

千葉県横芝 R-1 号井の試掘結果について*

石和田 靖章**

Report on the Exploratory Drilling, Yokoshiba R-1, Chiba Prefecture

by

Yasufumi Ishiwada

Abstract

Yokoshiba R-1 is an exploratory drilling for the natural gas reservoir of dissolved-in-water type in the upper Pliocene marine formations extending widely in the south Kwantō district.

The aim of the present drilling is to obtain a criterion of local correlation and to ascertain the stratigraphic position and productivity of pay reservoirs, so that as shown in Fig. 1, the well is placed just in the middle of the earlier two wildcats, i. e. Tōgane R-1 and Iioka R-1.

An example of subsurface correlation along the Kujukuri-hama coastal plain is shown in Figs. 3 and 4. According to such correlation, the producing units tested (Fig. 2) may be assigned to the middle of the Kiwada formation. The groups of alternation of the Umegase and Otadai, which are important pays within the Mōbara gas field, completely dissimulate (Fig. 4).

The results of production test is summarized as follows :

1. whole depth of drilling—852.70 m
2. producing units—loose fine sand groups of which depth ranges from 622 m to 850 m
3. gas-water ratio—1.77 (this observed value coincides approximately with calculated solubility of methane)
4. average initial water production—1,000 to 1,040 k/day
5. estimated productivity index of water—ca. 500 k/day/KSC
6. composition of produced gas—

CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	A	
94.42	2.89	0.39	2.26	0.04	(vol. %)

7. character of the associated water

pH	HCO ₃ ⁻	free CO ₂	Cl ⁻	I ⁻	Br ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺
7.5	1,397	57.2	19,000	90.5	68.2	34	194
	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	KMnO ₄ cons.			
	550	340	10,600	216			(mg/l)

water temperature 25.8°C

The reservoir performance at least in earlier development stage is anticipated as water drive, so that there is a need of more extensions before the future industrial exploitation, considering the records of the present exploratory drilling.

要 旨

横芝 R-1 号井は、千葉県九十九里浜沿岸平野の中部地域に位置し、すでに掘さくされた飯岡 R-1、東金 R-1 の両試掘井のほぼ中間にある。本坑井は、南関東水溶型ガス鉱床に対する試掘井であるが、既存の知識から、当地区の上部鮮新統の gas potentiality は充分期待されていたのであつて、それゆゑその試掘目的は地下地質の対

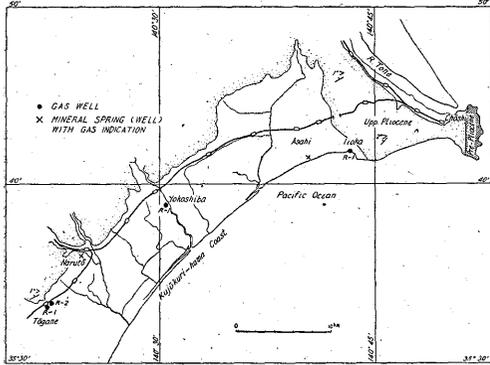
比、可採ガス層の確認と、その産ガス能力を知ることによつて要約される。試掘の結果、主要可採ガス層は黄和田層に対比せられる層位、ないしはそれ以下に発達することが知られ、東金地区の主要可採ガス層である、大田代層中の厚砂層は消滅していることが判明した。初産ガス量は、最大 2,000 m³/day 内外に達し、またガス水比は 1.77 前後であり、成功井に数えることができるが、本坑井の示す地下地質状況等は、将来九十九里浜中・北部で大規模な開発を行なうには、まだ多くの探鉱作業が先駆しなければならぬことを教えている。

* 株式会社富士ボアリング依頼調査
発表許可昭和 33 年 5 月

** 燃料部

1. 緒言

横芝 R-1 号井は、1956年3月に完掘した天然ガス試掘井であつて、千葉県山武郡横芝町栗山にあり、掘止深度は 852.70m を算する。本坑井は、昭和 30 年度の政府補助試掘井であつて、深度 172m から 804m の間に 21 点のコアを採取した。現在九十九里沿岸の天然ガス開発は、南部の茂原～白里地域にその努力が集中されているが、いずれは中・北部に開発の手が延びるであろうことは、充分予想されることである。しかるにこの地域



第1図 位置図
Location map

は、従来、飯岡・東金における試掘記録が残されるのみであつて、地下地質、ガスの賦存状況については、未詳のことがあまりに多かつた。それゆえ本試掘井の記録は、これのみでこの地域の将来を律することはできなくても、なおきわめて重要であるといふことができる。以下に試掘記録、対比その他に関し最近のデータを加えて若干の考察を記述するが、この報告の公表を許可された鉱業権者ならびに掘さく者である株式会社富士ボーリングに深く敬意を表する次第である。また試ガスに関する観測記録を提供された、相生工業株式会社に深謝の意を表する。

2. 調査方法

2.1 試掘の意義

本坑井の試掘対象は、上総層群、すなわち、“上部鮮新統”中に胚胎する塩素度相関型の水溶型天然ガス鉱床である。

茂原地区およびそれ以南にわたる地質、東金 R-1・飯岡 R-1 両試掘井の地質ならびに銚子半島の地質から総合判断し、上総層群は九十九里浜一帯において、南より北へ漸次収斂する傾向にあることはほぼ確実であり、また比較的浅所より gas potentiality を充分有するであろうことは、諸坑井のデータから予期されることであ

る。したがつて、坑口層位は笠森層上部であつても、予定深度 850m をもつてかなり下位の地層、すなわち大田代層ないし黄和田層に対比される層位に到達しうると予想され、それゆえこの試掘において最も重要な問題は、可採ガス層の層位的分布状況およびその性状を知ることである。

本坑井は飯岡・東金両地区の中間に位置するが、両地区間の対比が困難であつたこと、ならびに、たとえば東金 R-1 にみられた大田代層中部の厚砂層が茂原地区以南に存在しないというように、九十九里沿岸地域では岩相の変化が著しいと予想されることから、九十九里浜北部の中央を掘る本坑井で岩相層序を確かめ、かつ広域にわたる対比の手掛りを得ることは、今後の探鉱作業に寄与するところが少なくない。

2.2 調査方法

試掘位置は、広い沖積平野中にあり、北方約 2.5 km の丘陵縁に、笠森層最上部（金剛地層の同時異相部と考えられる）が僅かに露出しているにすぎないため、地表調査はほとんど行なわず、コア調査および試ガス中の観測を主とし、これらの結果を他坑井のデータと総合検討することとした。コア調査は conventional な方法に従っているゆえ、こゝには方法を詳述しない²⁾。調査・測定項目は、

- | | | |
|------|---|--|
| 密封コア | } | 含水比 |
| | | 見掛比重 |
| | | 間隙水の Cl ⁻ |
| | | 水抽出液の NH ₄ ⁺ |
| 風乾コア | } | KCl 10% sol. 抽出液の NH ₄ ⁺ |
| | | 有孔虫化石 |
| | | 全窒素・有機炭素 |

全窒素・有機炭素の測定は、基礎研究のデータ収集を目的とし、別に実用上の価値に基づいたわけではない。なお分析結果は一括して第1表に表示した。

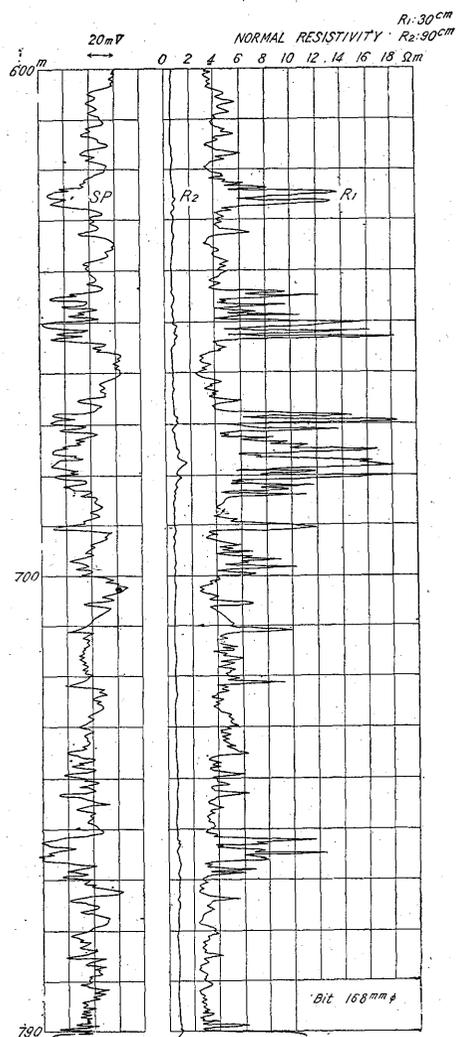
3. ガス賦存状況

沖積層は 25m 内外の厚さを有し、以下は上総層群が坑底まで分布する。上総層群は深度 100m 前後まで軟弱泥質砂層によつて構成され、笠森層に属するが、掘進中のガス徴はこの部分からすでに少なからず認められている。

間隙水塩素度に相関する水溶型ガス鉱床ゆえ、間隙水の Cl⁻ に着目してみると、深度 170m 余で採取された最初のコアについても、Cl⁻ は 10g/l を超え、深度 200m 附近では 19.15g/l に達している。コア試験結果ではこれより以深に向かい Cl⁻ は減少しているが、電気検層および試ガス観測の結果から判断すると、これは

泥水の影響と思われる、200 m 以深はほとんど meteoric water の浸透を受けていない化石海水が分布しているとみなされる。すなわち、本坑井の近傍では、すでに深度 100 m 余より以下、計算ガス水比に達するガス水比をもつて、間隙水中にガスが飽和しているものと推定される。

このようにきわめて浅所より含ガス層が発達するが、主要な可採ガス層は 622 m 以下の砂層群である (第 2 図)。この砂層群は細粒砂を主とするものと思われる



第 2 図 主要採取ガス層(淵田峯門原図)
Pay of the well composed of fine sand groups

が、電気検層記録のある 622~790 m の間についてみると、砂層の有効層厚は 56.5 m 内外を算する。790~850 m の間については、検層時埋没のため測定しえなかつたが、さく手記録から推測し、なお可採ガス層が発達しているものとみられる。後述するような九十九里浜沿岸の上部鮮新統に関する大局的地質状況からも、本坑井の深度

790 m 以下に可採ガス層の発達している可能性は充分にある。

本坑井は、622 m 以下の砂層をすべて採取対象として仕上げたが、この砂層は、掘進中コア採取に成功せず、また試ガスに際して多量の坑内出砂をみた点より未凝固な軟弱細粒砂からなると思われる。従来行なわれた試掘井のコア試験結果をみると、泥岩についての容量含水比は、(1) 400 m 前後の場合、飯岡 (黄和田層ないしそれ以下の層位) 52.2% [380 m]; 横芝 (梅ヶ瀬層上部の層位) 52.3% [380 m]; 東金 (国本層最下部) 49.5% [400 m], (2) 670 m 前後の場合、横芝 (黄和田層中部の層位) 50.9% [670 m]; 東金 (黄和田層最上部) 47.3% [665 m] というように、九十九里浜北半では比較的含水比が大きい。ちなみに東京ガス田芝浦地区の深度 670 m 付近は、層位的には本坑井の同深度附近と大差ないと思われるが、含水比は 42~43% であつて、著しく小さくなつてゐる。これらの例から察せられるように、南関東の諸ガス田では、当地域は西方に比較して地層全体としての consolidation の程度が低いと思われる。ガス層の膠結度が少ないのは、このような地層全体としての consolidation の程度が低いことに基づくものであろう。東京湾岸の諸ガス田では、一般に採取深度の増加に伴ない地層の膠結度が大きくなるため、ガス層の浸透率が低下して有効層厚増大の割には揚水量が増加しない。最近数 100 m を超える長孔明管が深掘井に多く用いられるようになってゐる原因はこゝにもあると思われる。したがつて、当地域のように地層の consolidation がそれほど進んでいない所は深層採取に若干有利であろうと推定される。

なお採取範囲の全有効層厚が不明なこと、および坑底圧の測定を欠くこと、坑内埋没のあつたらしいことから、本坑井の SPI はわからないが、後述する PI の推定値をもとに、かりに有効層厚を 80 m とするなら、SPI は 6 k/day/KSC/m, 60 m とするなら 8 k/day/KSC/m 程度という目安の値を得ることができる。

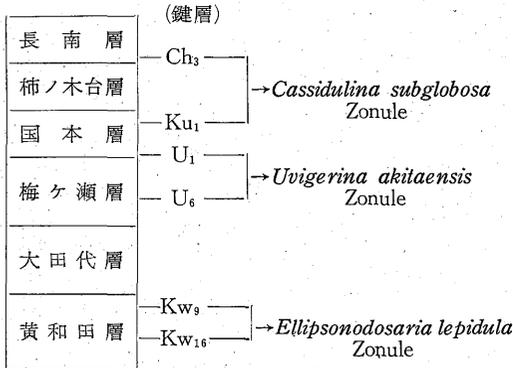
4. 地下地質

4.1 対比

九十九里浜沿岸南部の茂原—宮間およびさらに西方の大多喜までの間は、電気柱状図をもつて良く対比を行なうことができる。しかし茂原以北は岩相の変化が著しいため、遠距離間の対比は電気柱状図のみでは行なえない。幸い茂原—宮—大多喜の一带は、詳しい地表地質調査と有孔虫化石調査がすでに行なわれており、有孔虫化石による対比の基礎が確立している。またこれとともに、茂原ガス田内の数坑井は、有孔虫化石調査の記録が残され、地表岩相層序—電気柱状図による標準層序—有

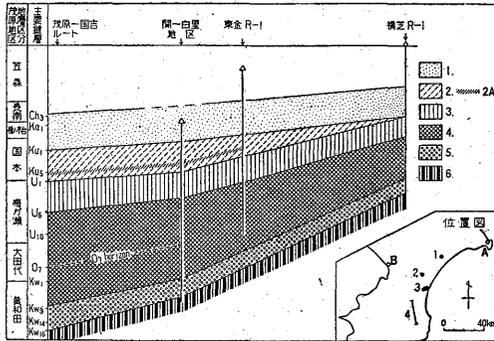
孔虫化石層序の関係も明確にされている。

長南層下部から黄和田層中部に至る間の対比上最も信頼しうる、かつ有効な化石帯は、次に示す通りである。



層群はすべて黄和田層の層位に属する。また東金地区にみられた著しい厚砂層は姿を消している。坑井内の層位をおよそ推定すると、

深度 (m)	層位
215±10	長南
	柿ノ木台
	国本
337±10	(U ₁)
	梅ヶ瀬
420±10	(U ₆)
	大田代
625±5	(Kw ₉)
	黄和田
715±5	(Kw ₁₆)



- A: 銹子
- B: 千葉
- 1 横芝 R-1
- 2 東金 R-1 (最近 6 の Zonule まで掘さくした坑井がある...R-2)
- 3 関~白里地区
- 4 茂原~国吉地帯化石調査ルート

1. *Cassidulina subglobosa* Zonule
2. Lower Kokumoto Z. 2 A. *Cassidulina asanoi* Z.
3. *Uvigerina akitaensis* Z.
4. *Bulimina aculeata*-*Bu. nipponica*-*Bolivina robusta* Z.
5. *Ellipsonodosaria lepidula* Z.
6. *Bulimina nipponica* Z.

第3図 九十九里濱沿岸の有孔虫化石相
Foraminiferal biofacies under the coastal plain of Kujūkuri-hama

この関係は国吉地区より東金地区の間で validity が認められている。化石群集の内容が類似し、かつそれらの sequence が変わらないとき、化石帯に基づいて対比を進めるのは、応用面における常道となつているが、このようにして九十九里濱沿岸にある最近までの主要坑井間の対比を試みると第4図のようになる。なお第3図は biofacies として茂原地区地帯化石層序と横芝 R-1 との間の層序断面を画いたものである。

このような対比の結果に基づくと、620~790m の砂

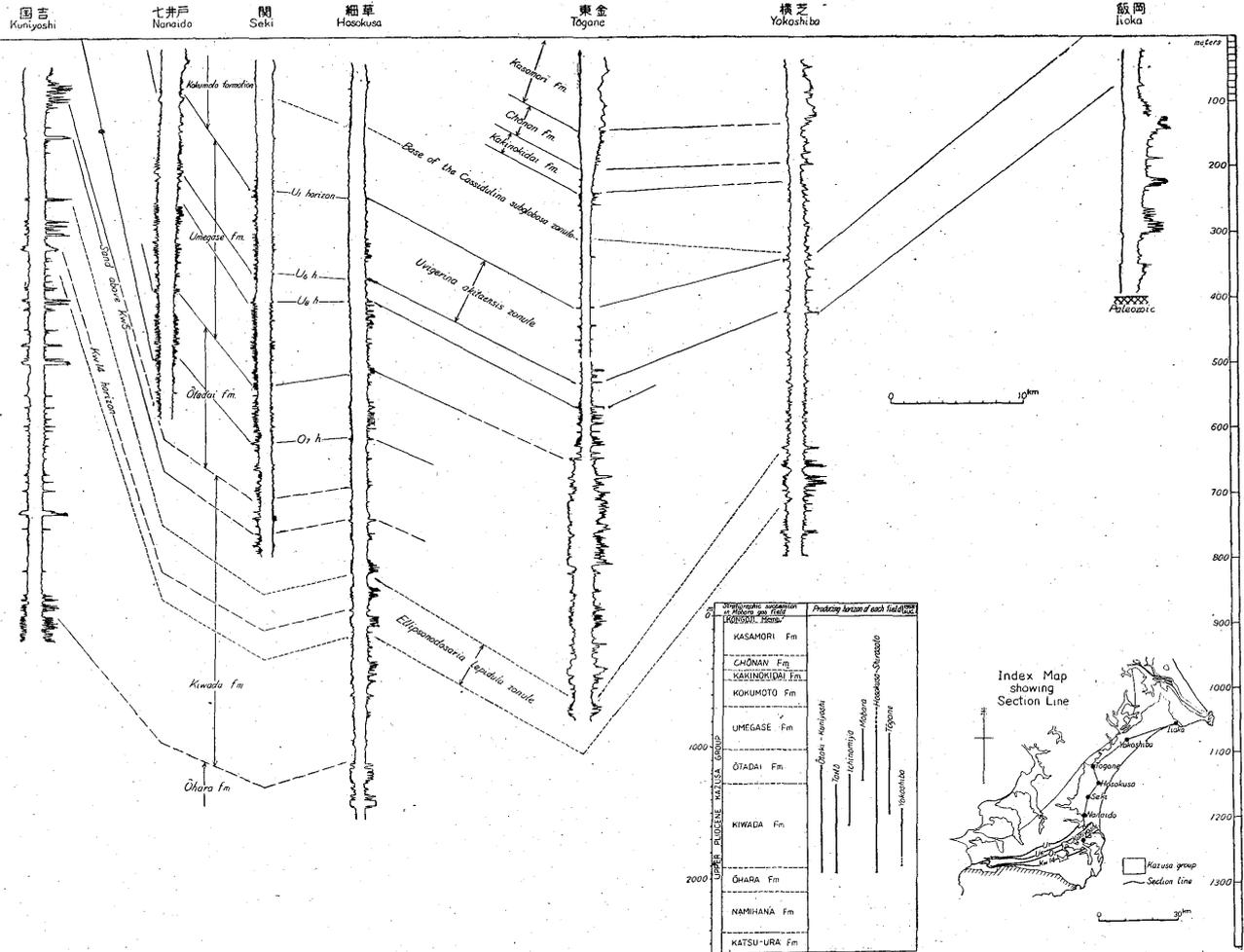
790m 以下坑底までは電気柱状図を欠いているが、さく手記録では、砂勝砂泥互層で上位と同様にされている。また第4図から察せられるように、坑底までの間に大原層の層位が現われている可能性もある。

第3図に示したように、本坑井では国本層下半の化石帯が欠けているか、またはきわめて薄化(20m>)している。これは、化石相、とくに国本層層位の部分が著しく変相したためか、国本層下半の地層を実際に欠いているのか、あるいは断層により欠除したのか明瞭ではない。しかし、現在の知識では断層の可能性は最も少なく、南関東の東半における各地の坑井データを通覧すると、国本層下半の層位が東北に向かい converge しつつ薄化したものではないかとの感じが強い。

4.2 岩相について

本坑井のコア採取率は不良で65%以下である。採取コアそのものは No. 1 および No. 2 のコアがやゝ砂質の泥岩であるほか、すべて細粒の泥岩である。一方さく手記録では25~97.5m が軟弱泥質砂層、以下333m まで砂質泥岩、538m まで泥岩、538~615m は泥勝砂泥互層、以下坑底まで砂勝砂泥互層となつている。電気柱状図上から判断すると、136m 附近まで、および152~194m の間は dirty sand のように思われる。194~622m の間は、電気柱状図上でおびただしい砂層らしきものがみられるが、泥質砂ないし細粒砂が泥岩中に介在しているものか否かはつきりしない。次の探掘において、岩相・岩質を明確にすることが望ましい。いずれにせよ、200m 以深で主要な可採ガス層は、622m 以下の砂層群であることに間違いはない。

すでに述べた通りこの砂層群は黄和田層の一部に対比される。東金地区のみに現出する大田代層中の厚砂層は、



第4図 九十九里沿岸断面図
Cross section along the Kujūkuri coast

本坑井にみられない。茂原ガス田の主要採取対象である梅ヶ瀬・大田代両互層も、本坑井では消失していることは第4図にみられる通りである。

結局可採ガス層たるべき砂層は、九十九里浜南部より北に向かい長南・柿ノ木合・国本・梅ヶ瀬・大田代の諸層位において、原則として上位より次第に消失し、九十九里浜中・北部では、黄和田層およびそれ以下の層位に可採ガス層が限られてくると推定される。東金地区の前記した厚砂層は、この傾向からすると例外的なものであり、おそらくは内陸地域に発達する砂層の tongue ではないかと予想される。

要するに、このような岩相の変移状況は、全体として上総層群が南より北に converge していても、九十九里浜の中部地区では可採ガス層の深度が、むしろ南部より大きくなる結果を招来しているのである。

4.3 地質構造

試掘井間の距離が大きいため、精細な地質構造を知ることはできない。しかし地表および地下地質から総合判断すれば、九十九里浜中部の上総層群は、きわめて緩慢に北西へ傾斜し、内陸地域に中軸を有する向斜構造の東南翼を構成しているとみることが出来る。

九十九里浜南部の茂原ガス田では、多数の断層が発達し、これがガスの産状に著しい影響を与え、他の水溶型ガス田の普通のガスの産状とは異なつた様相を呈せしている。このような断層群が北方への程度続いているかは、今後の開発にさいし、大きな関心が払われるところであるが、現状では明確な予測が困難である。たゞ現在までの試・探掘井の試ガス状況から判断すると、少なくとも九十九里浜沿岸の中部以北では、通常の water drive 型の排出機構がほぼ確実に予想される。すなわち、ガスの産状に大きい影響を及ぼすような断層群の発達はないものと推定される。

5. 試ガス結果

坑井仕上げは 622m 以下の砂層群を対象に行なわれた。790m 以下は電気柱状図を欠くが、さく手記録および対比の結果を基に、すべて孔明管を挿入することとした。

掘止深度	852.70m
中間遮水 セメント放出孔深度	610.30m
孔明管深度	623.80~850.00m
ケーシング	850.00m まで 6" GP
孔明管孔径	スロット幅 3mm, 開口面積 3%
リフト管	2" GP×138.75m

30 HP 電動機を使用してガス・リフトを行なつたが、注入ガス量はおよそ 2,200~3,500 m³/day, working

pressure は 9.9 kg/cm² であつた。

坑井運転は 6月12日夕から開始し、各種観測を行なつた後、7月20日に試験を終了した。

流量 ガスはオリフィス流量計、水は三角堰で測定した。コンプレッサー suction 側には、注入ガス量を加減するため 1~2 1/2" 径の絞りが取付けてあるが、筆者の測定時では脈動を減少せしめるため 1" の絞りを使用した。

ガス量	1,700 m ³ /day
水量	960 kℓ/day
ガス水比	1.77

(1956. 7. 5 測定)

相生工業 K. K. の観測値をみると、6月30日から7月9日に至る間の日産水量は、ほぼ 1,000~1,040 kℓ, 最高 1,180 kℓ となつている。

ガス組成 ガスは下記の組成を有するが、現場において顕著な H₂S 臭を有していた。経験から数 ppm 程度の H₂S を含むものと思われる。

CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	A
94.42	2.89	0.39	2.26	0.04 (vol.%)

分析: 荒木敏 (東大工学部)

O₂ がやゝ多いのは、採取時の空気の混入によるものであろう。南関東諸ガス田の他地域の産出ガスと比較すると、CO₂ が僅かに多いこと、および H₂S のやゝ著しいことが特徴としてあげられる。H₂S は 0.5 ppm 以下の微量が茂原ガス田茂原地区で観測されているほか、東京ガス田江東地区西縁部の坑井群にみられるのみである。天然ガス中に存在する H₂S の地球化学的産状についてはいまのところ定見がない。なお質量分析値に H₂S が記されていないが、これはゴム管を用いてガスを採取し、かつゴム管を用いたアンプルに、ガスを貯蔵したため H₂S が消失したことによる。

ガス附随水水質 ガス附随水はほとんど無色で、微緑色を帯びる。坑口測定水温は 25.8°C。なお、採取時にかなりの細粒砂を混じて吐出していた。

pH	HCO ₃ ⁻	free CO ₂	Cl ⁻	I ⁻	Br ⁻	NH ₄ ⁺
7.5	1,397	57.2	19,000	90.5	68.2	34.2
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	KMnO ₄ cons.		
194	550	340	10,600	216		

単位: mg/l 分析: 化学課

南関東の諸ガス田では、ガス附随水水質が東西方向に従つて漸变的に変化する。最も著しい現象は、Ca²⁺/Mg²⁺ および I⁻/Cl⁻ の値の分布にみられる。すなわちガス鉱床の周縁部を除き、一般に東部ほど前者は小さくなり

註 1) 江東天然瓦斯工業 K.K. Loc. M, 深度 500m, 江東砂層採取井 Cl⁻=3,345 mg/l

第 1 表 コ - ア 分 析 値

core No	Depth range (m)	Specific gravity ^{註1)}	Water content (vol. %) ^{註1)}	Cl ⁻ (g/l)	Dilution ratio	NH ₄ ⁺ -N ^{註2)} KCl sol. extr. (mg/l)	total N (weight %)	Inorganic C (weight %)	Organic C (weight %)	Org. C/res. N ^{註3)}	Org. C/tot. N
1	172.41~175.47	1.73	53.5	12.58	4.88	630	0.108	1.09	0.73	9.13	6.77
2	200.72~203.77	1.70	51.7	19.15	4.95	754	0.128	0.73	1.09	11.6	8.52
4	255.64~258.64	1.75	54.9	17.15	4.82	695	0.102	0.88	0.73	11.1	7.15
6	349.45~352.45	1.76	52.5	16.31	4.97	555	0.101	0.68	0.74	9.61	7.33
7	376.19~379.19	1.76	53.4	13.80	4.96	618	0.110	1.06	0.86	10.2	7.83
8	404.40~407.40	1.75	52.2	13.46	5.02	1280	0.114	0.98	0.67	11.4	5.88
9	432.58~435.58	1.74	50.9	14.90	5.10	932	0.112	1.35	0.63	8.65	5.62
10	457.14~460.14	1.76	51.9	17.20	5.08	1290	0.133	1.37	0.94	12.0	7.06
11	487.64~490.60	1.76	51.7	17.31	5.09	1470	0.115	1.07	0.76	14.1	6.60
12	533.36~536.36	1.75	51.5	17.60	5.10	1470	0.132	1.32	1.09	15.4	8.26
14	588.07~591.07	1.77	51.2	14.42	5.17	914	0.112	0.87	0.71	9.45	6.34
16	636.64~639.64	1.77	51.0	14.65	5.18	—	0.121	0.87	0.73	—	6.03
17	667.35~670.35	1.78	50.9	15.02	5.20	1150	0.125	1.22	0.90	11.4	7.20
20	743.89~747.89	1.75	50.0	15.53	5.20	882	—	—	—	—	—
21	801.33~804.33	1.80	50.0	13.92	5.32	970	—	—	—	—	—

註 1) 太字はシール不完全のため行なつた計算補正值で実測値そのものではない。

2) weight %にした値は本文参照。weight %とは分析値を 110°C 乾燥岩石に対する重量百分率としたもの。total N, C の分析は東京都立大学理学部半谷研究室の杉村氏による。

3) res. N=total N-NH₄-N

61—(511)

千葉県銕芝 R-1 号井の試験結果について (石和田清章)

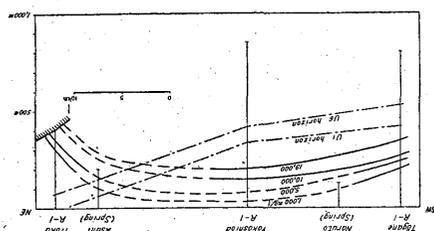
第2表 主要有孔虫化石分布表
Distribution chart of significant benthonic foraminifera

Species	Depth range in meter																				
	172.41~175.47	200.72~203.77	227.44~230.44	255.64~258.64	321.22~324.22	349.45~352.45	376.19~379.19	404.40~407.40	432.58~435.58	457.14~460.14	487.64~490.60	533.36~536.36	560.27~563.27	588.07~591.07	612.44~615.44	636.64~639.64	667.35~670.35	697.14~700.14	721.79~724.79	743.89~747.89	801.33~804.33
<i>Bolivina robusta</i>	•		/	×			◻	×	○	×	○	◻						•			
<i>B. spissa</i>														■				×			
<i>B. subspinescens</i>							/	/	/		•										•
<i>Bolivinita quadrilatera</i>	•	/	•		•		/			•	/	•						•			
<i>Bulimina aculeata</i>	×					○	×	×	○	◻	●	○	•		•			•			
<i>B. nipponica</i>							/	×	×	•	•	/	○	•	•	•		○	■	◻	
<i>Cassidulina islandica</i>		/	•	×								/						•			
<i>C. laevigata</i>	•			•			•	•	•			/						•			
<i>C. norcrossi</i>																					×
<i>C. subglobosa</i>		●	/	■	■	•	•	•	•	×	•	/		•	×	•		×			
<i>Cibicides aknerianus</i>	×	/				•	/		•			•						•	•		
<i>C. pseudoungerianus</i>				•				•	•							•					○
<i>Ellipsonodosaria lepidula</i>						•	•	×	/	/	/	/	○	◻				/	/	/	
<i>E. oinomikadoi</i>											•	/									•
<i>Elphidium clavatum</i>	•	/													×						
<i>Eponides umbonatus</i>	/		•															•			
<i>Gyroidina orbicularis</i>													/	•	/			/			
<i>Loxostoma bradyi</i>					/								/								
<i>Nonion labradoricum</i>	•	×		•												•					
<i>N. pompilioides</i>								/					•								
<i>Pseudoeponides japonicus</i>	◻	●										×									
<i>Pullenia apertula</i>				•												•					×
<i>P. bulloides</i>		/																			
<i>P. salisburyi</i>		/																			
<i>Quinqueloculina</i> spp.		•		•		•													×		
<i>Uvigerina akitaensis</i> + <i>U.</i> sp.	/			•	●	●	●	/	•	/	•	•	•	•	×	×		/	•	•	

Relative abundance : ■ 100~80%, ● 80~60%, ◻ 60~40%, ○ 40~20%, × 20~10%, / 10~5%, • 5%>

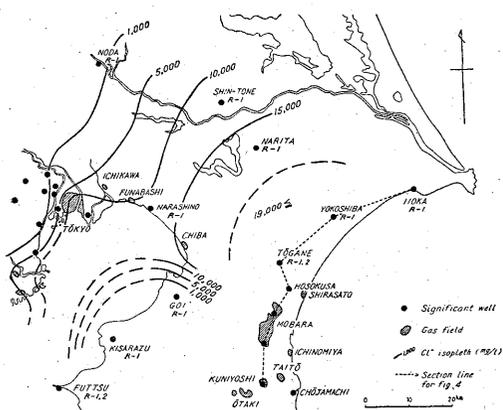
(HCO_3^- の量と逆相関する), 後者は大多喜地区に最大値を示してその外方に小さくなる。本坑井の観測値は, これらの一般的傾向²⁾ に照合すると位置的によく適合するものである。その他の諸成分については, 南関東諸ガス田に比較し特記すべき差異はない。

コア試験結果および電気検層結果と総合判断すると, 間隙水塩素度は 200m 以深においてほとんど増加勾配がなく註2), ほぼ 19,000 mg/l 余で一定と思われる。現在のところ南関東水溶型ガス鉱床に属するガス田では, 茂原ガス田日本天然瓦斯興業開地区, 千葉市の深掘井(東京瓦斯 K.K. TR-2, 800~1,300 m を採取層とす



第5図 間隙水の Cl^- 等量線図
Isopleth of Cl^- concentration of interstitial water

る)に Cl^- が 20,000 mg/l を超えるものがあり, 本坑井観測値はこれら最大値に及ばない。また採取深度が類似した坑井で, Cl^- が 19,000 mg/l ないしこれを超えるものも少なくない。しかしながら横芝地区を中心とする九十九里浜中部は, 第5図および第6図に示すように,



第6図 南関東水溶型ガス鉱床における間隙水 Cl^- 等量線 (深度 600m 面上)

Chloride isopleth in interstitial water of upper Pliocene formations on the horizontal section at the depth of 600 m

註 2) 相生工業 K.K. 測定値では, 産出時平均 $\text{Cl}^- = 19,700 \text{ mg/l}$

最も浅所まで高鹹地層水が分布し, 西方に向かい次第に浅所より低鹹水に置き換えられてくる。このような事実から, この地域は南関東水溶型ガス鉱床の陸地における中心部と考えてもさしつかえないであろう。

その他 本坑井は, 試ガス終了後判明したところでは, 出砂のため坑内埋没を引き起し, 孔明管部分はほとんど埋没していたという。したがって, 流量, 水頭回復試験等の結果がどの程度信頼しうるか判然としない点もあるが, 一応水頭回復試験結果に触れておく。

水頭回復試験は, 数回行なわれたが, いずれも似たような結果を得ている。リフト停止後約2時間で最深湛水面が観測され (ca. -30.5 m), 以後緩やかに上昇する。すなわち 4.5 時間で -28 m, 10 時間で -24 m, 20.5 時間で -22 m, 193 時間後に -16 m となりほぼ静止湛水面とみなされる。水頭回復曲線から外挿推定すると, 運転中の水位は -36 m 前後と思われる。したがって, そのように仮定すれば, draw down は 2 kg/cm^2 内外となるから, PI は 500 kJ/day/KSC 前後となる。なおガス・リフトの kick off-pressure は 11.9 kg/cm^2 ゆえ, 注入ゲージ圧力からも; この場合は同様の値が得られる。

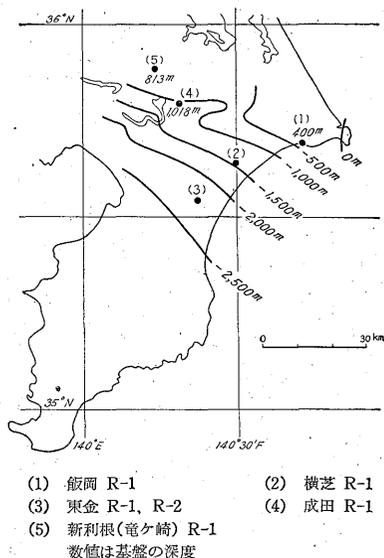
6. 今後の問題

この試掘は横芝地区の可採ガス層を確認し, その層位, およその産出能力等を明らかにした。

しかしながら, 今後の開発をこの試掘井1坑の記録にのみ基づいて計画することは不可能なのであつて, さらに多くの探鉱作業を必要とする。

すなわち, こんにちの段階では, まず可採ガス層の分布を層位的ならびに地理的拡がりについて探究することが最も大切である。今回確認したガス層は, 黄和田層の層位に属する, いわば一群の砂層にすぎないが, 第4図から察せられるように, さらに下位にもガス層の分布する可能性が強い。近年行なわれた地震探査の結果, こんにちでは九十九里浜沿岸の先第三系基盤岩類の地下構造がかなり明白になっている。当地区において上総層群の基底と先第三系との間に, 下部鮮新統が介在するかどうかは未詳であるが, 先第三系は確実にガスの産出に無縁であるから, 栗山川以北において次回最初に実施すべき探掘は, 先第三系に逢着するまで掘さくすべきものと考えられる。第7図は基盤岩に逢着するまでの推定深度を示す。

九十九里浜中・北部は, 開発にさいし少なくとも初期には完全に water drive 型の排出機構を予想すべきであると思われ, しかも岩相変化が著しいとみられるから, 十分な探掘によりガス層およびその有効層厚の分布状態を確かめておくことが, 将来の開発規模を推知するうえに重要である。このような extension については, 梅ヶ瀬



(1) 飯岡 R-1 (2) 横芝 R-1
 (3) 東金 R-1, R-2 (4) 成田 R-1
 (5) 新利根(竜ヶ崎) R-1
 数値は基盤の深度
 (石油資源開発 K.K. および地質調査所の実施した重力探査・
 地震探査結果ならびに試掘井データから総合したもの)

第7図 先第三系基盤の推定地下構造図
 Subsurface structure map of pre-Tertiary basement

層上半の層位を示す *Uvigerina akitaensis* Zonule および黄和田層中部の層位を示す *Ellipsonodosaria lepidula* Zonule は岩相変化にかゝりならず、対比にさいし最も良好な標識になるであろう。しかし、飯岡 R-1 および銚子半島基部に分布する上部鮮新統の有孔虫化石層序は、横芝より南西のそれと若干異なっているから、銚子半島に近接した探掘井については、対比にさいしあらかじめ注意を要する。

現在南関東で大きなフィールド生産量を示しているものは、茂原ガス田と東京ガス田とである。茂原ガス田は、坑井間隔 200m 未満をもって net work に坑井が展開され、また累計産出水量の増大に伴ないガス水比が高騰し、採取初期よりも平均産出ガス量が増大する特異の産状を示している。これは多数の断層により、フィールド周辺からの水の補給が抑制されるため、production rate の大きいとき depletion drive の排出機構が生じ、かつおそらくは断層からも高ガス水比の水が補給されるためではないかと推測される。一方東京ガス田では、坑井間隔平均 600m 余をもって net work に坑井が展開されたが、産出水量の減退が著しく、とくにフィールド中心部は湛水面低下のため採取を停止した坑井も現われている。これは採取ガス層(細粒砂を主とする)の浸透率があまり良好ではないこと、断層が多少存在すると推定されること、岩相変化が著しく、採取ガス層の発達が一様でないことなどに基づくものと思われる。九十九里浜中・北部地域は、本坑井を含めた試掘結果から判断する

と、その開発にさいしては、東京ガス田におけると同様の現象が充分予想される。採取ガス層の発達状況を重視するのは、この理由からであり、また坑井配置、坑井径、採取方式等についても充分の留意が必要であろう。

本坑井は 3mm 幅縦溝孔明管 (slotted liner) を使用したが、出砂がはなはだしかつた。全般の地質状況から判断し、九十九里浜中・北部の可採ガス層はいずれも非膠結性の細粒砂を主とするように判断されるから、今後坑井仕上げにさいして出砂対策に一考を要すると思われる。

なお本坑井の 622m 以浅には、顕著な砂層を欠くが、長孔明管をもって仕上げればある程度の水量を期待する可能性もある。次回の探掘において、この部分の岩相を充分検討する価値があると思われる。

〔付〕 コア中の有機物について

ガス田で採取されたコアの有機物分析の例は少ない。筆者の手もとにあるのは、下河原達哉の分析にかゝる茂原ガス田関東天然瓦斯開発 R-3、半谷高久研究室で分析した新潟ガス田帝石新潟 R-61 の 2 例にすぎない。したがって天然ガスまたはその鉱床の成因を研究するのにどのような貢献をなしうるかはまだ確としたものではないが、一つの素材としてここに記載しておく。なお本坑井のコア分析は東京都立大学理学部の半谷高久研究室に依頼した。全窒素は通常のマイクロ・キールダール法、有機炭素・全炭素は半谷氏の方法(湿式酸化法)¹⁾によっている。

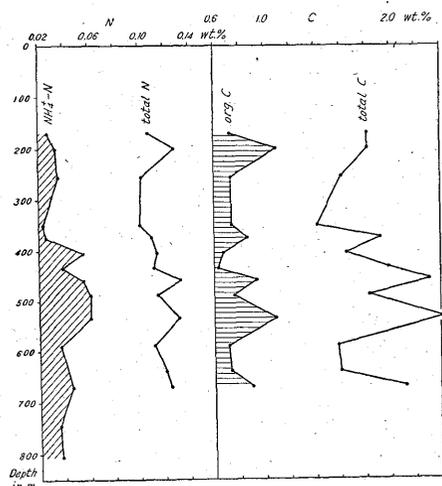
新潟 R-61 の分析結果では、ほゞ次のような値が得られている。

- organic C: 0.21~0.87%。大部分は 0.6~0.8%。
純海成層の灰爪層群では 0.4~0.5% で第四紀層の部分に比較し平均して低い値を示す。
- total N: 0.03~0.077%。大部分 0.042~0.058% で平均 0.047% 位。灰爪層群中は 0.04~0.053% 位であるが少数の異常に大きい値がある(灰爪層層位の化石の多い部分)。

茂原 R-3 の分析値はほゞ次の通りである。

- organic C: 国本層上部 0.30~0.75%
// 下部 0.2~0.8%
梅ヶ瀬層中部 (U₆~U₇ 間) 0.7~0.9%
- total N: 国本層上部 0.07~0.11%
// 下部 0.08~0.14%
梅ヶ瀬層上部 (U₁ の下) 0.09% ±
// 中部 (U₆~U₇ 間) 0.1~0.14%

以上のデータを通覧すると、C/N の値は沈積環境に関係があり、また洪積～上部鮮新統位の地層間では時代差はみられない。また茂原ガス田の方が概して有機物が多く、とくに全窒素の量に明らかな差が認められる。



第8図 泥岩中の C, N 分布
Distributions of carbon and nitrogen in mudstone of upper Pliocene stage

横芝 R-1 の分析値は第1表に記したが、organic C は 0.63~1.09%, total N は 0.101~0.133%であつて、茂原 R-3 の梅ヶ瀬層中部の値に類似している。

さて横芝 R-1 の例につき、全窒素のうちアンモニア態窒素がいかほど含まれているかを次のような計算で求めてみた。後者の分析精度があまり良好とはいえないが、目安の数字として興味深いものがある。

KCl 抽出による $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/l: 間隙水基準値)
.....N

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ の岩石乾燥 (110°C) 試料に対する

重量パーセント N_0

容量含水比 W (%にしない値)

見掛比重 ρ

$$N_0 (\%) = \frac{1}{10,000} \cdot \frac{NW}{\rho - W}$$

上式による計算結果は次の通りになる。

core No	N_0 (%)	$\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{total N}$ (%)
1	0.028	25.9
2	34	26.6
4	36	35.3
6	24	23.8
7	26	23.6
8	55	48.3
9	39	34.8
10	55	41.4
11	61	53.0
12	61	46.3
14	37	33.0
17	46	36.8

これらの数字にみられるように、全窒素のうち $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の占める量は案外大きい。こゝには数値を引用しないが、新潟 R-61 の場合も同様で $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は全窒素の 20~35% 内外を占めている。間隙水中に溶出している $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の量を考慮すると、有機物の分解に伴ない生成した NH_4^+ は粘土または有機物に吸着されてかなりの量が保存されていることを示す。第8図に示したように、total N は 200 m 附近に小ピークがあるほか、350 m 以深は漸増する傾向が窺われる。しかし $\text{NH}_4^+\text{-N}$ を差引いた値としてみると、535 m 附近までは平均的にむしろ漸減する傾向があるかにも見え、total N の分布傾向とは必ずしも一致しないように思える。これらの現象が偶然のものか、あるいは何を意味するかは今後データを集積したうえでの検討にまたねばならないが、岩石の C, N 分析値を取扱うさい伏流水浸入、風化等の影響に関連して一応留意してよいことと思われる。

海底に沈積した有機物は次第に分解し、可溶性の生成物は漸次地層中から逸散してゆくが、その量的な目安を得るため次の計算を試みてみた。

太平洋側の充分なデータが無かつたため、日本海の 200 m 以深 (酒田沖) の泥底で観測したデータを用い、18 点の平均値として

organic C = 1.8%

total N = 0.20% ほとんど $\text{NH}_4^+\text{-N}$ を含まない

なる数値を基にする。

よつて岩石 1 m³ についての C, N の

原始埋蔵量として $\left\{ \begin{array}{l} \text{organic C} = 22.9 \text{ kg/m}^3 \\ \text{total N} = 2.54 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right.$

単に目安の値をうるためであるから、本坑井の No. 17 コアの値を利用すると、

No. 17 コアの場合、採取ガス層附近であるから、その試ガス観測値に準じて、

ガス水比 ≈ 1.8

$\left. \begin{array}{l} \text{CH}_4 = 94.42\% \\ \text{CO}_2 = 2.89\% \end{array} \right\} \text{ガス}$

$\left. \begin{array}{l} \text{free CO}_2 = 57.2 \text{ mg/l} \\ \text{HCO}_3^- = 1,397 \text{ mg/l} \end{array} \right\} \text{附随水}$

とする。

$\left\{ \begin{array}{l} \text{HCO}_3^- \text{ およびガス態の C} \\ \text{(残りの) organic C} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} 1.17 \text{ kg/m}^3 \\ 11.43 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{NH}_4^+\text{-N} \\ \text{(残りの) N} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} 0.584 \text{ kg/m}^3 \\ 1.003 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right.$

すなわち

原始埋蔵 organic C	→	残存 organic C	49.9%
		逸散 C	45%
原始埋蔵 total N	→	残存 N	39.5%
		NH ₄ ⁺ -N	23.0%
		逸散 N	37.5%

残存 C, N についてみれば, Nの方が分解が早いとみることできる。また 700m 弱の深度におけるガス水比を基にしても, 地層中に現存する CH₄-C は原始埋蔵 organic C の 2% 余にすぎない。

以上の試算は物質の地層中の通過等の現象を無視し, また数値的仮定も多いが, 大きい目安の数字を把握する意味で無価値なものではないと考える。

(昭和 31 年 2 月調査)

文 献

1) 半谷高久: 微量炭素の湿式迅速定量法, 化学の

領域, Vol. 6, No. 7, 1952

- 2) 石和田靖章・品田芳二郎: 九十九里ガス田東金試掘井について, 石油技術協会誌, Vol. 21, No. 1, p. 13~21, 1956
- 3) 石和田靖章: 東京ガス田, 石油技術協会誌, Vol. 21, No. 4, 1956
- 4) 石和田靖章: 外房ガス田について(要旨), 石油技術協会誌, Vol. 22, No. 3, 1957
- 5) 石和田靖章: 九十九里沿岸の 1 断面, 有孔虫, No. 8, 1957
- 6) 石和田靖章・品田芳二郎: 房総半島東岸ガス田の含ヨード鹹水の産状について, 地質調査所報告, No. 171, 1957
- 7) 金原均二・本島公司・石和田靖章: 天然ガス, p. 282~292, 朝倉書店, 1958
- 8) 石和田靖章・品田芳二郎: 千葉県飯岡 R-1 号天然ガス試掘井, 調査報告, 地質調査所月報, Vol. 10, No. 6, 1959