

原著論文

## 関東山地中央部の三頭山岩体：化学組成と年代の予察的検討

佐藤興平

気象庁 気象大学校

〒277-0852 千葉県柏市旭町7-4-81

**要旨：**関東山地中央部の東京都西多摩郡檜原村西端部の四万十帯に進入した三頭山岩体につき予察的な調査を行い、採取した試料の化学組成と年代を検討した。石英閃緑岩試料に含まれる黒雲母について得られた7.5MaのK-Ar年代は、これまで年代が不明であったこの岩体が後期中新世に貫入したことを示唆する。この岩体より東側の関東山地に貫入岩体は見られないことから、三頭山岩体を中新世-鮮新世の火山フロントを画する岩体のひとつと見なすことができる。

**キーワード：**東京都、山梨県、檜原村、三頭山、関東山地、四万十帯、石英閃緑岩、中新世、黒雲母、K-Ar年代、帯磁率、火山フロント

### Mitosan pluton in the central Kanto Mountains: a preliminary study on the chemistry and age

SATO Kohei

*Meteorological College, Japan Meteorological Agency*

*Asahi 7-4-81, Kashiwa, Chiba 277-0852, Japan*

**Abstract:** The Mitosan pluton of unknown age occurs in the Shimanto Belt around the summit of Mt. Mito within the central Kanto Mountains. Quartz diorite specimens collected during a preliminary survey were chemically analyzed and dated by the K-Ar method. The age of 7.5Ma for biotite concentrate suggests that this pluton was emplaced in the Late Miocene. The Mitosan pluton is confirmed to be one of the plutons situated near the Miocene-Pliocene volcanic front in the Kanto Mountains, as no other intrusive bodies are found to the east of this pluton.

**Key Words:** Mitosan, Yamanashi, Tokyo, Hinohara, Kanto Mountains, Shimanto Belt, Miocene, quartz diorite, biotite, K-Ar age, magnetic susceptibility, volcanic front

## 1 はじめに

東京都西多摩郡檜原村西端部にある三頭山付近には、石英閃緑岩質の小岩体が産する。この岩体は関東山地中央部に想定される中新世-鮮新世の火山フロントの近傍に位置し(図1)、貫入時期は中新世と推定されるものの、年代測定が試みられたことはなかった。そこで今回、予察調査で採取した試料につき、化学組成とK-Ar年代を検討した。その結果、鉱物分離で濃集した黒雲母試料につき7.5Maの年代値を得て、この岩体が後期中新世に貫入したことがほぼ確かとなったので、検討結果を報告する。

## 2 三頭山岩体周辺の地質と試料

三頭山は東京都と山梨県の境界部に位置する標高1530m前後の3つの峰からなる山である(註1)。南秋川の源流域にあたる東側斜面は「檜原都民の森」として遊歩道や登山道が整備され、山岳森林公園と位置づけられている。山頂の東方約1.5kmの駐車場(図2のP地点)の標高は約1000mであるから、この斜面の平均的な斜度は20度弱ということになる。今回の予察調査では、管理事務所などの施設がある一角から「大滝の路」という遊歩道を経て「三頭大滝」を見た後、南方へ「石山の路」と称する登山道を登り、県境の

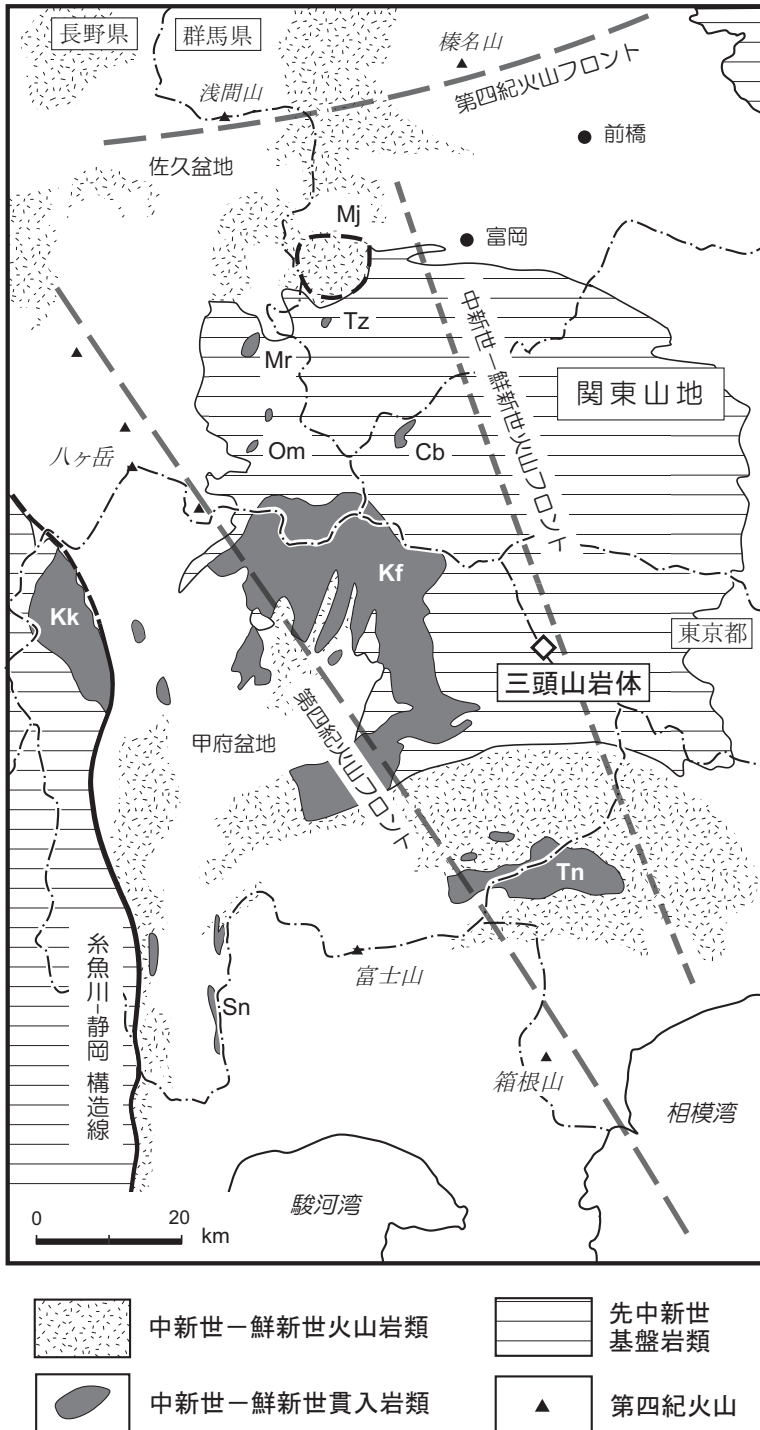


図1 三頭山岩体の位置と関東山地周辺部の中新世－鮮新世火成岩類の分布。

地質調査所 (1992) を簡略化。火山フロントは (佐藤, 2004, 2005) を改訂 (佐藤, 2009; 佐藤・由井, 2008)。中新世－鮮新世火山フロントは、時代の判明している中期中新世－鮮新世貫入岩体の分布の東縁を示す。Tz: 砥沢, Mr: 茂来山, Om: 大深山, Cb: 秩父, Kf: 甲府, Kk: 甲斐駒ヶ岳, Tn: 丹沢, Sn: 佐野川, Mj: 本宿カルデラ。

尾根を経て山頂に達した (図2)。帰路は同じ県境の尾根を戻り、避難小屋のある「ムシカリ峠」から東方へ「ブナの路」を下って「三頭大滝」を経由して駐車場に戻るというルートを取った (註2)。

この三頭山周辺にはいくつかの石英閃緑岩質小岩体が分布する (図2)。5万分の1地質図「五日市」(酒井, 1987) によれば、最も大きいものは三頭山の東側に北西－南東方向に延びた形で露出する岩脈状岩体で、延長2km余り、最大幅200m余りの規模をもつ (A岩体と仮称)。三頭山の山頂部から北西方向に山梨県側に延びる岩脈状岩体は延長1km弱で、幅は最大でも200m以下とされる (B岩体)。これらはいずれも地形とは無関係に直線状に延びた形で描かれており、ほぼ垂直な薄いレンズ状の形態をもつものと思われる。駐車場 (P地点) の東側に産する岩体も (C岩体)、北東－南西方向に延びた形をもつ (酒井, 1987)。本報告では、図2の五日市－川上構造線と鶴川断層に挟まれた地域に分布する三頭山周辺の小岩体群を一括して三頭山岩体と呼ぶことにする。

三頭山岩体は砂岩・泥岩を主とする四万十帯の白亜紀堆積岩類を貫き、一部では周囲に明瞭な熱変成作用を与えていることが観察される。上記A岩体の北東約250mに位置する「三頭大滝」付近では、ホルンフェルス化した泥岩や砂岩が確認された。後述のように、貫入岩体そのものは変質を受けているが、岩体の周辺に顕著な熱水変質帯は報告されておらず、予察のルートでもそのような兆候は認められなかった。

上記のAおよびBの2岩体の帯磁率を携帯型帯磁率計Kappameter KT-5を用いて野外で測定した。A岩体では「石山の路」の試料09110304地点で $30 \times 10^3 \text{SI}$ という高い値が、「ブナの路」の岩体南西端部とみられる露頭で $0.5\text{--}5 \times 10^3 \text{SI}$ という低くて変化に富む値が得られた。後者では黄鉄鉱の細脈も見られ、変質の影響が現れていると推定される。一方、B岩体では試料09110306を採取した山頂部で $26 \times 10^3 \text{SI}$ 、山頂南側の登山道を30mほど下った地点で $1\text{--}8 \times 10^3 \text{SI}$ という低くて変化に富む値が得られた (註3)。 $3 \times 10^3 \text{SI}$ を上まわる帯磁率が卓越することから、この岩体は酸化型に分類される (佐藤ほか, 1992; 佐藤, 2003)。

今回化学組成や年代を報告する2つの試料

は、細粒ながら完晶質組織をもつ石英閃緑岩で、観察した範囲では帯磁率が高く比較的新鮮なものである。

**試料09110304**：露頭では均質な外観を呈し、帯磁率の変化も少ない。主に角閃石(0.1-2mm, 自形-半自形)・斜長石(0.1-2mm, 自形-半自形)・石英(0.1-1mm, 粒状)からなり、黒雲母はわずかに残るだけで、おそらくほとんど全て緑泥石に変わってしまったものと思われる。緑泥石以外の変質鉱物として緑廉石と炭酸塩鉱物も認められるが、絹雲母は見られない。斜長石は鏡下では比較的新鮮で周辺部が累帯構造を示すが、内部は不均質で少量の緑廉石や炭酸塩鉱物に交代されることがある。磁鉄鉱(0.1-0.5mm)は均質で、多くの場合チタン鉄鉱を伴い苦鉄質珪酸塩鉱物中かその近傍に産する。なお、帰路に同じA岩体の南西端部で観察した低帯磁率の試料は、組織は試料09110304に似ているが黒雲母は全く残っておらず、角閃石もほとんど全て緑泥石や炭酸塩鉱物などに交代され、斜長石も内部がかなり変質して炭酸塩鉱物・絹雲母・緑泥石・緑廉石が散在する。低帯磁率の原因はこのような変質にあると思われるが、鏡下では磁鉄鉱が2次的に分解したことを示す明瞭な組織が見あらず、もともと磁鉄鉱が少なかった可能性も残る。

**試料09110306**：主に斜長石(0.1-1.5mm, 自形)・石英(0.1-0.5mm, 半自形-他形)・黒雲母(0.1-1mm, 他形, 一部自形)および単斜輝石(0.5-1mm)や角閃石(0.2-2.5mm)とそれらの変質鉱物からなる。斜長石は累帯構造が明瞭で変質はほとんど認められない。黒雲母は斜長石や単斜輝石や角閃石などの粒間を埋めて散在し、しばしば磁鉄鉱を含み、いくぶんか緑泥石化を受けている。磁鉄鉱(0.02-0.5mm)はチタン鉄鉱を伴い、苦鉄質珪酸塩鉱物に含まれるかそれらに伴って産することが多い。比較的粗粒の磁鉄鉱粒にはチタン鉄鉱のラメラが観察される。変質鉱物の主体はアクチノ閃石様鉱物で(註4)、その組織から元の鉱物は主に斜方輝石であったと推定される。なお、山頂南側の登山道で見出された低帯磁率の石英閃緑岩( $1.8 \times 10^{-3}$ SI)は上記試料と似るが、変質が進んで黒雲母は粘土鉱物に交代されてほとんど残っていない。磁鉄鉱(0.02-0.2mm)には不規則な外形を示す粒子が多く、チタン鉄鉱のラメラを残す磁鉄鉱の仮像らしき粒子も観察され、変質により低い帯磁率を示すに至ったと推定されるが、A岩体の例と同様、もともと磁鉄鉱が少なかった可能性は排除できない。結局、採取した試料の中で分離可能な黒雲母を含むのはこの試料09110306のみであった。

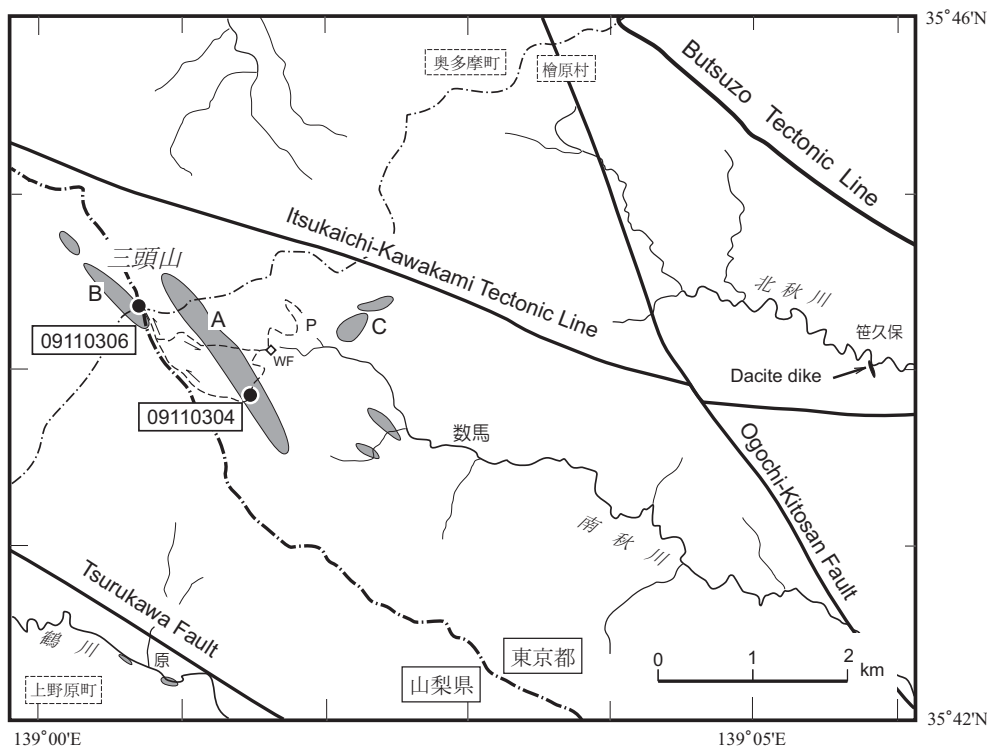


図2 三頭山岩体の分布と試料採取地点。

5万分の1地質図「五日市」(酒井, 1987)を簡略化。仏像構造線を境に南西側が四万十帯, 北東側が秩父帯。三頭山岩体は五日市-川上構造線と鶴川断層に挟まれた地帯に貫入するいくつかの岩脈状の小岩体からなる。鶴川上流の原付近や、この図の範囲外であるが北方の小河内ダム付近にも、類似の小岩体が描かれている。北秋川上流の笹久保付近に産するデイサイト質岩脈より東側には貫入岩体が見出されていないという。行政境界の多くは山の稜線を通ることに注意(三頭山最高地点は1531m)。鎖線は踏査ルートで、始点のPは檜原都民の森の駐車場(標高約1000m)、WFは三頭大滝。緯度・経度の数値は2002年度から適用が始まった世界測地系による。

### 3 化学分析とK-Ar年代測定

#### 1) 化学組成

上記2試料の化学分析では、分析用粉末試料をジョークラッシャーとメノウ製の器を用いた振動ミルを用いて調製し、分析はカナダのActivation Laboratories Ltd.に依頼した。このため、地球化学標準試料 (Imai et al., 1995) も合わせて分析し、推奨値との比較から分析精度を検証した。主成分と多くの微量成分は公表に足る精度が達成されていると判断されたが、比較的大きな誤差が見込まれたSc, V, As, Zn, Sb, Th, Uは表1から除外した。標準試料の含有量が検出限界以下で精度の検証ができない元素でも、今回の試料が検出限界以下の場合 (Cr, Ni, Mo, Ag, In), その結果も表に含めた。Cuは標準試料の含有量が検出限界以下であるが、これまでの実績で一定程度の精度があると判断されるので参考値として表に含めた。得られた主成分組成はA岩体の試料が $\text{SiO}_2 = 60.1\text{wt.}\%$ , B岩体の試料が $\text{SiO}_2 = 55.1\text{wt.}\%$ で、これらの岩石が火山岩では安山岩-玄武岩質安山岩に相当する組成をもつことを示す (Le Maitre ed., 2002)。主な主成分酸化物の含有量を、甲府岩体 (佐藤・石原, 1983) や大深山岩体 (佐藤, 2009) および茂来山岩体 (佐藤・由井, 2008) のデータとともにハーカー図に示し (図3), REEパターンを大深山岩体および茂来山岩体のパターンとともに図4に示した。

#### 2) K-Ar年代

K-Ar年代の測定は上記の試料No.09110306から分離した黒雲母について実施した。鉱物分離では、まず岩石試料を粉碎し、篩い分けにより500-250・250-150・150-90  $\mu\text{m}$ などの粒度に分けて洗浄・乾燥の後、磁石などで磁性鉱物を取り除き、次にアイソダイナミック・セパレーターと重液 (ヨウ化メチレン) を用いて黒雲母を濃集した。最終的には150-90  $\mu\text{m}$ の濃集試料を測定に供したが、分離作業を注意深く繰り返しても角閃石類の粒子を除ききることはできず、最終的な測定試料中の黒雲母は約50%であった。しかし、角閃石類は黒雲母に比べてK含有量のはるかに低いので、この濃集試料でも黒雲母の年代にごく近い結果が得られると期待される。K-Ar年代の測定はMass Spec Services社 (旧Teledyne Isotopes社) に依頼して行われた。年代計算に用いた定数は、 $\lambda_{\beta} = 4.962 \times 10^{-10}/\text{y}$ ,  $\lambda_{\epsilon} = 0.581 \times 10^{-10}/\text{y}$ ,  $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.01167\text{atom}\%$  (Steiger and Jäger, 1977) である。

K-Ar年代の測定結果を表2に示した。空気混入率が高くはなく誤差も小さいので、この結果は信頼度が高いと思われる。この試料は7.5 Maという後期中新世の年代を示した。この岩体が小規模かつ細粒で比較的速く冷却したであろうこと、三頭山岩体の貫入以降に起こった火成活動の証拠は知られていないことを合わせ考えると、この年代値は三頭山岩体の貫入年代にかなり近いとみてよいであろう。

表1 関東山地中央部 三頭山岩体の花崗岩類の化学組成  
Table 1 Chemical composition of granitoids from the Mitosan pluton in the central Kanto Mountains

Sample	09110304	09110306
Major elements in wt.%		
SiO <sub>2</sub>	60.14	55.11
TiO <sub>2</sub>	0.556	0.700
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.81	18.23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.17	9.24
MnO	0.142	0.159
MgO	3.00	4.17
CaO	6.49	8.55
Na <sub>2</sub> O	2.86	2.22
K <sub>2</sub> O	1.09	0.86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.07
LOI	2.32	0.96
Total	100.60	100.30
Trace elements in ppm (detection limit)		
Cr (20)	<20	<20
Co* (1)	16	22
Ni (20)	<20	<20
Cu* (10)	40	50
Ga (1)	14	15
Ge* (1)	1	1
Rb (2)	28	30
Sr (2)	224	253
Y (2)	15	14
Zr (4)	70	45
Nb* (1)	2	2
Mo (2)	<2	<2
Ag (0.5)	<0.5	<0.5
In (0.2)	<0.2	<0.2
Sn (1)	<1	<1
Cs (0.5)	4.7	2.7
Ba (3)	266	265
La (0.1)	7.0	5.5
Ce (0.1)	16.1	12.7
Pr* (0.05)	1.78	1.43
Nd (0.1)	7.8	6.6
Sm (0.1)	2.0	1.9
Eu (0.05)	0.60	0.56
Gd (0.1)	2.3	2.1
Tb (0.1)	0.4	0.4
Dy (0.1)	2.7	2.4
Ho* (0.1)	0.6	0.5
Er (0.1)	1.7	1.4
Tm* (0.05)	0.26	0.21
Yb* (0.1)	1.8	1.5
Lu (0.04)	0.29	0.25
Hf (0.2)	2.2	1.4
Ta (0.1)	0.2	0.2
W* (1)	<1	<1
Tl* (0.1)	<0.1	<0.1
Pb (5)	6	7
Bi (0.4)	<0.4	<0.4

Analysed at Activation Laboratories Ltd., Canada; major elements by ICP and trace elements by ICP MS.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Total Fe as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

\*: Trace element contents may include relative error of 15-30%; others less than 15%, except for the elements under detection limits.

#### 4 関東山地の新生代火成活動史と三頭山岩体： 今後の課題

##### 1) 三頭山岩体の貫入時期

今回得られた7.5Maという後期中新世のK-Ar年代は、不純物を含む試料について測定されたものではあるが、前述のように黒雲母の年代に近いものと考えてよいだろう。この年代は三頭山岩体が黒雲母の閉鎖温度である300℃程度まで冷却した時期を示すのであるが、岩体の岩脈状の形態と細粒の岩石組織から、貫入したマグマが比較的速く冷却・固結したと推定されるので、貫入年代に近いと考えられる。この岩体より東側には三頭山頂の東方7.5kmにある微小なデイサイト質岩脈しか知られていない(図2)。三頭

山岩体を中新世-鮮新世の火山フロントを規定する貫入岩体のひとつとして採用するのは妥当であろう(佐藤, 2009; 佐藤・由井, 2008)。ただし、この岩体が後の火成活動の影響を受けた可能性は考えにくいとは言え、岩体自身が多かれ少なかれ変質を被っていることは確かなので、今後は複数の試料や手法による年代測定で、より高精度の年代データを補充していくことが望まれる。

ところで、群馬県南西部-長野県佐久地域の新生代の火成活動は、(1) 15-10Maの中新世中頃と、(2) 6-3Maの中新世末-鮮新世の2つの時期に活発であったようにみえるため(佐藤, 2002, 2004)、代表的な火成岩体の名称に困んで、佐藤・由井(2008)は前者を茂来山期、後者を本宿期と名付けた。三頭山岩体北西方の秩父岩体については(図1)、

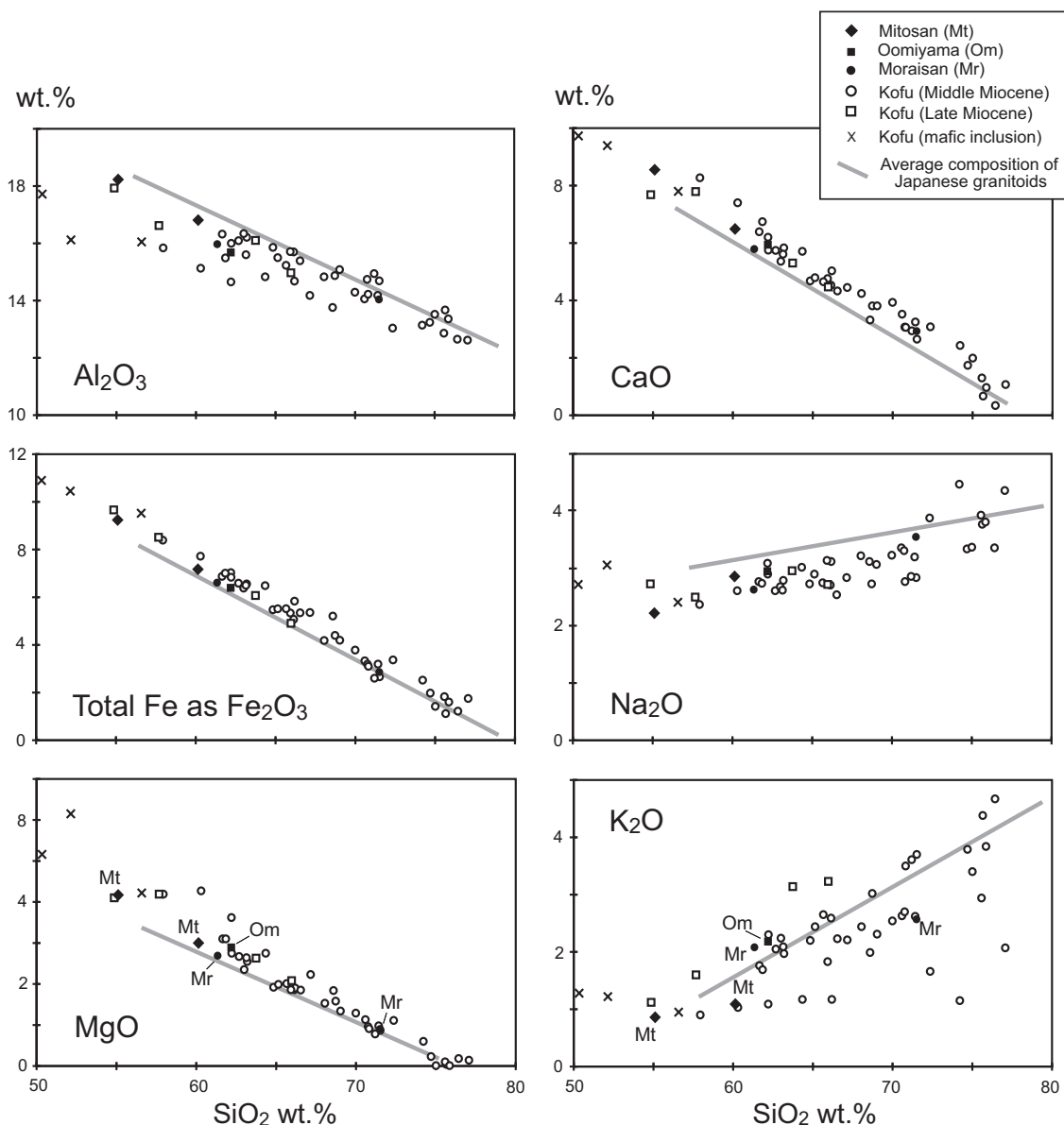


図3 三頭山岩体の主成分組成.

比較のため示した甲府岩体のデータは、佐藤・石原(1983)を時代で2区分し、苦鉄質包有物のデータ(佐藤興平, 未公表資料)を加えたもの。大深山岩体と茂来山岩体のデータはそれぞれ佐藤(2009)および佐藤・由井(2008)による。日本の花崗岩の平均組成はAramaki et al. (1972)による。

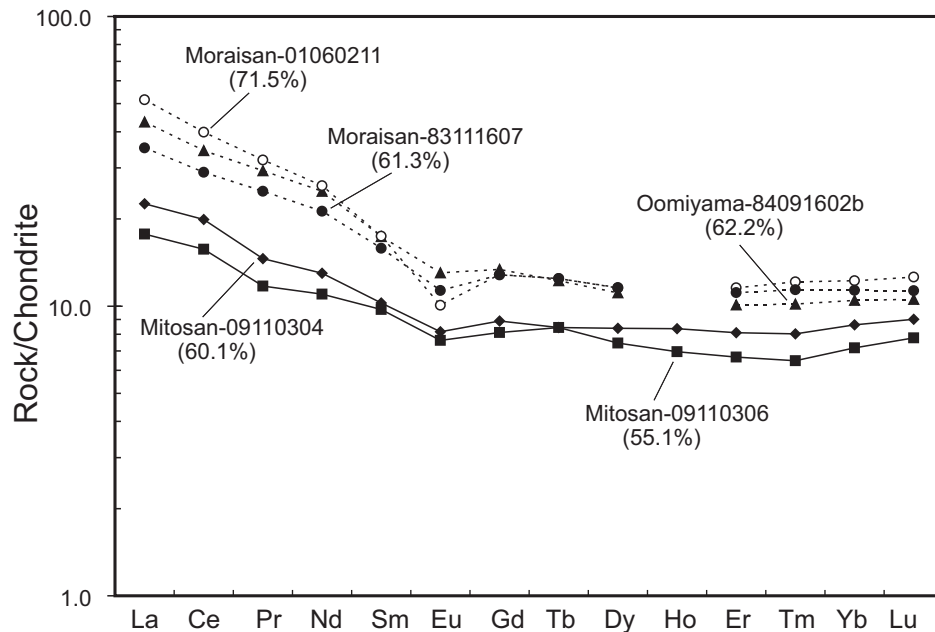


図4 三頭山岩体のREEパターン。

比較のため茂来山岩体（佐藤・由井，2008）と大深山岩体（佐藤，2009）のREEパターンも示した。括弧内にはそれぞれの試料のSiO<sub>2</sub>含有量を示した。ChondriteのREE存在度はBoynton（1984）による。

6.6Maと5.9Maという黒雲母のK-Ar年代が報告されており（Ueno and Shibata, 1986），本宿期に属すると見なすことが可能である。三頭山岩体の西方に広い露出をなす甲府岩体も（図1），時代的には中新世中頃と中新世末－鮮新世の2つの時期に分けられ（註5），本宿期に相当する岩体中央部の火山深成複合岩体の6試料については6.1-4.3 MaのK-Ar年代が報告されている（柴田ほか，1984）。この火山深成複合岩体を構成する安山岩－流紋岩質火山岩は，甲府岩体の中期中新世の徳和型花崗閃緑岩体を不整合に被っており（三村ほか，1984），この地域でも茂来山期と本宿期の間には地殻の隆起削剝を伴う顕著な変動があったことがうかがわれる（佐藤・由井，2008）。したがって，三頭山岩体の貫入活動がどちらの期に属するのか興味深いのであるが，7.5Maという年代は本宿期に近いものの両者の間の年代値であり判然としない。あるいは中間的な時期の活動の存在を示唆するのかも知れない。この問題については，関東山地－南部フォッサマグナ全域の火成活動の消長という視点から稿

を改めて検討したい（註6）。

## 2) 三頭山岩体の産状と構造規制

佐藤・由井（2008）は，関東山地北西縁部に産する中新世の八千穂岩脈群の貫入方向がNE系とNW系の2系統に分けられることを指摘するとともに，このNE系の方向は秩父帯の構造に直交する断層の方向でもあり，その東側の茂来山付近の花崗岩体もNE方向に配列する傾向があることを指摘した。同様の傾向は茂来山南方の大深山岩体とその周辺に分布する岩体の配列にも見られる（佐藤，2009）。三頭山岩体は，これら関東山地北西部の長野県南佐久郡下の秩父帯に貫入した岩体から南東へ50kmも離れた位置にあり（図1），しかも貫入の場が四万十帯で貫入時期も異なるにもかかわらず，類似の貫入形態が見られることは注目に値する（図2）。AとBの両岩体は南佐久郡下のNW系岩脈に，NE方向に延びたC岩体はNE系岩脈に相当すると言うことができよう。NW系とNE系は，大局的には関東山地

表2 三頭山岩体のK-Ar年代

Table 2 K-Ar age of the Mitosan pluton

Sample No.	Rock (Mineral)	<sup>40</sup> Ar* (sec/g×10 <sup>-5</sup> )	<sup>40</sup> Ar* (%)	K (%)	Age (Ma)
09110306	Quartz diorite (Biotite*)	0.088	48.1	3.03	7.4±0.2
		0.089	45.9	3.04	7.5±0.2
					7.5±0.2 (av.)

$\lambda_{\beta}=4.962 \times 10^{-10}/y$ ,  $\lambda_{\epsilon}=0.581 \times 10^{-10}/y$ ,  $^{40}K/K=0.01167$  atom % (Steiger and Jäger, 1977), <sup>40</sup>Ar\*: radiogenic Ar  
Analyst: K. Noyes, Mass Spec Services (Geospace Science)

\* Biotite concentrate contains amphibole which could not be separated from biotite.

の中生界の構造方向とそれに直交する方向であり、中新世中-後期の長期にわたって、それらの方向にマグマの貫入を規定する割れ目ができやすかったことを意味する。そのような広域応力場が長期にわたって存在したとすれば、その背景は何であったのか、これも今後の重要な課題である(佐藤, 2009)。

### 3) 三頭山岩体の化学組成と帯磁率

図3のハーカー図に見られるように、三頭山岩体は甲府・大深山・茂来山など中新世の花崗岩質岩体群の主成分組成が示す変化傾向の苦鉄質な端成分に近い組成をもつ。ここには示していないが、秩父岩体はSiO<sub>2</sub>含有量62-65wt.%程度なので三頭山岩体よりはいくぶん珪長質である(佐藤興平, 未公表資料)。REE含有量も大深山や茂来山両岩体より低く、Euの負異常がほとんど見られない平坦なパターンが未分化な性格を示す。

関東山地-南部フォッサマグナ地域では、SiO<sub>2</sub>含有量が70wt.%を上まわるような花崗岩類は比較的大きな岩体に産してその一部が還元型に属するのに対し、三頭山や大深山のようなごく小さい岩体は比較的苦鉄質な酸化型花崗岩類からなるという傾向が認められる。前者の例として甲府岩体と甲斐駒ヶ岳岩体が挙げられるが(佐藤・石原, 1983; 佐藤ほか, 1989; Sato, 1991; 佐藤ほか, 1992)、南端部に還元型の黒雲母花崗岩を伴う茂来山岩体もこれに含めてよいだろう(佐藤・由井, 2008)。これらの岩体が四万十帯もしくは秩父帯の付加体に貫入しているという共通点があるのに対して、中新世の火山岩類からなる丹沢層群に貫入した丹沢岩体では、珪長質な岩相にも還元型は見られない。このように、岩体の規模と化学組成や酸化還元状態および貫入した地殻の性質が関係しているように見えるのは偶然ではないであろう。小規模な酸化型苦鉄質岩体は、マグマが周囲の堆積岩質地殻の影響で還元されたり分化するだけの熱的・時間的余裕が与えられなかった事例なのかも知れない。この観点からすると、三頭山岩体の縁辺部とみられる露頭で帯磁率の低い花崗岩類が見出されたことが気にかかる。岩体内の岩質変化に着目した詳しい調査が必要であり、同位体地球化学的な検討も求められる。なお、空中磁気異常図(地質調査情報センター, 2005)には三頭山付近に顕著な異常が見られないことも指摘しておかなければならない。岩体規模が小さいためだと思われるが、今後の精査が必要である。

## 5 まとめ

関東山地の東京都西多摩郡檜原村西端部に産する三頭山岩体の予察的な調査を行い、採取した試料につき化学組成とK-Ar年代を求めた。石英閃緑岩試料に含まれる黒雲母につき7.5Maの年代が得られたことから、この岩体は後期中新世に貫入したと解される。関東山地-南部フォッサマ

グナ地域の新生代火成活動史解明の視点から、この岩体の産状と構造規制の関係、岩体内の化学組成や帯磁率の変化、あるいはより精密な年代などについてさらに詳しく検討することが望まれる。

## 謝 辞

元筑波大学地球科学系の小林洋二博士は三頭山周辺の岩脈についてご助言下さった。元地質調査所の一色直記博士は顕微鏡観察過程で貴重な助言をくださった。産業技術総合研究所の巖谷敏光氏は鉱物分離の作業で便宜を図ってくださった。米国Nevada大学のL.C.Hsu博士は英文要旨をチェックしてくださった。また、物質・材料研究機構名誉研究員の小野 晃博士による丁寧な査読は原稿の改善に大変有益であった。本研究には新井科学技術振興財団の助成金の一部を使わせていただいた。以上の皆様と新井財団に深謝します。

## <註>

註1) 三頭山は西峰・中央峰・東峰の3つの峰からなるとされる。今回試料09110306を採取した地点は、檜原都民の森管理事務所のパンフレットによると、三頭山中峰(1524.5m)にあたるが、これを西峰とする登山ガイドもある。同じ管理事務所の別のパンフレットや檜原村役場産業環境課観光係のパンフレットには三頭山(1531m)とだけ表示されている。国土地理院2万5千分の1地形図には、1527.5mの三角点の北西側に最高地点と思われる1531mの表記があるだけで、3つの峰の名称は記されていない。

註2) 檜原都民の森管理事務所では3種のパンフレットを入手できた。「」内の名称はそれらに記されたものである。これらのパンフレットには地形のコンターなどは入っておらず、実在の登山道が記されていないこともあったりして、詳しい現在地を知るのは容易ではない。これらに地質学的な情報は皆無であった。

註3) 試料09110306は山頂部に点在するいくつかの転石のひとつ(径約1.5m)から採取したものである。表土に埋もれているが転石と思われる。しかし、山頂なので露頭と同格と判断して差し支えない。なお、帯磁率は野外の測定なので、測定面の凹凸の影響で真の値よりいくぶん低めの値を示す。詳しくは大きな試料を採取し、平滑な面を成形して測定する必要があるが、この地域は公園という位置づけなので、試料採取は最小限にとどめた。

註4) 試料09110306に含まれる主な変質鉱物は、X線粉末回

折と鏡下の観察からアクチノ閃石と同定したが、EPMA分析で化学組成を確認していないのでここはアクチノ閃石様鉱物と記述した。

註5) 甲府岩体は実際には多数の岩相に分けられ (Kato, 1968), 甲府複合岩体とも称すべきであるが (Sato, 1991), ここでは単純に岩体と呼ぶ。岩体北西部を構成する瑞牆-昇仙峡型花崗岩が最も古く15-14Ma頃に貫入したと考えられ、還元型に分類される (佐藤ほか, 1992)。甲府岩体の主要部を構成する徳和型花崗閃緑岩は、瑞牆-昇仙峡型花崗岩よりいくぶん若く、主に酸化型からなるが、四万十帯の堆積岩類と接触する周辺部が還元され還元型に相当する低い帯磁率を示す。甲府岩体中央部の小鳥型花崗閃緑岩は、徳和型など甲府岩体早期相が隆起削りされた後の6-4 Ma頃に貫入してきたもので、火山深成複合岩体を構成しており、すべて酸化型からなる (佐藤・石原, 1983; Sato, 1991)。甲府岩体の主成分組成は酸化型と還元型で明瞭な差を示さないで、図3では簡略化のため時代で2区分してある。

註6) 5万分の1地質図「五日市」の解説書で酒井 (1989) は、佐藤ほか (1986) に基づき三頭山岩体の進入時期を中期中新世としているが、この引用文献が文献欄に欠落している。引用内容からみて、この文献は丹沢岩体の冷却史を論じた筆者らの論文 (地質学雑誌第92巻に掲載) と思われる。角閃石などK含有量の少ない鉱物のK-Ar年代は、誤差が大きいだけでなく過剰アルゴンが問題になることもあって、冷却史の考察には注意深い取り扱いが必要である。この点も稿を改めて論じたい。

## 文 献

- Aramaki, S., Hirayama, K. and Nozawa, T. (1972): Chemical composition of Japanese granites, Part2. Variation trends and average composition of 1200 analyses. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **78**:39-49.
- Boynton, W. V. (1984): Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. ed., *Rare Earth Element Geochemistry*, Elsevier, 63-114.
- 地質調査所 (1992): 100万分の1日本地質図 第3版, 地質調査所.
- 地質調査総合センター (2005): 日本空中磁気データベース. 数値地質図P-6, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- Imai, N., Terashima, S., Itoh, S. and Ando, A. (1995): 1994 compilation of analytical data for minor and trace elements in seventeen GSJ geochemical reference samples, "Igneous Rock Series". *Geostandards Newsletter*, **19**:135-213.
- Kato, Y. (1968): Petrology of the Tertiary granitic rocks around Kofu Basin, central Japan. *Science Reports of Tohoku University*, series 3, **10**:241-312.
- Le Maitre, R. W. ed. (2002): *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*, Cambridge University Press, 236p.
- 三村弘二・加藤祐三・片田正人 (1984): 御岳昇仙峡地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 61p.
- 酒井 彰 (1987): 五日市地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 75p.
- Sato, K. (1991): Miocene granitoid magmatism at the island-arc junction, central Japan. *Modern Geology*, **15**:367-399.
- 佐藤興平 (2002): 群馬県南牧村砥沢の金鉱山跡調査報告 (続) - 砥沢岩体のK-Ar年代と南牧周辺地域の新生代火成活動史 - 群馬県立自然史博物館研究報告, (6):59-74.
- 佐藤興平 (2003): 環日本海のメタロジェニー: 地殻構造と花崗岩系列. 資源環境地質学, 資源地質学会, 61-70.
- 佐藤興平 (2004): 妙義-荒船-佐久地域の火山岩類のK-Ar年代と火山フロントの後退. 群馬県立自然史博物館研究報告, (8):109-118.
- 佐藤興平 (2005): 荒船山の火山岩のK-Ar年代と本宿カルデラの火山活動史における意義. 群馬県立自然史博物館研究報告, (9):11-27.
- 佐藤興平 (2009): 関東山地北西縁に産する大深山花崗岩質岩体のK-Ar年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, (13):69-76.
- 佐藤興平・石原舜三 (1983): 甲府花崗岩体の帯磁率と化学組成. 地質調査所月報, **34**:413-427.
- 佐藤興平・由井俊三 (2008): 関東山地北西縁に産する八千穂岩脈群のK-Ar年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, (12):45-54.
- 佐藤興平・柴田 賢・内海 茂 (1986): 丹沢トータル岩質岩体の角閃石と黒雲母の不一致年代. 地質雑, **92**:439-446.
- 佐藤興平・柴田 賢・内海 茂 (1989): 甲斐駒ヶ岳花崗岩質岩体のK-Ar年代と岩体冷却史-赤石産地の地質構造形成史における意義-. 地質雑, **95**:33-44.
- 佐藤興平・石原舜三・柴田 賢 (1992): 日本花崗岩図, 日本地質アトラス (第2版), 地質調査所, 朝倉書店.
- 柴田 賢・加藤祐三・三村弘二 (1984): 甲府市北部の花崗岩類とその関連岩のK-Ar年代. 地質調査所月報, **35**:19-24.
- Steiger, R. H. and Jäger, E. (1977): Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants on geo- and cosmochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, **36**:359-362.
- Ueno, H. and Shibata, K. (1986): Radiometric ages of quartz diorite bodies related to the Chichibu pyrometamorphic deposits and their relevance to the metallogenic epoch. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, **81**:73-78.