

表層電気伝導度から示唆される阿蘇火山の活動様式と中部九州の活構造
 Styles of Volcanic Activity of Aso Volcano and Active Tectonics in the Central Kyushu suggested
 from electrical conductivity in the surface layer

鍵山 恒臣 (京都大学)

Tsuneomi Kagiya (Kyoto University)

Abstract

Aso Volcano is one of the active volcanoes in Japan and it locates in the Central Kyushu. This volcano shows active geothermal features but in most cases these activities are failed eruptions or phreatic. The authors carried out VLF-MT survey in and around Aso Caldera to evaluate degassing rate from this volcano. Conductivity in the caldera floor shows almost homogeneous and high ($> 100\mu\text{S}/\text{cm}$), but extremely high conductivity ($>500\mu\text{S}/\text{cm}$) was found along the NNW-SSE line from Uchinomaki to Mietsuka in the northern caldera floor. Similar features were found in the southern floor. This indicates hydrothermal water is supplied along this line. High conductivity in the caldera floor can be explained by mixture of rain water and hot spring waters. Emission rate of SO_2 by hot springs is estimated 32,000 t/yr. This value is 18% of the emission rate by fumaroles in the Naka-dake Crater. VLF-MT survey also found high conductive zones related with the active faults in the Central Kyushu; along the Oita-Kumamoto Tectonic Line, along the Yufuin Fault, etc.

1. はじめに

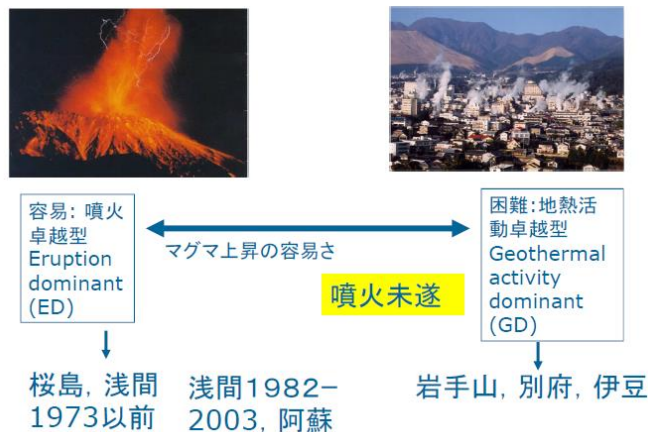
2016年4月に発生した熊本地震を契機として熊本地震がどのようにして起きたか、熊本・阿蘇地域の活構造や阿蘇火山の噴火活動などについての関心が高まっている。CA研究会の講演では、熊本地震に関連して阿蘇火山の活動は活発化したか、阿蘇火山の活動を特徴づける水蒸気噴火とマグマからの揮発性成分の散逸との関係、中部九州の活構造の観点から見た火山活動について、紹介した。本稿では、阿蘇火山におけるマグマからの揮発性成分の散逸と水蒸気噴火・噴火未遂について、表層電気伝導度分布から類推される中部九州の活構造と火山活動との関係について考える。

2. 火山活動の多様性と水蒸気噴火・噴火未遂

火山噴火の前に地震が群発したり微動が発生したり山体が膨張するなどの異常現象が発生することが多くの火山で観測されている。しかしながら、異常が起きているのに大きい噴火をしない火山や、地熱活動の異常で終わる火山など、噴火に至る過程は多様である(第1図)。これらの火山活動は、多くの場合、マグマの上昇が途中で停止して、マグマ中に含まれていた揮発性成分(火山ガス)が分離上昇してきたために起きている(鍵山, 2010)。火山学は、過去に噴出していた溶岩や軽石などの固形噴出物の分析から始まった経緯があるために、我々は、ともすれば固形成分を主体に火山活動を考えがちである。しかしながら、マグマは固形成分と揮発性成分が一体となっていることを忘れてはならない。また、マグマは、固形成分と揮発性成分が常に一体となって移動するのではなく、多くの火山では、それぞれが条件によって別々に移動することもある。たとえば、1990年の雲仙火山の噴火では、1990年11月17日の噴火に先立ってマグマから分離した火山ガスが7月に火山体浅部に上昇して小規模な水蒸気噴火を発生させ、1991年1月下旬にマグマが火山体浅部に上昇してきてその後の本格的噴火につながったと考えられている。

さまざまな火山噴火や地熱活動は、下記のように一般化することが可能である。マグマの固形成分と

噴火に至る過程の多様性



第 1 図 噴火にいたる過程の多様性

Fig.1 Diversity of volcanic process related with eruptions and geothermal activities

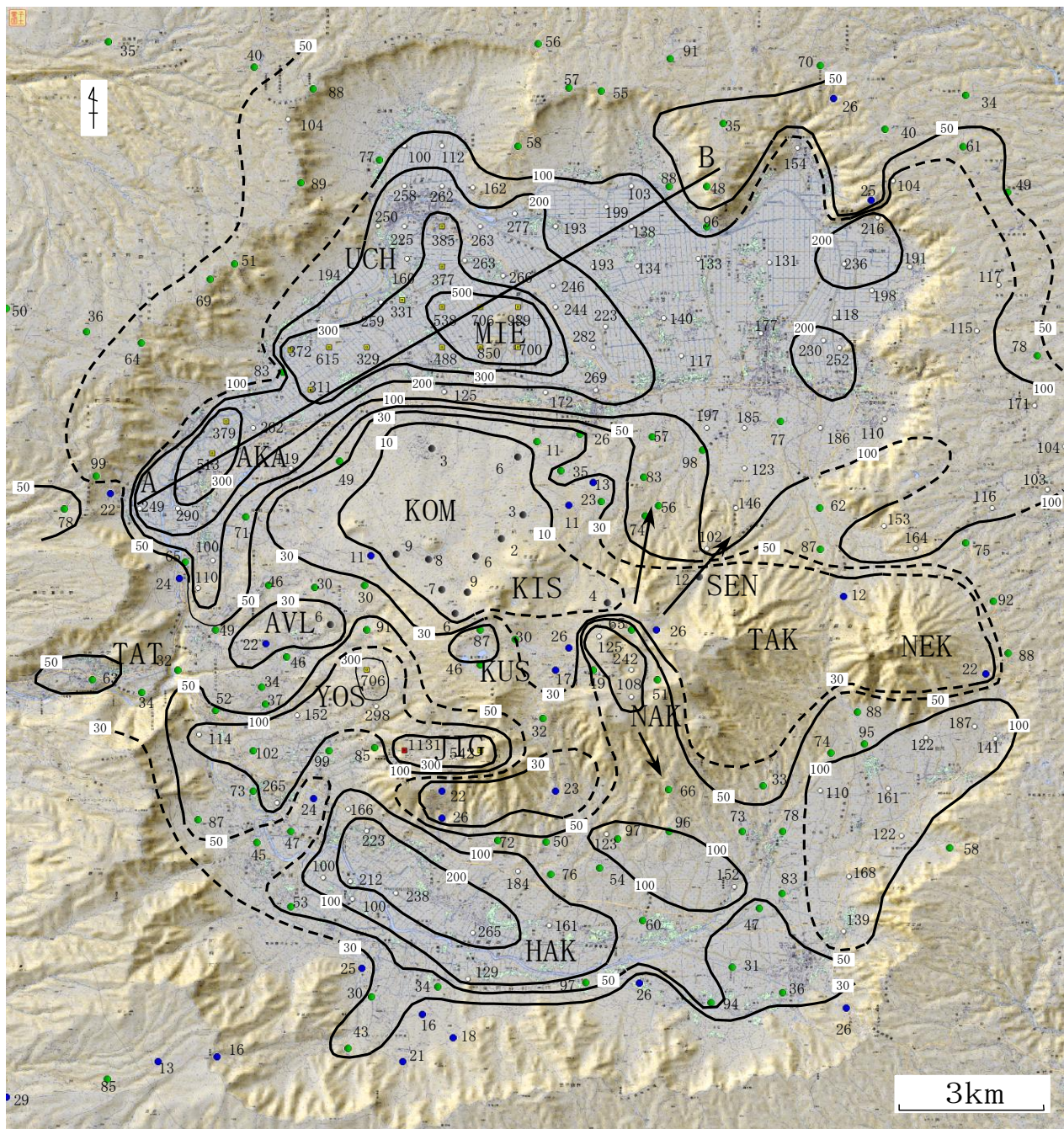
揮発性成分が一体となって地表まで上昇すれば、マグマの体積は数 100 倍に膨張してマグマ噴火となる。しかし、マグマの上昇が火山体浅部（帯水層のやや下部付近）で停止し、火山ガスがマグマから大量に分離して上昇した場合、マグマ水蒸気噴火、あるいは水蒸気噴火となる。どちらの噴火が発生したかは、噴出物を検討し、明らかにマグマに由来する新鮮な噴出物がみられる場合は、マグマ水蒸気噴火と判断されるが、そうではない場合は水蒸気噴火と判断される。しかしながら、多くの噴火では噴出した水蒸気にマグマ起源の火山ガスが含まれることは多く、少量の火山ガラスが含まれることも多い。噴煙高度が 10km となるような水蒸気噴火が報告されているが、マグマから分離した火山ガスと地下水、空気だけでこうした高度にまで達するような噴煙となる低密度の気塊を生成することは不可能である。こうした噴火の場合、マグマから分離した火山ガスと数 100℃以上の高温の固形物が空気と混合すれば、低密度の気塊を生成することは可能である。したがって、噴煙高度の高い水蒸気噴火は、明らかにマグマ起源とは判断できない固形物を伴う噴火と考えることができる。また、マグマが深部で停止して火山ガスが上昇してきた場合には、噴気異常などの地熱活動異常が検知される。温泉活動なども、この部類に属すると考えることができる。

3. マグマからの揮発性成分の散逸量の推定

マグマからの揮発性成分の散逸の代表として、火口からの火山ガスの放出をあげることができる。二酸化硫黄の放出量は、紫外線の吸収を利用して遠隔測定により計測することが可能である。阿蘇火山においても気象庁により適宜実施されており、1日に数 100 トンから 2000 トン程度である。しかし、揮発性成分は火口からだけではなく、周辺の熱水系を通して散逸している可能性があるが、その量は推定されてこなかった。火山ガスが火口下深部から帯水層に供給されて周辺に広がっているとすれば、帯水層の深さにおける電気伝導度は火口直下で高く周辺にいくほど低下するはずである。この傾向は、霧島火山群硫黄山などにおいて検知されてきた。この考えに基づいて、Komori et al.(2014)は、雲仙火山においてマグマからの揮発性成分の放出量を推定している。本稿では、より簡便な方法を阿蘇火山に適用した例を紹介する。

3-1. 阿蘇カルデラにおける表層電気伝導度分布

鍵山・他(2016)は、阿蘇カルデラにおいて VLF-MT による表層電気伝導度分布調査を行い、その結果を公表している（第 2 図）。この結果を見ると、阿蘇カルデラの電気伝導度は、カルデラ床全域で高電気伝導度 (>100 μ S/cm) であり、ほぼ均一の値を示している。これは、カルデラ床が AS04 のカルデラ噴火以降カルデラ湖となった後に陸地化したために湖底堆積物覆われていることを反映している。比較的均質な電気伝導度である中で、北部カルデラ床（阿蘇谷）の内牧温泉から三重塚にかけての地域とその西側において電気伝導度はきわめて高い値を示している。また、南部カルデラ床（南郷谷）においても阿蘇



第2図 阿蘇カルデラにおける表層電気伝導度分布. 単位は $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Fig.2 Conductivity distribution in the surface layer of the Aso Caldera by VLF-MT. Unit: $\mu\text{S}/\text{cm}$. UCH: Uchinomaki, MIE: Mietsuka, AKA: Alamizu, TAT: Tateno, AVL: Aso Volcanological Laboratory, YOS: Yoshioka, JIG: Jigoku, KUS: Kusasenri, KOM: Komezuka, KIS: Kishimadake, NAK: Nakadake, SEN: Sensuikyo, TAK: Takadake, NEK: Nekodake, HAK: Hakusui. Arrows indicate hydrothermal flow. AB indicates the line for conductivity profile.

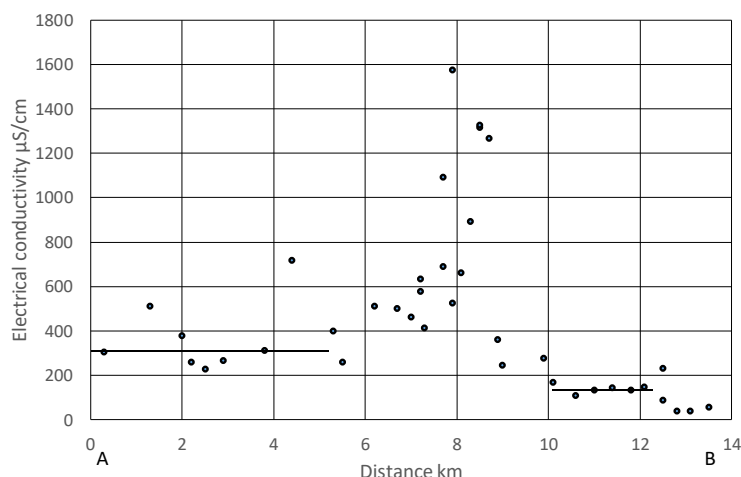
谷ほどきわだっではないが、東側よりも西側で電気伝導度は高くなっている。

これに対して、中央火口丘群は広い範囲で低電気伝導度であり、特に、根子岳から高岳、往生岳、杵島岳、米塚と続く領域で低電気伝導度となる。一方、中岳火口には高電気伝導度域が見られ、ここから阿蘇谷および南郷谷に向かって高電気伝導度域が伸びている。中岳火口付近の電気伝導度を詳細に調査した結果、第1火口から第4火口にいたる北北西-南南東方向の火口軸において最も電気伝導度が高く軸から300m程度離れると周辺の電気伝導度にまで低下する結果が得られており、火口軸直下から供給される火山ガス成分が地下水に混入して周辺に広がっていることを示唆している(鍵山・他, 2016)。こう

したことから、阿蘇谷および南郷谷方向に高電気伝導度域が伸びていることは、中岳火口に供給された揮発性成分が地下水として流下していることを示唆している。このほかに、草千里ヶ浜火山、地獄・垂玉温泉、湯之谷温泉・吉岡周辺において高電気伝導度域が分布している。

3-2. 表層電気伝導度分布が示唆する阿蘇カルデラにおける地下水流動

中岳火口などの中央火口丘からカルデラ床に向けて熱水が流下している可能性があることは、前節に示した。本節では、カルデラ床における地下水流動を検討する。阿蘇谷では、東部において均質な電気伝導度分布を示しているが、内牧-三重塚を結ぶ線よりも西側では、電気伝導度が高くなっている。阿蘇カルデラでは、カルデラに降る雨水はカルデラ西部から外に排出されており、この線の地下深部から多量の揮発性成分が地下水に付加されて西に流動しているように思われる。第3図は、第2図に示す三重塚を横切る直線ABに沿う電気伝導度分布を示している。三重塚は、この図のA点からおよそ8kmの地点に位置している。この図から、表層電気伝導度は、三重塚より東側（阿蘇谷東部）ではおよそ150 μ S/cm程度、三重塚付近で高い値を示し、西側（阿蘇谷西部）では300 μ S/cm程度となっていることがわかる。同様の特徴は、南郷谷においても認められる。



第3図 阿蘇谷における表層電気伝導度分布。ABは、第2図に示す三重塚を横切る測線。

Fig. 3 Conductivity distribution profile across Mietsuka from the west to the east. Mietsuka locates at 8 km.

3-3. カルデラにおける湧水の電気伝導度

カルデラ周辺に湧出する湧水および温泉水の電気伝導度を調査した結果、第1表に示す結果を得た。水の電気伝導度は水温によって変化するので、25°Cにおける電気伝導度を測定している。表に示すように、カルデラ壁付近の湧水の電気伝導度は100 μ S/cm以下であるのに対して、中央火口丘から流下している湧水の電気伝導度は300 μ S/cm程度と相対的に高い。また、カルデラ内の温泉水は、1000 μ S/cmから4000 μ S/cm程度となる。三重塚周辺でくみ上げられる水は、温度は低いが高電気伝導度は高い値を示している。三重塚中心部から離れた南部では647 μ S/cmと中心部の井戸水に比べると低いが高カルデラ内の湧水に比べると高い値を示している。本稿では、簡単のために外輪山から入る水の電気伝導度を50 μ S/cm、中央火口丘から流入していると思われる湧水の電気伝導度を、300 μ S/cmとする。カルデラ内の温泉水の電気伝導度はばらつきが大きい、特に地域性が認められないので1500~4000 μ S/cmと幅を持たせて考える。三重塚の湧水の電気伝導度は、350mS/m (3500 μ S/cm)とする。

3-4. 表層電気伝導度と地下水の電気伝導度との関係

3-2節で示された表層電気伝導度と3-3節で示されたカルデラの湧水の電気伝導度から地下水の電気伝導度を検討する。岩石の電気伝導度は、一般に以下の式で近似することが可能である。

$$C_a = C_w p + C_r (1-p)$$

ここで、 p は、岩石の空隙率、 C_a 、 C_w 、 C_r は岩石のみかけ電気伝導度、空隙を満たす水の電気伝導度、空隙を除く岩石の電気伝導度である。

第1表 阿蘇カルデラにおける湧水の電気伝導度

Table 1 Electrical conductivity of spring water in and around Aso Caldera

湧水地点の類別	湧水地点	電気伝導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 25°C
カルデラ外輪	牛王の水	65.2
	千野湧水	90.0
	池山水源	83.9
	清水峠	71.1
中央火口丘からの湧水	阿蘇神社	299
	役犬原湧水	307
	白川水源	242
三重塚農業用水(井戸水)	南部	647
	中央部	3540
	中央部	2170
温泉水	内牧地区温泉	2240
	坊中地区温泉	2410
	赤水地区温泉	4050
	長陽地区温泉 1	2140
	長陽地区温泉 2	1050
	長陽地区温泉 3	911
	久木野地区温泉 1	1600
	久木野地区温泉 2	1520
	白水地区温泉	1570

上記の式に基づき、表層電気伝導度と地下水の電気伝導度との関係を検討する。阿蘇カルデラのカルデラ床はカルデラ湖の湖底堆積物からなるので、空隙率をやや大きめの 20%と仮定する。岩石の電気伝導度は、 $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ ($1 \text{ k}\Omega\cdot\text{m}$) と仮定する。岩石が熱変質を受けている場合には、この値はもっと大きくなるが、概略の電気伝導度を検討するので、この値を仮定する。

阿蘇谷東部では以下のように考えられる。空隙中の水の電気伝導度 C_w を外輪から流入する水 ($50 \mu\text{S}/\text{cm}$) であるとする、実際に観測されている $150 \mu\text{S}/\text{cm}$ を実現することはできない。また、中央火口丘起源の水 ($300 \mu\text{S}/\text{cm}$) であっても実現することはできない。このことは、中央火口丘起源の水だけではなく、温泉水の付加が必要であることを示している。中央火口丘起源の水と温泉水の混合物の平均電気伝導度が $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ であれば、 $C_a = 10 \times 0.8 + 700 \times 0.2 = 148$ となり、 $150 \mu\text{S}/\text{cm}$ とほぼ一致する。こうなるためには、温泉水が $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ の場合には、温泉水：中央火口丘起源水の比が 1：2、 $4000 \mu\text{S}/\text{cm}$ の場合には 1：8 である必要がある。

三重塚周辺域では、 C_r は $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、 p は 0.2、 C_w は三重塚の湧水 ($3500 \mu\text{S}/\text{cm}$) とすると、計算されるみかけ電気伝導度は、 $C_a = 10 \times 0.8 + 3500 \times 0.2 = 708$ となり、実際に観測されている電気伝導度が $500 \sim 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 程度であることと整合的である。

阿蘇谷西部では以下のように考えられる。 C_r および p は同様の値をとるとして、実際に観測されている $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ を実現するには、 C_w はおよそ $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ となる必要がある。阿蘇谷西部には、上流側の阿蘇谷東部域および三重塚周辺域から三重塚湧水と温泉水との混合物が流れてきており、この流体に中央火口丘起源の水が加わっていると思われる。三重塚湧水と温泉水の混合流体の電気伝導度を $3000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 程度と考えると、この流体と中央火口丘起源の水との混合比を 1：1 とすれば、 $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ の空隙水を作ることは可能である。

カルデラ床南部(南郷谷)については、阿蘇谷ほど明瞭ではないが、東部においておよそ $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、西部においておよそ $200 \mu\text{S}/\text{cm}$ と見られる。阿蘇谷と同様の検討を行うと、東部については C_w は 500μ

S/cm 程度，中央火口丘起源水と温泉水との比は，5:1～19:1 と計算される．西部については C_w は 1000 μ S/cm 程度，中央火口丘起源水と温泉水との比は，0.7:1～4:1 と計算される．

以上の検討結果では，空隙率を 0.2 と仮定しており，空隙率が 0.1 である場合には，温泉水の比率がより大きくなる可能性がある．一方，岩石の固形部分の電気伝導度は，10 μ S/cm と仮定しているが，仮に岩石自体が熱変質を受けている場合には，温泉水の比率は小さくなる．また，地下水・温泉水の電気伝導度は，25°Cにおける値を使用しており，実際の温度はもう少し高くなると思われる．しかしながら，この地域に湧出する温泉は 50°C程度であり，基準より 25°C高い場合の溶液の電気伝導度は，50%程度大きくなるだけであるため，ここでの検討結果には大きくは影響しない．ここでの検討は，こうした不確定の部分が残されてはいるが，揮発性成分の寄与の程度をおおよそ示していると考えられる．

3-5. 電気伝導度から推定される阿蘇カルデラ内における揮発性成分の供給率の推定

前節の結果に基づいて，本節では地下水に付加される揮発性成分の量の推定を試みる．阿蘇谷東部において推定された岩石の空隙を満たす地下水の電気伝導度は，700 μ S/cm であった．この電気伝導度は， KCl 0.005 mol/l の溶液の電気伝導度に相当する．阿蘇カルデラ北東部の年間降水量は，東西 7km，南北 15km の領域に 3000 mm/yr が降るとすると， 3×10^8 t/yr と推定される．このうちの 10%が地下水になるとすると，この領域に供給される水は， 3×10^7 t/yr となる．この水に KCl 相当で 0.005 mol/l が溶けていると考えられるので， 1.5×10^8 mol/yr の KCl が供給されていると計算される． SO_2 に換算して重量を計算すると $1.5 \times 10^8 \times 32$ g/yr (4800 t/yr) が阿蘇谷東部に供給され，内牧-三重塚の線を越えて西側に流下していると推定される．

一方，阿蘇谷西部では，平均で 1500 μ S/cm の水が空隙を満たしていると計算された．上記と同じように考えると，阿蘇谷西部から外に流れる水には， KCl 換算で 0.01 mol/l が溶けていることになる．阿蘇カルデラ北部の年間降水量は，東西 14km，南北 15km の領域に 3m/yr の降水があるので， 6×10^8 t/yr と計算される．このうちの 10%が地下水になるとすると，地下水として供給される水は， 6×10^7 t/yr となる．この水には， KCl 相当で 0.01 mol/l が溶けていると考えられるので， 6×10^8 mol/yr， SO_2 換算で $6 \times 10^8 \times 32$ g/yr (19,000 t/yr) が阿蘇谷全体に供給され，カルデラの西側に流出していると計算される．

南郷谷東部では，平均で 500 μ S/cm の水が空隙を満たしていると推定されたので，上記と同様に， KCl 換算で 0.004 mol/l が溶けていると考え，阿蘇カルデラ南東部（東西 7km，南北 15km）に同じ降水があり，10%が地下水となると仮定して計算すると， SO_2 換算で 3800 t/yr が南郷谷東部に供給されていると計算される．南郷谷全体では，平均で 1000 μ S/cm の水が空隙を満たしているので， KCl 換算で 0.007 mol/l が溶けていると考え，阿蘇カルデラ南部（東西 14km，南北 15km）に同じ降水があり，10%が地下水となると仮定して計算すると， SO_2 換算で 13,000 t/yr が南郷谷からカルデラの西側に流出していると計算される．

阿蘇谷，南郷谷の合計では， SO_2 換算で 32,000 t/yr がカルデラ内からカルデラの西側に流出していると計算される．阿蘇中岳第 1 火口から放出される SO_2 の量は，300～2000t/day 程度である．比較的静穏な時期を考慮して平均で 500t/day であるとする，年間では 180,000t/yr となる．したがって，本稿が推定する地下水を通して散逸する SO_2 の量は，中岳第 1 火口から放出されている SO_2 のおよそ 18%に相当する．この結果は，阿蘇火山が放出している火山ガスの量を従来知られていた量を 2 割程度押し上げるものであるが，オーダーを変えるほどではないことを明らかにしたと言える．

上記の火山ガスの散逸量を火山のマグマ供給率と比較検討する．日本の第四紀の火山のマグマ噴出率は，およそ 10^6 m³/yr，桜島のマグマ供給率が 10^7 m³/yr であることを考慮して，ここでは阿蘇火山のマグマ供給率を 10^7 m³/yr と仮定して検討する．マグマの比重を 2.5，マグマに 5 重量%の火山ガスが含まれるとすれば，火山ガスの供給率は 120 万 t/yr となる．火山ガス中に含まれる SO_2 の量はよくわからないが，20%が SO_2 とすれば， SO_2 の供給率は 24 万 t/yr と計算される．一方，中岳第 1 火口から放出されている SO_2 の量を 500t/日と仮定し，地下水流動によって散逸している量を加えると，およそ 20 万 t/yr と計算される．この数字には多くの不確定があるが，地下深部から供給されているマグマに含まれてい

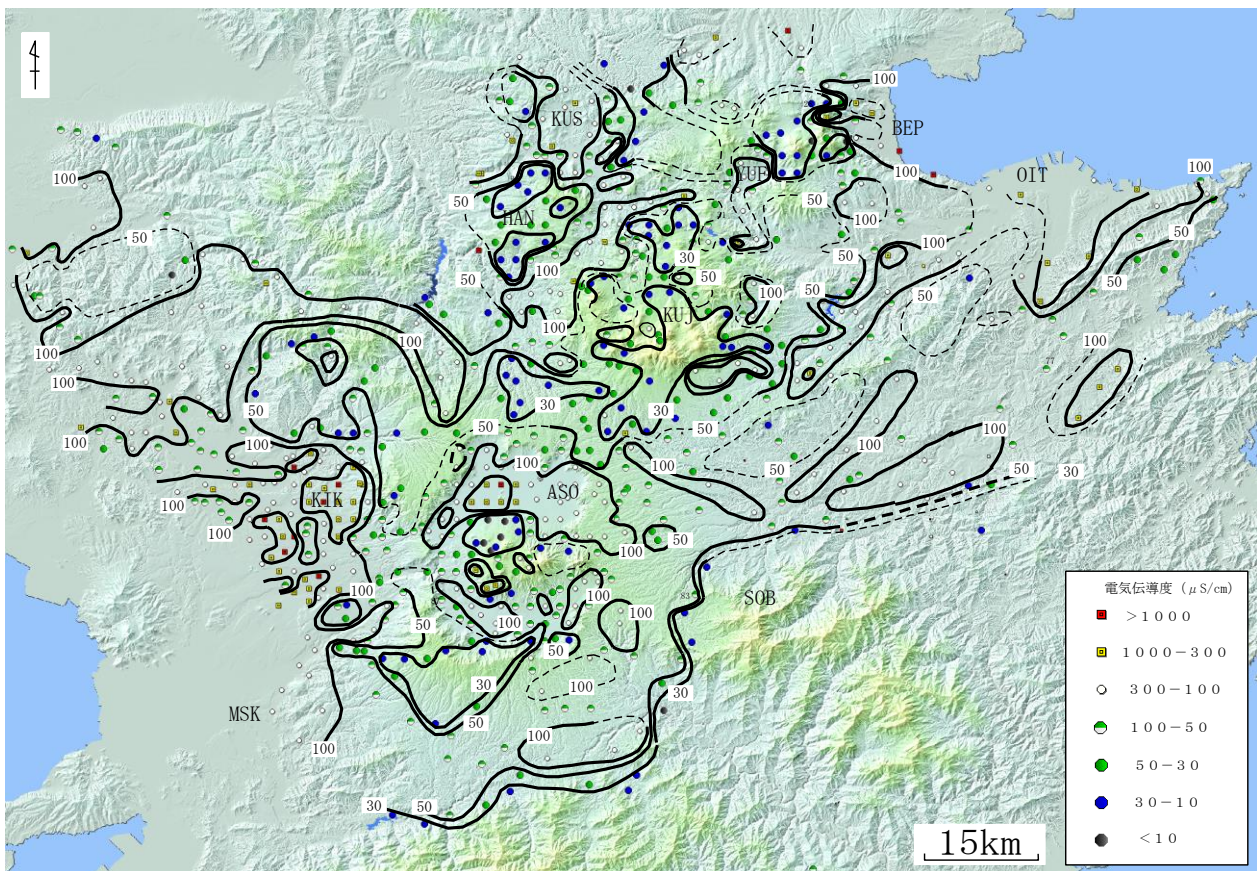
る SO_2 は大部分散逸していることになる。このことは、阿蘇火山の火山活動が水蒸気噴火や噴火未遂が多い活動となっていることと整合的である。

4. 中部九州の表層電気伝導度分布と活構造

上記において阿蘇カルデラ内の表層電気伝導度分布の特徴とその意味を示した。通常、火山周辺には温泉などが分布して高電気伝導度域となっており、火山から離れるにしたがって電気伝導度は小さくなっていく。しかしながら熊本県内には火山とは直接関係のない地域においても温泉活動が見られる。こうしたことから、阿蘇カルデラ外の領域において電気伝導度分布がどのようになっているかを調査した。第4図は、その結果を示している。緯度、経度1分ごとのメッシュ内に複数の測定値がある場合には、その平均値を示している。以下にそれぞれの地域について概略の特徴を示す。

阿蘇カルデラの西側には、 $100 \mu\text{S/cm}$ 以上の領域が広がっている。この領域には活火山はないが、菊池温泉、泗水温泉、植木温泉などの温泉が点在している。高電気伝導度域の広がりには、阿蘇カルデラにおける高電気伝導度域の面積に匹敵しており、この地域の深部から揮発性成分が供給されているか、阿蘇カルデラからの流動が起きている可能性がある。また、この地域の南にあたる益城町周辺には、阿蘇カルデラ西部の立野から西南西方向に西原村を経て益城町にいたる領域で $100 \mu\text{S/cm}$ 以上の高電気伝導度が見いだされている。この領域は、布田川断層にほぼ対応している。

阿蘇カルデラの南外輪の領域は、 $100 \sim 50 \mu\text{S/cm}$ 程度の領域が広がっている。しかし、さらにその南では、 $30 \mu\text{S/cm}$ 以下となっている。この領域は、臼杵-八代構造線以南に対応しており、同じ傾向はさらに東側の祖母山から臼杵まで続いている。この結果は、この線以南は緻密な堆積岩であるのに対して、この線以北では多孔質の火山噴出物の層が存在していることを反映しているものと考えられる。



第4図 中部九州における表層電気伝導度分布。単位： $\mu\text{S/cm}$

Fig. 4 Conductivity distribution in the surface layer in central Kyushu by VLF-MT. Unit: $\mu\text{S/cm}$.
 MSK: Mashiki, KIK: Kikuchi, ASO: Aso Caldera, SOB: Sobo, KUJ: Kuju, HAN: Haneyama, KUS: Kusu,
 YUF: Yufuin, BEP: Beppu, OIT: Oita.

阿蘇カルデラの東側では、100~50 μ S/cm 程度の領域が広がっているが、一部では、100 μ S/cm 以上の領域が東北東方向に延びている。この領域には、長湯温泉や大分市の塚原鉱泉などが含まれており、大分-熊本構造線と一致している（鍵山・吉川，2011；鍵山・他，2014）。大分-熊本構造線は、重力の急こう配部に対応しており、阿蘇の中央火口丘群もこの線上に位置しているので、この線がマグマやスラブ脱水流体の通路となっている可能性がある。また、大分-熊本構造線と臼杵-八代構造線との間の領域は、堆積岩と阿蘇の火砕流堆積物に覆われているが、電気伝導度分布は必ずしも均質ではなく、大野川流域や三重町から臼杵市に抜ける領域の電気伝導度は高くなっている。こうした分布は、四国の中央構造線の西の延長にあたる地域における変動が単一に起きているのではなく、いくつかのブロックに分割されつつ異なる時間的経緯で形成されている可能性を示している。大分-熊本構造線以北の領域においても、別府温泉南部の浅見川断層から布院断層を経て九重町の野上川流域-玖珠町-天ヶ瀬温泉に続く領域に高電気伝導度が見られる（鍵山・他，2014；鍵山・他，2016）。

阿蘇カルデラの北側では、100~50 μ S/cm 程度の領域が広がっているが、小国町の一部では、100 μ S/cm 以上の領域が北北西方向に延びている。この領域は、阿蘇カルデラ内に見いだされた三重塚-内牧温泉の延長上にあり、豊肥火山地域西縁にも対応しているので、なんらかの構造が存在する可能性がある。

5. まとめ

阿蘇カルデラ内および中部九州において、表層電気伝導度分布の観点から阿蘇火山の活動および中部九州の活構造を検討した。阿蘇カルデラからの揮発性成分の散逸量は大きく、阿蘇火山の活動が水蒸気噴火や噴火未遂となる場合が多いことと整合的な結果を得た。中部九州の表層電気伝導度分布からは、臼杵-八代構造線以北においていくつかの構造線に対応した高電気伝導度分布が見いだされた。たとえば、大分-熊本構造線に沿う地域には温泉や火山活動があり、別府から天ヶ瀬温泉にいたる高電気伝導度域においても温泉活動などが見られる。

謝辞

CA 研究会において講演する機会および本稿を投稿する機会を与えていただいた大志万直人京都大学教授をはじめ、CA 研究会の各位に感謝申し上げる。本稿は、講演の内容の一部をまとめたものである。

文献

- 鍵山恒臣，カルデラ生成噴火の準備過程解明に向けた研究の展望，地質学雑誌，116，463-472，2010。
鍵山恒臣・吉川 慎，長湯温泉周辺の表層電気伝導度分布，大分県温泉調査研究会報告，62，9-12，2011。
鍵山恒臣・宇津木 充・吉川 慎，大分県九重町周辺の表層電気伝導度分布，大分県温泉調査研究会報告，65，51-56，2014。
鍵山恒臣・吉川 慎・宇津木 充，阿蘇カルデラ周辺の表層電気伝導度分布，京都大学防災研究所年報，59B，84-91，2016。
鍵山恒臣・宇津木 充・吉川 慎，大分県万年山周辺の表層電気伝導度分布，大分県温泉調査研究会報告，67，41-46，2016。
Komori, S., Kagiya, T., Fairley, J.P., Possibility of effective magma degassing into groundwater flow systems beneath Unzen volcanic area, SW Japan, inferred from the evaluation of volcanic gas fluxes using electrical conductivity structures, J. Volcanol. Geotherm. Res., 283, 73-81, 2014. doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.05.024