

## 第224回地質調査所研究発表会講演要旨\*

### 特集 炭化水素鉱床及び同堆積盆の形成機構を探る！ —成因と解析手法をめぐる最近の成果・動向—

#### 東アジアの堆積盆と炭化水素資源

角井朝昭

東アジア地域には非常に多様な石油・天然ガス鉱床がある。地質学的にそれらの成因を広域に比較し議論するためには既存資料を収集し、地質学的特性をもとにして整理し直す必要がある。1992年に出版された環太平洋マップ=プロジェクト (Circum-Pacific Map Project: CPMP) の主題図、環太平洋地域—北西太平洋象限エネルギー資源図 (Energy-Resources Map of the Circum-Pacific Region, Northwest Quadrant) 編集段階で収集した資料を再整理して本地域の堆積盆分布と炭化水素鉱床の特徴をまとめた。

北西太平洋および東アジア地域には約200の主要堆積盆が分布し、それらは以下の13程度の地理的グループに区分される。

1. 北米大陸—ユーラシア大陸の北側、北極海に位置する堆積盆
2. 北米大陸の西海岸に沿って分布する堆積盆
3. 太平洋プレートと北米プレートの間、すなわちアリューシャン弧に沿って分布する堆積盆
4. アジア大陸の内陸部安定大陸塊上に位置する古生代及び初期中生代から形成された堆積盆
5. アジア大陸の内陸部、大陸ブロックの縫合部や変動帯に沿って位置する堆積盆
6. アジア大陸東部の東縁附近に位置する堆積盆
7. 北西太平洋の海溝—島弧—縁海系に位置する堆積盆
8. スンダ陸棚を含むアジア大陸東南の大陸縁辺部に位置する堆積盆
9. インドシナースンダ陸棚内部のレンチ=フォルト (インド—オーストラリア=プレートのユーラシア=プレートへの衝突に起因する) によって規制される新生代堆積盆

10. バンダ海の周りの群島周辺の堆積盆
11. インド洋北東縁 (スンダ弧) にそって分布する堆積盆
12. ニューギニア島、およびその周辺の堆積盆
13. ソロモン弧周辺の堆積盆

これらは互いに構造発達史上の共通性を有し、アジアの広域発達史の中でその成因が整理される。

(燃料資源部)

keywords: East Asia, aedimentary basin, oil and gas fields

#### 中新世秩父盆地の Syn-depositional Tectonics

高橋雅紀

関東山地の中ほどに位置する秩父盆地には、積算層厚5000m以上もの厚い地層が分布する。詳細な地質調査をもとに、浮遊性微化石に基づく地質年代および底生微化石による堆積場の変遷を明らかにした。秩父盆地より産出した浮遊性有孔虫はすべて N.8(Blow, 1969) を指示することから、5000m以上もの地層が100万年程度の短時間で堆積したことが判明した。一方、底生微化石 (底生有孔虫・貝形虫) 群集からは、秩父盆地新第三系の上半部の地層が50-150mほどの浅い海域で堆積したことが示唆される (第1図)。秩父盆地の東縁断層および南縁正断層近傍にのみ分布する不淘汰角礫岩の存在や、syn-depositional な正断層群の形成を考慮すると、秩父盆地は N.8末期に正断層で境された傾動盆地であって、基盤の傾動にともなって浅海域を保ちつつ厚い地層を堆積させたと判断される。関東山地南東部に位置する五日市盆地も、秩父盆地と同様の N.8 期の傾動盆地であろう。このような前期中新世後期の傾動盆地群は東北日本の特に背弧域に多く発達しており、日本海の拡大にともなうリフティングを表していると考えられている (Yamaji, 1990など)。中新世火山弧より外帯に位置する関東山地にも同時期の典型的傾動盆地が存在していることから、背弧拡大時期には前弧域も引張テクトニクス

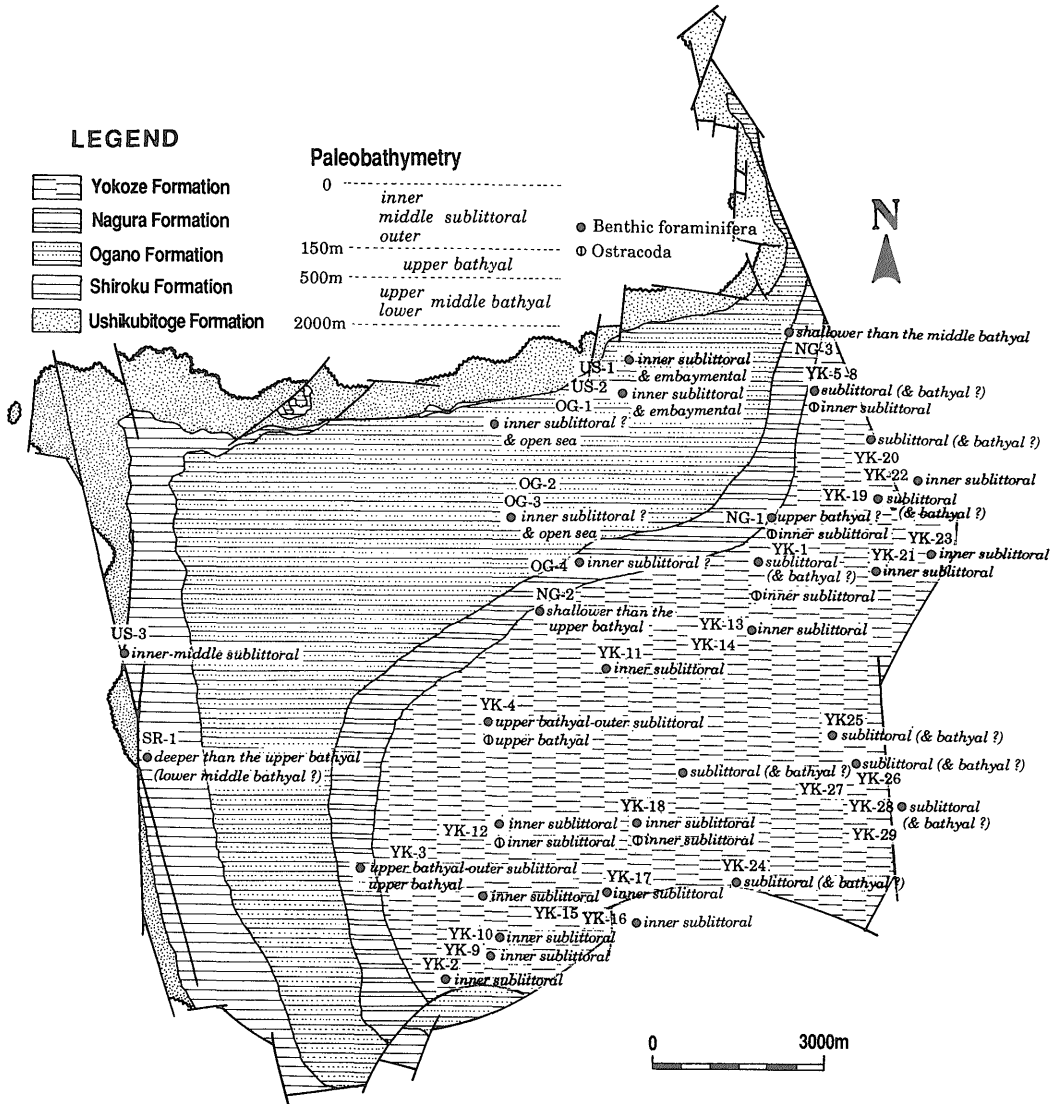
\* 平成5年7月9日日本所において開催

が支配していたと考えられる。

(燃料資源部)

Keywords: Syn-depositional, Miocene, Tectonics, Half graben,

Foraminifera



第1図 底生微化石にもとづく秩父盆地の中新統の堆積場の復元。

秩父盆地はN. 8期の海進とともに内湾的環境(US-1~3)から中部漸深海帯(SR-1)へと急激に沈降した。上部2000mの地層は浅海帯で堆積していることから、堆積盆の沈降と埋積が常に釣り合っていたことが示される。

## 新潟含油堆積盆中部域における タービダイト砂岩の重鉱物特性 —ミクロ的アプローチからマクロ的アプローチへ

徳橋秀一\*・クリストファー アギンギー\*\*

新潟県中部域には、新第三系新潟含油堆積盆の標準層序の模式地が多く含まれる一方、中新世中期から鮮新世のタービダイト砂岩体が多数分布し、油・ガスの重要な貯留岩となっている。ここでは、これらの砂岩体の重鉱物特性を解明し、各砂岩体相互の成因的關係・供給源・形成機構の解明、さらには、砂岩体分布予測技術への応用の可能性について予察的に検討する。

ミクロ的アプローチとは、特定の個別地域に分布する砂岩について、堆積学的特性とともに鉱物学的特性を詳細に検討し、その結果を砂岩の堆積様式の解明に積極的に活用する手法であり、小千谷市東方の東山南部域に分布する前期鮮新世川口層のタービダイト砂岩を対象に行った。その結果、上部川口層堆積時には、堆積環境と堆積様式を異にする2つのタービダイト砂岩が東西に平行して分布していたことが明らかになった。すなわち、東側には、暴風波浪限界以深の浅海陸棚域で形成された陸棚タービダイト砂岩が、そして西側には、半深海域の海底扇状地で形成された海底扇状地タービダイト砂岩が同時期に異なった供給様式で形成されたことが、両地域に分布するタービダイト砂岩の重鉱物特性を詳しく検討することによって、初めて明らかにされた。

マクロ的アプローチとは、一つの堆積盆内に分布する多数の砂岩体の鉱物学的特性について、一定の手法を用いて解析し相互に比較検討することによって、これらの砂岩体の成因的・堆積学的関連性について解明する手法であり、新潟県中部域に分布する寺泊期から西山期のタービダイト砂岩体を対象に行った。その結果、個々の露頭に産出するタービダイト砂岩の重鉱物組成はよく安定していること、量的に主要な重鉱物（オペーク、ホルンブレンド、ハイパーシン、オージャイト）の組合せによって、各地のタービダイト砂岩は少なくとも6つのタイプに分類することが可能であることが明らかとなった。

このように肉眼的には区別できないタービダイト砂岩体についても、それらの重鉱物特性を検討することによって、タービダイト砂岩相互の関連性の解明に役立ち得ることがミクロ的アプローチとマクロ的アプローチの両面から明らかになった。

(\*燃料資源部\*\*STAフェロー)

Keywords: heavy mineral analysis, Niigata oil basin, turbidite sandstone, stratigraphic trap, sandstone reservoir, submarine fan, shelf turbidite

## 堆積物中の硫黄含有量と炭化水素鉱床の関係

粕 武\*・鈴木尉元\*\*

硫黄の堆積物中への濃集モデルを作った。そのモデルを使って、堆積物中の硫黄含有量と炭化水素鉱床の関係を検討した。硫黄含有量を測定した試料は炭田地域（黄金坑）、油田地域（尼瀬 R-4坑井）、ガス田地域（上太田 R-1坑井）、炭化水素鉱床を賦存しない地域（藤代 GS-RU-2坑井）である。

炭田地域の試料として、北海道石狩炭田北東部に位置する芦別炭礦黄金坑から採取した。採取された挟炭層は主に古第三系石狩層群の美唄層である。美唄層は石狩炭田全域に分布し、下部は海成層である若鍋層、上部も海成層である赤平層と整合にかさなる。また植物化石を多産し12層の炭層を挟有する。炭層間の一部の堆積物から汽水棲貝化石を産する。試料の採取部は13番炭層から16番炭層間の約60mである。油田地域の試料として、新潟県中部の海岸にある尼瀬油田の尼瀬 R-4坑井の油の産出した深度300~500m間から採取した。採取した地層は主に第三系鮮新世の寺泊層である。寺泊層は東山背斜の軸部および日本海沿岸の寺泊背斜の中心部に分布する。下部は七谷層、上部は椎谷層に整合にかさなる。化石は海棲の貝、有孔虫、珪藻、放散虫等が見られ、全体が海成層である。尼瀬 R-4坑井の産出油層は4層準に分けられるが、最も多く産出したのは深度300~400mのIII層である。ガス田地域の試料は房総半島のほぼ中心部にある千葉ガス田の坑井、上太田坑井から採取した。採取した地層は第三系鮮新世の黄和田層である。黄和田層は千葉ガス田全域に分布し、下部は大原層、上部は大田代層と整合にかさなる。化石は外洋性の有孔虫が多く検出される。その他の地域の試料は茨城県藤代町の小貝川低地に掘削された坑井 GS-RU-2坑井の深度1~49m間の A 層から採取した。採取した地層は第四系完新世の藤代層である。藤代層は淡水-海水-淡水から成る一つの堆積サイクルを示す。

黄金坑の堆積物中の硫黄含有量は13番層上層から13番2上層間（14m）では0.08~0.17%、13番2層上層~14番層（9m）では0.09~0.68%（13番層2上層直上の19.9%を除く）、14番層~16番層間（30m）では0.04~0.19%

(14番層直上の1.2%を除く)である。尼瀬R-4坑井の堆積物中の硫黄含有量は深度300~500m間で1.304~1.479%である。上太田R-1坑井の堆積物中の硫黄含有量は黄田田層で0.364~1.013%である。藤代GS-RU-2坑井の堆積物中の硫黄含有量はA層で0.063~1.827%である。

石炭層を挟有する堆積物の堆積環境は淡水環境が多く、汽水環境でも一部見られる。石油・ガスを産出する堆積物の堆積環境は海水環境が多い。しかも石油の産出する地層は強い還元環境であり、ガスを産出する地層は弱い還元環境である。炭化水素鉱床のない地層は淡水-海水-淡水と変化が大きい。

(\*地殻化学部・\*\*地質情報センター)

Keywords: Sulfur content in Sedimentary rocks, depositional environment, petroleum, gas, coal, inorganic geochemistry

### 炭化水素資源ポテンシャルと堆積盆解析 —無機地球化学的手法による女川根源岩相の 堆積環境復元—

渡部芳夫\*・山本正伸\*・今井 登\*\*

秋田・新瀉地域での石油・天然ガス資源の主要な根源岩相である中新統女川層及びその相当層について、葉理の発達した珪藻質富有機物岩相の発達した堆積環境とそのメカニズムについて主として地球化学的手法に基づいて検討した。

女川堆積盆北部に位置する青森県下五所川原・鯉ヶ沢及び秋田県下能代・鷹ノ巣・男鹿・五城ノ目・八島の七地域試料について、ほぼ12~10Maの層準のみを対象に主要・微量20元素含有量についての多変量解析を行った結果、堆積物の構成要素として陸源砕屑物・生物源シリカ・金属硫化物・続成炭酸塩鉱物・磷酸塩鉱物そして局地的な熱水堆積物が識別された。

これらの要素因子の古地理上の分布を復元すると、女川堆積盆の北西部に砕屑物の影響の少ない地域が位置し、同時に生物源シリカの供給と金属硫化物の固定が著しかった結果、良好な根源岩相が発達したことが明らかになった。これらの地域では、高い生物源シリカ因子に伴う有機物の供給により底層水は還元的となったことが判明し、女川主部層堆積時の堆積盆内の底層水酸化還元環境は、主として深度に依存したスタグナントモデルが当てはまると結論される。

(\*燃料資源部・\*\*地殻化学部)

Keywords: Onnagawa Formation, sedimentary environment, Late Miocene, Northeast Japan, factor analysis

### 炭化水素資源ポテンシャルと堆積盆解析 —有機分子組成に基づく古海洋環境の復元—

山本正伸・渡部芳夫

女川珪藻質岩類の堆積盆の古海洋環境を明らかにするため、秋田県下能代・鷹ノ巣・八島地域試料について、バイオマーカーを用いた有機地球化学的手法により解析を行った。

その結果、女川層と船川層下部は高いC27/C29ステラン比に特徴づけられ、砕屑物量の増加と考え合わせると海成藻類の生産性の増加が顕著であったことが認められる。ホパン/ステラン比は、砕屑物量に反比例する一方、葉理保存度に反映される底層水の酸化度と比例関係にあることが認められ、酸化的環境下で促進されかつ粘土-有機物複合体の形成に阻害されるバクテリア活動の存在を示す。

このような堆積環境は、八島地域では女川層上部から船川層・天徳寺層にかけて、還元的底層水環境から酸化的環境へと変化したことが、葉理保存度やC35ホパン量、ホモホパンインデックスの変化から認められる。この底層水環境の変化は10~6Maの期間に急速に起こったが、ほぼそれと同時の9~6Maに24-ノルコレスタン、28、30-ビスノルホパンの増加が検知され、酸化的底層環境下での生物生産性の増加が生じたものと考えられる。

このような生物生産性の増加は、由利原・南外地域、佐渡島のほか、北大和トラフや北日本海盆でも認められる一方、大和海盆や日本海盆では逆に生産性が低下したことから、古日本海各地における局地的湧昇流の強化がその原因であったと結論される。(燃料資源部)

Keywords: Onnagawa Formation, sedimentary environment, Late Miocene, Northeast Japan, organic geochemistry, primary productivity, upwelling

炭化水素資源ポテンシャルと堆積盆解析  
—堆積学的手法による女川堆積盆の  
古海洋環境の推定

脂肪酸の初期続成作用について

寺島美南子

渡邊真人

東北日本の後期中新世の submarine hiatus の時空分布に基づき、女川層及び船川層堆積時の古海洋循環について考察した。

東北日本から北海道にかけての上部中新統中には、広域に分布するほぼ同時期の submarine hiatus があることが珪藻化石層序の検討により明らかとなっている。これらの hiatus は半深海の斜面域で堆積した珪藻質泥岩の中に発達しており、底層流の強化が hiatus の原因であると考えられている。それらの hiatus のうち、北海道東部の豊頃丘陵に分布する大樹層中の hiatus と、能登半島基部の水見地域に分布する姿層と阿尾層との間の hiatus について詳しい検討を行った。

両地域内のいくつかのルートで珪藻化石層序を検討することにより、両地域内での hiatus の時空分布を調べると、次の共通の特徴が明らかになった。hiatus は 8.5 Ma 頃各ルートで同時に始まり、この直後の時期にもっとも広い範囲に hiatus が分布する。その後斜面下部から堆積が始まり、hiatus の分布域が徐々に狭くなっていく。この事実は、両地域で hiatus をもたらした底層流の強度が、8.5Ma 頃に急激に強くなり、その後徐々に弱くなっていったことを示す。

東北日本から北海道にかけての後期中新世の hiatus の時空分布を、従来の研究によるデータに基づき検討すると、地域毎に hiatus の継続期間はさまざまであるものの、その開始時期は 8-9Ma 前後に集中すること、および 8-9Ma にもっとも hiatus の分布が広いことが明らかとなった。この事実は、豊頃丘陵、水見地域で示されたような底層流の 8.5Ma 頃の急激な強化は、東北日本から北海道に及ぶ広い範囲にわたる現象であることを示す。

広域にわたり 8-9Ma 頃に急な底層流の強化があったことから、その時期に女川層堆積盆を含む広い地域で海洋循環が急に活発化したことが推定される。

(燃料資源部)

Keywords: submarine hiatus, ocean circulation, bottom current, late Miocene, Northeast Japan, Onnagawa Formation

脂肪酸は脂質に属する化合物で、生体構成成分の一つであり、地球上に広く分布している。現世堆積物中の有機物の初期続成作用に関する研究を始めるにあたって、

1. 脂肪酸の存在状態と分析法の問題点
2. 現世堆積物中の脂肪酸の分布のプロファイル
3. 現世堆積物中の脂肪酸の根源物質、続成変化、堆積環境による変化
4. 続成作用、堆積環境のインジケータとしての脂肪酸

についてレビューを行なった。

脂肪酸は存在状態の違いにより分布様式が異なり、また、続成作用に対する挙動も異なっている。従って、存在状態の違いにより、脂肪酸の分布のプロファイルを求める事が重要である。従来脂肪酸の分析に対して用いられていた、単純なアルカリ・ケン化法は非結合態の脂肪酸の抽出には適しているが、堆積物に強く結合した結合態の脂肪酸の多くはこの方法で抽出されない。酸加水分解後アルカリ・ケン化法によって分離する必要がある。

湖や海洋の表層堆積物中のノルマル飽和脂肪酸は一般に偶数炭素優位性を示し、C の 16 と 22-26 に極大をもつ bimodal な分布を示す。低分子脂肪酸 (C<sub>12-20</sub>) の割合は深度が増すと共に減少し、反対に高分子脂肪酸 (C<sub>20-34</sub>) の占める割合が増加する。この両分子量領域に見られる相対的増減の差の理由として、①低分子脂肪酸の方が微生物に利用されやすい分子サイズである、②元来高分子脂肪酸は不活性で微生物の攻撃にたいして抵抗性がある、③高分子ノルマル脂肪酸は微生物がアクセスしにくいマトリックスに結合している、などが考えられる。

一般に、プランクトン、Algae、現世堆積物中の脂肪酸は偶数炭素優位性を示し、CPI 値は高い、続成作用の進行と共に偶数炭素優位性の特徴は失われ、CPI 値は低くなる。しかし、特に底質が還元的で、硫酸還元やメタンジェネシスが起きているような環境においては、微生物による脂肪酸の選択的分解が起るため、現世堆積物であるといえども CPI 値は低い値を示す場合がある。このような場合 CPI 値は続成作用のインジケータになり得ない。

ヒドロキシ酸は脂肪酸に OH 基が置換した化合物である。このうち、長鎖の  $\omega$  ヒドロキシ酸は高等植物の表皮組織に含まれ、東京湾や相模湾においては、河口堆積物中で多く、湾内において少ない。明らかに陸源物質の

指標になり得る。

$\beta(\alpha)$  ヒドロキシ酸は微生物分解物が多い処ではiso化合物が多く、少ない処ではanteiso化合物が多い関係が認められる。 $\beta(\alpha)$  ヒドロキシ酸のiso/anteiso比はバクテリア由来有機物の初期続成作用の程度を表しているとみられる。

このように、脂肪酸の存在状態による分布のプロファイルやある種の脂肪酸は、根源物質、続成作用、堆積環境を解明するための指標となり得ることが分かる。

(燃料資源部)

Keywords: fatty acids, hydroxy acids, early diagenesis, source indicators, environmental indicators

を見積ると、バイオマーカー等で推定される熟成度より高くなる。また、成因の異なるコンデンセートへの適用には注意が必要である。さらに、MPRとメチルフェナントレン/フェナントレン比(MP/P)に基づいて原油・コンデンセートを5つに分類し、3つの熟成経路を識別した。MP/P比は根源有機物のタイプや熟史に依存すると考えられるため、この3つの経路はキッチンエリアにおける根源岩の有機物タイプと熟史の違いを反映しているものと思われる。

(\*燃料資源部・\*\*石油資源開発㈱・\*\*\*地殻化学部)

Keywords: ethylphenanthrene, Maturity parameter, Niigata Basin, Neogene Tertiary, Petroleum, Organic geochemistry

### 本邦新第三系堆積盆地への メチルフェナントレン熟成指標の適用

金子信行\*・武田信從\*\*  
坂田 将\*\*\*・鈴木祐一郎\*

メチルフェナントレン(MP)の異性体比の変化を利用した熟成指標は、バイオマーカーよりも高熟成領域に適用が可能で、時間よりも温度依存性が高いことから、若い堆積盆地での石油生成反応を理解する上で有効な手法と考えられている。新潟堆積盆地の2地域の泥岩試料と堆積盆地内から産出した原油・コンデンセート試料について、メチルフェナントレン組成を分析し考察を行った。

西頸城地域能生川ルートと尼瀬油田の泥岩試料のメチルフェナントレン組成は、上位層準の試料ではほぼ一定の値を持つが、下位層準の試料では埋没深度の増加とともに急激な増加を示す。能生川ルートでの熟成指標MPR [2-MP/1-MP] とビトリナイト反射率( $R_o$ )の関係は、 $R_o < 1$ ではほぼ一定で、 $1 < R_o < 1.7$ では直線的に増加し、 $R_o = 0.257MPR + 0.66$ の関係がある。 $2.2 < R_o < 2.5$ では $R_o = 1.7$ の試料のMPR値より低く、減少を示している。熟成指標としてのMPRの適用範囲は、直線関係の認められる $1 < R_o < 約2$ であろう。尼瀬でのMPRと $R_o$ の関係も、ほぼ能生川ルートの傾向に一致する。また、Ruhr Basinの石炭系試料の文献データともよい一致を示し、MPRが新第三紀から石炭系に渡る広い時間レンジで有効な熟成指標であることが確認された。

原油・コンデンセートについては、油ガス田間のMPRの変化に比べ、ある油ガス田内での値の変化は一般に小さい。しかし、上記の式に基づいてMPRから、原油・コンデンセートが根源岩から排出された時の $R_o$

### 秋田・新潟産天然ガスの 炭化水素組成と生成温度の関係

猪狩俊一郎

天然ガスの炭化水素組成は、その熟成度の推定やガス間の対比のための重要な指標であり、日本の天然ガスについても多くの測定が行われている。しかしながら、その決定要因については必ずしも明らかではない。特に、炭化水素組成と生成温度の関係については、確実な生成温度の指標が存在しないため明確になっていない。本研究において秋田・新潟より産する天然ガスの $\delta^{13}C(C_2H_6)$ と $\delta^{13}C(C_3H_8)$ を測定した結果、これらの同位体比が生成温度に強く依存していることが推定された。そこで、これらの同位体比を生成温度の指標として用い、炭化水素組成(特に各異性体間の比)と生成温度の関係について検討を行った。

$\delta^{13}C(C_2H_6)$ と $\delta^{13}C(C_3H_8)$ については各サンプルからそれぞれの成分をガスクロマトグラフを用いて分離後、900°Cに加熱したCuO炉を通すことによりCO<sub>2</sub>に酸化し、その<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C比をMAT250型質量分析計により測定した。また、炭化水素組成についてはC1-C6パラフィン系炭化水素についてキャピラリーカラムを用いたHP 5890A型ガスクロマトグラフにより測定を行った。

$\delta^{13}C(C_2H_6)$ と $\delta^{13}C(C_3H_8)$ の間には強い相関が観察され、この関係はJames (1983)による同位体平衡論に基づく等式、またChung *et al.* (1988)により示された速度論に基づく等式のいずれによっても説明が可能である。このことにより各サンプルの $\delta^{13}C(C_2H_6)$ と $\delta^{13}C(C_3H_8)$ は生成温度に強く依存していることが推定された。炭化水素組成に関しては、i-butane/n-butane比、i-pentane

/n-pentane 比, neopentane/i-pentane 比, neopentane/n-pentane 比, 2,2-dimethylbutane/2,3-dimethylbutane 比と  $\delta^{13}\text{C}(\text{C}_2\text{H}_6)$  の間に明瞭な相関関係が観察された。低温領域, 即ち  $\delta^{13}\text{C}(\text{C}_2\text{H}_6)$  が低い領域では高級炭素を多く含む炭化水素が卓越し, 高温領域では異性体間の比は平衡に近づく傾向がみられた。このように, 秋田・新潟の炭化水素組成は生成温度に強く依存していることが明らかになった。

(地殻化学部)

Keywords: natural gas, hydrocarbon composition, carbon isotopic composition

### 炭素同位体比とアルカン組成からみた 火山岩貯留岩の石油の起源

坂田 将・松久幸敬・猪狩俊一郎

東北日本の日本海側地域に産する火山岩貯留岩 (VR) の石油について, 生物起源と非生物起源のいずれの可能性が高いかを検討するために, 炭素同位体比と飽和炭化水素組成を測定し, これを同じ地域の堆積岩貯留岩 (SR) の石油や泥質岩中の有機物 (ケロジェン) と比較するとともに, FT (Fischer - Tropsch) 反応によって合成される非生物起源の石油とも比較を行った。

VR の石油の全フェーズ及び飽和炭化水素フラクションの  $\delta^{13}\text{C}$  値 (PDB に対する値) はそれぞれ  $-22.0 \sim -23.2\%$  及び  $-21.7 \sim -23.4\%$  であり, これらは実験誤差の範囲内で SR の石油の全フェーズ ( $-22.3 \sim -23.1\%$ ) 及び飽和炭化水素フラクション ( $-22.1 \sim -23.5\%$  の値と一致する。また同データ (全フェーズ) は, 海外の石油の  $\delta^{13}\text{C}$  値 (全フェーズ) の分布範囲 ( $-20 \sim -34\%$ ) に包含され, 同時代 (中新世以新) の石油の値 ( $-21 \sim -23\%$ ) と高い類似性を有する。一方, 同じ地域のケロジェンの  $\delta^{13}\text{C}$  値の分布は  $-22.0 \sim -26.3\%$  であり, VR の石油と類似の炭素同位体比を有するケロジェンも見いだされている。一般にケロジェンの熱分解で石油が生成する反応は同位体分別を殆ど伴わないことが知られており, VR の石油を生物起源とすることは, 炭素同位体比からみて合理的である。一方, マントル起源の炭素 ( $-5 \sim -8\%$ ) から FT 反応によって石油が生成する場合, その  $\delta^{13}\text{C}$  値は  $-30\%$  よりも低くなると予想されるため, VR の石油の炭素同位体比と合致しない。

VR の石油の飽和炭化水素組成は SR の石油や海外の海成石油の同組成と類似性が高く, ノルマルアルカンを主成分とするほか, プリスタンやフィタン等の一連の非

環状イソプレノイドアルカンを含んでいる。このイソプレノイドアルカンは, クロロフィルに由来するバイオマーカーであり, 生物起源の証拠と見なすことができる。しかもこのイソプレノイドアルカンの濃度 (ノルマルアルカンに対する比) は, VR の石油と SR の石油の間で差が認められない。以上の結果は, VR の石油が SR の石油と同様に生物起源 (ケロジェンの熱分解起源) である可能性を強く支持しており, VR の石油のみを非生物起源 (マントル起源の炭素から FT 反応で生成した) と考えるシナリオは現実的でない。

(地殻化学部)

Keywords: petroleum, volcanic-rock reservoir, kerogen, carbon isotope ratios, saturate hydro-carbon compositions, isoprenoid alkanes, biogenic origin

### 堆積盆におけるメタンハイドレート鉱床の 形成メカニズムについて

奥田義久

メタンハイドレートは, 水に過剰なメタンが存在する環境のもとで低温高圧の条件下で生成される。現在知られているメタンハイドレートの分布は, 凍土地域及び極海域と, 中～低緯度の大陸縁辺域の数百メートル以深の深海域である。

既に探鉱が進みかつ経済的なガス田が存在する陸域のシベリアのメソヤハガス田やアラスカのブルドー湾地域における経済的な鉱床は, ハイドレート安定領域の下部すなわちハイドレートの生成ゾーンの下限近くに存在する。

メタンハイドレートを構成するメタンの起源は, 通常炭素同位体比で判断される。経済的なガス田における炭素同位体比データは, 一般にハイドレート安定領域の上部では一般に生物発酵起源, 下部では熱分解起源のガスを示している。海域においても, 既に代表的な油ガス田の存在するメキシコ湾などでは熱分解起源のメタンガスがガスハイドレートを構成している。

ガスハイドレートの産状には, 分散状, 団塊状, 層状, 塊状などがあるが, 将来の開発にとって有効と思われる塊状のハイドレートは一般に熱分解起源のガスを含んでいる。

我が国の海域においても, 紀伊水道沖等で, BSR の下位にブライトスポットが認められる反射法地震探査データがあり, 将来経済的に開発が可能と思われるガスハイドレート中のメタンの起源は熱分解起源であること

を暗示している。

従来、日本の周辺海域のメタンハイドレートの分布は、南海トラフ海域、十勝-日高海域、奥尻海嶺海域、西津軽舟状海盆等に知られているが、地質調査所及び通産省による基礎調査の反射法地震探査記録の最近の再検討によって、網走北方のオホーツク海の水深400メートル以深の海域にも、しばしばBSRが認められ、広域的にガスハイドレート分布することが推定されることが新たに判明した。

なお、ソ連の最近の海洋調査によれば、コアによりサハリン東方海域の海底から分散状、及び団塊状ハイドレートを採取している。したがって、オホーツク海の海底下では塊状のハイドレートが十分に期待できる。

(海洋地質部)

Keywords: Methane, Hydrate, Nankai Trough, Ohhotsuku Sea

### 深部貯留層構造評価のための BATS システムの開発と応用

小玉喜三郎\*・今村哲己\*\*

近年、探鉱リスクの軽減を目的とした炭化水素鉱床成立過程のさまざまな機構に関するモデリングがすすめられ、応用されている。このうち流体移動のモデリングにおいては、経路や貯留構造としてのテクトニック・フラクチャーの重要性が指摘されているが(Nelson, 1985)、発達過程や規模を評価することが難しいために定式化には成功していなかった。しかし、最近探鉱が進められている5千メートル級の深部構造や、構造運動の激しい島弧地域の堆積盆地においては、フラクチャー構造が支配的と考えられるため、そのモデル化が求められている。

筆者は、堆積盆地中のテクトニック・フラクチャーの発達が盆地の基盤運動にともなう被覆層の変形過程で徐々に発生・発展するという前提の下に、「仮想基盤変位法」と名付けた解析法を開発した(小玉・竜, 1975; Kodama *et al.*, 1985)。この方法では、実際は未知な基盤運動を仮想的に与えながら、観測された部分的に既知な変形を最もうまく再現する最適基盤変位を抽出し、これによってテクトニック・イベントごとの増分歪やフラクチャー分布を解析する。

本研究ではさらに、解析されたフラクチャーの浸透率を歪量から算出するプログラムを追加し、堆積盆地の地層水がこのフラクチャーを伝わって垂直に移動する機構を評価した。そして、研究者や技術者が実際の地質断面について実用的にこれらの解析をするために、汎用ワークステーションを用いたシミュレータ(BATS システム)を開発し、共同研究者とともに新潟平野の地質断面に適用した。

本研究によって、①フラクチャーの分布・規模・方向・発生のタイミングの定量的見積もり、②構造の形成過程、③累積した深部構造の解釈・解析法等を確立した。一方、④歪の累積や破碎帯の固結度、⑤地層の圧縮性等の評価や実際の坑井データによる検証は今後の課題として残された。移動のモデリングでは、①歪量とフラクチャー・パーミアビリティ量のモデル化、②地層やフラクチャーの異方性のモデル化、③フラクチャーの流体移動に及ぼす効果の評価を行ったが、④ガス/液体の多相モデルについては今後の課題として残された。シミュレータについてはSun SparcStationによる実用的な計算環境とGUIによるユーザー・フレンドリーな操作環境を移植性の高いシステムとして開発することに成功した。

(\*首席研究官 \*\*帝国石油(株)探鉱部)

Keywords: basin modeling, tectonic simulation, fracture permeability