鳥 海 山 東 麓 の 石 油 母 層

——石油母層の研究 第 7 報——

Consideration on the organic constituents of the source-rock
of petroleum in the eastern foot of Chokai Volcano
——Studies on the source-rock of petroleum (7th report)——

阿 部 正 宏 (Masahiro Abe)*

Abstract : In order to acquire the knowledge on the source rock of petroleum, the writer has carried out the chemical analyses on the rock samples of the Tertiary sediments developed in the neighbourhood of Yashima, Hitane and Momoyake at the eastern foot of Chokai Volcano, Akita Prefecture, and has determined the extractive organic constituents of the fine grained clastic sediments, so-called "black shale" and "hard shale". Moreover he has studied on the relationship between the stratigraphic distribution of the organic constituents and the source rocks themselves.

1. ま え が き

石油の成因に関連した現世堆積物や岩石中の有機物の基礎研究が近年外国においても、日本においても進展し、従来の元素分析だけを主とする研究方法より一段と進んだ研究が行われる様になった。特に P. V. Smith¹⁾ や J. M. Hunt 等²⁾ によつて液体クロマトグラフ法が採用されて有機物の質的量的組成までも分析出来る様になつて、石油の成因に関する研究が進められた。一方有機物分析による石油の地化学探査法を確立しようとする試みや、地層の石油母層としての価値判断、ひいては石油鉱床の存在さえも予知しようとする試みがとりあげられる様になつて來た。最近三土知芳³⁾、石田義雄⁴⁾ によつて石油の移動に関する興味ある論文が発表せられ、その中にも、油田構成の第 1 条件として石油生成の根源層である母層の存在を絶対必要条件としてとりあげられている。

今回はこの母層としての観点から鳥海山東麓矢島町及び矢島町南方の秋田・山形県境近くに発達する名高山層、針ヶ岡層⁵⁾ (女川層、船川層相当層)の泥岩、シルト岩につい

* 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室

1) Smith, P. V. Jr., Science, **116**, 473~439, 1952, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **36**, 411~413, 1952, **38**, 377~404, 1954.

2) Hunt, J. M., Stewart, F., and Dickey, P. A. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **38**, 1671~1682, 1954.

3) 三土知芳, 石油技協, **25**, 200~239, 1960.

4) 石田義雄, 石油技協, **25**, 240~249, 1960.

5) 田口一雄, 阿部正宏, 岩鉱, **37**, 130~140, 1953.

第1図 地質図並びに試料採取地点

て混合溶媒による有機抽出を行った。一応の結果を得たのでこれに対する考察をのべ、諸賢の御批判と御教示を得たい。

2. 試料及び分析方法

a. 試料 分析に用いた試料は、主に秋田県由利郡矢島町附近(名高山, 持子背斜)に発達する女川層船川層相当層の珪質頁岩, 硬質泥岩, 黒色泥岩及び黒灰色シルト岩と矢島町南方の鳥海火山熔岩下に露出する鳥海川湯の沢, 袖川間及び鳥海村百宅の女川層相当層の黒色泥岩, 硬質頁岩及び暗灰色泥岩等の 50 箇である(第1図)。

この附近の地質に関しては古くは村山賢一による矢島油田図幅¹⁾があり、戦後日本鉱業、東北大学による報告²⁾があり、最近は金原均二等の矢島町周辺天然ガス報告³⁾と田ロー雄⁴⁾及び石油資源開発株式会社による広域的な詳細な研究がある。

b. 分析方法 採取した試料のうち、最も新鮮と思われる部分を選び、ハンマーで大砕きを行い鉄鉢で圧碎後篩別して 80 mesh 以下の細粉として四分法を繰返して約 50gr の試料を採り定温

乾燥器 (60~70°) で 24 時間乾燥した。次に乾燥試料 30gr を秤量し、ソックスレー抽出器でベンゼン・アセトン・エチルアルコールの 70 : 15 : 15 混合溶媒で 8 時間湯煎抽出を行った。抽出が終れば秤量ビーカーに移して乾燥後秤量した。抽出にあたって、遊離硫黄、無機塩類、硫化物、水酸化物、岩石の微細粉のごく一部が溶出したり、濾紙の目を通つて下部のフラスコに移つたと考えられるので、秤量後二硫化炭素数 cc を使用して硫黄を溶し出し、一方秤量ビーカーに混合溶媒を何度も注ぎ、抽出された有機物を完全に溶し出し別の秤量ビーカーに濾下したあと乾燥し秤量した。先の秤量との差を残渣とした。

3. 分 析 結 果

この地域に発達する名高山層、針ヶ岡層の代表的な泥岩、シルト岩について石油母層としての価値と岩相による有機物抽出量との関係を調べる目的で 50 試料について有機物

第 1 表 有機物抽出量並びに残渣

番号	抽出量* %	残 渣 %	番号	抽出量* %	残 渣 %	番号	抽出量* %	残 渣 %
名 高 山 背 斜			(矢島町北方 2km)			(湯の沢南方 2 km 板平)		
(岩沢橋…西翼部)			18	0.17	0.033	37	0.11	0.024
1	0.16	0.012	19	0.24	0.036	38	0.20	0.036
2	0.14	0.014	20	0.30	0.020	(袖川発電所下流)		
3	0.22	0.015	21	0.18	0.014	39	0.16	0.018
4	0.18	0.012	22	0.21	0.011	40	0.22	0.024
5	0.32	0.018	23	0.18	0.017	41	0.08	0.008
6	0.17	0.010	24	0.20	0.015	(百 宅 川)		
7	0.10	0.013	(川原…子吉川左岸)			42	0.05	0.019
8	0.08	0.007	25	0.22	0.020	43	0.17	0.017
9	0.11	0.010	26	0.19	0.012	44	0.24	0.008
(背斜南方延長…西翼部)			27	0.25	0.019	45	0.27	0.006
10	0.25	0.015	28	0.28	0.022	46	0.13	0.003
11	0.19	0.012	29	0.20	0.011	47	0.01	0.000
12	0.30	0.015	30	0.15	0.011	48	0.03	0.002
13	0.28	0.018	31	0.18	0.014	49	0.27	0.023
14	0.18	0.011	32	0.19	0.012	50	0.32	0.021
15	0.15	0.009	(大久保北方…子吉川沿い)			* ベンゼン・アセトン・アルコール (70:15:15) の混合溶媒で原岩 30gr に対して抽出を行い重量比で表わした。		
持 子 背 斜			33	0.16	0.027			
(川辺トンネル…西翼部)			34	0.10	0.029			
16	0.17	0.014	35	0.15	0.025			
17	0.14	0.016	36	0.17	0.031			

1) 村山賢一, 秋田県矢島油田地形及び地質図, 同説明書, 地質調査所, 1922.

2) 石崎正義, 山県太郎, 秋田県直根油田地質調査報告, PEAC 資料 (未発表), 1951.

阿部正宏, 田口一雄, 秋田県直根油田地質調査報告, PEAC 資料 (未発表), 1951, 田口一雄, 阿部正宏, 前出, 1953.

3) 金原均二, 河井興三, 山田博, 戸谷嗣津夫, 牧真一, 竹田邦猪, 狩野豊太郎, 藤田逸人, 矢島町周辺天然ガス調査報告, 石油技協, 157~178, 1958.

4) 田口一雄, 地質, 65, 12~20, 1959, 66, 102~112, 1960, 石油技協, 25, 105~113, 1960.

出量、残渣を分析した(第1表)。先にこの地域の泥岩、シルト岩について石油母層としての価値判断をみる意味でクロロフォルム溶媒による抽出を行ったが、この結果¹⁾と今回の混合溶媒の結果とは、溶媒による抽出量の差はあるが近似した傾向を示している。

有機抽出量の結果は、この地域の試料は全般的に可成り高い値を示す。低い値を示すものは遠上山東の県境近くの名高山層下部の試料でこの点に関しては、既に発表した寺泊褶曲帯の弥彦山ルート²⁾の七谷層の下部、東山褶曲帯の比礼地区のコア試料³⁾の七谷層下部、又新庄盆地の草薙層の春木川ルートの凝灰岩の混入が多くなった試料⁴⁾においても認められる。

残渣の量も全般的に多い様に思われるが明瞭な傾向は認められない。然しながら針ヶ岡層の No. 34~No. 36 の試料と湯の沢の試料並びに矢島町北方の試料の一部に可成り高い値が認められる。この地域の近傍の新庄盆地や横手盆地東縁の成瀬川地域の泥岩、シルト岩と比較すると有機抽出量と残渣物の相関を比較しても明瞭な区別は出来ないが、新庄盆地春木川ルートや、増田、一ノ関ルートの岩石県側の関係とは相違している。

4. 考 察

最近帝国石油株式会社及び石油資源開発株式会社において可成り石油母層の有機物の組成の研究が行なわれている。柳下秀晴⁵⁾は新潟県の含油第三紀堆積岩の有機物分析を行っており、最近石田義雄⁶⁾によつて試掘で採取した泥岩、シルト岩のコア試料について秋田新潟地方の抽出性有機物量を検討された。即ち“液体クロマトグラフの結果は地域の特異性は認められず、かえつて新潟秋田地方ともに層位的差異が明瞭に図示されている”と述べられている。この点に関しては特に注目する必要があると思う。堆積物が沈積し地層を形成しながら diagenesis によつて石油化への道程をたどつたことは間違いないことであろうし、石油化した物質(有機物)の一部が移動して石油鉱床の形成にたづさわたり、残りの有機物は高炭素質物或いは炭質物として沈積物(地層)に残溜したと考えられる。この様な油母層を形成する岩石を有機溶媒で抽出すれば抽出量も原則として大きいであろうし、抽出物をさらにクロマトグラフ法で分離すれば、パラフィン・シクロパラフィン系や芳香族系の炭化水素の含量が大きいはずで、この点を利用して石油母層としての産油能力を判定する材料に用い様とする考え方が出来る。然しながら石油化への行程からはずれた堆積物中の有機物はどの程度までが石油系の炭化水素であるかを確める必要が出てくる。現段階では石炭もしくは炭質物に基因する場合は、パラフィン・シクロパラフィンよりも芳香族の含量の方が著しく多いという点で判定している

1) 田ロー雄, 阿部正宏, 秋田山形県境附近に発達する石油母岩について, 全国鉱業大会で講演(仙合), 1953.

2) 阿部正宏, 岩鉱, **43**, 318~324, 1959.

3) 加藤磐雄, 阿部正宏, 石油技協, **24**, 148, 1959, Kato, I., and Abe, M., Sei. Rep. Tohoku Univ., Ser. III, **6**, 513~526, 1960.

4) 阿部正宏, 石油技協, **25**, 58~66, 1960.

5) 柳下秀晴, 鈴木好一, 石油技協, **21**, 107~108, 1956, 鈴木好一, 北崎梅春, 柳下秀晴, 石油技協, **22**, 207~214, 1957, 柳下秀晴, 帝石技研報告, 58—23, 64~91, (未発表), 1958.

6) 石田義雄, 前出, 1960, 工藤修治, 石油技協, **24**, 147, 1959.

が、現在迄の多くの資料を検討してみると地域の相違、特に産油地帯かそうでない地帯ではクロマトグラフによる組成の変化は関係が少く、むしろ抽出量と密接な関連を保っている。柳下秀晴¹⁾もこの点について指摘され、小千谷の野辺川のような産油に無縁な処からの試料でも、抽出物に対する石油系炭化水素の含量が 15.0% にも達し、一方同層準（椎谷層相当層）の新津油田朝日 R-30、東山油田軽井沢 R-2 では 10.1%, 15.4% で小千谷との間には大した変化は認められないが、原岩に対する抽出量では小千谷の 0.052% に対して新津 0.283%, 東山 0.108% と増大している。この様な関係は上部寺泊層に属する試料においても明瞭にあらわれており、この事は有機抽出に際して O-N-S 化合物や残渣のような成分がより多量に抽出されたために、これに対する石油系炭化水素の含量が相対的に減少したことを示すと考えることも出来る。又現在のクロマトグラフ法では低沸点溜分の殆んどを捕えることが出来ないからクロマトグラフ法の結果だけで云々する事は危険であり、別の方法との相関性を吟味しながら発展させるべきである。

今回の鳥海山東麓の 50 箇の分析では、有機抽出量が可成り多い事実が認められたので現在迄筆者が分析した試料で、男鹿半島南岸船川、女川地区、八橋油田のコア試料、

第 2 表 有機抽出量による各地区別比較

	地 層 名	試 料 数	M(平均) %	Md (メディアン) %	最 小 %	最 大 %
男 鹿 半 島 船 川 地 区	船 川 層	39	0.07	0.05	0.02	0.22
八 橋 地 区	船 川 層	18 ⁺	0.14	0.11	0.06	0.30
矢 島・直 根 百 宅 地 区	針 ヶ 岡 層 名 高 山 層	50	0.18	0.18	0.01	0.32
新 庄 盆 地	塩 根 川 古 口 層	30	0.10	0.10	0.04	0.15
	春 木 川 古 口 層	30	0.06	0.06	0.01	0.16
	最 上 川 古 口 層	39	0.15	0.09	0.04	0.40
増 田 一 ノ 関	秋 田 側 山 下 内 層	19	0.12	0.11	0.02	0.22
	岩 手 側 前 川 層	31	0.08	0.09	0.008	0.18
寺 泊 地 区	寺 七 泊 谷 層	33	0.08	0.08	0.01	0.20
大 口 地 区	寺 七 泊 谷 層	17 ⁺	0.09	0.09	0.06	0.17
東 山 地 区	寺 七 泊 谷 層	47 ⁺	0.10	0.09	0.02	0.25

＋：コア試料，＋：カッティング試料，＋：コア試料及び地表試料

1) 柳下秀晴，前出，1958.

新庄盆地の塩根川地区、春木川地区及び最上川沿いの清川、古口間、秋田、岩手県境増田、一ノ関地区、新潟県の寺泊地区、大田地区のカッティング試料、東山地区のコア試料並びに地表試料等について本地域との比較を行った(第2表)。この表に示す様に矢島直根地区は最も高い値を示しているが、八橋地区並びに稼行油田のコア試料については貯溜岩及び貯溜岩に近接した試料を一部省略した。例えば八橋油田コア試料で最大0.30%となつてはいるが、0.30%より高い値のものも多くあるが今回の計算では除外した。又算術平均だけでは選定した個体数に疑問があるので平均の外に median でも計算した値を示した。この様に本地域が非常に抽出量が高い値を示すことは注目すべきであり、石油母層としての価値判定でも外の地域と比較して可成り良好な値を示しているにもかかわらず稼行の対象となる油井は未だに認められていない。この事は先に集油構造の見地からは一般に希望的でないとしたが第1には良好な貯溜岩となりうる地層の存在や集油構造が少い点であり、第2には現在既に石油母層が地表に露出しており、蓋岩(cap rock)の存在がないことも考慮される点であろう。第3には鳥海山の南東麓からの原油の分析について国産原油全体から比べた時¹⁾、アスファルト分は25%以上の高アスファルト含有率を示し、粘度²⁾は500秒以上の高粘度原油で、揮発油分は10%以下で、A. P. I. ボーメ度(60°F)が20° A. P. I. 以下の最も重質の原油である。秋田地区の八橋、雄物川及び由利一帯の原油が軽質で硫黄分も少なく、新潟県の西山油田一帯の原油が最も軽質で硫黄分も少く、八橋、雄物川原油に比して更に軽質である。この様に現在採油中の原油を比較して既に環境の差或いは石油化の道程の差によつて原油差が生じたと考えることも出来るし、又岩石中に残溜したと考えられる有機物が高沸点溜分のものがより多く存在しナフテン系炭化水素分に豊んでいとも考えられる。この様な粘度の高い面を考慮すれば、炭化水素の一部が石油化して移動することが他の地域に比べて不完全で、石油母層と共に残溜した為に抽出量は可成り高い値を示す様になつたという考え方も出来る。

次に残渣物の量は針ヶ岡層の試料と名高山層の湯の沢、袖川間、遠上山東の百宅川上流 No. 49, 50 の試料、持子背斜の No. 18, 16 の試料に多い値を示している。鳥海山の原油が重質原油であるから石油母層中の硫黄分も多いと想像されがちであるが、その割合には残渣物の量は左程多くなく、たゞ針ヶ岡層に高い値を示すことが認められる。有機抽出量と残渣物の関係を比較すると、第2図に示す様に新庄盆地の春木川ルート(◎)や、増田、一ノ関ルートの岩手県側試料(F)では可成りよい相関関係が認められるが、本地域の試料の分析結果は、この様な関係は認められず、針ヶ岡層と湯の沢附近等の名高山層の残渣物含有の多い試料を除けば、かなりまとまつた関係が認められる。田ロー雄³⁾の最近の発表によると秋田山形県境附近に発達する massive bedding の暗灰色の細土質泥岩が石油地質学上注目すべきことで、この女川層の一部の group II の

1) 常谷章雄, 岩崎隆久, 黒川広三, 堀尾友一, 井上敬一, 資源技報, 11号, 1~163, 1954, 常谷章雄, 岩崎隆久, 黒川広三, 堀尾友一, 井上敬一, 青山兵五郎, 西方要, 川岸弘, 資源技報, 33号, 1~49, 1959.

2) 粘度は30°Cにおけるレットウッド1号型粘度計による秒数.

3) 田ロー雄, 阿部正宏, 前出, 1953, 田ロー雄, 石油技協, 23, 135, 1958, 25, 105~113, 1960.

第2図 有機抽出量と残渣との関係

暗灰色泥岩の回帰直線の傾斜が 0.63 で、船川層の黒色泥岩は 0.67 で非常に一致した値が得られ、女川層の一部に船川層の堆積環境に共通したものが存在することを裏書きしていると述べている。今回の有機抽出量と残渣物の量よりの考察では、針ヶ岡層と名高山層とは幾分異つた関係にある様に思われ、女川層、船川層の堆積学的考察を種々の角度から検討する必要があるだろう。

有機抽出量の上から岩質との相異はあるが急激な変化は殆んど認められない。しかしながら No. 47, 48, の試料に関しては、抽出量も残渣物の量も少く春木川ルートで認められた関係に近似する。又 meta shale と称される様な珪質頁岩は他の泥岩、シルト岩に比べて変動が可成り大きい傾向が伺える。この珪質頁岩の堆積環境は幾分異っており、pH と Si 溶解度との関係、有機物とシリカゲルの親和性、珪酸塩碎屑物の結晶質非結晶質の差と溶解度との関係等を考慮に入れねばならないし、珪質頁岩と有孔虫の関係等も吟味する必要があるだろう。

5. あ と が き

裏日本の新第三紀層の堆積盆地は羽越地向斜の形成、発展、分化という一連の地史的変遷の中で地域毎にそれぞれ特有の堆積物をのこしながら今日に及んでいるが、この堆

積盆地¹⁾を大きく分類すれば、現在稼行油田の大部分が存在する出羽丘陵の西側の日本海沿いと、横手盆地、新庄盆地の様な出羽丘陵と脊梁山地との間の内陸盆地、及び脊梁山地に關係する表日本に跨る堆積盆地とがあるが、この堆積盆地の規模、堆積物の層厚並びに岩質の差異は東西方向に可成りの変化があるが、我國の油田を形成した根源層と考えられる秋田油田及び新潟油田の代表層序の女川層、船川層と七谷層、寺泊層及びこれらの地層と殆んど空間的つながりをもつ同時代と思われる各堆積盆地の石油母層について筆者は有機物抽出分析を行つた。特に地質学的調査の補助手段として、又石油母層としての potentiality を検討する立場から各々の堆積盆地の代表的試料について吟味と考察を行つている。この結果の一部について既に発表²⁾したが堆積環境の相違は各盆地内でも差違があり、一概に云々することは不可能である。炭化水素の成因的な問題を追求する場合には他の種々の方法によつて吟味せねばならないが、ここで第1の目的としたのは石油母層中の炭化水素の量と地質学的形態を明らかにすることで地質学的な研究とあわせて解析することにより、間接、直接に鉱床の存在形態を把握する為の一方法として行つた。前にも述べた様に有機抽出量は油田と密接な関連をもっており、産油地帯とそうでない地帯との差があらわれている。又全般的に云えることで今後の吟味が必要であるが、現在の褶曲の背斜に近づく試料や地質学的に高まりが推測される様な地域の試料に石油母層としての potentiality が高いことも興味ある点と思われる。この点に関しては最近 R. Scholten³⁾によつて synchronous highs として石油の根源物質としてのプランクトン⁴⁾も太陽光線と酸素と栄養物を必要とするから、深所からの湧昇流によつてはこぼれた栄養塩と太陽光線、溶存酸素の多い浅所や堆でよく繁殖し、有機物を多量に含む堆積物は附近の凹みにたまり還元状態の場所に保有される考え方を述べており、石油の移動、蓄積に関しても W. C. Gussow⁵⁾によつて secondary migration は充分な地層の傾斜或いは水圧勾配が得られたときに行なわれるもので synchronous highs の場所と地層の状態は非常に好ましい条件を備えていると述べている。

この報文を草するにあたり御指導並びに御教示を賜つた牛島信義教授、加藤磐雄助教に厚く感謝の意を表する。又貴重なコア、カッティング試料を御恵与いただいた帝國石油株式会社、石油資源開発株式会社各位に謝意を表する。

1) 北村信、新生代の研究, **26**, 564~578, 1958, 東北大学理学部地質学古生物學教室研究報文報告, **49**, 1~98, 1959.

2) 阿部正宏, 前出, 1959, 加藤磐雄, 阿部正宏, 前出, 1959, Kato, I., and Abe, M., 前出, 1960, 阿部正宏, 前出, 1960.

3) Scholten, R., Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **43**, 1793~1834, 1959.

4) Emery と Rittenberg によれば現世堆積物においても深い所は酸素の欠如のためバクテリアの活動も殆んどないと述べられている。

Emery, K. O., and Rittenberg, S. C., Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **36**, 735~806, 1952.

5) Gussow, W. C., Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **39**, 547~574, 1955.