

新潟油田の地化学的予察報告

本島 公司* 石和田 靖章* 品田 芳二郎* 牧野 登喜男**
安国 昇* 伊田 一善* 三梨 昂* 影山 邦夫*

Résumé

Preliminary Report on Geochemical Study of the Niigata Oil Field

by

Koji Motojima, Yasuaki Ishiwada, Yoshihiro Shinada, Tokio Makino, Noboru Yasukuni, kazuyoshi Ida, Takashi Mitsunashi & Kunio Kageyama

In order to ascertain the geochemical properties of petroleum deposits, the similar method of geochemical study was preliminarily applied for natural gas deposits in the Niigata oil field.

Quantitative analysis of selected elements such as pH, reserve pH, HCO_3^- , free CO_2 or CO_3^{2-} , Cl^- , Fe^{++} , Fe^{+++} , P, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- and dissolved gas (O_2 , hydrocarbons, N_2 , inert gas) in brine water occurred with crude oil was tried immediately after air-tight sampling.

The results suggest that the present method is less effective for the study of petroleum deposits than for the natural gas deposits.

Some important suggestions, however, for future development of methodology have been obtained.

要 項

- 方 法： 地化学的予察調査
調査期間： 自昭和28年5月1日
 至 5月12日
調査地域： 新潟県西山(湯の入・別山)・新津(小口)・
 牧の各油田
調査者： 本島公司・石和田靖章・品田芳二郎・牧野
 登喜男・安国 昇・伊田一善・三梨 昂・
 影山邦夫
目 的： 油田の地球化学的特性を解くために、新潟
 の代表油田に対して、主として油田鹹水の
 検討を試みる。
結 果： 得られた化学分析値を、今まで取扱ったガ
 ス田に関する資料を比較しながら解釈、検
 討を加えることによつて、今後の調査およ
 び研究に際しての、若干の焦点を決めるこ
 とができた。

1. 序

油田の実体を地質学的にまた地球化学的に把握しようとする試みは、以前から行われてきたところである。筆

* 燃料部

** 北海道支所

者等は、本邦各地に存在する各種形態の溶解(または共水)性天然ガス鉱床に対して、従来適用してきた調査方法をもつて、油田の状況を調査することをこのたび試みた。

油田もガス田もともに水成岩中の還元的な場において生成されたものであつて、ともに水を伴ない、ともに炭化水素を産出する。このような類似的性格を読みとつた筆者らは、本邦において比較的良くその地質状況が明らかにされてい、かつ産油史上でも大きな総産油量を示している新潟(越後)油田について、主として油田鹹水を分析の対象にした地化学的調査の予察を行った。

調査油田の位置は、第1図に示した3カ所である。今回の調査に際しては、帝国石油株式会社から本社ならびに現地において多大の援助をうけ、また日泉鉱業株式会社牧鉱場からも現地において種々と助力を得た。こゝに記して深謝の意を表する。

2. 調査方法

今回の予察では、油井の坑口から採取した鹹水を試料とし、主としてその中に溶存している化学成分を分析する方法によつた。この方法においては分析操作の大部分が、天然ガスの地下水法地化学調査と同じになるが、それに先行する分析用試料の採取という点に関しては、油

第1表 新潟油田地化学的予察調査資料

Oil Field 油田名	No. of Well 坑井番号	Depth of W. (m) 坑井深度	(m) 孔明管	採取層名	Air Temp (°C) Ta	Water T. (°C) Tw	Colour of Water 水色	pH	RpH	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	free CO ₂ (mg/L)	CO ₂ ⁻⁻ (mg/L)	total CO ₂ (mg/L)
西	湯の入 C 2甲	434.5	Bore Hole 421.8~434.5	C 椎谷, 中	21±	21.5	淡緑黄	6.7	7.9	17 ₂₀	15 ₄	0	13 ₃₀
	" C 154	662.7	B.H. 641.2~662.7	D 椎谷, 下	"	28.5	"	7.3	7.6	57 ₉	60 _{.5}	0	47 ₉
	" C 140	232.4	B.H. 147.9~232.4	AB 椎谷, 上	"	18.3	"	6.9 ⁺	7.3?	10 ₅₀	19 ₃	0	95 ₆
	" C 11	352.7	B.H. 304.0~352.7	C 椎谷, 中	"	22.1	無, 透	6.5	7.5	19 ₅₀	43 ₄	0	18 ₄₀
	" R 57	1400.0	Anchor 1229.2~ 1400.0	E以下・寺泊, 下	"	21.5	淡緑黄	7.3	7.8	22 ₅₀	44 _{.0}	0	16 ₆₀
山	別山 R 47	1640.0	1602~1640	寺泊, 中	22.5	"	微黄	7.1	7.7	30 ₁₀	4 _{.3}	0	21 ₅₀
	" R 66	1670.0	1610~1670	C 寺泊, 中	19±	15.6 f	無, 透	7.3	7.4?	44 ₄₀	16 _{.1}	0	32 ₂₀
	" R 62	1575.0	1503~1575	A2, 4, 5+B' 寺泊, 上	"	"	(白濁)	7.3	7.3?	26 ₅₀	1 _{.1}	0	12 ₀₀
	" R 65	1530.0	1480~1525	A 椎谷, 最下~ 1-5 寺泊, 最上	"	"	(白濁)	7.9	8.2	29 ₅₀	2 _{.4}	0	21 ₁₀
	" R64D	1517.0	1446~1510	A1-6? 同上	"	"	無	7.8	7.8	29 ₂₀	2 _{.4}	0	21 ₀₀
	" R 60	1535.0	1467.5~ 1527.5	A1-5 同上	"	"	(白濁)	7.7	8.1	26 ₅₀	1 _{.5}	0	11 ₉₀
新 津	小口 R108	741.4	730~732	III 寺泊	20±	"	淡黄褐	7.8	8.1	45 ₀₀	0	12	32 ₅₀
	" R 7	345.2	737~740	II 金津, 中	"	"	無	7.0-	8.0	38 ₀₀	14 ₇	0	29 ₂₀
	" C 89	196.4	"	I 金津, 上	"	"	"	6.9 ⁺	7.9	27 ₉₀	31 ₂	0	23 ₃₀
	" C179	332.8	177.7~196.4	II 金津, 中	15.0	24.4	"	7.2	8.0	24 ₁₀	39 _{.6}	0	17 ₈₀
	" C 92	118.5	"	I 金津, 上	20±	24.5	淡黄褐	6.8 ⁺	8.3	19 ₀₀	99 _{.0}	0	14 ₇₀
	" C 6	"	169.9~188.5	A 丸田, 最上	"	25.0	無	6.5	7.8-	25 ₅₀	44 ₃	0	22 ₃₀
	" R 94	382.4	"	II 金津, 中	"	20.8	褐	7.1 ⁺	7.7	43 ₇₀	88 _{.0}	0	32 ₃₀
" R 43	399.3	"	II 同上	"	23.0	淡黄褐	7.1	8.1	41 ₆₀	12 ₃	5	31 ₂₀	
牧	岩神 C 72	374.5	B.H. 351.~374.5	寺泊, 下	22.8	12.0	微黄褐	7.3	8.1	17 ₄₀	17 _{.6}	0	12 ₇₀
	" C150	316.0	B.H. 314.3~316	同上	21.6	15.5	淡黄褐	8.8	8.9	7 ₆₃	0	27 ₆	83 ₀
	" C133	340.3	B.H. 309.1~340.3	同上	26.5	14.4	"	8.7	8.7	11 ₃₀	0	27 ₆	11 ₃₀
	棚広 C 39	276.3	"	同上	—	—	淡褐	8.8-	8.4	27 ₅	0	18 ₀	37 ₃
	原 C 13	"	"	同上	—	13.4	淡黄褐	8.5	8.7	19 ₇₀	0	24 ₀	16 ₆₀
	上原 C 25	285.8	"	同上	29.6	25.0	"	8.8	8.8	13 ₃₀	0	14 ₄	11 ₀₀
	原 C 57	378.7	B.H. 307.6~378.2	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—

() 資料採取法不良

* 精度や不良

0 < A ≤ 2

田の井戸とガス田の井戸とは、水を井内へ導く点からみた仕上げ方法が根本的に違うことを考えなければならぬ。すなわち、油田においては鹹水を油井へ入れないよ

うに坑井仕上げを行うが、ガス井においては、良いガス水比の地下水を多量に揚水するように仕上げるのが原則であるので、油井とガス井では非常に物理的な差があ

Data of Geochemical Reconnaissance Survey of the Niigata Oil Field (Survey, May, 1953)

Cl ⁻ (mg/L)	total Fe (mg/L)	Fe ^{II} (mg/L)	Fe ^{III} (mg/L)	P (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	dissolved O ₂ (cc/L)	dis. hydrocarbon + N ₂ + etc. (cc/L)	+ 原油比重 25-3-31	+ 原油比重 27.4.1~ 28.3.31	+ ガス比重等	+ ガス油比 28年上期 累計	備考
675 ₀	20.83	19.44	1.39	0.0A	13.8	0.000	0.00	0.7 ₀ *	25.7	A層	0.915 A~D層 0.8538 0.855 E以下 不明	長嶺ガソリン プラント吸込 (昭24年10月) Vol. % CH ₄ ...40.09 C ₂ H ₆ ...2.84 C ₃ H ₈ ...2.09 C ₄ A ₁₀ ...2.56 C ₅ H ₁₂ ...0.33 C ₇ H ₁₆ ...1.72 air...48.56 H ₂ O...1.61 CO ₂ ...0.20	平均 283	
157 ₉₀	16.45	13.22	3.23	0.0A	28.4	0.000	0.00	0.3 ₃	27.8	B				
709 ₀	28.57	25.00	3.57	0.0 ₅	21.7	0.000	0.00	0.6 ₅	42.2	C				
129 ₈₀	28.85	27.50	1.35	0.0 ₅	22.5	0.000	0.00	0.4 ₁	18.9	D				
680 ₀	19.64	17.50	2.14	0.0 ₅	18.2	0.000	0.00	0.0 ₀ *	33.6	E以下 不明				
700 ₂	試料別 12.50	18.42	—	0.0A	20.9	0.000	0.00	0.6 ₁ *	38.3	平均 0.825	A...0.8228 A+B 0.8186 A+B+C (1 坑) 0.8385 B+C+D (1 坑) 0.8240 C 0.8324	別山、液化ガ ス、プラント 原料ガス Vol. % CH ₄ ...26.589 C ₂ H ₆ 14.822 C ₃ H ₈ 29.715 C ₄ H ₁₀ 13.347 C ₅ H ₁₂ 4.075 C ₆ H ₁₄ 2.635 O ₂ +N ₂ 8.817 計算比重 1.28	— 1279 平均 397 622 60 32 185	自噴
785 ₂	28.00	26.92	1.08	0.00	13.2	0.000	0.00	0.5 ₂	51.2					
579 ₁	5.7 ₁	5.4 ₇	0.2 ₄	0.00?	14.1	0.000	0.00	—	—					
651 ₄	7.2 ₇	1.4 ₈	5.7 ₈	0.0A	19.0	0.000	0.00	1.0 ₇ *	33.3					
709 ₄	14.7 ₀	—	—	—	18.5	—	—	—	—					
683 ₉	—	—	—	0.0A	18.4	0.000	0.00	—	—					
350 ₅	19.69	—	—	0.0A	9.5 ₀	0.000	0.00	—	—	A層 ...不明	A層...0.9434	滝谷吸込ガス	A層...0	
392 ₉	4.0 ₄	3.5 ₇	0.4 ₇	0.0A	3.6 ₀	0.000	0.00	0.9 ₉ *	15.1	I "	I "...0.9496	Vol. % CO ₂ ...1.6	I "...51	
256 ₇	9.8 ₀	9.6 ₂	0.1 ₃	0.0A	5.5 ₅	0.000	0.00	2.1 ₄	17.8	II "	II "...0.9400	CH ₄ ...66.5	II "...106	
641 ₄	4.8 ₄	3.2 ₄	1.6 ₀	0.0 ₃	9.0 ₀	0.000	0.00	1.5 ₃	22.6	III "	III "...0.9300 (1坑)	H ₂ O...2.2	III "	
214 ₅	3.1 ₉	2.2 ₁	0.9 ₃	0.0 ₅	8.1 ₄	0.000	0.00	1.7 ₆	24.0	IV "	IV "...0.8759	N ₂ +O ₂ 29.69 S.G...0.577	IV "...790	
335 ₆	25.00	24.00	1.00	0.0 ₈	5.7 ₄	0.000	0.00	0.8 ₄	10.0	IV "	IV "...0.8759		IV "...346	
381 ₆	8.7 ₀	(0.5 ₃)	(8.1 ₇)	0.0 ⁰	6.2 ₃	0.000	0.00	2.0 ₉ *	17.5					
332 ₁	6.2 ₇	(0.8 ₃)	(5.3 ₉)	0.3 ₀	3.5 ₅	0.000	0.00	1.9 ₉ *	22.3					
248 ₅	25.50	18.21	7.29	0.0A	7.6 ₉	0.000	0.00	0.4 ₃	42.6	平均 0.826			平均 58	
745 ₅	19.23	7.84	11.39	0.02-	17.8	0.000	0.00	1.2 ₉	33.6					
791 ₅	25.00	20.00	5.00	0.0A	21.3	0.000	0.00	—	—					
485 ₅	25.33	24.44	0.84	0.00	11.5	0.000	0.00	0.2 ₃	26.5					
741 ₇	10.83	4.06	6.77	0.00	16.9	0.000	0.00	1.2 ₁	48.3					
741 ₃	22.50	7.91	14.59	0.7 ₅	15.0	0.000	0.00	0.5 ₀	35.9					

+ 帯石資料

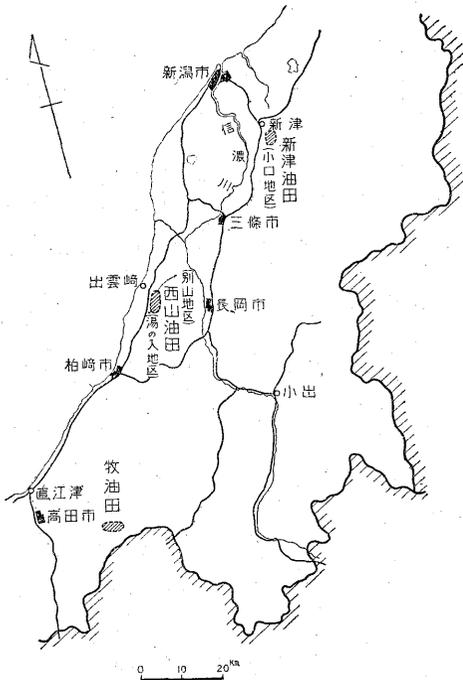
f: 自噴井

特にことわらぬ井戸はポンプ採油

る。このために、測定値の解釈という点からすれば、原則的には測定対象は自噴中の油井がとられるべきであるが、調査の対象にした各油田はいずれも老朽化して

測定した自噴井は別山地区に1井あるだけである。

石油鉱床の成立には、共水性ガス鉱床に比べて層位学的に、堆積学的に、また構造地質学的に成立条件がより



第1図 新潟県下 巡検油田位置図

複雑しているように思われるので、調査した油田における測定坑井の配列は、層位、地質構造などに十分な注意を払った上で決定した。しかもこのような注意をした上で行った測定であつても、油田開発初期の状態はかならずしもわがが知ることにはできない。

各油田の産油井は、いずれもポンプ採油されており(別山の1井を除く)、ポンピングの初期には原油が、次いで鹹水が流出する。この鹹水をできるだけ空気と接触させないようにして試料の採取を行う。かような条件の下では流出する流体の量やチュービングの長さなどに関係して水質が変化すると思われ、また原油がエマルジョン状に水中へ入ると、地下水の分析が困難になり、かつ精度もおちる。

採用した分析法を、第1表の順序に従つて下記する。なお NH_4^+ 以外は全部坑井現場で測定した値である。

pH および RpH 比色法。

HCO_3^- メチルオレンジを指示薬に使い、N/10 HCl によつて滴定で求めたメチルオレンジアルカリ度から算出。

free CO_2 および CO_3^{--} フェノール フタレインを指示薬として、N/10 Na_2CO_3 および N/10 HCl で滴定によつて求めた。

total CO_2 HCO_3^- 、 CO_3^{--} を相当する CO_2 に換算し、この値と free CO_2 とを加えて mg/l CO_2 として表わした。

Cl^- モール氏法

Fe^{II} a-a' デピリヂルを使用

Fe^I Fe^{III} を還元して Fe^{II} として、ピリヂルで定量

Fe^{III} $\text{Fe}^I \sim \text{Fe}^{II}$

P モリブデン酸アンモンと塩化第一錫を使う方法

NH_4^+ 空気蒸溜を行つた後に ネスラーで発色させて定量

NO_2^- G.R 試薬による

NO_3^- デフェニルアミンによる

溶存酸素および溶存炭化水素と窒素 名大理学部の実験室にかかる装置を用い、 CO_2 泡によつて追出した気体につき容積を測つて求めた。

SO_4^{--} 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 I^- 、 Br^- 、 KMnO_4 消費量などの分析は未済である。なお NH_4^+ と KMnO_4 消費量を測定するための資料には坑井現場において試水に CuSO_4 の少量を加えて保存したものをあてた。

3. 得られた結果とその説明

測点位置は、第2図(西山油田湯の入地区)、第3図(別山地区)・第4図(新津油田小口地区)・第5図(牧油田)に示し、それらに対応する測定資料を第1表に記載した。

3.1 測定表中にみられる顕著な特徴

表からみられるように、同一堆積盆地内にある油田においても、化学組成にはかなり変動がある。かつその変動は油田により固有的である疑がある。はたしてこれを油田の個々の性格としてよいかどうかは今後充分な検討を要する所であるが、少なくとも地化学的な固有性格が存在するという意味において無視することはできない

pH この数値は 牧>別山>小口=湯の入のようになりけられる。また寺泊層から得られる水に数値が大きいようである。

HCO_3^- この数値は 小口=別山>牧=湯の入のようである。

free CO_2 椎谷層以上の層位から出る水に多いようである。

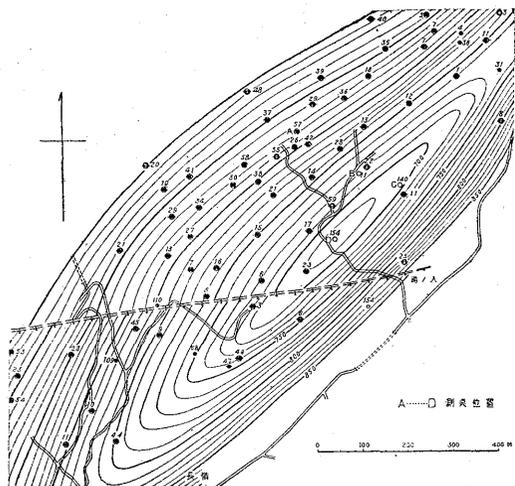
Cl^- この量は 湯の入>別山=牧>小口らしく、湯の入地区の2井では 10,000 mg/l Cl^- 以上となり、その層位は椎谷層中部と同層上部で、孔明管深度は地表下 300~650m である。

P 椎谷層以上の層位から出る水に多いらしい。

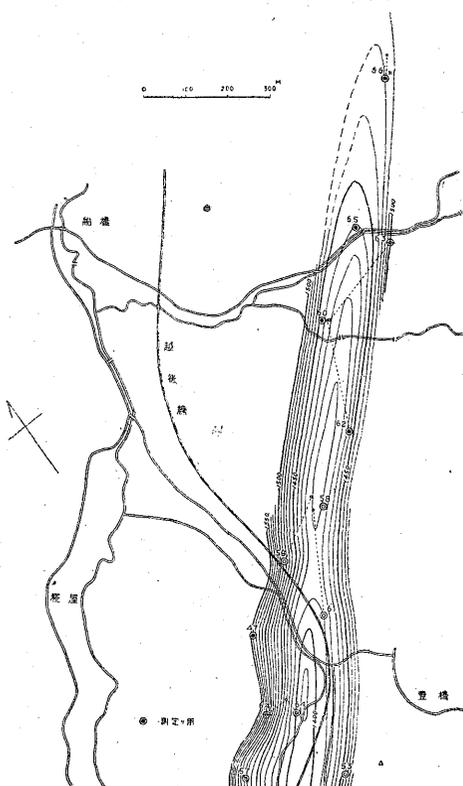
NH_4^+ この数値は 湯の入>別山=牧>小口のようである。

原油比重 これは 小口>湯の入>別山=牧であつて、深度が深い所から産する原油の比重は小さくなる傾向にある。

3.2 天然ガス附随水との比較



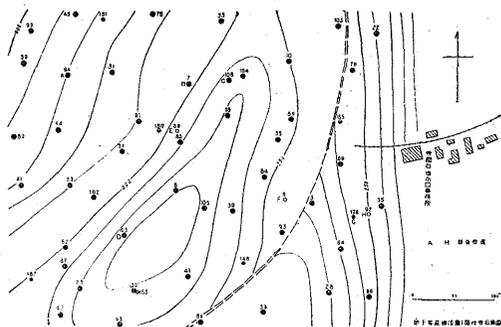
第2図 西山油田湯の入り地区地化学測点位置図
地下等深線(別山礫灰岩基底)図は帝石原図



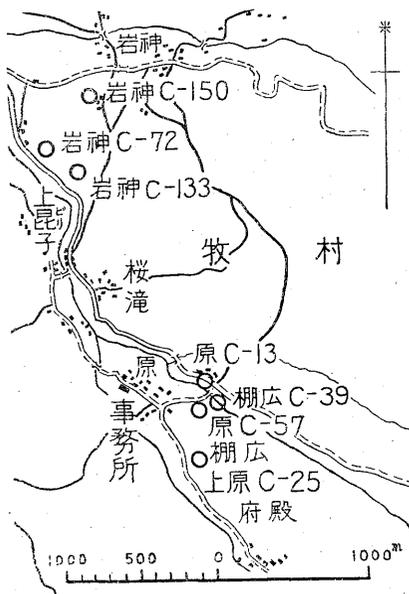
第3図 別山地区地化学測点位置図
地下等深線(A層)図は帝石原図

第三紀海成型天然ガス釦床から産する附随水(以下簡単にガス水と呼ぶ)と、これら油田鹹水の性質との間の比較をごく簡単に試みよう。

pH 西山と新津の油田において得た値は、第三紀ガス水の pH 値(普通は 8.0~8.5位)よりも小さいが、牧油田においては大きいようである。



第4図 新津油田小口地区地化学測点位置図
地下等深線(II層)図は帝石原図



第5図 牧油田地化学測点位置図

HCO₃⁻ ガス水においては 800~1,500 mg/l 位であるが、この油田鹹水では一般に 1,500~4,500 mg/l であつて、HCO₃⁻量は多分多い。

Cl⁻ 東京湾岸にある産ガス量の多い坑井から出るガス水中には、一般に 8,000~20,000 mg/l 位あるが、この油田鹹水では別山の2井を除いて 10,000 mg/l を越えるものがなかつた。

Fe ガス水と同程度の可溶性鉄が観測されているが、調査されたものの大部分はポンプ井であるから、今後の検討を要する点はある。しかし自噴井においても 28mg/l Fe^t が測られているから、地下においても鉄分が多かつたであろうことは一応推定できる。

P 油田鹹水中ではほとんど 0.01~0.08 mg/l P であつて、ガス水の 0.5~1.0 mg/l P よりも少ない。

NH₄⁺ 油田鹹水中の NH₄⁺ は 3.5~28 mg/l の間

にあるので、ガス水中における 20~100 mg/l NH_4^+ よりも一般に少ない。

NO_2^- 、 NO_3^- この両成分はいずれも 0 であつて、ガス水と同様となつている。

水中溶存酸素 油田を扱つたのは今回が初めてあつて試料採取に不完全な点があつたが、 dis O_2 は大略 0.4~1.5 cc/l 程度の数値と思われる。

3.3 油田鹹水の性質に関する 2, 3 の問題

坑井深度と Cl^- 、 HCO_3^- との関係 第6図に示されるような関係にあつて、相関関係はみられず、かえつて各油田別に存在する特徴が大きいくかび出ているように観察される。

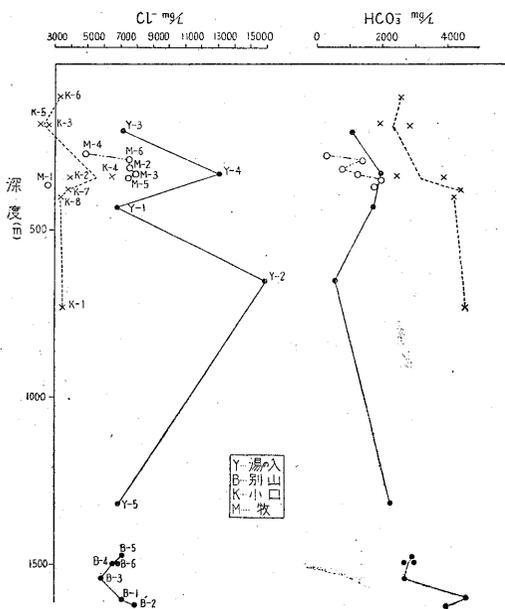
Cl^- と NH_4^+ との関係 両者の間には第7図に示されるように正の相関関係がみられ、また $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ の数値は一般のガス水よりも小さいようである。各油田別の特徴ある分布が図上で読みとれる

別山地区におけるガス油比と化学成分との関係 ごく少ない坑井についての数値を整理すると、ガス油比 (G.O.R.) が大きいものにおいて、鹹水中の NH_4^+ が少なく、pH 値が小さくなるような傾向がみられるので、将来注意する要がある(自由度4)。

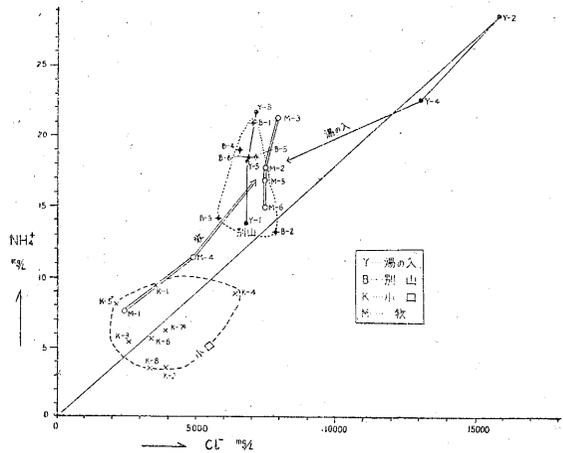
その他 油層の層位と化学成分との間には、前述した 1, 2 の成分を除いては関連がないようである。油田の地質構造部位と坑井位置および鹹水の化学組成の間にも判然とした関連はみられず油質との関連もうかがえない。

4. 今後の問題

石油鉱床を解明するために油田調査の一方法として試



第6図 坑井深度と化学成分との関係



第7図 Cl^- と NH_4^+ との関係

みに上述した鹹水の性質をとり扱つてみたが、この方法で解明できることは、現状では天然ガス鉱床を対象とする場合に比べてすくないことが判明した。

今回の調査をかえりみたと、油田調査の上では今後次の点を特に重視しなければならない。

- 1) 石油鉱床とガス鉱床とをいかなる調査方法から、得られた指示物(インデケーター)によつて地化学的に結びつけるか。
- 2) 油と水との動き方の差をどのようにして知ることができるだろうか。
- 3) 開発が進んだ油田における測定資料から、いかにしてその油田の初期状況を推定しようか。
- 4) 地球化学的調査と地質学的地表調査とをどのように結びつけて、新油田の探査に役立たしめるか。
- 5) 天然ガス附随水におけるように、分析資料を地表にもち来つた時に、ポテンシャルとよく相関する変化し易い化学成分が容易に測れるということは油田鹹水ではまず望みが少ないので、将来は比較的変動の少ない成分で、しかも石油の産出と関連深いものを探し出す必要があるようであり、天然ガスの場合よりもさらに広い各種の対象物についての総合的な測定を行うことを必要とするように判断される。このような考えによつて、地質学的に、地球化学的に油田の標式的な型(タイプ)を決定づけなければならないであろう。

5. 結 語

この調査によつて、油田がもつ特徴の一端が判明し、また今後油田調査を行う場合に参考となる各種の操作上有るいは解釈上の疑問も生じたのでこの予察調査の目的は一応達せられたものと考えらる。

(昭和28年5月調査)