

TABLE 6-2

Porosity of rock samples from Leon-Bucari section.

Locality Number	Density (naturally dried) (g/cm ³)	Porosity (%)	Locality Number	Density (naturally dried) (g/cm ³)	Porosity (%)
PS-1	2.15	14.6	PS-51	1.82	30.8
16	2.14	15.4	62	1.36	49.2
22	2.24	13.9	65	1.67	37.5
23	2.13	18.0	77	2.29	12.1
27	2.15	16.6	91	2.14	17.8
40	2.05	21.5	95	2.19	15.7
45	2.21	15.2	102	1.97	23.5
48	2.01	23.8			

4) 比抵抗 (導電率)

イロイロ堆積盆の4坑井 (Sta. Barbara-1, Lucena-1, Mandurriao-2 および Tigbauan-1) および新潟-Bの深度別比抵抗を Text-fig.6-5 に示した。これらの坑井の比抵抗値は 0.63~1.54Ωm (導電率にして 1,600~650 mmhos) の間におさまる。Lucena-1 および Mandurriao-2 は比較的高比抵抗 (低導電率) を示すのに対し、新潟-Bは比較的低比抵抗を示している。Sta. Barbara-1 および Tigbauan-1 はこれらのほぼ中間の値を示す。

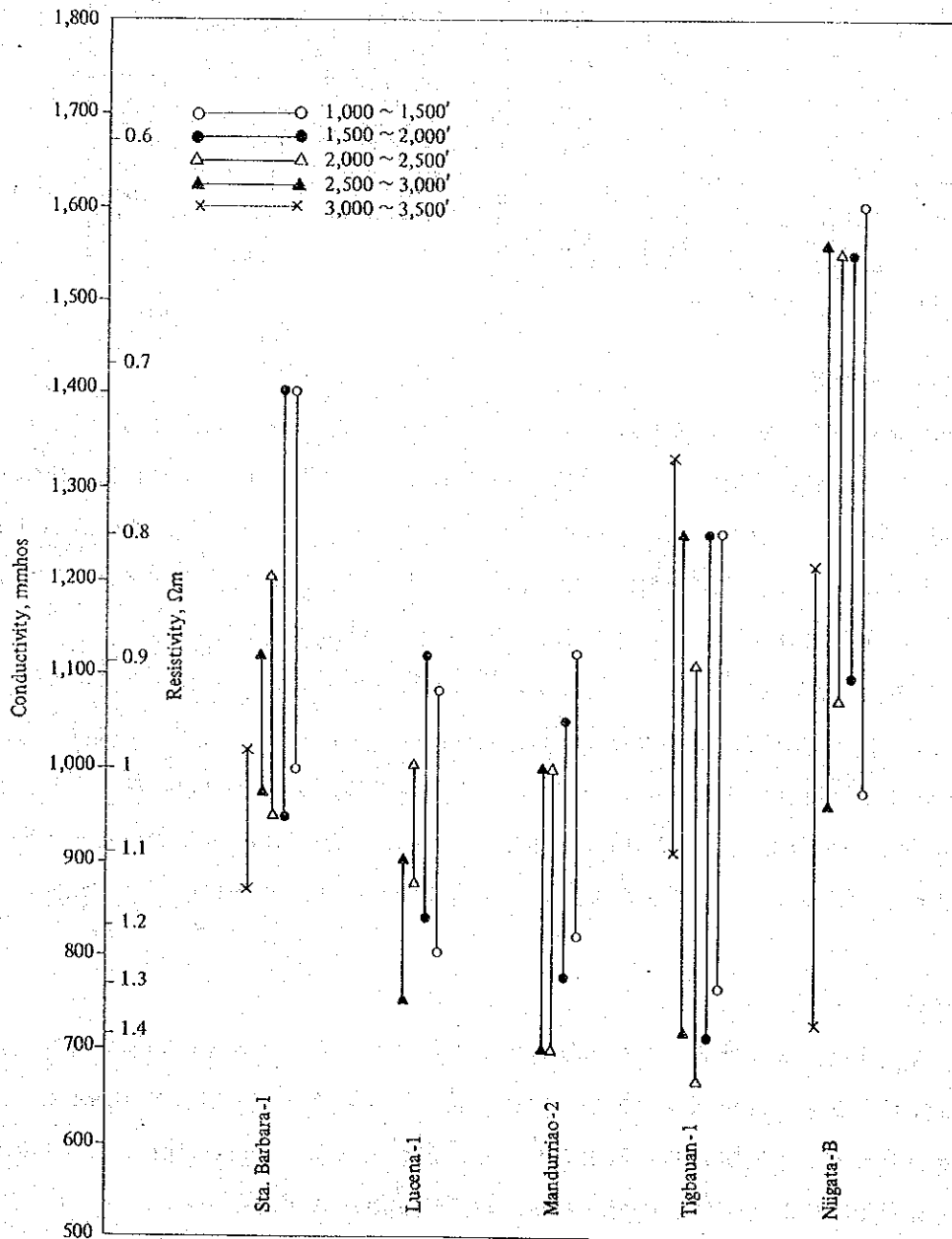
比抵抗は地層水の比抵抗に比例し、孔隙率の2乗に反比例する。各坑井の孔隙率をほぼ同程度と仮定すると、比抵抗値は各坑井の地層水の比抵抗の大小を表わすことになる。Lucena-1 および Mandurriao-2 は堆積盆の相対的に縁辺部にあり、塩分濃度が低く、高比抵抗を示し、Sta. Barbara-1 および Tigbauan-1 は中央部に位置し、塩分濃度が高く、低比抵抗を示すものと考えられる。また、塩分濃度は一般に深度とともに高くなり、比抵抗値は減小する傾向がある。

5) 浸透率

浸透率は電気検層、音波検層などから推定することができる。浸透率は揚水能率を支配するので、共水性ガス鉱床の貯留岩評価に当って特に重要な数値である。浸透率 30md あるいはこれ以上の能力を有すると推定される貯留層の分布と推定孔隙率を Text-figs.6-2, 3 に示した。貯留層となる岩相は中新統では石灰岩、鮮新統以上は砂層が代表的である。

貯留層となる礫性あるいは石灰岩角礫岩は、Mandurriao-2 号井の深度 3,030~3,600 ft (924~1,097 m), Leganes-1 号井の深度 2,650~3,600 ft (808~1,097 m), Mandurriao-1 号井の深度 3,900~4,050 ft (1,189~1,234 m), Tigbauan-1 号井の深度 3,750~3,850 ft

(1,143~1,173 m), San Miguel-1号井の深度 5,050~5,200 ft(1,539~1,585 m) などに発達する。砂質貯留層としては砂岩泥岩互層中の砂層が主なものであり, San Miguel-1号井の深度 2,680~4,420 ft(817~1,347 m), Mandurriao-2号井の深度 920~1,150 ft(280~351 m), Pavia-1号井の深度 3,720~3,900 ft(1,134~1,189 m)などがこれに相当する。泥質砂岩は比較的よく発達し, Lucena-1およびSta.Barbara-1号井の深度 2,000 ft(610 m), Tigbauan-1号井の深度 3,000 ft(914 m) 以浅などのセクションがこれに当たると考えられる。



TEXT-FIGURE 6-5
Conductivities classified by depth.

7. 地化学調査

日本各地の調査経験から、共水性ガス鉱床の探査には、既存の地下水坑井、自然湧水泉、ガス徴候地などに対する地化学調査とガス根源岩の有機物分析調査が有効な手段であることが知られている。

1) 地下水坑井、自然湧水泉およびガス徴候地の地化学調査

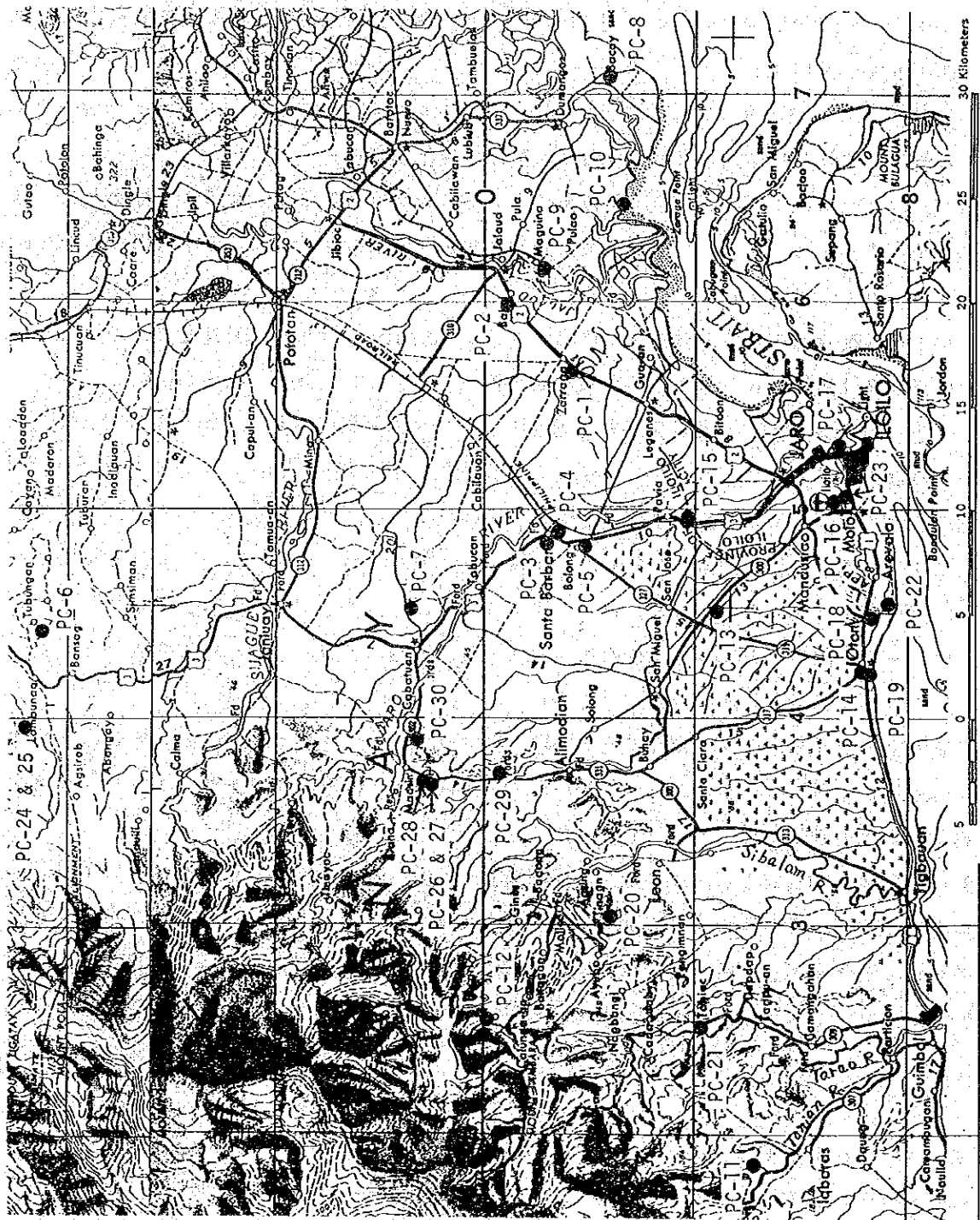
地下水坑井の地化学調査は、地下深部に伏在する共水性ガス鉱床を、地下水を媒体として探査しようとする手法である。したがって、調査対象とする坑井としては、天水の影響の少ない深井戸であることが望ましい。

イロイロ堆積盆南部には、現在までに深度1,570.1~2,282.0mの9本の石油探査井が掘削され、各井にガス徴は認められたものの、経済価値がないとみなされ、閉鎖・廃棄された。したがって、今回の地化学調査の直接の調査対象とすることはできなかったが、この堆積盆内には、生活用水の供給を目的とするボーリング坑井が、Bureau of Public Works (BPW) により、多数掘削されており、地化学調査の対象とすることができた。これらの坑井の中には、ガス徴を伴ったり、塩水を産出するものがあり、共水性ガスに関する多くのデータをとることができたが、深度が最大137mと浅いため、深部のデータをとることができなかった。BPWには、これらの井戸の掘削記録および水質分析資料がよく保存されており、同所の協力により、調査の参考にすることができた。

自然湧水泉のうち、塩水を産出するものは、ガス徴候地（ガス自然露頭）とともに、地化学調査地点として重要であるから、調査地域内の町役場（municipal hall）などにおいて情報を収集しつつ調査を進めた。

1981年に実施した予察調査の地化学調査地点も含め、イロイロ堆積盆南部において、ボーリング井22本、自然湧水泉5ヶ所（手掘り井2本を含む）、ガス徴候地3ヶ所、合計30地点において地化学調査を行った。調査地点はText-fig. 7-1に、調査・測定・分析などの成果はTables 7-1, 2に示した。また、各地化学調査地点の調査結果については、次のとおりである。

PC-1 Zarraga Elementary School (Text-figs. 7-1, 2; Tables 7-1, 2; Pl. 8, figs. 1~4) 本調査地点はZarragaの南西部に位置するZarraga小学校庭に、水井戸として掘削された深度112mのガスを伴う淡水の自噴井である。この井戸はBureau of Public Works (BPW) によって、1976年2月に掘削され、口径4 1/2インチ、長さ1024mのケーシングパイプによって仕上げられている。この坑井には、浮蓋式のガスセパレーターとコレクターが設置され、



TEXT-FIGURE 7-1 Locality map of geochemical survey and sampling.

TABLE 7-1

Hydrogeochemical data in the Iloilo basin.

October - November, 1981

(1)

Loc. No.	Location	Well No. of BPW	Date completed	Depth (m)	Casing	Flow rate		Gas/water ratio	Color of water	Temperature of water (°C)	
						Gas (Nm ³ /d)	Water (kl/d)				
PC-1	Zarraga Elem. Sch.	32-75-21	Feb. 9, 1976	112	(4 1/2"x336')	9.5	81.3	0.116	Light brown	28.9	
2	Sigangao Elem. Sch., Zarraga	14607	Apr. 25, 1957	34	4 1/2" x 74'	-	-	-	Colorless	28.0	
3	Sta. Barbara Municipal Hall	-	-	-	-	-	4.3	-	Light brown	29.0	
4	Sta. Barbara Market	236195	Dec. 1961	132	398'	?	?	-	Brown	28.5	
5	Sta. Barbara highway	32-75-26	Dec. 15, 1975	137	4 1/2"x411'	10.1	45.3	0.223	"	28.8	
6	Naponglan, Lambunao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Maraguit Elem. Sch., Cabatuan	32801	Mar. 14, 1981	55	4" x 140'	-	-	-	Light brown	28.0	
8	Bacay Elem. Sch., Dumangas	32-76-32	May 24, 1977	75	-	-	-	-	Whity	28.6	
9	Maquina Plaza, Dumangas	-	Jul. 1977	66	4 1/2"x192'	-	-	-	Colorless	28.5	
10	Pinolotan Hill, Dumangas	-	1981	55	-	-	-	-	"	29.0	
11	Anilauan, Igaras	-	-	-	-	-	-	-	"	28.0	
12	Bc. Ayabang, Leon	-	-	-	-	-	-	-	"	26.5	
13	San Jose highway	-	1980	122	-	-	230	-	"	27.9	
14	Oton public plaza	-	Nov. 12, 1976	-	4 1/2"x166'	-	3.3	-	Light yellow	29.3	
15	Aganan Elem. Sch., Pavia	32-80-11	Mar. 13, 1981	67	4" x 170'	-	-	-	"	27.9	
16	San Rafael-Bolilao Elem. Sch., Mandurriao	32-77-11	Jun. 17, 1977	58	4 1/2"x177'	-	-	-	"	-	
17	La Paz public market	52-80-3	Jun. 12, 1980	45	4" x 120'	-	-	-	Colorless	28.9	
18	Arevalo Plaza	23-62-2	Jan. 2, 1962	102	6" x 291.7'	-	-	-	Brown	28.9	
19	Oton Central Elem. Sch.	32-75-31	Apr. 29, 1976	66	4 1/2"x188'	-	21.9	0.008	Light yellow	29.2	
20	Caplain Fernando, Leon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	Tubungan	-	-	-	-	-	-	-	Colorless	28.5	
22	E. Yusay Memorial Sch., Arevalo	-	Jan. 1980	52	4 1/2"x165'	-	-	17.6	0.003	Light yellow	29.0
23	Hotel Del Rio, Moio	-	-	-	-	-	-	-	"	-	
24	Tampucão no. 1, Lambunao	-	-	-	-	0.22	-	-	-	25.0	
25	Tampucão no. 2, Lambunao	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	
26	Magsaysay no. 1, Maasin	-	-	1.27	-	-	-	-	Yellowish green	25.2	
27	Magsaysay no. 2, Maasin	-	-	0.95	-	-	-	-	Brown	26.0	
28	Magsaysay no. 3, Maasin	-	1957	46	4"	-	-	0.5	0.044	Light brown	27.5
29	Pacuan no. 1, Maasin	-	-	49	4"	0.15	-	-	"	25.7	
30	Bagacay Ext. no. 1, Maasin	-	-	91	-	0.02	0.58	0.032	"	27.3	

(2)

Loc. No.	Temperature of atom. (°C)	Flowing condition	pH	Ground water										
				HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Free CO ₂ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	I ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻² (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)			
PC-1	33.0	Free flowing	8.2	830	0	525	-	-	-	-	10	410	21	
2	29.0	Pumping	7.6	960	20	69	-	-	-	-	0	325	3.8	
3	27.5	Free flowing	8.0	780	0	373	-	-	-	-	10	395	11	
4	29.0	"	8.0	793	0	152	-	-	-	-	10	375	26	
5	30.5	"	8.6	1290	0	294	-	-	-	-	0	540	30	
6	29.4	Gas outcrop	7.2	1450	0	4540	5.6	15.6	-	-	0	2960	98	
7	29.9	Pumping	8.0	1230	0	916	1.9	3.9	-	-	20	840	15	
8	29.9	Free flowing	7.0	293	16	2130	0.3	7.3	-	-	120	670	78	
9	29.9	"	7.4	405	12	3790	6.3	15.9	-	-	10	1240	98	
10	31.0	Pumping	7.2	525	22	3350	3.9	13.6	-	-	10	1050	78	
11	30.5	Spring	7.3	476	12	9	-	-	-	-	260	93	73	
12	31.0	"	7.1	464	22	20	-	-	-	-	50	32	1.5	
13	30.8	Free flowing	7.6	427	16	3	-	-	-	-	0	84	10	
14	30.5	"	7.3	1280	40	563	0.5	1.2	-	-	5	468	9.4	
15	29.0	Pumping	8.0	525	0	564	-	-	-	-	0	624	31	
16		Free flowing	7.6	1070	22	996	1.2	3.5	-	-	0	810	49	
17		Pumping	7.2	836	42	2060	4.0	11.5	-	-	0	1230	35	
18	33.0	Free flowing	7.7	952	12	924	1.2	3.5	-	-	5	753	56	
19	29.5	"	7.6	1050	10	265	-	-	-	-	0	377	7.0	
20		Gas outcrop	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	29.8	Pumping	7.8	647	34	355	-	-	-	-	0	430	4.8	
22	29.5	Free flowing	7.6	1570	36	977	0.7	4.1	-	-	0	950	19	
23		Motor-pumping	7.3	1000	40	526	-	-	-	-	0	484	9.4	
24	-	Gas outcrop	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26		Spring	8.5	590	0	11370	32.8	60.1	-	-	30	6150	188	
27		"	7.6	580	0	14090	36.9	80.8	-	-	70	8140	202	
28		Free flowing	8.1	1320	0	2540	5.9	11.3	-	-	5	-	-	
29		"	8.6	1550	0	68	-	-	-	-	5	-	-	
30		"	8.2	1100	0	1310	2.5	5.8	-	-	-	-	-	

Loc. No.	Ground water										Reservoir	Age	
	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	I ⁻ /Cl ⁻ x 10 ⁻³	Br ⁻ /Cl ⁻ x 10 ⁻³	I ⁻ * (mg/l)	Ca ²⁺ /Mg ²⁺						
PC-1	15	8	0.3	-	-	-	-	-	-	-	1.80	Cabatuan Formation	Pleistocene
2	21	14	0.6	-	-	-	-	-	-	-	1.50	"	"
3	10	7	0.8	-	-	-	-	-	-	-	1.53	"	"
4	6	3	26	-	-	-	-	-	-	-	1.90	"	"
5	14	7	-	-	-	-	-	-	-	-	2.06	"	"
6	198	118	95	1.23	3.44	23.9	1.65	-	-	-	1.65	"	"
7	35	21	55	2.07	4.26	40.1	1.57	-	-	-	1.57	"	"
8	264	256	7	0.14	3.43	2.7	1.42	-	-	-	1.42	Dingle Formation	Up. Miocene
9	251	320	52	1.66	4.19	32.2	0.72	-	-	-	0.72	"	"
10	240	369	18	1.16	4.06	22.5	0.65	-	-	-	0.65	"	"
11	75	29	-	-	-	-	2.59	-	-	-	2.59	Tubungan Siltstone	"
12	83	31	-	-	-	-	2.67	-	-	-	2.67	Barasan Sandstone	Mid. Miocene
13	35	27	-	-	-	-	1.30	-	-	-	1.30	Cabatuan Formation	Pleistocene
14	138	68	18	0.89	2.13	17.2	2.05	-	-	-	2.05	"	"
15	9	15	6	-	-	-	0.60	-	-	-	0.60	"	"
16	53	55	18	1.20	3.51	23.5	0.96	-	-	-	0.96	"	"
17	90	61	26	1.94	5.58	37.6	0.59	-	-	-	0.59	"	"
18	27	188	25	1.30	3.79	25.1	0.14	-	-	-	0.14	"	"
19	71	44	-	-	-	-	1.61	-	-	-	1.61	"	"
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tubungan Siltstone	Up. Miocene
21	20	12	5	-	-	-	1.67	-	-	-	1.67	"	"
22	126	74	9	0.92	4.19	13.9	1.70	-	-	-	1.70	Cabatuan Formation	Pleistocene
23	129	62	0.5	-	-	-	2.08	-	-	-	2.08	"	"
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ulian Formation	Low. Pleist.
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"
26	88	505	-	2.88	5.29	55.8	0.29	-	-	-	0.29	Gumbal Mudstone	Up. Pliocene
27	148	398	60	2.62	5.73	50.7	0.37	-	-	-	0.37	"	"
28	-	-	-	2.32	4.45	44.9	-	-	-	-	-	"	Pliocene
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"
30	-	-	-	1.91	4.43	36.9	-	-	-	-	-	"	"

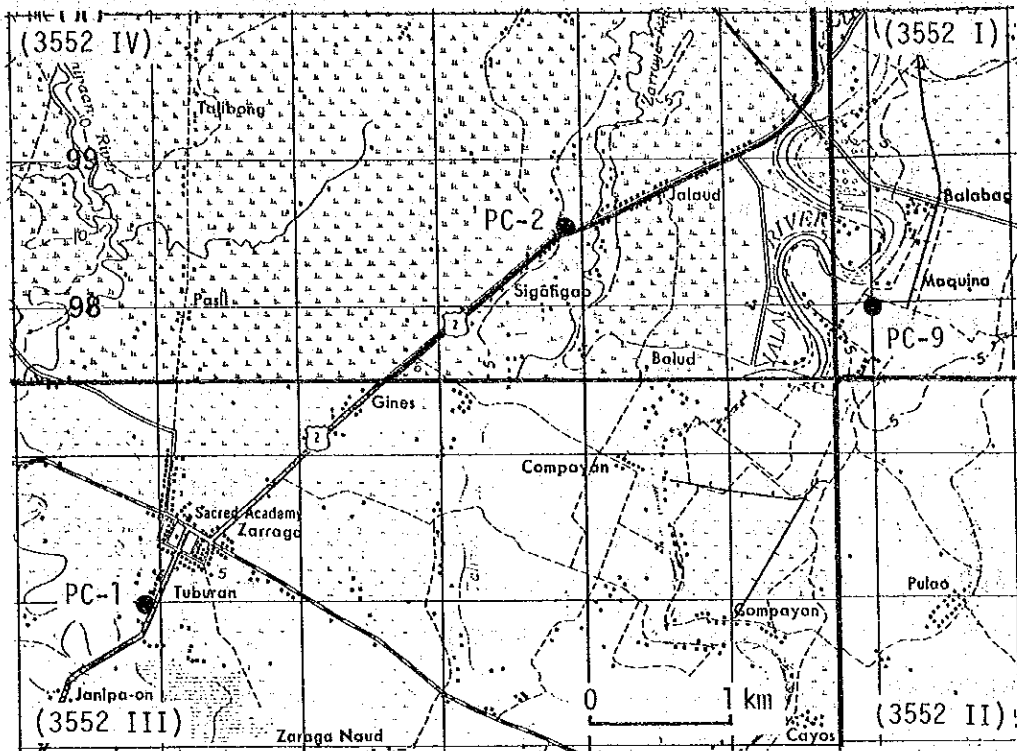
* : Estimated I⁻ contents in ground water with the same Cl⁻ contents of sea water (19,350 mg/l).

TABLE 7-2

Analytical data of free gas.

Loc. No.	Location	Free gas (vol. %)										N ₂ /Ar
		He	H ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	Ar	CH ₄				
PC-1	Zarraga Elem. Sch.	0.000	0.000	0.47	10.29	0.15	0.26	88.83			40	
4	Sta. Barbara Market	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	2.76 (0)	21.19 (12.55)	0.19 (0.22)	0.40 (0.28)	75.46 (86.95)			58 (45)	
5	Sta. Barbara highway	0.000	0.000	0.11	8.00	0.94	0.26	90.87			51	
7	Maraguit Elem. Sch., Cabatuan	0.020 (0.025)	0.000 (0.000)	5.26 (0)	19.90 (9.25)	0.37 (0.44)	0.45 (0.51)	76.00 (90.00)			44 (30)	
9	Maquina Plaza, Dumangas	0.004	0.000	0.14	5.77	0.94	0.14	95.02			44	
14	Oton public plaza	0.000	0.000	0.21	13.27	4.00	0.24	82.28			55	
17	La Paz public market	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	1.42 (0)	23.47 (19.87)	3.06 (3.27)	0.41 (0.35)	71.69 (76.51)			57 (57)	
18	Arevalo Plaza	0.002	0.000	0.05	18.48	1.77	0.34	79.57			54	
19	Oton Central Elem. Sch.	0.000	0.001	0.15	15.14	2.46	0.28	82.03			54	
20	Captain Fernando, Leon	0.000	0.001	0.68	5.18	0.60	0.06	95.51			50	
22	E. Yusay Memorial Sch., Arevalo	0.000	0.002	0.13	12.06	4.01	0.26	85.54			46	
24	Tampucac no. 1, Lambunao	0.000	0.002	0.20	2.22	0.09	0.06	97.43			57	
28	Magsaysay no. 3, Maasin	0.000	0.001	0.16	1.45	0.51	0.04	98.03			55	
29	Pucuan no. 1, Maasin	0.000	0.000	0.15	4.88	0.07	0.08	93.63			61	
30	Bagacay Ext. no. 1, Maasin	0.000	0.000	0.24	3.45	0.55	0.08	95.89			45	

(): Calculated gas composition under no atmospheric contamination (O₂ = 0.00).



1:50,000 BAROTAC NUEVO (Sheet 3552 I)
 DUMANGAS (Sheet 3552 II)
 ILOILO (Sheet 3552 III)
 POTOTAN (Sheet 3552 IV)

TEXT-FIGURE 7-2

Location of PC-1 (Zarraga Elementary School), PC-2 (Sigangao Elementary School, Zarraga) and PC-9 (Maquina Plaza, Dumangas).

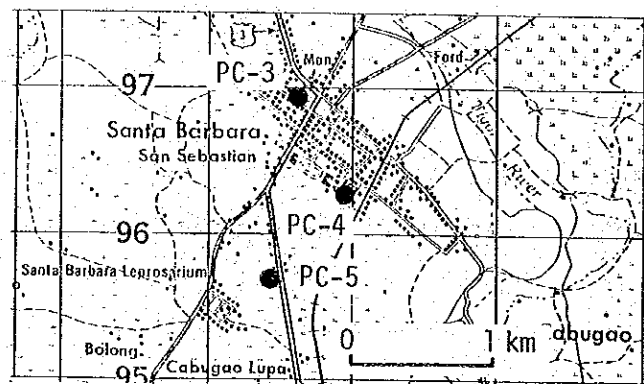
産出するガスの一部が小学校の厨房において、炊事用に利用されている。この坑井の産出水量は構造物が障害となって測定できなかつたが、完成時の自噴水量は、B P Wの記録によると218 kl/dayであつた。産出するガスは2つに分けられる。1つは坑井頭部に設置された排気管から空中に放散され、他の1つはセパレーターを通じて分離され、炊事用に利用される。排気管から空中に放散されているガス量は9.5 Nm³/dayと測定されたが、セパレータ系統のガス量は測定できなかつた。しかし、そのガス量は放散分よりも少ないものと推定される。ガス組成はCH₄ 88.83 vol.%, N₂ 10.29 vol.%, CO₂ 0.15 vol.%で、H₂Sは検出されず、燃料として適する。メタン1 Nm³の総発熱量は9,520 Kcal/Nm³であるから、このガスの総発熱量は8,457 Kcal/Nm³となる。天然ガスへの転換前の東京ガスの総発熱量は5,000 Kcal/Nm³であるから、こ

のガスの発熱量の方が69%高い。この井戸の排気管から放散されているガス量は $9.5\text{Nm}^3/\text{day}$ であるから、その総発熱量は $80,338\text{Kcal}/\text{day}$ となる。家庭用標準ガスコンロの発熱量は $2,000\text{Kcal}/\text{hour}$ であるから、 $80,338/2,000=40.2$ により、この井戸の1日分の放散ガス量は40.2個のコンロを、全開の状態です1時間燃焼させるガス量に相当する。

付随水は淡褐色を呈し、異臭をもつが、貯水槽で抜気された後、パイプラインを通じ Zarraga に送られ、上水として利用されている。この水の Cl^- 濃度は $525\text{mg}/\text{l}$ である。BPWの記録によると、坑井地質は0~105.8mの間が青色粘土、105.8m以下112mの坑底までは含貝化石砂層からなり、ガスおよび水は含貝化石砂層から産出する。これらの堆積物は更新統 Cabatuan Formation に属するものと考えられる。

PC-2 Sigangao Elementary School, Zarraga (Text-figs. 7-1, 2; Tables 7-1, 2; Pl. 8, fig. 5) この調査地点は Zarraga 北東3kmに位置する Sigangao 小学校庭の水井戸である。この井戸は1957年4月に掘削され、深度33.5m、22.6mまで鉄管によりケーシングされている。本井には手押しポンプが設けられ、ガス徴を持つ無色の淡水を産する。水中の Cl^- 濃度は $69\text{mg}/\text{l}$ である。

PC-3 Sta. Barbara Municipal Hall (Text-figs. 7-1, 3; Tables 7-1, 2; Pl. 8, fig. 6) Santa Barbara 役場の前庭の一角に掘削された水井戸である。本井は $4.3\text{kl}/\text{day}$ の淡褐色の水を自噴し、かつてはガス徴が認められたといわれるが、本調査では確認できなかった。水中の Cl^- は $373\text{mg}/\text{l}$ である。



1:50,000 ILOILO (Sheet 3552 III)

TEXT-FIGURE 7-3

Location of PC-3 (Sta. Barbara Municipal Hall), PC-4 (Sta. Barbara Market) and PC-5 (Sta. Barbara highway).

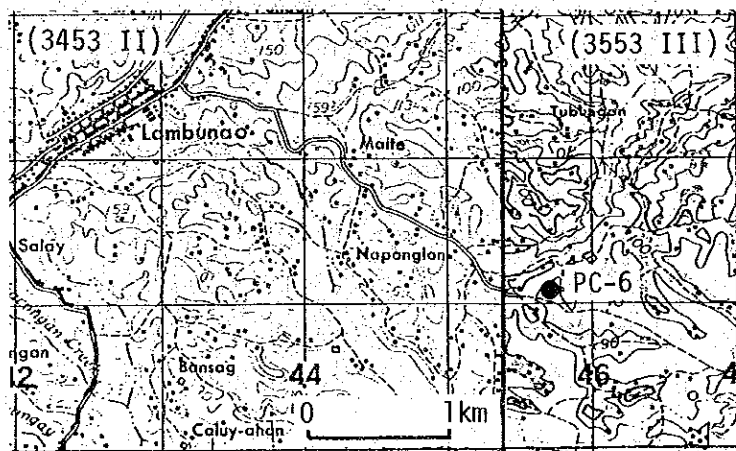
PC-4 Sta. Barbara Market (Text-figs. 7-1, 3; Tables 7-1, 2; Pl. 9, fig. 1)

Sta. Barbara Market の裏手に位置するガス徴をもつ自噴井である。この井戸は1961年12月に掘削され、深度132.3mであり、121.3mまでケーシングされている。坑井の構造上、水量の測定はできなかったが、日産数100klの水を自噴している模様である。水は褐色を呈し、異味・異臭をもつが直接飲用に供されている。水中のCl⁻は152mg/lであり、ガス組成はCH₄86.95 vol. %, N₂12.55 vol. %, CO₂0.22 vol. %である。

PC-5 Sta. Barbara highway (Text-figs. 7-1, 3; Tables 7-1, 2; Pl. 9, fig. 2)

Sta. Barbara 南方1kmのhighway沿いに位置するガス徴を伴う自噴井である。本坑井は1975年12月に掘削され、深度137.5mであり、4 1/2インチのケーシングパイプが125.3mまで挿入されている。水の自噴量は45.3kl/day、ガス量は10.1m³/dayであり、ガス水比は0.223である。水は褐色を呈し、異味・異臭をもつが、付近の住民の飲用に供されている。Cl⁻濃度は294mg/lである。ガス組成はCH₄90.87 vol. %, N₂8.00 vol. %, CO₂0.94 vol. %である。

PC-6 Naponglan, Lambunao (Text-figs. 7-1, 4; Tables 7-1, 2; Pl. 9, fig. 3) この調査地点は弱いガス徴を伴った塩水泉である。この塩水泉はLambunao 東南東3kmの水田上に位置し、湧水口を中心に直径2m、高さ20cmの暗灰色泥からなる小さな泥火山を形成している。塩水のCl⁻濃度は4,540mg/l、I⁻の濃度は5.6mg/l、I⁻/Cl⁻比は1.23である。塩水および



1:50,000 LAMBUNAO (Sheet 3453 II)
PASSI (Sheet 3553 III)

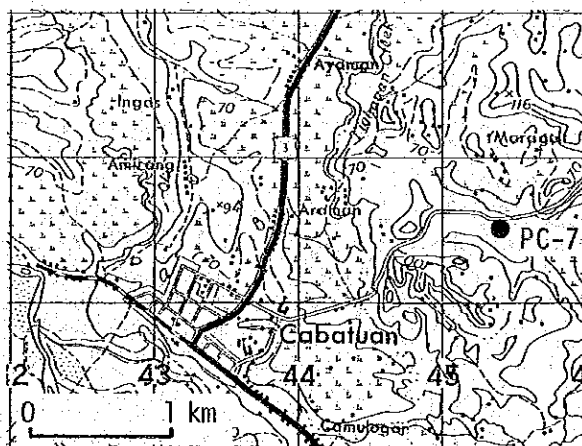
TEXT-FIGURE 7-4

Location of PC-6 (Naponglan, Lambunao).

ガスの流出量は極めて少なく、測定不能であった。この塩水泉の水およびガスは Cabatuan Formation から産出するものと考えられる。

PC-7 Maraguit Elementary School, Cabatuan (Text-figs. 7-1, 5; Tables 7-1, 2; Pl. 9, fig. 4) Cabatuan 東北東 2 km の Maraguit 小学校庭に位置する水井戸である。この井戸は 1981 年 3 月に掘削され、深度 54.9 m、42.7 m まで 4 インチ鉄管によりケーシングされている。この井戸には手押しポンプが設置されており、ガス泡を伴う淡褐色の水を産する。水中の Cl^- は 916 mg/l、 I^- は 1.9 mg/l である。ガス組成は CH_4 90.00 vol.%, N_2 9.25 vol.%, CO_2 0.44 vol.% である。坑井地質は 0~39.6 m の間がシルト質粘土、39.6~48.8 m が砂岩、48.8 m 以下がシルト質粘土となっており、Cabatuan Formation に対比されるものと考えられる。

PC-8 Bacay Elementary School, Dumangas (Text-figs. 7-1, 6; Tables 7-1, 2; Pl. 9, fig. 5) Dumangas の南東 3 km の Bacay 小学校庭に位置する塩水自噴井である。本坑井は 1977 年 5 月に掘削され、深度 74.7 m である。本井には 4 1/2 インチ鉄管が 0~58.5 m の間に、また 3 インチ管が 58.5 m から坑底まで挿入されている。本坑井は無色透明の塩水を 5.2 kl/day



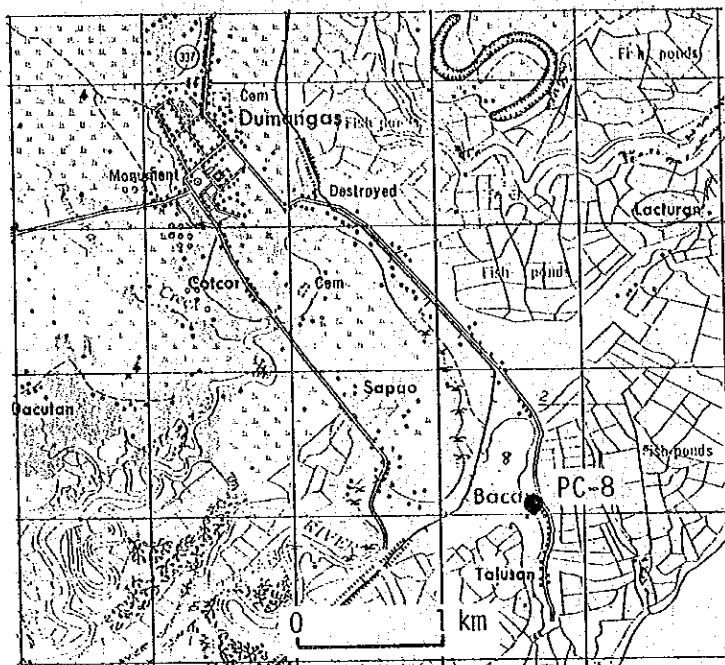
1:50,000 POTOTAN (Sheet 3552 IV)

TEXT-FIGURE 7-5

Location of PC-7 (Maraguit Elementary School, Cabatuan).

の割合で自噴するが、ガス徴は認められなかった。 Cl^- は 2,130 mg/l、 I^- は 0.3 mg/l であった。坑井地質は 0~10.7 m の間が砂質粘土、10.7~21.6 m が細粒砂、21.6~29.0 m が青色粘

土, 2.90~3.66mが黄色粘土, 3.66~6.10mが青色粘土, 6.10~65.5mが石灰岩, 65.5m以下は細粒砂であり, Dingle Formation上部(上部中新統)に対比されるものと考えられる。塩水は深度65.5~74.7mの砂層から産出する模様である。



1:50,000 DUMANGAS (Sheet 3552 II)

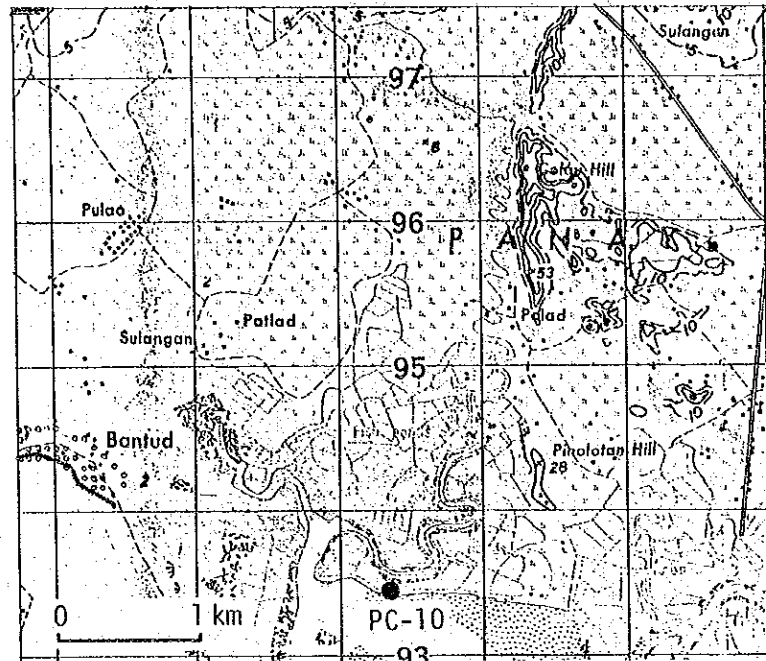
TEXT-FIGURE 7-6

Location of PC-8 (Bacay Elementary School, Dumangas).

PC-9 Maquina Plaza, Dumangas (Text-figs. 7-1, 2; Tables 7-1, 2; Pl. 9, fig. 6)
 この調査地点は Dumangas の Maquina の部落内の公共広場の一角に位置する水井戸である。本坑井は, 1977年7月に深度66.5mまで掘削され, 58.5mまで4 1/2インチの鉄管によりケーシングされている。本井は無色透明の塩水(産出量1.4kl/day)と少量のガス(0.1m³/day)を自噴している。塩水中のCl⁻濃度は3,790mg/l, I⁻の濃度は6.3mg/lで, I⁻/Cl⁻比は1.66である。ガス組成はCH₄ 93.02 vol.%, N₂ 5.77 vol.%, CO₂ 0.94 vol.%,である。この井戸の水はDingle Formationから産出するものと考えられる。

PC-10 Pinolotan Hill, Dumangas (Text-figs. 7-1, 7; Tables 7-1, 2; Pl. 10, fig. 1)
 この調査地点は Dumangas の Pinolotan Hill 南西1.2kmの海岸部落の広場の一角に位置

する水井戸である。本坑井は1981年に掘削され、深度54.9 m、高潮時に自噴する。水は無色透明であるが塩分を含み、ガスの小泡を伴う。水中の Cl^- は3,350mg/l、 I^- は3.9mg/lである。付近にDingle Formationの石灰岩が露出することから、この水は同層から産出するものと考えられる。



1:50,000 DUMANGAS (Sheet 3552 II)

TEXT-FIGURE 7-7

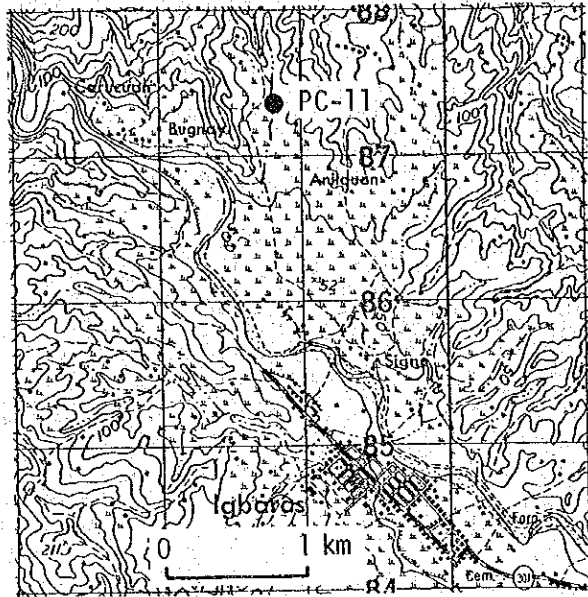
Location of PC-10 (Pinolotan Hill, Dumangas).

PC-11 Anilauan, Igbaras (Text-figs. 7-1, 8; Tables 7-1, 2; Pl. 10, fig. 2)

Igbarasの北北西2.5 kmの谷壁の自然湧水泉である。塩水を産出するとの地元住民の情報によって、この湧水泉の調査を行ったが、 Cl^- 濃度9mg/lの淡水であった。水はTubungan Siltstoneのシルト岩砂岩互層から湧出する。

PC-12 Bo. Ayabang, Leon (Text-figs. 7-1, 9; Tables 7-1, 2)

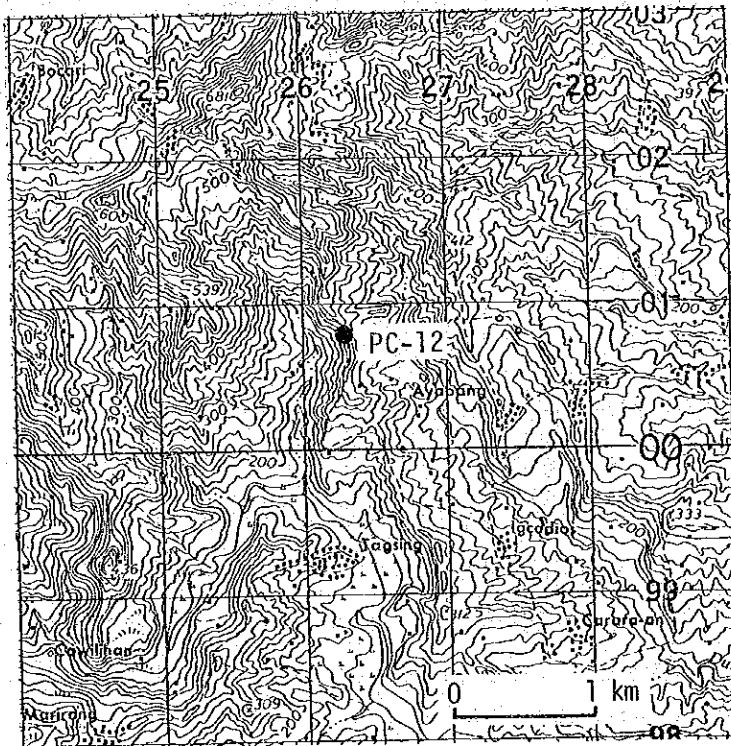
この調査地点はLeon北西10 kmに位置するAyabang部落の西北西1.2 kmの新道脇の自然湧水泉である。水質は、 Cl^- 20mg/lの淡水である。この水はBarasan Sandstoneに属すると思われる礫岩中から湧出する。



1:50,000 TIGBAUAN (Sheet 3452 II)

TEXT-FIGURE 7-8

Location of PC-11 (Anilauan, Igaras).



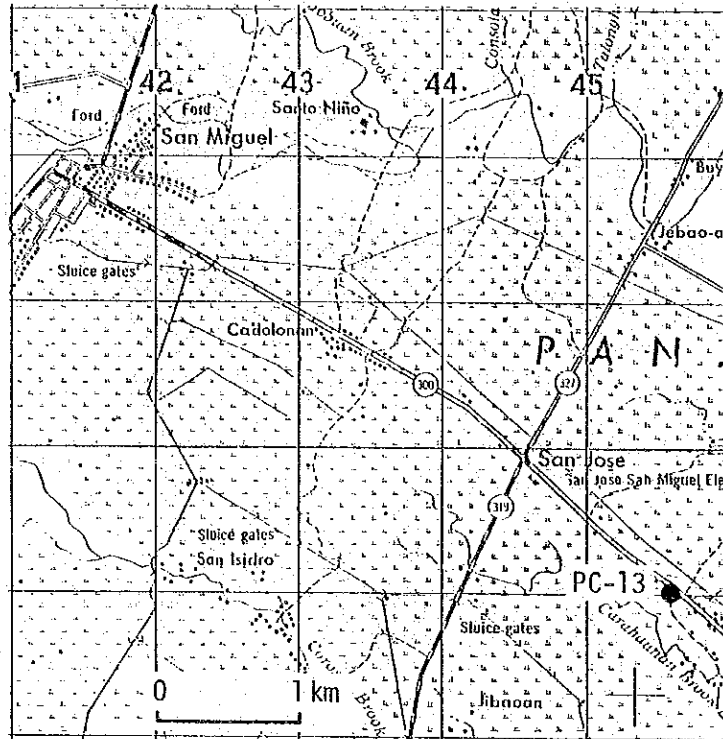
1:50,000 QUIPUT (Sheet 3452 I)

TEXT-FIGURE 7-9

Location of PC-12 (Bo. Ayabang, Leon).

PC-13 San Jose highway (Text-figs. 7-1, 10; Tables 7-1, 2; Pl. 10, fig. 3)

San Miguel の東南東 5 km の highway 沿いに位置する淡水自噴井である。本坑井は 1980 年に掘削され、深度は 122 m 位であろうといわれる。自噴量は 230 kl/day であり、ガス徴は認められない。水は無色透明で、 Cl^- は 3 mg/l にすぎない。



1: 50,000 ILOILO (Sheet 3552 III)

TEXT-FIGURE 7-10

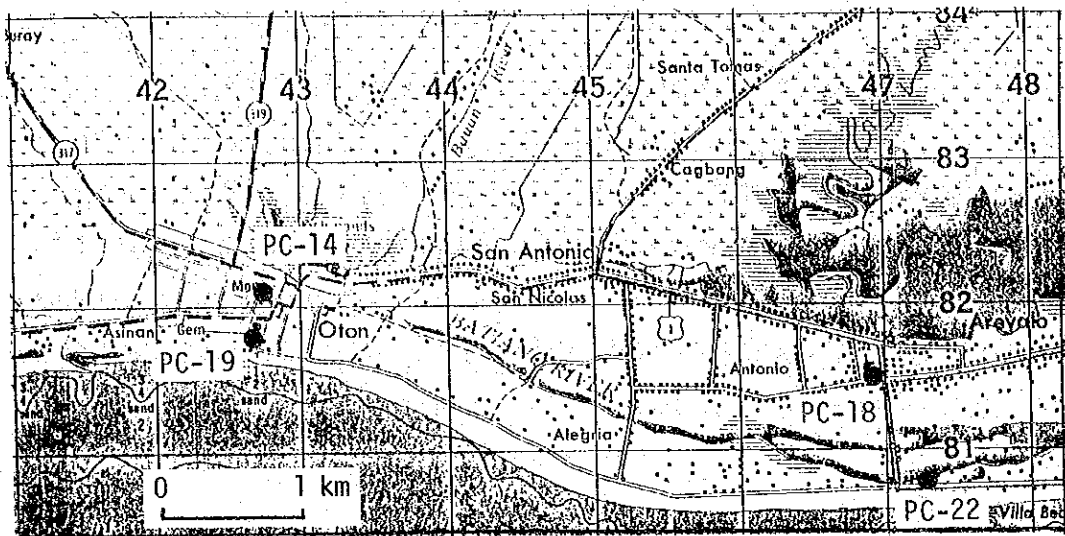
Location of PC-13 (San Jose highway).

PC-14 Oton Public Plaza (Text-figs. 7-11; Tables 7-1, 2; Pl. 10, fig. 4)

1976年11月に掘削された深度 56.4 m の水井戸である。4 1/2 インチのケーシングパイプにより 50.6 m までケーシングされている。この井戸はガス徴を伴う淡黄色の水を 3.3 kl/d の割合で自噴する。水中の Cl^- 濃度は 563 mg/l, I^- は 0.5 mg/l である。坑井地質は砂礫層 0 ~ 6 m, 青色粘土 6 ~ 52 m, 細~粗粒砂と粘土の互層 52 ~ 56.4 m (坑底) となっており, Cabatuan Formation に対比されるものと考えられる。

PC-15 Aganan Elementary School, Pavia (Text-figs. 7-1, 12; Tables 7-1, 2; Pl. 10, fig. 5)

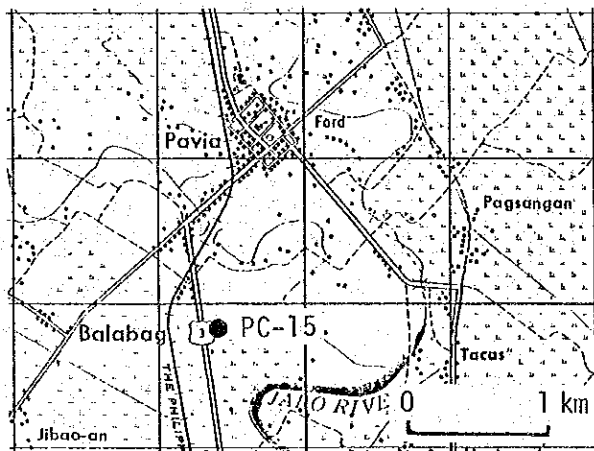
Pavia の南方 1.5 km に位置する Aganan 小学校の校庭に 1981年3月掘削された水井戸である。掘削深度は 67 m で、51.8 m まで 4 インチのケーシングパイプが挿入され、



1:50,000 ILOILO (Sheet 3552 III)

TEXT-FIGURE 7-11

Location of PC-14 (Oton public plaza), PC-18 (Arevalo Plaza), PC-19 (Oton Central Elementary School) and PC-22 (E. Yusay Memorial School, Arevalo).



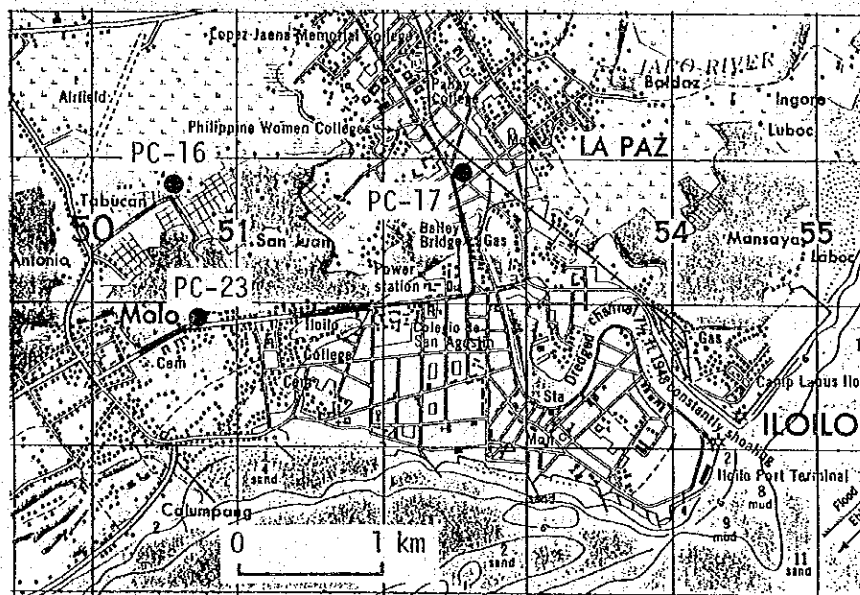
1:50,000 ILOILO (Sheet 3552 III)

TEXT-FIGURE 7-12

Location of PC-15 (Aganan Elementary School, Pavia).

手押しポンプが設けられている。水は淡黄色を呈し、ガスの小泡を伴う。水中の Cl^- は564 mg/lである。坑井地質は主として青色砂質粘土で構成され、細粒砂層を伴う。

PC-16 San Rafael-Bolilao Elementary School, Mandurriao (Text-figs. 7-1, 13 ; Tables 7-1, 2 ; Pl. 10, fig. 6) Mandurriaoの南東1.7 kmに位置するSan Rafael-Bolilao小学校庭に位置する自噴塩水井である。この井戸は1977年6月に掘削され、深度は57.9 mである。完成時の自噴量は27.3 kl/dayであったが、坑井の構造上、今回の調査時には測定できなかった。水は淡黄色を呈し、996 mg/lの Cl^- および1.2 mg/lの I^- を含む。ガス徴の有無は不明である。坑井地質は青色粘土と細粒砂の互層を主とし、石灰質砂岩および礫層を挟む。また、細粒砂の一部には貝化石が含まれ、Cabatuan Formationに対比される。



1:50,000 ILOILO (Sheet 3552 III)

TEXT-FIGURE 7-13

Location of PC-16 (San Rafael-Bolilao Elementary School, Mandurriao), PC-17 (La Paz public market) and PC-23 (Hotel Del Rio, Molo).

PC-17 La Paz Public Market (Text-figs. 7-1, 13 ; Tables 7-1, 2 ; Pl. 11, fig. 1) イロイロ市内La Paz公共市場の一角に位置する深度42.7 mの水井戸である。この井戸は1980年6月に掘削され、口径4インチ、36.6 mのケーシングパイプにより仕上げられている。本井には手押しポンプが設置されており、無色透明の塩水を産し、ガス徴を伴う。塩水の

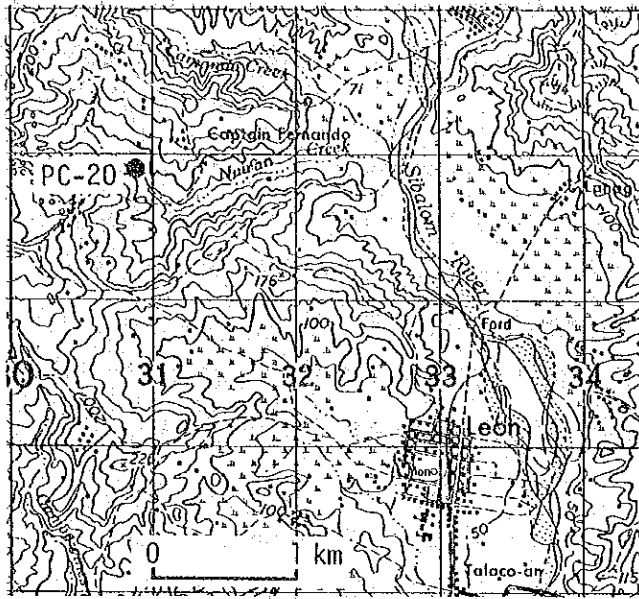
Cl⁻濃度は2,060mg/l, I⁻は4.0mg/l, I⁻/Cl⁻比は1.94である。ガスのCH₄含有率は7.651 vol.%である。坑井地質は細～粗粒砂層を挟む砂質粘土層からなる。

PC-18 Arevalo Plaza (Text-figs. 7-1, 11; Tables 7-1, 2; Pl. 11, fig. 2) イロイロ市 Arevalo の公共広場の一角に位置する自噴井である。1962年1月に掘削され、深度102.4mであり、88.9mまで6インチ鉄管によりケーシングされている。坑井完成時の自噴量は約87kl/dであった。水は塩味をもち、ガス泡を伴い、褐色を呈する。Cl⁻濃度は924mg/l, I⁻は1.2mg/lである。ガスのCH₄含有率は79.37 vol.%である。坑井地質は0～18.3mが細粒砂、18.3～90.2mが粘土、90.2m以深が砂および粘土の呉層からなり礫層を挟む。

PC-19 Oton Central Elementary School (Text-figs. 7-1, 11; Tables 7-1, 2; Pl. 11, fig. 3) 1976年4月に掘削された深度65.9mの自噴井である。この井戸には4½インチのケーシングパイプが57.3mまで挿入されている。水はガス泡を含み、21.9kl/dayの割合で自噴し、弱塩味をもち、淡黄色を呈する。ガス水比は0.008であり、水中のCl⁻は263mg/lである。ガス組成はCH₄ 82.03 vol.%, N₂ 15.14 vol.%, CO₂ 2.46 vol.%である。坑井地質は0～5.5mの間が砂、5.5～17.4mが砂質粘土、17.4～57.3mが青色粘土、57.3m以深が青色の細砂となっている。

PC-20 Captain Fernando, Leon (Text-figs. 7-1, 14; Tables 7-1, 2; Pl. 11, fig. 4) この調査地点は Leon 北西3kmに位置する Captain Fernando 部落の谷底に知られるガス徴候地である。ガス徴は Tubungan Siltstone の砂岩シルト岩互層中に形成されたN40°E方向の断層に沿って分布し、5mの区間内に8ヶ所認められる。このうちの7ヶ所は気泡として観察され、他の1ヶ所は近隣の住民によって埋設されたコンクリート柱の芯にうがたれた内径約1.5cmの管筒の孔口に点火することによって観察される。点火されたガスは長さ15cmの炎となって連続的に燃焼する。したがって、ガス流出量は炎長法により約4m³/dayと計測される。気泡として観察されるガス徴のうちの代表的な1つの流出量は0.18m³/dayであった。ガス組成はCH₄ 95.51 vol.%, N₂ 3.18 vol.%, CO₂ 0.60 vol.%である。

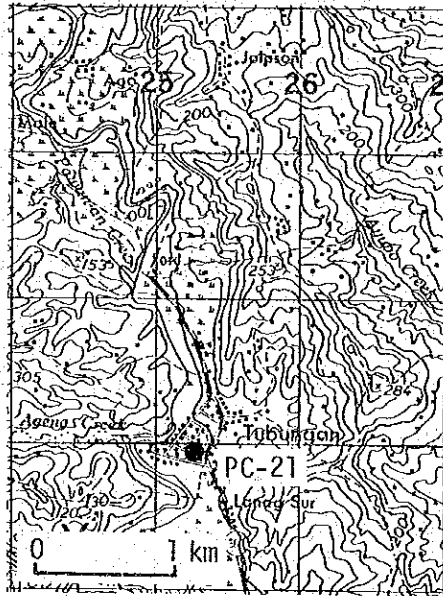
PC-21 Tubungan (Text-figs. 7-1, 15; Tables 7-1, 2; Pl. 11, fig. 5) この調査地点は Tubungan の住宅地域にある手押しポンプ井である。水は無色であるが異味および軽微なH₂S臭をもっている。ガス泡は認められない。水中のCl⁻は355mg/lである。



1:50,000 TIGBAUAN (Sheet 3452 II)

TEXT-FIGURE 7-14

Location of PC-20 (Captain Fernando, Leon).



1:50,000 TIGBAUAN (Sheet 3452 II)

TEXT-FIGURE 7-15

Location of PC-21 (Tigbauan).

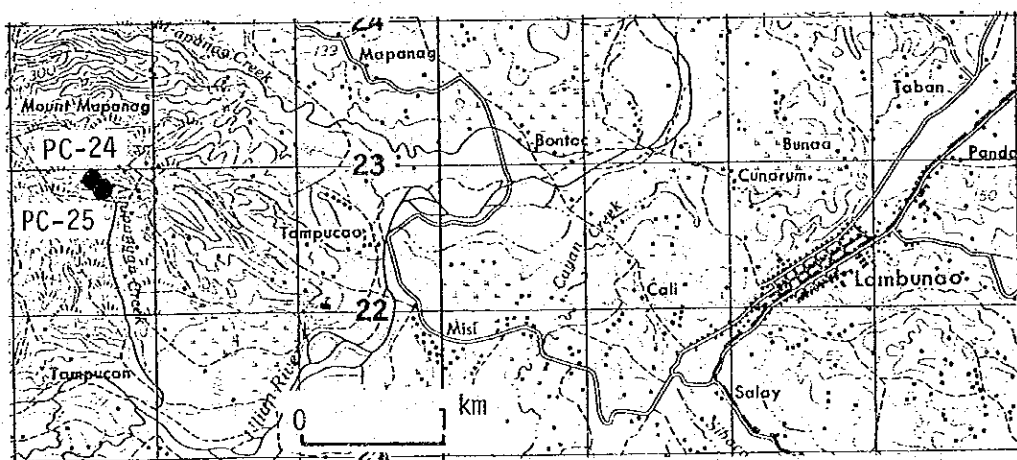
PC-22 E. Yusay Memorial School, Arevalo (Text-figs. 7-1, 11; Tables 7-1, 2; Pl. 11, fig. 6) イロイロ市 Arevale 地区に位置するガス徴を伴った弱塩水の自噴井である。この井戸は 1980 年 1 月に掘削され、深度は 51.8m, 50.3m まで 4 1/2 インチのケーシング

パイプが挿入されている。塩水の自噴流量は17.6kl/day, ガス・水比は0.03である。水は淡黄色を呈し, 977mg/lのCl⁻, 0.7mg/lのI⁻を含む。ガス組成はCH₄ 83.54 vol. %, N₂ 12.06 vol. %, CO₂ 4.01 vol. %である。

PC-23 Hotel del Rio, Molo (Text-figs. 7-1, 13; Tables 7-1, 2) イロイロ市Molo地区のイロイロ川に面したHotel del Rioの動力ポンプ井である。水は淡黄色を呈し, 軽微な塩味をもっている。Cl⁻濃度は526mg/lである。

PC-24, 25 Tampucao no.1 and no.2, Lambunao (Text-figs. 7-1, 16; Tables 7-1, 2; P1.12, fig1) この調査地点はLambunao西方3kmのTampucao部落からさらに西方1kmのNamulo Creek (5万分の1地形図にはAyapangan Creekと記されている)の谷底にあるガス徴候地である。

ガスは谷底の砂礫の間から気泡として発生し, 約100m隔てた2ヶ所に集中する。上流のガス徴候地 (Tampucao no.1)のうちの1孔のガス流出量は0.22m³/dayである。このガスは97.43 vol. %のメタンを含む。下流のガス徴候地 (Tampucao no.2)の1孔は0.04m³/dayのガスを放出している。これらのガスは薄い現世河床礫層の下位の青緑色炭素質シルトに由来する。このシルトはUliran Formationの一部に当たるものと思われる。Tampucao no.1のガス徴候地脇の谷壁から採取したシルトの中から, 豊富な浮遊性有孔虫化石群と*Uvigerina*, *Bolivinita*などに特徴づけられる底棲有孔虫化石群が検出された。これらの有孔虫化石群によって, シルトの



1:50,000 LAMBUNAO (Sheet 3453 II)

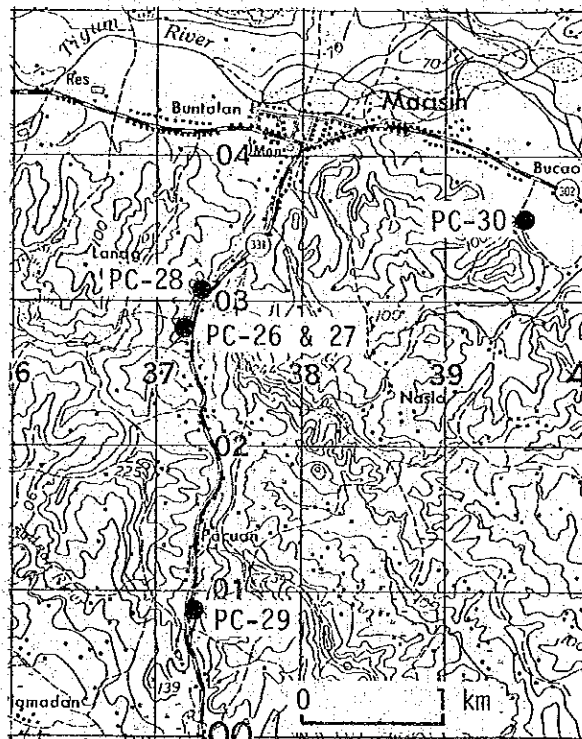
TEXT-FIGURE 7-16

Location of PC-24 (Tampucao no. 1, Lambunao) and PC-25 (Tampucao no. 2, Lambunao).

堆積環境は外洋性浅海～上深海であつたと推定される。また、浮遊性有孔虫化石群は primitive な *Globorotalia truncatulinoides* を含み、浮遊性有孔虫化石帯 Zone N.22 の下部に相当することから、このシルトは更新統下部に対比される。

PC-26 Magsaysay no. 1, Maasin (Text-figs. 7-1, 17; Tables 7-1, 2; Pl. 12, fig. 2)

この井戸の位置する Maasin の町名は現地語で塩水泉を意味する。この井戸は Maasin の南東 1.5 km の Magsaysay 部落の道路脇を流れる谷筋に掘られた深さ 1.27 m の手掘りの塩水井である。井戸脇の崖には Maasin の地名の由来や地質関係者の来訪史などを記した碑がはめ込まれている。水は黄緑色を呈し、濃い塩分と強い硫化水素臭をもつが、ガス徴は認められない。水中の Cl^- の濃度は 11,370 mg/l, I^- の濃度は 32.8 mg/l, I^-/Cl^- 比は 2.61 である。塩水は付近の崖を形成する細礫の薄層を挟む青緑色炭素質のシルト質砂層に由来する。この地層は Guimbal Mudstone の一部に当たるものと考えられる。付近の露頭から貝類、サンゴの破片等の大型化



1:50,000 POTOTAN (Sheet 3552 IV)

TEXT-FIGURE 7-17

Location of PC-26 (Magsaysay no. 1, Maasin), PC-27 (Magsaysay no. 2, Maasin), PC-28 (Magsaysay no. 3, Maasin), PC-29 (Pacuan no. 1, Maasin) and PC-30 (Bagacay Ext. no. 1, Maasin).

石とともに, *Ammonia*, *Elphidium*, *Operculina* などに代表される底棲有孔虫群と, 豊富な浮遊性有孔虫群を産し, この地層が外洋性浅海堆積物であることを示す。浮遊性有孔虫群は *Globorotalia tosaensis* の存在, *Globorotalia truncatulinoides* の欠如によって, Zone N. 21 (*Globorotalia tosaensis* Zone) に属し, 鮮新統最上部のものに相当する。付近の露頭から採取した青緑色シルト中の有機炭素量は 0.43 % であった。

PC-27 Magsaysay no. 2, Maasin (Text-figs. 7-1, 17; Tables 7-1, 2; Pl. 12, fig. 3)

Magsaysay no. 1 の南約 30 m の露頭脇に掘られた深さ 95 cm の手掘り井である。水は暗褐色を呈し, Magsaysay no. 1 のものより塩分が多く, 硫化水素臭もより強いが, ガス徴は認められない。Cl⁻ 濃度は 14,090 mg/l, I⁻ は 36.9 mg/l, I⁻/Cl⁻ 比は 2.62 である。

PC-28 Magsaysay no. 3, Maasin (Text-figs. 7-1, 17; Tables 7-1, 2; Pl. 12, fig. 4)

Magsaysay 部落の道路脇に位置する水井戸で, 1957 年に掘削された。深度は 46 m といわれ, 4 インチ鉄管によりケーシングされている。水は塩分を含み, 弱いガス徴を伴う。塩水の自噴量は 0.3 kl/day である。水中の Cl⁻ 濃度は 2,540 mg/l, HCO₃⁻ は 1,320 mg/l である。ガスは 98.03 vol. % のメタンを含む。

PC-29 Pacuan no. 1, Maasin (Text-figs. 7-1, 17; Tables 7-1, 2; Pl. 12, fig. 5)

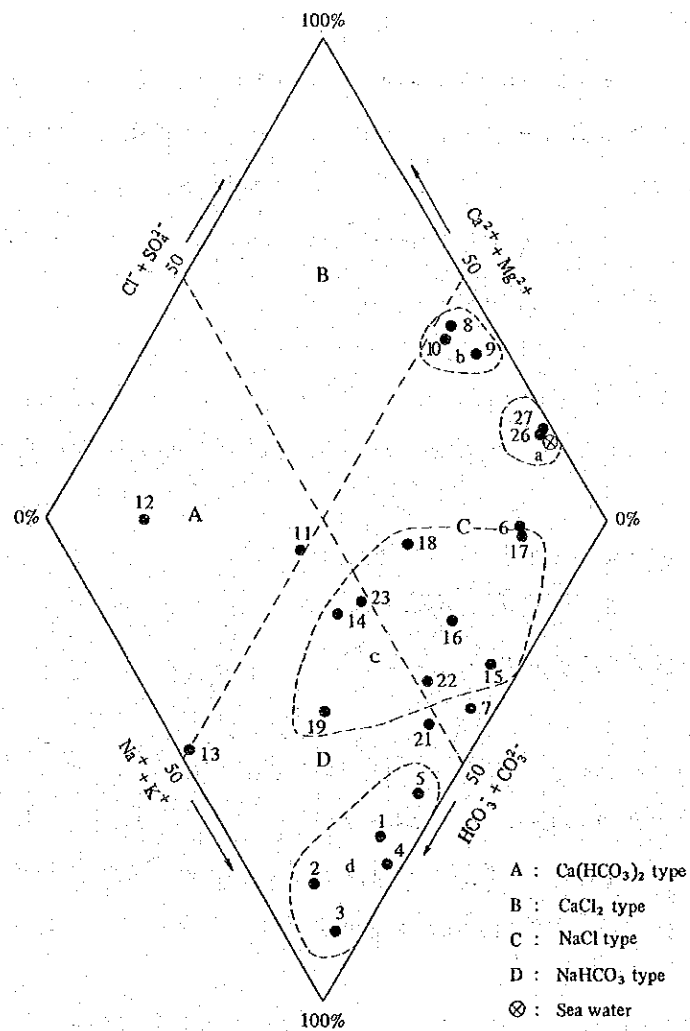
Magsaysay 部落の南約 2 km の Pacuan 部落内に位置する水井戸であり, 1957 年に掘削された。深度は 49 m といわれ, 4 インチの鉄管によりケーシングされている。この井戸は淡褐色の淡水を産出し, 弱いガス徴を伴う。水は, かつては自噴したが現在は停止している。しかし, 水位は坑口近くまで達しており, 水面上に弱いガス泡が認められる。Cl⁻ 濃度は 68 mg/l, ガスのメタン含有率は 93.63 vol. % である。

PC-30 Bagacay Ext. no. 1, Maasin (Text-figs. 7-1, 17; Tables 7-1, 2; Pl. 12, fig. 6)

Maasin の東南東 1.5 km の Bagacay Extension に, 1974 年 2 月に掘削された水井戸である。深度は 91 m といわれ, 鉄管ケーシングされている。この井戸は淡褐色の弱塩水を 0.5 kl/day の割合で自噴し, 0.02 m³/day のガスを伴う。ガス中のメタン含有率は 95.89 vol. % である。

2) 水 質

Text-fig.7-18はイロイロ堆積盆内で採取した24点の地下水の分析値をTable 7-1に基づいてプロットした水質キーダイアグラムである。このダイアグラムには2つの陰イオン軸 ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ および $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$) と、2つの陽イオン軸 ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ および $\text{Na}^+ + \text{K}^+$) とによって構成され、4つの領域に大別される。A領域は $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型であり、生活用水や工業用水として利用されている水、および我が国の石灰岩地帯の水などがこの領域に入る。B領域は CaCl_2 型であり、温泉、鉱泉、変質の進んだ化石水などに、この例が多い。C領域は、 NaCl 型であり、ヨウ素型共水性ガスの付随水や海水で汚染された地下水などがこの領域に入る。D領域は NaHCO_3 型である。このタイプは地層中に長期間滞留し、岩石中の Na^+ の付加



TEXT-FIGURE 7-18

Key diagram for the groundwater from the Iloilo basin.

された水に多い。イロイロ堆積盆南部の地下水は、このダイヤグラムのA, C, Dの3領域にプロットされる。プロットされた各点を産地、産出層準なども考慮しつつ区分すると、a~dの4グループに細分される。

aグループのNaCl型の水(PC-26, 27)は、Maasin付近におけるSANTOS(1968)によるGuimbal Mudstone(採取地点付近の年代は後期鮮新世)から産出する。これらの水は、自然湧水泉ともみられる浅い手掘り井から産出するが、 Cl^- を11,370~14,090mg/l、 I^- を32.8~36.9mg/lも含み、 I^-/Cl^- 比が2.62~2.88と高い。ちなみに、 Cl^- を海水の値(19,350mg/l)に換算すると、 I^- の値は5.07~5.58mg/lとなる。わが国において、ヨウ素工業の原料として使用されているかん水中の I^- の濃度は30~110mg/l(140mg/lに達するものも少量ある)であるから、Guimbal Mudstone中にはヨウ素型共水性ガス鉱床の形成されている可能性がある。

平野部東部のDumangas付近から採取されたbグループの水は、 $CaCl_2$ 型(B領域)に近い水質をもち、aグループより変質の進んだ水と考えられる。 I^-/Cl^- 比はaグループより低く、ヨウ素のポテンシャルはaグループには及ばないものと思われる。地下水の水質は年代が古くなると変質し、本島(1972)によると、日本における鮮新世の海成層中の地下水の水質は、 $NaClHCO_3$ 型あるいはNaCl型であるが、中新統では $CaCl_2$ 型に変わり、 I^- も岩石中に移行し、減少する。bグループの水は礁性石灰岩により特徴づけられるDingle Formationに由来するものと考えられ、その付近の同層の年代は、浮遊性有孔虫分析によって後期中新世とされるので、イロイロ堆積盆の地下水は、上部中新統と中部中新統の境界付近において、NaCl型から油田かん水型の $CaCl_2$ 型に移行するものと推定される。

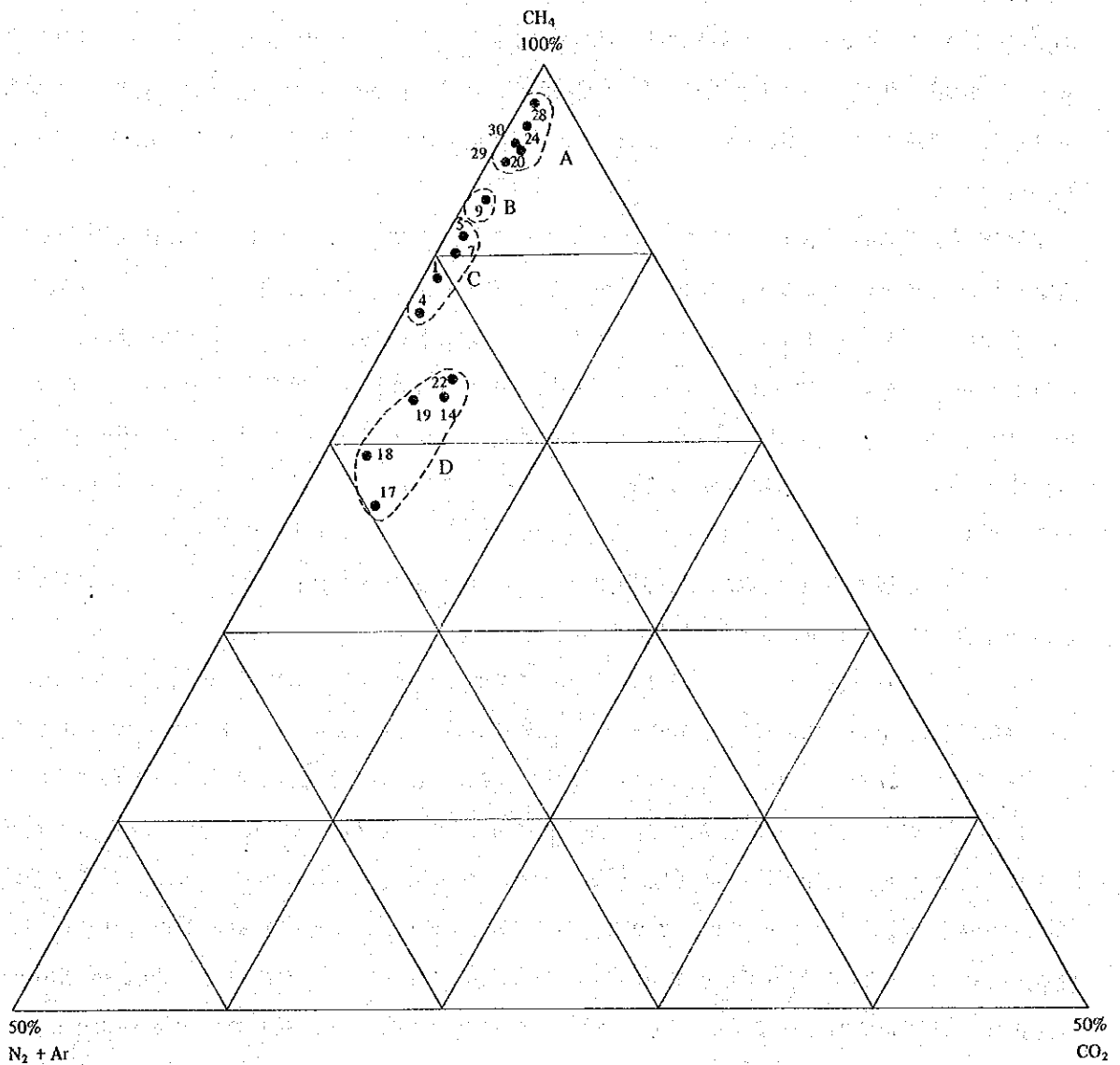
cグループ(PC-14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23)の地下水の産地は、Oton, Alevalo, Mandurriao, Molo, La Paz, Paviaなどを含む平野南部の海岸地区である。これらの水は薄い沖積層下に伏在する更新統Cabatuan Formationの浅海性堆積物に由来する。Table 7-1に示されるように、このグループの地下水中の Cl^- 濃度は全般的に低く260~2,060mg/lの範囲にある。水を採取した井戸の深度が40~100mと浅いため、滞水層が天水によりflushingを受けているものであろう。 I^-/Cl^- 比0.9~2.0の値は、海水並の Cl^- 濃度のかん水が得られれば、 I^- 濃度が20~40mg/lに上る可能性を示すが、堆積環境からみて、この地区のCabatuan Formation中に、下位のUlian Formationのポテンシャルを上回るヨウ素型ガス鉱床の成立している可能性は低い。

D領域($NaHCO_3$ 型)のdグループの地下水(PC-1~5)は、内陸部のZarraga~Sta. Barbara地区の深度34~137mの坑井から産出し、更新統Cabatuan Formationのラグーン型堆積物に由来するものと思われる。このグループの水は、Cグループに比べると相対的に Cl^- および I^- の濃度が低いことによって特徴づけられる。

a～dの4グループに属さない重要地点として、PC-6および7の2点がある。これらはcグループと同様に、Cabatuan Formationに由来する水であり、水質的にもcグループと同質であるが、地理的に隔たるため、cグループには加えなかった。

3) ガス質

Text-fig.7-19は、イロイロ堆積盆南部で採取した12本の自噴地下水井と2ヶ所のガス



TEXT-FIGURE 7-19

Chemical composition of the free natural gas on the triangular net (vol.%).

徴候地（露頭）の遊離ガスの分析値を Table 7-2 に基づいてプロットした CH_4 、 CO_2 および N_2 その他の成分を頂点とする三角ダイアグラムである。ダイアグラム上に表われた顕著な特徴は、 CH_4 領域から CH_4 - N_2 領域への集中である。これらの点を地質、地理的分布などを考慮して分けると、図上に示されるように A~D の 4 グループに区分できる。

A グループ（PC-20, 24, 28, 29, 30）のガスは、高比率の CH_4 （93.63~98.03 vol. %）と低比率の CO_2 （0.07~0.60 vol. %）によって特徴づけられる。これらのガスのうちの PC-20 は上部中新統 Tubungan Siltstone から産出し、PC-24 は下部更新統 Ulian Formation、他の 3 点は鮮新統 Guimbal Mudstone 中から産出したガスであり、例外的なものを除いて、他のグループのガスより相対的に古い地層から産出している。

A グループおよび C グループの中間的な組成をもつ B グループに属する PC-9 は、上部中新統の Dingle Formation に由来するものと考えられる。A グループに比べて、 N_2 の割合が高いのは、天水の flashing に伴って取り込まれた空気によるものと考えられる。PC-9 のガスはまた、ヘリウムを含むことに特徴がある。ヘリウムは、ガス母層や貯留層内において生成されたものではなく、基盤岩の中で、火成岩類に含まれるウラン（ ^{235}U ）およびトリウム（ ^{232}Th ）の壊変に伴って生成され、断層破碎帯等を通路として上昇し、Dingle Formation 内の地層水に溶け込み、蓄積されたものであろう。したがって、ヘリウムは断層破碎帯近くの帯水層内や、比較的古い地層内に検出されることが多い。

C グループ（PC-1, 4, 5, 7）のガスは、Zarraga, Sta. Barbara および Cabatuan における更新統 Cabatuan Formation に由来する。このガスは、86.95~90.87 vol. % の CH_4 、8.00~12.5 vol. % の N_2 、0.15~0.94 vol. % の CO_2 などで構成され、A および B グループより CH_4 の含有率が低く、相対的に N_2 の比率が高いことで特徴づけられる。

D グループ（PC-14, 17, 18, 19, 22）のガスは、海岸地区の Oton, Arevalo, La Paz において採取され、更新統 Cabatuan Formation に由来する。このガスは 7.651~83.54 vol. % の CH_4 、12.06~19.87 vol. % の N_2 、1.77~4.00 vol. % の CO_2 などを含み、高比率の CO_2 および N_2 、相対的に低比率の CH_4 によって特徴づけられ、我が国のいわゆる第四紀ガスに類似する。 CO_2 および N_2 の含有率は、一般に有機物がガス発生の活力を保っているか、あるいは現世に近い地質時代まで活性を保っていた若い堆積物中に高く、堆積物の年代が古くなるのに伴って、減少する傾向がある。D グループのガスが、C グループと同じ Cabatuan Formation に由来するにもかかわらず、 CO_2 および N_2 の濃度において高いのは、D グループのガスが、C グループのガスより相対的に若い堆積物に由来することを示しているものと考えられる。

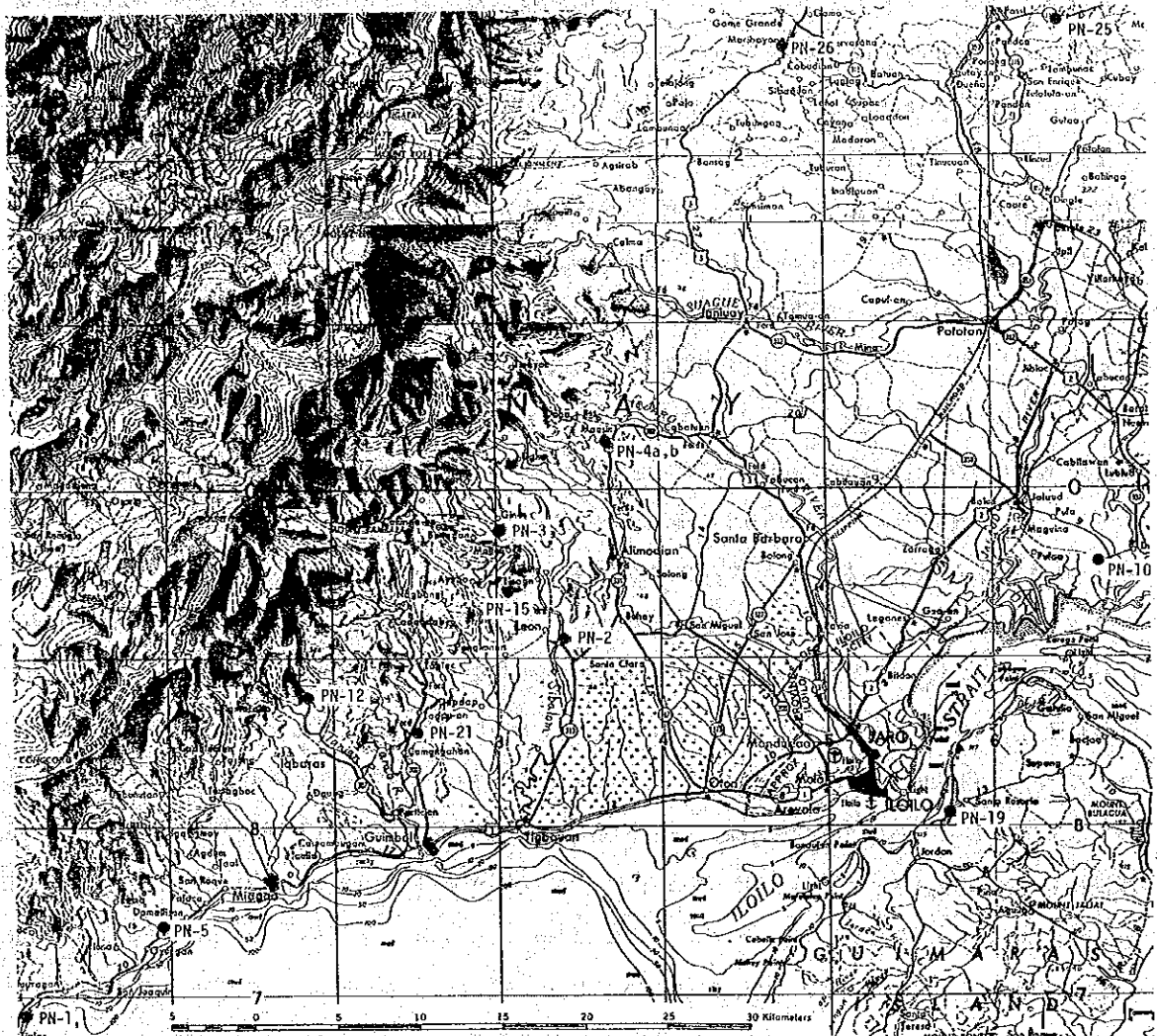
4) 根源岩の有機物分析

イロイロ堆積盆を構成する泥質岩のガスの根源岩としてのポテンシャルを評価するため、可

溶性有機物と有機炭素量の分析を行った。

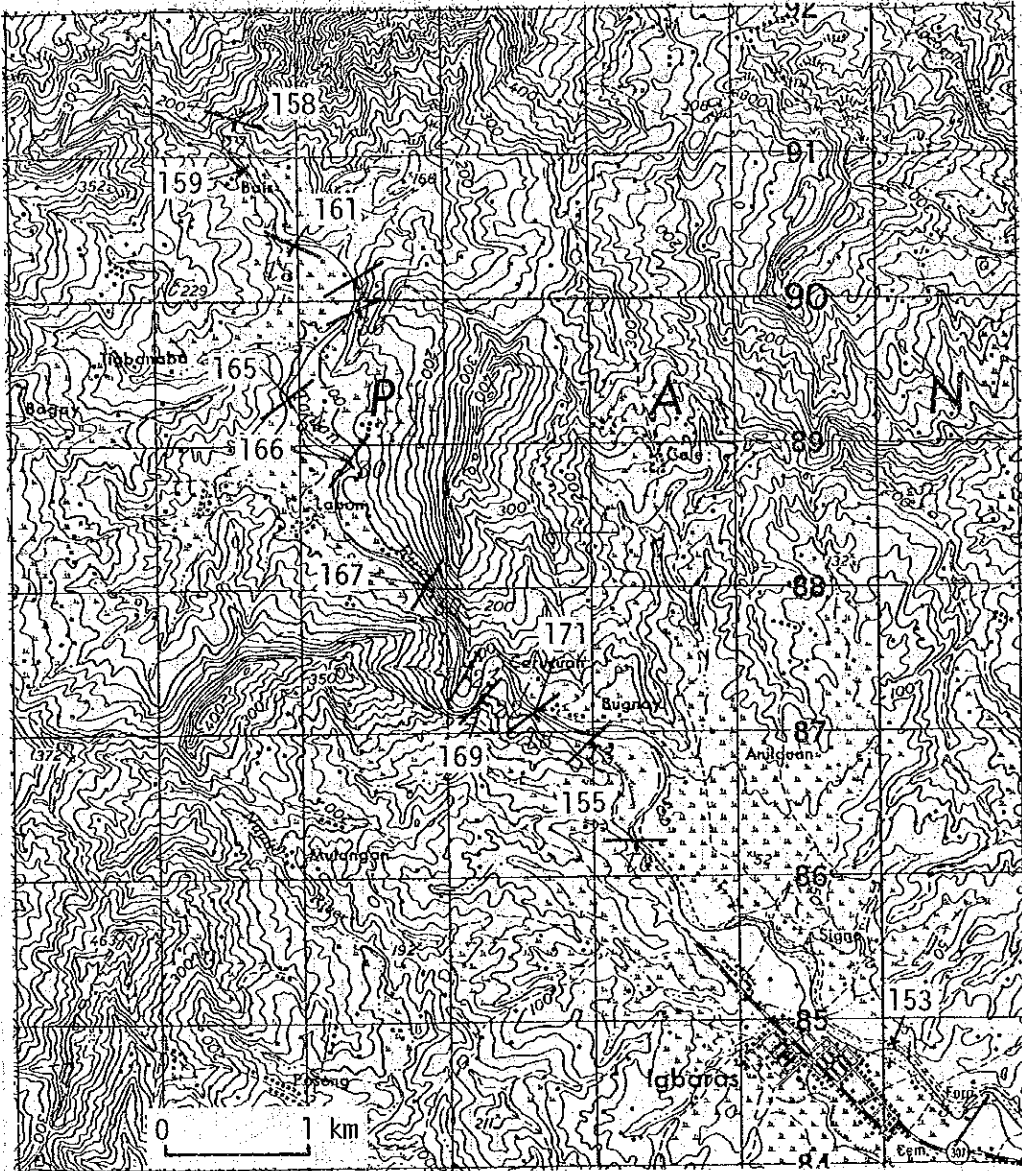
分析した試料の採取位置はText-fig. 7-20に示し、分析結果はTable 7-3に示した。またイロイロ市西方約3.5 kmのTanian川セクションおよび同市西南西約4.7 kmのSan Joaquinセクションの泥質岩の分析結果を、ISHIWADA (1971)より引用し、Table 7-4に示した。試料採取位置はText-figs. 7-21, 22, 採集層準はText-fig 7-23に、それぞれ示した。

Tables. 7-3, 4に示されるように、イロイロ堆積盆の泥質岩の抽出有機物量 (extract)は、0.005~0.129%の範囲にあり、平均では、0.0315%となる (Table 7-5)。PN-21 (Guimbal Mudstone, Pliocene), PN-25 (Passi Formation, Upper Miocene)およびPN-26 (Ulian Formation, Pleistocene)の3点が、特に高い値をもつのが注目される。イロイロ



TEXT-FIGURE 7-20

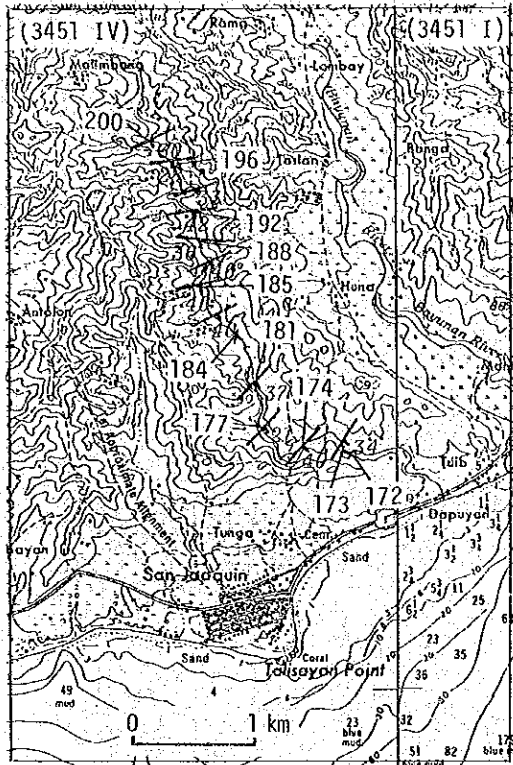
Sample locality map of source rocks in the southern part of Iloilo basin.



1:50,000 TIGBAUAN (Sheet 3452 IP)

TEXT-FIGURE 7-21

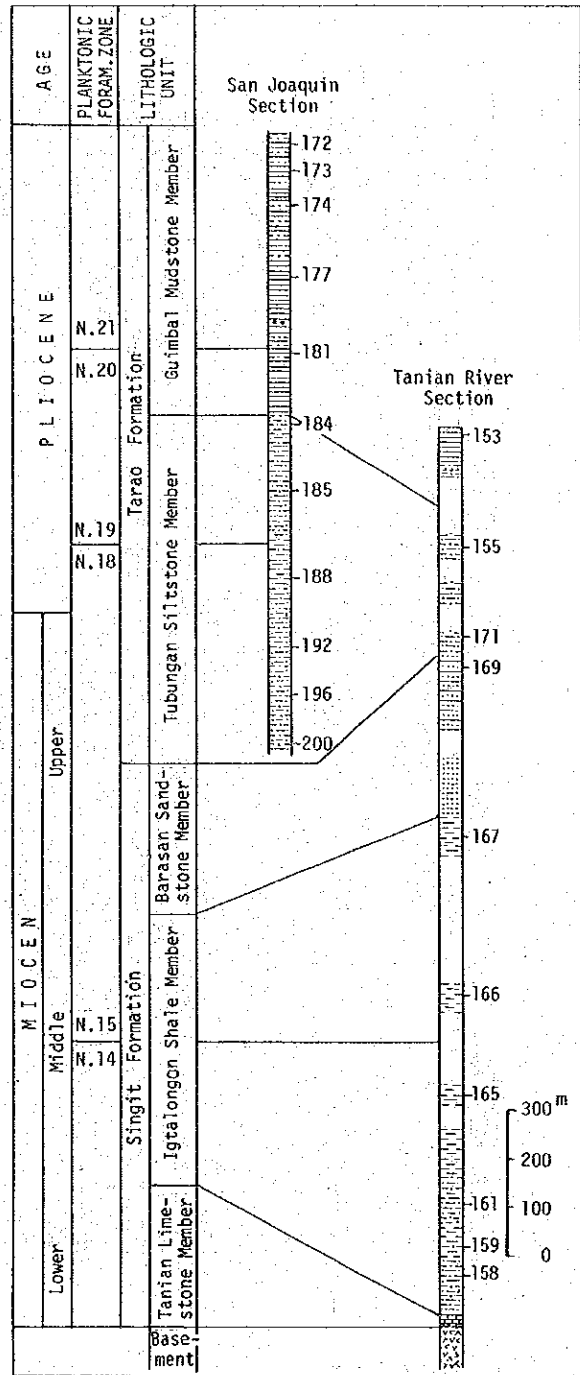
Sample locality map of source rocks in the Tanian River section.



1:50,000 MIAGAO (Sheet 3451 I)
SAN JOAQUIN (Sheet 3451 IV)

TEXT-FIGURE 7-22

Sample locality map of source rocks in the San Joaquin section.



TEXT-FIGURE 7-23

San Joaquin and Tanian River sections showing the horizons of source rock samples.

TABLE 7-3

Organic matters in source rocks from the Iloilo basin (I).

Loc. No.	Lithology	Organic carbon (%)	Extract (%)	Chromatographic separation (%)					Hydrocarbons in rocks (ppm)	Degree of hydrocarbonization	Extract/organic carbon ratio (%)	Lithological unit of sample collected	Age
				Paraffin + naphthene	Aromatics	O-N-S compounds	Residue	Hydrocarbons in extract					
PN-1	Medium grained sandstone	0.20	0.0147	4.88	8.28	21.44	65.40	15.16	19.3	0.0012	7.55	Sewarangan Complex	Up. Olig. - Low. Mio.
2	Bluish green silty sandstone	1.00	0.0481	4.66	8.45	32.92	53.97	13.11	63.0	0.0054	4.81	Tubungan Siltstone	Pliocene
3	Bluish green silty sandstone	0.81	0.0362	6.19	8.29	32.73	52.79	14.48	52.4	0.0056	4.47	Tubungan Siltstone	Up. Mio.
4a	Bluish green siltstone	0.39	0.0201	4.57	6.36	51.98	57.09	10.93	21.9	0.0048	5.15	Guimbal Mudstone	Up. Plioc.
4b	Bluish green siltstone	0.69	0.0354	5.08	6.00	20.25	68.67	11.08	39.2	0.0049	5.13	Guimbal Mudstone	Up. Plioc.
5	Bluish green silty sandstone	0.27	0.0160	6.24	12.86	19.60	61.30	19.10	30.6	0.0097	5.93	Guimbal Mudstone	Pliocene
10	Bluish green silty sandstone	0.71	0.0303	3.30	11.68	29.63	56.59	14.98	45.4	0.0055	4.27	Dingle Formation	Up. Mio.
12	Bluish green sandy siltstone	0.63	0.0354	4.51	5.53	28.78	61.18	10.04	55.5	0.0048	5.62	Tubungan Siltstone	Up. Mio.
15	Greenish gray sandy siltstone	0.42	0.0284	4.09	5.29	30.89	59.78	9.38	26.6	0.0054	6.76	Tubungan Siltstone	Up. Mio.
19	Bluish gray silty sandstone	0.76	0.0284	2.54	5.00	30.89	61.77	7.34	20.8	0.0024	3.74	Dingle Formation	Up. Mio.
21	Bluish green silty sandstone	0.92	0.1288	5.50	44.19	15.27	35.04	49.69	640	0.0598	14.00	Guimbal Mudstone	Pliocene
25	Dark brown siltstone	0.53	0.0876	3.67	48.42	14.52	33.08	52.10	456	0.0740	16.55	Passi Formation	Up. Mio.
26	Bluish brown siltstone	1.19	0.0752	2.54	31.03	29.72	36.71	33.57	248	0.0179	6.15	Ulian Formation	Low. Pleist.
	Average	0.65	0.0456	4.43	15.50	25.97	54.10	19.92	138	0.0163	7.02		

TABLE 7-4

Organic matters in source rocks from the Iloilo basin (II).

Location No.	Lithology	Extract (%)	Chromatographic separation (%)					Ultimate analysis (%)			Hydro-carbons in rock (ppm)	Hydro-carbon/non-carbonate carbon ratio
			Paraffin + Naph-thene	Aromatics	O-N-S compounds	Residue	Hydrocar-bons in extract	Total carbon	Carbonate carbon	Noncar-bonate carbon		
153	Bluish grey mudstone	0.030	10.1	5.0	34.5	50.4	15.1	2.45	1.52	0.93	45	0.0042
155	"	0.015	19.0	6.9	36.2	37.9	25.9	2.16	1.53	0.63	39	0.0053
158	"	0.012	5.6	25.0	36.1	33.3	30.6	0.58	0.39	0.19	37	0.0167
159	"	0.005	8.5	8.5	28.8	54.2	17.0	0.67	0.50	0.37	37	0.0086
161	"	0.020	11.3	7.5	35.0	46.2	18.8	1.50	0.77	0.75	38	0.0045
165	Dark grey mudstone	0.022	10.6	7.1	23.5	58.8	17.7	0.60	0.17	0.45	39	0.0078
166	"	0.025	6.1	9.1	36.4	48.4	15.2	1.19	0.48	0.71	38	0.0046
167	"	0.026	6.7	6.7	35.2	51.4	13.4	1.17	0.46	0.71	35	0.0042
169	"	0.081	8.8	7.0	20.1	64.1	15.8	1.33	0.21	1.12	128	0.0098
171	"	0.044	9.1	6.9	34.3	49.7	16.0	1.11	0.10	1.01	70	0.0060
172	"	0.061	11.2	5.5	7.8	75.5	16.7	5.49	0.96	4.53	102	0.0019
173	"	0.054	6.5	8.9	33.1	51.5	15.4	4.58	0.88	3.70	83	0.0019
174	"	0.041	3.7	7.9	34.9	55.5	11.6	2.83	1.85	0.98	48	0.0042
177	"	0.020	12.4	10.8	13.6	63.2	23.2	6.05	4.75	1.30	46	0.0030
181	Bluish grey mudstone	0.049	4.7	6.4	30.6	58.3	11.1	4.33	3.00	1.33	54	0.0035
184	"	0.034	6.7	9.9	30.5	83.4	16.6	4.69	0.05	4.64	56	0.0011
185	"	0.019	4.1	5.4	36.3	54.2	9.5	0.28	0.16	0.12	18	0.0129
188	"	0.021	4.2	5.6	33.1	57.1	9.8	0.25	0.07	0.18	21	0.0100
192	"	0.032	4.4	5.8	30.9	58.9	10.2	1.42	0.69	0.75	33	0.0039
196	"	0.027	4.0	8.0	32.0	56.0	12.0	1.50	0.67	0.83	32	0.0033
200	"	0.021	7.5	10.2	33.4	48.9	17.7	1.80	0.59	1.21	37	0.0026
	Average	0.031	7.9	8.3	30.3	53.5	16.2	2.19	0.95	1.25	49.3	0.0056

(ISHIWADA, 1971)

TABLE 7-5

Average contents of organic matters in source rocks from the Iloilo basin and the main gas fields in Japan.

Gas fields	Number of analysed samples	Organic carbon (%)	Extract (%)	Chromatographic separation (%)					Hydrocarbons in rocks (ppm)	Degree of hydrocarbonization	extract/organic carbon ratio(%)
				Paraffin + naphthene	Aromatics	O-N-S compounds	Residue	Hydrocarbons in extract			
Iloilo basin, Panay Island	34	1.02	0.0315	6.48	11.05	28.64	53.83	17.53	80.4	0.0097	5.19
Gas fields in Miyazaki Pref., Kyushu	31	0.58	0.0264	17.1	14.5	28.2	40.2	31.6	72	0.0107	4.55
Southern part of Okinawa Island	18	0.58	0.0329	-	-	-	-	-	85	0.0127	5.69
Oil and gas fields in the coastal region of Sea of Japan	415	0.86	0.0970	13.1	8.3	27.4	51.2	21.4	208	0.0208	11.27
Gas fields in Chiba Pref., Central Japan	31	0.95	0.0470	5.8	5.5	33.3	55.4	11.3	53	0.0048	4.95

堆積盆の平均値 (0.0315%) を我が国の油田・ガス田地域の平均値と比較すると (Table 7-5) 千葉県下の上総層群の値 (0.0470%) をやや下り、宮崎県下の宮崎層群の値 (0.0264%) を上回る。

泥質岩中の炭化水素 (hydrocarbons in source rock) の平均値 (80.4 ppm) は上総層群 (53 ppm) および宮崎層群 (72 ppm) の平均値を上回る。

有機炭素 (organic carbon) の平均値 (1.02%) は、日本海沿岸地域の含油上部新生界も含め、日本各地の値を上回る。

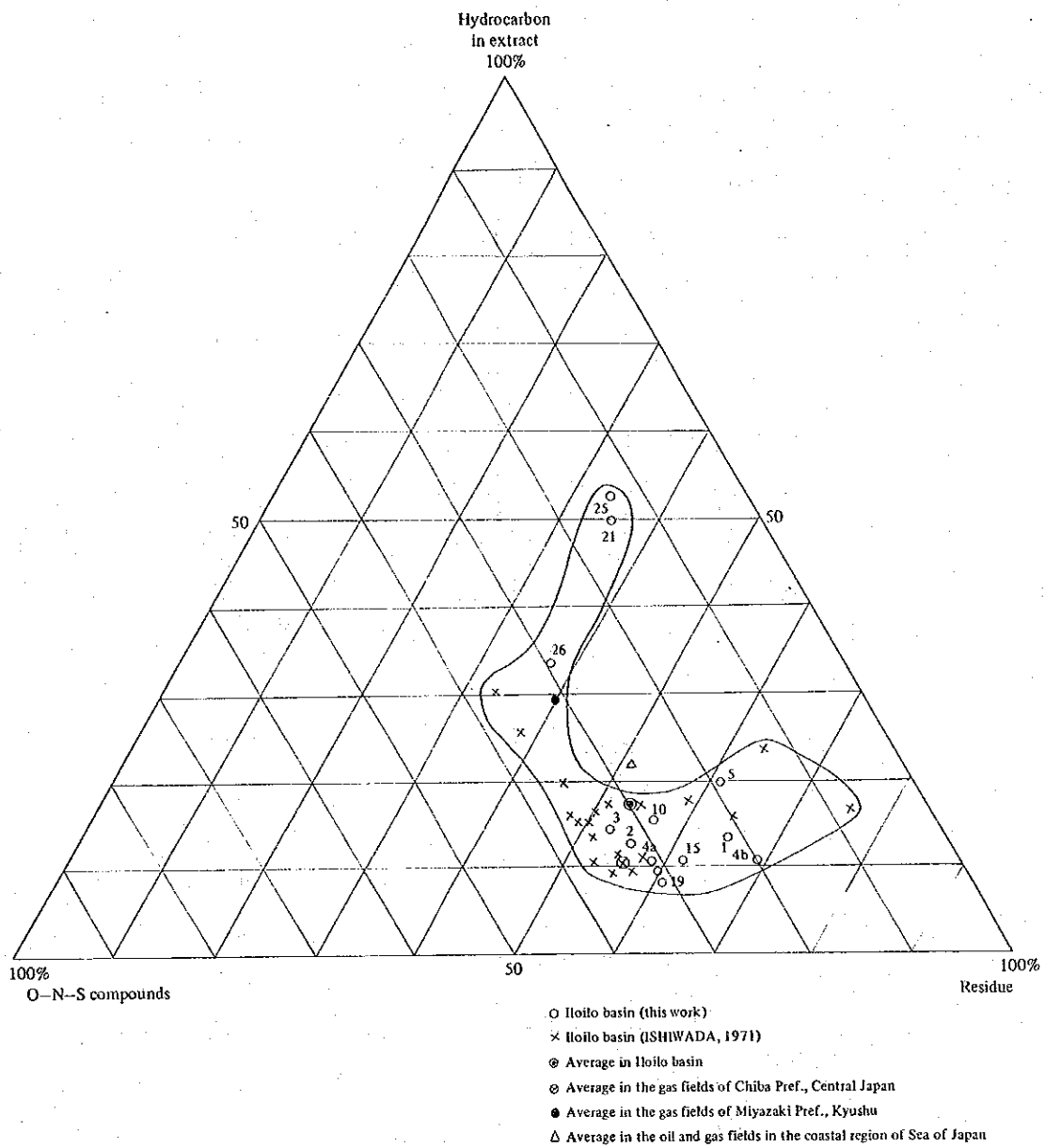
石油化度 (degree of hydrocarbonization) の平均値 (0.0097%) は、上総層群 (0.0048%) より高く、宮崎層群 (0.0107%) より低い。

抽出有機物 (extract) と母岩中の有機炭素 (organic carbon) の割合を示す有機物抽出度 (extract/organic carbon ratio) の平均値 (5.19%) は、上総層群 (4.95%) および宮崎層群 (4.55%) の値を上回る。

Text-fig.7-24 は可溶性有機物の抽出結果を hydrocarbon, O-N-S compounds および residue の3成分ダイアグラム上にプロットしたものである。この図から、イロイロ堆積盆の泥質岩の可溶性有機物量は、hydrocarbons 10~20%、O-N-S compounds 20~40%、residue 50~70% の比較的狭い範囲に集中し、日本における主要な共水性ガス田地域の泥質岩のプロットされる範囲とよく一致することが明らかである。

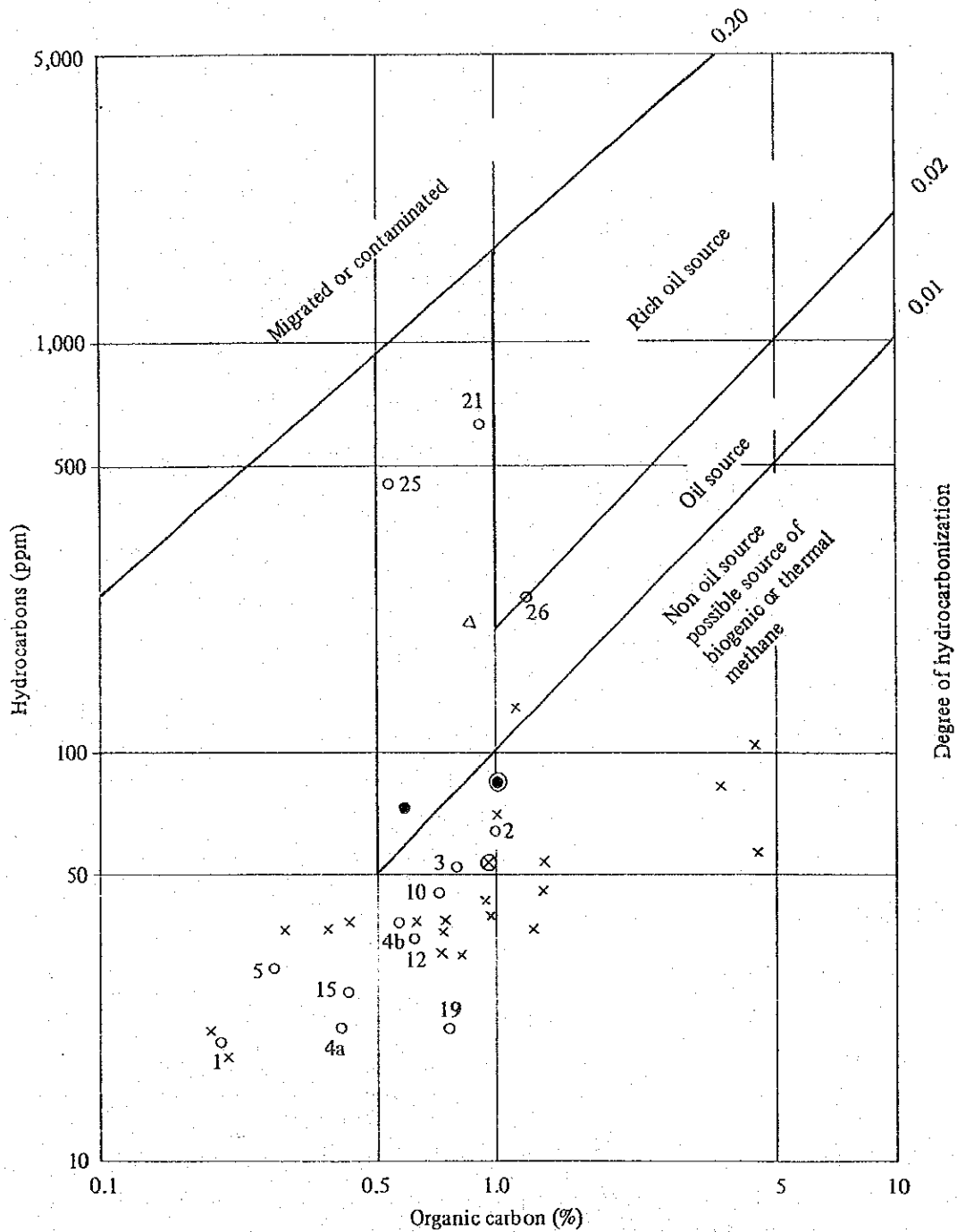
Text-fig.7-25 は可溶性有機物の抽出結果を、工藤ほか4名 (1976) による石油根源岩評価チャートにプロットしたものである。この図上において、oil source の範囲にプロットされる PN-21 (Guimbal Mudstone, Pliocene), PN-25 (Passi Formation, Up. Miocene) および PN-26 (Ulian Formation, Pleistocene) の3点は、有機物の熟成が進み、炭化水素の含有率が高く、低度に石油を発生する能力と十分なガスを発生する能力とを備えていることを示す。これら以外のサンプルは、熟成度が低く、重炭化水素を発生する能力はないが、メタンを発生する能力を充分備えていることが明らかである。

以上の結果から、イロイロ堆積盆を構成する新生代後期のほとんど全ての地層中の泥質岩は、日本の代表的な共水性ガス鉱床地域である千葉県下のガス田の泥質岩、および宮崎ガス田の泥質岩に匹敵するガス発生能力をもち、共水性ガス鉱床形成のポテンシャルを十分に備えているものと判断される。



TEXT-FIGURE 7-24

Chemical composition of bitumen in source rocks from the Iloilo basin and the main gas fields in Japan on the triangular net.



- Iloilo basin (this work)
- × Iloilo basin (ISHIWADA, 1971)
- Average of Iloilo basin
- ⊗ Average of gas fields in Chiba Pref., Central Japan
- Average of gas fields in Miyazaki Pref., Kyushu
- △ Average in oil and gas fields of the coastal area of Sea of Japan

TEXT-FIGURE 7-25

Position of source rocks from the Iloilo basin and the main gas fields in Japan on the source rock evaluation chart.

8. 共水性ガス鉱床

イロイロ堆積盆南部の平野部地下に伏在する中新統 Dingle Formation, 上部中新統～鮮新統, および更新統 Cabatuan Formation 中に, それぞれ性格の異なった共水性ガス鉱床の成立していることが予測される。上部中新統～鮮新統中に予測される鉱床は, 付随水中のヨウ素の含有率の相対的に高いヨウ素型であり, 鉱床としてのポテンシャルは3者の中で最も高いものと推定される。

1) 上部中新～鮮新統のヨウ素型共水性ガス鉱床

イロイロ堆積盆西部の丘陵地帯のガス徴候地および浅井戸から産出するガスは, 上部中新統上半部～鮮新統 (Tubungan Siltstone, Guimbal Mudstone, Ulian Formation など) に由来し, 9.363～9.803 vol. % の CH_4 , 1.45～4.88 vol. % の N_2 , 0.07～0.60 vol. % の CO_2 などを含み, 8,914～9,711 Kcal/Nm³ の総発熱量を有する。このガス組成は我が国のポテンシャルの高い共水性ガス鉱床の値に近似する。付随水の中には, 地表の自然湧水泉から産出するものでも, 11,370～14,070 mg/l の Cl^- および 32.8～36.9 mg/l の I^- を含み, I^-/Cl^- 比が 2.62～2.88 に達するものがある。一定量の地下水中に溶存し得るガス量は, 静水圧に比例するので, 地下深くなると増加する。また, Cl^- および I^- の濃度も天水の浸入しない地下深部では高くなるので, 上部中新統～鮮新統の海成層 (主として Ulian Formation) が厚く発達する平野部の深部には, ポテンシャルの高いヨウ素型共水性ガス鉱床の成立していることが予測される。予察調査時の計算によると, 地下において Cl^- の濃度が海水並 (19,350 mg/l) に上昇すれば, 地下増温率をも考慮したイロイロ堆積盆の飽和メタン水比は, 深度 600m において 1:1 となる。すなわち, 深度 600m の貯留層から, メタンで飽和された海水並のかん水 1kl を汲み上げると, 1Nm³ のメタンが得られることを意味する。このとき, かん水中の I^- の濃度は, I^-/Cl^- 比 2.62～2.88 によって, 50.8～55.8 mg/l と計算される。平野部の堆積物は, 丘陵地帯の堆積物より, I^- の濃集に好都合な, 深海性の要素が高いと考えられるので, I^-/Cl^- 比は, 上の数値を上回る可能性もある。我が国のヨウ素工業の原料かん水の I^- 濃度は 30～110 mg/l (140 mg/l に達するものも少量ある) であることから, このかん水はヨウ素原料水として期待がもてる。

2) 中新統の共水性ガス鉱床

イロイロ堆積盆平野部東部に露出し, また平野部地下に伏在する下部～上部中新統 Dingle Formation 中にも, 石灰岩および砂岩を貯留層として, 共水性ガス鉱床の成立していることが予測される。

平野部東部の深度66mの水井戸(PC-9)のガス組成は、 CH_4 93.02 vol. %, N_2 5.77 vol. %, CO_2 0.94 vol. %で、上位のUlian Formationに次ぐポテンシャルを示す。しかし、付随水の水質は CaCl_2 型に近い NaCl 型を示し、 NaCl 型の上位層より変質が進んでおり、ヨウ素に対する高いポテンシャルは期待できない。石油探査井のデータによると、石灰岩および砂岩の中には、共水性ガスの貯留層となり得る孔隙率および浸透率をもつものがあり、また Cl^- 16,300~17,600mg/lのかん水も確認されているので、同層上部に共水性ガス鉱床の成立している可能性が高い。

3) 更新統の共水性ガス鉱床

平野部の更新統Cabatuan Formationのラグーン~浅海性堆積物中には、いわゆる第四紀ガスの特徴をもつ水溶性ガス鉱床が成立している。鉱床はZarraga, Sta. Barbara, Pavia, Iloilo市, Otonなどを含む面積約250km²の区域に分布し、深度は100~500mと推定される。この地層に掘削されたZarragaの水井戸PC-1号井では、深度105.8~112.0mの帯水層から、 Cl^- 525mg/l, 自噴量81.3kl/day以上の水に伴って、9.5Nm³/day以上のガスが噴出する。ガス組成は CH_4 88.83 vol. %, N_2 10.29 vol. %, CO_2 0.15 vol. %であり、総発熱量は8,457Kcal/Nm³である。Sta. BarbaraのPC-5号井では、深度約130mの帯水層から Cl^- 294mg/l, 自噴量45.3kl/dayの水に伴って、10.1Nm³/dayのガスが自噴し、ガス水比は0.223である。ガス組成は CH_4 90.87 vol. %, N_2 8.00 vol. %, CO_2 0.94 vol. %であり、総発熱量は8,651Kcal/Nm³である。これらに対して、Pavia, Iloilo city, Otonなどを含む海岸地帯においては、ガス組成が CH_4 76.51~83.54 vol. %, N_2 12.06~19.87 vol. %, CO_2 1.77~4.01 vol. %となり、坑井深度が43~102mと浅いこともあって、内陸部の上記2井より、ガス層のポテンシャルが下る。しかし、地下水中には263~2,060mg/lの Cl^- および0.5~4.0mg/lの I^- が含まれ、 I^-/Cl^- 比は0.89~1.94となり、ヨウ素のポテンシャルについては内陸を上回る。これらの水質およびガス質からみると、内陸部の堆積物は有機物に富んだラグーン型で、海岸地帯は Cl^- および I^- の比較的に多い浅海型であり、かつ海岸地帯の堆積物の方が相対的に年代が若いと考えられる。

更新統Cabatuan Formationの浅海性堆積物中の地下水の Cl^- が、地下深部において海水並(19,350mg/l)に上れば、 I^- も40mg/l程度となり、ヨウ素型ガス鉱床が成立することになるが、そのポテンシャルは、前述のUlian Formation中に予測される鉱床のポテンシャルを上回るものではなさそうである。

9. ま と め

(1) イロイロ堆積盆南部の上部新生界は、安山岩質～玄武岩質火山岩類によって特徴づけられる地層を見掛け上の基盤とし、後期漸新世～更新世の主として海成層により構成される。

(2) 堆積盆西部の Leon ～ Bucari セクションにおいて、新生界は A ～ F 累層に区分できる。A 累層は火山岩類を主とし、見掛け上基盤を構成する。B 累層は石灰岩をもって A 累層上に整合的に重なり、主として泥岩砂岩互層からなる。C 累層は砂岩がちの岩相をもって B 累層上に整合的に始まり、主要部は泥岩がちの泥岩砂岩互層で構成される。D 累層は C 累層上に整合的に重なり、礫岩から始まり、砂岩泥岩互層を主とする累層である。E 累層の下部は砂岩がちの砂岩泥岩互層からなり、上部は主として泥岩からなる。本累層は断層を隔ててそれぞれ上下の累層と接する。F 累層は主として礫岩により構成される。

(3) 有孔虫化石によると B 累層から E 累層の下部までが中新統、E 累層中部以上は鮮新統に対比される。

(4) B 累層下部の堆積深度は上浅海であるが、同累層中部から急速に深くなりタービダイト相が卓越し、D 累層上部の堆積時に最も深くなり、その後次第に浅くなったものと推定される。

(5) 石油探査井のデータによると、イロイロ堆積盆南部の平野部の層序は、下位から、玄武岩質火山岩類 (basement)、最上部漸新統、Dingle Formation, Ulian Formation, Cabatuan Formation に区分される。最上部漸新統は礁性石灰岩、頁岩、玄武岩質火山砕屑岩からなり、基盤岩類との間には不整合が想定され、層厚は 270m である。Dingle Formation は 礁性石灰岩、頁岩、砂岩、頁岩砂岩互層などからなり、下部中新統～上部中新統中部に対比される。層厚は 1,400m である。この累層は下位累層と不整合で接し、また累層中にも 2 層準に hiatus が認められる。Ulian Formation は泥岩および泥岩砂岩互層に特徴づけられ、砂岩および石灰岩を挟む。この累層は上部中新統の上部～下部更新統に対比され、670m の層厚をもつ。Cabatuan Formation は泥、砂、礫層からなり、更新統に対比される。層厚は 440m である。

(6) Dingle Formation の堆積環境は上浅海～下浅海、Ulian Formation は下浅海～深海、Cabatuan Formation はラグーン～浅海性と、それぞれ推定されている。

(7) イロイロ堆積盆の堆積相は、東部の平野部と西部の丘陵地帯との間で著しいコントラスト

を示す。すなわち、東部には礁性石灰岩を特徴とする下部～上部中新統 Dingle Formation の陸棚相が広く発達するのに対して、西部には相対的に深い堆積環境を示す B 累層中部から D 累層上部にわたるタービダイト相が広く、厚く発達する。後期中新世の後期になるとこの関係が逆転し、東部が深くなり深海相の Ulian Formation が堆積し、西部には比較的浅い環境の D 累層上部から E 累層が堆積した。更新世に入ると全般的に浅海化し、東部にはラグーン～浅海性の Cabatuan Formation が堆積し、西部には礫層に代表される緑海性～浅海性の D 累層が堆積した。

(8) ポテンシャルの高いヨウ素型共水性ガス鉱床は、下浅海～深海堆積物中に成立することが経験的に知られている。イロイロ堆積盆内でこの条件を満たす地層は、西部丘陵地帯では下部中新統～鮮新統 (B 累層中部～E 累層)、また東部の平野部では上部中新統の上部～鮮新統 (Tarao Formation の Tubungan Siltstone Member および Guimbal Mudstone Member, Dingle Formation の上部, Passi Formation, Ulian Formation などを含む) である。

(9) 石油探査井の電気検層データによると、イロイロ堆積盆の平野部の上部新生界の比抵抗値は $0.63 \sim 1.54 \Omega\text{m}$ (導電率にして $1,600 \sim 650 \text{ mmhos}$) の範囲にあり、堆積盆の中心部で低く、縁辺で高くなる傾向が認められる。中央部では相対的に地層水中の塩分濃度が高く、縁辺部で低いことを示すものであろう。

(10) 導電率からみた天水の浸入深度は内陸部で約 250 m 、海岸地方で約 370 m と推定される。

(11) Leon～Bucari の地表セクションから採取した岩石サンプルの孔隙率は 49.2% から 12.1% の間にあり、年代が古くなると低下する。孔隙率が共水性ガス鉱床の貯留層として要求される最低値 25% を切る層準は、E₁ 部層の中部に当たる。この層準は Tubungan Siltstone Member 中部に相当し、中新統と鮮新統の境界付近に対比される。

(12) 石油探査井の音波検層データの解析によると、イロイロ堆積盆平野部の深度 $305 \sim 1,070 \text{ m}$ の間の堆積物 (ほぼ鮮新統に対比される) の孔隙率は 25% から 60% の間にあり、地表セクションの孔隙率より高く、平野部の圧密が地表セクションより低いことを示している。

(13) 電気検層および音波検層データの解析によると、共水性ガス鉱床の成立に必要な 30 md 以上の浸透率をもつ岩石は、中新統では石灰岩、鮮新統以上の地層では砂岩によって代表される。石油探査井に限ってみると、鮮新統内の貯留層の発達は必ずしも良好とはいえない。

(14) イロイロ堆積盆南部の平野部の地震断面の解析によると、Dingle Formation内の石灰岩までの深さが1,000 mを越える範囲、すなわち、上部中新統の上部以上の地層が、厚さ1,000 m以上に発達する範囲の面積は、300 km²を超えるものと推定される。

(15) 地化学調査および石油探査井のデータによると、イロイロ堆積盆南部に分布する上部新生界のほとんど全層にガス徴が認められる。

(16) この地域の天然ガスは、いわゆる水溶性ガスとして地層水中に溶存するものが主体をなす。構造性ガスは、石油探査井によって見いだされたポケットガスを除き、発見された記録はない。

(17) ガス根源岩の有機物分析によって、イロイロ堆積盆の泥質岩は全般的にガス発生能力をもっていることが分った。特に、上部中新統Passi Formation、鮮新統Gimbal MudstoneおよびUlilan Formationの中には、十分なガス発生能力と低度に石油を発生する能力を備えた根源岩が含まれる。

(18) イロイロ堆積盆南部の平野部深部に伏在する上部中新統の上部から鮮新統（主としてUlilan Formation）の中に、ポテンシャルの高いヨウ素型共水性ガス鉱床の成立していることが予測される。

(19) イロイロ堆積盆平野部東部に露出し、また平野部地下に伏在する下部～上部中新統Dingle Formation中にも、石灰岩および砂岩を貯留岩として、共水性ガス鉱床の成立していることが予測されるが、付随水中のヨウ素のポテンシャルは、上位のUlilan Formationほど高くないものと考えられる。

(20) 平野部の更新統Cabatuan Formationのラグーン～浅海性堆積物中には、メタン含有率の比較的低い、いわゆる第四紀ガスの特徴をもつ水溶性ガス鉱床が成立している。鉱床分布域の面積は約250 km²、深度は100～500 mと推定される。この鉱床は、ガスおよびヨウ素共に、下位のUlilan Formation中に予測される鉱床のポテンシャルを上回るものではないが、既存の地下水井の中には、燃料用ガスとして利用し得るガスを産出しているものがある。

10. む す び

(1) イロイロ堆積盆南部に分布する後期中新世の後半～前期更新世の主として泥質岩からなる海成層は、メタン含有率の高いガスと、ヨウ素濃度の高いかん水を含むことが、水井戸、自然湧水泉等の調査で明らかになった。泥質岩の有機物分析によると、この地層はガス発生能力を十分にもち、また、微化石データによると、ヨウ素の濃集に適した下浅海～深海性の堆積環境の下に堆積したものと考えられる。このような特徴は、わが国の代表的な共水性ガス鉱床をもつ千葉県下の上総層群や宮崎県下の宮崎層群のものに類似することから、イロイロ堆積盆地下深部には、両層群と同タイプのヨウ素型共水性ガス鉱床の成立していることが予測される。ヨウ素を含むガス付随水は、ヨウ素工業の原料かん水として利用することによって、ガス生産コストの引き下げに寄与するので重要である。

(2) 鉱床は、泥岩中の粗粒堆積物を貯留層として、平野部深部の地層の厚さの急変部や、堆積盆中央域の厚く発達した地層の中に形成されているものと推定される。鉱床の予測される区域は、パナイ島随一のイロイロ市街地の一角を含み、その北西域に広がる。同市は人口約20万を擁し、ガスの潜在需要が見込まれる。この区域はまた、海までの距離が短く、かん水の排水が容易であり、標高も高いので、地盤沈下の影響も最小限に留めることができると考えられる。

(3) 鉱床の具体的な評価に必要な、貯留層の深度および発達状況、ガスおよびヨウ素のポテンシャル、ガスおよび付随水の産出能力、生産コストなどの諸データ、および生産井の構造・坑井間隔の設計根拠、地盤沈下予測計算根拠などのデータは、試掘によって入手することができる。

(4) 試掘に当っては、層序、地質年代、堆積環境、貯留層の深度・物性・有効層厚、ガス流量、水量、水温、ガス水比、生産指数、産出能力の推移、ガス組成、発熱量、水質、ヨウ素の濃度など、鉱床評価に必要な諸データを取ることを目的とし、当面、鉱床の垂直方向の解明に重点を置くことが望ましい。

(5) 層内の圧力、産出性能などの異なる複数の貯留層を1本の坑井でテストするのは困難なため、少なくとも2本の坑井を掘削し、深部の貯留層と浅部の貯留層とを分けて、別々にテストするのが望ましい。

(6) 具体的な開発計画は、試掘によって把握された鉱床規模に基づいて、生産井の配置、集・送ガスプラント、パイプライン、ヨウ素工場などの立地条件および建設コストの調査、ガス市場の調査、ガス開発・生産・管理・保守・利用技術およびヨウ素工業技術の導入の方途の調査、経済・鉱工業政策の調査などを幅広く行った上で、作成されることが望ましい。

(7) 更新世のラグーン～浅海性堆積物中のいわゆる第四紀ガスは、商業性は低いものの燃料として適し、既存井の中にも利用可能な井戸があるので、周辺民家の燃料ガスとして、有効利用を図るのが望ましい。

引 用 文 献

Publications

- BANDY, O.L., 1963. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and basinal development in Philippines. Amer. Assoc. Petro. Geol., Bull., vol. 47, no. 9, pp. 1733-1745.
- BLOW, W.H., 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. Proc. 1st Internat. Conf. Planktonic Microfossiles, vol. 1, pp. 199-422.
- Bureau of Mines, 1975. A review of oil exploration and stratigraphy of sedimentary basins of the Philippines.
- CAPISTRANO, P.M. and MAGPANTAY, A.L., 1958. Geology and mineral resources of the southern segment of the Eastern Range of Panay. Philippine Geologist, vol. 13, no. 1, pp. 1-21.
- CORBY, G.W. et al., 1951. Geology and oil possibilities of the Philippines. Philippine Bur. Min., Tech. Bull., no. 21, pp. 1-363.
- FUKUTA, O. and NATORI, H., 1973. Possibilities on iodine and gas resources of dissolved-in-water type in the Philippines. Jour. Japan. Assoc. Petrol. Tech., vol. 38, no. 4, pp. 239-240. (in Japanese).
- GONZALES, B.A., 1963. Foraminiferal analyses on measured sections along the Tarao (Jarao) and Tanian rivers, southwestern Iloilo. Philippine Bur. Min., Rep. Invest., no. 46, pp. 1-35.
- GONZALES, B.A., MARTIN, S.G. and ESPIRITU, E.A., 1978. Onshore stratigraphy of Philippine Tertiary basins. ESCAP Atlas of Stratigraphy I.
- HASHIMOTO, W., 1981. Geologic development of the Philippines. Geol. Paleont. SE Asia, vol. 22, pp. 83-170.
- ISHIWADA, Y., 1971. Analysis of petroleum source rocks from the Philippines. ECAFE Technical Bulletin, vol. 4, pp. 83-91.
- KUDO, S., MORISHIMA, H., SATO, S., MATSUBAYASHI, H. and ASAKAWA, T., 1976. Studies on the oil and gas generation potential of the petroleum source rocks. Annual Report of the Petroleum Exploitation Technology Research Center of the Japan Petroleum Corporation. (in Japanese).
- LEVORSEN, A.I., 1966. Geology of Petroleum. W.H. Freeman & Co., pp. 1-724.
- MAGARA, K., 1978. Compaction and fluid migration. Elsevier Scientific Publishing Co., pp. 1-319.
- MOTOJIMA, K., 1972. Sedimentary geochemistry in the region of hydrocarbon deposits. Jour. Japan. Assoc. Petrol. Tech., vol. 37, no. 1. (in Japanese with English abstract).
- OHARA J., 1969. Heavy minerals of the Miocene Singit and Tarao Formations in Panay Island, the Philippines. Geol. Paleont. SE Asia, vol. 7, pp. 97-113.

- SALDIVAR-SALI, A., 1978. Reef exploration in the Philippines. Philippine Bureau of Energy Development.
- SAMANIEGO, YAGO, R.E. and FLORES, M.G., 1970. Fossil molluscus from the Iloilo Basin. Journ. Geol. Soc. Philippine., vol. 24, no. 2, pp. 68-120.
- SANTOS, P.J., 1968. Geology and section measurements in Iloilo basin, Panay Island, Philippines. Philippine Geologist, vol. 22, no. 1, pp. 1-62.
- SHUTO, T., 1969. Neogene gastropoda from Panay Island, the Philippines. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., ser. D, Geol., vol. 19, pp. 1-250.
- SHUTO, T., 1971. Neogene Bivalves from Panay Island, the Philippines. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., ser. D, Geol., vol. 21, pp. 1-73.
- TAKAYANAKI, Y., TAKAYAMA, T., and ODA, M., 1977. Notes on the Late Cenozoic planktonic foraminifera and calcareous nannofossils from Panay, Philippines. Geol. Paleont. SE Asia, vol. 18, pp. 77-86.
- VILLALVA, E.B., 1976. Utilization of low pressure natural gas occurrences in the Philippines. The CONVOL Letter vol. 8, no. 5 & 6.
- Unpublished reports
- BANDY, O.L., 1960. Foraminiferal zonation and paleobathymetry represented in Tigbauan Well No. 1, Panay. San Jose Oil Co., Inc.
- Bureau of Public Works. Records of operations on ground water wells in Iloilo Province and Buenavista, Guimaras.
- CARR, W.L., 1974. Completion report of PODCO's Leganes No. 1, Iloilo Basin, Panay. Philippine Oil Development Co., Inc.
- CARREY, A.A., 1960a. Well completion report - Tigbauan No. 1, Panay. Philippine Oil Development Co., Inc.
- CARREY, A.A., 1960b. Summary and well history report - San Miguel No. 1. Philippine Oil Development Co., Inc.
- CARREY, A.A., 1960c. Geological and engineering report - Tigbauan Well No. 1, Iloilo Province, Panay. Philippine Oil Development Co., Inc.
- DALEON, B.A., 1960. Litho-stratigraphic correlation of Iloilo wells. Philippine Oil Development Co., Inc.
- FROELICH, A.J. and CHECA, G., 1959. Reconnaissance geologic map of Panay Island, Philippines, 1:250,000. San Jose Oil Company, Inc.
- FUKUTA, O., NATORI, H., SUZUKI, Y., NAGATA, S., INAMI, K., OZAWA, K., REYES, R.A. Jr. and BALADAD, D.R., 1980. Reconnaissance kyosui-sei-gasu survey in the Philippines - memorandum.
- FUKUTA, O., NATORI, H., SUZUKI, Y., NAGATA, S., INAMI, K. and OZAWA, K., 1981. Reconnaissance kyosui-sei-gasu survey in the Philippines. Japan International Cooperation Agency (JICA), pp. 1-128. (in Japanese).

- GONZALES, B.A., ALONG, M.T. and SANTOS, P.J., 1963, Rock-stratigraphic units in southwest Iloilo Basin. Bureau of Mines, unpublished report.
- G.S.I. Party 813, 1974. Bouguer gravity map of the southern part of Iloilo basin for PODCO.
- Metro Iloilo Water District. Data of ground water analyses in Iloilo Province.
- NIETO, M.S., 1956. History and well summary report - Oton Well No. 1. Philippine Oil Development Company, Inc.
- PODCO, 1973a. Sta. Barbara No. 1, Iloilo Basin, Philippines.
- PODCO, 1973b. Mandurriao No. 1, Iloilo Basin, Philippines.
- PODCO, 1973c. Lucena No. 1, Iloilo Basin, Philippines.
- PODCO, 1974. Mandurriao No. 2, Iloilo Basin, Philippines.
- PODCO, 1980. Well completion report - Pavia No. 1.
- PODCO. Seismic profiles.
- REYES, M.V., 1977. Subsurface correlation of the eastern Iloilo Basin. Philippine Oil Development Co., Inc.
- San Jose Oil Company, Inc., 1974. Geologic map of Coto, Jalaoud, Tagbacan, Napolo, Panorán and Suage Prospects, Iloilo Province, Panay Island, Philippines, 1:50,000.