

control の地質的の意味が未だ不明であるから探鉱にこれを利用する根拠は甚だ弱い。

物探のクロム鉱床探査への利用はまだ研究的領域を多く出ない。恐らく蛇紋岩～粘土質変質帯の影響が複雑な結果をもたらすためと考えられる。

b. 品位および鉱量

上記北海道の鉱床においては一鉱体の規模は径10m～20m, 最大1,000t～4,000t, 品位 $Cr_2O_3 > 50\%$ なる事が明らかにされたが, 全体の鉱量を算出するのは尙早である。

c. 今後の調査

1. 調査地としては北海道クローム地帯の未調査地帯・中国地方のクローム地帯。
2. 調査方法としては,
 - a. 物探の利用, b. 変質帯の研究, c. structural control の究明, d. 母岩中の橄欖岩および低品位鉱をも併せた調査(クロマグ煉瓦の需要漸増の傾向に鑑み)を選びたい。

14. 調査の進捗程度

調査の途中で新しい地質鉱床的概念の導入, 新鉱床地帯の発見, 鉱石の新利用方法の発見等が行われる毎に調査は更新が必要となり, また現在既にその過程を辿りつつあるので, 調査の進捗程度を数字で表わすことは本質的に困難かつ意味が薄いのである。しかし便宜上既知鉱床およびそれを含むその周縁の鉱床地帯の大体の実態を明らかにし, 次期の調査目標乃至それに関連した研究テーマを把握し得た段階を以て一応の調査完了とすると,

非金属各鉱種の終戦後26年8月末現在迄の調査進捗程度はおよそ次表の通りである。

第一次調査進捗程度

耐火粘土	70 %
木節蛙目	10 %
陶石	70 %
蠟石・ダイアスポア	40 %
カオリン	60 %
炉材珪石	60 %
珪砂(宇久須型を含む)	30 %
玉石, 張石等	20 %
黒鉛	50 %
硫黄	20 %
ドロマイト	60 %
石灰石	2 %
滑石	80 %
石綿	60 %
石膏	80 %
珪藻土	30 %
酸性白土, ベントナイト	2 %
明礬石	80 %
絹雲母	60 %
螢石	10 % (終戦以後)
重晶石	15 %
クローム鉄*	10 %
蛇紋岩, 橄欖岩	2 %

* 便宜上非金属調査として取扱つた。

546.15: 553.981.234: 550.8(521.28)

千葉縣國吉町附近の地質及び鹹水沃度調査

品田芳二郎*

Résumé

Investigation of Iodic Brine Waters in the Vicinity of Kuniyoshi-machi, Chiba Prefecture.

by

Yoshijirō Shinada

From Dec. of 1950, the iodine and also natural gas deposits in the vicinity of Kuniyoshi-machi, Chiba Pref., were geologically and geochemically investigated, wherei odine

had been produced from the brine waters since 1935.

The general stratigraphic succession in this district is as follows: (see also Figs 1 & 2)

Formation name	Thickness in meters	Lithology
Umegase	75	sand rich alternation (sand/mud)
Ôtadai	265	mud rich alternation (mud/sand)
Kiwada	280	mud

* 燃料部

These Neogene formations conformably over-and underlie each other and consist of deeper water deposits. The general geologic structure is monoclinial, dipping 5°-13° north-westward and is split into many elongate blocks by numerous faults in a north-south direction. Many thin tuffs and volcanic sands were well traceable to find out minor structures and facies change.

The chemical properties of brine water and natural gas obtained from 20 wells were studied quantitatively, namely pH, R-pH, HCO₃['], free CO₂, Cl['], I['], Br['], NH₄, NO₂['], NO₃['], SO₄['], Fe and P were the objects for analysis. (as shown in Table 1) In several wells the brine water at each depth was respectively determined concerning several constituents. (as shown in Table 2)

In conclusion

- 1). Available brine water payable for iodine production (I=60-130mg/l) is obtained from the sand of above-mentioned alternations.
- 2). On account of the invasion of ground water, the concentration of iodine in the brine water from the depth shallower than 100m diminishes, so it is directly proportional to the depth.
- 3). The modes of occurrence of salt and gas dissolved in the water of the formation are closely related to the faults and sanmud ratio. Iodine concentration of the western half of this field is higher than the eastern one.
- 4). The estimate of the reserves for the surveyed area is calculated as follows:

Iodine : 22,000 ton
 Natural gas : 150×10⁶ m³

1. 結 言

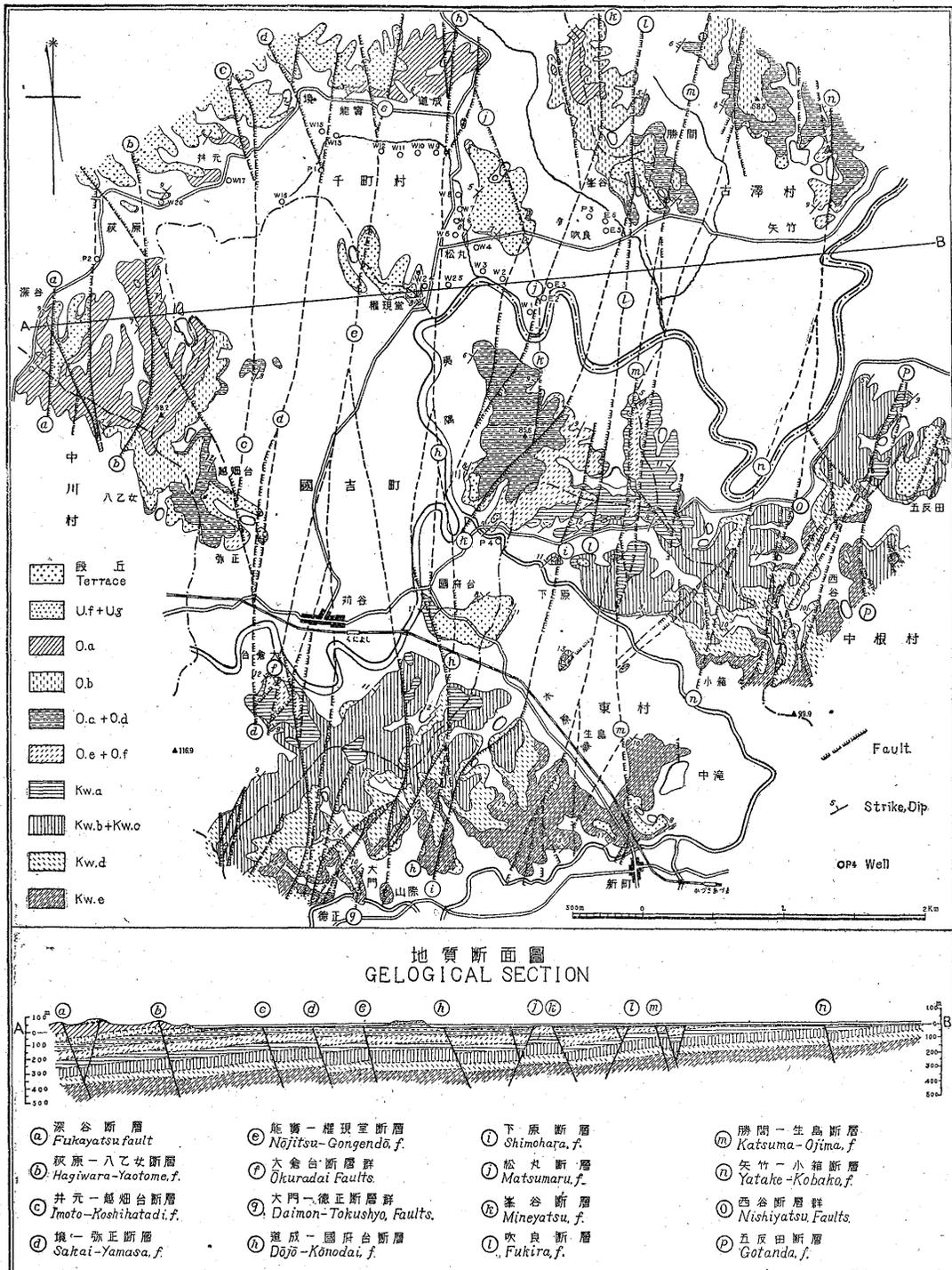
千葉県夷隅郡大多喜町より長生郡茂原町に亘つての地帯は、天然ガス産地として古くから有名であるが、近年これに伴つて産出するいわゆる天然ガス附随鹹水よりの

沃度の生産が活潑になつて來た。現在この地域には、相生工業株式会社・日宝興発株式会社・日本天然ガス興業株式会社・伊勢化学工業株式会社があり、それぞれ夷隅郡上瀑村・同郡千町村・長生郡関村・同郡茂原町で沃度の生産を行つている。昭和22,23年にこの地域は大多喜天然ガス株式会社の要請により、政府の補助金を得て工業技術庁地質調査所燃料部石油課、東京大学工学部鉱山学教室、ならびに大多喜天然ガス株式会社によりまだその例を見ない程の詳細な地表地質調査、ガス徴調査、ならびに坑井調査を、縮尺1:10,000地形図を用いて実施し、既にその概報は石油技術協会誌に発表済である。¹⁾²⁾ この調査結果に基づき各会社は漸次その合理的開発に着手し、成果があがりつゝある。しかるに独り日宝興発株式会社のみこの調査範囲外にあつたため、千葉県当局は県下地下資源開発の一環として、その合理的開発をするための基礎資料として地表地質調査および坑井調査の施行を希望した。昭和25年12月より26年1月に亘つて、燃料部石油課員品田芳二郎・高田康秀が地質および坑井調査を、技術部化学課牧眞一・大森えいが鹹水³⁾および天然ガスの化学分析をそれぞれ担当して、千葉県夷隅郡国吉町附近の調査を行つた。

調査地域は、夷隅郡国吉町の大部分・千町村・東村の略々半分・古沢村・中根村・中川村の一部で、東西約6km、南北約6.5km、面積およそ37km²である。その内前記調査¹⁾²⁾により調査済みの地区が本地域の北部および西部にあつて、その面積は約12.5km²であるが、今回の調査結果より再調査の必要性を感じ実施した地区はその内の西部で面積が約6.5km²である。結局第一回の北部約6km²の区域については、前調査の結果をそのまま採用し、主に西部の面積約6.5km²の区域の一部はこれを修正してここに転載した。⁴⁾ここに転載を快諾された東大、河井助教授、内尾助手および地質調査所石油課諸技官に感謝の意を表す。

地表地質調査は前回の調査に準じ行つた。すなわち地形図は縮尺1:10,000を用い⁵⁾、この地域にある露頭は限なく観察し、地層の1枚について随所cm以下まで厚さを実測し、1:100地質柱状図を作成し、これが水平方向の変化を観察するとともに開発に當つての重要な資料とした。また鍵層となるべき凝灰岩層には充分注意を拂い、その追跡は徹底的に行つた。特にこの地域は凝

- 1)および3)「千葉県茂原町附近の天然ガス」石油技術協会誌 第14巻第6号(昭和24年11月)
- 2)「千葉県大多喜町附近の天然ガス」同 上 第15巻第4号(昭和25年6月)
- 3)以下本文では天然ガス附随鹹水のことを単に鹹水と呼ぶ。
- 4)ただしこれは地表調査の結果のみで、この地區に含まれる坑井については、この時調査されなかつた。
- 5)幸に前記茂原、大多喜天然ガス調査の時、地形図のみはこの地域まで作製した。



第1圖 千葉縣國吉町附近地質圖

灰岩層が多く、同層厚約620mに厚さ4m~0.5cmの各種凝灰岩100層以上も存在し、これが識別には努力を要した。たとえば凝灰岩の外観が変化してもそれを挟む上下数mの岩相の特徴および他の凝灰岩との組み合わせにより、これを正確に追跡した。また鍵層の追跡は断層の存在を明確に示し、各所において、その落差を測り得、5m以上の断層は黄和田累層中の断層群を除き、他は盡く地図に記載し得た。

坑井調査は坑井の状況・水量・ガス量の測定は勿論、鹹水の各種化学成分 (pH, R.pH, HCO_3^- , 遊離 CO_2 , Cl^- , I^- , Br^- , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{--} , Fe^{++} , Fe^{+++} , P) を定量分析し、さらに数個の坑井については深度別に上記成分を測定し、これの地域的・深度別・層準別による変化の大局を把握する事ができた。なお天然ガスの分析も同時に行つた。第2表に示したものの一部分は昭和25年8月本所石油課小野暎、高田康秀、化学課貴志晴雄諸技官の調査結果である。⁶⁾

本調査の結果により、今後開発すべき地域の決定は勿論の事、地質図上において坑井位置・掘進深度・水止め位置等を知り得、今後の開発に与うる処少なくないと信ずる。

なお本調査と同時に行われた大型化石・有孔虫の調査結果はそれぞれ本所石油課大山桂、石和田靖章兩技官により、別に報告される筈である。

本調査を実施するに当り種々御便宜と御協力を惜しまれなかつた千葉県当局と日宝興発株式会社に厚く謝意を表す。また調査および本報告を草するに当り常に有益な御教示を賜つた本所兼燃料部長、金原企画課長、小野暎技官および石油課員諸氏に深甚なる感謝の意を表する次第である。

2. 層序概説

本地域内に発達する地層は上部より次の如くである。

累層名	部層名	層厚m	含砂率%
	冲積層	30>	
	残丘堆積層	5>	
梅ヶ瀬	uf~ug	76	64.7
大田代	Oa~Of	266.5	37.9
黄和田	Kw.a~Kw.e	281.5	8.9

この地域の調査はさきに三土所長による茂原図幅⁷⁾があり、それによれば第三系は上位より梅ヶ瀬層・大田代層・黄和田層と名付けられ、これらはそれぞれ砂勝ち砂

および泥岩互層・泥勝ち泥岩および砂互層・泥岩と類別されており、本調査においても累層区分としては全く妥当と思われるのでこれを襲名した。筆者はこの類別をさらに厳格に取扱うため、層序区分て用いる砂勝ち、泥勝ち互層は含砂率50%を境とし、含砂率およそ10%に満たないものを泥岩とした。

なお本地域は前述した「茂原町附近天然ガス」「大多喜町附近天然ガス」報告のそれぞれ南部および東部に当り、層序区分は部層も含めて梅ヶ瀬累層・大田代累層については全く同一であり、大田代最下部は今回の調査により多少修正し、黄和田累層は新しく層序を確立した。従つて大田代累層と黄和田累層との境界線は従來のそれと多少ずれる。先の調査で部層名を O_1 , O_2 という風にその所層する累層名の頭文字に上位よりローマ数字で番号を附したが、これはその後使用する上に鍵層の O_1 , O_2 と紛らわしいので、今後 O_a , O_b と改める事にした。

梅ヶ瀬累層より黄和田累層までほとんど同じ風な泥岩および砂より成り、これ等は互に整合関係を示し、外見上単調に重畳する。大山技官の大型化石および石和田技官の有孔虫鑑定によれば、いづれも親潮流性の深海生物群で化石動物相よりすれば、ほとんど同一の堆積環境と目される。

泥岩は青灰色乃至帯緑青灰色の粗泥岩 (Silt) および粗粒粗泥岩、砂は中粗~微粒、その大部分は細粒~微粒である。互層中における泥岩と砂との境界は凸凹面が多く、殊に泥岩層の上面はしばしば不規則な侵蝕面を成すため、露頭における走向・傾斜の測定は、比較的平滑な境をなす泥岩中の厚さ0.5~5cmの微粒砂岩の下面で行われた。梅ヶ瀬・大田代累層中の砂層中には大小種々の形をした泥礫の入つたものや、砂と泥岩の混合した異状堆積層が目立つが、黄和田累層には $K_w d$ 以外はほとんど見られない。巨視的に見れば泥岩・砂共下位のもの程堅く、砂の粒径は下位に細くなる。

鍵層の記載は第2図地質柱状図に岩相と共に外観の特徴を記したが、前述の如く、これら重要な層の他に梅ヶ瀬累層に1枚、大田代累層に12枚、黄和田累層には実に46枚の数に上る各種凝灰岩層があり、これらはいづれも補助の鍵層として用いられ、調査に際しては鍵層に劣らぬ重要性を有した。こゝで柱状図中に記載された凝灰岩の種類について2,3説明する。最も多く記載されているものは白色細粒凝灰岩 (記号で W.f.Tf) で、これは一般の凝灰岩を指し、土地の人は白土シロツ また白岩と呼び、磨き砂に用いられる。ゴマ塩 (G) とは重鉱物・火山岩片・浮石・火山ガラス等の混合により、外観がゴマ塩状を呈するため調査に際してはこのように呼んだ。ラピリ

6) 未發表, 千葉県鹹水沃度調査

7) 1: 75,000 茂原図幅 (地質調査所) 昭和12年2月

(L)とはここでは黒色火山砂 (blK. vc. Sd) の粗粒のものに名付けた。

本地に分布する地層の水平方向の岩相変化は隣接地域程極端でない。梅ヶ瀬・大田代累層も露頭における各々の砂層の消長はかなり激しいものが見られるが、10m以上離れた鍵層間を単位として見れば変化は除きて、巨視的には東方に砂層は薄くなる。しかし黄和田累層ではほとんど岩相の変化がないと見做しうる。

3. 層序各説

a) 梅ヶ瀬累層

前述「千葉県茂原町附近の天然ガス」の報告によれば、梅ヶ瀬累層は岩相上次の7部層に分けられている。

部層	岩相	層厚m	含砂率%	累層
u _a	含厚砂砂泥互層	30~27	65~27	u ₁
u _b	含厚砂砂泥厚互層	38	48	u ₂
u _c	含厚砂砂泥細互層	51	42.5	u ₃₋₄
u _d	砂泥厚互層	38	62	u ₅
u _e	泥砂細互層	41	21	u ₆₋₈
u _f	含厚砂砂勝砂泥細互層	60	64	u ₉₋₁₀
u _g	含厚砂砂泥互層	58~47	66~64	u ₁₁₋₁₂

本地域には梅ヶ瀬累層は西北端の千町村井元・萩原・深谷の限られた地区に分布し、u_gとu_fの一部が見られるのみで、その厚さも最大76mに過ぎない。

本累層は含砂率64.7%におよぶ砂勝ちの、砂および泥岩の互層である。泥岩はu₁₂とu₁₁との間にある砂質泥岩を除いては、悉く青灰色乃至帯緑青灰色中粒~粗粒の粗泥岩で風化面で淡灰色を呈する。炭固程度はやゝ硬いが、露面はハンマーで容易に破片化する。砂層は柱状図に見られる如く、下位のものより厚いものが多く、これらは青灰色淘汰の余り良くない中粒~粗粒砂で、泥礫・軽石粒は普通に包含する。泥礫は径2~3cmより50cm以上におよぶ円礫が多く、これらは砂層の中、上部に現われる事が多い。含礫砂は時に砂・泥礫混合の異状堆積層に移行する。泥岩中に挟まる厚さ10cm以下の砂層はほとんどが淘汰良好な細粒~微粒砂で軽石粒の点在も少ない。

本累層は茂原地域の主要産ガス層をなしていると共に、濃度60~100mg/lの沃度原料水の帯水層となつている。

なお本累の本地域における好露出地は萩原北方および井元西方の沢である。

b) 大田代累層

本累層は地域中央の平野を挟んで、東・西および北東

部に分布し、第2図に示す如く岩相上6部層に細分された。次に各部層の標準露出地を示すと、

部層名	標準露出地
O _a	千町村深谷東方の沢
O _b	中川村八乙女北西
O _c	国吉町 向根
O _d	国吉町乃木南方 500m
O _e	国吉町国府台より東村細尾に至る国道
O _f	〃

互層を構成する砂および泥岩は梅ヶ瀬累層のそれと酷似し、岩相上層層O_aはu_bに、O_b、O_dは梅ヶ瀬相に、O_c、O_eは黄和田相に近似し、さらにO_fはこれらと黄和田相との中間的岩相を示す。「千葉県茂原町附近天然ガス」報告において、O_e、O_fを黄和田累層最上部となしたのはこの理由によるもので、今回の調査で厳密には黄和田相と異り、まだ互層として取扱うべきと考えたのでここに大田代下部層とした。

O_d、O_e、O_fは下位の黄和田累層と共に日宝興発株式会社採集する沃度原料水の主要な帯水層を成し、沃度含有量も良く(80mg/l以上)量的に黄和田累層を遙かに凌ぐため、この地域における最もよい沃度原料水層をなし、これが採集の良否は直接生産に影響する。

本累層の分布する国吉町島・古沢村矢竹・夷隅川各所その他にガス徴が見られる。

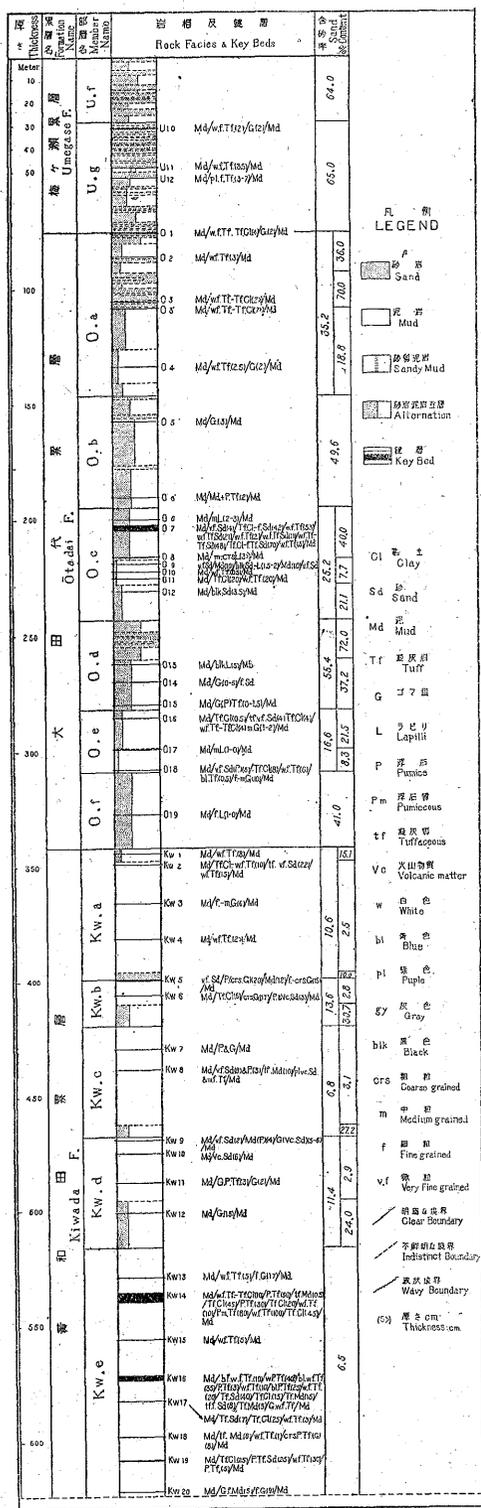
c) 黄和田累層

本累層は地域南半部に広く分布し、上位の大田代累層により整合に被われる。下位の大原累層までは全層厚約600mを算するが、本地域内はその約半数の281.5m露出する。

本累層は僅かに薄い砂層を挟む厚い泥岩と泥勝ち泥岩・砂互層の薄い層より成り、上部累層の部層区分の規定よりすれば、本累層の部層は必然的に行つた形に分たれる。しかしこれを実際に使用する上からいつて、上位のものと形態を同一にする方が好ましいので、本累層に関してだけ今迄の規定を変えた。すなわち互層の下端からその下位の次の互層の下端までの地層を1部層ときめた。これは厚い泥岩を堆積する環境に互層を差挟むにいたる海況変化の状態から、次の海況変化までの1輪廻と一致する。

第2図に示す如く本累層を5部層にわけたが、次に各部層の標準露出地を示すと次のようである。

部層名	標準露出地
K _{w.a}	国吉町国府台
K _{w.b}	東村下原北方
K _{w.c}	中根村嘉谷トンネル東口
K _{w.d}	東村清水北方 300mより入る西南の沢
K _{w.e}	東村 生島



第2図 模式地質柱状図

本累層の泥岩は上位のそれと類似するが、硬さを増し、ハンマーでの手応えは相当の隔たりを感じる。泥岩中の軽石粒・火山岩片の散点は上位層より多く見受けられる。砂は一般に厚さ 30cm 以下の薄層が多く、粒度は細粒～微粒である。泥礫混り砂層は K.w.b と K.w.c に各 1 枚、K.w.d に数枚算入のみで、かつ上位のそれ程大規模でない。K.w.a の下限には露頭で赤焼けし、軽石粒・火山片を多数散在する厚さ 3.5~4 m におよぶ細粒砂があり、全域にわたりこれを追跡する事ができる。この砂層は本累層唯一の厚砂層で良い累層となった。

本累層は沃度原料水の帯水層として重要であり、その沃度濃度は上位層のそれより大である。

ガス徴は大田代累層分布地域よりさらに多く、大門・山際・生島・国府台・原・五反田等各処に見られる。これは本累層分布地域に断層が非常に多いためと思われる。

d) 第 4 系

(イ) 段丘堆積層 調査地を南北に 2 分する夷隅川とこれに注ぐ河川の兩岸には河岸段丘が発達し、前記「茂原図輯」には上部更新統ロームおよび粘土・砂および礫として記載されてある。本段丘は分布上より、海拔およそ 20~35m と 30~50m の 2 段に存在するが、厳密には兩者をわけ得ない。基底は大田代・黄和田累層に由来すると思われる細礫を持つ事が多く、礫層の最大厚は 35 cm であつた。段丘堆積層は表面が侵蝕されているため正確な厚さは不明であるが、普通 0.5~3m で 5m を超える事は極く稀である。岩質は赤褐色無層理軟弱な粘土質ロームで、下部は粘土が優る。本層はローム層の二次的堆積物を考えられる。なお本地域唯一の良飲料水の帯水層は本層下部の不整合面にあり、夏期も漏れぬとの事である。

(ロ) 沖積層 沖積層は平野を広く覆っており、淘汰不良の中粒砂と粘土が混在し、夥しい具化石を産し、河岸の各所に *Ostrea* の密集部と他の二枚貝、巻貝を産する。本地域坑井よりの資料によれば最大厚は 30m に達する。

4. 地質構造

本地域の地層は南北に走る多数の断層により細長い地塊に細分されている。巨視的には地層の走向は東北東～西南西、傾斜は北北西に 5°~13° で南部程傾斜を増し、同一層位では東部に緩くなる。しかし各地塊によりその走向・傾斜を多少異にし、殊に黄和田累層分布地域には断層線より 30m 位隔つても 30° 以上の急傾斜を示したり、地塊により緩い南傾斜を示す事もある。

本地域においては、開路に当り鹹水およびガスの移動

に影響をおよぼすと考えられる最大落差 25m 以上の断層を主断層とした。主断層は略々南北に走り、北部では 500~1,000m の略々等間隔に並ぶが、南部は大小断層が

複雑に存在してこの規則性が失われる。南部の黄和田累層分布地域には連続性に乏しい断層が複雑に交錯する地区があり、これを断層群として取扱つた。また主断層より分岐し、斜交する小断層はほとんど無数にあり、第一図には落差 5m 以上のものを戴せた。

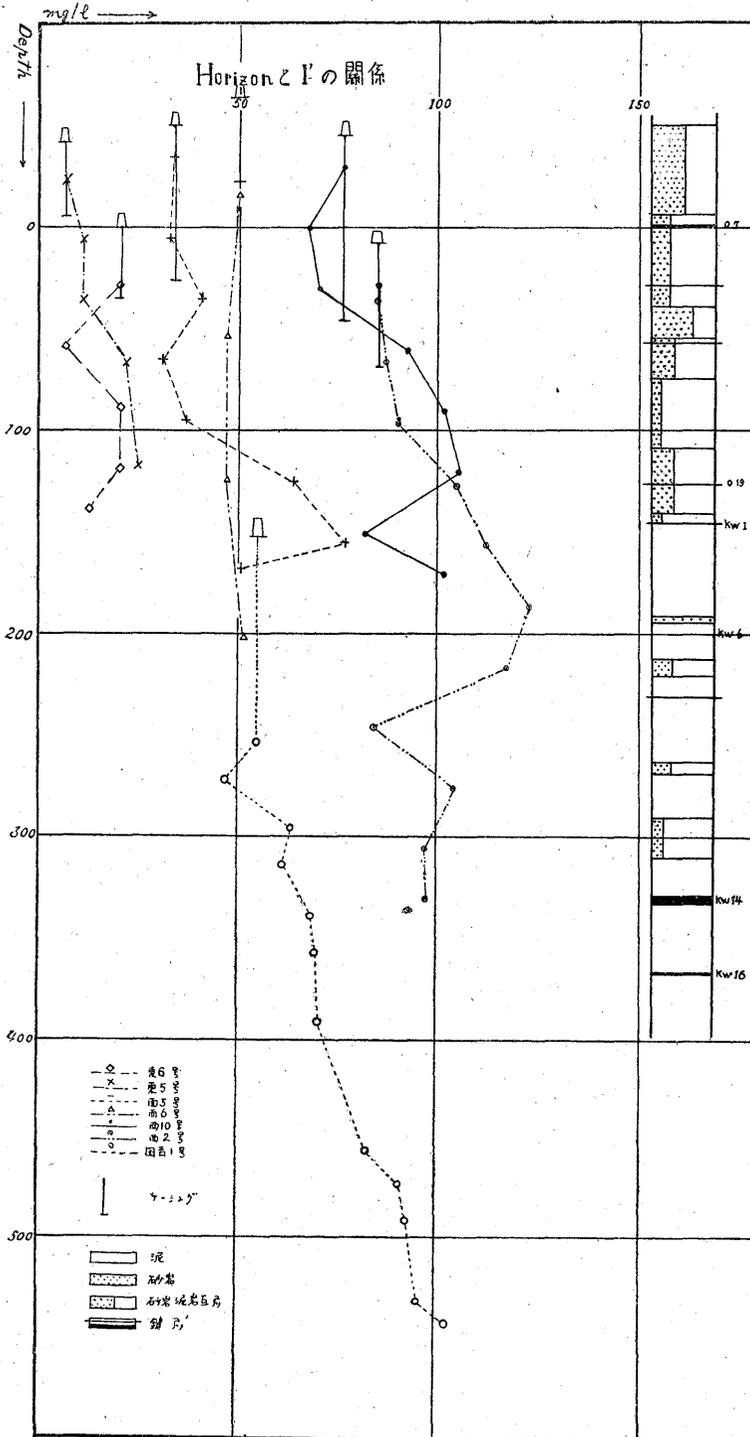
断層は総べてE断層で、本地域内では一つの逆断層すら認めなかつた。また大部分は見かけ上東落ちて西落ちは主断層で2つ、副断層では東落ちの3分の1の数である。全般的に見て南部は北部より落差大であるが、一つの断層については必ずしもそうはいえない。

本地域中央部の平地を通る予想断層の決定は難しく、四囲の山地の断層と、さらに有力の手懸りとして坑井柱状図を必要とするが、遺憾な事に本地域にある坑井に信頼すべき柱状図は1本もない。しかしこの断層の決定は今後の開発計画にぜひ必要であり、今回の調査目的の1つでもあつたので、地表調査の結果と掘鑿当時の鑿手の記憶を参照して描いた。これは勿論今後の坑井資料より一層信頼のあるものに漸次改正すべきものである。

次に主断層について概説する。

a) 深谷断層

深谷で、NS, 70°E の走向、傾斜、断層破碎帯 50cm, 落差 35m を示す本断層は、その南方約 300m で走向を東にふれると共にその折曲点で東落ち 7m の副断層を S 28°E の方向に派生し、同時に本断層は南方で幾分落差を減じ、眞角西方では約 30m, 走向、傾斜は N 20°E, 70°E であつた。東大 河井 助教授の報告によれば本断層は地域北方の古屋、神明前で扇状にわかれ各々の落差を極端に減じて遂



第 3 図

に消滅する。また南方の平地部では相生工業株式会社の坑井柱状図によりその延長は略々明らかとなつている。

b) 萩原一八乙女断層

東落ち、最大落差は萩原南方小池附近で約25m、小池南方で S30°E の方向に落差 10m 前後の副断層を派生し、八乙女では N32°E、58°E の走向、傾斜を示し、破碎帯 1.5m、落差約 20m である。前述深谷断層との中間に萩原西方より出て眞角に至る西落ち断層があり、最大落差は深谷で 10m、南、北方に落差を減ずる。

c) 井元一越畑台断層

前記「茂原町附近の天然ガス」報告中井元断層として報告された延長である。本断層は北方長生郡土陸村上之郷より続いており、井元で N5°W、75°E および NS、72°E の走向、傾斜を有し、破碎帯 1~0.7m、落差 25m であるが、井元南方で東落ちの副断層と合するにおよび逆に落差を減じ、根方では約 10m、彌正でも 12m と算定された。

これまで述べた三つの断層はいづれも南方に落差を減じ、またこの地区に分布する地層の走向は他の地域に較べ著しく北にふれ、N50°~25°E で平均して N36°E である。

d) 境一彌正断層

境附近では東落ち 5m 前後の小断層であるが、その南方で同程度の断層と合すると急に落差を増し、島附近ではおよそ 40m、彌正で 45m を算する。夷隅川を渡り大倉台の南方ではこの延長と思われるものが落差 45m を示すがその直ぐ南で、後述する大倉台断層群中の西落ち断層に逢い落差 10m となる。

e) 能実一権現堂断層

能実で略々南北の走向に東へ 82°、74° の傾斜を有し、落差は 10m 前後であるが、南下して権現堂附近では約 25m の落差を有すると推定される。本断層はさらに南で大倉台断層群に入ると思われるが、相当の距離を隔っているため判然としなない。

f) 大倉台断層群

落差 5~60m の東落ちおよび西落ち各 3 本の断層が、大倉台南方の狭い地域にクサビ状に交わり、落差は相殺されてこれの北および南には余り大きい影響を与えない。

g) 大門、徳正断層群

地域西南端大門、徳正地域は落差の割合小さい(大部分 10m 以下) 東および西落ち断層が多数入りこんで存在し、一つの断層を追跡すると他の断層と離合する毎に落差に著しい差を生ずる(部分的には落差 50m に達す)。またこれら断層の近く 10 数 m 乃至 10m の地層の走向、傾斜は異常な値を示す事が多く、しばしば

40° 以下の南傾斜を示し、非常に複雑な構造を呈している。

h) 道成一国府台断層

本断層は調査地域の北端より南端まで連続し、その落差も平均 50m を算し本地域での最も重要な断層で、前記「茂原町附近の天然ガス」に神置、道成断層群と記載されたものの延長である。道成附近では東落ち 63°、落差 45m を示し、その南は沖積層に覆われ、落差は正確には求め得ないが、四国の地質調査の結果権現堂東方で 40~60m と推定され、さらに南進するにおよんで数本の副断層を派生しながら国府台に達する。国府台台地は段丘堆積層を被覆するので、これの通る正確な位置はつかめ得ないが、落差は東落ち 40m を算する。その南南西 400~500m で北よりの東落ち断層と合するにおよび落差は約 70m となり、その後副断層を派生しつつ落差を減じ、南端の山際では 20m となる。

i) 下原断層

東村細尾北方約 1 km より発生し、同地では N30°E、76°E の走向、傾斜、破碎帯 15cm、落差 20m を示し、下原北方では N12°E、58°E、破碎帯 1m、落差 25m、下原附近で落差は 35m と増す。本断層は清水北方で西南に向きを変え、さらに南々西に進み山際に至る。落差はその附近で 20~30m である。

j) 松丸断層

松丸東部を通り道成一国府台断層の間に襻状に走る西落ち断層である。断層面は段丘堆積層および沖積層の被覆で確認できなかつたが、周囲の地層分布よりして落差は最大 25m である。

k) 峯谷断層

峯谷附近で東落ち落差 10m であるが、夷隅川を渡る附近で約 40m と推定され、前記松丸断層と合するにおよび、急に落差を減じて 10m 以下となる。さらに南進して国府台北方で道成一国府台断層と合する附近では N28°E、53°E の走向、傾斜、破碎帯 1m、落差 25m を示す。

l) 吹良断層

前記「茂原町附近天然ガス」に記載されている岩井一岩断層の延長であるが、南方に落差を減じ、下原北方で完全に消滅する。

m) 勝間一生島断層

勝間附近では東落ち落差 30~40m、下原北東では N15°E、60°E、破碎帯 1.2m、落差 30m、この附近で東落ち副断層を派生し、その一つは南にのび、生島西方で扇状に分岐し、その最大落差は 50m を示す。勝間一生島断層は生島南方鉄道切割附近で N8°W、83°E、破碎帯 1.2m、N15°E、80°E、破碎帯 1m+、N10°E、60°E、破碎帯 60cm と測定され落差は 35m である。

n) 矢竹一小箱断層

前記「茂原町附近の天然ガス」に記載された細田一矢竹断層は矢竹附近では落差 40m を算するが、断層線の方
向、落差よりしてその延長と思われる東落ち最大落差
45m の断層が夷隅川を横切り小箱に達する。しかしそ
の間 2 km も平地のため確認していないので、推定の境
を脱せず、今後開発しつつボーリングで確認する必要が
ある。

o) 西谷断層群

西谷を中心とする地域は東および西落ちその多くは非
常に連続性に乏しいが、最大落差 30m を超える断層が
10 数本走り、楔状あるいはモザイク状の地塊を形成す
る。本断層群の特徴は各地塊毎に地層の走向、傾斜を異

にし、その二、三はほとんど水平にあるいは南～西南向
きの傾斜を示す。

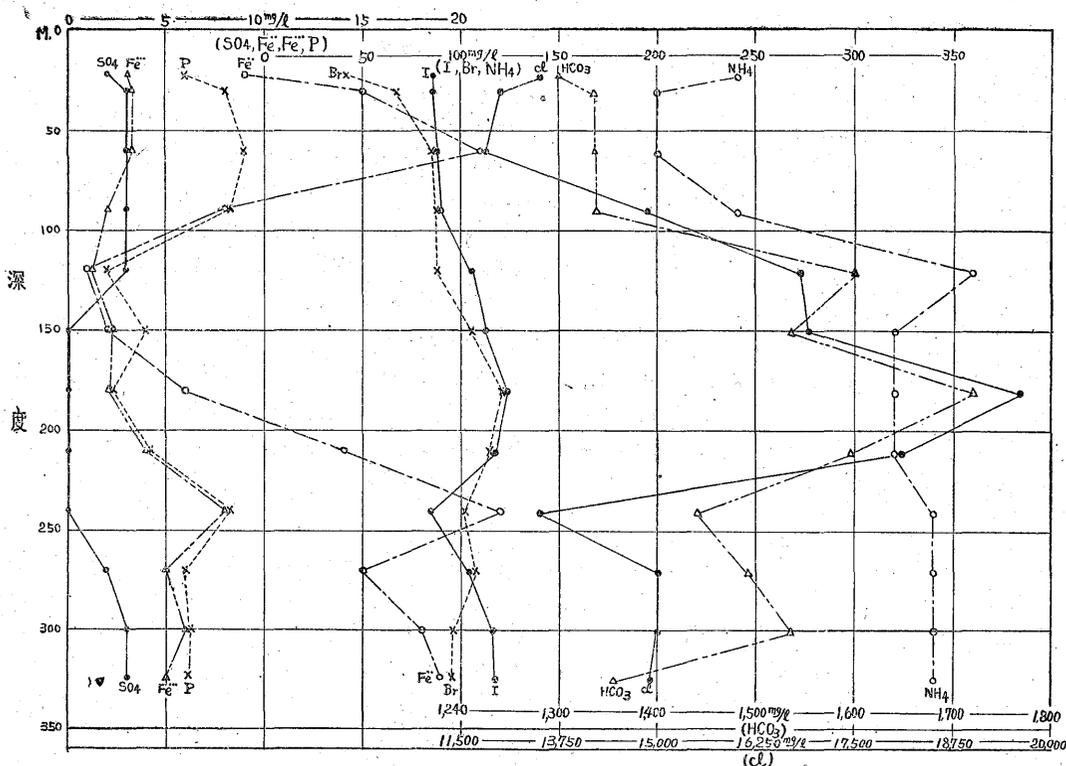
p) 五反田断層

西谷断層群の東部に走る東落ち断層であるが、他の断
層に較べ連続性に富み、五反田西方では落差 70m に達
する。

5. 坑井調査結果

a) 開発の沿革および現況

国吉町、千町村附近に現在迄掘られた坑井の中、深度
100m 以上のものは 30 坑近くあり、その大部分は千町村
附近にあり、日宝興発株式会社所有の坑井である。残余
は民家の自家用のガスを採集するために掘られた個人井



第 4 図 日寶西 2 号井 深度別水質分析図

である。本調査はほとんど日宝興発株式会社の坑井によ
り行われた。

日宝興発株式会社は戦時中陸海軍直接指導の下に発足
し、終戦と共に工場は閉鎖され、昭和 23 年(1948) より
輸出再開されるにおよび工場は復旧し、現在は月産 2~3
トンの沃度を生産しており、今後飛躍的増産を計るべく
計画を進めている。

坑井はいづれも平地の部分、特に河川に沿って掘鑿さ
れており、新田・松丸・吹良・権現堂附近に雁行状に分

布する。自実用井は萩原・吹良・国府台等に 4 坑井ある
が、現在家庭燃料として使用しているのではない。

会社所有の坑井は第 1 図の如く工場を中心として東北
あるいは西北に分布し、坑井総数 30 坑、その中稼働井と
しては 10 坑井で、他は採収設備は設置されていない。

鑿井方法は悉く上総掘り昭和 16 年(1941) から昭和
22 年の間に掘られ、深度は 270~390m、坑入管は 21/2"
乃至 3" で、地表から 30~100m まで挿入され、それ以
下は坑底まで土坑になっている。

現在稼行中の坑井は全部エアリフト採収法により、径 3/4" のリスト管を 25~50m 降下させ、5~7.5 市の圧縮機を動かして採収している。鹹水に伴って出る天然ガスの利用は工場燃料として空気混入ガスを工場の近くの 6 坑井より得、他井のガスは空中に放散させている。

坑口の層準は第 1 図および第 3 図で示す如く O₄~O₇ 附近で掘止は K_w1~K_w14 附近が多い。

b) 地下鹹水の性質

本地域の地下鹹水については第 1 表、第 2 表に示す通り freeCO₂, HCO₃⁻, Cl⁻, pH, SO₄⁻², I⁻, Br⁻, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, P の定量分析を行つたが、運転中の坑井はエアリフトのため酸化程度はまちまちで、Fe⁺⁺ については測定の意味なしと思われるため、全鉄分とした。また pH もリフト井は RpH に近い値を測

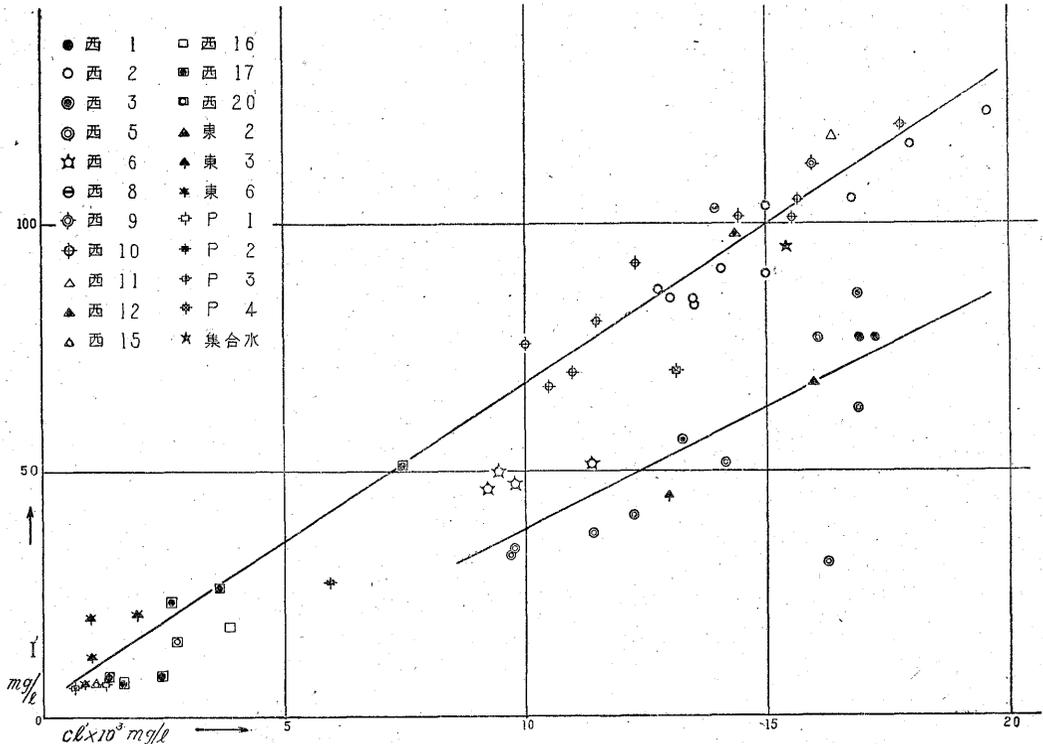
定している事になるが、一応分析表にのせて置いた。

HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻² の関係を見るに最も多く出現する順序は Cl⁻ > HCO₃⁻ > SO₄⁻² で、地表水に薄められたと思われる自噴井は HCO₃⁻ > Cl⁻ > SO₄⁻² の関係にあり(日宝東 6, 西 15, P1~P4), これは大多喜町・田代・行川・増田地域においても同様である。

陽イオンについては本調査では分析しなかつたが、三土氏の大多喜町附近の鹹水の分析によると Na⁺ > Ca⁺⁺ > Mg⁺⁺ の順序で Ca⁺⁺ と Mg⁺⁺ の順序は変ることもある。

また Cl⁻, Br⁻, I⁻ について見ると Cl⁻ > I⁻ > Br⁻ の順であり、Cl⁻ と I⁻ との濃度比は 8~4.5×10⁻³, Cl⁻ と Br⁻ との濃度比は Cl⁻ と I⁻ の場合より低く 6~2×10⁻³ である。

水色はほとんど無色で pH は 7.4~7.6 である。



第 5 図 Cl⁻ に対する I⁻ の回帰関係

水温は 13.9~19.6°C で、P I のような水温の低い坑井は崩壊あるいは坑入管の腐蝕にもとづくものと思われる。

数本の井戸について深度別に採水し、分析を行つた。採水方法は長さ 3m, 径 1 1/2" の吸呼吸を用い、深度 30m 間隔に行つた。一例を第 4 図に示すと HCO₃⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻ は大体相関し、深度 200m 附近で最高値をあらわし、Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, P については 130m 附近で最低を示す。

坑入管は 60m まで入っているが、上水の影響を多分に受けているようである分析成分間に非常な乱れが見られる。250m 附近で異常な所があるのは、採水方法に帰因する。すなわち吸呼吸の辨が不完全のため、再度採水したので試料の濁つた結果と思われる。Fe⁺⁺ は深くなるに従い増加して行くのは還元されるためであるが、SO₄⁻² が増して行くのは何によるか不明である。

第 3 図は Hori 30n と I⁻ との関係を示した図であるが、深度の増加と共に I⁻ の品位は増す。すなわち地表

に近い部分は地表水の影響を受ける率が多いため I^- の低下が見られると考えられる。これは1950年8月、大多喜・茂原地区で行った結果と同一である。

第5図に示した如く、 Cl^- に対する I^- の比は正相関であるが、工場を中心として東は西に比しその比は低く、従つて2つの母集団にわかたれる。この原因については本調査では明らかにされなかつた。 Cl^- に対する I^- の高い値を示す母集団が大多喜・田代・中川地区の値に近似し、低い値を示す母集団が茂原・関地区に近い値を示すという事は興味ある事実である。

集水水について、 F_0^{++} が無くなつていのは大気中にさらされた結果、 F_0^{++} は酸化せられて水酸化鉄となり沈澱したためと思われる。 NO_2^- 、 NO_3^- について特に多いのは、 NH_4^+ のバクテリアおよび化学的酸化も考えられるが時間的にも比較的短く、何か送水中の二次的原因と思われる。P の比較的少ないのは F_0 と共に磷酸鉄となつて、途中で沈澱するものと思う。

c) 天然ガス

本地域の天然ガスは G. W. R. と滞水ガス層の深度よりそのほとんどが鹹水に溶在しているものと考え、従來の坑井資料よりすれば free ガスとしての存在は断層破砕帯部分と、砂層の急激な消長部分にのみ認められる。溶在ガスは鹹水と共に坑井中を上昇すると減圧のため急激に遊離し、さらにエアリフトによりほとんど完全に鹹水と分離する。すなわちリフト井における分離器の排水口より採収した鹹水中の溶存メタンは、「水中溶存メタン汁」の測定によれば、11 中 1~2cc であつた。

ガス成分は第1表に示したように自噴井は CH_4 95% 前後を示すが、可動坑井は前述の如くエアリスト採収を行つているため、坑口で採収しうる気体は空気 80%、ガス 27% 前後の混合気体である。従つてガスの換算分析値はリスト操作による混合気体と鹹水との物理・化学的平衡作用に伴つて CH_4 85~90% の低い値を示す、これの原因については次の三つが考えられる。

第1は鹹水中の free CO_2 がエアリフトにより分離するために (第1表と第2表を較べると鹹水中の free CO_2 の差は平均 25mg/l 土を示す)、ガス中の CO_2 が増加し、総体的に CH_4 の割合を減ずる。これは最も大きな原因であり、3~4% の影響を示す。

第2に、送り込む空気中の酸素が鹹水に溶け込むため、採収した混合気体中の空気の量を少なく計算し、その結果としてガス中の CH_4 の割合を少なく算出する。これによる誤差は 0.5% 前後であろう。

第3は空気中の酸素が鹹水の酸化に消費されるため、第2と同様 CH_4 の量を少なく算出する結果となり、これによる誤差は 0.1% 前後であろう。従つて大体におい

てこれらのガスも自噴ガス同様の値をもつもので CO_2 2% 土、 CH_4 96% 土、 N_2 1~2% 土の優秀なガスと考える。

産ガス量はエアリフト井のため正確な値は求め得なかつたが、坑井より出る天然ガスと空気との混合気体をオリフスメーターで測定し、その分析値より補正して近似値を出した。それによれば、ガス量は1坑井当り 50~100m³/day、またガス量と水量との比はガス量 1として水量 1~3.5 である。

d) 分析方法および精度

NO_2 、 NO_3 は Griss-Romijin (略して G. R 試薬) F_0^{++} 、 F_0^{+++} はロダゲン酸アンモニウム、P はモリブデン酸、アンモン硫酸混液、また NH_4^+ は Nessler 試薬により比色定量を行つた。 Br^- 、 I^- は酸化剤 (過酸化水素) にて遊離せしめ、四塩化炭素で抽出、 I_2 は直接チオ硫酸ソーダで滴定、 I_2 の抜いた液にクロム酸により、 Br_2 を遊離 I_2 同様、四塩化炭素で抽出、KI を入れ I_2 に置換、 I_2 と同様チオ硫酸ソーダで定量した。

精度については I_2 は 1~2%、 Br^- は 5% 前後の誤差有りと思われる。比色法については分析の目的、時間等の関係より 5~10% の誤差範囲で行うようにした。

ガス分析はオルザット装置および爆発ピペットにより行い、前節において述べたように、本調査におけるガスはエアリフトのもの多く爆発に際しては酸素を使用した。精度については、 CO_2 、 O_2 は 0.1~0.2%、 CH_4 は 0.5% 前後と思われるが、エアリフトのガスについては、換算値は前述した通り、その純度により大きな誤差を生ずる恐れがあると思われる。

6. 結 論

a) 埋蔵量

埋蔵量を正確に算定する事は不可能であり、これが一応の算出には種々な假定を基としなければならない。従來これら埋蔵量計算には大きくわけて次の二つの方法がある。

第一は調査地域内に既開発地区があれば、その採収資料よりその地区における単位面積当りの可能採収量を計算する。一方地表地質調査により各地区毎に地下のポテンシャルに等級をつけ、前に計算した値をこれらにおよぼす方法である。第二の方法は地表地質調査の資料に基づいて帯水層となつている砂層の全体積をある一定深度まで計算し、次いで砂層の孔隙が水により飽和されているとして水量を算出する。一方その地域または隣接地域の坑井資料より層準毎、地域毎の水質を想定して埋蔵量を算定する方法である。

この兩者を計算して、より信頼度の高い埋蔵量を求めるべきであるが、本調査地域内の開発は日まだ浅くして

連続的な資料の収集が不十分なため、前者の計算はなし得なかつた。従つて後者の方法を用いた。

先ず地並以下 100m までは地表水による鉱床の破壊が考えられるため除いた。これには相当の安全率を見積つた。深度は本調査で正確にわかつた $K_w 20$ までとした。従つて北部では深度 600m まで対象となるが、南に下るとつて対象深度は浅くなり、南端に近い部分は埋藏量計算地域外となる。従つて対象面積は 30km^2 である。従來の坑井資料より道成一松丸一万木一原を結ぶ線より東部は、大田代・黄和田累層共鹹水の沃度濃度を 80mg/l 、西部は大田代累層 80mg/l 、黄和田累層 100mg/l とした。また G.W.R. は全地域にわたり大田代累層 $0.75:1$ 、黄和田累層 $0.5:1$ とした。砂層の孔隙率を 25% と見積り、その孔隙には水により飽和されているとする。

上の基準に基いて、断層により細分された地塊毎にその埋藏量を計算し、これを集計すると

沃度推定飽和埋藏量	22,000 t
ガス推定飽和埋藏量	$150 \times 10^6 \text{m}^3$

と算出された。これは内輪に見積つた計算であるから実際はさらに $2,3$ 割上廻ると期待される。

b) 開発に対する意見

本地域は多数の断層が発達し各地塊毎に鹹水・ガスのポテンシャルが異なる。従つて開発は各地塊単位に行う事が必要で、それがためには本調査を基礎とし、今後のボーリングにより一層地下構造の把握に力を入れるべきである。

ある。

坑井の深度別分析結果よりして、浅層の沃度濃度の低い地下水は必ず遮水すべきで、特に追止めによる遮水はその位置に充分注意を拂い、浅層水の侵入を防止する必要がある。

差当りの開発は、分析結果・地質調査により沃度濃度が高く、水量多く、断層配列の割合簡単な道成一松丸一万木を結ぶ線の西より行うべきである。

c) 結語

今回の調査は主に大田代累層および黄和田累層上部を対象として行われたが、地域東方の大東村では黄和田累層最上部より掘鑿し、深度 $450 \sim 500\text{m}$ で下位の砂泥岩互層の大原層に達し、さらに $50 \sim 100\text{m}$ 掘進んだ旧坑井数本あり、⁸⁾ その1つは水量約 $100\text{m}^3/\text{day}$ 、沃度濃度約 100mg/l の鹹水をエアリフトで得ている。今後は本地域でも当然大原累層を対象として南部で深掘りを行い、水質を調べると共に、これが合理的開発を行うため、さらに地域南方の地表地質調査を実施する必要がある。

本調査では地表地質調査はできうる限りの精度をもつて実施したが、これが坑井調査結果との関聯は非常に多くの条件が複雑に組合わされており、さらに坑井状態の不完全、坑井資料の不備も手伝つて完全なる解析を行い得なかつた。今後本地域の開発と共に明確になる事を期待する。

(昭和25年12月～26年1月調査)

8) 本坑井は大東産業研究所所有