

北九州地域の玄武岩中の輝石，とくに巨斑晶輝石の 成因について

石橋，澄
愛媛大学文理学部地学教室

<https://doi.org/10.15017/4738242>

出版情報：九州大学理学部研究報告．地質学之部．7 (1), pp.47-56, 1964-03-30. Faculty of Sciences, Kyushu University

バージョン：

権利関係：

北九州地域の玄武岩中の輝石, とくに 巨斑晶輝石の成因について

石 橋 澄

Large Phenocrystic Pyroxenes in Basaltic Rocks of Northern Kyushu, Japan

(Abstract)

Kiyoshi ISHIBASHI

Large phenocrystic pyroxene up to 1 cm. in length occurs in Cenozoic basaltic rocks of northern Kyushu and Gotō islands. New chemical analyses of five phenocrystic pyroxenes, one groundmass pyroxene and nine pyroxenes of basic or ultrabasic inclusion in the same basalt are shown. The Al_2O_3 content is largest in the phenocrystic pyroxene of host basalts and the pyroxene of gabbroic inclusion and decreases from the pyroxene of dunite-pyroxenite to the groundmass pyroxene. Calculation of Tschermak's component after H. S. YODER and C. E. TILLEY is given and genetic relation of these pyroxenes is also discussed.

I 緒 言

九州北西部に広く分布する新生代玄武岩類には単斜輝石, 斜方輝石の巨斑晶を含むものがあり, その光学性および化学組成を明らかにすることは岩石学上重要な意義をもつことは容易に考えられるところである。筆者は過去5年間にわたってこの玄武岩類の研究に従事して来たが, 本稿では主にこれ等の玄武岩中に含まれる輝石類の化学組成および光学性を報告し, 巨斑晶* をなす輝石は通常の玄武岩マグマとは異った生成条件を反映するもので, 多分 crust 下部の斑れい岩層に由来する可能性があることを指摘したいと思う。

本研究を行うに当り九州大学理学部地質学教室富田達教授, 種子田定勝助教授, 山口 勝博士にあつくお礼申し上げる。東京工業大学岩崎岩次教授, 桂敬助教授, 岩崎文嗣氏には筆者が同大学に内地留学中珪酸塩の化学分析に関して御指導を頂いた。また愛媛大学宮久三千年助教授, 九州大学生産科学研究所松本徂夫博士, 福岡学芸大学応地善雄助教授には色々御助言を頂いた。東京大学久野久教授には多くの問題に関して討論, 御批判をして頂いた。以上の方々に対し深甚なる謝意を表す。なお本研究費の一部は文部省科学研究費から支出されたことを明記して当局に謝意を表わす。

II 輝石巨斑晶を含む玄武岩

山陰および北九州地域の新生代玄武岩のなかには, しばしば 1~5cm に達する単斜 および 斜方輝石の巨斑晶*が含まれている。この地域の単斜輝石斑晶についてはすでに青山¹⁾, 杉²⁾, 三宅, ³⁾青木⁴⁾, 応地⁵⁾⁶⁾ら

1963年地質学会総会にて講演, 1963年7月9日受理

石橋 澄: 愛媛大学文理学部地質学教室

* ここで言う巨斑晶とは 2mm 以上で, 通常 3~40mm 位のもを指すものであり, それ以下の斑晶で自形結晶をしたものについてはここで問題にしていない。

の研究が行われている。単斜および斜方輝石の巨斑晶を含む玄武岩熔岩流は筆者の調査した範囲について言えば、松浦玄武岩の熔岩台地の下位の台地を構成するもので、地質調査所 1/5 万唐津、呼子 7 図幅に於て B₂₋₃ としてあるもの、およびこれの相当層で、北九州地域に最も広く分布するものである。

岩石は灰黒色～灰色、緻密堅硬であり、部分的に（唐津市高島、大島、岩野、相賀、切木村カブラ、名護屋村名護屋城跡、玄海町日ノ出松、京松附近）巨大な単斜輝石、斜方輝石の斑晶に富む部分がある。本岩は古銅輝石含有普通輝石かんらん石玄武岩で久野⁹⁾ の分類で Va～Va-d 型又は IVb～IVa-d 型である。斑晶鉱物として古銅輝石 (En₇₀ Fs₃₀～En₆₅ Fs₃₅ Mol%)、普通輝石 (Wo₃₂ En₅₃ Fs₁₅～Wo₃₅ En₅₄ Fs₁₁ Mol%)、かんらん石 (Fo₈₅ Fa₁₅ Mol%)、および斜長石 (Or₃ Ab₁₄ An₅₆ Mol%) が含まれる。石基鉱物は普通輝石、かんらん石、斜方輝石、斜長石、アルカリ長石、金雲母質黒雲母、鉄鋳類からなり晶洞には沸石類方解石等が晶出している。

かんらん石は自形を呈し、時に融蝕をうけていちじるしく丸味をおびたり、湾入が出来たりしている。普通輝石、斜方輝石共にいちじるしく融蝕を受け、丸味をおびたり、へき開にそって塵埃状物質が生じていたり、結晶の外縁に平行に塵埃状物質の帯が出来たりしている。又蜂巢状構造を示すものも認められる。斜方輝石に於て特にいちじるしい現象は結晶の一部ないし全体が微細なかんらん石と普通輝石の集合体（富田⁹⁾ の psudohypersthene）に変化している。又斑晶単斜および斜方輝石共に消光が結晶全体に一律でなく恰も双晶をなしているかの様に 1 つの個体結晶が幾つかの光学的方位を持ったブロックに分れている*。斑晶斜長石もいちじるしく融蝕をうけ外縁部のガラス化、不規則湾入等が認められる。本熔岩流には普遍的に斑れい岩様包有物を、比較的小範囲にかんらん岩、輝石岩等の超塩基性包有物が含まれる。その主要な産地は第 1 図に示してある。その他基盤岩類の花崗岩、砂岩、頁岩、片麻岩類も捕獲岩として玄武岩中に含まれている。

塩基性～超塩基性包有物には次の様なものが認められる。

かんらん岩	}	斜長石をほとんど含まないか或は少量 (10 Vol % 以下) 含む
かんらん石輝石岩		
輝石岩 (透輝石岩)		
かんらん石・両輝石斑れい岩	}	斜長石を多量に含む
両輝石斑れい岩		

III 玄武岩中に含まれる捕獲岩類

1) dunite～pyroxenite

dunite～pyroxenite 質捕獲岩類は gabbro 質捕獲岩に比して分布範囲は極めて狭く**、その大きさは 0.5～30cm の間を示し、非常に変化に富んでいる。肉眼的に黄緑色（風化すると黄色化する）のかんらん石 (Fo₉₁ Fa₉ Mol%) のみよりなるものから、緑色～濃暗緑色の透輝石のみよりなるもの迄種々あり、かんらん石、輝石の量比は一定でない。斜長石が含まれる部分の単斜および斜方輝石類は黒褐色を呈す。特にかんらん石の多い部分では chromite, picotite 等の spinel 類が縞を作っていることがある。

2) gabbro

gabbro 質捕獲岩類は径 0.5～2cm 位で余り大きいものはないが普遍的に玄武岩中に含まれている。主として斜長石 (Or₂ Ab₂₈ An₇₀ Mol%)、かんらん石 (Fo₈₀ Fa₂₀ Mol%)、***多色性を有する斜方輝石、および単斜輝石よりなる。gabbro 中の輝石類はすべて肉眼的に黒褐色～ピッチ黒色を呈し、dunite～pyroxenite 中の輝石類とは明らかに区別出来る。副成分鉱物として spinel 類, apatite (?), 鉄鋳物類を含む。

玄武岩および捕獲岩類の造岩鉱物の光学性は第 1 表に示すとおりである。珪質の捕獲岩については他の機会に報告する。

* 多分結晶のみずみであろう。同様な現象は包有物中のかんらん石、単斜および斜方輝石に於ても認められる。

** 多分熔岩の噴出口付近であろうか。

*** 本論本で記載している鉱物組成の Mol% はすべて分析資料に基づいたものである。

Table 1. Optical properties of rock-forming minerals in basaltic rock and its inclusions

	Rocks	Olivine	Pyroxene	Plagioclase	Other Minerals
Basic and Ultrabasic inclusions in basaltic rock	Dunite Pyroxenite	Forsterite Nx=1, 665 Ny=1, 674—1, 679 Nz=1, 695	Clinopyroxene Nx=1, 677 Ny=1, 684—1, 690 Nz=1, 706 2V=(+)52—58 Orthopyroxene	rare or none	Picotite Chromite Fe-Minerals
	Gabbro	Chrysolite Ny=1, 690—1, 693 2V=(-)85	Clinopyroxene Ny=1, 690—1, 693 2V=(+)43—55 Orthopyroxene Ny=1, 697—1, 699 2V=(-)67	Plagioclase	Magnetite Ilmenite Iddingsite Chlorite
	Basalt	Phenocryst Ny=1, 690—1, 695 2V=(-)90—85 Groundmass Ny=1, 695—1, 700 2V=(-)83—72	Phenocryst Clinopyroxene Nx=1, 678 Ny=1, 690—1, 692 Nz=1, 713 2V=(+)48—52 Orthopyroxene Ny=1, 690—1, 695 Groundmass Clinopyroxene Ny=1, 695—1, 699 2V=(+)43—52 Orthopyroxene Ny=1, 692—1, 698 2V=(-)81—67	Phenocryst Plagioclase Groundmass Plagioclase K-plagioclase Anorthoclase	Magnetite Apatite Ilmenite Biotite Calcite Zeolite Xenocryst of Quartz, Plagioclase and rarely Hornblende

IV 分析試料の調製

斑晶単斜輝石、塩基性～超塩基性包有物の中の輝石、花崗岩質捕獲岩附近に出来た単斜輝石および石基輝石を母岩より荒分けを行い、いずれの場合も 150～200mesh に粉碎し水洗*、更にアルコールで良く洗い**乾燥後フランチ社のアイソダイナミックセパレーターにくり返しかけて不純物を取り除いた。この様にして得られた分析試料中には不純物をほとんど含んでいない。

V 化学分析の方法および分析誤差

珪酸塩の定量分析については各種の方法があるが、それらの方法について詳細に述べることは省略して、筆者の行った方法の大略は次の通りである。

SiO₂ (重量法, 補正に比色法を併用), R₂O₃, MgO, H₂O⁻ (重量法), H₂O⁺ (灼熱減量より FeO の酸化を定量し, それより計算で求める), CaO, FeO (滴定), Σ·Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅, MnO (比色法), Na₂O, K₂O (炎光光度法), Al₂O₃ (R₂O₃ から他の成分の差で求める), 上記の方法を用いて, 同一試料について多数*** のくり返し実験を行い, そのばらつきから分析誤差を算出した結果は第2表に示している。以下に示す化学分析値の誤差範囲も上記の範囲以内にあるものと推定される。それ故輝石の化学成分の変化を論じる場合には分析誤差範囲以上の変化についてのみ述べることにする。

* HCl で煮沸すると輝石中の特定成分が溶出するおそれがある, 特にアルカリ輝石に於てはいちじるしい。

** 水洗のみで乾燥させると Fe₂O₃ のサビが生ずることがある。

*** 15回以上

Table 2. The results of repeated determination

	Wt. %	range	Precision
SiO ₂	58.29	58.08—58.50%	±0.36%
R ₂ O ₃	27.84	27.55—28.03	1.3
CaO	2.97	2.95— 2.99	0.7
MgO	1.56	1.54— 1.57	1.3
TiO ₂	0.95	0.93— 0.96	2.1
MnO	0.26	0.25— 0.26s	3.8
Σ. Fe ₂ O ₃	7.22	7.14— 7.30	1.1
FeO	1.51	1.48— 1.54	2.0
P ₂ O ₅	0.62	0.60— 0.64	2.3
Na ₂ O	6.54	6.38— 6.70	2.5
K ₂ O	2.67	2.58— 2.76	3.3
H ₂ O ⁺	0.19	0.16— 0.23	1.5
H ₂ O ⁻	0.24	0.21— 0.27	1.3

VI 輝石の化学組成

前記の分析方法を用いて分析誤差の検討を行った後に分析した輝石の化学組成は第3表に示してある。

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) 唐津市馬場野ゴルフ場北 | 2) 東松浦郡玄海町日ノ出松 |
| 3) 唐津市高島 | 4) 東松浦郡名護屋城跡 |
| 5) 東松浦郡玄海町日ノ出松 | 6) 北五島小値賀島長崎 |
| 7) 東松浦郡切木村カブラ | 8) 東松浦郡玄海町日ノ出松 |
| 9) 東松浦郡玄海町日ノ出松 | 10) 唐津市高島 |
| 11) 東松浦郡玄海町日ノ出松 | 12) 東松浦郡玄海町日ノ出松 |
| 13) 東松浦郡玄海町日ノ出松 | 14) 北五島赤島 |
| 15) 唐津市相賀 | 16) 東松浦郡木切村湯ノ尾 |
| 17) 東松浦郡木切村湯ノ尾 | |

Nos. 1~5 dunite~pyroxenite からの単斜輝石, (Nos. 5 は Pyroxenite 中の斜長石を含む部分の黒褐色輝石)

Nos. 6~11 玄武岩中の斑晶単斜輝石

Table 3. Chemical compositions of pyroxenes in basaltic rocks

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	52.00	51.39	51.22	50.14	49.09	48.63	48.41	47.66
TiO ₂	0.45	0.20	0.39	0.12	0.96	0.95	1.22	1.45
Al ₂ O ₃	4.01	2.72	3.14	3.77	5.03	5.67	6.77	6.04
Fe ₂ O ₃	1.00	1.18	2.11	2.99	3.48	3.35	3.59	3.07
FeO	3.68	2.28	3.71	3.85	3.88	8.75	5.27	7.30
MnO	0.18	0.11	0.15	0.13	0.13	0.27	0.20	0.13
MgO	16.54	18.98	17.22	16.69	15.01	16.10	16.13	16.08
CaO	21.37	22.59	21.61	21.99	21.67	16.22	17.23	17.78
Na ₂ O	0.37	0.26	0.33	0.30	0.70	0.40	0.63	0.54
K ₂ O	0.06	0.05	0.06	0.04	0.16	0.06	0.05	0.06
P ₂ O ₅	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01
H ₂ O ⁺	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
H ₂ O ⁻	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total	99.66	99.76	99.94	100.02	100.11	100.40	99.50	100.11

- Nos. 12~13 玄武岩中の gabbro 捕獲岩の単斜輝石
 Nos. 14 " " 斜方輝石
 Nos. 15 玄武岩中の granite 捕獲岩附近に出来た単斜輝石
 Nos. 16~17 dolerite の groundmass 単斜輝石⁽¹³⁾

分析値から明らかな様に斑晶単斜輝石および斑れい岩の単斜輝石は、かんらん岩および輝石岩の単斜輝石に比して Al_2O_3 , TiO_2 および Na_2O に富み CaO , MgO に乏しい。特に注目したいのは赤島産斑れい岩の斜方輝石で、 Al_2O_3 が7%以上も含まれることである。このような化学組成は Eclogite に含まれる斜方輝石に極めて良く類似している。

最近 Al_2O_3 に富んだ単斜輝石の研究が進められ輝石構成分子中に $R''R_2'''SiO_6$ (TSCHERMAK's Component) が含まれることが指摘されている。

久城⁽¹⁰⁾ は Ca に富む単斜輝石中に $CaAl_2SiO_6$ (Ca-TSCHERMAK's Component) が含まれることを論じ、 $CaAl_2SiO_6$ の量はその単斜輝石が晶出した時の物理化学的条件に支配されると考えた。

H. S. YODER と C. E. TILLEY⁽¹¹⁾ は同様に輝石構成分子に $MgAl_2SiO_6$ (Mg-TSCHERMAK's component) を算出し、“単に輝石構成分子を分析値の CaO , ΣFeO , MgO で代表させ wo—en—fs 三角図に点示して岩石の成因を論じることは誤をまねく場合がある”と指摘している。

北九州地域の玄武岩中の単斜および斜方輝石も第3表より明らかな様に多量の Al_2O_3 を含んでいるので Ac+Jd および TSCHERMAK's component を考慮に入れて輝石構成分子を算出した結果を第4表に示している。

計算の方法は H. S. YODER と C. E. TILLEY⁽¹¹⁾ の方法に従ったが TSCHERMAK's component の算出のとき $CaAl_2SiO_6$ (Ca-TSCHERMAK's component) と $MgAl_2SiO_6$ (Mg-TSCHERMAK's component) の2種を考え、それ等の量比は X に配分される Ca, Mg の原子比に従った (計算の1例を第5表に示す)。

第2図はこれらの方法で計算して得られた値を wo—en—fs 三角図に点示したものである。この図において単斜輝石は明らかに次の3つのグループに分けられる。

1. 石基輝石
 2. かんらん岩質~輝石岩質捕獲岩の輝石
 3. 斑晶輝石および斑れい岩質捕獲岩の輝石
- 斑晶輝石と斑れい岩質捕獲岩の輝石は化学組成は酷似していて、まったく両者を区別することは出来ない。

and their inclusions from northern Kyushu, Japan

9	10	11	12	13	14	15	16	17
47.52	47.29	47.27	47.77	47.70	48.55	50.36	49.71	48.75
1.58	1.73	1.17	1.31	1.09	0.56	0.65	1.41	1.80
7.00	8.03	7.00	8.31	8.41	7.06	3.11	3.19	2.18
3.83	4.22	3.29	3.95	3.09	4.37	2.77	3.34	3.18
6.12	5.87	6.73	5.88	5.88	12.27	3.84	9.20	10.00
0.18	0.21	0.20	0.21	0.21	0.29	0.19	0.15	0.08
16.17	13.70	16.85	17.57	16.34	25.82	16.99	12.65	12.93
17.05	18.34	17.05	14.24	16.53	1.21	21.52	19.25	19.36
0.63	0.69	0.57	0.45	0.55	0.09	0.30	1.08	0.63
0.08	0.08	0.08	0.06	0.09	0.03	0.09	0.26	0.22
>0.01	>0.01	>0.01	0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01
nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.03	0.02
nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.04	0.04
100.16	100.16	100.21	99.76	99.89	100.25	99.82	100.31	99.19

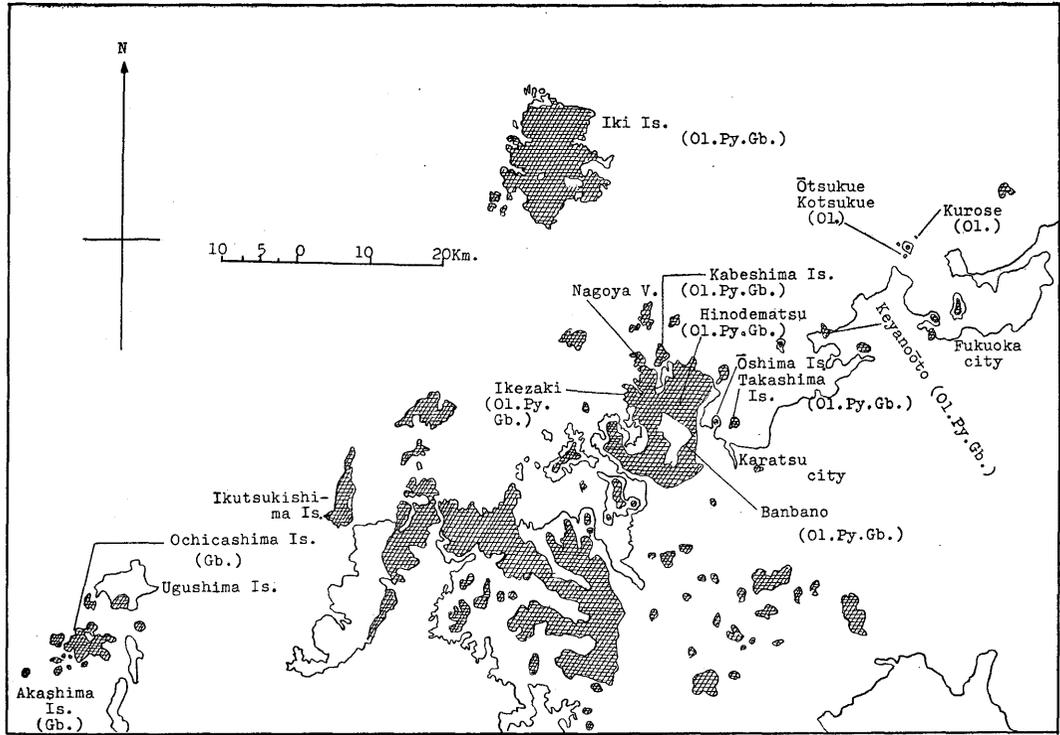


Fig. 1 Map showing localities of basic and ultrabasic inclusions in basaltic rocks

Table 4 Proportion of pyroxene components of ortho- and clinopyroxenes, calculated from Table 3.

Nos.	1	2	3	4	5	6
Si	1.899	1.896	1.885	1.853	1.802	1.792
Al	0.101	0.075	0.115	0.147	0.198	0.208
Fe ^{III}	—	0.029	—	—	—	—
Al	0.070	—	0.017	0.017	0.062	0.042
Ti	0.013	0.007	0.011	0.003	0.015	0.029
Fe ^{III}	0.026	0.006	0.057	0.084	0.097	0.094
Fe	0.112	0.071	0.113	0.111	0.119	0.273
Mn	0.007	0.002	0.005	0.002	0.002	0.009
Mg	0.774	0.968	0.821	0.817	0.731	0.576
Mg	0.133	0.083	0.124	0.107	0.020	0.322
Ca	0.837	0.891	0.849	0.869	0.852	0.646
Na	0.026	0.022	0.022	0.022	0.049	0.027
K	0.004	0.004	0.005	0.002	0.004	0.005
	Ac+Jd=3	Ac+Jd=3	Ac+Jd=3	Ac+Jd=2	Ac+Jd=5	Ac+Jd=3
	Tsch=10	Tsch=10	Tsch=11	Tsch=15	Tsch=20	Tsch=21
	Wo=38	Wo=40	Wo=37.5	Wo=37.0	Wo=33.5	Wo=25.5
	En=43	En=47	En=43.5	En=42.5	En=36.0	En=38.5
	Fs=6	Fs=3	Fs=5.5	Fs=5.0	Fs=5.0	Fs=13.0

Nos.	7	8	9	10	11	12
Si	1.785	1.770	1.752	1.755	1.743	1.749
Al	0.215	0.230	0.248	0.245	0.257	0.251
Fe ^{'''}	—	—	—	—	—	—
Al	0.081	0.011	0.057	0.112	0.048	0.095
Ti	0.033	0.042	0.044	0.057	0.033	0.035
Fe ^{'''}	0.102	0.085	0.150	0.116	0.093	0.110
Fe	0.164	0.225	0.188	0.183	0.207	0.202
Mn	0.007	0.002	0.006	0.007	0.007	0.007
Mg	0.616	0.645	0.617	0.534	0.660	0.564
Mg	0.275	0.251	0.277	0.228	0.275	0.401
Ca	0.679	0.709	0.675	0.728	0.677	0.560
Na	0.044	0.036	0.044	0.049	0.044	0.035
K	0.002	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004
	Ac+Jd=5 Tsch=22 Wo=26 En=40 Fs=8	Ac+Jd=4 Tsch=23 Wo=27 En=37 Fs=10	Ac+Jd=5 Tsch=25 Wo=25.5 En=38.5 Fs=9.5	Ac+Jd=5 Tsch=24 Wo=27.5 En=35.0 Fs=9.5	Ac+Jd=5 Tsch=26 Wo=24.5 En=36.5 Fs=9.0	Ac+Jd=4 Tsch=25 Wo=20.5 En=41.5 Fs=10.0

Nos	13	14	15	16	17
Si	1.753	1.749	1.857	1.869	1.862
Al	0.247	0.251	0.134	0.131	0.101
Fe ^{'''}	—	—	0.009	—	0.037
Al	0.084	0.051	—	0.009	—
Ti	0.031	0.017	0.018	0.041	0.053
Fe ^{'''}	0.084	0.121	0.071	0.095	0.055
Fe	0.181	0.380	0.118	0.289	0.318
Mn	0.007	0.009	0.007	0.006	0.002
Mg	0.601	0.449	0.823	0.594	0.593
Mg	0.301	0.946	0.123	0.121	0.147
Ca	0.651	0.045	0.853	0.779	0.793
Na	0.044	0.009	0.022	0.081	0.046
K	0.004	—	0.002	0.019	0.014
	Ac+Jd=5 Tsch=25 Wo=24.0 En=37.0 Fs=8.0	Ac+Jd=1 Tsch=25 Wo=2 En=55.5 Fs=18.0	Ac+Jd=2 Tsch=14.0 Wo=36.5 En=38.5 Fs=6.0	Ac+Jd=10.0 Tsch=13.0 Wo=32.5 En=32.0 Fs=13.5	Ac+Jd=6 Tsch=14 Wo=32.5 En=33.0 Fs=14.5

Table. 5 Calculation of pyroxene components

SiO ₂	52.00	Si	1.899	Si	1.899	} 2.000
TiO ₂	0.45	Ti	0.013	Al	0.101	
Al ₂ O ₃	4.01	Al	0.171	Al	0.070	} 1.002
Fe ₂ O ₃	1.00	Fe ^{'''}	0.026	Ti	0.013	
FeO	3.68	Fe	0.112	Fe ^{'''}	0.026	
MnO	0.18	Mn	0.007	Fe	0.112	
MgO	16.54	Mg	0.907	Mn	0.007	} 1.000
CaO	21.37	Ca	0.837	Mg	0.774	
Na ₂ O	0.37	Na	0.026	Mg	0.133	
K ₂ O	0.06	K	0.004	Ca	0.837	} 1.000
P ₂ O ₅	0.01			Na	0.026	
H ₂ O	nd			K	0.004	
H ₂ O	nd					
Total	99.66					

	X=100 Na ₃ Ca ₄ Mg ₁₃	Y=100 Fe ₃ Fe ₁₂ Ti ₁ Al ₇ Mg ₇₇	Z=200 Si ₁₉₀ Al ₁₀
Ac+Jd	Na ₃	Fe ₃	Si ₆
Tsch	Ca ₉ Mg ₁	Ti ₁ Al ₇ Mg ₂	Si ₁₀ Al ₁₀
Wo	Ca ₇₅		Si ₇₅
En	Mg ₁₂	Mg ₇₅	Si ₈₇
Fs		Fe ₁₂	Si ₁₂

Ac+Jd=3 Tsch=10 Wo=37.5 En=43.5 Fs=6 Total 100

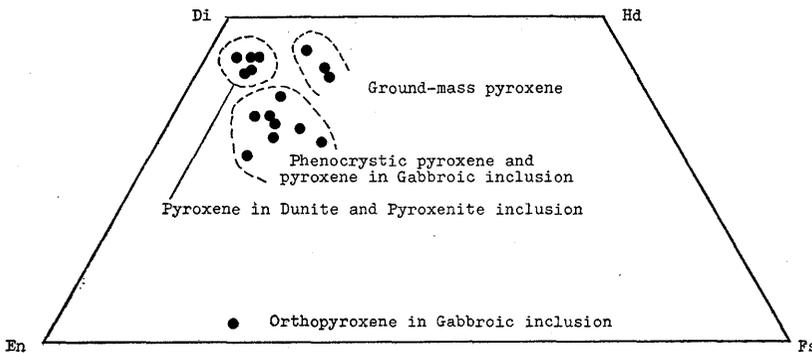
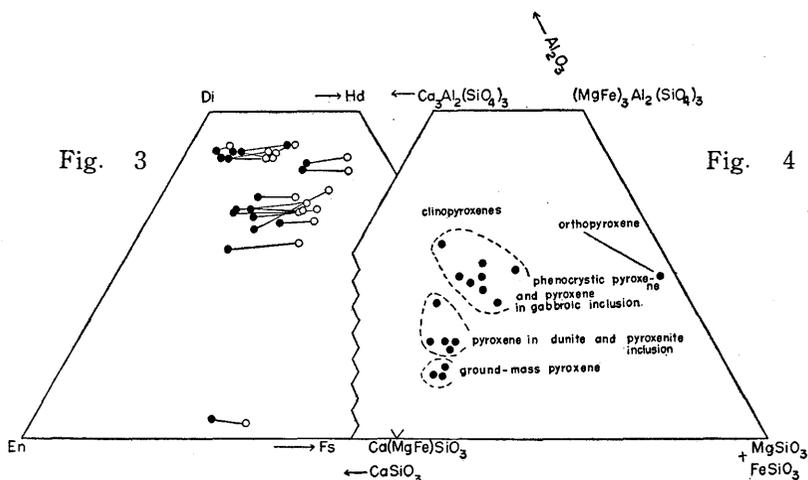


Fig. 2 Plotted pyroxene components in Di-Hd-En-Fs diagram listed in Table 4

第3図は H. S. YODER と C. E. TILLEY¹¹⁾ が指摘したことを検討するために作ったものである。すなわち分析値にもとずいて CaO, Σ FeO, MgO から直ちに計算した wo-en-fs (白丸) と Ac+Jd と TSCHERMAK's component 計出し、その後得られた wo-en-fs (黒丸) を同一図上に点示して両者を線で

結んだものである。第3図より明らかな様に TSCHERMAK's component を考慮に入れないで点示したのでは、かんらん岩質～輝石岩質捕獲岩の単斜輝石と、花崗岩質捕獲岩附近に出来た石基輝石との区別がややつきにくくなる他点示された点のばらつきも大きい。斑れい岩質捕獲岩の単斜輝石および斑晶単斜輝石では点のばらつきは余り変らないが Fe₂O₃ が FeO に換算される結果点示位置がいちじるしく Fs 成分に富んだ部分にかたよる。第4図は輝石構成分子の TSCHERMAK's component—wo—(en+fs) を三角図に点示したものである。図から明らかな様に北九州附近の単斜輝石は diopside-garnet 線近くに点示され、石基単斜輝石—かんらん岩・輝石岩質捕獲岩の単斜輝石—斑晶輝石・斑れい岩質捕獲岩の単斜輝石の順に



garnet componentが增加している。

VII かんらん岩, 輝石岩および斑れい岩質捕獲岩中の単斜輝石の成因

前にも述べたように斑れい岩, 輝石岩およびかんらん岩質捕獲岩中の単斜輝石および斜方輝石は光学的に多少のひずみを示して居り, 又玄武岩との接触部附近ではいちじるしい融蝕をうけている。このことからこれ等の捕獲岩はすでに玄武岩マグマと平衡関係になかったことが推定される。

地球の内部構造について色々のモデルが考えられているが一般に norite~gabbro が crust の下部を, pyroxenite~dunite 又は Eclogite が mantle を構成しているものと考えられている。北九州附近の玄武岩中の前記包有物が, 地下深部の crust ないしは mantle の一部から捕獲岩としてもたらされて来たとするならば, その包有物中に含まれる単斜および斜方輝石の化学組成は地下深部の crust ないしは mantle を構成する鉱物の化学組成を表わしているものと考えられる。単斜および斜方輝石に含まれる Al_2O_3 の量がその単斜および斜方輝石が晶出した所の圧力のみに関係するならば, これらの輝石に含まれる Al_2O_3 の量は斑れい岩質捕獲岩中の単斜および斜方輝石よりも, かんらん岩・輝石岩質捕獲岩中の単斜および斜方輝石の方が多く含まれてよいはずである。然し第3表より明らかな様に, それとは逆の傾向を示している。

地球の内部構造について色々のモデルが考えられているが一般に norite~gabbro が crust の下部を, pyroxenite~dunite 又は Eclogite が mantle を構成しているものと考えられている。北九州附近の玄武岩中の前記包有物が, 地下深部の crust ないしは mantle の一部から捕獲岩としてもたらされて来たとするならば, その包有物中に含まれる単斜および斜方輝石の化学組成は地下深部の crust ないしは mantle を構成する鉱物の化学組成を表わしているものと考えられる。単斜および斜方輝石に含まれる Al_2O_3 の量がその単斜および斜方輝石が晶出した所の圧力のみに関係するならば, これらの輝石に含まれる Al_2O_3 の量は斑れい岩質捕獲岩中の単斜および斜方輝石よりも, かんらん岩・輝石岩質捕獲岩中の単斜および斜方輝石の方が多く含まれてよいはずである。然し第3表より明らかな様に, それとは逆の傾向を示している。

TSCHERMAK's component は次の化学式によって示される反応で生成されたと考えられている。

- 1) $CaAl_2Si_2O_6 \rightleftharpoons CaAl_2SiO_6 + SiO_2$
anorthite Ca-TSCHERMAK's Quartz component
- 2) $CaAl_2Si_2O_6 + Mg_2SiO_4 \rightleftharpoons CaAl_2SiO_6 + 2MgSiO_3$
anorthite forsterite Ca-TSCHERMAK's enstatite component
- 3) $CaAl_2Si_2O_6 + 3MgSiO_3 \rightleftharpoons MgAl_2SiO_6 + CaMgSi_2O_6$
anorthite enstatite Mg-TSCHERMAK's diopside component

すなわち TSCHERMAK's component が生成されるためには anorthite 分子が必要である。すでに述べた様にかんらん岩~輝石岩質捕獲岩の中には plagioclase がほとんど含まれないか, 又は少量含まれるのみで高圧の下に於ても Al_2O_3 に富んだ単斜および斜方輝石が生成しなかったものと考えられる。分析値 No.5 に見られる様に plagioclase が存在する附近の黒褐色単斜輝石が Al_2O_3 に富んでいるのは注目に値する。

一方基盤の地質構造の方から, これら, かんらん岩~輝石岩質捕獲岩は三群変成岩類にともなう蛇紋岩などの塩基性~超塩基性岩類の捕獲岩の疑もあるが, それらは余り期待出来ない。

これに反して斑れい岩質捕獲岩の単斜および斜方輝石は多量の plagioclase ($Or_2 Ab_{28} An_{70}$ Mol%) と共生するため上記の反応が左から右に進み単斜および斜方輝石の中に多量の TSCHERMAK's component

を含む結果になったと考えられる。

以上の様なことから単斜および斜方輝石の Al_2O_3 含有量にはその 鉱物が晶出したときの温度， 圧力およびその場所の化学組成が密接に関係していることを充分考慮に入れなくてはならない。

VIII 玄武岩中の斑晶輝石と斑れい岩質捕獲岩中の輝石

すでに産状の所で述べたごとく， 巨斑晶単斜および斜方輝石は光学的性質からも， 又化学組成の点からも捕獲結晶的な性質を有している。特に斜方輝石に於て変化がいちじるしく， 他の鉱物の集合体（富田の pseudohypersthene）となっている。又これ等の巨斑晶は玄武岩に含まれる斑晶よりも早期に晶出した事が鏡下の性質から考えられる。

この様なことは巨斑晶単斜および斜方輝石が通常の玄武岩マグマから斑晶が晶出する様な環境と異った物理化学的条件のもと（多分 crust の下部もしくは mantle 上部）に於て晶出したものが， 玄武岩マグマと共に地上に噴出したものと考えられる。すなわち鉱物が晶出した時と異った物理化学的条件下におかれたので巨斑晶単斜および斜方輝石が， その時の条件*下で安定な鉱物（olivine, clinopyroxene）に変化したものと考えられる。一方玄武岩中に含まれる斑れい岩質捕獲岩の斜方および単斜輝石も巨斑晶輝石と同じ様な変化をしており， これ等斑れい岩質捕獲岩がかなり普遍的に玄武岩中に含まれる事実があるので玄武岩中の巨斑晶単斜および斜方輝石は多分玄武岩中に含まれる斑れい岩質捕獲岩が生成した様な条件（crust の下部）に於て晶出したものか， もしくは地下深部の crust を作る斑れい岩層に由来する捕獲結晶であると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 青山信雄 (1942): 唐津高島産玄武岩中の巨晶輝石に就て. 地質, 49, 206~207.
- 2) SUGI, K. (1942): Petrological studies on the basaltic rocks from Sanin and northern Kyūshū, southwestern Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyūshū Imp. Univ.* 1, 60~90, 1942.
- 3) 三宅輝海 (1948): 西ヶ岳産輝石の再検討. 地質と鉱物, 8, 31~34.
- 4) AOKI, K. (1959): Petrology of alkali rocks of the Iki island and Higashi Matuura district, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. III*, 6, 216~310.
- 5) 応地善雄 (1959): 阿武地区アルカリ玄武岩中の普通輝石斑晶. 岩鉱, 45, 60~70.
- 6) ŌJI, Y. (1962): Petrology of Cenozoic basaltic rocks of western San-in and north Kyushu, Japan. *Bull. Fukuoka Gakugai Univ. special Vol.* 1~89.
- 7) 小林 勇, 今井 功, 松井和典 (1956): 5万分の1地質図幅, 同説明書「唐津」「呼子」地調.
- 8) 久野 久 (1954): 火山及び火山岩. 岩波書店.
- 9) 富田 達 (1927~1932): 隠岐島後の地質学的並びに岩石学的研究その1~20. 地質雑, 34, 321~338, 323~460, 35, 463~491, 519~563, 571~600, 36, 189~204, 303~336, 37, 131~166, 521~546, 38, 155~173, 203~222, 413~431, 461~479, 545~564, 609~628, 39, 149~178, 197~218, 501~523, 609~640, 675~691, 1927~1923.
- 10) KUSHIRO, I. (1962): Clinopyroxene Solid Solutions Part. I $CaAl_2SiO_6$ Component *Jap. Jour. Geol. Geogr.* 33, 213~220.
- 11) YODER, H. S., TILLEY, C. E. (1963): Origin of basalt Magmas; An experiment study of natural and synthetic rock system. *Jour. Pet.* 3, 346~521.
- 12) 坪井忠二編 (1961): 地球の構成 (久野久: マグマの起源). 岩波書店, 193~216.
- 13) 石橋 澄 (1962): 佐賀県東松浦産粗粒玄武岩中のアルカリ輝石. 岩鉱, 47, 213~222.

* 多分加熱(再溶融)のために単斜および斜方輝石が分解しているものとする。

石 橋 澄

北九州地域の玄武岩中の輝石，特に巨斑晶輝石の成因について

図 版 2 ~ 3

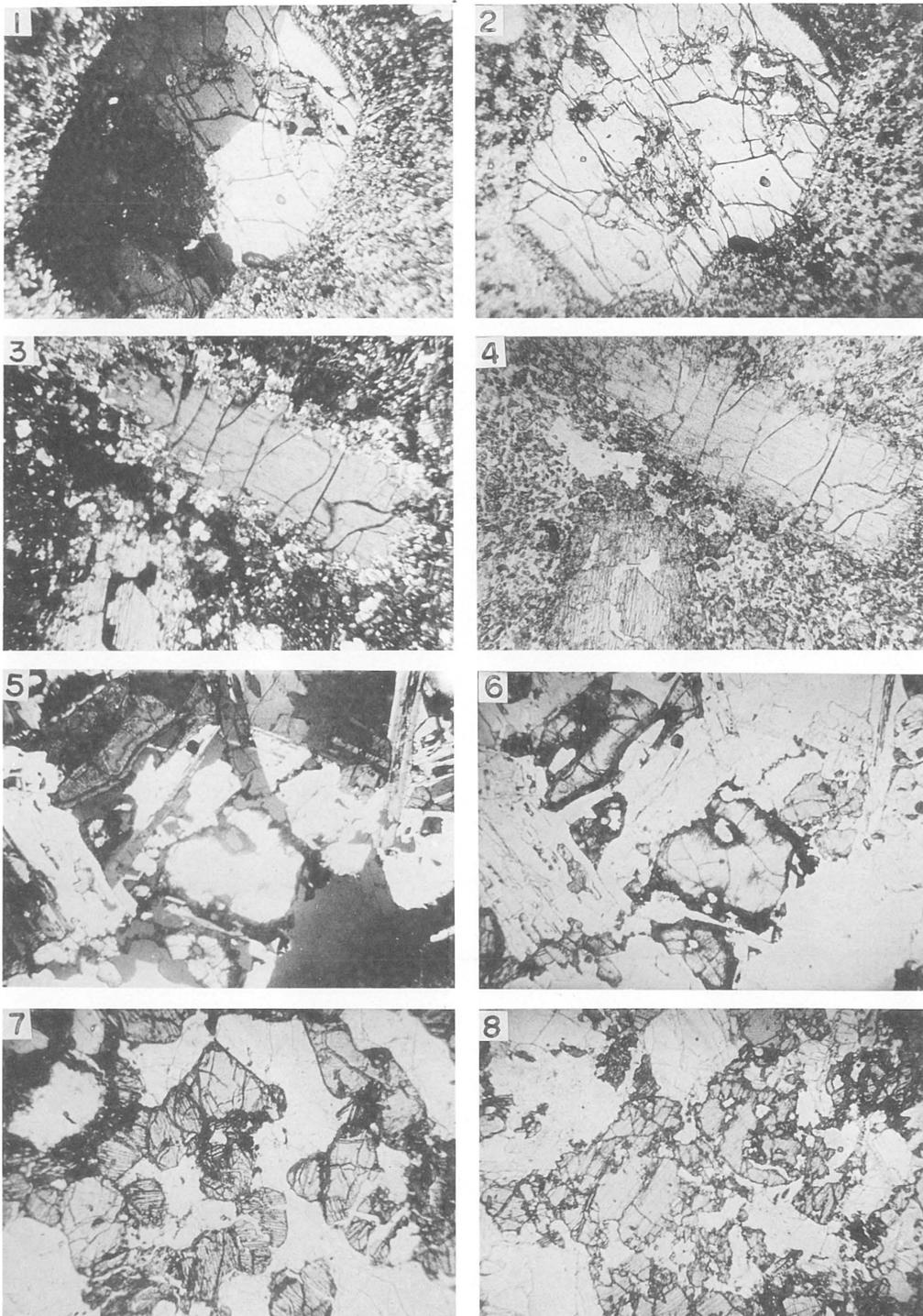
第 2 版 圖 說

- 1. 腎臟中 (renal cortex) 的腎素 (renin) 與血漿中的血管緊張素原 (angiotensinogen) 作用，生成血管緊張素 I (angiotensin I)。
- 2. 血管緊張素 I 在血管內皮細胞 (endothelial cells) 中，被血管緊張素轉換酶 (angiotensin-converting enzyme, ACE) 轉化為血管緊張素 II (angiotensin II)。
- 3. 血管緊張素 II 具有收縮血管的作用，並刺激腎上腺皮質分泌醛固酮 (aldosterone)。
- 4. 醛固酮在遠端腎小管 (distal tubule) 中，促進鈉離子 (Na⁺) 的重吸收，並促進鉀離子 (K⁺) 的分泌。
- 5. 血管緊張素 II 還刺激下丘腦分泌抗利尿激素 (antidiuretic hormone, ADH)，促進遠端腎小管及集合管 (collecting duct) 對水的重吸收。
- 6. 腎素-血管緊張素系統 (renin-angiotensin system, RAS) 是調節血壓及體液平衡的重要系統。

第 2 版 圖 說

第 2 図 版 説 明

- 1) 玄武岩中の巨斑晶単斜輝石不規則な消光を示し周縁部が olivine と clinopyroxene に変化している
(クロスニコル)
- 2) 1のオープンニコル
- 3) 玄武岩中の斜方輝石斑晶 周縁部が olivine, clinopyroxene に変化している, いわゆる "pseudo-hypersthene"
- 4) 3のオープンニコル
- 5) 玄武岩中に捕獲岩として含まれる two pyroxene gabbro (オープンニコル)
- 6) 5のオープンニコル
- 7) 玄武岩中に捕獲岩として含まれる two pyroxene gabbro (クロスニコル)
- 8) 玄武岩中に捕獲岩として含まれる two pyroxene gabbro (7)の母岩に近く多少変質している部分
(オープンニコル)



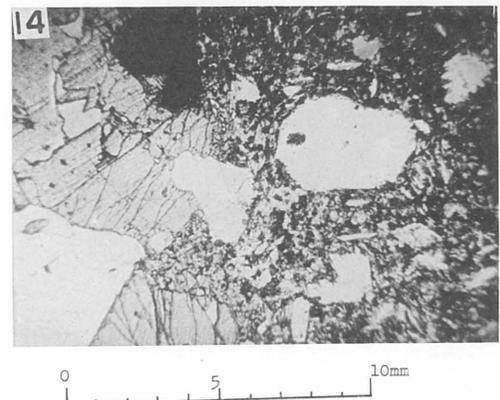
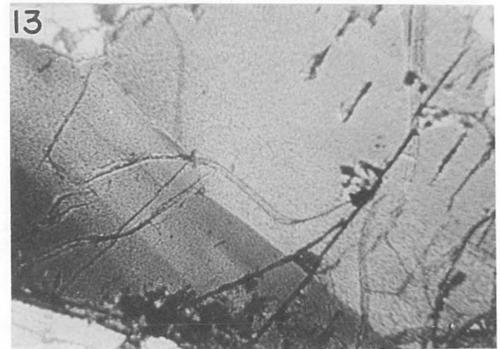
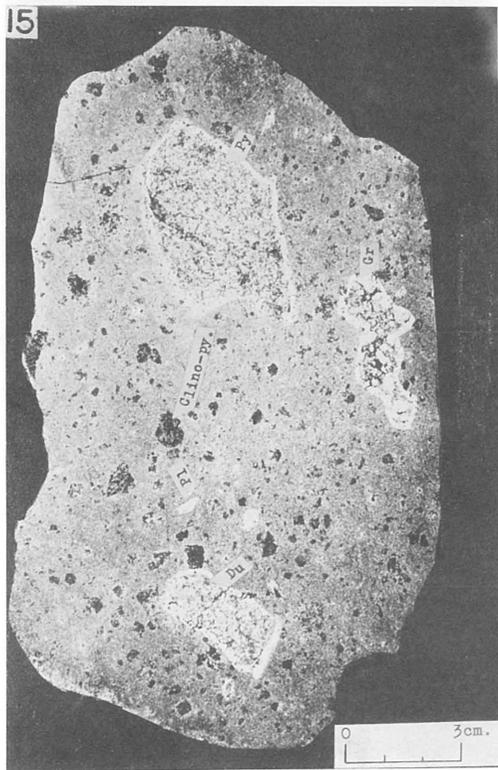
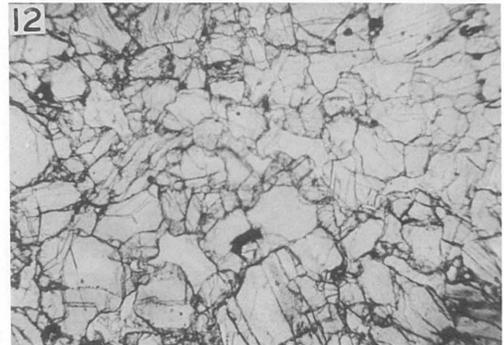
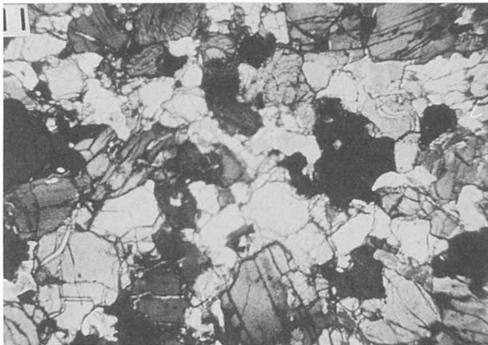
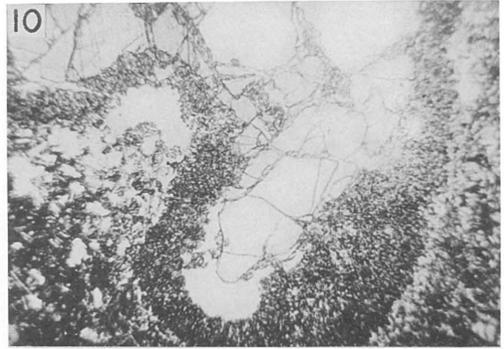
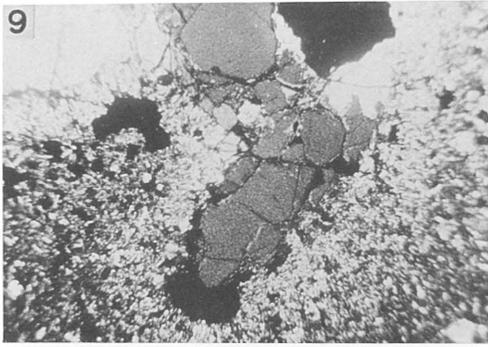
0 5 10mm

石橋：北九州地域の玄武岩中の輝石

第 3 図 版 説 明

- 9) 玄武岩中に捕獲岩として含まれる **dunite pyroxenite** と玄武岩との境界を示す (クロスニコル)
- 10) 9のオープンニコル
- 11) 玄武岩中に捕獲岩として含まれる **dunite** (クロスニコル)
- 12) 11のオープンニコル
- 13) **dunite** 中の **olivine** の不規則(双晶状)消光を示す (クロスニコル)
- 14) 玄武岩とその中に捕獲岩として含まれる **dunite~pyroxenite**, および斜長石斑晶 (クロスニコル)
- 15) 岩石の切断面 **dunite (Du) pyroxenite (Py)** および **granite** の **Xenolith (Gr)**
斜長石(pl), 単斜輝石(clino-Px)

説 明 図 版



石橋：北九州地域の玄武岩中の輝石