

瀬戸川帯の超塩基性岩類の平衡条件について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 荒井, 章司, 内田, 隆 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000207

瀬戸川帯の超塩基性岩類の平衡条件について

荒井章司*・内田 隆**

Estimation of the equilibrium condition of the ultramafic rocks
in the Setogawa Belt, Shizuoka Prefecture

Shoji ARAI*, Takashi UCHIDA**

The equilibrium condition of the ultramafic rocks from the Setogawa belt is estimated. About 700°C is obtained from the geothermometry based on the Mg-Fe²⁺ partitioning between coexisting minerals. The upper limit of the equilibrium pressure may be about 5 kb because of the presence of Ca-rich plagioclase in harzburgite. The equilibrium temperature is lower than that of the plagioclase harzburgite of the Mineoka belt and is similar to or a little higher than that of the plagioclase-hornblende harzburgite from the Miura Peninsula. Assuming that the ultramafic rocks of the Setogawa belt represented the lowermost member of the ophiolitic body, an extraordinarily steep geothermal gradient may be necessary to be postulated as in the case of the ultramafics in the Mineoka belt.

1. はじめに

瀬戸川帯には、古第三系(和田, 1976)に属する瀬戸川層群の地層が分布しており、また、極めて小規模ながら、超塩基性岩類が存在している(例えば鮫島, 1957, 1960, 1961)。瀬戸川帯の地質はONO(1973)および和田(1976)に詳しい。

瀬戸川帯の超塩基性岩類は、古くは鮫島(1957, 1960, 1961), また高沢(1976), TAKASAWA(1976)らによって主として分析化学的, 鉱物化学的に研究され、高沢(1976)により、高温のシート状またはシル状の貫入岩体であるとされた。下川他(1978)および荒井他(1978)は貫入様式の観点から瀬戸川

帯の超塩基性岩を論じ、TAKASAWA(1976), 高沢(1976)とは異なった結論を得ている。

2. 瀬戸川帯の超塩基性岩類について

瀬戸川帯では中南部に、四万十帯との境界である笹山構造線にほぼ沿って、3ヶ所の超塩基性岩類の分布地が知られている(例えば, 和田, 1976)。北より、大岳地域, 市之瀬-青羽根地域, そして千葉山-相賀地域である(図1)。瀬戸川帯の超塩基性岩類は、一般に蛇紋岩化が著しく、特にカンラン石は多くの場合、ほぼ完全に蛇紋岩化している。3地域とも、斜長石を含むハルツバージャイトが主なものである。ただし、斜長石は、千葉山-相賀地域のハル

1976年1月31日受理

* 静岡大学理学部地球科学教室 Geosci. Inst., Fac. Sci., Shizuoka University, Shizuoka

** 石油資源開発株式会社 技術研究所 Japan Petroleum Exploration Co., Ltd., Tokyo

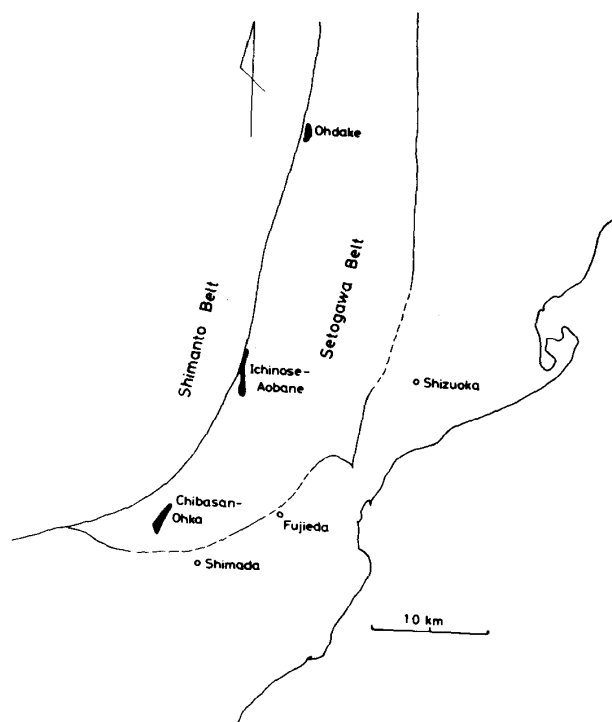


Fig. 1 Distribution of ultramafic rocks (black) in the Setogawa belt (Shizuoka Pref., 1974).

ツバージャイトを除いて、ソーシュライト化している。ハルツバージャイトの中の単斜輝石はモードで5%以下であるが、時々濃集して薄い(2~3cm以下)層を成している。褐色のクロムスピネルが少量であるが普遍的に含まれる。まれにホルンブレンドを含む事がある。ハルツバージャイトのほかに、少量のダナイト、クロミタイトを伴う。ダナイト中のクロムスピネルは、やはり時々濃集する事がある。クロミタイトは極めて変質が激しく、多くの場合、蛇紋岩の部分には優白質の粘土状になっている。市之瀬-青羽根地域にはこのほかに、クリノパイロクシナイト、カンラン石クリノパイロクシナイト、ウエルライトがかなり普遍的に産す。これらの岩石は少量の斜方輝石、クロムスピネル、トレモラ閃石を含む事がある。超塩基性岩の詳細な記載は別の機会に行う予定であるが、第1表に代表的なハルツバージャイト中の鉱物の分析値を掲げる。

超塩基性岩類には、塩基性岩類が普遍的に伴う。ガブロ類(カンラン石ガブロ、ホルンブレンド・ガブロ、角閃石、グラニューライト他)、ドレライト、玄

武岩が主なものである。また、大岳地域には、石英閃緑岩、閃緑岩等の優白岩が出現する。

3. 平衡条件について

温度：高沢(1976)は、相賀地域および青羽根地域の超塩基性岩(ハルツバージャイト、カンラン石クリノパイロクシナイト)に対して、1000°C以上という高い平衡温度を与えている。しかし、彼の利用したWOOD-BANNOの温度計(WOOD and BANNO 1973)は、比較的低温の領域では、やや高めの温度を与える傾向があるし、またPOWELL-POWELLのカンラン石単斜輝石温度計(POWELL and POWELL, 1974)も不確かな要素がある(WOOD, 1976)。低温の領域でより敏感な、元素分配による地質温度計を用いると、かなり低い温度が見つめられる。

まず、カンラン石-単斜輝石間のMg-Fe²⁺分配による温度計(OBATA *et al.*, 1974)では(図2)、

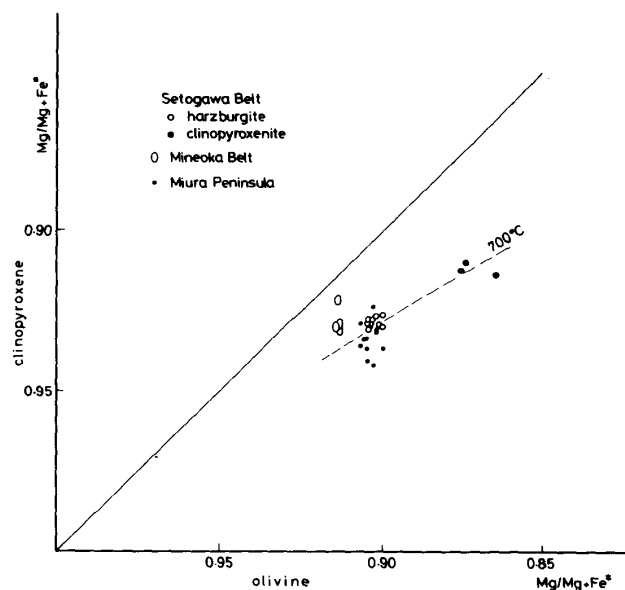


Fig. 2 Mg-Fe²⁺ distribution between olivine and clinopyroxene (OBATA *et al.*, 1974). Fe*, total Fe.

Norway のザクロ石カンラン岩中のペアとほぼ同様の温度を示し、約700°Cと推定できる。比較のため、やはり斜長石(完全にソーシュライト化している)を含む千葉県嶺岡帯と神奈川県三浦半島のハルツバージャイト(UCHIDA and ARAI, 1978)中のペアも

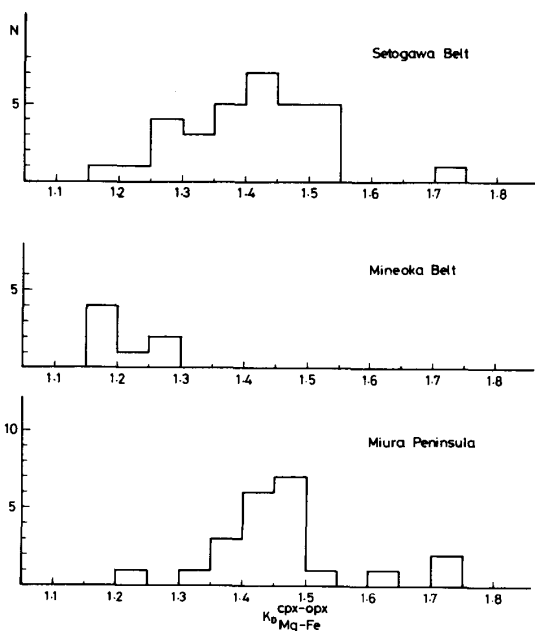


Fig. 3 Frequency histograms of K_D of $Mg-Fe^{2+}$ partitioning between Ca-rich clinopyroxene and orthopyroxene in ultramafic rocks.

第2図にプロットした。瀬戸川帯のものは、嶺岡帯のものよりやや低温で、三浦半島のものよりやや高温の傾向がある。

また、斜方輝石—単斜輝石間の $Mg-Fe^{2+}$ 分配 (KRETZ, 1963) の見かけの分配係数 $K_D = (X_{Mg}^{Cpx} / X_{Fe}^{Cpx}) \cdot (X_{Fe}^{Opx} / X_{Mg}^{Opx})$ は、ハルツバージャイト、クリノパイロクシナイト中の29個のペアの平均が1.42であり、図3に示す様に、嶺岡帯のハルツバージャイト中の同様の値(7個の平均が1.21)より明らかに大きく、また三浦半島のもの(21個の平均が1.46)よりもやや小さいか、同じ程度であると言える。 K_D が1.4~1.5のペアの示す温度は、とうてい1000°C以上とは考えられず、やはり700°C程度であろう。

図4には、斜方輝石を含む超塩基性岩中の単斜輝石の $Ca/Ca+Mg+Fe^*$ (全鉄) 原子比のヒストグラムを示している。瀬戸川帯のものは、同比が0.47~0.49のものが多く、かなりの低温を示す(例えば MORI and GREEN, 1975)。ここでは、平衡温度における瀬戸川帯の超塩基性岩の中間的な性質(嶺岡帯と

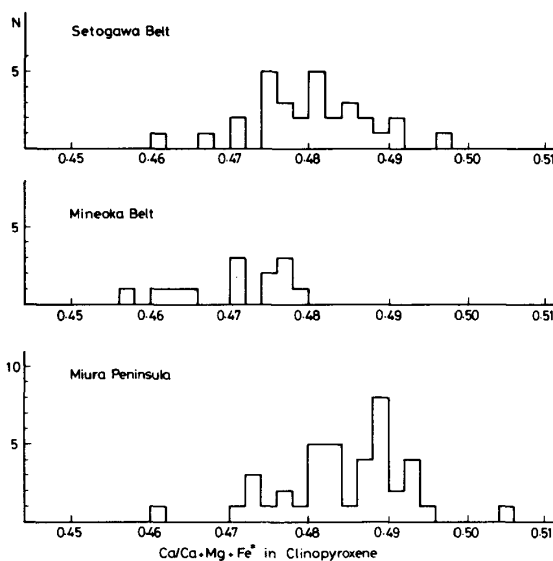


Fig. 4 Frequency histograms of $Ca/Ca+Mg+Fe^*$ atomic ratio of clinopyroxene coexisting with orthopyroxene.

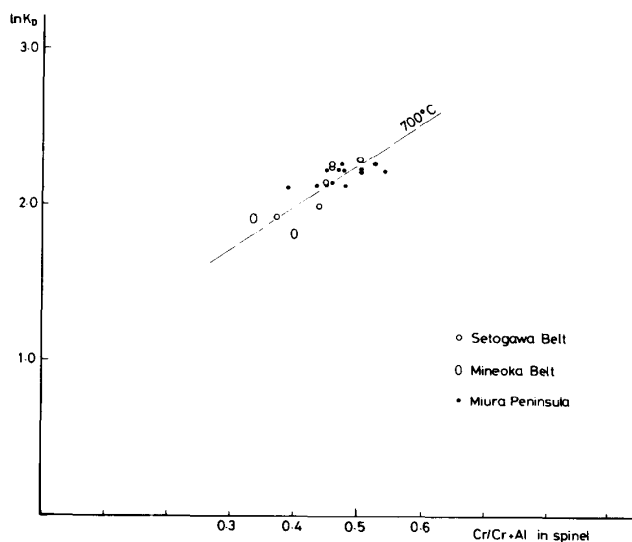


Fig. 5 $Mg-Fe^{2+}$ distribution between olivine and chromian spinel. Normalized to $Fe^{3+}/Cr+Al+Fe^{3+}=0.05$ (See EVANS and FROST, 1975). $K_D = (X_{Mg}^{Ol} / X_{Fe}^{Ol}) \cdot (X_{Fe}^{Sp} / X_{Mg}^{Sp})$

三浦半島の超塩基性岩の間の)がよく表わされている。

また、カンラン石—クロムスピネル間の $Mg-Fe^{2+}$ 分配 (EVANS and FROST, 1975; ARAI, 1975) (図5)

でも 700°C前後の温度を示す。ただし、この温度計では、瀬戸川帯、三浦半島、嶺岡帯の超塩基性岩の間で明瞭な差は出てこない。

以上述べた様に、瀬戸川帯の超塩基性岩が TAKASAWA (1976) および高沢 (1976) の言う様に、1000°C以上の高温で平衡にある事実は無く、700°C前

後の平衡温度を示す。

圧力：TAKASAWA (1976) も記載している様に、ハルツバージャイトにおいて、非常に An 成分に富む斜長石と Fo 成分に富むカンラン石が共存している (表 1)。KUSHIRO and YODER (1966), EMSLIE (1969), および GREEN and HIBBERSON (1970) の実

Mineral	Ol	Opx	Cpx	Sp	Pl	Amph
SiO ₂	40.0	55.8	52.9	0.04	44.1	45.5
TiO ₂	0.00	0.09	0.19	0.23	0.00	0.85
Al ₂ O ₃	0.00	1.68	1.92	24.7	35.3	9.39
Cr ₂ O ₃	0.00	0.33	0.56	37.2	0.00	1.39
FeO*	9.63	6.65	2.26	26.2	0.18	3.98
MnO	0.11	0.19	0.06	0.47	0.00	0.00
MgO	49.0	34.1	17.1	10.0	0.05	18.9
CaO	0.04	0.56	24.0	0.01	19.0	12.4
Na ₂ O	0.00	0.01	0.15	0.00	0.84	1.56
K ₂ O	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.03
NiO	0.50	0.13	0.05	0.14	n.d.	0.12
Total	99.3	99.5	99.2	99.0	99.5	94.1
O	4	6	6	4	8	23
Si	0.990	1.943	1.941	0.001	2.051	6.671
Al	0.000	0.069	0.083	0.927	1.936	1.330
Ti	0.000	0.002	0.005	0.006	0.000	0.094
Cr	0.000	0.009	0.016	0.937	0.000	0.161
Fe*	0.199	0.193	0.069	0.699	0.007	0.488
Mn	0.002	0.006	0.002	0.013	0.000	0.000
Mg	1.808	1.769	0.937	0.476	0.003	4.125
Ca	0.001	0.021	0.944	0.000	0.947	1.945
Na	0.000	0.001	0.011	0.000	0.075	0.444
K	—	—	—	—	—	0.006
Ni	0.010	0.004	0.002	0.004	—	0.014

Table 1 EPMA analyses of constituent minerals in harzburgite from Ohka area, Setogawa belt. Sample, 2204—5. Ol, olivine. Opx, orthopyroxene. Cpx, clinopyroxene. Sp, chromian spinel. Pl, plagioclase. Amph, amphibole. n.d., not determined. FeO* and Fe*, total iron as FeO and Fe, respectively.

験によれば、カンラン石+斜長石の組み合わせは、1000°C前後の温度で8~10 Kb以下の圧力で安定である。さらに、OBATA (1976) の計算によれば、700°Cの温度では Mg-カンラン石+Ca-斜長石の組み合わせの安定な圧力の上限は約5 Kbになる。

4. 結 論

瀬戸川帯の超塩基性岩は、塩基性岩とともにさまざまな岩塊として、主として泥岩中に存在する事が、下川他 (1978) および荒井他 (1978) により明らかになった。そして、それらの岩石は、かつて一連のオフィオライト岩体を形成していた可能性が高い (荒井他, 1978)。そうすると、斜長石を含むハルツバージャイトの平衡条件、5 Kb以下、約700°Cは、最上部マントルの温度圧力を表わすことになる。これは、この仮想的オフィオライトの最下部地殻にグラニュライトが存在する事と調和的である。この事実は、かなり急な地温勾配を示唆する事になる。また、UCHIDA and ARAI (1978) も嶺岡帯および三浦半島のハルツバージャイトの研究から同様の高い地温勾配を得ている。

さて、以上をまとめると、嶺岡帯、三浦半島、および瀬戸川帯には、特徴的に、斜長石を含むハルツバージャイトが出現する事になり、また、それらが超塩基性テクトナイトだとすると、この仮想的オフィオライトは、かなり急な地温勾配を持っていた地域の地殻-マントルのスライスだという事になる。超塩基性岩の貫入形態については、堆積性である事が三浦半島 (狩野他 1975) および瀬戸川帯 (下川他, 1978; 荒井他 1978) において明らかにされている。従って今後の問題は、この含斜長石ハルツバージャイトを最下部(すなわち最上部マントル)に持っていた特徴的なオフィオライトが、どのような地質的環境の地殻-マントルのスライスであるか、また、どのような過程を経て、瀬戸川層群その他の地層に運び込まれたかを明らかにする事であろう。その際、瀬戸川層群、嶺岡帯の嶺岡層群、三浦半島の葉山層群などの堆積環境の解析が極めて重要となるであろう。

文 献

- ARAI, S. (1975, MS) Petrology of alpine-type ultramafic complexes in the Sangun zone, western Japan. *Unpublished thesis, Univ. Tokyo.*
 荒井章司, 下川浩一, 高橋輝章 (1978) 瀬戸川帯の超塩基性-塩基性岩類の貫入形態に関して。地質雑, **84**, 691-693.
- EMSLIE, R. F. (1969) Ligidus relations and subsolidus reactions in some plagioclase-bearing systems. *Carnegie Inst. Year Book*, **69** 148-155.
- EVANS, B. W. and FROST, B. R. (1975) Chromespinel in progressive metamorphism— a preliminary analysis. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **39**, 957-972.
- GREEN, D. H. and HIBBERSON, W. (1970) The instability of plagioclase in peridotite at high pressure. *Lithos*, **3**, 209-221.
- 狩野謙一, 伊藤谷生, 増田俊明 (1975) 三浦半島衣笠付近の堆積性蛇紋岩。地質雑, **81**, 641-644.
- KRETZ, R. (1963) Distribution of magnesium and iron between orthopyroxene and calcic pyroxene in natural mineral assemblages. *J. Geol.*, **71**, 773-785.
- KUSHIRO, I. and YODER, H. S., Jr. (1966) Anorthite-forsterite and anorthite-enstatite reactions and their bearing on the basalt-eclogite transformation. *J. Petrol.*, **7**, 337-362.
- MORI, T. and GREEN, D. H. (1975) Pyroxenes in the system $Mg_2Si_2O_6$ - $CaMgSi_2O_6$ at high pressure. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **26**, 277-286.
- OBATA, M. (1976) The solubility of Al_2O_3 in orthopyroxenes in spinel and plagioclase peridotites and spinel pyroxenite. *Am. Mineral.*, **61**, 804-816.
- OBATA, M., BANNO, S., and MORI, T. (1974) The iron-magnesium partitioning between naturally occurring coexisting olivine and Ca-rich clinopyroxene: an application of the simple mixture model to olivine solid solution. *Bull. Soc. franc. Mineral. Cristallogr.*, **97**, 101-107.
- ONO, S. (1973) Slaty cleavages in the Paleogene

- Setogawa Group in central Japan. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, [II], **18**, 431—454.
- POWELL, M. and POWELL, R. (1974) An olivine-clinopyroxene geothermometer. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **48**, 249—263.
- 鮫島輝彦 (1957) 瀬戸川累層群中の超塩基性岩 (1). *地学しずはた*, **12**, 17—20.
- (1960) 瀬戸川累層群中の超塩基性岩 (2). *地学しずはた*, **21**, 15—16.
- (1961) 瀬戸川累層群中の超塩基性岩 (3). *地学しずはた*, **24**, 18—21.
- 下川浩一, 高橋輝章, 荒井章司 (1978) 青羽根一市之瀬付近の瀬戸川層群中の超塩基性岩類について. *地質学会第85年学術大会要旨*, 326.
- 静岡県 (土隆一編) (1974) 静岡県地質図1: 200, 000.
- TAKASAWA, K. (1976) Anorthite in peridotite from the Setogawa Group, Shizuoka Prefecture, central Japan. *Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*, **30**, 163—169.
- 高沢耕一 (1976) 瀬戸川層群中の斑状組織をもつ超苦鉄質岩類について. *地球科学*, **30**, 317—330.
- UCHIDA, T. and ARAI, S. (1978) Petrology of ultramafic rocks from the Boso Peninsula and the Miura Peninsula. *J. Geol. Soc. Japan*, **84**, 561—570.
- 和田信彦 (1976) 静岡県安倍川地域の地質について. *地質雑*, **82**, 581—593. 93.
- WOOD, B. J. (1976) An olivine-clinopyroxene geothermometer. A. discussion *Contrib. Mineral. Petrol.*, **56**, 297—303.
- WOOD, B. J. and BANNO, S. (1973) Garnet-orthopyroxene and orthopyroxene-clinopyroxene relationships in simple and complex systems. *Contrib. Mineral. Petrol.* **42**, 109—124.