北上山地, 早池峯地域の超苦鉄質貫入岩体に伴う角閃岩類

Amphibolites associated with ultramafic intrusive of
the Hayachine district, Kitakami mountainland

大 貫 仁 (Hitoshi Onuki)*

Abstract: In the Hayachine district, small amphibolite masses are located at the margin of the Hayachine ultramafic body. Their main constituent minerals are plagioclase (andesine), hornblende and sometimes clinopyroxene. It is most likely that they were formed under the condition corresponding the amphibolite facies. Both amphibolites and mafic plutonic rocks distributed in this district are retrogressively altered, but they can be distinguished from each other by field and microscopic observation. These amphibolites can hardly interpreted to form at the present place, because they are not isofacial with surrounding rocks. They were probably derived from either regionally metamorphosed basement rocks or thermally metamorphosed rocks by "hot" ultramafic intrusive at considerable depth.

1. は じ め に

蛇紋岩体に密接に伴って角閃岩類が分布する例は北海道神居古潭変成帯において数多く知られている。これらのなかで、規模も大きく、標式的な産状を示す幌加内地域の角閃岩類について、近年では猪木 (1959) 並びに渡辺 (1965a, 1965b, 1965c) が研究を行った。

北上山地においては、田河津附近の蛇紋岩化超苦鉄質及びそれに伴う変斑礫岩、緑れん石角閃岩等について、島津 (1954) が考察を行い、更に変斑礫岩、角閃岩中の角閃石の化学組成を報告した (島津, 1963)。

筆者は北上山地の早池峯超苦鉄質岩体群について報告を行った際、超苦鉄質岩体に接して小規模な角閃岩体の分布が、2 個所にみられることを記した (Onuki, 1963)。その折には、地質図及び本文中に amphibolitic rocks として扱い、主として角閃石、斜長石、時には単斜輝石によって構成される完全に再結晶した変成岩類であると述べた。

本報告はこれらの角閃岩類の化学的性質について述べ、考察を加えるものである。

本稿を記す際に御指導を戴いた植田良夫教授に厚く御礼申し上げる。又 1961 年当時、盛岡市東南方の大ヶ生附近の地質調査にあたり、御指導並びに有益な御示唆を戴いた小貫義男教授、増田孝一郎、三位秀夫両博士に御礼申し上げる。

* 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室

(昭和 42 年 12 月 14 日受理)

2. 産 状

早地峯地域（或いは筆者の調査した北西端は盛岡市東南方に位置する蝶ヶ森山，南東端は早池峯-五葉山構造線が遠野花崗岩質岩体に切られる白森山附近の範囲内）で，本稿で取扱う角閃岩類或いは類似の岩質をもつ露頭は2個所に，しかも小規模に分布するにすぎない。1つは大ケ生附近の小花崗岩質岩体の南，黒森山西方，変斑礫岩-閃緑岩体と蛇紋岩化かんらん岩体との境界部に分布する北に伸長した小岩体であり，他は早池峯連峯をなす中岳南西斜面に東西に伸長した分布を示すものである。これらの小岩体の伸長方向は何れも超苦鉄質岩体のそれに平行する。

角閃岩類は主要構成鉱物である角閃石と斜長石或いは単斜輝石が嗜好的配列を示し，片理が明らかであり，片理の走向は超苦鉄質岩体の伸長方向と概して一致する。しかし超苦鉄質岩体の片理の方向性は明らかではない。角閃岩類でやや優白質の岩石は，特に明瞭な縞状組織を示す。

蛇紋岩化超苦鉄質岩体と角閃岩類，或いは角閃岩類と変斑礫岩-閃緑岩体との野外での関係は，境界附近に全く露頭を欠く為不明であり，断層の有無も又判定する資料はない。しかし不連続露頭の野外観察から各々漸移するとは考えられない。

尚，変斑礫岩-閃緑岩類として筆者が扱う岩石は，一般に塊状で，明瞭な片理を持たないこと，縞状組織を全く欠くことなどで，野外において，角閃岩類と区別出来る。そしてこれらの変斑礫岩-閃緑岩類は超苦鉄質岩体が現在位置を占める前に貫入したものと考えられ，筆者の分類による mafic rock series (Onuki, 1963) にあたるものである。

3. 角閃岩類の岩質

角閃岩類は主として角閃石及び斜長石によって構成され，時に単斜輝石を伴う。従って主要鉱物組合せは，

角閃石-斜長石，

角閃石-斜長石-単斜輝石

の単純な2種類であり，一応角閃岩相を示唆する。

斜長石は程度の差こそあれ，一般に斜ゆうれん石-曹長石の新生がみられる。しかしこの現象は下降変成作用の産物であり，初成的な結晶として斜ゆうれん石或いは緑れん石及び曹長石は認められない。これらはあくまでも，すでに形成されていた斜長石の主なる分解生成物にすぎない。角閃石も花崗岩質岩体に近接した場合は論外として，普通に結晶周辺部からのアクチノ閃石化（同時に斜長石中でのアクチノ閃石の細粒結晶の新生を伴う）が観察される。この様な下降変成作用に伴う現象は変斑礫岩-閃緑岩類にも共通するものであるが，これらの塩基性深成岩類の場合は明瞭に火成岩の残存組織が認められる。この点は角閃岩類と異なる顕微鏡下での特徴である。

角閃岩類はすでに述べた如く，下降変成作用を受けているので，後述する角閃石或いは斜長石の化学組成が，下降変成作用を受ける以前の角閃岩の構成鉱物としての化学組成を充分代表するかどうかには当然疑問の余地がある。

Table 1. Chemical compositions of the amphibolites from the Hayachine district.

	1 HA-1	2 HA-2	3 HA-11	4 HA-12	5 M-32
SiO ₂	51.06	52.14	52.45	51.45	48.18
TiO ₂	0.42	0.39	0.38	0.49	0.41
Al ₂ O ₃	14.35	15.23	15.05	14.46	14.65
Fe ₂ O ₃	1.19	2.75	2.99	1.71	2.34
FeO	6.81	5.38	4.89	6.92	4.41
MnO	0.14	0.11	0.15	0.15	0.13
MgO	11.62	8.74	7.94	9.78	10.51
CaO	10.42	10.29	10.71	10.92	15.35
Na ₂ O	1.80	2.64	2.59	1.99	1.71
K ₂ O	0.20	0.25	0.19	0.17	0.12
H ₂ O+	2.02	1.95	2.51	2.15	2.54
H ₂ O-	0.10	0.09	0.06	0.11	0.04
P ₂ O ₅	0.04	0.05	0.08	0.07	0.07
Total	100.17	100.01	99.99	100.37	100.48
Norms					
Q	—	2.29	4.40	1.63	—
Or	1.17	1.50	1.11	1.00	0.72
Ab	15.20	22.32	21.90	16.82	14.46
An	30.47	28.91	28.83	30.00	31.89
Di	Wo	8.72	9.11	9.91	18.34
	En	5.83	6.29	6.41	13.57
	Fs	2.23	2.06	2.81	2.96
Hy	En	22.52	15.56	12.93	18.04
	Fs	8.59	5.08	4.01	7.93
Ol	Fo	0.49	—	—	7.69
	Fa	0.20	—	—	1.84
Mt	1.72	3.99	4.34	2.48	3.39
Il	0.79	0.74	0.71	0.93	0.78
Ap	0.10	0.13	0.20	0.17	0.17
Total	98.03	97.98	97.42	98.13	97.91

1 and 2 : Amphibolites, 1500m. south-west of Nakadake. 3 and 4 : Amphibolites, 2000m. south-west of Nakadake. 5 : Clinopyroxene amphibolite, 1500m. south of Kuromoriyama.

(Analyst : H. Onuki)

4. 角閃岩類の化学組成

黒森山-虫壁附近の角閃岩類から単斜輝石角閃岩1個, 中岳南西斜面の角閃岩類から4個の角閃岩を選び化学分析を行った。第1表に化学分析の結果とそれより計算したノルム値を示した。

分析に供した試料は何れも下降変成作用の影響を受けているが, 単斜輝石*角閃岩

* $\beta=1.696$, $2V_z=57^\circ$, $Wo_{48}En_{40}Fs_{12}$.

Table 2. Chemical compositions of hornblendes

	Wt. %		Atomic ratios*		
	1 HA-1	2 HA-2		1 HA-1	2 HA-2
SiO ₂	50.30	51.15	Si	7.254	7.295
TiO ₂	0.19	0.14	Al ^{VI}	0.746	0.705
Al ₂ O ₃	6.35	5.96	Al ^{IV}	0.332	0.295
Fe ₂ O ₃	2.73	2.65	Ti	0.021	0.015
FeO	10.21	8.01	Fe ⁺³	0.296	0.284
MnO	0.19	0.19	Fe ⁺²	1.227	0.952
MgO	15.02	16.12	Mn	0.023	0.023
CaO	11.18	12.26	Mg	3.249	3.449
Na ₂ O	1.05	1.06	Ca	1.727	1.873
K ₂ O	0.17	0.13	Na	0.292	0.293
H ₂ O+	2.15	2.25	K	0.031	0.023
H ₂ O-	0.29	0.15	H	2.066	2.139
Total	99.83	100.07	(Analyst : H. Onuki)		
$\alpha_{\min}$	1.638	1.631			
$\gamma_{\max}$	1.659	1.652			
Z-axial color	pale green	pale green			

* O=23.

(M-32) はもっともそれが著しい。角閃岩のうち HA-1 及び HA-2 は筆者の採取せる標本中でもっとも軽微な下降変成作用を受けているものである。角閃岩、HA-11 及び HA-12 はいわばこれらの中間の性質を示し、斜長石の曹長石-斜ゆうれん石化、角閃石の周辺部からのアクチノ閃石化が観察される。これらの角閃岩類は H₂O の附加を除けば、下降変成作用の前後において著しい化学成分の変化はなかったのであろう。

角閃岩類の化学組成は、どちらかといえばソレアイト質の岩石に近いことを示す。TiO₂ が他の酸化物に比較し、低い値を示すが、この結果が、この地域のすべての角閃岩類の性質を代表するものではない。顕微鏡的観察から更に多くの TiO₂ を一般的に含有すると推定される。

計算されたノルム値で、石英を含むものが存在するが、薄片においては石英は確認されない。これはアクチノ閃石に近い組成をもつ角閃石のノルムの値が石英を含むことに反映されるであろう。

角閃岩類が単斜輝石を含むかどうかは、単に原岩の化学組成によって左右されるにすぎない。

5. 角閃石の化学組成

下降変成作用の影響のもっとも弱い角閃岩 HA-1 及び HA-2 より角閃石を分離し化学分析を行なった。その結果を $O=23$ として計算した原子比，光学的性質と共に第2表に示した。これらの角閃石は結晶の周辺に針状結晶のアクチノ閃石（主晶よりも屈折率低く，Zの軸色も淡い）を局部的に生じているが，分析に用いた試料はこれらを極力除去してある。尚上述のアクチノ閃石を除けば，角閃石は累帯を示さず，結晶内の不均一性も認められない。

角閃石の化学組成は，低屈折率，そしてZの軸色より想像される如く，かなりアクチノ閃石に近い組成を示す。 SiO_2 50%， Al_2O_3 6% の示す如く，Siを置換するAlは0.7をやや上まわる程度である。ホルンブレンド系列とアクチノ閃石系列の境界を，Siを置換するAl量で0.5におこうとする Deer et al. (1963) に従えば，これらの角閃石はホルンブレンドとなり，角閃石の出現頻度の少なくなる $Si=7.1\sim 7.2$ におこうとする都城 (1965) に従えばアクチノ閃石になる。勿論，ホルンブレンド系列とアクチノ閃石系列の境界は充分統一された見解はない。たとえ，上述の何れかに定めても，基礎となる原子比の計算方法（例えば $O=23$ と $O+OH=23$ ）を一定しないとあいまいなものになるだろう。両系列の境界に近い化学組成をもつ角閃石をどちらの系列に属せしめても，實際上大きな支障はないだろう。

問題とする角閃石は MgO が 15~16% であり $Mg \times 100 / (Mg + Fe^{+2} + Fe^{+3} + Mn)$ 値は 0.70 前後でかなり MgO に富んでいる。又 TiO_2 は 0.2% 以下であり， K_2O も同様な値を示す。 Na_2O/K_2O 比の高いものも一特徴といえよう。

角閃石の化学組成を Hallimond (1943) の三角図に示したものが第1図である。但し $O=23$ として計算した原子比を使用した。同図には角閃岩相の角閃石の化学的資料の数多く公表された中部阿武隈変成帯 (Ac 及び A_B , Shido, 1958; Miyashiro, 1958; Shido and Miyashiro, 1959) 並びに Adirondack 変成帯 (Ad, Engel and Engel, 1962a) の角閃石の組成範囲を示した。中部阿武隈及び Adirondack の変成帯は比較的良く似た性格を持っている。しかし，Adirondack の角閃岩相の角閃石は狭い組成範囲に示されるに対し，中部阿武隈のそれらは，はるかに広い組成範囲を示す。もし変成帯の性格と角閃石の化学的性質に充分関連性があるとするれば，両者の角閃石は同じ様な組成と示すべきである。Adirondack の角閃石相の角閃石の組成範囲は，中部阿武隈のそれらの組成範囲の略々中央にあたる。Hallimond 三角図は角閃石の Si と Al^{IV} の関係に vacancy を埋める原子数とを対応せしめたものであり，それなりの長所と短所を持っている。しかし両変成帯の角閃岩相の平均的な角閃石の化学的特徴は類似する (cf, Onuki, 1967)。Adirondack の角閃岩相に比して，中部阿武隈の角閃岩相はやや広い変成条件をもつ様であるが，両変成帯の角閃石の組成範囲の広さ，狭さは主として原岩の化学組成範囲に関連するものであろう。事実上，Adirondack の角閃岩類の化学組成は変化に乏しい (Engel and Engel, 1962a, 1962b)。スカルンに見出される角閃石も，透角閃石-アクチノ閃石系からパーガス閃石に達する広い化学組成の範囲をもつことを Hallimond (1943) は指摘している。この事実も恐らく，角閃石の生成期における母岩の化学組成の差によって主として説明されるだろう。角閃石の化学組成は原岩の化学組成によってかなり変化することは留意すべきであろう。

Table 3. Molecular proportions of analysed hornblendes*

	1 HA-1	2 HA-2
Tiam	30	42
Cum	72	592
Ca-cum	—	—
Ca-ed'	—	—
Ed'	196	198
Rieb	436	500
Gl	—	—
Fe+ ³ Ts'	280	273
AlTs'	487	536
Tr	6499	5859

* Calculation by modified method (Onuki, 1967) of Shido's one (Shido, 1958).

さて本稿の二つの角閃石は中部阿武隈及び Adirondack の角閃岩相の角閃石とはかなり違った組成をもつことは第1図より明らかである。更に第1図には、同じ北上山地の田河津附近の超苦鉄質貫入岩類に伴う変斑礫岩及び角閃岩の角閃石(島津, 1963)を示した。これらとも明らかに異なっている。Kanisawa (1964) も又島津と同じ地域の変斑礫岩質岩から、2個の角閃石の化学組成を報告した。Kanisawa の MgO に富んだ角閃石(SiO_2 49.6, Al_2O_3 7.9, MgO 16.2 wt. %) は比較的本稿の角閃石と類似した化学的性質を持っている(第1図参照)。島津並びに Kanisawa は、これらの角閃石が主として緑れん石-角閃岩相に相当する条件下で後退的に形成されたとしている。

もし早池峯地域の角閃岩中の現在の角閃石の化学組成が角閃岩の下降変成作用の結果と

して導かれたとするならば、島津及び Kanisawa の角閃石を含めて、Hallimond の三角図上において Tr-corner から Ha-corner に向ってその組成を殆んど直線的に変化することは興味深い。この変化はチエルマツク閃石分子の増大を伴いつつ、エデナイト分子が増加したことを示す。これらの組成変化は、上述の仮定に従えば原岩の化学組成の差にその理由が求められねばならないだろう。しかしながら降下変成作用の結果を画一的に取り扱うことはこの場合は困難である。

現在の段階では塩基性変成岩類の化学組成と角閃石の化学組成そして更に変成帯の性格或いは変成相との関係は充分明らかではない。筆者は塩基性変成岩類を対象として、角閃石の化学組成変化と変成帯の性格或いは変成相との関連性を知ろうと試みたが、(Onuki, 1967), 實際上、角閃石の化学組成は原岩の総化学組成に敏感に影響される。この危険性をなるべく避ける為数多くの角閃石の化学的資料の報告された地域を選んだにすぎない。個々の塩基性変成岩類の化学組成とそれに含まれる角閃石の化学組成との関係が充分解明されない限り、少数の角閃石の化学組成のみからその変成岩の性格を知ろうとすることは困難である。角閃石の化学的性質の類似性或いは非類似性から、なんらかの結論を導くことは充分留意が必要であらう。尚、性格のかなり異った変成帯間において、通常の塩基性岩類にみられる角閃石に化学的性質の相違があることを否定しようとするものではない。

上記のことがらを考慮に入れながらも、しいて、早池峯地域の角閃石の化学組成と変成相の関連を求めるならば、これらの角閃石は緑れん石-角閃岩相或いはそれ以下の変成度において形成されたと考えられる。角閃岩相において、これらの化学組成に類似する角閃石は稀であり、緑れん石-角閃岩相或いはそれ以下の変成相の条件下なら想定し易いものであろう。しかしながら、これは現在の角閃石の化学組成をもって、角閃岩としての角閃石を代表された結果にすぎない。下降変成作用の影響を考えると、角閃岩相の角閃岩の構

Figure 1. Plot of hornblendes on the Hallimond's diagram. Ha' : $Na_2Ca_2(MgFe^{+2})_5Al_2Si_6O_{22}(OH)_2$, Ed : $NaCa_2(MgFe^{+2})_5AlSi_6O_{22}(OH)_2$, Ha : $NaCa_2(MgFe^{+2})_4Al_3Si_6O_{22}(OH)_2$, Tr : $Ca_2(MgFe^{+2})_5Si_8O_{22}(OH)_2$, Ts : $Ca_2(MgFe^{+2})_3Al_4Si_6O_{22}(OH)_2$. 1 and 2: From HA-1 and HA-2, 3, 4 and 5: Shimazu (1963), 6 and 7: Kanisawa (1964).

Ad: Composition field of the hornblendes from the amphibolite facies of the Adirondack terrain (Engel and Engel, 1962b).

Ab and Ad: Composition fields of the hornblendes from zone B and zone C of the central Abukuma terrain (Shido, 1958; Miyashiro, 1958; Shido and Miyashiro, 1959).

Open circles: Hornblendes of amphibolites from the Haya-chine district, 1; from HA-1, 2; from HA-2.

Solid circles: Hornblendes of mafic rocks from the Motai district, 2; from altered gabbro (Shimazu, 1963), 3 and 4; from amphibolites (Shimazu, 1963), 5 and 6; from altered gabbroic rocks (Kanisawa, 1964).

成鉱物として再結晶した角閃石が下降変成作用の結果，緑れん石-角閃岩相の，或いはそれ以下の条件下で形成された様にみえるにすぎないと考えられる。

尚，Shido (1958) 及び Shido and Miyashiro (1959) の計算方法を基礎とし，Onuki (1967) が改変した方法で計算した HA-1 及び HA-2 の角閃石の分子成分を第 3 表に示した。

6. 斜長石の化学組成

角閃岩 HA-1 及び HA-2 より斜長石を分離し， CaO ， Na_2O ，及び K_2O について部分分析を行った。その結果を第 3 表に示し，分析値から計算した斜長石の組成，屈折率より求めた組成を併せ示した。分析に用いた斜長石試料はこれらの岩石から得られる範囲内でもっとも新鮮なものである。HA-1 及び HA-2 は既述の如く軽微な下降変成作用を受け，斜長石の曹長石化並びに斜ゆうれん石化が顕微鏡下にて認められる。斜ゆうれん

Table 4. Partial analyses and optical properties of plagioclases.

	1 HA-1	2 HA-2
CaO (Wt. %)	6.79	9.15
Na ₂ O	7.45	6.20
K ₂ O	0.37	0.34
An (Wt. %)	34.1	45.6
Ab	63.7	52.3
Or	2.2	2.1
$\alpha_{\min}$	1.544	1.549
$\gamma_{\max}$	1.556	1.562
An (Wt. %)*	31-39	40-49

* Estimated by the curves of Chayes (1952).

形成されたと推定される。此の地域において、これらに相当する変成岩類は他に見出されない。花崗岩体の周辺にみられる接触変成岩類は角閃岩相に達してはいるが、接触変成作用と角閃岩類の形成との間には何ら因果関係は認められない。勿論、角閃岩類の下降変成作用には花崗岩質岩体の貫入が或る役割を果たしたであろうが、角閃岩の形成には何ら関連性を見出すことは出来ない。超苦鉄質岩体を構成する各種岩石と角閃岩類との岩石学的近親性は認められず、超苦鉄質岩から導かれた角閃岩類、或いは超苦鉄質岩類に成因的に直接関連する塩基性岩類 (Ultramafic series の mafic rocks, cf. Onuki, 1963) の角閃岩化という解釈は妥当ではない。又此の地域に分布する塩基性深成岩類 (mafic rock series, cf. Onuki, 1963) との関連性は認められない。これらの塩基性深成岩類はあくまでも "altered.", 塩基性深成岩類であり、一方角閃岩類は "altered.", 角閃岩類である。又角閃岩類が現在位置における超苦鉄質岩類貫入による接触変成作用の産物とは勿論考えられない。角閃岩類は下降変成作用を受ける以前には周囲の岩石と isofacial ではない。角閃岩類が現在位置において形成されたと考えるのは極めて困難である。

本地域の角閃岩石類が現在位置で形成されたと考えにくいとするのならば、当然これらは現在位置より深い所で形成されたと考えねばならない。そして何らかの機構にて現在位置まで上昇したものであろう。この機構としては semi-solid の超苦鉄質岩体の貫入に伴われたと看すべきであろう。

次に角閃岩類を形成した作用について考察する。現在の所、充分な考察を加えるには、北上山地の深部をさぐる岩石学的資料に余りにも乏しい。まず考えられるのは、地下深部に角閃岩相に及ぶ広域変成岩類の分布することであろう。この考え方は魅力的ではあるが、確証は存在しない。北上山地の西南部に分布する母体変成岩類は藍閃石-パンペリー石-緑れん石で特徴づけられる藍閃変成岩類である。従って北上山地に、早池峯地域の角閃岩類に類似の岩石の存在を求めるならば次の2例になる。

石並びに曹長石を極力取り除いた試料を分析に用いた。分析結果は下降変成作用を受ける以前の、即ち角閃岩中の斜長石の化学組成をかなり良く代表すると考えられる。

さて得られた斜長石の化学組成は An_{84} 及び An_{46} (屈折率から An_{31} - An_{39} 及び An_{40} - An_{49}) である。単斜輝石の出現そしてこれらの斜長石の組成は角閃岩相を示唆する。

もしこれらの斜長石が既述の角閃石と平衡に共存すると考えるならば、これらの共生は広域変成岩とするよりは、比較的低圧の接触変成作用を受けた岩石の性質に類似する (cf. 都城, 1965)。しかし化学組成を示した角閃石と安定に共存する斜長石はむしろ曹長石と考えるべきであろう。

7. 考 察

早池峯地域の角閃石は角閃岩相の条件下で

母体層群の分布する地域に，蛇紋岩中の包含物或いは断層によって構造的に上昇したと考えられる小ブロックとして見出される鵜の木変成岩類は，母体変成岩類より高い変成度を示し，角閃石及び角閃岩-石英岩などが含まれる (Kanisawa, 1964)。角閃岩は曹長石を伴い，この点では早池峯地域の角閃岩と異なっている。

又母体地域には，母体変成作用以後の貫入とされるが，超苦鉄質岩類に伴う変斑礫岩，角閃岩類が存在する (島津, 1954; 1963)。島津は変斑礫岩，角閃岩類を一括して扱っているが斑礫岩との関係は必しも明らかではない。両者は“角閃岩化”の差異によるものかも知れない。これらの岩石は輝石斑礫岩に相当する岩石が进入時のある条件下 (緑れん石-角閃岩相) で後退的に変成し，形成されたと考えられている (島津, 1963)。これらの角閃岩中の斜長石からは曹長石灰曹長石であり，通常緑れん石を含んでいる。Kanisawa (1964) は此の地域の斑礫岩質岩類中の角閃石は，同様に緑れん石-角閃岩相の条件下で形成されたとしている。共生する斜長石はこれも曹長石-灰曹長石である。“角閃岩”のさす内容が明確でないので，直接早池峯地域の角閃岩類と比較出来ないが，いったん形成された角閃岩類が斑礫岩類と共に現在位置での下降変成作用の結果，緑れん石-角閃岩相に相当する鉱物相に近づいたという解釈も不可能ではないだろう。この場合下降変成作用はみかけ上緑れん石-角閃岩相の鉱物相に相当する丈であり，一部に緑色片岩相を示すものがあるのもよいと筆者は考えている。

田河津地域の変斑礫岩，角閃岩類と早池峯地域の角閃岩類とは必しも直接比較しうるものではない危険性があるが，鵜の木変成岩類にみられる曹長石-角閃岩と早池峯地域の中性長石-角閃岩の存在は，北上山地の地下に緑れん石-角閃岩相，角閃岩相に達する広域変成岩類の存在の可能性を暗示すると云えるかも知れない。

次に他の可能性について考察する。早池峯地域の角閃岩類は小さな分布を示し，超苦鉄質岩体に直接して伴われるものである。現在位置では考えられないが，超苦鉄質岩体が地下深所で未だ“熱い”状態であったときの接触変成岩類の一部として角閃岩類を考えることは不可能ではない。超苦鉄質貫入岩体が接触変成作用の原動力となり，角閃岩相或いはそれよりも高い変成度の変成岩を形成した例は諸所に知られている (Mac Kenzie, 1960; Smith and MacGregor, 1960; Green, 1964; Challis, 1965)。従って早池峯地域の角閃岩類も超苦鉄質岩体の周縁に位置するので，接触変成作用の結果であり，再動する超苦鉄質岩体に伴われて現在位置に到達したという可能性を全く無視することは出来ないであろう。

8. ま と め

1) 早池峯地域には超苦鉄質岩体の周縁に角閃岩類が2箇所に小規模に分布する。これらの角閃岩類はこの地域にみられる塩基性深成岩類同様降下変成作用を受けているが，前者と後者は肉眼的，顕微鏡的観察によって識別出来る。

2) 下降変成作用の産物を除くと，角閃石を構成する主要鉱物は角閃石，斜長石で時には単斜輝石が加わる。現在は斜ゆうれん石-緑れん石及び曹長石が存在するが，これらは角閃岩として形成されたものの，下降変成作用によって生成したのと考えられる。主要鉱物組合せは角閃岩相の条件を示唆する。

3) 角閃岩5個の化学組成を示した。もっとも下降変成作用の影響の少ない角閃岩2個

から角閃石と斜長石を分離し化学組成を調べた。角閃石は透角閃石-アクチノ閃石に近い組成を持っているが、下降変成作用の影響が考えられる。斜長石は An_{34} (屈折率から $An_{31}-An_{39}$) 及び An_{46} (屈折率から $An_{40}-An_{49}$) である。

4) これらの角閃岩類は現在位置での形成は考えにくい。従って起源としては、地下深所の角閃岩相に及ぶ広域変成岩類の存在に求めるか、超苦鉄質岩体の地下深所での接触変成作用の産物とするかのどちらかであろう。前者の解釈は大変魅力的ではあるが、積極的な証拠に乏しい。しかし鵜ノ木変成岩類に曹長石-角閃岩が見出されるので、その関連性は興味深い。角閃岩類の現在位置への上昇は semi-solid の超苦鉄質岩体の貫入に伴われたものと考えられる。

引 用 文 献

- Chayes, E. (1952), Relations between composition and indices of refraction in natural plagioclase, *Am. Jour. Sci.*, Bowen Vol., **85** ~ 105.
- Challis, G.A. (1965), High-temperature contact metamorphism at the Red Hills ultramafic intrusion-Wairau Valley-New Zealand, *Jour. Petr.*, **6** 395 ~ 419.
- Engel, A.E.J. and Engel C.G. (1962a), Hornblendes formed during progressive metamorphism of amphibolites, northwest Adirondack mountains, New York, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **73**, 1499 ~ 1514.
- and ——— (1962b), Progressive metamorphism and amphibolites, northwest Adirondack mountains, New York, *Buddington Vol.*, *Petrologic studies*, *Geol. Soc. Am.*, 37 ~ 82.
- Green, D.H. (1964), The metamorphic aureole of the peridotite at the Lizard, Cornwall, *Jour. Geol.*, **72**, 543-563.
- Hallimond, A.E. (1943), On the graphical representation of the calciferous amphiboles, *Am. Min.*, **28**, 65 ~ 89.
- 猪木 幸男 (1959), 北海道幌加内附近における角閃岩と蛇紋岩との関係, *地質雑*, **65**, 173 ~ 183.
- Kanisawa, S. (1964), Metamorphic rocks of the southwestern part of the Kitakami mountainland, Japan, *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. III, **9**, 155 ~ 198.
- MacKenzie, D.E. (1960), High-temperature alpine-type peridotite from Venezuela, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **71**, 303 ~ 318.
- Miyashiro, A. (1958), Regional metamorphism of the Gosaisyo-Takanuki district in the central Abukuma plateau, *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, Sec. II, **11**, 219 ~ 272.
- 都城 秋穂 (1965), 変成岩と変成帯, 岩波.
- Onuki, H. (1963), Petrology of the Hayachine ultramafic complex in the Kitakami mountainland, Northern Japan, *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. III, **8**, 241 ~ 295.
- (1967), Significance of molecular formulas in metamorphic hornblendes with relation to P-T conditions, *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. III, **10**, 77 ~ 97.
- Shido, F. (1958), Plutonic and metamorphic rocks of the Nakoso and Iritono districts in the central Abukuma plateau, *Jour. Fac. Sci.*

- Univ. Tokyo, Sec. II, **11**, 131~217
- Shido, F. and Miyashiro, A. (1959), Hornblende of basic metamorphic rocks, Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II, **12**, 85~102.
- 島津 光夫 (1954), 北上山地西南部田河津附近の塩基性及び超塩基性岩, 岩鉱, **38**, 70~80, 101~117.
- (1963), 北上山地田河津附近の変斑礫岩, 角閃岩中の普通角閃石, 岩鉱, **50**, 110~117.
- Smith, C.H. and MacGregor, I.D. (1960), Ultrabasic intrusive conditions illustrated by Mt. Albert ultrabasic pluton, Caspe, Quebec (Abstract), Bull. Geol. Soc. Am., **71**, 1978.
- 渡辺 順 (1965a), 幌加内角閃岩体の地質と岩石 — 神居古潭帯幌加内角閃岩体の研究 (I), 地質雑, **71**, 120~137.
- (1965b), 幌加内角閃岩体の構造解析 — 神居古潭帯幌加内角閃岩体の研究 (II), 地質雑, **71**, 193~214.
- (1965c), 幌加内角閃岩体産角閃石の化学組成 — 神居古潭帯幌加内角閃岩体の研究 (III), 地質雑, **71**, 281~296.