原 著 論 文

秋田油田における凝灰岩の沸石化について (その3)*

能代堆積盆

藤岡 一 男** ・ 佐々木 詔 雄***

(昭和46年2月5日受理)

Zeolitic Alteration of Vitric Tuffs in the Akita Oil Field (Part 3)
On the Noshiro sedimentary basin

By

Kazuo HUZIOKA and Akio SASAKI

Abstract Zeolitic alteration of vitric tuffs from the Neogene oil-bearing deposits of the Noshiro basin (Fig. 1) in the Akita oil field shows regular zonal arrangements, in descending order as (Fig. 2), fresh glass zone—clinoptilolite zone—analclime zone—authigenic albite zone. Each zeolite zone considerably varies with the localities (Figs. 3 and 4) in both stratigraphic horizons and thickness.

The natural densities of the mudstone at the top of the clinoptilolite zone is measured to be $1.87 \pm$ and that of the analclime zone $2.15 \pm$ (Fig. 5). From the thickness of the strata (Fig. 6) above the mudstone, the initial thickness before burial is calculated to be 830 m+ above the clinoptilolite zone and 1500 m+ above the analclime zone.

The zeolitic alterations of the vitric tuffs in the Noshiro basin are interrelated to their overburden thickness (Figs. 7-11). Such differences of sedimentation are inferred to be due to the differential movements of the sedimentary basin caused by the Dewa Disturbance during the later Funakawan and the early Tentokujian stages.

序

秋田油田の含油第三系に挟まれる凝灰岩の沸石化については、さきに藤岡一男・吉川輝四(1969 a, b)が地表および坑井資料に基づいて、新しい地層より、fresh glass 帯・clinoptilolite 帯・analclime 帯・authigenic albite 帯と、古い地層への規則的帯状配列があり、沸石変質相に地域的差異を生じた原因は出羽変動に基づく堆積盆分化によると述べた。今回は能代堆積盆における坑井資料を主として、沸石化変質と堆積量および地層圧との関係、ならびに堆積盆の分化現象との関連について

考察した。

ここに、研究資料を提供していただいた通商産業省 鉱山石炭局開発課・工業技術院地質調査所・秋田県・石油開発公団・石油資源開発株式会社・帝国石油株式会社に深甚の謝意を表する。なお本研究は文部省科学研究費によった。

I 資料採取坑井における沸石の産状
(第1・2図)

秋田油田においては天徳寺階以後の堆積量の差は東西方向で顕著であるので、男鹿半島北岸から能代地方を横切る方向で、火成岩の直接影響の少ない坑井を選んだ。これらの坑井について沸石産状を略述する。

1. 八森 R-9 (第1図-1, 第2図-1)

* 昭和45年5月20日、石油技術協会第35回定時総会個人講演

** 秋田大学鉱山学部鉱山地質学教室

*** 三井鉱山株式会社開発部

第1図 資料を採取した坑井

1 八森 R-9	9 浜浅内 SK-1	17 野石 SK-1
2 基礎試錐沢目沖	10 黒岡 SK-1	18 申川 SK-13
3 東雲 AK-1	11 八竜 SK-1	19 橋本 SK-1
4 常盤 SK-1	12 木戸沢 R-1	20 琴川 SK-1
5 東能代 R-1	13 西鶴川 SK-1	21 浜間口 SK-2D
6 外岡 SK-1	14 五明光 SK-1	23 東脇本 SK-1D
7 南能代 R-1	15 琴浜 SK-1, la	
8 能代 GS-1	16 宮沢 SK-1	

八森油田で天徳寺層から船川層まで掘鑿。深度336.1 m以浅の資料なく不明。336.1 m (天徳寺層)～掘止深度640 m (船川層素波里火山岩類の凝灰岩)は clinoptilolite 帯。

2. 基礎試錐一沢目沖 (第1図-2, 第2図-2)

沢目沖構造で深度2,504.5 m (西黒沢層)まで掘鑿。1,000 m以浅には凝灰岩が乏しく不明。1,000 mのベントナイト質凝灰岩 (天徳寺層)～1,450 m (船川層上部)は clinoptilolite 帯。以深の船川層・女川層には凝灰岩乏しく分析できなかった。女川層基底および西黒沢層上部 (2,220～2,300 m)の凝灰岩には沸石はなく, chlorite が含まれる。

3. 東雲 AK-1 (第1図-3, 第2図-3)

能代市東雲台地で深度1,630 m (西黒沢層)まで探鉱。天徳寺層が船川層下部を不整合に覆い, 船川層後の隆起帯に属する。深度630 mの白色中粒凝灰岩 (船川層下部)から clinoptilolite 帯に入り, 880 mの白色細粒凝灰岩

(女川層上部)から analcime 帯になり, 1,230 m (西黒沢層上部)まで続くが, 以深不明。1,010～1,100 mの凝灰岩には dolomite, magnesite, 1,160 m以深では chlorite の存在が認められた。

4. 常盤 SK-1 (第1図-4, 第2図-4)

能代東方の常盤 (山谷) 背斜における試掘。天徳寺層より女川層まで沸石の存在は確認できず, 深度420 m (船川層)一掘止深度842.7 m (女川層)まで montmollonite が著しい。

5. 東能代 R-1 (第1図-5, 第2図-5)

藤岡・吉川 (1969-a) 参照

6. 外岡 SK-1 (第1図-6, 第2図-6)

外岡背斜東側の構造に試掘し, 鮎川層より西黒沢層まで探鉱。深度700 mの天徳寺層白色中粒凝灰岩より1,240 m (船川層最下部)までは clinoptilolite 帯, 以深1,580 m (女川層)まで analcime 帯とみられる。西黒沢層については資料なく不明。

7. 南能代 R-1 (第1図-7, 第2図-7)

能代南方構造で桂根層のガス開発に成功した (渡辺・小草, 1969)。深度840 m (船川層上部の白色細粒凝灰岩)から clinoptilolite 帯になり, 1,530 m (船川層中部の白色中粒砂質凝灰岩)より掘止2,298.60 m (船川層)までは analcime 帯。

8. 能代 GS-1 (第1図-8, 第2図-8)

米代川河口付近で3,514.4 m掘鑿したが, 女川層までの調査で, 各層の堆積は厚く, 天徳寺層の厚さ1,500 m, 船川層は1,100 m以上で, 能代盆の沈降帯の中心部に近い位置とみられている。clinoptilolite 帯は1,210 m (天徳寺層上部の淡灰色中粒凝灰岩)より2,060 m (天徳寺層下部)まで続き, 以深しばらく不明であるが, 2,380～2,400 m (船川層最上部の石英安山岩質白色凝灰岩)から掘止深度まで analcime 帯が認められる。凝灰岩の沸石化変質が層位的に最も上位に及んでいる。

9. 浜浅内 SK-1 (第1図-9, 第2図-9)

天徳寺層下部までの試掘であるが, 資料が断片的で継続的変質は不明。深度1,045 mまでは無変質, 1,385 mのコアおよび1,600 mの互層凝灰岩は clinoptilolite を含む。

10. 黒岡 SK-1 (第1図-10, 第2図-10)

資料が少ないが, 深度1,268 mのコア (天徳寺層下部互層)では clinoptilolite が認められ, 1,577 mのコア (船川層)も同様で, 1,584 mのコア (船川層)から analcime が現われ 1,925 m (船川層下部)まで続くことは確かである。

11. 八竜 SK-1 (第1図-11, 第2図-11)

八竜構造への試掘で, ここでは湯西層が船川層を不整合に覆い, 笹岡層と天徳寺層が欠けている。深度320 m

第2図 坑井における沸石帯を示す柱状図

Ka: 鴻西層, Sh: 鮎川層, Sa: 笹岡層, Te: 天徳寺層, Fu: 船川層, On: 女川層, Ni: 西黒沢層

までの船川層凝灰岩は clinoptilolite に変質し、以深掘止深度 928.5m (女川層) まで analcime に変質している。

12. 木戸ノ沢 R-1 (第1図-12, 第2図-12)

森岳構造の試掘で女川層から掘り始めた。深度 305.3 m の凝灰岩には analcime が認められるが、315m から掘止までは沸石はなく、石英・長石に chlorite が伴われる。地表資料では下部七座凝灰岩に clinoptilolite が、構造試錐森岳 Cr-7 では、深度 160 m の女川層上部の凝灰岩に analcime が認められる。

13. 西鶴川 SK-1 (第1図-13, 第2図-13)

大潟隆起帯北部における試掘。深度 295m で笹岡層が西黒沢層を不整合に覆い、天徳寺層から女川層までを欠いている。1,085m で門前層 (?) に達し、1,216.70m で掘止。深度 300 m と 500 m の西黒沢層緑色凝灰岩には analcime が認められる。

14. 五明光 SK-1 (第1図-14, 第2図-14)

深度 1,380m (船川層) までは資料なく不明。1,380~1,535 m の船川層凝灰岩は clinoptilolite に変質し、1,565m (女川層最上部) より掘止まで analcime 帯となる。

15. 琴浜 SK-1, 1a (第1図-15, 第2図-15)

大潟村西部の試掘。笹岡層は船川層を傾斜不整合 (深度 375m) で覆い、女川層を経て、1,209m で西黒沢層に達した。深度 375m (船川層) から 730m までは clinoptilolite 帯で、775m (女川層最上部凝灰岩) に analcime が現われ、1,501.50m (西黒沢層) まで続く。1,204.5 m 以深の西黒沢層には chlorite も含まれる。

16. 宮沢 SK-1 (第1図-16, 第2図-16)

clinoptilolite 帯は深度 1,050m (天徳寺層) から始り

1,410m (申川区層) まで続き、それから 1,615m まで資料なく、1,615m (女川層最上部申川Ⅱ層) には analcime が認められ、掘止まで続く。女川層の凝灰岩には calcite も含まれている。

17. 野石 SK-1 (第1図-17, 第2図-17)

深度 940m (天徳寺層下部) から clinoptilolite 帯が始り (申川区層) まで続く。それよりしばらく不明で、1,655m (女川層申川Ⅱ層) には analcime が認められ掘止まで続く。

18. 申川 SK-13 (第1図-18, 第2図-18)

申川油田で女川層までを採鉱した坑井。船川層上部までの資料乏しく、天徳寺層基底の白色凝灰岩 (783 m) には clinoptilolite が認められた。1,180 m (申川区層・南平沢凝灰岩相当) から analcime が 1,710m (女川層) まで続く。申川油田の他の坑井資料で補って図示した。

19. 橋本 SK-1 (第1図-19, 第2図-19)

橋本油田発見井。深度 790 m (天徳寺層) より clinoptilolite 帯に入り 1,130m (船川層上部) まで続き、1,150 m の凝灰岩から analcime が現われ掘止まで続く。analcime 帯の上限が船川層上部で、層位的に著しく上位にある。

20. 琴川 SK-1D (第1図-20, 第2図-20)

琴川背斜への試掘で、凝灰岩の挟在が多い。clinoptilolite 帯は深度 870m (天徳寺層下部) から 1,720m (女川層上部) まで、1,730m の凝灰岩以深は analcime 帯となる。

21. 浜間口 SK-2D (第1図-21, 第2図-22)

浜間口背斜で北浦層より女川層までを採鉱。浅部資料なく、clinoptilolite 帯上限は不明であるが、船川層最上部の白色細粒凝灰岩 (1,000m) から女川層上部 (1,550

第3図 男鹿半島北岸坑井における沸石帯と地層との関係

K: 潟西層, Sh: 新川層, Sa: 笹岡層, Te: 天徳寺層, Fu: 船川層, On: 女川層, Ni: 西黒沢層

第4図 能代地方における沸石帯と地層との関係

m)までは clinoptilolite 帯, 1,560m から掘止まで analcime が続く。

22. 東脇本 SK-1 (第1図-22)

藤岡, 吉川 (1869-a) 参照。

2. 沸石帯と地層々序の関係 (第3図, 第4図)

能代堆積盆地においても, 含油第三系凝灰岩の沸石化変質は, 藤岡・吉川 (1969-a) が述べたように, fresh glass 帯—clinoptilolite 帯—analcime 帯—authigenic albite 帯と, 新しい地層より古い地層に向って規則的帯状配列をなすとともに, 沸石帯が地層の層序と一致しない現象も認められた。

男鹿半島北岸の坑井で認められた沸石帯を, 女川層上限を基準面として, 柱状図 (第3図) に示した。地域的にみて沸石帯は地層境界と一致していない。これらは大体3タイプに分けてみることができる。

Type 1 (浜間口 SK-1, 2D, 琴川 SK-1D): clinoptilolite 帯の上限が, 天徳寺層下部の申川凝灰岩より層厚にして約100m上位で, analcime 帯の上限は申川Ⅷ層付近にある。

Type 2 (橋本 SK-1, 申川 SK-13): clinoptilolite 帯の上限は不明であるが, 申川凝灰岩は変質しており, analcime 帯の上限は申川Ⅷ層より上位にあり, 凝灰岩の沸石化は Type 1 より層位的に上位まで進んでいる。

Type 3 (野石 SK-1, 宮沢 SK-1, 琴浜 SK-1, 1a): clinoptilolite 帯の上限が, ほぼ天徳寺層基底付近で, 申川凝灰岩は未変質である。analcime 帯の上限は女川層最上部付近であり, clinoptilolite 帯の厚さは他に比して薄い。

天徳寺層の申川凝灰岩は Type 1 と 2 では, clinoptilolite に変質しているが, Type 3 では未変質である。申川Ⅷ層は Type 1 と 3 では clinoptilolite に, Type 2

では analcime に変質している。

能代地方においても, 第4図に示すように, 能代 GS-1・東能代 R-1・外岡 SK-1・南能代 R-1 および外岡地表における沸石帯と地層の関係は明らかな地域差を示している。ここでは船川層最上部の石英安山岩質凝灰岩を基準面として対比した。この凝灰岩が外岡地表や南能代 R-1 では未変質であるが, 外岡 SK-1 および東能代 R-1 では clinoptilolite に, 能代 GS-1 では analcime に変質している。clinoptilolite 帯の厚さも差異があり, その上限も船川層内にあるものから天徳寺層上部に及んでいるものまである。かような地域的差異現象は, 凝灰岩が受けた生成条件に地域差が生じたためと見られる

3. 凝灰岩の沸石化と泥岩自然密度との関係

(第5図, 第6図)

火山ガラスが沸石化する主因の1は, 堆積物の埋没に伴う温度の上昇と, 上位堆積物の累重による圧力の増大 (続成的変質作用) と考えられている。埋没深度による地層の圧力の目安として泥岩の自然密度を測定 (注1) した。ここにいう泥岩の自然密度とは岩石中の間隙を水で満たした状態における岩石の密度である。松沢明 (1961, 1962) や宮崎浩 (1966) が述べているように, 堆積物は Overburden の荷重によって圧密を受け, 孔隙率は減少し, 堆積当初の低密度から漸次埋没量の増すにつれて, 堆積物の自然密度は増加する。とくに“泥”は Overburden の荷重を最も反映し, 泥岩の自然密度の変化は, ほとんどすべてが直接圧力の増大の結果であり, 泥岩の密度を支配するものはその地層の最大埋没深度である。

泥岩の自然密度を縦軸に, clinoptilolite および analcime 帯の上限深度を横軸にとり, その間の相関を坑井ごとに求め, 第5図に示した。

clinoptilolite 帯上限における泥岩の自然密度は南能代 R-1 で1.85, 基礎試錐沢目沖で1.86, 外岡 SK-1 で1.87, 東能代 R-1 で1.88であり, 1.85~1.88 (平均1.87) の範囲におさまる。analcime 帯の上限では, 外岡SK-1 で2.10, 八竜 SK-1 で2.12, 南能代 R-1 で2.13, 東能代 R-1 で2.18, 黒岡 SK-1 で2.19と, やや値に差があるが, 2.10~2.19 (平均2.15) になる。この値は現在深度と関係なく, 岩石密度を支配するその地層の最大埋没期にうけた圧密量を示し, 凝灰岩の沸石化の時期を最大埋没期とすれば, 泥岩自然密度のこの値は沸石生成の条件を示すものとみてよい。泥岩の自然密度が1.87, 圧密量 (注2)

(注1) 泥岩の自然密度測定は宮崎浩 (1966) の板状と方法に従った。

(注2) C (圧密量) = $60 D_n - 96$

$1.6 \leq D_n$ (自然密度) ≤ 2.65 (松沢明, 1962)

第5図 坑井における沸石化変質と泥岩の自然密度との関係

第6図 泥岩の自然密度と沸石帯覆蔽層厚との関係
縦軸：泥岩の自然密度、横軸：Clinoptilolite 帯および analcime 帯の上限より笹岡層の上限にいたるまでの覆蔽堆積物の累計層厚

1：黒岡 SK-1, 2：外岡 SK-1, 3：南能代 R-1,
4：東能代 R-1, 5：基礎試験沢戸沖

が16%になるに必要な上位堆積物の累重があれば、凝灰岩のガラスは clinoptilolite に変質し、また自然密度が 2.15, 圧密度33%以上になれば analcime に変質するということになる。そこで、第6図に示すように、堆積物の最大埋没期を笹岡階末期とし、横軸に clinoptilolite

帯および analcime 帯の上限から笹岡層上限までの層厚をとり、縦軸に泥岩の密度をとった。この図では、泥岩の自然密度が1.85の場合の上層の堆積量は、少なくとも700mの厚さ（圧密をうけない複元層厚（注1）は830m）以上であり、また2.15の場合は約1,000m（複元層厚1,500m）以上の厚さを必要とすることになる。すなわち、凝灰岩中のガラスが clinoptilolite に変質するには、上位堆積物の自重圧によって圧密を受け、圧密度が16%になるのに要する圧力（830m以上の堆積量）が必要であることになる。さらに堆積量が上位に増すにつれ圧力は増大し、圧密度が33%以上になる圧力（1,500m以上の堆積量）になれば、さらに analcime に変質するものとみられる。

坑井による掘さくの場合、笹岡層以下700m厚の掘進または泥岩自然密度が1.8になったら、凝灰岩に clinoptilolite 変質があり、約830m厚の掘進または泥岩自然密度2.1になると、analcime 変質がありうるものと予想してよいことになる。

4. 凝灰岩の沸石化変質と上位堆積量の関係

（第7, 8, 9, 10, 11図）

沸石帯と地層境界が一致せず、地域的に沸石化変質に差異があることは、その上位堆積物の累計層厚の差に関係がある。

（注1） 複元層厚は $T'(1-\phi_a) = T(1-\phi_a)$ により、宮崎浩（1966）の方式に従って求めた。 T' ：埋没前の層厚、 T ：埋没後の層厚、 ϕ_a' ：埋没前の地層の平均孔隙率、 ϕ_a ：埋没後の地層の平均孔隙率

第7図 天徳寺層, 笹岡層の総層厚と clinoptilolite

帯上限から天徳寺層基底までの層厚との関係
 1: 能代GS-1, 2: 東脇本: SK-1, 3: 沢目沖(基礎試錐), 4: 琴川SK-ID, 5: 東能代R-1, 6: 外岡SK-1, 7: 野石SK-1, 8: 宮沢SK-1, 9: 南能代R-1, 10: 東雲AK-1, Tb: 天徳寺層基底
 縦軸: 天徳寺層基底より clinoptilolite 帯上限までの層厚
 横軸: 天徳寺層と笹岡層の現在総層厚

第8図 Analcime 帯上限から船川層基底までの層厚と船川層, 天徳寺層および笹岡層の現在総層厚との関係

縦軸: Analcime 帯上限より船川層基底までの層厚
 横軸: 船川層・天徳寺層および笹岡層の現在総層厚
 1: 能代GS-1, 2: 橋本SK-1, 3: 東能代R-1, 4: 黒岡SK-1, 5: 五明光SK-1, 6: 外岡SK-1, 7: 南能代R-1, 8: 東雲AK-1
 Fb: 船川層基底

第7図は縦軸に天徳寺層基底から clinoptilolite 帯上限までの層厚を, 横軸に天徳寺層と笹岡層の現在の総層厚をとって両者の相関を示したものである。天徳寺層と笹岡層の総層厚が著しく大きくなれば, clinoptilolite 帯の上限は天徳寺層基底より層位的に上位に向い, 逆に総層厚が凝灰岩変質に要する堆積量より小さくなれば, 下位に向うものと推定できる。第7図で, 天徳寺層と笹岡層の総層厚が1,000m以上ある能代GS-1 (1,810m), 東脇本SK-1 (1,320m), 基礎試錐沢目沖 (1,005m), 東能代R-1 (1,010m), 琴川SK-ID (996m) では, その厚さが増すにつれ天徳寺層基底より上位まで clinopti-

lolite 化が進んでおり, 逆に総層厚が薄い南能代R-1 (615m), 東雲AK-1 (460m) では天徳寺層基底以下にある。

なお, 凝灰岩が clinoptilolite に変質するに要する堆積量は第7図より推算できる。天徳寺層基底より clinoptilolite 帯上限までの層厚が0における堆積量であり, その層厚は約700mで, 泥岩の自然密度から推定した値と一致する。

さらに, analcime 帯の上限から船川層の基底までの厚さと, 船川層・天徳寺層および笹岡層の総層厚との相関は, 第8図に示すように, clinoptilolite の場合 (第7図) と同様な傾向を示す。

藤岡・吉川 (1969b) は clinoptilolite 帯の厚さと, その上限深度との間には相関関係があり, clinoptilolite 帯が厚く, 地下増温率の低いグループと, clinoptilolite 帯が薄く, 地下増温率の高いグループに分け, この差異は出羽変動による堆積盆の分化に基づき, 沈降帯と隆起帯を示すものと考えた。本地域の坑井について, 第9図に示すように, 縦軸に clinoptilolite 帯の厚さ, 横軸に clinoptilolite 帯より上位地層の累計層厚をとると, 堆積量が大きくなるにつれ clinoptilolite 帯の厚さも大きくなっている。A・B・Cの3グループに分けられるが, Aは clinoptilolite 帯が厚く上位被覆層も厚い。Cは両者ともに薄く, BはAとCの中間型である。これらの差異は堆積盆の分化をよく反映しており, Aは船川階後の沈降帯に, Cは微沈降～隆起帯に位置している。

ここで能代堆積盆の堆積変遷を地史的にみると, 西黒沢階では坑井資料が少なくまとめられないが, 女川階以後は次のように考証した。女川階では全域ほぼ同一岩

第9図 Clinoptilolite 帯の厚さと, Clinoptilolite 帯上限より上位層 (笹岡層上限まで) の総層厚との関係

縦軸: clinoptilolite 帯の厚さ
 横軸: clinoptilolite 帯上限より上位層 (笹岡層上限まで) の総層厚
 1: 能代GS-1, 2: 琴川SK-ID, 3: 宮沢SK-1, 4: 野石SK-1, 5: 東能代R-1, 6: 外岡SK-1, 7: 南能代R-1, 8: 東雲AK-1

第10図 能代堆積盆における天徳寺層の Isopach と lithofacies

相よりなるが、大潟一夏井微沈降帯は女川階以後においても堆積は薄く、能代盆を鷹巣・二ツ井盆とに分ける潜在基盤隆起帯であったとみられる。船川階の後期には新しい沈降帯や微沈降帯が現われ堆積分化が始った。天徳寺階（第10図）に入って分化現象が顕著になり、隆起帯と沈降帯の堆積量の差は1,000 m以上となり、夏井周辺およびその北方、大潟地域（池辺穰・岩佐三郎, 1963）のように陸化した地域ができるとともに、能代海岸—申川—脇本にかけてははなはだしい沈降を示している。笹岡階（第11図）では堆積環境が縦前と異なり、天徳寺階後の陸化域には下位層に著しい不整合で、沈降帯では整合に累積するが、堆積物は砂質となり堆積量は一般に少ない。

東雲 AK-1・西鶴川 SK-1・琴浜 SK-1 などは微沈降—隆起帯に位置し、船川階以後の堆積は少なく、所によっては陸化している。凝灰岩の沸石化は層位的に下位であり、clinoptilolite 帯の上限は天徳寺層基底付近か船川層上部までであり、analcime 帯の上限は女川層上部付近である。clinoptilolite

帯の厚さも薄い（隆起型沸石変質相）。

能代 GS-1・基礎誌雄沢目沖・浜浅内 SK-1・黒岡 SK-1・申川 SK-13・橋本 SK-1・琴川 SK-1・浜間口 SK-2・東脇本 SK-1 は沈降帯に位置し、船川層は500m以上、天徳寺層は800m以上の堆積を示している。凝灰岩の変質は層位的に上方におよび、clinoptilolite 帯の上限も天徳寺層下部から上部におよび、clinoptilolite 帯の厚さも大きい（沈降型沸石変質相）。その他の坑井は、これら2型の中間にあって、どちらかに近い存在である。

火成岩による熱水変質的要因がなく、地下温度も大差ない地下状況で凝灰岩が沸石化する場合、変質帯の層位・深度・厚さなどに地域差を生じておれば、その凝灰岩以後の上位堆積量の差に基づくもので、能代堆積盆においては出羽変動（藤岡一男, 1968）による堆積盆の分化現象が最大の要因であるとみられる。

第11図 能代堆積盆における笹岡層の Isopach と lithofacies

5. む す び

秋田油田能代堆積盆における坑井を選んで、含油新第三系凝灰岩の沸石化を調べた。無変質ガラス帯・clinoptilolite 帯・analcime 帯の層序的帯状配列を示しているが、沸石帯と地層の関係や、沸石帯の厚さは場所によって差異がある。

石英安山岩質ないし流紋岩質凝灰岩が clinoptilolite になるところの泥岩自然密度は1.87±、さらに analcime になるところは2.15±である。これらの変質点より上位果重層の厚さは、それぞれ700m以上、1,000m以上であり、これから計算で圧緊前の堆積量を求めると、clinoptilolite を生ずるには少なくとも 830m 以上、analcime には1,500m 以上の厚さがあったことになる。沸石化が層位的に上位に昇るほどその上方に堆積が続いたこと(堆積盆の沈降)を示すものとみられる。沸石帯の厚さも、上位堆積量と正相関する。これらの地域差は船川層上部以後笹岡層にいたるまでの総層厚の差異と一致した傾向をとり、等層厚線図の示す堆積量差異に沸石変質相の差異が関連している。これらの差異は船川階後期より天徳寺階前期における出羽変動に基づいた堆積盆の分化現象に支配され、沈降帯・微沈降帯・隆起帯によって、沸石変質相の差異が生じたものと解される。

参 考 文 献

- 原田一雄, 1968, 沸石相一とくに地層の埋没深度による分帯に関して: 地質雑, 74巻, 4号, 239~244頁。
 藤岡一男, 1968, 秋田油田における出羽変動: 石技誌, 33巻, 5号, 頁5~19。
 藤岡一男・吉川輝四, 1969-a, 秋田油田における凝灰岩の沸石化について: 石技誌, 34巻, 4号, 頁145~154。
 藤岡一男・吉川輝四, 1969-b, 秋田油田における凝灰岩の沸石化について(その2): 同上, 169頁。(要旨)
 藤岡一男・高安泰助・的場保望・佐々木詔雄, 1970, 能代盆地周辺の地質: 同上, 35巻, 4号, 211~212頁(要旨)。
 飯島東・歌田実, 1965, 堆積岩中の沸石類, とくにその

- 堆積環境と帯状分布(その1・2): 地質雑, 71巻, 833~834号, 56~65頁, 138~147頁。
 IIZIMA, A. and M. UTADA, 1966, Zeolite in Sedimentary rocks, with reference to the depositional environments and zonal distribution: *Sedimentology*, vol. 7, No. 4, p. 327-357。
 飯島東・歌田実, 1967, 凝灰岩の沸石化作用—火山ガラスの続成作用による変化—: 佐々保雄教授還暦記念論文集, 107~170頁。
 池辺穰, 1962, 秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油集積について: 秋田大・鉱・地下資源研報告, 26号, 1~59頁。
 池辺穰・岩佐三郎, 1963, 秋田油田の第三系—とくに2つの問題を取りあげて—: 化石, 5号, 98~104頁。
 木下浩二・池辺穰, 1964, 秋田地域の油田構造形成に関する考察: 石技誌, 29巻, 7号, 298~303頁。
 木下浩二, 1965, 八郎潟地域の地下資源: 八郎潟の研究, 八郎潟学術調査会, 52~95頁。
 牧野登喜男, 1965, 能代層序試錐: 地質ニュース, 133号, 5~11頁。
 松沢明, 1961, 1962, 堆積岩の密度と地質構造: 物探協誌, 14巻, 4号, 195~203頁; 15巻, 1号, 1~13頁。
 MIYAZAKI, H., 1966, Gravitational Compaction of the Neogene Muddy Sediments in Akita Oil-Fields, Northeast Japan: *Jour. Geosci.*, Osaka City Univ., vol. 9, At. 1, p. 1-23。
 西沢量平, 1964, 申川油田の鉱床生成時期について: 石技誌, 29巻, 7号, 304~314頁。
 中島和一, 1968, 地向斜堆積物の続成・変成, とくに沸石質変質について: 地質学論集, 1号, 47~52頁。
 佐々木詔雄, 1970, 能代堆積盆地含油第三系の地質および構造発達史: 秋田大鉱山地質修士論文(手記)。
 田辺芳男・斎藤博・佐藤富人・荒木直也・鬼塚貞, 1970, 能代北方地域の層序に関する最近の知見: 石技誌, 35巻, 4号, 211頁(要旨)。
 UTADA, M., 1965, Zonal distribution of authigenic zeolites in the Tertiary pyroclastic rock in Mogami district, Yamagata Prefecture: *Sci. Paper Coll. Gen. Educ. Tokyo Univ.*, vol. 15, p. 173-216。
 渡辺進・小暮欽治, 1969, 能代平野における最近の試掘成果: 石技誌, 34巻, 4号, 196~170頁(要旨)。