甲府盆地東南部の花崗岩類について*

(特に丹沢型花崗岩類——東北日本中新世岩石区——の成因)

柴田秀賢**・藤本丑雄***・大木靖衛**

(1959 年 6 月 27 日受理)

Granitic Rocks of the Southeastern Part of the Kôfu Basin, Yamanashi Prefecture, Japan

(With Special Reference to the Origin of the Tanzawa-type Granitic Rocks
——Northeastern Miocene Petrographic Province——)

Hidekata SHIBATA, Ushio FUJIMOTO, and Yasue ÔKI

(Abstract)

In the so-called green tuff region characterised by various thick pyroclastic sediments and their related alteration products (containing spilitic rocks), small bodies of granitic rocks are sporadically developed. So far as observed, these granitic rocks belonging to the Northeastern Miocene Petrographic Province are trondhjemitic in their chemical compositions. It is well known that trondhjemite is closely associated with biotite-diorite and even biotite-norite (V. M. GOLDSCHMIDT, 1922). The early-formed biotite extracted so much potash from the magma that nothing was left for the formation of potash feldspar in the later stage. The granitic rocks now in question, however, have no intimate relation with biotite-diorite, but they are related with spilitic rocks in petrographical and geological view. The activity of the trondhjemitic rocks (Tanzawa-type granitic rocks) is limited only to the middle to the later stages of the Miocene geosyncline in Japan. No trondhjemite is found in the early stage of the geosyncline. The writers are now of the opinion that the Tanzawa-type granitic rocks may have been derived from the partial remelting of the deep seated thick pyroclastic sediments (spilitic rocks) of the green tuff region. Some plagioliparite (soda-rhyolite) specifically found in Northeastern Japan may be a volcanic equivalent of the Tanzawa-type granite.

I. ま え が き

甲府盆地周辺には、丹沢型花崗岩類と同時期の花崗岩が相当広く分布するものとされて以来、この考えは多くの地質学者によつて支持され、この附近に関係ある地質図は、昔の考えに従つて、そのまま同じように、色わけされている。筆者等が甲府盆地北方の花崗岩類を調査したとき、これまで丹沢型花崗岩類と同時期のものとされていた岩体の大部分が、実はそれと異なる恐らく白堊紀中期～末期に貫入したと考えられる秩父型花崗岩に類似するものであることを確かめて、それを丹沢型花崗岩類から区別した。この岩体を更に東南方に追跡したところ、新第三紀の西八代層群を貫く酸性深成岩体(芦川型花崗岩)によつて貫入されていることを確認した。すでに知られているように、丹沢型花崗岩類は、化学成分においても著しい特色をもち、その分布もグリーン・タフ地域にのみ限られている

* 1959 年 4 月、日本地質学会総会で発表

** 東京教育大学理学部地質鉱物学教室

*** 甲府東中学校

地質学雑誌 第 66 巻 第 774 号 1960 年 3 月

特異な深成岩類である。本論では、このたびの調査で明らかとなつた新しい幾つかの事実と共に、主に化学成分に注目して、この特異な丹沢型花崗岩類の成因についても、大胆な考察を試みた。諸研究者の批判を得たい。

本研究に際し、御坂層のスプライトを頂いた横浜国立大学の見上敬三博士に深く感謝する。地質調査所の太田良平氏、鹿児島大学の石川秀雄氏、東京教育大学の吉村尚久氏からは、いくつかの貴重な意見を頂き、同大学の我妻儀一氏からは薄片を製作して頂いたので厚く御礼を申し上げる。本研究の費用の一部には、1958年度の柴田・大木の文部省科学研究費、及び藤本の文部省科学研究助成金を使用したもので、ここに記して感謝の意を表する。

II. 地 質 概 説

本地域の地質は、笹子・藤野木・大野寺を結ぶ線によつて、大体二分される。この線の北側には主として時代未詳の中生層（小仏層）とそれを貫く白堊紀末に貫入したと考えられる徳和型花崗岩とが広く分布し、西側には新第三紀層とそれを貫く芦川型花崗岩（丹沢型花崗岩）が分布する（第1図）。

徳和型花崗岩とは、以前筆者等（1958）が甲府市北方の花崗岩類について報告した際に、この花崗岩類のなかで白堊紀に活動した花崗岩類を、その分布と岩相の違いによつて、3つに分類したが、そのなかの笛吹川に沿つて広く分布する中粒閃雲花崗閃緑岩に与えた名称である。この花崗岩は連続的に本地域にまで追跡される。これによつて貫かれる中生層は著しく接触熱変成作用を受けてホルンフ

第1図 甲府盆地東南部の地質概略図

1. 化学分析資料採集地点, 2. 第四紀層, 3. 芦川型花崗岩, 4. 新第三紀層（西八代層群）,
5. 徳和型花崗岩, 6. 中生層（小仏層群）

ェルス化され、黒雲母・堇青石などができている。

芦川型花崗岩は中粒～細粒のトナール岩～トロニエム岩に属し、岩体中には、多数の小さな塩基性捕獲岩が存在する。本花崗岩は、徳和型花崗岩より優白質で、やや半深成岩的性質をおびている。これによつて貫かれる堆積岩類は、ごく狭い巾の範囲だけ弱い接触熱変成作用を受けている。徳和型花崗岩と芦川型花崗岩の関係は、黒駒村檜峯神社の北方約 1km の地点で観察される。芦川型花崗岩は接触部に近づ

くにつれて次第に細粒となり、深成岩というよりはむしろ半深成岩とか脈岩に近い岩相に変る。接触部では、芦川型花崗岩は細い優白質岩脈を伴つて、明瞭な接触面で徳和型花崗岩を貫く。この附近の芦川型花崗岩中には、沢山の大小さまざまな徳和型花崗岩が捕獲岩として存在している。

岩石記載

徳和型花崗岩 徳和型花崗岩については、すでに報告したので、ここでは要点のみを略記する。

本花崗岩は岩相の比較的均一な中粒閃雲花崗閃緑岩で、主に斜長石・石英・カリ長石・黒雲母・角閃石からなり流理構造はほとんど認められない。後に述べる芦川型花崗岩類と比べると、それより黒雲母・角閃石ともに多色性が強い。初鹿野で採集した標本について化学分析を行つた（第 1 表）。すでに発表した徳和型花崗岩類の成分変化図に投影すると、この岩石の各成分は、それぞれの曲線上に乗る（第 2 図）。

芦川型花崗岩 芦川型花崗岩は主に斜長石・石英・陽起石質角閃石からなり、少量の緑泥石・緑簾石・陽起石・カリ長石・方解石・沸石を副成分並びに後生鉱物として含む。斜長石は累帯構造が著しく、とくに最外帯は明瞭な厚い曹長石の mantle となつている。この曹長石はしばしば、石英と文象構造を示している。曹長石は mantle

第 3 図

第 1 表
徳和型花崗岩

SiO ₂	68.76
TiO ₂	0.41
Al ₂ O ₃	15.42
Fe ₂ O ₃	0.22
FeO	3.25
MnO	0.10
MgO	1.70
CaO	3.94
Na ₂ O	2.63
K ₂ O	2.80
H ₂ O+	0.98
H ₂ O-	0.44
P ₂ O ₅	0.02
Total	100.67
Q	28.1
Or	16.8
Ab	24.2
An	19.6
C	1.2
Wo	—
En	4.8
Fs	4.4
Mt	0.3
Il	0.6
Ap	—

採集地：初鹿野 (OH3)
大木分析 (1959)

第 2 図 徳和型花崗岩類の成分変化図
H: 初鹿野 (OH3)

第2表 芦川型花崗岩

	1	2
SiO ₂	68.26	72.08
TiO ₂	0.43	0.37
Al ₂ O ₃	14.84	14.19
Fe ₂ O ₃	1.21	0.81
FeO	2.81	1.67
MnO	0.02	0.02
MgO	2.33	0.99
CaO	3.37	1.90
Na ₂ O	3.68	4.83
K ₂ O	1.24	0.31
H ₂ O+	1.32	1.60
H ₂ O-	1.02	0.66
P ₂ O ₅	0.05	0.06
Total	100.58	99.49
Q	26.9	35.15
Or	7.5	1.90
Ab	34.0	44.75
An	16.25	9.25
C	3.6	3.05
Wo	—	—
En	6.6	2.80
Fs	3.0	1.56
Mt	1.3	0.87
Il	0.6	0.52
Ap	0.1	0.13

1. 檜峯神社 (OK3)

2. 中芦川 (87264)

大木分析 (1959)

で、曹長石中とか、或は他の鉱物の間隙を充填して産する。緑簾石・緑泥石・方解石と共に、しばしば沸石が産する。この点で芦川型花崗岩は花崗岩としては異常なものであり丹沢山塊のものよりもつと浅いところにできた花崗岩である。この花崗岩の化学分析の結果は第2表にある。これを丹沢型花崗岩類の成分変化図に投影すると第4図となり、芦川型花崗岩は丹沢型に属する。分析表や成分変化図でも明らかなように、芦川型花崗岩は、K₂O が特に少いので、徳和型花崗岩と混同されることはない。丹沢山塊や本地域以外のグリーン・タフ地域に、丹沢型花崗岩とほぼ同時期に活動した、いわゆる深成岩体が存在していることは、すでに多くの研究者によつて報告されている。東北日本のこの種の花崗岩類については、石井・

第3表 丹沢型花崗岩類

SOi ₂	52.30	66.34	68.77	69.46	70.75*	74.12
TiO ₂	0.42	0.35	0.37	0.43	0.27	0.39
Al ₂ O ₃	19.36	16.92	16.20	14.17	14.39	14.45
Fe ₂ O ₃	2.25	1.57	1.28	2.14	1.12	0.85
FeO	6.85	2.66	2.26	2.07	1.53	1.03
MnO	0.03	n.d.	n.d.	0.02	0.02	0.01
MgO	4.15	1.75	1.34	1.06	0.91	0.79
CaO	8.98	4.84	3.88	3.55	3.53	2.08
Na ₂ O	2.13	3.07	5.10	5.46	5.09	4.11
K ₂ O	0.23	1.22	0.67	1.00	1.29	0.79
H ₂ O+	2.20	0.82	0.61	0.78	0.45	0.61
H ₂ O-	0.75	0.12	0.11	0.21	0.06	0.31
P ₂ O ₅	0.15	0.02	0.04	0.04	0.11	0.04
Total	99.80	99.68	100.63	100.39	99.52	99.58
Q	9.5	27.9	23.1	23.5	26.1	39.0
Or	1.5	7.5	4.0	6.1	7.7	5.0
Ab	20.0	28.5	46.0	49.5	46.2	38.0
An	44.5	24.5	18.8	11.3	12.8	10.5
C	—	1.9	—	—	—	3.4
Wo	0.2	—	0.2	2.4	1.7	—
En	12.0	5.0	3.8	3.0	2.5	2.2
Fs	8.8	2.4	2.2	1.8	1.3	0.4
Mt	2.4	1.7	1.3	2.2	1.2	0.9
Il	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6
Ap	0.5	—	—	—	0.2	—

分析者 柴田 (1956)

* 小島丈児 (1952)

第4図 丹沢型花崗岩類の成分変化図

TA: 丹沢型 To: 東北新第三系型 As: 芦川型
東北新第三系はカーブからのずれが大きい。変質しているものは特にいちじるしい。

植田等 (1955) がこれまでの諸研究をまとめ、更に岩石学的考察を行つている。グリーン・タフ地域の花崗岩類は一般に K_2O に乏しく、 Na_2O に富むが、なかでも東北地方の花崗岩類の方が Al_2O_3 に乏しく、 MgO , K_2O にやや富んで、丹沢や芦川のものとは少し異なる。したがつて、ノルムではよく Wo が算出される。東北地方のものが、やや異なつた化学成分をもつことは、石井・植田が述べているように、産状が一般に小規模で小さな岩脈・岩株であり、周囲の岩石とも複雑な関係にあり、著しく二次的な変化を受けて、炭酸塩鉱物・硫化物・その他の変質鉱物などに富むことなどに依つているのであろう。

第4表 東北新第三系型花崗岩類

SiO_2	50.89*	51.48*	63.55*	67.79**	68.58**	67.41**	60.79**
TiO_2	1.17	1.14	0.86	0.46	0.18	0.47	0.55
Al_2O_3	19.20	18.72	17.01	13.50	13.62	14.34	14.45
Fe_2O_3	3.01	3.21	1.43	0.49	0.43	0.98	0.32
FeO	7.03	6.82	3.59	4.91	2.58	2.58	7.21
MnO	0.08	0.10	0.03	0.13	0.03	0.07	0.11
MgO	4.29	3.65	2.40	2.79	2.31	1.87	3.56
CaO	8.62	8.77	4.73	2.80	3.28	4.16	5.19
Na_2O	2.90	2.23	3.33	3.65	4.96	4.68	3.47
K_2O	0.68	0.72	1.62	0.69	1.94	2.22	1.22
H_2O+	1.51	1.91	1.05	1.92	1.32	1.36	2.10
H_2O-	0.27	0.38	0.18	0.40	1.20	0.38	0.36
P_2O_5	0.33	0.28	0.05	0.21	0.24	0.16	0.27
Total	99.98	99.41	99.83	99.74	100.67	100.68	99.60
Q	4.1	8.6	20.8	30.0	30.6	20.6	15.0
Or	4.0	4.5	10.0	4.3	11.5	13.0	7.5
Ab	27.0	21.0	30.5	33.4	45.1	42.1	32.4
An	38.0	41.0	24.0	13.1	9.3	11.7	21.0
C	—	—	1.3	2.6	—	—	—
Wo	1.4	1.2	—	—	2.2	0.6	1.5
En	12.2	10.6	7.2	8.0	6.5	5.2	10.2
Fs	7.6	7.4	3.4	7.1	3.3	2.8	10.6
Mt	3.3	3.4	1.5	0.5	0.6	1.0	0.4
Il	1.6	1.6	1.2	0.7	0.3	0.7	0.8
Ap	0.8	0.5	—	0.5	0.5	2.4	0.6

分析者 * 柴田 (1956)
 ** 石井・植田 (1955)

III. 丹沢型花崗岩類の成因

最近、加納 (1958) は我国の花崗岩類の分類を行ない、そのとき花崗岩質残溜系におけるカリ/ソーダ比の低いことは、TUTTLE, BOWEN (1958) の H_2O を含んだ系の実験をもとにして、物理的には水の量が多く、かつ水蒸気圧が高いこと、従つて固結温度の低いことを示すと述べている。丹沢型花崗岩の化学成分の特色、つまり K_2O/Na_2O の低いことを、この説で説明しようとする、次のようにまだいくつかの難点がある。丹沢型のように極端に K_2O に乏しく、 Na_2O に富む花崗岩質マグマが上述の仮定でできるためには、非常に大きな水蒸気圧を必要とする。TUTTLE, BOWEN の図から、共融点の Or/Ab 比が水蒸気圧によつてどのように変つていくかを描くと第5図となる。丹沢型花崗岩類の Or/Ab 比は第4表に示したが、その値は 0.1~0.25 に最も多く集る。このような比率の花崗岩質残溜マグマをつくるために水蒸気圧の大きいことを仮定するにしても、それには限度があることがこの図からもわかる。また、丹沢型花崗岩類を TUTTLE, BOWEN の SiO_2 -Ab-Or 図に投影すると、丹沢型は異常なところに分布し、水蒸気圧による共融点の位置の移動では、とうてい説明されないことがわかる (第5, 6図)。

さて、丹沢型花崗岩類の化学成分が、いわゆるトロニウム岩系によく一致していることは事実であるがしかしトロニウム岩というものは、一般に、biotite-diorite と深い関係を持つて産する。この

第5図

トロニウム岩系の成因を、マグマ中に H_2O が多かったので、岩漿進化の初期から、黒雲母が晶出して、 K が早くからマグマからとり去られ、その結果 K_2O に乏しい酸性岩ができると説明されている (V. M. GOLDSCHMIDT, 1922)。丹沢型では塩基性岩からして、すでに著しく K_2O に乏しく、また biotite-diorite なるものに全く関係がないので、この一般的説明は不可能である。

筆者等の一人、柴田 (1955, 1956, 1958) は以前から、丹沢型花崗岩は地向斜の深所で、グリーン・タフが再熔融してできたものと考えていた。次にその理由を述べる。一般に同源マグマの噴出型と深成型とは同様な化学成分の傾向を示す。そこで、丹沢型のように著しく Na_2O に富み、 K_2O に乏しい岩石と、本邦に広く分布する普通の火山岩とを比較して、両者の関係を調べてみると、丹沢型は、それらよりも Na_2O に富み、著しく K_2O に乏しく、火山岩の系列からひどく

ばらついている (第7, 8図)。つまり火山岩のマグマの普通の結晶作用では容易に説明できない。一方、丹沢型は、その化学成分が、スピライト〜ケラトファイヤーによく類似している。そのことはスピライト〜ケラトファイヤーを $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 図、 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 図に投影してみるとよくわかる*。丹沢型とスピライト系岩石 (或いは火山岩) との異なる点は、丹沢型の方が一般により Al_2O_3

* スピライト〜ケラトファイヤーは、火山岩の自変成作用により、岩石中の K , Na がその変成作用にともなつて再配分され、特に Na や或は K に著しく富む特別な岩石となつたものであるともされている (BATTEY, 1955, 1956)。したがつて、 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比のばらつきがはげしいわけであるが、この点丹沢型も一脈通ずるところがある。

第5表 丹沢型花崗岩類の $\text{Q} : \text{Or} : \text{Ab}$, Or/Ab 比 (但し、重量比)

	SiO_2 (wt%)	$\text{Q} : \text{Or} : \text{Ab}$			Or/Ab
芦OK3	68.26	38.5	11.1	50.4	0.22
川型 87264	72.08	42.2	2.4	55.5	0.04
丹沢型	52.30	29.8	4.9	65.3	0.08
	66.34	42.8	11.9	45.3	0.26
	68.77	31.8	5.5	62.7	0.09
	69.46	29.0	7.6	63.4	0.12
	70.75	31.9	9.7	58.4	0.17
	74.12	49.8	6.6	43.6	0.15
東北第三系型	50.89	11.3	11.4	77.3	0.15
	51.48	24.6	13.3	62.1	0.21
	60.79	27.2	14.0	58.8	0.23
	63.55	33.2	16.5	50.3	0.33
	67.41	26.6	17.2	56.2	0.31
	67.79	43.5	6.4	50.1	0.13
	68.58	34.4	13.3	52.3	0.25

第6図 TUTTLE, BOWEN (1958) による $\text{SiO}_2\text{-Ab-Or-H}_2\text{O}$ 系の図

H_2O の圧力の増加により共融点が Ab 側に移動する。丹沢型は共融点からいちじるしくはずれている。

に富むことである

(第8図)。ノルムでは Wo がより少なく、むしろ C (コランダム) がよく算出される。一般に堆積岩は Al_2O_3 に富み、多くの場合ノルム・コランダムを有する。丹沢型花崗岩類に Al_2O_3 に富んだものが多いことは、グリーン・タフの主要構成物であるスピライト様岩石が、基盤や、グリーン・タフ中の泥質堆積岩と共に、地向斜の下部で再熔融したという仮説によつて容易に説明できる。なお、グリーン・タフ中のスピライト様岩石が、どの程度のものであるかを知るために、御坂層中のスピライト3個について化学分析を試みた(第6表)。御坂層中には典型的なスピライトが存在することがわかった。

丹沢型花崗岩類

は、グリーン・タフが地向斜の深所で再熔融したという筆者等の考えによれば、この種の花崗岩類が中新世の地層を貫いて、中新世の末期にのみ活動し、それ以前には活動していないこと、及び、その分布がグリーン・タフ地域にのみ限られているということが容易に説明できる。すなわちグリーン・タフの源岩が堆積し、それが地下に沈んで同時にスピライト化作用を受け、グリーン・タフと化したのでここに丹沢型花崗岩の素ができた。これが、周囲の岩石と共に再熔融して、上部の地層に貫入した。グリーン・タフのなりかたにも、種々の程度があつたので、それから由来した丹沢型花崗岩類の成分もばらつくものと考えられる。グリーン・タフがなければ丹沢型花崗岩のようなものはできず、

第7図 K_2O/Na_2O - SiO_2 , Na_2O - SiO_2 図

- + 箱根ピジョン輝石質岩系 (久野, 1952)
- × 箱根斜方輝石質岩系 (久野, 1952)
- 丹沢型花崗岩類
- ◐ 東北新第三系花崗岩類
- ・ スピライト〜ケラトファイヤー (GILLULY, 1935, BATTEY, 1955~1956)

第8図 Norm Corundum ($\frac{1}{2}$ Wollastonite)- SiO_2 図

- + 箱根ピジョン輝石質岩系 (久野, 1952)
- × 箱根斜方輝石質岩系 (久野, 1952)
- 丹沢型花崗岩類
- ◐ 東北新第三系花崗岩類

第6表 丹沢御坂層スピライト

	5081516	5081514	5481311
SiO ₂	46.78	46.80	48.62
TiO ₂	0.08	0.24	0.58
Al ₂ O ₃	20.45	20.10	18.45
Fe ₂ O ₃	0.85	1.09	0.92
FeO	7.55	7.17	6.17
MnO	0.00	trace	0.02
MgO	6.45	6.25	8.64
CaO	9.10	9.25	5.91
Na ₂ O	3.90	3.95	5.52
K ₂ O	0.20	0.20	0.51
H ₂ O+	3.95	4.51	3.99
H ₂ O-	0.38	0.34	0.68
P ₂ O ₅	0.13	0.04	0.11
CO ₂	0.28	0.12	0.51
Total	100.10	100.06	100.63
採集者	見上	見上	見上
分析者	柴田	柴田	大木

また、中新世以前には、第三紀にこのような花崗岩が活動し得なかつたのもそのためであろう。

第三紀には、グリーン・タフ地域以外でも酸性深成岩類の活動が知られている。それらは熊野の酸性岩類（佐渡，1932）や柴田の西南日本外帯中新世岩石区（柴田，1958）と称しているもので、著しく Al₂O₃ に富み、K₂O も Na₂O とほぼ等量含む、普通の花崗岩* に近いものである。新第三紀の深成岩岩石区は、グリーン・タフ地域の丹沢型トロニウム岩系（東北日本中新世岩石区）のものと、そうでない地域のもの（西南日本外帯中新世岩石区）とに分れる。

筆者等の説の外に、例えば、初生的なスピライ

ト・マグマが何等かの原因でできて、岩漿進化しながら堆積岩中に貫入し、そこに丹沢型花崗岩類ができたという考え方もできるが、初生的スピライト・マグマの起源には、まだ問題もあるし、また、グリーン・タフ中のスピライト様岩石の多くは、本邦に広く分布する普通の火山岩が変質作用によって、スピライト化したと見られる点が強く、更に、スピライト化作用はグリーン・タフの下部程一般に著しいという今までの研究などからして、初生的スピライト・マグマからの丹沢型花崗岩の成因は採用できない。このほかに、火山岩マグマが、地下深所で、スピライト様岩石中に貫入し、そこでまじりあつて丹沢型が生れたという説も可能であろうが、この説に好都合な岩相変化によく富んだ大規模な岩体は認められない。小規模なものには、このような深成岩体もあるかも知れない。いずれにしても、スピライト様岩石が重要な役割をなしていることには間違いはない。

丹沢型花崗岩のマグマが地下に存在していれば、当然、その volcanic equivalent も存在して良いはずである。東北日本第三紀に特有で、大規模に産する、いわゆる plagioliparite (soda-rhyolite) と称される岩石のなかに、その volcanic equivalent が存在するのではなからうか。

最後に、本論ではマグマ形成のときの揮発性成分、P、Tなどについて、余りふれなかつたが、岩石の成因を論ずるにはそれが生れて来る源物質の性質も重要であるという、以前から多くの学者によつて主張されている一つの考えかたを、丹沢型花崗岩を例として強調してみた。

* TUTTLE, BOWEN (1958) の図で low temperature trough におさまるという意味。

参 考 文 献

- BARTH, Tom. F. W. (1952): Theoretical Petrology. New York, John Wiley & Sons.
 BATTEY, M. H. (1955): Alkali Metasomatism and the Petrology of Some Keratophyres. *Geol. Mag.*, vol. 92, 104—126.
 — (1956): The Petrogenesis Spilitic Rock Series from New Zealand. *Geol. Mag.*, vol. 93, 89—100.
 藤本丑雄, 柴田秀賢, 吉竹博, 大木靖衛 (1958): 山梨県小鳥山附近の地質及び深成岩類, 地質雑, 64 巻, 752 号, 250—257.
 GILLULY, J. (1935): Keratophyre of Eastern Oregon and the Spilitic Problem. *Am. Jour. Sci.*, vol. 29, 225—257.
 GOLDSCHMIDT, V. M. (1922): Stammestypen der Eruptivgesteine. *Norske Vidensk. akad. Skr., Marth. Naturw. Kl.* 10.

- 牛来正夫 (1955・1957・1958): 火成岩成因論 (上, 中, 下), 地学双書 12, 地国研.
- 石井清彦・植田良夫 (1955): 東北日本第三紀花崗岩類 I, 岩鉱, 39 卷, 2 号, 43—58.
- 加納 博 (1958): 北上山地の接触変成岩, 鈴木醇教授還暦記念論文集, 53—72.
- 小島文児 (1952): 丹沢山地箒沢附近の石英閃緑岩にともなつた混成現象について, 広島大学地学研究報告, 2 号, 1—14.
- 片田正人 (1956): 5 万分の 1 地質図甲府及び説明書, 地質調査所.
- 松田時彦・水野篤行 (1955): 富士川上流地域の西八代層群の層序, 地質雑, 64 卷, 754 号, 325—345.
- (1958): 富士川地域北部第三系の褶曲形成史, 地質雑, 61 卷, 717 号, 258—273.
- MORIMOTO, R., HUZITA, K., and KASAMA, T. (1955): Cenozoic Volcanism in Southwestern Japan with Special Reference to the History of the Setouchi Geologic Province. *Bul. Earthq. Inst.*
- MIKAMI, K. (1952): On the so-called Potash-liparites from Manzoyama, Shimoda, Izu Peninsula. *Sci. Rep. Yokohama National Univ. sec. II*, No. 1, 55—68.
- MUKAE, M. (1958): Volcanostratigraphical Study on the Miocene Volcanism in Shimane Prefecture, Japan. *Jour. Hiroshima Univ.*, Sec. C, vol. No. 2, 129—172.
- SAWATARI, M. (1933): Geology and Petrology of the Kinomoto District, Kii. *M. S. of Tokyo Imp. Univ.*
- SHIBATA, H. and OKADA, S. (1955): Chemical Composition of Japanese Granitic Rocks in Regard to Petrographic Provinces, Part II. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku*, Sec. C, Nos. 31—32, 141—162.
- (1956): Chemical Composition of Japanese Granitic Rocks in Regard to Petrographic Provinces. Part IV, *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku*, Sec. C, No. 41, 1—23.
- , OKADA, S., and ÔKI, Y. (1958): Chemical Composition of Japanese Granitic Rocks in Regard to Petrographic Provinces. Part VI. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku*, Sec. C, No. 50, 1—24.
- 柴田秀賢 (1958): 本邦花崗岩の化学成分による区分, 藤本治義教授還暦記念論文集, 420—426.
- TURNER, F. J. and VERHOOGEN, J. (1951): *Igneous and Metamorphic Petrology*. New York, McGraw-Hill.
- TUTTLE, O. F. and BOWEN, N. L. (1958): Origin of Granite in the Light of Experimental Studies in the System $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - SiO_2 - H_2O . *Geol. Soc. Am., Memoir* 74.