

秋田—山形油田地帯の火山岩貯留岩

土谷 信之¹⁾

1. はじめに

日本の炭化水素鉱床は日本海側の秋田—山形及び新潟地域の新第三紀堆積盆内に分布するものが重要かつ最も大きな生産力を持っている。これらの油田地帯の鉱床には火山岩を貯留層としているものが非常に多いことが大きな特徴である。世界の油田の貯留層は大部分、砂岩や炭酸塩岩であり、火山岩貯留層は世界的に見て非常にめずらしい。さらに日本海側の油田地帯では1980年代に、秋田県の由利原油ガス田や新潟県の南長岡ガス田など、それ以前まで炭化水素鉱床を胚胎しないと考えられていた中期中新世の火山岩層から顕著な石油・ガス田が次々と開発され、火山岩貯留層の重要性がますます高まった。本文では著者が5万分の1地質図幅を作成してきた秋田—山形油田地帯において貯留層を形成している中期中新世から鮮新世の火山噴出物の概要をまとめ、堆積盆内の火山活動と石油鉱床との関連などについて述べてみたい。

2. 秋田—山形油田地帯の地質概略と火山活動

秋田—山形油田地帯の炭化水素鉱床は秋田—山形県の日本海沿岸に沿って分布し(第1図)、その胚胎層は下位より、中期中新統下部の西黒沢層(または砂子刈層、山形では青沢層)、同上部の女川層(草薙層)、後期中新統の船川層(北俣層)、鮮新統の天徳寺層(楯山層及び丸山層)である(第2図)。これより上位の層準にも鉱床はあるが、下位の層準から移動してきた炭化水素がトラップされたもので、規模が小さい。これらはいずれも海成層で、西黒沢層とその相当層が海成泥岩と玄武岩、女川層及び船川

層が主に泥岩、天徳寺層が主にシルト岩からなる。これらの海成層は頻繁に火山岩や火山源砕屑岩層を挟んでいて、多くの石油・ガス鉱床はその中に胚胎している(第3図)。

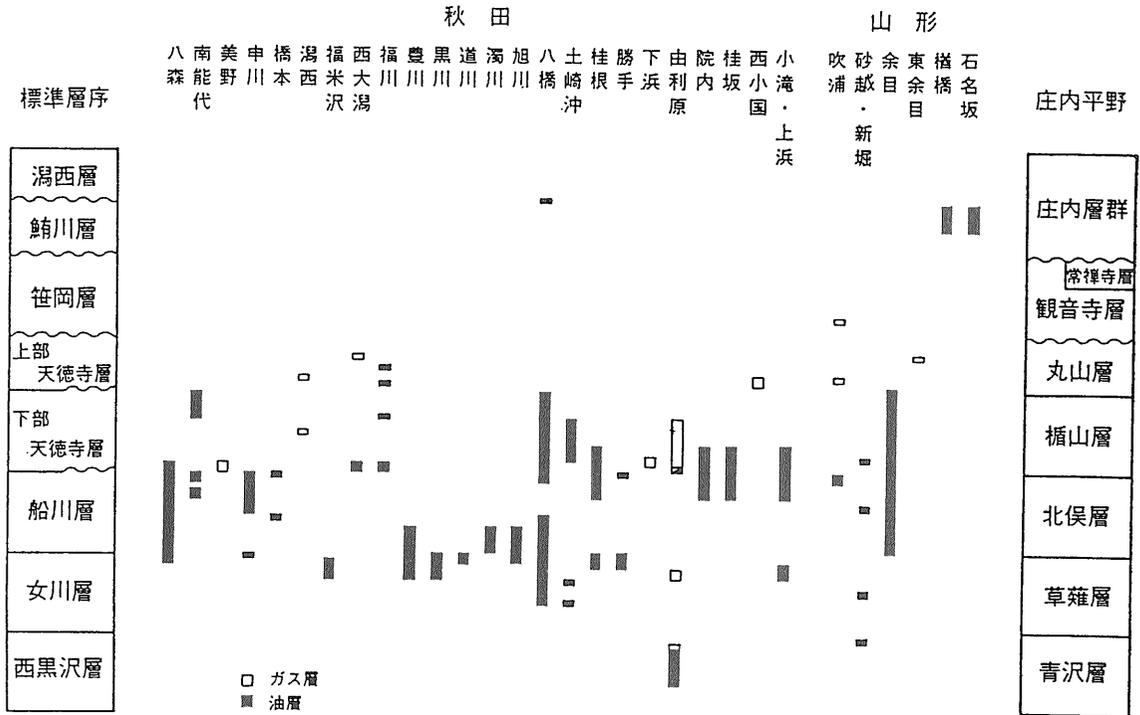
油田地帯海成層に挟在する火山岩及び火山砕屑岩は、西黒沢層では主に玄武岩、女川層・船川層では酸性火砕岩や安山岩、天徳寺層では火山岩源砕屑物に富む凝灰質砂・礫岩などである。火山岩貯留岩のほとんどは海成層中に挟在し、しばしば水冷破碎されていて、水中の火山活動によって形成されたものである。これらの貯留岩は、溶岩、その周辺の粗粒



第1図 秋田—山形油田地帯の炭化水素鉱床の分布

1) 地質調査所 地質部

キーワード：火山岩貯留岩，秋田—山形油田地帯，炭化水素鉱床，新第三紀



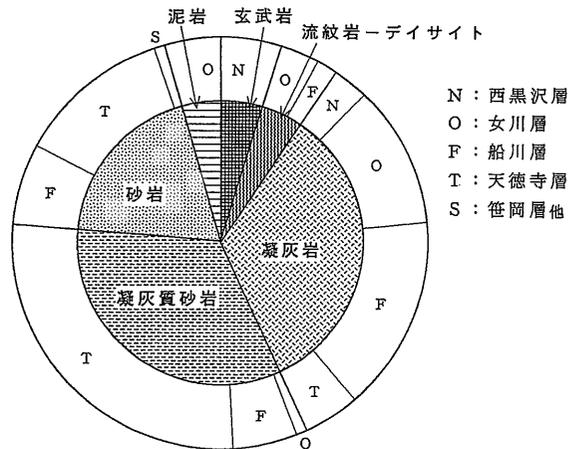
第2図 秋田—山形油田地帯の炭化水素鉱床の胚胎層準(佐賀, 1992)

火砕岩，水中火砕流などで運ばれ堆積した凝灰岩及び凝灰質砂岩である．凝灰岩の貯留層は海成泥岩層などに挟在し，ほとんどが背斜や断層トラップ中に形成されている．すなわち，秋田—山形油田地帯の火山岩に伴う炭化水素鉱床は火山体の高まりや火山体周辺の火砕岩が構造変形を受け，トラップを形成したところに胚胎している．

秋田—山形油田地帯の火山岩の産状は岩体の岩石学的性質によって異なる．すなわち玄武岩，安山岩，デイサイト—流紋岩という岩石の違いによって火山体の産状も異なる．この中で主な火山岩貯留層となっているのは西黒沢層層準の玄武岩，女川層及び船川層層準の安山岩—デイサイト—流紋岩，そして天徳寺層層準の火山源碎屑岩である．

3. 西黒沢層準の玄武岩貯留岩

秋田—山形油田地帯は，中新世中期の日本海拡大終盤に，青沢リフトと呼ばれるリフトゾーンとして形成され，その中で，西黒沢層堆積時に噴出した膨大な玄武岩の海底火山噴出物と海成泥岩からなる砂



第3図 秋田—山形油田地帯の炭化水素鉱床の貯留岩の岩相比率(地質調査所, 1957; 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1992に基づく)

子濁層と青沢層が形成された(Tsuchiya, 1990).この層準の火山体が地表に露出している例としては，秋田県五城目町の砂子濁層の玄武岩火山体があって，発泡した玄武岩の枕状溶岩や火砕岩が海底火山の高まりを形成している．このような火山体は西黒

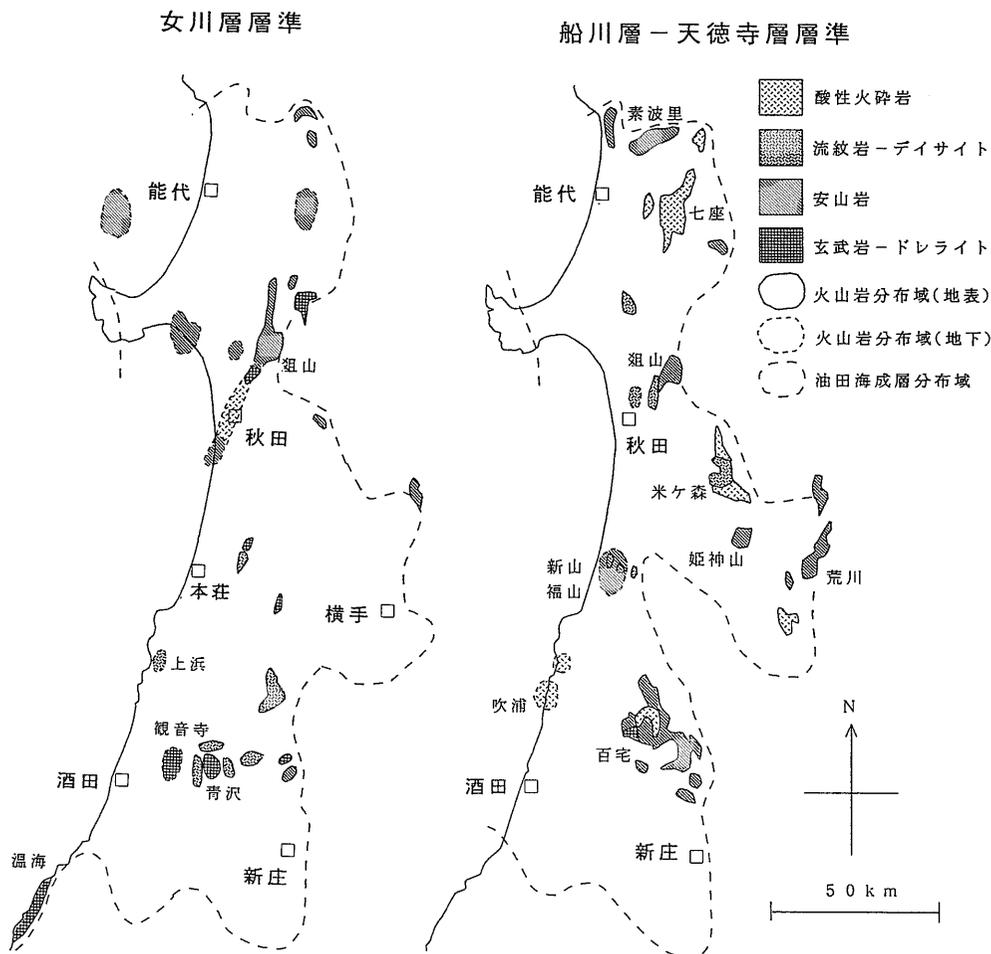
沢層準や女川層準の炭化水素生成ポテンシャルの高い堆積物と指交したり、覆われていたりして、貯留層として良い条件を備えている。

この時期の玄武岩の貯留岩は、鳥海山北麓に広がる由利原油ガス田が代表的である(第1図)。この油ガス田は西黒沢層準に胚胎されていたことと、主な貯留岩が玄武岩からなることで注目され、その後の西黒沢層準の火山岩貯留岩の探鉱にはずみをつけた油田である。由利原油ガス田では青沢層が厚い水底の玄武岩溶岩や火砕岩からなり、南北5 kmほどの火山の高まりを形成し、その中の発泡した溶岩や水冷破砕された粗粒な火砕岩(ハイアロクラスタイト)が主な貯留層になっている(加藤, 1992; 星ほか, 1992)。しかし、ドレライト岩床や玄武岩岩体周

辺の変質して粘土鉱物に富む火砕岩は、気泡などの空隙に乏しく貯留層にはなりにくいらしい。

4. 女川層準の安山岩、デイサイト及び流紋岩の貯留岩

油田地帯の女川層準の火山岩は、中期中新世前半の西黒沢層準の大規模な玄武岩噴出活動が13 Ma 頃に収束したあと、10 Ma 頃の玄武岩—ドレライト、安山岩、流紋岩—デイサイトの火山活動によって形成された。第4図の火山岩分布図をみると、この時期は、本荘市付近を境に油田地帯の南半部で主として玄武岩—ドレライトと流紋岩—デイサイト、北半部で主として安山岩の水中火山活動が行わ



第4図 秋田—山形油田地帯の女川層層準及び船川層・天徳寺層層準の火山岩の分布(100万分の1日本地質図(第3版), 大沢ほか, 1985; 1989などに基づく)

れていたようである。

北半部の安山岩岩体周辺の凝灰岩には、規模の大きい石油鉱床が知られている。安山岩としては秋田市北東の俎(まないた)山火山岩が代表的であり、安山岩、一部玄武岩の溶岩と火砕岩が繰り返し累重した海底火山体である。同様の安山岩は石油掘削井でも認められていて、秋田油田北部の能代沖や八郎潟南部などの地下に女川層準の安山岩岩体が伏在している(大沢ほか, 1985)。俎山火山岩は女川層から船川層の堆積時にわたって噴出した安山岩主体の岩体で、4つの火山活動期に分かれ、玄武岩質岩の噴出物から次第にデイサイト質岩の噴出へと変わっていったらしい(大口, 1990)。油田地帯南半部の玄武岩—ドレライトは羽越の海岸沿いで温海(あつみ)ドレライトを形成し、酒田東方の観音寺—青沢付近では水中火山やドレライト岩床を形成し、酸性火山岩も噴出していたらしい。

この層準で鉱床を形成している代表的油ガス田は秋田市内にある八橋(やばせ)油田(第1図)で秋田—山形油田地帯最大の油田であるが、その深部貯留岩は女川層の酸性凝灰岩層で俎山火山岩相当とされ、優良な貯留層をなしている。また、大正3年に歴史的な大噴油を起こした秋田市北方の黒川油田は、女川層の流紋岩、安山岩及び玄武岩の溶岩・火砕岩が主要な貯留岩である(藤岡, 1983)。そのほか、土崎沖油田など秋田市周辺の油田の女川層に凝灰岩や火山岩の貯留岩が挟在する。油田地帯南部では、上浜油ガス田が女川層の流紋岩—デイサイトを貯留岩としている。また最近注目された本荘市南方の鮎川油ガス田や由利原油ガス田も、女川層の一部に酸性凝灰岩の貯留層が挟まれている(荒木・加藤, 1993)。

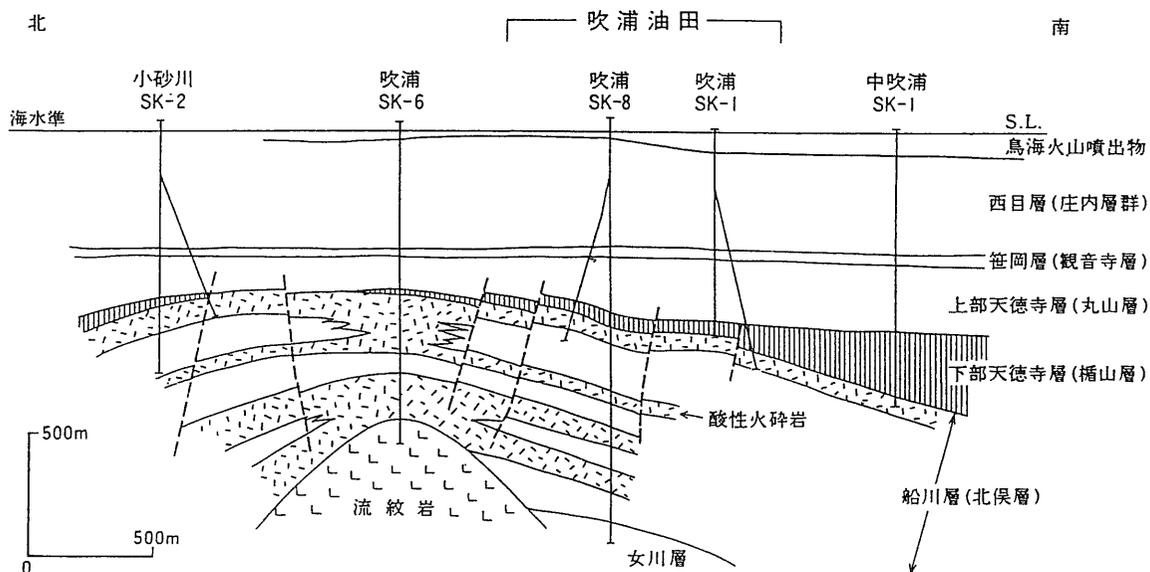
5. 船川層層準の安山岩、デイサイト及び流紋岩貯留岩

船川層層準の火山岩は油田地帯全域で、女川層堆積時より活発な火山活動を行い、安山岩、デイサイト—流紋岩の溶岩及び火砕岩を各地で噴出した(第4図)。主な岩体は素波里(すばり)、七座(ななくら)、俎山の一部、米ヶ森、姫神山、荒川、新山(しんざん)—福山、百宅(ももやけ)の各火山体で、いずれも8 Ma から5 Ma に噴出したものである。こ

れらの火山体はその産状が大きく3つのタイプに分けられ、安山岩の溶岩と火砕岩が層状に累重した岩体、デイサイト—流紋岩の溶岩ドーム群と周辺の火砕流堆積物からなる岩体、安山岩—玄武岩と酸性火砕岩からなり陥没カルデラを持つ岩体がある(土谷, 1992)。層状安山岩火山体は、発泡度が低く、塊状、細粒緻密な溶岩と火砕岩からなり、火砕岩は急冷縁の発達した岩塊を含み、淘汰不良のハイアロクラスタイトが多い。デイサイト—流紋岩の火山体は、通常厚い溶岩や溶岩ドームをなし、規模の大きい火山体は溶岩ドーム群を形成している。しばしば水中の酸性火砕流堆積物を周辺に噴出していて、それが船川層の泥岩と指交し互層をなして良好な貯留岩となっている。

この時代の安山岩火山体としては能代市北東の素波里安山岩が代表的で、安山岩の火砕岩が多く、溶岩と酸性凝灰岩を層状に挟んでいる。また、本荘市付近の地下には厚さ1000 m もの安山岩岩体が伏在し、岩体の縁辺部が船川層泥岩に挟まれた新山安山岩として、岩体の頂部が天徳寺層に覆われた福山安山岩として露出している(大沢ほか, 1989)。デイサイト—流紋岩の岩体は、秋田市南東の米ヶ森デイサイトが典型的な産状を持っていて、多数のデイサイト(一部安山岩)溶岩ドームが船川層中に発達し、大量の酸性火砕流堆積物を伴っている。火山体の上部は削剝され、天徳寺層に不整合に覆われている。火砕流堆積物は南北20 km 以上にわたって広がり、船川層と互層している。七座凝灰岩は能代市東方に広く発達している。この凝灰岩は上部と下部の2層に分かれて船川層の海成泥岩中に挟在し、秋田油田地帯北部の良好な貯留層となっている。下部七座凝灰岩の給源付近には流紋岩溶岩ドームがある。上部七座凝灰岩の給源付近は淘汰不良の軽石や火山豆石を多量に含む軽石流堆積物があることから(平山・角, 1963)、浅水底で爆発的な噴出活動をしたものだろう。陥没カルデラを伴う岩体は酒田北東の百宅火山岩があり、安山岩、一部玄武岩の溶岩と火砕岩が累重し、船川層の海成泥岩を挟む(中野・土谷, 1992)。

船川層準では、酸性火山岩や凝灰岩が主要な貯留層を形成している。安山岩は細粒緻密で気泡に乏しいためか、貯留岩になっている例は黒川油田の一部にみられるぐらいで少ないが、安山岩火山体周辺に



第5図 吹浦油田の岩相断面図(中野・土谷, 1992)

水中火砕流や重力流堆積物とみられる凝灰岩を伴い、それが良好な貯留層となっている。船川層準の代表的な油ガス田は申川(さるかわ)、八橋、余目(あまるめ)油田などである(第1図)。旭川、濁川及び上浜油田では、凝灰岩のほか流紋岩岩体(地質調査所(1957)による石英粗面岩)が主要な貯留岩となっている。旭川油田の流紋岩は南北900 m、厚さ200 mの岩体で、その上部に貯留層がある。酒田北方の吹浦油ガス田は溶岩ドーム周辺に発達して、船川層泥岩と互層を形成している酸性火砕岩が貯留岩となっている(第5図)。溶岩ドーム付近は高まりをなし、そこでは下部天徳寺層が欠除している。

6. 天徳寺層準の火山源碎屑岩貯留層

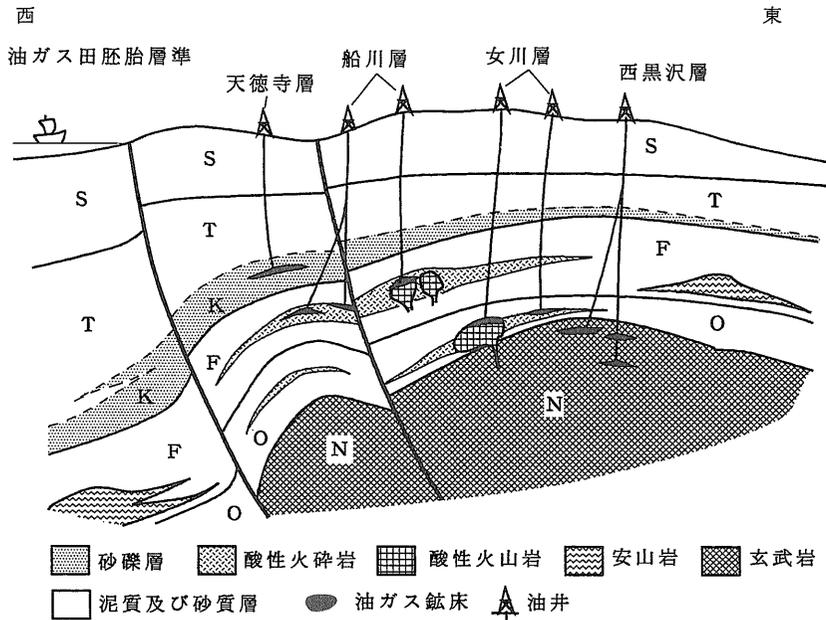
天徳寺層準の油田堆積盆内の火山岩体は、秋田市付近と本荘市付近にデイサイトがあるが、規模が小さい。この層準は、女川・船川層に比べて火山岩の溶岩や火砕岩の貯留岩が発達していない。しかし、天徳寺層下部の粗粒碎屑層、いわゆる桂根相の凝灰質砂岩に主な貯留層が発達し、その中には軽石や火山岩礫が多く含まれている。天徳寺層下部に胚胎する主な油ガス田は、申川、八橋、土崎沖、桂根油田などで、桂根相の凝灰質砂岩、礫岩及びその中の軽石などが主な貯留岩である(第3図)。

桂根相は粗粒碎屑物が多いこと、その下位の地層

の変形量が格段に大きいこと、天徳寺層が船川層を不整合に覆っていることがあるため、天徳寺層堆積直前に出羽変動と呼ばれる構造運動が起きたと考えられている(藤岡, 1968)。しかし、その変動の一部には火山活動が関与している。たとえば、米ヶ森デイサイト直上でみられる船川—天徳寺層間の不整合は構造運動によるものではなく、船川層堆積時の火山活動による局所的な高まりが削剝されたもの(土谷・吉川, 1993)である。吹浦油ガス田の下部天徳寺層の欠除も流紋岩の火成活動に伴う高まりの形成が原因と考えられる(第5図)。また、この時期のカルデラを伴う酸性火山噴出物の一部が他の碎屑物と共に火砕流またはタービダイトとして油田堆積盆に流入し桂根相を堆積させたとも考えられており(鹿野ほか, 1991)、桂根相の堆積場に船川—天徳寺層堆積時の火山噴出物がかなり供給されたらしい。

7. 油田地帯の火山岩とテクトニクスの変遷

油田地帯内の火山活動は、大局的に見ると中新世から鮮新世にかけて、玄武岩主体から酸性火山岩主体の活動へと徐々に変わっている。このような変化は、東北日本弧の新第三紀後期のテクトニクスの変遷と関係があるものと考えられる。以下、テクトニクスについては Tsuchiya (1990)、鹿野ほか



S: 笹岡層他 T: 天徳寺層 K: 桂根相 F: 船川層 O: 女川層 N: 西黒沢層

第 6 図 秋田—山形油田地帯における新第三紀火山岩と炭化水素鉱床の模式断面図

(1991), 佐藤(1992), 山路(1992)などの議論に基づき, 筆者の知見を加えて油田地帯の火山活動とテクトニクスの変遷をまとめてみる。

西黒沢層堆積時(中期中新世前半)には, 油田地帯の堆積盆は日本海拡大後期のリフティングにより形成され, 横ずれ成分をもった引張場にあった。青沢層や砂子溜層の玄武岩は, 形成直後の油田堆積盆内で膨大な噴出活動を行い, 島弧の低アルカリソレライトと背弧海盆玄武岩との中間的な化学的特徴を持っていた。中期中新世後半(女川層堆積時)には油田地帯は熱的沈降を伴った弱い引張場となり, 玄武岩主体から油田地帯北部で安山岩, 南部で玄武岩—ドレライトと流紋岩—デイサイトの活動へ変わっている(第 4 図)。この時期の火山岩の特徴は不明な点が多いが, 油田地帯付近の玄武岩類は西黒沢期のものよりもアルカリにやや富み, 山形県日本海岸にアルカリドレライトも出現している, マグマの発生深度が深まったことを示唆している。後期中新世—鮮新世(船川及び天徳寺層堆積時)には, 中間応力の時代から弱い東西圧縮場の時期に移り変わっていて, 火山活動は安山岩主体で酸性火砕岩を伴い, 玄武岩の火山活動は局地的になった。この時期の火山岩組成の島弧横断変化は, 第四紀のそれとほぼ同様にな

ったが, 背弧側の油田地帯南部の百宅火山では, 前弧側火山並にアルカリに乏しい玄武岩が噴出していた。天徳寺下部層準の油田堆積盆内の火山岩はわずかなデイサイトだけであった。しかし, 油田地帯東側の脊梁地域では船川層堆積時から火山活動が活発化し, 多数のカルデラを伴う酸性火山岩が噴出して, その一部が天徳寺層の堆積場へ流入した。

西黒沢層堆積時の青沢リフトは本荘付近から松島湾に至る地域にも連続していて, 北上ブロックと阿武隈ブロックを分けている(山路, 1992)。この地域では女川層堆積時にもパイモダルな火山活動があり, 船川層堆積時にも百宅火山やその東側の院内カルデラでアルカリの少ないソレライト玄武岩が噴出している。松島湾へ至るリフト帯では, その周辺地域より地殻が薄化しているとされ, 上部マンツルの温度・構造・組成にも違いがあって, 船川層堆積時に至るまでアルカリの少ない玄武岩を噴出させた可能性がある。

8. ま と め

1. 秋田—山形油田地帯の炭化水素鉱床は中期中新世から鮮新世の海成層中に挟在する火山噴出物を貯

留層とするものが非常に多い(第6図)。

2. 鉱床の主な胚胎層は、中期中新世の西黒沢層玄武岩、女川層及び船川層の安山岩、デイサイト及び流紋岩とそれらに伴う火砕岩、天徳寺層下部の火山岩起源の碎屑物に富む桂根相である。

3. 火山噴出物中の鉱床は、玄武岩では火山体の高まり中の発泡した溶岩や粗粒火砕岩、安山岩では火山体周辺に伴う火砕岩、デイサイト一流紋岩では溶岩ドームなどの上部やその周辺の火砕岩に胚胎する。

4. 火砕岩中の鉱床は、火山体から流出した火砕流堆積物等が海成泥岩と互層をなし、構造変形をうけて背斜や断層のトラップをなすところに形成された。

5. 天徳寺層基底の不整合の一部は船川層層準の火山活動によって形成された高まりが削剝されたものであり、桂根相中の火山碎屑物も、油田地帯やその周辺の船川一下部天徳寺層準の火山岩体から主にもたらされた。

6. 秋田一山形油田地帯の火山岩は、中期中新世前期に大規模玄武岩の噴出が終了した後、後期中新世までに、徐々に安山岩と酸性火山岩を主とする活動に移行していった。

文 献

- 荒木直也・加藤 進(1993): 鮎川油・ガス田の発見. 石油技術協会誌, 58, 119-127.
 地質調査所(1957): 日本鉱産誌, V-b, 主として燃料となる鉱石. 416p.
 地質調査所(1992): 100万分の1日本地質図第3版.
 藤岡一男(1983): 秋田の油田. 秋田さきがけ新書, 236p.
 藤岡一男(1968): 秋田油田における出羽変動. 石油技術協会誌, 33, 283-297.

- 平山次郎・角 清愛(1963): 5万分の1地質図幅「鷹巣」及び同説明書. 地質調査所, 90p.
 星 一良・佐賀 肇・箕輪英雄・稲葉 充(1992): 秋田・新潟のグリーンタフの変質と貯留岩性状. 石油技術協会誌, 57, 77-90.
 鹿野和彦・加藤碩一・柳沢幸夫・吉田史郎(編)(1991): 日本の新生界層序と地史. 地調報告, no. 274, 114p.
 加藤 進(1992): 由利原油・ガス田. 日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 28-29.
 中野 俊・土谷信之(1992): 鳥海山及び吹浦地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所. 138p.
 大口健志・佐藤英郎・小林紀彦・中本 治(1990): 後期中新世秋田油田地域の水冷火山岩類. 石油技術協会誌, 54, 290-291.
 大沢 穠・鯨岡 明・粟田泰夫(1985): 羽後浜田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 57p.
 大沢 穠・土谷信之・片平忠実・菊池芳郎・大口健志(1989): 秋田県南部一山形県北部油田地帯の深部構造. 地質学論集, 32, 133-142.
 佐賀 肇 (1992): 秋田・山形地域. 日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 53-80.
 佐藤比呂志(1992): 東北日本中部地域の後期新生代テクトニクス. 地質調査所月報, 43/44, 119-139.
 佐藤 修・津田宗茂(1992): グリーンタフの探鉱. 日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 277-291.
 Tsuchiya, N. (1990): Middle Miocene back-arc rift magmatism of basalt in the NE Japan arc. Bull. Geol. Surv. Japan. 473-505.
 土谷信之(1992): 東北日本背弧油田地帯における後期中新世火山岩貯留岩. 平成4年度工業技術院特別研究促進費調査報告. 113-116.
 山路 敦(1992): 日本海形成問題: わかったこと・わからなかったこと. 地学団体研究会第46会総会シンポジウム要旨集, 35-49.

TSUCHIYA Nobuyuki (1995): Volcanic rock reservoir in Akita-Yamagata Oil Field.

<受付: 1994年11月24日>