

氏名・(本籍)	うじ 氏	け 家	おさむ 治
学位の種類	理	学	博 士
学位記番号	理博第	3 1 0	号
学位授与年月日	昭和	47年	3月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当		
研究科専門課程	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻修了		
学位論文題目	Petrology of Tertiary calc-alkaline volcanic rock suite from northeastern Shikoku and Shodo-shima Island, Japan (四国北東部および小 豆島産第三紀カルク, アルカリ火山岩類の岩石学)		
論文審査委員	(主査) 教 授	植 田 良 夫	教 授 竹 内 常 彦 教 授 砂 川 一 郎 助教授 青 木 謙 一 郎

論 文 目 次

Abstract
Acknowledgements
Introduction
Field Relations of the Volcanic Rocks
Petrology
Nomenclature
Petrography
Petrochemistry
Discussion
Comparison of the basalts with each other
Comparison of the andesites with each other
Relations between the basalt and the andesite
Relations between the andesite and the rhyolite
Origin of the calc-alkaline volcanic rock suite
Conclusions
Sample Locations
References Cited

論文内容要旨

序 論

四国北東部および小豆島には、第三紀中新世から鮮新世にかけての火山活動により噴出したカルク・アルカリ岩系の火山岩類(玄武岩、安山岩、流紋岩)が分布している。これらの岩石のうちある種の安山岩は、瀬戸内岩石区を特徴づける火山岩類としてしばしば研究の対象とされ、その記載岩石学上の特異性が注目されていた。例えば、古銅輝石安山岩は斑晶に乏しく、時には完全に無斑晶質である。安山岩としては稀な例と言えよう。一方、斑晶に富む角閃石安山岩も本地域内に分布しているが、この岩石についての岩石学的研究は現在のところ皆無に近い。

筆者は顕微鏡観察によって各種岩石を分類し、湿式化学分析によって全岩および構成鉱物の化学組成を明らかにした。こうして得たデータを基に、安山岩類の成因を究明すべく、安山岩類相互の比較検討を岩石学的見地で行なった。そして地殻内での結晶作用に伴う安山岩質マグマの物理的・化学的变化をモデル化し、さらに本地域のカルク・アルカリ岩系火山岩類の成因の考察も行なった。

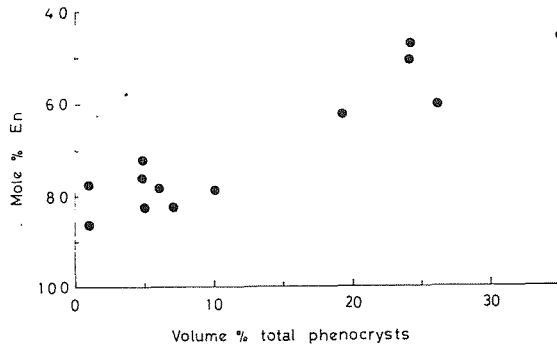
岩石記載

本地域産の安山岩類は記載岩石学的には著しい多様性を示すが、化学組成上は相互に近似し、カルク・アルカリ岩系安山岩として一括される。一般にカルク・アルカリ岩系の火山岩類は斑晶(ことに斜長石)に富んでいることが多いが、本地域では、斑晶に極めて乏しい安山岩も見出される。以下に本地域産の火山岩類のうち、典型的なものの鏡下での特徴を記す。

無斑晶質安山岩：この岩石のうちで特にガラス質石基を有するものはサマサイトと呼ばれている。斑晶に極めて乏しく、ことに斜長石および鉄鉱をほとんど含まない点の特徴である。ごく少量含まれる苦鉄質珪酸塩鉱物(輝石、橄欖石、角閃石)の斑晶は、安山岩中の斑晶としては異常とも言えるほどMg:Fe比が高い。斜方輝石を例にとれば、最もMgに富む値は $E_{n.87.3}$ である。さらにこの岩石に関して注目しているのは、非常に早い段階ですでに含水鉱物(角閃石)が晶出し始めている点である。これはマグマがかなり水に富んでいたことを意味する。

斑状角閃石安山岩：上記無斑晶質安山岩とは対照的な岩石である。斑晶(ことに斜長石)に富み、記載岩石学的にもごく普通のカルク・アルカリ岩系の安山岩である。苦鉄質珪酸塩斑晶は、正常なMg:Fe比を示す。例えば、斜方輝石では $E_{n.4.5\sim 6.5}$ である。岩石が苦鉄質な場合は橄欖石が、また珪長質な場合は黒雲母が、斑晶として少量含まれる。角閃石は多くの場合周囲からオパサイト化しており、また輝石を内包することも稀ではない。斜長石は累帯構造が著るしく、しばしば虫食い状となっている。

上記二種の岩石の中間的な性質を示す安山岩も分布している。この岩石においては、斑晶はその量のみならず化学組成も両種安山岩中の斑晶の中間的傾向にある。これは、斑晶全量と斜方輝石斑



第1図 斑晶全量と斜方輝石斑晶のEn成分との関係

晶のEn成分との関係(第1図)に明瞭に示される。故に前記の兩種安山岩は、記載岩石学的に漸移していると言えよう。

考 察

地殻内における安山岩質マグマの結晶作用

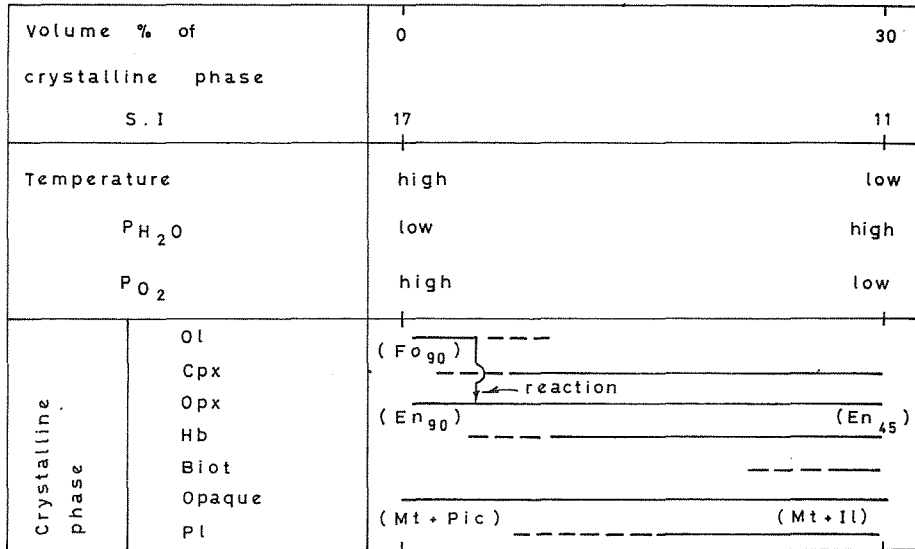
斑晶斜方輝石の化学組成が異なる(第1図)ことより、斑状角閃石安山岩質マグマから結晶相が取り去られて無斑晶質安山岩質マグマが生じたのではないことがわかる。一般的に言えば、液相線と固相線の中間のマグマは、湿度の下降につれて結晶相が増大する。故に、本地域産の安山岩類の化学組成は相互に近似しているので、より斑晶に富むものほどそのマグマはより低温だったと考えられる。換言すれば、無斑晶質安山岩はかなり水に富んだ高温の安山岩質マグマが地表に噴出したものであり、斑状角閃石安山岩は地殻内でやや低温になった後に同質マグマが噴出したものと考えられる。しかし、温度の差だけで苦鉄質珪酸塩斑晶の特異性(異常にMgに富んでいる点)を説明するのは困難である。

マグマから晶出する鉱物のMg:Fe比をコントロールする要因としては、マグマの温度に劣らず酸素分圧(P_{O_2})も重要である。無斑晶質安山岩質マグマは恐らく P_{O_2} も高かったであろう。この高 P_{O_2} は、マグマ中の水の著しい解離に由来したものであると思われる。玄武岩質マグマでは、液相線付近での100℃の温度の差は、 P_{O_2} を2桁近く変化させるらしい(HamiltonとAnderson, 1967)。安山岩質マグマは、一般に玄武岩質マグマよりも水に富み鉄に乏しいため、水の解離度の変化はより強く響くであろう。

一方、水の解離が大になれば、 P_{O_2} と同時に P_{H_2} も大となる。ところが天然においては当然予想されるマグマから周囲への拡散は、 O_2 に比べ H_2 の方がはるかに容易である。故に水の解離が大きな場合(高温の場合)でも P_{H_2} はあまり高くならなかったであろう。つまり無斑晶質安山岩のマグマは高温であったために結晶相に乏しく、また P_{O_2} が高くかつ H_2 の拡散が大であったため

に、異常に Mg に富んだ苦鉄質珪酸塩鉱物を斑晶として晶出したと思われる。

地殻内でマグマが冷却すれば、その結晶相は温度の低下につれて変化する。本地域産の安山岩類は化学的に近似しているため、同一マグマが冷却の各段階ごとに噴出した急冷物として取り扱い得る。そこで上記の考察と顕微鏡観察を基に、やや水に富んだ安山岩質マグマが地殻内で冷却する時の変化を第 2 図に示した。図示されたうちで重要なのは、斜長石の晶出が他の主要な苦鉄質珪酸塩



第 2 図 地殻内の結晶作用に伴う安山岩質マグマの変化

鉱物より遅れている点、苦鉄質珪酸塩鉱物は徐々に Mg : Fe 比が減少する点、および P_{H2O} の上昇にもかかわらず P_{O2} が低下する点などである。

カルク・アルカリ岩系火山岩類の成因

カルク・アルカリ岩系マグマの成因論は、基本的には二種に分類される。一方は玄武岩質マグマの分化による進化であり、他方は共通の親物質の溶融による一連のマグマ生成である。さらに前者は、単純な分別作用と混成作用を伴った分化とに区分される。

本地域には、カルク・アルカリ岩系その他に、ごく少量の高アルミナ玄武岩および橄欖石ノレアイト質玄武岩が分布しているが、これらは比較的斑晶に乏しい。故に玄武岩質マグマは比較的高温だった（液相温度に近かった）らしい。また玄武岩中の斑晶の化学組成を全岩分析値から差し引いた場合、石基すなわち残液の化学組成は安山岩質とはならない。故に分別晶出作用によってマグマが進化したとは考えられない。

一方、混成作用によって生じる安山岩質マグマは、低温の地殻物質を同化するために温度が著しく低下する。つまり混成作用によっては、高温の安山岩質マグマは生じ得ない。ところが既述のごとく、無斑晶質安山岩は高温の安山岩質マグマの噴出相と考えられる。故に本地域に噴出したマグマは混成作用により分化したのではないだろう。以上の考察により、カルク・アルカリ岩系マグマが玄武岩質マグマからの進化の産物でないことは明らかである。恐らくある種の親物質の溶融により生じた一連のマグマであろう。

上部マントルないしは地殻最下部の物質(部分)が溶融すれば、カルク・アルカリ岩系マグマが生じ得ることが実験岩石学的に示されている(例えば、GreenとRingwood, 1968;など)。上部マントル内でのマグマの生成説は、海洋底拡大説ないしはプレートテクトニクスと表裏一体をなすものである。即ちプレートの沈降部でマグマが生じると解釈されている。プレートが本地域の下方に向かって現在も沈降している証拠は何もない。しかし第三紀に太平洋側から本地域の下方に向けてプレートが沈降していた可能性は、四万十地向斜帯の発達によって示唆される。また地殻最下部の岩石が圧力の急激な低下によって溶融した可能性も無視できない。圧力低下の原因としては中央構造線の活動が考えられる。少なくとも本地域においては、中央構造線の活動に伴う地殻変動により、マグマの上昇および噴出が容易に行なわれる地質構造となっていたらしい。そのため、安山岩質マグマの一部は、地殻内であまり冷却しないうちに噴出し、無斑晶質安山岩となったのであろう。

以上を要約すると、本地域のカルク・アルカリ岩系火山岩類は、玄武岩質マグマの分化に由来するのではなく、上部マントルないしは地殻最下部の岩石の溶融により生じた一連のマグマが噴出したものであると言える。

論文審査結果の要旨

四国北東部及び小豆島には、第三紀中新世から鮮新世にかけての火山活動によるカルク・アルカリ岩系に属する玄武岩、安山岩及び流紋岩等の火山岩類が点在して分布している。これらの岩石のうちある種の安山岩は、瀬戸内岩石区を特徴づける特殊な火山岩類として古くから研究の対称になってきた。氏家は上記地域の火山岩類につき顕微鏡観察によって各種岩石を分類し、化学分析によって全岩及び構成鉱物の化学組成を明らかにした。これらの資料及び野外における調査から安山岩類相互の比較検討を行い、岩石学的性質を明らかにするとともに、その成因についても考察をおこなった。本地域の安山岩類は典型的なものとして無斑晶安山岩、斑状角閃石安山岩の2種が存在し、この中間的な性質を示す安山岩も分布している。安山岩質マグマの地殻内における結晶作用を考察し、本地域の安山岩類は化学組成が相互に近似しているのも、より斑晶に富むもの程そのマグマはより低温であったと考えている。即ち無斑晶質安山岩はかなり水に富んだ高温の安山岩質マグマが地表に噴出したものであり、斑状角閃石安山岩は地殻内で稍低温になった後に同質マグマが噴出したものと考えている。顕微鏡観察を基に、斜長石の晶出が他の主要な苦鉄質珪酸塩鉱物より遅れている点、苦鉄質珪酸塩鉱物は徐々にMg;Fe比が減少する点、及び P_{H_2O} の上昇にもかかわらず P_{O_2} が低下する点も指摘し、稍水に富んだ安山岩質マグマが地殻内で冷却する際の変化について考察をおこなっている。

またカルク・アルカリ岩系火山岩類の成因についても考察し、本地域のカルク・アルカリ岩系火山岩類は、玄武岩質マグマの分化に由来するものではなく、上部マントルないしは地殻最下部の岩石の熔融により生じた一連のマグマが噴出したものと結論し、そのマグマの生じた原因に中央構造線の活動を考え、これにより地殻最下部の岩石が急激な圧力低下によって熔融し、同構造線の活動に伴ってマグマが上昇、噴出し、安山岩質マグマの一部は、地殻内で余り冷却しないうちに噴出して無斑晶質安山岩を生じたと考えている。

本研究は本地域のカルク・アルカリ岩系の成因について新知見を与え、岩石学上貢献をなしたものである。

審査員等は氏家治提出の理学博士学位論文を合格と判定する。