

第263回地質調査所研究発表会講演要旨*

平成10年度研究課題成果発表会

走磁性細菌の化石を用いた 太古代地球磁場に関する研究

山崎俊嗣¹ 小田啓邦¹ 丸茂克美²

地球史のいつ頃から地球磁場が存在したか明らかでない。25億年頃前に内核が形成され強い磁場が存在するようになったとする説があるが、当時の地球磁場に関する信頼できる古地磁気データは皆無といってよい。もし、磁場を利用する生物である走磁性細菌が存在していたならば、地球磁場が存在していたと推定できる。この観点から、太古代岩石中の磁石化石(走磁性細菌起源の磁鉄鉱)の探索を行った。磁石化石は結晶形態とサイズから同定可能である。形態として、正八面体、平行六面体、涙滴状が知られているが、後二者は無機過程では形成されない。サイズは、最も安定な残留磁化をもつ単磁区(磁鉄鉱では約30-150nm)にそろっている。

本研究ではまず、石灰岩から磁性鉱物を分離する方法を確立した。炭酸カルシウムを薄い過塩素酸を用いて徐々に溶解させる方法を採用し、溶解・分離システムの設計、製作を行い、システムを完成させ、石灰岩から磁鉄鉱を形態を損なうことなく分離することに成功した。南アフリカ共和国産の太古代約27億年前の石灰岩試料から、岩石磁気的性質に基づき磁鉄鉱を確実に含むものを選別し、開発した磁性鉱物分離装置を用いて磁性鉱物を分離した。透過電子顕微鏡による観察を行ったが、残念ながら磁石化石の発見に至らなかった。

一方、予想外の成果として、海底表層堆積物中の磁石化石の形態が有機炭素フラックスにより支配されているという発見があった。大平洋の海底表層堆積物から抽出した磁性鉱物には、ほぼ普遍的に磁石化石が同定された。そして、卓越する結晶形態と有機炭素フラックスの間に相関があり、より酸化的な環境では等方的な結晶が卓越することが明らかとなった。これにより、磁石化石の形態が古環境指標として役立つことが明らかになった。

(¹海洋地質部, ²資源エネルギー地質部)

Keywords: magnetofossil, rock magnetism, magnetite

不溶性有機物構成分子の同位体比測定による 地球化学的研究

古宮正利¹ 鈴木祐一郎¹ 坂田 将² 杉本義一³

堆積岩に含まれる有機物のほとんどは、溶媒に抽出されない高分子状の不溶性有機物として存在している。研究目的は、この不溶性有機物を構成する個々の有機分子を分離して、その安定同位体比をガスクロマトグラフ燃焼質量分析計で測定する方法を確立することである。

成果は下記の通り。(1)不溶性有機物を部分分解する手法として、テトラメチルアンモニウムハイドロキサイドによる熱化学分解法が有効であることがわかった。(2)質量分析装置を用いて、個別の有機化合物の炭素同位体比を精度よく測定する技術の検討をおこなった。誘導体化試薬と標準物質のマスマランスから計算した同位体比の値は、実測値と0.03%以内で良く一致した。(3)陸源有機物のエンドメンバーとなる植物試料の加熱実験を行い、加熱段階での装置・手法について更に検討・改良を加えた。

このように、不溶性有機物をテトラメチルアンモニウムハイドロキサイドによる熱化学分解法で、処理・分析する基礎手法を確立した。また、誘導体化した標準物質を質量分析装置でより安定して精度良く測定する技術を検討・確立した。

(¹資源エネルギー地質部, ²地殻化学部,
³生命工学工業技術研究所)

Keywords: sedimentary rock, biomarker, carbon isotope, insoluble organic matter

珪藻の生物地球化学とその古海洋学的应用

山本正伸¹ 渡辺真人¹ 三田直樹² 東原孝規³
丸山明彦³ 山室真澄⁴ 田中裕一郎⁴

本研究は珪藻およびハプト藻起源有機物の組成を利用した海洋表層栄養塩条件の推定手法を確立し、その有効性を検討することを目的とした。具体的には、藻種、条件を変えて培養実験を進め、脂質組成との関係を検討することにより、栄養塩組成に規制される脂質組成変化を抽出し、栄養塩組成を指示する指標を提案することを試

* 平成12年1月26日、本所(つくば市)において開催

みた。

また代表的な沿岸湧昇域であるカリフォルニア沖で国際深海掘削計画(ODP Leg 167, 平成8年4月-6月)において採取された中新世-現世の堆積岩コア試料を用いて、本手法を実地に適用し、微化石や無機元素のデータとの対比を行い総合することにより、表層水の栄養塩条件の復元を試みた。その結果以下の知見が得られた。

1) *E. huxleyi* と *G. oceanica* を培養した結果、それらの脂質組成が栄養塩濃度の変化に敏感に反応し、変化した。栄養塩枯渇下における代謝の変化が脂質組成に影響を及したと考えられる。

2) アルケノンの不飽和の割合(UK '37値)は従来水温の指標とみなされてきたが、栄養塩濃度の影響を受けることが示された。

3) アルケノエイト/アルケノン比は栄養塩が急激に欠乏した環境(たとえば湧昇の直後の環境)の指標となりうるかもしれない。

4) カリフォルニア海流系の水温を反映するODPの二つのサイトの古水温の差から、過去14万年間のカリフォルニア海流の強弱を推定した。その結果、氷期最盛期では南カリフォルニア反流が強く、間氷期はカリフォルニア海流が強いことが示された。全地球的な温暖化に対して、カリフォルニア海流系はカリフォルニア海流本流の強化という形で応答したと考えられる。

(¹資源エネルギー地質部, ²地殻化学部,
³生命工学工業技術研究所, ⁴海洋地質部)

Keywords: biomarker, alkenones, haptophytes, diatom, California

アモルファスシリカ中の水の存在状態と 水素同位体分別の研究

ケビン・フォーレ¹ 松久幸敬² 藤本光一郎³

南九州の菱刈浅熱水性金銀鉱床を構成する細粒の結晶質石英は、通常の顕微鏡下では流体包有物が観察されないにもかかわらず、1重量%に達する多量の水を含んでいる。我々は、この水の水素同位体比を測定することによって鉱化溶液の起源を推定することを試みた。その結果、石英中の水の水素同位体比(δD 値)はおおよそ-75パーミルで、現在の天水の値(-50パーミル)より著しくDに乏しいことと、石英が、熱水から初めに沈殿した非晶質シリカから結晶化したものであることが判った。石英中の水は、通常の顕微鏡下では見えない微小包有物として存在し、非晶質シリカが石英に結晶化する際に吐き出された水が取り込まれたものであると推定される。非晶質シリカ中に溶け込んだ水は珪酸塩の構造とゆるく結合しており、その水素原子は、周囲の自由水に対

して同位体分別を起こすと予想される。そこで、鉱化溶液のもともとの同位体組成とそれにもとづく起源を推定するためには、含水非晶質シリカと周囲の水との間の同位体分別の大きさを知る必要がある。本研究では、温泉や地熱発電プラント中で温度範囲85-155°Cにわたって共存する非晶質シリカ(含水量~6重量%)と熱水を9組採取し、両者の間の水素同位体分別の温度依存性を測定した。その結果、含水非晶質シリカと周囲の水の間には水素同位体分別が起きていることが確認された。同位体分別係数(α)の温度依存性は次式で表される:

$$1000 \ln \alpha = -22.1 \times 10^6 T^{-2} + 104$$

(Tは絶対温度)。

温度200°C付近で同位体分別は最小となり、温度の低下に伴ってDは自由水相に選択的に分配される。菱刈の石英中の水の水素同位体比が低いことは、先駆体の非晶質シリカが200°Cより低温で沈殿したか、熱水の水素同位体比が現在の天水の値より低かったか、石英への結晶化の際の同位体分別で残った水の水素同位体比が低下したことを示唆する。

(¹地殻化学部・現在ニュージーランド IGNS,
²地殻化学部・現在首席研究官, ³地殻熱部)

Keywords: hydrogen isotope, amorphous silica, hydrothermal quartz, Hishikari, epithermal gold

関東平野における地下水流動の研究

丸井敦尚¹ 安原正也¹ 風早康平¹ 高橋正明²
佐藤 努³ 遠藤秀典¹ 中嶋 健⁴

関東平野の総合的な地下水流動を把握するために、平野全体を“涵養域”, “流動域”, “流出域”に区分しそれぞれの特徴的な水を採取し水質ならびに安定/放射性同位体組成を分析した。群馬県や栃木県の北部を代表的な地域とする涵養域においては、降水、湧水、河川水、浅層地下水の採取・分析を実施し、とりわけ同位体組成の解析のために涵養曲線を作成することを目的とした。埼玉県などを中心とした流動域においては深度の異なる帯水層から地下水のサンプルを採取し、安定同位体組成から見た涵養源の解析や放射性同位体による滞留時間の推定などを試みた。さらに東京都、神奈川県、千葉県湾岸部を中心とした関東平野の流出域においては埋没化石水にいたるまでの深度(2000m程度)までを対象として地下水を採取した。この結果、関東平野における地下水は、周辺部の山々から涵養され埼玉県南西部を中心とする関東平野の中央部に向かって流動を開始する。地下水は始め一様に浸透するが、埋没河川などに沿って選択

的に流れるため、局所的に流動量の大きいところが発生する。東京湾沿岸部においては特にこの傾向が顕著であり、サンプリングサイトがわずかに異なるだけで、海水起源の着色水が存在することもあれば、天水起源の温泉が存在することもある。この選択的な地下水の流動が生じた原因は、関東平野が形成される過程で起こった地核変動などを反映していると考えられる。すなわち、関東平野における地下水流動は平面的にいくつかのブロックに分けることができるほか、流出域においては選択的に天水が深部まで侵入しやすいエリアが存在することが判明した。

(¹環境地質部, ²地殻熱部,
³地震地質部, ⁴海洋地質部)

Keywords: groundwater, water quality, isotope

アジア地域におけるマスマーブメントによる 災害予測技術に関する研究

土田 聡¹ 脇田浩二² 加藤碩一³
釜井俊孝⁴ 山口 靖⁵ 小田島高之⁶

アジア地域において、リモートセンシング技法と地理情報システム (GIS) を利用し、地すべり・斜面崩壊等のマスマーブメントの分布を地質・地形・土地利用等の情報と関連づけて整理した。また、マスマーブメントの発達と運動機構に影響を与えている要因(風土の違い等)を明らかにし、自然災害の軽減に資した。具体的には、次の4項目について実施した。

- (1) インドネシア国内モデル地域における衛星画像の解析と GIS データベースの作成
 - (2) 上記地域の現地調査
 - (3) 国内モデル地域における衛星画像の解析と GIS データベースの作成
 - (4) マスマーブメントに関する災害(予測)図の作成
- これら4項目を柱に、現地調査・衛星等から必要なデータを集め GIS 用データベースを作成し、総合解析のためのアルゴリズム構築および改良を行い、最終的な地すべり災害予測図(危険度図)を作成するに至った。また、リモートセンシングによる新たな地すべり移動量検知・解析方法の開発にあたり、その可能性を示唆することができた。なお、災害予測図作成においては、地すべりを起こす静的因子(地質・地形・年間降水量・地震発生率・土地利用等)が重要であり、本研究でもこれを主な対象とした。しかし、より高度な地すべり予測システム構築においては、地すべりを引き起こす動的因子(地震、瞬間降水量等)も重要であり、今後、これらの要因を含んだ解析方法の研究が望まれる。

(¹環境地質部, ²国際協力室, ³地質調査所,

⁴日本大学, ⁵名古屋大学, ⁶千葉県立中央博物館)

Keywords: Massmovement, Landslide, Geographic Information System, Remote Sensing

アジア地域における火山災害予測技術に関する研究

須藤 茂¹ 曾屋龍典² 高田 亮¹ 伊藤順一¹
川邊禎久¹ 駒澤正夫³ 浦井 稔¹ 山元孝広⁴
斎藤英二⁵ 渡部和明⁵ 宝田晋治⁶ 松本哲一⁷

アジア地域では火山の麓にも多くの人々が住んでおり、居住地の安全性についての検討が緊急の課題になっている。特に火山災害の研究やリモートセンシング技術などの日本の高度な技術と、熱帯など雲の多い地域に威力を発揮する地球資源衛星1号 (JERS-1) を組み合わせることによる火山災害の予測技術の開発が、フィリピンやインドネシアなどアジア各国から強く望まれており、本研究ではその一部を実施した。インドネシア及びフィリピンにおいて、両国の火山研究機関と共同で、現地調査及び各種分析を行った。その結果、タンボラ火山の1815年噴火やピナツボ火山の1991年噴火など、わが国では有史時代には確認されていない巨大噴火での、マグマ噴出に至る過程や噴火後の災害予測、カルデラ構造等に関する多くの新しい知見を得た。ピナツボ火山では火砕流堆積物の温度が1996年2月でもなお約500°Cの高温状態を保持した部分があること、堆積時には680度以上であったこと等を明らかにした。このため噴火後もしばらくは二次爆発の可能性があることが明らかになり、災害予測上の指針を得ることができた。ルソン島の最南端の活火山であるブルサン火山及びマニラ首都圏に隣接するラグナ火山の重力調査を行い、カルデラの構造を明らかにした。インドネシアのいくつかの火山について、火山体の浸食パターンから、形成史が読み取られ、予察的な調査として SAR 画像解析が有効であることを明らかにした。1815年に歴史噴火としては世界最大の噴火活動を行ったタンボラ火山の噴出物の調査により、古期成層火山(130-70 ka)と新期成層火山(40-0 ka)からなる火山成長の歴史の概要を明らかにした。また、1815年噴火の噴出物の詳細な調査により、噴火の全体像がより明らかになった。インドネシアの大規模噴火の評価のため、ジャワ島東部の火山の調査を行い、カルデラのない火山ではマグマ供給は長期間安定ではなく空間的に移動し、大カルデラを持つ火山では、マグマ供給は十分な長い期間移動しなかったものと推定された。

(¹環境地質部, ²元所員, ³地殻物理部, ⁴地質部,
⁵地質情報センター, ⁶北海道支所, ⁷地殻化学部)

Keywords: volcanic disaster, remote sensing, Pinatubo,

Tambora, caldera

Keywords: Airborne Geophysics, High-Resolution Aeromagnetic Survey (HRAM), Helicopter-borne Electromagnetic Survey (HEM), USGS, Mt. Rainier

高分解能空中物理探査による火山の 内部構造評価に関する研究

大熊茂雄¹ 中塚 正¹ 高倉伸一¹
森尻理恵¹ 牧野雅彦²

本研究では、火山災害の軽減を目的とした火山の内部構造評価のための高分解能空中物理探査について、米国地質調査所(USGS)を訪問し、最近米国で本格実施されたワシントン州レイニア火山での調査の成果および問題点に関し議論を行い、火山の内部構造評価手法としての検討を行った。この結果、当該火山の空中物理データではGPSによる高度情報データの品質が悪く、現段階では高精度な定量解析が難しいことが判明した。このため、米国地質調査所は空中磁気データと空中電磁データとの相関解析から山体の変質域を調査し、岩屑なだれ発生危険地域の推定を行い火山災害軽減の基礎データとした。

また、わが国での同様な調査の実施の可否について検討を行った結果、日本側では地質、地形その他の地球科学情報が集積されていることが多く、空中物理データを測定することにより、火山の山体安定性についてより確度の高い調査が行えるとの見通しを得た。情報が整った火山をテストフィールドとして調査を実施することにより、当該手法の有効性の評価が行えるものと考えられる。

さらに、本研究では空中物理探査に関する北米の技術開発拠点であるカナダ国トロント市を訪問し、ハード及びソフト両面の最新技術動向を調査した。この結果、多くの新知見が得られたが、たとえば空中磁気探査装置はより高感度なセシウム磁力計がプロトン磁力計に代わり主流となり、磁力計本体およびデータ収録装置も電子技術の発達により軽量小型化が図られ小型ヘリコプターに搭載可能となり、パイロット一人による測定も開始されつつあることが明らかとなった。また、空中物理データの処理・解析についても、USGSは独自の開発方針を変更し、トロント市に拠点を置くソフトウェア会社の基本ソフトウェアを導入し、今後当該ソフトウェア上での開発を行うことを明らかにしている。

本研究により日本側では調査の先行している米国側での探査例についての情報が得られ、今後の探査実施計画の参考となった。本邦でも火山災害の軽減のために同様の調査を早期実施することが望まれるため、平成12年度から工業技術院特別研究により火山の山体安定性評価に重点をおいた研究を実施予定である。

(¹地殻物理部, ²環境地質部)

富栄養化湖沼における食物連鎖を利用した 水質浄化技術に関する研究

山室真澄¹ 齋藤文紀¹ 片山 肇¹ 西村清和¹
池田国昭² 安田 聡² 齋藤英二² 渡部和明²
宮崎純一² 吉川秀樹³ 山口英利³ 寺島 滋⁴
金井 豊⁴ 中村由行⁵ 石飛 裕⁶
松永恒雄⁷ 井内美郎⁸

沿岸の湖沼や内湾では、窒素やリンなどの栄養塩が増える富栄養化によって微細藻類が異常に増殖し(赤潮・アオコ)、様々な弊害が生じている。窒素やリンは田畑では肥料として供給され、有用な植物や、植物を食べる動物に吸収される。本研究では水域に流入する栄養塩が微細藻類の増殖のみに寄与している現状から、食物連鎖を活性化もしくは復活させて、人間を含む、より大型の動物に利用される生態系を確立する方法を検討した。本研究では、栄養塩濃度は同程度で隣接している、宍道湖と中海を研究対象とした。前者は微細藻類の異常増殖があまり起こらず、増殖した微細藻類は二枚貝ヤマトシジミに摂食される。ヤマトシジミは漁獲対象であり、湖沼としては全国一を誇る宍道湖の漁獲量の9割以上を占める。一方、中海の漁獲量は宍道湖の10分の1以下で、赤潮が頻発している。同程度の栄養塩濃度で地理的に同位置にあるにも関わらずこのような差が生じるのは、宍道湖では二枚貝を中心にした食物連鎖が機能しているが、中海では機能していないためであると考えられた。

本研究の成果は、大きく以下の3項に分かれる。

(1) 宍道湖において二枚貝ヤマトシジミの漁獲によって除去される汚濁物質を定量化し、食物連鎖が正常に機能している理由を検討した。またシジミによる除去効果を最適化することを目的に、シジミによる除去機構のモデル化を行った。

(2) 漁業が衰退した中海において、漁獲以外の自然の浄化機能によって除去される汚濁物質を定量化し、既存の除去対策による除去量と比較した。さらに除去機能の強化法を提案し、その場合にどの程度の除去量が見込めるかを推定した。

(3) 生態系が大型生物に栄養物質が届く系なのか、行かない場合はどう改善するかを検討する上で重要な、数値シミュレーションモデルを構築した。新たに二枚貝の代謝を組み込み、栄養塩の時系列変化を季節ごとに調査して、モデルがそこまで復元できるか検討した。

(¹海洋地質部, ²地質情報センター,
³地質標本館, ⁴地殻化学部, ⁵九州大学工学部,
⁶島根県衛生公害研究所, ⁷東京工業大学工学部,
⁸愛媛大学理学部)

Keywords: eutrophication control, food-web, ecosystem valuation

生活環境に密接な地域地質要素の 調査・解析手法開発の研究

遠藤秀典¹ 塚本 齊¹ 小松原琢¹ 中澤 努¹
 高橋 学¹ 渡辺史郎¹ 吉川清志¹ 牧野雅彦¹
 石井武政¹ 安原正也¹ 内田洋平¹ 風早康平¹
 川邊禎久¹ 田口雄作¹ 村田泰章² 高橋正明³
 今井 登⁴ 上岡 晃⁴ 岡井貴司⁵
 須藤定久⁵ 釜井俊孝⁶

地質環境アトラス「山形市周辺地域」(試作版)の原稿を展示した。山形市の周辺地域を対象に、防災や環境保全に密接に関係する地質環境の諸要素について、それぞれ主題図にまとめ、概要を説明したものである。地質環境アトラスを今後出版する上での課題を具体的に検討するため、試作版として作成した。

本研究は、平成 11 年度から「地震災害に関する地下地質の研究」における「都市地質の研究」として継続中である。山形及び仙台地域を対象とし、とりあえず「山形市周辺地域」の試作版を作成し、それをもとに地図表現などの検討をさらにすすめ、仙台地域における成果とあわせた冊子を平成 12 年度内に作成・出版する計画である。これらの中には、新しい調査手法を適用しているものも少なくない。また、地質環境に関して新しい多くの知見が得られている。本試作版の構成は以下の通りである。

「山形市周辺地域の地質概要図」「山形市周辺地域の地形分類図」「蔵王火山の地形・地質概要図」「山形市周辺地域の重力図」「山形市南部地域の斜面変動図」「山形市周辺地域の浅部地下地質構成図」「山形市周辺地域の微動分布図」「山形市周辺地域の水文環境図」「山形市周辺地域の地球化学図」「山形盆地周辺地域の温泉・鉱泉図」「山形市周辺地域の露頭地質物性図」「山形市周辺地域の岩石」

(¹環境地質部, ²地質情報センター, ³地殻熱部,
⁴地殻化学部, ⁵資源エネルギー地質部, ⁶日本大学)

Keywords: environmental geology, urban geology, atlas, Yamagata

熱水系の進化過程における 鉱化ポテンシャルに関する研究

青木正博¹ 篠原宏志¹ 森下祐一¹ 丸茂克美¹
 渡辺 寧¹ ジェフ・ヘディンクイスト¹
 月村勝宏¹ 村尾 智¹ 内藤一樹¹ 濱崎聡志¹
 清水 徹¹ コーネル・デロンダ¹
 アントニオ・アリバス¹
 チャーリー・マンデビル¹ 藤本光一郎²
 松島義男² 佐脇貴幸² 柳澤教雄² 佐々木宗健²
 竹野直人² 風早康平³ 斉藤元治³ 川邊禎久³
 ケビン・フォーレ⁴ ロバート・キング⁴
 浦辺徹郎⁴ 松久幸敬⁵ 太田英順⁶ 中野孝教⁷

マグマ発散物は、地表への上昇過程ことに地表近くに至って顕著な熱水変質作用を引き起こす。しかし、熱水変質帯と重金属鉱化作用の関係は一樣ではなく、金属鉱化作用を伴う (Fertile) 熱水系と伴わない (Barren) 熱水系をどの様に差別化するかは、鉱床探査上の長年の課題であった。また、鉱床を伴わない熱水変質帯は存在するのか、重金属の濃集の有無はいかなるメカニズムにより分かれるのかという問題は、重金属濃集の科学における中心課題である。本研究においては、マグマの脱ガス冷却過程、マグマ性流体と母岩との反応、熱水循環経路の発展過程のそれぞれが、鉱化過程に影響するとの認識に立ち、現実のマグマ熱水系における野外調査、高温高圧機器を用いた室内実験を含む多様なアプローチを試みた。その結果、Fertile 熱水系と Barren 熱水系の関係について以下の認識に到達した。地下数キロメートルでマグマが冷却するとき、重金属の移動に重要な役割を果たす塩化物、二酸化硫黄、硫化水素が水と共に放出される。この高温流体は鉱床生成深度に上昇する過程で気液分離し、塩濃度が高く重金属に富む熱水相と、塩濃度も重金属濃度も低い蒸気相を作る。蒸気相は酸性物質に富むため、大規模な酸性変質帯(おおむね Barren)を地下浅所につくる。本源的なマグマ性流体と、脱ガス後のマグマ性流体の如何を問わず、深部の高塩濃度熱水が沸騰曲線に交差しない PT 経路で地下浅所に達する条件を満たす熱水系は、鉱床生成のポテンシャルが高い (Fertile)。マグマの固化に連れ、マグマフラックスの減少、熱水系の温度低下、より深部への天水の浸透がおこり、熱水系深部にあった高塩濃度流体の上昇する条件(たとえばマグマ溜り頂部の形態や周辺岩盤内の割れ目系などの幾何学的条件)が満たされると、マグマ熱水系の浅所で初期生成の Barren 熱水系の Fertile 熱水系の重複が起こる。

(¹資源エネルギー地質部, ²地殻熱部,
³環境地質部, ⁴地殻化学部, ⁵首席研究官,
⁶北海道支所, ⁷筑波大学地球科学系)

Keywords: evolution, magmatic hydrothermal system, magma degassing, heavy metals, mineralization

(¹環境地質部, ²地殻熱部, ³地殻物理部, ⁴地質部, ⁵地殻化学部, ⁶資源エネルギー地質部, ⁷地質情報センター, ⁸北海道支所, ⁹東京工業大学, ¹⁰京都大学, ¹¹熊本大学, ¹²鹿児島大学)

活火山の形成過程と噴火活動に関する研究

須藤 茂¹ 高田 亮¹ 伊藤順一¹ 川邊禎久¹
 宮城磯治¹ 遠藤秀典¹ 坂口圭一² 風早康平¹
 高橋正明² 駒澤正夫³ 高倉伸一³ 内田利弘³
 渡辺史郎¹ 星住英夫⁴ 山元孝広⁴ 宇都浩三⁵
 篠原宏志⁶ 齊藤元治¹ 長谷川功⁷ 安田 聡⁷
 齊藤英二⁷ 渡辺和明⁷ 宝田晋治⁸ 平林順一⁹
 橋本武志¹⁰ 渡辺一徳¹¹ 小林哲夫¹² 井村隆介¹²

本特別研究は、測地学審議会による第5次火山噴火予知計画(平成6年-10年度)の建議に基づいて立案されたもので、中-長期的火山噴火予測につながる総合的研究を行い、火山噴火予知手法の実用化に貢献する事を目的に行われた。本研究は以下の3つの項目について実施された。

1. 特定の活動的火山について、活動史、マグマの物理的・化学的進化等に関する知見を総合し、火山形成史を明らかにし、火山地質図を作成する。
2. 阿蘇火山を例として、火山の総合モデルを構築する。
3. 活動的火山の観測研究を行って、火山活動の推移を定量的に解析し、活動度の評価を行うと共に、噴火活動予測のためのデータを提供する。

1. では、地質調査及び資・試料の整理・分析・解析等を通じて、雲仙、那須、伊豆大島各火山の地質図を作成し、出版した。また、霧島火山の地質調査を行った。

2. では、阿蘇火山の地質及び物理データを再解析し、現時点での構造モデルを作成した。コア地質解析では、溶結した阿蘇-4火砕流と後カルデラ火山岩類の層序を確立した。MT法調査およびコアの比抵抗測定を実施し、阿蘇カルデラの地質基盤は重力基盤と高比抵抗基盤の間に位置すると推定した。カルデラ中央部では高比抵抗体は隆起しており、地下深部からの岩体の貫入が予想されるが、マグマあるいは熔融体に相当するような低比抵抗体は少なくとも深度10 km までの間には確認されなかった。

3. では、桜島、硫黄島、九重の各火山でガス観測を、また岩手、安達太良、九重、雲仙の各火山では山体変動モニタリングを行った。雲仙火山、九重火山及び薩摩硫黄島の噴出物を調査し活動履歴や噴火様式を明らかにした。噴出物の解析を通じた噴火メカニズムの研究を行った。山体変動観測を継続して行った火山のうち、九重火山では、緩やかな収縮の動きを、それ以外では顕著な変動は認められないことを確認した。

Keywords: volcano, Aso caldera, Unzen, volcanic gas, geodetic monitoring

地圏情報基盤データベースの構築と利用システムの研究

長谷川 功¹ 中野 司¹ 村田泰章¹ 松本則夫¹
 斎藤英二¹ 渡辺和明¹ 宮崎純一¹ 池田国昭¹
 鹿野和彦² 宮地良典² 松浦浩久² 水野清秀³
 佃 栄吉⁴ 脇田浩二⁵ 奥村公男⁵ 野呂春文⁶

本研究は、地質調査所が長年にわたって蓄積した地質図・地球物理・地球化学データなどの地圏情報について、総合的に活用可能な基礎データベースのモデルを構築し、このデータベースを用いて高度な処理を行う利用システムの開発をおこない、ネットワークやCD-ROMなどの新しい情報流通の手段を用いてこのデータベースを公開し、地球科学情報の利用・流通促進に貢献することを目的とする。

基盤データベースの構築の一環として、100万分の1の日本地質図第3版をデータベース化を図り、20万分の1の地質図については画像化を行いともにCD-ROM版として出版した。また20万分の1の地質図のうち大都市周辺地域については数値化(ベクトル化)を行い資料集として完成させた。さらに、阪神・淡路地域をモデルとして大縮尺地質図の数値化を行い完成させ公表した。さらに、地質調査所にすでに蓄積されている鉱産誌等のデータベースやボーリング等のデータベースのモデルの開発をすすめた。さらにこれらのデータベースを簡略化し、岩石標準資料データベースや岩石物性値データベースとともにインターネット上で公開している。100万分の1の日本地質図第3版をCD-ROM版として出版するにあたり新しい地質図の表現法を開発し、さらにその他のデジタルファクトデータの重ね合わせなどの計算機による表示法の研究をすすめ、その成果として詳細なコンピューター出力「日本地質図」を作成し出版した。また、100万分の1の日本地質図第3版CD-ROM版をベースにして、その他のデータを重ね合わせて表示するソフトの研究をすすめ、バージョンアップを図りつつ簡易GISソフトとして完成させ公表した。

(¹地質情報センター, ²地質部,

³大阪地域地質センター, ⁴地震地質部,

⁵国際協力室, ⁶日本福祉大学)

Keywords: Database, Geological database, Digital geo-

logical map, CD-ROM, GIS

水文・地質データベースの フィジビリティスタディ

石井武政¹ 丸井敦尚¹ 長谷川 功² 村田泰章²
安原正也¹ 遠藤秀典¹ 杉山雄一³ 下川浩一³
楠瀬勤一郎¹ 高橋 学¹ 増田幸治² 佃 栄吉³
高田 亮¹ 伊藤順一¹ 川邊禎久¹ 宮城磯治¹
小出 仁¹ 曾屋龍典⁴ 野田徹郎³ 田口雄作¹
風早康平¹ 高橋正明⁵ 渡部芳夫⁶ 金子信行⁶
高倉伸一⁷ 今井 登⁸ 稲崎富士⁷
古宇田亮一² 丸茂克美⁶ 脇田浩二⁹

本研究では、所内外の水文及び地質に関連するデータベースの現状をレビューした上で、それぞれの分野の基礎的資料を収集し、広く社会に役立つ水文・地質データベースの整備を図ることを目的として掲げ、水文分野における「いどじびきの改訂および地下水データベースのフィジビリティスタディ」、また地質分野における「廃棄物処分場に関するフィジビリティスタディ」の二つのサブテーマを実施した。

「いどじびきの改訂および地下水データベースのフィジビリティスタディ」においては、井戸・水文データベースの入力・検索・表示用ソフトウェア「いどじびき」の機能充実を図り、データの多様化に対応するサブデータベース構築の設計を行った。具体的には、水文環境データの可視画像化などに関連した出力性能の増強のために、地質柱状図等の作成機能を高めることとした。また、新プログラムでは帯水層毎の各要素（温度・水頭・塩素濃度など）を各深度毎のデータセットとして抽出し、地質図など様々な図面とオーバーレイできるように設計した。これにより、深度毎の各要素の分布状況が把握でき、ひいては三次元的な物質移動に関して実データを用いた表示が可能になった。

一方、「廃棄物処分場に関するフィジビリティスタディ」においては、地盤調査や層序試錐など地質に係わる既存データベースについて、その内容・様式などをレビューし、データベースの指針となる要素を検討した。ついで、個々の地質データを収集し、廃棄物処理場の立地問題を地質の観点からとらえるための地盤地質データベースの構築を進めた。

なお、「いどじびき」は、井戸・水文データベースの入力・検索・表示用ソフトウェアであるが、本研究を通じてウインドウズ 98 に対応した新バージョンとし、データ検索に関する小ウインドウを作成するなど、これまでにない機能を追加することができた。また、英語版「いどじびき」も完成させ、国外の井戸データベース構

築にも寄与できることとなった。

(¹環境地質部, ²地質情報センター, ³地震地質部,
⁴元職員, ⁵地殻熱部, ⁶資源エネルギー地質部,
⁷地殻物理部, ⁸地殻化学部, ⁹国際協力室)

Keywords: Well and hydrology database, “*Ido-jibiki*”, “*Well-King Dictionary*”

東・東南アジアのジオテクトニックマップの 数値化に関する研究

奥村公男¹ 佐藤 正¹ 中島和敏² 川畑 晶²

CCOP-CPCEMR プロジェクトとして国際協力により作成した 200 万分の 1 地質構造図の手書き原稿を数値化して、CD-ROM により出版することと、そのための技術の開発を目的として 3 年計画を実施した。範囲はインドネシアから中国・日本に及び、A0 判の 2 倍の原図が 7 枚からなる。多くの地質要素を含む巨大なデータであるため、CD-ROM に収まることを配慮してベクター型式を多く採用した。

既存地勢図と地形陰影図をラスター形式で表し、位置を分かるようにした。地質構造要素を 11 レーヤのベクターデータに分けて取捨選択して表示できるようにした。CD-ROM にはベクターデータの表示プログラムをパソコンに組み込む機能を含めたので、他のプログラムを買わなくてもこれらのデータを見ることができる。

なお、これらの内、フィリピン、インドネシアの部分については、CCOP Technical Bulletin, no. 27 として CD-ROM と説明書を年度内に出版する。

(¹国際協力室, ²地質情報センター)

Keywords: Tectonic map, Geologic map, East and Southeast Asia, CD-ROM, GIS, Vector

地震波探査における散乱波処理手法についての フィジビリティスタディ

西澤 修¹ 佐藤隆司² 桑原保人³ 横田俊之¹
稲崎富士⁴ 佐藤春夫⁵ 竹中博士⁶

地震波による地下探査では、地層境界からの反射波や屈折波を観測する。しかし、地下にはランダムに分布した割れ目などに起因する弾性波速度のゆらぎが生じ散乱波が発生し、層構造境界など確定的不連続構造から生じた波に混入する。散乱波はランダムな位相で混入するため、目標とする波形の同定を妨げ地下構造決定を困難にする。いっぽう地震波のランダムな変化を統計的に調べ、地下のランダム不均質構造を調べる手法もある。こ

のように散乱波は地震波探査にとって、ノイズであるとともに信号でもある。この研究では、散乱波の処理方法を工夫し、地下構造に関する情報を引き出す技術の開発を目指している。この目的達成のため本研究では、(1)野外観測、理論、数値実験、モデル実験の各分野の専門家が集まり、互いに意見を交換し合う研究集会を開催し、各分野の研究動向を把握して技術開発のための方向づけを行い、(2)地質調査所で独自に開発されたモデル実験手法によってランダムな不均質媒質における波動伝播研究の実験技術を確立する。(1)では平成9, 10年度に地質調査所で研究会が開催された。とくに平成10年度の研究会は海外からの研究者数名も参加して、上記分野の研究に関する国際交流もなされた。研究集会には地質調査所内外の研究者・技術者50名程度が参加し、散乱波に関する統計的手法のまとめと、従来型物理探査法における問題点の抽出が行われた。(2)ではレーザードップラー振動計を用いた弾性波三成分精密計測技術を用いて、P波およびS波波放出用圧電素子からの放射弾性波エネルギーの方位依存性の精密な計測が行われた。弾性波波放射パターンは理論的予測とおおむね一致し、この計測法が波動伝播計測の有効な手法であることが確認された。

(¹地殻物理部, ²地震地質部, ³国際協力室,

⁴建設省土木研, ⁵東北大学・理, ⁶九州大学・理)

Keywords: Scattered wave, Seismic exploration, Underground heterogeneity

東・東南アジアのテレデータ解析技術の研究

脇田浩二¹ 栗本史雄² 中島 隆³

本研究では、東・東南アジアの地質情報を収集しデータベース化するとともに、それらのデータに基づいてテレデータ区分を行い、地理情報システム上で解析する技術を開発する。このデータはアジアの地質情報の基礎となり、資源エネルギー開発のための基礎情報となるとともに、地理情報システム上で解析することにより、より効率的な情報管理が可能になる。オーストラリアのニューイングランド大学で収集された東南アジアのテレデータ、日本の地質調査所で収集された東アジアのテレデータを加え、日本の数値化、地理情報システムの解析技術を用いて、データのデジタル化及び解析を行う。ニューイングランド大学と地質調査所において、データフォーマットの統一や解析方法、データのインプット・アウトプットの方法などについて検討を行った。

東・東南アジアにおける様々な地質情報を収集し、化石の種類や年代、地層や岩相の類似性、古地磁気データに基づいてテレデータを区分し、その区分を世界地質図委員会や地質調査所とCCOPで作成した地質図と重ね合

わせる形で、ラスターデータとして作成したのちベクトル化を行った。ベクトルデータに属性を付与するとともに、必要な情報とのリンクを試みる。各テレデータの情報をテキストデータとして、デジタル化するとともにそれを図化する試みを行った。また、各岩相のパターンや必要な化石データや古地磁気データの選別を行い、テレデータの特徴が明瞭に現れるように検討した。本研究では、36のテレデータデータをアジアのデジタル地質図とリンクする形でデジタル化し、ベクタデータとして保存した。また、各テレデータごとに地質年代に対応した代表的な地層区分図や、岩相、堆積環境、気候、古緯度、主要な産出化石、古生物地理区、放射性年代データ等ともリンクを行った。

(¹国際協力室, ²地質部, ³地殻化学部)

Keywords: digital mapping, GIS, terrane map, Asia

極微細天然粘土粒子の重金属吸着メカニズムの解明に関する研究

丸茂克美¹

第四紀テフラに含まれる火山ガラスの多くは天水との化学反応(いわゆる風化現象の一つ)によりアロフェンやイモゴライト、ハロイサイトなどのアルミノシリケート鉱物に変化している。これらの鉱物の多くはナノサイズの大きさの極微細非晶質物質、極微細準非晶質物質であり、極めて大きな比表面積を有する。アロフェンやハロイサイト表面に対するカドミウムなどの重金属陽イオン吸着量はpHが高いほど増加し、5 mg/lのカドミウムを含む水溶液では溶液のpHが4.1-4.7ではカドミウム吸着量が10-100 mg/kgであるが、pHが5.7-5.9では吸着量は500-800 mg/kgに達する。

こうしたカドミウム吸着量のpH依存性は、アロフェンやイモゴライト、ハロイサイトなどの表面にOH基やOH₂基が存在するため、pHが増加するほど陰荷電が増加し、重金属陽イオンを吸着しやすくなるからであると考えられる。アロフェンやイモゴライト、ハロイサイトなどの表面に吸着された重金属陽イオンはpHの低い溶液に接することにより容易にこれらの鉱物表面から開放され移動することはない。これはアロフェンやイモゴライト、ハロイサイトなどのアルミノシリケート鉱物表面には水素イオンと結びつくSiO⁻やAlO⁻が多数存在し、溶液のpHの低下を防ぐからである。

もしこうしたアルミノシリケート鉱物を産業廃棄物処分場の天然バリア材料として活用することができれば、産業廃棄物処分場から溶出する有害重金属や有害有機物などを吸着し、有害重金属や有害有機物による地下水汚染を防ぐことが可能となる。本研究では有害重金属の代

表例としてカドミウムを取り上げ、カドミウムに対するアロフェンやイモゴライト、ハロイサイトなどの吸着特性を検討した。

(¹資源エネルギー地質部)

Keywords: halloysite, allophane, cadmium, adsorption

花崗岩に伴う高品位非金属鉱床の成因と評価に関する共同研究

高木哲一¹ 内藤一樹¹ 須藤定久¹

韓国南西部、全羅南道の木浦-海南-珍島-莞島地域には、後期白亜紀慶尚系の堆積岩類・火山岩類が広く分布し、珪長質火山岩類には多くのロウ石鉱床が胚胎されている。特に韓半島南端の土末岬南方にある蘆花島のロウ石鉱床は、韓国最大の規模、生産量を持つことで知られている。

蘆花島に分布する火山岩類は、下位の安山岩質火砕岩とそれを覆う流紋岩質凝灰岩に区分され、後者はその岩相から海南地域に広く分布する慶尚累層群楡川層群の海南累層に対比されている。蘆花島の火山岩類は広範に熱水変質作用を被り、島の北部一帯は東西 2 km 南北 2.5 km にわたる大規模なパイロフィライト変質帯となっている。本研究では本地域のロウ石鉱床の産状と成因を明らかにするため、大規模な坑内採掘が行われている現京産業蘆花鉱山第 1 鉱床を中心に調査を行った。

蘆花鉱山第 1 鉱床は、原岩の構造に調和的な層状～レンズ状として胚胎し、長径 700 m 短径 250 m 最大層厚 65 m の規模を持つ。今回の調査では、坑内 -55 m level と -70 m level でグリッドサンプリングを行い、鉱体の内部構造を解析した。その結果、本鉱床は鉱物組合せにより外側から内側へ、弱変質帯、パイロフィライト帯、ダイアスポア帯に区分されることが明らかになった。

ダイアスポア帯：鉱体中心部に分布し、鉱体の形態と調和的な NW-SE 方向に脈状に伸長する。パイロフィライト+石英+ダイアスポア+カオリナイトの鉱物組み合わせを持ち、明ばん石、ルチルをわずかに含む。パイロフィライト帯：ダイアスポア帯の周囲に分布し、鉱体の主要部分を構成する。パイロフィライト+石英の鉱物組み合わせを持ち、明ばん石、ルチルをわずかに含む。また、ダイアスポア帯とパイロフィライト帯の境界付近や鉱体上盤近くのパイロフィライト帯中に局所的に石英を多く含む珪質部が分布する。弱変質帯は、石英、イライトと少量の曹長石、緑泥石、黒雲母からなり、鉱体の周囲に分布する。

ダイアスポア帯の鉱石に含まれるダイアスポア結晶は、組織観察や熱力学的考察から周囲の石英と反応関係

にあったことが了解される。また、ダイアスポアは緻密なパイロフィライトと石英の細粒結晶からなる鉱石中に二次的に形成されたと判断される。

パイロフィライト帯中に伸長して分布するダイアスポア帯は、高温の水蒸気がダイアスポア帯直下の裂かから上昇したことにより二次的に形成されたと推測される。また、原岩の高い透水性が、本鉱床が母岩の層理に沿って形成された主要な原因であると考えられる。

(¹資源エネルギー地質部)

Keywords: Korea, Nohwado Island, pyrophyllite, hydrothermal alteration, Cretaceous

東海沖海域の海洋地質学的研究

岡村行信¹ 湯浅真人² 倉本真一¹

伊豆半島周辺から駿河湾の海底地質図を、長さ 3,100 km のシングルチャンネルの音波探査データ、長さ 190 km に達するマルチチャンネル音波探査データ及び同海域で採取された堆積岩や火山岩を用いて作成した。地質層序や構造の特長から、相模湾、伊豆-小笠原弧北縁、駿河湾東側斜面及び駿河湾西側斜面に区分できる。相模湾は相模トラフ中軸の北東側で変形した地層が隆起帯を形成するのに対して、その西側ではほとんど変形しない地層がトラフ底を覆っている。トラフ底の北部でトラフ底を東西に横切る真鶴海丘と伊豆側の大陸斜面の基部では新しい地層までを切る逆断層が発達する。伊豆-小笠原弧北縁は中新世-鮮新世の火山岩類からなる基盤、後期鮮新世から中期第四紀の高瀬層群・高瀬火山岩及びそれらを覆う石廊崎層群と新規火山に区分できる。高瀬層群は断層・褶曲による変形を受け、石廊崎層群に不整合で覆われる。駿河湾東側斜面では、伊豆小笠原弧の基盤岩、高瀬火山岩などが浸食平坦化された面が大きく西側に傾動し、それを覆ってプログラデーショナルパターンを持つ堆積物が積み重なるように分布する。浸食面は駿河トラフで最大 1700 m 間で沈降しており、斜面の下部には大規模な地滑りが発生している。駿河トラフの中軸は明瞭な谷地形を形成し、東側斜面が西側斜面の下に沈み込んでいる。そのため、西側斜面は著しく変形した地層からなり、斜面上部の海盆とその東側に発達する隆起帯の表層部を除いて、地質構造は明瞭ではない。隆起帯は石花海と呼ばれ、西側の海盆底下から最近百万年以降に 100 m 隆起している。伊豆半島とその南側に続く伊豆-小笠原弧は過去百万年間で 30-40 km 程度本州側に食い込んできたと推定され、この海域に分布する地層のより詳しい構造を明らかにすることによって、そのような衝突過程が解明できると期待される。

(¹海洋地質部, ²産学官連携推進センター)

Keywords: Izu Peninsula, Sagami Trough, Suruga
Trough, collision, subduction, volcanic arc

(受付: 2000年4月18日; 受理2000年4月20日)