酒田市附近の天然ガス及び その利用価値について

舟 越 竜*

(昭和27年8月30日受理)

On the Natural Gas Produced Adjacent to Sakata City and its Utilities.

by Ryu FUNAKOSHI

The author investigated the exploration wells of natural gas which were drilled in Sakata City recently. And he found that, there are 4 strata of natural gas within 100m in depth which produce 200m³ per day, and a hopeful stratum within 200m—250m too. By this fact, he concluded one can utilize these gases to supply to Sakata City as the town gas available.

I. 序 言

酒田市附近は日本でも有数な天然ガスの徴候地であつて、これが調査の目的としては、すでにC式6坑・R式1坑が掘鑿せられているが、未だに事業として発展しておらない。

天然ガスの利用方法は種々あるが、酒田市には都市ガスがない。天然ガスを開発して市民に給する事業も考えられるので、既掘井で得た資料を検討した上で、都市ガスとして利用することについて見解を述べて見る。

II 沿革及び現況

庄内平野一帯に天然ガスの存在することは古くより知られ、河川中あるいは用水路中に自然に噴出しているが、明治の末期より上総掘りにより、深度20間～60間位まで掘鑿し竹管を挿入してガスを採取し、燈火及び燃料用に使用したといわれている。1坑当たり多いものは100立方尺/日～500立方尺/日の自噴ガスを採取したとのことであるが、工業用としては極く僅かを試験室のバーナーに使用していたに過ぎない。

昭和25年以來酒田瓦斯会社はC式井6坑を掘っている。その内5坑はガスを生産している。従つてガス量は調査し得た。しかしガス層の正確なる深度は明瞭でなかつた。

しかし酒田市は昭和25年に政府並びに山形県の助成金を得て、R式1号井を掘鑿した。深度400mまで掘つて電探を実施した。その結果としてC式井では判然としなかつた。

* 秋田大学鶴山學部講師

つたガス層の位置が明瞭となった。これは地質学者も認める処であるが、本作は実に酒田市の功績というべく政府及び県としても誠に助成の価値があつたというべきである。ガス量の調査もしているがR式において数層を同一井で正確に調査することは、油井ならば兎も角浅層ガス井においては、諸事情により困難とする処であるので、完全なる調査はできなかつた。

帝石は昭和21年に市の北隅に深度1,100m井を掘鑿している。瓦斯の調査の目的ではないが、電探を実施したのでガス層の対比ができて、天然ガスの調査に大いに参考になつている。

Ⅲ. 最近掘鑿せられた各井の概況

1. C式井

6坑中5坑は市の西隅千屯岸壁に沿つて掘られたもので、全部ガスを採取していた。その他の1坑は最後に掘られたので、未だガスを生産する設備が完備していない。以下各井について略記する。

イ C式1号井 (第1図参照) 本井は深度54m~62mの間においてガス量の試験を実施したが、良好なる結果は得ていない。その後追掘をして深度78m50に到り試験の結果、ガス量130m³/d、水量380m³/dであつた。しかるに砂の押し出しが多くて上部砂層の崩壊があるものと思われる。従つて現在は80m³/dしか産出していない。

ロ C式2号井 本井は深度70m60に達して掘り止めた。試験の結果は、水量760m³/dに対して、ガス量130m³/dであるが、孔明管が不十分であるから、ガンパーを実施し埋没を淺潔することにより、ガスは増量するものと思われる。

ハ C式3号井 本井は大体において完全なる坑井と思われる。仕上げは6½" G.C.P.の中間遮水であつて、孔明管は1/8"丸穴、ピッチ2", 6列とした。試験の結果は、水量1,100m³/dに対してガス量293m³/dであつた。なお孔明管の孔が不足であるので、63m~71m50の間をガンパーした。その試験の結果は、水量800m³/dに対して300m³/dのガスとなつた。80m50~83m70の間のガス層は埋没しているので、ガスは出ていないものと思う。

ニ C式4號井 本井は下部の探掘を目的とした坑井である。深度120mまで掘鑿して、103m80~114mまでのガス層の試験をした。しかるに同層は水量多く自噴はしたが、ガス量は甚だ僅少であつた。よつて深度101mにプラグして、上部をガンパーした。95m40~98m40のガス層を試験した結果は、710m³/dの揚水に対して100m³/dのガス量であつた。セメントを使用しないガンパーであるので、ガス水比1:7である。他層の水が浸入していると思われる。

ホ C式5號井 本井もまた下部探掘井であつた。深度136mまで掘鑿したが、その結果は100m以下には良好なガス層はないことが判明した。よつて10m附近にプラグして、93m60~100mまでをガンパーして試験した。その結果は740m³/dの揚水に対して150m³/dのガス量であつた。すなわちC4・C5の両井とも相ついで100m

第 1 図 酒田ガス井コア地質柱状図

以下のガス層を期待したが、下部には良層のないことが判明した。ともに 90m~100m のガスを採取している。

へ C 式 6 号井 本井は最後に掘つたので未だ採取試験を実施していない。

2. 瓦斯の性質

各層別の瓦斯の分析は行っていないが、C2 号井のものの分析の結果は、次の通りである。他の層のガスも大差ないものと思われる。利用上の要点は発熱量であるが、これは主とし CO₂ の含有量によつて左右せられる。

試 験 結 果

成 分	%
CH ₄	85.21
CO ₂	12.60
H ₂ O	1.49
O ₂	0.30
CO	0.40
計	100.00
発熱量	7656k al
比 重	0.6808

この分析の結果を見るに、CO₂ が 12.6% 含有せられていることが注目すべきであるが、浅層ガスとしては良質と考える。

坑井の状況を第 1 表に表記し、ガス量試験の結果を第 2 表に表記した。ガス量試験は数回に亘つてそれぞれ実施しているが、最近のものを記入した。

第 1 表 C 式 坑 井 の 状 況

坑井名	開坑日	完成日	掘鑿日数	坑 徑	深 度	瓦斯層	備 考
C 1	25.4.26 25.7.31 26.3.25	26.4.30	約 3 カ月	5 ⁹ / ₈ 4 ¹ / ₂	^m 78.50	^m (68.80) (78.50)	掘り下げて成功
C 2	25.5.25	25.10.1	8 日	6 ¹ / ₂ 中間水止	70.60	(59.70) (66.50)	孔明管の穴不足
C 3	25.6.20	25.10.1	10 日	6 ¹ / ₂ 中間水止	88.30	(63.00) (71.50)	ガンパーにて成功
C 4	25.8.10	26.4.17	13 日	5 ¹ / ₂	120.00	(92.40) (98.40)	同 上
C 5	25.10.26	26.2.17	63 日	6 ¹ / ₂	136.00	(93.60) (101.50)	同 上

3. C 式井掘鑿の結果について

C 式 6 坑井は試掘の意味を多分に含んで掘鑿せられたものであるから、完全な仕上

げの坑井は1坑もない。C式3号井が最もガス量が多いが、水止めはセメントを使用せず、またガンパーも水止めすることなく実施しているので、ガス層以外の水が浸入しているものと思われる。従つて各井とも充分なる能力を発揮していない。今後の坑井は仕上げを完全にし、ガス層の砂は適度に排出せしめれば、各層とも平均 200m³/d に近い産出を得るものと思われる。ただし揚水量は毎日 800m³ に近いものとするようにコンプレッサーを計画しなければならない。

第 2 表 C式井瓦斯量試験結果表

坑井名	測定日	リフトパイプ深度 M	圧入 瓦斯量 M ³ /日	総出量 M ³ /日	採取 瓦斯量 M ³ /日	揚水量 M ³ /日	瓦 水 比	800M ³ /日 の採水に対 する見込瓦 斯量 M ³ /日
C 1	26.4.30 27.4.10	1"×47m "	430	510	130 80	380 300	1:2.8 1:3.7	80 不完全井増 産せず
C 2	26.9.29 27.4.10	1"×61 1"×32.5	1,070	1,191	97 121	300 400	1:3.1 1:3.3	200
C 3	27.1.7 27.4.10	1"×61 "	1,340	1,620	300 280	800 880	1:2.7 1:3.1	300
C 4	27.1.17 27.4.16	1"×30 "	390	417	100 80	710 830	1:7.1 1:1.0	80 不完全井増 産なし
C 5	27.1.17 27.4.10	1"×30 "	480	616	150 136	740 650	1:4.9 1:4.8	200
C 6								150
計								1,050

C式井掘鑿によつて判明した事項は、

(1) 有力なるガス層は深度 60m~100m 間に 4 層あり、100m~150m 間には大出水層のあること。

(2) 各層の能力は揚水量 800m³/d に対して約 200m³/d のガスを生産し得べきこと。

(3) 従つて現有井といえども有効に採取するならば、6 坑にて 900m³/d は生産可能なること。

(4) 発熱量は 7,600k cal 以上あつて良質の天然ガスであること。

4. 市営 R 式 1 号井 (助成井) 第 2 図参照

位置：市内山居町 実生橋附近 深度 402m。

掘鑿目的：天然ガス調査のため。

掘鑿経過：昭和 25 年 9 月 26 日開坑、10 月 26 日深度 402m に達した。その後電探を 2 回、ガンパーによる試験を 3 回実施して 26 年 2 月 28 日一切完了した。

地質：第四紀層及び第三紀層であつて、地表から砂及び砂交り粘土の互層であり、

第2図 酒田市R1号井電
気柱状図
開 坑 9.26.1952
海面上高さ 3m50

その間に粘土を介在している。砂は細粒砂または荒砂であつて、時々中粒砂及び砂利を介在することがある。メタンガスはその砂層に含まれる水に溶解しているものと思われる。

電探の結果：掘鑿中は不連続的にメカニカルコアリングを実施してあるが、砂層の位置は電探の結果によつて初めて明瞭になつた。すなわち別紙電探図の示すようにその位置は

(I) 58m～63m	(II) 67m～73m
(III) 78m～85m	(IV) 89m～100m
(V) 105m～165m	(VI) 210m～250m
(VII) 280m～290m	(VIII) 297m～303m
(IX) 330m～350m	(X) 351m～364m

というように明瞭となつた。すなわちC式では充分に判明しなかつたガス層の位置が本井によつて確定せられたのである。正式層名は地質学者が付けたとして、一応これらの層を上部から(1)………(X)と呼称することとする。

今後この附近を開発する場合、これらの層を目的として掘鑿することを得て、甚だ有意義なる結果を得た。(第1図参照)

ガス試験：アンカーパイプによる試験を2回、ガンパーによる試験を3回実施している。ただし(1)から(IV)まではC式井で測定してあるので省略している。試験の結果は第3表の通りである。

すなわち大体試験が完全と思われる(V)及び(X)はガスがなくて出水が多い。(VI)及び(VII)は同時にガンパーをして同時試験を行い、その後(VII)をプラグして(VI)のみを試験している。その結果は(VI)は非常に有望であるが、(VII)はガスはなくて強力なる出水層であることが判明した。(VIII)及び(IX)もまたガンパーによる同時試験であるが、両層ともにガスはなく多量の水層であることが判つた。(IV)は有望な結果を得た。

以上の通り本試験により有望な(IV)・(VI)両層を発見したが、正確なガス量は測定できなかつた。R式において数層を正確に測定することは、甚だ困難である。(V)及び(VII)以下の各層は強大なる出水層であることを確認したので、この出水層の位置を明確にしたことは開発上これまた有意義というべきである。

本井によつて判明した事項を要約すれば、

- 1) (I) から(X)までの深度を確認したこと。

- 2) ガスを含有している砂層は（Ⅳ）及び（Ⅶ）であつて、（Ⅴ）及び（Ⅷ）以下（Ⅹ）まではガスはなくて大出水層であること。
- 3) （Ⅰ）～（Ⅳ）までは既にC式によつてガス量は確認していたが、ガス層の深度が明確でなかつたのが本井によつてこれが明らかになつた。
- 4) 各C式井は本井の第何層のガスを採取しているかが判明した。第4表参照。

第3表 市営R式1号井瓦斯量試験の結果表

層別	深 度 m	厚 さ m	瓦斯量 m ³ /1	水 量 m ³ /d	自 噴 リフト	仕上げ	備 考
Ⅳ	89-100	11	100	1,500	リフト	ガンパー 54発	正式仕上げに依れば瓦斯多く水少ない見込
Ⅴ	105-155	50	0	1,550	リフト	孔明管	正式仕上に依る試験
Ⅵ	210-250	40	86	1,036	リフト	} ガンパ 141発	Ⅶをプラグして試験する。有望層
Ⅶ	280-290	10	5	110-260	自 噴		Ⅵ, Ⅶ同時試験の結果を記す
Ⅷ	297-303	6	0	} 50-80	自 噴	ガンパー 115発	同時試験 ガスなし 出水多量
Ⅸ	330-350	20	0				
Ⅹ	351-364	13	0	312-500	自 噴	孔明管	ガスなし 出水多量

第4表 市営R式1号の各層とC式採取層との対比

R 1号 井層名	瓦斯層 深 度	C 式 坑 名	採取瓦斯層 深 度	備 考
Ⅰ	58-63	C 2	59.70-66.50	
Ⅱ	67-73	C 1	68.80-78.50	
		C 3	63.00-71.50	
Ⅲ	78-85	C 6		
Ⅳ	89-100	C 4	92.40-98.40	
		C 5	93.60-100.50	

5. 帝石酒田R式 1号井

本井は石油の試験井として昭和21年酒田市西北部競馬場附近に掘られ、深度1,100mに達した、油徴はなかつたけれども天然ガスの開発に対しては貢献する所が大きい。すなわちその電探図は市営R式1号井と対比するを得て、ガス層の拡

がりを明瞭にしていると思われる。また市営井の各層は本井では約15m沈下してい

る。これは地層に向つて緩い傾斜をしているものと思う。砂層の厚さは所によつて変化しており、またレンズ状もしていることもあると思うが、両井の電探図が完全に対比できることは一応続いていると考えてもさしつかえないと思う。両井の距離は約2,500mである。(第3図参照)

第3図 帝石R1号井と市営R1号井
との対比図
(両井間隔約2,500m)

Ⅳ．試掘の結果について の結論

C式井は少量のガスも検出できるので、浅層ガスの試掘開発には便利である。しかし少しく深く掘らんとすれば、掘壁に長期を要し、かつ失策の危険も多くなり、電探も危険である。R式は掘壁日数も少なく、失策の心配も少なく電探も必要に応じてできる。またオールコアリングも可能である。しかしガス量の測定が困難であり、少量のガスは見逃す恐れがある。メタンガスは多くの場合地下水に溶解しているので、特に注意せざる限りR式では少量のガスは検出が困難である。天然ガスの試掘にR式を使用して、相当深くまで掘りガスなしと判定を下した地方もあるようであるが、これはC式によつて浅層の少量ガスを再検討すべきではあるまいか。R式とC式とにはそれぞれ長所短所があるので、型式の選択は大切である。本地域においては両式を以て調査したこととなるので、両者の欠点を補正し合うことができて、大体理想に近い結論を出し得た。すなわちこれらの坑井から判明したことは、それぞれ記したが、最後にまとめるならば、

1) ガス層及び水層の深度が明確となり、有望ガス層は100m以内なること。100m以下は200m～250m

間の有望層以外は大出水層であること。

2) 各層の能力は1坑あたり普通にリフトして大体 $200\text{m}^3/\text{d}$ なること。この程度
のガス層が深度100mまでに大体4層あること。

3) 発熱量は $7,600\text{kcal}$ 以上であつて良質メタンガスなること。

4) ガス層は酒田市附近庄内平野には広く発達していて、海岸に向つてやや沈下し
ていること。

掘鑿に要する費用は坑井深度が増大するとともに急激に増加するのであつて、100m
の深度で $200\text{m}^3/\text{d}$ を産出する坑井を5坑掘ることは、500mの深度で $1,000\text{m}^3/\text{d}$ の
ガスを産出する坑井を作るより遙かに有利である。浅層ガスは自噴せぬかまたは自噴
しても極く少量であるので、人工自噴が必要であるが、これには小型の圧縮機を取り
つけて簡単にリフトすることによつて目的を達し得られる。

V 利用價值について

1. 生産量限度 1坑平均生産量 $200\text{m}^3/\text{d}$ として、 $10,000\text{m}^3/\text{d}$ を得るには50坑を
要する。深度100mまでの坑井につき50坑の管理は難事ではないが、将来埋没その
他によつて減退することは免れないので、補給坑井を要する。よつてこの程度のガス
田としては、 $10,000\text{m}^3/\text{d}$ を以て目標と考える。一方酒田市は人口55,000につき約
10,000戸であるから、 $10,000\text{m}^3/\text{d}$ で充分と考える。都市ガスの普通のカロリーは約
 $4,000\text{kcal}$ であり、このメタンガスのそれは $7,000\text{kcal}$ 以上であるので、 $10,000\text{m}^3/\text{d}$
を供給するには $10,000\text{m}^3 \times \frac{4}{7} \div 6,000\text{m}^3/\text{d}$ の原料ガスで賄ひ得る。すなわち坑数
は30坑でよいこととなる。その後坑数を増加するとしても、40~50坑からの採取でこ
の都市には充分にガスを供給し得ることとなる。

2. ガス井の永續性 新潟市におけるガス井が、鉄管の腐蝕によつてその寿命が
2、3年であるといわれているが、本地域においては未だ判明していない。ただしC
式井は完成後2年半にもなるが未だその徴候はない。ガス井でも数10年永續する例も
あるので、新潟の例を直ちに他に適用して考えることは早計である。相当の寿命のあ
るものと考えてさしつかえないものと思われる。

3. 瓦斯田の永續性 (第4図参照) この永續性は埋蔵量が問題となる。埋蔵量の計
算は地質学者に待つべきであるが、酒田市を中心として半径10km内を略算しても5
億 m^3 に近いものとなるので、可採量は莫大であり永續性に対する心配はない。

VI. 事關的價值の概算

以上の如く本地域の天然ガスの産出量及び性質等について概説したが、これを事業
として果して利用の価値ありや否や検討すれば次の通りである。資金及び収支を計算
するには一応の計画を樹てる必要があるので、次にその計画の概要を記す。

1. 計画の概要 (第5図イ参照) イ. 供給ガス量。ガスの供給戸数を4,000戸とし
て、1部工場用にも供給するとしてガス量 $6,000\text{m}^3/\text{d}$ とする。

第 4 図 酒田市を中心とした半径 10km の円

ロ．採取ガス井数。6,000m³/d の供給に対しては原料ガス 4,000m³/d で充分であるが、減退消耗等を見込んで坑井数を 26 坑と予定する。

ハ．ガス採取井の設定位置。市の両側にそれぞれ 13 坑宛を有する鉱場 2 カ所を設定する。各鉱場の坑井は一直線に配置する。各井は同一基地に採取層の異なる坑井 2 坑宛を掘鑿する。採取層は 4 層あるも、その内優良層 2 層を優先的に開発するものとする。

ホ. ガス配給線。市内本線はループ状に埋設して、市の両側のガスタンクよりこれにガスを圧入する。従つて一般の都市ガスに使用する如き大径管の必要がない。

第5図 天然ガスを都市ガスとして開発供給する計画構想図

The diagram illustrates a plan and cross-section of a natural gas development and supply system. The plan view shows a central building with a gas distribution network. The cross-section shows the gas well and its connection to the distribution system.

凡例 (Legend):

- ガス井 (Gas Well)
- コンプレッサー (Compressor)
- スクリーン (Screen)
- エクスパンションタンク (Expansion Tank)
- フローパイプ (Flow Pipe)
- 6" 鋼管 (6" Steel Pipe)
- 5" 鋼管 (5" Steel Pipe)
- 4" 鋼管 (4" Steel Pipe)
- 2" 鋼管 (2" Steel Pipe)
- パイプ (Pipe)

都市ガス (City Gas):

The diagram shows a central building with a gas distribution network. The cross-section shows the gas well and its connection to the distribution system.

経常費は他の事業に比して甚だ僅少である。配給・採取とも機械力によるものであるから、当直・坑井浸漬・配給線の故障修理程度にて、人件費が少ない。設備は恒久設備であるので、その他の一般経費も少ない。原料費が不用で動力費のみである。従つて初期から配当も可能と思うが、着手当初は利益金を増設資金とすることにより資本金3,000万円程度で本計画は完成し得る計算となる。

395

展し得るものと思われる。天然資源の乏しいわが国において、残念ながら天然ガスの開発利用は未だ充分でない。日本の経済力回復のために小ガス田といえども、採算のとれるものは急速に開発して有効に利用すべきものと思う。

本稿記述に当り調査研究に協力せられた、帝石牛島開発課長・五井寛二氏・今井一郎氏・鈴鹿堅太郎氏・諸原正太郎氏及び貴重なる資料を提供せられた本間酒田市長・箱岩酒田ガス社長に謝意を表する。

交 換 ・ 寄 贈 図 書 (2)

原油関税に対する当社の意見 (帝石石油)	昭和26年11月
世界の石油輸入関税	内外石油情報 No. 47別冊
工業教育研究集会報告	1951
対日工業教育顧問団報告書	1951
全国石油天然ガス鉱場名簿	1952
地質別冊大阪の天然ガスについて銻鉄管はケーシングパイプとして用い得るか	1952
大島の噴火 (地学雑誌特集号)	Vol. 60 No. 3.
わが国鉱工業の試験研究	1952
日本工業技術総覧	1951
ユネスコ国際書誌サービス改良会議一般報告書	1951
第一回書誌サービス改良委員会議事録国内出版物目録	1951
知識の普遍的な索引 (国際十進分類法)	1951
昭和26年度学協会一覧	1952
日本学会会議第5部集報	1951
Scientific Papers of the Collage of Ceneral Education	Vol. 1 No. 1
大分県東国東郡姫島玻璃質岩石中の斑晶硬石膏	地質調査所報告No. 126
新潟県西頸城郡柵口地にり調査報告	No. 127
秋田県花岡鉱山調査報告	No. 128
群馬鉱山の鉄明礬石褐鉄鉱床調査報告	No. 129
日本の明礬石鉱床調査報告 (附宇久須の珪石鉱床)	No. 130
赤城火山の崩壊並に土石流	No. 131, No. 132, No. 133
本邦産玻璃質岩石の研究	No. 134
長野県長野炭田東筑摩更級地区調査報告	No. 135
昭和新山の地形測量報告	No. 136
地震探鉱に関する研究	No. 137
秋田県北秋田郡大阿仁炭田比立内中村地区調査報告	No. 138
An Orbicular Rock in Andesite from Akagi Volcano, Japan.	No. 139
常磐炭田双葉地区北部地質調査報告	No. 140