茨城県大子地域に産するホルトノライト安山岩

Hortonolite andesites from the Daigo district of Ibaraki
Prefecture, Northeast Japan

周 藤 賢 治 (Kenji Shuto)*
八 島 隆 一 (Ryūichi Yashima)**

Hortonolite andesites of middle Miocene age have been found in the Daigo district of the northeastern part of Ibaraki Prefecture, Northeast Japan. These andesites (the Nantaisan andesites) occur as subaqueous autobrecciated lavas and massive lavas which are also erupted in water bottom. The Nantaisan andesites are mostly aphyric, but some andesites contain small amount of phenocrysts of hortonolite, ferrohypsthene and plagioclase. An andesite specimen has ferropigeonite, hortonolite and ferrohortonolite in the groundmass. Ferropigeonite of the groundmass is lower in Fe/Mg ratio than the coexisting hortonolite and ferrohortonolite. The latter minerals bear no reaction relation to the former mineral. Bulk chemical compositions of the Nantaisan andesites are similar to those of icelandites from eastern Iceland. Differences in petrologic characters in the Quaternary and Miocene tholeiitic volcanic rocks occurring near the Quaternary volcanic front and its neighbouring Miocene volcanic field in the northeast Japan arc are described in the paper.

I. ま え が き

筆者らは、この数年来、東北日本弧の主として太平洋側に産出する第三紀火山岩類の時空分布と岩石学的特徴について検討してきた(周藤ら, 1983, 1984, 1985a, b; 伊崎ら, 1985)。

この研究の一貫として、茨城県大子町の南方に産する中期中新世の男体山集塊岩層(Omori, 1958)を検討した。この集塊岩層は海底火山活動の産物で安山岩質の水中自破砕溶岩と塊状溶岩から構成されている(以後これらの安山岩を男体山安山岩とよぶことにする)。男体山安山岩は全体的に無斑晶質な岩石で、全岩化学組成は $\text{FeO}^* (\text{FeO} + 0.9 \times \text{Fe}_2\text{O}_3) / \text{MgO}$ 比が著しく高い(5.13~7.16)ことで特徴づけられる(周藤ら, 1983)。

今回、これらのソレライト質安山岩中にホルトノライトを斑晶として含む安山岩をみいだしたので、その岩石記載、カンラン石と輝石の化学組成および全岩化学組成などについて報告する。東北日本弧に産する中新世の火山岩類の中には、男体山安山岩と類似のアイスランダイト様な火山岩のほか、 TiO_2 に著しくとむ

ソレライト質玄武岩や未分化なソレライト質玄武岩もみいだされてきているので、東北日本弧における中新世火山岩類の特異性についても述べることにする。

II. 地質概略

茨城県大子町男体山周辺地域の地質については、Omori (1958)、神谷 (1969)、大槻 (1975) などの代表的な研究がある。男体山安山岩については、久野 (1968b) による水中自破砕溶岩の研究がある。

棚倉破砕帯の東西両側には、同破砕帯に沿って、初期中新世から中期中新世相当層の新第三系が細長く分布し、最大層厚 4,000 m に達するものとされている。男体山安山岩は、最大幅 5 km、延長 24 km にわたって破砕帯沿いに位置をしており(第1図)、その地質時代はほぼ中期中新世前期(大槻, 1975)とされている。男体山安山岩の分布するほぼ中央部の武生付近では、地形的に高い位置に先第三系の花崗岩類の露頭を約 200 m にわたって確認している。これの上位には不整合の関係で、主として花崗岩類および中・古生層よりなる礫岩がおおい、さらにシルト層をはさむ礫岩、水中自

* 新潟大学理学部地質教室

** 福島大学教育学部地学教室

(昭和 60 年 5 月 7 日受付
昭和 60 年 6 月 5 日受理)

第1図 男体山周辺の地質概略図（大槻（1975）に一部加筆）。

1. 苗代田層；2. 西染層；3. 溶岩；4. 水中自破碎溶岩；5. 浅川層；6. 中沢砂岩部層；7. 棚内砂岩部層；8. 礫岩；9. 花崗岩類；10. 断層。

破碎溶岩が順次整合的に重っている。

男体山安山岩の層厚は、最も厚いところで約 550 m であるが、袋田の東方付近で急になくなり、北方に向って順次厚さを減じながら尖滅する。大槻(1975)は、下位の浅川層および上位の苗代田層にはともに海棲化石

を産すること、また、海成層と一部で指交するなどの事実から、男体山安山岩を海底における火山活動の産物と考えた。

男体山安山岩の本体は約 80% の水中自破碎溶岩と約 20% の塊状溶岩(連続のよい塊状の溶岩流は 3 枚確

第2図 男体山安山岩中の斑晶および石基の顕微鏡写真（B-DのスケールはAと同じ）。
A, 安山岩 06 の斑晶ホルトノライト；B, 安山岩 06 の石基鉄ホルトノライト；C, 安山岩 08
の斑晶鉄シソ輝石；D, 安山岩 08 の石基鉄シソ輝石（中央と右下）。

認められる）より構成されているが、袋田北方では次第に礫質の堆積岩類に移行している。水中自破碎溶岩には、単に多数の“ヒビ割れ”の生じた溶岩状のものから、水冷破碎により著しく細片化し粉体状を呈するものまで観察される。武生の周辺一帯の谷部では、厚さ350 mをこえる水中自破碎溶岩の単調な累積のみからなる連続露頭を随所に観察することができる。塊状溶岩は長福山付近や武生北方一帯に分布するが、これには塊状で流理構造の発達するものと著しく節理の発達したものがある。塊状溶岩には露頭で観察される限りにおいては水冷破碎した部分は認められないが、塊状溶岩と水中自破碎溶岩は漸移的な関係にあること、塊状溶岩にはガラス質の部分が認められることなどから判断すると塊状溶岩も水中に噴出したものと考えられる。これらの水中自破碎溶岩および塊状溶岩を構成している安山岩は、一般に斑晶が少ないかまたはこれを欠く緻密な岩質を特徴としている。男体山安山岩の東縁をNNW-SSE方向に走る断層沿いを除いては、

変質作用は微弱である。

III. 岩石記載

男体山安山岩は灰黒色の緻密な岩石で全体的に無斑晶質であることを特徴としているが、次の4つの型にわけることができる。① 無斑晶質安山岩、② ごく少量の斜長石の斑晶と微斑晶を含む安山岩、③ ごく少量のカンラン石と斜長石の斑晶および微斑晶を含む安山岩、④ 斑晶および微斑晶としてごく微量のカンラン石と輝石およびごく少量の斜長石を含む安山岩。②～④の安山岩中にはごく微量の不透明鉱物の微斑晶が含まれる。これらの4つの型の安山岩を肉眼で識別するのは困難である。

無斑晶質安山岩においては、石基は微小な斜長石とそのマイクロライトおよびガラスを主体としているが、ごく微量な不透明鉱物と輝石が含まれる場合がある。ガラスの一部には粘土鉱物が生じている場合が多い。斜長石を多量に含む安山岩では、その配列に方向

第1表 カンラン石の化学組成

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	33.80	31.03	32.18	31.85	33.17	32.37	29.65	30.72	31.03	31.44
TiO ₂	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	0.04	0.07	0.00	0.12
FeO*	50.93	52.20	52.00	52.24	51.16	54.32	57.69	52.64	54.95	53.91
MnO	0.90	0.92	1.04	0.90	1.09	1.14	1.22	1.01	1.06	1.03
MgO	14.20	15.66	15.05	15.56	14.82	11.58	11.81	14.85	12.86	12.80
CaO	0.20	0.26	0.14	0.22	0.22	0.27	0.42	0.22	0.20	0.27
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.04	0.00	0.03
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.04	100.41	100.42	100.78	100.50	99.79	100.88	99.55	100.10	99.64
Ca	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3	0.4
Mg	33.1	34.6	34.0	34.6	33.9	27.4	26.6	33.3	29.4	29.6
Fe	66.5	65.0	65.8	65.1	65.7	72.1	72.8	66.3	70.3	70.0

*Total Fe as FeO.

1~5, 安山岩 06 中の斑晶および微斑晶; 6~10, 安山岩 06 中の石基。

性が認められ、粗面岩質組織を呈する。この無斑晶質の安山岩にごく少量の斜長石の斑晶と微斑晶が加わったのが②の型の安山岩であり、板状斜長石の最大長径は0.5~0.8 mmである。③の型の安山岩は5試料得られた。このうち4試料のカンラン石斑晶は全て粘土鉱物に置換されていて仮像のみを残している。安山岩 06 では斑晶および微斑晶のカンラン石の一部には割れ目にそって粘土鉱物が生じているが、大部分は新鮮で反応縁は有していない。斑晶カンラン石の最大径は約0.8 mmである。この安山岩の石基にはごく微量のカンラン石と鉄ビジョン輝石が認められる。④の型の安山岩では、斑晶と微斑晶のカンラン石は粘土鉱物に置換されている。斑晶大の鉄シソ輝石は柱状を呈し最大長径は1.0 mmである。石基には斜長石とそのマイクロライトおよびガラスのほかごく微量の鉄シソ輝石が認められる。③と④の型の安山岩中のカンラン石と輝石は全て単独に産する(第2図)。

次にカンラン石と輝石の化学的特徴を述べる。分析は新潟大学の日本電子X線プローブマイクロアナライザー-JXA-5Aを用いて行った。

1. カンラン石

安山岩 06 中のカンラン石の化学組成を第1表に示す。斑晶と微斑晶のカンラン石はホルトノライトの組成をもち中心部のFo%は38~33に集中する(第3図)。斑晶カンラン石の組成は中心部と周縁部で差異は小さい。たとえば2つのカンラン石においては、Fo%は中心部で35と34で周縁部ではそれぞれ34と33である。径100 μ以下の石基カンラン石のFo%は33~27でホルトノライトから鉄ホルトノライトの組成を有している。

第2表 輝石の化学組成

	1	2	3	4	5
SiO ₂	49.57	49.92	50.25	48.54	49.35
TiO ₂	0.34	0.31	0.32	0.37	0.24
Al ₂ O ₃	1.38	1.16	1.36	1.98	0.49
Cr ₂ O ₃	0.15	0.14	0.00	0.00	0.04
FeO*	31.77	29.93	30.47	31.11	28.35
MnO	0.46	0.81	0.89	0.83	0.81
MgO	14.33	16.35	15.94	14.62	14.39
CaO	1.59	1.93	1.84	2.01	5.94
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.59	100.55	101.07	99.46	99.69
Ca	3.5	4.0	3.9	4.3	12.4
Mg	43.0	47.4	46.4	43.6	41.6
Fe	53.5	48.6	49.7	52.1	46.0

*Total Fe as FeO

1~2, 安山岩 08 中の斑晶および微斑晶の鉄シソ輝石; 3~4, 安山岩 08 中の石基鉄シソ輝石; 5, 安山岩 06 中の石基鉄ビジョン輝石。

2. 輝石

輝石の化学組成を第2表に示す。鉄シソ輝石は柱状の自形結晶で斑晶~微斑晶大(長径1.0~0.5 mm)のものと石基中のもの(長径100 μ以下)とがあり、これらの化学組成はWo₄En₄₆Fs₅₀からWo₃En₄₃Fs₅₄の範囲のものである。石基鉄ビジョン輝石は1個のみ分析でき、その化学組成はWo₁₂En₄₂Fs₄₆である。

ホルトノライト安山岩 06 では、石基中にホルトノライト~鉄ホルトノライトと鉄ビジョン輝石が産するが、斑晶および石基のホルトノライト~鉄ホルトノライトより鉄ビジョン輝石の方がFe/Mg比が低い(第3図)。上述のように、これらのカンラン石と輝石はいず

第3図 ホルトノライト，鉄ホルトノライト，鉄シソ輝石および鉄ピジョン輝石の化学組成（モル比）。
1, 安山岩 06 中の斑晶～微斑晶ホルトノライト；2, 安山岩 06 中の石基ホルトノライト～鉄ホルトノライト；3, 安山岩 06 中の石基ピジョン輝石；4, 安山岩 08 中の斑晶～微斑晶鉄シソ輝石；5, 安山岩 08 中の石基鉄シソ輝石。

第3表 全岩化学組成

	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
SiO ₂	62.36	62.57	62.92	62.72	62.41	62.52	62.20	62.71	64.17	63.91
TiO ₂	0.64	0.67	0.67	0.69	0.66	0.72	0.60	0.57	0.60	0.74
Al ₂ O ₃	16.50	16.37	16.30	16.22	16.08	16.33	16.39	16.46	16.60	17.16
FeO*	5.80	6.47	6.44	6.93	6.85	5.77	6.08	6.57	5.95	4.79
MnO	0.10	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14	0.07	0.11	0.06	0.06
MgO	0.94	1.26	1.08	1.06	0.99	1.02	0.95	1.12	0.83	0.67
CaO	4.87	4.86	4.89	4.97	4.90	5.10	4.60	4.71	4.42	4.93
Na ₂ O	3.63	3.45	3.62	3.63	3.70	3.58	3.73	3.68	3.70	3.01
K ₂ O	1.79	1.73	1.80	2.03	2.05	1.83	1.70	1.94	2.19	2.18
P ₂ O ₅	0.26	0.27	0.26	0.25	0.23	0.26	0.24	0.23	0.21	0.26
H ₂ O ⁺	1.96	1.61	1.62	1.08	1.25	1.70	3.47	1.39	1.17	0.93
H ₂ O ⁻	0.67	0.55	0.47	0.31	0.29	0.51	0.29	0.49	0.43	0.25
Total	99.52	99.94	100.20	100.04	99.56	99.47	100.32	99.98	100.33	99.79
FeO*/MgO	6.17	5.13	5.96	6.53	6.91	5.65	6.39	5.86	7.16	7.14

*Total Fe as FeO

れも単独で産しかつ反応縁を有していない。この事実
は，男体山安山岩においては，カンラン石はCaに乏し
い輝石と反応関係になかったことを示しているであろ
う。同様の関係は，栃木県足尾地域や愛知県設楽地域
に産する中新世のFeO*にとむ安山岩や石英安山岩中
に共生する鉄にとむカンラン石とCaに乏しく鉄にと
む輝石との間にも認められる（Kuno, 1969）。

IV. 全岩化学組成

男体山安山岩 10 個の全岩化学組成を第3表に示す。
化学分析は原子吸光法とケイ光X線法を併用して行っ
た。

SiO₂ は 63.39～65.22% の間にあり変化の幅が非常
に小さいことを特徴としている。FeO*/MgO 比が著し
く高く（5.13～7.16），AFM 図においては，カルクア
ルカリ質の安山岩よりも著しくFeO*-アルカリ側に

第4図 東北日本弧の中新世のアイスランダイト様安山岩～石英安山岩およびアイスランダイトのAFM図。

1, 足尾地域の安山岩～石英安山岩 (Kuno, 1969); 2, 茂木周辺地域の石英安山岩 (白水ら, 1983); 3, 男体山安山岩 (本研究); 4, アイスランダイト (Charmichael, 1964); A, 伊豆, 箱根地域のビジョン輝石質岩系とシソ輝石質岩系火山岩類の境界 (Kuno, 1950); B, カルクアルカリ岩系の玄武岩・安山岩・石英安山岩・流紋岩の平均値を結んだ曲線 (Nockolds, 1954)。

よった領域に点示される (第4図)。AFM図中で示される男体山安山岩の全岩化学組成上の特徴は, Carmichael (1964) が報告した東アイスランドの第三紀のアイスランダイト (ソレライト質の安山岩) のそれに酷似している。Carmichael (1964) は, 苦鉄質斑晶鉱物として鉄普通輝石や鉄にとむカンラン石を含み, 全岩化学組成上からは Al_2O_3 に乏しく FeO^* にとむ安山岩を, 造山帯に産する安山岩から区別してアイスランダイトとよんでいるが, 斑晶苦鉄質鉱物の組合せから, 男体山安山岩はアイスランダイトに類似しているといえる。アイスランダイトとやや異なる点は, 男体山安山岩の方が Al_2O_3 に1~2% とんでいることである。 SiO_2 -アルカリ図でみると, 男体山安山岩はアルカリにややとむソレライト質の安山岩であるといえる (第5図)。

アイスランダイト様の安山岩や石英安山岩は, 東北日本弧の第四紀火山にはほとんど産しないが, 第三紀火山岩類では栃木県の足尾地域 (Kuno, 1969) と茂木北方地域 (白水ら, 1983) などに産出している。また,

第5図 SiO_2 -アルカリ図。

A と B はそれぞれアルカリ玄武岩系列と高アルカリソレライト系列および高アルカリソレイト系列と低アルカリソレイト系列の境界 (久野, 1968a)。

南会津地域には鉄普通輝石や鉄へデン輝石を斑晶として含む真珠岩が産出している (Shimazu and Takano,

第6図 東北日本弧における中新世のアイスランダイト様火山岩、高 TiO_2 ソレイト、鉄質ソレイトおよび未分化ソレイトの分布。
 1, 大間地域の中世後期のアイスランダイト様安山岩 (山崎・周藤, 1985); 2, 泊地域の中世後期の未分化ソレイトおよび関連する火山岩類 (滝本・周藤, 1984); 3, 中新世後期の FeO^* に著しくとむ三滝ソレイト (青木, 1967; 阿部ら, 1976) および定義地域のソレイト (周藤ら, 1983); 4, 中新世前期の霊山地域の未分化ソレイト (周藤ら, 1985a); 5, 磐城地域の中世中期の高 TiO_2 ソレイト (一色, 1974); 6, 大子地域の中世中期のアイスランダイト様安山岩 (本研究); 7, 茂木北方地域の中世前期~中期の高 TiO_2 ソレイト (周藤ら, 1985b); 8, 茂木北方地域の中世

1977)。比較のために、これらの安山岩と石英安山岩の全岩化学組成を AFM 図に点示してある。最近、山崎・周藤 (1985) は、下北半島北部の大間地域に産する後期中新世の枕状溶岩およびハイアロクラスタイトを構成する安山岩が FeO^*/MgO 比の高いソレイト質の安山岩であることを報告したが、この安山岩中に鉄普通輝石と鉄シソ輝石を斑晶として含む安山岩がみだされている (山崎, 未発表資料) のでこれらの安山岩もアイスランダイト様の安山岩であるとみなすことができる。

このように、東北日本弧においては、第三紀火山岩類の中に広い範囲にわたってアイスランダイト様の安山岩~石英安山岩がみだされる可能性がある。中新世の東北日本弧がアイスランダイト様の石英安山岩が卓越する特異な島弧火山域であった可能性は高橋ら (1985) によっても指摘されている。

V. 東北日本弧における中新世火山岩の特異性

まえがきでも述べたように、筆者らはこの数年来、主として東北日本の第三紀火山岩類を検討してきたが、その結果、東北日本弧の第四紀火山岩類とは岩石学的性質を異にする火山岩が活動していることが明らかになってきた。東北日本弧の第四紀火山岩類については多くの研究結果の蓄積がある。これら火山岩類の全体的な性格についてはいくつかのまとめがあるので、ここでは第四紀火山岩類の性格について改めて述べることはしない。

東北日本弧での第四紀火山岩類にはみられない中新世火山岩類の特徴は次の3点である。① 男体山安山岩にみられるような FeO^*/MgO 比の高い安山岩や石英安山岩の活動。これらの火山岩は鉄にとむ輝石やカンラン石を斑晶として含み、アイスランダイトにその岩石学的性質が類似する。② 栃木県茂木北方地域に産する元古沢玄武岩 (周藤ら, 1985b) にみられるような TiO_2 に著しくとむソレイト質玄武岩の産出。③ 福島県東北部に産する霊山玄武岩 (周藤ら, 1985a) にみられるような FeO^*/MgO 比の低い未分化なソレ

世中期のアイスランダイト様石英安山岩 (白水ら, 1983); 9, 足尾地域の中世のアイスランダイト様安山岩および石英安山岩 (Kuno, 1969); 10, 津川~只見地域の中世中期の Fe にとむ鉄質斑晶を含む真珠岩 (Shimazu and Takano, 1977); A, 第四紀の火山フロント; B, 盛岡~白河線。

イト質玄武岩の産出。①に相当する安山岩と石英安山岩は上述の諸地域に産出している。②に相当するソレライト質玄武岩は阿武隈山地東縁中部の磐城市遠野町付近にも産する(一色, 1974)。③に相当するソレライト質玄武岩は下北半島東部の泊地域(滝本・周藤, 1984)と福島県東北部の野手上山(周藤ら, 1984)にも産出する。これらの①②③の火山岩に共通していることは、これらがいずれもソレライト質のものであることと霊山玄武岩を除く大部分が海底火山活動の産物であることである。これらの火山岩の産出地域を第6図に示した。仙台市の西方に分布する後期中新世の三滝ソレライト(青木, 1967; 阿部ら, 1976)と定義地域のソレライト質玄武岩(周藤ら, 1983)は FeO^*/MgO 比が著しく高い点で那須火山帯のソレライト質玄武岩とは異なっているのでこれらも第6図に示してある。

第6図に示されるように、東北日本弧においては、これまでのところ第四紀の火山フロントに近接した地域からさらに東側の現在の太平洋に面した地域にかけて、那須火山帯のソレライト質の火山岩とは性質を異にする中新世のソレライト質の火山岩が活動しているとみることができる。

このうち、上記①のアイスランダイト様の安山岩はアイスランドに典型的に産する。②の高 TiO_2 のソレライト質玄武岩はハワイ諸島や東太平洋底に典型的に産する(周藤ら, 1985b)。また③の最も未分化な霊山玄武岩は未分化な深海性ソレライトにその化学組成が類似している(周藤ほか, 1985a)。したがって、東北日本弧に産するこれらの中新世のソレライト質の火山岩は海洋的なマントルを起源にしている可能性がある。このことに関しては稿を改めて述べる予定である。

引用文献

- 阿部智彦, 青木謙一郎, 舟山裕士 (1976), 仙台周縁地域の新第三紀火山岩類の化学組成について, 岩鉱, 71, 138-146.
- 青木謙一郎 (1967), 東北日本の新第三紀塩基性火山岩類の岩石学 1 三滝ソレライト, 岩鉱, 58, 180-187.
- Carmichael, I.S.E. (1964), The petrology of Thingmuli, a Tertiary volcano in eastern Iceland. *J. Petrol.*, 5, 435-460.
- 一色直記 (1974), 阿武隈山地太平洋側の中新世枕状熔岩, 地質雑, 80, 323-328.
- 伊崎利夫, 周藤賢治, 八島隆一 (1985), 栃木県茂木町周辺の中新世火山岩類, 福島大教育学部理科報告, 35号, 29-38.
- 神谷英利 (1969), 茨城県久慈川流域北部の第三系, とくに層相変化について, 地質雑, 75, 157-170.
- Kuno, H. (1950), Petrology of Hakone volcano and adjacent area, Japan. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 61, 957-1020.
- 久野 久 (1968a), 青木・伊東著 "海洋地域の岩石-I, 高アルミナ玄武岩" の論文に対する討論, 地球科学, 22, 195-197.
- 久野 久 (1968b), 水中自破砕溶岩, 火山, 13, 123-130.
- Kuno, H. (1969), Pigeonite-bearing andesite and associated dacite from Asio, Japan. *Amer. J. Sci.*, 267A, 257-268.
- Nockolds, S.R. (1954), Average chemical compositions of some igneous rocks. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 65, 1007-1032.
- Omori, M. (1958), On the geological history of the Tertiary system in the southwestern part of the Abukuma mountainland, with special reference to the geological meaning of the Tanakura sheared zone. *Sci. Rep. Tokyo Univ., Education, Sec. C*, 6, 55-116.
- 大槻憲四郎 (1975), 棚倉破砕帯の地質構造, 東北大地質古生物研報, No. 76, 1-76.
- Shimazu, M. and Takano, M. (1977), Ca-Fe-rich pyroxenes in Miocene perlites from the Tsugawa and Tadami area, Northeast Japan. *J. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, 72, 419-427.
- 白水 明, 高橋正樹, 池田幸雄 (1983), 栃木県茂木地域に産するビジョン輝石デイスイト, 岩鉱, 78, 255-266.
- 周藤賢治, 八島隆一, 茅原一也 (1983), 東北日本第三紀火山岩の時空分布と岩石学的特徴, 地学団体研究会第37回総会資料集, 40-51.
- 周藤賢治, 滝本俊明, 一ノ瀬丁己, 八島隆一 (1984), 東北表日本における新第三紀未分化ソレライト, *MAGMA*, No. 71, 1-6.
- 周藤賢治, 八島隆一, 滝本俊明 (1985a), 福島県東北部・霊山地域の未分化カンラン石ソレライト, 岩鉱, 80, 55-72.
- 周藤賢治, 伊崎利夫, 八島隆一 (1985b), 栃木県茂木町北方地域に産する第三紀高 TiO_2 ソレライト, 岩鉱, 80, 246-262.
- 高橋正樹, 酒寄淳史, 池田幸雄 (1985), 関東地方北東縁部中新世火山岩類の主化学組成について, 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 312.
- 滝本俊明, 周藤賢治 (1984), 下北半島東部・泊地域からみいだされた高シリカ・高マグネシウム玄武岩, 日本地質学会第91年学術大会講演要旨, 343.
- 山崎 勉, 周藤賢治 (1985), 下北半島北部大間地域の第三紀火山岩, 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 321.