

SVC049-01

会場:105

時間:5月23日 16:30-16:45

火山ガスブルーム中の水素の水素同位体比を指標に用いた火山噴気の遠隔温度測定法開発

Remote temperature sensing on volcanic fumaroles from hydrogen isotopic compositions of molecular hydrogen in the plume

角皆 潤^{1*}, 神村 奏恵¹, 安齊 沙耶¹, 中川 書子¹, 小松 大祐¹

Urumu Tsunogai^{1*}, Kanae Kamimura¹, Saya Anzai¹, Fumiko Nakagawa¹, Daisuke Komatsu¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院

¹ Faculty of Science, Hokkaido University

【はじめに】

火山の噴気温度は、火山活動の現状や山体内部におけるマグマ脱ガス過程に関する重要な指標のひとつであり、古くから頻りに観測がおこなわれてきた。しかし、活火山の噴気に近づいて直接温度を測定することは多くの場合危険を伴い、また赤外放射を用いた遠隔測定では、観測距離が100メートルを超えると正確な噴気温度を測定することは困難になる。

そこで本研究では、噴気ガス中に含まれている水素分子(H_2)と主成分である水蒸気(H_2O)の水素同位体(1H および D)交換反応の反応速度が、室温ではほとんど進行しないのに対して400度程度より高温の領域では極めてすみやかに進行して平衡に達し、しかもその際の同位体分別係数が温度とともに大きく変化するという特性に着目し、ブルーム中の H_2 の水素同位体比から噴気中の H_2 の水素同位体比を推定してこれを温度に換算することで、噴気孔の温度を遠隔から測定する手法(HIReTS: Hydrogen Isotope Remote Temperature Sensing)を考案した。もちろん噴気中の H_2 が噴気孔から放出されると、大気中の H_2 と混合してその同位体比は変化してしまう。しかし、この変化は濃度の異なる噴気ブルーム試料を複数採取して大気中の H_2 との間の混合線を求めることで補正することができる。そもそも H_2 は噴気ガスでは主成分の一つであるのに対して、大気中には0.5 ppmv程度と極微量にした含まれないため、大気由来の H_2 の補正は容易である。また、噴気中の水蒸気(H_2O)については、高温噴気であればマグマ水の値で代用できる。

【検証実験】

今回この遠隔噴気温度計 HIReTS の信頼性を検証するため、噴気ガスに直接アクセス可能な樽前山(北海道)、九重硫黄山(大分県)、恵山(北海道)の三カ所の火山において、噴気ブルーム試料の採取と、その放出源となっている高温噴気地帯における噴気ガス試料の直接採取や噴気温度の直接測定を行った。そして、(1)噴気ブルームから推定される噴気ガス中の H_2 の水素同位体比が実測値と一致するか、また(2)噴気ガス中の H_2 の水素同位体比から推定される噴気温度が実測温度と一致するか、検証した。

【結果・考察】

噴気ブルーム中の H_2 の濃度と水素同位体比の関係は、いずれのブルーム中でも明瞭な二成分混合線を示し、ここから推定した噴気ガス中の H_2 の水素同位体比は、各噴気ガスにおいて実測した水素同位体比と誤差内で全て一致した。一方水素同位体比から求めた噴気ガス推定温度は、樽前山(実測温度609度)に対して625度、九重硫黄山(実測温度203度)に対し185度となり、ほぼ一致した。しかし、恵山(実測温度107度)は287度となり、推定温度の方が過大側に大きくずれた。これは Mizutani (1983) における噴気ガスの観測でもみられた傾向で、200度未満の噴気では水素同位体比は噴気温度までの温度低下に追従出来ず、山体内の急冷直前の温度付近で交換反応が停止してしまう場合があることを示している。

結論として、水素同位体比を使用して温度を遠隔推定する本手法は、温度が400度以上という条件を満たすのであれば、噴気温度を正確(誤差 ± 100 度未満)に推定できることが明らかになった。またある程度の誤差(最大で150度)を許容することができるのであれば、200度程度の低温噴気まで適用可能範囲を広げることが出来る。HIReTSは今後多くの火山において最も確度・精度の高い噴気温度の遠隔推定手法として活用出来ると考えられる。また200度を下回る温度の噴気であったとしても、噴気ブルームから推定した水素同位体比は、山体内における急冷直前の温度推定の指標として活用出来る可能性がある。

キーワード: 火山ガス, ブルーム, 水素, 安定同位体, 同位体交換平衡, 遠隔温度測定

Keywords: fumarolic gases, volcanic plume, molecular hydrogen, stable isotopes, isotope exchange equilibrium, remote temperature sensing

SVC049-02

会場:105

時間:5月23日 16:45-17:00

有珠火山 2000 年新山における地表面放熱量の時間変化

Temporal variations of heat discharge rates from the geothermal area formed during the 2000 eruption of Usu volcano

寺田 暁彦^{1*}, 吉川 慎², 大島 弘光³, 前川 徳光³, 松島 喜雄⁴

Akihiko Terada^{1*}, Shin Yoshikawa², Hiromitsu Oshima³, Tokumitsu Maekawa³, Nobuo Matsushima⁴

¹ 東京工業大学, ² 京都大学, ³ 北海道大学, ⁴ 産業技術総合研究所

¹Tokyo Institute of Technology, ²Kyoto University, ³Hokkaido University, ⁴AIST

1. はじめに

有珠火山 2000 年噴火では、西側山麓浅所へマグマが貫入したことで顕著な地殻変動が起きた。この結果として形成された潜在溶岩ドームは 2000 年新山と呼ばれ、噴火終息後も活発な噴気活動が継続するとともに、地熱異常領域が徐々に拡大してきた。

同じように潜在溶岩ドームが形成された 1977 年の有珠火山山頂噴火の後にも、熱活動の消長が長期間観察されている。これら活動の熱源は貫入マグマと考えられ、熱活動の推移を定量的に調べることで、貫入マグマの量や、周辺地下水理環境の違いを検討することができる。

我々は、氷を用いた熱流計測 (Terada et al., 2008) や、赤外カメラなどを用いて、2000 年新山における放熱量を繰り返し測定している (寺田・他, 2008)。2010 年 9 月には、2006 年以来となる空中赤外観測を実施した。本発表では、2006 年以降に認識された熱活動の衰退について定量的に議論する。

2. 方法

セスナ機を用いた空中赤外観測を、2010 年 9 月 27 日 8 時 40 分から実施した。使用した赤外カメラは、北海道大学有珠火山観測所が所有する NEC Avio TH9260 で、視野角は 21.7 X 16.4 度、画素数 480 X 640 pixel である。このとき、1 pixel あたりの地表面解像度は 0.8 m² 程度である。

得られた赤外画像は、面積あたりの地表面放熱率 Q が地表面温度 T に比例する Sekioka and Yuhara (1974) の方法を用いて解析した。このような Q と T の線形関係は、地上における氷を用いた放熱量観測により保障されている。

また、日射などを原因とする見かけ上の地表面温度の変化を検討するために、セスナ機観測に先立つ 23 日にも、同様の空中赤外観測を実施した。

3. 結果

2000 年新山周辺の噴気地は、2000 年から 2006 年にかけて拡大傾向であった。しかし今回得られた空中赤外画像を解析した結果、2010 年 9 月における噴気地放熱率は 5.6 MW であり、2006 年 9 月 (9.2 MW) よりも減少したことが分かった。実際に、本地域では地中温度低下や植生回復が認められている。氷を用いた定点観測でも、同様に熱流量の減少が観測されている。この他、2006 年 9 月に湖面からの異常放熱率が 2 MW と見積もられた KB 火口湖は、2007 年頃にはほぼ消滅した。2006 年 9 月に 8 MW と推定された NB 火口の噴気も、2010 年 9 月には目視できない程度まで衰退していた。

4. 議論

2006 年 9 月に 20 MW と推定された総放熱率は、2010 年 9 月では 5.6 MW と、4 年間で 1/4 に減少した。このような 2000 年新山の熱活動の衰退は、同規模のマグマが貫入した 1977 年噴火で見られた衰退ペースよりも、明らかに早い。

これまでの熱放出率の変動を時間積分することで得られる冷却マグマの体積は、地殻変動から推定される貫入マグマ量の 1/10 以下である。すなわち、大部分のマグマが、現在も高温状態で地下浅所に存在していることになる。その一方で、2000 年新山の熱活動は終息しつつある。このような熱活動の推移は 1977 年噴火後 (Matsushima, 2003) とは大きく異なる。

この原因は、いくつか考えられる。例えば、西山周辺の地下水理環境の特徴として、媒質の透水係数が小さいこと (大島・松島, 1999) が挙げられる。この場合、熱水循環系が発達しにくく、放熱活動は抑制されるであろう。あるいは、実際の貫入マグマの量が、地殻変動から推定されている量よりも少ない、もしくは、より深い場所に存在する、等の可能性が考えられる。

4. その他

2000 年新山とともに、周辺の活火山についても空中赤外観測を実施した。有珠火山・山頂部の放熱量は 39 MW、昭和

新山では 6.2 MW と見積もられた。この値は、2006 年 9 月の測定結果（松島・他、未公表資料）とほぼ同じで、時間変化は認められない。

登別火山・大正地獄では、2007 年以降、間欠泉に類似した突発的な熱水噴出活動が繰り返されている。また、地獄谷においても、これまで顕著な熱活動の消長が認められている。しかし、今回の観測結果は、2006 年 9 月の結果（松島・他、未公表資料）に比較して有意な変化は認められなかった。

なお、北海道駒ヶ岳火山では雲に阻まれた。観測できた昭和 17 年火口および昭和 17 年大亀裂とその周辺では、従来どおり温度異常領域は認められなかった。

キーワード: 放熱率, 有珠火山, 噴気地, 空中赤外観測, 熱水系

Keywords: heat discharge rate, Usu volcano, steaming ground, airborne IR survey, hydrothermal system

SVC049-03

会場:105

時間:5月23日 17:00-17:15

吾妻火山の大穴火口周辺における全磁力・自然電位・VLF-MT探査 Geomagnetic Total Force Observation, Self Potential and VLF-MT Survey around the Oana Crater, Azuma Volcano

山崎 明^{1*}, 大和田 毅¹, 山 伸行¹
Akira Yamazaki^{1*}, Takeshi Owada¹, Nobuyuki Yamazaki¹

¹ 気象庁地磁気観測所
¹ Kakioka Magnetic Observatory

吾妻火山の一切経山南東斜面には大穴火口と呼ばれる直径約200mの火口があり、火口内およびその周辺部に噴気・地熱地帯が広がっている。2008年11月にこの火口内で高さ300mの噴気を上げる新たな噴気孔(W-6噴気孔)が出現し、それ以降噴気活動が活発な状態が続いている。また2010年には5年ぶりとなる微動も発生し、火山活動が徐々に活発化しつつあるように見える。

仙台管区気象台火山監視・情報センターおよび地磁気観測所では大穴火口の周囲に12点の全磁力繰り返し観測点を設置し、2003年より年1回ないし2回の観測を実施している。観測の結果、全磁力は大穴火口を中心とする半径500mほどの領域で変化しており、大穴火口の北側では全磁力の増加、南側では減少する典型的な消磁の変化パターンを示していることがわかった。全磁力変化は観測開始年から各観測点ではほぼ一定の変化率で推移してきており、全磁力変化の大きさは大穴火口南側の変化の大きい測点で-20nT以下に達している。噴気活動が盛んな大穴火口の地下で発生していることを考慮すると、この消磁は地下の熱水活動などに伴う熱消磁であろうと解釈できる。さらに、この熱消磁は観測を開始した2003年以前から始まっており、2010年現在までほぼ一定の速度で熱消磁が進行してきたものと推定される。

一方、大穴火口周辺では2~3年の周期で伸びと縮みの地殻変動が観測されており、大穴火口の地下約500mに膨張・収縮源が求められている。これは大穴火口の地下には熱水溜りが存在し、地下深部からの熱水の供給と大穴火口からの放出のバランスによってこの熱水溜りが膨張または収縮しているものと考えられる。また膨張・収縮源と熱消磁の発生位置は概ね一致しており、熱水溜りの周囲で熱消磁が進行しているものと推定される。

この大穴火口の地下に存在すると考えられる熱水溜りからの上昇流に伴う自然電位分布を把握する目的で、2009年に大穴火口周辺部において自然電位観測を実施した。観測の結果、自然電位は非常に平坦な電位分布をしており、熱水上昇流に対応するような電位分布は得られなかった。また、2010年には自然電位の調査地域においてVLF-MT法を用いた浅部比抵抗調査をおこなった。その結果、大穴火口から浄土平にかけての表層の比抵抗は数m~数10mの低比抵抗帯であることがわかった。

キーワード: 吾妻山, 全磁力観測, 熱水活動, 熱消磁, 自然電位, 比抵抗

Keywords: Azuma Volcano, geomagnetic total force, hydrothermal reservoir, thermal demagnetization, self-potential, resistivity

SVC049-04

会場:105

時間:5月23日 17:15-17:30

火山体の電気伝導度構造を用いた揮発性物質フラックス推定の試み Approach to evaluating mass flux of volcanic fluids using the electrical conductivity structure of a volcano

小森 省吾^{1*}, 鍵山 恒臣², ジェリー・フェアリー³
Shogo Komori^{1*}, Tsuneomi Kagiyama², Jerry Fairley³

¹京大・理・地球惑星, ²京大理, ³アイダホ大

¹Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ., ²Graduate School of Science, Kyoto Univ., ³Idaho Univ.

マグマ中の揮発性物質が効率よく抜けるかどうかは、火山噴火の爆発性・非爆発性や、マグマ噴火卓越型・地熱活動卓越型といった火山活動の多様性を左右する重要な要素の1つである (Eichelberger et al., 1986; 鍵山, 2008)。それゆえ、火山における揮発性物質の放出フラックスを推定することは、上記に制約条件を与えられる可能性があるという点で重要である。

揮発性物質は、一部は火口から直接大気中へ放出され、残りは山体中の帯水層内地下水流動により、山体外部へと輸送されると考えられる。後者は未だ正確に定量化がなされていない。マグマから抜けた揮発性物質は、帯水層内の地下水に溶解することで間隙水の電気伝導度を高める (Keller and Rapolla, 1974) ので、火山の電気伝導度構造から、帯水層内地下水流動による揮発性物質のフラックスを推定することができる可能性がある。

これまでの発表 (小森・鍵山, 2008, 2009; 小森・他, 2010) では、単純な形状・物性の帯水層を仮定し、揮発性物質が帯水層に付加され、地下水流動により山体外部に輸送されるモデルを構築し、数値計算により揮発性物質フラックスと間隙水の電気伝導度の空間分布との定量的関係を検討してきた。その結果、帯水層内の間隙水のコンダクタンス (電気伝導度を深さ方向に積分した値) の火口からの距離に対する減衰が、揮発性物質のフラックスと本質的に対応していることが明らかになった。

本発表では、MT 観測で得られたバルク電気伝導度構造から揮発性物質のフラックスを推定することを試みる。

一般に、火山のバルク電気伝導度は、間隙水の寄与と熱水変質したマトリックスの寄与の両方を含んでいる。バルク電気伝導度に占めるマトリックスの寄与の程度によって間隙水の寄与が変わるため、このことが揮発性物質のフラックスの推定に影響を与える可能性がある。従って、バルク電気伝導度から揮発性物質のフラックスを推定するためには、両者の成分の寄与を考慮に入れた計算が必要になる。間隙水の電気伝導度分布と揮発性物質フラックスとの対応関係は、前述のようにこれまでの発表の中で明らかにされているが、山体中のマトリックスの電気伝導度分布は明らかにはなっていない。そこで本研究では、数値計算によって出された間隙水の温度と溶存成分濃度に着目し、マトリックスの電気伝導度が、温度と間隙水の溶存成分濃度の関数として表されると仮定した。仮定によって導かれたマトリックスの電気伝導度分布は、Revil の式 (Revil et al., 1998, 2002) によって間隙水の電気伝導度分布と結びつけられ、バルク電気伝導度分布に変換される。さらにバルク電気伝導度はコンダクタンスに変換される。これらの方法によって得られるコンダクタンスの分布と揮発性物質フラックスとの対応関係の中に MT 観測で得られたコンダクタンスの分布を当てはめることで、揮発性物質フラックスを推定する。

揮発性物質フラックスの推定にあたり、自身のフィールドである雲仙火山のバルク電気伝導度構造 (小森・他, 2010) への適用を目指す。本発表では、マトリックスの電気伝導度分布の推定に用いる温度・溶存成分濃度の仮定をいくつかの場合について用意し、それぞれの場合について揮発性物質のフラックスを推定する。また、それらの推定結果から得られる知見についても検討を行う。

キーワード: 電気伝導度構造, バルク電気伝導度, 間隙水電気伝導度, マトリックス電気伝導度, 揮発性物質フラックス

Keywords: electrical conductivity structure, bulk conductivity, pore water conductivity, matrix conductivity, mass flux of volcanic fluids

SVC049-05

会場:105

時間:5月23日 17:30-17:45

雲仙火山の熱水系概念モデルの再構築と数値モデル作成の試み Conceptual and numerical models of the hydrothermal system at Unzen volcano

江原 幸雄^{1*}, 古賀大晃¹, 分山達也¹
Sachio Ehara^{1*}, Hiroaki Koga¹, Tatsuya Wakeyama¹

¹九州大学

¹Kyushu University

雲仙火山には多くの熱水系が発達している。すなわち、雲仙火山体西側の海岸寄りに小浜温泉（沸騰泉、放熱量約50MW）、その東方山腹部に雲仙温泉（噴気・変質帯、放熱量約21MW）、そして、普賢岳・平成新山を越えて、島原半島東側海岸寄りに島原温泉（放熱量約0.4MW）が存在している。小浜温泉の西側に広がる橘湾には海底からガス噴出が知られている。さらに、普賢岳の西方、雲仙温泉の北北西3kmにある岳地区には変質帯が存在しており、現在地表で地熱活動は見られないが、1000mの深さで240℃を越えていることがボーリング調査から明らかにされている。

雲仙火山の熱水系に関する研究は、いわゆる太田モデル（1972,1973）の提案から始まった。このモデルは、橘湾深部にマグマ溜まりを想定し、そこから斜め上方に供給されるマグマ発散物が、移動の過程で減圧沸騰による気液分離や温度低下による分別溶解、あるいは地下水飽和帯と通気帯を境する自由地下水面を境に気液分離して分化することにより、高温から漸次低温に至る温泉群を生成しているというものである。このモデルは後になって一部改訂された（太田、2006）。その中では、1990-1995年の平成新山噴火に伴う諸研究が活かされ、熱源位置が非常に明瞭になったことが特徴であるが基本的な考えは変わっていない。すなわち、流体流動に関しては、マグマ発散物が島原半島西側から東側に流動するというのが基本的な考えである。

一方、流体地化学的観点（大沢、2006）、あるいは流体流動モデルの構築（藤光ほか、2006）からは、岳地区あるいは雲仙温泉地区深部から上昇した流体が、雲仙火山西山腹を東方から西方に流動するという側方流動が重要であると指摘された。また、藤光ほかのモデルでは、島原温泉は、山頂部近辺から東方地下へ流下する地表水が火山体深部で加熱され、生成された可能性を指摘している。また、マグマ性ガスの寄与から、島原温泉のマグマ起源説も提案されている（野津、1996）。さらに、Saibi and Ehara(2010)は、流体地化学的検討に基づき、いずれの地熱徴候地においても側方流動の寄与を指摘するとともに、小浜温泉地下深部における固有のマグマ性熱源の存在を推定している。

以上のように、雲仙火山の熱水系モデルは多様な考え方が提案されており、多くの研究者が合意できるモデルが未だ構築されていない。このようなことから、新たな熱源モデル・水理学的モデルに基づいて、新たな熱水系モデルの構築を試みた。それにあたって、次の事項を基本的に重要な制限事項とした。

（1）陸域部の重要な熱源は、岳地区地下8km程度に想定するが、それだけでは、雲仙温泉生成は困難で、雲仙温泉地下には、より浅部に小規模の熱源を想定する。

（2）小浜温泉はその東方地域（岳地域および雲仙温泉地域）地下から上昇する地熱流体の側方流動の寄与も想定されるが、同時に直下から供給される深部熱水の寄与が重要であり、また、西方の橘湾からの海水の寄与も想定される。

本研究では、上の基本的枠組みを維持しながら、雲仙火山地域全体の新しい総合的熱水系概念モデルを提案するとともに、数値モデル作成を試み、新たな概念モデルを数値的に裏付けることができた。

キーワード: 雲仙火山, 熱水系, 概念モデル, 数値モデル

Keywords: Unzen volcano, hydrothermal system, conceptual model, numerical model

SVC049-06

会場:105

時間:5月23日 17:45-18:00

箱根大涌谷強羅地域下の熱水と地下水の流れ Flow of thermal and groundwaters in the Owakidani and Gora area, Hakone

板寺 一洋^{1*}, 菊川城司¹, 吉田明夫¹
Kazuhiro Itadera^{1*}, Joji Kikugawa¹, Akio Yoshida¹

¹ 神奈川県温泉地学研究所
¹ Hot Springs Research Institute

Oki and Hirano (1970) は、箱根カルデラ内の温泉水の生成及びその流れを、火山の噴気や基盤構造、熱構造と結び付けて説明する総合的なモデルを提案した。その大木・平野モデルは端的な表現として「熱い目玉に冷たいまぶた」と言われることがある。それは、地下深部にマグマ溜りが存在し、そこから今も上昇している火山性の蒸気により形成されている中央火口丘直下の高温域（熱い目玉）を、西側の芦ノ湖の方から層状に流れ下っている地下水（冷たいまぶた）が通過することで温められているという考えを指している。しかし、その後、箱根強羅地区において1960-2000年の期間に得られた地下水位データに基づき、水理水頭分布を詳しく吟味した町田ほか(2007)は、地下水流動は地形傾斜方向の成分も多少持つものの、全体としては下向き成分が卓越しており、地下水は深部へ浸透して見られるとする調査結果を提出している。彼らは、この結果を基に、大木・平野モデルにおいて、箱根強羅地区の温泉の源とされた高温 NaCl 泉が分布する西北西-東南東走向のゾーンは熱水の流動とは関係がなく、そのゾーンはむしろ深部からの熱や NaCl 成分の供給源が地下に分布する区域の拡がりを表しているという考えを提示した。

われわれ(菊川ほか, 2010; 板寺ほか, 2010)は、強羅・底倉地域に湧出する温泉水中の主要溶存イオンの濃度やそれらの間の比、それらと酸素同位体比との関係等を精査して、大木・平野モデルに替わる新しい温泉の分類法を提案した。その新しい分類では、強羅地域に湧出する大木・平野モデルで言うところの硫酸塩炭酸水素塩泉中の炭酸水素イオンは、その場で涵養された地下水に火山性の蒸気が混入することによって生じたものと考えており、中央火口丘の地下で温められた地下水が流下する間に有機物起源の炭酸塩が溶け込んだとする大木・平野モデルとは異なる。また、西北西-東南東走向の帯状に分布する高温 NaCl 泉については、温度や濃度、酸素同位体比に、そのゾーンの走向に沿うような空間的变化が見られないことから、町田・他(2007)と同様、火山性熱水が希釈されていく流れの道筋を現しているのではないと見ている。大木・平野モデルの構築において大きな役割を果たした1967年の昇温現象において、温度上昇が当時推定されたように西から東に時間の経過とともに移ってきたのではなく、もっとも早い温度上昇が東端の底倉地区で生じていることを示した板寺ほか(2010)の解析結果も、そうした見方を強く支持する。なお、われわれの新しい分類でも、底倉地域に湧出する温泉については、高温 NaCl 泉が地下水で希釈されてつくられていると考える。ただし、その高温 NaCl 泉は大木・平野モデルのように、西方の早雲地獄から流れてきたのではなく、その場で地下深部から湧出しているとする。

箱根カルデラ内で高温 NaCl 泉は強羅地域にのみ存在する。また、それが地下水によって希釈を受けていると見られる温泉が、高温 NaCl 泉の分布するゾーンの東端に現われている。さらに、箱根の基盤岩中に湧出している温泉はカルデラの東側の早川・須雲川沿いにのみ見られる。箱根の温泉はその大半が中央火口丘の東側に分布しており、その分布域とカルデラ内の群発地震の発生域とは互いに重ならない傾向を示す(吉田, 2010)。われわれは箱根カルデラ内の温泉の空間分布のこのような特徴は、箱根火山を南北に縦断する丹那・平山断層系の存在と密接に関係しているのではないかと考えている。

キーワード: 箱根火山, 熱水, 地下水

Keywords: Hakone volcano, thermal water, groundwater

SVC049-07

会場:105

時間:5月23日 18:00-18:15

台湾・大屯火山群における地熱活動卓越性 Geothermal activity dominance in Tatun Volcanic Group, Taiwan

鍵山 恒臣^{1*}, 宇津木 充¹, 陳 中華²
Tsuneomi Kagiya^{1*}, Mitsuru Utsugi¹, Chang-Hwa Chen²

¹ 京大理, ² 台湾中央研究院

¹ Graduate School of Science, Kyoto Univ., ² Academia Sinica, Taiwan

大屯火山群は台湾北部に位置し、北側の金山断層と南側の脚断層に挟まれた地域周辺に生成された 20 以上の火山からなる。火山群の活発な活動は 30 万年前ころまで続き、その後の活動は低調とされている (Wang and Chen, 1990)。しかし一方で、この地域には優勢な地熱・温泉活動があり、噴気ガスにはマグマに起因する成分も含まれていることが報告されており、地下のマグマ活動は衰えていないと考える研究者もいる (Yang et al., 1999)。こうした考えに基づく最近の調査によって、1 万 8 千年前 (Chen and Lin, 2002) および 6000 年前 (Belousov et al., 2010) の噴出物が確認されている。しかしながら総体的には、大屯火山群の最近の活動はマグマ噴火を起こすことはまれであり、地熱活動が活発な火山という特徴を持つ。鍵山 (2008) は、火山活動を噴火活動卓越型と地熱活動卓越型に大別することで火山活動の多様性を系統的に理解することを提案している。その意味では、大屯火山群は、地熱活動卓越型に属すると考えられ、日本の別府や箱根などと比較することで、その特性を明らかにできると期待される。

地熱活動卓越型火山の活動は、マグマが地表にまで到達することなく地下に滞留し、マグマに含まれている揮発性成分が地表から噴出することに特徴があると考えられる。したがって、揮発性成分が火山の周辺にどの程度拡散しているか大変興味を持たれる。地熱地域では、地下深部から供給される火山ガスが地表に噴出するとともに帯水層に付加されて周辺に拡散していると考えられる。鍵山 (2006) は、霧島火山群において地下浅部の帯水層の比抵抗が火口中心から周辺に向かうにつれて高くなるとともに、通常は高比抵抗であることが一般的な表層の比抵抗も中心部ほど低くなる傾向が見られること、地熱活動の活発な火山ほど低比抵抗域の面積が広くなることを示している。こうした観点から、大屯火山群の構造と熱放出系を明らかにする研究を開始した。昨年の VLF-MT による表層の電気伝導度分布調査 (鍵山・他, 2010) によれば、大屯火山群の中でも特に七星山の深部から火山性の流体が上昇し、構造に支配されつつ南西側の硫黄谷・北投温泉、および北東側の大油坑に広がっているように見える。また、九州の伽藍岳周辺の表層電気伝導度調査と比較すると、七星山周辺の 30mS/m 以上の高電気伝導度領域の面積は 4 平方 km 程度であり、七星山の深部から供給されている火山性流体の量もそれに匹敵するのではないかと考えられる。大屯火山群を構成する火山の多くはドーム状の形態を見せているが、岩石の SiO₂ 成分は 57% 程度の安山岩となっている。溶岩流の形態から推定される粘性率は 10¹⁰Pa-s 程度を示し (Belousov et al., 2010)、SiO₂ 成分比から期待されるよりも大きい。

こうした事実は、大屯火山群では噴出するマグマの温度が低下した段階で噴出したか、揮発性成分 (水) を失った状態で噴火していることを示唆している。このことが、同火山群の地熱活動卓越性をもたらしているのかもしれない。

キーワード: 台湾・大屯火山, 地熱活動, 噴火

Keywords: Tatun Volcanic Group, Geothermal activity, Eruption

SVC049-08

会場:105

時間:5月23日 18:15-18:30

DEVELOPMENT OF A NEW SIMPLE HYDROSTATIC EQUILIBRIUM MODEL FOR SUSTAINABLE EVALUATION IN GEOTHERMAL LIMITED RECHARGE DEVELOPMENT OF A NEW SIMPLE HYDROSTATIC EQUILIBRIUM MODEL FOR SUSTAINABLE EVALUATION IN GEOTHERMAL LIMITED RECHARGE

yayan sofyan^{1*}

yayan sofyan^{1*}

¹Aso Volcanological Laboratory, ²University of Indonesia

¹Aso Volcanological Laboratory, ²University of Indonesia

Geothermal energy is a renewable energy, that is, the energy removed from the geothermal reservoir is continuously replaced on time scales similar to those required for energy removal. Supplied energy to the geothermal reservoir comes from natural recharge and injection. Sustainable production in the geothermal energy development is the ability of the production system applied to sustain the stable production level over long times. It is very important to manage the mass balance between production, injection and natural recharge in the geothermal reservoir during exploitation. A new simple hydrostatic equilibrium model is developed by this mass balance model of geothermal reservoir.

New simple hydrostatic equilibrium model in this paper is built to estimate hydrostatic connection between recharged reservoir and discharged reservoir. Principle of transmission of fluid-pressure in the physical sciences states that pressure exerted anywhere in a confined incompressible fluid is transmitted equally in all directions throughout the fluid such that the pressure ratio remains same. Hydrostatic equilibrium occurs when compression due to gravity is balanced by a pressure gradient force in the opposite direction. Mass changes data in this hydrostatic equilibrium model is estimated by gravity changes from repeat gravity measurement method. The equation result between these parameters estimates recharge factor from discharged reservoir. This model also assumed a relatively constant of entered fluid flow rate from the surface that continues working during the production and injection well activity. This new simple hydrostatic equilibrium model is applied for sustainable evaluation in the geothermal field with limited natural recharge.

キーワード: Hydrostatic equilibrium model, Recharge factor, Geothermal reservoir with limited recharge, Sustainable evaluation
Keywords: Hydrostatic equilibrium model, Recharge factor, Geothermal reservoir with limited recharge, Sustainable evaluation