

根田茂帯の変玄武岩から見出された藍閃石とその意義

内野隆之^{1,*}・川村信人²

Takayuki Uchino and Makoto Kawamura (2010) Glauco-phane found from meta-basalt in the Nedamo Terrane, Northeast Japan, and its geologic significance. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 61 (11/12), p. 445-452, 6 figs, 1 table.

Abstract: Glauco-phane was obtained from meta-basalt in the Nedamo Complex (Early Carboniferous accretionary complex) of the Nedamo Terrane, Northeast Japan. The meta-basalt proved to have undergone high-pressure type metamorphism of the epidote-blueschist subfacies from the mineral assemblage of glauco-phane, epidote and quartz. Although the 380 Ma Tateishi Schists, which underwent high-pressure type metamorphism, had been already reported from a tectonic zone in the Nedamo Terrane, it is considered to be not the Nedamo Complex-proper but the pre-Carboniferous tectonic block displaced there by a tectonic movement. Judging from the occurrence, weak deformation and recrystallization of the meta-basalt, it is considered to be a member of the Nedamo Complex-proper. Then a part of the Nedamo Complex proved to have undergone high-pressure type metamorphism.

There is the interpretation that the Nedamo Complex might correlate with the high-P/T Motai Metamorphics on the basis of their lithologic similarity. The evidence of the high-pressure type metamorphism in the Nedamo Complex is consistent with such interpretation.

Keywords: glauco-phane, epidote-blueschist subfacies, Nedamo Terrane, Early Carboniferous accretionary complex, high-pressure type metamorphism, Motai Metamorphics

要 旨

前期石炭紀付加体(根田茂コンプレックス)よりなる根田茂帯の変玄武岩から藍閃石を見出した。本変玄武岩は藍閃石+緑れん石+石英という鉱物組み合わせから、緑れん石-青色片岩亜相の高圧型変成作用を被ったと考えられる。根田茂帯からは高圧型変成岩類(建石片岩類)が既に見出されていたが、その後の研究で、付加体形成以降の構造運動によって、根田茂帯に定置させられた先石炭紀高圧型変成岩のテクトニックブロックであることが示されている。産状や変形・再結晶度から判断すると、本変玄武岩は根田茂帯の構成メンバーであると考えられ、本発見は根田茂コンプレックスの一部が高圧型変成作用を被っていたことを初めて示すものである。根田茂コンプレックスと高圧型変成岩である母体変成岩類の岩相類似性から、両者は一連の地質体であると解釈する見方がある。根田茂コンプレックスから見出された高圧型変成作用の証拠はそのような解釈を支持する。

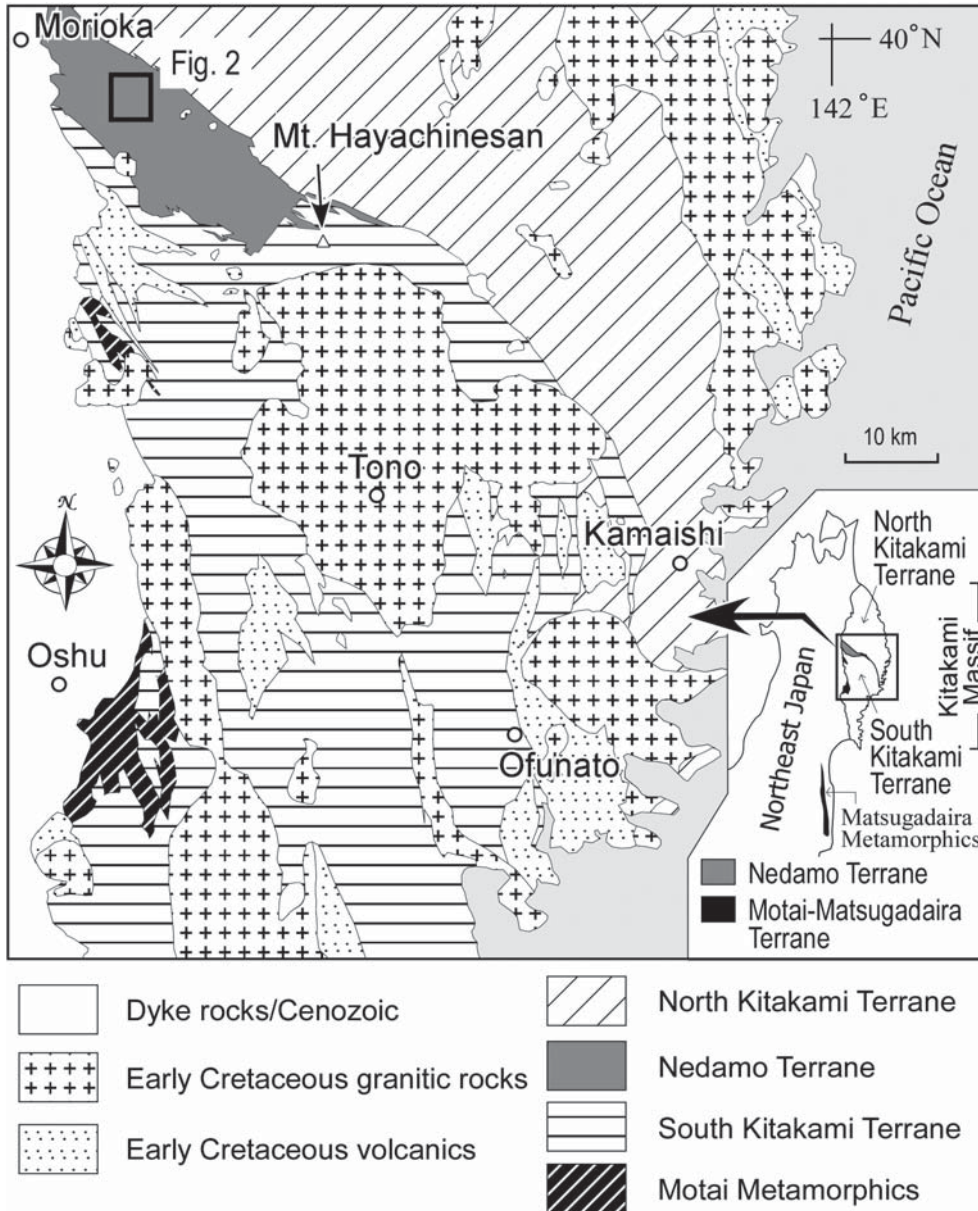
1. はじめに

東北日本の北上山地には、前期石炭紀付加体(内野ほか, 2005)からなる根田茂帯が、北部北上帯(ジュラ紀付加体)と南部北上帯(古生代島弧)との境界部に分布している(Fig. 1)。根田茂帯及びその周辺の北部北上帯の付加体はこれまで、ぶどう石-パンペリー石相(Moriya, 1972)及びパンペリー石-アクチノ閃石相(大貫ほか, 1988)の弱変成付加体と捉えられてきた。内野・川村(2006)は根田茂帯から含藍閃石苦鉄質片岩及びざくろ石石英白雲母片岩(建石片岩類)を見出し、根田茂帯の一部が高圧型変成作用を受けているとした。しかし、その後Kawamura *et al.* (2007)によって、建石片岩類の白雲母冷却年代が、根田茂帯の前期石炭紀という付加年代よりも有意に古い約380 Ma(後期デボン紀)であることが示された。また、根田茂帯内に発達する構造ゾーン(内野ほか, 2008b)中に、建石片岩類が破碎・変形を被ったブロックとして産することから、

¹地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

²北海道大学大学院理学院自然史科学専攻 (Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, N 10 W 8, Kita-ku, Sapporo 060-0810, Japan)

*Corresponding author: T. UCHINO, Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: t-uchino@aist.go.jp



第1図 根田茂帯の地質概略図 (川村ほか, 1996 を改変).

Fig. 1 Index map showing the location of the Nedamo Terrane (simplified from Kawamura *et al.*, 1996).

Kawamura *et al.* (2007)は、建石片岩類は付加体形成以降の衝上断層や横ずれ断層などの構造運動によって沈み込み帯深部からもたらされた、母体-松ヶ平帯 (Fig. 1) の高压型変成岩に相当するテクトニックブロックであると考えた。すなわち、根田茂帯そのものの一部が高压型変成作用を被っているという考えはいったん白紙に戻された。しかしその後、内野・川村 (2010) は根田茂帯の非変形ドレライトからNa-Ca角閃石を見出し、根田茂帯の一部が高压型変成作用を受けている可能性を指摘した。

そして今回、根田茂帯の主要構成メンバーである緑色岩のうちの変成した玄武岩質溶岩 (変玄武岩) から、高

圧型変成鉱物である藍閃石を発見した。藍閃石は高压型変成帯中の岩石に普遍的に含まれる鉱物の一つであり、本発見は根田茂帯の一部が高压型変成作用を被っていたことを改めて示すものである。本論では変玄武岩から見出された藍閃石をはじめとするNa角閃石を記載するとともに、その意義についての考察を行う。

2. 地質概説

根田茂帯は根田茂コンプレックス (川村ほか, 1996 の根田茂相に相当) から構成され、根田茂コンプレックスは、泥岩珪長質凝灰岩互層・珪長質凝灰岩・海洋性緑

色岩類を主体とし、泥岩・砂岩・砂岩泥岩互層・礫岩・塊状チャート・斑れい岩を伴う。根田茂コンプレックスは更に、泥岩珪長質凝灰岩互層の卓越で特徴づけられる綱取ユニットと、砂岩泥岩互層の卓越で特徴づけられる滝ノ沢ユニットとに区分される (Fig. 2; 内野ほか, 2008b)。

緑色岩は変成した玄武岩質火砕岩及び溶岩と少量の変ドレライトからなり、一般に緑泥石、パンペリー石、ぶどう石、アクチノ閃石、緑れん石などの変成鉱物が生じている。緑色岩の中には、ぶどう石-パンペリー石相やパンペリー石-アクチノ閃石相以外に、ぶどう石やパンペリー石を欠き、アクチノ閃石+緑れん石+緑泥石+曹長石+石英の鉱物組み合わせで特徴付けられる緑色片岩相の変成作用を示すものもある。泥岩珪長質凝灰岩互層は根田茂コンプレックス全域に特徴的な岩相であり、層厚数mm～数cmの泥岩と珪長質凝灰岩が互層する。チャートの多くは塊状チャートとして産する。砂岩は全体に岩片質であり、変成鉱物として、緑泥石、パンペリー石、ぶどう石、緑れん石、白雲母が産することがある。

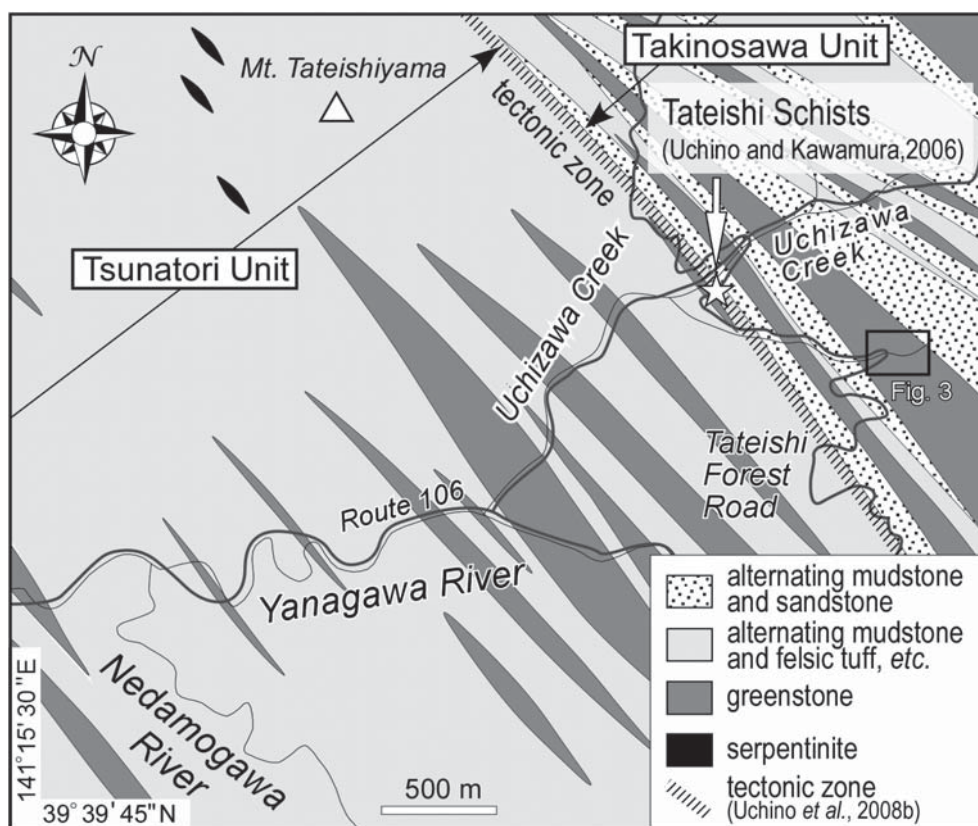
根田茂コンプレックスは全体的に著しい剪断変形を受けており、泥岩珪長質凝灰岩互層中の珪長質凝灰岩層はブーダン状・レンズ状に破断変形している。根田

茂コンプレックス中には断層が発達し、断層沿いに小規模な蛇紋岩体が分布している。綱取ユニットと滝ノ沢ユニットの境界には北西-南東方向の蛇紋岩を伴う構造ゾーンが発達し、建石片岩類が斑れい岩や角閃石岩を伴うテクトニックブロックとして分布している (Fig. 2; 内野・川村, 2006; Kawamura *et al.*, 2007; 内野ほか, 2008b)。内野ほか (2008a) は、滝ノ沢ユニットの礫岩から約347-317 Maの白雲母冷却年代を持つ高压型変成岩礫を見出し、更にUchino and Kawamura (2010) は、その礫岩中の礫の堆積学的・岩石学的検討から、根田茂コンプレックスが形成された前期石炭紀の前弧域に超苦鉄質岩を伴う高压型変成岩が既に上昇・露出していたことを示した。

根田茂コンプレックス中には小規模な白亜紀花崗岩が貫入しており、接触変成作用を被っている緑色岩や碎屑岩中には、黒雲母や緑色普通角閃石が産することがある。

3. 変玄武岩の産状及び記載岩石学的特徴

Na角閃石を含む変玄武岩は、盛岡市築川水沢地区の内沢支流の河床 (北緯39度40分56秒, 東経141度18分26秒) から見出された (Figs. 2, 3)。変玄武岩は、や



第2図 岩手県盛岡市南東部における根田茂帯の地質図 (内野・川村, 2010 の第2図を引用)。

Fig. 2 Geologic map of the Nedamo Terrane in the area of southeast of Morioka, Iwate Prefecture (Cited from the Fig. 2 of Uchino and Kawamura, 2010).

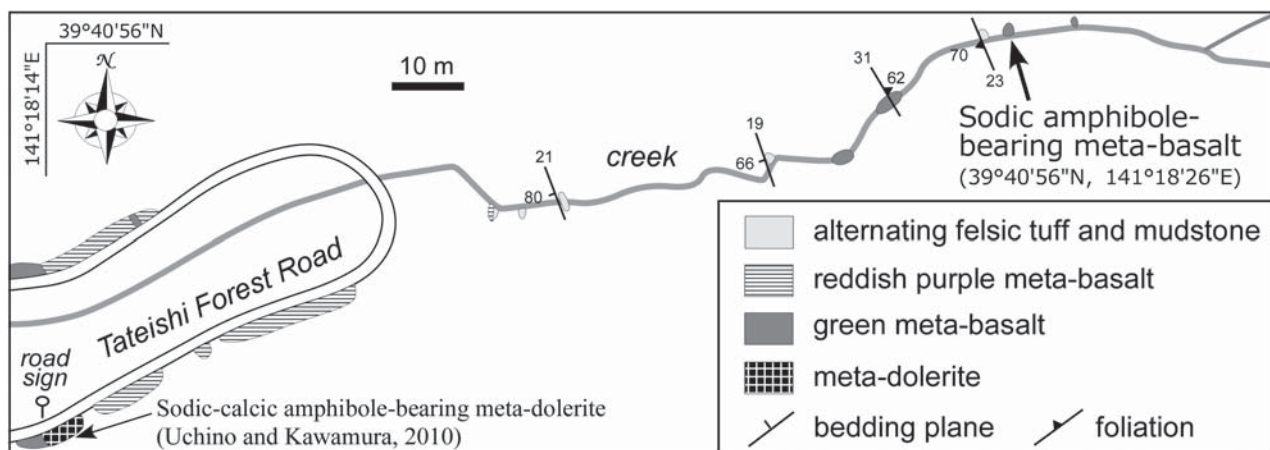
や粗粒の無斑晶質玄武岩の原組織を示し暗黄緑色を呈している。露頭幅は約2mであり、周囲の泥岩珪長質凝灰岩互層及び変玄武岩との関係は露頭欠如のため不明である (Fig. 3)。

Na角閃石を含む変玄武岩は、残留斜長石・残留単斜輝石・不透明鉱物からなり、変成鉱物として、緑れん石・アクチノ閃石・Na角閃石・緑泥石・石英・曹長石・スチルプノメレン・りん灰石・チタン石が産する。まれに方解石を伴った、幅1mm以下の石英脈が産する。顕微鏡下では、全体的に圧力溶解劈開が認められ、弱い片理が発達している (Fig. 4.A)。

残留斜長石は最大長径2.5mmに達し、ほとんどがソーシユライト化している。緑れん石、緑泥石のほか、アクチノ閃石、りん灰石、スチルプノメレンを含む場合がある。残留単斜輝石は長径1.5mm未満で、多数のクラッ

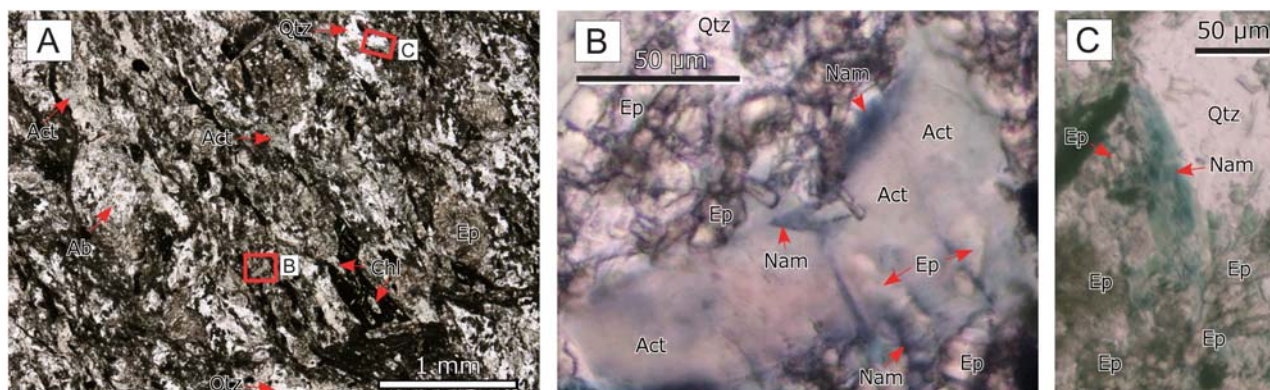
クが発達し、そのクラックを細粒のアクチノ閃石や緑泥石が充填している。石英は最大長径1.5mmに達し、0.1mm以下の微結晶の集合体になっている場合がある。すべての石英は波動消光する。アクチノ閃石は無色～緑色を呈し、最大長径は1mmに達するが、0.1～0.2mmのサイズが多い。針状・単柱状結晶として変玄武岩全体に産するが、単斜輝石やNa角閃石の周縁部に0.1mm以下の極細粒結晶として産することもある。緑れん石は、おもに0.1mm以下の極細粒結晶として変玄武岩全体に産し、石英、曹長石、アクチノ閃石の包有物として産する場合もある。

Na角閃石の多くはアクチノ閃石の周縁部やクラックに沿って発達し (Fig. 4.B), まれに単柱状結晶 (Fig. 4.C) あるいは針状結晶として産することがある。全体的に細粒であり、長径は0.2mm以下である。干渉色が低く、単ポーラーでの色はX' = 淡紫色, Z' = 青緑色である。



第3図 藍閃石を含む変玄武岩露頭周辺のルートマップ。

Fig. 3 Route map along the Tateishi Forest Road showing the locality of the glaucophane-bearing meta-basalt.



第4図 変玄武岩の薄片写真。単ポーラー。Ab:曹長石, Act:アクチノ閃石, Nam:Na角閃石, Chl:緑泥石, Ep:緑れん石, Qtz:石英。(A) 低倍で撮影した、変玄武岩の組織を示す薄片写真。(B) アクチノ閃石の周縁部に生じる細粒のNa角閃石。(C) 緑れん石及び石英と共生関係にあるNa角閃石。

Fig. 4 Photomicrograph of the meta-basalt. Open-polarized lights. Ab: albite, Act: actinolite, Nam: sodic amphibole, Chl: chlorite, Ep: epidote, Qtz: quartz. (A) Low-magnified photomicrograph showing the texture of the meta-basalt. (B) Fine sodic amphibole occurring at the rim of an actinolite grain. (C) Sodic amphibole co-occurring with epidote and quartz.

4. Na角閃石の化学組成

Na角閃石の化学組成を産業技術総合研究所の波長分散型EPMA (JEOL SUPERPROBE-8900) によって分析した。加速電圧は15kV, 照射電流は12nA (元素マッピング分析では50nA), ビーム径は2 μ mである。ZAF法により補正計算を行った。角閃石の分類はLeake *et*

al. (1997) に従った。

分析の結果, Na角閃石は藍閃石及びフェロ藍閃石とリーベック閃石及びマグネシオリーベック閃石であることが判明した。また, Na角閃石に伴いNa-Ca角閃石であるウィンチ閃石及びフェロウィンチ閃石も若干産している。Na角閃石及びNa-Ca角閃石の化学組成を, Table 1及びFig. 5に示す。Na角閃石のAl₂O₃は4.63 ~

第1表 変玄武岩中のNa角閃石及びNa-Ca角閃石のEPMA分析値。FeO*: 全鉄を2価で計算した値。角閃石のFeの2価・3価の見積もりは, Oの陰イオン数を23としたとき。Ca, Na, Kを除いたすべての陽イオン数が13になるように計算した。f-Gln: フェロ藍閃石, f-Wnc: フェロウィンチ閃石, Gln: 藍閃石, Mrb: マグネシオリーベック閃石, Rbk: リーベック閃石, Wnc: ウィンチ閃石。

Table 1 EPMA analyses of sodic amphibole and sodic-calcic amphibole from the meta-basalt. FeO*: total Fe as FeO. The estimation of Fe²⁺ and Fe³⁺ of the amphibole is based on the assumption of 13 cations (O=23) excluding Ca, Na and K. f-Gln: ferroglaucophane, f-Wnc: ferrowinchite, Gln: glaucophane, Mrb: magnesioriebeckite, Rbk: riebeckite, Wnc: winchite.

wt. %	Gln	f-Gln	Rbk	Rbk	m-Rbk	m-Rbk	m-Rbk	f-Wnc	Wnc
SiO ₂	54.41	54.46	53.97	51.77	51.63	54.14	53.60	53.13	53.68
TiO ₂	0.10	0.00	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.05	0.07
Al ₂ O ₃	6.26	6.56	4.63	5.03	4.92	5.61	4.96	4.89	4.79
Cr ₂ O ₃	0.05	0.03	0.04	0.03	0.00	0.01	0.03	0.06	0.03
FeO*	19.85	20.09	22.42	21.46	20.94	21.56	21.96	19.84	20.01
MnO	0.07	0.14	0.10	0.14	0.12	0.08	0.15	0.10	0.23
MgO	7.27	6.95	6.90	7.75	7.90	6.89	7.45	7.72	8.28
CaO	0.48	1.12	0.78	2.67	2.89	0.82	1.05	3.76	3.90
Na ₂ O	6.93	6.42	6.53	6.57	5.57	6.35	6.40	5.17	5.11
K ₂ O	0.00	0.03	0.00	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
Total	95.42	95.79	95.36	95.46	94.02	95.51	95.63	94.72	96.10
Si	7.91	7.91	7.92	7.70	7.73	7.89	7.82	7.93	7.87
^{IV} Al	0.09	0.09	0.08	0.30	0.27	0.11	0.18	0.07	0.13
ΣT	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
^{VI} Al	0.99	1.03	0.72	0.59	0.60	0.86	0.68	0.78	0.70
Cr	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ti	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.97	0.89	1.25	0.95	1.12	1.18	1.36	0.57	0.74
Mg	1.58	1.50	1.51	1.72	1.76	1.50	1.62	1.72	1.81
Fe ²⁺	1.44	1.55	1.50	1.72	1.51	1.45	1.32	1.90	1.72
Mn	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03
ΣC	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Ca	0.08	0.17	0.12	0.43	0.46	0.13	0.16	0.60	0.61
Na	1.92	1.81	1.86	1.57	1.54	1.80	1.81	1.40	1.39
ΣB	2.00	1.98	1.98	2.00	2.00	1.92	1.97	2.00	2.00
Na	0.03	0.00	0.00	0.32	0.08	0.00	0.00	0.10	0.06
K	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣA	0.03	0.01	0.00	0.32	0.09	0.00	0.00	0.10	0.06
Total	15.03	14.99	14.98	15.32	15.09	14.93	14.98	15.10	15.06

6.56 wt.%を, Na_2O は5.57 ~ 6.93 wt.%を示す. $\text{Na}_{\text{[B]}}$ (酸素イオン数を23とした場合のB席のNaイオン数) 値は1.54から1.92 p.f.u.を示す. $\text{Fe}^{3+}/[\text{VI}]\text{Al}$ (C席のAlイオン数) $+\text{Fe}^{3+}$ は0.46 ~ 0.67, $\text{Mg}/[\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}]$ は0.49 ~ 0.55とまとまった分布を示し(Fig. 5.B), Leake (1978) による角閃石の旧分類では“クロス閃石”の範囲に入る.

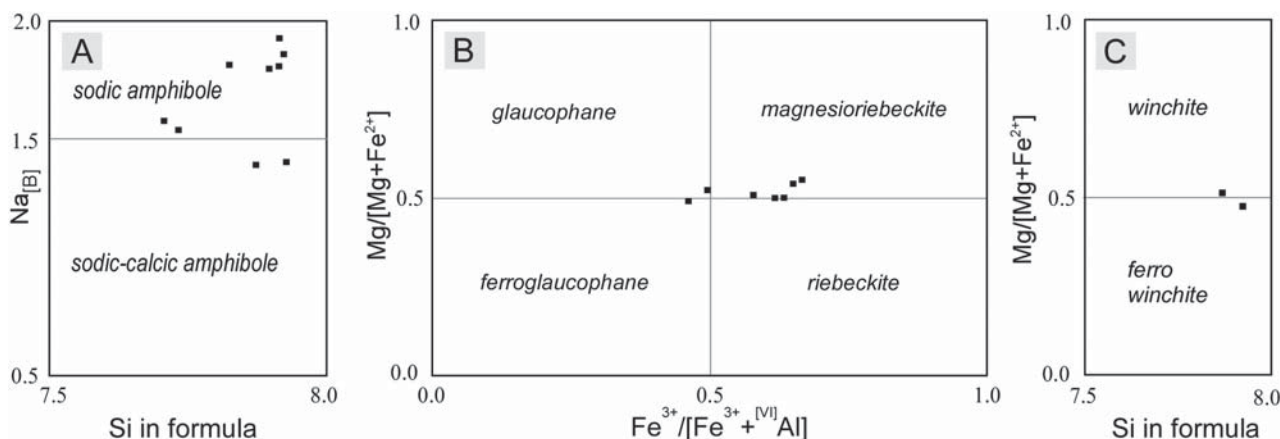
角閃石の元素カラーマッピングを行った結果, アクチノ閃石の周縁部あるいはクラックに沿った部分ではAl及びNa成分が高く, Ca成分は低い (Fig. 6). このことは上述した部分が, 藍閃石+フェロ藍閃石成分に富むことを示している. したがって, Fig. 6に示される元素カラーマップ像はFig. 4.Bの薄片で観察されるNa角閃石の産状と調和的である.

5. 考察

5.1 変玄武岩の変成条件

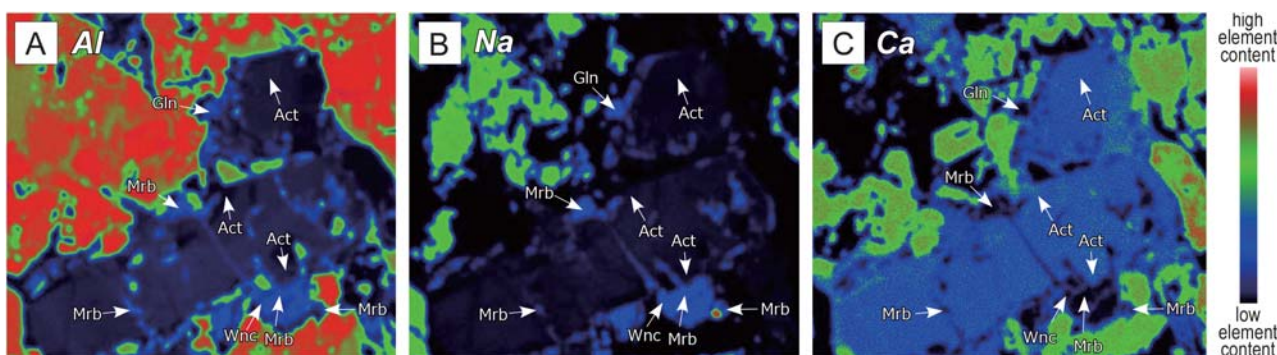
変玄武岩中に見出された, Na角閃石+緑れん石+石英の鉱物組み合わせ (Fig. 4.C) から, この変玄武岩は青色片岩相の緑れん石-青色片岩亜相 (Evans, 1990) に属すると考えられる.

なお, Na角閃石の多くはアクチノ閃石の周縁部やクラックに沿って産している. アクチノ閃石は緑れん石を含むものもある (Fig. 4.B) ことから, Na角閃石が産する以前に, 緑れん石や一部のアクチノ閃石が生じたと考えられる. したがって, 周縁部にNa角閃石が産するアクチノ閃石は, 緑色片岩相の海洋底変成作用で形成されたか, あるいは沈み込み帯でNa角閃石とアクチノ閃石が共存するような, 緑れん石-青色片岩亜相と緑色片岩



第5図 (A) $\text{Na}_{\text{[B]}}$ -Si 図にプロットされた角閃石の値. (B) $\text{Mg}/[\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}]$ - $\text{Fe}^{3+}/[\text{Fe}^{3+}+\text{VI}]\text{Al}$ 図にプロットされた Na 角閃石の値. (C) $\text{Mg}/[\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}]$ -Si 図にプロットされた Na-Ca 角閃石の値. 角閃石の分類は Leake *et al.* (1997) に従った.

Fig. 5 (A) Data of amphibole plotted in $\text{Na}_{\text{[B]}}$ vs. Si diagram. (B) Data of the sodic amphibole plotted in $\text{Mg}/[\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}]$ vs. $\text{Fe}^{3+}/[\text{Fe}^{3+}+\text{VI}]\text{Al}$ diagram. (C) Data of the sodic-calcic amphibole plotted in $\text{Mg}/[\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}]$ vs. Si diagram. Classification of the amphibole followed after Leake *et al.* (1997).



第6図 第4図Bに示されたアクチノ閃石の周縁部に生じた Na 角閃石及び Na-Ca 角閃石の元素カラーマップ. Act: アクチノ閃石, Gln: 藍閃石, Mrb: マグネシオリーベック閃石, Wnc: ウィンチ閃石. (A) Al成分, (B) Na成分, (C) Ca成分.

Fig. 6 Color compositional maps of sodic and sodic-calcic amphibole occurring at the rim of the actinolite shown in Fig. 3.B for Al (A), Na (B) and Ca (C). Act: actinolite, Gln: glaucophane, Mrb: magnesioriebeckite, Wnc: winchite.

相の漸移相で形成された可能性が考えられる。また、Na角閃石の周縁部に産するアクチノ閃石については、上記同様に緑れん石-青色片岩垂相と緑色片岩相の漸移相で形成されたか、あるいは後退変成作用で形成された可能性がある。したがって、現時点ではアクチノ閃石の正確な形成時期に関して特定はできない。

いずれにせよ、本変玄武岩は沈み込み帯において、緑れん石-青色片岩垂相、あるいは緑れん石-青色片岩垂相と緑色片岩相の漸移相程度の高圧型変成作用を受けたと考えられる。

5.2 テクトニックブロックの可能性

本変玄武岩は、構造ゾーンに分布する、変斑れい岩・角閃石岩を伴うテクトニックブロックである建石片岩類とは異なり、片理の発達が悪く、またマイロナイト〜カタクレサイト化を被っていない (Fig. 4.A)。つまり、周囲の岩石と変形度や再結晶度が調和的である。また、東西に隣接する変玄武岩や泥岩珪長質凝灰岩互層との関係は露頭欠如で不明であるが、近辺に大規模な断層や、変斑れい岩・角閃石岩及び建石片岩類に相当する岩石は認められない。以上の事実を考慮すると、本変玄武岩は根田茂コンプレックスの主要構成メンバーそのものであると考えられる。ちなみに、内野・川村 (2010) が報告した、根田茂コンプレックスのメンバーである、高圧型変成作用を受けた可能性があるNa-Ca角閃石を含む変ドレライトの露頭とは150m程度しか離れていない (Fig. 3)。

5.3 根田茂帯における藍閃石発見の意義

根田茂コンプレックスは、ぶどう石-パンペリー石相、パンペリー石-アクチノ閃石相までの弱い変成作用を受けているとされていた (Moriya, 1972; 大貫ほか, 1988)。その後、根田茂帯の結晶片岩類 (建石片岩類) から高圧型変成作用を示す鉱物組み合わせが発見された (内野・川村, 2006) が、その産状と白雲母冷却年代から母体-松ヶ平帯の高圧型変成岩類である先後期デボン紀松ヶ平帯変成岩類 (永広・大上, 1990) に相当するテクトニックブロックと解釈され (Kawamura *et al.*, 2007)、根田茂帯そのものの一部が高圧型変成作用を受けたという考え (内野・川村, 2006) はいったん白紙に戻された。しかしながら、今回の藍閃石を含む変玄武岩の発見で、弱変成付加体と捉えられてきた根田茂コンプレックスの少なくとも一部が、母体-松ヶ平帯の変成岩類と同様に高圧型変成作用を被っていることが初めて確認された。つまり、両者は付加深度や変成作用の点で大きなギャップを持たない可能性が考えられる。

川村・北上古生層研究グループ (1988) は、北上山地に発達する白亜紀左横ずれ断層群における変位復元後の位置関係や、泥岩珪長質凝灰岩互層が卓越するという

類似性、また変形様式の類似性から、根田茂コンプレックスは母体変成岩類と一連である可能性が高いとしたが、前者が高圧型変成作用を受けていないという相違点も指摘していた。しかしながら本報告は、両者が変成作用においても共通の特徴を持つことを初めて示した。このことは、母体変成岩類は根田茂コンプレックスと一連のものであるとする川村・北上古生層研究グループ (1988) の解釈を支持する。今後、根田茂帯と母体-松ヶ平帯の関係をより明確にするには、両者の詳細な変成作用と変成年代の検討が必要である。

謝辞：産業技術総合研究所地質情報研究部門の宮崎一博博士には、変成作用に関して多くのご意見を頂いた。同部門の坂野靖行博士には査読を通じて、本論改善のための有益なご指摘を頂いた。記して感謝の意を表す。

文献

- 永広昌之・大上和良 (1990) 阿武隈山地東縁部の松ヶ平帯変成岩と上部デボン系合ノ沢層の層位関係。地質雑誌, 96, 537-547.
- Evans, B. R. (1990) Phase relations of epidote-blueschists. *Lithos*, 25, 3-23.
- 川村信人・北上古生層研究グループ (1988) 早池峰構造帯の地質学的諸問題。地球科学, 42, 371-378.
- Kawamura, M., Uchino, T., Gouzu, C. and Hyodo, H. (2007) 380 Ma $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of the high-P/T schists obtained from the Nedamo Terrane, Northeast Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 113, 492-499.
- 川村寿郎・井龍康文・川村信人・町山栄章・吉田孝紀 (1996) 南部北上古生界標準層序と“早池峰構造帯”。日本地質学会第103年学術大会見学旅行案内書, 59-97
- Leake, B.E. (1978) Nomenclature of amphiboles. *Canad. Mineral.*, 16, 501-520.
- Leake, B. E., Woolley, A. R., Arps, C. E. S., Birch, W. D., Gilbert, M. C., Grice, F. C., Kato, A., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W. V., Nickel, E. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D. C., Stephenson, N. C. N., Ungaretti, L., Whittaker, E. J. W. and Youzhi, G. (1997) Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. *Canad. Mineral.*, 35, 216-246.
- Moriya, S. (1972) Low-grade metamorphic rocks of the northern Kitakami Mountainland. *Sci. Rep. Tohoku*

Univ., Ser. 3, 11, 239-282.

大貫 仁・柴 正敏・香川浩昭・堀 弘 (1988) 北部北上山地の低温広域変成岩類 I. 区界-盛岡地域. 岩鉱, 83, 495-506.

内野隆之・川村信人 (2006) 根田茂帯 (旧“早池峰帯”) から発見された藍閃石を含む苦鉄質片岩とその意義. 地質雑, 112, 478-481.

Uchino, T. and Kawamura, M. (2010) Tectonics of an Early Carboniferous forearc inferred from a high-*P/T* schist-bearing conglomerate in the Nedamo Terrane, Northeast Japan. *Island Arc*, 19, 177-191.

内野隆之・川村信人 (2010) 根田茂帯のドレライトから見出されたNa-Ca角閃石の意義. 地質調査研究

報告, 61, 209-216.

内野隆之・栗原敏之・川村信人 (2005) 早池峰帯から発見された前期石炭紀放射虫化石-付加体碎屑岩からの日本最古の化石年代-. 地質雑, 111, 249-252.

内野隆之・川村信人・郷津知太郎・兵藤博信 (2008a) 根田茂帯礫岩から得られた含ザクロ石泥質片岩礫の白雲母⁴⁰Ar/³⁹Ar年代. 地質雑, 114, 314-317.

内野隆之・川村信人・川村寿郎 (2008b) 北上山地前期石炭紀付加体「根田茂帯」の構成岩相と根田茂帯・南部北上帯境界. 地質雑, 114補遺, 141-157.

(受付: 2010年3月18日; 受理: 2010年9月6日)