

第 203 回地質調査所研究発表会講演要旨*

特集 燃料資源の評価・探鉱に関する最近の成果・動向・話題

石油・天然ガス資源評価法の進歩と最近の動向

奥田義久

1950年代迄の堆積盆の資源量評価法としては、堆積盆中の貯留層に着目した面積法、及びそれを発展させた容積法が主流であった。これらの方法には、単一構造に着目した方法、同一タイプの複数の構造群について試算する方法、統計的手法を導入する方法などがある。

1960年代に入ると、堆積盆中の根源岩の熟成作用による石油の生成に注目して、堆積盆中における根源岩の存在量を考慮した面積法・容積法などの手法が開発された。

さらに1970年代には、根源岩の熟成・石油の生成・移動の過程に地化学的な物質収支の概念を導入した地化学物質収支法が世界的に広まった。我が国においてもPEACなどにおいてArrheniusの活性化エネルギー反応式を用いた熟成評価法などを取り入れた独特の地化学物質収支法の試算方法を確立して、1970-1980年代に我が国の陸域・海域の石油・天然ガス資源量の試算が行われた。

1980年代に入ると、古くから行われてきた発見率外挿法などで確認された石油・天然ガスに関する諸事象の対数正規分布を前提とした統計的手法であるプレイ法がカナダ及び米国で開発され、資源評価法の主流となった。

一方、フランスでは、独特な堆積盆復元モデル、地殻熱史モデル、温度及び有機物熟成モデル、及び移動・集積史モデルの手法が開発された。また、ソ連では、堆積盆中の有機物質の熟成過程のモデルに重点をおいた有機物質定量法を開発している。

プレイ法を除くと、世界各国で行われている堆積盆における石油・天然ガス資源量評価に関する現在の方法は、基本的には地化学物質収支法の改良型である。しかし、いずれの方法も移動・集積過程の評価方法に少なからず問題があるといえる。このような難点を克服するには、Klemmeなどによる堆積盆地の分類法に基づいて、個々

の堆積盆の型についての移動・集積過程のケーススタディーを数多く実施し、より正確な法則性を求める研究を行う必要がある。(海洋地質部)

Keywords : petroleum, gas, resource assessment

CCOPによるWGRA (Working Group on Resource Assessment) Projectの概要と燃料資源部の役割

名取博夫

“WGRA”はCCOP東アジア堆積盆解析(East Asia Sedimentary Basin Analysis)プロジェクトを推進するためのワーキンググループ名の略称である。しかし、その活発な活動を反映し、この略称は本来のプロジェクト名の代名詞となり、関係者の中で慣用されている。

このプロジェクトは、東アジア諸国のマッピング技術とエネルギー・鉱物資源評価技術の向上等をねらいとする一種のマッププロジェクトである。

このプロジェクトでは、東アジアの沿海地域を6区画に区分して200万分の1の地形図を基図とする資源関係図表類を作成すること、作成された図表に基づき資源評価技術を修得すること、資源評価のためのデータ処理技術を獲得すること等が具体的な目標とされている。

このプロジェクトの推進母体は、アジア地域沿海鉱物資源共同探査調整委員会(CCOP)である。プロジェクトへの参加国は日本、韓国、中国、フィリピン、タイ、ベトナム、マレーシア、インドネシアの8ヶ国である。

プロジェクトは前後2期に分かれ、第一期(1986-87)には、200万分の1の堆積盆等総層厚線図、主要堆積盆の柱状図、地質断面図、堆積盆分布図等の作成が行われた。第二期(1988-91)には、200万分の1年代別等層厚線図・岩相図・古環境図の作成、石油地質データの収集、これらのデータに基づく探鉱プレイの認定、モデルフィールドに対するプレイ法による堆積盆資源評価の試行等が行われている。

* 平成2年7月20日日本所において開催

我が国においては、地質調査所が代表機関として参加し、燃料資源部が中心となって作業に取り組んでいる。具体的な作業は地質調査所特別研究「プレイ法による堆積盆炭化水素資源評価に関する研究」の一環として行っている。この研究では地震探査記録、試錐資料等の総合的な解析による日本周辺海域及び陸域堆積盆における資源関係図表の作成、それらの資料に基づく主要堆積盆におけるプレイの認定、プレイ法による炭化水素資源評価の手法に関する研究等を行っている。

WGRAの作業は最終段階に入り、第一期の成果はすでにまとまり、CCOP Technical Bulletin 1991版として、地質調査所において印刷する予定である。

(燃料資源部)

Keywords: CCOP, resource assessment, play analysis, basin analysis, East Asia

さん出版・公表されているが、日本周辺を網羅し、これだけの精度を持ち、同一の仕様で作成(編集)・公表された資料は少ない。

日本以外の参加国(中国・韓国・ベトナム・フィリピン・タイ・マレーシア・インドネシア)の資料に関しては、それぞれの参加国の事情によって、提出された資料の精度・目新しさは異なる。参加国の中には、今回のプロジェクトのために資料の再編纂を行った所もあり、精度の飛躍的に向上した地質資料を提出した参加国もあった。従来出版された堆積盆図、例えば ESCAP による東アジアの石油・天然ガス鉱床図に比べて、大幅に精度・情報量が向上しているといえる。(燃料資源部)

Keywords: CCOP, resource assessment, basin analysis, East Asia, petroleum, gas

プレイ法による資源量評価

渡部芳夫・角井朝昭・小玉喜三郎

WGRA 堆積盆評価作業のための基礎資料の作成

角井朝昭・渡部芳夫

1986年から開始された CCOP-WGRA プロジェクトの目的は、参加各国が石油天然ガス資源量評価を行うための技術移転を行い、自国の資源量を評価することにある。

プロジェクトの過程で作成される諸堆積盆資料は、あくまでも資源量評価のための基礎的な資料として位置づけられるが、それらの編纂そのものもアジア地域の新生代古環境変遷や、テクトニクスの解明に貢献する。

これらの堆積盆資料の編集作業は、1988年までのフェイズ I と 1991年までのフェイズ II に分けられる。フェイズ I においては、200万分の1堆積盆等総層厚線図(層厚1000メートル毎に線表示、基盤は経済基盤)、200万分の1堆積盆分布図・油ガス田図(堆積盆のインデックス、主要地質構造線、油ガス田-探査井のインデックス)、堆積盆別模式層序柱状図(時代-岩相-堆積環境)、構造断面図(水平方向25万分の1、垂直方向5万分の1、各累層境界を表示)が提出された。これらの成果はスケールなどを調整した後、91年度に印刷出版される。

フェイズ II では200万分の1時代別等総層厚線図、200万分の1岩相図、200万分の1古環境図、古環境断面図(フェイズ I の構造断面図と同じラインについて作成)を編集する。ただし、ここでは新生代を3分し、各時代ごとに岩相図・古環境図を作成する。

国内の堆積盆に関する資料では、断片的な資料はたく

過去数十年間多くの機関・研究者によって採用されてきた、類推法、面積法、容積法そして地化学物質収支法等の資源量評価手法に対し、最近注目を浴びているプレイ法は、最終結果の評価量そのものが確かさの幅を持った確率分布として表現される特徴を持つ。本来プレイという概念は、炭化水素の生成・移動・貯留層の発達・トラップの形成等に関して、共通な地質学的性質を持つプロスペクトまたは既発見鉱床の集まりを意味している。プレイ法は、このプレイを評価対象単位とする資源量評価法であり、最終的な資源量評価に必要な鉱床規模のばらつきと鉱床数という2つの情報を、入手可能なデータの量に応じて、既発見鉱床のデータをもとにした統計的手法あるいは、主観的な見積りをもとにしたモンテカルロ法により計算するものである。統計的手法では、鉱床の発見プロセスを解析し、その情報に基づいたモデリングを行う。この方法では、鉱床の発見順序には規則性があり、相対的に大きなプールほど探鉱の初期に発見され易いこと、そして探鉱過程においては、同じプロスペクトが二回以上探鉱対象になることはないということを前提としており、既発見鉱床の発見順の規模の変化からプレイ中の鉱床規模のばらつきを推定するものである。一方、主観的手法では、トラップ・貯留層・根源岩・孔隙率そしてクローチャー面積といった資源に関する量的変数を主観に基づいて予想し、それらの予想の不確かさを考慮に入れた確率分布の形で入力して、プレイ中の鉱床

規模のばらつきが計算される。

これらの作業で得られた鉱床規模のばらつきは、探鉱リスクの推定をもとに計算される予想鉱床数とともにマッチング作業にかけられ、堆積盆解析及び探鉱史から見た地質情報と矛盾しないかどうか検討される。このフィードバック作業を繰り返して得られた最終計算値をもとに、プレイ中の資源総量が求められる。

堆積盆評価法としてプレイ解析法が適しているかどうかは、堆積盆内に実際に存在する主要なプレイを全てもらさず、かつ別個に区別して認定しているかどうか、計算結果に直接影響を与える石油地質学的特徴を、探鉱リスクや確率分布の形で、各々のプレイごとに適切に表現できるかどうかにかかっている。探鉱の進んでいない地域では、これらの条件を完全に満たすのはかなり困難である。しかしながら、プレイ解析法は新しい情報が入手された場合の再検討や更新作業がやり易いため、新しい評価作業の基礎となる地質情報を迅速に提供でき、基本的な地質的因子の決定に主観的判断が混じっていても、最終的には客観的データに基づくマッチング処理を経ることから、評価結果自体の質がある程度保障されていると言える。

(燃料資源部)

Keywords : resource assessment, petroleum, gas, play analysis, basin analysis

重鉱物分析と砂岩貯留岩形成機構の解明 —新潟県東山油帯南部地域を例として—

徳橋秀一

新潟県東山南部域(小千谷市東方)には、下位より、荒谷層(黒色-暗灰色泥岩)、川口層(砂岩泥岩互層)、牛ヶ首層(暗灰色泥岩)、白岩層(砂質泥岩)、和南津層(砂岩)という後期中新世から鮮新世の地層が南北方向の褶曲構造に規制されて広く分布する。

先に徳橋(1985;地調月報)は、東山南部の西部域において多くの凝灰岩鍵層を設定、フレッシュ型砂岩泥岩互層から成る川口層を、大陸斜面の麓で形成された海底扇状地堆積物とした。柳沢ほか(1986;小千谷図幅)は、上記の凝灰岩鍵層を東山南部全域に追跡し、岩相(累層)と時間面が大きく斜交することを発見した。また、川口層については、砂岩泥岩互層を東西で異なる2つのタイプに区分した。一方岩本(1989;総研報告)は、これらの砂岩泥岩互層のうち東側のものには別の累層名をつけ、これを陸棚のストーム堆積物とみなした。そして、陸棚で形成された砂岩を、西側の川口層のタービダイト砂岩の供給物質とみなした。

このように川口層堆積期に同時異相の関係で東西に並存する砂岩泥岩互層には、第1表の様な特徴が認められた。特にこれら東西の砂岩泥岩互層中の砂岩の重鉱物組成を検討した結果、両者は重鉱物組成のタイプを互いに異にし、東側の砂岩泥岩互層中の砂岩の重鉱物組成は、浅海成砂岩から成る和南津層の砂岩と同じ組成を示すこ

第1表 川口層堆積期における東西の砂岩泥岩互層の特徴の比較

主な比較項目	西側の砂岩泥岩互層 (K1・Ku1)	東側の砂岩泥岩互層 (Ku2)
泥岩	暗灰色泥岩	青灰色砂質泥岩
タービダイト泥岩(ダスト)	頻繁に産出	比較的稀
生痕の産出	稀	頻繁(<i>Cylindrichnus?</i> , <i>Teichichnus?</i>)
— 厚さ	最大10m。1m以上の砂岩も頻繁に挟まる	最大数m。大部分数10cm以下。1m以上稀
— 粒度	中粒-細粒(淘汰良好)	中粒-細粒(淘汰良好)
— 堆積構造	タービダイト構造	ニタービダイト構造 (一部、下部に逆級化構造)
砂岩	上下に密集して産出(DT=堆積舌状体を形成)	不規則に産出(特にDTを形成していない)
— 産状	東→西	東→西
— 古流向	タイプI, I-II, II	タイプIII
— 重鉱物組成	海底扇状地タービダイト砂岩	陸棚タービダイト砂岩
— 堆積環境 — 堆積様式		

とが明らかとなった。一方、同じ東側に位置する砂岩層でも、礫岩や泥岩同時侵食礫を伴うようなタービダイトのいわゆるフィーダーチャンネル相を示す砂岩は、西側のタービダイト砂岩と同じ重鉱物組成・タイプを示すことが明らかになった。このようなことから、東側の砂岩泥岩互層中の砂岩は、沿岸の砂が、ストームなどによって沖合に運搬されて堆積した陸棚タービダイト砂岩であるのに対して、西側の砂岩は、フィーダーチャンネルや海底谷を通して、河口周辺から直接運搬された海底扇状地タービダイト砂岩であると考えられる。

このように重鉱物分析は、砂岩の供給母材や供給源の推定に役立つのみならず、異なった堆積環境下で形成された砂岩の堆積学的関連の解明、したがって、砂岩の堆積様式の解明にも有用なことが明らかになった。

(燃料資源部)

Keywords: petroleum, gas, sandstone reservoir, turbidite sandstone, heavy mineral, Niigata Prefecture

堆積環境と有機物組成 —新潟県東山油帯南部地域を例として—

金子信行*・山田 真**
徳橋秀一*・柳沢幸夫***

石油根源岩中の有機物組成が、堆積環境によりどの程度変化するかを知るために、標題地域において、火山灰鍵層(NA 13, NA 33, NA 42; 柳沢ほか, 1986)直下の泥質岩を採取、分析し比較検討を行った。火山灰鍵層が同一時間面(海底面)を示すことから、泥質岩に含まれる有機物の組成変化は、主として起源有機物・堆積環境の違いによるものと考えられる。

有機炭素量、抽出性有機物量、NSO化合物量は、調査地域西部で高く、東部に向かい減少を示した。陸源有機物で高い値を示すC/N比は、東部で高く、西部では10前後と低い。有機炭素量は上位層準(NA 13)で低く、C/N比は逆に高い傾向を示す。

Rock-Eval分析の結果、有機物タイプはⅢ型に属し、西部に向かい水素指数の増加が認められた。

GC/MS分析によると、ステラン含有量は西部で高く、東部で低い。また、ステランやパラフィンをクロマトグラムのパターンで分類すると、西部と東部で明瞭に区別できる。n-C₁₇/プリスタン比は、東に向かい高くなり、上位の層準(NA 13)で高い値を持つ傾向がある。

以上の結果から、調査地域を東西方向に3つの有機地化学相に分類でき、西部から東部に向かい、より陸源有機物の寄与が大きく、酸化的な環境であったことが推定された。また、時代が若くなると浅海要素が強くなり、有機地化学相が西に向かい発達することが確認できた。このことは、地質学的に解釈された堆積環境と堆積相の変化とよい整合性を示す。石油根源岩としてのポテンシャルは、西に向かうほど高くなることが明らかになった。

ケース・スタディーから、一般的に堆積時の環境の違いが、有機物組成の変化という形で、非常によく保存されていることが示された。また、堆積環境の時間変化が、中-長周期の広域的な環境の変化に対応していることが推察された。

古環境の推定には、可能な限り時代に差のない試料を用いることにより、堆積環境の違いを高精度・高信頼度で議論できることが示唆された。

(*燃料資源部 **石油公団技術センター ***地質部)

Keywords: sedimentary environment, organic geochemistry, petroleum, gas, organic compound, Niigata Prefecture

硫黄・窒素等の無機堆積環境指示成分を用いた 石油・天然ガス・石炭の生成環境解析

粕 武

演者がこれまでに従事した硫黄等の無機堆積環境指示成分に関する研究結果は次のように要約できる。

1) 大型化石により堆積環境の明らかな泥質堆積物中の全硫黄含有量の分析によると、海成泥質堆積物の全硫黄含有量は0.3%以上、淡水成泥質堆積物では0.3%未満であった。この結果から、全硫黄含有量は海成泥質堆積物及び淡水成泥質堆積物の判別のための指示元素として有効であり、0.3%がおおよその目安となることが判明した(粕, 1978)。同様な結果は、珪藻化石の分析により海成と淡水成とを判別した泥質岩の全硫黄含有量の分析によっても得られた(Koma *et al.*, 1988)。

2) 泥質堆積物中の全硫黄含有量は、堆積時の酸化還元環境との関係から5段階に区分できる。うち、1段階は0.3%以下の淡水成堆積物に当たり、残り4段階は0.3-3.0%と大きな含有量の幅をもつ海成堆積物に相当する(粕ほか, 1983)。

3) 硫化物硫黄と有機炭素の分析によると、有機炭素を0.1%以上含む泥質堆積物の場合、海成堆積物におけ

第 1 表 完新世堆積物の地化学的分帯

地化学的分帯	帯の特徴	有機物の特性	堆積の場所	全硫黄含有量
A	硫酸イオン不足	陸源	陸域	0.3%未満
B	低分子有機物不足	陸源	海域	0.3%以上
C	有機物消費	陸源	海域	0.3%以上
D	硫酸イオン不足	陸源有機物の分解過程	陸域	0.3%未満
E	低分子有機物不足	〃	陸域—海域	不定
F	有機物消費	〃	海域	0.3%以上
G	硫酸イオン不足	海源	—	—
H	低分子有機物不足	海源	海域	0.3%以上
I	有機物消費	海源	海域	0.3%以上

有機炭素/硫化物硫黄比と有機炭素/全窒素比による。

る有機炭素/硫化物硫黄比は 3.0 以下、淡水成堆積物においては 3.0 以上であることが判明した。海成堆積物のうち 3.0-1.0 の比をもつ堆積物中においては、硫化物硫黄は堆積面より相対的に深いところ（還元が強い）で析出し、1.0 未満のものは堆積物の表面近く（部分的に還元されている）で析出したものと考えられる（粕ほか、1989）。

4) 泥質堆積物中の硫化物硫黄、有機炭素量及び有機物中の全窒素量の分析によると、硫化物硫黄量が 0.2% 以上の場合、泥質堆積物では陸源有機物を主とするものの同比は 7 未満であることが明らかになった（粕、1990）。

今回は、海成堆積物及び淡水堆積物から構成される完新世の堆積物中の泥質堆積物を、全硫黄量、有機炭素/硫化物硫黄比、有機炭素/全窒素比などを指標として分帯し、珪藻分析結果と対比しつつ堆積環境について考察した。また、これら堆積物と炭化水素堆積盆における泥質堆積物との比較を試みた。

その結果、この完新世堆積物から、第 1 表のように、A-I の 9 つの地球化学帯に区分できた。これらの地球化学的分帯を炭化水素堆積盆の泥質堆積物と比較すると、E, F, H, I 帯は石油・天然ガス根源岩、B, C, E, F 帯は天然ガス根源岩、A, D 帯は挟炭層の泥質岩の特徴にそれぞれ類似する。（地殻化学部）

Keywords: petroleum, gas, coal, sedimentary environment, inorganic geochemistry, sulphur, nitrogen, carbon

デルタ成砂岩堆積シミュレーションモデル

岩田尊夫・山村恒夫

炭化水素貯留岩の発達状況を正確に把握する技術は、未だ確立されていないのが現状である。今後、探鉱開発の対象として層位トラップや複雑な地質構造を有する難探鉱地域が増加していくことに伴い、貯留岩分布の正確な把握が探鉱コスト制御のための重要なポイントとなってくる。このような観点から、石油公団石油開発技術センターでは貯留岩の分布・発達状況予測のためのコンピュータシミュレーションモデルを開発している。これまでにデルタ成砂岩及び礁成炭酸塩岩を対象とした堆積モデルを構築しており、前者にはジェット流モデルと密度流モデルが含まれる。

ジェット流モデルは、河口から慣性力によって湖あるいは海に流出する流れを想定しており、ナビエーストークス式を簡略化した非圧縮性 2 次元流体の流れの式を適用し、差分して数値計算を行っている。流出水域の沿岸流等の流れを加味するため、解析領域内の各格子点での流れは、河口流速と水域の流れの境界条件を与えることによって計算される。河口からの堆積物の運搬・沈積は、流れの速度と堆積粒子の沈降速度によって支配される。本モデルでは浮遊物質の拡散方程式と掃流砂の経験的な運搬式を適用し、また 3 粒径の運搬物質を扱っている。運搬物質の堆積による地形変化の計算式には、浮遊物質・掃流砂の堆積項のほかに波浪等の営力による侵食項を加えてある。入力パラメータとして河口の幅、水深、位置、流速、堆積物濃度等を与えると、シミュレーション結果として堆積物の分布・層厚が得られるようになっている。

琵琶湖愛知川デルタにおいて収集したデータをもとに

入力パラメータファイル及び基盤標高ファイルを作成し、ジェット流モデルのシミュレーション実験を行った。その結果をみると、デルタの平面形態及び内部構造が、比較的良く再現されている。(石油公団技術センター)

Keywords: simulation model, delta, sandstone reservoir, petroleum, gas, Lake Biwa, Shiga Prefecture

堆積盆モデリングにおけるテクトニクス・シミュレーションの課題

小玉喜三郎

近年石油・天然ガス堆積盆地のモデリングにおいて地質モデル、地化学モデルそして地球物理モデルを総合化した、いわゆるインテグレートド・モデリングの研究が提唱されている。堆積盆地内で生じる自然現象は複雑に関連しているので、各分野でのモデル化が進むほどバランスのとれた多元的なモデリングが必要とされているからである。

堆積盆地の地質構造発達史は、様々なモデリングのうちでも最も基本に位置するもので、従来は堆積環境、岩相、圧密を考慮したバックストリップ法が適用され多くの実用モデルが提案されてきた。この方法によって埋没にともなう熟成の機構が議論されてきた。しかし堆積盆地の発達に伴う断層などのフラクチャーについては、それが流体の移動メカニズム等に大きく影響を与えることが予想されるにもかかわらず成功しておらず、インテグレートド・モデリングにおける大きな障害の一つとなっていた。

演者は、かねてより有限要素法を用いた「仮想基盤変位法」をこのような堆積盆地地質構造解析のツールとして開発してきた。この方法は、堆積盆地の内部における地層変形メカニズムをモデル化し忠実にシミュレートしようとするもので、その過程でフラクチャーの発達過程や規模、深部地質構造の形成過程を定量的に求めることができる。これらは他の方法にはない利点であるが、計算過程が複雑なこと、高速大型計算機が必要なことから実用化に問題が残されていた。しかし、近年のハードウェアの急速な進歩はこれらの課題を解決する可能性をもたらし、現在デスクトップ型ワークステーションを用いたコンパクト・モデルを開発中である。

あらゆる問題に共通であるが、モデリングの精度は予め入力するパラメータの精度に依存する。「仮想基盤変

位法」では、制御データとしての浅層の地質構造の精度向上と、特に地層の初期構造に影響を与える圧密効果や古水深パラメータの導入が現在の課題である。またモデル結果のキャリブレーションに相当する実際のフラクチャーの検証などが今後の課題として残されている。

(燃料資源部)

Keywords: sedimentary basin model, tectonic simulation, petroleum, gas, simulation model

圧密熱分解による石油の生成と排出について

武田信従*・鈴木 優*・松林英樹**

演者らは、岩石の圧密とケロジェンの熱分解を同時に行うことができる圧密熱分解法を開発した。同法は温度・荷重圧・流体圧を独立に制御し、従来より天然に近い条件で油・ガスを生成して根源岩から排出させることが可能な手法である。

演者らは、試料にグリーンリバー頁岩(I型ケロジェン)・女川頁岩(II型ケロジェン)・猿払炭(III型ケロジェン)を用い、圧密熱分解による油・ガス生成量と熟成の進行・間隙流体の排出を調べた。

熟成の進行に伴う油・ガスの生成量と組成の変化は、ケロジェン型により異なる傾向を示したが、おおむね従来の研究結果と調和的であった。

加熱条件と熟成度の関係は従来と同じ傾向を示したが、加圧条件と熟成度の関係は、圧力が高いほど熟成が進まない結果が得られた。この結果は、圧力は石油生成に影響しないという通説に反する。この点については更に検証することが必要だが、熟成が埋没深度に影響されるとすれば、石油探鉱への影響は大きい。

実験を通じ、次のような間隙流体の排出が観察された。① 圧密: 軟泥が固結する際の急激な間隙水絞り出し(初期圧密)と、固結後の緩やかな絞り出し(後期圧密)

② 熱膨張・熱収縮: 昇・降温時の流体の緩やかな出入り
③ 粒子変形・鉱物相転移: 高温時の圧密セル容積減少と流体排出(同時に、比較的短時間に起きる)

④ 石油生成: 高温時の、圧密セル容積が一定な時の排出

圧密の進行と間隙流体の排出は、試料の物性に大きく左右される。今後はマトリックス種や有機物濃度等による生成・移動および圧密の違いについて検討していく必要がある。

(*石油資源開発(株)技研 **石油公団技術センター)

Keywords : petroleum, gas, generation, expulsion, compaction pyrolysis

石油排出に影響を与える要因について
—石油の生成移動シミュレーション
モデルを用いて—

中山一夫

石油の根源岩からの排出機構については、未だ不明の部分が多い。ここでは、排出時における泥岩内の孔隙圧力を上昇させる要因として、岩石荷重圧 (Overburden Pressure), 炭化水素の生成圧 (Hydrocarbon Generation Pressure), 孔隙水の膨張 (Aquathermal Expansion), 粘土成分の脱水化 (Clay Dehydration) を考慮した数値シミュレーションモデルを用いて、これら4つの要因の排出機構に及ぼす影響度の定量化を試みた。

スタンダードな状態として新潟型、秋田型の地質コラムを仮定した上で、以下のような架空実験を行った。

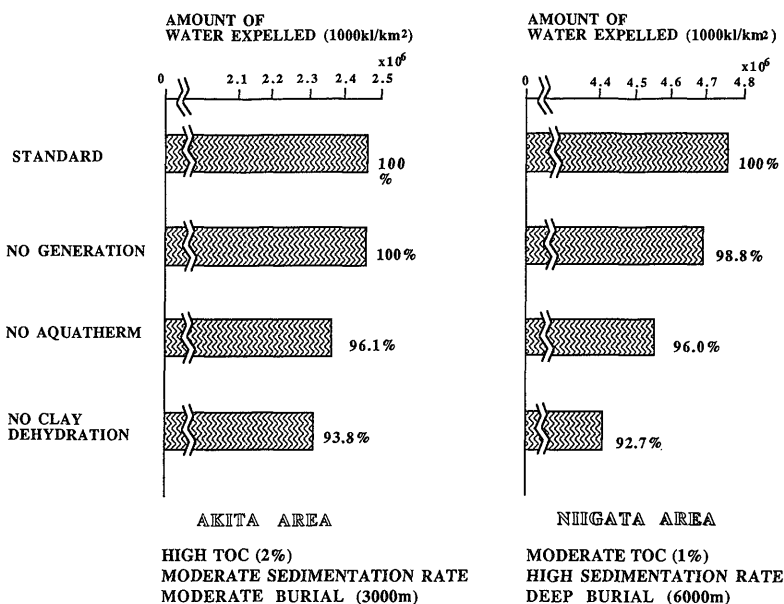
岩石荷重圧をなくすことは難しいので、有機物がない

(TOC=0) 堆積物、膨張しない水、脱水化を起こさない粘土をそれぞれ仮定し、内部孔隙圧力の上昇や排出される水の量を4つの要因が働いている場合と比べてみた。結果は総排水量で見ると、炭化水素生成圧の影響が0-2%、孔隙水の膨張と粘土の脱水化の影響がそれぞれ4%、7-8%程度であった(第1図参照)。つまり、90%以上は岩石荷重圧による排出と見られる。これらの値は、新潟、秋田で特に地域差が見られなかったことから、堆積速度に関係のない普遍的なものと考えられる。

このように簡単に架空実験ができることが数値シミュレーションの利点であるが、この実験系においては、石油、ガス、水の独立した3相が仮定され、各々の相対浸透率の関数として排出が行われるという前提の下に上記の数字が意味を持つ事を我々は忘れてはならないだろう。また、ここに挙げた泥岩内部の要因とは別に、どのような媒体と接するかによっても石油の排出効率に違いのあることが、毛細管現象 (Capillary Effect) から説明されており、今後そのような影響の定量化も試みたいと考える。

(石油資源開発(株))

Keywords : petroleum, gas, simulation model, generation, expulsion



第1図 各実験による地質コラムからの総排水量

4つの要因を考慮した場合をスタンダードとし、各要因の影響をなくして同じ計算をした場合の量を相対比で示した。

メタンハイドレートに関する最近の研究

gas

町原 勉

ガスハイドレート(ガス水和物)とは、ガスを多量に取り込んだ氷の塊である。通常、天然環境下で生成されたガスハイドレートの場合、含まれるガスの大部分はメタンであるためメタンハイドレートと呼ばれる。この氷の結晶は、温度が0度C以上も安定であり、例えば、30気圧でプラス1度C、80気圧ではプラス10度Cの温度でもハイドレートは容易に生成され、出来た氷の結晶は安定に存在している。

海洋底においてガスハイドレート生成条件を満たす場所は、全海洋の90%以上を占めると言われる。海洋底でのハイドレート存在の可能性は、特異的な音波探査記録(BSR)によって示唆されてきたが、国際深海掘削計画(DSDP)による海洋底の掘削により、1979年中米海溝の水深2360-2880Mの海底で実際に氷の塊が回収されたことによって決定的証拠となった。そして採取された試料について、これまで様々な分析・測定が実施され、ハイドレートの物理化学的な特徴が明らかにされてきている。そして現在世界の海洋底の30地点でガスハイドレートの存在が確認されている。

一方、大陸の23%を占める永久凍土地帯もハイドレート形成の温度圧力条件を十分に満たしている。ソビエト連邦ではシベリア凍土域でガスハイドレート層を掘削し、ハイドレート層からメタンガスを実際に採取している。

Kvenvolden(1988)の試算によると、石油、石炭、天然ガス等の化石燃料に比較して、メタンハイドレート中のメタン量は、炭素換算で2倍以上あるとされている。またメタンハイドレートには、在来型天然ガスの100倍以上のメタンガスが存在していると考えられる。一方、ガスハイドレートはその中に含まれるガス以上に、不浸透性のガスハイドレートの下部に集積している天然ガスあるいは油が資源として重要な意味をもっているソビエト連邦メソハヤガス田のハイドレート層のベースの下部にフリーメタンが発見されているという事実は、ハイドレートがシールとなりその下にガスが集積していることを裏づけている。現在のところハイドレート層そのものからガスを商業的に生産する技術はまだ開発されていないが、ガスハイドレート層自体も将来的にみて貴重な天然ガス資源になると期待される。

(石油公団技術センター)

Keywords: methane, gas hydrate, petroleum,

移動に伴う天然ガスの組成変化について

猪狩俊一郎・坂田 将

秋田、新潟の油ガス田より採取した天然ガスの化学組成(CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$)、及びメタンの炭素同位体比($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)を測定した。その結果サンプル中に、特殊な炭化水素組成比を持つ天然ガスが存在することが明らかになった。特殊なガスは通常のガスに比べ、 $\text{CH}_4/\text{C}_2\text{H}_6$ 比、 $\text{C}_2\text{H}_6/\text{C}_3\text{H}_8$ 比、 $\text{C}_2\text{H}_6/n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 比、 $i\text{-C}_4\text{H}_{10}/\text{C}_3\text{H}_8$ 比、 $i\text{-C}_4\text{H}_{10}/n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 比が明らかに高く、 $\text{C}_2\text{H}_6/i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 比、 $\text{C}_3\text{H}_8/n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 比はほぼ同じだった。この原因として、移動に伴う分別作用(炭素同位体比の変化を伴わない)、根源有機物の質及び熟成度の違い(炭素同位体比の変化を伴う)、微生物による分解(炭素同位体比の変化を伴う)、の三つの可能性が考えられた。特殊なガスが発見された油ガス田のうち頸城ガス田では貯留層深度の減少に伴う炭化水素組成比の特殊化が観察されたが、炭素同位体比の変化を伴っていなかった。このことにより炭化水素組成比の特殊化の原因は、移動に伴う分別作用であることが推定された。また、特殊なガスと通常のガスの炭化水素組成比の比較により、秋田・新潟では天然ガスは移動により $\text{C}_3 \approx n\text{-C}_4 > \text{C}_2 \approx i\text{-C}_4 > \text{C}_1$ の順番で炭化水素を失い易いことが推定された。(地殻化学部)

Keywords: natural gas, migration, fractionation, carbon isotope, Akita Prefecture, Niigata Prefecture

含窒素芳香族化合物(アザアレン)の石油地球化学

山本正伸

近年、堆積岩及び石油中の有機窒素化合物への関心が高まりつつあるが、その地球化学的分布・挙動に関して現在もなお不明な部分が多い。演者は数年来、窒素化合物の主要成分のひとつであるアザアレン類に関し研究を行っている。得られた知見を予察的に取りまとめると以下の通りである。

1. 続成変化

アザアレン類はダイアジェネシス後期に急増し、その後、カタジェネシス期・メタジェネシス期を通じて漸減する。このことはアザアレン類の大部分がダイアジェネシス後期に生成することを意味する。

2. 堆積環境との関係

アザナフタレン類・アザクリセン類は海成堆積岩中に多く、アザフルオレン類・アザピレン類は陸成堆積岩中に多い。この海成と陸成の試料の間にみられるアザアレン同族列の分布の違いは両者の根源有機物の違いを反映していると考えられる。

3. 原油と堆積岩ピチュメンの組成の違い

(1) 原油のアザアレン含有量はピチュメンのそのの10分の1以下である。(2) 原油はピチュメンに比べより高分子の同族体に富む。(3) 原油では窒素遮蔽型異性体を主体とするのに対し、ピチュメンでは窒素遮蔽型と窒素露出型からなる。これらの違いは根源岩から貯留岩への移動に伴うアザアレン類の分別により説明される。

4. 移動指標としての可能性

アザアレン類が移動に伴い大きく分別すること、熱的に安定な骨格を持っていることから、アザアレン類の組成が、石油の移動形態の推定・移動経路の特定・移動距離の見積りに役立つ指標となり得る可能性が指摘される。この分野は従来の炭化水素バイオマーカーが最も苦手とするところであり、アザアレン類を用いた移動指標の開発が期待される。(燃料資源部)

Keywords: petroleum, gas, azaarene, bitumen, organic geochemistry, migration, biomarker

ヤングケロジェンの熱変化実験における窒素化合物の挙動

石渡良志

ヤング(現世堆積物)ケロジェンの加熱実験における石油炭化水素の発生過程および化学変化の解析は、地層における同様な過程を理解する上で重要な示唆を与える。

最近演者は、ヤングケロジェンの加熱生成物中に新たに一連の窒素化合物(ONCと略称)が存在することを見出した。つまり、①脂肪族ニトリル、②アルキルカルバゾール、③ベンゾキノリン、④アルキルキノリン/イソキノリン、⑤アルキルピリジン、⑥アルキルインドール、⑦環状アミド、⑧脂肪酸アミドなどである。上記のONCの多くは原油中に存在が報告されているものと一致する。さらに加熱実験からは、ONCの発生と組成変動が加熱条件によって系統的に変化することが分かった。また一部のONC(①と⑧)はn-アルカンの発生に関係することが分かった。

今後、室内実験で得られた結果を手がかりとして、自然界でのONCの分布と挙動を明らかにすることが重要であろう。

(東京都立大学理学部)

Keywords: young kerogen, nitrogen compound, pyrolysis, diagenesis, hydrocarbon generation