

氏名・(本籍)	と がし しげ こ 富 樫 茂 子
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理博第 582 号
学位授与年月日	昭和53年 3月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科専攻	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻
学位論文題目	Petrology of Miocene calc-alkaline rocks of northeastern Honshu, Japan (東北地方の中新世カルク・アルカリ岩の岩石学的研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 植 田 良 夫 教 授 苮 木 浅 彦 教 授 砂 川 一 郎 教 授 青 木 謙 一 郎

## 論 文 目 次

Abstract

Acknowledgement

Introduction

Geological setting

Mobility of major element during "Green Tuff alteration"

1. Alteration of mafic mineral
2. Alteration of plagioclase
  - a) sericite
  - b) albite
  - c) montmorillonite
  - d) others
3. Classification based on alteration

The Miocene igneous rocks of northeastern Honshu

1. Definition of rock series
2. Previous works of the Miocene igneous rocks of northeastern Honshu
3. "Hypabyssal" rocks
4. Volcanic rocks
5. Temporal change of lateral variation of alkalis

Origin of lateral variation of alkalis

1. Fractional crystallization
2. Partial melting

References cited

Appendix(Location, occurrence and petrography of samples)

# 論文内容要旨

## I 緒言

この論文の目的は、東北地方の中新世の火成活動の特徴とその時間的な変化を明らかにし、その成因について考察することである。

大陸縁や島弧では、安山岩や石英安山岩が玄武岩を伴ったり、伴わなかったりして、大量に産出している。これらの岩石の成因については諸説があり、まだよくわかっていない。これらの岩石の成因を考える上で、島弧や大陸縁での火成活動が時間と共にどのように変化したかを調べることは、重要な手がかりになると考えられ、既にいくつかの島弧や大陸縁での火成活動の変化が報告されているが、まだ充分ではない。

この論文の対象となった東北地方も火成活動の時間変化の未解明な地域の一つである。東北地方は、現在は典型的な島弧海溝系の構造をもつとされており、第四紀の火山岩については、既に数多くの研究があり、日本海側(内帯)から太平洋側(外帯)に向かい $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ が減少する水平変化が認められている。一方第三紀の火成岩については、“グリーンタフ変質”を被っていることがあるために、これまでの研究の対象となった時代・場所は限定されてその全体像は必ずしも明らかではない。

この研究では、まず“グリーンタフ変質”による元素移動についての規則性を明らかにした後に、それを基にして、初生の性質を残している範囲内で、東北地方の中新世の火成岩の特徴と、その時間的な変化を明らかにする。

## II 地質概要

本地域は、これまで研究により、中新世に大規模な火成活動が始まり、第4紀に至るまで火成活動が続いているとされている。この地域の火成岩を、活動の時代を議論するために、貫入岩と噴出岩に分類した。貫入岩に比し、噴出岩の量がかなり多い。貫入岩と噴出岩は、広域的に見た場合に空間的な分布がよく一致し、局部的にみた場合にも同質の貫入岩と噴出岩が伴うなど、互いに密接な関係にある。地域を、盛岡-白河構造線に平行な境界により、東を奥羽帯、西を出羽帯とした。

## III “グリーンタフ変質”による元素の移動

初生的に均一な化学組成をもつ粗粒完晶質の初生鉱物の“グリーンタフ変質”による変質鉱物の量・組み合わせ・元素の移動の関係について、いくつかの規則性を見出した。

1) 酸性岩において苦鉄質な初生鉱物が、緑泥石、方解石、緑簾石、アクチノ閃石、不透明鉱物に変質し、珪長質な鉱物がほぼ新鮮な場合には、揮発性成分を除く他の主要元素は手標本の範囲を越

えては移動しない(このような岩石を分類Aとする)。2)斜長石が変質すると、一般には、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ の移動がある。しかし、斜長石が、その10%を越えない量のアルカリを含まない鉱物(緑泥石、方解石、緑簾石、モンモリロン石、少量の不透明鉱物)を生じている場合には、揮発性成分を除く主要元素は、多少 $\text{Na}_2\text{O}$ に乏しくなる他は、ほとんど移動しない(分類B)。3)酸性岩において、斜長石がセリサイト化した場合には、 $\text{K}_2\text{O}$ が増加し、 $\text{Na}_2\text{O}$ と $\text{CaO}$ が減少するが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ がほとんど移動しないことと、斜長石の組成がAn 40 mol%であるために、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ はほとんど変化しない(分類C)。4)上記の分類A・B・C以外のものを分類Dとする。斜長石がアルバイト化されたり、カリ長石が著しく粘土化されたりした場合などが含まれる。その場合にも $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、total FeO、 $\text{TiO}_2$ などの移動量は少ない。

以下の議論では、岩石を検鏡により、上に述べた4つの分類に分け、化学分析の結果を、それぞれの分類の元素の移動性を考慮した上で考察する。

#### IV 東北地方の中新世の火成岩

変質を吟味するために、粒度・結晶度により粗粒完晶質な岩石(“半深成岩”)と細粒完晶質〜ガラス質な岩石(火山岩)に分けて議論した。

1. “半深成岩”：他の産状の岩石に比し、変質鉱物の量が一般に少なく、変質鉱物の量の推定も容易である。これらのほとんどは、前述の分類のA・Bに属する。ただし、本研究の対象となった岩体の被貫入層の時代は、台島階以降に限られている。化学分析の結果を前述の元素の移動性の範囲内で検討すると次のような特徴が認められた。

台島階以降に貫入した“半深成岩”はカルクアルカリ岩系の安山岩〜石英安山岩質の岩石からなり、奥羽帯は出羽帯よりも $\text{K}_2\text{O}$ に乏しく、奥羽帯は低アルカリソレイアイトシリーズに、出羽帯は、高アルミナ玄武岩シリーズに属する。

2. 火山岩：火山岩の中でも初生および変質鉱物の組み合わせが、“半深成岩”と同じものか、変質をほとんど受けていない岩石を選び、化学分析を行なった。火山岩を用いることにより、火成活動の時期がより明確になり、また広い時代・地域のデータを得ることができた。これらの火山岩のデータに、前述の“半深成岩”と既に公表されているデータを含め、中新世の火成活動について検討すると次のようになる。

$\text{K}_2\text{O}$ と $\text{Na}_2\text{O}$ 以外の主成分元素については、地域・時代による差は認められず、そのほとんどは、Kuno(1968)のカルクアルカリ岩系に属する。 $\text{K}_2\text{O}$ と $\text{Na}_2\text{O}$ については、時代によって次の二つのグループに分けることができる。

- 1) 前期中新世；奥羽帯の岩石は、 $\text{K}_2\text{O}$ に乏しく、 $\text{Na}_2\text{O}$ に富んでいる。奥羽・出羽両帯が高アルミナ玄武岩系に属する。
- 2) 中・後期中新世； $\text{Na}_2\text{O}$ の含有量は両帯であり差はないが、前期中新世よりも少ない。

$K_2O$  は奥羽帯から出羽帯に向かって増加する。奥羽帯は低アルカリソレイナイト岩系に、出羽帯は高アルミナ玄武岩系に属する。

これらの時間的な変化は、Gill(1970), Jakes and White(1969)などで示されたように島弧の火成活動が島弧性ソレイナイトからカルクアルカリ岩を経て、ショショナイトへと変化する例や、Miyashiro(1972)によって示されたように大陸地殻の発達に伴って  $CA/TH$  比が増す傾向とも異っている。

東北地方の前期中新世岩中のアルカリの水平分布は環太平洋の第四紀火山岩の大陸縁のアルカリの水平分布に、中・後期中新世岩中のアルカリの水平分布は環太平洋島弧の第四紀火山岩のアルカリの水平分布に似ている。中新世におけるアルカリの水平分布の時間的変遷は、マグマ発生 の物理化学的な条件が、大陸縁型から島弧型へと変化したためであると推定した。

## V アルカリの水平変化の成因についての考察

次に、島弧型と大陸型のアルカリの水平分布の差について考察を行なった。島弧型でも、大陸型でも、外帯から内帯に向かって $K_2O$ の含有量が増加する。 $Na_2O$ は大陸型では内帯と外帯の含有量が変わらず、外帯の含有量は、島弧外帯のものより多い。島弧型の $Na_2O$ の含有量は外帯から内帯に向かって増加する。これらの差を、玄武岩の斑晶鉱物の結晶分別作用によって説明することは、主要元素と微量の遷移元素の含有量からみて、困難である。初生マグマのアルカリ量の説明をしようもう一つの機構は、部分溶解である。系が閉鎖系であるならば、マグマのアルカリ濃度・源岩のアルカリ濃度・マグマと残留固体とのアルカリ濃度比・部分溶解の程度の間には質量保存則がなりたつ。水以外の源岩の組成が同一であるならば、あるマグマのアルカリ濃度に対して、マグマと残留固体のアルカリ濃度比と部分溶解の程度はそれぞれを軸にとった図において一つの曲線であらわすことができる。源岩を種々に仮定した場合においても、大陸縁型と島弧型の $Na_2O$ の水平変化の相異は、部分溶解の程度だけでは説明できず、マグマと残留固体との濃度比の相異が不可欠である。これらの濃度比の相異は、部分溶解する際の源岩中のNaを含む鉱物（塩基性物質ならば、角閃石や斜長石、超塩基性物質ならば、単斜輝石や斜長石などが考えうる。）の部分溶解における安定関係によって支配される。これらの安定関係は主に圧力と水によって決まると考えられる。一方、大陸縁と島弧で、 $K_2O$ の水平変化は同様であるが、 $Na_2O$ の水平変化が異なることを説明するには、互いに独立な二つ以上の要因、すなわち、主に $K_2O$ の含有量を支配する要因と主に $Na_2O$ の含有量を支配する要因が必要で、かつ、それらのマグマ発生の際の水平分布が、大陸縁と島弧で異っていなければならない。従って、それらの要因が、圧力と水に対応していると推定した。これまでの議論は源岩の同一性を仮定したが、現在の所、源岩が同一でない可能性を否定することはできない。

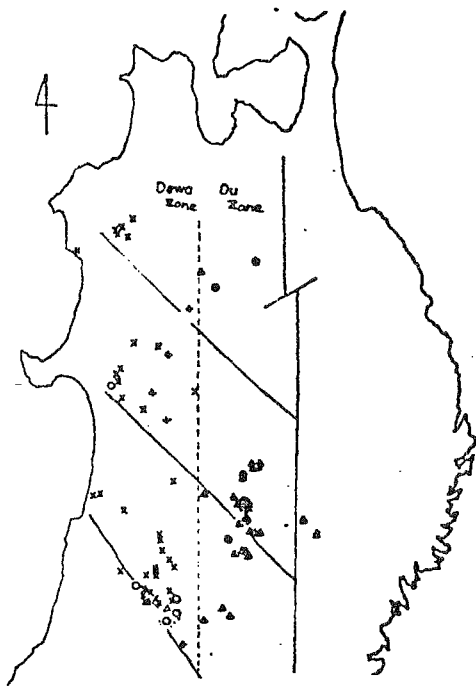


Fig. 1  
Locality map of samples  
of northeastern Honshu

- Symbols
- This study
- |           |         |                    |
|-----------|---------|--------------------|
| Dewa zone | Ou zone |                    |
| ○         | ●       | "Hypabyssal" rocks |
| △         | ▲       | Volcanic rocks     |
- Previous studies
- |   |                    |
|---|--------------------|
| + | "Hypabyssal" rocks |
| × | Volcanic rocks     |

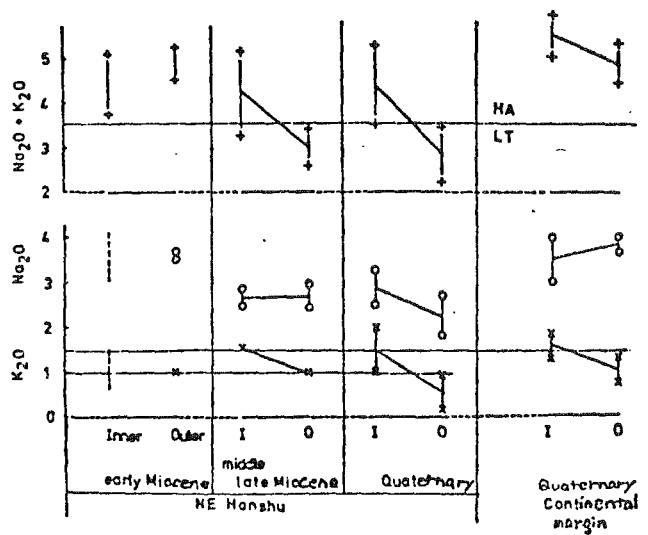


Fig. 2 Temporal change of lateral variation of alkalis

## 論文審査の結果の要旨

東北地方には第三紀中新世に大規模な火成活動が行なわれた。富樫茂子提出の学位論文は「東北地方の中新世カルクアルカリ岩の岩石学的研究」と題する英文論文で、これら火成岩類を粗粒完晶質岩石（半深成岩）と細粒完晶質～ガラス質岩石（火山岩）に分けて所謂グリーンタフ変質による元素の移動と組織についての考察を行ない、いくつかの規則性を見出した。即ち

- 1) 完晶質岩においては初生の組織を残している。
- 2) 酸性岩に於ては苦鉄質鉱物の変質し、珪長質鉱物が新鮮で残存する場合には主要元素の移動はない。

又、盛岡－白河構造線のこれに接する西側を奥羽帯、更にその西側を出羽帯として、之の2帯に産する火成岩類の岩石学的性質の考察を行った。台島階以降に貫入した半深成岩はカルク・アルカリ岩系の安山岩～石英安山岩質の岩石からなり、奥羽帯は出羽帯よりも $K_2O$ に乏しく、奥羽帯は低アルカリソレアイトシリーズに出羽帯は高アルミナ玄武岩シリーズに属する。

中新世の火成岩類は $K_2O$ と $Na_2O$ 以外の主成分元素については地域、時代による差は認められず、その殆どはカルク・アルカリ岩系に属し、 $K_2O$ と $Na_2O$ については前期中新世のものでは奥羽帯の岩石が $K_2O$ に乏しく、 $Na_2O$ に富み、奥羽・出羽両帯のものが高アルミナ玄武岩系に属する。中後期中新世のものでは $Na_2O$ の含有量は両帯であまり差が認められないが、前期中新世のものよりも少ない。 $K_2O$ は奥羽帯から出羽帯に向かって増加する。奥羽帯は低アルカリソレアイト岩系に、出羽帯は高アルミナ玄武岩系に属する。

中新世におけるアルカリの水平分布の時間的変遷はマグマ発生の物理化学的な条件が、大陸縁型から島弧型へと変化したためであると推定した。

審査員等は富樫茂子提出の学位論文を合格と判定する。