北上山地の超塩基性岩類にみられる変成鉱物 (2) 直閃石

Metamorphic minerals in the ultramafic rocks from the Kitakami mountainland (2) Anthophyllite

大 貫 仁 (Hitoshi Onuki)*

Abstract: The anthophyllite and forsterite, which are recrystallized minerals, in the ultramafic rock metamorphosed by the Hitokabe granodioritic body at Daito-machi, Iwate Prefecture, have been chemically studied. These minerals are generated together with talc by thermal metamorphism in serpentinite under the P-T condition corresponding to the hornblende hornfels facies (probably temperature $\approx$ 500 C).

1. 緒 言

北上山地の超塩基性貫入岩体群は主に同山地の南部に位置を占め、北から早池峯岩体群、宮守岩体群、田河津岩体群およびこれらに属さない直線状岩体群に大別される。北上山地には多くの花崗岩質岩体が広く分布するため、上述の超塩基性貫入岩体群は、部分的に花崗岩質岩体の貫入によつて接触変成作用を受けていることが多い。

本論では、花崗岩質岩体の貫入による熱影響により、超塩基性岩類中に生じた直閃石について報告する。

本研究を行うにあたり、御指導を賜つた河野義礼教授、植田良夫助教授に厚く御礼申し上げます。

2. 産 状

岩手県下閉伊郡大東町北部、天狗岩山 (775m) の北西 1500m の地点に、田河津岩体群に属する超塩基性岩を原岩とした橄欖石—直閃石—滑石、橄欖石—滑石の主要鉱物組合せをもつ接触変成岩類が存在する。これらの岩石によつて構成される露頭と接触変成作用を与えた人首花崗岩質岩体との地表での最短距離は約 200m であり、両岩の間に塩基性火山岩起源の緑色岩類が介在する。

すでに橄欖石—滑石岩およびそれに含まれる橄欖石については報告を行つた (大貫, 1962)。

橄欖石—直閃石—滑石岩は橄欖石と滑石の構成する半自形粒状のマトリックス中に最大 $4 \times 1\text{cm}$ の直閃石が変斑晶として観察されるもので、若干の鉄鉱類を伴っている。

橄欖石は一般に $0.4 \times 0.3\text{mm}$ 程度の半自形結晶であり、 $\alpha=1.643$, $\beta=1.665$, $\gamma=1.684$, $2V_z=87^\circ$ の光学的性質を示す。直閃石は長柱状をなし、 $\alpha=1.604$, $\beta=1.620$, $\gamma=1.632$, $2V_x=71^\circ$ である。滑石は前二者に比べ少量で半自形ないし他形を示し、橄

* 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室

(昭和 41 年 3 月 25 日受理)

魔石と共に直閃石変斑晶の間を埋めている。鉄鉱類は磁鉄鉱および赤鉄鉱と推定され、不規則に散在する。この他に蛇紋石が橄魔石の周縁および割目にそつて僅かに見出される。なお橄魔石の蛇紋石化が極めて軽微な事実は、田河津岩体群あるいはその他の岩体群の非変成蛇紋岩化橄魔岩類に比較して、著しい特徴である。

3. 化 学 組 成

直閃石を Franz isodynamic separator およびヨードメチレンにて分離し、化学分析を行つた。その結果を岩石および橄魔石の化学組成と共に第1表に示した。また比較のため、すでに報告した橄魔石—滑石岩およびその橄魔石の化学組成を第1表に併せ示した。化学分析の結果から算出した鉄物の原子比は第2表に示した。

この直閃石は $Mg/Mg+Fe^{+2}+Fe^{+3}+Mn=0.93$ となり、従来報告された直閃石の化学組成 (Rabbitt, 1948; Deer et al., 1963) のなかで、最も Mg に富む group に属する。

すでに報告した橄魔石—滑石岩中の橄魔石は人首岩体の貫入による熱影響の産物として

Table 1. Chemical compositions of rocks and minerals

	1 TM-1	2 TM-1- Ol	3 TM-2	4 TM-2- Ol	5 TM-2-
SiO ₂	41.69	41.25	43.88	41.08	58.13
TiO ₂	tr.	tr.	0.07	tr.	0.30
Al ₂ O ₃	0.58	0.07	0.82	0.07	1.88
Cr ₂ O ₃	0.20	0.04	0.12	0.02	n. d.
Fe ₂ O ₃	2.25	0.79	1.86	0.89	0.89
FeO	5.14	5.04	6.01	6.33	3.43
MnO	0.15	0.18	0.17	0.12	0.14
NiO	0.34	0.39	0.17	0.31	n. d.
MgO	46.15	51.79	42.64	50.64	32.34
CaO	0.14	0.06	0.18	0.03	0.24
Na ₂ O	0.01	tr.	0.05	n. d.	0.19
K ₂ O	tr.	tr.	tr.	n. d.	0.05
H ₂ O+	1.89	0.32	3.19	0.12	2.16
H ₂ O-	0.44	0.00	0.57	0.03	0.28
Total	99.72	99.95	99.83	99.77	100.03
Mg/Mg+Fe ⁺² +Fe ⁺³ +Mn	0.92	0.94	0.91	0.92	0.93

- 1 : Forsterite-talc rock, 1500m. northwest of Tenguiwayama, Daito-machi, Iwate Prefecture. (大貫, 1962)
- 2 : Forsterite in rock 1 (大貫, 1962)
- 3 : Forsterite-anthophyllite-talc rock, 1500m. northwest of Tenguiwayama, Daito-machi, Iwate Prefecture.
- 4 : Forsterite in rock 2.
- 5 : Anthophyllite in rock 2.

Table 2. Atomic ratios of olivines and anthophyllite

	2 TM-1-Ol	4 TM-2-Ol	5 TM-2-Ant
Si	0.997	0.996	7.743
Al ^{VI}	0.002	0.002	0.257
Al ^{IV}	—	—	0.038
Ti	0.000	0.000	0.030
Cr	0.001	0.000	—
Fe ⁺³	0.004	0.016	0.088
Fe ⁺²	0.102	0.128	0.381
Mn	0.004	0.002	0.016
Ni	0.008	0.006	—
Mg	1.865	1.842	6.417
Ca	0.002	0.001	0.034
Na	0.000	—	0.059
K	0.000	—	0.009
O	4.000	4.000	23.000

取り扱い、再結晶したものであることを述べた (大貫, 1962)。ここで問題とする橄欖石—直閃石—滑石岩もまた同様である。直閃石と共生する橄欖石の化学組成は Fa_8 であり、すでに報告した橄欖石—滑石岩の橄欖石は Fa_6 であるから、これに比しやや鉄に富んでいる。

4. 変 成 条 件

本岩では直閃石の存在に着目して変成条件を考えるのが妥当であろう。直閃石の安定な合成に関しては、従来満足な結果が得られなかつた (Bowen and Tuttle, 1949; Yoder, 1952; Roy and Roy, 1955)。しかし Fyfe (1962) は天然の試料を用いて、滑石、直閃石および頑火輝石の安定度について考察を行つた。近年、Greenwood (1963) によつて直閃石が合成されその安定領域がみごとに示された。それによれば、直閃石は $P_{\text{H}_2\text{O}} = 1000$ バールの条件で安定温度上限は 745°C であり、下限は 667°C である。圧力が低下すれば直閃石の安定範囲は低温側に増大するが、 $P_{\text{H}_2\text{O}} = 1000$ バールより低い所での安定温度は示されていない。

さて 667°C の温度は花崗岩質岩体の接触変成帯ではやや高すぎ、温度条件のみを考えて輝石ホルンフェルス相 (Fyfe et al., 1958) 以上に相当する。しかし 667°C の温度は純粋な Mg-直閃石の安定温度の下限であり、Fe を多少含む直閃石の場合はやや低下する。また $P_{\text{total}} = P_{\text{H}_2\text{O}}$ の条件下で実験は行われたが、 $P_{\text{total}} > P_{\text{H}_2\text{O}}$ では安定温度は低温にずれる (Ramberg, 1952; Yoder, 1952; 1955) Greenwood もニューヨーク Balmat 地域の直閃石を例にあげ、 $P_{\text{total}} > P_{\text{H}_2\text{O}}$ の条件下では 667°C よりかなり低温で直閃石が生成することを述べ、この地域の他の資料から地質学的温度を推定した結果 500°C 前後の温度を示した。一方すでに筆者は橄欖石—滑石岩について、約 500°C の変成温度を推定した。この温度は角閃石ホルンフェルス相 (Fyfe et al., 1958) に相当する。

接触変成作用に伴う交代作用は、熱影響以前の蛇紋岩化作用を考慮すれば、この場合は特に考える必要はないであろう。

しかしながら北上山地の超塩基性岩を原岩とする接触変成岩類には Yamada (1942) の指摘する如く交代作用を考えざるを得ない場合もある。このような例については次の機会に報告したい。

引 用 文 献

- Bowen, N. L. and Tuttle, O. F. (1949), The system $\text{MgO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, Bull. Geol. Soc. Am., **60**, 439~460.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J. (1963), Rock forming minerals, Vol. 2, Chain silicates, Longmans.
- Fyfe, W.S. (1962), On the relative stabilities of talc, anthophyllite, and enstatite, Amer. Jour. Sci., **260**, 460~466.
- , Turner, F. J. and Verhoogen, J. (1958), Metamorphic reactions and metamorphic facies, Geol. Soc. Am., Mem. **73**.
- Greenwood, H. J. (1963), The synthesis and stability of anthophyllite, Jour. Petr., **4**, 317 ~351.
- 大貫 仁 (1962), 北上山地の超塩基性岩類にみられる成鉱物 (1) 苦土 橄欖石, 岩鉱, **48**, 123~128.
- Rabbitt, J. C. (1948), A new study of the anthophyllite series, Amer. Min., **34**, 263~323.
- Roy, D.M. and Roy, R. (1955) Synthesis and stability of minerals in the system $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, Amer. Min., **40**, 147~178.
- Yamada, H. (1942), On the color and titanium contents of hornblendes in some metamorphosed peridotites from Tyogamoriyama, Iwate Prefecture, 地質, **49**, 30~33.
- Yoder, H.S. (1952), The $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ system and related metamorphic facies, Am. Jour. Sci., Bowen Vol. 569~627.
- (1955), Role of water in metamorphism, Crust of the earth (Poldervaart, A., Editor), Geol. Soc. Am., Special paper, **62**, 505~523.