

那 覇 2 号 井 自 噴 す

第 5 次 沖 繩 天 然 ガ ス 調 査 講 師 団*

1. ま え が き

日本政府の財政および技術援助計画により 那覇市奥武山において掘さく・試験中の琉球政府那覇2号井は去る5月10日未明 自噴を開始した。試験は5月17日まで続けられ ガスおよそ900m³/日 および付随水およそ600KL/日の産出が確認された。那覇2号井における産出層(ストレーナー)の深度は832~943mである。ガス質は およそ92%のCH₄を含み 総発熱量およそ9,000Kcal/Nm³の優秀なもので 付随水は 水温44℃塩素12,000mg/lの高温強食塩泉である。最近における未知の地での成功は 昭和30~34年の宮崎・日南ガス田以来のことであり 少しさかのぼっても 昭和29~30年の北海道長万部ガス田の例があるだけである。

沖縄という遠隔かつ制約の多い土地において このような成功をおさめることができたのは 私どもの地道な調査に深い理解を示され 調査実施の道を開いて下さった総理府特別地域連絡局 通産本省関係各局および工業技術院 ならびに 大規模な講師団を受け入れて下さった琉球政府あつてのことである。また 私どもの一連の調査のいと口をつけられたのは 沖縄にも水溶性ガスがあることを初めて明らかにされた琉球大学の兼島 清教授である。斎藤憲三代議士の予算獲得に当つてのご尽力も忘れられない。さらに 沖縄の報道関係各社も長期にわたる調査の間 終始正確かつ詳細に報道して下さいました。

第5次調査を終わるに当たり とりあえず那覇2号井の自噴を中心として報告し これまでお骨折り下さった関係者各位に対する責任の一部を果たすとともに 私どもの調査をあたたく見守って下さった沖縄県民各位に対するはなむけとする次第である。

2. 那 覇 2 号 井 に よ る 調 査 の 目 的

第2~4次調査によってすでに確認されているように 島尻層群の下半部は沖縄本島の地表では見られない。そこで まず島尻層群の下半部の層序を確立し あわせて 那覇市周辺の地下深部におけるガス鉱床の賦存状況

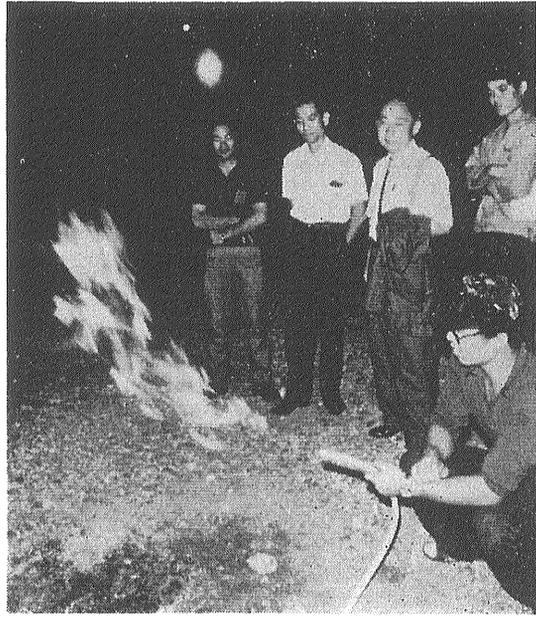
およびその鉱床学的性格を明らかにする必要がある。那覇2号井は この目的を達成するために 計画・実施されたものである。

3. 位 置

深度1,000m以内で上記の目的を達成し かつ那覇市の天然ガスによる都市ガス供給の目途をつけたいという琉球政府側の要請にも応えるため これまでの地表地質調査 坑井地質・地化学調査および重力探査の結果から 那覇2号井の掘さく地点は 那覇市奥武山埋立地内(東経127°40'38'' 北緯26°12'10'')に選定された。なお 図1~2に示すように 島尻層群を主体とする新生界と基盤岩類との密度差4aを0.5とした場合 重力探査の結果からこの付近の基盤深度はおおよそ900mと推定される。

4. 那 覇 2 号 井 諸 元

坑井所在地	那覇市奥武山埋立地
標 高	3.11m
開坑年月日	昭和43年12月19日
	開坑式 昭和43年12月23日
	コア掘 昭和44年4月16日
掘止年月日	拡 孔 昭和44年5月6日
予定深度	1,000m



那 覇 2 号 井 の 初 点 火 (44.5.11 沖 繩 タ イ ム ス 提 供)

* 福田理・本島公司・井島信五郎・大山桂・藤井紀之・佐藤良昭・植田芳郎・鈴木泰輔・影山邦夫・名取博夫・高木慎一郎・田中信一・小川健三・須田芳朗・岡重文・石橋嘉一・加藤完・藤貫正・川野昌樹・永田松三・後藤幸次・比留川典・伊藤司郎・村上正・村瀬正

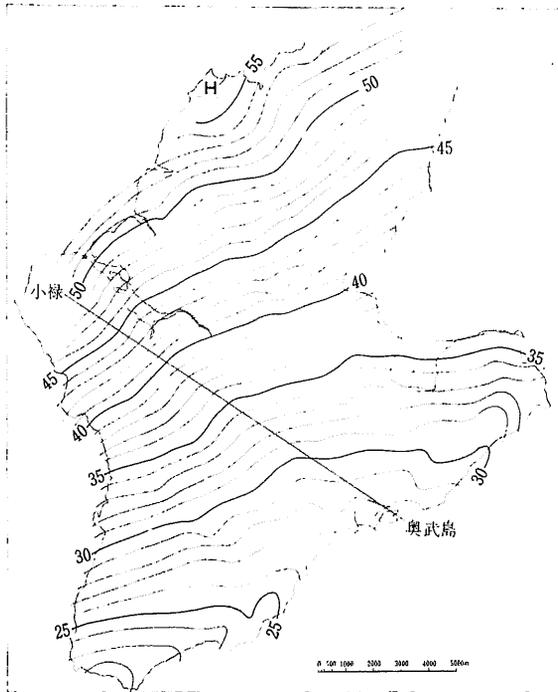


図1 沖縄本島等重力線図(単位:1ミリガル)

掘止深度	コア掘	見掛	978.38m
		垂直	973.28m
	拡孔	見掛	951.16m
		垂直	946.25m

施 工

掘さく・仕上

東邦地下工機(株)

泥水管理・測定
物理検層 前半
後半
産出試験
報告書作成 連絡・調整
連絡・調整
掘さく機械
地質管理

東邦地下工機(株)
日鉄鉱山コンサルタント(株)
工業技術院地質調査所
(株)富士ボーリング
日本海上工事(株)
(合)綜合土木
東邦式D-12型
工業技術院地質調査所
琉球工業研究指導所

5. 坑井地質

5.1. 岩相層序

那覇2号井の坑井地質の岩相層序は 上位より 埋立土(厚さ6m) 珊瑚礁堆積物(厚さ11m) 那覇層(F~R層)および基盤岩類の4層からなっているが 以下那覇層および基盤岩類について略述する。ここに 那覇層は島尻層群の下半部で 地表では その最上位の小禄砂岩およびその下に接する粘土岩の一部しか見られない。この点については本誌157・158号を参照されたい。また 深度は L層までは上半部のコア掘り孔に それ以深は下半部のコア掘り孔における見掛け深度で示されている。孔曲りのため L層付近における実深度は見掛け深度より約2m小さい。

1) 那覇層(深度17.0~942.8m)

本層は 上位より F~Rの13部層に分けられる。このうち 最上位のF層は 那覇1号井の最下位のF層に続くものである(図3・4参照)。

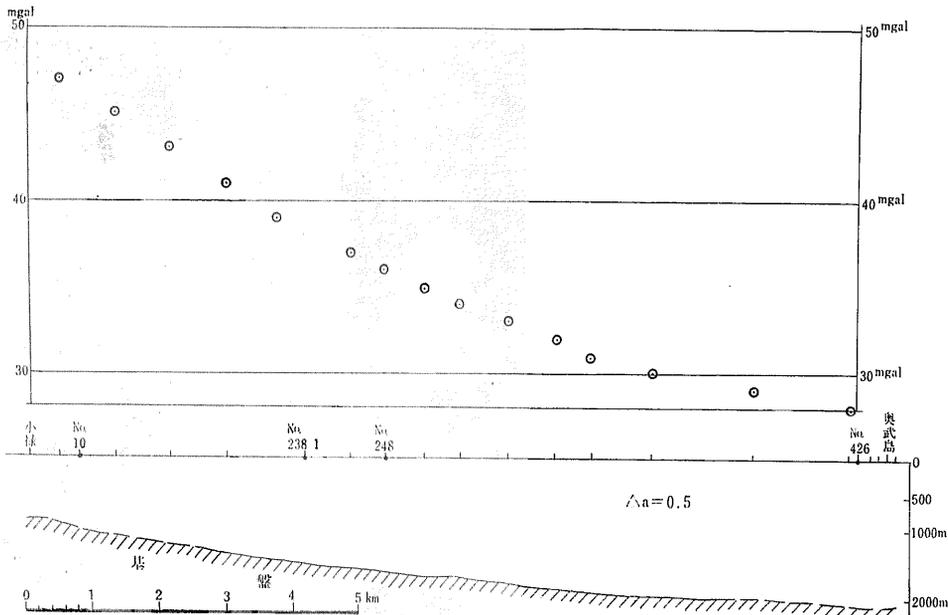


図2 小禄-奥武島間重力解析図

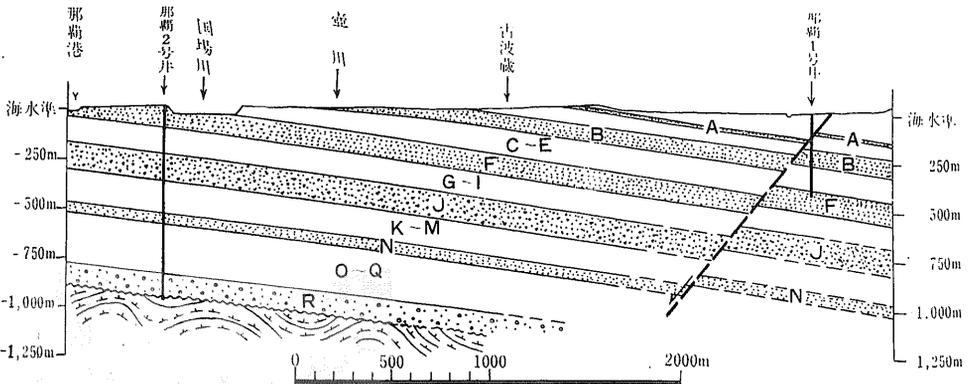


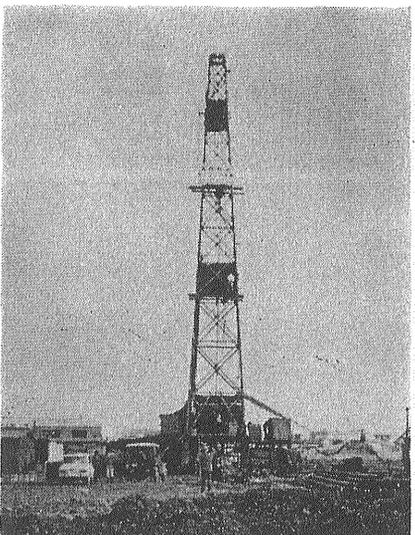
図3
那覇1・2号井を通る地質断面図

- i) **F 層** (深度17.0~103.5m)
本部層は主として灰色の微細粒砂岩からなり 中部に厚さ22mの帯緑灰色砂質粘土岩を夾有するほか ときに同様の粘土岩の薄層を夾有する
- ii) **G 層** (深度103.5~157.8m)
本部層は主として帯緑灰色粘土岩からなり 不定形の微小微細粒砂岩塊に富む
- iii) **H 層** (157.8~174.0m)
本部層は 上位の灰色微細粒砂岩 (厚さ1.2m) 中位の帯緑灰色粘土岩 (厚さ6.7m) および下位の灰色微細粒砂岩 (厚さ8.3m) からなる
- iv) **I 層** (深度174.0~217.4m)
本部層は主として帯緑灰色粘土岩からなるが 最下部に厚さ約11mの砂質シルト岩を夾有する
- v) **J 層** (深度217.4~363.3m)
本部層は灰色微細粒砂岩と粘土岩の互層からなり 含砂率は78.2%である

- vi) **K 層** (深度363.3~405.0m)
本部層は主として帯緑灰色粘土岩からなる
- vii) **L 層** (深度405.0~426.4m)
本部層は灰色微細粒砂岩の互層からなり 含砂率は86.9%である
- viii) **M 層** (深度426.4~525.2m)
本部層は主として帯緑灰色粘土岩からなる
- ix) **N 層** (525.2~577.4m)
本部層は灰色微細粒砂岩と粘土岩の互層からなり 含砂率は84.1%である
- x) **O 層** (577.4~704.0m)
本部層は主として帯緑灰色粘土岩からなる
- xi) **P 層** (704.0~719.6m)
本部層は灰色微細粒砂岩と粘土岩の互層からなり 含砂率は77.6%である



点火に立会われた屋良主席 (左はしの人) 水を伴って噴出するガスに直接点火した (沖縄タイムス提供 44.5.30)



那覇2号井掘きく現場

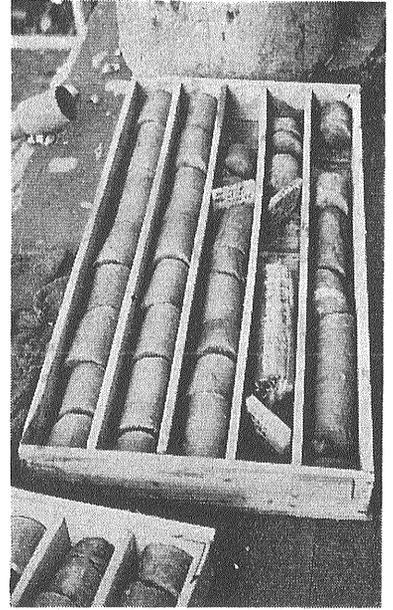
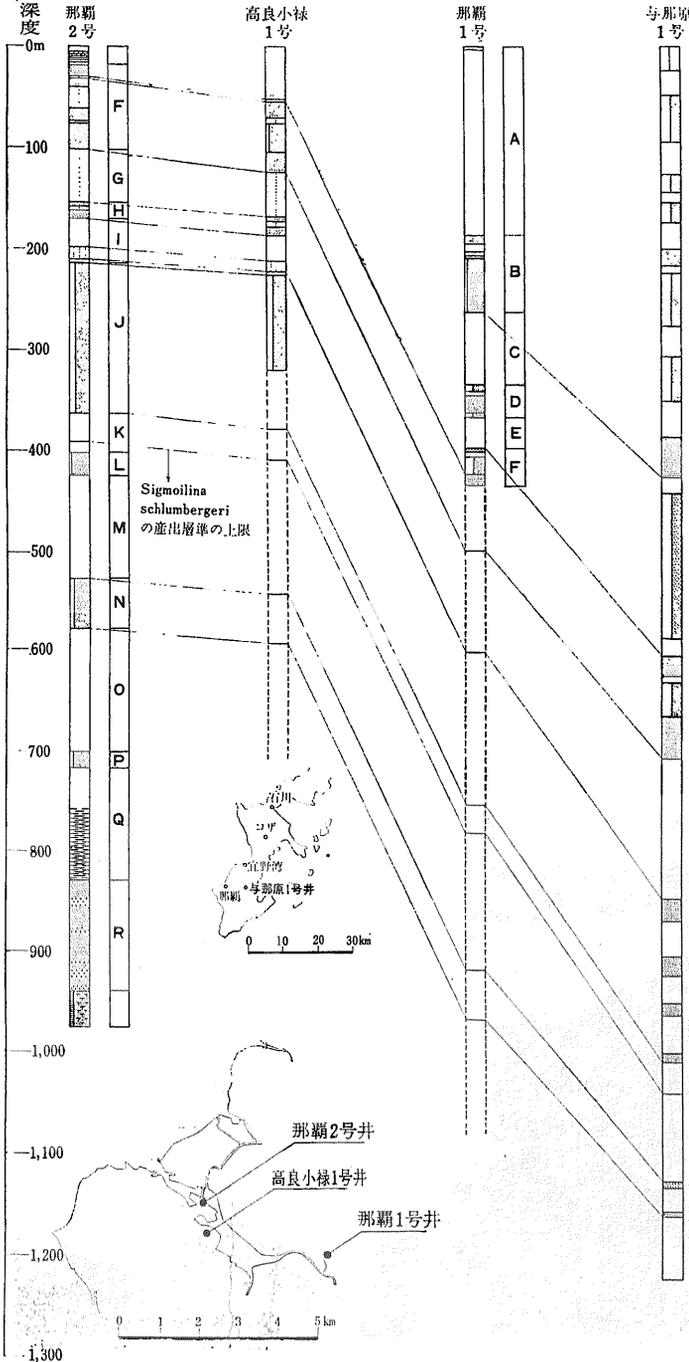
xii) Q 層 (719.6~831.5m)

本部層の上部約30mは帯緑灰色粘土岩からなるが それ以深の本部層の主部は帯黄褐色灰色頁岩からなっており 粘土岩から頁岩への変化は漸時的である

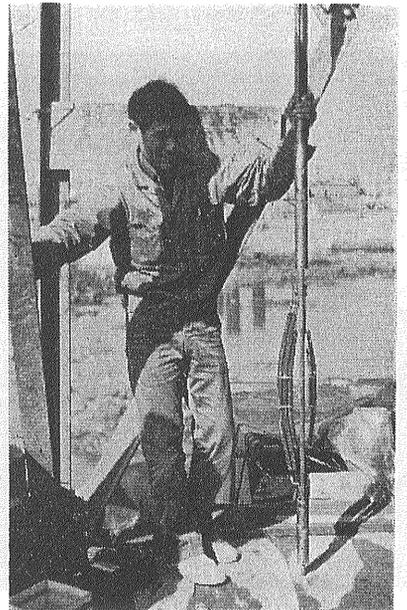
xiii) R 層 (831.5~942.8m)

本部層は灰色細粒砂岩を主とし 石灰質粗粒砂岩ないし礫

岩を夾有する。 本稿で本部層に含めた深度935.8~942.8 m間の岩層は 基盤岩類の表面の風化物の疑いがあり マイクロ検層記録によれば 透水性も乏しいものと判断される 本部層の含砂率（正確にいえば透水性に富む部分の割合）は55.8%である



那覇2号井のコアの一部（深度500m付近の粘土岩）



マイクロ検層用のゾンデ
有効層厚を正確に知るにはマイクロ検層記録が必要である

図4 沖縄本島南部における深井戸の坑井地質対比図

表1 島尻層群中のガス層一覧

番号	層名	全層厚	層間距離	有効層厚	含砂率
I	D	33.0m		25.1m	76.2%
II	F	100.1	23m	76.8	76.0
III	H	16.2	54	9.5	62.4
IV	J	145.9	43	114.1	78.2
V	L	21.4	41	18.6	86.9
VI	N	52.2	102	43.9	84.1
VII	P	15.6	126	12.1	77.6
VIII	R	111.3	112	63.1	55.8
合計		495.7m		363.2m	

水溶型ガス層であるのに対して 他のガス層はすべて浸透率の低い砂・泥互層型のガス層である。これらは条件さえととのえば 開発に伴うガス水比の上昇を期待できるガス層であり 第6次調査の主目標の1つは その試験におかれている。那覇2号井において産出試験の対象となるのは 塩素濃度から見て ガス層IV(J層)下部 $1/3$ 以深である。

6. 坑井地化学

図6は 那覇2号井のコアについて行なった地化学調査の結果を とりまとめて示したものである。調査項目は間隙水中の塩素 およびアンモニア コア中のメタン 含水率 比重 抽出水のpH および抽出有機物の7

項目であった。

6.1. 間隙水中の塩素およびアンモニア

1) 塩素

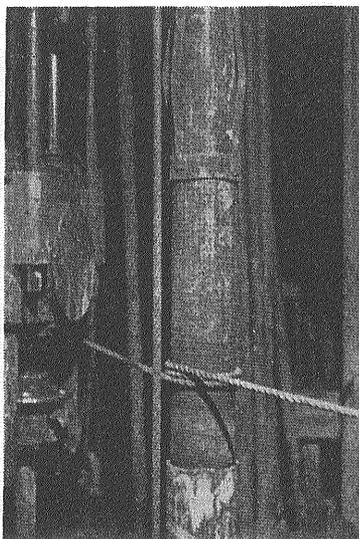
那覇2号井では 深度およそ60m以浅に現在の海水の侵入が認められ 塩素濃度も高い。そして 深度80m付近で間隙水の塩素は最小値の 270mg/l になる。それから深部に向かって徐々に塩素が増加し 深度300m付近においておよそ 5~6 g/l すなわち 3・4次調査の結果から メタンの飽和が期待できる塩素量に達する。さらに 深度400m付近では塩素はおよそ 18g/l に達しそれ以深では 深度850m付近のおよそ 9g/l まで徐々に減少する。

2) アンモニア

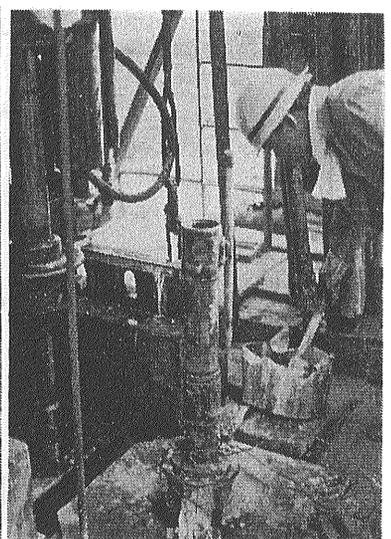
これまでの調査から 沖縄本島南部のガス鉱床は 深度およそ 400m 以浅にあっては アンモニア相関型であることが知られている。したがって 初生的にできた塩素度相関型ガス鉱床が天水に洗われた後に さらにメタンが生化学的に発生した場合には アンモニアは 指示成分として この種の後生的ガス鉱床の検討に役立つ。深度140m 付近に頂点をおくアンモニアの第1の山は 塩素の少ないところで 後生的にメタンが発生したこと由来するものである。第2の山は深度460m 付近にあり 塩素の山より若干深部へずれている。その値は最大 200mg/l をこえ この曲線はほぼ対称的に裾をひいている。その下部にあるアンモニアとメタンとは 正の相関関係を保ち アンモニアの少ない粘土岩部へ移っている。第3の山は深度760m 付近に頂点をおくが



中間産出試験の準備 7" CPの溶接作業 内ソケットでネジ止めしてあるが 念のため鉄片を外側にも溶接している 上にバスケットの下部が見える



中間産出試験の準備 ストレーナーの降下作業 上部にセントライザーが見える

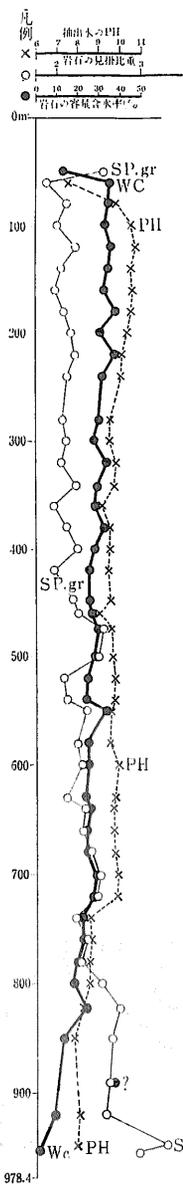
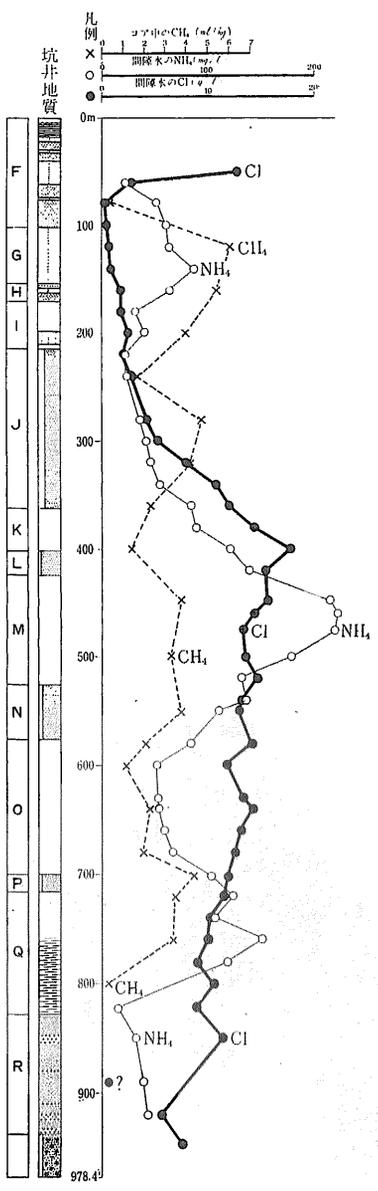


中間産出試験の準備 揚水管の吹込管と取り付け部分の降下作業

この深度は粘土岩が頁岩へ漸移する深度におよそ一致する。この山がスタートする深度680m付近は抽出有機物中のO-N-S化合物の占める割合が多くなる深度にも当たっている。O-N-S化合物の増加は一般に石油成分の熟成が進まないことを示すと考えられておりアンモニアとO-N-S化合物の分布上の相関はこのガス鉱床のもついくつかの地化学的特徴の中でも注目すべきものの1つであろう。

6.2. コア中のメタン

メタン量は塩素量が最高値を示す深度よりも浅い部



分すなわち400m付近以浅でとくに注目されるべきものですでに述べたように深度およそ120~200mの間ではアンモニアとの関係から見て後生的にメタンが発生していると考えられる。深度400m付近以深ではメタンについてはとくに説明するまでもなくずっと2~4 mg/kg程度含まれているが深度760m付近の頁岩中にも3.32mg/kg含まれている事実は注目に値する。

6.3. 含水率と比重

ここでは容量含水率を採用したがこの数字は孔隙

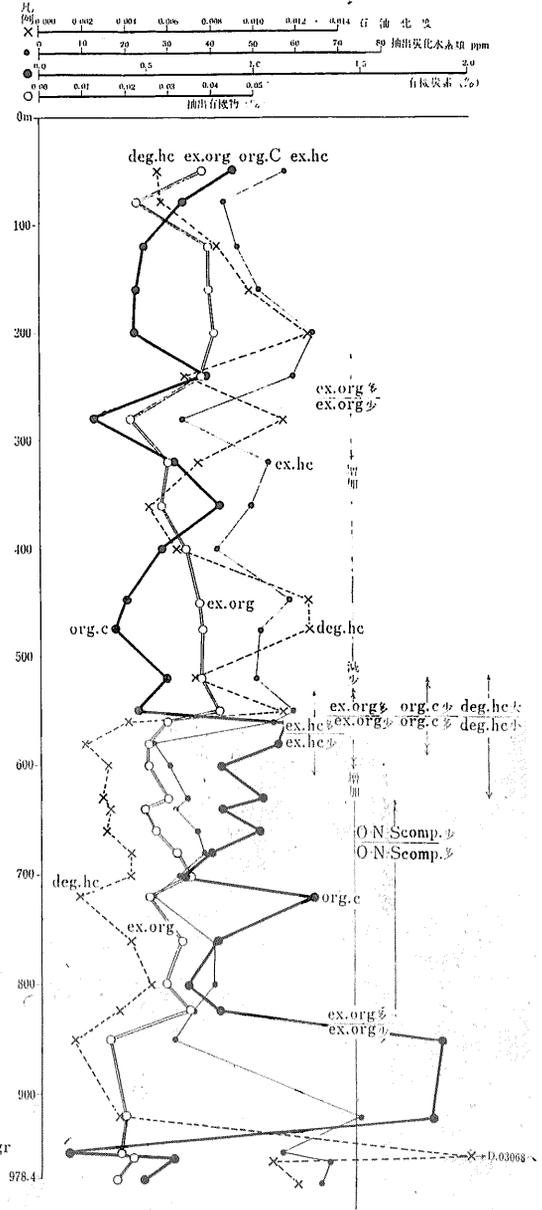


図6 那覇2号井コア地化学測定図

率を近似的に表わすので 便利である。含水率は深度 60m 付近から 720m 付近の間で 35% から 25% へと徐々に減少する。また 深度 740m 付近から 800m 付近の間では 明らかに 23% から 17% へと減少し 800m 付近をこえると さらに急激に減少する。

見掛比重は深度 800m 付近以深で急に大きくなる。図 6 の上で目算で平均値を求めると 深度 740m 付近以浅の岩石の平均見掛比重はおよそ 2.25 深度 800~920m 間ではおよそ 2.65 また 基盤岩類ではおよそ 3.15 になる。

6.4. 抽出水の pH

間隙水中の塩素が 5~6 g/l 程度以下しかない深度 300m 付近以浅にあっては pH は塩素と逆相関関係になっている。すなわち 深度 80~100m 付近の浅所では 10.5~10.7 であり 300m 付近で 9.5 前後になるまで 深い方に向かって pH はきれいに減少する。深度 300~720m 間付近では pH は 9.0~9.5 のほぼ一定値になるが 740~800m 間付近では 幾分明瞭に 5.5 と小さな値となり さらに 850m 付近以深では 7.7~7.9 と中性に近づく。このように pH の深度に対する変化は規則正しく 岩石の化学組成および 続成作用によるものと思われる。

6.5. 有機物

1) 有機炭素

有機炭素の含有量には 3 つの深度で急激な変化が認められ 4 つの群にまとめることができる。

第 1 群は 深度 50~550m 付近間であって その含有量はおよそ 0.4~0.8% である

第 2 群は 深度 560~823m 付近間で 第 1 群よりやや多い 0.7~1.3% の有機炭素を含む

第 3 群は 自噴をもたらした R 層 (ガス層 VIII) の砂岩で 1.8% という多量の有機炭素を含んでいる

第 4 群は 基盤岩類中の粘板岩で 有機炭素含有量は 0.5~0.6% である

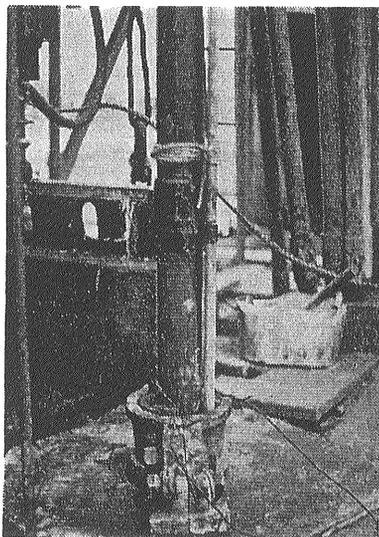
宮崎・南関東両ガス田における推定ガス母層の平均有機炭素含有量は 0.70% で 那覇 2 号井に見られる岩層は 全般的に有機炭素が多いようである。

2) 抽出有機物

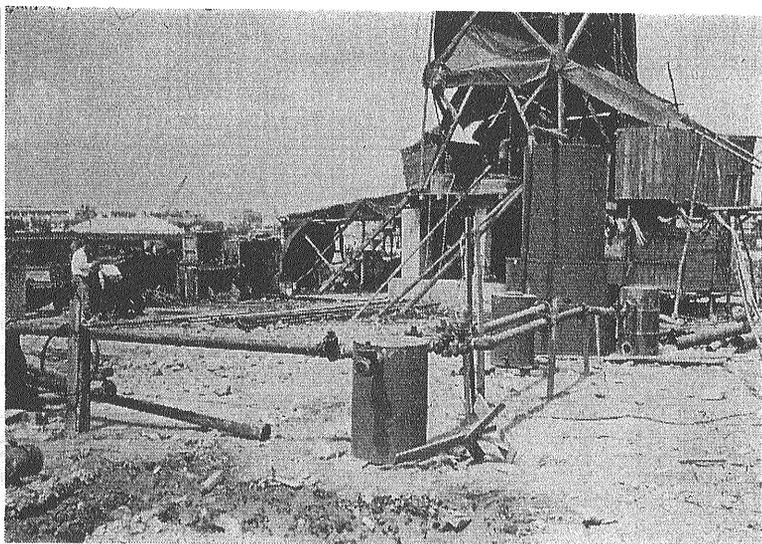
抽出有機物についても 4 大別すると特徴がつかみやすい。第 1 群は 深度 50~240m 付近間で 抽出有機物量は およそ 0.04% である。第 2 群は 深度 280~550m 付近間で その値は 0.02% から 0.04% の間にあり 深部へ向かって 規則的に増加する。第 3 群は 深度 560~823m 付近間にあり 560m 前後の 0.027% から 823m 前後の 0.032% へと 下方へ向かって増加する。第 4 群は R 層 (ガス層 VIII) と 基盤岩類で その値は 0.018~0.021% である。宮崎・南関東両ガス田における抽出有機物量の平均値は 0.028% で この第 4 群にあっても この程度の抽出有機物を含んでいることは注目される。

3) 抽出炭化水素

図 6 には パラフィン・ナフテン系炭化水素および芳



中間産出試験の準備 吹込管とペアで降下中の揚水管



産出試験準備中の現場

香族炭化水素の含有量が ppm 単位で記入されているが抽出有機物量が深度550m付近と560m付近の間で大きな変化を示すのに対して 抽出有機炭素量はその直下の深度560m付近と580m付近の間で大きく変化している。すなわち 深度560m 付近より浅いところでは 抽出炭化水素量がおよそ40~60 ppm であるのに対して 深度580~850m 付近間では 580m 付近の 25ppm 前後から850m 付近の 40ppm 前後まで ほぼ深部へ向かって増加する傾向にある。さらに 深度920m 付近以深では再び55~75ppmへと増加する傾向を示す。ちなみに宮崎・南関東両ガス田における抽出炭化水素量の平均値は13.3ppmである。

4) 抽出有機物の組成

パラフィン・ナフテン両系の炭化水素は あわせておよそ5~13% 芳香族炭化水素はおよそ3.6~8% O—N—S化合物はおよそ11~48% また残渣はおよそ39~74%である。

抽出有機物については とくに目立つ傾向が2つある。その1つは O—N—S化合物が 深度660m 付近以浅では 多くの場合15~25% であるのに対して 680m 付近以深ではおよそ40~50%を示していることである。この変化は残渣とO—N—S化合物との配合の問題でもある。他の1つは 深度920~978m 付近の間においてパラフィン・ナフテン両系の炭化水素を合わせたものが20~27%にも達することであり この間ではO—N—S化合物と残渣の占める比率の変動も著しい。

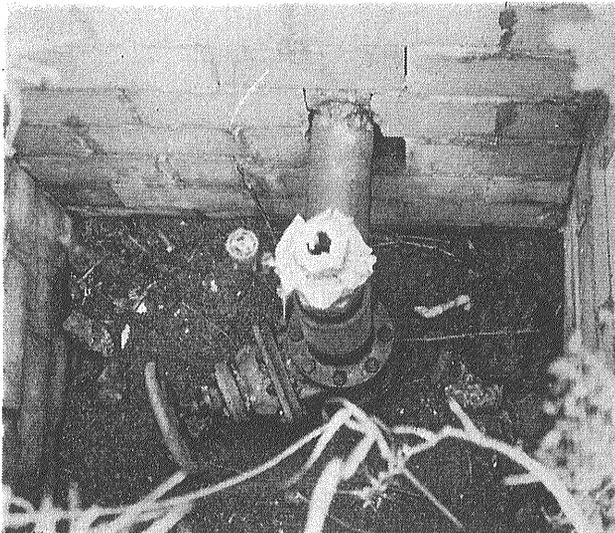
5) 石油化度

石油化度は岩石中の炭化水素の炭素量 (Ch) を全有機炭素量 (Co) で割ったもので 炭化水素化度 (degree of hydrocarbonization) といった方が その性質をよく表わしているが ここでは 慣用に従って 石油化度と呼んでおく。

さて 那覇2号井では 深度550~560m 付近の間で石油化度に大きな変化が見られる。すなわち 深度550m 付近以浅では0.005~0.0125 程度とやや大きい値であるのに対して 560m 付近以深では0.0015~0.005程度とその値が小さくなっている。もう1つ石油化度に大きな変化が見られるのは 深度920m 付近と954m 付近の間で これは島尻層群と基盤岩類の間の不整合付近に当たっている。すなわち 深度954m 付近では 本試験井の最高値0.03068 を示すほか 959m 付近および978m 付近でも 0.01以上の値が得られている。

7. 那覇1号井内の温度分布

理論ガス水比および水の粘性係数は 水温によって大きく変化する。したがって 水溶性ガスを扱う上に地下の温度分布を正確に知っておく必要があるが それが可能なのはきわめて少ない。何となれば それには 自然の静止状態で長期間放置された坑井が必要だからである。幸い 那覇市国場の那覇1号井は 昭和41年12月に実施した産出試験の後 このような状態で保存されていたので 昭和44年1月17日 留点最高温度計による温度分布の測定を行なった。使用した温度計は日鉄鉱山コンサルタント(株)所有のものであり 目盛補正・圧力補正に必要な実験も 同社によって行なわれた。



那覇1号井 まわりが埋立てられたためこのような形で保存されている



那覇1号井の測温作業

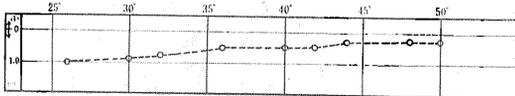
実際の測定は 講師団・琉球工業研究指導所・日鉄鉱山
コンサルタント(株)の3者協同で実施されたが かねがね
私どもの仕事に大きな関心を寄せられていた南西航空(株)
の城間和子さんにも 手伝っていただいた。

測温は 上方から下方へ 深度間隔20mで実施し 1
深度点における静止時間は10分間とした。測定値には
図7によって 次の順序で補正を行ない 各深度点にお
ける坑井内温度 すなわち地温を算出した。

- 1) 測定値に圧力補正をする
- 2) さらに 精密温度計との対比により目盛補正をする
 - i) 目盛補正值が(-)の場合には それを加える
 - ii) 目盛補正值が(+)の場合には それを減ずる

図8は このようにして得られた那覇1号井の温度分
布である。図8から読みとれるように那覇1号井にお
ける最高温度は33.9℃(深度413m) 温度勾配は 平均
2.54℃/100m 最小1.0℃/100m また最大3.4℃/100m
である。深度100~200m間が最大値3.4℃/100mを示
しているのは 那覇1号井付近で この深度区間の地下
水が動力揚水によって かなり使われているためであろ
う。結局 図8の温度分布によって この付近の地温
を推定するには 深度200mを28.9℃とし それ以深に
ついては 平均温度勾配を2.35℃/100m (33.9℃-28.9
℃/413m-200m) としてよいと思われる。温度勾配
が低い割りに地下の温度が高いのは 年平均気温にほぼ
等しいとされている恒温層の上限の温度が高いからであ
る。ちなみに 東京の年平均気温が14.7℃であるの
に対して那覇市のそれは22.1℃もある(昭和41年版理科年
表による)。

1) 目盛補正(精密温度計との対比)



2) 圧力補正

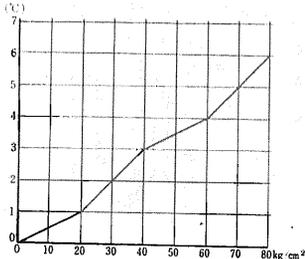


図7 測定に使用した留点最高温度計の補正

8. 中間産出試験

中間産出試験は深度区間312~364m すなわちJ層
(ガス層IV)の下部1/3に対して行なわれた。試験の際
の坑井構造および機器の配置・配管等については 図9
~12を参照されたい。また 試験に使った機器は表2
に示すとおりである。中間産出試験の結果をとりまと
めて次に示す。

揚水年月日	昭和44年2月24~25日
ケーシング	7"CP(379.42m)
ストレーナー	312~364m
有効層厚	38.6m(表3)
揚水管	3"GP(156.97m)
リフトピース管	1/2"GP(147.98m)
揚水時間	2,521分
総揚水量	181.00KL
平均揚水量	103.4KL/day
平均排気量	818.3m³/day
平均ガス量	52.6m³/day
ガス水比	0.51
静水位	およそ-19m
水温	28.5℃
ストレーナー中心深度(338m)の推定地温	31.0℃
塩素濃度	11,300mg/l
PI(産出指数)	29.1KL/day/ksc
SPI(有効層厚1m当りのPI)	0.75KL/day/ksc

測定年月日 昭和44年1月17日 最終深度 414.06m
測定方法 留点最高温度計 水位 2.95m
測定間隔 20.00m 気温 19.1℃-19.6℃

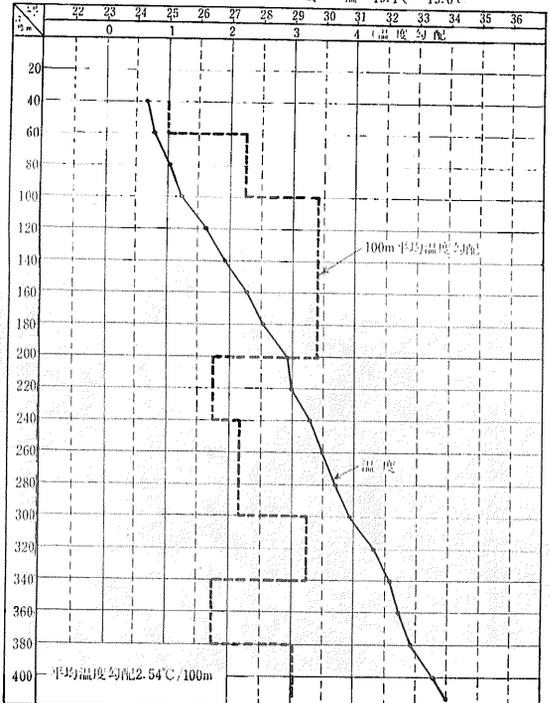


図8 那覇1号井の温度分布

表2 那覇2号井産出試験使用機器一覧

機器名	規格	数量	製作会社
セパレーター	F型開放式(1500KL/day)	1基	東邦地下工機
コンプレッサー	15HP 30ksc 1000M ³ /day 1000rpm	一台	ヤンマー製作
坑底圧測定器	85ksc (アメラダ型) 90ksc (アメラダ型)	一セット	塚本精機
坑底圧用時計	3H 6H 12H	2コ 1コ 1コ	塚本精機
チャートリーター	1-WAY	1台	COSTER.CO
オリフスメーター	2" JIS規格 3" JIS規格	1コ 1コ	富士機械
ルブリケーター	2 1/2"	1式	富士機械
ウィンチ	2HP (1.4m/ピッチノ線)	1式	富士機械
三角ノッチ		1台	
メタン計		1台	理研

表3 中間産出試験対象深度区間の有効層厚計算表

砂層深度	層厚	含砂率
312.6m~313.0m	0.4m	
313.5 ~315.0	1.5	
315.3 ~317.0	1.7	
320.0 ~323.1	3.1	
324.3 ~328.1	3.8	
329.4 ~330.0	0.6	
330.4 ~338.0	7.6	
339.0 ~340.5	1.5	
341.0 ~342.3	1.3	
343.5 ~346.9	3.4	
347.9 ~351.4	3.5	
352.0 ~356.6	4.6	
357.3 ~362.4	5.1	
362.8 ~363.3	0.5	
363.3m-312.6m = 50.7m	38.6m	76.0%

浸透率 { ①ドローダウン 119md
②ビルドアップ 42md
③水位回復 43md

上記の中で 平均揚水量および平均排気量は リフト開始後停止までの機械的な平均値であるが リフト開始後29時間は コンプレッサーの圧力が安定せず 揚水量

・排気量の変動が大きく 上記の平均値をガス水比算出の基礎とすることは 必ずしも適当ではない、コンプレッサーの圧力が一定し 揚水量・排気量の変動が少なくなったリフトの後期の14時間の平均揚水量および平均排気量は それぞれ 85.3KL/day および 787m³/day でこれから求めたガス水比は0.61である。また 掘さく・掘掘時にトラブルが多く かつ 泥水管理が十分でない

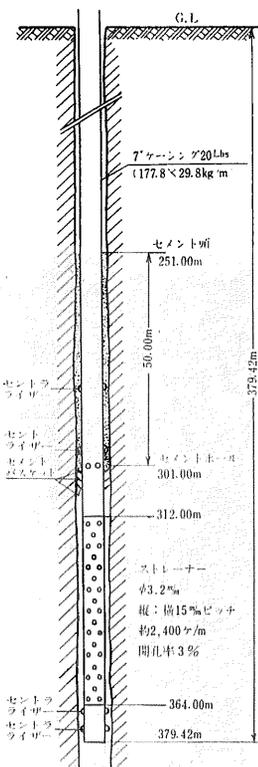


図9 那覇2号井上部仕上げ図

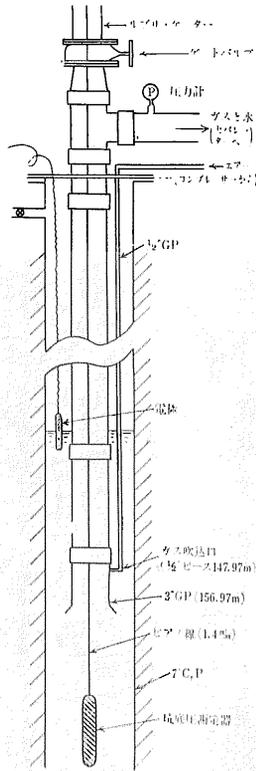


図10 那覇2号井の中間産出試験時の坑口設備および坑内図

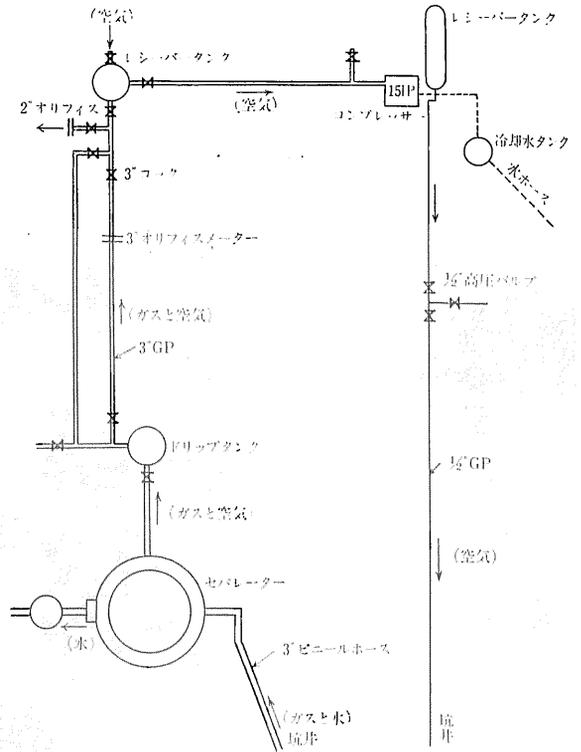


図11 那覇2号井の産出試験時の機器の配置

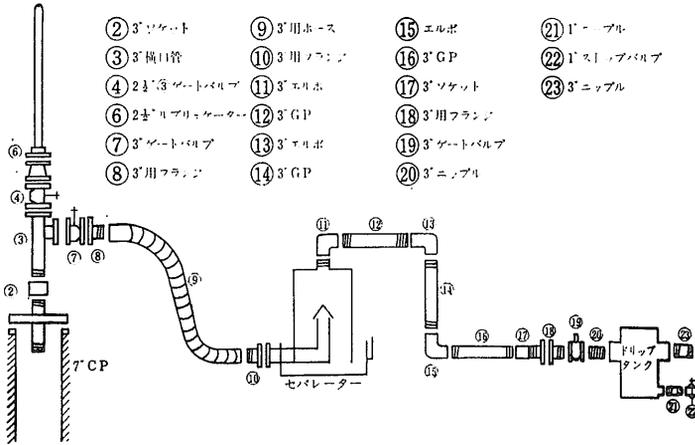


図12 那覇2号井の産出試験時の配管図

かったため 多量の水を地層中に押し込んだ結果となり ベーラー汲みの効果がほとんどなかったため 産出試験の前に 予備リフトによって125.23KLもの揚水を行なわざるを得なかった。そのため 上記産出試験の精度には疑問が残る。

9. 最終産出試験

最終産出試験は 深度区間405.0~942.8mの全ガス層について実施すべく ストレーナーもそのように設定されたが J層(ガス層IV)と類似のL・N・Pの3層(ガス層V VIおよびVII)の静水位が低いと推定されること およびR層(ガス層VIII)の静水位が16.5mもあり 自噴してしまったことによって 実質的には R層に対する試験となってしまったと考えられる。

最終産出試験の際の坑井構造は図13~14に示すとおりである。このような仕上げを終わって ケーシング内の洗孔中 那覇2号井は 5月10日午前3時頃 記念すべき自噴を開始した。初めは 泥水そのものが押し上げられて出ていたが 9時頃には泥水は目立って薄くなり 10時頃にはかなり澄んで ガスの泡沫が明瞭に認められるようになった。塩素濃度からほぼ完全に地層水になったと認められたのは 自噴開始後およそ20時間を経た同日午後11時頃であった。 産出試験は自噴開始後 8日目に当る5月17日まで実施され

た。この試験の結果をとりまとめて次に示す。

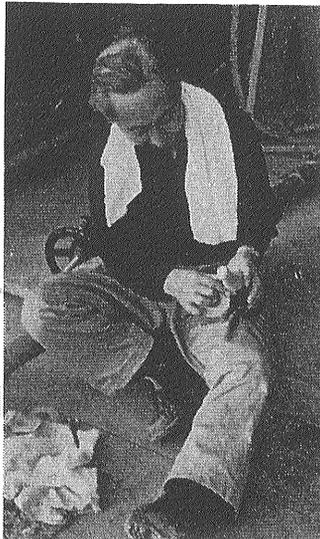
試験年月日	昭和44年5月10~17日
ケーシング	4"SGP(951.16m)
ストレーナー	832.46~943.00m
有効層厚	63.1m(表4)
リフト管	2 ³ / ₈ "UTBG
静水位	+16.5m
透水層中心深度(883.6m)の推定地温	44.9℃

エアリフト試験(5月11~13日)

揚水時間	2,211分
総揚水量	1,191.47KL
平均揚水量	775.87KL/day
水 温	44.0℃



那覇1号井の測温を手伝って下さった南西航空(株)の城間嬢 天然ガス調査に対する沖縄県民の関心は ここまで高まった



付随水を入れたビール瓶をシールする福田技官



自噴を開始した那覇2号井(5月10日午前9時ごろ)

表5 那覇2号井の最終産出試験時のガス組成

	試料 A	試料 B
CH ₄ (vol. %)	89.52	87.13
CO ₂ (")	0.24	0.23
He (")	およそ 0.028	およそ 0.026
H ₂ (")	およそ 0.019	およそ 0.018
N ₂ (")	9.72	11.73
O ₂ (")	0.48	0.87
He/N ₂ 比	2.9×10 ⁻³	2.2×10 ⁻³

試料A 5月10日午前10時採取(自噴)

試料B 5月11日午前10時採取(自噴)

(分析 永田松三)

の記録で見る限り L・N・Pの3層(ガス層V VIおよびVII)はJ層とよく似ており 静水位も似たようなものであろう。もし 最終産出試験の際 これら3層の地層水が相当量出たとすれば 水温はもっと低くなっていたであろうし また 発達のよいN層の地層水の塩素濃度は 20,000mg/l 前後と推定されるので 塩素濃度は もっと大きくなっていただろう。これが最終産出試験が 実質的にはR層に対する試験となってしまったと考えた理由である。さらに 推定される静水位の差が 35.5m (=16.5m+19m) にもなる可能性さえあるのだから R層から出た地層水の一部が L・N・Pの3層の中に 逆に入っているおそれさえある。

表5に 自噴したガスについて 地質調査所のガスクロマトグラフで行なった分析結果を示す。ガス成分のうち O₂は 泥水から溶存空気として供給されたものおよびセパレーター中に残存した空気からきたものが大

部分と思われる。H₂には 鉄管とガス付随水との間の無機化学的反應で生成したものが含まれると推定されるが この種の反應は 長期間には落ちつくものである。Heは 基盤岩類に由来する山田温泉の天然ガスのものと He/N₂比のオーダーがそろっており 基盤岩類からの古いガスの混入を示していると思われる。CO₂は ガス層の地質時代(中新世)とあわせて考えて 妥当な数値である。さらに 空気混入分を除くと CH₄およそ92% またN₂およそ8% したがって 総発熱量は 8,760Kcal/Nm³となる。重炭化水素類もガスの起原を考える上に重要であるが ここでは測定していない。表6は 自噴したガス付随水に関する分析結果である。それによれば ガス付随水の水質については次の諸点が注目される。

- i) K⁺が少ないが これは一般にやや古い地層水に見られる傾向で 普通は400mg/l程度である
- ii) Ca²⁺がMg²⁺に比べて多く 重量比のCa²⁺/Mg²⁺はおおよそ8である ちなみに 石狩炭田の白亜系の水でこれに近い値が得られているが 釧路炭田の白亜系のものよりははるかに小さい Ca²⁺/Mg²⁺の値は一般に古い地層水ほど大きい
- iii) NH₄⁺は 本土のガス田・油田のものより少ないが 炭田のものよりは多い
- iv) I⁻/Cl⁻比は 八橋油田のⅧ層(女川層上部)の値に似ており 島尻層群でこれまでに得られた値のおよそ半分である これに対して 中間産出試験によって得られたガス付随水のI⁻/Cl⁻比は 島尻層群の普通の値を示している
- v) HCO₃⁻は 北海道の白亜系の地層水の値に似ている

以上を総括すると このガス付随水は 八橋油田や北海道の白亜系の地層水に似た要素をもち 新第三系と白亜系の双方の地化学的要素をそなえている。

10. む す び

以上に述べた最終産出試験の際に自噴したガス量はこれだけでおおよそ1,800戸分の都市ガスをまかなえる。また ガス付随水は優秀な高温強食塩泉であって 自噴量だけで温泉客おおよそ800人の施設をまかなえる。しかも この自噴はガス付随水の圧力によるもので かなりの永続性が期待できる。那覇2号井は4インチという小孔径仕上げであり 生産井として普通の6インチ仕上げとすれば 自噴量は少なくとも5割程度は増えるはずである。さらに 動力揚水を加えれば ガス3,000m³/day 付随水2,000KL/day程度とすることも 困難



いい湯加減だわい!!

表6 那覇2号井の最終産出試験時のガス付随水の水質

試料採取 月日時	水温 (°C)	pH	B. C. G. アルカリ度 (HCO ₃ ⁻ と して mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	I ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Total Fe (mg/l)	KMnO ₄ 消費量 (mg/l)
5月10日15時	41.0	7.35	132	10,910	27.9	1.7	7.39	65.5	6,800	469	55.2	11.2	30.8
5月11日0時	41.5	7.38	118	11,430									
" 10時	42.5	7.37	113	11,530	30.2	1.0	7.52	62.0	6,950	496	58.6	8.4	36.7
" 22時	42.1	7.47	117	11,720									
5月12日14時	43.6	7.46	109	11,910				69.0	7,170	511	60.4		
5月13日0時	44.0	7.45	107	12,030						511			
" 10時	44.0	7.43	107	12,030	31.1	1.3	8.87	69.5	7,260	511	61.5	7.3	36.0
5月14日15時	43.6	7.47	111	11,950	31.0	0.9	9.19	69.0	7,160	509	61.7	6.1	32.8
5月15日12時	44.0	7.43	107	12,040		1.5		69.5	7,310	514	61.2		
5月16日0時	44.2	7.43	107	12,050						514			
" 18時	44.0	7.43	107	12,090				68.0	7,370	509	64.3		
5月17日12時	44.2	7.43	107	12,080	31.5	0.9		68.0	7,350	511	63.7		38.0
5月20日14時		7.43	107	12,090				68.0	7,450	509	64.8		40.5

(昭和44年5月10~20日分析)

ではなからう。

那覇2号井にもっとも近縁なものは 島尻層群と同時代の宮崎層群の基底砂礫岩を開発している宮崎ガス田の住友2号井で 自噴量はガスおよそ1,900m³/day また付随水1,300KL/dayである。ただし 住友2号井は5½インチ仕上げである。このガスは一部団地向けの都市ガスとして供給されており 残りは自家消費に当てられている。また 付随水は 加熱して ヘルセンタ ー 温泉旅館および県立病院で使われているほか 団地への給湯も行なわれている。これに次いで近縁なのは 北海道の長万部R1号井で 自噴量はガスおよそ350m³/day また付随水およそ700KL/dayである。本井は4インチ仕上げで ガス水比も不飽和であり ガス井としての価値は 那覇2号井をはるかに下まわる。地熱による温泉だけについて見れば 三重県長島温泉の2号井が最大であるが 自噴量は那覇2号井のそれを若干下まわる。

このように 那覇2号井の最終産出試験に関する数値は 本試験井自体を生産井とすることが可能ならば なく 那覇市周辺において R層(ガス層Ⅷ)が経済的開発に耐えることを示している。したがって 那覇2号井については 管理観測を随時実施し得る形にした上で その公共的利用をはかるとともに さらに R層(ガス層Ⅷ)の合理的開発と ガスおよび付随水の有効利用を積極的に進める必要がある。

いっぽう このように経済価値の高い高水圧のガス層にぶつかったため ガスおよび圧度資源としてはむしろ本命と思われる上位のガス層については 中間産出試験

を実施したJ層(ガス層Ⅳ)の下部を除いて まったく情報を得ることができなくなってしまった。したがって那覇2号井に続く第3の試験井は ガスが飽和しかつ 地層水が海水なみ以上の塩素を含むと推定される深度以下1,000m程度までの間に J層と同様の砂・泥互層型のガス層ができるだけ多く入るところを選び きめのこまかい測定・試験を行なえるような仕様で 1日も早く実施されることが望ましい。

沖縄本島南部地区に次いで もっとも期待できる地域は 首里断層をはさんで本地区に接する沖縄本島中部地区である。本地区については 改めて R層(ガス層Ⅷ)およびそれより上位の砂・泥互層型のガス層を対象とする試験井を 少なくともそれぞれ1本づつ掘さくし 南部地区の場合以上に きめのこまかい測定・試験を行なう必要がある。

沖縄本島中・南部に次いで ガスおよび関連地下資源について希望が持てるのは 宮古群島である。那覇2号井の成功——多分に幸運ではあったが——にかんがみ 宮古群島についても 沖縄本島での経験を生かして 同様な調査がひき続いて実施できるよう期待する。いっぽうR層(ガス層Ⅷ)のガス質・水質から見て 経済的価値は別として 基盤岩類に由来するガスおよび付随水についても調査しておくことが 必ずや今後の沖縄本島や宮古群島の島尻層群中のガスの探鉱を進める上に役立つものと思われる。すでに沖縄にガスの火はともった。後は 本土・沖縄の官民が一体となって ガスおよび関連資源の探鉱・開発およびその有効利用を 強力におし進めることあるのみである。