

第4次沖繩天然ガス資源調査・研究概報

福田 理* 本島 公司** 井島信五郎* 木野 義人***
 鈴木 泰輔* 小川 健三**** 須田 芳郎**** 清水 道也**
 井上 正文** 後藤 隼次** 牧 真一** 名取 博夫*****
 粕 武*****

Natural Gas Resources of the Ryukyu Islands

—Preliminary Report by the 4th Phase Survey Team of G.S.J.—

By

Osamu FUKUTA, Kōji MOTOJIMA, Shingoro IJIMA, Yoshito KINO,
 Taisuke SUZUKI, Kenzo OGAWA, Yoshirō SUDA, Michiya SHIMIZU,
 Masafumi INOUE, Hayaji GOTŌ, Shin'ichi MAKI, Hiroo NATORI
 & Takeshi KOMA

Abstract

According to the Technical Assistance Program of the Japanese Government to the Ryukyu Government, the geological, geophysical and geochemical surveys for the natural gas resources in the Ryukyu Islands have been done by the members of the Geological Survey of Japan in the duration from September 20 to December 20, 1967. These surveys have been done as the fourth phase for this area. The main surveyed area is located in the southern part of the Okinawa main island, and the following surveys have been carried out.

1. Surface geologic survey
2. Surface foraminiferal survey
3. Underground geologic survey
4. Hydrogeochemical survey
5. Reconnaissance gravitational survey

Special survey; reconnaissance survey for the natural gas resources in the Taketomijima-Ishigakijima area and in the Miyakojima area.

The results obtained are summarized as follows.

1. The main natural gas bearing formation is the Shimajiri group. The Shimajiri group, the upper Miocene marine sediments, in the southern part of the Okinawa main island can be divided into three parts. They are, from the upper part to the lower part, the Shinzato formation, the Yonabaru formation (by the lithologic characteristics this can be divided into two parts, the upper and the lower) and the Naha formation (the uppermost part is the Oroku sandstone, whose underlying bed is clay stone).

2. The following planktonic foraminiferal zones were recognized.

Globorotalia truncatulinoides Zone—

Shinzato Formation

Uppermost part of the upper part of Yonabaru F.

Sphaeroidinellopsis seminulina Zone—

Middle part of Yonabaru F.

* 燃料部 ** 技術部 *** 応用地質部 **** 物理探査部
 ***** 東北出張所 ***** 北海道支所

Globorotalia menardii-*Globigerina nepenthes* Subzone—

Lower part of Yonabaru F.

Naha F.

3. The distinctive paleoecological boundary by the statistical treatment of foraminiferal assemblage is recognized at the lower limit of the *Sphaeroidinellopsis seminulina* Zone in the upper part of the Yonabaru formation. The benthonic Foraminifera, mostly calcareous ones, change their compositions on the both sides of this distinctive boundary.

4. It is suggested that so-called Shimajiri Beds developed in the Hanejima and Kumejima areas may be equivalent to the horizons of the Shinzato formation or its overlying formations.

5. The main part of the Gusukube formation in the Miyako island may be equivalent to the upper part of the Yonabaru formation.

6. According to the results obtained by the underground geologic studies using the well log data, the geologic structure in the Naha city area is relatively complicated. The following structures were noticed.

Step fault pointed out on the Yamashitacho-Toyomigusuku line.

Dome structure near Shuri.

Fault with 150m apparent throw between Makahiya and Makahi primary school.

7. Some wells have the casing head natural gas.

8. All deep groundwaters lifted up from the wells have dissolved methane.

9. The natural gas accumulation in the surveyed area has the characteristics of the reservoir type with positive correlation between chlorinity and gas quantity. When the depth of the natural gas reservoir is approximately 100-400m, and the groundwater has 6,000-8,000 mg/l of Cl^- , we can expect that the groundwater may hold the saturated quantity of methane as a dissolved state.

10. In the shallower part of underground, the Cl^- contents in groundwater approximately correspond to the geologic structure.

11. The gravity low area covers the Kiyatake-misaki and Ukiharashima regions. In the Nagagusuku-wan region, the isogravity lines have their convex shape toward the east. The distributional trend of the isogravity lines has a good agreement with the shape of the basement estimated by the surface geologic survey.

12. In the northern part of the Okinawa main island, the low gravity area also covers the Okumujima and Nago areas.

13. At Kumejima, the gravity value generally is higher than that of the Okinawa main island. At the extremely high value area we may expect the existence of the volcanic rock beneath the surface of the earth.

14. At Yamada, Onnamura, a small quantity of natural gas flows out, and by the geochemical investigations, it is concluded that this natural gas was generated from the slaty rocks with organic matters of the Mesozoic age.

15. About eight years ago, we found the natural gas seepage at No.7 well belonging to Orion Beer Company, Ltd., Nago, and judging from the chemical composition of the natural gas, we have concluded that the source rocks may be the sedimentary rocks of the Tertiary or Mesozoic age.

16. The natural gas off the Taketomi-jima is a inflammable one with high concentration of methane. Judging from the result of examination for the chemical composition of this gas, the Mesozoic or Paleozoic sedimentary rock seems to be the source of the gas.

17. Generally, the muddy rocks of the Gusukube formation in the Miyakojima area have the chemical characteristics as the source rocks of natural gas.

1. 緒言

日本政府の技術援助計画による沖縄における天然ガス鉱床の今次の調査は、昭和35年（1960）の第1次調査、（本島・牧野，1961，1965）昭和40年（1965）の第2次調査（牧野・樋口，1967）および昭和41年の第3次調査（福田ほか14名，1967a, b）の結果に基づいて計画、実施されたもので、昭和42年9月20日から同年12月20日にわたる92日間、延540日をもって、地表地質調査、地表有孔虫調査、坑井地質調査、坑井地化学調査、重力探査概査および関連地域調査、ならびに、地表地質調査、坑井地質調査および重力探査概査に必要な地形・水準両測量を実施するとともに、琉球政府関係者にこれら天然ガス鉱床調査に関する技術指導を行なった。

2. 目的

第3次沖縄天然ガス鉱床調査の記録（福田ほか14名，1967a, b）のむすびの項に指摘されているように、昭和41年度までに実施された3次におよぶ調査によって明らかにされたことから、沖縄本島中・南部地区の天然ガス鉱床調査のために、さしあたって今後実施すべき事項として、次のことが導かれる。

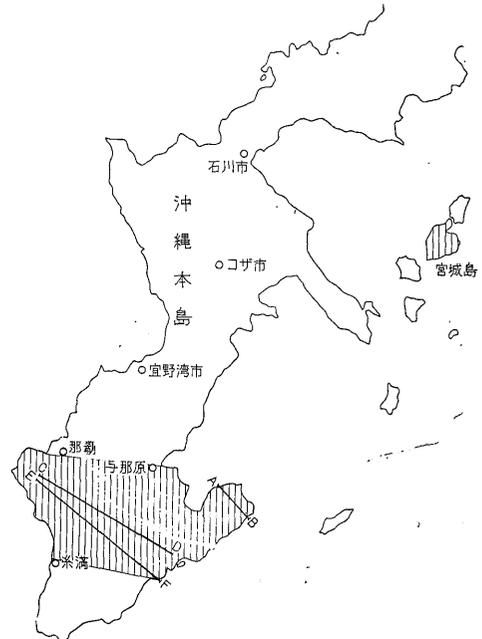
- (1) 試錐調査：深度 500~1,500m 級の試錐を数本実施し、物理検層・坑井地質・有孔虫・重鉱物・粘土鉱物・地化学（有機・無機）・コアの物性・産出などの測定・試験・調査・研究を行なう。
- (2) 物理探査：まず重力探査概査を、次いで同精査を実施し、必要があれば、磁力探査および海域のスパーカーによる調査を行なう。
- (3) 地表地質調査：新第三紀層の分布地域をカバーする 1 : 25,000の地質図を完成するほか、当地区の天然ガス鉱床の究明に必要な基盤岩類に関する調査、研究を行なう。
- (4) 地質構造調査：主として島尻層群にみられる褶曲・断層・節理について調査・研究する。
- (5) 地表有孔虫調査：主として新第三紀層の有孔虫について調査・研究する。
- (6) 応用鉱物学的調査：主として島尻層群の粘土・重鉱物について調査・研究する。
- (7) 地表地化学調査：有機物関係の調査・研究の終了をまって、堆積環境の推定に必要な無機物関係の地化学的調査・研究を行なう。
- (8) 既存坑井による調査：既存坑井の地質資料を収集・解析し、地表地質と総合して、島尻層群の立体的把握に資するとともに、天然ガスおよび付随水に関する地化

学的調査・研究を行なう。

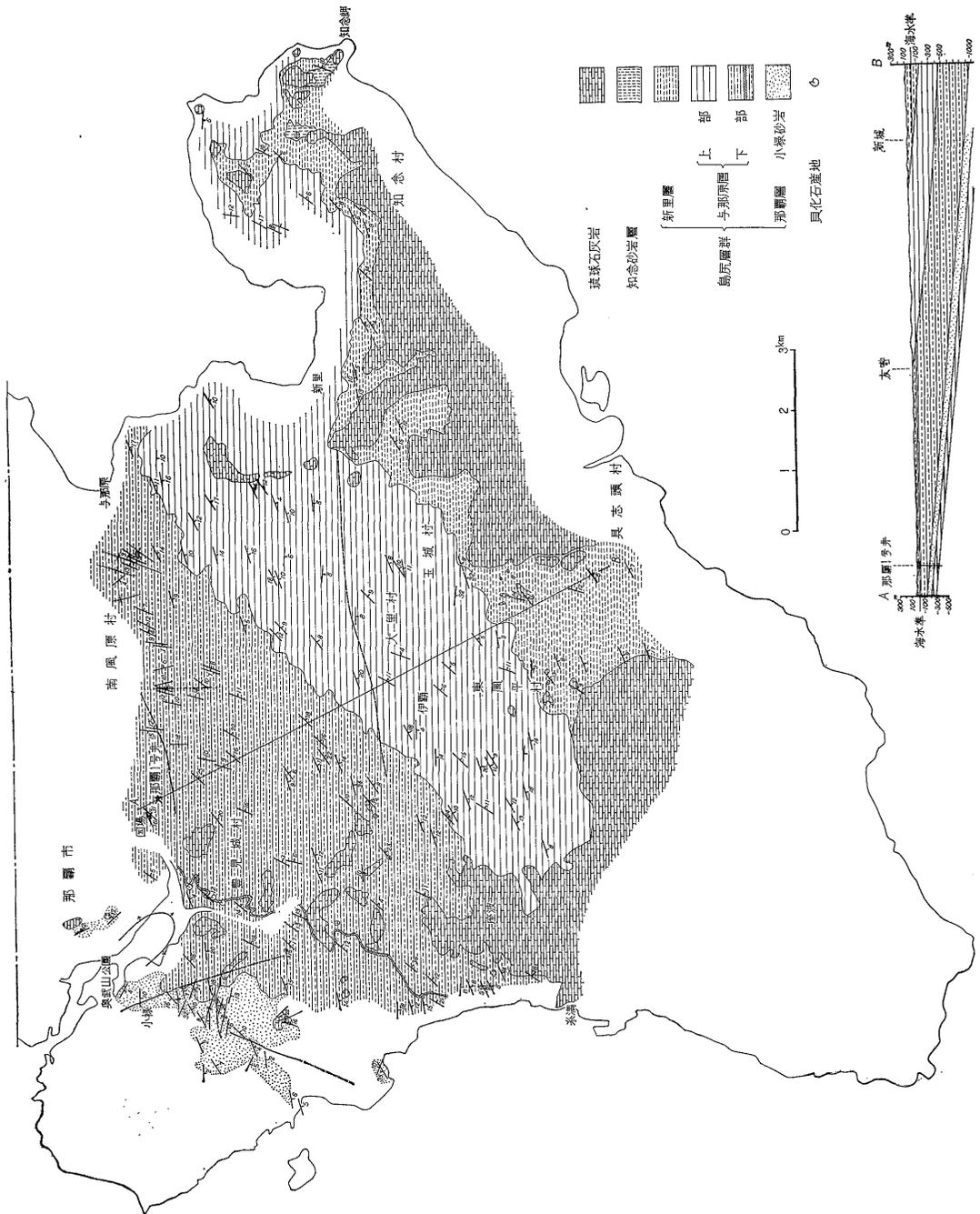
(9) 地質学的・天然ガス鉱床学的総合調査：以上の各部門別の調査・研究の成果をとりまとめ、今後の探鉱・開発の方向を打ち出す上に必要な調査・研究を行なう。

以上に加えて、琉球列島が占める地質学的ならびに国際的地位の重要性にかんがみ、琉球列島の天然ガス資源全般、およびその母体をなす地質全般に関する地道な調査・研究を、継続実施する必要があることが指摘されており、この場合の重点調査対象地域として、沖縄本島の名護町・恩納村山田、および竹富島・石垣島・宮古島のほか、沖縄本島南部地区周辺、および宮古・八重山・尖閣群島等の海域地区が挙げられている。

以上の各項は、いずれも緊急に実施されなければならないものばかりであるが、諸般の事情を考慮し、昭和42年度には、(2)の重力探査概査、(3)の地表地質調査、(5)の地表有孔虫調査、および(8)の既存坑井による調査（坑井地質・地化学調査）を実施し、島尻層群の基盤の表面の形を大局的に把握し、第2次調査からの継続事業である地質図作成および有孔虫による応用古生物学的調査・研究を進め、坑井地質調査によって地表、地下地質の総合把握を可能ならしめ、坑井地化学調査によって天水の侵入状況と天然ガス賦存状況との関係を明らかにするとともに、将来の琉球列島およびその周辺の海域に対する大規模な調査・研究にそなえて、これら陸・海域の天然ガス鉱床調査に関する見通しをつける上に重要な関連地域



第1図 地表地質調査区画および断面線
Geological surveyed area and geological profile



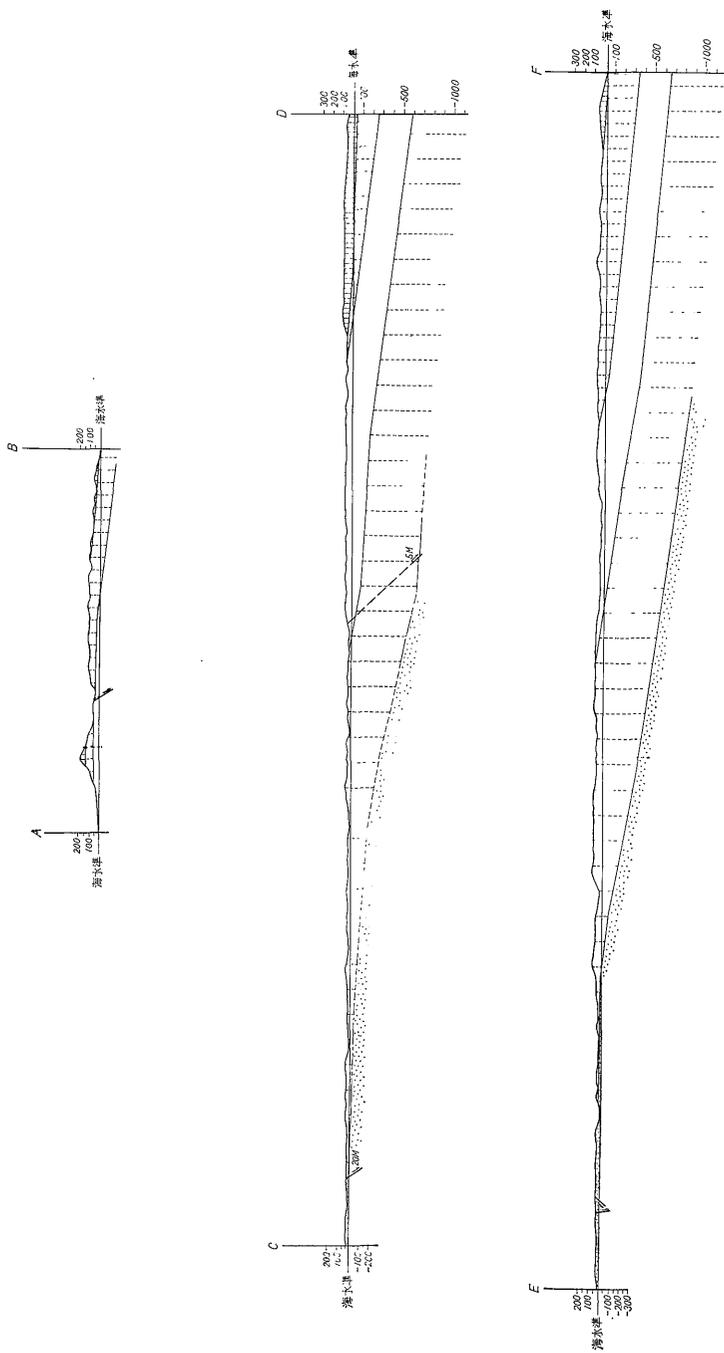
第2図 沖縄本島南部地質図
Geological map of the southern part of Okinawa Island

の予察調査を行なうことにした。

3. 業務分担

計画 福田 理・本島公司・井島信五郎
 地表地質 鈴木泰輔・名取博夫・福田 理・井上正文(測量)

地表有孔虫 名取博夫・福田 理
 坑井地質 福田 理・木野義人・井上正文(測量)
 坑井地化学 牧 真一・後藤準次・狗 武・本島公司
 重力探査 小川健三・須田芳朗・清水道也(測量)
 関連地域 本島公司・井島信五郎・福田 理・名取

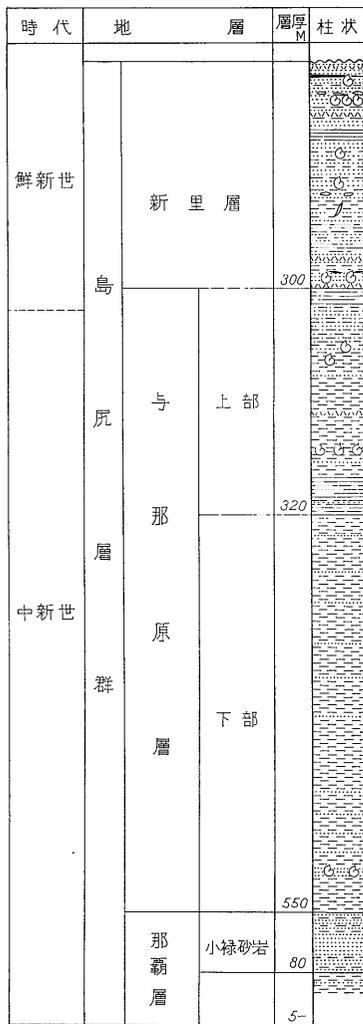


第3図 沖縄本島南部地質断面図
 Geological section map of the southern part of Okinawa Island

4. 地表地質調査とその成果

技術指導 博夫
 全員 福田 理・本島公司・井島信五郎
 まとめ

今次の地表地質調査は、第2次調査(牧野・樋口, 1967)の際、地表地質調査を行なった地域の南に接する小禄と与那原とを結ぶ線以南の地域から、糸満と仲座とを



第4図 沖縄本島南部地区における島尻層群の総合地質柱状断面図
General geologic columnar section of the Shimajiri formation in the southern district of Okinawa Island

結ぶ線以南の地域を除いた約100km²の地域、(第1図)宮城島および久米島に対して行なわれた。以上のうち、地質構造が複雑な小禄付近は精査、久米島は予察調査、また、その他の地区は概査である。

4.1 沖縄本島南部地区

標記地区の概査および一部精査の結果に基づいて作成された地質図、地質断面図および地質柱状概念図は、それぞれ第2図、(原図 1:25,000)、第3図および第4図に示すとおりである。これらの図に示されているように本地区については、次の層序が確立された(上位より)。

- 新里層 (300m)
- 与那原層 (870m)

- 上部 (320m)
- 下部 (550m)
- 那覇層 (85m以上)
- 小禄砂岩 (80m)
- 先小禄那覇層 (5m+)

以上の諸層の岩質その他について特記しておくべき事は、およそ次のとおりである。

1) 新里層

本層の上半部は砂岩を主とし、石灰質団塊を含むほかに砂質凝灰岩を挟む。また、その下半部は浮石質砂岩(一部礫岩化)と泥岩の互層からなり、全体的に海棲動物化石を多産するほか、炭化した木片やレンズ状の豆炭を含むところもある。本層の下限は浮石質微細粒砂岩の下限におかれ、下位の与那原層との関係は整合である。

2) 与那原層

本層は全体として泥質岩からなるが、岩質から、上部および下部に2分できる。

a) 上部

本層の上部の上半部はシルト岩を、また、その下半部は粘土岩を主とし、しばしば細粒砂岩の薄層を挟むほか、およそ2層準に海棲動物化石を産し、ときに浮石質中粒砂岩のレンズを挟有する。下部とは漸移しており、地質図に示された境界は、ある程度人為的要素を含む。

b) 下部

本層の下部は主として暗灰色塊状の浮石質泥岩からなり、しばしば細~中粒砂岩の薄層を挟む。そのうち、下限からおおよそ50m上位にある含化石中粒砂岩(厚さおよそ7m)は連続性に富み、鍵層として使える。本層の下限は暗灰色塊状泥岩の下限におかれ、下位の那覇層との関係は整合である。

3) 那覇層

本層はその最上位を占める小禄砂岩およびその下の先小禄那覇層に分けられる。

a) 小禄砂岩

本部層は主として白雲母質細粒砂岩からなり、上・下部に多くの泥岩の薄層を挟む。

b) 先小禄那覇層

先に示した沖縄本島南部における深井戸の坑井地質対比図(第15図)から明らかなように、先小禄那覇層は、与那原1号井において、およそ800mの厚さをもっているが、なおその基底には達していない。地表でみられるこの部分の厚さは数mで、砂岩の薄層を挟む暗灰色の塊状泥岩からなっている。

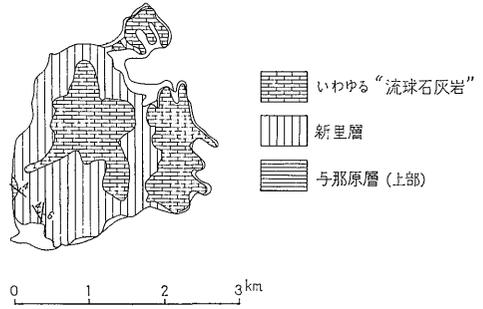
本地区の地質構造は、大観すれば、南東ないし東南東方向に緩斜する単斜構造である。部分的には小落差の階

段断層が顕著なところもあるが、1:25,000の地質図に表現できるものは少ない。岩相および岩相層序区分と地質時代区分との対照については、第4図にみられるとおりであるが、地質時代区分は浮遊性有孔虫の共存区間帯(以下帯と略記する)によって決定されたものである。

なお、沖縄本島中・南部地区に対して今後実施すべき事項の第1項として挙げられている数坑の試錐による調査の実施順位についても、すでに第3次調査の記録(福田ほか14名, 1967 a, b)において触れておいた。それによれば、第2号試錐の位置は、那覇1号井の上り傾斜にすべきことに意見の一致を見ている。今次の地表地質調査および後で述べる坑井地質調査の成果をとり入れて、この位置をさらに限定すれば、通堂町・西新町・天妃町・辻町あたりの、現場における工事および試験に支障のないところとなる。

4.2 宮城島

本島の島尻層群は、上位の新里層(100m+)および下位の与那原層(5m+)よりなり、島の中央部から北・東

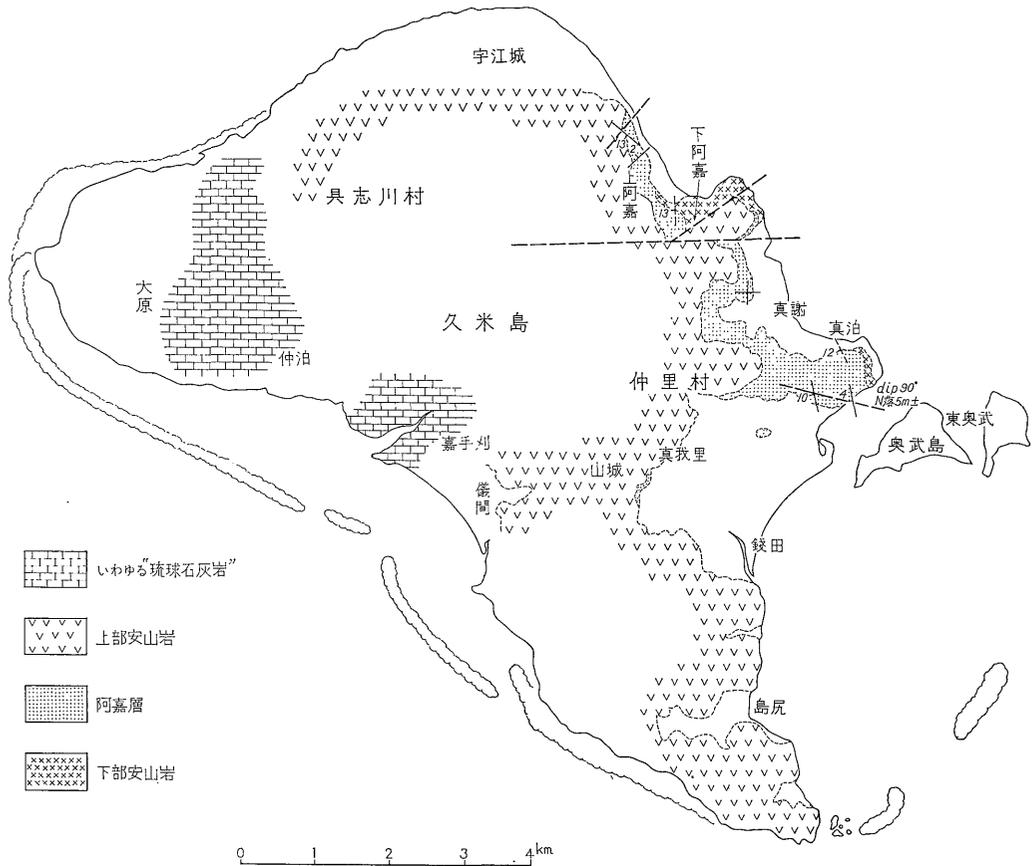


第5図 宮城島地質図
Geological map of Miyagusuku-jima

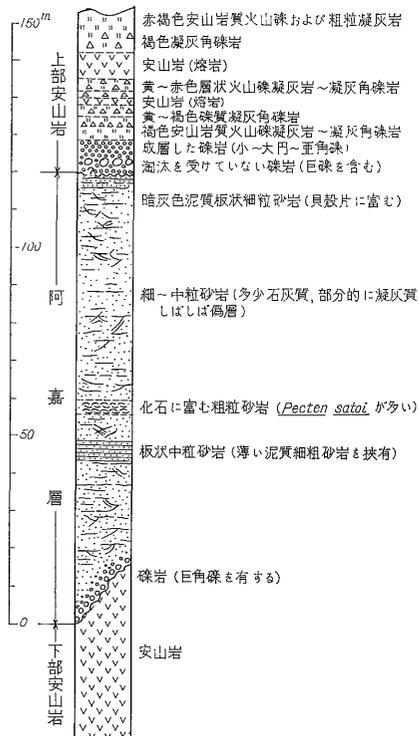
縁部にかけては、いわゆる琉球石灰岩が広く発達している。地質図(第5図)にみられるように、本島の島尻層群は北東~東北東に緩斜する単斜構造をなしている。

4.3 久米島

本島に対する今次の予察調査の成果をとりまとめて示したのが第6図および第7図である。それによれば、本島の層序は次のとおりである(上位より)。



第6図 久米島予察地質図
Geological map of Kume-jima



第7図 久米島阿嘉地域の地質柱状断面図

Geological columnar section of Aga district in Kumejima

隆起珊瑚礁および隆起海浜堆積物

いわゆる国頭礫岩(未確認)

いわゆる琉球石灰岩

上部安山岩(仮称) } いわゆる島尻層
阿嘉層

下部安山岩(仮称)

以上の中で、上部安山岩と下部安山岩とは、これまで同一層準とされていたものであるが、第6図に示されたこれら両安山岩と阿嘉層との分布関係、および阿嘉層の下部には下部安山岩の巨礫を含む礫岩がみられること等から、阿嘉層は下部安山岩の上に不整合に重なるものであり、かつ、阿嘉層の上に重なる上部安山岩は、下部安山岩とは明らかに区別されなければならないものと考えられる。また、阿嘉層に含まれている有孔虫群は、浅海性底棲種を主体とする群集構成を示しており、沖縄本島における島尻層群中のものとの共通性が少なく、かつ、浮遊性有孔虫の頻度がきわめて小さいため、現段階においては、明確な根拠に立脚して対比することはできないが、阿嘉層はおそらく新里層あるいはそれより上位の層準のもので、第四系に入る可能性さえあると思われる。

5. 地表有孔虫調査とその成果

5.1 浮遊性有孔虫による層位的区分

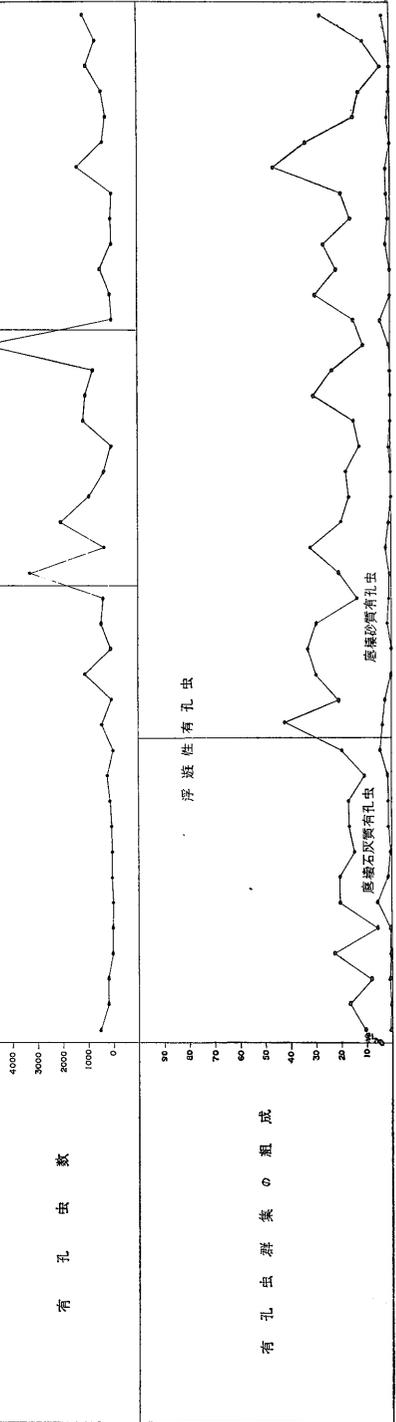
沖縄本島南部地区の今次地表地質調査地域について行なった浮遊性有孔虫調査の成果の概要を示したのが第

第1表 宮崎平野および沖縄本島南部における新第三紀層の浮遊性有孔虫帯による対比
Table of Neogene formation for the correlation between the southern part of Okinawa Island and Miyazaki Basin by planktonic foraminifera

時代	浮遊性有孔虫帯(一般)	宮崎平野	沖縄島南部	共存種(主要なもののみ)	
鮮新世	Globorotalia truncatulinoides 帯	高鍋層	新里層	Globorotalia truncatulinoides G. tosensis G. crassaformis G. inflata	
				与那原層	上部
上部中新世	Globigerina menardii - Globigerina nepenthes 亜帯	妻層	那覇層		下部
				小礫砂岩	
中新世	Globorotalia mayeri - Globigerina nepenthes 亜帯			Globorotalia mayeri Globigerina nepenthes Sphaeroidinellopsis seminulina S. subdehiscens	

第2表 島尻層群上部の有孔虫統計表
Statistical table of foraminifera from the upper part of Shimajiri Group

時代	上新世										鮮新世																														
	島					新					島					新																									
	下		上			下		上			下		上			下		上																							
層	Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes 亜帯										Sphaeroidinellopsis seminulina 帯										Globorotalia truncatulinoides 帯																				
	47	46	45	43	42	41	40	39	38	37	35	34	33	32	31	30	29	28	27	25	24	23	22	21	6	3	2	5	4	7	13	12	11	10	9	8	16	17	18	19	20
試料採取地点番号	05	10	10	50	70	43	25	40	25	14	0.6	2.0	0.3	2.0	0.4	1.0	0.1	0.6	0.15	0.4	0.6	13.0	0.2	0.07	0.3	0.07	1.0	2.0	0.6	1.0	2.0	0.3	0.4	1.0	0.4	0.2	0.3	0.3			
全有孔虫数	237	234	215	204	224	224	194	210	216	193	256	196	147	445	195	102	376	328	192	302	372	189	171	228	73	227	345	76	179	291	110	128	63	416	160	255	166	205	194	342	
有孔虫数 (g当り)	515	234	215	41	28	5	74	53	67	54	225	13	483	74	1113	76	485	376	188	320	390	315	13	1140	1043	757	494	8	30	485	11	64	3	197	400	255	415	1025	647	1140	
全浮遊性有孔虫数	212	195	198	199	211	178	147	180	182	180	137	209	79	117	314	172	129	325	190	132	245	310	155	150	166	73	175	310	65	126	230	81	108	51	225	107	218	146	198	174	249
全底棲有孔虫数	25	39	17	16	13	46	37	30	36	36	16	51	57	30	131	84	53	48	68	60	60	62	33	21	32	22	52	36	11	53	61	29	20	12	191	53	37	20	7	20	93
全底棲石灰質有孔虫数	24	38	15	15	12	33	34	33	33	4	41	52	26	131	84	30	51	65	56	62	33	20	32	22	32	52	36	8	53	60	27	19	11	184	53	35	20	7	18	84	
全底棲砂質有孔虫数	1	1	2	1	1	13	3	1	2	10	5	4	0	0	3	2	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	2	9
浮遊性有孔虫の百分率	85.4	83.5	92.0	77.4	94.1	79.4	78.6	87.8	83.3	89.5	80.3	58.0	78.5	70.5	67.1	70.8	66.4	73.2	68.3	63.3	62.5	67.7	68.9	68.6	77.0	68.5	65.5	70.3	73.6	64.3	60.9	64.0	68.6	65.4	62.9	65.5	68.6	72.9			
底棲有孔虫の百分率	10.6	16.7	6.0	22.6	5.9	20.6	20.2	14.3	16.6	16.7	10.5	19.7	42.0	20.5	32.9	29.2	13.6	20.8	31.7	19.7	17.5	12.3	14.1	30.2	23.0	10.5	14.5	29.7	21.0	26.4	15.7	18.1	46.0	33	14.6	12.1	3.4	10.4	27.2		
底棲石灰質有孔虫の百分率	10.1	16.2	6.9	23.0	6.3	14.7	18.4	13.9	13.1	15.2	9.1	16.4	38.2	17.6	28.9	27.4	2.7	20.1	29.1	19.0	16.7	11.6	14.1	30.2	23.0	10.5	10.5	28.7	26.6	24.5	14.8	17.4	44.1	33.1	13.7	12	3.4	9.1	24.5		
底棲砂質有孔虫の百分率	0.4	0.4	0.9	0.4	0.4	5.8	1.6	0.4	1.3	1.3	1.3	4.2	3.6	2.7	0	0	1.6	0.6	0.7	2.0	0.7	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.7



1表である。それによれば、*Globorotalia truncatulinoides* 帯と *Sphaeroidinellopsis seminulina* 帯との境界(鮮新・中新両統の境界)は、ほぼ与那原層の最上位付近に、また、後者と *Globorotalia menardii-globigerina*

nepenthes 亜帯との境界は、同層上部の中位より少し基底寄りにある。第1表には、浮遊性有孔虫の共存区間帯の対比によって明らかにされた島尻層群(新里層のトップから与那原1号井の掘り止め層準まで)と宮崎層群と



第8図 沖縄本島南部における有孔虫試料採集地点および浮遊性有孔虫の化石帯

Location of foraminifera samples and the fossil zones of planktonic foraminifera in the southern part of Okinawa Island

の関係が示されているが、宮崎ガス田における主要なガス層が妻層の基底礫岩であることは、本地区の天然ガス鉱床の探鉱方針を立てる上に重要な示唆を与える。

5.2 群集生態学的区分

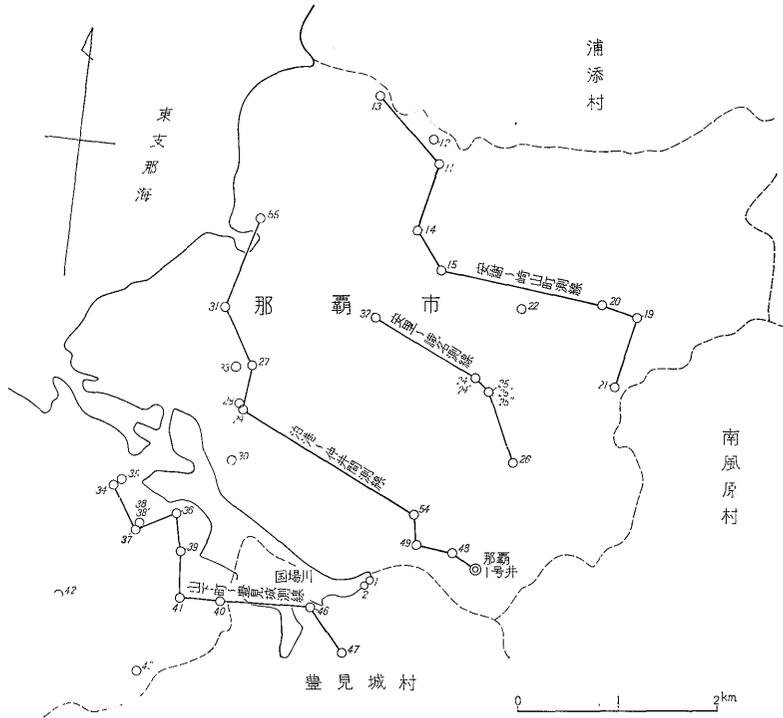
第2表は、国場～稲嶺～志堅原ルートの有孔虫統計表である。また、本表に含まれる試料採集地点は第8図に示されている。第2表から読みとれる重要なことは次の4点である。

- 1) 有孔虫数がとくに大きいのは地点27および地点5である。
- 2) 各地点の全群集中に占める底棲石灰質有孔虫の割合は、大局的に見ると、地点34と33との間で大きく変っている。
- 3) 全群集中に占める砂質有孔虫の割合は5.8%以下である。

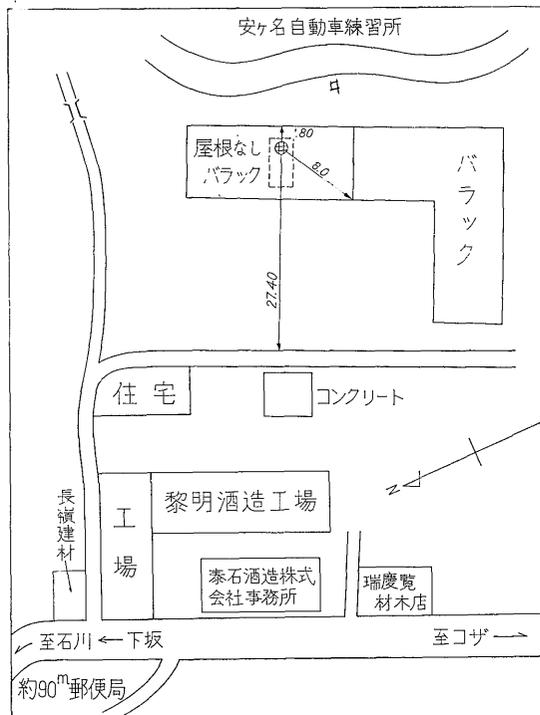
- 4) 全群集中に占める底棲有孔虫の割合は46.0%以下である。

さらに、底棲有孔虫群集の組成について見ると、地点35と34との間に大きな変化があり、地点35を含むアップディップ側のものを下位群集、また、地点34を含むダウンディップ側のものを上位群集とすると、それぞれの群集には、次のような特徴が認められる。

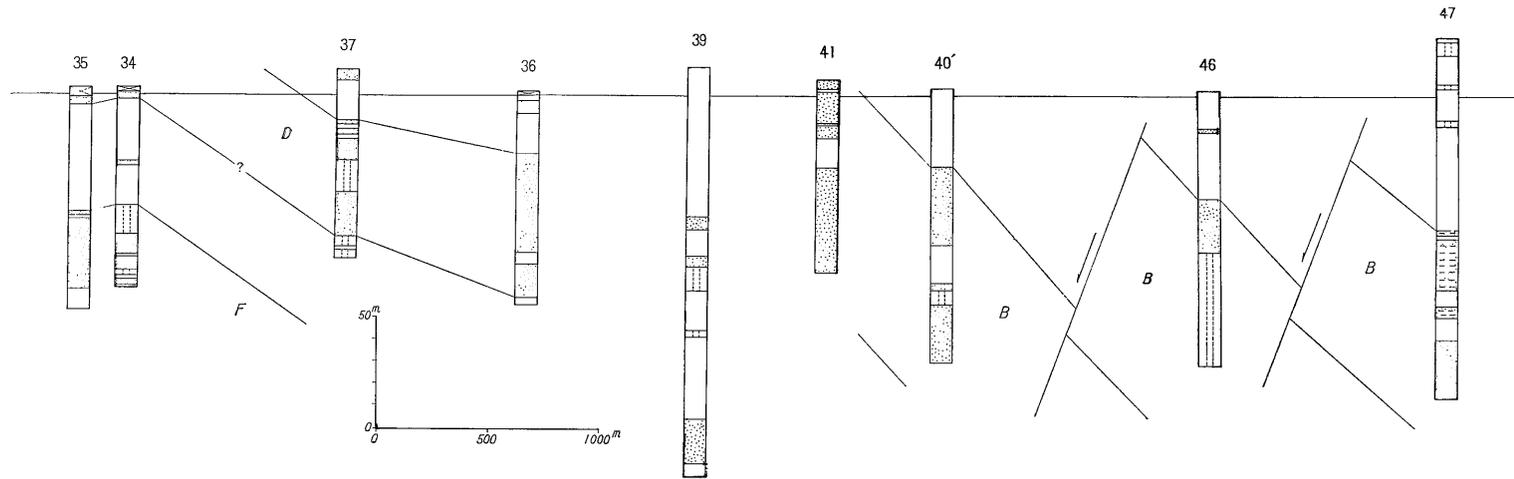
- 1) 下位群集を特徴づけているのは次の4種である。
Spirobovina の1種(おそらく新種)
Uvigerina proboscidea
Bulimina inflata
Tosaia hanzawai
- 2) 上位群集を特徴づけているのは次の2種である。
Bolivina robusta
Cassidulina margareta



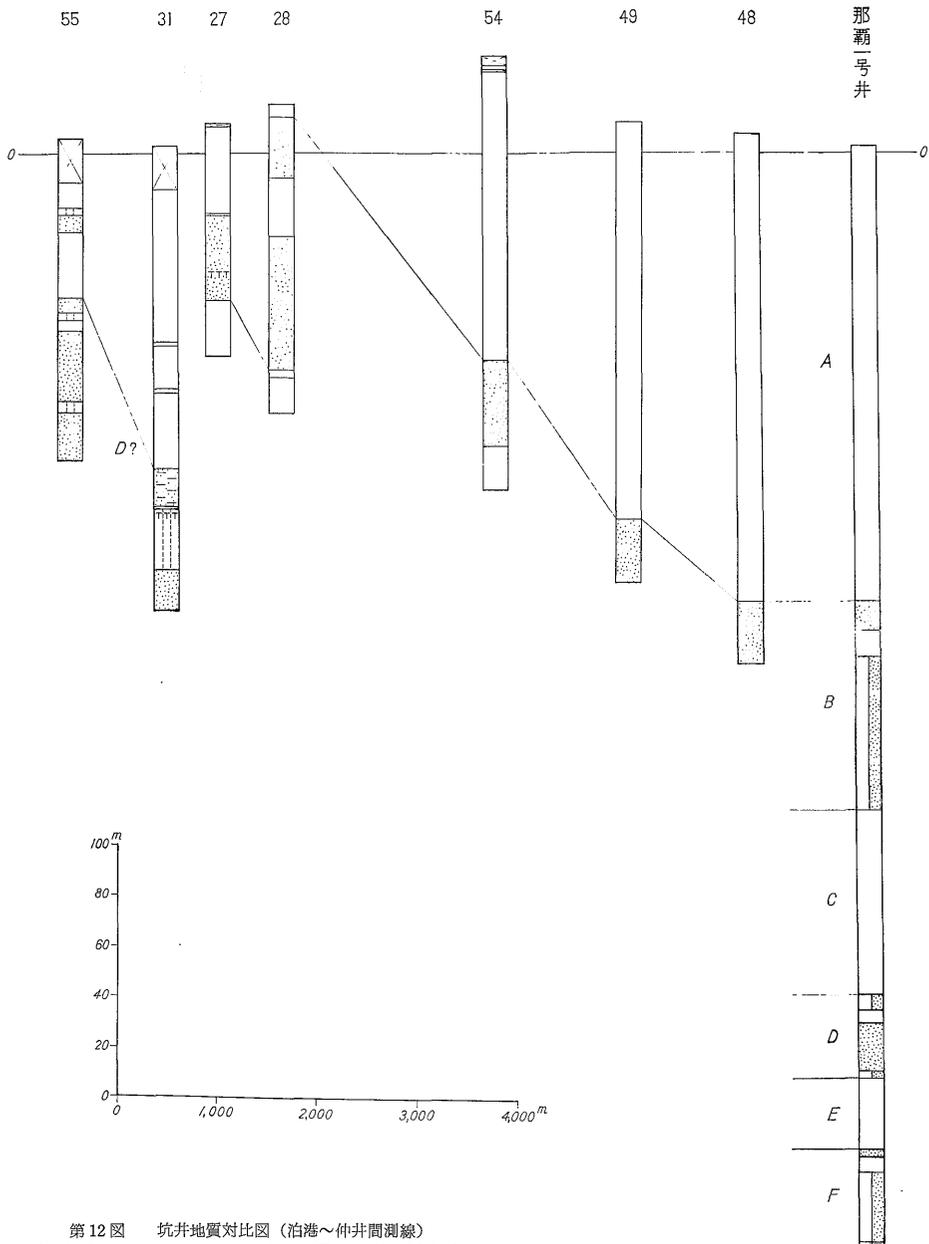
第9図 那覇市内における調査坑井位置図
Locality map of surveyed wells in Naha City



第10図 調査坑井（水井戸）の位置図の1例
An example of locality map for surveyed water wells



第11圖 坑井地質對比圖(山下町~豊見城測線)
Geological correlation of well logs (Yamashitacho-Tomigusuku)

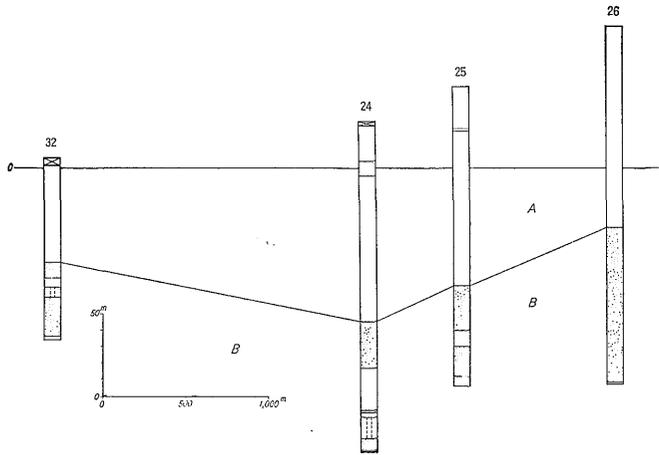


第12図 坑井地質対比図(泊港~仲井間測線)
Geological correlation of well logs (Tomariko-Nakaima)

6. 坑井地質調査とその成果

坑井地質調査は、地表地質調査による解明の困難な家屋密集地域(とくに那覇市)の地質を明らかにし、かつ、次に述べる坑井地化学調査の結果の解析に資するために行なわれた。沖縄においては、深井戸台帳が整備されていないので、本調査は、地質資料のある深井戸の位置を地図上に正確にプロットし(第9図)、各井戸ごとに

水準点の点之記に準じたその付近の見とり図(第10図)を作成し、かつ、坑口の標高の測定を行なわなければならなかった。このように、坑井地質そのものの調査に入るまでに大きな作業量を消化しなければならず、かつ、地質資料のある深井戸そのものの数も少ないので、特定帯水層の上限あるいは下限を連ねる面をコンターで示すところまで至っていない。そのため、ほぼ北西~南東に



第13図 坑井地質対比図(安里～識名測線)
Geological correlation of well logs (Asato-Shikina)

走る4測線について行なった坑井地質相互の対比, および, その結果明らかになった地質構造の概要を示したのが第11～14図である。

(1) 山下町～豊見城測線: 本測線のほぼ中央に位置するNo. 39奥武山給油所の坑井地質については, よくわからないが, これより北西側が単斜構造をなしているのに対して, 南東側には, 図示したような階段断層がないとすると, 坑井地質の解釈が不可能となる。本測線の南東半部においては, 揚水はB層から行なわれているが, 北西半部においては, D層あるいはF層から揚水されている。

(2) 泊港～仲井間測線: 本測線においては, 全体として, 単斜構造をなしているものと考えられるが, 北西端部の No. 31 玉城米屋および No. 55 の層位の認定には確信を持ってない。那覇1号井を除くそれ以外の各井戸においては, 揚水はすべてB層から行なわれている。

(3) 安里～識名測線: 本測線においては, 盆状構造の断面のような地質構造が認められる。揚水はすべてB層から行なわれている。

(4) 安謝～崎山町測線: 本測線においては, もっとも興味深い地質構造の断面が認められる。すなわち, 首里は顕著なドーム構造の断面が認められるほか, No. 14真嘉比湯と No. 15 真嘉比小学校との間には, 落差およそ150m の断層の存在が推定される。揚水はおもにB層から行なわれているが, B・D両層に孔明管のある井戸もある。

なお, 参考までに, 昨年度帰任後の検討の結果をとり入れた那覇・与那原・勝連各1号井の坑井地質の相互関係を示したものが第15図である。

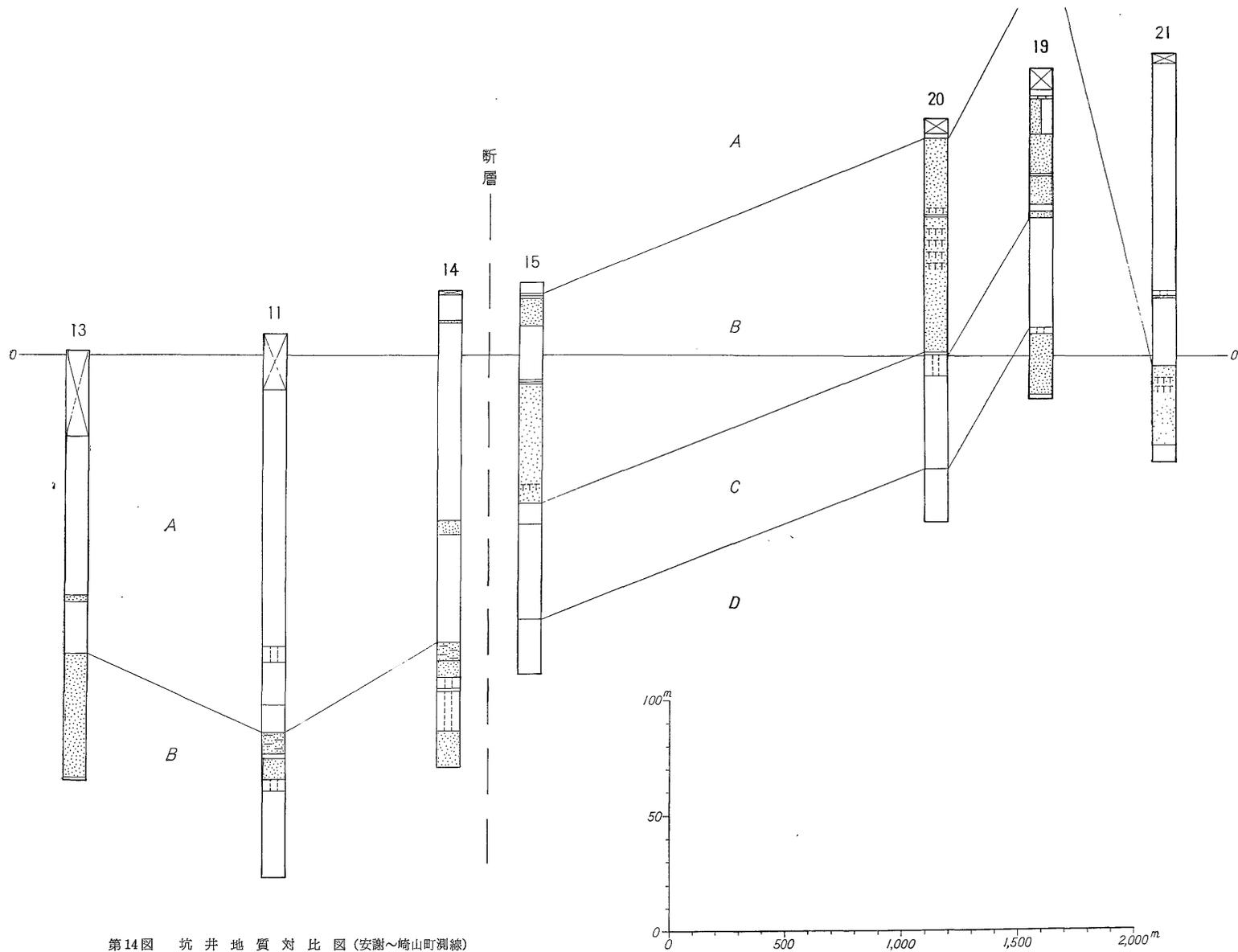
7. 坑井地化学調査とその成果

天然ガス鉱床調査においては, 地下水法による坑井地化学調査は, 一般に有効度が高い。今回の調査は, 勝連半島に近い具志川村から南の地域に分布する地下水採取を目的とした比較的小深度の52坑井を対象として行なわれた。現在までに得られた結果の概要は次のようである。

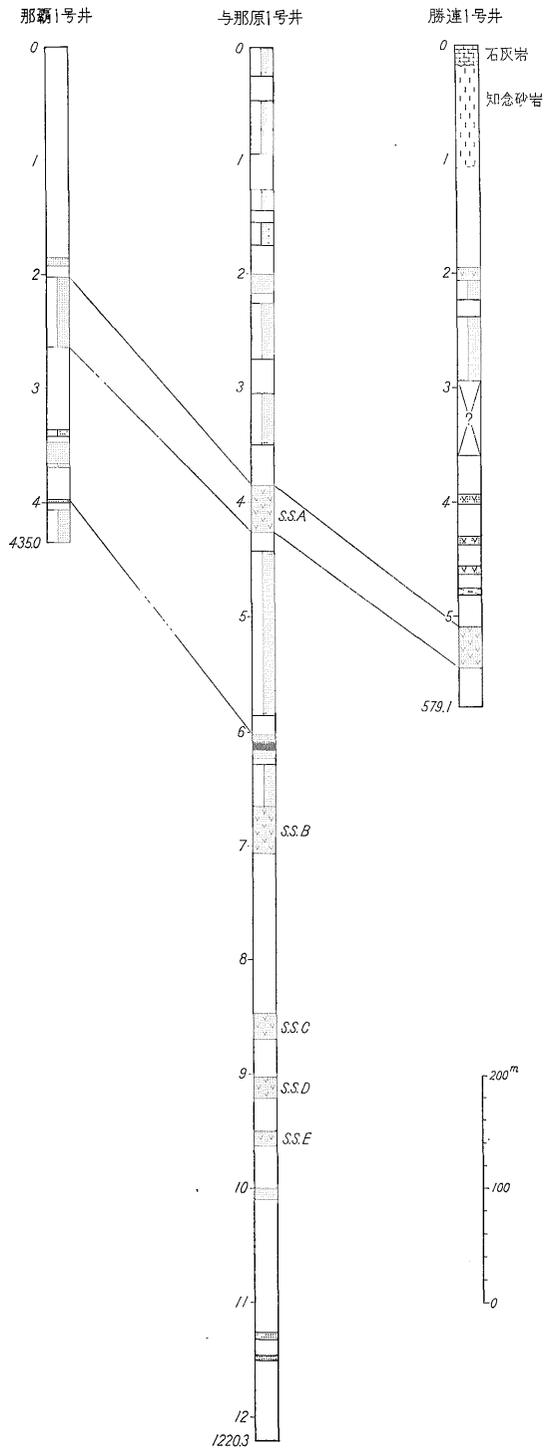
(1) 遊離ガスが自噴する坑井はみられないが, 機械的に地下水を地上に揚げる場合に, 明らかに坑口遊離ガスをもつ坑井がある。中城村添石においては $Cl^- = 7, 220$ mg/lの地下水に伴って, 深度122mの坑井から天然ガス $15m^3/day$, 水 $81kl/day$ を産出している。すなわち, 坑口実測ガス水比は0.2である。このガス水比は, 理論溶解ガス水比のおよそ70%に達する。この遊離ガスの質は, CH_4 を主とする通常の可燃性天然ガスであり, H_2S は認められない。

(2) 地下水の自噴井は見あたらず, 揚水はエアリーフト, ポアホールポンプあるいは水中ポンプによっているが, すべての地下水に溶存メタンが検出されている。

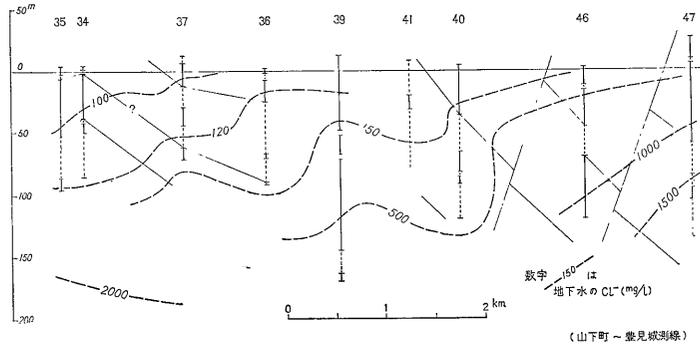
(3) 調査地域内のガス鉱床は塩素度相関型である。本地域内で報告された地下水中の最大 Cl^- 濃度は $17, 383mg/l$ であり, この場合の I^- は 79.38 mg/l である(兼島, 1960)。昭和41年に掘さくされた那覇1号井の深度397～435mの含水砂層では $Cl^- = 8, 320mg/l$ であり, ガス水比が約0.9で, ほぼ100%のガス飽和率である。この値を用いて地下水は $Cl^- > 8, 320$ mg/l の場合にガスを飽和するものとして, 6坑の代表井における地下水の Cl^- からガス水比を求めてみると, ほぼ実測値に近いものとなる。すなわち孔明管の深度および地下水の Cl^- によって,



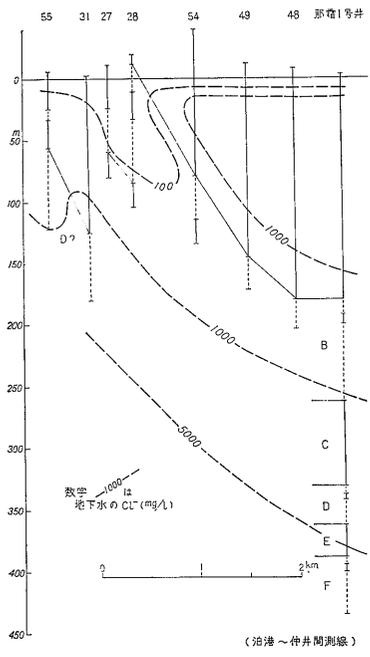
第14圖 坑井地質對比圖(安謝~崎山町測線)
 Geological correlation of well logs (Azyz-Shikiyamacho)



第15図 沖縄本島南部における深井戸の坑井地質対比図
 Geological correlation of deep well logs in the southern part of Okinawa Island



第16図 地下水の推定 Cl⁻ 濃度垂直分布図(山下町~豊見城測線)
Vertical distribution of Cl⁻ in groundwater (Yamashitacho-Tomigusuku)



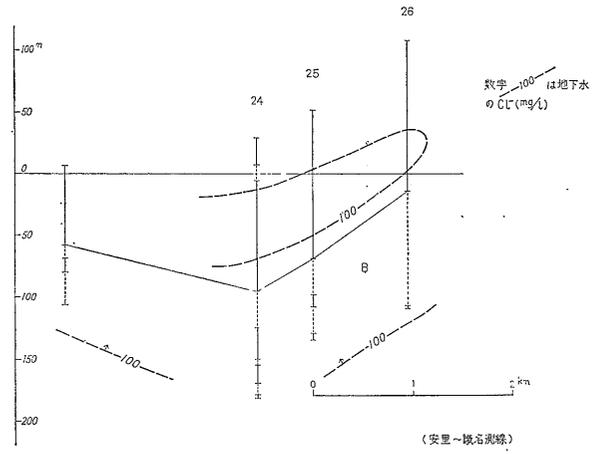
第17図 地下水の推定 Cl⁻ 濃度垂直分布図(泊港~仲間測線)
Vertical distribution of Cl⁻ in groundwater (Tomariko-Nakaima)

ガス水比をおよそ推定できる。

(4) 那覇地域の坑井地質断面に対応する地下水の Cl⁻ の推定分布状況は、第16~19図に図示したとおりである。塩素度相関型鉱床における Cl⁻ の分布は、ガスの賦存力(ポテンシャルティー)を一般によく示すものであるので、次に各測線におけるその大要を述べる。

1) 泊港~仲間測線(第17図)においては、小緑砂岩への天水の侵透によるガス層のガス賦存力の低下が浅所でよくみられるが、深部にいたると、かえって南東よりも北西において急激に Cl⁻ が増加するとの推定も可能である。

2) 山下町~豊見城測線(第16図)では、北西方に Cl⁻



第18図 地下水の推定 Cl⁻ 濃度垂直分布図(安里~識名測線)
Vertical distribution of Cl⁻ in groundwater (A:ato Shikina)

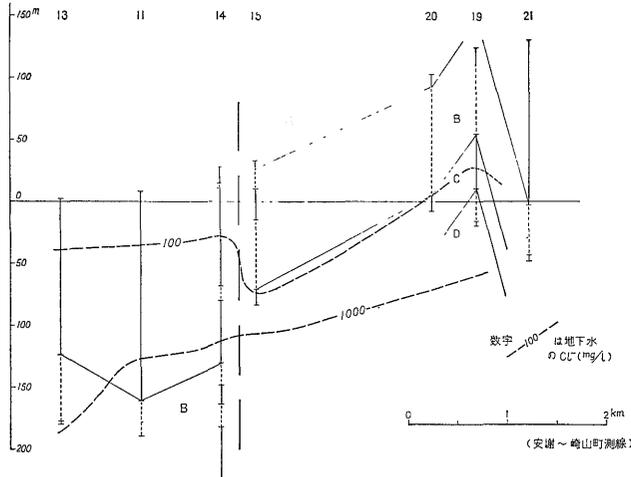
が薄く、南東方に急激にこれが増加する。しかし、上述の泊港~仲間測線の資料から、那覇港西部において、再び Cl⁻ の増加があるものと推定される。

3) 安謝~崎山町測線(第19図)では、地質構造の複雑さに対応する複雑な Cl⁻ 分布を示す。首里におけるD層の Cl⁻ 濃度は、比較的急激に増加する可能性がある。

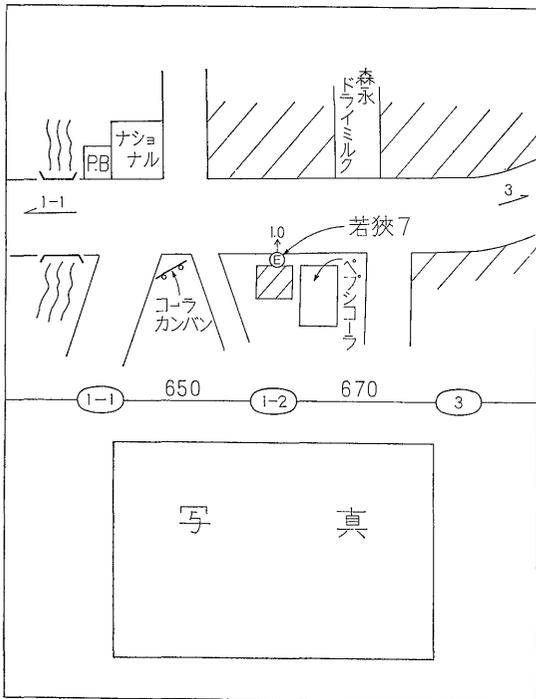
4) 安里~識名測線(第18図)では、深度100m程度の地下水の Cl⁻ は、30~100mg/l程度である。B層に対する天水の侵入は、むしろ南東側から行なわれているようである。

5) 那覇付近では、深度50~100m程度の浅所地下水の Cl⁻ が、市の中心部において、東西に少なくなっている。しかし、深度300m程度になれば、一般に Cl⁻ > 2,000 mg/l 程度になるものと推定される。すなわち、ガスの分布は比較的広範囲にわたるものと思われる。

6) 広域的にみれば、那覇市街地付近では、小緑砂岩より下位においても、ガスは明らかに存在する。しかし、勝連半島に近い具志川村付近では、その層位の砂層



第19図 地下水の推定 Cl- 濃度垂直分布図(安謝~崎山町測線)
Vertical distribution of Cl⁻ in groundwater (Azya-Sakiyamacho)



第20図 重力観測点の点之記の一例
An example of "Tennoki" (detailed locality map of observation point) for gravity survey

から淡水が得られるようになっている。

8. 重力探査概査とその成果

8.1 目的

沖縄本島および属島における重力探査の適応性を調べ、同時に基盤の表面形の概要を明らかにするため、重力探査概査を行なった。

8.2 調査方法

1) 那覇市の政府玄関前に設定されている政府水準原点(基準点1, 標高7.586m)における重力測定値125.44 mgal を基として、22の重力基準点を選定し、これら基準点から、各測点での重力の比較測定を行なった。

2) 調査の能率を考慮し、主要道路上に、600m ごとに選んで杭打ち、点之記(第20図)を作成したほか、既存の水準点を使用した。測点数は、基準点を含めて本島内は277点、属島31点で、ほかに、久米島において40点の測定を行なった。

3) 使用した重力計はウォルドン重力計(No. 699, 器械常数0.1014mgal/S.D.)である。

4) 測定値にはドリフト補正、高度補正および緯度補正を補した。

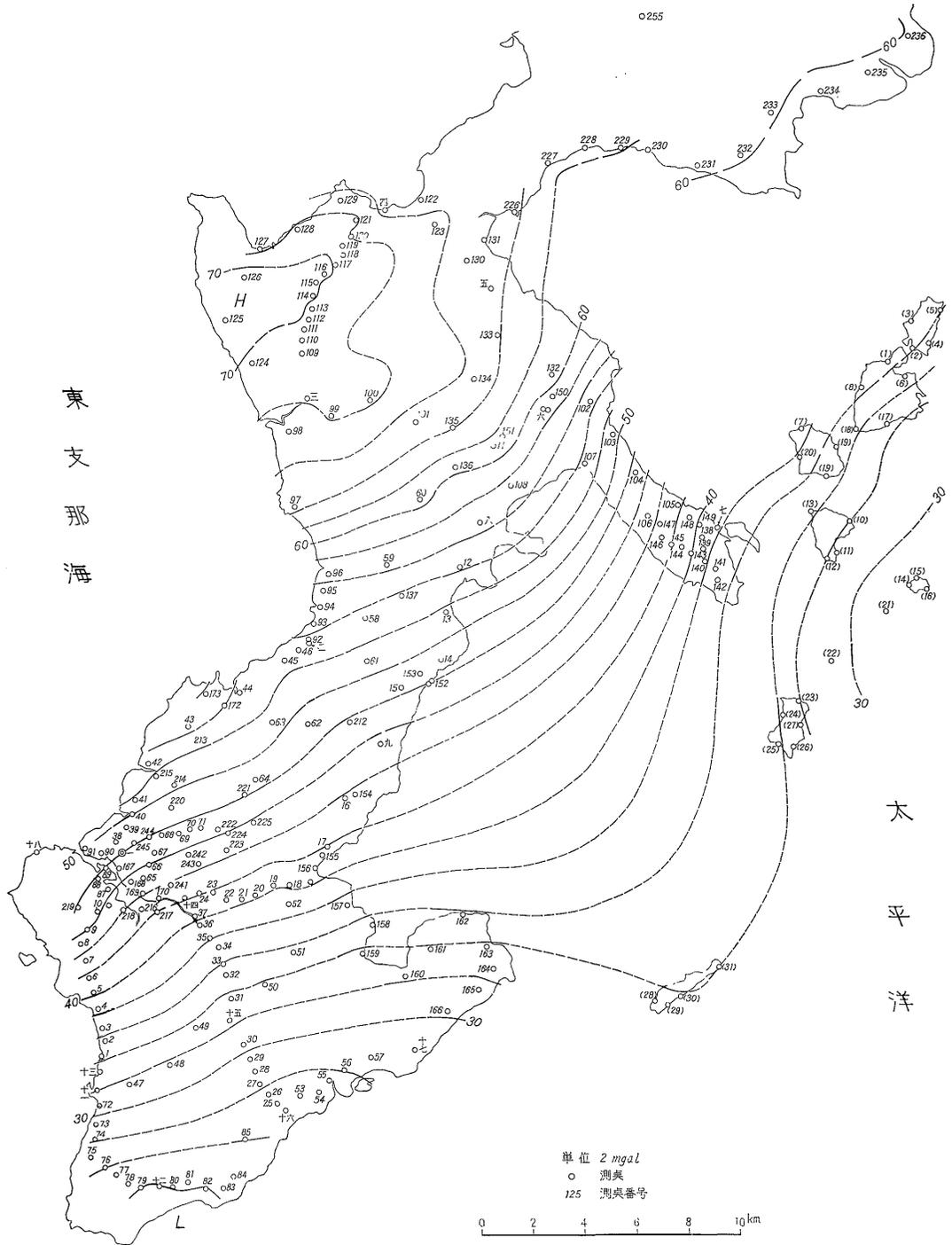
8.3 調査範囲

石川市石川・恩納村仲間から、南は糸満町伊原・米須にいたる沖縄本島中・南部地区全域、与勝海上の属島を主とし、これに、本部半島、大宜味村塩屋から恩納村安富祖まで、石川市から久志村辺野古までの海岸道路を含む地域、および久米島を加えた。

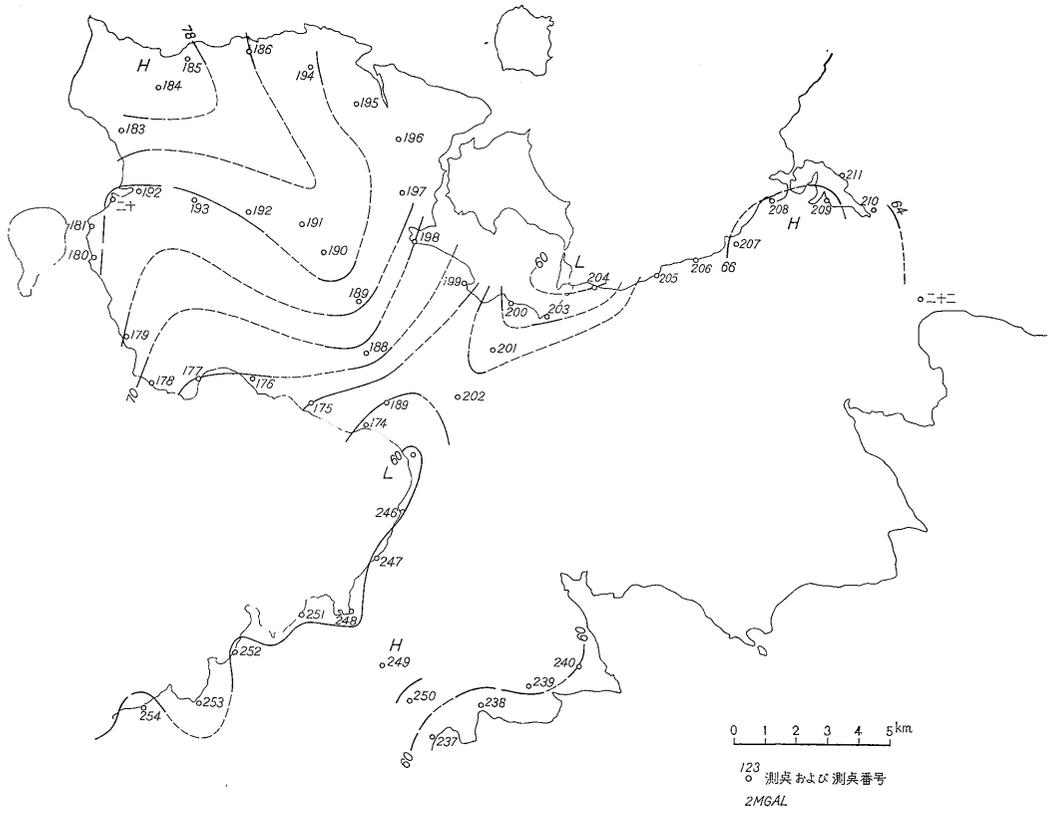
8.4 調査結果

観測されたもっとも高い重力値は、本島中・南部地区では測点 No. 126 における 171.40mgal, 本部半島地区では No. 184 における 179.11mgal, また、久米島では No. 21 における 125.57mgal であった。一方、観測されたもっとも低い重力値は、本島中・南部地区では No. 82 における 123.87mgal であった。なお、等重力線図は、測定値表の値から100mgal差し引いた値を採用し、等重力線の間隔は2 mgal とされた。

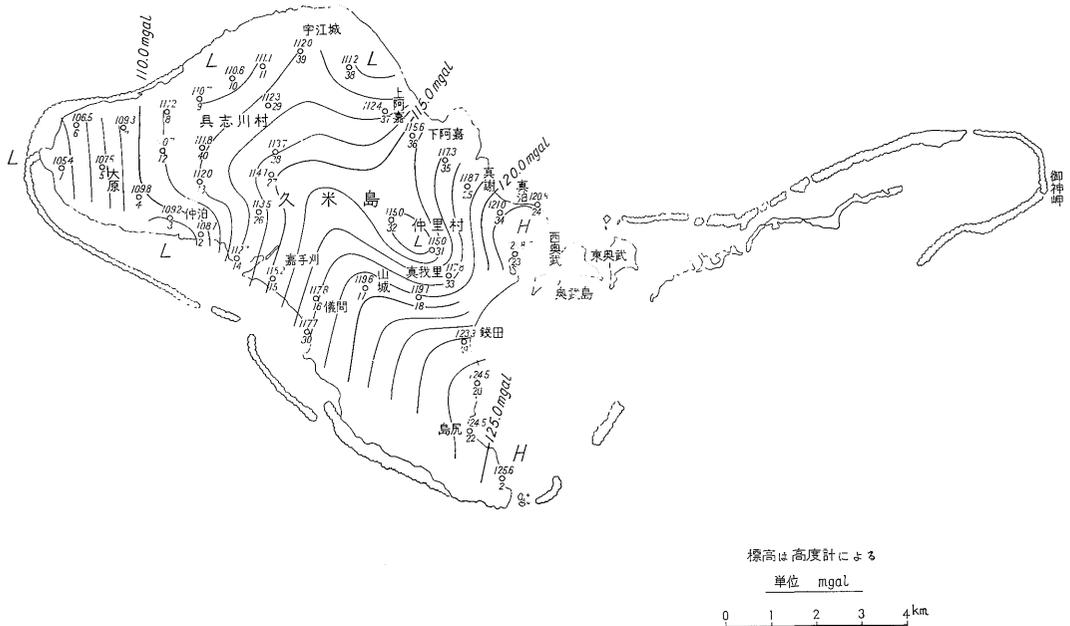
1) 本島中・南部地区: 等重力線図(第21図)をみると、一般に北西から南東に向かって重力は低くなっていく



第21図 沖縄本島南部地区等重力線図
 Isogravimetric map in the southern district of Okinawa Island



第22図 沖縄本島名護地区等重力線図
Isogravimetric map in Nago district of Okinawa Island



第23図 久米島等重力線図
Isogravimetric map of Kumejima

る。しかし、こまかく見ると、低重力域は喜屋武岬付近および浮原島付近の海域に分かたれており、中城湾においては、等重力線が南東方向に張り出していることが注目されるほか、宜野湾市普天間から与那原町・那覇市にかけて、さらにこまかい重力異常の存在が考えられる。

2) 本部半島およびその周辺：本地区(第22図)については、水準点のみの観測結果であるが、本部半島は北の高重力域と南の低重力域とに分かれ、かつ、羽地村奥武島および名護町名護を中心とした低重力帯をもって、本島の山地に接していることが判明した。

3) 久米島：本島(第23図)は一般に沖繩本島よりも大きい重力値を示しており、とくに大きな値を示す真泊および島尻付近には、火成岩の影響が考えられる。

9. 関連地域調査とその成果

今回の関連地域調査の対象として取り上げたのは、恩納村山田のガス徴候地、名護町付近、竹富島および石垣島、ならびに宮古島である。

9.1 恩納村山田

本地のガス徴候地から、昭和40(1965)年に牧野技官が採取し、米谷技官が分析した天然ガスの組成(vol.%)は次のとおりである。

CH ₄	93.04
CO ₂	0.38
N ₂	6.27
He	0.010
O ₂	0.30
He/N ₂	1.6×10 ⁻³

この He/N₂ の値は古いガスであることを示す。

また、昭和41(1966)年12月に、本島・比留川・影山らが採取し、永田技官が分析した同地の天然ガスの組成(vol.%)は次のとおりである。

CH ₄	91.40
CO ₂	0.25
N ₂	8.20
He	0.004
O ₂	0.15
H ₂	0.000
He/N ₂	4.2×10 ⁻⁴

この He/N₂ の値も古いガスであることを示す。

今回の調査で感じたことは、天然ガスの地表徴候が年々おとろえつつあるようであり、これは、ガス採取時の潮汐との関連性ばかりではなさそうである。

山田温泉1号井(古い方)からは、機械揚水によって地下水を採取したが、その水質は、①n×1,000mg/l程度のCl⁻を含有し、②H₂S 臭があり、③甘味もある典型

的なアルカリ性地下水であり、④ガス付随水と酸素の多い循環地下水との中間の性質を示し、⑤水温は23.8°C、⑥遊離ガスを保持せず、⑦水中溶存酸素は0.5cc/l前後を示すなどの特徴がある。

以上の資料を総合すると、本地のガス徴候は、基盤をつくる有機物を含む古いスレート質の岩石に由来する小型の可燃性ガスの表面徴候であると結論づけられる。

9.2 名護町付近

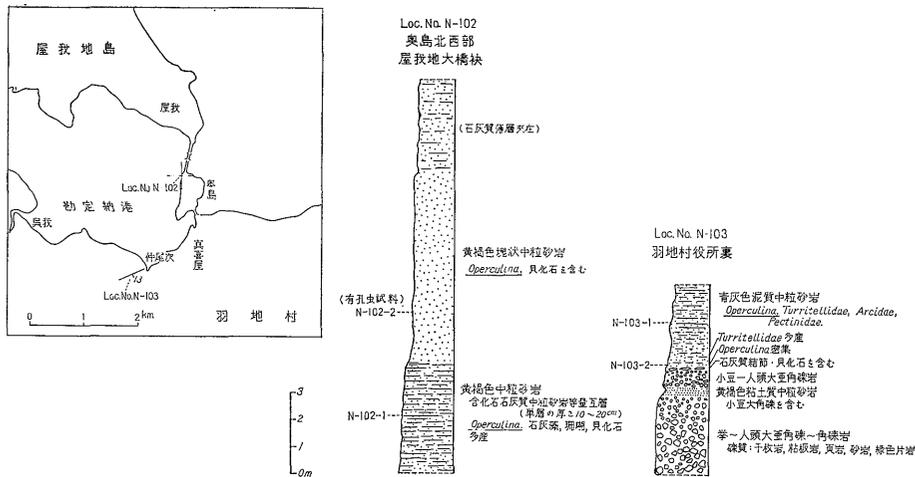
名護町東江のオリオンビール(株)7号井は、昭和35(1960)年当時天然ガスを産出していたが、その産状は次のとおりである。

坑井深度	46m	自噴	水位 +0.1m	水温	23.7°C
水量	4.5kl/day	ガス量	0.16m ³ /day	ガス水比	0.04
水質	HCO ₃ ⁻	273	(mg/l)		
	Cl ⁻	36.5	"		
	pH	7.9			
ガス質	He	0.004	(%)		
	H ₂	0.000	"		
	O ₂	0.10	"		
	N ₂ +Ar	11.60	"		
	CO ₂	0.27	"		
	CH ₄	88.03	"		
	C ₂ H ₆	0.03	"		
	C ₃ H ₈	0.00	"		

すなわち、この天然ガスは第三系あるいは基盤のスレートなどに由来するものと推定されるが、Heはおそらく問題なくスレートに由来すると思われる。

このオリオンビール(株)7号井の南方約1kmの海岸に露出するスレートの化学組成は、地質調査所の分析によれば、次のとおりである。

SiO ₂	62.9	(%)
TiO ₂	0.72	
Al ₂ O ₃	16.36	
Fe ₂ O ₃	2.37	
FeO	3.55	
MnO	0.07	
MgO	2.49	
CaO	2.36	
Na ₂ O	2.61	
K ₂ O	2.38	
P ₂ O ₅	0.05	
H ₂ O-	0.12	
H ₂ O+	2.90	
C	0.69	
計	99.57	
有機炭素	0.36	



第24図 本部半島羽地村地区の上部新第三系(第四系)の地質柱状断面図

Geological columnar section of upper Neogene formation (Quaternary formation) in Haneji area, Motobu Peninsula

すなわち、このスレートは有機炭素をおよそ、0.4%も含有するので、前記のガスとの関連について、今後なお研究を要するところである。またこの点に関連して、今回採集したいわゆる鳥尻層の岩石中の有機物の研究をまたなければならない点も少なくない。

この地方のいわゆる鳥尻層については、奥武島北西部の屋我地大橋のたもとおよび羽地村役場裏に露出するものについて予察調査を行なった。その結果の概要を示したのが第24図であるが、岩相が久米島の阿嘉層に類似するばかりでなく、両者ともに *Chlamys satoi* を含んでいることが注目される。すなわち、上記2地点で見られるいわゆる鳥尻層も、新里層あるいはそれより上位(第四系の可能性を含む)の層準の地層であろう。

9.3 竹富島および石垣島

地質調査所が所有する竹富島東沖のガス徴ガスの分析資料は次の2つであるが、分析に使われたガスは、昭和40(1965)年10月に採取されたものである。

1) 東京大学の質量分析計による分析値

CH ₄	70.9 (vol.) (%)
C ₂ H ₆ sup	0.06 "
CO ₂	*1.3 "
N ₂	25.8 "
Ar	0.18 "
O ₂	0.3 "
H ₂	* 1.4(vol.) "

* 分析値の再検討を要する(本島)。

2) 地質調査所のガスクロマトグラフによる分析値

	A	B
CH ₄	74.60 (vol) (%)	74.07 (vol) (%)

C ₂ H ₆ sup	n. d.	n. d.
CO ₂	0.24	*1.09
N ₂	24.91	24.40
O ₂	0.22	0.40
H ₂	0.000	n. d.
He	0.033	0.04
He/N ₂	1.4×10 ⁻³	1.7×10 ⁻³

以上の分析値を本土の古生層から産する可燃性天然ガスの分析値と比較すると、次のことが推定できる。

- 1) 竹富沖のガスでは、He/N₂の値が本土の古いガスの値 3.5~5.7×10⁻⁴ よりもやや大きい。
- 2) CO₂は、竹富沖のガスでは0.24~1.3%と変動し、本土の値0.2~0.79% (ただし、0.79%の場合は H₂S をも含めた含量) よりもやや多い場合がありそうである。
- 3) 竹富沖のガスでは、N₂は25%前後であり、本土の27.9~47.25%より少ない。
- 4) CH₄は竹富沖のガスに多い。

以上に述べたことから、竹富沖の天然ガスは CH₄ を主成分とする可燃性のものであり、今回採取した試料について、上記事項をさらに明確にしてゆきたい。これまでの資料によれば、このガスの推定根源岩は中性代~古生代に属する黒色の含有有機質岩であろうと考えられる。

竹原島および石垣島の地質については、H. L. FOSTER (1965) 女史の論文が発表されており、この論文を参照しつつ両島の予察調査を行なったが、同女史が富崎層の最下位層としている礫岩と、見掛け上その上に重なるチャートとの層位学的関係、ひいてはこれら中生層あるいは後期古生層とされている岩石の地質構造については、さらに検討してみる必要があるであろう。

9.4 宮古島

下地町川満の城辺層の泥岩は有機炭素を0.51%も含み、また、城辺町の東平安名岬の同層の泥質岩は0.23%の有機炭素を含有する。この両分析値は、城辺層の泥質岩が天然ガス根源岩としての化学的性格を一応そなえていることを明示している。今回は多数の地点で城辺層の泥質岩の試料を採集したので、今後これら試料について有機炭素、抽出性炭化水素および石油化度などの測定を進め、さらに今回採取した地下水試料中の溶存炭化水素量の測定を加えることによって、炭化水素鉱床学の地化学面の研究が1歩前進すると思われる。

城辺層からは地表有孔虫予察調査用の試料採集も行なわれた。そのうち、検鏡がすんだ5点(与那覇湾沿岸のもの2点、北東側海岸のもの3点)についてみると、与那覇湾沿岸のもの1点および北東側海岸のもの1点が *Globorotalia truncatulinoides* 帯の最下部付近に当り、他の3点は *Sphaeroidinellopsis seminulina* 帯に属する。すなわち、これら5点の城辺層は与那原層の上部~新里層の下部の属準に属し、走向に平行な階段断層の存在を明らかに示している。

10. 技術指導

琉球政府関係者に、下記の諸点について、技術指導を行なった。

- (1) 地表地質調査法
- (2) 地表有孔虫調査法
- (3) 坑井地質調査法
- (4) 坑井地化学調査法
- (5) 天然ガス鉱床の地化学調査法
- (6) 天然ガス鉱床学一般
- (7) 地質調査に伴う地形測量法
- (8) 重力探査に伴う水準測量法
- (9) 坑井地質調査に伴う水準測量法

11. 総括

今次の調査によってこれまでに得られた成果のおもなものは、次に列挙するとおりである。

(1) 沖縄本島南部地区南部の島尻層群は、新里層、与那原層(岩相によって上部と下部とに分けられる)、那覇層最上位の小祿砂岩およびその直下の粘土岩からなる。

(2) 新里層および与那原層上部の最上部が *Globorotalia truncatulinoides* 帯に、以下同層の真中より少し下位までが *Sphaeroidinellopsis seminulina* 帯に、また以下与那原1号井の掘り止め(既知の島尻層群の最下位)までが *Globorotalia menardii*-*Globigerina nepenthes* 帯

帯に属する。

(3) 有孔虫群集の統計処理によって知られる大きな古生態学的境界は、与那原層上部の *Sphaeroidinellopsis seminulina* 帯の下限付近にあり、この付近を境として、底棲有孔虫(おもに石灰質)の組成にも、かなりの変化が認められる。

(4) 羽地村および久米島に分布するいわゆる島尻層は、ともに新里層あるいはそれより上位のもので、第四系に入る可能性さえあると思われる。

(5) 宮古島の城辺層は大部分与那原層上部に対比されるものであろう。

(6) 石垣島において FOSTER 女史が富崎層の最下部層としている礫岩と、見掛け上その上に重なるチャートとの層位学的関係については、さらに検討して見る必要がありそうである。

(7) 坑井地質調査によって知られる那覇市街地の地質構造は、意外に複雑である。

- 1) 山下町~豊見城測線において指摘された階段断層
- 2) 首里付近のドーム構造
- 3) 真嘉比湯(No. 14)と真嘉比小学校(No. 15)との間に推定される落差およそ150mの断層
- 8) 坑口遊離ガスをもつ坑井がある。
- 9) 深井戸から揚水されるすべての地下水に溶存メタンが検出される。

(10) 調査地域内のガス鉱床は塩素度相関型である。地下水は $Cl^- > 8, 320mg/l$ の場合にガスを飽和するものとして、地下水の Cl^- および孔明管の深度からガス水比を求めてみると、ほぼ実測値に近いものとなる。

(11) 地下浅部における分布は、地質構造とおよそ対応している。

(12) 沖縄本島中南部地区では、低重力域は喜屋武岬付近および浮原島付近の海域に分かれており、中城湾においては、等重力線が南東方向に張り出している。このような重力分布は、地表地質から推定される基盤の表面の形とかなりよく対応している。

(13) 羽地村奥武島および名護町名護を中心とした低重力帯がある。

(14) 久米島は一般に本島より大きい重力値を示し、とくに大きいところには火成岩の影響が考えられる。

(15) 恩納村山田のガス徴候は、基盤をつくる古いスレート質の岩石に由来する小型の可燃性ガスの表面徴候である。

(16) かつてオリオンビール7号井から産出していた天然ガスは、第三系(第四系かも知れない)あるいは基盤のスレートなどに由来するものと推定されるが、そのな

かの He は問題なくスレートに由来すると思われる。

(17) 竹富沖の天然ガスは CH_4 を主成分とする可燃のものであり、このガスの推定根源岩は中生界～古生界に属する黒色の含有有機質岩であろうと考えられる。

(18) 宮古島の城辺層の泥質岩は、天然ガス根源岩としての化学的性格を一応そなえている。

12. 結 語

以上に述べたところは、あわたたしい現地作業の間にとりまとめた中間報告に加筆したものであり、大綱においては変更のないことを確信するが、今後の細部にわたる検討によっては、若干の改訂が必要となるかも知れない。今次の調査の成果のなかでとくに注目されるのは、初めての試みであった重力探査がきわめて有効であり、それによって、沖縄本島中・南部地区の基盤の表面の形がおおよそ推定できるようになったことである。しかし、重力探査の成果をさらに有効なものとするには、精査によって島尻層群分布地域およびその隣接地域をカバーし、さらに周辺の海域にまで探査地域を拡大する必要がある。

一方、地質の面では、与那原層を上部と下部とに2分して地質図に図示する事が可能となり、調査地域の地質構造を明確に把握できるようになった。坑井地質調査によって、那覇市街地の地質構造は意外に複雑であるが、B層やD層などの島尻群中の砂層の連続性がさらに確かめられたことも、今次の調査の大きな成果であった。また、地表地質調査および重力探査概査の結果から総合的に判断すると、沖縄本島中・南部の島尻層群を堆積させた堆積盆地が相当大きいものであることもわかった。さらに、羽地村、久米島および宮古島などのいわゆる島尻層が、島尻層群としても最上部のものであることが判明したことも大きな収穫であった。とくに前2者については、第四系に入る可能性さえ出てきた。

また、地化学の面では、沖縄本島中・南部の天然ガス鉱床が塩素度相関型のものであることがさらに明らかになったばかりでなく、坑口において遊離ガスの認められる坑井があること、深井戸から揚水されるすべての地下水に溶存メタンが認められること、および地下浅部における Cl^- 分布は、地質構造とおおよそ対応していることが明らかになった。さらに関連地域の地化学調査の結果、恩納村山田のガス徴候が基盤をつくる古いスレート質の岩に由来すること、かつて名護町のオリオンピール7号井から産出していた天然ガスが第三系(第四系かもしれ

ない)あるいは基盤のスレートなどに由来すると推定されること、竹富沖の天然ガスの推定根源岩が中生界～古生界に属する黒色の含有有機質岩であろうと考えられること、および、宮古島の泥質岩が天然ガス根源岩としての化学的性格を一応そなえていることなどが明らかにされた。

目的の項で引用した第3次までの調査結果に基づいて導かれた今後実施すべき事項には、変更を必要としないが、上に述べた今次の調査の成果を加えて考えると、以上につけ加えるべきことおよびある地域に対する調査の進め方として特記すべきことは次のとおりである。

(1) 沖縄本島および離島に断片的に分布するいわゆる島尻層群(第四系かも知れない)と、沖縄本島中・南部に分布する諸層との層位学的関係を明らかにするための調査・研究を実施する。

(2) 沖縄本島中・南部地区およびこれに接する北部地区南部をカバーする重力探査精査を実施し、さらに探査範囲を周辺海域にまでひろげる。

(3) 名護町付近については、先行調査として重力探査概査を完結し、その結果に基づいて今後の調査の進め方を考える。

(4) 宮古島については、先行調査として、地表地質調査概査、地表有孔虫調査、重力探査概査、地下水法地化学調査および地表有機物調査を実施する。

(5) 竹富沖のガス徴候地については、海上ボーリングを伴う総合調査を実施する。

(昭和42年9月～43年12月調査)

引用文献

- FOSTER, H. L. (1965): Geology of Ishigaki-shima, Ryukyu-retto, U.S.G.S., Prof. Paper, 399-A
 福田 理ほか14名(1967): 第3次沖縄天然ガス鉱床調査の記録, 地質ニュース, no. 157, no. 158
 兼島 清(1960): 沖縄本島南部地区に産する天然ガス付随水の地球化学的研究, Bull, Arts & Sci. Div., Univ. of Ryukyus, Math. & Nat. Sci., no. 4
 牧野登喜男・樋口 雄(1967): 沖縄本島南部の天然ガス鉱床の地質学的考察, 石油技術協会誌, vol. 32, no. 2
 本島公司・牧野登喜男(1960): 琉球の天然ガス, 地質ニュース, no. 77
 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