

琉球大学学術リポジトリ

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

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学文理学部 公開日: 2011-11-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 兼島, 清, Kaneshima, Kiyoshi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/22208

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

兼 島 清

Geochemical Investigation of Brine Waters of gas field in Okinawa South Area

Kiyoshi KANESHIMA
University of the Ryukyus

Summary

The author determined some chemical components of brine waters occurred from gas field in Okinawa south area, such as chlorine, evaporate residue, alkalinity, iodine, calcium, magnesium, potassium permanganate consumption, zinc and manganese.

The brine waters from shallow wells show very high alkalinity and low contents of chlorine, iodine, calcium and magnesium, but brine waters from deep well show very low alkalinity and high contents of chlorine, iodine, calcium and magnesium.

A linear relation exists between chlorine and evaporate residue contents as well as chlorine and iodine contents of brine waters from different wells.

The same relation is also seen between chlorine and calcium, magnesium of brine waters.

Especially interesting results were found in brine waters that the brine waters from new drilled wells and deep well are more abundant in the contents of zinc and manganese, and a linear relation is also seen between chlorine and zinc, manganese of brine waters.

It is inferred that marine algae concentrated zinc and manganese from the sea water in the past and supplied it to sediment.

I 緒 言

戦後工業用冷却水の必要から那覇市内に於て約 200 m 程度の深井戸を掘さくした結果褐色の塩分を含んだ水と共に天然ガスが噴出した。特に昨年 (1958) は 3 ケ所に於て天然ガスの噴出を見た。このやうなことから沖縄本島南部地区に於て天然ガスの埋蔵がほぼ明らかとなつたので、筆者はこの天然ガスの埋蔵の状況やガス層の性格などを知る一端として、これら深井戸 8 ケ所について付随水の調査を行つた。その結果層の深浅により又時間の経過により色々水質が異なることや、又塩素イオン、硫酸イオンの含有量や微量金属イオン等の含有量又それらと塩素イオンとの関連等について興味ある結果を得たのでこの事について報告する。

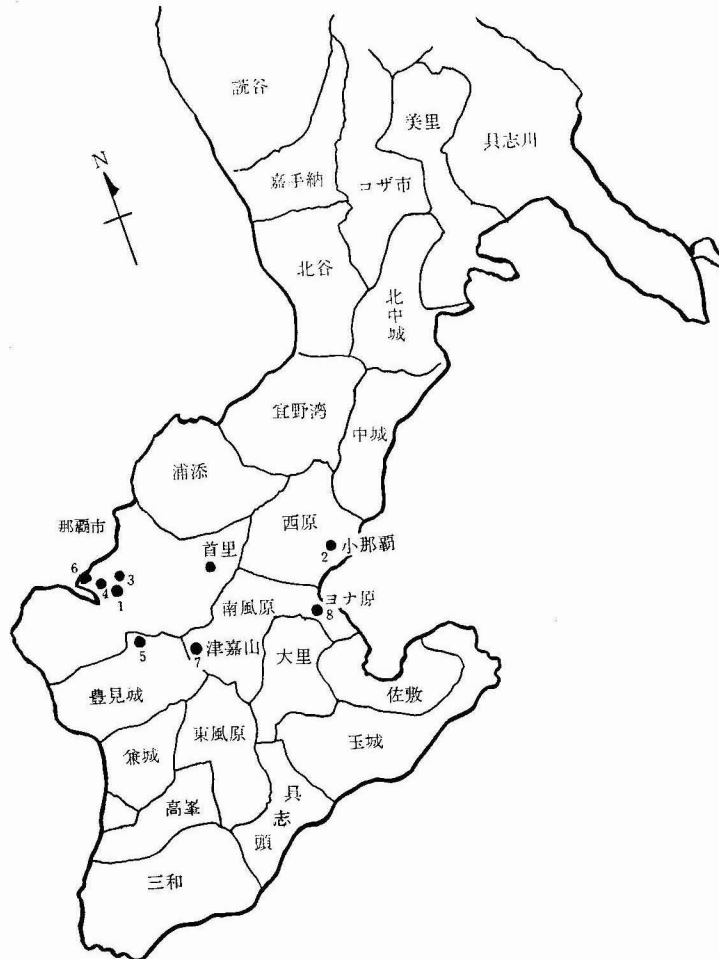
II 調 査 方 法

那覇市及其近郊にある 100 m 以上の深井戸 8 ケ所について 1957 年 11 月より 1959 年 1 月

迄の間に随時採水して下記の方法により分析した。

Ⅲ 場 所

地図に示す如く那覇市4ヶ所その近郊4ヶ所である。



Ⅳ 深井戸の状況

深井戸は 120 m から 600 m 迄の色々な深度の井戸がありそのほとんどは機械により掘さくされたものであるが一部には人手により掘られたものもある。井戸はボーリング機により掘さくされた後 2 インチ程度の鉄パイプを採水のため 120~200 m 程度挿入してある。そして鉄パイプの下部は裸の状態である。

Ⅴ 測定方法

Cl⁻ : AgNO₃ によりモール法で滴定。

- PH: 比色法による.
- HCO_3^- : 試水 50 ml にメチルオレンジを加え N/10 HCl で滴定した. 即ちメチルオレンジアルカリ度である.
- I^- : 試水 25~50 ml を HCl で弱酸性となし 2%, NaClO 0.5 ml を加え酸化し 5 分間煮沸した後 20% HCOONa 5 ml を加え冷却し 2 N HCl 5 ml と KI の過剰を加え遊離した I_2 を 0.05 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ で滴定した.
- $\text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++}$: 試水 5~25 ml を取り $\text{NH}_4\text{OH}-\text{NH}_4\text{Cl}$ 濃液を加え E. B. T を指示薬として E. D. T. A で滴定し $\text{Ca}^{++}+\text{Mg}^{++}$ の含量を求め, 次に murexide を指示薬として PH 12 に於て Ca^{++} のみを E. D. T. A で滴定し上記含量より差引き Mg^{++} とした.
- HBO_2^- : 試水 100 ml を HCl で酸性とし温めて CO_2 を駆逐し中性とし後マンニットを加え N/10 NaOH で滴定した.
- 蒸発残渣: 試水 200 ml を取り白金皿で蒸発乾涸し 110°C で乾燥恒量として秤量した.
- SiO_2 : この蒸発残渣を常法にしたがい HCl, HNO_3 で処理し不溶分を濾過して灼熱して求めた.
- Zn^{++} : 試水 1 l を蒸発濃縮しクエン酸ナトリウムを加えアンモニア水で PH 8~8.5 とし 0.02% Dithizone の CCl_4 溶液により抽出した後 0.02 HCl にて洗滌して Zn をこの相に移しこの HCl を濃縮して 25 ml としこれを 1 N $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$ を支持塩としてポーラログラフ法にて定量した.
- Mn^{++} : 試水 1 l を蒸発濃縮しこれに $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 液少量を加えアンモニア水を少量加え Fe^{+++} を $\text{Fe}(\text{OH})_3$ として沈澱せしめ Mn^{++} もこれにより共沈せしめ濾過した後硫酸に溶解せしめ触媒として AgNO_3 と HgSO_4 の混液を少量加え $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ にて酸化して Mn^{++} を MnO_4^- として発色せしめ標準と比色した.

VI 調査結果

調査結果を表 1 及び表 12 に示す.

VII 結果の検討

1. Cl^- と蒸発残渣との関係

図 1 に見る如く Cl^- と蒸発残渣との間には正の相関々係がありその回帰方程式は

$R=1.714 \text{Cl}^-+0.707$ R: 蒸発残渣
上式によつて表はすことが出来る.

海水の Cl^- と蒸発残渣との関係に近いが海水の場合に比較して Cl^- が増加するにつれて蒸発残渣の増し方が少くなる傾向をもっている.

(海水 $R=1.8050 \text{Cl}^-+0.03$) 表 2

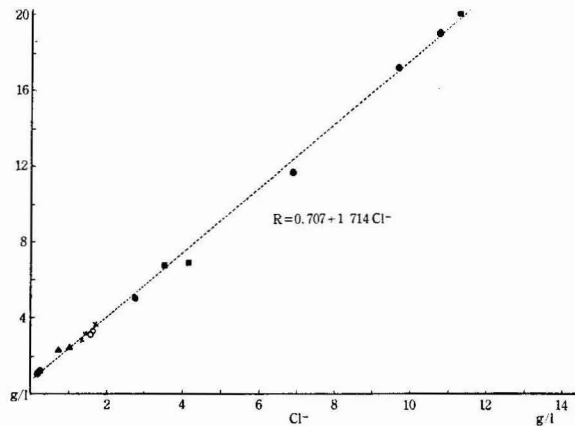


Fig. 1 Relation between Chlorine and evaporate residue contents of brine water

Table 1 Chemical Composition of Brine Water

No.	Location	Date	Dep (m)	Temp C°	PH	Cl ⁻ (g/L)	HCO ₃ ⁻ (g/L)	I ⁻ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	HBO ₂ ⁻ (mg/L)	Evaporat Residue (g/L)	SiO ₂ (mg/L)	Zn ⁺⁺ (mg/L)	Mn ⁺⁺ (mg/L)	KMnO ₄ cons (mg/L)
3	Naha 5 Ku Kokusai Onsen	1958 Oct 11	120 ~ 150	25.1	8.7	0.154	1.017	0.56	2.03	0.99	18.32	1.1770	7.99	0.04		89.05
5	Tomigusuku Son Ryukyu Hirio	1958 Aug 5	120 ~ 165	24.6	8.2	0.708	0.577	2.07	7.04	2.92	21.91	2.2990	15.5	0.09		14.05
7	Haeburu Son Ryukyu Seito	1958 Dec 29	150 ~ 200	26.5	8.4	1.020	0.621		6.87	3.78		2.2030		0.07		44.06
1	Naha 10 Ku Kokuei Kan	1958 Jul 21	150 ~ 200	28.5	8.4	1.549	0.747	5.17	10.77	4.58	27.17	3.2975	29.5	0.07	0.04	106.77
2	Nishihara Son Ryukyu Noren	1958 May 29	200 ~ 330	27.3	8.6	1.683	0.803	5.45	9.94	5.08	26.29	3.7500	10.5	0.06	0.01	118.65
6	Naha Miegusuku Ryukyu Suisan	1958 Aug 5	150 ~ 200	26.7	8.2	2.718	0.581	10.62	18.8	12.21	35.05	5.1655	4.5	0.10	0.06	120.68
8	Yonabaru Cho Tobu Haiden	1958 Nov 6	120 ~ 180	23.4	7.8	3.491	0.546	10.64	46.38	21.69	32.06	6.4170	30.0	0.68	0.02	178.20
4	Naha Miebashi Kokusai Shoji	1958 Jun 16	200 ~ 600	29.2	7.5	10.679	0.226	50.81	324.7	119.4	56.98	19.156	9.5	2.30	0.70	191.10

に見る如く R/Cl^- は Cl^- の増加に反比例して減少している。これは Cl^- 以外に Cl^- の少ないものほど HCO_3^- が多くなっている関係で深層ほど海水に接近して来る。特に No. 3, No. 1, No. 6, No. 4 等は那覇市内でこれらは浅層ほどアルカリが多く深層はその反対にアルカリが少く海水の封じ込めによることが推定される。

Table 2 Average Cl^- & Evaporate Residue of Brine Water

No.	Location	Evaporate Residue (g/L)	Cl^- (g/L)	Ev. R/ Cl^-	Depth
3	Kokusai Onsen	1.1990	0.174	6.890	120~150m
5	Ryukyu Hirio Co.	2.2990	0.708	3.247	120~165m
2	Nishihara Noren Seito	3.3608	1.472	2.283	200~330m
1	Kokuei Kan	3.3447	1.577	2.120	150~200m
6	Ryukyu Suisan Co.	5.1787	2.757	1.878	150~200m
8	Tobu Haiden Co.	5.6857	3.138	1.811	120~180m
4	Kokusai Shoji Co.	17.1136	9.603	1.782	200~600m

2. Cl^- と I^- との関係

Cl^- と I^- との間には正の相関がある。図2に示す如く Cl^- の少い井戸即ち浅層と Cl^- の多い井戸即ち深層の二つの場合について Cl^- の増加に対する I^- の増加の割合が異つている。即ち浅層に於ては回帰方程式は

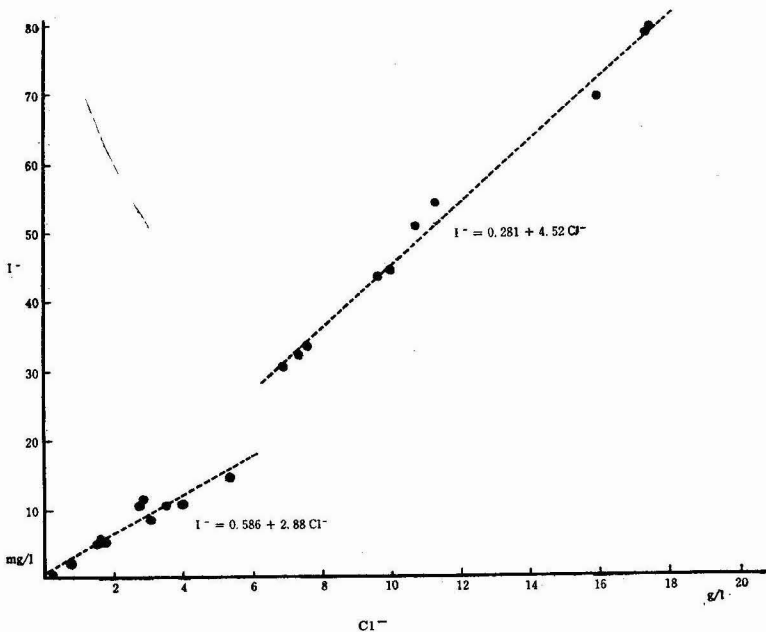


Fig. 2 Relation between Iodine and Chlorine contents of brine waters from Okinawa gas field

$$I^- = 2.88 Cl^- + 0.586 \quad \text{であり}$$

平均値の $I^-/Cl^- = 3.142 \times 10^{-3}$ となっている。

深層に於ては (No. 4)

$$I^- = 4.52 Cl^- + 0.281$$

と回帰係数が $2.88 < 4.52$ と大きく変化して居りその平均値の比率 $I^-/Cl^- = 4.54 \times 10^{-3}$ と大となっている。この I^-/Cl^- の比率は日本の油田、ガス田地帯に産する付随水中の I^-/Cl^- と比較して高いものであり、千葉県茂原、北海道厚田、秋田県八森に次ぐ高比率のものである(1)。本調査中 I^- 含有最高値は表3に見る如く No. 4 の 1959年1月24日午前8時30分採水せるもので $I^- 79.38 \text{ mg/l}$ のものである。然し同日午前9時即ち30分後測定せるものに於ては 30.53 mg/l と大きな減少を示している。これは No. 4 の井戸は深度 600 m であるが採水用パイプは 200 m 挿入してあるため汲み上げ当初は深部の水が採水出来るが汲み上げ量が増加すると浅層水が多くなりこのため希釈されてこの様に減少したものと考えられる。

Table 3 Day-time variation of Chemical composition of brine water of Kokusaishoji Kaisha

Day-time	Cl ⁻ (g/L)	I ⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (g/L)	KMnO ₄ conc (mg/L)	Zn ⁺⁺ (mg/L)	Mn ⁺⁺ (mg/L)
1959. Jan. 24. AM. 8. 30.	17.383	79.38	0.1450	152.54	2.15	0.66
1959. Jan. 24. AM. 9. 00.	6.885	30.53	0.4036	100.70	0.65	0.20

3. Cl⁻ と Ca⁺⁺ 及び Mg⁺⁺ との関係

Cl⁻ と Ca⁺⁺ との間には図3に見る如く正の相関関係がある。Cl⁻ の増加に対する Ca⁺⁺ の増加する割合は浅層 (No. 1. No. 2. No. 3. No. 5. No. 6. No. 8) に於ては深層 (No. 4) ほど大

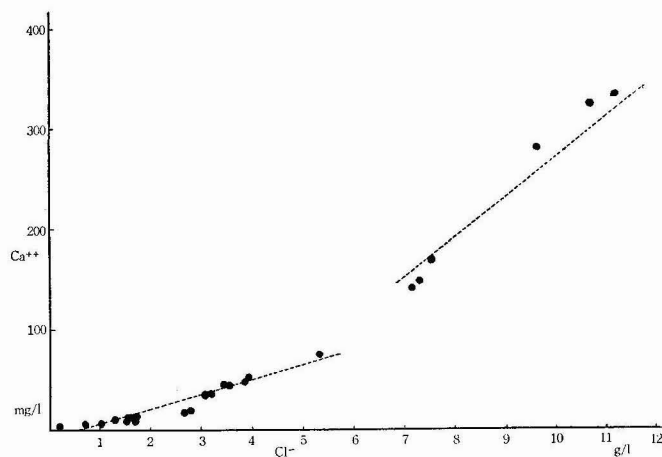


Fig. 3 Relation between Calcium and Chlorine contents of brine waters

きくはない。浅層に於ては Cl⁻ と Ca⁺⁺ の間には次の回帰方程式が成立する。

$$Ca^{++} = 14.39 Cl^- - 8.01$$

又深層 (No. 4) に於ては

$$Ca^{++} = 40.29 Cl^{-} - 131.09$$

この様に回帰係数が $14.39 < 40.29$ と大きくなっている。Mg⁺⁺ も同様 Cl⁻ との間に正の相関関係があり浅層に於ては

$$Mg^{++} = 7.20 Cl^{-} - 4.46$$

深層に於ては

$$Mg^{++} = 13.73 Cl^{-} - 28.77$$

の回帰方程式が成立する。Mg⁺⁺ の場合も Ca⁺⁺ と同様深層ほど Cl⁻ に対する Mg⁺⁺ の増加の割合も大きくなる。Ca⁺⁺ と Mg⁺⁺ の比率は浅層に於ては $Ca^{++}/Mg^{++} = 2.07$ 深層に於ては $Ca^{++}/Mg^{++} = 2.49$ と Mg⁺⁺ に対する Ca⁺⁺ の比率が大きくなり海水の $Ca^{++}/Mg^{++} = 0.315$ に比較して大きな相違を有する。これは地質が第三紀で割合古いため海水が地下に封入されて海水中の Mg⁺⁺ が他のイオンとイオン交換が行われ Mg⁺⁺ は減少し Ca⁺⁺ が増加したためと考える。

4. HCO₃⁻ と Ca⁺⁺ 及び Mg⁺⁺ との関係

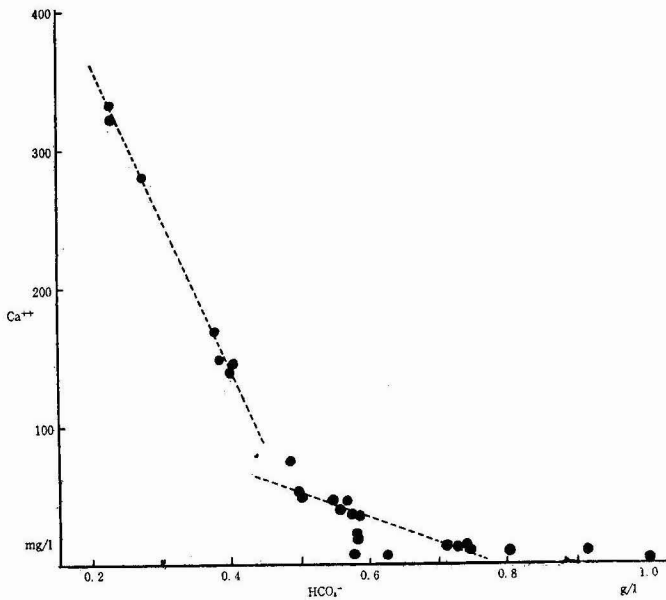


Fig. 4 Relation between Calcium and Hydrocarbonate contents of brine waters

HCO₃⁻ 即ち M, O アルカリ度と Ca⁺⁺ 及び Mg⁺⁺ との関係は図 4, 5 に見る如く HCO₃⁻ と Ca⁺⁺ 及び Mg⁺⁺ と負の相関関係がみられる。そして HCO₃⁻ の増加に対する Ca⁺⁺ 及び Mg⁺⁺ の減少の割合は深層ほど大きく浅層ほど小さい。そして深層は硬度成分多く浅層は非常に小さいのが特徴である。

5. Cl⁻ と HCO₃⁻ との関係

Cl⁻ と HCO₃⁻ との間には図 6 に見る如く負の相関関係がある。そして Cl⁻ の増加に対する HCO₃⁻ の減少の割合は Cl⁻ の大なるほど少なくなっている。全体として回帰方程式は

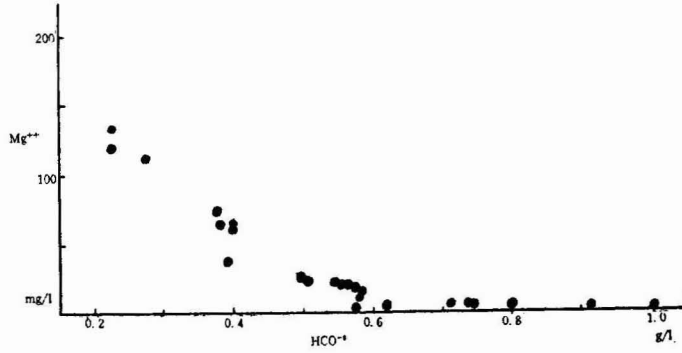


Fig. 5 Relation between Magnesium and Hydrocarbonate contents of brine waters

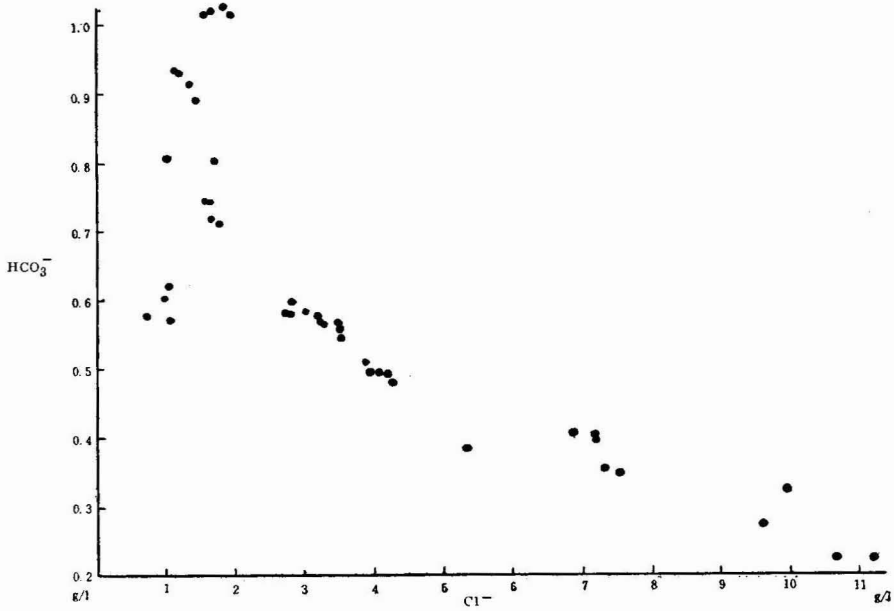


Fig. 6 Relation between Hydrocarbonate and Chlorine contents of brine waters

$$HCO_3^- = 0.791 - 0.047 Cl^-$$

この式を相関分析により検定してみると表4に見る如く危険率1%で有意であり HCO_3^- の変動は Cl^- の変動に依存していると言い得る。

Table 4 Regression Analysis of HCO_3^- and Cl^-
n=49

Variation	SS	f	V	F
Regression	654.211	1	654.211	118.69**
Deviation from Regression	259.06	47	5.512	
Total	913.271	48		

** Significance level 1%

6. $KMnO_4$ 消費量と Cl^- との関係

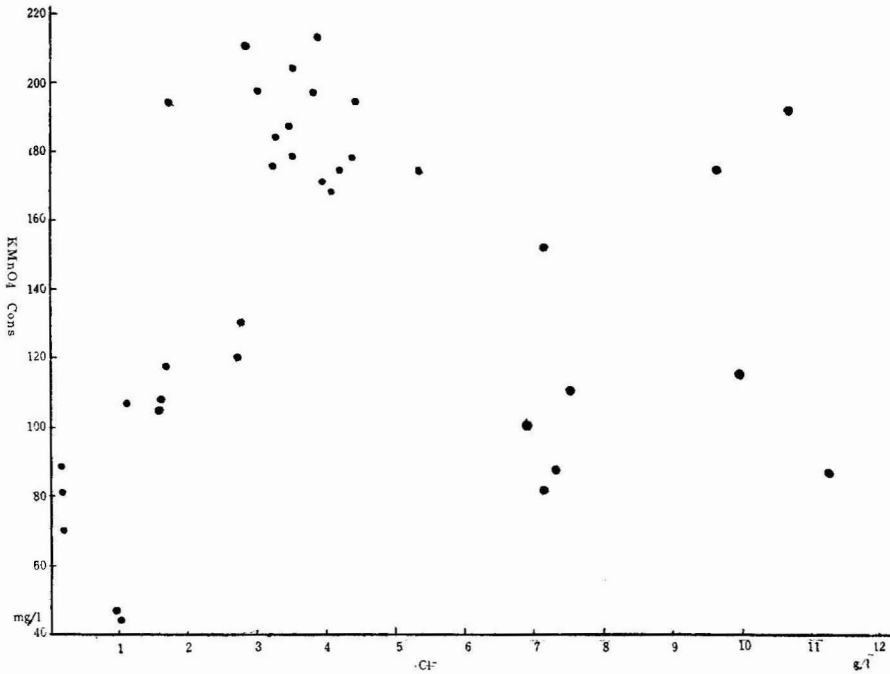


Fig. 7 Relation between $KMnO_4$ Cons and Chlorine contents of brine waters

$KMnO_4$ 消費量は 14.03~213.73 mg/l の間にあり図 7 に示す如く Cl^- との相関関係は判然としない。 $KMnO_4$ と Cl^- との関係を相関分析すれば表 5 の通りであり相関関係は認められない。

Table 5 Regression Analysis of $KMnO_4$ Cons and Cl^-
n=37

Variation	SS	f	V	F
Regression	17.308	1	17.308	0.99
Deviation from Regression	609.256	35	17.407	
Total	626.564	36		

$F_{35}^1 = 4.1$ ($\alpha = 5\%$)

7. Zn の含有について

表 6 に見る如く No. 2. No. 7. No. 3. No. 4. 及び No. 8 の 5ヶ所の深井戸の例に見るやうに Zn は掘さく当時は含有量が多く日月の経過につれて減少し Zn^{++}/Cl^- に見る様に Cl^- の量に対する Zn^{++} の量の比率の低下はこれを物語っている。

Zn^{++}/Cl^- は深層の場合には時間の経過による変化は少く安定しているが浅層ほどその変化は大きい、そして興味ある事は No.2. No.7. No.6. No.1 と浅層で Cl^- の割合少い井戸に於ては掘さく当時ガスの発生を見たが日月の経過につれて約 3~6ヶ月でほとんどガスの発生が停止する事で、このガスの停止した井戸での Zn の含量もいちぢるしい低下が見られる事である。

Table 6 Variation of Zn, Cl & Mn contents of Brine waters

Locat	Experim ent No.	Date	Zn ⁺⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (g/L)	Mn ⁺⁺ (mg/L)	Zn/Cl	G. W. R
Nishihara Noren Seito	2~ 1	1957. Dec. 2	0.87	1.438		0.604	
	2~ 2	1958. May. 29	0.06	1.683	0.01	0.036	—
	2~ 3	1958. Dec. 2	0.04	1.101		0.036	—
Ryukyu Seito	7~ 1	1958. Aug. 27	0.30	0.966		0.311	
	7~ 2	1958. Dec. 29	0.07	1.021		0.068	—
Kokusai Onsen	3~ 1	1958. May. 16	0.20	0.179		1.112	—
	3~ 3	1958. Aug. 4	0.10	0.163		0.614	—
	3~ 5	1958. Oct. 11	0.04	0.154		0.259	—
Ryu. Sui	6~ 2	1958. Nov. 8	0.10	2.798	0.06	0.035	—
Ryu. Hi	5~ 3	1958. Aug. 21	0.09	1.063		0.084	—
Kokuei	1~ 3	1958. Jul. 21	0.07	1.549	0.04	0.045	—
Tobu Haiden	8~ 1	1958. Aug. 27	0.55	1.756		0.311	
	8~ 2	1958. Nov. 6	0.68	3.491	0.02	0.195	1.15
	8~ 3	1958. Nov. 20	0.49	3.940	0.07	0.124	1.20
	8~ 4	1958. Nov. 23	0.55	5.328		0.103	1.11
	8~ 5	1958. Dec. 3	0.22	3.079	0.04	0.071	0.98
	8~ 9	1958. Dec. 29	0.31	3.460	0.05	0.090	0.84
	8~10	1959. Jan. 3	0.20	3.252	0.06	0.061	1.28
	8~12	1959. Jan. 6	0.23	3.875	0.04	0.059	1.18
8~15	1959. Jan. 10	0.25	3.235		0.077	1.01	
Koku sai Shoji	4~ 2	1958. Jun. 16	2.30	10.679	0.70	0.215	
	4~ 4	1958. Sep. 19	0.35	11.210	0.01	0.031	
	4~ 5	1958. Nov. 24	0.68	7.300	0.15	0.093	
	4~ 6	1958. Dec. 5	0.86	7.162	0.26	0.120	
	4~ 7	1958. Dec. 22	3.15	17.300	1.00	0.182	
	4~ 9	1959. Jan. 10	1.92	9.930	0.44	0.193	
	4~10	1959. Jan. 13	2.05	15.951	0.67	0.129	
4~11	1959. Jan. 24	2.15	17.383	0.67	0.124		

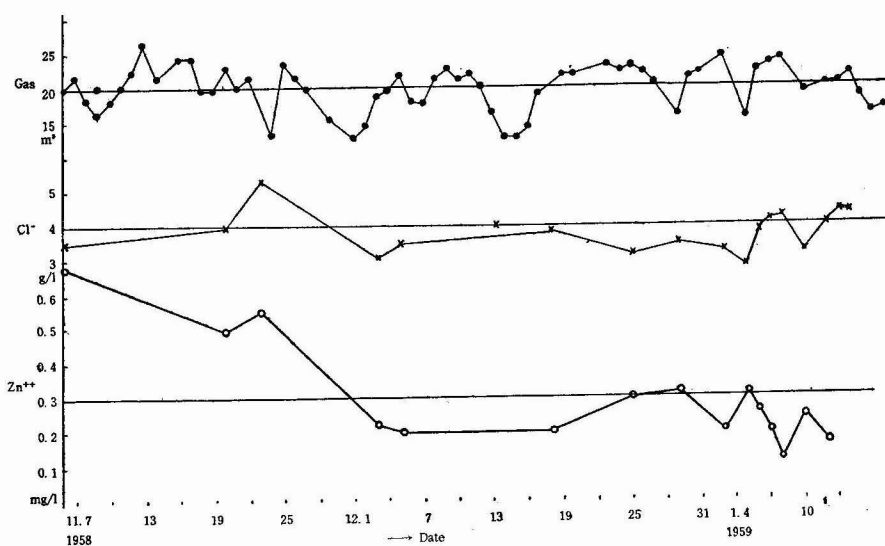


Fig. 8 Variation of Zn, Chlorine and Gas produce

次に No. 8 に就てガス産量の経日変化と Zn^{++} 及 Cl^- を対比して調べてみると図 8 の通りである。図 8 に見る如く Zn^{++} は日月の経過により減少する傾向が見られるがこれに反しガス産量は日によつて増減はあるが平均して減少の傾向は見られない。又 Cl^- や Zn^{++} の量も日によつて増減が見られるのでガスの産量と Cl^- や Zn^{++} との関連をみるため相関分析を行つてみた。これを表 7, 8 に示す。表 7, 8 に見られるやうに Cl^- 及び Zn^{++} はガス生産量と無相関である。

Table 7 Regression Analysis of Cl and Gas
n=17

Variation	SS	f	V	F
Regression	11.42	1	11.42	2.10
Deviation from Regression	81.70	15	5.45	
Total	93.12	16		

$$F_{15}^1 = 4.54 (\alpha = 5\%)$$

Table 8 Regression Analysis of Zn and Gas
n=15

Variation	SS	f	V	F
Regression	0.0009	1	0.0009	0.034
Deviation from Regression	0.3451	13	0.0265	
Total	0.3460	14		

$$F_{13}^1 = 4.67 (\alpha = 5\%)$$

8. Cl^- と Zn^{++} との関係

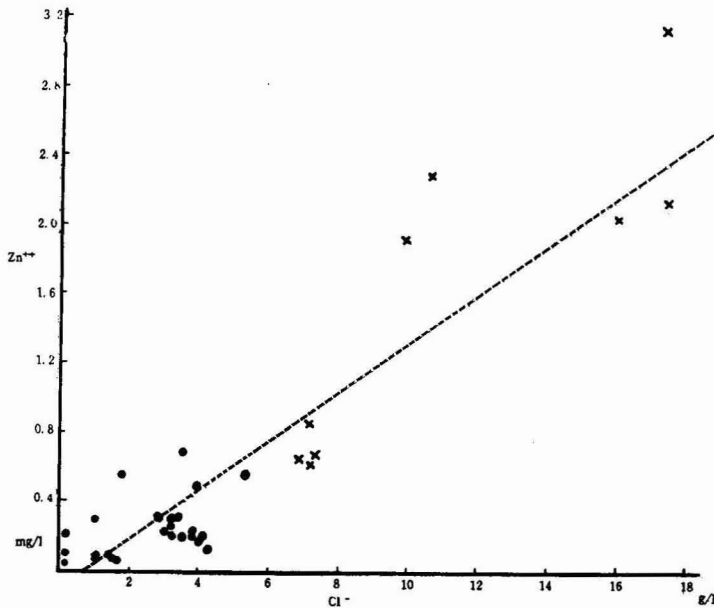


Fig. 9 Relation between Zinc and Chlorine contents of brine waters

Zn^{++} はこの様に日月の経過により次第に減少するがこれは比較的浅層の場合であり深層の場合にはこの変動は少なく全体として Zn^{++} は Cl^- により支配されることが図 9 に見られる。即ち Zn^{++} と Cl^- との間には正の相関々係がある。 Cl^- と Zn^{++} との間には次に示す回帰方程式が成立する。

Table 9 Regression Analysis of Zn and Cl
n=36

Variation	SS	f	V	F
Regression	14.80	1	14.80	101.3**
Deviation from Regression	4.97	34	0.146	
Total	19.77	35		

$$Zn^{++} = 0.1416 Cl^{-} - 0.105$$

これを相関分析により検定すると表9の通りとなる。表9により1%危険率で有意であり Zn^{++} は Cl^{-} に支配されると言い得る。

9. Zn^{++} と Mn^{++} との関係

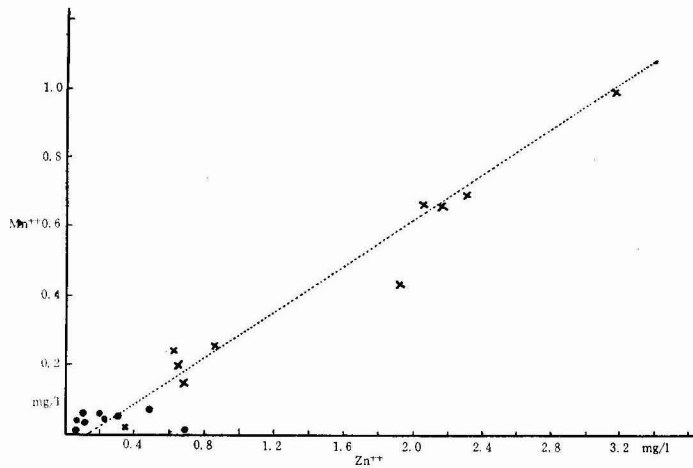


Fig. 10 Relation between Manganese and Zinc contents of brine waters

図10に見る如く Zn^{++} と Mn^{++} との間には正の相関々係がありその回帰方程式は次式の通りである。

$$Mn^{++} = 0.308 Zn^{++} - 0.026$$

相関分析により検定すると表10の通りであり危険率1%で有意である。

Table 10 Regression Analysis of Zn and Mn
n=20

Variation	SS	f	V	F
Regression	1.520	1	1.520	205.43**
Deviation from Regression	0.133	18	0.0074	
Total	1.653	19		

Ⅷ 総 括

沖縄本島南部地区に産する天然ガス付随水中の主成分や微量成分の一部を分析しその成分中特に Cl^{-} と他の成分との相互関係について記述した。塩素イオンと蒸発残渣 (R) との関係が海水の $R = 0.03 + 1.805 \times Cl^{-}$ と比較して $R = 0.707 + 1.714 Cl^{-}$ と非常に接近して居る点や、又 Ca/Cl が表11に示すやうに 1.094×10^{-2} から 2.683×10^{-2} で海水の 2.11×10^{-2} に近い点や、又深層に於て Ca/Cl は 2.683×10^{-2} で海水のそれより増加して居り、その代り Mg/Cl は深層に於て 1.077×10^{-2} で海水の 6.71×10^{-2} に比較して減少している。これらの事は新潟市内ガス田や千葉県下ガス田地帯のガス付随水にもみられる事で (3,4) これらは海水の閉ち

Table 11

	I/Cl	Ca/Cl	Mg/Cl	HCO/Cl	Ca/Cl
Shallow well brine	3.143×10^{-3}	1.094×10^{-2}	0.528×10^{-2}	2.97×10^{-1}	2.07
Deep well brine	4.540×10^{-3}	2.683×10^{-2}	1.077×10^{-2}	2.73×10^{-2}	2.49
Sea water	0.26×10^{-5}	2.11×10^{-2}	6.71×10^{-2}	0.736×10^{-2}	0.315

こめによるイオン交換による事が知られておる(2)。これらの事実から沖繩産のこの附随水も海水に原因するものであることが考えられる。塩素と、沃土との関係は正の相関があり I/Cl の値は特に高いこの事は今後さらに調査を続け開発が行はれれば沃土採集の可能性も考えられる。HCO₃⁻ 即ちヒドロ炭酸は浅層ほど多く Ca や Mg は浅層に少ないこれは浅層で Ca, Mg は CaCC₃, MgCO₃ として沈デンしてしまつたためのものと考えられる。沃土は海水中のものに比較して千倍以上の高濃度でありこれは過去に於て海棲生物によつて濃縮され地層中に供給されたものと考えられるがこれと関連して生物と関係の深い元素である亜鉛が多量に含有される事は又興味深い問題である。亜鉛はこの測定中最高 3.15mg/L で深層ほどその含量も多く浅層は少ない。又 Cl⁻ との正の相関関係がみられるがガスの産量とは関係はないようである。マンガンも亜鉛と同様生物と非常に関係の深い元素であり、これがガス水中最高 1 mg/L も含まれそして亜鉛と正の相関の有する事も興味ある事である。これらは沃土を供給した海棲生物と関連して考えて、これら海棲生物が生活に必要な元素として沃土と共に海水中より濃縮しそして分解して有機成分はガスとして無機成分は沃土イオンと同様亜鉛やマンガンイオンとしてこの様に多量に附随水中に濃縮されたものとする。

終りに臨み資料の供与に色々御便ぎをはかつてもらつた東部配電社長嶺井元奉氏国際商事又吾世沢氏に感謝する。又実験に協力してくれた多嘉良朝勇君友寄英諄君に感謝する。

(1959年4月 日本化学会第12年会講演)

参 考 文 献

- (1) Kimio NOGUCHI, Seiichi UENO, Geochemical Investigation of Brine waters of Oil fields in Japan, Publication n° 37 de l'Association Internationale d'Hydrologie (Assemblée generale de Rome tome II) 188~199
- (2) 板谷実平: 日化誌, 78, 432 (1957)
- (3) 板谷実平: 日化誌, 78, 430-438 (1957)
- (4) 石和田, 品田: 地質調査所報告, No. 171 (1957)

(注) 表 12 は本冊の最後に折込みとして附す。