

ポロシリオフィオライト中に見られる日高変成帯 起源の far-travelled horse

The far-travelled horses derived from the Hidaka
metamorphic belt in the Poroshiri Ophiolite, Hokkaido, Japan

新井孝志*・志村俊昭*・豊島剛志**・宮下純夫**

Takashi Arai*, Toshiaki Shimura*, Tsuyoshi Toyoshima** and Sumio Miyashita**

Abstract: The Hidaka metamorphic belt (HMB) was thrust over the Poroshiri Ophiolite westward. The ophiolite was cut by several brittle shear zones which strike NW-SE and dip NE. Tonalitic mylonite, hornblende-biotite gneiss and brown hornblende amphibolite occur along the shear zones. The whole-rock and mineral compositions, and the metamorphic grade (higher than the surrounding rocks) of these rocks are different from those of the ophiolite, showing that they were derived from the HMB. Studies of deformed structures of these rocks and the surrounding rocks lead to the following results: these rocks are 'far-travelled horse' accreted to the footwall (the Poroshiri Ophiolite) derived from the hangingwall (the lower sequence of the HMB). The lower sequence of the HMB was thrust over the ophiolite and formed nappe. Then, a part of the lower sequence was tectonically intermingled with the ophiolite along the NW-SE trending shear zones.

はじめに

日高変成帯は日高主衝上断層(Hidaka Main Thrust, HMT)を介してポロシリオフィオライトに衝上し、ポロシリオフィオライトもまた、西側を西縁衝上断層(Western Boundary Thrust, WBT)で境され日高累層群のイドンナップ帯に衝上している。日高変成帯とポロシリオフィオライトの境界面であるHMTの場合、変形・変成履歴の情報は上盤側の日高変成

帯だけでなく、下盤側のポロシリオフィオライトからも求めることができる。衝上断層の形成過程が、上盤・下盤の両面から直接観察できるという点で、HMTの周辺部は貴重な地域といえるであろう。

ポロシリオフィオライト内部には、NW-SE走向NE傾斜の剪断帯がいくつか存在し、全体として見かけ上、ミ型雁行状に配列している(第1図)。この剪断帯に沿って、周囲よりも高変成度の特異な岩石が産することがある。後

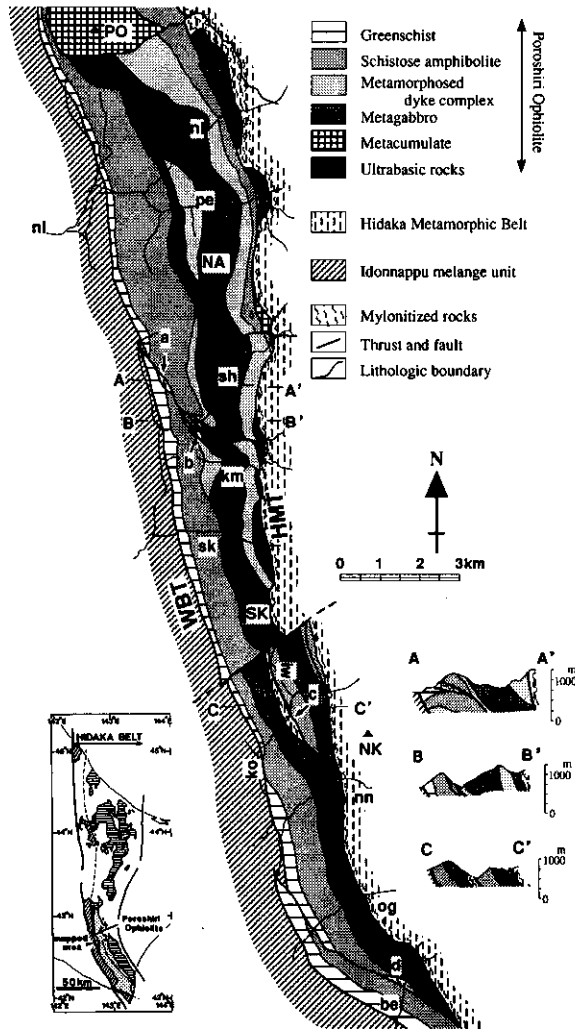
1993年10月12日受付、1994年5月9日受理。

*新潟大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**新潟大学理学部地質科学科

Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University



第1図 ポロシリオフィオライト中部付近の地質図。WBT：西縁衝上断層，HMT：日高主衝上断層，PO：幌尻岳，NA：ナメワッカ岳，SK：シカシナイ山，NK：西川岳，ni：ニイカップ川，pe：ペッピーガイ沢，sh：シュンベツ川，na：ナメワッカ沢，km：カムイ沢，sk：シカシナイ沢，ko：コイボクシュシビチャリ沢，iw：イワナの沢，be：ベニカル沢。

述するように、岩石学および構造地質学的検討から、これらの岩石が日高変成帯起源であることが明らかとなった。このことは、日高変成帯およびポロシリオフィオライトの上昇過程をより具体的に解明する上で、極めて重要な発見である。本論では、ポロシリオフィオライト内に挟在された日高変成帯起源の岩石について記

載し、日高変成帯の衝上過程について検討する。

地質学的背景

日高変成帯は、東から西へ変成度が上昇しグラニュライト相に達する。これは、東側上位の島弧性地殻の断面を示していると解釈されてい

る(小山内ほか, 1986; Komatsu et al., 1989など)。

一方、オフィオライト断片とされるポロシリオフィオライトは、中央部で背斜をなす原岩層序をもち、東縁には、深部層である超苦鉄質岩類や超苦鉄質～苦鉄質集積岩類を原岩とする変成岩類が、断続的に露出する(宮下, 1983)。変成度は、原岩層序に関係なく圧力はほぼ一定(400MPa)で、西から東へ変成温度が上昇する(A～D帯)。深部層はD帯を構成し上部角閃岩相～グラニュライト相に達する。変成作用の熱源として、ポロシリオフィオライト中央部に上昇したより高温のオフィオライト層序下部の岩石からの熱拡散と、ポロシリオフィオライトに衝上した日高変成帯の地殻下部グラニュライト相岩石からの熱拡散の両者が重複した結果によると考えられている(小山内ほか, 1986; 木崎・宮下, 1991など)。

日高変成帯の構造運動は、変成作用の性格の相違を加味して、主変成作用期(D0)、後退変成作用を伴う水平すべり期(D1)、右横ずれ成分を伴う衝上運動期(D2)に区分された(Komatsu et al., 1989など)。また、D2期に相当するポロシリオフィオライトの変形作用は、シュンベツ川地域において8回の変形ステージが区分された(新井・宮下, 1994)。ステージ1は片理面・鉱物線構造の形成、ステージ2は、石英-斜長石質岩の貫入、ステージ3は、ブーダンの形成、ステージ4は、シアバンド・シース褶曲・イントラフォリアル褶曲(B4)・非対称ブーダンの形成、ステージ5はちりめんじわ褶曲(B5)の形成、ステージ6は断層に伴う引きずり褶曲の形成、ステージ7はキンクバンドの形成、ステージ8はプレーナイト-石英脈の形成でそれぞれ特徴づけられる。ポロシリオフィオライトと日高変成帯では、非対称ブーダン、キンク褶曲、プレーナイト-石英脈の形成順序が一致していることから、ステージ3の後期(日高変成帯の変形変成史のSm時相(Toyoshima, 1991)に相当)以降両帯とも同様の変形作用を被りながら上昇したと考えられた(新井・宮下, 1994)。

ポロシリオフィオライトと日高変成帯が接合

し(D2)、その直後に変形が日高変成帯西縁部に集中した結果、マイロナイト帯(Sm時相)が形成された。引き続き接合面(HMT)は、ポロシリオフィオライトD帯の岩体と日高変成帯西縁のマイロナイトとともに、同一のシース褶曲を形成した。このことは、日高変成帯との接合初期の境界面(primary HMT)とその後の運動境界面(secondary HMT)とが衝上運動の進行とともに一致しなくなり、上盤の日高変成帯のマイロナイト中に、D帯の岩体がシース褶曲のコアとして取り込まれたと説明された(志村, 1992)。

このように、断層に沿って反対側の岩石がトラップされる例は、他の剪断帯でも報告されている(Rogers, 1973; Stevens et al., 1992など)。これらは屈曲した剪断面の short-cut などによって、活動的な剪断面の位置が変化し、horse が切り離されて反対側へ付加されることによって起こる(Knipe, 1985; Woodcock & Fischer, 1986)。このような岩体は“far-travelled horse”と呼ばれている(Elliott & Johnson, 1980)。D帯の岩体が、このような far-travelled horse であることが明らかになり、ポロシリオフィオライトと日高変成帯の変形・変成史の対応関係が、詳細に対比できるようになった。

NW-SE 走向の剪断帯に沿って分布する岩体の産状と岩石学的記載

野外における産状

ポロシリオフィオライトの片理面や鉱物線構造は、NW-SE 走向の剪断帯の走向方向に屈曲する。この剪断帯に沿って分布する岩体は4地域で確認された(第1図の a, b, c, d 地点)。各岩体はほぼ60～75mの幅をもつ。

ナメワッカ沢(a地点)では、マイロナイト化した角閃石黒雲母片麻岩と褐色角閃石角閃岩が5～20cmの互層状をなす。延長は約600mと推定される。片状角閃岩との境界部付近では、角閃石黒雲母片麻岩の薄層が、片状角閃岩の片理面にほぼ平行に貫入しているのが観察される。この貫入境界を切断する断層が発達し、下流側

では、断層面は走向N49°W、傾斜52°Eを示し、幅15cm程度の固結した破砕帯を介して接する。上流側では、走向N34°~51°W、傾斜36°~46°Eを示し、幅20cm程度の固結した破砕帯を介して接する。

シュンベツ川(b地点)では、マイロナイト化したトーナル岩質岩を主とし、マイロナイト化した10cm~1m程度のレンズ状~ブロック状の褐色角閃石角閃岩を大量に包有するが、場所によりその包有量は異なる。下流側から、ポロシリオフィオライトの片状角閃岩→トーナル岩質岩→ポロシリオフィオライトの片状角閃岩→トーナル岩質岩→ポロシリオフィオライトの変はんれい岩の順に配列している。最も下流側は、幅30~80cmの固結した破砕帯を介して接し、断層面は、走向N27°~29°W、傾斜52°~76°Eを示す。その上流の片状角閃岩との境界は、幅30cm程度のファイライト化した破砕帯からなり、断層面は、走向N40°~49°W、傾斜58°~60°Eを示す。河床などの水平面で見ても右ずれのセンスを示す。さらに上流側の片状角閃岩との境界付近は2m程度、最も上流側の変はんれい岩との境界付近は60m程度、それぞれ露頭が欠如し直接的な断層面は観察できない。延長は約800mと推定される。

コイボク林道およびイワナノ沢(c地点)では、西側からポロシリオフィオライトの変成集積岩と超苦鉄質岩(ダナイト・ハルツパーチャイト)、5~20cmの互層状をなすマイロナイト化した角閃石黒雲母片麻岩と褐色角閃石角閃岩が分布する。延長はNE-SW走向の断層に切断されているため不明だが、岩体はほぼ南北に約1.6kmにわたって分布すると推定される。片理面は岩体の延長方向と斜交する。マイロナイトと超苦鉄質岩との境界は露頭が欠如しており、直接的な断層面は観察できない。一方、マイロナイトと片状角閃岩は1m程度の固結した破砕帯を介して接する。北から南へ向かって、断層面の走向はN25°EからN34°W、傾斜は76°Eから50°Eへと変化する。超苦鉄質岩と変成集積岩との境界は1m程度の断層粘土を介して接し、北から南へ向かって、断層面の走向はNS

からEW、傾斜は74°Wから42°Nへと変化する。変成集積岩と変はんれい岩は1m程度の断層粘土を介して接し、北から南へ向かって、断層面の走向はN54°WからEW、傾斜は30°Eから60°Nへと変化する。

ベニカル沢(d地点)では、マイロナイト化した角閃石黒雲母片麻岩と黒雲母片麻岩が3cm~1mの互層状をなす。延長は約700mと推定される。この岩体の下流側の片状角閃岩との境界は、2m程度露頭が欠如している。上流側は、変はんれい岩と最大2m程度の破砕帯を介して接し、断層面は走向N34°W、傾斜90°を示す。

鏡下における記載

トーナル岩質岩の変形の弱い部分は花崗岩組織を示す。トーナル岩質岩の鉱物組合せは、ザクロ石(第1図のb地点のみ出現)、黒雲母、斜長石、石英、不透明鉱物からなるものと、角閃石、黒雲母、斜長石、石英、不透明鉱物からなるものがみられる。斜方輝石や単斜輝石は確認されていない。

褐色角閃石角閃岩は、斜長石、褐色角閃石からなる。鏡下で、斜長石はソーシュライト化が著しい。角閃石は褐色のコアと緑色~淡緑色のリムをもち、リムにむかって温度低下を示す。斜方輝石や単斜輝石は確認されていない。トーナル岩質岩と褐色角閃石角閃岩との接触境界部には、0.1~1.5mmの褐色角閃石や0.1~0.3mmの褐色黒雲母の細粒結晶が形成されている。これらの角閃石とは異なり、周囲のポロシリオフィオライトの片状角閃岩の角閃石は、緑色から青緑色を呈する。軸色におけるこのような違いは、変成度が異なっていることを示している。

これらの岩石は、HMT付近に分布する日高変成帯西縁のマイロナイト(小山内, 1985; Toyoshima, 1991)と、岩相上極めて類似している。

全岩化学組成

1) ACF図

トーナル岩質岩の全岩化学組成は、SiO₂量で

は61~65wt.%にわたっている(第1表)。トータル岩質岩は、ザクロ石を含むものとザクロ石を含まず角閃石を含むもので、その全岩化学組成領域が異なる(第2図, 第1表)。前者は、日高変成帯のSタイプトータル岩の、後者はIタイプトータル岩の領域にプロットされるが、両者とも最下部・下部トータル岩(小松ほか, 1986; Osanai et al., 1991; 志村, 1992; Shimura et al., 1992)の領域寄りにプロットされる(第2図)。

2) mg 値-各酸化物変化図

トータル岩質岩中に包有されている褐色角閃石角閃岩は、比較的均質な玄武岩組成を有している(第1表)。ポロシリオフィオライトの緑色角閃石角閃岩の組成と比較すると、その組成領域からやや外れており、特に K_2O に関しては明かにポロシリオフィオライトの領域から外れている(第3図)。一方、日高変成帯の褐色角閃石角閃岩の組成と比較すると、ほぼその組成領

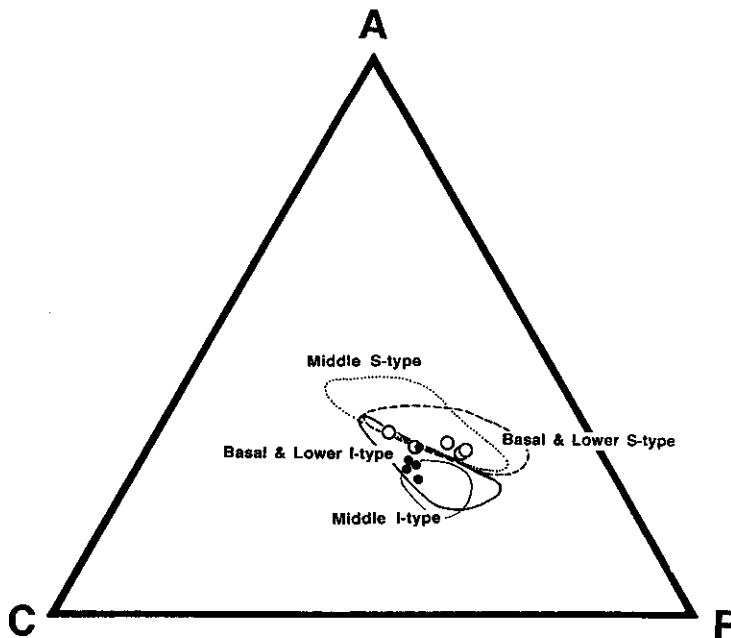
域の中央部にプロットされる(第3図)。

鉱物組成

1) ザクロ石

日高変成帯最下部トータル岩中のザクロ石には、壁岩の変成岩類とマグマとの反応のために、コアからリムに向かってパイロープ(*Prp*)が増加しスペッサルティン(*Sps*)が減少する正累帯構造を持つものがある(志村, 1988)。これらのザクロ石の組成は、スペッサルティン-アルマンディン(*Alm*)-パイロープ図で三角形のより内側に広く分布し(第4図の点線)、砂泥質変成岩類中のザクロ石の組成(第4図の破線のⅡ, Ⅲ, Ⅳ)とは明瞭に異なっている。

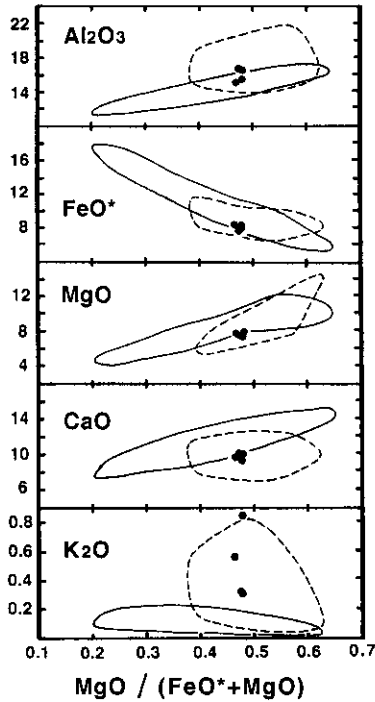
シュンベツ川(b地点)のトータル岩質岩のザクロ石の組成累帯構造を検討した。ザクロ石は、コアからリムに向かって、*Alm*が増加し*Sps*がやや減少する正累帯構造を示し、最外縁で、*Prp*が減少し*Sps*が増加する逆累帯構造を示す



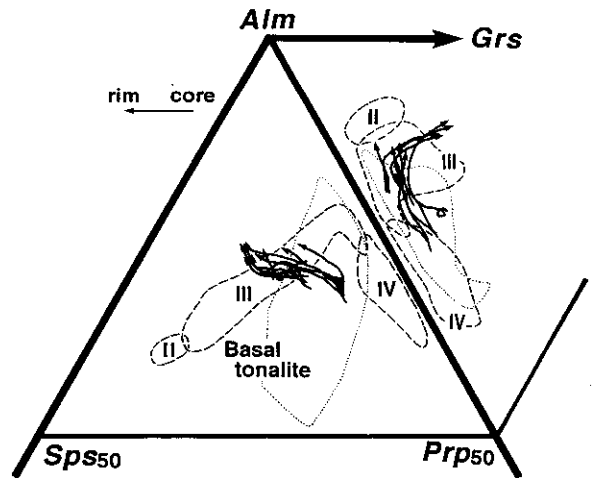
第2図 ポロシリオフィオライトに狭在される horse 中のマイロナイト化したトータル岩質岩の化学組成を示す ACF 図。黒丸：角閃石黒雲母マイロナイト、白丸：ザクロ石黒雲母マイロナイト。細実線は高橋(1992)による札内川上流域のIタイプトータル岩の領域、他は新冠川上流域の志村未公表データ。

第1表 ポロシリオフィオライトに狭在される horse 中の岩石の全岩化学組成の分析値の例。ASI: aluminium saturation index, molecular $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$.

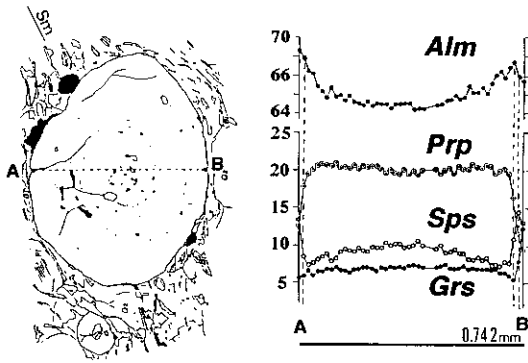
SAMPLE ROCK NAME	NM82912 Hbl-Bt MYLO	NM82810 Hbl-Bt MYLO	SB08 Grt-Bt MYLO	SB12 Grt-Bt MYLO	SB06 Grt-Bt MYLO	SB02 b-Hbl AMP	IW19 b-Hbl AMP
SiO ₂	61.90	66.18	62.86	64.15	65.09	52.54	53.65
TiO ₂	0.48	0.63	0.74	0.51	0.79	0.86	1.02
Al ₂ O ₃	17.96	16.11	16.64	17.29	15.42	15.82	16.25
Fe ₂ O ₃	1.12	1.34	1.19	1.09	0.95	1.95	4.05
FeO	2.37	3.28	4.12	2.52	5.40	6.54	3.55
MnO	0.07	0.11	0.11	0.07	0.19	0.18	0.12
MgO	4.35	2.06	3.24	2.85	2.45	7.68	7.37
CaO	5.51	3.57	5.31	5.14	3.19	9.33	9.28
Na ₂ O	4.25	3.98	3.00	3.76	3.12	2.32	4.01
K ₂ O	1.75	2.20	1.51	1.29	1.92	0.85	0.69
P ₂ O ₅	0.09	0.13	0.11	0.11	0.13	0.06	0.11
L.O.I.	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	99.87	99.62	98.86	98.77	98.65	98.14	100.11
ASI	0.95	1.04	1.03	1.02	1.18	0.73	0.67



第3図 ポロシリオフィオライトに狭在される horse 中の褐色角閃石角閃岩(黒丸)の全岩化学組成を示すハーカー図。実線はポロシリオフィオライトの角閃岩の領域、破線は日高変成帯の褐色角閃石角閃岩(小山内, 未公表データ)の領域。



第4図 ポロシリオフィオライトに狭在されるトータル岩質岩中のザクロ石の化学組成。破線は、小山内(1986)による各変成成分帯(Ⅱ帯→Ⅳ帯)の砂泥質変成岩類中のザクロ石の化学組成範囲。点線は志村未公表データ。略号はKretz(1983)による。



第5図 ポロシリオフィオライトに挟在されるトータル岩質岩中のザクロ石の組成累帯構造パターン。略号は Kretz (1983)による。

(第5図)。コアの組成は、 $Alm_{64-65.8} Sps_{7.6-8.2} Prp_{21.3-24.1} Grs_{3.1-4.2}$ 、最外縁では、 $Alm_{67-69.1} Sps_{13-15.1} Prp_{9.5-11.7} Grs_{6.6-11.1}$ である。この組成と累帯構造は、本地域北東側に分布する日高変成帯の最下部・下部Sタイプトータル岩中のザクロ石の組成(第4図の点線)および累帯構造(志村, 1988, 1992; Shimura et al., 1992)に類似する。

2) 角閃石

角閃石の組成変化と変成度との関係について、実験や天然の岩石を用いた研究から、Al, Ti, Na+Kは温度上昇にともなって増加することが確かめられている(例えば Leake, 1965; Spear, 1981)。ここでは、角閃石のTi量について検討した(第6図)。ポロシリオフィオライトの角閃石はリムほどTi量が増加している。しかし、トータル岩質岩に包有されている褐色角閃石角閃岩は、コアよりもリムのほうがTi量が少ない(第6図の上2つ, 第2表)。これは、日高変成帯西縁の角閃岩マイロナイト中の角閃石の組成およびTi量の累帯構造(第2表, 第6図のHMB)に類似する。

トータル岩質岩の変形構造

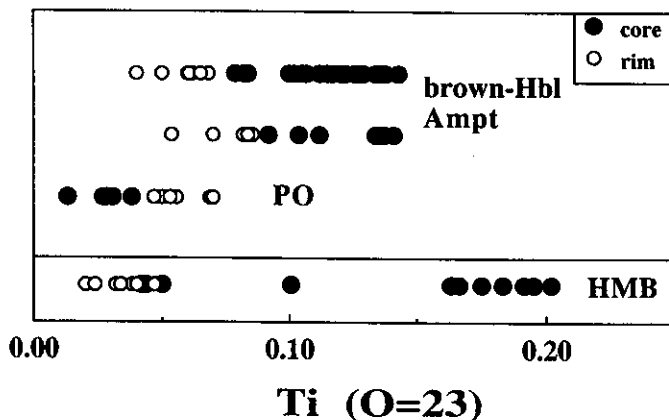
トータル岩質岩の片理面は、第1図のa地点では、走向がNWないしEWで傾斜はNEないしSの $28^{\circ} \sim 46^{\circ}$ 、b地点では $N40^{\circ} \sim 60^{\circ} W$ で

NEないしSWの $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、c地点では $N29^{\circ} \sim 46^{\circ} W$ でNEないしSWの $68^{\circ} \sim 86^{\circ}$ 、d地点では $N37^{\circ} \sim 68^{\circ} W$ でNEないしSWの $68^{\circ} \sim 90^{\circ}$ を示す。いずれも周囲のポロシリオフィオライトの片理面とは斜交する。また、鉱物線構造は、a地点では、 $N14^{\circ} \sim 31^{\circ} W$, $20^{\circ} \sim 34^{\circ} N$ 、b地点では $N40^{\circ} \sim 53^{\circ} W$, $10^{\circ} \sim 15^{\circ} N$ またはS、c地点では、 $N34^{\circ} \sim 51^{\circ} W$, $10^{\circ} \sim 20^{\circ} S$ を示す。この線構造は、片理面上に見られる黒雲母や斜長石の伸長方向の定向配列によるものである。

シュンベツ川(b地点)では、片理面の非対称小褶曲が発達し、isoclinal~tightな形態を示す。半波長は10~15cm、振幅は20~30cmのものが多く、褶曲軸は、ポロシリオフィオライトのB4褶曲軸方向とやや斜交し、 $N35^{\circ} \sim 60^{\circ} W$, $4^{\circ} \sim 10^{\circ} S$ を示す。この褶曲は、ちりめんじわ褶曲に切断されている。ちりめんじわ褶曲の褶曲軸は、 $N60^{\circ} \sim 70^{\circ} W$, $20^{\circ} \sim 30^{\circ} S$ で、ポロシリオフィオライトのB5褶曲(ちりめんじわ褶曲)の方向とはほぼ平行か $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 西よりで、プランジ角は $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ゆるい。さらに、isoclinal~tightな非対称小褶曲を切断する振幅が5m程度のtight~openの非対称褶曲も認められ、褶曲軸は $N30^{\circ} \sim 40^{\circ} E$, $50^{\circ} S$ を示す。形成時期はちりめんじわ褶曲とほぼ同時と考えられる。

レンズ状包有物の角閃岩の先端部からは、トータル岩質岩の片理面に平行なテールが延びている。ところで、日高変成帯のマイロナイト化したトータル岩質岩中には、右横ずれ剪断を示す超苦鉄質岩や角閃岩のレンズ状包有物が見られ、周囲の片理面に平行なテールが包有物の先端部から延びている(在田ほか, 1986; Toyoshima, 1991)。本論のレンズ状包有物の角閃岩も、日高変成帯のマイロナイト化したトータル岩質岩中のレンズ状包有物と同様な変形構造を示す。

以上のようにトータル岩質岩の片理面は、ポロシリオフィオライトの片理面を切断し、B4・B5褶曲を被っている。トータル岩質岩がポロシリオフィオライトに巻き込まれた時期は、ポロシリオフィオライトの変形ステージの4から5の間と考えられる。



第6図 角閃岩中の角閃石のTi量の累帯構造の比較. brown-Hbl Ampt: horse 中のトータル岩質岩に包有されている褐色角閃石角閃岩. PO: horse 中のトータル岩質岩の周囲のポロシリオフィオライトの緑色角閃石角閃岩, HMB: 日高変成帯西縁のマイロナイト中の褐色角閃石角閃岩.

第2表 角閃岩中の角閃石の分析値の例. SH33: ポロシリオフィオライトに狭在される horse 中の褐色角閃石角閃岩. HMB: 日高変成帯西縁のマイロナイト中の褐色角閃石角閃岩. PO: horse 中のトータル岩質岩の周囲のポロシリオフィオライトの緑色角閃石角閃岩.

	SH33		HMB		PO			
	core	rim	core	rim	core	rim	core	rim
SiO ₂	46.79	47.89	46.70	45.68	44.81	46.04	48.88	43.07
TiO ₂	1.24	0.77	1.00	0.49	1.41	1.05	0.26	0.49
Al ₂ O ₃	8.73	6.82	7.81	9.73	8.98	8.98	5.65	11.23
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.09	0.00	0.00	0.00	0.24	0.05
FeO*	16.46	14.73	15.62	15.10	16.79	16.86	16.30	19.22
MnO	0.45	0.37	0.44	0.28	0.36	0.36	0.30	0.28
MgO	11.16	12.83	11.66	11.31	10.89	11.09	12.01	9.14
CaO	11.62	12.19	11.46	12.46	10.70	10.90	11.71	11.83
Na ₂ O	1.05	0.78	0.97	1.10	1.19	1.02	0.87	1.61
K ₂ O	0.37	0.25	0.33	0.32	0.47	0.38	0.08	0.19
Total	97.87	96.64	96.08	96.47	95.60	96.68	96.28	97.11
<i>Cations per 23 oxygens</i>								
Si	6.93	7.12	7.02	6.84	6.69	6.77	7.32	6.56
Al	1.52	1.19	1.38	1.72	1.58	1.56	1.00	2.01
Ti	0.14	0.09	0.11	0.06	0.16	0.12	0.03	0.06
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
Fe	2.04	1.83	1.96	1.89	2.10	2.07	2.04	2.45
Mn	0.06	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04
Mg	2.46	2.84	2.61	2.52	2.42	2.43	2.68	2.07
Ca	1.84	1.94	1.85	2.00	1.71	1.72	1.88	1.93
Na	0.30	0.22	0.28	0.32	0.34	0.29	0.25	0.47
K	0.07	0.05	0.06	0.06	0.09	0.07	0.01	0.04
Total	15.36	15.33	15.35	15.44	15.14	15.08	15.28	15.63

FeO* = total Fe

考 察

1. 挟在されている岩石の起源について

全岩化学組成やザクロ石の累帯構造は、挟在されている岩石が、日高変成帯の最下部または下部Sタイプ、Iタイプトータル岩を起源とするマイロナイトであることを示唆している。褐色角閃石角閃岩中の角閃石の累帯構造は、周囲のポロシリオフィオライトの角閃石より変成温度が高く、コアからリムに向かって温度低下を示している。一方、ポロシリオフィオライトの角閃石は、コアからリムに向かって温度上昇を示している。また産状においては、褐色角閃石角閃岩はトータル岩質岩に包有されているので、ポロシリオフィオライトの緑色角閃石角閃岩とは起源が異なる岩石であると考えられる。ところで、日高変成帯の最下部・下部トータル岩体には、超苦鉄質岩、砂泥質グラニュライト、角閃石黒雲母片麻岩、褐色角閃石角閃岩などの変成岩類がブロックとして包有されている(小松, 1986; 志村, 1992)。ポロシリオフィオライトに挟在される岩体内の角閃岩も、初生的にはトータル岩中の捕獲岩であったと考えられる。

以上のように、挟在されている岩石は、本来ポロシリオフィオライト中に存在していたものではなく、日高変成帯を起源とする岩石である。

2. 日高変成帯起源の岩石はどのようにもたらされたのか

ポロシリオフィオライトに挟在されている日高変成帯起源の岩石は、どのようにもたらされたのであろうか。

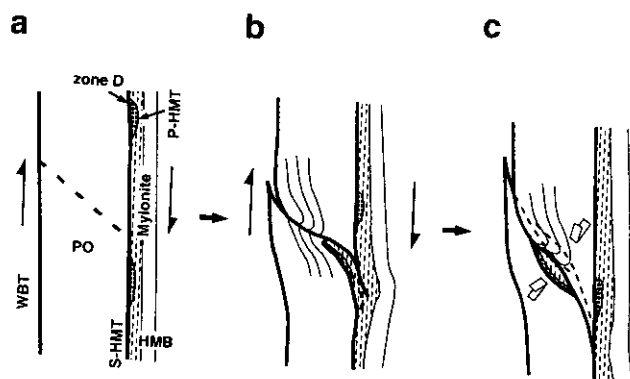
D1では日高変成帯が duplex を形成しながら上昇し、引き続き D2において、日高変成帯は浅部層から深部層を急速に露出させながら衝上し、primary HMT を介してポロシリオフィオライトの D 帯を引き剥がす(ステージ 4)。NW-SE 走向の剪断帯は、ポロシリオフィオライトの変成分帯(小山内ほか, 1986)を切断していることから、ポロシリオフィオライトの主要変成作用期(ステージ 1 から 4)以降に形成され

たと考えられる。a 地点においては貫入関係が認められるが、貫入関係は他の地点では見られない。貫入時期は、日高変成帯のマイロナイト化以前であり(志村, 1992)、ポロシリオフィオライトの変形ステージの 2 から 3 の間にもたらされ、ポロシリオフィオライトとともに変形作用をこうむった。D2の運動像は右横ずれ成分を伴う衝上運動であるので、上盤の日高変成帯のマイロナイト中に、ポロシリオフィオライト D 帯の岩体がシース褶曲のコアとして取り込まれた後、日高変成帯のマイロナイトの一部は、ポロシリオフィオライト上に thin-skin 状のナップとして定置した可能性がある。ところで、日高変成帯の南部地域ではナップ構造の形成が明らかにされ、南部地域全体にナップ構造が卓越すると考えられた(在田ほか, 1986; 大和田, 1989)。また、Toyoshima (1991)でも、マイロナイト化を伴う西側へのナップ構造の形成を示唆している。このようなことから、本地域においても同様なナップ構造の形成が起こったと考えられる。ナップ構造形成とともに、日高主衝上断層付近に剪断変形作用が集中し secondary HMT が形成された(第 7 図の a)。リーデルシア型の NW-SE 走向の断層が形成され、ポロシリオフィオライトは、日高変成帯のマイロナイトとともに duplex を形成した(第 7 図の b)。この右横ずれ断層に沿ってポロシリオフィオライト D 帯と日高変成帯起源の岩石が引きずり込まれた。b 地点では周囲のポロシリオフィオライトの片状角閃岩の引きずり型の褶曲構造が形成されつつ、北側のブロックが南側のブロックに衝上した(第 7 図の c)。最終的に、日高変成帯起源の岩石は、ポロシリオフィオライトの中に挟みこまれた far-travelled horse として残されたと考えられる。ポロシリオフィオライト上にナップとして定置した日高変成帯は、削剝により消滅してしまったのであろう。

まとめ

以上述べてきたことを以下に要約する。

1. ポロシリオフィオライト内部の NW-SE 走



第7図 ポロシリオフィオライト中に巻き込まれる horse の形成史を示す模式図。WBT
 : 西縁衝上断層, HMT: 日高主衝上断層, PO: ポロシリオフィオライト, HMB
 : 日高変成帯, P-HMT: primary HMT, S-HMT: secondary HMT.

向の剪断帯に沿って、日高変成帯起源のマイロナイト化したトーナル岩質岩が分布している。トーナル岩質岩は、非対称なレンズ状の形態を示す褐色角閃石角閃岩を包有することがある。岩体はほぼ60m～75mの幅をもち、ポロシリオフィオライトのD帯を伴うことがある。一部に角閃石黒雲母片麻岩の薄層が、ポロシリオフィオライトに貫入する関係が認められる。この岩石は、ポロシリオフィオライトの変形ステージの2から3の間にもたらされ、ポロシリオフィオライトとともに変形作用をこうむった。

2. 岩石学的性質の検討から、マイロナイト化したトーナル岩質岩は、日高変成帯の最下部または下部Sタイプトーナル岩を起源とする。また、このトーナル岩質岩に包有される角閃岩は、日高変成帯の褐色角閃石角閃岩に相当する。

3. トーナル岩質岩の片理面は、ポロシリオフィオライトの片理面を切断し、B4・B5褶曲を被っている。トーナル岩質岩がポロシリオフィオライトに巻き込まれた時期は、ポロシリオフィオライトのステージ4から5の間と考えられる。

4. 日高変成帯のマイロナイトの一部は、ポロシリオフィオライトに thin-skin 状のナップとして定置し、NW-SE 走向の右横ずれ断層に沿ってポロシリオフィオライトD帯と日高変成帯

起源の岩石が引きずり込まれた。日高変成帯起源の岩石は、ポロシリオフィオライトの中に挟みこまれた far-travelled horse と考えられる。

引用文献

- 新井孝志・宮下純夫, 1994, シュンベツ川上流地域における日高帯ポロシリオフィオライトの剪断変形作用と変成作用. 地質雑, **100**, 162-176.
- 在田一則・豊島剛志・大和田正明・宮下純夫・Jolivet, L., 1986, 日高変成帯の構造運動. 地団研専報, no.31, 247-263.
- Elliott, D. and Johnson, M.R.W., 1980, Structural evolution of the northern part of the Moine Thrust Zone. *Trans.R.Soc.Edinburgh, Earth Sci.*, **71**, 69-96.
- 木崎健治・宮下純夫, 1991, 日高変成帯西帯における2タイプの温度構造. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 287.
- Knipe, R.J., 1985, Footwall geometry and the rheology of the thrust sheets. *J. Struct. Geol.*, **7**, 1-10.
- 小松正幸, 1986, 日高変成帯形成のテクトニクス. 地団研専報, no.31, 441-450.
- ・宮下純夫・在田一則, 1986, 日高変

- 成帯の構成. 地団研専報, no.31, 189-203.
- Komatsu, M., Osanai, Y., Toyoshima, T. and Miyashita, S., 1989, Evolution of the Hidaka metamorphic belt, northern Japan. In Daly, J. S., Cliff, R. A. and Yardley, B. W. D., eds., *Evolution of Metamorphic Belts. Geol. Soc. London, Spec. Pub., no.43*, 487-493.
- Kretz, R., 1983, Symbols for rock-forming minerals. *Amer. Mineral.*, **68**, 277-279.
- Leake, B. E., 1965, The relationship between tetrahedral aluminium and the maximum possible octahedral aluminium in natural calciferous and subcalciferous amphiboles. *Amer. Mineral.*, **50**, 843-851.
- 宮下純夫, 1983, 日高変成帯西帯におけるオフィオライト層序の復元. 地質雑, **89**, 69-86.
- 小山内康人, 1985, 静内川上流地域における日高変成帯主帯変成岩類の地質と変成分帯. 地質雑, **91**, 259-278.
- , 1986, 日高変成帯主帯グラニュライト相変成岩のアナテクシス. 総研連絡誌「北海道の構造帯」, no.1, 38-44.
- Osanai, Y., Komatsu, M., Owada, M., 1991, Metamorphism and granite genesis in the Hidaka metamorphic belt, Hokkaido, Japan. *Jour. metam. Geol.*, **9**, 111-124.
- 小山内康人・宮下純夫・在田一則・番場光隆, 1986, 大陸地殻-海洋地殻接合衝上体における変成作用と温度・圧力構造-日高変成帯主帯・西帯の例-. 地団研専報, no.31, 205-222.
- 大和田正明, 1989, 日高変成帯主帯南端部に分布する花崗岩質岩類の地質および化学組成-特に含堇青石花崗岩類について-. 地質雑, **95**, 227-240.
- Rogers, T. H., 1973, Fault trace geometry with the San Andreas and Calaveras fault zones. *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.*, **13**, 251-258.
- 志村俊昭, 1988, 日高変成帯最下部ザクロ石-シソ輝石トータル岩の泥質変成岩包有物の同化・結晶作用. 総研連絡誌「北海道の構造帯」, no.3, 28-37.
- , 1992, 花崗岩質マグマの進入と日高変成帯の衝上テクトニクス. 地質雑, **98**, 1-20.
- Shimura, T., Komatsu, M. and Iiyama, J.T., 1992, Genesis of the lower crustal Grt-Opx tonalite (S-type) in the Hidaka Metamorphic Belt, northern Japan. *Trans.-R.Soc.Edinburgh, Earth Sci.*, **83**, 259-268.
- Spear, F. S., 1981, An experimental study of hornblende stability and compositional variability in amphibolite. *Amer. Jour. Sci.*, **281**, 697-734.
- Stevens, C. H., Stone, P. and Kistler, W., 1992, A speculative reconstruction of the middle Paleozoic continental margin of southwestern north America. *Tectonics*, **11**, 405-419.
- 高橋 浩, 1992, 日高変成帯主帯札内川上流地域のトータル岩類の岩石学的研究-Sタイプ/Iタイプ花崗岩類の共存関係-. 地質雑, **98**, 295-308.
- Toyoshima, T., 1991, Tectonic evolution of the Hidaka metamorphic belt and its implication in late Cretaceous-middle Tertiary tectonics of Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. E (Geology & Mineralogy)*, **8**, 1-107.
- Woodcock, N. H. and Fischer, M., 1986, Strike-slip duplexes. *J. Struct. Geol.*, **8**, 725-735.