

# 報 文

551. 762(524)

## 北海道北東部中生界の層序・構造および変成作用

寺岡易司\* 橋本光男\*\* 奥村公男\*

### Geology and Metamorphism of the Mesozoic Formations of Northeastern Hokkaido

By

Yoji TERAOKA, Mitsuo HASHIMOTO and Kimio OKUMURA

#### Abstract

The Kitami area, northeastern Hokkaido, is underlain by the Mesozoic sedimentary and volcanic rocks, which are stratigraphically classified into the following three groups in the ascending order: the Yubetsu, the Nikoro and the Saroma Groups. The first and the last consist argely of shale and sandstone, while basic volcanic rocks predominate in the second. The fossils in limestone of the Nikoro Group resemble those in the Upper Jurassic Torinosu limestone of Shikoku. The Saroma Group contains *Buchia* spp. indicating an Upper Jurassic age.

The Mesozoic strata form an asymmetrical synclinorium plunging to the north, the axial plane of which dips to the west.

Metamorphic minerals of the prehnite-pumpellyite metagreywacke facies are widely found in basic volcanic rocks of the Nikoro Group and also in some of the Yubetsu and Saroma Groups. The rocks would have suffered a burial metamorphism.

#### まえがき

豊頃—北見帯の北部にあたる北見地域には、新第三系の基盤をなして、中生界が広く分布している。これについては、古くより金・銀・水銀・マンガンなどの鉱床調査に関連して部分的にはかなり詳しく調べられていたが、全体としては不明な点が多く、ながらく時代未詳中生層または先白亜系として扱われてきた。ところが1960年代になるとこの地域の5万分の1地質図幅調査が次々と実施され、中生界に関する知識が著しく増大した。筆者の一人寺岡もこの調査に従事し、すでに報告したように、いくつかの新知見を得た。一方、橋本・奥村は、変成岩研究の立場からこの中生界に興味をもち、最近岩石薄片を再検討して、それが低度の変成作用をうけていることを明らかにした。HASHIMOTO et al. (1970) は、その成果にもとづいて、「日本変成相図」のこの地域にぶどう石・パンペリー石相を表示した。しかし、豊頃—北見帯の変成作用については従来ほとんど知られていないので、ここにその概要を報告する。また、この機会に既存

の資料を検討して中生界の層序・構造の大綱を示すことにする。

この研究に際し、地質調査所の沢村孝之助技官から多数の岩石薄片の提供を受け、また貴重な御助言を賜った。また猪木幸男技官には原稿を読んでいただいた。ここに記して謝意を表する。

#### 1. 層 序

北見周辺の豊頃—北見帯では、西部に砂岩・頁岩などの碎屑岩からなる地層群が、東部には塩基性火山岩を主とするものが発達し、サロマ湖南岸付近では後者にかこまれて碎屑岩層群が分布する。かつてこれら中生代の3層群は、それぞれ湧別層群、輝緑凝灰岩層群（または先白亜系）および佐呂間層群とよばれ、湧別層群は輝緑凝灰岩層群と断層関係にあるが、層序的には後者の上位に重なる佐呂間層群に対比されるもので、湧別・佐呂間両層群は下部蝦夷層群相当層または輝緑凝灰岩層群とともに空知層群に相当するものと考えられていた(福富ほか、1936; 福富ほか、1936; 橋本、1952, 1960 a, 1960 b)。

ところが寺岡ら(寺岡ほか、1962; 山田ほか、1963)は、湧別層群がこの地域の中生界の下部をなすもので、

\* 地質部

\*\* 国立科学博物館

その上位に仁頃層群(従来の輝緑凝灰岩層群)と佐呂間層群が順次整合に累重することを明らかにした。そして、仁頃層群産の鳥ノ巣型化石や佐呂間層群から採取された *Buchia* spp. および中生界全体の岩相層序などからして、仁頃層群と佐呂間層群は上部ジュラ系で、それぞれ空知層群の山部層と主夕張層に対比可能であり、湧別層群もおそらくジュラ系に属し、日高累層群の神威層群(長谷川ほか, 1961)に相当するものとみなした。このような見解はその後の調査結果とも矛盾しないので、本論でもそれに従うことにする。

以下、中生界の層序・構造を記述するわけであるが、これはおもに下記のような5万分の1地質図幅および説明書にもとづくものである: 生田原(山田ほか, 1963), 小利別(鈴木・浅井, 1963), サロマ湖・三里番屋(黒田・寺岡, 1964), 留辺蘂(沢村・秦, 1965), 本岐(山口・沢村, 1965), 端野(石田ほか, 1968), 北見(石田・沢村, 1968)。

### 1.1 湧別層群 (Yubetsu Group)

湧別層群は留辺蘂付近からサロマ湖西岸にかけて広く分布し、ほぼ NNE-SSW の一般走向を示し、多くの走向断層で切られ、部分的には褶曲もしているが、大局的には東側ほど上位の地層が露出し、全層厚は10,000m以上にも達すると推定される。遠軽図幅地域の本層群についてはまだよくわかっていないので、ここでは生田原図幅地域のものを中心に記述する。

生田原図幅地域では、下位から上位へ、次のような層序が認められる。各層は整合に累重する。

**安田層**(下限不明, 800 m 以上) 下部は中～細粒砂岩を主とし、上部は砂岩頁岩厚互層と粗粒砂岩からなる。

**旭野層**(約 1,500 m) 砂岩と頁岩がさまざまな厚さをもって交互する互層からなり、全体として砂岩がちである。まれに凝灰岩を挟む。

**旭峠層**(約 850 m) 中粒砂岩を主とし、頁岩を伴う。

**二線層**(約 1,400 m) 中粒砂岩・頁岩からなり、これらは多くの場合3～20mの厚さで交互する。級化層理を示す中～薄互層もあり、その発達は北方ほど著しい。

**大成層**(約 1,200 m) 頁岩を主とし、頁岩砂岩薄互層、凝灰岩を伴う。凝灰岩は厚さ数m以下で、少なくとも4層準にあり、まれにチャートや石灰岩の小岩体を伴う。

**瑞穂層**(約 3,500 m) 頁岩砂岩互層と厚層をなす塊状の中～粗粒砂岩からなり、量的には前者がはるかに優勢である。互層は級化層理のよく発達したフレッシュ型

の薄互層を主とし、中～厚互層を伴う。塊状砂岩は本層の上半部に多いが、これは層厚や粒度の側方変化に富み、ときおり厚さ数m以下の中礫礫岩を挟む。以上のほか、瑞穂層にはまれながら礫質泥岩・チャートおよび凝灰岩もみられる。

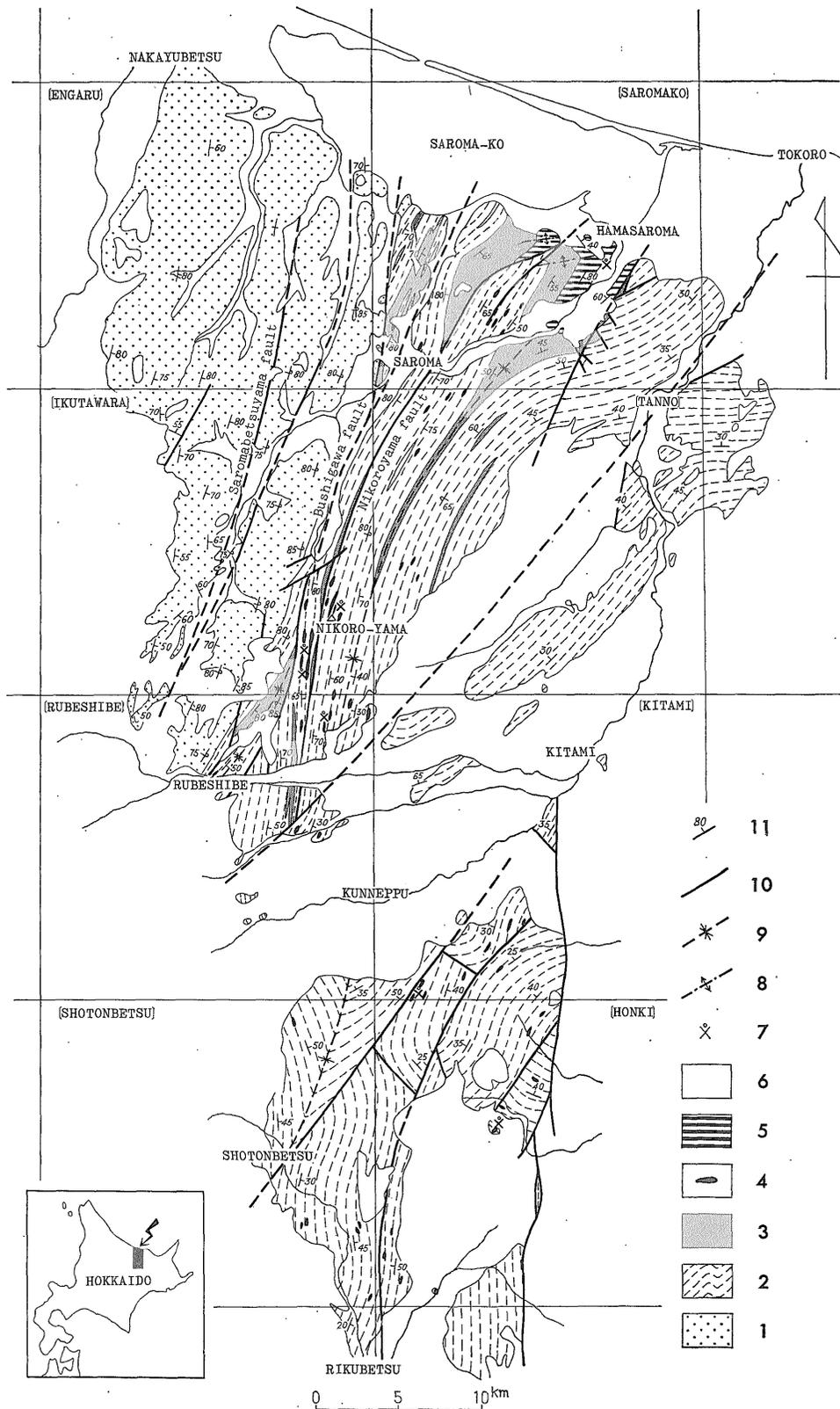
**若佐層**(約 1,100 m) 塊状の中～粗粒砂岩を主とし、頁岩砂岩互層や礫岩を伴う。これらは瑞穂層のものと大差ないが、礫岩の層厚はときに50mにも達する。粗粒砂岩の発達は北方に向かって悪くなり、遠軽・サロマ湖両図幅地域にはいると下位層との区別が困難になる。

**中園層**(約 430 m) : 湧別層群の最上部をなすもので、ほとんど頁岩ばかりからなる。仁頃層群の直下では凝灰岩やチャートの薄層が挟在する。

湧別層群の砂岩は灰緑～暗灰色を呈し、粗いものほど緑色を帯び、しばしば頁岩の同時侵食礫を含む。砂粒は角ばり、淘汰不良で、それを構成するものとしては、安山岩～玄武岩質火山岩が最も多く、そのほかチャート・砂岩・粘板岩・長石・石英・角閃石・単斜輝石・黒雲母などがある。また、まれには砂粒としてパンペリー石・ぶどう石などを含む緑色岩や緑れん石・緑閃石をふくむ緑色片岩がみとめられる。有色鉱物は比較的新鮮で、砂粒としてだけでなく、火山岩片にも普通にみられる。砂岩組成からして、粗粒堆積物の主要供給源は中～塩基性火山岩であったことがわかる。層群全体としてみると、北方にいくにつれ砂岩の発達がわるくなり、堆積物が細粒化する傾向がある。この傾向は瑞穂・若佐両層でとくに顕著である。泥質岩は一般に頁岩質で、粘板岩または千枚岩と称すべきものはみられない。礫岩はよく円磨された中礫、ときに大～巨礫を含む。礫種としては、チャート・砂岩・粘板岩・安山岩・玄武岩・閃緑岩・花崗岩などがあり、まれに黒雲母片麻岩などの変成岩もみられる。以上のような外来礫のほか、同時侵食礫として角ばった頁岩礫が多い。凝灰岩は中～塩基性のもので、黄緑ないし暗緑色を呈し、風化すると赤褐色になる場合もある。一般にごく細粒であるが、瑞穂層ではごくまれに安山岩の岩片や軽石片を含む。チャートは淡青・灰白・赤など種々の色を呈する縞状または塊状のもので、厚さ数m以下のレンズ状岩体をなして挟在する。凝灰岩やチャート中にはときに *Radiolaria* が含まれている。なお、湧別層群からはまだ時代決定に有効な化石はみいだされていない。

### 1.2 仁頃層群 (Nikoro Group)

塩基性火山岩を主とし、頁岩・凝灰質砂岩・礫岩・チャート・石灰岩を伴う地層群で、層厚は数1,000mに達すると推定される。このような地層群は断続的ながら豊



1 : Yubetsu Group, 2 ~ 4 Nikoro Group (2 : Basic volcanic rocks, tuffaceous sandstone and shale, and chert, 3 : Shale, 4 : Limestone), 5 : Saroma Group, 6 : Neogene and Quaternary, 7 : Fossil locality, 8 : Anticlinal axis, 9 : Synclinal axis, 10 : Fault, 11 : Dip and strike.

[ ] : Name of sheet-map on scale 1 : 50,000.

第1図 北海道北東部北見地域の地質図  
Geologic map of the Kitami district, northeastern Hokkaido.

頃一北見帯に広く分布し、サロマ湖岸から南は豊頃山地にかけ追跡される。

北見地域の仁頃層群は、後述のように複向斜構造をなしているが、東西両翼でかなり岩相を異にする。すなわち、西翼では湧別層群最上部の頁岩上に整合に重なる凝灰質砂岩をもってはじまり、塩基性火山岩中には凝灰質砂岩のほか頁岩もひんぱんにはさまれている。一方、東翼では下限不明で、碎屑岩のはさみは少なく、とくに端野図幅地域南東部から小利別・本岐両図幅地域にかけてはほとんどみられない。南北方向の岩相変化についてみると、南部よりも北部の方が碎屑岩に富む傾向がある。本層群の場合、かなり著しい岩相の側方変化を示し、しかも広域にわたって追跡されるような適当な鍵層がみられないこと、また塊状岩が多く層理面がわかりにくいことなどのため、全体的に層序区分は困難である。比較的層序のよくわかっているサロマ湖図幅地域では、凝灰質砂岩・頁岩・塩基性火山岩・チャートなどが交互する下部、塩基性火山岩が主体をなす中部および頁岩からなる上部とに3分される。上部の頁岩は端野図幅地域にも幅狭く分布し、その直下に礫岩が2～3層挟在する。

塩基性火山岩は大別すると、熔岩と火山碎屑岩とに分けられる。しかし、両者の識別は容易でないこともある。熔岩とおもわれるものは、細粒のふつうの玄武岩、粗粒玄武岩、粗面岩、安山岩などをふくむ。多くの場合、斜長石・単斜輝石・かんらん石がおもな一次鉱物であるが、斜長石とかんらん石は、ほとんど再結晶し、前者は曹長石化し、後者は緑泥石の化像になっている。単斜輝石はしばしば赤味を帯びたチタン輝石で、一般に再結晶をまぬがれて、残留している。なおまれに閃緑岩やはんれい岩などの粗粒岩体もあり、前者は褐色普通角閃石を残している。

火山碎屑岩は、径数 cm 以下の岩塊をふくむ火山角礫岩ないし凝灰角礫岩であり、風化面では角礫構造が肉眼でみとめられる。一般には種々の岩片をふくむ異質角礫岩であり、沢村・秦(1965)は異質礫の中に、紅れん石-緑泥石-石英片岩や緑れん石-緑泥石-緑閃石片岩などの礫を記載している。

凝灰質砂岩は複向斜西翼の仁頃層群下部によく発達するが、これは暗緑～青緑色を呈する塊状のきわめて堅硬な岩石で、安山岩～玄武岩で代表される火山岩片に富み、結晶粒として斜長石・輝石・石英などを含み、さらにチャート・粘板岩などの岩片も含む。また、湧別層群の場合も同様に、砂粒として緑れん石や緑閃石を含む緑色岩および緑色片岩がみられる。礫岩の礫はチャート・砂岩・粘板岩・輝緑岩・玄武岩などからなり、その最大

径は数 10 cm にも及ぶ。第 1 図に示すように、頁岩は留辺蘗付近からサロマ湖岸にかけ断続的に分布し、層理的には本層群の下部と上部に多く、概して層理の発達がある。なお、上記の頁岩は暗灰～灰黒色のものであるが、このほか赤褐色の凝灰質頁岩も少なくない。チャートは赤褐・淡緑・灰白など様々な色を呈し、縞状をなす場合が多い。そして、これに伴いしばしばマンガン鉱床が胚胎している。石灰岩は灰白色で塊状を呈し、通例厚さ数 m 以下、ときに 25 m をこえるレンズ状岩体をなして挟在する。部分的には鍾状石灰岩もあり、またチャートと互層する場合もある。

仁頃山付近から訓子府南東にかけての石灰岩からは次のような化石を産する(遠藤・橋本, 1959; HASHIMOTO, 1960b; 山田ほか, 1963)。 *Stylina* sp., Chaetoid coral (?), *Pycnoporidium* cf. *lobatum* YABE & TOYAMA, *Pterophyton* sp., *Macroporella* sp., *Lithocodium* sp., *Stromatomorpha yokoyamai* YABE & SUGIYAMA, *Stromatopora* (*Epistromatopora*) spp., *S.* (*Parastromatopora*) sp., *Tosastroma yabei* HASHIMOTO, *Milleporella fasciculata tenue* HASHIMOTO, *Milleporidium kitamiensis* HASHIMOTO, *M.* spp. など。チャートや凝灰質頁岩にはしばしば Radiolaria が含まれている。

### 1.3 佐呂間層群 (Saroma Group)

サロマ湖南東岸の浜佐呂間付近に向斜構造をなして分布し、仁頃層群とは整合関係にある。本層群は砂岩をもってはじまり、頁岩砂岩互層をへて頁岩でおおる層厚約 1,300 m の地層群で、次のように区分される。

下部 (約 400 m) 砂岩を主とし、下半部では頁岩をひんぱんに挟み、ときに細～中礫礫岩や石灰質団塊をふくむ。砂岩は中粒のものが普通であるが、一部には頁岩片に富む粗粒砂岩もある。いずれも灰緑色を呈し、湧別層群の場合同様に砂粒として火山岩片が多い。

中部 (約 400 m) 頁岩と細粒砂岩が通例 1～10 cm の厚さで交互する頁岩がちのフレッシュ型薄互層からなる。

上部 (約 500 m) ほとんど頁岩ばかりからなり、しばしば植物片や炭質物を含み、最上部から上部ジュラ紀型の *Buchia* spp. を産する。この貝化石はかなり変形しているが、厚さ 1 m 内外の化石層から比較的多産し、そのなかには *Lata Oxfordian*～*Kimmeridgian* に特徴的な *Buchia concentrica* (SOWERBY) や *B. spitiensis* HOLDHAUS にちかいものが含まれている(寺岡ほか, 1962; 黒田・寺岡, 1964)。

## 2. 地質構造

第 1 図に示すように、本地域の中生界は全体として複

向斜構造をなし、佐呂間層群はその軸部に、仁頃層群は両翼に、湧別層群は西翼だけにそれぞれ発達する。複向斜軸は浜佐呂間から NE-SW ないし NNE-SSW の方向性をもって仁頃山東斜面にのび、いったん断層で転位するが、その南方延長は小利別まで追跡される。中生界の最上部をなす佐呂間層群は複向斜軸部の北端部だけにあられ、その下位にひきつづく仁頃層群上部の頁岩は南方にいくにつれ分布の幅を減じ、ついには尖滅する。また、地層の傾斜は東翼よりも西翼のほうがはるかに急である。このような地層の分布や傾斜からして、大局的にはこの複向斜は北方に沈下し、軸面が東に倒れた非対称のものであることがわかる。

仁頃層群の主体をなす塩基性火山岩および凝灰質砂岩は一般に塊状を呈するため、その詳しい構造はよくわからない。しかし、層状をなす一部の火山砕屑岩や頁岩・石灰岩・チャートなどはさみの部分で測定された走向・傾斜およびこれらの分布状況からみると、複向斜東翼の仁頃層群は場所によってかなり走向を異にするが、一般走向は NE-SW で、20～50° NW の傾斜を示す。ただし、端野図幅地域の西部では部分的に地層が急傾斜し、ときには逆転している場合もある。訓子府南方の山地では多くの断層で切られて地塊化しているが、走向・傾斜の変化からみると、ゆるやかな褶曲をくりかえしているようである。

複向斜西翼では、西から東へ、湧別・仁頃・佐呂間の3層群が順次配列し、NNE-SSW 方向の顕著な帯状構造を示す。これらは多くの走向断層で切れ、地層の欠如や繰返しがみられる。既述のように、湧別層群の層序的位置については異論があるが、これは仁頃層群の下位にひきつづくもので、両者の整合関係は生田原図幅の南部から留辺蘂図幅地域にかけて認められる。瑞穂層は佐呂間別川断層の両側に広く分布し、湧別層群上半部の主体をなすが、これは薄互層に富む地層で、しばしば小褶曲を示し、とくに変形が甚だしい。第1図に示してある主要な走向断層の付近では、かなりの範囲にわたって地層が NW-SE の走向を示す場合がある。その好例は佐呂間別川断層の西側やサロマ湖図幅地域でみられる。このような現象からして、西翼の中生界は単純な単斜構造ではなく、走向断層のためわかりにくくなってはいるが、褶曲をくりかえしながら大局的には東ほど順次上位の地層があらわれるような構造をなしていることがわかる。佐呂間別川断層以西の湧別層群は東に55～80°傾き、一方その東側では多くの場合地層が逆転し、80°内外の角度をもって西に急斜している。なお、地層の上下判定は級化層理によってなされる。それによると仁頃・佐呂

間両層群も部分的には逆転しているが、一般には東傾斜を示し、その角度は数10°以上である。概して複向斜軸にちかづくると傾斜がゆるくなる。

### 3. 変成作用

湧別・仁頃および佐呂間の3層群より採集された岩石試料の薄片150枚あまりを検鏡した。その結果によると、これらの岩石はすべて変成再結晶作用をうけており、各種の変成鉱物が形成されている。おもな鉱物は、パンペリー石・ぶどう石・緑泥石<sup>注1)</sup>・白雲母・方解石・曹長石・石英・白チタン石であり、沸石類およびスティルブノメレンはみいだされない。また、緑れん石および緑閃石は、前節で述べたように、湧別・仁頃両層群の砂岩中の緑色岩や緑色片岩石碎片にはみとめられるが、上に列挙した変成鉱物類と共生しているものはみとめられない。

変成鉱物のうち、パンペリー石とぶどう石について、その産出地点を第2図に示した。この図には、母岩の種類も塩基性火山岩および砕屑岩の2つに大別して示してある。パンペリー石は塩基性火山岩の残留斜長石をおきかえたり、岩石を網状につらぬく細脈をなし、また母岩の空孔を充填している。一方、ぶどう石はパンペリー石とともに脈をなしたり、空孔を充填するほか、砕屑岩の基質部にも産する。検鏡した薄片におけるパンペリー石とぶどう石が別個に、および一緒に産出する頻度は、それぞれ

パンペリー石	20%
ぶどう石	10%
パンペリー石・ぶどう石	5%

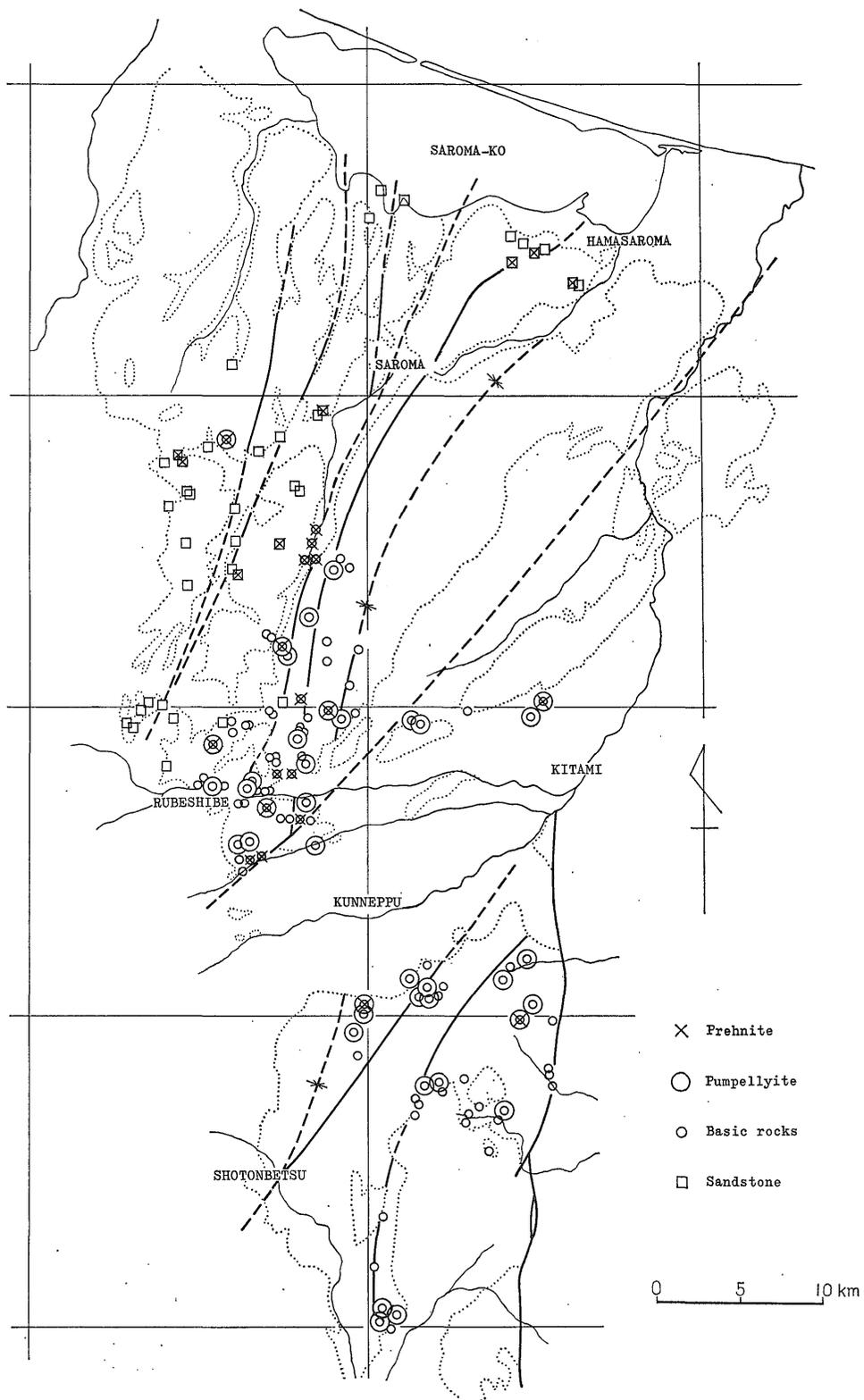
である。そして、両鉱物をふくむ組合せは、次のようである。

パンペリー石・緑泥石・曹長石 ・石英	} 方解石・白雲母・ ± 白チタン石
ぶどう石・緑泥石・曹長石・石 英	
パンペリー石・ぶどう石・緑泥 石・曹長石・石英	

以上の岩石学的所見をまとめると、この地域の変成岩の特徴は次のようである。

- a. 塩基性火山岩および同質の火砕岩に、パンペリー石が広く産出する。ぶどう石の産出はやや少なく、両者の組合せはさらにまれである。

注1) 緑色のフィロ珪酸塩鉱物は鏡下で識別が困難であるが、ある試料より水酸によって分離されたものをX線粉末回折法により検討したところ緑泥石の像が得られた。しかし、多数の試料について検討したわけではない。



第2図 変成鉱物の分布  
Localities of particular metamorphic minerals.

- b. 碎屑岩にも変成鉱物としてぶどう石を産する。
- c. 変成鉱物としての緑れん石および緑閃石はみいだされない。
- d. 沸石類およびスティルプノメレンはみいだされない。

これらの特徴は、本地域のうけた変成作用が、ぶどう石・パンペリー石変グレイワッケ相のそれであることを示している。

このような特徴をもつ変成域は、たとえば New South Wales の Lyndhurst 地方 (SMITH, 1968), 丹沢山地南部 (SEKI et al., 1969), 丹波地方 (HASHIMOTO and SAITO, 1970), Maine 州 Greenlaw-Mooseleuk Lake 地方 (COOMBS, HORODYSKI and NAYLOR, 1970), Odenwald, Kellerwald および Lahn-Dill 地方 (MEISL, 1970) など多くの地域から記載報告されている。

しかし、本報の変成域をふくめて、これらの各地における変成鉱物の産出や組合せは、それぞれ少しづつ異なっている。たとえば、Lyndhurst 地方では、本報の地域に相当する帯においても緑れん石が産出するし、丹波地方ではぶどう石がほとんどみいだされない。また Greenlaw-Mooseleuk Lake 地方では、パンペリー石・ぶどう石帯にも緑閃石が生じているという。

しかし、このような低温変成域においては、個々の鉱物の産出は、産状の記載を伴わない限り、その鉱物が組合せの中でどのような役割りを果しているのか、判断しにくいことが多い。HASHIMOTO (1972) は、緑色岩中の緑閃石が残留単斜輝石をおきかえている場合と、岩石の基質部においてパンペリー石や緑れん石と共生する場合とを区別することが変成反応の解析において重要であることを指摘した。上掲の各変成域における鉱物の産出の記載は、一般に不十分であって、したがって、それぞれにおける緑れん石や緑閃石の産出の有無の変成論的意味づけは、大変むづかしい。いいかえれば、各変成域間の、鉱物の産出における差異が、変成作用の物理条件の差を示しているものか、原岩の組成の差の反映なのか、さらに再結晶作用の進み方の違いにもとづくものなのか、判断しにくい場合が多い。

なおこの地域の中生界は3層群とも、ぶどう石とパンペリー石を含む鉱物組合せで特徴づけられるものであり、沸石類や緑閃石は産出しない。したがって、すべて一つの鉱物相 (ぶどう石・パンペリー石変グレイワッケ相) に属するものと思われ、変成鉱物組合せの変化にもとづく変成分帯はできない。したがって、変成作用の物理条件の変化、たとえば温度上昇が、地質構造やあるいは埋没深度とどのような関係にあるかというような、地

質条件は明らかでない。

しかし、前に述べたような変成鉱物組合せの特徴のみならず、すべての岩石が顕著な片状構造を示さず、かつこれら中生層が非常に厚いというような点からして、この地域の変成再結晶作用は、いわゆる埋没変成作用によるものと考えてよいであろう。

## ま と め

北海道北東部の北見地域には中生界が広く分布している。これは北方に沈下する非対称複向斜構造をなしており、下位から湧別・仁頃および佐呂間の3層群に区分される。これら3層群はそれぞれ整合関係にあり、湧別・佐呂間両層群は主として頁岩・砂岩から、仁頃層群はおもに塩基性火山岩からなる。産出化石からして、この地域の中生界はジュラ系 (主としてその上部) に属するものと考えられる。

本地域の中生界には、ぶどう石パンペリー石変グレイワッケ相を示す各種の変成鉱物が広範にわたりみいだされる。これらは、おそらく埋没変成作用によって形成されたものであろう。

## 参 考 文 献

- COOMBS, D. S., HORODYSKI, R. J. and NAYLOR, R. S. (1970): Occurrence of prehnite-pumpellyite facies metamorphism in northern Maine. *Amer. J. Sci.*, vol. 268, p. 142-156.
- 遠藤隆次・橋本 亘 (1959): 北海道常呂郡訓子府町大谷沢に露出する石灰岩より *Pycnospidium* の発見。地質雑, vol. 65, p. 394-395.
- 福富忠雄・高橋哲弥・相馬吉一・陸川正明・松田文男 (1936): 北海道有用鉱産物調査 (第6報) (網走支庁管内, 紋別郡中部). 北海道工業試験所報告, no. 60, p. 1-57.
- ・———・松田文男 (1936): 北海道有用鉱産物調査報文 (第8報) (網走支庁管内, 紋別郡東部および常呂郡西一部). 北海道工業試験所報告, no. 65, p. 1-30.
- 長谷川潔・小山内熙・鈴木 守・松下勝秀 (1961): 北海道中軸地帯の先エゾ層群——地層区分の提案——. 北海道地下資源調査報告, no. 25, p. 108-115.
- HASHIMOTO, M. (1972): Reactions producing actinolite in basic metamorphic rocks. *Lithos*, vol. 5, p. 19-31.
- HASHIMOTO, M., IGI, S., SEKI, Y., BANNO, S. and

- KOJIMA, G. (1970): *Metamorphic facies map of Japan*. Geol. Survey of Japan.
- HASHIMOTO and SARU, Y. (1970): Metamorphism of Paleozoic greenstones of the Tamba plateau, Kyoto Prefecture. *J. Geol. Soc. Japan*, vol. 76, p. 1-6.
- 橋本 亘 (1952): 北海道侏羅系の地質. 地調報告特別号 (B), 64 p.
- (1960 a): 北海道下部蝦夷層群以前の地層に関する諸問題. 東北大理科報告 (地質学), 特別号, no. 4, p. 437-447.
- HASHIMOTO, W. (1960 b): Stromatoporoids from the Ainonai Limestone, Kitami Province, Hokkaido. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec. C*, no. 65, p. 195-203.
- 橋本 亘 (1958): 20万分の1北海道地質図説明書. 北海道地下資源調査所, 26 p.
- 石田正夫・平山 健・黒田和男・番場猛夫 (1968): 5万分の1地質図幅「端野」および同説明書. 北海道開発庁, 44 + 5 p.
- ・沢村孝之助 (1968): 北見地域の地質および5万分の1地質図幅「北見」. 地質調査所, 36 + 4 p.
- 黒田和男・寺岡易司 (1964): 5万分の1地質図幅「サロマ湖・三里番屋」および同説明書. 北海道開発庁, 34 p.
- MEISL, S. (1970): Petrologische Studien im Grenzbereich Diagenese-Metamorphose. *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.* Heft. 57, 93 S.
- 沢村孝之助・秦 光男 (1965): 5万分の1地質図幅「留辺蘂」および同説明書. 北海道開発庁, 42 + 4 p.
- SEKI, Y., OKI, Y., MATSUDA, T., MIKAMI, K. and OKUMURA, K. (1969): Metamorphism in the Tanzawa Mountains, central Japan. *J. Japan. Ass. Mineral. Petrol. & Econ. Geol.*, vol. 61, p. 1-24 & 50-75.
- SMITH, R. E. (1969): Zones of progressive regional burial metamorphism in part of the Tasman Geosyncline, eastern Australia. *J. Petrol.*, vol. 10, p. 144-163.
- 鈴木 守・浅井 宏 (1963): 5万分の1地質図幅「小利別」および同説明書. 北海道開発庁, 31 p.
- 寺岡易司・黒田和男・平山 健 (1962): 北海道サロマ湖南方の“時代未詳中生層”について. 地質雑, vol. 68, p. 416.
- 山田敬一・寺岡易司・石田正夫 (1963): 5万分の1地質図幅「生田原」および同説明書. 北海道開発庁, 35 + 6 p.
- 山口昇一 (1970): 20万分の1地質図幅「北見」. 地質調査所.
- ・沢村孝之助 (1965): 5万分の1地質図幅「本岐」および同説明書. 地質調査所, 42 + 4 p.