

第184回 研究発表会講演要旨*

特集 昭和61年度 重点基礎研究成果報告

東京都江戸川区に掘削した深度350mの ボーリング(GS-ED-1)

遠藤秀典・磯部一洋

標記ボーリングが「関東平野の地史の解明に関する研究」の一環として実施された。本研究では、所内外の協力によって、昭和61年度に標記オールコアボーリングによるコア試料の採取及びボーリング孔の検層を実施し、昭和62年度にコアの分析及び検層結果を解析する。それらの結果を総合的に検討し、関東平野の地下地質を構成している中・上部更新統について、その地史を明らかにしようとするものである。今回、本研究の概要を紹介すると共に、コアの観察結果の一部を報告した。

本ボーリングは、東京低地の臨海地域で沖積層の層厚が比較的薄い、東京都江戸川区中葛西の放射16号線予定地内で実施した。関東平野の中・上部更新統の調査を困難にしている要因の一つとして、未固結の砂層の部分が厚く、それらの採取が困難な場合が多い事が挙げられる。標記ボーリングではコアの採取率は96.6%と良好であった。採取したコアについて、岩石カッターで縦に2分割した。岩相を観察し写真撮影を行った後、現在実施中の年代測定、大型・微化石、重鉱物、礫種、粒度組成及び間隙水等の化学分析等の各種分析試料を採取した。

コアの観察結果から、層相の特徴として次の点を指摘できる。

1. 岩相の特徴の違いから、深度200m付近で2分ででき、その下位は更に深度325m付近で2分でできる。
2. 深度200m以浅は、主に砂層からなる海成層、汽水ないし淡水成の泥質層及び砂礫層の繰り返しからなり、海水準変動を反映した堆積サイクルが認められる。この堆積サイクルは特に深度140m以浅で明瞭に認められる。
3. 深度200-325m付近は砂層からなる。このうち220m以浅は細礫混じりの部分を含む。それより以深は極細粒ないし細粒の砂層からなり、270m以深には生痕が多く

認められ全体に貝殻を含む。

4. 深度325m以深は砂層と泥層の細互層からなる。

これらの事から次の点を指摘できる。

- a. 深度200m以浅の岩相変化の特徴は房総半島に露出する下総層群と同様である。従って本地点の層序区分はまず下総層群との対比結果に基づいて行うのが適当である。
- b. この場合、この基底の深度200m付近と下総層群の基底との関係を明らかにすることは、本地点付近の地史を検討する上で、重要な点である。
- c. 200m付近以深は岩相上連続的である。今後この範囲の、不連続部分(堆積間隙)の有無について微化石分析等によって検討する必要がある。
- d. 200-325mの砂層には全体に貝化石等が保存され、化石の保存状態が良い。この層準は一般的に微化石等の保存状態が悪い層準で、従来堆積環境及び形成時代の解明が困難な場合があったが、本ボーリングコアによってこれらが解明されると期待できる。(環境地質部)

地熱地域の岩石試料の物性分布に関する研究

須藤 茂・松林 修

地熱資源の存在形態は地表及び地下の岩石の物性に大きく支配される。近年地熱地域では試錐が多く行われ、得られた岩芯の物性データは蓄積されてきている。しかしながら地表に分布する岩石試料の物性データは極めて少なく、地下試料とのデータの対比は困難であった。本研究では、地表の岩石試料の密度・有効空隙率・熱伝導率を、地下試料と同一の測定法により測定し、その物性分布を求めた。

測定試料は仙岩地熱地域の広い範囲から採取された岩石であり、その時代及び岩石種は下記の通り多様である。古生代の堆積岩、中生代の深成岩、新第三紀中新世の堆積岩・火成岩、中新世-鮮新世の古玉川溶結凝灰岩、玉川溶結凝灰岩のR4(2Ma)とD(1Ma)、及び約3Ma-現在に至る新期火山岩類である。

*昭和62年10月28日本所において開催

密度及び有効空隙率は水を媒体として用いた重量測定より算出した。測定された湿潤密度を縦軸に有効空隙率を横軸とする平面上にプロットし以下の知見を得た。i) R4及びDのようにある1つのユニットに属する試料群は図上で負の傾きを持った直線上にプロットされる。これはそれぞれのユニット毎に固有の密度を有するマグマに由来し、その溶結の程度により空隙率が様々な値を示しているものと解釈される。ii) 溶岩試料に関しては、化学組成と密度の相関も明瞭にされた。このため溶岩の密度・有効空隙率・化学組成の3つの値のうち2つの値が得られれば残りの1つの値を推定することが可能である。

熱伝導率は強制湿潤状態にて測定した結果を、同様に有効空隙率に対してプロットした。熱伝導率も第一近似的には空隙率が大いほど小さい熱伝導率値をとるが、ユニット毎に固有のマトリックス熱伝導率を仮定することはできない。即ち、起源物質(マグマ)が密度的には均質な場合でも熱伝導率的には不均質になることもあることが明らかになった。

今回の測定により、仙岩地熱地域の地表の岩石試料の密度・有効空隙率・熱伝導率の間の相互関係が明らかになった。これらのデータは今後重力・熱構造・熱水対流系などの詳細な解析に於いて重要な制約条件になるであろう。(地殻熱部)

「しんかい2000」による海底カルデラの潜水調査

湯浅真人*浦辺徹郎**村上文敏*

伊豆・小笠原弧を対象とした海底熱水鉱床調査の一環として、調査が比較的進んでおりかつ熱水性の硫化物が発見されている海形海山を候補地に選んで、「しんかい2000」による潜航調査を行った。

海形海山は、伊豆・小笠原弧の火山フロントである七島-硫黄島海嶺上にあつて、西之島と海徳海山との間に位置する海底火山である。この海山は4つの山体からなる複合火山で、最も浅いピークでは山頂の水深150mが観測された。東側の山体には、その頂上部に外輪山の直径3km程のカルデラがある。

海形海山についてはすでに幾度かの事前調査が行われ、熱水性のマンガン酸化物や、硫化物を含む変質岩が採取されている。また、熱水変質岩の分布するおおよその位置の見当がつけられており、さらに、カルデラ内の海水に特徴的なこととして、水温がある深度より下で一定になり、かつカルデラ外の同一深度の海水温より高い

ということ等が分かっていた。これらのことを考慮して、潜水中の観察のポイント、着底地点および航走コースを決定した。

今回の潜航の際には、水深700mより下で水温がほぼ一定となった。この水深は、カルデラ内の海水中に漂う浮遊物の量が増加する深度と一致している。この浮遊物は、温泉に伴う鉄水酸化物の沈殿物と思われる。着底したカルデラ床は、この沈殿物により薄く被われている。カルデラ床の水深は920mで、水温は9.1°Cであった。カルデラ外の同一水深で測定された水温は4.2-4.6°Cで、中の温度より4.5-4.9°C低い。

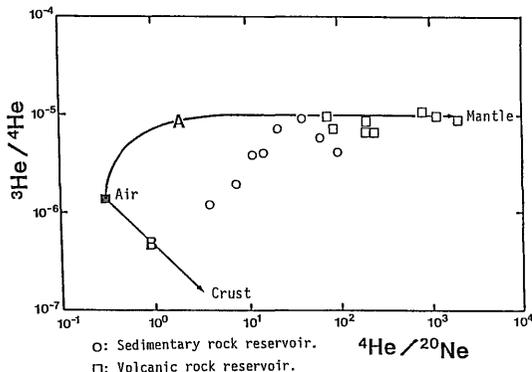
カルデラ床を壁に向かって航走しながら転石を観察した。床上には直径数10cm-1m程度の巨礫(角礫)の転石がところどころに見られ、壁に近づくほど量、大きさが増す。壁付近の転石には変質岩が混じり、そこから変質帯を探して壁を上っていった。しばらく行くと、カルデラ壁一面が熱水変質岩からなる地帯に到達し、熱水変質帯の存在が確認された。熱水変質帯は、「しんかい2000」の航走コース上で観察したかぎりでは、幅(東西方向)約150m以上、垂直方向は水深900mから800mまでの100mという範囲であった。採取した変質岩中には石英+黄鉄鉱の細脈が見られた。熱水変質帯より上のカルデラ壁はほぼ垂直に見える崖で、火山角礫岩層とそれを貫く岩脈とからなっている。この岩脈は、カルデラ壁に並走している。(海洋地質部**鉱床部)

ヘリウム同位体比による地下深部ガスの起源に関する研究

高橋 誠・坂田 将

希ガスは、化学的に不活性であるために、他の成分に比べて生成された時の情報を保持しつづけると予想される。この性質を利用し、火山ガス、温泉ガス等において、それらに含まれる希ガスの同位体組成の測定が行われており、それらの地下ガスの起源あるいは地下深部に関する情報が得られている。また天然ガスに関しては、日本海沿岸域に存在する天然ガス中のヘリウム同位体比の測定から、天然ガス中にマントル起源のメタンが多量に含まれている可能性が指摘されている(WAKITA and SANO, 1983)。本研究では、新潟、秋田県地域において貯溜母岩の層準が明らかなガス井の試料を採取し、これらのガス中のヘリウム同位体比の測定を行うとともに、メタンの炭素同位体比と比較しながらその起源について考察した。

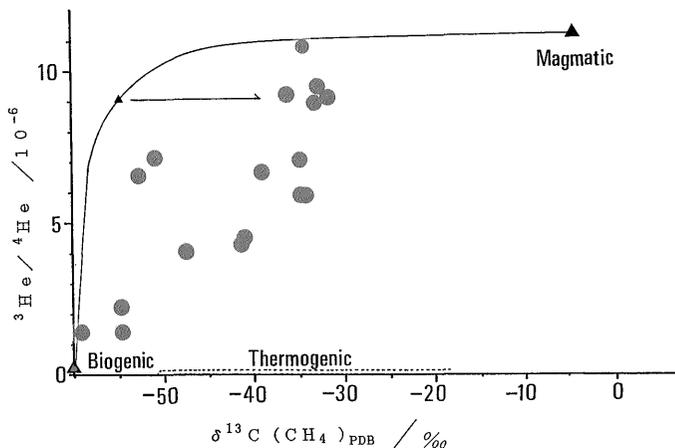
新潟地域においては、グリーンタフ中の天然ガスを生産している所があり、これらの深層ガスにおいてはヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) が大きくなる傾向がみられ、またヘリウム濃度も深層ガスでは大きくなる傾向があり、この地域の天然ガス中のヘリウムは地下深部を起源とすると考えられる。これらのガスの同位体比を第1図に示す。Aで示す線は大気とマントル起源ガスとのミキシングラインであり、Bは大気と地殻中の放射性元素の壊変によるヘリウムとの混合を示す。浅層のガスでは地



第1図 ヘリウム同位体比とヘリウム・ネオン比の相関

殻起源のヘリウムの寄与がみられるが、深層のグリーンタフのガスになるとAのラインに近付いており、深部起源ガスの寄与が大きくなっている。しかし、炭素同位体との相関をみると、この天然ガス中の希ガスとメタンは必ずしも同じ挙動をしているとはいえない。第2図にヘリウム同位体比とメタンの炭素同位体比の関係を示す。メタンの起源としては微生物分解ガス、熱分解ガスそしてマグマ(深部)起源ガスが考えられる。図に示したミキシングラインは、微生物分解ガスとマグマ起源ガスの混合であり、すべての測定値はそれより右に位置しており、熱分解性のメタンが付加されたことを示している。ところが熱分解ガスに関しては熟成が進むに従いその炭素同位体比が変化するため、これらのデータからは定量的な評価が困難である。しかし、 $\text{C}_1\text{-C}_3$ の炭化水素組成とメタンの炭素同位体比の関係から Bernard diagram により炭化水素の成因を推定すると、この地域の天然ガス中の炭化水素はおもに熱分解ガスである。したがってこの地域においては希ガスと炭化水素が同じ挙動を示すと仮定することには無理があり、これらの天然ガスの起源についてさらに明らかにするためには、バイオマーカー等の他の手法を含めた研究を行う必要がある。

(環境地質部・技術部)



第2図 ヘリウム同位体比とメタンの炭素同位体比の相関

海底鉄マンガン酸化物中の白金および金の地球化学的研究

寺島 滋* 白井 朗** 中尾征三** 三田直樹*

海底から得られる鉄-マンガン酸化物中の白金および金は未利用貴金属資源として古くから注目されてきた

が、信頼できる分析値の公表は極めて少ないのが現状である。本研究では、環境の異なる三つの海域から得られた鉄-マンガン酸化物76試料について白金および金の正確な含有量を明らかにすると共に若干の地球化学的検討を行った。

試料と分析方法：小笠原海台周辺から得られた試料の多くは鉄-マンガンクラストであり、南極周辺海域およ

Table 1 Areal variation of average contents for Pt, Au, Mn, Fe and Cu

Sea area	(n)	Pt (ppm)	Au (ppb)	Mn (%)	Fe (%)	Cu (%)
Around the Ogasawara Plateau						
Ogasawara Plateau	(15)	0.65	0.18	20.38	13.26	0.086
Yabe & Hanzawa Smts.	(11)	0.32	0.18	20.50	13.99	0.078
Average	(26)	0.51	0.18	20.43	13.57	0.082
Antarctic Ocean						
Off Queen Maud Land	(8)	0.16	0.38	12.52	21.23	0.113
Off Wilks Land	(3)	0.16	0.88	13.50	16.26	0.087
Average	(11)	0.16	0.48	12.79	19.88	0.105
Central Pacific						
Mid-Pacific Mountains	(8)	0.15	1.01	21.15	12.37	0.53
Central Pacific Basin	(22)	0.13	0.52	22.44	12.02	0.73
Penrhyn Basin	(9)	0.13	0.45	15.84	14.09	0.36
Average	(39)	0.14	0.61	20.65	12.57	0.60
All the samples	(76)	0.27	0.45	19.44	13.97	0.35

び太平洋中央部の試料は一部を除き団塊である。白金の定量法はすでに公表しており (分析化学, vol. 36, p. 511-513), 金についても近く公表される (Geostandards Newsletter) が, いずれも溶媒抽出分離を行った後, 黒鉛炉原子吸光法によって定量した。

結果と考察: 白金, 金, マンガン, 鉄, 銅含有量の海域別平均値を Table 1 に示した。白金は, 深海底のマンガン団塊に比べて海山域の鉄-マンガンクラストに多く含有される傾向があり, 小笠原海台周辺では平均0.51 ppm であり, 最高値は2.39 ppm であった。試料の得られた水深と白金存在量の間には, 水深800-2500mの試料に高含有量を示すものが多かった。金は白金とは逆に, 海山域のクラストよりも深海底のマンガン団塊でやや高い傾向があった。しかし最も金に富む太平洋中央部の試料でも平均0.61 ppb であり, 全体的に底含有量であった。

他成分との相関については, 小笠原海台周辺のクラストでは白金とマンガン, 銅, ニッケルの正相関と, 白金と鉄の負相関が認められたが, 深海底のマンガン団塊では白金と銅, ニッケルの正相関はなく, 白金と鉄の負相関も存在しなかった。金については, 全体として他成分との相関は不明瞭であった。

海底鉄-マンガン酸化物中の白金, 金, マンガン, そ

他の平均含有量と, これら金属の地殻存在量を比較した。その結果, 白金含有量は地殻存在量の約54倍であり, この値はマンガン, コバルトよりも小さく, ニッケル, 銅, 鉛と同程度であった。このことは白金のみが海底鉄-マンガン酸化物中に著しく濃集しているのではないことを意味し, 白金の供給源を考察する上で重要と思われる。金の含有量は地殻存在量の約1/10であり, 資源としての利用価値は極めて小さいことが明らかとなった。

(*技術部**海洋地質部)

放射化分析システムの開発と月試料構成鉱物中の¹³⁸Ce/¹⁴²Ceについて

田中 剛

現在の月は岩石中に水が存在しないこと, 金属鉄が存在することなどから, 極めて環的な環境にあると考えられている。しかし, 当所における月試料中の希土類元素存在度の精密な測定から, セリウムの正の存在度異常が発見され (MASUDA *et al.*, 1972), セリウムが希土類元素 (通常3価をとる) の中で最も4価になり易いことから, セリウムが4価であったことにより, その存在度異常が

生じたのではないかとの考えも存在した。そうであるならば月にはかつて酸化環境があったことになる。

本研究では月形成初期の酸化還元環境についての仮説を更に吟味するため 1) 月試料全岩にみいだされたセリウムの存在度異常が、その構成鉱物中ではどのようにみられるか (特定鉱物に著しいのか、全体に均一か)、 2) La/Ce 比を反映している ^{138}La - ^{138}Ce 放射年代が Sm-Nd 放射年代とどのような関係にあるのか、 3) セリウム以外の元素に存在度異常はあるのか、あればその意味するところは何か、等を検討した。試料は以前全岩を分析した14310を NASA との共同研究により入手した。鉱物分離のうち、Sr, Ce, Nd 同位体、希土類元素存在度の分析を行った。

その結果、a) Ce 異常は輝石に著しく、長石に少ない、b) Sm-Nd, Rb-Sr 放射年代は38.5億年を示し、Ce 異常のより少ない岩石試料と差がない、c) La-Ce 年代は 2.3 ± 0.9 Ga と誤差が大きく、 $^{138}\text{La}/^{138}\text{Ce}$ 同位体比が隕石から予想される値より低い、d) 重希土側に存在度パターンのジグザグ (テトラド効果) がみられる、ことがわかった。以上の4点と e) 同じ14310試料の輝石を用いた Ar-Ar 年代がばらつく、f) 月の海の岩石 (より若い) には a) c) d) f) の現象がみられないという他の研究者による報告を合せ考えると、38-39億年より以前に月の一部には酸化環境 (たぶん水の存在) があったと考えられる。しかし、14310の Eu 異常にみられるように、そのマグマ形成過程では還元環境が示唆されるので、その酸化環境は溶岩が月表面に流出したのち、何らかの風化過程の作用によると考えられる。月の海の岩石に前述の現象がみられないことから、月表面の酸化環境は38億年以降はなくなったと考えられる。

以上の現象を他の元素存在度からも検討するため、微量試料を分析するための中性子放射化分析システムを構築した。放射化分析装置は河川堆積物の多試料分析を目的として設置されたものであるが、本研究の目的に合わせ、微量試料の分析が可能ならしめた。手法として 1) バックグラウンドを少なくするため、小型石英チューブ封入とした。2) 12時間の長時間中性子照射を行った。3) 長時間計測によってもマルチチャンネルアナライザーのチャンネル/エネルギー関係の変動を生じないシステム (ソフト) を開発した。以上のことにより数ミリグラムの試料中の約25元素が誤差 3-5% 以内で定量できるようになった。本方法により、前記月試料の分析を行う予定である。 (技術部)

パーソナルコンピュータを用いた 地震探査モニタシステム

加野直巳* 渡辺史郎* 横倉隆伸* 山口和雄**

パーソナルコンピュータと高速な12ビット A/D 変換ボードを用いて、探鉱器のアナログ出力をバリエブルエリア表示でモニタ記録表示するシステムを開発した。このシステムは探査装置のモニタとして使用するため、探査の邪魔にならないような高速性が要求される。そのため、プリンタ・CRT ディスプレイへの表示速度を向上させることに意をそそいだ。

このシステムでは表示を高速に行うため以下のアルゴリズムを考案した。1点分のデータを表示するパターンを制限して、データの数値とパターンを1対1に対応させる。そしてこのパターンを直接 V-RAM (パーソナルコンピュータのグラフィックイメージを記憶するメモリ) に書き込む。プリンタに表示する時も同様にビットイメージとして出力する。パターンはバリエブルエリア表示用とウイグル表示用の2種類で、16ビット×1の簡単なものである。正側は16ビットまでのバリエブルエリア表示を、負側はやはり16ビットまでのウイグル表示を行う。さらに、このシステムでは表示の見やすさと CRT ディスプレイの解像度の制限から負側のウイグル表示とつぎのトレースの正側のバリエブルエリア表示とを重ねる。

またこのシステムではデータ取り込みと表示のルーチンが分離されている。したがって、これらの間およびそれらのあとにはデータ処理のルーチンを挿入することができる。これにより将来の現場簡易データ処理可能モニタ装置としての拡張性を保証している。現在は、表示ルーチンのあとにピタタイプの振幅調整、リカーシブのバンドパスフィルタ、一定値のスタティックスを与えての NMO 補正、ショットギャザのスタックの各処理を行うルーチンを用意している。NMO 補正の速度は4種類同時に設定可能であり、この出力は4種類までの重合速度による、ブルートスタックになっている。これらのデータ処理がモニタとして使用するうえで、探査の邪魔にならないような高速性に留意した。

これらの工夫の結果このシステムは以下の特長を持つ。

- 1) メニュー形式を採用し、会話型でパラメタの設定が可能である。
- 2) バリエブルエリア表示ができ、かつ各トレースの間隔が一定である。

3) 用紙として、高価な感光紙(リナグラフ)でなく安価な感光紙を用いることができる。

4) CRTディスプレイへの表示は速いので、電磁シログラフで感光紙をしばらく暗いところで養生させてから見るのに比べ、はやく判断できる。

5) 簡易データ処理機能の追加が可能である。これにより、探査を行いながら、探査結果を簡易断面図として表示することができ、その出力により探査データの品質、ラフな地下構造を判断し、その後の探査計画に役立てることができる。

システムのスピードはプリンタの表示速度に制限される程度であり、使用した汎用のプリンタの場合でも1分程度でつぎの探鉱器出力を受け付けることが可能となった。プリンタバッファを用いれば約10秒、簡易データ処理を行っても浮動小数点コプロセッサ8087を使用すれば約30秒でつぎの探鉱器出力を受け付けることができる。地震探査のモニタとして十分な機能を持ったシステムができたものと考えている。

本研究は科学技術振興調整費による重点基礎研究「グラフィック手法による地震探査高品質データ収録の研究」の一環として行った。

(*物理探査部**元物理探査部、現在石油公団石油開発技術センター)

堆積盆評価のための地震探査データベース

二宮芳樹*奥田義久**津 宏治*

堆積盆に賦存する炭化水素資源量を評価するためには、種々の物理探査データをはじめとする様々なデータを総合的に用いる必要がある。これまで、全国規模での炭化水素資源量の評価にあたっては、各種データを集め、その都度解析・評価作業が行われていた。特に評価において一番重要な役割をはたす地震探査データについてみると、修正のたびに多くの人手と時間が必要となり、また手作業を中心に評価作業を進めていたので非常に効率が悪かった。データベースの導入によって、新規調査による新しいデータの入力や、解釈結果のフィードバック

(データの更新)にともなう再評価を必要最小限のコストでできるようにするので、効率を大幅に高めることが可能である。データベースを利用した堆積盆評価システム構築の第一段階として、以下に示すように地震探査データに関するデータベースを設計し、試験的な構築を行い、このデータベース利用したいいくつかのアプリケーション・プログラムを開発した。

1. 格納するデータ形式

地震探査データベースの設計にあたって、まず第一にデータベースに格納するデータ形式を決定する必要がある。ここでの目的は、堆積盆規模での賦存炭化水素資源量評価であり、データベース化に必要なデータ形式は、解釈された地震データであると考えられる。

2. データベース管理システム(DBMS)

導入後さらに高度な処理の必要が生じた時の設計変更に対するシステムの拡張性や柔軟性に優れ、また管理・設計およびアプリケーションの開発が容易にできる特長をもつリレーショナル型のDBMSを用いた。

3. データベースの設計

リレーショナル型のDBMSでは、できるだけデータの冗長さを排除するように、データを複数個のテーブルで表現することにより設計を進める。ここでは、解釈された地震探査データについて、測線名に関する情報・測線座標に関する情報・層境界名に関する情報・層境界座標に関する情報のテーブル、さらに、各測線における断層の対応に関するテーブル、サイズミックスに関するテーブルを設計した。また、基図として用いるため地図情報をテーブル化した。

4. アプリケーション・ソフトウェアの開発

リレーショナル型DBMSでは、各ユーザーがテーブルを動的にジョインすることにより自由な検索を行い、各自の開発したアプリケーション・ソフトウェアと容易に結びつけることができる。ここでは、分後堆積盆評価を行っていくうえで基本的な、震探断面図出力・測線交点上のデータ比較・基盤コンター図出力・堆積層容積算出といったアプリケーションを開発した。

(*物理探査部**海洋地質部)