新潟県の天然ガス鉱床の研究 [III]
——とくに等層厚線図 (西山層・椎谷層) からみた
ガス鉱床のあり方——

Geologic Considerations on Some Natural Gas Fields,
in Niigata Prefecture, Japan [III]

——The Mode of Occurrences of Gases Investigated by
Isopachous Maps of Nishiyama and
Shiiba Formation——

西 島 進 (Susumu Nishijima)*

Abstract: In Part I and II of this paper, the writer discussed the migrations and accumulations of natural gases from the angles of the characteristics of gases and waters and the formation pressures.

Part III deals with the mode of occurrences of gases in Higashi-Niigata and Shiunji gas field.

From these considerations, the writer comes to the following conclusions for the migrations and accumulations of natural gases in Niigata Prefecture.

1. As expressed in isopachous map of each formation, the frameworks of sedimentary basins and modes of tectonic movements of basement seem to be different in each formation.

2. By the modes of tectonic movements, occurrences of formations, supplying origins of sediments and sedimentary environments are controlled, and as a result, the characteristics of gas and water and tendencies of formation pressures have close relationships with formations.

3. The writer presumes that in comparatively early stage after sedimentation, the genesis, migration and accumulation of natural gas virtually end, the reasons are (1) the characteristics of gases are different in each formation, (2) accumulations of gases are usually observed at the synchronous high areas of each formation.

1. 緒 言

さきに西島 (1971) は, 天然ガスの性状, 地層水の性状, および地層の圧力の変化傾向等が累層に関連をもつを述べ, さらに, その原因についての考察を試みた。本著 [III] では, 東新潟ガス田および紫雲寺ガス田を実例としてとりあげ, 等層厚線図からみた鉱床のありかた, 累層境界がはたしているガス鉱床への役割について検討した。

2. 東 新 潟 ガ ス 田

(1) 層 序

本ガス田で最も深く掘さくされた坑井は NS-6 で, 掘止深度 4,757m, 七谷層に達し

* 石油資源開発 (株) 生産部

(昭和 46 年 6 月 26 日受理)

第1図 東新瀉ガス田横断面図

ている。本井の層序は次の通りである。

各 層 基 底	深 度
魚 沼 層 群	411.6 m
灰 爪 層	950.0
西 山 層	2,330.0
椎 谷 層	3,514.0
上 部 寺 泊 層	3,912.5
下 部 寺 泊 層	4,421.0
七 谷 層 泥 岩 相	4,537.0
以下粗粒玄武岩	

現在本ガス田で仕上げられているガス層は全部西山・椎谷層中にあるので、本文ではこの両層のみをとりあげる。なお本文では浜忠層は設定せず、西山層に含めた（第1図）。

（2）構造

本構造は北東―南西方向、東新瀉ガス田から帝国石油（株）の松崎ガス田に延び、通常のしゅう曲に起因する背斜構造というよりは堆積時の高所がそのまま残ったような感じの緩いドーム状構造で、わが国としては第1級の規模の大きさをもつ。第2図に1,450m層上限（西山層上部）および2,900m B層上限（椎谷層上部）による地下構造を示すが、前者のつくる構造頂部は明らかに後者のつくる構造頂部より東にずれている。すなわち、層準が上になるほど、構造頂部は（南）西から（北）東へずれていく。

（3）層厚変化の状況

- ① 西山層上中部：現在の構造とよく似た形をとり、NS-6 付近がたかまりの中心

第2図 東新潟ガス田構造図

〔註〕 坑井の記号 NG：日本瓦斯化学工業（株）の坑井，SK：石油資源開発（株）の坑井，数字のみ：両社共同開発坑井（NS），数字なし：他社坑井

（最も層厚の薄いところ）になっている（第3図）。

② 西山層下部：上中部と似ているが、たかまりの中心がやや北西にある。（第4図）。

③ 椎谷層最上部：前と全く形が変り、等層厚線は西および南で閉じず鼻状構造のような形になる（第5図）。

④ 椎谷層上部（2,900m 層グループ）：最上部をさらに強調した形で、全体として西から東へ層厚が大となり、東新潟構造は僅かに鼻状構造として表われている（第6図）。

⑤ 以上を総括すると、椎谷層の時期には東新潟構造の西側にたかまりがあり、東方へ深くなる形で、理在の東新潟構造はこのたかまりの斜面部にあたり、鼻状構造程度で未だドーム構造はできていなかった。西山層の時期には、東新潟構造はほぼ現在の位置に、ほぼ現在の形で、堆積時のたかまりとしてできあがりつゝあった。

⑥ 等層厚線図の形が大きく変るのは、椎積盆地の形、さらにいえば基盤の構造運動の様式が変わったことを意味し、この構造運動の変化により、累層という地質単元ができるも

第3図 西山層上中部等厚線図

第4図 西山層下部等厚線図

第5図 椎谷層最上部等層厚線図

第6図 椎谷層上部等層厚線図

第1表 紫雲寺 SK-21 層序

各 層 基 底	深 度
	m
魚 沼 層 群	205.0
灰 爪 層	418.0
西 山 層	1,396.3
椎 谷 層	2,253.0
上 部 寺 泊 層	2,400.8
下 部 寺 泊 層	2,606.5
七 谷 層	3,370
以下ホルンフェルス

第7図 紫雲寺ガス田縦断面図

のと考えられる。西山層については、層全体の等層厚線図と、層を細分した各部の等層厚線図の形がおおよそ一致するといえる。すなわち、1累層堆積中は基盤の構造運動はほぼ一定の様式をとるということになる。

(4) ガスのあり方

① ある1枚の砂層が、場所によりガスになったり水になったりする現象には、多くの要因が入り簡単ではないが、概していえば、砂の砂の性質・分布が一樣な場合は、ガスの存在は主として構造上のレベルに支配され、構造頂部に胚胎することになる。しかし、砂の浸透率が場所により大きく異なる場合は、毛細管圧力の違いのため端水面レベルが一定せず、ガスの分布は不規則になる。

② 西山層については、構造と等層厚線図上のたかまりがほぼ一致しており、ガスはもちろん浸透率の影響を受ける場合もあるが、おおよそこのたかまりの頂部に胚胎していると考えて差し支えない。

③ 椎谷層については、2,900m D 層および3,100m 層のガスが、構造的にはむしろ下がった東新潟地区南部から松崎地区にある点を取りあげる。

加藤 (1968) はこの問題について、松崎地区は比較的初期の断層により幾つか小プロ

第8図 紫雲寺ガス田地下構造図

第9図 西山層等厚厚線図 含砂率図

ックに分断され、移動・集積は各ブロック毎に独立した過程にしたがって行われたためと考えている。確かにこれも1つの考え方ではあるが、等厚厚線図との関連において次のような説明も可能ではなかろうか。すなわち椎谷層の等厚厚線図(第5・6図)をみると、この時期には東新潟地区南部と松崎地区は堆積盆地内の位置的には、同条件の場所で(同一等厚厚線上にあり)、東方から移動してきたガスは両地区に同様に集積し、その後西山層の時期に東新潟構造ができたが、ガスはもはや再移動しなかったとする解釈である(断層が再移動をさまたげる原因の一部になったかもしれない)。この場合ガスは、等厚厚線図によれば、たかまりの頂部ではなく斜面部に集積したことになり、恐らく浸透率トップと考えられる(この付近から東は浸透率が大きく、こゝから西は浸透率が小さい)。東新潟構造西翼へ掘さくされたNS-18が、構造的にそれほど下がっていないのに水であったのは、浸透率が小さいので毛細管圧力の関係で端水面が上がっているためと解釈すれば、こ

第10図 西山層上部等層厚線図・含砂率図

第11図 西山層中部等層厚線図・含砂率図

これは上記の推測を裏付けるものである。

(5) ガス砂と水砂の違い

① カッティング調査による岩相あるいは電検ログによつては、別に両者に岩石学的な違いは認められない。

② 椎谷層上部の砂岩はいずれも明瞭な泥岩のキャップ・ログをもち、全部の砂が場所によつてはガス層になり得る。すなわち、全部の砂がそれぞれ 2,900m A～D 層および 3,100 層と名付けられ、これ以外の砂はない。

③ 西山層の砂が問題で、本ガス田の範囲ではどこでも水層という砂が多数存在する。詳細にみると、場所によりガス層になり得る砂は、各坑井間で対比すると、その直上の泥岩も途切れずに連続し、一方、どこでもガス層になり得ない水砂は、どれかの坑井で直上の泥岩が消失し、1つ上の砂と直接するという事実が認められる。これは砂の直上の泥岩

第12図 椎谷層上部等層厚線図・含砂率図

がキャップ・ロックの役割をはたすためと考えられ、この場合の泥岩の厚さは10mあれば十分ということが柱状図からいえる。

3. 紫雲寺ガス田

(1) 層 序

本ガス田中央部に掘さくされたSK-21は掘止深度3,405.9m第三系の基盤に達している。本井の層序は第1表の通りである。

現在本ガス田で仕上げられているガス層は西山・椎谷および七谷層中のものであるが、本文では西山・椎谷両層をとりあげる(第7図)。

(2) 構 造

新胎内—築地—紫雲寺—聖籠とつながる延長18kmにおよぶ長大な背斜構造で、その

第13図 II層等層厚線図

上に幾つかのバルジがあり、それぞれがガス田を形成する。本ガス田もそのうちの1つである。両翼の傾斜は比較的緩いが、断面の形は明らかに東急西緩の傾向をもつ。第8図に西山層基底および七谷層の凝灰岩（紫雲寺凝灰岩）上限による地下構造図を示すが、両者はよく似た形をしている。

(3) 層厚変化および砂の発達状況

本ガス田のガス層になっている砂は、東新潟ガス田と対照的に、極めて連続性が悪くレンズ状である。各等層厚線図上に、その区間の含砂率（砂の層厚／区間の全層厚 %）コンターをもあわせ示す。

① 西山層全体：現在の構造とよく似た形をとる。砂は北と南のたかまりの間の鞍部（saddle）の南寄りに発達する（第9図）。

② 西山層上部（600m層・I層付近）（第10図）

③ 西山層中部（II層付近）（第11図）

共に西山層全体の等層厚線図と似た形をとる。砂の発達状況も西山層全体の場合と似ているが、第10図に示した区間では背斜の北部沈降部にも砂がみられる。

④ 椎谷層上部：やゝ資料が少なく不確実な点もあるが、西山層の等層厚線図とは大分形が異なり、現在の背斜軸部はむしろ沈降部のように見える。砂の発達状況も西山層の場

第 14 図 III 層等層厚線図

合と異なり、砂は背斜北部にのみ分布する（第 12 図）。

⑥ 以上に述べた等層厚線図からみると、東新瀉ガス田と同様、現在の紫雲寺構造ができたのは西山層の時期と考えられる。椎谷層の時期には、たかまりは位置・形共に現在とは大分異なっていたようである。

（4） ガス層の形

本ガス田の主要ガス層である西山層中の II 層および III 層の等層厚線図を示す（第 13・14 図）。西山層堆積時に北と南にたかまりがあり、その間に沈降部（現在の構造の鞍部にあたる）があって、この沈降部に砂が堆積したという解釈が最も妥当と思われる。

（5） ガスのあり方

東新瀉ガス田のとくに西山層においては、砂が比較的一様に分布・発達するので、ガスの存在を支配する主要因は構造上のレベルであった。紫雲寺ガス田の場合は、もともと砂が少なく、しかもその砂の発達が極めて局部的なので、ガスの胚胎を支配する最大の要因は、構造上のレベルではなく、砂の発達状況である。ただし、これはあくまでガス田内のスケールの論議で、もっと広域的なみをすれば、第 15 図に示すように、両ガス田共周辺地域に対し堆積時のたかまりであった。

第15図 北蒲原地域における西山層等層厚線図

① 西山層のガス：構造的には北と南のたかまりの間の鞍部，等層厚線図上でも同様の沈降部には砂が発達し，ガス層になっている。

② 椎谷層のガス：椎谷層を掘り切った坑井が少ないので，椎谷層全体のことはよく分らないが，上部，中部については，現在の背斜構造の北部沈降部に砂がよく発達しガス層になっている。これには，この地区が椎谷層堆積時には沈降部でなく，むしろたかまりに近い斜面部であったことが関係していると考えられる（第12図参照）。なお，現在の背斜頂部に僅かながらみられる椎谷層の砂は大部分水層になっている。

4. ガスの集積場所に対し累層境界のはたす役割

東新潟および紫雲寺ガス田の例において，西山層と椎谷層の等層厚線図の形がかなり異なり，それに応じて砂の発達状況，ガスの集積場所も異なることを明らかにした。これは面白い問題で，第2表に，新潟県下の石油資源開発（株）所属の代表的油ガス田について，掘さくされた累層名，実際に産油ガスしているか，または現在末仕上げであるが産油ガスの可能性が十分ある累層名，産油ガス場所が累層により変るかどうか，以上を一覧表にして示す。第2表により，1つの油ガス田で2つ以上の累層からほぼ同程度に産油ガスする例は案外少ないことが分る。さらに1油ガス田内における産油ガス場所まで考慮すると，累層境界が，堆積盆地の形を規定する基盤の構造運動の変化点であることを通じ，砂の発達さらに油ガスの移動・集積に大きな役割をはたしていることが考えられる。

また，古い既成油田の深掘は最も普通に行なわれる探鉱のやり方で，構造がよく分って

第2表 累層と産油ガスの関係

油ガス田名	掘さく ^{*1} 累層	仕上げ層 ^{*2} 層準	産油ガス 場所
平 木 田	Ny Sy Td Nt	○ ○	南部 北部) ずれる。
紫 雲 寺	Ny Sy Td Nt	◎ ○ ○	主に南部 北部 中部) ずれる。
新 胎 内	Ny Sy	○ ◎	ほぼ一致する。
東 新 潟	Ny Sy Td Nt	◎ ◎	北部(東新潟) 中南部(東新潟-松崎) や、ずれる
南 水 原	Ny Sy	○	
見 附	Ny Sy Td Nt	(○) ◎	ほぼ一致する。
藤川-雲出	Ny Sy	◎ ◎	南部(雲出) 北部(藤川) ずれる
片 貝	Ny Sy Td	◎	
吉 井	Ny Sy Td Nt	◎	
田 麦 山	Ny Sy Td Nt	(○) ○	北部 中部) ずれる。

*1 Ny : 西山層, Sy : 椎谷層, Td : 寺泊層, Nt : 七谷層,

*2 産油ガス量

◎ : Aクラス ○ : Bクラス ○ : Cクラス

第3表 既成油田の主要深掘井

油 田 名	主要産油層	深掘井	実 施 年 度	掘 深 止 度	探 累 鉱 層	結 果
新津油田	Ny Sy	朝日 R. 31	昭 32	1,942.7 ^m	Sy Td Nt	廃 坑
東山油田	Sy	比礼 R. 2	昭 29	1,982.2	Sy Td Nt	廃 坑
高町油田	Sy Td	刈羽 R. 109	昭 31	2,004.4	Td Nt	廃 坑
		下高町 1	昭 44	3,180	Td Nt	Ntを仕上げ成功。
西山油田	Sy Td	西 山 1	昭 42	2,502	Td Nt	廃 坑
		西 山 2	昭 43	3,407	Td Nt	廃 坑

いるだけに確度が高いと考えられ易いが、これまでの実績を調べると、その成功率は案外低いものである。これも浅部層準と深部層準で堆積盆地の形が異なり、油ガスの集積場所が同じでないことの表われであろう。新潟県下でこれまでに行われた既成油田の深掘の主なものの第3表に示す。

5. 結 論

新東潟ガス田・紫雲寺ガス田の西山・椎谷層中のガス鉱床のあり方について、主として両層の等層厚線図の面から考察した。

(1) ある累層全体の等層厚線図と、その累層を細分した各部分の等層厚線図は大体似た形をしているが、累層が変わると等層厚線図の形も変る。

(2) 等層厚線図の形は、堆積盆地の形、さらにいえば基盤の構造運動の様式を示すと考えられる。(1) に述べたことは結局、同一累層堆積中は構造運動の様式がほぼ一定で、累層が変わるところの様式も変る、あるいは逆にいえば、基盤の構造運動の様式が変わることにより、累層として認識できる地質単元ができるということである。

(3) ガス鉱床のあり方は、現在の構造よりも堆積時の盆地の形に規制される。堆積盆地のスケールでみると、現在のガス鉱床は堆積時のたかまりの上にある。またガス田内のスケールでみると、原則としては最も高いところにあると考えられるが、そこへ砂の発達状況、浸透率の変化状況等のファクターが入り簡単ではない。

(4) 各累層毎に等層厚線図の形が異なるので、たかまりの位置あるいは砂の多い場所、したがってまたガスの集積場所も各累層毎に少しずつ異なることになる。

(5) 本著 [I]・[II] で、ガス・水の性状および地層圧が累層毎に特徴をもつことを述べたが、これに本文 [III] をあわせ、著者は次の2点を強調したい。

- ① 石油地質学において、累層境界が非常に大きな意味をもつこと。
- ② 天然ガスの生成・移動・集積が、地層堆積後かなり早い時期に行われること。

引 用 文 献

- 片平 忠実 (1969), 新潟県北蒲原平野の基盤構造と地質発達史 (上)・(下), 石技誌, **34**, 249~256, 314~319.
- 加藤 正和 (1968), 東新潟ガス田の開発, 石油誌, **11**, 703~709
- 真柄 欽次 (1967), 紫雲寺ガス田における下方移動の可能性について, 石技誌, **32**, 1~8
- 西島 進 (1969), 火山岩ガス層に関する 2, 3 の地質学的考察, 石技誌, **34**, 297~304
- (1971), 新潟県の天然ガス鉱床の研究, [I]・[II], 岩鉱, **65**, 162~179, **66**, 35~43.