

## コア・ガスの垂直分布と炭化水素鉱床の特性

—沖繩本島南部のガス田の例—

本島 公司\* 永田 松三\*

### Vertical Distribution of Hydrocarbon Gases in Drilling Cores and the Relation between the Distribution of Core Gas and the Characteristic of Hydrocarbon Deposits

—An example of the natural gas field in the southern part of Okinawa Main Island—

By

Koji MOTOJIMA & Syozo NAGATA

#### Abstract

After the examination of the vertical distribution of hydrocarbon gases in the drilling cores from Naha No. 2 Test Well in Naha City, Okinawa Main Island, the following results were obtained.

1. The contents of ethylene( $C_2H_4$ ) in cores are abundant in the part shallower than 400 m deep, and the distribution trend resembles that of  $Cl^-$  in the interstitial solution of muddy rocks.
2. Propane( $C_3H_8$ ) was first noticed in the core at 400 m deep, and the contents of  $C_3H_8$  increase rapidly in the cores deeper than 600 m.
3. The vertical distribution trend of  $i-C_4H_{10}$  is quite the same as that of  $C_3H_8$ .
4. The values of  $CH_4/C_2-C_4$  ratio are very low in the cores deeper than 600 m.
5. The depth of 600 m is just the same depth at which the core samples change clearly the chemical characteristics of the organic matters.
6. By noticing the meteoric invasion into the marine Tertiary formations shallower than 400 m, the above-stated chemical characteristics are well explained genetically.
7. It is likely that a large amount of  $C_2$ ,  $C_3$  and  $C_4$  gases were produced in the deeper part.

#### 要 約

沖繩の海成第三紀中新統の中へ、およそ1,000mほど作孔して得た泥岩コア・サンプルについて、 $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_3H_8$ 、 $n-C_4H_{10}$ 、 $i-C_4H_{10}$ 、 $C_2H_4$ などの垂直分布を求めた。これらのガスの分布を、泥岩コアについて求めた間隙水の  $Cl^- \cdot NH_4^+$ 、有機炭素、有機溶媒による抽出有機物、抽出炭化水素、石油化度、O-N-S化合物、密度とうの分布と比較して次の結果をえた。

(1)  $C_2H_4$  は400m以浅に多く、そこは  $Cl^-$  のうすい部分と対応する。すなわち  $C_2H_4$  は天水の地下への進入に伴って生成されたと思われる。

(2)  $C_2H_6$  は地下深所にむかって、規則正しく増加する。

(3)  $C_3H_8$ 、 $C_4H_{10}$  とうは、600m以深でけん著である。

(4)  $C_3$ 、 $C_4$  とうは、天水に対して閉じた部分の、しかも  $Cl^-$  で観察される閉じた部分のトップの深さよりも、さらに200mほど下がって多く分布する。

(5) 地層の下り傾斜側の地域では、より浅部において  $C_3$ 、 $C_4$  が認められやすくなるう。

(6) その地域では、ガスが成因的に物理化学的条件下に規定されると思われる構造性天然ガス鉱床を考慮した探査法の検討も必要である。たとえ、コア試験による  $C_1/C_2$ 、 $C_1/C_3$ 、 $C_1/C_4$  などの数値が石油の存在に対して否定的であるにしても。

\* 技術部

1. はじめに

天然ガス鉱床の調査・研究を進めるうえで、ガス層の性格が水溶性であるか、構造的であるかを判定することは、経済的にも大切である。これらのために、坑井の掘削中に得られるコアやカッティングなどを試料として、地球化学的に検討を進めるのは、有効である。

1960年以来、地質調査所員が調査・研究を続けてきた沖縄本島中・南部地域の天然ガス鉱床では、その作業の過程では一貫して、水溶性を主とし、構造的性を従とする観点からの検討がなされてきた。

1968年12月から1970年5月にわたって掘削された那覇2号天然ガス試掘井では、各種の地球化学的作業も実施されてきた。そのうちで、特にコア試料を用いて炭化水素類ガスの垂直分布を求めるとは大切であると判断したので、この目的にかなった分析法を考案して実施した。その得られた資料には興味深いものがあるので、その資料と、それらから考えられる当地域のガス鉱床の特性および将来の調査への地球化学的提案などをここに述べる。

本文を草するにあたって、著者らとともに調査・研究された数多くの地質調査所員ならびに琉球政府の関係職員に深謝する。

2. 地質の概要

コアによる炭化水素ガスの垂直分布を求めた那覇2号井をとりまく地質については、福田ら(1969a, 1969b)、影山(1969)、影山ら(1969)によって述べられている。また坑井地質そのものの概要は、第5次沖縄天然ガス調査講師団(1969)によって説明されている。

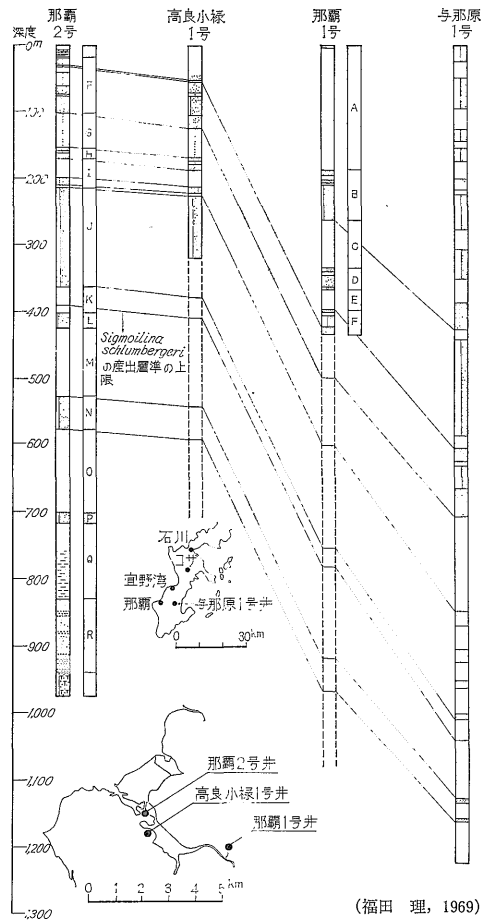
ここには、地球化学的説明を進めるうえで必要なものだけに限って、地質を略述する。

那覇2号井は、978.4mの掘削深度であるが、深度942.8mで、主要ガス層を構成する海成の島尻層群の、基盤岩へ到達する。この坑井の位置は、第1図に示されるように、那覇市奥武山にある。付近の地質は、上位から

鮮新世		新里層	300m
中新世	島尻層群	与那原層	870m
		那覇層	1,100m±

中生代 いわゆる四万十層群相当層である。

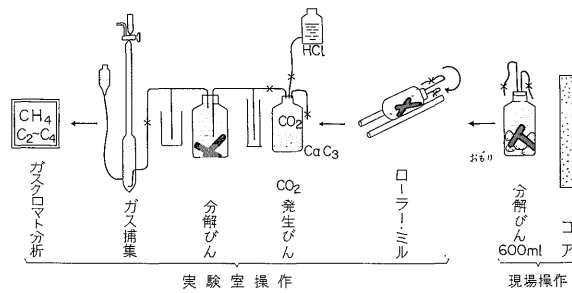
第1図の地質対比図でも理解されるように、この付近の島尻層群は一般的には東にゆるく傾斜する単斜構造であり、その一般走向はほぼNE—SWに近い。与那原1号井は与那原層下部層の上部から掘りはじめられてお



第1図 沖縄本島南部における深井戸の坑井地質対比図  
Geologic correlation of deep wells in the southern part of Okinawa Main Island

り、第1図のB層は那覇層最上部を占める小塚砂層(層厚約80m)である。与那原町南東の知念岬では、重力探査の結果によれば、推定基盤深度はおおよそ2,000mであり、地表で分布する地層は与那原層上部層の最上位のものである。

第1図のA~Rは、島尻層群のレター・ノミネーションによる岩相小区分である。那覇2号井の坑井地質は、全般に細砂岩とシルト質粘土岩の互層であるが、750m以深の岩石では、やや硬さを増して頁岩へと移化する。R層は産ガス層であるが、島尻層群の基底礫岩に相当し、やや石灰質である。透水性の地層はR層のおおよそ56%であり、第1表に示すように空気透透率が100 mdを越える部分もある。



第2図 コア中のガス採取法  
Collection of natural gas from core samples

第1表 那覇2号井のコアの孔隙率および滲透率  
Porosity and permeability of core samples  
from Naha No. 2 Test Well

深 度 (m)	岩 相	孔隙率 (%)	滲透率 (md)	間隙水 Cl <sup>-</sup> (mg/l)
103.83~104.06	砂質泥岩	30.71	9.6	313
343.5 ~343.65	砂質泥岩	25.88	1.6	11,330
890.65~890.76	中粒砂岩	31.90	115.	788
895	礫 岩	9.41	0.35	n.d

注) (1) 乾燥試料の空気滲透率および孔隙率  
(2) 泥岩との比較のために求めた  
測定者, 永田松三 (1969年)

### 3. 分析 法

那覇2号井の掘削には, スピンドル型の回転式試験機が用いられ, 泥水には有機地球化学試験を考慮してベントナイト・ペースのものが使用された。

コア・チューブからとり出されたコア試料は, 表面をけずって泥水によるコンタミネーションを除き, ただちに粗砕されて第2図のように分解びん中へ, 水とともに密栓され, ただちに実験室へはこぼれる。ローラー・ミル上でびんを回転させ, 泥状化させてコア中のガスを水に溶解させる。

つぎに分解びん中にある天然ガスなどを, CO<sub>2</sub>をキャリアーとして追い出し, ガスを捕集する。この捕集されたガスを, ガスクロマトグラフで分析する。

上記の分解, 追出し, 捕集法は, コア・ガスの逸散を少なくできるし, 加熱も酸分解もしないので, 有機的化学変化を受けず, 現場向きの良い方法である。

捕集されたガスは, まず次の条件によって, He, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> および CH<sub>4</sub> が求められる。

島津 GC-2B 型ガスクロマトグラフ

キャリアー・ガス; Ar

カラム充填剤; モレキュラー・シーブ5A

カラムの長さ; 2 m

ブリッジ電流; 150 mA

キャリアー・ガス流量; 30 ml/分

カラム温度; 40°C

さらに C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> および n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> は, 次の条件で求められた。

島津 GC-2B 型 HFD-1 高感度ガスクロマトグラフ

キャリアー: ガス; N<sub>2</sub>

キャリアー・ガス流量; 30 ml/分

水素焰でのイオン化のための

H<sub>2</sub> 流量; 50 ml/分

空気流量; 0.8l/分

カラム充填剤; D.M.S.

カラムの長さ; 12.8m

カラムの温度; 0°C

ディテクター温度; 40°C

分析結果は, コア重量 1 kgあたりのガス量 ml で示した。

ここでブランクについて付記する。ブランクを極力小さくするために, キャリヤーの CO<sub>2</sub> を発生するためには沈降性の CaCO<sub>3</sub> を用いたが, 米谷 宏 (私信) によると, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> の混入はさげられないようである。この点に関しては, 目下著者の一人永田が検討を進めている。

### 4. コアについての測定結果

坑井掘削現場付近において実施したコア・ガスの追出しは, 永田のほかには地質調査所の比留川 貴および川野昌樹両技官が行なった。

集められたガスは, 川崎市の地質調査所において永田が分析した。

求められたガスの分析結果を, ml/kg 単位で第2表に示す。

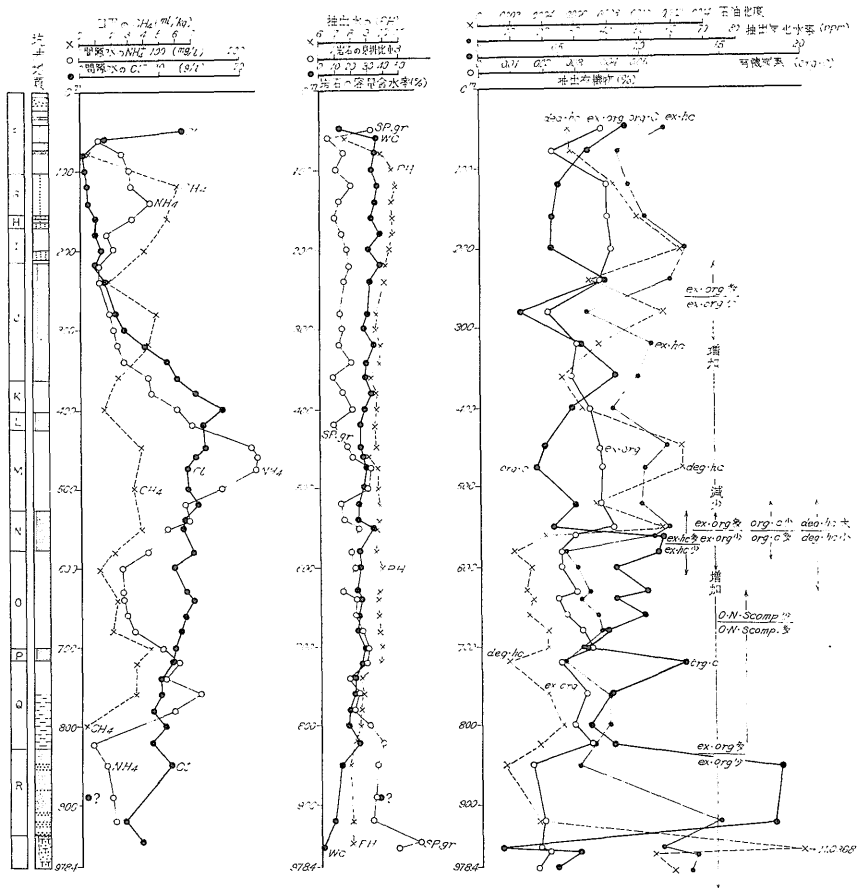
もちろん, コアリングの結果, 一般にえられた数値

第2表 那覇2号井コアの微量ガス分析表  
Hydrocarbon gases in core samples from Naha No. 2 Test Well

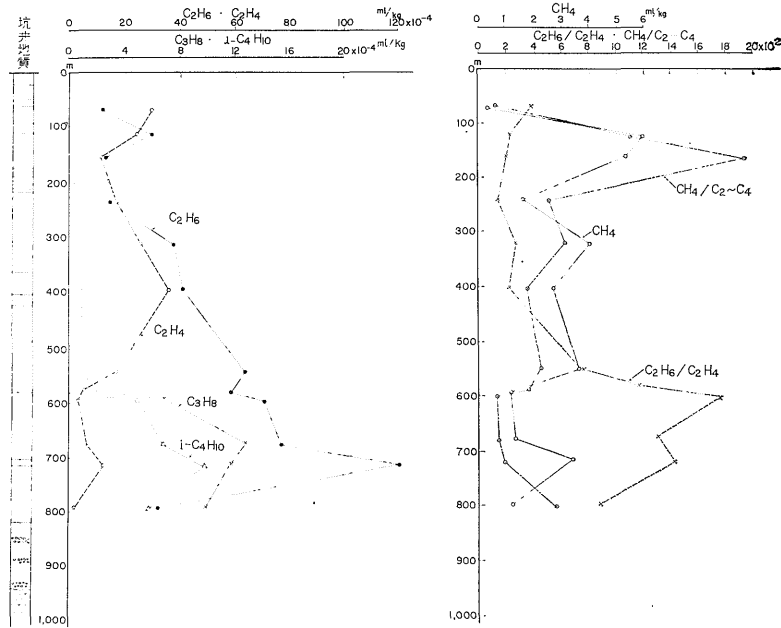
単位 ml/kg

深度 (m)	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> ~C <sub>4</sub>
75	0.35	0.0012	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000	0.40	80
120	6.03	0.0030	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000	1.20	1,100
160	5.39	0.0012	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	2,250
240	1.66	0.0015	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.88	520
320	4.01	0.0038	0.0026	0.000n	0.0000	0.0000	1.46	630
400	2.78	0.0041	0.0036	0.0001	0.0000	0.0000	1.14	360
550	3.69	0.0064	0.0017	0.0001	0.0000	0.0000	3.72	450
580	2.57	0.0059	0.0005	0.0002	0.0000	0.0000	11.8	390
600	1.12	0.0071	0.0004	0.0007	0.0005	0.000n	17.7	130
680	1.91	0.0078	0.0006	0.0013	0.0007	0.000n	13.0	180
720	3.44	0.0142	0.0010	0.0012	0.0010	0.000n	14.2	200
799	1.24	0.0018	0.0002	0.0002	0.0002	0.000n	9.0	520

(分析 永田松三, 1969)



第3図 那覇2号井コア地化学測定図  
Geochemical logging at Naha No. 2 Test Well  
測定者 永田松三・川野昌樹・比留川貴・山城充煥, 1968~69  
まとめ 本島公司, 1969



第4図 那覇2号井コア微量ガス (C<sub>2</sub>~C<sub>4</sub>) と深度  
Vertical distribution of C<sub>2</sub>~C<sub>4</sub> gases at Naha No. 2 Test Well

は、地下の地層が含む炭化水素ガス類の値よりも少ないはずである。しかし、岩石や水とガスとの吸着、逸散などに関する従来の研究結果からすれば、コアには CH<sub>4</sub> よりも分子量の大きい炭化水素ガス類のほうが余分に残るはずであり、CH<sub>4</sub> の数値とともに C<sub>2</sub>~C<sub>4</sub> ガスの数値が特に注目される。

第2表を、垂直分布として表現すると、第3図および第4図のようになる。第3図には、炭化水素ガス類と対応させるために泥岩試料で求めた Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、比重、含水率、pH、石油化度、抽出炭化水素類、有機炭素および抽出有機物を併記し、さらに有機物の垂直分布の区分けも記入した。(永田松三ら、1969参照)

CH<sub>4</sub> の分布を第3図でまずみると、深さ 100~150m の間にある山形が注目される。この山形は NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の分布にもあらわれるが、その対応する間隙水の Cl<sup>-</sup>量は少ない。すなわち、このメタンは、地層中の水溶性 Cl<sup>-</sup>が洗い流されたあとに、後生的に生成されたものと解される。

さらに深部のコアの CH<sub>4</sub> 分布は、2~4 ml/kg 程度に

おちついている。

エタン (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) は、720m の 0.0142 ml/kg が最高値であって、浅所から 720m へ向かって順次その量が増加するし、75m からすでに C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> が存在するらしいことは注目される。一方コアの最深度 799m では、0.0018 ml/kg へと急激に量を減少する。

プロパン (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) は、深度 680~720 m に頂点をもつ山形の分布を示す。はじめて C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> が出現する深度は 400m であることと、799m では C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ほど急激に減少しないことに注目したい。

イソ・ブタン (i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) は、ノルマル・ブタン (n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) よりも多量にみられる。n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> は深度 680~799 m で 0.000n ml/kg が認められ、i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> はそれよりもやや浅所の 600m から検出され、720m に頂点をもつ分布がえられる。その最大値は 0.0010 ml/kg である。

ここで、不飽和炭化水素の代表例として、エチレン (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) の分布について述べる。C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> は量の多少を問わなければ、すべてのコアで検出されており注<sup>1)</sup>、その垂

注1) ブランクについては目下検附中

直分布では大まかに2つの山がみられる。第1の山は、深度120m付近にあり、第2の山は400m付近にある。第1の山はC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の山と並行し、第2の山をつくる400mまでは両者の間にそのまま並行関係が保たれる。400mをこえた深度では、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>が深度とともにその量を増すのに対して、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>はこれが急激に減少する、という顕著な分布上の差異がある。

上述のガス分布状況は、間隙水Cl<sup>-</sup>の分布状況に、きわめてよく対応する。ガス鉱床成因の地球化学的観点からすれば、400m以浅は天水の進入にともなう破壊と、進入にともなう少量の特殊な水素ガスの後生的発生、およびより深部からの炭化水素ガスの天然クロマトグラフの移動(NONGOLDら、1959)によって、バランスが保たれていると推論できる。これに対して、大気を開くことの少ない系を形成している400m以深の部分では、主として生物化学的反応によらない有機物の分解に起因する炭化水素ガスなどの発生と、クロマトグラフの要因によって、地化学的バランスが形成されている、と推論される。

試みに、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>比の値を深度別に整理すると、第4図のようであり、600mを境としてそれ以深で大きな値になる。浅部と深部の値の差は、判然としている。

以上に述べたことは、天然ガスや石油鉱床を地球化学

的に探査しようとするときに、重要である。

### 5. 水溶性天然ガスの組成

コア試料について分析した結果えられたガスの組成と、坑井をつくって実際にガスを湧出させ、その井戸元で地下水から分離して得られた水溶性天然ガスの組成とを比較するために、第3表に琉球列島の各地から得られた試料を示す(比留川 貴ら、1969参照)。

第2表と第3表とから、次の数値の対応がえられる。

この対応をみると、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>はコア試験において、大きな数値が得られることがわかり、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>を用いて、地層が大気に対して開いているか、比較的閉じているかの大要を判断できる。しかし、当地の水溶性ガスにはC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>が検出できないので、上記の判定は多くの場合コアを用いる場合とくに有効のようにみえる。

CH<sub>4</sub>/C<sub>2</sub>~C<sub>3</sub>の値は、コアにおける方が水溶性ガスにおけるよりも数倍~数十倍小さいようである。そもそも水に対する炭化水素ガスの溶解度は、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>>CH<sub>4</sub>である。そして分子量はもちろんC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>>CH<sub>4</sub>である。コアには高分子量のC<sub>2</sub>~C<sub>3</sub>が、CH<sub>4</sub>よりも残りやすく、また地下水から炭化水素ガスが分離したあとに、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>が多く溶存していると判断され、遊離したガスにCH<sub>4</sub>が多くなる傾向が一層強調されると思われる。しかし、上

第3表 沖縄天然ガス組成表  
Chemical composition of natural gases from the Ryukyu Islands

Vol. %

坑井場所	層名	深度(m)	He	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> ~C <sub>3</sub>
那覇1号井	島尻層	210	0.00n	0.000	0.67	11.87	87.27	0.17	0.005	0.000	0.000	17,450
"	"	405~435	0.000	0.019	0.36	3.69	95.82	0.09	0.025	0.000	0.000	3,830
" 2号井	島層~中生層	403~943	0.028	0.00n	0.38	6.44	92.87	0.27	0.015	0.000	0.000	3,970
名護町オリオンビル	沖積層~島尻層		0.004	0.000	0.10	11.57	88.03	0.27	0.030	0.000	0.000	2,930
西原村せんつる農園	島尻層		0.000	0.025	0.03	0.81	98.64	0.39	0.110	0.000	0.000	890
中城村第一企業	"		0.004	0.003	0.67	9.22	90.05	0.05	0.008	0.000	0.000	11,260
恩納村山田温泉	中生層		0.010	0.000	0.30	6.27	93.04	0.38	0.004	0.00n	0.000	23,300
竹富島沖、海中	古生層?		0.040	0.000	0.40	24.40	74.07	1.09	n. d	n. d	n. d	—

深 度	ガス組成の比	コア・ガス	ほぼ対応する水溶性天然ガス
2号井の浅所(400m以浅)	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> ~H <sub>3</sub>	1 ~ 4 400~2,000	0.025(%)対0.000(%) 4,000~20,000
2号井の深所(500m以深)	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> ~C <sub>3</sub>	9 ~ 14 130~500	0.015(%)対0.000(%) 4,000±

の表から見る限りでは、 $C_2 \sim C_8$  ガスの移動・拡散も含めて、コアガスと遊離ガスとを比較すべきことが示されているようである。

### 6. 化学成分の垂直分布とその成因・起源

これについてはすでに第4節でも少しく触れた。

那覇2号井が貫いている新第三紀層は、いずれも海成層であることは、有孔虫化石等の研究で明らかである。

第3図に示される塩素の垂直分布状況は、次のようにしてできあがったと説明される。

- (1) はじめに、この地層の間隙水は海水とほぼ同じ  $19 \sim 20 \text{ g/l}$  の  $\text{Cl}^-$  をもっていた。
- (2) 天水が上部から進入して、間隙水の塩分をうすめた。
- (3) 地質時代の古い下部の地層では、間隙水と自由水との間に  $\text{Cl}^-$  濃度に差が生じ、自由水の  $\text{Cl}^-$  は  $19 \text{ g/l}$  程度あるが、泥岩の間隙水の  $\text{Cl}^-$  はそれよりも少なくなった。

エタンについてみると、その量は  $320\text{m}$  から  $720\text{m}$  間に規則的に増加する。 $C_2H_6$  が多量になる深度、すなわち  $600 \sim 720 \text{ m}$  間では、さらに  $C_3$  と  $C_4$  とが出現する。かつて本島 (1968) がまとめ、VASOEVICH ら (1967) も主張したように、地層の年令、地温、地圧の関係によって、深部において  $C_2$  さらに  $C_3$ ,  $C_4$  が発生するのに好都合な状態ができると思われる。 $C_2H_6$  は  $C_3$  や  $C_4$  に比較すると動きやすい。したがって  $C_2H_6$  は地表にむかってその量が比較的単純に変化する。要するに、 $C_2H_6$  の分布は、生成と移動のバランスによってよく説明される。

これに対して、 $C_2H_4$  は、天水の地下への進入にとまっておくる有機物の分解で説明しうる。この点に関しては、須藤 (1969) が新潟のガス田における研究で、現在の生物化学反応による不飽和炭化水素ガスの発生を記載していることもよく一致する。

$C_3H_8$ ,  $i\text{-}C_4H_{10}$  は  $600\text{m}$  から出現するが、この深さは第3図の右側に記入された有機地球化学的資料における、各種測定値の変化の区分けの位置に対応する。その層位はN層付近にあたり、炭化水素、有機炭素、石油化度などが顕著に変化する。その深部方向への変化は、石油成分の減少ないし酸化的要素の増加であるが、泥岩コア中のガス成分には、かえって  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  という、いわゆる重炭化水素ガスの増加がみられる。BROOKS ら (1969) がオーストラリアの Gippsland Basin の研究でも主張しているように、陸の影響の強い有機物からも石油

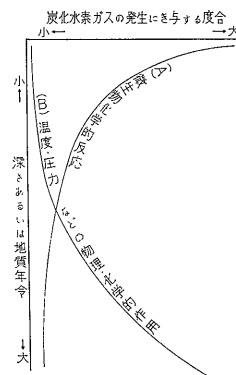
と構造性天然ガス鉱床が成立する、ということもありうると思われる。

$C_2H_4$ ,  $C_2H_6$  の垂直分布をみると、層的に下位へのこれらガス成分の移動は、上位へのそれにくらべて一般に小さいようであり、地層の圧密・石化現象との関連でその分布が説明できる。

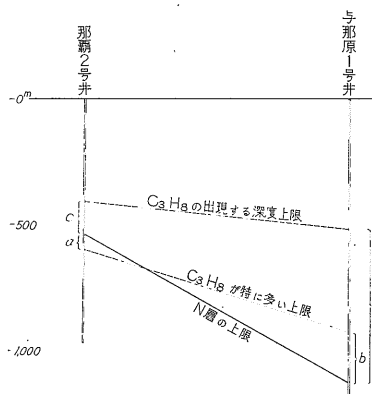
かつて、筆者ら (福田ら, 1969a) は、那覇2号井のR層のガスは、その含まれる不活性ガスの量から、上位の第三系から  $2/3 \sim 4/5$  供給され、残余は基盤をつくるいわゆる四万十層群に由来する、と推定したが、その考えはこれらのことから正しいと思われる。

### 7. 鉱床の地球化学的的特性と鉱床探査

以上に述べた鉱床の地球化学的的特性は、結局、成因的には第5図のようにまとめられると思われる。すなわち、天然ガス (炭化水素と  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  など) の生成は、地層が若く、また地層の埋没深度が小さいときには、ほとんど微生物の力によるメタン発酵に類似的作用によ



第5図 地層の年令とガスの生成  
Relation between geologic age and generation of hydrocarbon gases



第6図 地層の対比と地化学的性質の対比とのずれ  
Relation between stratigraphic correlation and geochemical correlation

ている。(第5図のA線)。これに対して、古い年令の地層あるいは高圧・高温にある地層では、有機物が物理化学的に分解して天然ガスを発生する(第5図のB線)。

第5図のA線では、生成するガスは主に  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  などであり、B線では主に  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  であると推定できる。

第1図に示された地質柱状の対比図のうち、那覇と与那原について模式化すると第6図をうる。

地層の対比に対応して、1例を  $\text{C}_3\text{H}_8$  にとつて、その対応深度を結べば、すでに述べられた理由によって、第6図に記入されているように  $\text{C}_3\text{H}_8$  の出現する深度は、地層の下り傾斜側を占める東部の与那原において、比較的浅くなると思われる。

第4図によれば、那覇2号井で  $\text{C}_3\text{H}_8$  がはじめて出現するのは400mであり、N層上限の上方約100m(図のC)であるが、与那原では150m層で  $\text{C}_3\text{H}_8$  が認められない(本島ら, 1965)ので、 $\text{C}_3\text{H}_8$  はおそらく400~500mで出現すると思われる。(図のN層の上方dだけ)一方  $\text{C}_3\text{H}_8$  が著量にみられるのは、那覇2号井では600mからであり、これを与那原の深度に対応させると、おそらくN層よりも第6図でb程度の上方向へくると思われる。

$\text{C}_2\text{H}_6$  は与那原の150m層にも出現する(本島ら, 1965)し、上に述べたことと考え合わせれば、与那原にあっては、深度800~900m付近からすでに構造性天然ガスの性格が強くなるものと、ガス質の面から推測される。

すなわち、沖縄本島南部のガス田は、地層の下り傾斜および基盤深度が大きくなる側にむかって、ガス質の面からは、構造性ガス鉱床の性格が、那覇付近よりはずつと浅部からあらわれると予測される。

天然ガス鉱業会(1969)の出版物によれば、新潟油・ガス田では、深度1,600~2,000m以上で異常高圧ガス層に遭遇し、それよりも浅所では静水圧対応の圧力の層が多いという。深部の岩石の孔隙率は10~30%、滲透率は5~100mdである。これらの資料は、大きな構造性ガス鉱床の存在と対応するものとして注目される。

また、工藤ら(1970)の解説にしたがって那覇2号井の油・ガスの産出可能性を判定すれば、 $\text{C}_1/\text{C}_2$ ,  $\text{C}_1/\text{C}_3$ ,  $\text{C}_1/\text{C}_4$  のいずれの値を用いても、那覇付近ではガスだけが産出する可能性が大きそうである。

従来、沖縄本島南部ガス田の探査が、水溶性ガスを主体に、構造性ガスを従にして行なわれてきたことは全く正しいが、今後は構造性ガス鉱床について一層の注意を向ける必要があると考える。

## 8. まとめ

沖縄の那覇2号井において得られたコア試料について、炭化水素ガス類の垂直分布をしらべて次の結果を得た。

1.  $\text{C}_2\text{H}_4$  は400m以浅に多く、間隙水の  $\text{Cl}^-$  が400m以浅に少ないこととよく対応する。
2.  $\text{C}_3\text{H}_8$  は400mではじめてあらわれ、600m以深で急増する。
3.  $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$  は、 $\text{C}_3\text{H}_8$  とほぼ同じ垂直分布である。
4.  $\text{CH}_4/\text{C}_2\sim\text{C}_4$  は、600m以深では著しく小さくなる。
5. 600mという深さは、コアの有機物についての性質が大きく変化する深さに、ほぼあたる。
6. 炭化水素ガスの垂直分布は、成因的にみると、海成層に対して天水が進入し、それが400mまで顕著である、と考えると多くのことがよく説明できる。
7. 深部では  $\text{C}_2$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  の発生が多かったようである。
8.  $\text{C}_2$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  の下位層への移動量は、上位層へのそれにくらべて少ないと思われる。
9. 地層の下り傾斜側にある地域では、地層対比面よりも上位層まで  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  が分布すると考えられる。
10. したがって、その地域のガスの調査では、従来よりも多くの注意を構造性天然ガス鉱床に対して払うべきである。

(昭和45年5月稿)

## 文 献

BROOKS, J.D. & J. W. SMITH (1969): The diagenesis of plant lipids during the formation of coal, petroleum and natural gas—II. Coalification and formation of oil and gas in the Gippsland Basin, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, vol. 33, no. 10, p. 1183-1194.

第5次沖縄天然ガス調査講師団(1969): 那覇2号井自噴す, 地質ニュース, no. 181

福田 理・他12名(1969a): 第4次沖縄天然ガス資源調査・研究概報, 地質調月, vol. 20, no. 2

福田 理・他24名(1969b): 第5次沖縄天然ガス資源調査・研究概報, 地質調月, vol. 21, no. 11

比留川 貴・他2名(1969): 那覇2号天然ガス井の850m層の地球化学的特性, 地球化学討論会(京都)講演要旨集, p. 150-151

影山邦夫・鈴木泰輔(1969): 沖縄本島中南部地域



- の地質, 石油技誌, vol. 34, no. 4, p. 176-178
- 影山邦夫 (1969) : 沖縄の天然ガスについて, 石油技誌, vol. 34, no. 4, p. 176
- 須藤能光 (1969) : 沖積層中の水および炭化水素ガスについて (主として新潟県西蒲原地域), 石油技誌, vol. 34, no. 4, p. 175
- 工藤修治・浅川忠 (1970) : 最近のマツドロギング, 石油技誌, vol. 35, no. 1, p. 26-38
- 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
- 本島公司 (1968) : 低分子炭化水素の地球化学, 地質調月, vol. 19, no. 9
- 永田松三・他 3 名 (1969) : 沖縄本島南部ガス田の水地球化学的研究, 地球化学討論会 (京都) 講演要旨集, p. 148~149
- NONGOLD, G.M. & G.S. MURRY (1959): Chromatographic analysis and oil exploration, *Petroleum*, Sept., 1959.
- 天然ガス鉱業会 (1969) : 日本の石油・天然ガス資源, p. 137
- VASSOEVICH, N. B., et al. (1967): Hydrocarbons in the sedimentary mantle of the earth, Panel discussion 1, Origin of oil and gas, 7th Petroleum Congress, Mexico.
- 日本語抄訳: 米谷宏・本島公司抄訳 (1968) : 地球堆積層中の炭化水素類, 地質調月, vol. 19, no. 10