

B. c. VI.

地質調査所報告第174号

静岡県焼津市附近天然ガス  
地化学調査報告

地質調査所

昭和32年12月



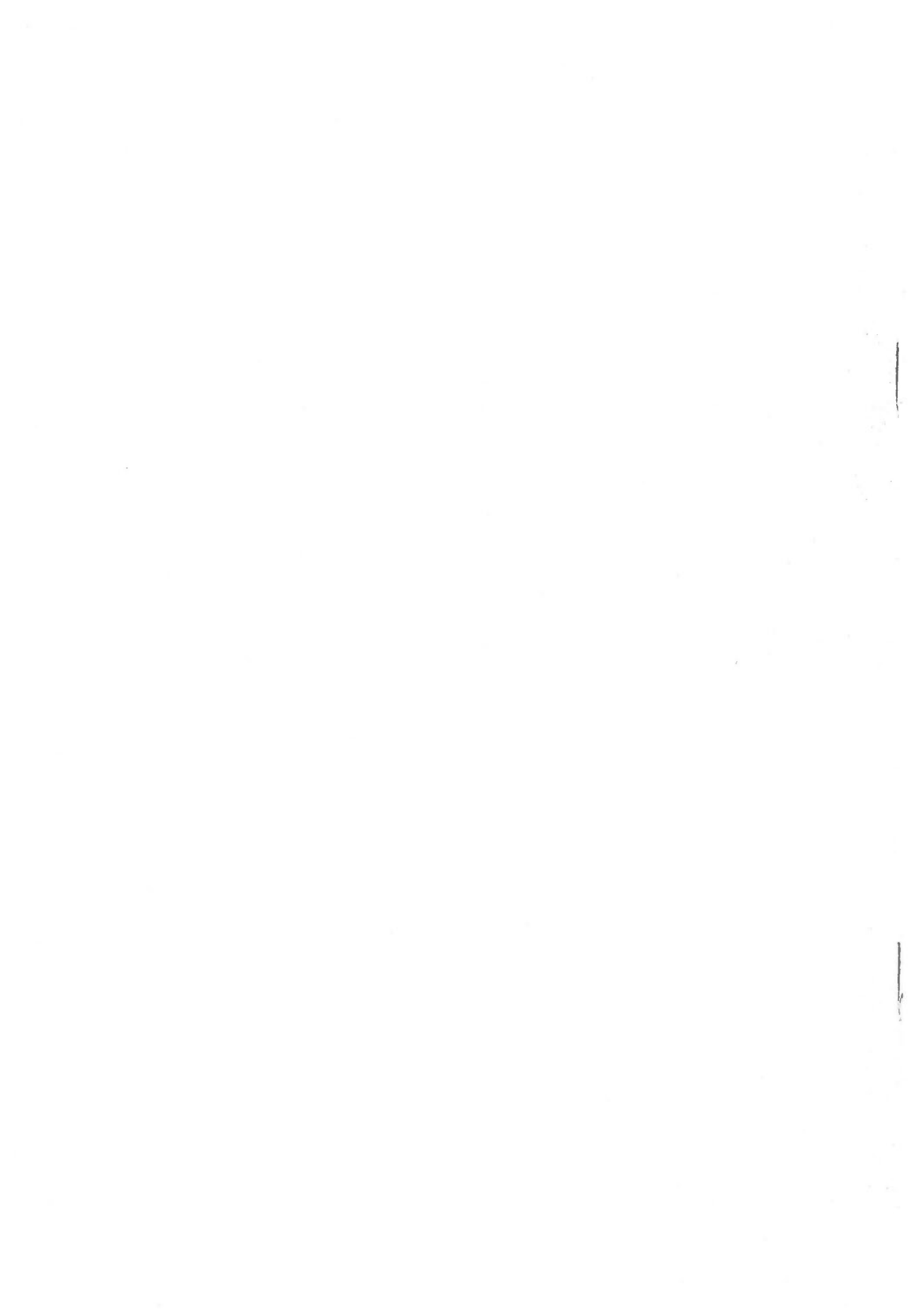
553.981 : 550.84 (521.61)

## 地質調査所報告

所長 兼 子 勝

### 静岡県焼津市附近天然ガス地化学調査報告

通商産業技官	本島 公 司
同	牧 真 一
同	三 梨 昂



## 目 次

I. 緒 言	1
II. 調査地と調査法	1
II. 1 調査地	1
II. 2 調査法	1
III. 既存の調査および研究の概要	3
IV. 調査の着眼点	4
V. 地形および地質の概要	5
VI. ガスの産状とガス質	6
VI. 1 産 状	6
VI. 2 ガス質	9
VII. 地下水の性質と地域的分布	10
VII. 1 総 括	10
VII. 2 坑井深度と水の外観	10
VII. 3 地下水の温度	11
VII. 4 地下水の性質各論	12
VIII. 焼津ガス田について	23
VIII. 1 水ガス比と $\text{Cl}^-$ の関係	24
VIII. 2 水温とガス水比と $\text{Cl}^-$ との関係	26
VIII. 3 開発に関する一般事項	30
VIII. 4 焼津ガス田総括	34
IX. 天然ガス鉱床の特質について	34
IX. 1 ガス水比について	34
IX. 2 地化学的特徴	35
X. 調査と開発に関する意見	39
XI. 結 言	39
参考文献	40
Abstract	



# 静岡県焼津市附近天然ガス地化学調査報告\*

通商産業技官 本島 公 司  
同 牧 真 一  
同 三 梨 昂

## I. 緒 言

静岡県焼津市附近の天然ガスについては、かなり以前から開発が行われていて、一般から注目されていた。

静岡県では、県下一帯の天然ガス資源調査を計画し、すでに相良一掛川間の概査を終わっている<sup>8)</sup>。昭和29年度には、焼津一島田間の調査を計画して、その実施を地質調査所に依頼されたので、筆者らは昭和29年12月6日から同月17日に至る12日間、現地調査に従事した。なお、この地化学調査に並行して、地表地質調査が行われているが、地化学調査についてだけ記載した。

現地調査に際しては、商工部工業課・静岡県工業試験場・焼津天然ガス鉱業株式会社の担当者からそれぞれ援助を受けて、仕事を順調に進めることができた。こゝに記して深謝の意を表する。

## II. 調査地と調査法

### II. 1 調査地

この度の調査の対象になった地域は、大井川扇状地のうち大井川の北東側の平地と、その平地の北側に接する山地の一部とであつて、その山脚に近い所に、東から焼津・藤枝・島田の3市街地が位置する(第1図参照)。

調査地域は、前記の焼津・藤枝・島田の3市のほかに、東益津・西益津・小川・広幡・高洲・相川・大富・静岡の8カ村にわたり、東西約12km、南北約16kmの範囲内にあつて、その面積はおよそ150km<sup>2</sup>である。焼津市街地とその北部に“焼津ガス田”<sup>1)</sup>が位置する。

### II. 2 調査法

静岡県中部の天然ガスは、第三紀中新統および第四紀洪積・沖積両統のなかに存在するもので、焼津附近においては古第三紀層の瀬戸川統についても考慮しなければならない。このために原則的に既存の坑井にたよる地下水法の地化学調査によつて調査を進めた。

現地における調査の方法は、静岡県庵原郡高部村附近の天然ガスを調査<sup>7)</sup>したときとほとんど同じなので詳細は省略する。

\* 静岡県依頼調査，発表許可昭和29年12月



第1図 位置図

- 坑井深度・坑井年齢……所有者の資料による  
 気温・水温……棒状寒暖計で実測  
 ガス量・水量……メスシリンダー・バケツ・オリフイスメーター・目測の並用  
 水位……地表面を基準にとる  
 free CO<sub>2</sub>……フェノールフタレイン酸度から算出  
 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>……メチルオレンジ・アルカリ度から算出  
 total CO<sub>2</sub> 滴定値……free CO<sub>2</sub> と HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> とから算出  
 total CO<sub>2</sub> バライタ吸収法……文献<sup>7)</sup> 参照  
 pH, RpH……比色法  
 Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>t</sup>……ピリヂル法  
 Fe<sup>3+</sup>……Fe<sup>t</sup>-Fe<sup>2+</sup>  
 P……モリブデン酸アンモン・SnCl<sub>2</sub> 法  
 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>……GR 法  
 Cl<sup>-</sup>……モール氏法  
 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>……空気蒸溜法  
 KMnO<sub>4</sub> 消費量……アルカリ法  
 I<sup>-</sup>……アンチホルミンで IO<sub>3</sub><sup>-</sup> にして相当した KI の free I<sub>2</sub> を Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で滴定する  
 Ca<sup>2+</sup>……CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> にして KMnO<sub>4</sub> で滴定する  
 Mg<sup>2+</sup>……Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> としして重量法による  
 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>……比濁法  
 dis. O<sub>2</sub>……CO<sub>2</sub> 泡によつて追出した水中溶存の (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>) ガスに対して、ピロガロ



ール液に吸収させて測定する

dis. (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>)……dis. O<sub>2</sub> を除いた残余ガス

dis. CH<sub>4</sub>・dis. N<sub>2</sub>……dis. (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>)をアンプルにとり、これを燃焼式微量ガス分析装置で分析して、CH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>の割合を求め、それから算出する

坑口ガス組成……オルザット法による。すなわちCO<sub>2</sub>はアルカリ液に、O<sub>2</sub>はピロガロール・アルカリ液に、CH<sub>4</sub>は爆燃後アルカリ液にそれぞれ吸収させ、残りのガスをN<sub>2</sub>とし、合計を100 Vol. %にする。

### III. 既存の調査および研究の概要

この地域の天然ガスについては、千谷好之助<sup>1)</sup>の静岡図幅を始めとし、昭和15年頃に行われた近藤信興・平塚隆治の焼津地区の調査(未発表)があり、水とともに産出する天然ガスであることと、ガスと水の性質の一部とが明らかにされている。

次いで昭和18年には、片山勝(未発表)によつて、焼津市およびその周辺地区のガスに関する概査が行われ、より詳細な地質学的な資料が提供された。

昭和19年には、井尻正二・山崎純夫・小川賢之輔・武藤勇らによつて、相良―焼津間に分布する天然ガスの産状と地質構造との関連性が論じられ<sup>2)</sup>、この地域のガスは第三紀層の断層線に沿つてみられるものであると結論された。

太平洋戦争中に起こつた燃料不足が、ガス田の開発を促し、それに伴つていろいろの調査も進められてきたものが多かつた。焼津のガス田についても同様で、焼津市街地附近に中心をおく焼津ガス田も、この頃積極的に開発された。

終戦後地質調査所では、国内のガス資源の調査を積極的に行い、焼津市附近のガスについても各種の調査を行つた。すなわち昭和23年には藤原健一<sup>2)</sup>によつて焼津ガス田の地質・ガス質・水質およびガスの産状などが論ぜられ、将来の調査・探鉱・開発などに関する基礎的な考察がなされた。また藤原健一は下河原達哉とともに、天然ガス鉱床に対する地表からの地化学探鉱を研究し、焼津ガス田に関する資料の一部も発表<sup>3)</sup>した。

さらにこの頃、地表近くの土壤空気あるいは浅層地下水中の放射能(ラドン)を測定して、冲積層の下に伏在する第三紀層中の断層を発見しようとする試みが、岩崎章二ら(未発表)によつて行われた。

焼津天然ガス鉱業株式会社(旧広栄株式会社焼津化学工場)では、新鉱床の発見と既知鉱床の合理的開発に非常な熱意をみせ、前記したそれぞれの資料を総合した観点から、試掘を積極的に行つて、焼津市街の北に東益津地区と呼ばれる産ガス地区を発見するに至つた。新井の掘鑿に際しては、加来一郎らによつて電気検層が行われ、開発に役立たしめている。

野口佑三・篠山昌市<sup>3)</sup>は、焼津ガス田の産ガス状況は附随水の水温とCl<sup>-</sup>量とに相関していることを指摘した。そして、冲積層の砂・礫層からの採ガス法について有益な意見を述べた。さらに藤枝市方面に新しい鉱床を発見しようとした同社では、泉部行男らによる地化学調査の実施と並行して、伊田一善<sup>4)</sup>らによる地表地質調査を行つた。その結果に基づいて藤枝市新住附近に試錐を実施したが、多量のガスは得られなかつた。

昭和28年度には、静岡県庁の企画によつて、焼津―初倉―仁田―相良―堀之内―掛川方面の天然ガス調査が大杉敏<sup>5)</sup>らによつて実施された。この際には特にガスと地下水に含まれる放射能の定量とその地質学的解釈に重点をおき、またガスの分析にはマス・スペクトロメーターを使用して重炭化水素類を定量し、双方の資料から焼津のガスと相良のガスとの間に重要な相

異点があると結論している。

藤枝附近の地質調査以後、焼津ガス田に関する各種の資料を検討していた伊田一善は、昭和30年に1つの結論を得て、石油技術協会誌上にそれを公表<sup>5)</sup>した。その主要な点は、焼津ガス田の主産ガス地域は沖積層下にある1つの潜丘を取り巻いて存在することと、現在の産ガス層は沖積層の砂礫の部分であるが、この層に対して下方に位置する第三紀層から現在の採取量にほとんど匹敵するガスの供給があるだろうとする2点にある。

以上は筆者らが了承しているこの地域に関する調査研究の概要であつて、これらの既存の資料を通して、この度の調査の着眼点を決め、新しい事実を求めてゆくわけである。

#### IV. 調査の着眼点

地化学調査に際しては、まず周辺の地質・地形状況から、調査しようとする天然ガス鉱床(natural gas accumulation)の地質的・地化学的な一般的性格をわが国ガス田の比較・分類から抽象し、帰納した経験的法則から予測する。

焼津一島田間で、天然ガス鉱床に関係深いと思われる地層<sup>6)</sup>は、

瀬戸川累層群(古第三系～白堊系)

女神累層(新第三系中新統)

蓬来累層( " )

焼津砂礫泥累層(第四系)

である。これらの地層のうち第四紀層を除いたものなかに存在する水溶性の天然ガス鉱床では、地層の堆積環境からもたらされる性質から、おそらく附随水中の塩分量とガスの出方・あり方がよく正の相関関係を示すだろうと考えた<sup>7)</sup>。また焼津附近ではおそらく水中の  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$  の比が異常に大きな値になり<sup>7)</sup>、その数値とガスのポテンシャルが相関するとも推定した<sup>7)</sup>。そして、この附近のガスが元来ほとんど中新統に由来するのであれば、産ガス能力とポテンシャルティーンとは、中新統の構造地質的条件に、ほとんど左右されるであろう。またもしも第三紀層に高いポテンシャルのガス鉱床があれば、その上方にある第四紀層中の含ガス層にも、やはり垂直的な地球化学的元素分布の重複・類似性があるものと期待した<sup>7)</sup>。

以上の推論や期待はほとんど高部附近のガス鉱床の調査結果<sup>7)</sup>から得られた知識の活用であつて、第三紀層内における地域差による地化学的観測値の変動ももちろん考えにいった。

第三紀層中のガス附随水にはおそらく  $\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}$  が多く、 $\text{HCO}_3^-$ 、free  $\text{CO}_2$ 、total  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、P、Fe、 $\text{Mg}^{2+}$  などが少なく、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  は大きいたらうと考える。また第四紀層中の附随水は、本来含ガス状況がよくなるにつれて  $\text{HCO}_3^-$ 、free  $\text{CO}_2$ 、total  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、P、Fe などが多くなり、わが国の各地にあるガス田の附随水にみられる通性を示すであろう。

この第三紀・第四紀両層中のガス附随水の相反する性質から、おそらくこの地域内のガス鉱床の地化学的な解析はある程度よくできるものと期待した。

そこでまず、現在の産ガスの主力をなしている焼津市の臨港附近にある焼津ガス会社の採ガス井についての全数観測を行い、引き続き地域差をみるために、東益津地区、次いでその北方と西方の山地にあるガスの産地を観測した。

焼津ガス会社附近のガス鉱床は、次章で述べるように大井川の伏流水を主力とする天水(meteoric water)の浸入にさらされているものと予期しなければならぬ。したがつてこの伏流水のガス田に対するはり方を推定できるように相当広範囲に測点を配列した。

地質構造とガス徴・産ガス状況などの関連性は、焼津の採ガス地区との周辺の山地において

把握する方法しかないので、その観測には特に注意した。またそこではその産状が水溶性か非水溶性かということも確認する必要がある。

静岡県中部のガス田は、既存の資料によると比較的小規模な(1 km×1 km 位)採ガス地域の寄せ集めらしいことを考えなくてはならないし、採ガス可能地域は第四紀層中を流れる伏流水の影響の最も弱い所だけにみられる<sup>7)</sup>らしいことも念頭におく必要がある。したがって、伏流水の酸化帯(または地域)と還元帯(または地域)との境界を的確に把んで、還元帯中では、1 km×1 km 位の規模の採ガス可能地域でも調査の測点とそのなかに含まれるようにしなければならぬし、酸化帯では一般に測点間隔を少々大きくとつてさしつかえないものと考えた。

## V. 地形および地質の概要

大井川は調査地の西縁にある島田市街地附近を頂点として、東に約80°に開いた扇状地をつくつて、これを駿河湾中に突出させている。島田市附近における標高は海拔約50 mで、大井川は同市の南東約11.5 kmの川尻附近で海に注ぎ、上記の扇状地上では相当に粗粒な堆積物を運搬する。調査地域の南西限はこの大井川をもつてするが、北側山地方面の地形はやゝ複雑で、ガス鉱床の立場から注目される。

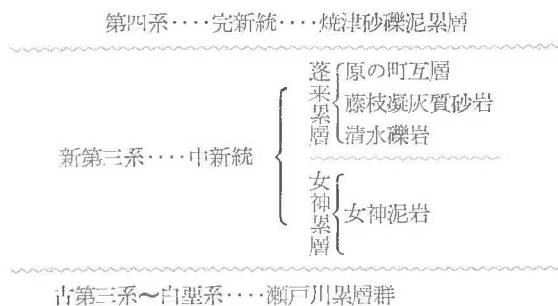
西方の島田方面から藤枝市青島附近まで、ほぼ東西方向に続いてきた山脚線は、そこで方向を北に変えて、ほぼ焼津市大富中郷を中心とする半径約5 kmの弧上につらなる位置を占める。瀬戸川・葉梨川(第2図参照)がほぼ東流しているが、それが東流する理由は、おそらく大井川の土砂運搬と駿河湾の沿岸流との双方の影響を強く受けているものと考えられる。この地域の土砂供給河川の最大なものはやはり大井川で、扇状地形やそれを構成する第四紀層中の水系も、これに大きく左右されるだろうことは充分考えなければならない。したがって、大井川の伏流水の影響が、青島附近の北と北東とで小になり、かつ瀬戸川の勢力も大きくないとする考えが成り立つか否かを考慮しなければならない。岡部附近を南流する朝比奈川(第2図参照)も、平地に対しては水量・勾配ともに大きなものではない。

焼津市の北方にある高草山は標高500 m余を示すが、急激に高度を減じて東益津の沖積平野に没する。

以上の地形と水系から、特に天然ガスの探査上注目すべき区域は、青島・焼津両市街地を結ぶ線以北で、大井川扇状地の下流方面では、大富・和田方面まで還元性の地下水が存在するかもしれない。現在の扇状地地形は等高線で示されるようにその最も東部に突出する地区は、島田―細島―忠兵衛―新田―中郷―北村浜(第2図参照)を結ぶ附近にある。

この附近の地質に関しては、きわめて簡単に述べるにとどめる。

文献4)、5)などによると、焼津・藤枝地域の層序は次のようになっている。



これらの地層は調査地周辺の山地と、平野の下に存在し、女神累層は地域の東部においてはアルカリ玄武岩と interfinger する。瀬戸川累層群から原の町互層に至る各層中に存在する頁岩は、いずれも肉眼では有機質の岩石で、海底の堆積物とみなされている。砂岩はいずれも続成作用 (diagenesis) が進み、有効孔隙率と浸透率はきわめて小さい。

地質構造はきわめて複雑で、文献 4) の地質図にみられるように、巨視的には北東—南西の方向をもつた断層(スラストが多い)と褶曲が繰り返されている。しかしこれらの断層には、大規模な断層破砕帯を伴わないものが多いようである。

この地域の一般的な地層の分布は、瀬戸川累層群を最北西側に露出し、その南東側に中新統を露出する。焼津市北方の火成岩地域の北東には、静岡市から高部ガス田に連なるフレッシュ型の互層となる<sup>7)</sup>。

焼津砂礫泥累層は藤枝市新住東方 300 m 附近で約 70 m, “Loc. No. St 2” で約 85 m, “Loc. No. R 1” で約 95 m, “Y 32” 附近で約 123 m, “Y 0” 附近で約 135 m の厚さがある。この累層は、焼津市附近における生産ガス層を形成する大切な地層で、VIII. 焼津ガス田の章で詳しく説明する。焼津累層には 40~70 m 附近にかなり泥質の部分がある。その下位に生産ガス層になっている 2 枚の砂礫層があり、そのすぐ下には、基底礫岩を経て第三紀中新統になる。このガス田内では伊田一善<sup>5)</sup>によると、上記の泥質部の存在と、第三紀層からなる潜丘とがガスのあり方を特に左右するという。

焼津累層中の泥質部はやはり有機質の岩相を示しているので、わが国各地の第四紀ガス田の一般的な可採深度が 50~100 m であることと考え併せ、この累層が厚い前記の地域では、特に第四紀層中に発生、保存された天然ガスの状況を注目する必要がある。

水溶性ガスは、そのあり方が重力的に動く地下水の移動(流動)と密接に関連する。この点から、第三紀層に達する深さが“Loc. No. Y 0”よりも“Y 32”附近の方が浅いということはきわめて重要である。天然ガスの地下における移動の点から推定すると、おそらく大井川の伏流水の大部分は、焼津ガス田の生産ガス地区の南部を東方へ流れ去るのではないかと考えられる。後述するように、物理的な探査が重要と考えられる地質的な一面がこゝにある。

## VI. ガスの産状とガス質

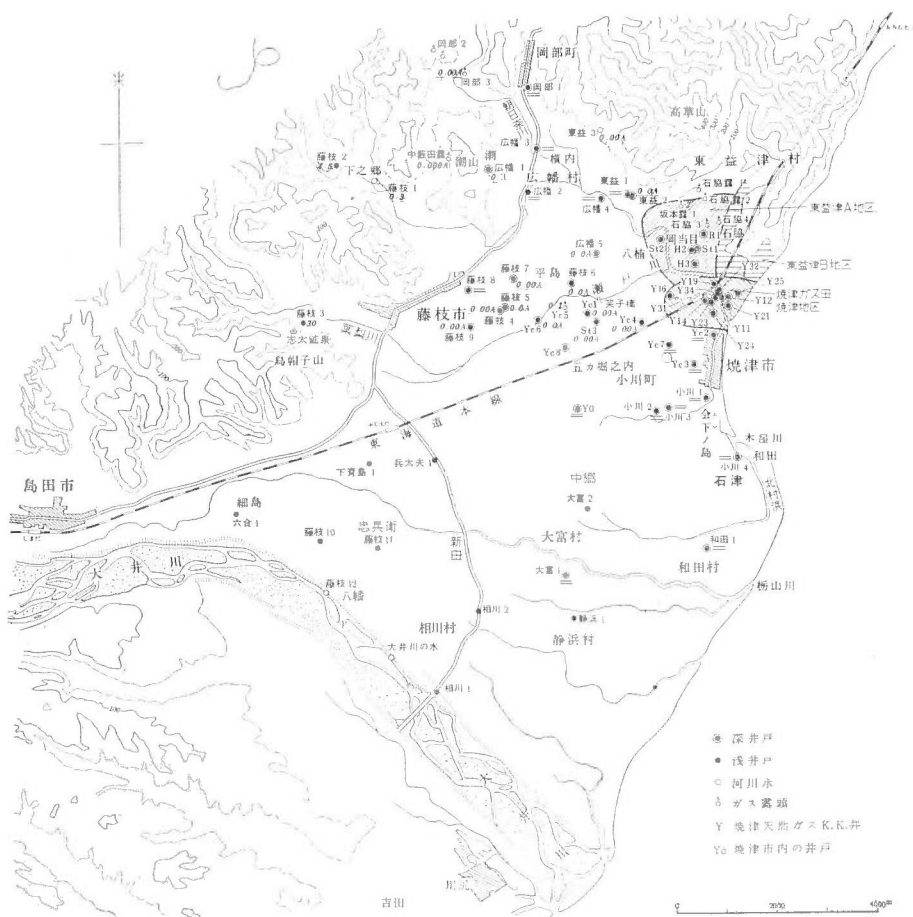
### VI. 1 産 状

今回の調査で得た調査結果は第 1 表に示す。伊田一善<sup>5)</sup>は便宜上焼津ガス田を焼津地区・東益津 A 地区および東益津 B 地区に 3 分した。

この報告においてもこれに従って記載することにする。また焼津ガス田の範囲も一応伊田一善に従うこととし、その範囲を第 2 図に示した。

調査地域内において、現在多量のガスを産出している地区は、焼津ガス田中の焼津地区と東益津 B 地区とである。これらの地域では、深度 95~120 m の沖積層中の砂礫部から、水とともにガスリフトによつて採取している。その産ガス量は、口径 8 吋級の井戸の場合で大略 100~450 m<sup>3</sup>/day を示し、水ガス比は 2.5~7 程度である。焼津ガス田は、要するに水溶性のガスの産状を呈している。

第 2 図の東海道すなわち岡部—高田国道以西の山地には、塩水を伴うガスの湧出がみられる。すなわち岡部町西方の“Loc. No. 岡部 2”では、きわめて僅かの塩水を伴う微小泥

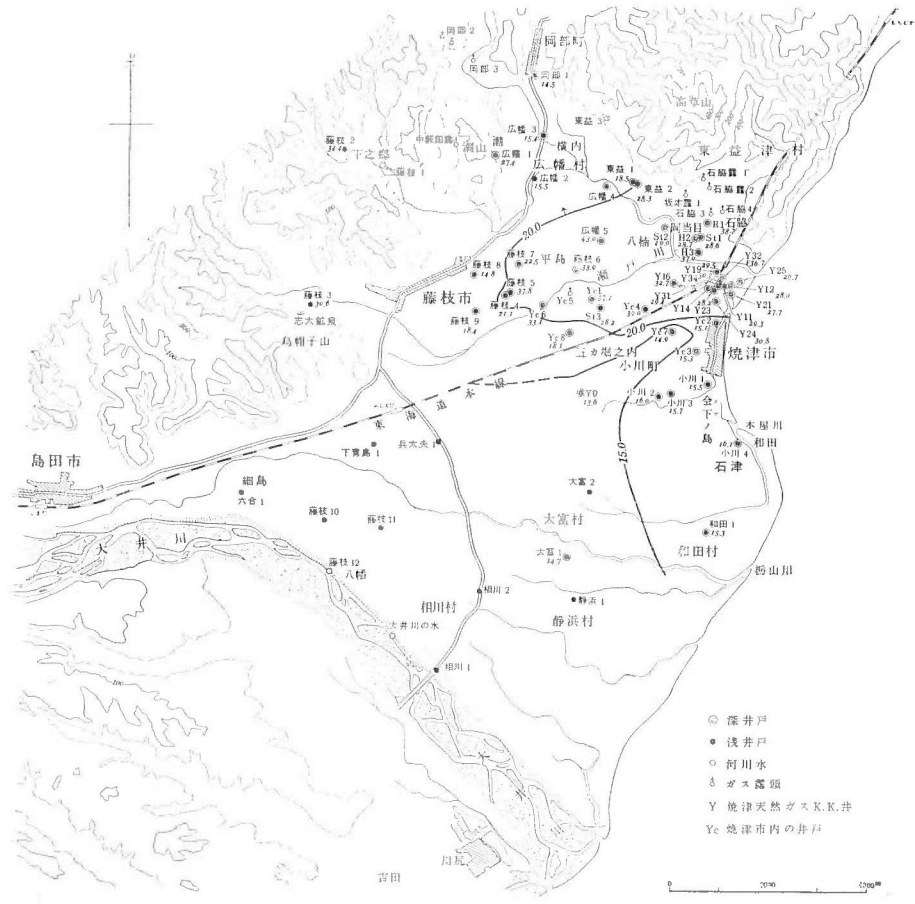


第2図 ガス量分布図 (単位  $\text{m}^3/\text{day}$ ) =印は0を示す

火山(直径 50 cm~1 m, 高さ数 cm)があつて、僅かのガス泡を伴なう。なおこれは水田中にみられるが、丁度断層線の延長にあつている。“Loc. No. 広幡 1”は焼津天然ガス株式会社の古い試掘井で、やはり塩水を伴なっている。この井戸の北西約 50 m の山脚には、同様な産状を示すガス徴がある。藤枝市下之郷の“Loc. No. 藤枝 2”附近は、戦時中に静岡天然ガス株式会社によって探鉱され、葉梨鉱業所のあつた所であるが、やはり第三紀層中から塩水を伴なうガス徴がみられる。この附近の水の圧力は割合に弱く、水量もまた少ない。こゝのガスは性格的には水溶性であるらしいが、場合によつては、少量の遊離ガスが坑井中の停滞水を通して自噴・浮上してくる。“Loc. No. 藤枝 2”はこの性格である。

藤枝市にある志太鉱泉は塩類をもつ重碳酸泉であつて、古来有名である。これもやはり第三紀層の断層附近にあり、ガスは塩水を伴なう。このガスは大泡をなして塩水中を浮上し、自噴ガス量は調査地域内における最大値  $30 \text{ m}^3/\text{day}$  を示す。こゝは、浅い井戸を掘つて、塩水とガスの増産をはかつたものらしく、ガス泡の出方から判断すると共水性ではあるが、完全な水溶性であるかどうかは疑わしい。

塩水を伴わずに、きわめて僅かのガス泡を発生しているものに、“Loc. No. 東益 3”がある。これは砂質岩石の割れ目から流出する一種の鉱泉で、 $\text{H}_2\text{S}$  臭もあり、やゝあまい水で、



第3図 地下水中の dis. (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub> etc.) 分布図 (単位 cc/l)

酸化すると free S を沈澱する。

東益津A地区の石脇・坂本附近のガス徴は、きわめて弱く、水を伴わない。

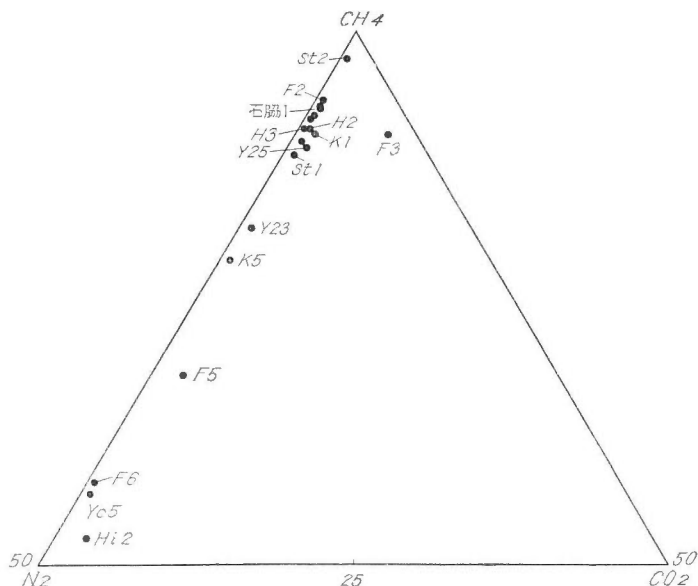
平地におけるガス徴は、第2図にみられるように藤枝・焼津両駅を結ぶ東海道本線以北の区域にのみ分布している。そのおのおのの自噴ガス量は口径2吋級の竹管弁で1日に数l~100l程度できわめて少ない。たゞこの程度のガス徴候が沖積層中の砂礫層中存在するということは、その下位に伏在する第三紀層のガスの逸散・破壊を防ぐ意味で重要である。伊田一善の焼津砂礫泥累層中にあるこのガス徴の分布面積は、瀬戸川に沿った東西約4km、南北約2kmである。この地域の産ガス状況から判断したガス水比は、ガス1に対して水がN×10<sup>3</sup>程度で、この場合のガス層の深度は40~110mである。

水中溶存ガス dis. (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>) の分布を示す第3図によつて肉眼で認めうる遊離の天然ガスよりも一層小さいガス徴の分布を知ることができる。第3図は水中溶存のメタンと窒素の合計をcc/l単位で示したもので、大井川方向にその量を減少して15cc/l以下になる。“Loc. No. 大富1”は坑井深度が121mもあるが、溶存ガスは14.7cc/lできわめて少ない。水温17°C前後における大気と平衡した水の溶存窒素量は、13cc/l前後であるから、図示した数値から13~14cc/lを引くと、大体の溶存CH<sub>4</sub>量が求められる。

東海道線以北の焼津・東益津寄りでは、 $\text{dis. (CH}_4 + \text{N}_2)$  が  $20 \text{ cc/l}$  を超える。ここで注意すべきことは、焼津駅の南西および南方に、溶存ガスの少ない地域が接すること、溶存するガス量が東西方向に大差を生じないことである。

## VI. 2 ガス質

焼津ガス田から現在採取している天然ガスは、いわゆる乾性ガス (dry gas) に属し、 $\text{CH}_4$  88~98 Vol. %,  $\text{CO}_2$  0.5~1.5 Vol. %,  $\text{N}_2$  2~11 Vol. %程度の化学組成を示している、清水市押切<sup>7)</sup>のガスよりも  $\text{CO}_2$  がやゝ多く、 $\text{CH}_4$  がやゝ少ないようである。第4図に、この地域から産するガスの  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  三角座標上における位置を示した。



第4図 ガス成分図 (単位 Vol. %)

文献8)によれば、“Loc. No. Y 11” (焼津天然ガス会社 11号井) から採取した試料を質量分析計によって分析した値は、

Ar	0.154 Vol. %
O <sub>2</sub>	0.320 "
N <sub>2</sub>	7.254 "
CO <sub>2</sub>	0.446 "
CH <sub>4</sub>	86.791 "
Heavy Hydrocarbon	なし

である。

また放射能強度は

H2	2.470 mache
Y24	0.830 "

となつている。この数値は相良油田の 0.065~0.175 mache より大分強い。

ガス質の地域的な分布をみると、焼津ガス田の焼津地区では、前記のような性質のガスであ

るが、沖積層から産し、かつ附随水に  $\text{Cl}^-$  の少ない井戸のガス質は、

$\text{CH}_4$	52~68 Vol. %
$\text{CO}_2$	0.5~ 3 "
$\text{N}_2$	30~45 "

でガス質からは低ポテンシャル地域の地化学的性質を示している。

志太鉱泉“Loc. No. 藤枝3”のガスは、大略  $\text{CH}_4$  90%,  $\text{CO}_2$  7%, 残3%を示し、焼津地区のガスよりも  $\text{CO}_2$  が遙かに多い特徴がある。“Loc. No. 広幡1”, “藤枝2”の  $\text{CO}_2$  が、それぞれ1.3%と0.6%であるから“Loc. No. 藤枝3”は  $\text{CO}_2$  が特に多いと考えなくてはならない。

## VII. 地下水の性質と地域的分布

### VII. 1 総括

この地域にある地下水は、海成第三紀層の残留水と、浅海成ないし三角州堆積物からなる第四紀層中の残留水と、天水との混合物と考えられる。もちろん後述するように、焼津ガス田の生産ガス地区にあつては、高温 (30°C) の地下水も産出するが、それらは一応現在筆者らのおつている観測手段からは、岩漿水の混入を知ることはできない。

第三紀ガス附随水は、焼津ガス田の深部においてよく認められ、このガス田の西および北西方を占める山地にも各所に散見する。その化学組成上の特徴は  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  が多く  $\text{Ca}^{2+}/\text{Cl}^-$  の値が大ききことである。 $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , total  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{KMnO}_4$  消費量などは、わが国の各地にある水溶性天然ガス鉱床のガス附随水中にあるそれらよりも遙かに少ない。

第四紀層中の地下水は、焼津市街地と東益津A地区 (第VI章参照) において、やゝ第三紀層の地下水に類似するが、その他の地域では、わが国の各地にみられる地下水と同様に、ガスを保有するところでは、 $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , total  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{KMnO}_4$  消費量などが多くなる傾向を示している。大井川の伏流は意外に清純な水を広範囲に供給しているらしく観察できる。

### VII. 2 坑井深度と水の外観

調査した井戸の掘止深度は第5図に示した通りで、焼津市街地および小川・東益津・和田・大富などの調査地域東半部では100~130mの井戸が多く、西半部のものは20~60mである。

地域内の地下水には着色したものは無く、坑井内でやゝ停滞水的な性質をもつた地下水において褐色の濁りを示す程度である。

$\text{H}_2\text{S}$  臭は五カ堀之内 (Y0)・焼津市南部 (Yc2, Yc7, 小川1) などの焼津ガス田周辺部に多く、採ガス井では“Loc. No. Y25”が  $\text{H}_2\text{S}$  臭を相当強くもつてやゝ特異的である。

カナケを感ずる水は、鉄道以北の沖積層中でガスを含む地域と、焼津市街地南部および和田一大富地域とに存在する。たゞし和田一大富地域の地下水はガスを含まない。





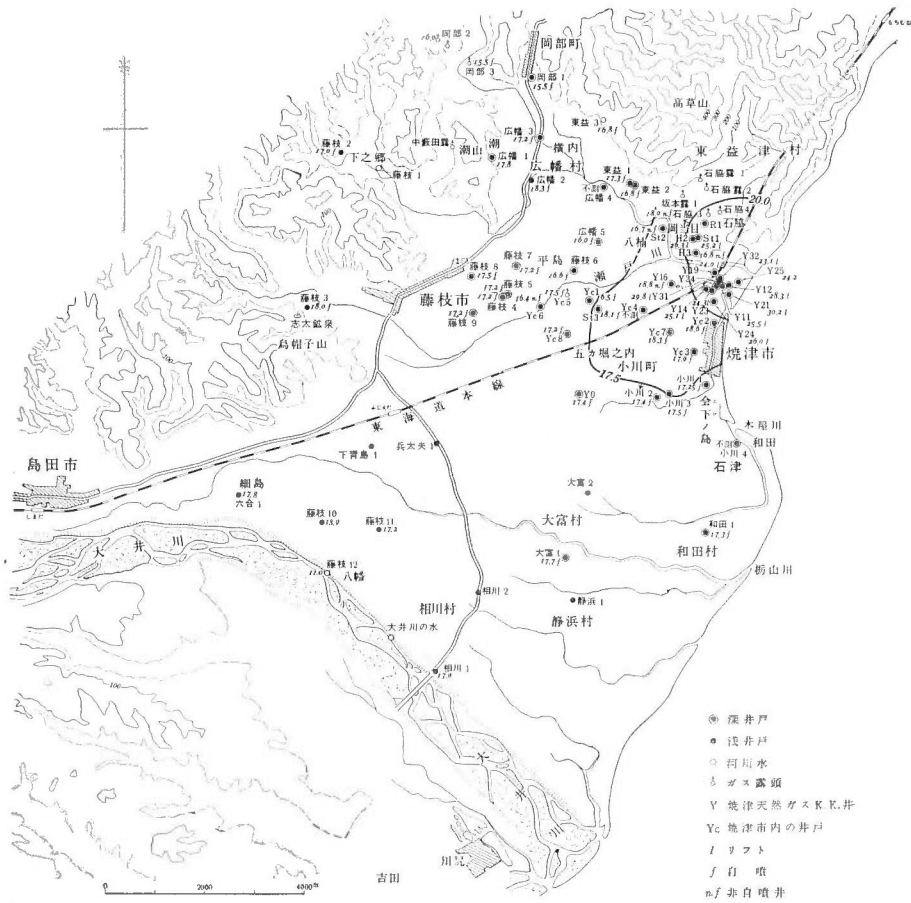
第5図 坑井深度分布図 (単位 m)

### VII. 3 地下水の温度

この地域の地下水の温度を井戸元で測定して、第6図に示す水温分布図を作成した。第6図を第5図の坑井深度分布図と比較すると、焼津市街に水温が異常に高い区域があることがわかる。

焼津駅東方のガス井の多い区域では、坑井深度 100~130 m で水温が 25~30°C に達する。水温が 20°C を超える高温区域はさらに北に延びて石脇附近に達する。この区域を囲んでその西と南に接して、17.5°C 以上の水温を示す区域が存在するが、地域的分布図で明瞭のように、24°C と 19°C との中間水温を示す井戸が無いことは、このように接近して異質の水塊が存在する可能性をもつので特に注目する必要がある。このことは坑井深度差を超えた地域差であつて、前記の採ガス井分布地域がいずれもこの 24°C 線以東に偏在することと考え併せて重要である。この 24°C 以上の区域と、19°C 以下の区域とが移り変わるのは 300~600 m の近距離で、ガス田をさらに拡げて探査する場合に念頭におく必要がある。

一般のガス田における地下増温率は 1°C/30 m 前後の場合が多い。それに較べて焼津ガス田(市街地方面)では地下増温率が非常に大きい特徴を示している。それに反して岡部地区ではや



第6図 地下水水温分布図 (単位 °C)

や低水温部があるが、そこでは  $1^{\circ}\text{C}/35\text{m}$  の地下増温率とすると、地表の起点が  $14.5^{\circ}\text{C}$  という低温になる。しかし一般に清水市押切附近<sup>7)</sup>と同様に焼津ガス田以外の一般地区では  $15.5^{\circ}\text{C}$  を起点とし、 $1^{\circ}\text{C}/30\text{m}$  の地下増温率の線にほぼ一致する。

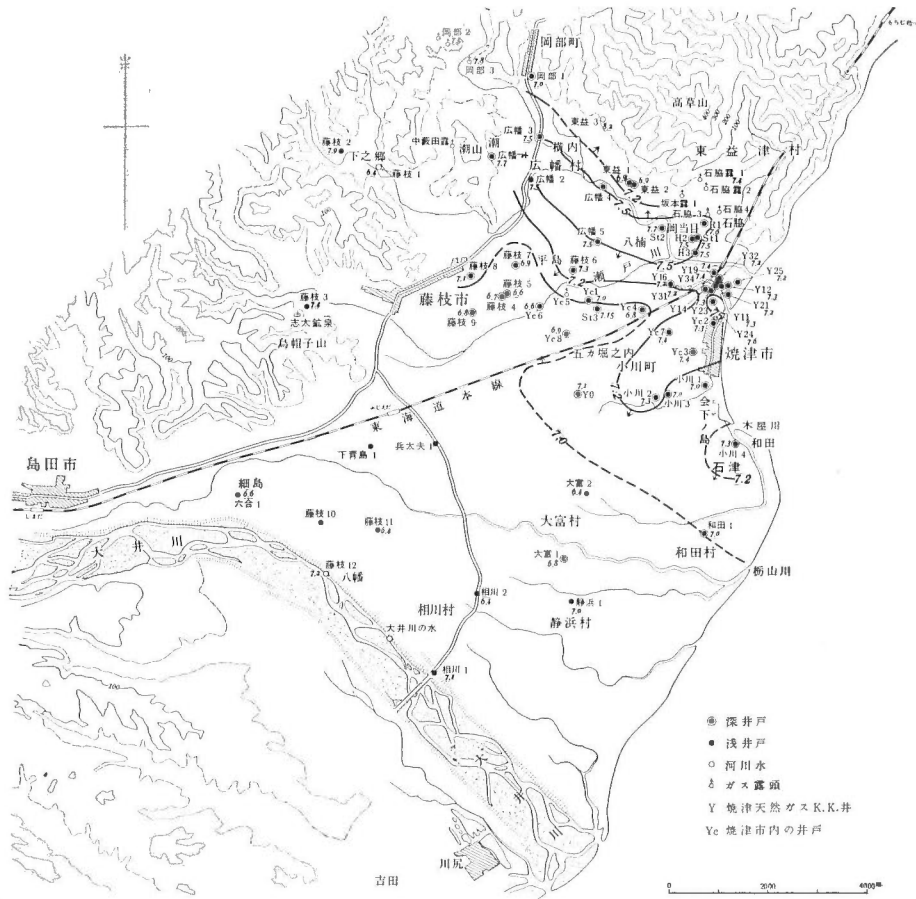
大富・和田等の南部地区における水温は、岡部方面に似て深度の割合に低く、志太鉱泉の  $18.0^{\circ}\text{C}$  はやゝ停滞的な井戸元状況であるから、あまり参考にならない。第6図から周囲の第三紀層の山地から流出する地下水の温度は、大略  $17\sim 18^{\circ}\text{C}$  と考えられる。

#### VII. 4 地下水の性質各論

##### pH および RpH

調査地域における地下水の pH は第7図のような地域的分布を示している。すなわち焼津市街地・東益津等の採ガス地域の地下水はやゝアルカリ性を示し、平地においては、焼津海岸と高草山に近い方向にアルカリ性になる。

焼津ガス田の第三紀層直上の砂礫層から産するガス附随水の pH は大体  $7.4\sim 7.6$  である。“Loc. No. 広幡5”にあつては、第四紀層の塩分の少ない地下水であるにもかかわらず



第7図 地下水のpH分布図

り7.5を示している。すなわち焼津ガス田における第三紀層中の地下水と、第四紀層中の地下水のうちで微量のガスを保有するものとは pH がほとんど同じで、 $Cl^-$  その他の化学組成を異にする。

大井川の扇状地にある大富・和田附近では、100 m 以深を流れる地下水でも、その pH は 6.8~7.0 である。この点は前述した水の外観などと比較し、その地下水が接触している地層の化学的な性質の推定、特に天然ガス地質の面からの考察を助けることになる。

藤枝市街—焼津駅間にある第四紀層中のガス微地域では、pH 7.0~7.5 程度を示すので、各地の資料と比較して坑口ガス量がきわめて少ないことは理解できる。

岡部町北部と藤枝市街地東部にある清水地帯の pH はやゝ弱酸性ないし中性である。

西方山地におけるガスを伴う第三紀層の地下水の pH は 7.4~7.9 であるので、地域全般の第三紀層の塩水はおそらくこの程度の pH を示すと考えてよいと思われる。たゞ、 $Cl^-$  の少ない鉱泉（東益3）に pH 8.2 を示すものがあり、したがって深部からくる第三紀層の地下水では、8.2 前後の pH を示すようになるかもしれない。

調査地域内における地下水の RpH 分布を第8図に示したが、その状況は pH のそれと異なりやゝ特徴が少ない。pH の値が大きい地域ではやはり 7.8 以上の RpH が測られる。焼津



第 8 図 地下水の R<sub>p</sub>H 分布図

駅—湖山の区域がそれで、その他の区域では大体 R<sub>p</sub>H 7.2~7.6 を示す。なお周辺の山地から得られる地下水では、R<sub>p</sub>H 8.2 前後が測られる。

R<sub>p</sub>H-pH の地域分布は、第 9 図に示すように、第四紀層では僅かにガスをもつ地下水において大きく、その数値は 0.5 を超える。これに対して焼津・東益津の採ガス地域では 0.3~0.4 程度のものが多い。大富・和田地区も 0.5 を超えている。志太鉱泉では 0.6 あり、ガス中の CO<sub>2</sub> がやゝ多いこととよく一致する。

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, free CO<sub>2</sub>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> および total CO<sub>2</sub>**

平地においては、その北東部に HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の多い部分が偏在する (第 10 図)。焼津ガス田では高部ガス田との類似性が多いにもかかわらず、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の含有量はそれよりも大分多い。高部の第三紀層水は 20~50 mg/l できわめて少ないが、焼津地区の採ガス井では 100~200 mg/l 程度が普通で、東益津地区では 300 mg/l を超える。瀬戸川にかかる笑子橋附近の第四紀ガス附随水には、100~200 mg/l 程度の HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> があるが、この数値は、わが国の一般ガス田の周縁部におけるものとはほぼ等しい。他方扇状地帯の栃山川流域では大体 70~90 mg/l で最も少ない。



第9図 地下水のRpH-pH分布図

岡部方面の水は、他の含有成分は少ないが  $\text{HCO}_3^-$  だけは約  $100 \text{ mg/l}$  あつて、そこに達するまでの流路の地質状況を示すものとして注目に値する。

下之郷・志太鉱泉は  $900 \sim 2,200 \text{ mg/l}$  の  $\text{HCO}_3^-$  をもち、第三紀層の地下水も、地域の東と西とで非常に性格が変わることを示している。

$\text{free CO}_2$  は瀬戸川沿いの地域と東益津にやゝ多く、 $20 \text{ mg/l}$  を超えることは第11図にみられる通りである。焼津採ガス地区においても南部に少なく、北方に多くなる傾向がある。高部ガス田の採ガス井では、 $8 \text{ mg/l}$  以下の  $\text{free CO}_2$  であつたが、焼津地区ではそれよりやゝ多くて  $11 \sim 30 \text{ mg/l}$  を示し、 $\text{H}_2\text{S}$  臭の強い“Loc. No. Y 25”においては  $59 \text{ mg/l}$  となつている。

下之郷では  $62 \text{ mg/l}$  でやゝ多く、志太鉱泉(Loc. No. 藤枝3)では  $457 \text{ mg/l}$  を示し、ガス中の  $\text{CO}_2$  が多いことよく合致する。

$\text{total CO}_2$  (滴定値) の地域分布は第12図に示す。 $\text{HCO}_3^-$  の多い地域に  $\text{free CO}_2$  が多いから、当然その地域は  $\text{total CO}_2$  も多い。東益津地区の  $250 \text{ mg/l}$  以上を最高として、瀬戸川沿岸と焼津地区とが  $100 \text{ mg/l}$  以上を示している。第三紀層からの水で、 $\text{total CO}_2$  が特に多いのは志太鉱泉の  $2,100 \text{ mg/l}$  である。



第 10 図 地下水中の  $\text{HCO}_3^-$  分布図 (単位  $\text{mg/l}$ )

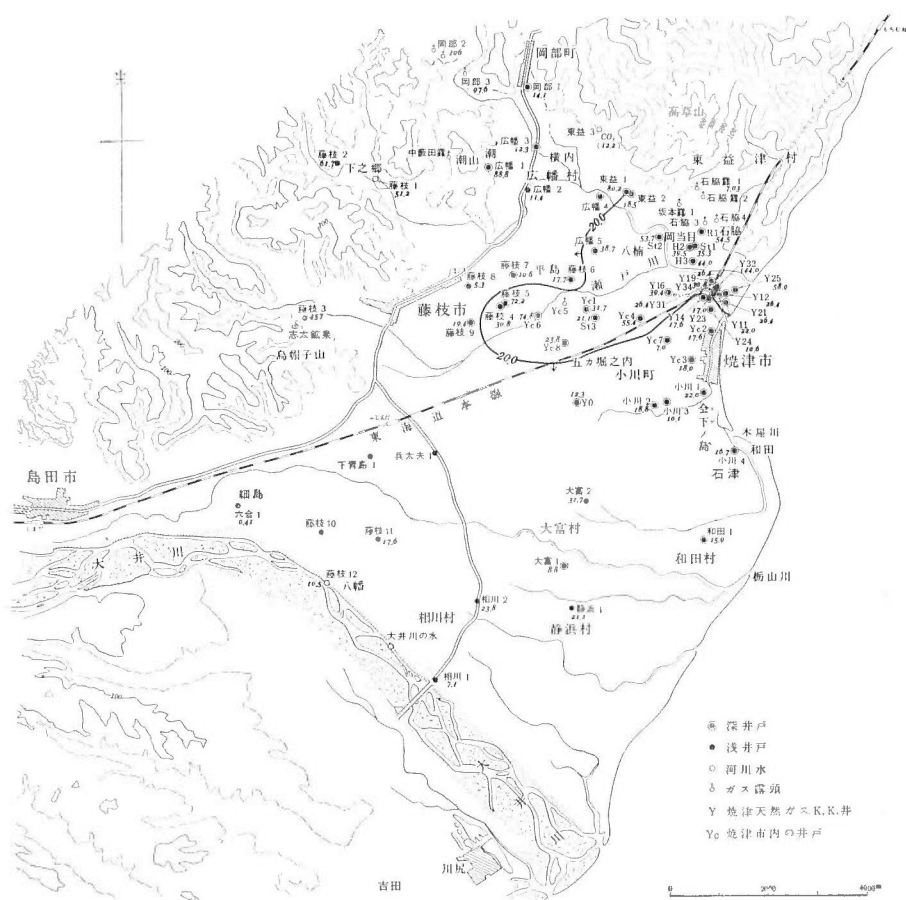
**Cl<sup>-</sup>**

静岡型といわれるガス鉱床は根本的には  $\text{Cl}^-$  相関型であるからこの度の調査では、ガスのあり方と  $\text{Cl}^-$  との関連性を特に重視した。

第四紀層内の貧弱な含ガス状況と、第三紀層のガスのあり方とを区別するのに、最もよい手掛りになるのは  $\text{Cl}^-$  である。第 13 図に示すように、平地内の  $\text{Cl}^-$  の最高は“Loc. No. Y 31”の  $2,480 \text{ mg/l}$  で、東益津・焼津地区では  $500 \text{ mg/l}$  を超える。これを囲んでその西側に  $10 \text{ mg/l}$  以上の地域があるが、南に向かって急激に  $\text{Cl}^-$  量を減ずる。他方西方山地の地下水には  $1,900 \sim 5,600 \text{ mg/l}$  が測定され、大井川の扇状地では  $3 \text{ mg/l}$  程度できわめて少ない。なお大井川の川水は調査当時に  $1.5 \text{ mg/l}$  であった。

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

高部ガス田の地下水では、 $\text{NH}_4^+$  量は  $0.2 \sim 0.5 \text{ mg/l}$  にすぎないが、当地域内の地下水ではやゝその量が多い。すなわち第 14 図からわかるように、焼津地区では  $1 \sim 3 \text{ mg/l}$ 、東益津地区で  $3 \sim 9 \text{ mg/l}$  程度を保有している。瀬戸川に近い沖積層中の含ガス地下水に割合多く含まれていることは、一般の第四紀ガス鉱床と同性格である。棚山川地区では  $0.4 \text{ mg/l}$  前後であるが



第11図 地下水中の free CO<sub>2</sub> 分布図 (単位 mg/l)

小川附近に至ると 0.5~0.9 mg/l に達する。

周辺山地西側の第三紀層水には、3.6~9.3 mg/l 含まれている。その Cl<sup>-</sup> に対する割合は、高部の場合よりもきわめて大きい。

### NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

調査地域の地下水からは NO<sub>2</sub><sup>-</sup> は全然検出されていない。“Loc. No. 岡部3”において、きわめて僅かながら NO<sub>2</sub><sup>-</sup> が検出されたが、地表からの汚水の混入が考えられる現場状況であるから、地球化学的な意味が薄い。

### dis. O<sub>2</sub> (水中溶存酸素)

第15図にみられる dis. O<sub>2</sub> 量は、採ガス井にあつては大体 0.3~0.5 cc/l である。大富・和田以南には 0.5 cc/l 以上の地区があつて、dis. CH<sub>4</sub> をもたないが、その北東側では 0.5 cc/l 以下となり、小川附近に最少で 0.2 cc/l 以下を示す。これに対して笑子橋 (第2図参照) 附近においては 0.5 cc/l をやう上廻るところも局部的に存在する。

採ガス井の 0.3~0.5 cc/l という数字は、既述したガス水比による産ガス状況に対しては、



第 12 図 地下水中の全炭酸(測定値)分布図 (単位 mg/l)

一般的な数字である。

岡部町北部では 1 cc/l を超える  $\text{dis. O}_2$  もあるが、一方山地の第三紀層水では 0.5 cc/l 前後を示すもようである。志太鉱泉と潮山の測定には、サンプル採取にやむ困難な点があつたので、一応の参考値にとどめる。

文献 7) で述べた  $\text{dis. O}_2$  と  $\text{dis. CH}_4$  との関係(文献 7) の p. 34) はやはり当地域においても成立するようで、小川地区で  $\text{dis. O}_2$  が最も少ないのは、そこにおける  $\text{H}_2\text{S}$  の出現とともに注目される事項である。

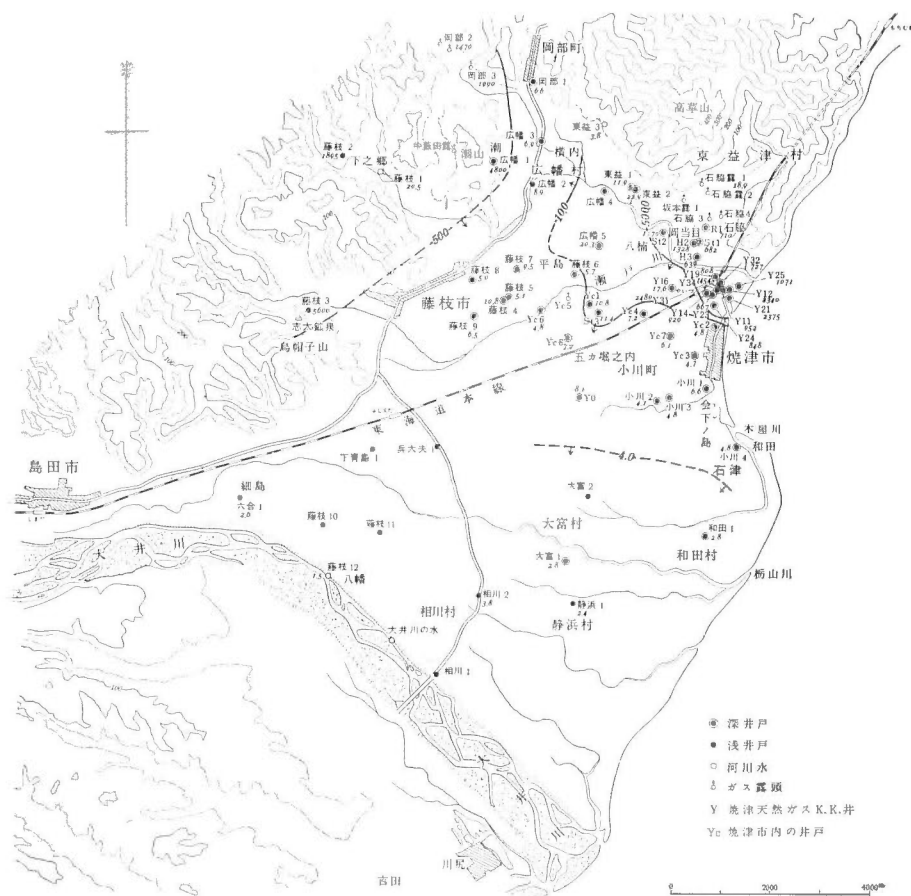
### $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^t$

$\text{Fe}^{2+}$  は焼津地区で 1~3 mg/l あるが、採ガス井の南と北とでやむ少なくなる。“Loc. No. Y 25” は  $\text{H}_2\text{S}$  を伴う特殊な採ガス井であるが、 $\text{Fe}^{2+}$  6.5 mg/l で多い。東益津地区では 0.2 mg/l 内外で少ない。

他方瀬戸川沿いの第四紀層水も 2~12 mg/l の  $\text{Fe}^{2+}$  をもつてやはり多く、西方山地の第三紀層水は 0.06 mg/l ないし痕跡程度である。

$\text{Fe}^{3+}$  の量は、焼津地区の採ガス井において大体 0.3~0.6 mg/l であるが、全般的に 0.2~0.5 mg/l のものが多い。





第13図 地下水中のCl<sup>-</sup>分布図 (単位 mg/l)

西方山地の水は、いくらか酸化されたのか  $Fe^{2+}$  よりも  $Fe^{3+}$  が多かった。このことは志太鉱泉でも“Loc. No. 広幡1”でも  $dis. O_2$  が多かったこととよく一致し、おそらく地表水の混入と、空気接触の双方の結果であると思われる。

$Fe^{2+}$  (全鉄) の地域分布は第16図によれば、平地においては五カ堀之内北方に  $5\text{ mg/l}$  を超える地区があり、これは明らかに第四紀層水である。これを囲んで  $1.0\text{ mg/l}$  以上の地域が瀬戸川沿いの第四紀ガス微地と焼津ガス田とに存在する。栃山川地区では  $1\text{ mg/l}$  以下で、岡部・広幡西方でも  $0.3\sim 0.4\text{ mg/l}$  を示し、きれいな水になっている。

西方山地では  $1\text{ mg/l}$  以下であるが、この試料は前述のように一度酸素に触れたようであり、かつ水はアルカリ性であるから、鉄の沈澱も若干起こっていることであろう。しかしいずれにしても  $2\sim 3\text{ mg/l}$  を超えるようなことはまず考えられない。

当地域の  $Fe^{2+}$  量は、高部ガス井の  $0.05\sim 0.1\text{ mg/l}$  に較べるとやゝ多いようである。

## P

当地域の地下水におけるPの含有量は、第17図に示すように焼津地区では  $0.3\sim 0.5\text{ mg/l}$ 、東益津地区の採ガス井でも  $0.2\sim 0.4\text{ mg/l}$  位はある。東益津に近い位置を占める“Loc. N.o



第14図 地下水中の $\text{NH}_4^+$ 分布図 (単位 $\text{mg/l}$ )

“Y 25”, “Y 19”, “Y 32”等では $0.5 \text{ mg/l}$ を超え, 西方の藤枝市平島附近の第四紀層水と好一対になっている。双方ともやゝ水塊あるいはガス鉱床の性格の変わる地区にあたることは注意すべきであろう。なお栃山川流域では $0.1 \text{ mg/l}$ 以下となり, 西方山地でも $0.3 \text{ mg/l}$ 痕跡程度である。一般に高部のガス井よりもP量が多い。

#### $\text{SO}_4^{2-}$

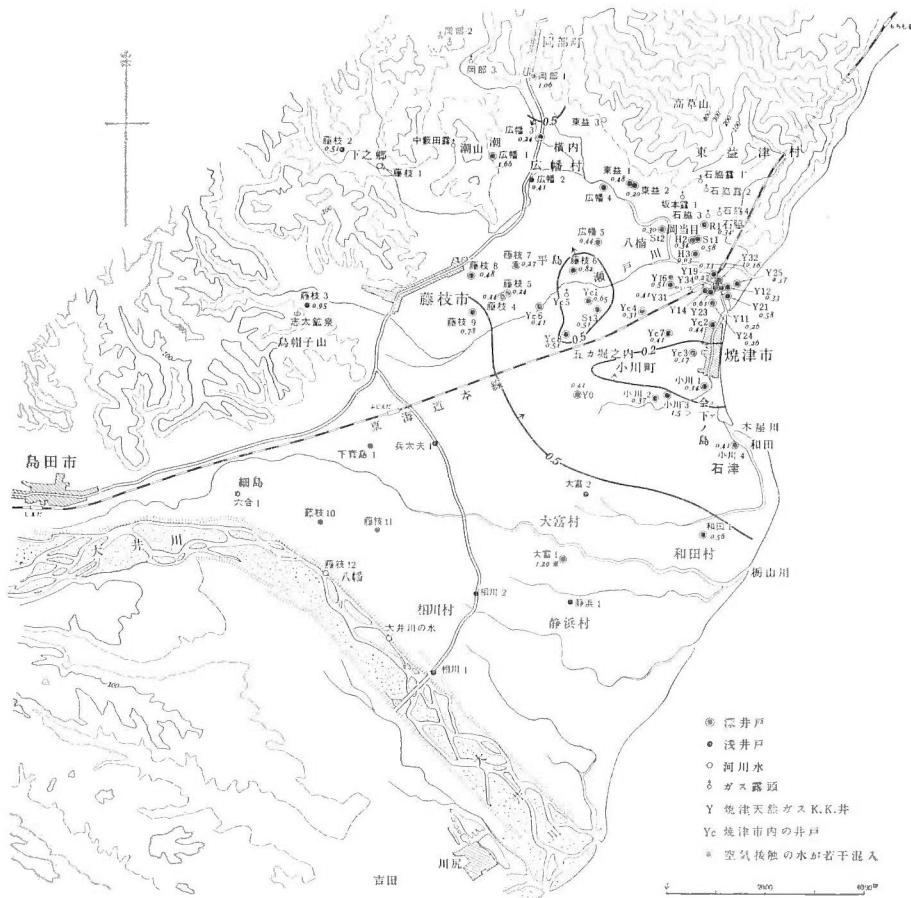
焼津ガス田と瀬戸川沿岸ガス徴地とは, $\text{SO}_4^{2-} < 2 \text{ mg/l}$ と考えられるので, 地域的な分布図は第18図のようになる。

これらの地区の周囲にあつては, 数 $\text{mg/l}$ 程度の $\text{SO}_4^{2-}$ が存在する。

地下水に $\text{H}_2\text{S}$ 臭があるのは, この $\text{SO}_4^{2-}$ が消失してガス井の存在地区へ移る部分である。

#### $\text{Ca}^{2+}$

焼津ガス田の特徴の1つは $\text{Ca}^{2+}$ がきわめて多いことで, この点は高部のガス田と好一対をなしている。この $\text{Ca}^{2+}$ に富んだ地下水はおそらく女神・蓬来両累層から由来するもののように, それに第四紀層の地下水が適宜混合されて, 坑井から地上へ揚げられるものと思われる。



第15図 地下水中の溶存炭酸素分布図 (単位 cc/l)

焼津地区においては、最高 555 mg/l の  $\text{Ca}^{2+}$  が測られ、その地域的な分布は第19図にみられる通りである。70~140 mg/l 程度の東益津地区に較べて、焼津地区では 200~560 mg/l 程度の  $\text{Ca}^{2+}$  をもっている。

他の成分でもそうであるが、 $\text{Ca}^{2+}$  量も焼津地区最南端のガス井“Loc. No. Y 24”と、“Loc. No. Yc 2”との間で急に変化している。前記の採ガス地区において  $100 \text{ mg/l} < \text{Ca}^{2+}$  であるのに較べて、これに接する地域では 20~28 mg/l というように、きわめて判然とした差異がある。

南部の大富・和田地区は、 $\text{Ca}^{2+}$  以外の一般化学成分分布はその北部の例えば“Loc. No. Y 0”などより少なかったが、 $\text{Ca}^{2+}$  については、五カ堀之内や藤枝市平島などの地下水よりもその量が多い。したがって地域分布図もやゝ特異な型を示し、20 mg/l  $\text{Ca}^{2+}$  の等量線は、ほぼ海岸線に並行する。

湖山・志太鉱泉の水は 30 mg/l 台で、焼津ガス田の水と大分異なる。

#### $\text{Mg}^{2+}$ および $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$

$\text{Mg}^{2+}$  の地域分布を第20図に示す。東益津地区の八楠にある“Loc. No. St 2”では 59

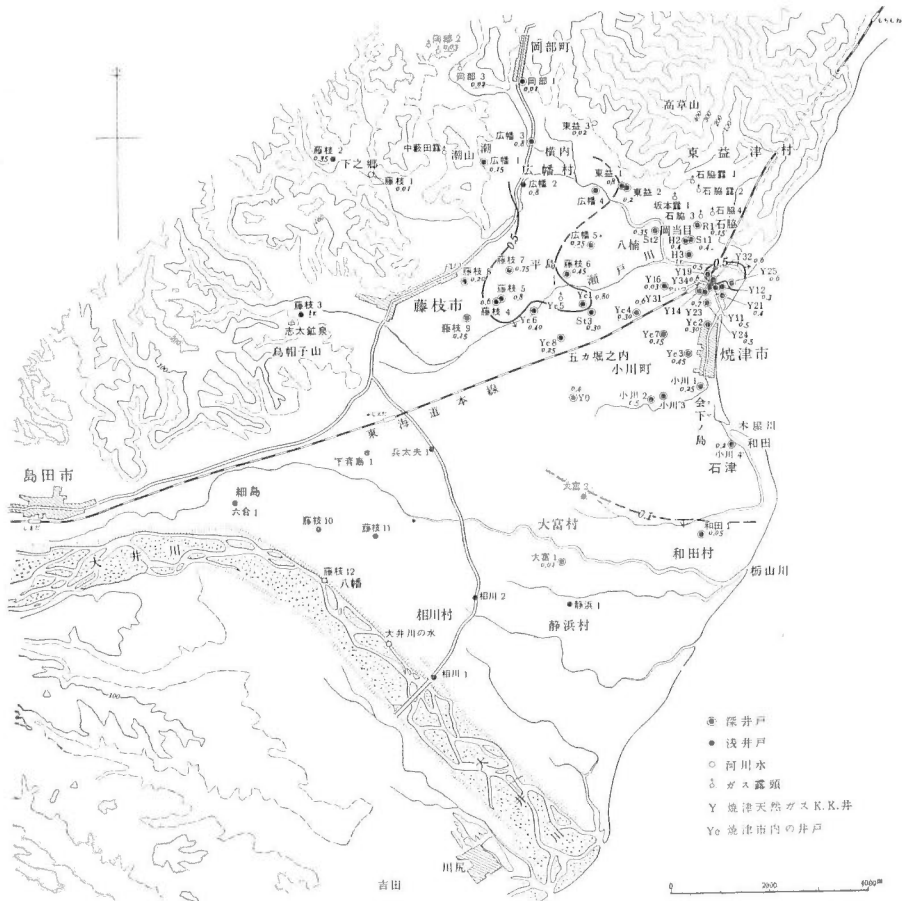


第16図 地下水中の全鉄分布図 (単位 mg/l)

mg/l の  $Mg^{2+}$  をもち、調査地内の最大値を示している。焼津地区は 4~14 mg/l であるが、その地区内でも南に少なく北に多い傾向がみられ、そのまま東益津地区へと移る。旧東海道に沿う地域と鉄道南部には数 mg の  $Mg^{2+}$  があるだけである。

$Ca^{2+}/Mg^{2+}$  の値は、ともに mg/l で現わして求めた数値で、その地域的分布は第 21 図に示されている。焼津地区は 10 以上を示し、南に大きく北に小さい。最大値は“Loc. No. Y 14”の 48.4 である。東益津地区は焼津地区の  $1/2 \sim 1/3$  程度の値を示すにすぎない。海岸線に平行的に数値 3 の等値線を引いたが、その西方では平島附近にまで小さい値の区域が延びている。東海道に沿う地域には 3 以上の数値が並ぶが、これは地表水にあつてもやゝその値が大きいためと考えられる。岡当日—八幡—横内—潮山を結ぶ線上における深層地下水の  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  の値が、岡当日と八幡の間ですでに 10 台から 3 以下になるので、静岡のガス鉄床の最も大きな特徴であつた  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  値の大きかつた性質は、この間で消失したことになる(註1)。このことは非常に重要であつて、地下水の性質はそれを含む地層の地質学上における層準の相違よりも、地域差の方が地化学的には大きくひびくという事実を示す。換言すれば、地層の対比面を

註1) たゞし後述するように休止鉄管井による観測値を用いているので、 $Ca^{2+}$  が鉄管に Fe と共沈した可能性が大きく、その場合には八幡西方へとその境界が移ることになる。坑井から得たコアの岩質上からはこの公算が大きい。



第 17 図 地下水中の P 分布図 (単位 mg/D)

地化学的な同一化学組成の等値面が切ることを示し、このことは同一層準の岩質の相違に由来するものと思われる。

潮山と志太鉱泉の値はそれぞれ 2.2 と 4.2 で、焼津地区とは一桁の相違がある。

$\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  の関係(第 24 図参照)は  $\text{Cl}^-$  が 30~500 mg/l を境として若干性質を異にする。図の C 線附近の  $\text{Cl}^- < 30 \text{ mg/l}$  以下のものでは、 $\text{Cl}^-$  の多いものに  $\text{Ca}^{2+}$  の多いものがない。これに反して右側にある  $\text{Cl}^- > 500 \text{ mg/l}$  の地下水で B のように  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値は小さくとも  $\text{Cl}^-$  と正相関を示し、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の大きい A, D でも(主として焼津ガス田のもの)やはり  $\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値は正相関するように思われる。

$\text{I}^-$  および  $\text{I}^-/\text{Cl}^-$  については第 IX 章において述べる。

### VIII. 焼津ガス田について

焼津ガス田に関しては、伊田一善<sup>5)</sup>の詳細な研究結果が発表されている。筆者らの見解もほとんど同じであるから、地球化学的な資料を若干追加するとどめる。



第18図 地下水中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>分布図 (単位 mg/l)

焼津ガス田の著しい特徴は、従来の研究によれば、

- i) Cl<sup>-</sup> 相異型
- ii) 水温相異型
- iii) 採ガス層は第四紀沖積層中にあるが、その飽和埋藏量は G<sub>7</sub> 層について約 200 万 m<sup>3</sup> (この量は現日産 3,000 m<sup>3</sup> とすると約 700 日分のガス量) とされているにもかかわらず、よく数10年間の産ガスを支えていて、ガスの移動と補給とを考えなくてはならない。

等々である。以下これらに関連する資料を説明する。

### VIII. 1 水ガス比と Cl<sup>-</sup> の関係

焼津天然ガス鉱業株式会社は、第VI章に述べたように、現在主開発地の焼津・東益津両地区に採ガス井をもっている。日産ガス量は約 3,000 m<sup>3</sup>/day で、以前から坑井の状況変化を観測していた資料が残されている。

水ガス比(水量 m<sup>3</sup>/day ÷ ガス量 m<sup>3</sup>/day)とガス附随水中の Cl<sup>-</sup> 量との関係を、会社の資料から求めたものが第22図に示されている。図上のA線で示すように、Cl<sup>-</sup> の少ない附随水に

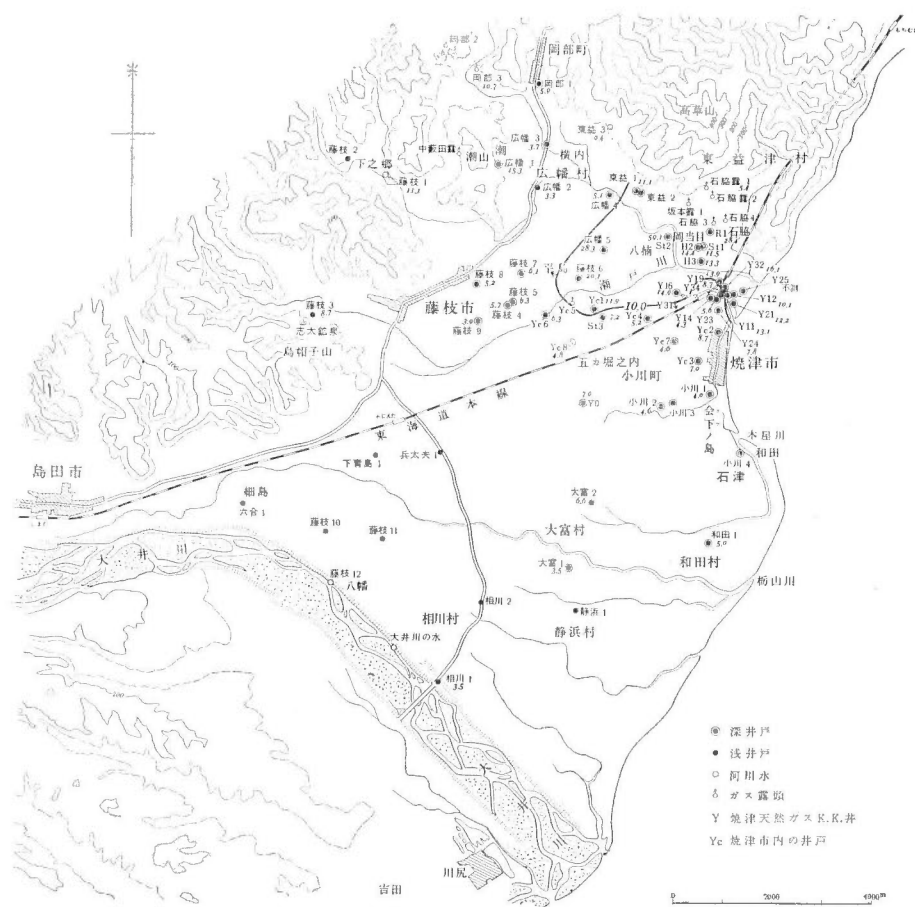


第19図 地下水中の  $\text{Ca}^{2+}$  分布図 (単位  $\text{mg/l}$ )

は相当にガス水比の悪いもの(水ガス比の大なもの)があるが、 $\text{Cl}^- > 2,000 \text{ mg/l}$  の場合の水ガス比は大略4~5(ガス水比0.25~0.2)を示している。

$\text{Cl}^-$  量が少なく、ガス水比の大きかったのは、“Loc. No. Y 24”、“Y 19”、“Y 23”の各井(坑井位置は第23図参照)で、第23図のG<sub>7</sub>層地下等深線が-100 m以深にあたり、かつ西側に位置する。これに反して、第22図のB線の右上にくる $\text{Cl}^-$  相関型のグループAは、“Y 21”、“Y 31”、“Y 32”、“Y 34”の各井で、-100 m以浅の東部地域にある。33号井は玄武岩の潜丘上に位置するが、 $\text{Cl}^-$  量に較べて、やむガス水比がよい。やはり構造とガス移動の問題がからんでいるものと解される。

$\text{Cl}^-$  に関連して、ガス田内の地下水中の $\text{Cl}^-$  と $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  の関係を図示すると、第24図の右側上部のようになる。大きくみれば $\text{Cl}^-$  と $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  は相関する。しかし、 $1,000 \text{ mg/l}$   $\text{Cl}^-$  を境として、若干性質が変わるようで、このことに関しては地下水の水質各論の項でも、少々述べたところである。焼津地区西側と南側とに位置する“Y 14”、“Y 23”、“Y 24”の各井は、やむ $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値が、その東側よりも大きい。



第20図 地下水中の  $Mg^{2+}$  分布図 (単位  $mg/l$ )

## VIII. 2 水温とガス水比と $Cl^-$ との関係

焼津ガス田の過去におけるガス井の水温と水ガス比は、会社の資料によれば第25図、第26図ようになる。全般的には、第25図からうかがえるように、水温とガス水比は正の相関をする。各井の時間的な変動は、第26図に示してあるが、1井における変化においても、正相関を示すものに、“Y 32”、“Y 31”、“Y 34”の各井があり、それらは潜丘の西側に並ぶ。これに反して、TW-G/W が逆相関の井戸は“Y 21”で、この井戸は潜丘頂の南側にある。

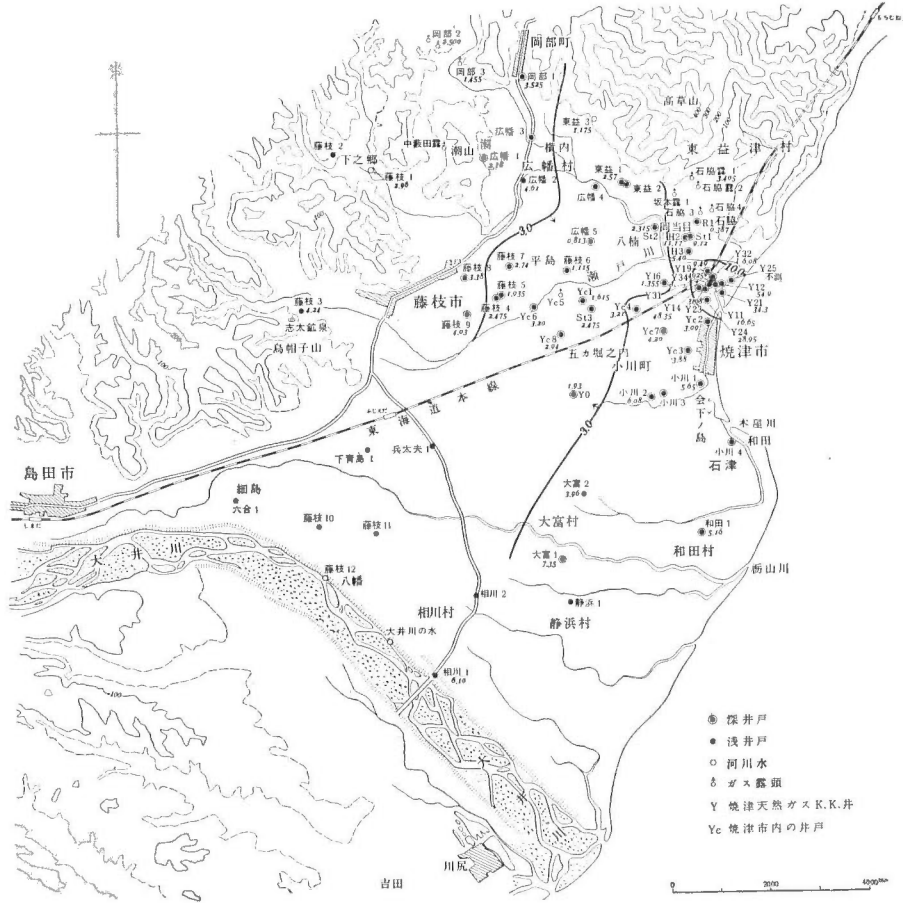
“Y 19”はガス田のほとんど西縁にあり、ガス水比の変動は水温の変動に関連しない。

$Cl^-$  と水温の関係は、第27図、第28図 [a]～[e] に示すように、正相関である。

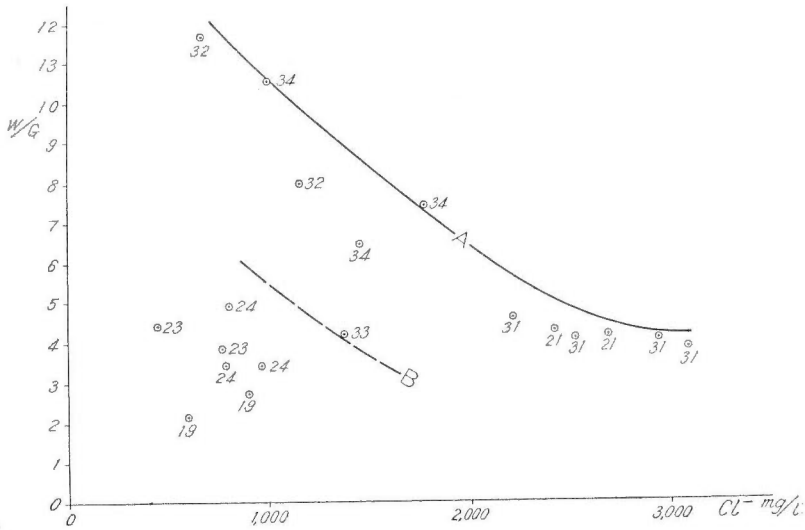
第27図で  $X_1$  から  $X_2$  へ分散していることは、地下水の混合を考える点から重要である。

“Y 12”の東方約 50 m に新しく掘られた 36 号井では、深度 127 m、中間セメンチング 53～83 m 仕上げの条件にあつて、ガス量  $517 m^3/day$ 、水量  $1,659 m^3/day$ 、水ガス比 3.2、水温  $29.5^\circ C$ 、 $Cl^-$   $4,050 mg/l$ 、pH 8.0 であつた。この井戸は  $G_7$ 、 $G_8$  の両層からガスを採り、玄武岩の潜丘に達している。この pH 値と  $Cl^-$  量は、焼津地区のガス鉱床としての性質を考

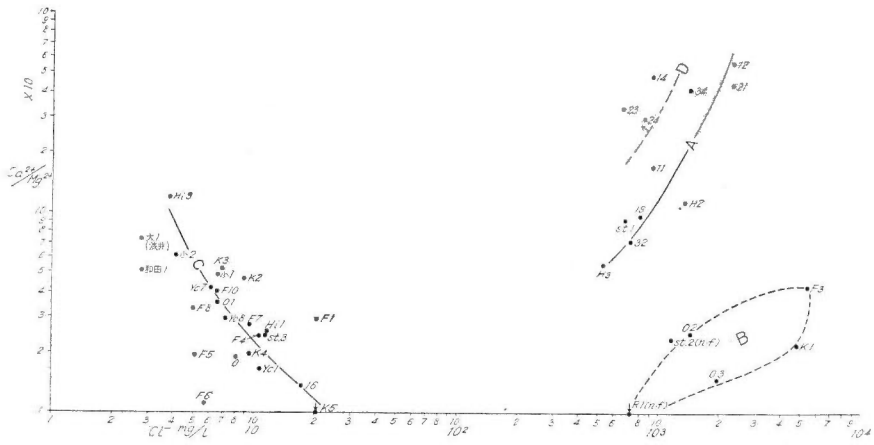




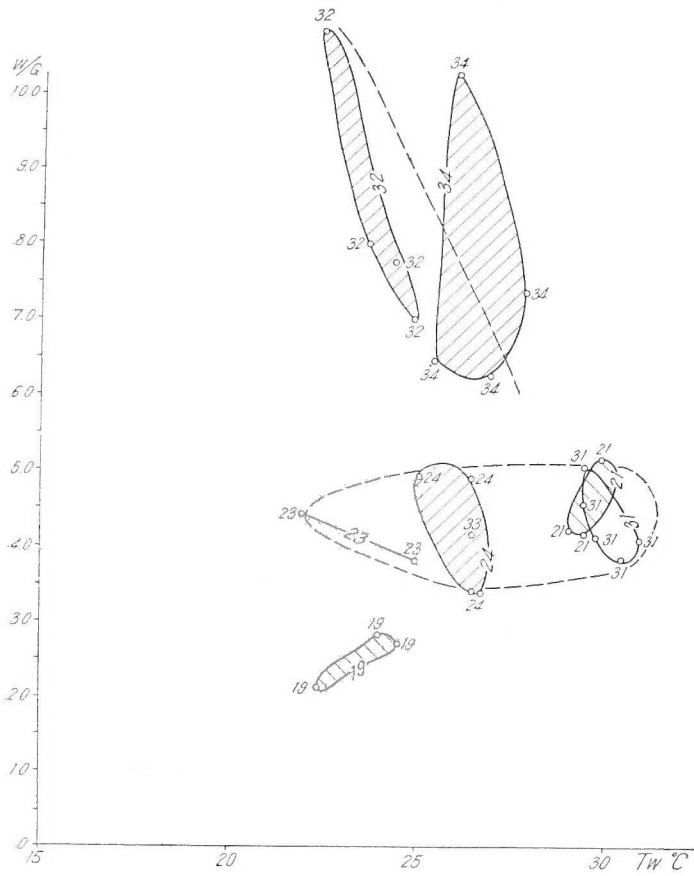
第 21 図 地下水中の  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  値分布図



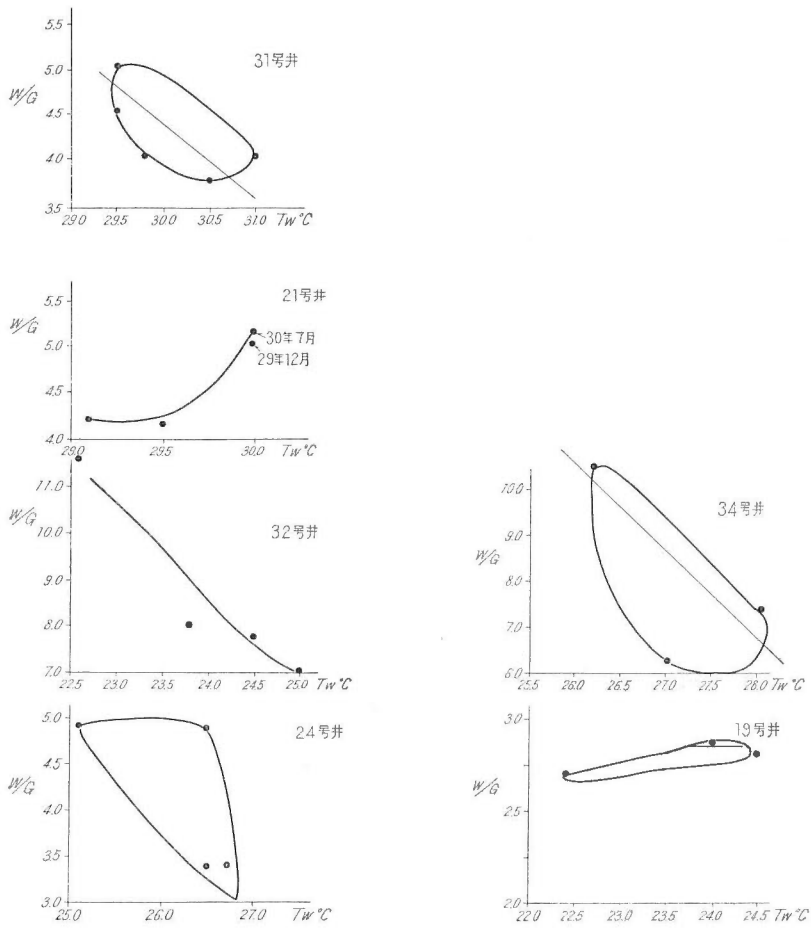
第 22 図 焼津ガス田水ガス比と  $Cl^-$  の関係図



第24図 地下水中のCl<sup>-</sup>とCa<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup>の関係図



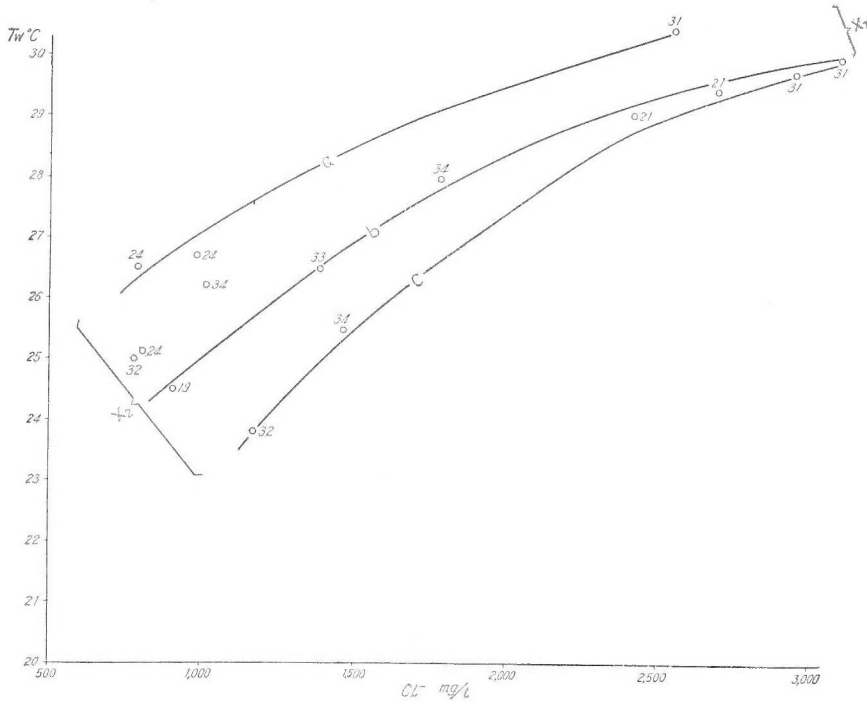
第25図 溶解ガス田水ガス比と水温の関係図(数字は坑井番号)



第26図 焼津ガス田水ガス比と水温の関係図

えるときに重要である。すなわち、採ガス層が第三紀層に接近すると pH はアルカリ性になり、 $\text{Cl}^-$  量を増加する。おそらく  $\text{Ca}^{2+}$  を著しく増加しているものと考えられる。

水温と  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  の関係も第29図のように、正の相関をする。図のC線附近の点すなわち水温に較べてやゝ  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の大きい井戸は、“Y 14”、“Y 23”で 100~105 m の G<sub>7</sub> 層深度をもち、かつ焼津地区西部に属する。その東側にある“Y 24”、“Y 12”はやゝ  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  の値が小さく、そのさらに東にある“Y 21”、“Y 11”では値が小さくなる。また第29図では点が左へ收れんしていることが注意される。この附近の地下水は元来  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値が大きいので、第三紀層水の original な水の  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値が、当地域の最大値である“Y 12”の 55 以上とし、それらの水によつて水温上昇の熱が運ばれるとすれば、 $\text{Cl}^-$  も多く  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の大きな潜丘頂部附近において、下部から第三紀層水(含ガス)の供給が行われているわけになる。この考えは高部ガス田の資料と比較して、大した無理なものとは思われな

第 27 図 焼津ガス田水温と  $\text{Cl}^-$  の関係図

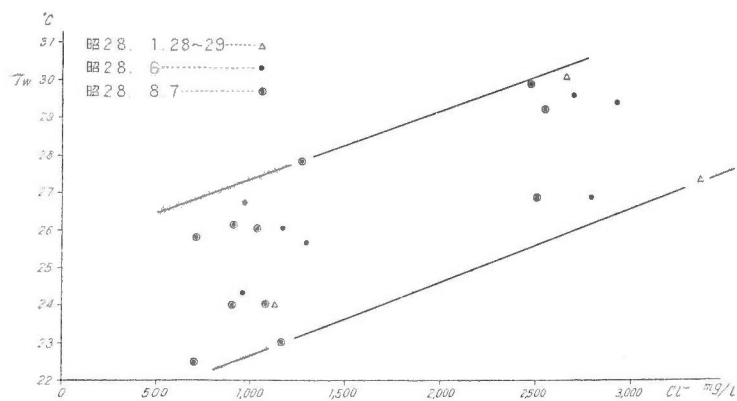
## VIII. 3 開発に関する一般事項

焼津・東益津両地区の採ガス井は焼津天然ガス鉱業株式会社に所属していて、稼動リフト井は 12 坑ある。日産ガス量は  $2,500 \sim 3,000 \text{ m}^3$  であるから、1 坑当りの平均産ガス量は  $200 \text{ m}^3/\text{day}$  前後である。この地区のガスは、大戦中にシラン化合物をつくる目的で開発されたことがあり、五カ堀之内にはその未完成工場がある。戦後は専ら圧縮ガスとして自動車燃料に利用されていたが、昭和 26 年から焼津市内の都市ガスとしてその供給を引き受け、東海ガス株式会社によって販売されている。

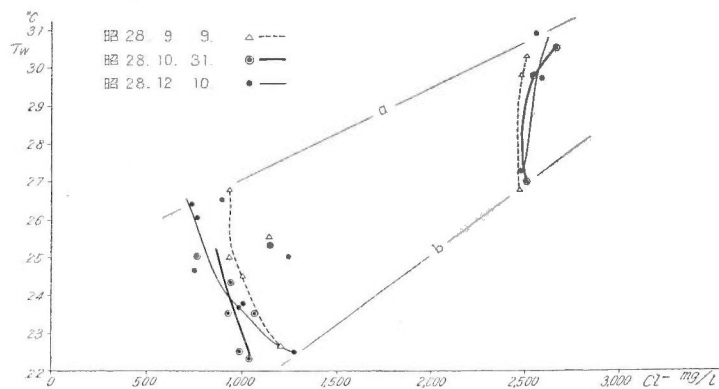
第 23 図は Production Map である。焼津地区では特に坑井ごとの水量に大差はみられないが、東益津地区の北部では、井戸側管の径も小さいのではあるが、口径に較べてやゝ揚水量が少ないようにみうけられる。

焼津地区において、単位産ガス量に対する汲上げ地下水中の  $\text{Cl}^-$  量を求めると、

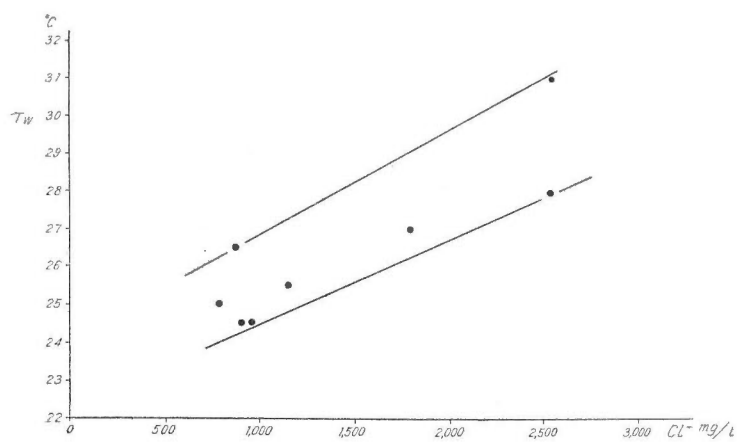
Y 19 号井	1.97 $\text{Cl}^- \text{ kg/gas m}^3$
Y 21 号井	11.9 "
Y 23 号井	2.68 "
Y 24 号井	3.60 "
Y 31 号井	12.3 "



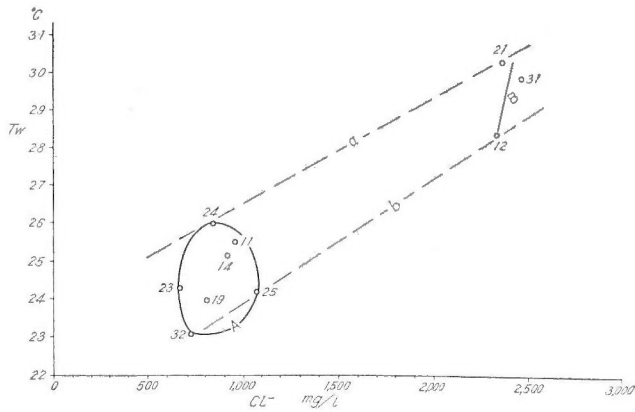
第 28 図 (a) 焼津ガス田水溫 ( $T_w$ ) と  $Cl^-$  の関係図 (昭和 28 年の資料による)



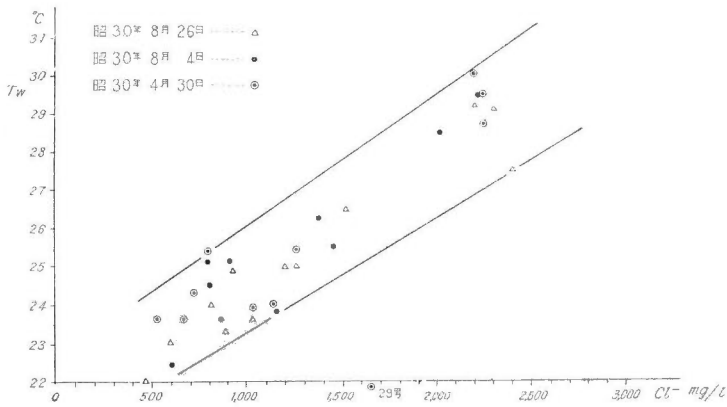
第 28 図 (b) 焼津ガス田水溫と  $Cl^-$  の関係図 (昭和 28 年の資料による)



第 28 図 (c) 焼津ガス田水溫と  $Cl^-$  の関係図 (昭和 29 年 4 月の資料による)



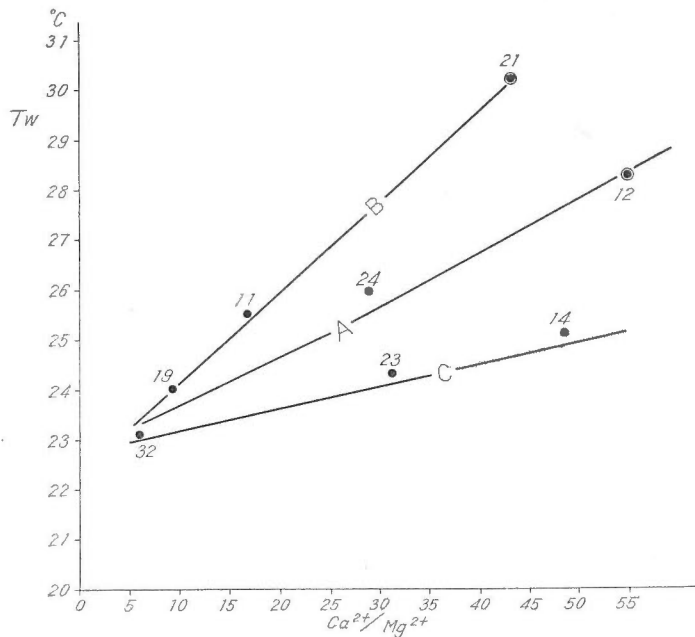
第 23 図(d) 焼津ガス田水温と  $Cl^-$  の関係図 (昭和 29 年 12 月測定結果による)



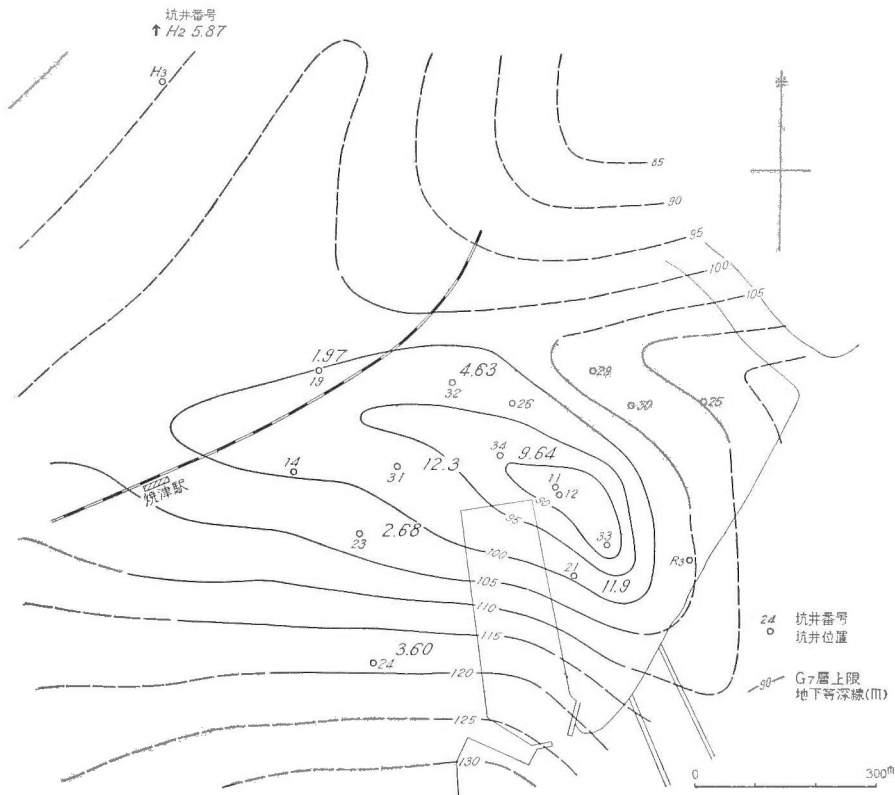
第 23 図(e) 焼津ガス田水温と  $Cl^-$  の関係図 (昭和 30 年 4~8 月の資料による)

Y 32 号井	4.63 $Cl^-kg/gas m^3$
Y 34 号井	9.64 "
H 2 (東益津)	5.87 "

となり、地域分布は第 30 図のようになる。潜丘に近く  $G_7$  層が浅い “Y 31”, “Y 34” “Y 21” の各井では  $10 kg/m^3$  以上の値を示し down dip 方向の  $4.6 kg/m^3$  以下の地域と差がある。ガス水比は必ずしもこの数値の大きいところで良いとは限らず、かえって “Y 24” や “Y 19” に良い。この事実は 坑井仕上げと地質条件とをよく検討しなければ解釈がむずかしいが、一応の説明としては、西の地区では深部から主としてガスだけがスリップして供給され、東部では塩水に伴ってガスが供給されると考えられよう。水温と  $Cl^-$  とが正相関にあるので、元来第三紀層の水はやゝ暖かくて  $Cl^-$  に富むと考えられ、 $Cl^-$  が少なくてもガスの多い井戸 (“Y 24”, “Y 19” 等) では、水温が低くなるであろう。またそこでは水温とガス水比との関係もうすくなると思われる。この点は将来の研究にゆだねるとしても、第 26 図では確かに “Y 19” にその特徴がみられる (“Y 24” もやゝ相関関係が不明瞭)。前述の水温と  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  値の関係もこの考え方と矛盾しない。



第 29 図 焼津ガス田水溫と Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> の関係図  
(昭和 29 年 12 月測定結果による。数字は坑井番号)



第 30 図 焼津地区単位ガス量に対する揚水中の Cl<sup>-</sup> 量分布図 (単位 Cl<sup>-</sup>-kg/gas m<sup>2</sup>)

## VIII. 4 焼津ガス田総括

以上焼津ガス田の特徴の2,3を述べたが、これらを総括すると次のようになる。

- (1)  $\text{Cl}^-$  に較べてガス水比の良好な坑井……“Y 19”, “Y 23”, “Y 24”  
 $\text{Cl}^-$  とガス水比が正相関を示す坑井……“Y 32”, “Y 34”, “Y 31”, “Y 21”
- (2)  $\text{Cl}^-$  に対して  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値が大きい坑井……“Y 14”, “Y 23”, “Y 24”
- (3) 水温に対して,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値が  
 大きい坑井……“Y 14”, “Y 23”  
 中程度の坑井……“Y 24”, “Y 12”  
 小さい坑井……“Y 11”, “Y 21”  
 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値も水温も低いもの……“Y 19”, “Y 32”
- (4) 水温とガス水比が  
 正相関する坑井……“Y 23”, “Y 31”, “Y 32”, “Y 34”  
 逆相関する坑井……“Y 21”  
 相関関係不明の坑井……“Y 19”, “Y 24”

これらの事実から、焼津ガス田は焼津地区においてさえも東西および南北方向に相当性格が異なるものであることがうかがえる。焼津地区のガスは鉱床学的にきわめて興味深い。今後坑井の長期的観測によつて、おそらく第23図のG<sub>7</sub>層の浅部すなわち“Y 11”, “Y 12”, “Y 21”等の分布する附近にその水とガスの供給源があり、“Y 19”, “Y 24”, “Y 23”などの西部地区には主としてガスだけが供給されているとみなす資料が得られるのではなからうか。

東益津地区は水温も低く、第四紀ガス鉱床の性格を相当強く表現している。焼津地区においては、開発の初期には第四紀ガスも多量に存在したと考えられるが、現在は採ガス地区へ他のガスと水とが移動してくると考えなければならないことは前述した通りである。東益津地区は開発期間もまだ短時間であるから、今後はおいおい第三紀層水の影響が強くなってくるものと思われる。しかしその場合に問題になるのは、第三紀層水の質と供給量の点で、東益津地区の採ガス可能量はそれによつて決定づけられる。

## IX. 天然ガス鉱床の特質について

調査地域内にある天然ガス鉱床(広義)の特徴は次のようである。

## IX. 1 ガス水比について

この地域のガス田が、本来水溶性の天然ガス鉱床であるか否かが、天然ガス鉱床の特質を論ずる場合にまず重要である。このことを判断するために必要な筆者らの成因論的な知識はきわめて少ない。こゝには一応第三紀・第四紀両層から産出するガスを一括して、理論ガス水比(メタンの水に対する溶解度から算出)と比較検討する。

焼津ガス田は理論値またはそれ以下のガス水比を示し、西方の志太鉱泉などもガス水比は0.3程度であまり大きくない。焼津採ガス地区の南西部にある井戸では、全採ガス井の動力揚水を停止すると、水圧とガスの浮力によつて自噴する井戸がある。これはおそらく地下におけ



るガスの補給と移動とに関連するものと考えられるので重視したい。

瀬戸川沿岸の第四紀層中のガスは水溶性で、ガス水比はきわめて悪い。たゞその下位の第三紀層中にあるガスの逸散を防ぐ意味で大切であることは前述の通りである。

この地域内にはいかなるガス水比の鉱床を期待するかは、ガスの探査上重要である。焼津ガス田では、主として下方から供給されているとみなされる少量の塩水と多量のガスとが、沖積層中の地下水とともに汲みあげられているものと思われる。したがって、最もガス水比の良い臨港西部と、潜丘頂附近に深掘井をつくつたときには、理論ガス水比を上廻るガス層にあたる可能性も考えられる。笑子橋附近の沖積層のガスは経済的に重要ではない。また藤枝東方の平島附近は含ガス地域の周辺部にあたるので、沖積層のガスもその下部が洗われた賦存状況を示すものであろう。

西方山地のガス附随水には  $\text{Cl}^-$  も多量に含まれているので地下と良好な状態で連結する井戸ができればおそらくその井戸では理論ガス水比を下廻らないと考えられるが、ガス水比の良好なことと、産ガス量の大きいことは別である。

第三紀層中にある数カ所のガス徴候から、地質構造の高所にある主として脊斜型の大規模な遊離ガスの存在はあまり期待できそうにもない。

## IX. 2 地化学的特徴

こゝには主として地下水の性質からみた特徴と、若干のガスのあり方について述べてみる。

第三紀鮮新統中にみられる水溶性の天然ガス鉱床では、ガスのあり方と  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$  等の間に正の相関関係があるのが普通である。しかるに静岡県下のガス鉱床には、高部<sup>7)</sup>の例によると、この関係がまったく変わるものがある。この度の調査で得た測定値のなかで、地下水中の  $\text{NH}_4^+$ , total  $\text{CO}_2$ , dis. ( $\text{CH}_4 + \text{N}_2$ ) の数値を図示すると第31図のようになる。この図では明らかに total  $\text{CO}_2$  と  $\text{NH}_4^+$  との多い地下水にガスが存在することになり、文献<sup>7)</sup> の場合は、かなり相違する。特に  $\text{Cl}^- < 300 \text{ mg/l}$  の地下水では、この  $\text{NH}_4^+$ —total  $\text{CO}_2$  の関係が正の相関関係を明瞭に示し、ガスもこれに関連して増加する。 $\text{Cl}^- > 500 \text{ mg/l}$  の水にあつては、おもに図の B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 両線内に点が散るが、弱い正相関らしく、total  $\text{CO}_2$  の少ない方から a, b, c の3つの group にかたまっている。各 group に属する井戸は

a.....Y 21, Y 12, Y 31, Y 11, Y 23, Y 34, Y 14

b.....Y 19, Y 32

c.....H 3, H 2, Y 25

で、このほかに total  $\text{CO}_2$  の多い group (たゞし白噴またはリフト井、かりに d とする) に属するものに藤枝3, 岡部2, 岡部3, 広幡1, 藤枝2がある。これを地域別にみると次のようになる。

a group.....焼津地区潜丘附近およびその南部

b group.....焼津地区潜丘の北西側

c group.....東益津地区および潜丘の北東側

d group.....周辺の第三紀層分布地域で旧東海道の西側

産ガス状況はおもむね、a→b→cの順になつていいるから、本来はやはりこの附近の第三紀層に由来すると考えられる  $\text{Cl}^-$  量の多い地下水は、total  $\text{CO}_2$  と  $\text{NH}_4^+$  の少ない高部<sup>7)</sup> のガス田に地化学的には類似してくるものと思われる。

したがって、 $\text{Cl}^-$  量が少なく、total  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$  とガスの関係が深いものは第四紀のガスであり、 $\text{Cl}^-$  が多く、total  $\text{CO}_2$  と  $\text{NH}_4^+$  が少なく、かつガスの多いものが焼津ガス田の本

F3 tot. CO<sub>2</sub>  
30.6 184.0

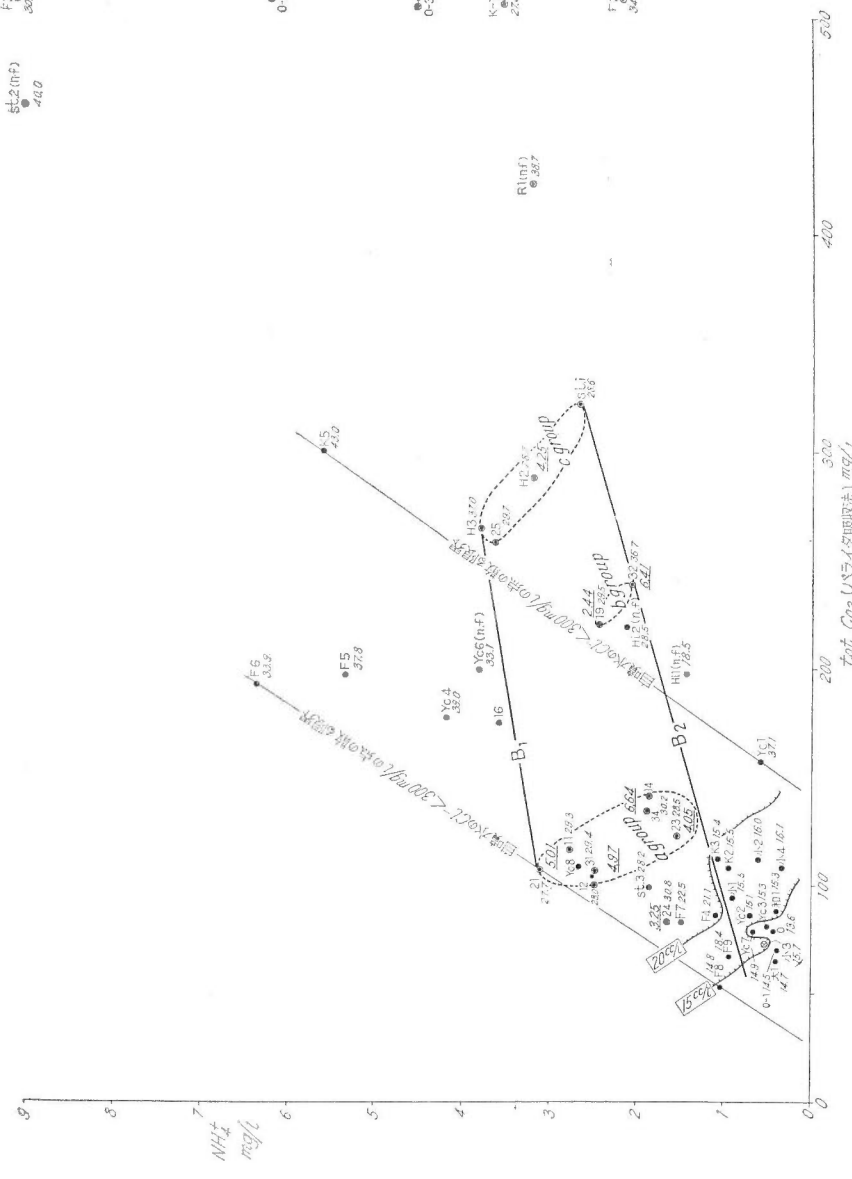
st.2(n.f)  
● 44.0

0-2 tot. CO<sub>2</sub>  
123.6

0-3 tot. CO<sub>2</sub>  
108.7

K-1 tot. CO<sub>2</sub>  
22.4 9.25

F2 tot. CO<sub>2</sub>  
32.4 71.2



第 31 図 地下水中の total CO<sub>2</sub> と NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dis. (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>) との関係図

来の地化学的な性格と思われる。たゞ地域的に焼津地区における潜丘の北側からさらに周辺山地 (d group 地区) に移ると、 $\text{Cl}^-$ - $\text{NH}_4^+$ -total  $\text{CO}_2$ -Gas の正相関地区があり、それはやがてその地区の南に続く初倉産ガス地・川崎産油地・相良産油地の地下水の性質に近づいてゆくものと思われる。

$\text{I}^-$  と  $\text{Cl}^-$  との関係についてこゝに簡単に説明しよう。第 1 表で明らかなように、 $\text{I}^-$  はきわめて少なく 8.5 mg/l を超えない。焼津ガス田では  $\text{I}^-/\text{Cl}^-$  は大略  $(0.9\sim 1.2) \times 10^{-3}$  程度で、高部ガス田 ( $\text{I}^- = 0.3\sim 0.7$  mg/l,  $\text{Cl}^- = 4,000\sim 8,000$  mg/l) よりもやゝ多い。志太鉱泉は  $\text{I}^- = 8.5$  mg/l,  $\text{I}^-/\text{Cl}^- = 1.52 \times 10^{-3}$  で焼津地区よりやゝ多く、潮山においてもそれぞれ 8.4 mg/l,  $1.7 \times 10^{-3}$  で焼津地区よりも大きい。岡部町西方 (Loc. No. 岡部 2, 岡部 3) では、水田中から試料を採取しているので、分析値から直ちに第三紀層水の性質に言及できそうもない。

$\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  との関係は、すでに第 24 図に示しておいたが、 $\text{Cl}^- > 500$  mg/l の地下水は明らかに A, B の 2 群に分けられる。A 群は焼津ガス田の採ガス井であり、B 群 (非自噴休止井の“R1”, “St2”を含む) は周辺の第三紀層山地の地下水で、 $\text{I}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  の多かつたものと一致する。すなわち、 $\text{Cl}^-$  に対して  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の大きい地下水は、焼津地区の潜丘の南西に顕著で、次いで潜丘附近に至り、西方山地でやゝ数値を減ずる。こゝに“R1”, “St2”はいずれも休止井で、 $\text{Ca}^{2+}$  の井内における沈澱によつて B 群になつたのであるかどうかを、リフト試験で確かめてみたいところである。すなわち、地域差以上に垂直的方向に  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値が変化するか否かを実際につかんで、 $\text{Cl}^-$  や  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  のあり方と、ガスのあり方とを立体的に把握する必要がある。

第四紀層中の地下水は  $\text{Cl}^- < 25$  mg/l であるが、 $\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値との間には弱い負の相関関係があるものと解される。

地下水中の  $\text{Cl}^-$  と  $\frac{\text{dis. CH}_4}{\text{dis. (CH}_4 + \text{N}_2)} \times 100$  との関係は第 32 図に示されている。図で A, B の 2 群に分けたが、前者のガスは第三紀層に、後者のガスは第四紀層に由来すると考えられる点が多い。B 群では弱い相関関係があるかもしれない。高部の例に (文献 7) の第 38 図) ならつてその A 線をやゝ強引に延長すると、“Loc. No. 東益 2”がその線上にのる。あるいはそこでは第三紀層からガスと水が若干供給されているのかもしれない。

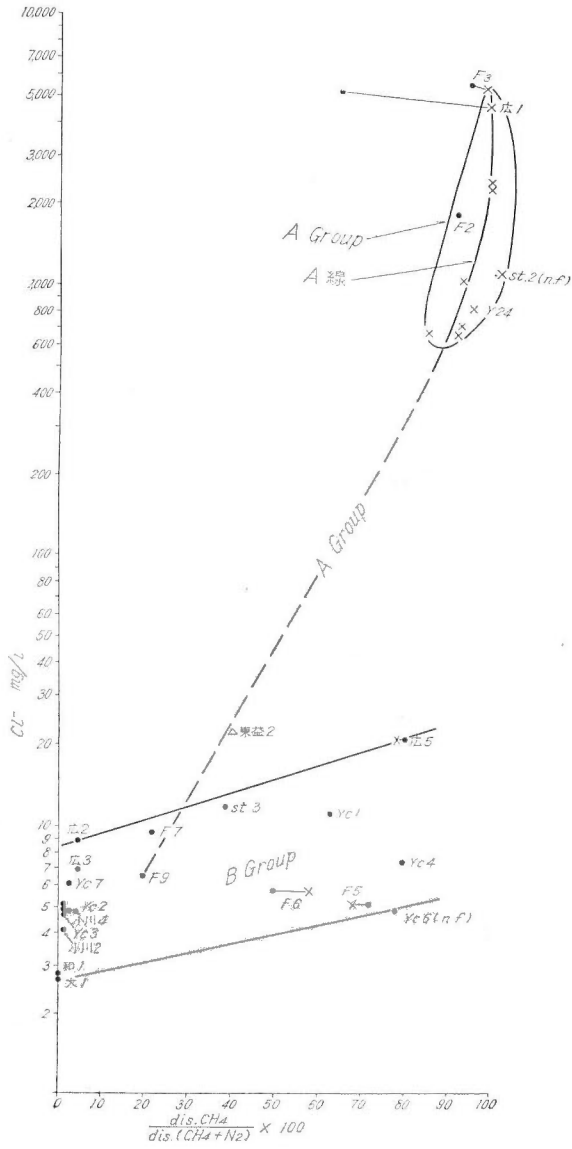
以上 2 項目にわたつて特徴を説明してみたが、こゝで注目されるのは、前述した第三紀層水の性質が、現在の坑井からの観測に関する限り、焼津ガス田では南から北に次第に通常の水溶性ガス田の性質を増し、東海道以西では一般水溶性ガス鉱床の性質をさらに増すことである。すなわちこれを具体的に述べれば、

(1)  $\text{Cl}^-$  に対する  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の減少

(2)  $\text{I}^-$  の量,  $\text{I}^-/\text{Cl}^-$  値の増大

(3) ガス量に対する  $\text{NH}_4^+$ , total  $\text{CO}_2$  量の増加などが、焼津地区潜丘南西部→同北東部→東益津地区→東海道以西地区、の順に変化することであつて、高部ガス田に最も近い性格を示すのは上記の (1) である。なお、 $\text{Cl}^-$  に対する  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の東西方向に対して激変する所は、休止井で判然としないが“St1”と“St2”の間 (休止井で  $\text{Ca}^{2+}$  が井壁へ沈着するなら“St2”と東海道の間) かもしれない。

焼津地区では、第三紀層水と第四紀層水との地化学的性質の類似性 (文献 7) の p. 55) がみられるようであるが、この調査地域内では第四紀層ガスが若干存在する瀬戸川沿岸の五軒家・西益津付近にあつても、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  値の増大などは顕著に起こっていない。



第32図 地下水中のCl<sup>-</sup> と  $\frac{\text{dis. CH}_4}{\text{dis. (CH}_4 + \text{N}_2)} \times 100$  との関係図

## X. 調査と開発に関する意見

焼津地区の天然ガスのあり方は上述の通りで、今後焼津・益津両地区に勝る産ガス地域を開発するためになすべきことのうちで重要なものを次に列記する。

### 1) 焼津地区の実体を把握する。

坑井を通じて、ガス田の実態を知るために、潜丘の東側と南西側に深掘を行うこと。この際には地化学的・地球物理的資料を充分とること。坑井仕上げの万全を期して、産ガス状況をよく調査する。結局焼津地区内の地化学的性格の不均一性と、ガスの移動・集積状況を知ることが大切である。

2) 東益津地区の資料を整理して、焼津地区とのガス鉱床としての性格の異同を把む。ことに平面的な変化と垂直方向の変化をよく把む。東益津地区には、焼津地区よりもやゝ第四紀ガス層の性格の産ガス状況のものがあるので、その原因を明らかにする。これは将来深掘を行うときの位置と深度の決定に役立つものと思われる。

3) 焼津ガス田と西方の産ガス地とは性格が大分異なるようであるから、断層閉塞または背斜型鉱床成立の可否を、地質構造および岩石学の立場から再検討すること。

4) 平野の下に伏在する水溶性のガス鉱床で、第三紀層を母層とする高いポテンシャルの鉱床は、この度の調査ではみあたらない。

5) たゞし、地化学的推定は、前述のように、上下層の化学成分の類似性と地質状況から行うので、将来物理探査によつて良好な構造(伊田一善の潜丘など)を発見することは大切である。焼津地区はきわめて小さな産ガス地域から 3,000 m<sup>3</sup>/day のガスを出しているのだから、小さな構造といえどもなおざりにできない。

6) もし構造が良好で経済的にガスを産する地区があるとすれば、第3図の dis. (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub> etc) が 20 cc/l を超える地域に賦存する可能性が大きいと思われる。したがつて、物理探査はこの地域内では特に精査をすべきである。

## XI. 結 言

調査地域内のガスは、まず第三紀層に由来する Cl<sup>-</sup> 相関型のガス鉱床におもに保有され、その一部は第四紀層から採取されており、次いで第四紀層中に Cl<sup>-</sup> が 25 mg/l 以下の地下水中に溶存している。焼津ガス田の第三紀層の地下水とガスは、清水市高部のガス田によく類似するが、西方山地のガスは通常の第三紀水溶性ガスの性質にやゝ近い。

一言にしていえば、静岡県中部の代表的なガス田である高部・焼津の双方は、一見ガス附随水でないような、すなわち NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, total CO<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub> 消費量 Fe, I<sup>-</sup> などが少なく、かつ Ca<sup>2+</sup> のきわめて多い地下水をもっている。そしてこの地下水は中新統下部層に相当する地層中に保有されているようである。しかし同一層位であつても西方に約 4 km 寄れば、上述の特徴が次第に失われる。このことは水質変化の点では地域差が層位の差に打ち勝つ例で、わが国のいずれのガス田でもみられるものである。

したがつて、焼津・高部のガス鉱床の特徴をもつて、わが国における中新統中の水溶性ガス鉱床を代表させるのは誤りである。

今後の調査目標は東海道線以北で平島以東の地区と、東海道以西の構造型鉱床の推定賦存地

区とである。後者については、特に初倉・仁田・相良等の資料と比較して研究する必要がある。現在までの地化学調査は主として水溶性鉱床に対して実施してきたので、西方山地のガス鉱床に対する解釈もまだきわめて不十分である。

#### 参考文献

- 1) 千谷好之助: 7万5千分の1地質図幅および説明書, 静岡, 地質調査所, 1931
- 2) 藤原健一・本島公司: 静岡地方の天然瓦斯鉱床について, 石油技術協会誌, Vol. 13, No. 4, 1948
- 3) 藤原健一・下河原達哉: 瓦斯鉱床に対する地化学探査の新方法, 石油技術協会誌, Vol. 13, No. 4, 1948
- 4) 伊田一善: 静岡県藤枝町天然ガス地質調査報告, 地質調査所月報, Vol. 3, No. 4~5, 1952
- 5) 伊田一善: 焼津ガス田, 石油技術協会誌, Vol. 20, No. 1, 1955
- 6) 井尻正二・小川賢之輔・山崎純夫・武藤勇: 相良焼津間の天然ガス, 石油技術協会誌, Vol. 12, No. 3, 1944
- 7) 本島公司・伊田一善・牧野登喜男・三梨昂: 静岡県庵原郡高部村附近天然ガス調査報告, 地質調査所報告, No. 166, 1955
- 8) 大杉徹外6名: 下大井川以西(主として掛川・平田・初倉附近)の天然ガス調査, 静岡県総合開発事務局, 騰写印刷, 1953
- 9) 篠山昌市・野口佑三: 焼津附近のガス鉱床について, 石油技術協会誌, Vol. 16, No. 3, 1951

# Geochemical Survey for Natural Gas near Yaizu City, Shizuoka Prefecture

By

Kōji MOTOJIMA, Shin'ichi MAKI & Takashi MITSUNASHI

## Abstract

In the surveyed area (see Fig. 1), the main natural gas accumulation exists in the marine Miocene formations, Hōrai and Megami.

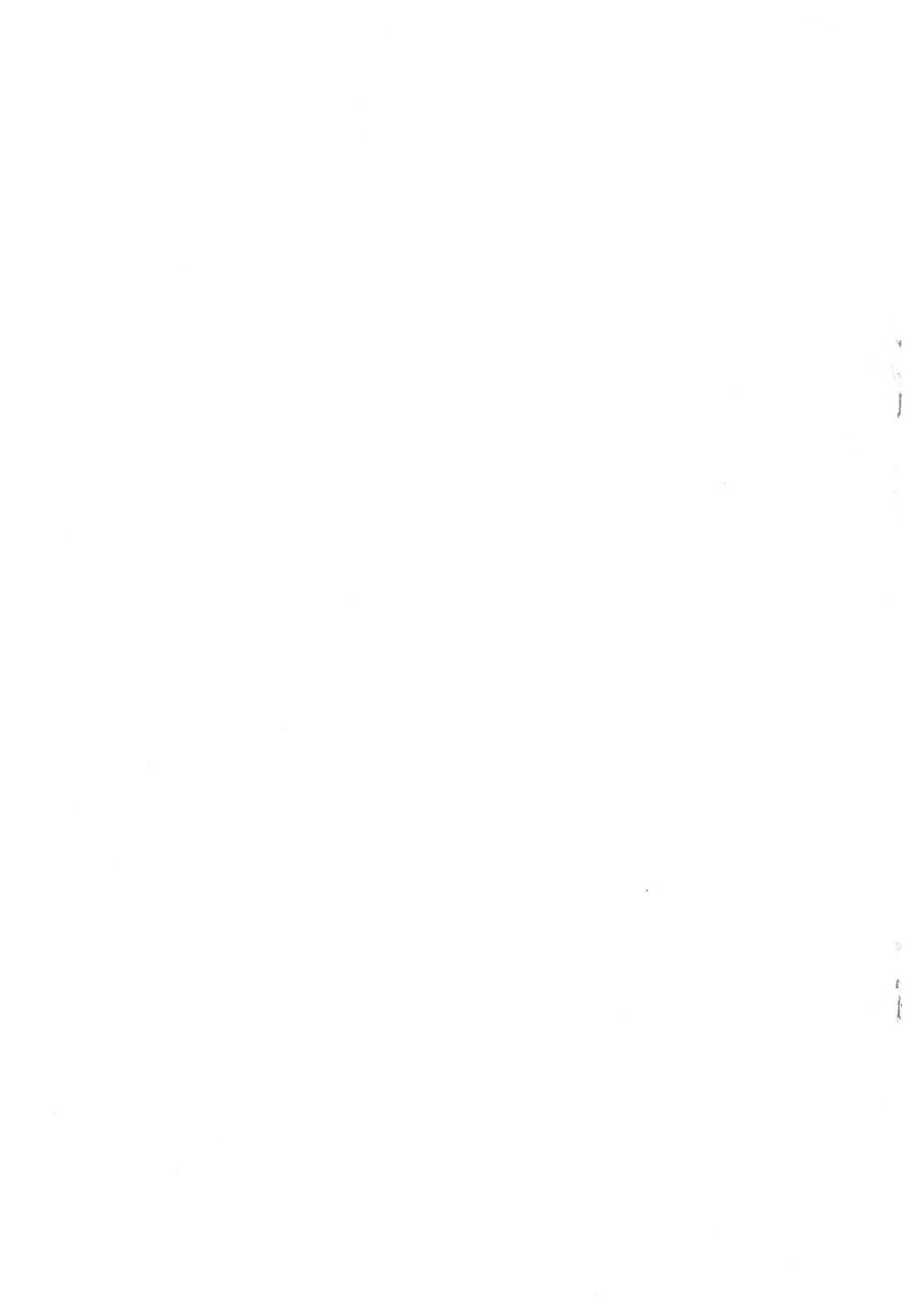
Chemical compositions of natural gas are as follows.

CH <sub>4</sub>	88~98	Vol. %
CO <sub>2</sub>	0.5~1.5	"
N <sub>2</sub>	2~11	"

In Yaizu natural gas field, the chemical composition of the underground water associated with gas is characterized by the existences of large quantity of Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup> and small quantity of Fe, Mg<sup>2+</sup>, I<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, free CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and other organic matters. These characteristics are same as those of the Takabe gas field in Shimizu city.

On the contrary, in the western Tertiary region, Shida Mineral Spring etc., natural gas flows out with saline water, which has large quantity of I<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, free CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and other organic matters.

The writers especially give attention to the northeastern region from the standpoint of economical gas prospecting.





The Geological Survey of Japan has published in the past several kinds of reports such as the Memoirs, the Bulletin, and the Report of the Geological Survey.

Hereafter, all reports will be published exclusively in the Reports of the Geological Survey of Japan. The Report will be consecutive to the numbers of the Report of the Imperial Geological Survey of Japan hitherto published. As a general rule, each issue of the Report will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geology & allied sciences
  - a. Geology
  - b. Petrology and Mineralogy
  - c. Paleontology
  - d. Volcanology and Hot Spring
  - e. Geophysics
  - f. Geochemistry
- B. Applied geology
  - a. Ore deposits
  - b. Coal
  - c. Petroleum and Natural gas
  - d. Underground water
  - e. Agricultural geology  
Engineering geology
  - f. Physical prospecting,  
Chemical prospecting & Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

Note: In addition to the regularly printed Reports, the Geological Survey is newly going to circulate "Bulletin of the Geological Survey of Japan", which will be published monthly commencing in July 1950.

本所刊行の報文類の種目には従来地質要報・地質調査所報告等があつたが、今後はすべて刊行する報文は地質調査所報告に改めることとし、その番号は従来地質調査所報告を追つて附けることにする。そして報告は1報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために次の如くアルファベットによる略号を附けることにする。

- A 地質およびその基礎科学に関するもの
  - a. 地質
  - b. 岩石・鉱物
  - c. 古生物
  - d. 火山・温泉
  - e. 地球物理
  - f. 地球化学
- B 応用地質に関するもの
  - a. 鉱床
  - b. 石炭
  - c. 石油・天然ガス
  - d. 地下水
  - e. 農林地質・土地地質
  - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C その他
- D 事業報告

なお刊行する報文以外に、当分の間報文を謄写して配布したものに地下資源調査所速報があつたが、今後は地質調査所月報として第1号より刊行する。

---

昭和32年12月15日印刷  
昭和32年12月20日発行

工業技術院  
地質調査所

---

印刷者 向喜久雄  
印刷所 一ツ橋印刷株式会社  
図版印刷 田中幸和堂印刷所

---

B. c. VI

REPORT No. 174

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Katsu KANEKO, Director

GEOCHEMICAL SURVEY FOR NATURAL GAS NEAR YAIZU CITY,  
SHIZUOKA PREFECTURE

By

Kōji MOTOJIMA, Shin'ichi MAKI & Takashi MITSUNASHI

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-chō, Kawasaki-shi, Japan

1957

地質調報  
Rept. Geol. Surv. J.  
No. 174, 1957