

籾川平野天然ガス試掘井(R-3)調査報告*

九里 尚一** 本島 公司***

Résumé

Electrical and Geochemical Surveys at the Test Well No. 3, in the
Hikawa Natural Gas Field, Shimane Prefecture

by

Shōichi Kunori & Kōji Motojima

Electrical and Geochemical Surveys were carried out in March 1952, at R-3 test well for natural gas in the Hikawa Plain, Shimane Prefecture, and the writers obtained the data as shown in Fig. 2.

Natural gas exists mainly in the upper Quaternary beds, which overlie the Tertiary sandy beds.

The presence of a remarkable bed known by electrical coring and chemical analysis recognized at the base of that younger formation about 70 m deep, and it shows high resistivity and low content of dissolved CH₄.

The production of gas and water measured by air lift are as follows.

	No. 1 well	No. 2 well
geology	Tertiary	Quaternary
depth (m)	85-300	62
V gas (m ³ /day)	20±	82-123
V water (m ³ /day)	20±	200-260
G. W. R.	1:1	1:2+
T water (°C)	18.0	14.6-
PH	7.9	7.6
Cl ⁻ (mg/L)	4,770	150

This observed data of No. 2 well are the same as expected by the geochemical survey which was conducted before the drilling of these test wells.

1. 緒言

籾川平野の天然ガスは昭和18年⁴⁾および24年²⁾に概査されたが、その結果より精度の高い調査を実施し、さらに試掘井を掘鑿して地質と含ガス状況とをたしかめることが切望された。

昭和25年³⁾から26年⁵⁾にわたつて、地質調査所と島根大学によつて地化学および地表地質の調査が実施され、その結果を参照して、R-1, 2, 3の3井がそれぞれ第1図の位置に選定され、前2者はすでに昭和25年度中に完成し、掘止深度200m、4"井戸側管仕上げを施し、ガスリフトによつて、

産ガス量	Ca. 200 m ³ /d/w
水量	Ca. 800 m ³ /d/w
G. W. R.	Ca. 1:4

なる結果を得た。

このたびの調査は島根縣の依頼により、昭和27年3月下旬に8日間の日程をもつて、第3号井に対して行われたもので、その目的は電気検層を実施し、これを掘進中に得た各種のデータとを対決させて、採ガスを試験する最良の方法を見出して、その条件下においていかなる数値が測定されるかを求めて、ガス田の価値を決めることにあつた。

本調査には地質調査所金原企画課長・島根大学学長山根博士の御指導に負うところが多々ある。またこの報告のデータ中には島根縣の赤木・飯塚両技師の測定したものがあつた。記して謝意を表したい。

2. 位置・深度・その他

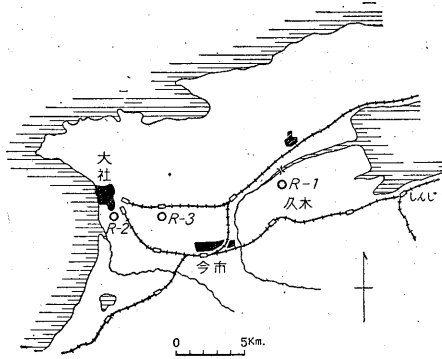
2.1 位置 出雲市江田町にある。一畑電鉄彦根駅南約500mの道路ぎわに位する(第1図 R-3)。

2.2 深度 掘止深度300m 通産省助成井

* 島根縣廳依頼調査。發表許可昭和27年7月

** 元所員

*** 燃料部



第1図 島根縣簸川平野天然ガス試掘井位置圖

2.3 掘鑿会社 富士鑿泉株式会社(千葉縣茂原市)

3. 地質および地化学的特徴の概略

北山山脈を構成する第三紀層の一般走向は NWW—SEE であつて、その岩相は黑色頁岩・角礫凝灰岩・油性頁岩・綠色凝灰岩・砂岩等で、その中へ石英粗面岩・安山岩・閃綠岩等が噴出している。北山山脈の周辺には、新第三紀層といわれる暗灰色塊状泥岩がある。

沖積層は砂・粘土・泥岩からなつていて、特に砂の多いことがこの辺の特徴であつて、斐伊川の運搬になる Very Coarse Sand (おもに石英砂) が顯著である。

簸川平野の沖積層中の地下水は、東部久木地区の Cl^- 2,000 mg/L 以上の含ガス地域と、西半部の 200 mg/L 以下の地域とに2大別される。そしてこの2大別は含ガス水の pH についてもまた顯著であつて、前者では pH 6.6 以下、後者では微弱アルカリの地帯にガスが存在している。

R-3 井附近の半径 500 m 以内の坑井における地下水の性質・ガス量等を示すと、つぎのようになる。いずれも地質は沖積層であつて、深度に対応させて示してみた(飯塚技師分析)。

坑井深度 m	ガス量 m ³ /d	水量 m ³ /d	水温 °C	pH	Cl ⁻ mg/L	Ca ⁺⁺ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	備考	
1.	7.0	0.07	74.8	15.4	7.6	148	30.9	540	自噴井, 竹管
2.	43.6	1.29	64.5	17.0	7.5	101	—	495	〃
3.	45.2	4.3	68.8	17.2	7.4	101	50.2	486	〃
4.	58.1	8.6	30.1	17.4	7.7	167	28.3	670	〃
5.	65.4	0.0	64.5	17.8	7.5	241	24.4	345	〃

4. 調査および測定方法

物理探査(電気探査法)は、自然電位法・比抵抗法のほか坑井内測温も実施した。電気検層はドライブ管(深度 30 m)以下の地層に対して、1 m ごとに実施した。電極

間隔は 80 cm に選び、ギッシェルニー式比抵抗装置を使用した。自然電位の測定には硫酸銅電極を使用し、やはり坑井内の 1 m 間隔に実施した。Bore hole の径は 192 m までは 140m/mφ, 251 m までは 120m/mφ, 300m までは 85 m/mφ であつて、附近の粘土を用いてつくつた泥水を坑井内に充たしておいた。測温には 50 Ω 白金抵抗温度計を使用して 5 m 間隔に実施した。

化学的測定には掘鑿中の泥水中の溶存 CH₄ を測定し、また坑井のリーミングに際しては、dissolved CH₄ のほかに、Cl⁻ 量も定量して参考とした。

5. R-3 の坑井地質

第2図に示すような地質柱状図が得られた。沖積層は深度 71.80 m までであつて、その上部の 30.2 m までは fine~coarse sand であり、30.2~50.95 m までは有機質物(植物)を多くもつ泥土であつて特徴的である。以下 65.5 m までは灰色砂質粘土であるが、その直下に、第三紀層上に乗っている基底礫岩の礫がくる。その大きさは直径 10 cm に達するものもあるらしく、礫は肉眼観察によると、北方の北山山脈を構成する岩石に似て、石英斑岩・珪岩、時に閃綠岩がある。

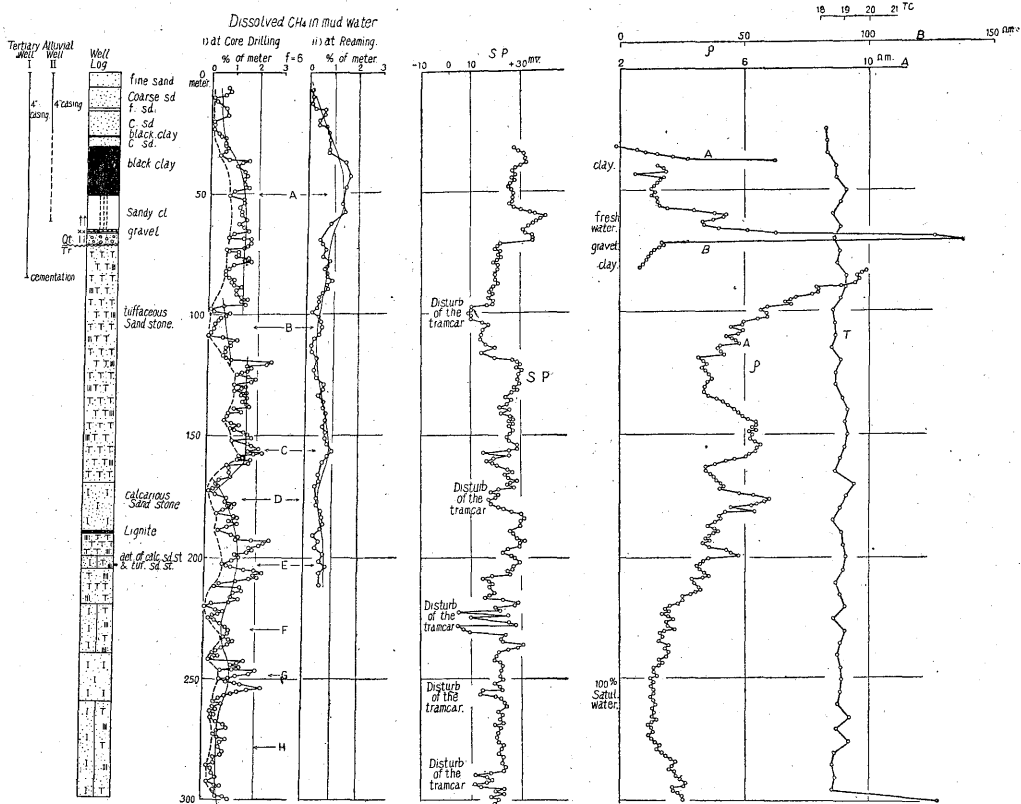
第三紀層の上部は、凝灰質細砂岩がおもであつて割合に硬い。170 m 以下では時々石灰質細粒砂岩になつてくるが、また凝灰質に移るところもあり、190 m ± からは褐炭化された木片が見出された。層理の判然としたものは1つもないが、節理との区別のつかぬものに 70±5° 程度のものが4カ所で測定できた。

3. の表中の 1. は最上部、2. 3. は黑色泥土中、4. は砂質粘土の砂質部、5. は基底礫岩の中の水を代表するものと考えられる。1.~4. がガスをもつものであつて、水の垂直的特徴がよくわかる。Cl⁻ は 2.~3. よりも 5. に多い傾向がみられるが、なお 500 mg/L をこえない。このことは後に重要になる。

6. 測定結果とその解析

測定結果は第2図に示してある。地質柱状図、ガス徴、diss. CH₄ in mud-water 等から、沖積層中には3にのべた程度のガスの存在を期待した。しかし基底砂岩中

鎌川平野天然ガス試掘井(R-3)調査報告 (九里尙一・本島公司)



第2図 島根縣鎌川平野試掘3號坑井資料圖

にはほとんどガスがないと判定した。また第三紀層中には掘進中の diss. CH₄ の曲線では広ピークがみとめられるが、これを整井日誌と対応させると、多くは掘整開始後間もなくあらわれているので、沖積層のガスを測定している可能性が大きく、第三紀層中のガスは大したものではないのではないかと推定した。さらに、北山山脈にみられるような第三紀の地質から期待できるメタン系天然ガスには、附随水の少ないものが考えられる。この時にはガス圧の強いことが、産ガス量を増大させる原動力である。しかるに坑井の掘削(リーミング)に際しては、先に得た diss. CH₄ のカーブと細部については反対のものもある。ガス圧が大きければ、いくら掘整中の泥壁が厚くとも、リーミングに際しては、掘削相應の diss. CH₄ はあらわれるはずである。これらのデータとリーミング中の泥水 Cl⁻ 量測定で、常に送泥水より坑口泥水中の Cl⁻ が 10 mg/L 程度大きいことから、若干の第三紀水(しかも Cl⁻ は 4,000 mg/L 程度であろうと概算される)あるにしても、その水量は大して多くないだろうと推定した。このように考えてくると、採ガス試験を行うには第三紀層中のものと、沖積層中の 65.5 m 以浅のもの

のに対して行うべきであると結論づけられる。詳細に diss. CH₄ の曲線をみれば第2図の細線で示されるように、コア掘中にも掘削中にも、それぞれ対応する山と谷がみられる。大きくみればそのサイクルは一致する。これらを上右より A, B, … H と命名すれば、Aは沖積層の黑色粘土層と砂質粘土中にみえるピークである。Bの谷は基底礫岩の影響で、コア掘中は泥壁があらされる関係が、若干(約 30 m)下方へずれるが、リーミング時にはほとんど地質とずれない。谷頂は 110 m 前後にあらわれるので、後述の電気検層の自然電位 S.P. と比抵抗 ρ 曲線からの基底水浸入の推定とほとんど一致している。Cは山であり、Dは谷であつて、後者は石灰質砂岩に移化するところであり、Eは山、Fは谷に相当し、つぎのGは山、Hは谷であるが、いずれも独立に求めた、地質柱状図上における岩相変化部に相当するサイクルをくりかえしていることは、注目すべきである。前述した掘整開始時のピーク(日変化)を少しでものぞく意味で、約 10~5 m おきにあらわれる小山形の谷を結んで、第2図の点線によつて示される曲線を得た。これはやはりほとんど (i) の細線で示された山と谷との平均、お

よび(ii)の細曲線と同傾向であつて、注目される。そのピークの最大は120~160mの約1%≒6cc CH₄/L mud waterであるが、ここは基底礫岩地下水の第三紀層への侵入が考えられる直下なので、ガス賦存上からはあまり良好でない。

つぎに電気検層の測定結果を第2図から読みとると、まず第1に注目されるものとしては、深度120mを境界として上下の自然電位S.P.の基線が、明らかに推移していることであつて、これから120m以浅にそれ以下の水よりも、電解質の少ない地下水が存在していることがわかる。これをさらに詳細に検討してみると、第三紀層と沖積層との間にくる基底礫岩の部に、すなわち60m±, 70m±附近に比抵抗ρの高いものがあるが、この層の地下水は、3, 4章にのべたように、泥水よりも電解質が少ない故に、自然電位は正電位を示すものと思われる。これは普通にみられる負電位を示す場合と反対の場合で珍らしい。さらにこの基底礫岩の水が、第三紀層中まで影響をおよぼしているらしいことが、S.P.およびρ曲線から考えられる。特にρ曲線は70mより120mまで順次ρの値を減ずる。すなわちbasal conglomerateの地下水が重力(被圧地下水の被圧の原因も重力にある)のために、第三紀砂岩中へ滲透し、途中順次電解質物を得てゆくとすれば、ρの美しい曲線は説明できる。

120m以深の層では150m, 180mの層において、やや高い比抵抗を示すが、前者はdiss. CH₄曲線の山(C), 後者は谷(D)に相当する。自然電位は電車の影響と考えられるものを除くと、ほとんど変化はない。岩質は170m附近から以下順次凝灰岩の間に、石灰質砂岩がみられるところである。

電車の遙場駅通過時刻は著しい負電位が観測されるので、その時刻には測定を中止した。それでもなお230m, 255m, 290m等にまだその影響が少し残っており、電位の指示が不安定であつた。

深度250~270mにおいては、含有水が相当多量にあると思われる低い3.2Ωmの地層がある。このうち250mは、diss. CH₄の山(G)に相当して興味がある。泥水の比抵抗を測定し、電極間隔の長いものを測定して、第3曲線等からTixierの方法より含水率・孔隙率等を推定し、これを岩蕊分析の結果と対比することは今回省略した。

温度測定は一般に変化少なく、最底部に著しい温度上昇22.8°Cをみる以外、ほとんど19°Cで一様である。これはリーミング後3時間という短時間で測定を開始したためかとも思われる。自噴水を坑口でアルコール温度

計とともに同時に測定したところ、両者とも17.4°Cで同一の温度を示し、一致した。

7. 坑井仕上げ法の決定

以上の測定結果と推定から、つぎのことが考えられる。

- 1) 採ガス試験には絶対に基底礫岩の非含ガス・被圧地下水は水止しなければならない。
- 2) 沖積層にはガスがある。
- 3) ρ, S.P. 曲線から基底礫岩の伏流水は、120mまでは第三紀層中へ影響をおよぼしている。
- 4) 鑿井状況からして、第三紀層の試験を行うには、盲管を第三紀層中に降入して管底でセメンティングを行う。この深度はS.P., ρ. から120mの深度以下が理想的である。bore holeにストレーナーは不要であろう。
- 5) したがつて沖積層の採ガス試験を行うには、別に孫井戸をそばに掘つて、ストレーナーを切つて採ガスを行うべきである。この時の掘止深度は最深64m位にすること。
- 6) ケーシングは内径4"級とし、injection pipeの長さは50~60mとすること。
- 7) 以上から第2図のような沖積層と第三紀層とを別々に試験する配管を決定した。

8. 結論

以上電気検層・地化学測定・岩蕊検査等から、ガス井仕上げと測定の基準を決定したので、現地の島根縣廳技師に仕事を申しつぎ、充分な試験を行つてもらうための基礎的資料とすることができた。

(昭和27年3月調査)

附記 採ガス試験の結果

赤木・飯塚両技師が坑井完成後に測定した値は、つぎのごとくであつた。(昭和27年4月18~20日)

	A. 第三紀層ガス井	B. 沖積層ガス井
深 度	85m 以深	62m 以浅
ガ ス 量	2 ± m ³ /d	82~123 m ³ /d
水 量	2 ± "	200~260 "
G.W.R.	1:1	1:2 ±
水 位	-19.25 m	-0.15 m
水 温	18.0 °C	14.6 °C
pH	7.9	7.6
Cl ⁻	4.770 mg/L	150 mg/L
NH ₄ ⁺	3.5 mg/L	6 mg/L
HCO ₃ ⁻	381 mg/L	1.525 mg/L
free CO ₂	39 mg/L	20 mg/L

このうちのB.は3.の表中の3.と4.に対応するものであつて、その値はよく一致している。ただ HCO_3^- 、 free CO_2 、 pH との間に若干変な測定値がみられるので、さらに1, 2の事項について検討を要する。

B.ではやはり揚水量が少なかつた。B.のガス成分は興味がある。恐らく CH_4 が多くて CO_2 と N_2 が少ない型のものと推定する。なおB.の水は Ca^{++} に富むものとも思われ、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 Cl^- の関係を例えば静岡縣下の大井川層群の地下水などと比較研究してゆくべきと思う。その時には HCO_3^- 、 KMnO_4 消費量 I^- 、 Br^- もともに測られるべきである。A, Bともにわれわれの予期した程度の結果が得られている。要するに簸川平野の沖積層のガスは深度100m以浅で、4"級の井戸からガスリフトによつて、ガス量 $200 \text{ m}^3/\text{day}$ 前後、ガス水比1:4位の値が一般的標準であつて、この大略の数字が試掘の結果得られたのであるから、当地域におけるガスの利用は、この基礎の上に立つて研究・発展せしめてゆくべきであると考えるのである⁹⁾。

なお第三紀中のガスおよび水の成因と賦存状況は、興味ある問題である。ここでは久木地区の沖積層ガス附随水に、 Cl^- $9,000 \text{ mg/L}$ をこえるものがあることが想起される。R-3の地下水には Cl^- $4,770 \text{ mp/L}$ であるので、沖積層中に Cl^- の多い Connate water があつて、これがしぼり出されてガスとともに下部の第三紀層に移り、その後沖積のガス鉱床が破壊され、陸水の影響の強い処で新しいガス鉱床が生成破壊されているとする考え方にも、第三紀起源の考えとともに一應の注目をする

必要があろう。R-3井の沖積層のように、その上下から強い陸水の浸入をうけるものにあつては、北海道石狩平野等と同様に、相当に急速な化学元素の均一分布化が行われるであろうことは推定に難くない。 diss. CH_4 が深度120~160mに多いことは、上の考え方を一應注目すべきであるとする1つの陰の資料であろうかと思う。沖積粘土中の Cl^- 等の測定が実施されることを希望する。

(昭和27年5月稿)

参考文献

- 1) 松井寛・石田興之助：島根・鳥取・福井・石川諸縣下の天然瓦斯調査概報 昭18 (MS).
- 2) 山口新次・山口謙次：簸川平野における天然ガス調査報告 昭24, 島根縣商工課.
- 3) 本島公司・品田芳二郎・下河原達哉・島田信位：出雲市北東部天然ガス調査報告 (昭25年5月), 昭26年3月, 島根縣.
- 4) 飯塚赳・今岡栄一：出雲市北西部天然ガス調査報告 (昭26年3月), 昭26年3月, 島根縣.
- 5) 山口謙次：北山山脈南部地質調査報告 昭26年 (MS).
- 6) A. A. P. G.: Vol. 23, No. 9 (1939), Fig. 6, Fig. 7.
- 7) Oil and Gas Jour., June 23 (1949)
- 8) 簸川平野の地化学調査, 試掘井等の全般については近く地質調査所と島根縣においてまとめて報告発表する予定である。