

20万分の1シームレス日本地質図の変成岩統一凡例(試案)

宮崎一博¹

Kazuhiro Miyazaki (2003) Tentative standardized legends of metamorphic rocks for 1/200,000 scale seamless geological map of Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 54(9/10), p.295 - 302, 2 figs.

Abstract: This paper presents tentative standardized legends of metamorphic rocks for 1/200,000-scale seamless geological map of Japan. Metamorphic rocks distributed in the Japanese Islands have experienced complex processes, such as metamorphic reactions and deformations, in arc-trench system during their formation and uplift stages. As a result, these metamorphic rocks have wide variety of physical and chemical properties depending on their origins. I classified metamorphic rocks with following three simple criteria; (1) metamorphic condition, (2) metamorphic age, (3) lithology of protolith. The classifying criterion-(1) suggests generated site of metamorphic rocks in the arc-trench system and contains integrated information about constituent minerals and texture of rocks. The classifying criterion-(2) represents similarity of generated or uplifted time of metamorphic rocks exposed in different regions. The classifying criterion-(3) shows chemical composition of rocks and is useful for showing macro structure of metamorphic belts. An application of the above-mentioned classifying criteria (1)-(3) to matrix type legend of the major metamorphic rocks in Japan reduced number of the legends to 50. In future, complex attribute of metamorphic rocks will be expressed with minimum criterion by overlaying criteria (1) and (2) on lithology of protolith which were classified into sedimentary and igneous rocks.

Keywords: Standardized legends of metamorphic rocks, metamorphic condition, metamorphic age, lithology of protolith.

要 旨

シームレス20万分の1地質図幅のための変成岩統一凡例の作成を試みた。日本列島に分布する変成岩は島弧海溝系において、変成反応や変形作用のような複雑なプロセスを経て形成されている。結果としてその起源に対応した幅広い多様性を持つ。今回、以下の三つの単純な分類基準で変成岩を分類した。(1)変成条件による区分、(2)変成年代による区分、(3)原岩岩相による区分。分類基準(1)は変成岩形成場についての情報と構成鉱物・岩石組織についての情報を間接的に含んでいる。分類基準(2)は離ればなれに分布する変成岩の形成時期の同時性を示唆する。分類基準(3)は変成岩の化学組成を表し、かつ変成帯の大局的構造の表現するために必要である。上記の分類基準をマトリックス方式で表現した場合、必要な凡例数は50になった。将来、変成岩の原岩岩相を堆積岩・火成岩の岩相として表現し、その上に変成岩としての分類基準(1)と(2)を重ね書きすると、さらに少数の基本的分類基準で変成岩の属性を表現できるようになる。

1. はじめに

地質図は国土の防災・環境保全・資源開発のための、あるいは島弧海溝系に位置する日本列島の形成過程を研究するための基礎的情報として利用される。これまで、地質

調査所(1992)の100万分の1日本地質図のように全国で統一された凡例で表された地質図はあったが、より詳細な位置情報と岩相の情報を含むシームレス20万分の1地質図*は未だ作成されていない。とりわけ防災・環境・資源問題の解決のために地質情報を利用するには、地質専門家以外にも理解しやすい形で地質体を区分した凡例が必要になる。そのようにして作成された凡例に基づくシームレス地質図は、GIS上において地球物理学的・地球化学的・地形学的・生物学的、あるいは社会学的データと重ねることによってその真価が発揮できる。

* 地質調査総合センターでは、現在、既刊の20万分の1地質図幅をもとに、全国を統一した凡例に基づき再編集する作業を進めています。これにより、全国の20万分の1地質図幅を継ぎ目なくつなげることが可能になります。本論文は、その一環としての変成岩の全国統一凡例に関するもので、以後の号で他の地層・岩石分についても順次掲載していく予定です。

日本列島を構成する岩石のうち、ここで扱う変成岩はその形成過程を考えると非常に多様性に富む。一方で、マトリックス方式を採用した20万分の1統一凡例で変成岩を表現するために使用できる分類基準は限られている。そこで以下では、変成岩を(1)島弧海溝系における形成場を示唆

¹地球科学情報研究部門(Institute of Geoscience, GSJ)

する項目としての変成条件, (2) 離れて存在する変成岩の形成の同時性を示唆する情報としての変成年代, (3) 変成岩の化学組成を表す原岩の岩相で区分した. このうち(1)による区分は推定される島弧海溝系における形成場の情報に加え, 変成作用中に起こった変成反応(化学反応)と変形作用についての情報, 及び結果としての構成鉱物種類と岩石組織についての情報も間接的に含んでいる. (3)に関しては, 原岩岩相の分布により変成帯の大局的な地質構造の理解に役立つ.

なお, 以下で扱う20万分の1シームレス日本地質図変成岩統一凡例(試案)では, 100万分の1日本地質図第2版(山田ほか, 1982; 以下第2版)及び100万分の1日本地質図第3版(地質調査所, 1992; 以下第3版と省略)において変成岩として扱われているもののみを対象とした. 従って, 御荷鋳緑色岩類及び秩父帯北帯の一部の岩石, 黒瀬川帯の高圧変成岩類は変成岩であることが明確であるが, 今回の検討から除外している. 第3版において御荷鋳緑色岩類は苦鉄質岩類を主体とする付加体に区分されている. 秩父帯北帯の一部の岩石及び黒瀬川帯の高圧型変成岩については年代学的・地質学的・岩石学的研究(例えば, 河戸ほか, 1991; 磯崎・板谷, 1990; 中島ほか, 1978; Maruyama *et al.*, 1984など)が進んでいる. その分布面積がもっとも広くなると予想される四国地方の20万分の1地質図幅の改訂は行われておらず, 第3版では付加体として扱われている.

2. 変成条件による区分

変成条件による区分は, 変成岩を低温高圧型と高温低圧型の2つのタイプに区分する方法をとった. 変成条件は島弧海溝系における変成岩形成場と関係している. 第1図に, 海洋リソスフェアが海溝から島弧あるいは大陸リソスフェア下へ沈み込む場合に期待される変成相(変成岩の形成条件のある広がりを持った温度圧力範囲で表したもの)の空間分布を示した. ただし, 島弧地殻下において上昇するマグマによる加熱の効果は含んでいない. 第1図に示すように低温高圧型変成岩(ローソン石・青色片岩垂相, エピドート・青色片岩垂相, パンペリー石・アクチノ閃石垂相高圧部)は島弧海溝系の海溝側に形成される. これらの変成相の岩石は, 海溝から沈み込む海洋リソスフェアにより島弧地殻が冷却され, より低い地温勾配が生じるため形成される. 一方, 第1図では島弧地殻中部に高温低圧型の変成岩(角閃岩相紅柱石垂相・珪線石垂相)が形成されない. 島弧地殻中部で高温低圧型変成岩を形成するためには, マントルから地殻下部へのメルトあるいはマグマの上昇による熱の移流が必要である. 日本列島は基本的に第1図の形成条件に島弧下でのマグマの生成移動による加熱を加えた島弧海溝系で形成された変成岩が多いと考えられる. ただし, 三疊紀以前の変成岩には飛驒変成岩類で指摘(例えば, 梶座・

金子, 2001) されているように大陸同士の衝突によって形成されたと考えられる変成岩も存在する. この場合は高温低圧型あるいは中圧型(角閃岩相藍晶石垂相)の変成岩が形成されている.

100万分の1日本地質図第2版及び第3版で区分されている変成岩の名称と変成条件(変成温度圧力型)の対応は100万分の1日本地質図第3版, 日本変成岩図(中島, 1992)及びNakajima (1997)を参考にして以下のようにまとめることができる. 中圧型は日本地質図第3版と同様に高温低圧型に含めた.

mh (低温高圧型): 三波川変成岩類・三郡変成岩類(三郡・蓮華帯, 周防地帯, 智頭帯の三郡変成岩類及び長門構造帯, 木山, 間の谷の変成岩類を含む)・神居古潭変成岩類・長崎変成岩類・常呂帯の変成岩類・石垣島のトムル層・母体, 松ヶ平, 山上, 八茎などの変成岩類

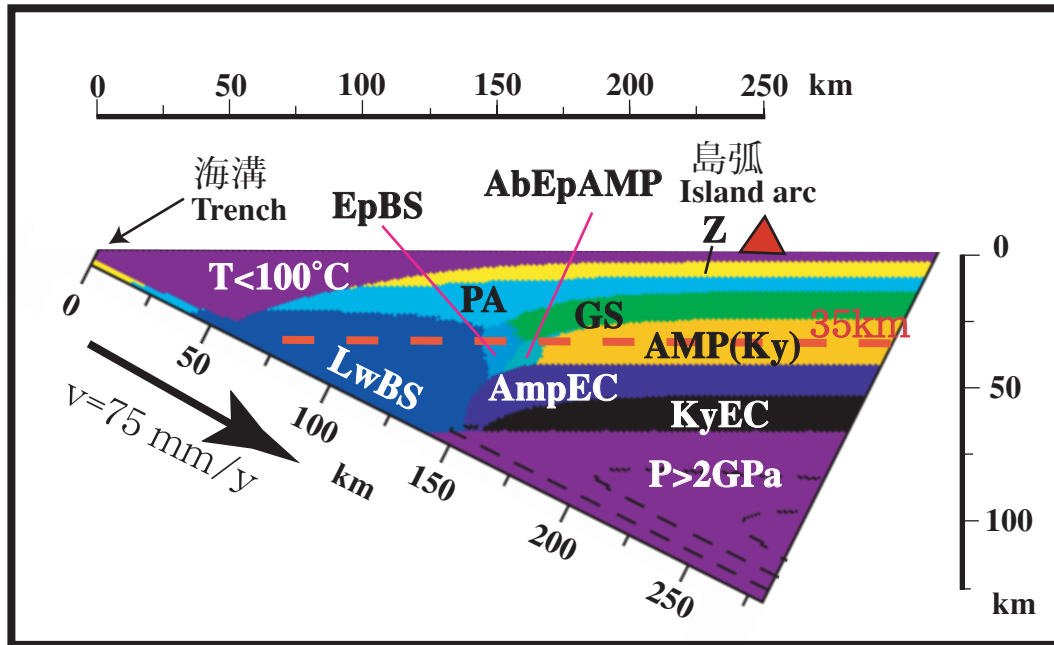
ml (高温低圧型・中圧型): 日高変成岩類・領家変成岩類・阿武隈変成岩類・飛驒変成岩類・日立変成岩類・宇奈月変成岩類(中圧型)・黒瀬川帯の寺野変成岩類・舞鶴変成岩類

3. 変成年代区分

第3版での変成年代は変成岩が示す放射年代を参照して大まかに決められている. 今回も第3版と同じく放射年代を参照して10 Ma単位で想定した. ただし, 変成年代の上限と下限とした年代値に数Maを議論するような厳密な意味はない. 凡例上でも変成年代の境界は点線で書かれている. 第3版からの変成年代区分の変更は以下に示す. 以下にふれられていない変成岩類の変成年代は第3版の変成年代区分を踏襲している. 第3版に出てくる変成岩類の今回の年代区分への対応は第2図に示した.

3.1 先白亜紀の低温高圧型変成岩と高温低圧型変成岩

第3版では, 高温低圧型変成岩である飛驒変成岩類の変成年代を三疊紀及びそれ以前としていた. Suzuki and Adachi (1994), Khan *et al.* (1995) はジルコン・モナザイトのCHIME年代から, 最初に角閃岩相低温部の変成度に達したのは250 Ma頃としている. Khan *et al.* (1995)によれば, その後210 Ma頃までかけて白雲母・角閃石のK-Ar放射年代の閉止温度まで冷却している. 今回これらの放射年代値を参考にし, 飛驒変成岩類の変成年代を後期ペルム紀・後期三疊紀の210~250 Ma (PTR, 第2図参照, 以下同様)とした. Shibata *et al.* (1970)では, 飛驒変成岩類から得られているRb-Sr放射年代から, 主要な変成時期を220~250 Maとし, 太田・板谷(1989)も主要な変成時期を200~250 Maとしている. これらの変成時期は今回設定した飛驒変成岩類の変成年代にほぼ収まる. なお, 飛驒変成岩類から上記変成年代より古い放射年代が報告されているが, これらは主要な変成作用に先立つ変成作用の



第1図 仮想的島弧海溝系における変成相の空間分布。

Miyazaki and Okumura (2002) のモデルに島弧下65 km以深のマントルにおいて、海洋プレートの沈み込みに励起されたアセノスフェアの対流を入れた。ただし、島弧地殻下で本来起こっているマグマあるいはメルトの移動による熱の移動は組み込まれていない。沈み込むプレートの年齢は50 Myr、沈み込み速度75 mm/y、沈み込み角度26.6°、沈み込まれる側のプレートの年齢は200 Myr、上部地殻(深さ20 km以浅)・下部地殻(深さ20~35 km)及び海洋地殻(厚さ6 km)・マントルの岩石の密度を2.70・2.90・2.90・3.33 g/cm³を仮定、その他のパラメータはMiyazaki and Okumura (2002) を使用、得られる定常状態温度圧力構造を坂野ほか(2000)の変成相に変換した。Z: 沸石相; LwBS: ローソン石・青色片岩亜相; EpBS: エピドート・青色片岩亜相; PA: ノンペリー石・アクチノ閃石亜相; GS: 緑色片岩相; AbEpAMP: アルバイト・エピドート・角閃岩亜相; AMP: 角閃岩相 (Ky: 藍晶石亜相); AmpEC: 角閃石・エクロジャイト亜相; KyEC: 藍晶石・エクロジャイト亜相。赤三角は沈み込むプレート上面の深さが125 kmになる地点(火山フロントの位置に相当)。

Fig. 1 Spatial distribution of metamorphic facies in a hypothetical arc-trench system.

Advection of mantle asthenosphere (> 65km depth) that is activated by subduction of oceanic plate, is incorporated into the thermal model of Miyazaki and Okumura (2002). Advection of melt or magma beneath volcanic arc is not included in the model. Age, velocity, and subduction angle of the descending slab are 50 Myr, 75 mm/yr and 26.6°, respectively. Age of arc lithosphere is 200 Myr. Densities of rocks in upper crust (< 25 km depth), lower crust (20-35 km depth), oceanic crust (6 km thick) and mantle (> 35 km depth) are 2.70, 2.90, 2.90 and 3.33 g/cm³. Other parameters are obtained from Miyazaki and Okumura (2002). Obtained pressure and temperature structure at steady-state condition was converted into spatial distribution of metamorphic facies with facies map of Banno *et al.* (2000). Z: zeolite facies; LwBS: lawsonite-blueschist subfacies; EpBS: epidote-blueschist subfacies; PA: pumpellyite-actinolite subfacies; GS: greenschist facies; AbEpAMP: albite-epidote-amphibolite subfacies; AMP: amphibolite facies (Ky: kyanite subfacies); AmpEC: amphibole-eclogite subfacies; KyEC: kyanite-eclogite subfacies. Red triangle represents a point beneath which depth of roof of descending slab is 125 km (corresponding to location of volcanic front).

痕跡(梶座・金子, 2001)あるいは原岩中に含まれていた碎屑粒子の示す年代(Suzuki and Adachi, 1994; Khan *et al.*, 1995; 梶座・金子, 2001)と考えられている。また第3版と同様、飛騨変成岩類と同時期に形成された変成岩に隠岐島後の変成岩類と中圧型の宇奈月変成岩類を加えた。

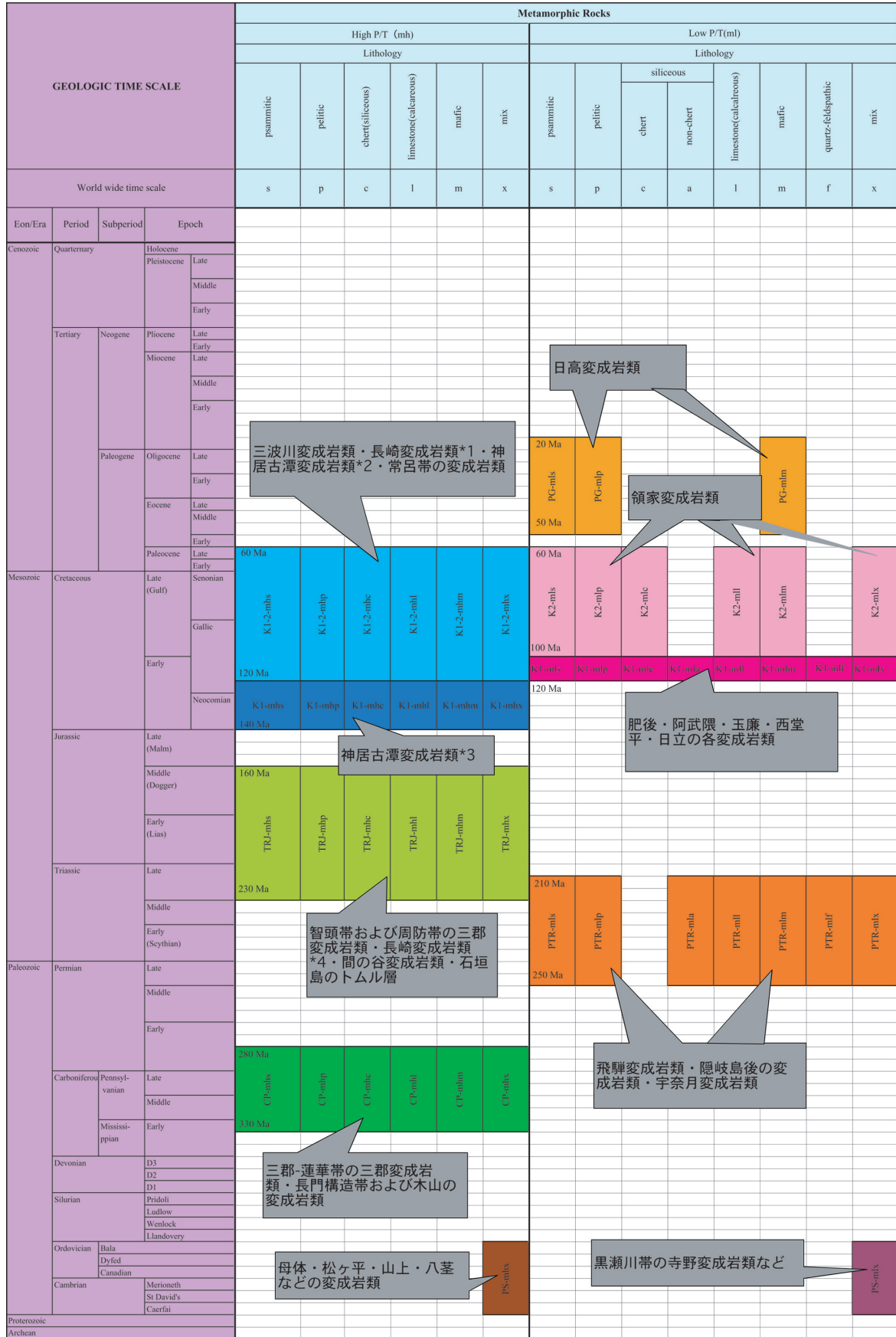
三郡・蓮華帯・長門構造帯・木山などの変成岩類の変成年代をNishimura (1998)の放射年代を参考に前期石炭紀-前期ペルム紀の280~330 Ma (CP)とした。

Nishimura (1998)が新たに提案した三郡変成岩類の区分に従い、三疊紀-前期ジュラ紀と前期ジュラ紀の低温高压型変成岩として別々に区分されていた周防帯と智頭帯の三郡変成岩類の変成年代を、後期三疊紀-中期ジュラ紀の160~230 Ma (TRJ)として一括した。この時期に形成

された変成岩には石垣島のトムル層及び熊本県下の間の谷変成岩類が含まれる。なお、長崎変成岩類の一部は既に第3版で智頭帯の三郡変成岩類と同時期に形成された変成岩として扱われている。長崎変成岩類における周防帯及び智頭帯の三郡変成岩類と同時期の変成岩の分布は、野母半島西縁を北北東-南南西に走る蚊焼-脇岬断層(大島, 1964; 宮崎・西山, 1989)以西及び城山スラスト(大島, 1964)の構造的上位に限られる。上記以外の結晶片岩類は、後述する三波川変成岩類と同時期に形成された白亜紀の低温高压型変成岩である。

3.2 白亜紀低温高压型変成岩

白亜紀の低温高压型変成岩類である三波川変成岩類の



標準的地質年代尺度は、主に "A geologic time scale 1989 (Harland et al., 1989)" による。

変成作用最高潮期の年代は南新ほか(1979)が報告した高変成度部に当たる黒雲母帯の泥質片岩の Rb-Sr アイソクロン年代 116 ± 10 Ma と考えられている(例えば Isozaki and Itaya, 1990). 三波川変成岩類では近年の年代学的研究により、数多くの白雲母 K-Ar 放射年代が報告されている(例えば 四国中央部では, Itaya and Takasugi, 1988; Isozaki and Itaya, 1990; Takasu and Dallmeyer, 1990; Itaya and Fujino, 1990; Itaya and Fukui, 1994 など). その放射年代多くは 60~90 Ma の範囲におさまる. 今回は三波川変成岩の変成年代を変成作用最高潮期から白雲母放射年代の閉止時刻までとし, 60~120 Ma (K1-2) を想定した. 三波川変成岩類は, この時間内に上昇を開始し, 上昇途中での変形による Ar の散逸が停止した年代を K-Ar 放射年代として示している (Itaya and Takasugi, 1988; Isozaki and Itaya, 1990; Itaya and Fujino, 1999) . もしくはこの時間内の異なる時期に上昇を開始した異なる構造ユニット(ナップ)から構成されている (Takasu and Dallmeyer, 1990) .

白亜紀低温高压型変成岩のうち, 白雲母 K-Ar 年代から三波川変成岩類で想定した変成年代 (K1-2) に形成されたと考えられる変成岩類は, 長崎変成岩類のうち, 前述した周防帯及び智頭帯の三郡変成岩類と同時期のものを除く結晶片岩類がある. 神居古潭変成岩類は白亜紀の低温高压型変成岩であるが, 得られている放射年代は 50~145 Ma で約1億年の年代幅がある(例えば, 太田・榊原, 1993) . Sakakibara and Ota (1994) は神居古潭変成岩類を地質, 変成作用, 放射年代に基づいて6つのユニットに区分した. このうち5つのユニットが北海道内に分布する. この5つのユニットを3つの圧力タイプに分類している. このうち最も圧力/温度比の高い高压1タイプの放射年代は 108~145 Ma であり, これ以外の高压2タイプ及び高压中間群タイプは 91~107 Ma 及び 50~84 Ma の放射年代を示す. 太田 (1999) がまとめた放射年代のヒストグラムを見ると, 高压1タイプの放射年代の最頻値は 120~135 Ma である. 今回, この放射年代の最頻値を含む前期白亜紀 (120~140 Ma) を Sakakibara and Ota (1994) の高压1タイプに分類される

神居古潭変成岩類の変成年代 (K1) と想定し, 高压2タイプ及び高压中間群タイプを三波川変成岩類と同時期 (K1-2) の形成とした. この区分では, 高压1タイプの放射年代の約7割が 120~140 Ma (K1) に収まり, 高压2タイプ及び高压中間群の放射年代の約8割が 60~120 Ma (K1-2) に収まる. 常呂帯の低温高压型変成岩類 (Sakakibara, 1986) も白亜紀に形成されたと考えられている. 今回, この変成岩類の形成時期を暫定的に三波川変成岩類と同時期 (K1-2) とした.

3.3 白亜紀高温低压型変成岩

白亜紀高温低压型変成岩である領家変成岩類についても近年, 閉止温度が高いモナザイトの CHIME 年代 (Suzuki and Adachi, 1998) が報告され, 領家変成岩類の変成年代が議論された. Suzuki and Adachi (1998) によると, 変成作用のピーク年代は西部 (柳井地域) でも東部 (中部地方) でも 98~102 Ma である. ただし, その後の変成帯上昇による冷却速度が東部でより遅いことがわかっている. 今回, 領家変成岩類の変成年代として角閃岩相低温部温度到達の年代 (CHIME 年代) から黒雲母 K-Ar 年代の閉止温度まで冷却した期間を仮定する. 隆起及び冷却がゆっくりしている東部地域の放射年代を参考にして後期白亜紀 (一部古第三紀初め) の 60~100 Ma (K2) を領家変成岩類の変成年代とした.

領家変成岩類以外の白亜紀高温低压型変成岩のうち, 肥後変成岩類・阿武隈変成岩類は近年ジルコンの SHRIMP 年代が報告されており, これらの変成岩類の最高変成度達成時期は, 肥後で 117 ± 19 Ma (Sakashima *et al.*, 2003) , 阿武隈で 112 ± 2.3 Ma (Hiroi *et al.*, 1998) と推定されている. これらの年代は領家変成岩類で想定される変成年代より若干古い. また, 両変成岩類とも変成帯上昇に伴う冷却速度が非常に速いことが指摘されている (永川ほか, 1997; Hiroi *et al.*, 1998) . これらの変成岩類の冷却年代と領家変成岩類の変成年代は一部重なるが, 今回のとりまとめでは, 肥後・阿武隈変成岩類の変成年代として前期白亜紀の短い期間 100~120 Ma (K1) を仮定

第2図 20万分の1変成岩統一凡例(試案)

変成条件・変成年代・原岩岩相による区分. 凡例の表記法は, 変成年代区分・変成条件区分・原岩岩相区分とする. 変成年代区分 K1-2 の低温高压型変成作用を受けた泥質変成岩の場合は, K1-2-mhp という表記になる.

*1 長崎変成岩類のうち野母半島に分布する蚊焼-脇岬断層以東の結晶片岩類及び城山スラストの構造的下位の結晶片岩類と西彼杵半島・天草に分布する結晶片岩類(詳しくは本文参照). *2 神居古潭変成岩類のうち Sakakibara and Ota (1994) の高压1タイプを除く変成岩類(詳しくは本文参照). *3 神居古潭変成岩類のうち Sakakibara and Ota (1994) の高压1タイプの変成岩類. *4 長崎変成岩類のうち野母半島蚊焼-脇岬断層以西及び城山スラストの構造的上位の結晶片岩類.

Fig. 2 Tentative standardized legends of metamorphic rocks for 1/200,000 scale seamless geological map of Japan.

Metamorphic rocks are classified with metamorphic condition, metamorphic age and lithology of protolith. Notation of metamorphic rocks in this legend is as follows; notation of K1-2-mhp represents high pressure and low temperature pelitic metamorphic rock with metamorphic age K1-2.

*1: Nagasaki metamorphic rocks that are distributed in the Nishisonogi Peninsula, the Amakusa, eastern side of the Kayaki-Wakimisaki Fault and lower structural side of the Shiroyama Thrust in the Nomo Peninsula (see text for detail). *2: Kamuikotan metamorphic rocks that are classified into high-pressure 2 and high-pressure intermediate types of Sakakibara and Ota (1994), see text for detail. *3: Kamuikotan metamorphic rocks that are classified into high-pressure 1 type of Sakakibara and Ota (1994). *4: Nagasaki metamorphic rocks that are distributed in western side of the Kayaki-Wakimisaki Fault and upper structural side of the Shiroyama Thrust in the Nomo Peninsula (see text for detail).

する。なお、肥後変成岩類には上述の放射年代の他にもより古いペルム紀-三畳紀の放射年代が報告されていて(例えば、山口・南新, 1987; Osanai *et al.*, 1998), この年代が白亜紀の高温低圧型変成作用に先立つ高温型変成作用の年代を示す可能性が指摘されている(Osanai *et al.*, 1998)。

白亜紀の高温低圧型変成岩には、この他にも K-Ar 年代が 96~117 Ma (玉簾変成岩類; 植田ほか, 1969; 柴田・内海, 1983), 98~118 Ma (西堂平変成岩類; Shibata, 1968; 植田ほか, 1969; Watanabe and Bikerman, 1971), 90~120 Ma (日立変成岩類; Shibata, 1968; 植田ほか, 1969) の変成岩類が存在する。これらの変成岩類の放射年代は領家変成岩類で想定した変成作用の年代範囲に比べ若干古い。今回、玉簾・西堂平・日立変成岩類に関しても肥後・阿武隈変成岩類と同時期 (K1) に形成された高温低圧型変成岩とした。

4. 原岩岩相による区分

原岩の岩相区分は20万分の1地質図幅「仙台」・「石巻」・「宇都宮」・「水戸」・「東京」・「甲府」・「長野」・「富山」・「高山」・「金沢」・「名古屋」・「京都及大阪」・「姫路」・「徳島」・「広島」・「福岡」の凡例を参考に決めた。これらの図幅には、三波川変成岩類・領家変成岩類・三郡変成岩類・日立変成岩類・西堂平変成岩類・玉簾変成岩類・飛騨変成岩類・宇奈月変成岩類が分布する。

低温高圧型変成岩の原岩岩相は、泥岩・砂岩・苦鉄質岩・チャート(珪質岩)・石灰岩(石灰質岩)に区分した。低温高圧型変成岩類のほとんどは原岩岩相からみてわかるように付加体で形成された岩石を原岩としている。

高温低圧型変成岩の原岩岩相は付加体で形成された岩石を原岩とするものの他に、日立変成岩類や飛騨変成岩類に見られるように、チャート起源ではない珪質岩や珪長質岩を原岩とする変成岩が存在する。これらの岩石を表現するために、日立変成岩類と飛騨変成岩類の変成年代に対応する K1-ml と PTR-ml の原岩岩相に珪質岩(非チャート)と珪長質岩を加えた。さらに、飛騨変成岩類の変成年代に対応する PTR-ml の原岩岩相からチャートを削除した。日高変成岩類の原岩岩相については北海道20万分の1シームレス地質図の凡例の検討結果(中川私信)を参考にした。

以上の原岩岩相区分に加え、岩相区分が行われていない小規模に分布する変成岩のために未区分を用意した。また、先シルル紀の変成岩類は小規模に点在する場合が多く、そのため原岩岩相の区分を行わなかった。変成年代と出現する原岩岩相の対応は第2図に示されている。

5. まとめと今後の課題

変成岩について、シームレス20万分の1地質図幅に適用

する統一凡例を100万分の1日本地質図の変成岩凡例を元に作成した。マトリックス表示による今回の凡例は、変成作用のタイプ・変成年代・岩相による区分からなっている。最近の年代学的研究の成果を一部取り込み、第3版の変成年代区分を変更した(100万分の1日本地質図第2版及び3版に対応する凡例が存在しない黒瀬川帯の低温高圧型変成岩類は含まれていない)。その結果、第2図に示すような凡例ができ上がった。今回の区分では日本に存在する変成岩を表現するために必要な凡例数は50になる。

シームレス20万分の1地質図幅の凡例では、付加体と変成岩は別々の凡例として表現される予定である。御荷鉾緑色岩類は、三波川変成岩類と同様白亜紀に低温高圧型変成作用を受けているが、今回の凡例では苦鉄質岩類を主とする付加体に区分されていることになる。また、付加体自体も低度の変成作用を受けているが、この点も今回の凡例では表現できなかった。沈み込む海洋リソスフェアの形成年代に対応して付加体全域に卓越する変成相がドラスティックに変化する(Miyazaki and Okumura, 2002) ことからわかるように、変成作用を重ね書きすることにより付加体形成テクトニクスをより明快に表現することが可能となる。逆に、変成岩の原岩岩相をその形成年代とともに堆積岩・火成岩として表せば、変成帯の形成過程がよりダイナミックに読み取れる地質図の表現が可能になる。同時に、堆積岩・火成岩を含めた分類基準の要素数を減らしながら多様な岩石の属性表現が可能になる。

謝辞: 産業技術総合研究所 地球科学情報研究部門の牧本 博氏・中島 隆氏には原稿を読んで頂き有益な助言をいただいた。同研究部門 中川 充氏には北海道に分布する変成岩についてご教示いただいた。以上の方々に謝意を表します。

文 献

- 坂野昇平・鳥海光弘・小畑正明・西山忠男(2000) 岩石形成のダイナミクス, 304p. 東京大学出版会。
 地質調査所(1992) 100万分の1日本地質図第3版. 地質調査所。
 地質調査所(1995) 100万分の1日本地質図第3版CD-ROM版. 地質調査所。
 Hiroi, S., Kishi, T., Sato, K. and Goto, J. (1998) Cretaceous high-temperature rapid loading and unloading in the Abukuma metamorphic terrane, Japan. *J. Metamorphic Geol.*, **16**, 67-81.
 磯崎行雄・板谷徹丸(1990) 四国中央部および紀伊半島西部黒瀬川地帯北縁の弱変成岩類のK-Ar年代—西南日本における黒瀬川地帯の広がりについて—。地質雑, **96**, 623-639。
 Isozaki, Y. and Itaya, T. (1990) Chronology of

- Sanbagawa Metamorphism. *J. Metamorphic Geol.*, **8**, 401-411.
- Itaya, T. and Fujino, M. (1999) K-Ar age-chemistry-fabric relations of phengite from the Sanbagawa high-pressure schists, Japan. *The Island Arc*, **8**, 523-536.
- Itaya, T. and Fukui, S. (1994) Phengite K-Ar ages of schists from the Sanbagawa southern marginal belt, central Shikoku, southwest Japan: Influence of detrital mica and deformation on age. *The Island Arc*, **3**, 48-58.
- Itaya, T. and Takasugi, H. (1988) Muscovite K-Ar ages of the Sanbagawa schists, Japan and argon depletion during cooling and deformation. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **100**, 281-290.
- 河戸克志・磯崎行雄・板谷徹丸 (1991) 四国中央部における三波川帯・秩父累帯の地体構造境界. *地質雑*, **97**, 959-975.
- Khan, I., Suzuki, K., Shibata, K. and Adachi, M. (1995) Late Permian CHIME ages of the Hida Gneiss and early Triassic age of the Mizunashi Granite in the Amo area of the Hida terrane, central Japan. *J. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.*, **42**, 31-43.
- 梶座圭太郎・金子一夫 (2001) 飛騨帯東部の変成岩類と花崗岩類. 日本地質学会第108年学術大会, 見学旅行案内書, 137-156.
- Maruyama, S., Banno, S., Matsuda, T. and Nakajima, T. (1984) Kurosegawa zone and its bearing on the development of the Japanese Islands. *Tectonophysics*, **110**, 47-60.
- 南新真裕・柳 喙・山口 勝 (1979) 四国中央部三波川変成岩類のRb-Sr全岩年代. 日本列島の同位体地球科学, 68-79.
- 宮崎一博・西山忠男 (1989) 野母半島長崎変成岩類の岩石学的研究—とくに黒雲母帯について—. *地質学論集*, **33**, 217-236.
- Miyazaki, K. and Okumura, K. (2002) Thermal modelling in shallow subduction: an application to low P/T metamorphism of the Cretaceous Shimanto Accretionary Complex, Japan. *J. Metamorphic Geol.*, **20**, 441-452
- 永川勝久・小畑正明・板谷徹丸 (1997) 肥後変成帯のK-Ar年代. *地質雑*, **103**, 943-952.
- 中島 隆 (1992) 日本変成岩図. 日本地質アトラス (第2版). 地質調査所. 朝倉書店.
- Nakajima, T. (1997) Regional metamorphic belts of the Japanese Island. *The Island Arc*, **6**, 69-90.
- 中島 隆・丸山茂徳・松岡喜久次 (1978) 四国中央部伊野層緑色岩の変成作用. *地質雑*, **84**, 729-737.
- Nishimura, Y. (1998) Geotectonic subdivision and areal extent of the Sangun belt, Inner Zone of Southwest Japan. *J. Metamorphic Geol.*, **16**, 129-140.
- 大島恒彦 (1964) 長崎県野母半島の結晶片岩. 九州大学理研報, (地質), **7**, 39-45.
- 太田久仁雄・板谷徹丸 (1989) 飛騨変成帯に分布する花崗岩類および変成岩類の放射年代. 岡山理科大学萩山研究所研究報告, **15**, 1-25.
- 太田 努 (1999) 神居古潭変成帯の発達史—変形変成史に基づく白雲母K-Ar年代の再検討を踏まえて—. *地質学論集*, **52**, 17-35.
- 太田 努・榊原正幸 (1993) 北海道神居古潭変成岩類のK-Ar年代. *地質雑*, **99**, 335-345.
- Osanai, Y., Hamamoto, T., Maishima, O. and Kagami, H. (1998) Sapphirine-bearing granulites and related high-temperature metamorphic rocks from the Higo metamorphic terrane, west-central Kyushu, Japan. *J. Metamorphic Geol.*, **16**, 53-66.
- Sakakibara, M. (1986) A newly discovered high-pressure terrane in eastern Hokkaido, Japan. *J. Metamorphic Geol.*, **4**, 401-408.
- Sakakibara, M. and Ota, T. (1994) Metamorphic evolution of the Kamuikotan high-pressure and low temperature metamorphic rocks in central Hokkaido, Japan. *J. Geophys. Res.*, **99**, 22221-22235.
- Sakashima, T., Terada, K., Takeshita, T. and Sano, Y. (2003) Large-scale displacement along the Median Tectonic Line, Japan: evidence from SHRIMP zircon U-Pb dating of granites and gneisses from the South Kitakami and paleo-Ryoke belts. *J. Asian Earth Sci.*, **21**, 1019-1039.
- Shibata, K. (1968) K-Ar age determinations on granitic and metamorphic rocks in Japan. *Rep. Geol. Surv. Japan*, **227**, 71p.
- Shibata, K., Nozawa, T. and Wanless, R.K. (1970) Rb-Sr geochronology of the Hida metamorphic belt, Japan. *Canadian Jour. Earth Sci.*, **7**, 1383-1401.
- 柴田 賢・内海 茂 (1983) 南部阿武隈山地花崗岩類の角閃石K-Ar年代. *岩鉱*, **78**, 405-410.
- Suzuki, K. and Adachi, M. (1994) Middle Precambrian detrital monazite and zircon from the Hida gneiss on Oki-Dogo Island, Japan: their origin and implications of the correlation of basement gneiss of Southwest Japan and Korea. *Tectonophysics*, **235**, 227-292.
- Suzuki, K. and Adachi M. (1998) Denudation history of the High T/P Ryoke Metamorphic Belt, South-

- west Japan: constraints from CHIME monazite ages of gneisses and granitoids. *J. Metamorphic Geol.*, **16**, 23-37.
- Takasu, A. and Dallmeyer, R.D. (1990) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral age constraints for the tectonothermal evolution of the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan: a Cretaceous accretionary prism. *Tectonophysics*, **185**, 111-139.
- 植田良夫・山岡一雄・大貫 仁・田切美智男 (1969) 本邦変成岩のK-Ar dating (III) —南部阿武隈山地, 日立変成岩類—. 岩鉱, **61**, 92-99.
- Watanabe, J. and Bikerman, M. (1971) K-Ar age of the Nishidohira gneiss complex in the Abukuma mountains, Japan. *Chikyu Kagaku (Earth Science)*, **25**, 23-26.
- 山田直利・斎藤英二・村田泰章 (1982) 100万分の1地質図. 日本地質アトラス, 地質調査所, 13-19, 22-25.
- 山口 勝・南新真裕 (1987) 変成作用の過程と変成岩で測定される同位体年代との対応—肥後変成岩の例—. 九州大学理学部研究報告, 地質学, **15**, 137-151.

(受付:2003年5月27日;受理:2003年12月18日)