

## 新潟ガス田舞瀉探掘井調査報告\*

石和田靖章\*\* 本島公司\*\*\*

### An Exploratory Well, Maigata R-1, in the Niigata Gas Field

By

Yasufumi Ishiwada & Kōji Motojima

#### Abstract

Maigata R-1 is an exploratory test well for extension and deep survey located at the south of the present producing area of Niigata district.

The results are as follows :

1. G<sub>5</sub> reservoir, already exploited at the north, shows yet good productivity.
2. Underlying S<sub>6</sub> reservoir, which is poor and not economical at the north, is possibly productive within the present area.
3. Sand group (823~884 m) in the upper Pliocene Haizume stage was found as new reservoirs.

It shows about 1.9 of gas-water ratio and 400 kl/day/kg/cm<sup>2</sup> of productivity index.

#### 要 旨

1956年完工をみた舞瀉 R-1は新潟ガス田新潟地区における重要な探掘井の一つであった。本坑井の探掘深度は1,000 m, 試ガスをを行ったガス層は850 m 層, S<sub>6</sub> 層および G<sub>5</sub> 層である。その結果 S<sub>6</sub> 層以外はほぼ正常なガス水比を示し, かつ水の産出指数も比較的良好であつて, 新潟地区のこれらのガス層の可採地域は本坑井より, さらに外方まで拡がっていることを示している。S<sub>6</sub> 層の試ガス結果はガス水比および水質において, 新潟地区の一般的傾向に照合すれば, 若干の疑義を抱かせるものではあるが, その試ガス方法はスピナー調査を用いた G<sub>5</sub> 層との同時採収試験であるから, 後日の機会にふたたび検討されるべきであろう。

#### 1. 序 言

新潟ガス田では G<sub>5</sub> 層 (P 層) 開発の進歩に伴ない, extension および deepening を目的とする探掘が行われるようになった。1953年実施の大形地区新潟 R-61 号井による G<sub>5</sub> 層以深の探掘に端を発し, 内野 R-1, R-2, 赤塚 R-1, 舞瀉 R-1 の探掘が実施され, なおこんにちに至るまで多数の探掘井が引続き掘鑿されている。これらはすべて坑井ごとにそれぞれの目的を有しているが, 小篇には舞瀉 R-1 (1956) の探掘結果とこれに対する若干の所見とを略述した。

この調査は帝国石油株式会社の受託調査として実施したものであり, 調査および本稿の発表に関し便宜を与えられた同社に対し, こゝに深く謝意を表する。

#### 2. 坑井位置・深度および層位

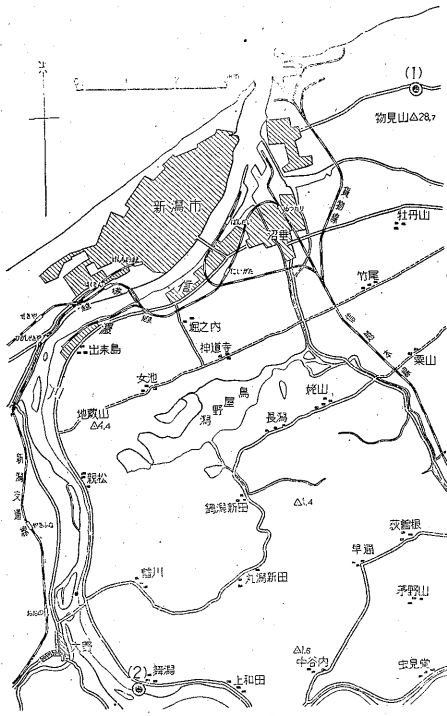
本坑井は信濃川と中ノロ川との合流点から約 1.8km 上流の信濃川北岸に位置し, 最も近い現開発地域である関屋一内野地区から約 7 km 南南東に位置する。西蒲原構造盆地中の位置および西蒲原平野一帯にわたる (浅層を主とする) 地化学調査結果とから推察すると, この探掘位置はガスの potentiality に関し良好と判断される地域中に含まれる。しかし新潟市付近にあつては海岸地帯から沼垂地区に向かい G<sub>5</sub> 層のガス水比は附随水塩素度の低下がさしてみられぬにもかかわらず急速に低下し, 沼垂南部ではガスは水に対して under-saturation となつてゐる。この傾向は確然とはしないながらも関屋地区信濃川兩岸の間にも窺われる。このような状況に関し本探掘井は特に西蒲原平野北部における G<sub>5</sub> 層の potentiality の分布についての重要なデータを提供したといえる。

本坑井の掘止深度は 1,000 m である。第 2 図の 帝石新潟 R-61 号井との対比に示したように, G<sub>5</sub> 層以下約 400 m 弱の間のガス層の探索が本坑井によつて行われたこととなる。この層位は灰爪階上部と考えられ, したがつて G<sub>5</sub> 層以深の既知主要ガス層層位をみつくりしているわけではない。例えばこんにちの知識をもつてすれば少なくとも, 1,200~1,250 m までの間に灰爪階下部または西山階上部中にも良好な reservoir が伏在している可

\* 帝国石油 K.K. 受託調査, 発表許可昭和 32 年 8 月

\*\* 燃料部

\*\*\* 技術部



第1図 坑井位置図 (1) 新潟 R-61 (2) 舞瀧 R-1

能性はなほ強いのであるが、その探掘には本井はいまだ及んでいないのである。

3. 採取コアの性質

コア採取は5カ所よりなされたが、サンプルの保存状態から4カ所よりの試料について観察を行った。第1表はその結果を示す。

有孔虫化石は No. 3 コアにしかみいだせなかつたが、他のコアも放散虫類、H 120 等を多少とも含み、また炭質薄片を多く含む。送附をうけた深度 930 m (No. 3) のコアから検出された有孔虫類はすべて水酸化鉄のコーティングを有し同定しにくい、おおよそ次の通りの構成の群集であろう(註1)。

第1表 コア の 性 質

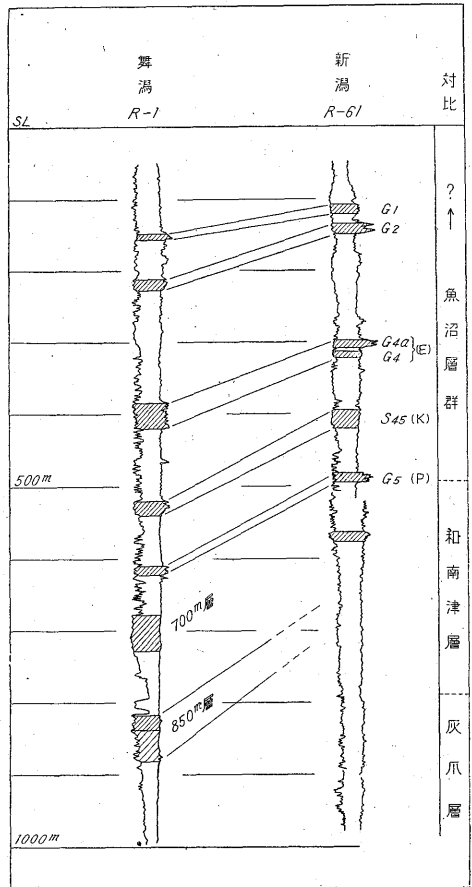
No.	深度 (m)	採取率 (%)	岩 質*	比 重	重量含水比** (%)	間隙水塩素度 (g/l)	有孔虫化石群集
1	551~ 554	21	軟質青灰色粗粒シルト岩	1.79	19.53	4.00	NF
2	790~ 794	10	暗緑灰色粘土岩	—	—	—	NF
3	929~ 933	35	黄褐色泥質砂岩***	—	—	—	<i>Bulimina marginata</i>
4	997~1,000	100	青灰色シルト岩	1.92	18.85	10.96	NF

\* 1~4 いずれも炭質物多い。特に2には亜炭薄層あり。

\*\* サンプル保存状況、実験操作より判断すると真の値より若干低いと思われる。帝石新潟 R-61 のデータから推して深度 550 m で 25 % とすると、塩素度は 3.34 g/l となる。

\*\*\* 現場の残存コアは暗灰色泥質砂岩であった。

註1) Foraminiferal number は約 0.5。



第2図 掘鑿層位—新潟 R-61 との対比

- Bulimina marginata* d'ORBIGNY 52 %
- Siphogenerina naphana* (PARKER & JONES) 21 %
- Cassidulina subglobosa* BRADY 13 %
- Epistominella tamana* (KUWANO) 11 %
- Bolivina robusta* BRADY 3 %
- Globigerina* spp. rare

すなわち暖水系中浅海帯の群集の性質を示し、帝石新潟 R-61 号井における深度 680~690 m 附近の有孔虫化

石群集とまつたく同等である。

4. 試ガス結果

本坑井は坑底から深度 901.06 m まで埋立て、6 5/8 in. CP を挿入し、850 m 層をライナー仕上げとし、この層をテストした後、G<sub>5</sub> 層をガンパー仕上げとしてテストした。その後 S<sub>6</sub> 層 (深度 680~720 m) もガンパー仕上げとし G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> 層の同時採収テストを行った。G<sub>4</sub> 層、S<sub>15</sub> 層はテストしなかつたが、本坑井は最後に G<sub>5</sub> 層の水位観測井となつている。

仕上げに関する各種記録は次の通りである (第 2, 3 図参照)。

(i) 850 m 層

中間遮水、セメント孔 深度 815.23 m

孔明管位置 (深度 822.78~842.05 m  
深度 861.57~883.86 m)

(ii) G<sub>5</sub> 層

深度 600 m において 2 瓷のガンパーによつてセメント孔を設け中間遮水施行。深度 615~633 m の G<sub>5</sub> 層にガンパー (249 瓷) で作孔。孔径 3/8 in.。

(iii) S<sub>6</sub> 層

深度 685~724 m の間にガンパー (280 瓷) にて作孔。G<sub>5</sub> 層との間はセメントにより遮水してある。

4.1 流量・ガス水比および水温

採収テストは (1) 850 m 層、(2) G<sub>5</sub> 層、(3) G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> 層の順に行われた。これらのうち 850 m 層の流量測定、ガスおよび水のサンプリング、坑口水温の測定のみを筆者らが行い、他はすべて帝国石油株式会社新潟鉱業所が実施した。ガスおよび水の分析は 3 層とも地質調査所で担当した。

流量の記録は多くあるが、比較的妥当と考えられる数値を本稿に引用する。

第 2 表

層別	ガス量 (m <sup>3</sup> /day)	水量 (kl/day)	ガス水比	水温 (°C)	採収
850 m 層*	3,200	1,700	1.88	37.0	自噴
G <sub>5</sub> **	1,400	790	1.77	(30.5)	ガスリフト
G <sub>5</sub> +S <sub>6</sub> **	1,300	890	1.46	(32)	

\* 会社例データ:

水量 1,200~1,700 kl/day      ガス水比 2.00~2.15  
ガス量 2,500~3,080 m<sup>3</sup>/day      水温 37.5~38.0°C

\*\* 会社例データ:

水温の測定信頼度は疑問か?

G<sub>5</sub> および G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> 層の水量がやゝ少ないのはガンパー仕上げのためと判断される。

850 m 層の坑底圧測定結果をみると、産出指数および比産出指数 (浸透率係数) は次のようになつている。

PI=400 kl/day/kg/cm<sup>2</sup> (測定深度 872 m)

SPI=7.7 kl/day/kg/cm<sup>2</sup>/m (有効層厚 51.8 m とする)

ガス水比をみると、850 m 層の値はほぼ計算ガス水比に一致する。G<sub>5</sub> 層の値が G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> 層より高いのは奇妙にみえるが、沼垂地区を除く新潟地域は深度 620 m に対して平均 1.60 位であり、G<sub>5</sub> 層の上記ガス水比はこの平均値に対してもまた計算ガス水比に対してもやゝ過大である。一方 G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> 層の実測ガス水比は S<sub>6</sub> 層から相当量の水の流出があるなら過少の値である。

G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> 層の同時採収状態においてスピナーによる出水層調査が行われている。その記録を以下に示す。

孔明管 (m)	測定深度 (m)	スピナー回転 (r.p.m.)	日産水量 (kl/day)	流量差 (kl/day)	産出率 (%)
盲管部	500	835	988.27		
				27.22	2.6
615	615	812	961.05		
↕				298.22	30.1
627		560	662.83		
↕				157.54	16.0
633					
685	685	427	505.29		
↕				370.37	37.7
700		114	134.92		
↕				134.92	13.6
724	724	0	0		

このデータによると、総産出量 988 kl/day のうち 51.3 % は S<sub>6</sub> 層から、48.7 % は G<sub>5</sub> 層から産していることとなる。

したがつて産出したガスと水とが同じ行動をとつており、またスピナーによる計測当時やはり前述のガス水比をもつて G<sub>5</sub> 層および S<sub>6</sub> 層からガスと水とが産出していたとするなら、S<sub>6</sub> 層のガス水比は著しく低いこととなる。こんにも残されている記録に関する限りこの点は不可解な問題として今後に残されよう。

確実な坑口水温測定値は 850 m 層のもののみである。この値を新潟地区の坑口測定による水温勾配に比較してみると、仮りに 830 m を平均出水位置とするなら、河渡・大形・海岸の諸地区よりやゝ低く、関屋地区よりや

第 3 表 ガスの組成

層別	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	A	(%)
G <sub>5</sub>	94.4	4.2	0.2	1.2		地質調査所 オルザット 式分析
G <sub>5</sub> +S <sub>6</sub>	95.0	4.1	0.2	0.7		"
850 m 層	97.18	2.29	0.07	0.41	0.05	東大工学部 質量分光 分析

第4表 水質分析結果

層別	pH	Free CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	KMnO <sub>4</sub> 消費量
G <sub>5</sub>	7.3	86.4	900	7,250	—	26.1	77.6	91.2	4,000	345	372	81.2
G <sub>5</sub> +S <sub>6</sub>	7.4	75.0	972	8,480	—	29.5	97.2	174	4,290	445	445	82.8
850m層	7.7	26.4	1,040	15,820	58.4	33.8	36.6	424	8,990	209	539	209
S <sub>6</sub> (計算)	—	—	—	9,650	—	32.7	116	250	4,560	540	512	—

単位: mg/l

や高いという結果になる。

4.2 ガス質

G<sub>5</sub>, G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub>, 850 m 層のそれぞれの産出ガスの組成は第3表に示した。850 m 層のガスは自噴状態で採取, 他はガス・リフト採取である。

この分析値の示すところでは, いずれも新潟地区の高ポテンシャル地域の性状を表わし, また深度方向の変化も既開発地区に対比してきわめて普通の傾向である。

4.3 ガス附随水の性質

各層採取試験において採取した水を地質調査所で分析した結果は第4表の通りである。

S<sub>6</sub>(計算)としたのはスピナー測定値による産出率をそのまま用いて, G<sub>5</sub> および G<sub>5</sub>+S<sub>6</sub> の場合の分析値を基に S<sub>6</sub> 層の値を算出したものである。

新潟ガス田既開発地区では, ある1層例えば G<sub>5</sub> 層をとると, 大局的には“塩素度相関型”の鉱床を形成しているとみなせる。しかし小さい producing area をとると必ずしもこの関係は成立しない。このような場合, ガス水比は附随水の全炭酸, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, KMnO<sub>4</sub> 消費量, また特定区域内では Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> などと大なり小なり相関してくる。新潟地区では S<sub>6</sub>, あるいは本坑井の 850 m 層を採取層とする坑井は非常に少ないゆえ, G<sub>5</sub> 層について比較してみると, 同深度に対して僅かに Cl<sup>-</sup> は少ない。また例えば HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> をみると第3図のように一応高ポテンシャル地区に属するが, ガス水比の低下している沼垂地区に近接している。内野地区においても帝石内野 R-2 は R-1 に比較し高塩分であるにもかゝわ

らず試ガス結果はむしろガス水比が若干(0.4 内外)低下しているが, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 量は明らかに R-1 より少ない。このように新潟地区では鉱床周縁部に近づくに従い附随水塩素度の著しい低下をみる前にガス水比, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 量等の特定成分が減退する傾向を有しているとみられるところから, 本坑井の附随水成分を検すると一応高ポテンシャル地区の性状を示してはいてもガス水比の低下する“周縁部”からそれほど遠くはないように推察される。

S<sub>6</sub> 層, 850 m 層の水質を新潟地区と比較することは困難であるが, 若干目につく点をあげると下記のようになる。

- 1) I<sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup> の値が 850 m 層で著しく小さい。S<sub>6</sub> までは新潟地区の G<sub>3</sub>~G<sub>5</sub> までの関係と大差ない。
- 2) 850 m 層の NH<sub>4</sub><sup>+</sup> は著しく少ない。たゞし一般に試ガス当初の附随水で NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 量が過少になる現象はしばしばみられる。
- 3) S<sub>6</sub> 層の Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> の値は堆積相, 上下ガス層との関係からみて異常な感じを与える。前記したように流量測定記録の信頼度が充分なら本層のガス水比は著しく低いはずであると述べたが, あるいはこれと関連する現象があるかも知れないと感じられる。第4図をみても本層の Cl<sup>-</sup> は上下に較べ若干低い傾向がみられるが, これらを一括し今後の機会に再検討したいと考えている。

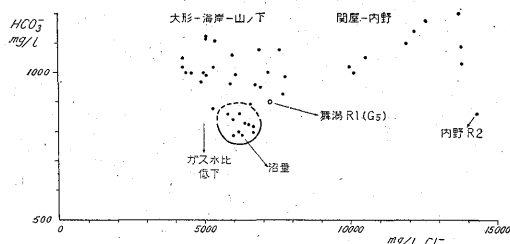
5. 若干の所見

5.1 附随水塩素度の分布

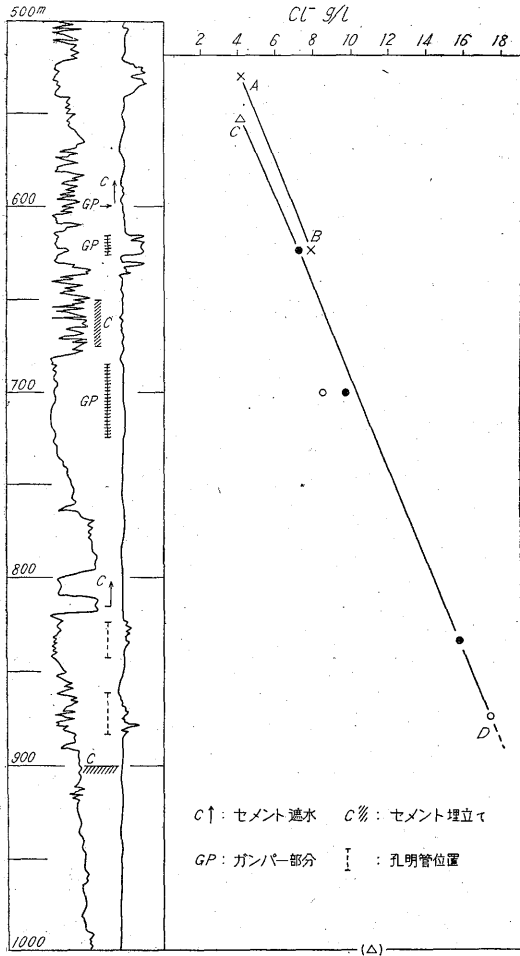
(1) 深度方向の分布

すでに触れたように新潟ガス田は basin 全体の大局的観察からは塩素度相関型鉱床とみなしてよい。たゞしすべてのガス層を一括して絶対値として比較することはできない。それは特に G<sub>3</sub>~G<sub>5</sub> の間の層位は淡水~汽水成堆積物が少なからず夾在していることに起因する。したがって深度方向の Cl<sup>-</sup> の変化をみるときは常に初成沈積環境—陸化後の陸水の浸透—圧密に伴う水の上への移動の組合せとして考えなければならない。

新潟地区での深度方向の Cl<sup>-</sup> 増大は 50 m 以浅における残留海水の影響を除くと S 字型の勾配を示すのが通



第3図 新潟地区 G<sub>5</sub> (P) 層のガス附随水の HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Cl<sup>-</sup> の関係図(ガス水比と相関する附随水成分の例)

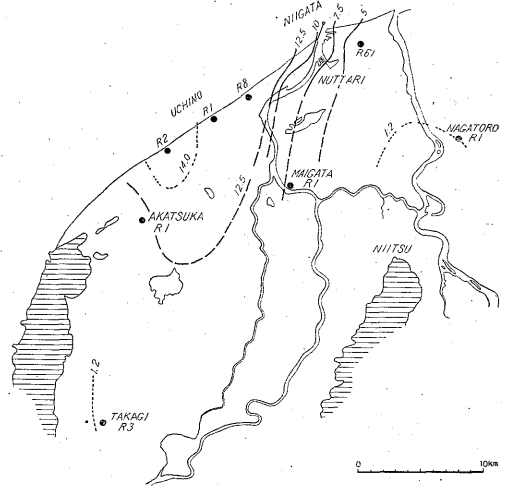


A-B 新潟地区観測値 (深度, 層準 近似したものより内挿)  
C-D 本坑井のCl<sup>-</sup>増加勾配  
Δ: CORE ANALYSIS  
●: LIFT TEST  
○: D.S.T. SAMPLE

第4図 舞潟R-1における附随水Cl<sup>-</sup>の垂直分布

則である。すなわち大形地区ではG<sub>5</sub>層~S<sub>15</sub>層(K層)間よりS<sub>6</sub>層にかけて増加勾配が極大に達する。関屋地区ではG<sub>4</sub>層(E層)位よりG<sub>5</sub>層のやゝ下位にかけてが極大に達する。これはG<sub>5</sub>層以下がほとんど海成層であり、G<sub>5</sub>層から上位に汽水成ないし淡水成堆積物が優勢となることが主因であろう。しかるに本坑井ではこの附近の層位に極大勾配がみられない(第4図参照)。その原因についてはいまのところ不明というほかはないが、あるいはガス田周縁部に近づくにつれ当然起るべき陸水浸透の形態の一つのpre-phaseかも知れない。本坑井試ガス結果(特にS<sub>6</sub>層について)を併せ考察してみると、今後さらに外方における探掘が行われる際、充分の考慮を払わなければならない現象と思われる。

(2) G<sub>5</sub>層Cl<sup>-</sup>の地理的分布



第5図 G<sub>5</sub>層のガス附随水塩素度(g/l)の推定等値線図

第5図に示すのは既存データから推定したG<sub>5</sub>層附随水Cl<sup>-</sup>の大体の分布である。鎧潟~新津以北に関しては従来発表されているG<sub>5</sub>層地下構造とよく一致した分布を示しているように推測される。一見して明らかなように、本坑井探掘結果からG<sub>5</sub>層は南西方に、まだ可採地域が広がっているように予想されると同時に、南東方には鉱床周縁部が近接しているものとも予想される。角田山地側もCl<sup>-</sup>の分布勾配が大ききようであるが、そこではおそらく魚沼層群の間にoverlappingによる不整合が予想され、新津側とは陸水浸透の地質条件が異なるのかも知れない。ともあれG<sub>5</sub>層および以浅のガス層の探掘には鎧潟方面、舞潟北方がまだ残された主要地域であるように思われる。

G<sub>5</sub>層賦存深度以深については抛るべき資料が少ないが、少なくとも西山階までを塩素度相関型鉱床と想定すると第5図およびG<sub>5</sub>層以下の一般の岩相から推して将来試探掘を行うべき地域は相当に広く、またその地域内における適当なreservoirの存否が重要な問題であろうと推察される。

5.2 reservoirについて

従来新潟ガス田の主要採ガス層は礫層または含礫砂層である。潟および上浅海帯堆積物であるG<sub>5</sub>層および以浅の地層については、礫層の発達は良好であり、かつ分布も広く連続性に富んでいる。しかしG<sub>5</sub>層から下位の灰爪階ないし西山階上半は上浅海帯~深海帯上部の堆積相を示し、礫層に乏しく砂層を主とするばかりでなく、reservoirとしての連続性に乏しくなってくるのは沈積環境より宿命的なことであろう。

本坑井の850m層は上~中浅海帯堆積物中の(含礫)砂層と考えられ、試ガスにおけるSPI 7.7kl/day/kg/

cm<sup>3</sup>/m という値は新潟地区の礫層・含礫砂層に比較し小さいとはいえ、南関東ガス田の深海成層中の sand reservoir の値と比較し同程度ないし若干良好な値である。本層の連続性は深掘井の少ないことおよび対比の困難性より未詳ではあるが、最近までの坑井データから判断すると、大形地区 R-61 号井では reservoir として存在しないが、おそらく亀田北部地区までは良好な reservoir として分布しているものと判断される。内野地区では内野 R-8 号井で Q 層 (1,158~1,195 m) とされたガス層に対比されているが、現在のデータではその当否は判然としない。

## 6. 結 語

開発地区から離れた周辺部の探掘井は、単に可採地域を新しくみだしていきばかりでなく、開発地区内に関

しても鉱床の性状を詳細に知り、また伏在する新しい reservoir を推測するためにも重要である。本坑井に関する主要データならびに個々の観測値に関する若干の所見を述べたが、5.2 に記したような灰爪階ないし西山階中の reservoir は連続性に乏しい。しかし試ガスにおいて相当の時間にわたり相当の水量を産出している以上、小規模な closed reservoir でないことは確かである。したがって探掘井においては層位の対比が重要であるが、そのためにはコアーにしても掘層にしてもそのなかに含まれる化石の調査が有力な拠りどころを与えるのである。現在までのところ G<sub>2</sub> 層以下の層位の対比に困難を感じるはこの種の調査が新潟ガス田では組織的に行われていなかったことに起因していると思われる。

(昭和31年7月調査)