

## 第3次沖繩天然ガス資源調査・研究報告(その10)

—試験井による産出試験について—

本島公司\*\* 井島信五郎\* 福田 理\* 永田松三\*\* 比留川貴\*\*

## Report of the 3rd Phase Survey for the Natural Gas Resources of Ryukyu Islands (Part 10)

—Production Test of Naha No. 1 Test Well—

By

Koji MOTOJIMA, Shingoro IJIMA, Osamu FUKUTA, Syozo NAGATA &amp; Takashi HIRUKAWA

## Abstract

The results obtained by the production test at Naha No. 1 Test Well are as follows.

## 1) Production test of shallower reservoirs

Casing: 97 mm CP

Strainer: 202~265 m

Gas: CH<sub>4</sub> > 87.29 vol. %

Gas-water ratio: 0.056 (1:19)

Productivity index: 30 kl/day/kg/cm<sup>2</sup>Groundwater: pH 8.35, Cl<sup>-</sup> 242 mg/l

Temperature of groundwater: 27.8°C

## 2) Production test of deeper reservoirs

Casing: 73 mm CP

Strainer: 405~435 m

Gas: CH<sub>4</sub> 97~99 vol. %

Gas-water ratio: 0.95 (about 1:1)

Productivity index: 40 kl/day/kg/cm<sup>2</sup>Groundwater: pH 7.89, Cl<sup>-</sup> 8,050 mg/l, I<sup>-</sup> 33.9 mg/l

Temperature of groundwater: 30.0°C

According to the above-listed values of gas-water ratio, it is easy to notice that the groundwater in deeper reservoirs are saturated with CH<sub>4</sub>. In addition, the value of I<sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup> ratio of the saline groundwater from the well is very high compared with that of sea water.

那覇1号井についての産出試験は浅部および深部の2回に分けて実施された。

## 1. 浅部産出試験

## 1.1 一般産出試験

第1図に示すような坑井構造で、B層中のB<sub>3</sub>およびB<sub>4</sub>の両部層に対して行なわれたエアリフトによる産出試験の結果は、次のとおりである。

試験年月日

昭和41年11月12日

ケーシング

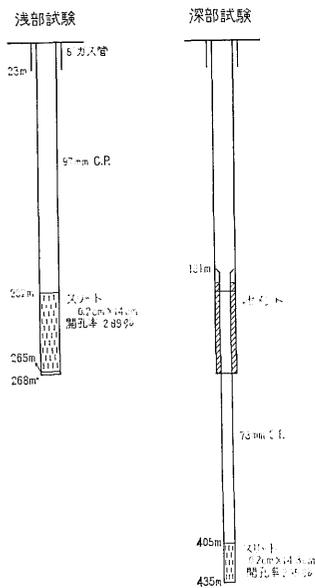
97 mm CP

ストレーナー	202~265 m
揚水管	2" CP
リフト管	1/2" TP
ガス量	2.24 m <sup>3</sup> /day
水量	40 kl/day
ガス水比	0.056
産出指数	30 kl/day/kg/cm <sup>2</sup>
水温	27.8°C
気温	27.0°C

## 1.2 地化学試験

泥水を循環してさく井中に深度210m付近で得られたガスの組成は、次のとおりである。(分析者、永田)

\* 燃料部  
\*\* 技術部



第 1 図 那覇 1 号井の産出試験時の坑井構造

リフト管	1/2" TP
ガス量	68.9 m <sup>3</sup> /day
水量	72.5 kl/day
ガス水比	0.95
産出指数	40 kl/day/kg/cm <sup>2</sup>
水温	30.0°C
気温	14.0°C

2.2 地化学試験

深度 405~435mの間から、ベラー汲みで得られた天然ガスの組成は、次のとおりである。(分析者、永田)

CH <sub>4</sub>	95.90 vol. %	He	0.000 vol. %
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.025 "	H <sub>2</sub> 注 <sup>2)</sup>	0.019 "
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.000 "	CO <sub>2</sub>	0.09 "
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.000 "		
N <sub>2</sub>	3.79 "		
O <sub>2</sub>	0.18 "		

上記の中に含まれるO<sub>2</sub>は、試料採取時の空気混入によるものと考えられるので、その原ガスの組成は、およそ次のとおりになるものと推定される。

CH <sub>4</sub>	87.29 vol. %
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.005 "
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.000 "
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.000 "
O <sub>2</sub>	0.67 "
N <sub>2</sub>	11.87 "
CO <sub>2</sub>	0.17 "
H <sub>2</sub>	0.00 "
He	0.00 n "

CH <sub>4</sub>	97~99 vol. %
N <sub>2</sub>	1~3 "
CO <sub>2</sub>	0.1 "
O <sub>2</sub>	0.0 "

また、上に述べたエアリフトによって得られた地下水の水質は、およそ次のとおりである。(分析者、永田)

pH	8.35
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 注 <sup>1)</sup>	799 mg/l
Cl <sup>-</sup>	242 "
Ca <sup>2+</sup>	3.6 "
Mg <sup>2+</sup>	0.53 "
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup> 重量比	6.79

深度 405~435mの間から、ベラー汲みで得られた地下水の水質は、次のとおりである。

(分析者、比留川)

pH	7.8
Cl <sup>-</sup>	8,050 mg/l
I <sup>-</sup>	33.9 "
Br <sup>-</sup>	40.5 "
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	248 "
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.8 "
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	26.1 "
K <sup>+</sup>	25.9 "
Na <sup>+</sup>	5,030 "
Ca <sup>2+</sup>	147 "
Mg <sup>2+</sup>	59.0 "
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup> 重量比	2.49

2. 深部産出試験

2.1 一般産出試験

第 1 図に示すような坑井構造で、F 層中の F<sub>3</sub> 部層に対して行なったエアリフトによる産出試験の結果は、次のとおりである。

試験年月日	昭和41年12月13日
ケーシング	73 mm CP
ストレーナー	405~435 m

また、同じ深度区間から、ベラー汲み後のエアリフトによって得られた水の水質は、次のとおりである。

(分析者、比留川)

pH	7.6
Cl <sup>-</sup>	6,020 mg/l
I <sup>-</sup>	24.8 "

注1) total alkalinity を HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> に換算した数値

注2) 鉄材との化学反応でできたものが大部分を占めると思われる。

Br <sup>-</sup>	27.5	mg/l
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	308	"
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	19.8	"
K <sup>+</sup>	16.3	"
Na <sup>+</sup>	3,830	"
Ca <sup>2+</sup>	129	"
Mg <sup>2+</sup>	41.9	"
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup> 重量比	3.08	

### 3. 考察

浅部産出試験の結果の中で注目されるのは、エアリフトによって得られた地下水の Cl<sup>-</sup> が 242 mg/l で、地表に露出している部分から、砂岩層を伝わって天水が侵入してきていることを示していること、および、砂層の厚さの割合に産出指数が低いことから、小緑砂層の主体をなす部分 (B<sub>3</sub> および B<sub>4</sub> 部層) の浸透率がかなり低いと推定されることである。

深部産出試験については、ある程度くわしく説明しておかなければならないことが 2, 3 ある。

まず、ベラー汲みによって得られた地下水と、エアリフトによって得られた地下水との間にみられる水質の相違の原因は、どこにあるのであろうか。この水質の相違は、前者および後者において、それぞれ 8,050 mg/l および 6,020 mg/l の値を示す Cl<sup>-</sup> 濃度によって代表されるもので、他の主要な溶存イオンの濃度も、およそこの Cl<sup>-</sup> 濃度の値に平行した変化を示している。

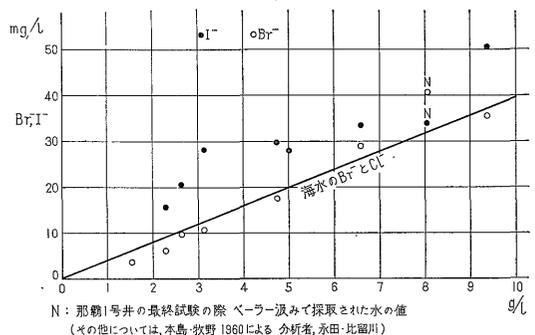
通常、ガス・石油坑井においては、ストレーナーを埋設したところだけから、流体の採取を行なうため、その上部の管外をセメントでかため、上方からの流体の混入を防止することが行なわれている。浅部産出試験に先立つ坑井仕上げの際には、この中間遮水あるいはセメンチングと呼ばれる工事を行なったが、これまでの工事の遅延と、沖縄退去の日の延引が許されないため、深部産出試験に先立って行なうべき中間遮水工事を省略せざるを得なかった。したがって、ベラー汲みによって、揚水が比較的静かに行なわれている間に、Cl<sup>-</sup> 濃度が落ち着いたところで採取された地下水は、ストレーナーに接する F<sub>3</sub> 部層の地層水そのものであるが、その後でエアリフトによって得られた産出水には、F<sub>3</sub> 部層の地層水以外に、上位の D 層中の砂質岩の地層水が混入してしまったものと考えられる。とくに、厚さ 19m の細粒砂岩からなる D<sub>3</sub> 部層の影響はかなり大きいものと思われる。

以上に述べたところから明らかなように、F<sub>3</sub> 部層の水質は、ベラー汲みによって得られた水の分析値によるべきである。しかし、エアリフトによる産出試験によ

て得られたガス水比および産出指数は、中間遮水が完全に行なわれた場合とは異なった値を示しているとしなければならない。すなわち、ガス水比はある程度内輪の値を、また、産出指数にある程度大き目の値を示しているはずである。

深部産出試験によって得られた数値の中で、とくに注目されるのは、ガス水比が 0.95、すなわちおよそ 1:1 になっている点である。この場合のストレーナー中心深度 (420m) における計算ガス水比は、DODSON & STANDING (1944, 金原ほか 2 名, 1958) によって与えられたメタンの純水に対する溶解度に塩分補正を加えて計算するとおよそ 0.94 となり、また BUNSEN の吸収係数 (金原ほか 2 名, 1958) から HENRY の法則に塩分補正を加えて計算するとおよそ 1.0 となる。すなわち、深部産出試験によって得られたガス水比は、対象深度区間に対する計算ガス水比にほぼ等しく、地層水はガスで飽和していることを示している。このように、水溶性の高ポテンシャルガス層の存在が沖縄本島の島尻層群ではじめて確認されたことは、今次の調査のもっとも大きな成果である。ただし、40 kl/day/kg/cm<sup>2</sup> という産出指数からもうかがえるように、F<sub>3</sub> 部層の浸透率は相当低いと思わなければならないので、この点をさらに確認するとともに、生産の過程において、ガス水比の上昇を期待できるかどうかについて、さらに調査・研究を進めなければならない。ただし、この調査・研究を仕上げの不完全な小孔径の那覇 1 号井で行なうことは困難であろう。

水質でもっとも注目されるのは、第 1 次調査の結果の 1 つとしてすでに報告されている (本島・牧野, 1960) ように、Cl<sup>-</sup> と I<sup>-</sup> および Cl<sup>-</sup> と Br<sup>-</sup> との間には、第 2 図に示すように、正相関関係があり、Br<sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup> がほぼ海水程度であるのに対して、I<sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup> が海水に較べてきわめて大



N: 那覇1号井の最終試験の際ベラー汲みで採取された水の値 (その他については、本島・牧野 1960 による分析者、赤田・北畠川)

第2図 沖縄本島南部地区における地下水の I<sup>-</sup> と Cl<sup>-</sup> および Br<sup>-</sup> と Cl<sup>-</sup> との関係 [海水の Br/Cl は、Cl=10g/l に対し、Br=34mg/l に訂正する。……著者ら]

きいことである。本土におけるヨード工業が全面的にガス付随水に依存していることから明らかなように、これは、沖縄の天然ガス開発の具体策を考える上に、きわめて重要なことである。また、深部産出試験の際、ペーラー汲みによって得られた地下水の  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  の値は 2.49 であるが、本土の上部中新統の地層水におけるこの値が 2 前後であることから見て、これはきわめて自然な

値である。

(昭和41年9月調査)

#### 引用文献

- 金原均二・他2名(1958)：天然ガス，朝倉書店，  
本島公司・牧野登喜男(1965)：琉球の天然ガス資源，地質調月，vol. 16, no. 4