

氏名・(本籍)	菅 原 利 夫 すが わら とし お
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 第 4 7 6 号
学位授与年月日	昭和50年11月26日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
最終学歴	昭和39年 3月 東北大学理学部卒業
学位論文題目	南九州東部の軽石流凝灰岩 —特に層序と岩相について—
論文審査委員	(主査) 教 授 北 村 信 教 授 小 高 民 夫 教 授 高 柳 洋 吉 助 教 授 中 川 久 夫

論 文 目 次

第1章 軽石流凝灰岩及び降下軽石の層序

第1節 層序区分法と地層名

第2節 岩相区分法と岩石名

第3節 層序の概要

第2章 軽石流凝灰岩及び降下軽石各論

第3章 軽石流凝灰岩に関する諸問題

第1節 層序区分の指標として見た軽石流凝灰岩に含まれる強磁性鉱物の化学組成

第2節 軽石流凝灰岩の水理地質学的性質

第3節 軽石流凝灰岩の崩壊・浸蝕形式と地形

第4章 南九州のカルデラとその生成過程

第1節 カルデラの位置と火成活動

第2節 南九州の地質構造とカルデラの形成

論文内容要旨

南九州には、洪積世に数多くのカルデラ形成の火山活動があり、それぞれ異なった活動に由来する軽石流凝灰岩が累重し、広い地域を覆っている。

この地方の軽石流凝灰岩は、その規模から、少なくとも2~3,000 Km² の地域を覆う大規模なものと、たかだか200 Km² 程度を覆う小規模なものに大別される。大規模なものとしては、噴出順に、加久藤軽石流凝灰岩、阿多軽石流凝灰岩、大隅軽石流凝灰岩の3層が識別される。また、南九州東部に分布する小規模な軽石流凝灰岩としては、昌明寺軽石流凝灰岩、岩戸軽石流凝灰岩、田野軽石流凝灰岩、野尻軽石流凝灰岩の4層が識別される。これらの噴出順序は不明であるが、いずれも大隅軽石流凝灰岩より古い。また、岩戸軽石流凝灰岩は阿多軽石流凝灰岩より、昌明寺軽石流凝灰岩は加久藤軽石流凝灰岩より新しい。

以上の各軽石流凝灰岩のうち、阿多軽石流凝灰岩、岩戸軽石流凝灰岩及び大隅軽石流凝灰岩は、下位に降下軽石をそれぞれ伴っており、これらを阿多降下軽石、岩戸降下軽石、大隅降下軽石と称する。大隅降下軽石は、南九州全域を覆い、火山層序を定める上で絶好の鍵層となる。

鹿児島湾周辺部に、鮮新世末から更新世にかけて、加久藤軽石流凝灰岩に先立って堆積した国分層、花倉層、吉田貝化石層、永野層などの地層中や、それらの下位には、軽石質凝灰岩、軽石流凝灰岩、降下軽石などが多数存在する。また、これらの地層分布地域以外においても、加久藤軽石流凝灰岩の下位に、断片的に噴出源不明の軽石流凝灰岩が存在する。これらを合わせて、先加久藤軽石流凝灰岩類と総称する。

先加久藤軽石流凝灰岩類以外の地層の分類は、火成活動史を論じる立場から、噴出の時期・形式場所の差異に着目して行い、岩相や堆積の環境・場所の差は無視した。噴出時期の差は、各単元の累積関係及び古土壌や下位層の風化帯の介在に、噴出形式の差は、降下型か流下型かの差異に着目して判定した。また、不整合面、特に、浸蝕による凹凸面や水成堆積物の介在は、よく連続する場合にのみ、噴出時期の差を示す指標として扱った。

軽石流凝灰岩に含まれる強磁性鉱物の化学組成、とりわけMnとZnは、加久藤軽石流凝灰岩、阿多軽石流凝灰岩、大隅軽石流凝灰岩で、それぞれ異なる数値を示すが、同一層においては、層準や岩相や分布地域と無関係に、ほぼ一定値を示す。このことから、地層の識別・同定に、強磁性鉱物の化学組成分析が応用できることがわかる。

軽石流凝灰岩は、溶結の有無や程度により、物理的性質が著しく異なる。膠結物質により固化していない軽石流凝灰岩を、その主崩壊・浸蝕形式の差異に着目する立場から、シラス、固結シラス、溶結凝灰岩の3種に分類した。シラスは非溶結部に当たり、固結シラスとの識別は土壌硬度計によ

ることとし、指示値が3.1%以下のものをシラスと称する。固結シラスは非溶結部と溶結部の漸移帯に相当する。

加久藤軽石流凝灰岩は溶結凝灰岩のみから成る。非溶結部は当初から存在しなかったのか、或は浸蝕されてなくなったのか不明である。

阿多軽石流凝灰岩、岩戸軽石流凝灰岩、大隅軽石流凝灰岩は、共に、シラス、固結シラス、溶結凝灰岩から成る。各岩相の分布状況は、それぞれの地層ごとに、特徴的な一定の規則性が認められる。

田野軽石流凝灰岩はシラスと固結シラスから成る。

昌明寺軽石流凝灰岩、野尻軽石流凝灰岩はシラスのみから成る。

シラスは、水の運動エネルギーによって簡単に浸蝕される。シラスの崩壊・浸蝕形式としては、流水・波浪による浸蝕、パイピングや地下水の湧出に伴う浸蝕、引張り崩壊等があり、風化したシラスでは沁りも加わる。シラス地帯の谷は、このような多くの営力により斜面が常に後退し、開けた広い谷ができる。

固結シラスは水の運動エネルギーのみでは浸蝕されず、運搬される土砂により浸蝕される。引張り崩壊や沁りは見られず、また、難透水層のため、地下水による浸蝕もない。固結シラス地帯では下方浸蝕によって生成した垂直の谷壁が長期にわたって維持されるので、狭くて深い谷ができる。

溶結凝灰岩も河川が運搬する土砂により浸蝕される。溶結凝灰岩は冷却時にできた節理が発達するので、谷壁に近いものは次第に節理がゆるみ、遂には、ブロック状崩壊を起こすため、比較的広い谷ができる。その斜面は、垂直に近い剝離面と、崩壊した岩石の堆積斜面との複合斜面となる。

シラスは間ゲキ比が $e = 1.3 \sim 1.7$ と大きく、透水係数も $K = 10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm/sec}$ のオーダーにあり、一般に透水性である。

固結シラスは粒子間ゲキが小さく、節理もほとんど見られないため、難透水性である。

溶結凝灰岩は冷却時に生じた節理が発達するため、一般に透水性であるが、加久藤軽石流凝灰岩に属するものは、節理面に沿って風化し、粘土がつままっていることが多く、難透水性である。

南九州に存在する巨大カルデラとしては、加久藤、始良、阿多の3カルデラがある。これらはいずれも、中新世後期から更新世にかけて活動した安山岩地帯の東縁部に沿って、ほぼN-S方向に並んでいる。

加久藤カルデラは標高1,000m程度の安山岩類の山地にできた、初生的なカルデラであり、加久藤軽石凝灰岩の噴出に伴って生成した。カルデラ壁と推定される地形で囲まれた部分の面積は、約320Km²であり、これは始良カルデラのカルデラ壁に囲まれた部分の面積とほぼ等しい。霧島火山群はこのカルデラの中央火口丘群と考えられる。

始良カルデラ (Matumoto 1943) は鹿児島湾に沿った *Volcano-tectonic depression zone* である古鹿児島湾内に生成したもので、カルデラ壁の地形、地質は、東側と他の部分で著しく異なり、その生成時期も東側は他の部分より古く、二次カルデラの性格を帯びている。岩戸降下軽石、岩戸軽石流凝灰岩、大隅降下軽石、大隅軽石流凝灰岩は、このカルデラの生成に関係した。

阿多カルデラ (Matumoto 1943) も古鹿児島湾内にあると推定される。阿多降下軽石と阿多軽石流凝灰岩は、このカルデラの生成に関係した。

南九州の構造発達過程は、NE-SW性の本州弧形成期と、それに続く、安山岩類の活動を伴う、N-S性の琉球弧形成期に大別される。カルデラ列は後者に規制され、NE-SW性の構造を切って配列するが、カルデラの位置は、秩父古生層中にはなく、四万十地向斜の範囲内に限られる。

本州弧から琉球弧への移行は、中新世初期から中期に到る、酸性岩類の活動期に始まった。

中新世後期以降は、琉球弧の運動期に入り、日向灘付近は沈降帯となり、宮崎層群が堆積した。一方、薩摩半島を初め南九州の西部地域では、安山岩質火成活動が始まった。

鮮新世後期から更新世にかけて、安山岩類の活動が衰えると、安山岩地帯の東縁部に当たる鹿児島湾地域でN-S性の地溝帯が発達し、同時にその東縁部に沿って、多数の軽石質火砕物質を放出する噴火口ないしはカルデラが生成した。この2種の活動が重なり合って、古鹿児島湾が生成し、湾内に大量の軽石質あるいは凝灰質の堆積物を伴う国分層、花倉層、吉田貝化石層、永野層などが堆積した。

古鹿児島湾生成時に放出された軽石質火砕物質は、かつては陸上をも広く覆っていたと考えられその浸蝕から免れたものは、加久藤軽石流凝灰岩の下位に認められる。また、日向灘に堆積しつつあった宮崎層群の最上部層中にも軽石質物質を供給した可能性がある。

現在見られる鹿児島湾の東岸、すなわち大隅半島側に連なる急斜面は、古鹿児島湾東岸に沿って長期にわたって活動した複合カルデラによるカルデラ壁であり、阿多及び始良カルデラは、その最後のものである。

論文審査の結果の要旨

菅原利夫は南九州東部の軽石流凝灰岩——特に層序と岩相について——と題し、南九州に広範に分布する軽石流凝灰岩の層位学的研究を行い、加久藤・始良・阿多のカルデラ火山活動史を明らかにした。また、これらの研究結果をもとにして、南九州の構造発達史に新知見を加えるにいたった。先づ、南九州一帯の大規模な軽石流の層位に関しては、詳細な調査結果を基にして、その噴出順に加久藤・阿多・大隅の3軽石流凝灰岩を区別し、さらに東部に小規模に分布する軽石流凝灰岩は晶明寺・岩戸・田野・野尻の4層に区分することに成功した。これらの識別にあたっては、強磁性鉱物の化学組成、とりわけMnとZnは各軽石流凝灰岩によって異った数値を示すことに着目して行い、さらに溶結度・固結度・間ゲキ比・透水係数等を駆使した。その結果、霧島火山群を取り囲む加久藤カルデラは最も古く、初生的なカルデラで加久藤軽石流凝灰岩の噴出を伴い、阿多・始良カルデラはそれぞれ阿多軽石流凝灰岩、大隅および岩戸軽石流凝灰岩の噴出に関連し、ともに鹿児島湾に沿ったVolcano-tectonic depression中に生じた二次カルデラの性格のものであることが明らかになった。

菅原は、さらに南九州の地史を構造発達史的観点から次のように述べている。即ち、中生代末の造山運動によって形成された本州弧はNE～SW性の構造をもって南九州まで達していたが、中新世初期に入り断裂性運動に転じ、安山岩類の活動や宮崎層群の堆積がN—S方向をもって行われ琉球弧の運動期に入った。さらに、鮮新世後期から更新世にかけて、この方向の運動は活発化し、N—S性の地溝帯の形成・軽石流凝灰岩の大量放出とカルデラの形成という形で促進された。このような、後期新生代における火山活動を伴う造構運動の存在は、日本列島と琉球列島の会合部の地史を考察する上で極めて重要であり、菅原の研究はこの点にも大きな貢献をなすものと認められる。論文発表ならびに学力審査は昭和50年10月21日に行い、自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを確認した。よって、菅原利夫提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。