

第257回地質調査所研究発表会要旨*

特集 地球環境と地質調査所—古環境を中心に—

地球環境と古環境

中尾征三*

地球環境は今日的なそして現在・近未来の問題であるが、それらは、数十年や数百年という程度の時間の中で完結するわけではない。たとえば、東部赤道帯太平洋に発生する海面温度の高温異常（エルニーニョ現象）や、それと密接に連動するといわれる南太平洋低緯度帯の東西の気圧差の変動（南方振動 Southern Oscillation, エルニーニョ現象と合わせて ENSO と呼ばれる）は、数年単位で繰り返すようにみられている。しかし、海洋の深さ数千メートルにおよぶ深層循環は、北大西洋の北部に端を発し、深層流として南極周辺を回った後、北太平洋で拡散・混合しながら上昇して、表層流として南下を始めるまでに2000年以上の歳月を費やす。深層循環の消長は数百万年の単位で、深海底の堆積作用や海洋表層の循環（海流）系の盛衰に影響をおよぼしている。また、海洋中で、鉱物粒子やプランクトンの遺骸などが沈降する過程で溶解が進むが、水深4000m程度の海底に到達するまでに溶解する量に比べると、海底に到達してから溶解する量の方が圧倒的に多い。これは、海底に到達した後、埋没する以前に海水にさらされている時間の長さのものがたっている。現在、海洋中で起こっている現象を古環境として捉える際には、このような機構を理解しておくことが必要である。一方、砂漠化についていえば、第四紀の氷河時代や過去1万年間の中で最も温暖であったといわれるヒブシ・サーマル期（縄文時代を含む）には、サハラ砂漠の一部が「緑のサハラ」と呼ばれる状態であった。最近の200万年間の中でも、目に見えるような程度に気候帯の分布が変化したことがあったと認識して、砂漠化の要因を解明することが必要である。ヒマラヤ山脈の隆起後の過去200万年間の環境変動は、主に、天体としての地球の運動のわずかな「ブレ」によって生じている。この間の、古環境の変動の詳細とその要因を解明することが近未来の環境予測にとって重要である。

(*海洋地質部)

Keywords : ENSO, abyssal circulation, sinking material, desertification, paleoenvironment

海洋における物質循環と古環境研究

西村 昭*

二酸化炭素を中心とする温室効果ガスによる地球温暖化が地球環境問題の中でも最も重要な課題になっている。人間活動により増加した二酸化炭素の挙動は、地球における物質循環のうちの炭素循環そのものの問題である。海洋は地球の表面積の約70パーセントを占め、地球の地表部にある水の約97パーセントが海水として存在している。海洋はその大きな熱容量・物質を溶かす海水の存在・生物の活動・海水の流動を通して、地球表層の物質循環と地球環境に大きな寄与をしている。深海堆積物は主として海洋表層から海底にもたらされる粒子状物質を材料として形成される。この粒子状物質から堆積物になる堆積物の形成のプロセスは、表層から深層に物質を鉛直方向に輸送する重要な過程である。海底の堆積物は、海洋の物質循環の一端を担う役割とともに、気候などの環境変化と物質循環の歴史的な変遷を記録しているが、その記録は堆積物の形成過程により、沈降粒子の持つ情報から変化したものである。その変化の実態を明らかにするのも重要な研究課題である。海洋底の堆積物柱状試料を用いた古環境研究は、地球システムの変遷とその動態の解明、特に最近では、将来予測される地球温暖化に関連した研究課題について進展している。古環境の研究のためには堆積物の年代の精密な決定と環境や物質循環の指標（化石、元素、同位体、有機化合物など）の解析により、定量的に明らかにされる必要がある。地質調査所が行ってきた研究のうち、西太平洋域における過去数十万年の堆積物の有機炭素量から推定された生物生産量の変遷と氷期—間氷期の気候変動との関係などの例を紹介をした。

(*海洋地質部)

Keywords : marine sediments, paleoenvironments, carbon cycle

*平成10年12月4日 石垣記念ホール（東京）において開催

サンゴ骨格を用いた過去200-300年間の海洋 および気候変動の復元

川幡穂高*

西太平洋暖水塊周辺地域に属する熱帯海域には、アジア・インドモンスーンや ENSO などの数年スケールで変動する大気と海洋の変動現象がみられ、これらは全球的な大気と海洋変動にも大きな影響を与えている。サンゴ骨格はアラゴナイト結晶から成っており、高時間解像度(約1週間単位)で海洋環境の復元する潜在能力をもっている。

1. サンゴ骨格の $\delta^{18}\text{O}$ は水温と塩分(降雨、陸水の寄与による海水組成の変化)によって支配されている。西太平洋のサンゴ礁では、降雨の影響があるので、 $\delta^{18}\text{O}$ の解釈には注意が必要である。
2. サンゴ骨格組成の $\delta^{18}\text{O}$, Sr/Ca 比, Mg/Ca 比, Mg/Sr 比から海洋環境を復元するには、海域ごとに生物学的効果(vital effect)を考慮してキャリブレーションを行う必要がある。
3. 塩分の復元を行うためには、Sr/Ca 比を測定して精度の高い温度推定が不可欠である。これを行うには表面電離型質量分析計による分析となるが、これには手間がかかり、この方法で数百年の環境復元をすることは事実上不可能である。そこで、他の間接指標を確立する必要がある。
4. サンゴ骨格中の微量元素の測定は始まったばかりで、現時点では測定値そのものの信頼性も確立していないものもある。しかし、環境指標となるべきものもあるのでさらなる間接指標の開発が望まれる。

(*海洋地質部)

Keywords : carbon cycle, coral reefs, coral skeleton

地球環境問題と海水準変動：過去の変動から学ぶ

斎藤文紀*

海水準は、過去数億年間においては数100m 規模の変動を、過去100万年においては100-150m 規模の変動を繰り返して、海岸・沿岸環境に大きな影響を及ぼしてきた。現在懸念されている地球温暖化に伴う海水準上昇もその海岸・沿岸域への影響が注目されている。本講演では、以下の3点に焦点をあてて最近の研究や視点を紹介した。

現在の沿岸・海岸環境は、過去数千年間の海水準変動に回答して形成された結果であり、現在もその変化に中にある。特にバリアーやエスチュアリ、三角州、浜堤平野などの分布や発達程度は、完新世の海水準変動に支配

されている。また現在懸念されている海水準上昇を評価するためには、過去数百年から数千年の海水準や気候の自然変動を考慮に入れることが重要であり、現在を自然変動の中に位置づけ、人為的な変動を考察する必要がある。

将来予測されている海水準の上昇を上回るような相対的海水準の変動や沿岸域への影響が過去数十年間に人間活動によって生じている。地盤沈下による海水準の相対的上昇や、土壌流出やダムの堆砂、人口建造物などによる海岸・沿岸域への土砂供給の変化などである。海水準上昇に伴う洪水の多発や水没の問題は問題だが、これらの人為的な影響の評価と防止などをアジアの多くの地域では早急に取り組む必要がある。

最終氷期以降の海水準変動に関しては、氷河性及びハイドロアイソスタシーを考慮に入れて、各地域の海水準変動を考える必要がある。日本周辺では内陸部の瀬戸内海、外洋に面した陸棚域、半島の先端や南西諸島では海水準変動曲線は異なっており、より前者の方が、最終氷期以降の海水準上昇期では相対的海水準は浅く、また6千年前の海水準は高く観測される(たとえば最終氷期最盛期の海水準は本州周辺の陸棚域で100-110m、南西諸島で125m 前後)。地殻変動を海水準変動から考察する場合にはこれらの違いを考慮する必要がある。

(*海洋地質部)

Keywords : sea-level change, global change, sea-level rise, human influence

古環境解析と化学物質

半田暢彦*

海洋底堆積物は、地球環境変動を克明に記録した媒体である。本研究では、長鎖アルケノンおよび有機物の窒素安定同位体比に焦点をあて、海洋表層水温変動、有光層の栄養塩変動を解説し、その復元を図ることを目的とした。海洋産円石藻の培養試料を用いて、長鎖アルケノン水温計を作成し、西部北太平洋域の表面泥に適用してこの水温計が西部北太平洋域で成立することを確認した。また、海洋産円石藻に記録された表層水温変動は沈降粒子を通して深海底に輸送され、堆積物に記録されることを確認した。この様な長鎖アルケノン水温計を西七島海嶺海域の深海底堆積物に適用し、過去2万5年にわたるこの海域の海洋表層水温変動を明らかにした。また、これらの結果を基礎にして、黒潮流軸変動の実態を推定するとともに、完新世中期温暖期に黒潮流速が著しく強化することを見出すとともに、この変動が北赤道海流および北赤道太平洋貿易風の変動に強く依存することを推論した。植物プランクトンは、硝酸イオンを取り込

みながら増殖するが、この際、植物プランクトン有機物に顕著な窒素同位体組成の変化をもたらす。本研究では、まず中規模閉鎖系実験により植物プランクトンの増殖に伴う有機物の窒素同位体比の変動特性とそれを規定する諸要素をモデリングにより明らかにした。また、北部北太平洋域の沈降粒子有機物にこの結果を適用し、冬季鉛直混合によって海洋表層に供給された硝酸イオンが春季-夏季を通して植物プランクトンによって取り込まれながら窒素同位体比を変化させていく過程を解析した。また、赤道太平洋域における東部から西部への海水流動に伴う硝酸イオンの消失特性を明らかにし、過去数万年にわたるその変動を復元した。

(*愛知県立大学情報科学部)

Keywords : paleoecology, ocean, nitrogen, alkenone, stable isotope, particle precipitation

湖沼堆積物に記録された地球環境変遷史

—琵琶湖・バイカル湖・岱海—

井内美郎*

これまでの研究で各地の湖底堆積物から読み出された環境情報について、イベント層の識別・環境変遷史の解説などについて紹介した。イベント層としては、霞ヶ浦で発見された浅間山の火山灰層の意義について述べた。それまでは漠然と1万年前以降のものと考えられていた堆積物が約200年前の堆積物と特定できるようになったことによって、環境変遷史の解説がよりリアルになり、浚渫すべきヘドロ量も変更せざるを得なくなった。次に、琵琶湖で発見された地震性タービダイトについて述べた。それまで日本の湖ではタービダイトは発見されていなかった。タービダイトの堆積年代を重量堆積速度で求めたところ、歴史地震との対応が明らかになった。さらにタービダイトを生じさせる震度の下限値を求めることもできた。これによって歴史記録が存在しないさらに古い過去にまでさかのぼることが可能になり、約6000年間で平均すると60年に1回程度であることが明らかになった。日光湯の湖では洪水堆積物が発見され、そこに江戸や霞ヶ浦をおそった数十年に1回程度の大洪水が記録されていた。湯の湖はちょうど利根川や鬼怒川の水源地にあたり、下流部の江戸や霞ヶ浦で大きな洪水があったときには、湯の湖の流域でも小さな洪水がおこっていた。環境変遷史の解説では、霞ヶ浦の堆積物から読み出された古環境変化が古文書の記述を裏付けることになったこと、さらにバイカル湖では、約500万年間の人類発生以降の気候変化の歴史が記録されていることが明らかにされた。堆積物密度測定によって、バイカル湖周辺域の古気候変遷が過去500万年間にわたって明らかになっ

た。琵琶湖の湖底堆積物にも海域の堆積物に記録されているのに類似した気候変動の跡が残されている。さらに最近実施された中国岱海の掘削でも地球規模の環境変遷の情報が得られている。

(*愛媛大学理学部生物地球圏科学科)

Keywords : lake sediment, global change, history

中国の沙漠および沙漠周辺地域における地質・水文調査の一例

石井武政*

演者らは中国の内陸乾燥地帯を対象として、沙漠化に関連する地質・水文の調査研究を2テーマ実施してきた。本講演ではそれら2テーマの研究概要を報告するとともに、沙漠化問題等について私見を述べる。

沙漠化機構の解明に関する国際共同研究(科学技術庁総合研究)においては、新疆生物土壤沙漠研究所と共同で、主にタクラマカン沙漠地域周辺の多数の地点で地質試料を採取し、それらの記載、化学分析、花粉分析、酸素同位体組成分析などを実施した。その結果、例えば、広域レスの給源の一つとしてタクラマカン沙漠地域は重要な存在であることが認識された。

中国大陸乾燥-半乾燥地域の水文環境特性の解明に関する研究(工業技術院国際産業技術研究)は、地質調査所と中国地質鉱産部(現在の国土資源部)水文地質工程地質研究所との共同研究であり、内蒙古自治区南縁部付近に分布するモウス沙漠およびその周辺を共同研究の場所として実施された。この地域は沙漠化の問題が深刻であり、中国側の関心も高く、日中共同で各地の地下水、河川水、湖沼水を採取し、化学分析を行った。また、衛星画像解析の適用も試みた。成果は、地質調査所特殊地質図(縮尺50万分の1、英文説明書付き)として1998年度に出版される。

乾燥地帯が国土面積のほぼ3分の1に達する中国では、沙漠の調査研究は環境問題克服の中でも大きな比重を占めている。もし、沙漠化の進行に歯止めがかからなければ、ダストの大量発生などによって偏西風の風下側に位置する日本にも直接・間接の影響が及ぶと考えられる。大気・水・土地・エネルギーなどの分野での環境調査および環境対策に日本が貢献できる面は決して小さくはない。一つの問題が次の問題へと波及し、相互に影響を及ぼしあう地球規模環境への取り組み(調査研究)は、今後も積極的に継続していくべきであろう。

(*環境地質部)

Keywords : Taklimakan Desert, Muus Desert, Desertification, Global environmental problem

日本海の海洋古環境と周辺陸域の古気候の変遷 — 海底堆積物に記録された東アジアの環境変動 —

池原 研*

日本海の海洋古環境は酸素同位体ステージ規模で変動してきたことが知られている。また最近ではステージ3～5においては数百～数千年規模の変動があることも指摘されている。日本海の3本の海底堆積物柱状試料の花粉分析結果は酸素同位体ステージ規模の気候変動とともに、ステージ2～5における数百～数千年規模の気候変動の存在を明らかにした。酸素同位体ステージ規模では、最終間氷期(ステージ5e)と完新世において温暖気候と花粉化石の溶解が認められ、ステージ5からステージ2に向かっては徐々に寒冷化する傾向が読み取れる。ステージ2では最も寒冷な気候であったことも分かる。一方、ステージ5dからステージ2の始まりにかけての時期には温暖・湿潤な気候と寒冷・乾燥の気候が交互に繰り返して出現する。そして、温暖・湿潤な気候は暗色で有機炭素に富む泥層に、寒冷・乾燥の気候は明色で有機炭素に乏しい泥層に対応して認められる。このような堆積物の層相の変化は海洋古環境の変化を表しており、この時期においては、海洋古環境の変化と陸域の古気候変化はほぼ同時に起きていたと推定される。このような海洋・気候変化は、日本海の表層水の特性の変化に起因すると考えられ、さらに黒潮の消長や太平洋高気圧の消長に由来する東アジアの夏のモンスーンの消長に関係したものと推定される。同じ時期のグリーンランド氷床コアに認められる同様な周期の気候変動の記録との対比は確定的でないが、東アジアのモンスーン変動が極域の大気変動にも関係した現象である可能性は指摘できる。

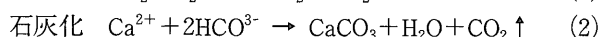
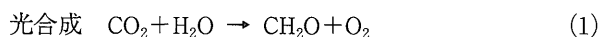
(*海洋地質部)

Keywords : Japan Sea, East Asia monsoon, paleoclimate, pollen analysis

サンゴ礁は二酸化炭素の放出源か？

川幡穂高*・鈴木 淳*

二酸化炭素は大気-海洋境界において分圧が高い相から低い相へと移行する。光合成は二酸化炭素の固定反応であるが、石灰化は海水の二酸化炭素分圧を上昇させ、大気へ二酸化炭素の放出を引き起こす(角皆, 1989; Frankignoulle *et al.*, 1994)。



光合成と石灰化の両反応が同時に進行しているが活発

に進行するサンゴ礁が、大気二酸化炭素の吸収源となっているか、あるいは放出源なのか、この問題について多くの議論がなされてきた。低緯度に位置するマジュロ環礁、モルジブ環礁、グレートバリアリーフ、パラオ堡礁で、ラグーン海水の二酸化炭素分圧が外洋水よりも高く、石灰化の効果によって二酸化炭素が海水から大気へ放出される場となっている。また、石垣島など据礁においても陸水の影響を考慮すると、やはりサンゴ礁生態系は二酸化炭素の放出の潜在的力を有している。この事実から、「サンゴ礁はすべてのタイプ(据礁、環礁、堡礁)で二酸化炭素の放出として働く」と一般化した概念に至った。しかし、サンゴ礁は温暖化を加速させる二酸化炭素を放出するが、種の保存という観点では重要である。

(*海洋地質部)

Keywords : carbon cycle, coral reefs, calcification

地球化学図—元素の分布から何がわかるか?—

今井 登*

地球化学図とは広域的な元素の濃度分布図である。地殻表層における元素の分布は基本的にはその地域の基盤を構成する岩石と堆積物によって規制されているが、これ以外の要因として人間活動が作り出す人為的な影響がある。人為的要因とは最近問題になっている産業廃棄物等による土壌汚染や地下水汚染、原子力関連施設からの有害物質の放出等などによる汚染である。しかしながら元素濃度の高い地域がすべて汚染によっているわけではなく、自然界には鉱床等で代表されるように、地質的要因で元々特定の元素が濃集した地域があり、自然的要因と人為的要因を区別することが非常に重要である。すなわち、自然のバックグラウンド値を正しく知ることが、人為的な汚染の影響を正しく評価するために不可欠である。

日本における地球化学図は地質調査所が行った北関東地域、仙台市、山形市周辺地域、秋田大学が行った秋田県、道立地下資源調査所が行った北海道の一部地域、名古屋大が行っている愛知県、及び海域で地質調査所が行った能登半島から秋田沖にかけての表層堆積物について求めた海域での地球化学図がある。世界的にみると地球化学図は最初にイギリスの地質調査所により北アイルランドで作成され、その後イギリス全土の地球化学図が作成された。さらにその後アラスカ、西ドイツ、フィンランド、ポーランド、オーストラリアなどで全国規模の地球化学図が完成している。

日本ではこれまでいくつかの限られた地域で地球化学図が作成されているが、対象とする試料の種類(土壌、

河川堆積物等)や粒度が異なり統一的な評価は不可能な状況にある。基盤地質が同一であっても自然のバックグラウンド値は異なる場合もあり、より正確な情報を入力するためには同一手法による全国規模の地球化学図を早急に作成することが強く望まれている。

(*地殻化学部)

Keywords : geochemical map, elemental distribution, pollution, stream sediment, soil

二酸化炭素排出の少ない自然エネルギー： 地質調査所における地熱研究

藤本光一郎*・地殻熱部一同*

地熱エネルギーは(1)火山地帯に位置する日本にとって豊富に存在する国産エネルギーであること、(2)太陽、風力などに比べて比較的密度の高い再生可能エネルギーであること、(3)二酸化炭素排出量が非常に少ないクリーンなエネルギーであることなどの利点を持っている。特に地熱発電による二酸化炭素排出量については、地下から取り出す蒸気中に含まれる僅かの二酸化炭素を放出するもの、化石燃料の燃焼を伴わないために1 kWh当たりの二酸化炭素排出量は、石油や石炭火力の20分の1程度と太陽光発電や風力発電よりも低く、原子力とほぼ同等である。コスト的には水力や原子力よりも効果的に二酸化炭素排出を削減できるという試算もされている(内山, 1993; 地熱エネルギー, 18, 195-200)。また、地熱エネルギーは発電だけでなく、直接利用として施設園芸や暖房給湯、養殖漁業、道路融雪などに使われており、その燃料節減による環境面への貢献も期待されている。その一方で、有望な地熱地帯の多くが自然公園内や温泉周辺にあるために立地調整に困難さがあること、探査技術の未熟さなどから開発リスクが高いことなどの問題も指摘されており、周辺環境への影響を評価して調和をはかることや技術開発によって開発リスクを軽減させることなどが課題になっている。地質調査所では、そのような地熱エネルギーについて、国内の新たな地熱資源を発見してその地熱貯留層の拡がりや生産能力を評価すること、また、生産を開始している地熱貯留層については、生産に伴う貯留層の変化を把握して将来の生産予測を行ったり周辺の貯留層を発見することなどを目指して、地球物理学、地質学、地球化学の広い視点から深部地熱資源、貯留層変動探査法に関する研究を実施している。また海外の地熱資源探査に関する研究協力も行っている。

(*地殻熱部)

Keywords : geothermal energy, CO₂ emission, natural energy

ERS/SAR インターフェログラムと 関東平野南部の地盤沈下

佐藤 功*・Mark Haynes**

合成開口レーダー (SAR) データを用いたインターフェロメトリ技術によって地震や火山噴火などに起因する微細な地殻変動の抽出例が数多くある。ここでは、関東平野南部地域のERS/SAR インターフェログラム画像を紹介し、1993年と1995年との2回のSAR観測の間に行われた水準測量による地盤沈下等量線図と比較した。その結果、関東平野北部の広域の地盤沈下地域の南縁部をはじめとするいくつかの代表的な沈下地域を反映していることを報告した。特に、平成6年度の渇水の影響を的確に反映していると考えられる平成7年度地盤沈下等量線図と大局的に良く対応していることを述べた。

(*環境地質部・**Nigel Press Associates Ltd., UK)

Keywords : SAR Interferometry, Land subsidence, ERS, AMI, Kanto Plain

火山ガス放出量と地球環境における意義

風早康平*・篠原宏志**

火山噴火時に放出される亜硫酸ガス (SO₂) は、大気中で酸化され、最終的に硫酸 (H₂SO₄) になり、エアロゾルを形成する。突発的な大噴火に伴い、成層圏に注入されたエアロゾルにより、太陽光が散乱あるいは吸収されるため、日射量が減少する。また、対流圏ではエアロゾルが核となり雲ができ、日射量をさらに低下させ地球規模の気温の低下を招く(日傘効果)。ピナツボ火山噴火時には、人工衛星により、一度に2000万トンのSO₂が成層圏に注入されたことがわかっており、直後に直達光エネルギーは30%減少し、翌年に全地球平均で0.5℃の気温低下が観測された。火山岩に含まれる斑晶のメルト包有物の硫黄濃度とマグマ噴出物量の地質学的見積りから過去の噴火時に放出されたSO₂量を求める手法がある。その手法を用いた結果、1783年のアイスランドのラキ火山では3000万トン以上、1815年のインドネシアのタンボラ火山では2000万トン以上のSO₂が放出されたと見積られている。さらに、約70000年前のインドネシア、スマトラ島のトバ火山の噴火では2000km³のマグマが火砕流として放出され、同時に放出されたSO₂は1991年ピナツボ火山噴火の250倍以上に達し、気温低下は全地球平均で3-5℃に達したと推定されている。複雑な地球気象システムのため、全地球が平均的に低温化することはなく、局所的には温暖化する場所もある。しかし、内陸部では、全地球平均の5-6倍の気温低下が観測され

た場合もあり (1815年タンボラ噴火では, ヨーロッパ・北米・西アジアの穀倉地帯を中心に冷夏), 巨大噴火が生じた場合は, 人間活動に与える影響は非常に大きい。最近1万年間に気候に影響を与えるような噴火 (ピナツポ噴火の1/10以上の規模) が400回程度と推定されている。

(*環境地質部・**資源エネルギー地質部)

Keywords : volcanic eruption, SO₂ flux, global cooling, aerosol

環境変動要因としてのメタンハイドレート

棚橋 学*・金子信行*・渡部芳夫*・前川竜男**

メタンは二酸化炭素より21倍大きな温室効果ガスである。メタンは永久凍土分布域や深海の堆積物中で, 水と共に氷と似た結晶物質であるメタンハイドレートとなって大量に分布していることがわかってきた。その量は在来型全炭化水素鉱床中の炭化水素のメタン換算量の2倍程度と見積もられている。地球温暖化により海水温が上昇するとメタンハイドレートの一部が分解してメタンガスが放出され温暖化が加速するという正のフィードバック機構が考えられたが, メタンハイドレートが主に存在

している深海の海水温が上昇するには数百年から千年以上かかることから, 一般的にはメタンハイドレートの分解によるメタンによる温暖化の正のフィードバックは100年以上先に影響が出てくるものと考えられており, 当面の温暖化のシナリオには組み込まれていない。

しかし, メタンハイドレートの天然での存在量や存在様式, 氷期と間氷期の間での挙動や地球温暖化との関係にはまだわからないことが多く, 未知の, また見積もりを誤っているメカニズムによってメタンハイドレートが分解する可能性もある。例えば, 最終氷期に陸化して永久凍土下にメタンハイドレートが発達していた北極海浅海域では, 氷期が終わって進入してきた相対的に暖かい海水に暖められてメタンハイドレートが分解してメタンが放出されていると考えられる。メタンハイドレートの存在量は膨大でメタンの温室効果が大きいことから, 一部の分解でも温暖化には大きな影響がありうる。メタンハイドレートが天然の状態では採取され研究された例は少なく, その存在様式や形成メカニズムには不明な点が非常に多い。メタンハイドレートの分布, 地質との関係などに関して, さらに詳細な研究の進展が望まれる。

(*資源エネルギー地質部, **地殻化学部)

Keywords : methane hydrate, global warming, greenhouse effect

(受付: 1998年12月17日)