0.55
FeO	7.90	9.94	11.44	16.97	16.93
MnO	0.25	0.26	0.23	0.19	0.24
MgO	17.35	14.38	12.93	9.68	8.88
CaO	11.58	11.25	11.30	11.55	10.84
Na ₂ O	1.95	2.43	1.95	2.85	2.85
K ₂ O	0.20	0.15	0.13	0.36	0.28
H ₂ O ⁺	2.53	1.88	2.65	2.12	2.28
H ₂ O ⁻	0.21	0.12	0.24	0.21	0.13
Total	99.31	99.55	99.61	99.93	99.50

Table 2 Atomic Ratios of Hornblendes on the Anhydrous Basis of O=23,000

No.	1	2	3	4	5
Sp. No.	278	276	29	133b-1	204
Z	{ Si 6.631	{ Si 6.646	{ Si 6.627	{ Si 6.297	{ Si 6.299
	{ Al 1.369	{ Al 1.354	{ Al 1.373	{ Al 1.703	{ Al 1.701
Y	{ Al 0.087	{ Al 0.160	{ Al 0.373	{ Al 0.260	{ Al 0.374
	{ Ti 0.211	{ Ti 0.255	{ Ti 0.160	{ Ti 0.327	{ Ti 0.391
X	{ Fe ⁺³ 0.175	{ Fe ⁺³ 0.299	{ Fe ⁺³ 0.285	{ Fe ⁺³ 0.073	{ Fe ⁺³ 0.073
	{ Fe ⁺² 0.965	{ Fe ⁺² 1.215	{ Fe ⁺² 1.416	{ Fe ⁺² 2.145	{ Fe ⁺² 2.139
	{ Mn 0.035	{ Mn 0.035	{ Mn 0.027	{ Mn 0.027	{ Mn 0.027
	{ Mg 3.527	{ Mg 3.036	{ Mg 2.739	{ Mg 2.168	{ Mg 1.996
W	{ Mg 0.245	{ Mg 0.106	{ Mg 0.120	{ Mg 0.031	{ Mg 0.025
	{ Ca 1.755	{ Ca 1.769	{ Ca 1.790	{ Ca 1.872	{ Ca 1.766
	{ Na —	{ Na 0.125	{ Na 0.090	{ Na 0.097	{ Na 0.209
A	{ Ca 0.052	{ —	{ —	{ —	{ —
	{ Na 0.535	{ Na 0.562	{ Na 0.462	{ Na 0.739	{ Na 0.628
	{ K 0.035	{ K 0.035	{ K 0.018	{ K 0.073	{ K 0.055
	15.622	15.597	15.480	15.812	15.683
M*	0.762	0.670	0.623	0.495	0.474

$$M^* = \text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3} + \text{Mn}$$

成であることを示している。また、 Al_{IV} と $\text{Na} + \text{K}$ の関係を示した第2図も、これらの角閃石が普通角閃石とパーガス閃石との中間的なものであることを示している。第1図および第2図において、これらの角閃石の M 値の変化による一定方向へのトレンドは明瞭でないが、最も M 値の低い角閃石斑れい岩中の角閃石が最もパーガス閃石に近い組成を示しているこ

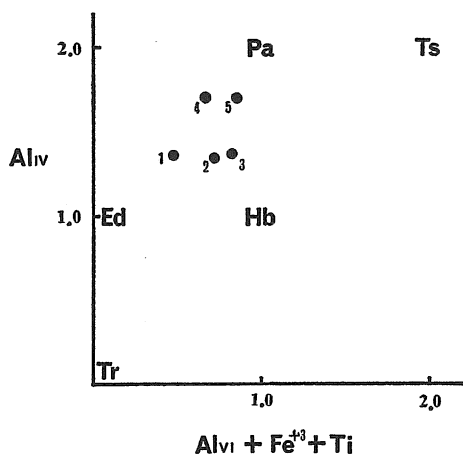


Fig. 1. $\text{Al}_{\text{IV}} - \text{Al}_{\text{VI}} + \text{Fe}^{+3} + \text{Ti}$ relation of hornblendes. (O=23)

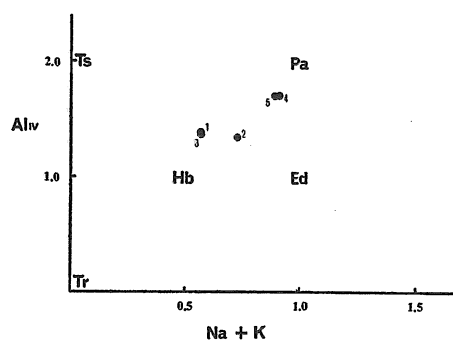


Fig. 2. $\text{Al}_{\text{IV}} - \text{Na} + \text{K}$ relation of hornblendes. (O=23)

とは注目に値する。

全体として、これらの角閃石は普通角閃石とパーガス閃石との中間的な性質をもつことを示しており、この点で北上山地の超塩基性岩類に伴なわれる塩基性岩中の角閃石 (ONUKI, 1963, 1964 および 1965) や同じ御荷鉾帯の関東山地の岩体 (田崎・猪俣, 1974), 雨生岩体 (INOMATA, 1971) および鳥羽岩体 (NAKAMURA, 1971) 産のものとはほぼ同様な性質を示すが、後にのべるように北上山地のものとは、Ti の含量においてかなりの差異が認められる。

第3図にこれらの角閃石の M 値と Si, Al および Ti の関係を示した。Si は M 値の大きい3個についてはほとんど変化がないが、角閃石斑れい岩中の2個は特に少ない。Al は M 値の減少と共に増加している。この点北上山地のものと似た傾向を示すが、同じ御荷鉾帯のものでも鳥羽岩体の場合は M 値の減少と共に、Al が減少する傾向がみられ、また関東山地の場合は明瞭な関係が認められない (田崎・猪俣, 1974)。

一方、Ti は角閃石岩中のものが全体の傾向からはずれるが、ほぼ M 値の減少と共に増加している。このような傾向は他の岩体の場合にも共通しているが、田崎・猪俣 (1974) は、関東山地と雨生岩体のものについて、かんらん岩中の雲母と共存する角閃石は塩基性岩中のものより著るしく Ti に富んでいることを示している。

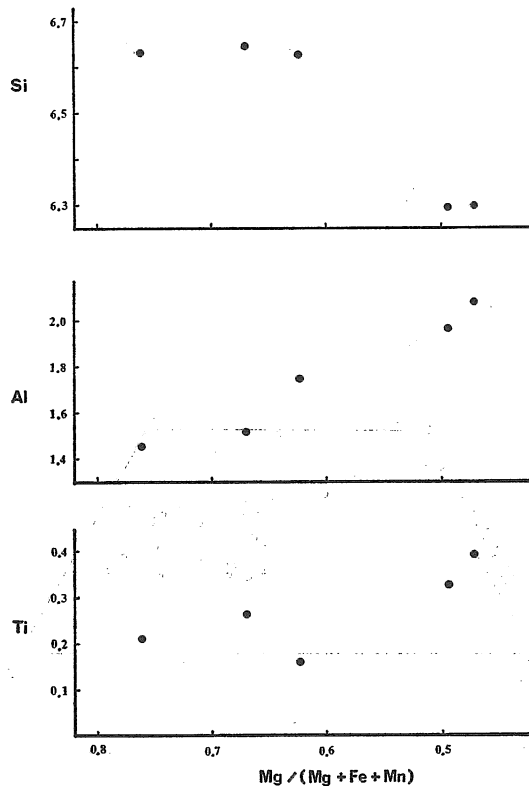


Fig. 3. Si, Al and Ti variations of hornblendes. (O=23)

第4図は、御荷鉾帯および北上山地の超塩基性・塩基性岩中の角閃石を Ti-Al_{IV} 図にプロットしたものである。大河原、黒内山および北上山地のものは、4配位の Al の増加と共に

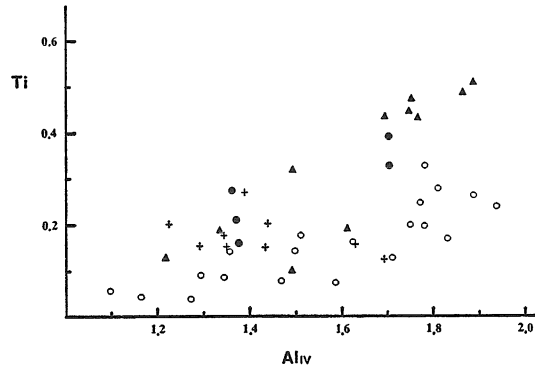


Fig. 4. Ti-Al_{IV} relation of hornblendes.
solid circle, Ogawara; solid triangle, Kurouchi-yama;
cross, Toba; open circle, Kitakami mountains.

に Ti が増加する傾向が認められるが、鳥羽のものは逆に減少する傾向があり、4配位の Al の変化が Ti によってはあまり大きな影響を受けていないことを示している。また、御荷鉾帯に産するものと北上山地のものとを比較してみると、同じ4配位の Al 含量に対し御荷鉾帯のものの方が高い Ti 含量を示している。

第5図は、角閃石の Si と $\{Al_{IV} - (Al_{VI} + Fe^{+3} + Cr + 2Ti)\}$ との関係 (NAKAMURA, 1971) を示したものである。図上には、大河原、鳥羽および北上山地産の角閃石をプロットした。 $\{Al_{IV} - (Al_{VI} + Fe^{+3} + Cr + 2Ti)\}$ の値は、(Na, K) Al あるいは、CaAl₂ の形で Si が置換される程度を示している。全体としてかなり広い範囲にプロットされるが、大河原岩体産のものは、角閃石斑れい岩中の2個の角閃石がパーガス閃石よりの部分に、また他の3個の角閃石

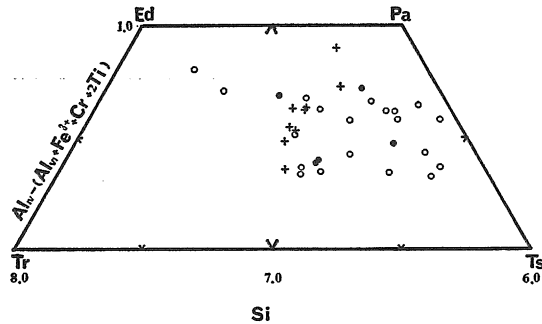


Fig. 5. $\{Al - (Al + Fe + Cr + 2Ti)\}$ -Si relation of hornblendes. (O=23).
solid circle, Ogawara; Cross, Toba; open circle, Kitakami mountains.

はより普通角閃石に近い部分にプロットされかなり変化にとんでいる。一方，鳥羽岩体産の角閃石は，よりパーガス閃石に近い性質を示すかんらん石角閃石岩中のものから単斜輝石—角閃石斑れい岩中のものへと順次普通角閃石のフィールドへ変化しており (NAKAMURA, 1971), $Al_{IV} - (Al_{VI} + Fe^{+3} + Cr + 2Ti)$ の減少による Si の増加が明瞭に認められる。大河原岩体の角閃石は，ほぼ同一の Si 含量をもちながら $Al_{IV} - (Al_{VI} + Fe^{+3} + Cr + 2Ti)$ の値が大きく変化しており，このことは 4 配位の Al が Na, K, あるいは Ca による変化よりも，6 配位の Al や Ti, Fe^{+3} によって大きく影響されていることを示している。

また大河原岩体の角閃石の場合，M 値の低いものがよりパーガス閃石（あるいはチェルマック閃石）に近いフィールドにプロットされており，同様な傾向は北上山地のものについても認められる。このようなことからみて，超塩基性岩類に伴なわれる塩基性岩中にパーガス閃石が形成されるかどうかは，マグマの組成に大きく影響しているものと考えられる。

5. おわりに

本研究を進めるにあたり，東京教育大学の牛来正夫先生，信州大学の黒田吉益先生には終始一貫した御指導をいただいた。東京教育大学の火成作用研究会の皆さまには，ひごろから多くの討論・御意見をいただいた。また，島根大学文理学部地学教室の皆さまには，適切な助言とはげましをいただいた。上記の方々に深い感謝の意を表します。

文 献

- CHALLIS, G. A. (1965) The origin of New Zealand ultramafic intrusions. *J. Petrol.*, vol. 6, No. 2, 322-365.
- IZUMI, S. (1968) The Ogawara ultrabasic intrusion, Nagano prefecture in central Japan (Part I). *Earth Science*, vol. 22, No. 6, 267-273.
- INOMATA, M. (1971) Petrology of the Uhu-san ultrabasic rocks in Aichi prefecture, central Japan. Master thesis, Tokyo Kyoiku Univ.
- 黒田吉益・田崎耕市 (1969) 変成帯の超塩基性岩類. 地質学論集, 第 4 号, 99-108.
- NAKAMURA, Y. (1971) Petrology of the Toba ultrabasic complex, Mie prefecture, central Japan. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, sec II*, vol. 18, No. 1, 1-51.
- NAKAYAMA, I. (1955) The basic and ultrabasic rocks of the Sambagawa metamorphic region in the Tenryu river basin. *J. Jap. Assoc. Min. Petrol. Econ. Geol.*, vol. 40, No. 1, 27-32.
- ONUKI, H. (1963) Petrology of the Hayachine ultramafic complex in the Kitakami mountainland, northern Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, Ser. III, 8, 241-296.
- (1964) Hornblendes from the ultramafic intrusives in the Kitakami mountainland. *J. Jap. Assoc. Min. Petrol. Econ. Geol.*, 51, 210-222.
- (1965) Petrochemical research on the Horoman and Miyamori ultramafic intrusives, northern Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, Ser III, 9, 217-276.
- RESEARCH GROUP OF PERIDOTITE INTRUSION (1967) Ultrabasic rocks in Japan. *J. Geol. Soc. Japan*, vol. 73, 533-543.
- RUCKMICH, J. C. and NOBLE, J. A. (1959) Origin of the ultramafic complex at Union Bay, southeastern Alaska. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 70, 981-1018.
- 島津光夫 (1956) 長野県下伊那地方の超塩基性および塩基性岩類, 岩鉱, 40 巻, 207-216.

- TAYLOR, H. P. Jr. (1967) The zoned ultramafic complexes of southeastern Alaska. *Ultramafic & Related Rocks*, Wyllie, P. J. Edit. 97-134.
- TAZAKI, K. (1966) Ultrabasic rocks in the northern Kwanto mountains, Central Japan. *Earth Science*, No. 84, 14-25.
- 田崎耕市・猪俣道也 (1974) 北関東山地, 単斜輝石かんらん岩の金雲母とパーガス閃石. 岡山大温研報告, 43号, 1-13.