

第 202 回地質調査所研究発表会講演要旨*

特集 平成元年度重点基礎研究成果報告

古地磁気層序による関東平野の地下地質層序 の問題点と孔内磁気測定

遠藤秀典* 山崎俊嗣** 中塚 正***

東京都江戸川区における GS-ED-1 (深度 350 m)、茨城県南西部の GS-RU-1 (深度 300 m) 及び GS-YH-1 (深度 300 m) のボーリングコアの古地磁気層序を検討した結果、いずれも深度 150-200 m の範囲に、Brunhes-Matuyama 磁極期の境界が分布することが明らかになった。この磁極期の境界は房総半島では上総層群の国本層中部に認められている。従って、従来の見解と比較するとはるかに浅い深度に上総層群の中部更新統が分布することを示す。これらの結果に基づいて関東平野の各地域毎に明らかにされている層序区分を再検討した。その結果、Brunhes-Matuyama 磁極期の境界の深度分布には、多摩丘陵・武蔵野台地から東京低地付近の地下にいたる地域、及び筑波山の西側から現在の利根川付近にいたる地域の高まりが認められる。この層準付近の堆積環境は、GS-ED-1 では大陸棚上の堆積物で構成され、GS-YH-1 では陸成の堆積物が分布し、房総半島地域での大陸斜面より深い深度の堆積環境とは著しく異なっている。このことは、中期更新世のはじめに、関東平野の西部及び北東部で浅海化し、一部の地域では低海水準期に陸化したことを示している。

孔内磁気測定装置は、ボーリング孔を利用した現位置の検層によって、Brunhes-Matuyama 磁極期境界の深度を検出し、その深度分布について検証しようとするものである。本装置のプロブは、直径が 40 mm であり小孔径のボーリング孔に挿入できる。このプロブには 3 成分の分解能 1 nT の磁力計を組み込み、堆積岩の地球磁場に対して小さい磁場の変化を検出できるものとした。また傾斜計 2 成分及び温度センサーを組み込み、計測条件を明らかにして磁場の正確な値を得るようにし、帯磁率についても同時に計測できるものとした。

本装置については、現地計測実験、コア試料の測定結

*平成2年6月28日日本所において開催

果との比較、及び地球物理学的モデルからの予想と現場計測値との比較・検討を進める予定である。なお、本検層装置は、火山岩地域の層序学的研究やそのほかの目的にも広く利用されると考えられる。

(*環境地質部 **海洋地質部 ***地殻物理部)

GPS を利用した地熱地域の重力調査

杉原光彦* 駒澤正夫** 当舎利行*

GPS (Global Positioning System) とは、地球をとりまいて航行する人工衛星を基準として地上、海上及び空中の観測点の位置を測定するものである。従来、山林内などの測量作業が困難なフィールドでの重力観測、地震観測などの機動性が著しく損なわれていたが、GPS はこれまでの困難を解消するものと期待できる。本研究では携帯性にすぐれた簡易測位用 GPS (トリンプル社製 TANS) を導入し、地熱地域の重力測定に応用した。

地熱貯留構造は、空隙率や透水性などの地熱流体の存在に係わる量の分布、含水率や成分比などの地熱流体自体の分布、温度や圧力などの物理状態量分布によって特徴づけられる。地熱貯留構造を解析するには密度、地震波速度、比抵抗などの地球物理パラメータの分布を観測データから解析する方法が有効である。各々の地球物理パラメータの不均質分布は空隙率、含水率、温度など様々な要因についての不均質分布によって生じうるし、しかも一般には各種要因の影響が重なっている。しかしパラメータの種類によって各要因の影響の現れ方が異なるので、複数の物理量分布を対比すれば各要因に区別できるようになる。本研究では、既に地震波速度構造が詳細に解析されている岩手県葛根田地熱地域で、稠密な重力測定を行って詳細な密度構造を解析し、両者の対比によって地熱貯留構造を推定することを目標とした。測定日数の不足、従来のデータの誤りのチェックなどのために補足測定と構造解析は現在も進行中であるが、GPS 利用の効果については以下のように確かめることができた。

①: 現場で電源を入れて、約 2 分後に位置が表示され

るようになっていて、従来の重力測定作業能率は変わらない。②: GPS 装置単体では 30 m-100 m の測位誤差があるが、短い時間間隔で測定すれば相対精度は 10 m 以内も可能である。③: 既存の地形図上の誤りによる観測点位置の誤認を防ぐことができる。実際に雫石町内での従来のデータにあった複雑な重力異常パターンが編集地図上の新しい林道位置の誤記に基づくものであることを発見した(駒澤・杉原, 1990)。

現在、利用可能な GPS 衛星は 13 個で、まだ 1 日中測位可能とはなっていないが、すでに半日は 3 次元測位可能な状態にある。本研究によって重力測定における GPS 装置の有効性が確かめられたので、以後の重力測定には必ず携行し、地形図・気圧計と併用している。特に神津島での測定においては、目標物の少ない山体での位置測定に GPS が有効性を発揮した。

文 献

駒澤正夫・杉原光彦(1990) 重力探査における GPS の利用可能性。地質ニュース, no. 428, p 32-37.

(*地殻熱部 **地殻物理部)

関東山地における西南日本内帯-外帯境界領域の新生代テクトニクスの研究

竹内圭史* 牧本 博* 酒井 彰**

関東山地北部の内帯-外帯境界領域において、中央構造線の活動を中心とする新生代テクトニクスの解明を目的として、野外調査を実施するとともに地層・岩体の地質時代について研究した。

1) 酸性火成岩類について、骨立山凝灰岩・寄居酸性岩類のフィッション・トラック年代、下仁田地域の花崗斑岩・秩父盆地北東隅の花崗斑岩礫の K-Ar 年代を測定した。また、川井山石英閃緑岩・金勝山石英閃緑岩に伴われる黒雲母ホルンフェルス、吉見変成岩中の塩基性片岩の K-Ar 年代を測定した。

骨立山凝灰岩: 57.6±3.0 Ma (ジルコン FT)

寄居酸性岩類: 59.6±2.8 Ma (ジルコン FT)

花崗斑岩: 55.0±2.8 Ma (カリ長石 K-Ar)

花崗斑岩礫: 62.4±3.1 Ma (カリ長石 K-Ar)

ホルンフェルス(下仁田): 93.8±4.7 Ma(全岩 K-Ar)

同上(寄居): 85.1±4.3 Ma(全岩 K-Ar)

吉見変成岩: 45.5±3.8 Ma(角閃石 K-Ar)

これらの結果から、酸性火成岩類はいずれも古第三紀

初期に貫入・噴出したものであり、西南日本内帯の白亜紀末-古第三紀酸性火成活動の産物とみてよい。ホルンフェルスの年代値は、これに貫入している石英閃緑岩の年代(-260 Ma)より著しく若く、明確な解釈ができない。あるいは、90 Ma 頃に熱事変があったのかもしれない。吉見変成岩の値は従来の報告値の範囲に入る。

2) 跡倉層・栃谷層、寄居層について放散虫・有孔虫化石の抽出を試みた。栃谷層の砂泥互層から *Archaeodictya omitra* sp., *Dictyomitra* sp., *Stichomitra* sp., *Praecon ocarlyomma* sp. などの放散虫化石及び保存不良の有孔虫化石が得られた。このような多節 *Nassellaria* を含む放散虫群集は新生代には存在せず、時代を限定する特徴種は認められないが、構成要素から白亜紀前期末-後期を示すと考えられる。栃谷層は花粉化石により中新統とされていたが、跡倉層に対比される白亜系である。跡倉層及び寄居層からは、微化石は検出されなかった。

1), 2) の年代から跡倉ナッペの形成時期は、55 Ma から 16 Ma (中期中新世) の間と考えられる。

3) 野外調査の結果、寄居地域に圧砕花崗岩及び南蛇井層に対比されるチャートの分布が判明し、下仁田地域と寄居地域には、ほぼ共通する地層・岩体が分布することが示された。これらの地層・岩体が両地域で同様のナッペ構造をなしているとする、従来の内帯とされている下仁田地域の南蛇井層・骨立山凝灰岩・花崗斑岩分布域の地下に、跡倉衝上断層が伏在している可能性も考えられる。

(*地質部 **九州地域地質センター)

隠岐海嶺頂部平坦面の成因について

山本博文・池原 研

隠岐海嶺は日本海南部、隠岐諸島北東部に位置し、長さ約 190 km、幅約 50 km の北東-南西方向に伸びた海嶺である。地形的特徴から北東部と南西部に分けられる。北東部は水深 300-800 m 程の浅所の集りからなり、中央部には水深 900 m 程の小海盆が認められる。南西部は、東西方向に伸びる山体がエシェロン状に配列し、頂部に平坦面が発達する。平坦面の水深は 550 m-350 m で南西側に深くなる。また一部には、平坦面上に比高数 10 m の起伏に富む高まりが見られる。潜航調査は、この頂部平坦面から比高 35 m 程の高まりにかけて行った。調査の結果、平坦面上は泥質堆積物に覆われた地域、礫が点々と分布する地域、堆積岩が露出する地域に

分けられる。礫は主に cobble size で円磨されたものが多く、泥質堆積物に半ば埋れて点々と分布する。高まりの麓では礫径が大きくなり (boulder 大の円礫も見られる)、また角礫も多く認められる。西部平坦部の一部に凝灰質シルト岩が露出し、その上に円礫がのっている。一方、高まりでは、径が数 m を越える巨礫を含む多くの礫が折重なるように分布し、一部は露岩域となっている。巨礫は角が取れて丸味をおびているが、巨礫の間に見られる礫には角ばったものが多い。

以上の潜水結果と、白嶺丸による船上からの調査をもとに平坦面の成因について考察する。平坦面上に点々と分布する円礫は隠岐海嶺が地形的に独立していること、また礫は高まりの露岩域で採取された岩石と同様の溶結凝灰岩であること、そして円礫は高まりの周囲に分布し、角礫が高まりの麓で多くみられることから、他の地域から供給されたものではなく、高まりおよび近くの音響基盤 (露岩域) から供給されたものと考えられる。平坦面は、広い範囲にわたってほぼ一定の水深を示しており、音波探査記録では褶曲した反射面が頂部で切られること、また円礫の分布から、侵食作用、おそらく波浪侵食によって形成されたと推定される。一方、平坦面上に見られる高まりは、起伏に富み、礫は巨礫を除き大半は角礫であること、周囲の平坦面上にも角礫が多く分布することから、平坦面が形成されている期間、陸 (島) として存在していたと推定される。今回の調査では平坦面の形成時期を示すデータは得られていないが、鳥取沖に発達する鮮新世の不整合面の分布からみて、ほぼ同じ時期に形成された可能性がある。(海洋地質部)

洪積台地における深層地下水涵養機構の研究

安原正也・丸井敦尚・石井武政

関東地方の洪積台地の浅層部は、一般に、上位から関東ローム層、粘土層、砂礫層によって構成されている。本研究では茨城県筑波台地を例にとり、関東ローム層と砂礫層に挟まれた粘土層、すなわち常総粘土層の果たす水文学的役割に主眼をおいて、洪積台地の深層地下水涵養機構の解明を試みた。

地下水面の深度の相違を考慮に入れて、つくば市東 (工業技術院南方 300 m) と工業技術院構内の二地区に観測機器を設置した。東地区の地下水面は深度 1.5 m 前後の関東ローム層内に位置する。一方、工業技術院地区では常総粘土層の下位の砂礫層中に地下水面が存在し、その深度は地表面下 4 m 程度である。東地区および工

業技術院地区の常総粘土層の厚さは、それぞれ 1.7 m (深度 2.8 m-4.5 m)、1.3 m (同 2.4-3.7 m) である。また、常総粘土層の飽和透水係数は極めて小さく、それぞれ 4.2×10^{-7} cm/sec、 1.2×10^{-7} cm/sec であった。

両地区において、関東ローム層、常総粘土層、砂礫層の複数の深度で降雨に対する圧力水頭の変化を測定した。その結果、飽和透水係数が著しく小さいにも係わらず、両地区とも各深度の地下水の圧力水頭は降雨に应答して速やかに変化した。種々の観測結果から判断すると、東地区では水圧の伝播によって、また工業技術院地区では関東ローム層ならびに常総粘土層中の封入空気を介した圧力伝播によって、深層地下水 (砂礫層中の地下水) の圧力水頭が降雨に対して速やかに应答するものと考えられる。

常総粘土層を通過して深層にもたらされる水の量は、東地区では年間 90 mm、一方工業技術院地区では、常総粘土層が不飽和であるために極めて少なく、年間数 mm 程度と概算された。この地下水涵養量の差は、両地点の深層地下水のトリチウム濃度に反映されており、東地区ならびに工業技術院地区の深層地下水の滞留時間はそれぞれ 5-10 年以内、40-50 年程度と算出された。

以上の様に、筑波台地の深層地下水涵養機構は、地下水の深度に依存し、場所によって著しく異なることが明らかとなった。(環境地質部)

火山ガスの発生環境に関する研究

風早康平* 高橋正明**
篠原宏志*** 斉藤元治†

伊豆大島火山において、後噴火脱ガス期の火山ガスの同位体組成及び水蒸気放出量を測定した。水蒸気放出量は、ビデオ画像をもとに気象要素による補正を行い求めた。その結果、三原山火孔域における 1988-89 年の平均水蒸気放出量は、 10^4 ton/day と推定された。水蒸気同位体組成は、初期には天水-マグマ起源水の混合曲線上にあったが、後に変質海水起源と考えられる組成に移行した。これは、脱ガスに伴いマグマヘッドが下降したことを示唆する。SO₂ は、その同位体組成よりマグマ起源と考えられている。火山ガスによる総放熱量は、ほとんど水蒸気によるものであり、 2.5×10^8 J/sec と見積られた。

次に、脱ガスしたマグマ量を推定するため、斜長石斑晶中のガラス包有物及びマトリックスガラスを分析した。ガラス包有物の S 濃度の測定結果を用いて、マグマの

S含有量を 300 ppmS と推定した。マトリックスガラス中には、ほとんど S が検出されなかった。したがって、S に関しては、マグマはほぼ完全に脱ガスしたと考えられる。太田(1989)によると、三原山火孔からの SO₂ 放出量は、平均 150 ton (S)/day と測定されている。S 放出量とマグマの S 含有量を用いることにより、1988-89 年の 2 年間に脱ガスしたマグマ量は、 4×10^8 ton (6×10^5 ton/day) と見積られた。このマグマ量は、1986 年 11 月の山頂噴火時の噴出量 (4×10^7 ton) の 10 倍に達する。したがって、1986 年の山頂噴火では、少なくともマグマ供給量の 10% しか噴出されなかったと考えられる。

ところで、マグマが効率良く脱ガスするためには、マグマの圧力が減少し発泡する必要がある。上記のような大規模の脱ガス量及び放熱量を説明するには、火道内において、大量の未脱ガスのマグマを低圧状態の浅所へ運搬するプロセスが必要である。浅部においては、マグマの密度は脱ガス及び温度低下により増加する。深部の未脱ガスのマグマは、浅部の脱ガスマグマと比べて相対的に軽いため、火道内において密度が逆転する。脱ガス量、放熱量及びマグマの状態方程式から、温度低下及び脱ガスによる密度増加は、少なくとも 0.04 g/cm^3 と見積られた。未脱ガスのマグマは、浅部で発泡・膨張するため、さらに低密度になる。低粘性 (10^2 - 10^3 poise) の玄武岩質マグマでは、効率良く火道内のマグマの入れ替えが起こると考えられる。したがって、後噴火脱ガス期は、マグマ溜り内の噴出ポテンシャルを失ったマグマが、火道内の対流により脱ガスする phase であると考えられる。(環境地質部 **地殻熱部 ***鉱物資源部

↑岡山大学)

伊豆大島火山の測地学的研究

曾屋龍典

昨年度、伊豆大島火山におけるドライティルトを 5 月、9 月及び 2 月に実施した。伊豆大島の西海岸の A 観測網及びカルデラ底北西部の B 観測網では、1986 年の噴火後 13 回、カルデラ底東部の D 観測網及び三原山の南の E 観測網では、12 回目の観測である。また噴火後に設置した CII 観測網は、8 回目の観測を行った。これらの観測網のうち、A, CII 及び D 観測網での変動量は小さいが、B 及び E 観測網の変動は大きい。B 観測網の変動方向は、噴火以来 B 火口列の沈降を示す ENE 下がりを示していたが、9 月以降の観測では、ESE 下

がり、すなわち、三原山下がりの変動を示している。E 観測網の変動は、一貫して NNW の沈降、すなわち、三原山の沈降を示している。これらの点での変動量は、時間の経過と共に減少する傾向を示していたが、最近では、停滞する傾向を示している。

東京大学地震研究所は、噴火後も繰り返し水準測量を行い、カルデラ内の沈降が継続していることを明らかにしている。この水準測量の結果を用いて変動源の深さを茂木モデルを使って見積りを行ったところ、減圧源の深さは、数 100 m から 1 km ときわめて浅くなる。

伊豆大島の山頂部の数 100 m の深さは、地下水の水位と一致する。また三原山山頂直下では、火山性微動が発生する場でもある。火山性微動は、マグマの発泡や地下水の気化した水蒸気の移動によって起きると考えられている。また、このような浅い位置にマグマ溜りが存在するとは考えられない。

伊豆大島は、1987 年 11 月にそれまで溶融溶岩で満たされていた三原山の山頂火孔が再び形成され、その後、火孔から火山ガスと大量の水蒸気が噴煙として放出されてきた。このうち水蒸気の大部分は、地下水で、その量は、1 日に 1 万トンと見積もられている。このような大量の地下水が汲み上げられた場合の影響の見積りを行った(帯水層の厚さを 100 m, 透水係数を 10^{-2} cm/sec , 圧縮率を $10^{-4}/\text{m}$, 間隙率 0.1) ところ、三原山を中心とする沈下を説明することができた。

伊豆大島のカルデラ内の精密な重力測定が数カ月の降雨量と相関して変動することや、電気抵抗の変動と地下水の水位とが密接に関連していることが最近明らかにされており、地殻変動の一部が地下水の影響を受けている可能性は否定できず、更に精密な観測を行うことが必要である。(環境地質部)

Chemistry and Metal Contents of Discharges From Kirishima Volcano : Effects and Significance of Meteoric Interaction

J.W. HEDENQUIST

Kirishima volcano, south Kyushu, is a large volcanic massif (the upper 600 m has several young andesite-basaltic andesite vents in a radius of over 5 km). Fumaroles are 96-163°C, with acid sulfate springs common at higher elevations. A drilled geothermal system on

the west flank has pH = 6 chloride fluids at depth which discharge at lower elevations; high temperature acid fluids also occur along one of the faults in the system. Gas compositions of the fumaroles indicate a large meteoric interaction, though there are low concentrations of HCl in the vapor. Several trace metals are low in concentration (B = 2, As < 0.1, Al < 0.1). The uniformly low Zn (10–100 µg/kg), and Pb and Cu (≤ 6 µg/kg) indicate that these metals are not very soluble at < 170°C in HCl-containing vapor, in contrast to > 350°C volcanic fumaroles elsewhere. These preliminary results indicate that at Kirishima there is significant interaction of magmatic gases with overlying meteoric waters due to the large groundwater catchment and high inherent permeability. This has allowed a geothermal system to generate which has absorbed many of the metals from the magmatic gases. This latter situation may be more conducive to epithermal mineralization than where magmatic gases discharge directly to the surface.

(Mineral Resources Department)

伊是名海穴海底熱水性鉱床におけるブラック・スモーカーと二酸化炭素に富む環境

中村光一* 丸茂克美** 青木正博**

沖縄トラフ、伊是名海穴海底熱水性鉱床における 1989 年 6 月の潜水調査船「しんかい 2000」を用いた調査において、日本周辺海域では初めてのブラック・スモーカー (Dive 411, 中村) 及び、世界で初めての液化二酸化炭素の湧出 (Dive 412, 丸茂) を発見した。

ブラック・スモーカーは水深 1338 m に位置し、主に鉱石礫よりなる直径約 15 m、高さ 10 m の鉱体の頂部にある。いわゆるチムニーの形状はせず、直径約 80 cm、高さ約 70 cm のマウンド状の鉱石集合体の頂部に平均直径約 10 cm で、二連に連った円または長方形に近い形をした噴出口があり、流速約 1 m/sec で熱水が噴出している。マウンドは、*Alvinella* の仲間及びシロカイコシオリエビに被われている。「黒煙」は熱水噴出口の数 cm 上方より生じ、半径約 1 m の範囲に薄く堆積している。採取された「黒煙」降下堆積物は、閃亜鉛

鉱、方鉛鉱、黄銅鉱よりなる。引き続き潜航調査で測定された熱水の温度 320°C (SAKAI *et al.*, 1990 b) を用いて、ブラック・スモーカーよりの放熱量を見積ると 8×10^6 W である。これは、1989 年の白嶺丸 GH 89-3 航海によって得られた熱流量値から得られる伊是名海穴熱水地帯全域から熱伝導で放出される熱量にほぼ等しい。熱水噴出口付近の硫化物の鉱物組成は、熱水の水理学的条件の変化に支配されるためか、変化に富む。

1988 年の潜航調査で、大きな鉱体の存在が確認されていた鉱床サイト 1 の鉱体周縁に、深海面性泥質堆積物の中に直径約 1 m、深さ約 20 cm の浅い凹みがあり、白色の変質した粘土層が露出していた。この凹地で柱状採泥を試みている際に、海底の穴から流体の「泡」が噴き上がり始めた。引き続き潜航により、「泡」が採取され、「泡」は液化二酸化炭素を主体とする流体であることが確認された (SAKAI *et al.*, 1990 a)。この凹地は、流体放出と密接な関連を持って形成されたと考えられる pockmark の一種である。

文 献

- SAKAI, H., GAMO, T., KIM, E.-S., TSUTSUMI, M., TANAKA, T., ISHIBASHI, J., WAKITA, H., YAMANO, M. and OOMORI, T. (1990 a) Venting of carbon dioxide-rich fluid and hydrate formation in mid-Okinawa Trough Backarc Basin. *Science*, vol. 248, p. 1093-1096.
- , ———, ———, SHITASHIMA, K., YANAGISAWA, F., TSUTSUMI, M., ISHIBASHI, J., SANO, Y., WAKITA, H., TANAKA, T., MATSUMOTO, M., NAGANUMA, T. and MITSUZAWA, K. (1990 b) Unique chemistry of the hydrothermal solution in the mid-Okinawa Trough Backarc Basin, submitted to *Geophys. Res. Lett.*

(*海洋地質部 **鉱物資源部)

結晶内陽イオン分布と陽イオンのエネルギー状態

月村勝宏

地球内および地球上において元素がいかんにか分配されるかは、地球科学の大きなテーマのひとつである。この問

題を定量的かつ理論的に取り扱うためには、元素の微視的狀態を考慮にいれ、その間での分配を求めなければならない。本研究では、ひとつの結晶内部における微視的狀態間での元素の分配につき、実験および理論的考察を行った。本研究で対象とした結晶は、ペントランダイト (Fe, Ni)₉S₈ およびニッケルフェライト (Fe, Ni)₃O₄ である。これらの結晶には4配位および6配位の陽イオンサイトがあり、ここに Fe および Ni が統計的に分布している。これらの分布は分配係数 $K = (\text{Fe}/\text{Ni})_{6\text{配位}}/(\text{Fe}/\text{Ni})_{4\text{配位}}$ で表され、さらに、分配係数は、交換反応の自由エネルギー差 ΔG を用いて、 $K = \exp(-\Delta G/RT)$ となる。また、 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S + \Delta V$ となるので、 ΔH 、 ΔS 、 ΔV の値をもとめれば、すべての温度圧力空間での分配が決定できる。

ペントランダイト (Fe, Ni)₉S₈ については、高温高压実験を行った結果、 $\Delta H = -6816$ (J mole⁻¹)、 $\Delta S = -20.52$ (J mole⁻¹K⁻¹)、 $\Delta V = -6.82 \times 10^9$ (m³ mole⁻¹) となった。T = 0 K では、すべての6配位サイトを Fe が占める完全秩序状態となる。温度の上昇と共に6配位サイトに Ni が入り、332 K で $\ln K = 0$ の完全無秩序状態になる。さらに温度を上げると逆の秩序状態に近づく。圧力の上昇は、温度の上昇と逆の効果があり、分配を秩序状態に近づける。圧力と温度に逆の効果があると法則は多くの物性につき成立する。

Ni フェライト (Fe, Ni)₃O₄ については、常圧下で分配の温度依存性を求めたが、すべての温度ですべての Ni が6配位サイトに入るとの結果を得た。0 K 以外ではエントロピーの効果でわずかでも Ni が4配位に入るはずであるが、実験精度内ではこれが検知できなかったと解釈できる。ペントランダイトと同様に、高压下では、Ni が4配位にはいりやすくなると予測されるので、温度圧力依存性を決めるために高压実験を予定している。以上の結果を総合すれば、Fe と Ni の6配位と4配位間の分配につき、統一的解釈ができるはずである。

(鉱物資源部)

アパタイト・フィッション・トラック法を用いる堆積岩熱履歴の研究

角井朝昭

石油・天然ガス・石炭といった化石燃料資源の形成には、構造地質学的・堆積学的あるいは地球化学的な様々な制限要因が関与している。堆積盆の熱史：THERMAL HISTORY も、これらの鉱床の成立に密接に関

与する。

結晶中における格子欠陥の連続である、フィッション・トラックが熱的影響を受けた場合、エッチング可能な長さが次第に短縮し、ついには消滅してしまうという特性を持っている。熱に対する安定性は鉱物種によって異なるが、アパタイトの場合は石油が熟成する程度の温度、つまり摂氏百度強程度で不安定な状況に陥る。これは、堆積盆の熱史解析・特に石油天然ガスの熟成を考察する上で、このツールが非常に有効であることを意味する。

この原理に着目したのが、アパタイト・フィッション・トラック法を用いた堆積盆熱史の解析法である。この方法による堆積盆解析のケーススタディは、この数年アメリカやオーストラリアを中心に急増している。

石油熟成度を反映する他の指標（たとえば地層中に含まれる微化石、コノドントの色指数、植物起源炭質物トリナイトの反射率）と比べて、アパタイト・フィッション・トラック法には特徴的なことがいくつかある。トラック長の精密測定から、ややこみいったサーマルヒストリーについても説明可能であるのもツールとしての特徴の一つに数えられる。また、本来が年代測定法であることから年代情報が得られることも重要な利点として数えられる。

測定作業そのものは、極めて微細な構造をできるだけ測定誤差を小さくした条件で測定しようというものであり、測定に関してはノウハウの蓄積が必要である。89年度は測定のための実験システムの構築とルーティン測定のための測定法の確立作業を行った。この一環として京都大学地質学鉱物学教室の FT 実験室において最適研磨条件の検討/最適エッチング条件の確立/および年代標準試料の測定を行った。これらの作業は、実際の測定を開始するに当たっての、あるいは実験室を開設するに当たっての準備作業に相当する。

地調における測定システムの構築作業は未だに継続中であり、必要な実験装置も完全に揃っているわけではない。したがって具体的な結果が出るのは、来年度以降になる。

(燃料資源部)

福島県東部における温泉・鉱泉中のウラン・ラジウム・ラドンについて

金井 豊・阿部喜久男

福島県東部に分布する温泉・鉱泉・湧水等 42 試料を採取し、それらに溶存しているウラン・ラジウム・ラド

ンと一般水質を調べた。関連地質と一般水質との関係では、花崗岩類に由来すると考えられる水は炭酸ナトリウム・カルシウム型で、pH の高いものが多かった。ウラン濃度は、花崗岩地域の酸化的水で高濃度となり、ウランの同位体核種 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比はいずれも 1 より大きく、中には 6 を越える試料もあった。ラドン濃度も花崗岩類に由来する水で高いが、山梨県増富温泉やウラン鉱山の湧水ほどではなかった。ウラン系列に属するこれらのウラン・ラジウム・ラドン核種の放射能の間には $U < \text{Ra} < \text{Rn}$ の関係が認められ、ラドンが水を介して高濃度で地表に運ばれてきていることが示された。ラドン濃度と全溶存成分量との相関性は低く、その起源として地下浅部からの溶出が推定される。

また、最近問題となっている環境中のラドン濃度の一例として、地下室内や地表面で高く、高層（8 階）では低くなっていることが示された。（地殻化学部）

断層粘土中の微量元素存在度

田中 剛* 柴田 賢*
野呂春文** 青山秀喜***

粘土はイオン交換性を持ち、元素を吸着する性質が知られている。この性質は放射性廃棄物の隔離、あるいは資源元素の補集に関連させて、さまざまな目的研究がなされている。本研究に用いた断層粘土は、その形成が一千万年-数千万年と古いことが知られている。したがって断層粘土中の元素存在度は周囲の地質環境と十分に平衡に達したものであると考えられ、その微量元素存在度

は上記のような目的研究の基礎資料として重要なものである。

本研究では、長野県から愛媛県に至る中央構造線沿いの数ヶ所の地域において採集した断層ガウジから水箒により、 $2\mu\text{m}$ 以下の細粒部分を取り出したもの、および国内外の粘土鉱床（Pikes Peak および三石のカオリン、三河のタルク、山形のモンモリ、広島のディッカイト、赤谷の緑泥石、下石とペルーのセリサイト、勝光山の葉ろう石）からの粘土を分析した。元素分析には中性子放射化分析（地調月報，vol. 39, p. 537-557）を用いた。

分析の結果、雲母粘土鉱物にはカリウム、ルビジウムなどアルカリ元素やアルカリ土類元素が多いこと、カオリンにはクロムが多いこと、緑泥石には鉄はもちろん、コバルトも多いことがわかった。三河のタルクはさまざまな希元素（例えば、ヒ素 1400 ppm, ジルコニウム 1900 ppm, アンチモン 24 ppm, ユーロピウム 2.6 ppm, ルテチウム 3.12 ppm, タンタル 20.9 ppm など）を含むことがわかった。断層粘土においても、タンタル、亜鉛、バリウム、アンチモン、ヒ素などのスパイクが見られることが多い。三重県高見山の試料からは相当量のアンチモンが検出されたが、近くの鉱山に伴う鉱染の一種と解される。断層粘土はすべて K-Ar 年代が測られているが、元素存在度と年代の間に明瞭な関係は見い出されなかった。

断層粘土、鉱床粘土とも、その中に含まれる微量元素はその地質環境（単なる母岩ではなく）に大きく支配されており、地球化学プローブとして大きな役割が期待される。

(*地殻化学部 **地質情報センター ***地質標本館)