

第9図 ガス附随水の NH₄⁺ 量分布圖

(第1表)。

第4図 pH の分布図をみると、6.4~7.6 の中性を示し、一般に南に(ガス分布地域)向つて値を増す。ここで Loc. No. 11.5 は南にありながら pH 6.5 の低い値を示しているが、同坑井の他の分析値 (RpH・Cl⁻・NH₄⁺) をみても、特異点と見做すべきであろう。恐らく出水個処がほかと異なるためと思われる。

第5図 HCO₃⁻、第7図全 CO₂ は pH に対しておおむね正の関係を示し、第6図遊離 CO₂ は逆の関係にある

のは当然であろう。

Cl⁻ (第8図)・NH₄⁺ (第9図)ともガス分布地域に濃度を増す傾向を示すが、総体的に値は低い。

Fe^{##}・P は非常に少なく、NO₂⁻・SO₄⁻ は1つの例外を除いては検出されていない。全 Fe は調査地西北端の Loc. No. 6・9.5 および東南端の No. 13 以外は極めて少ない。

第2表のガス分析結果をみると、本地域のガスはほとんど CH₄ と N₂ からなり、N₂ は 24.6~36.3% に達する。このように窒素を多く含むガスは、附随水の成分

第2表 気賀町天然ガス分析表

Loc. No.	CO ₂	CnHm	O ₂	CH ₄	N ₂ (残ガス)
1	0.3	0.0	0.1	75.0	24.6
4	0.2	0.0	0.2	63.3	36.3
6	0.6	0.0	0.2	70.8	28.4

分析者 地質調査所化学課 牧技官

分布とともに Potentiality の低い所、または侵入水塊に接する鈹床縁辺部に多い。

結 論

本地域は第四紀層中に胚胎する通常の汽水型ガス鈹床縁辺の様相を示す。すなわちそのガスは質量とも貧弱で、利用は困難である。(昭和27年3月調査)

553.98:550.8(521.52)

諏訪湖天然ガス鈹床予察速報

本島公司* 石和田 靖章* 牧野 登喜男

Résumé

Preliminary Geochemical Survey on the Lake Suwa Natural Gas Deposits, Nagano Prefecture

by

Koji Motojima, Yasufumi Ishiwada & Tokio Makino

It becomes quite important for our rational exploitation of gas fields to resolve the fundamental problems regarding the methodology of the prospecting for hydrocarbon (liquid and gas phases) deposits. These

problems will be given a solution by studying the past and recent sediments correlatively. The methane gas deposits of pure lacustrine origin may be most principal and easy to attack for the studies on the all hydrocarbon deposits, especially in the study of processes of formation and destruction of the deposits. The reasons why we take up the natural gas field at the Lake Suwa as the experimental case of the above-mentioned studies are describe in this paper with the results of the preliminary geochemical survey.

1. 緒 言

気状および液状炭化水素鈹床に関する調査および探鈹法の向上のため、最近著しく、基礎的観測と実験とが重

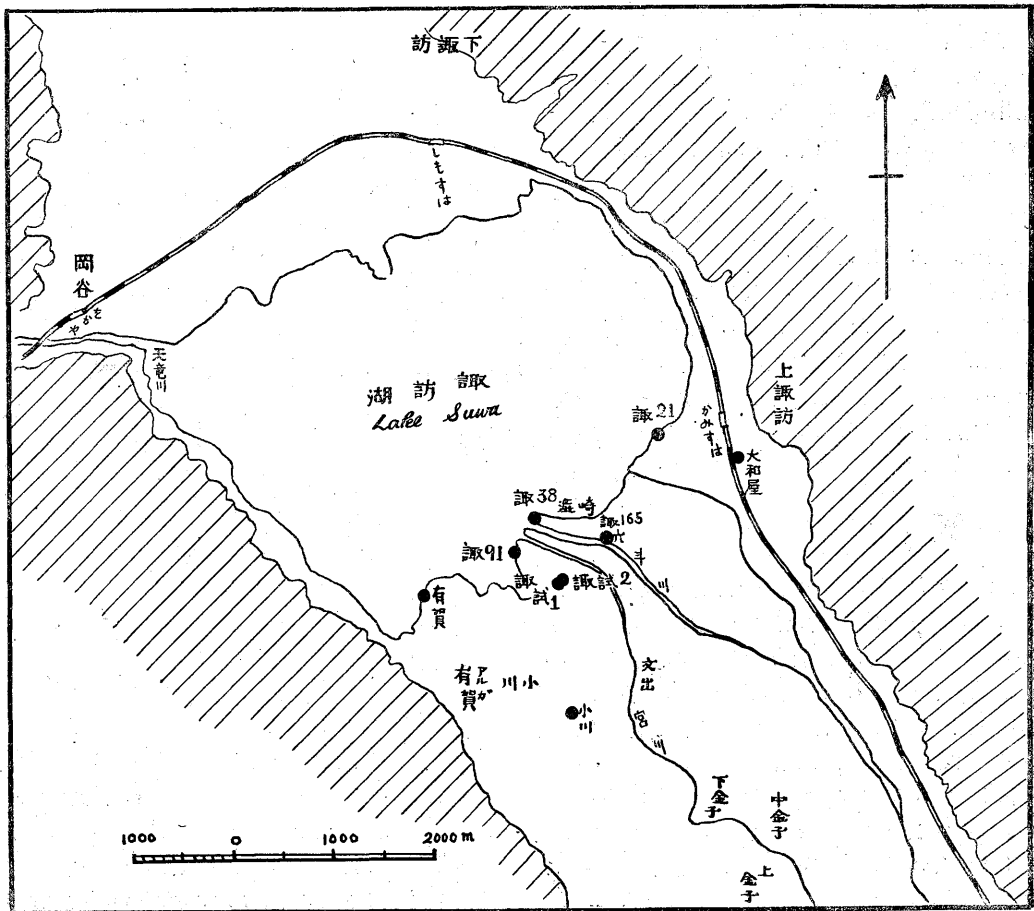
* 燃料部

要視されてきて、地質時代の堆積岩鉱床の解明を現世堆積物に関する総合的広範な知識に基いて試みようとする努力が続けられている。われわれは多くの石油および天然ガス鉱床を取扱つてきている立場上、現在までに行われたわれわれのこの種の鉱床に関する調査研究を活用して、上述の問題中経済的にも重要と思われ、かつ最も簡単な炭化水素鉱床である純湖沼型可燃性天然ガス鉱床から着手して、その生成・破壊等の過程を地質学的に、地球化学的に、また生物地球化学的に把握してゆくことは、研究過程からしても大切であると考えている。その目的の実験フィールドとして諏訪湖畔のガス鉱床と諏訪湖とが適当であるや否やの検討を主眼とし、これに開発面の調査を加味して、昭和27年2月に約5日間の日程で現地調査を実施した。本文はその速報である。なお、本予察は今後詳細な調査に先行して行つたものであるから、本文内容は今秋の精査の結果によつて補訂される可能性があるらう。

この度の予察にあつては、諏訪天然ガス採掘供給株式会社をはじめ、現地の方々より御援助をうけた。また信州大学学長高橋純一博士からは各種の助言を仰ぐことができた。記して深謝の意を表したい。

2. 予察上の着眼点

石油・可燃性天然ガスとも地下水に随伴されるものはこの際重要であると考えている。(石炭層ガスはその産状から生成の過程が前述のものと同様異なるように考えられるので、ここではいわゆる空ガス^{カラ}を除外しておく。そして現在までの主な地化学調査法である“ガス附随法による地化学調査法”が、ここで採用されるや否やを第一に重視した。またガス鉱床と現在の諏訪湖との地域的ならびに垂直的な連けいも考慮して、現世堆積物とガス鉱床を型成する堆積層の比較研究の際に、なるべく飛躍の少ない方法がとりうるや否やを調査した。また諏訪湖周辺の地質より考えると、盆地下にはメタンガス発生之母層になりうるような、第三紀およびその以前の



第1圖 諏訪湖天然ガス調査圖

有機物を多く含む堆積岩はないようであるが、諏訪温泉群は比較的ガス鉱床に近いので、ガス鉱床の特徴がこれら後火山作用の強い影響をうけて擾乱される可能性も併せて調査した。

最後に農耕・工業その他による人為的な地上よりの影響が問題にされるべきではあるが、これらは観測があまり進まぬうちは何ともいえぬことであり、かつ内陸盆地の湖沼では不可抗力的な事項であるから、ここでは論議の対象から除外することとした。

3. 地形および地質一般¹⁾

諏訪盆地は海拔約760 mの高所にあつて、古くから断層盆地とされている。周辺の山地は安山岩・御坂層等を主とする岩石によつて構成され、大町—静岡線がほぼここを通過する。

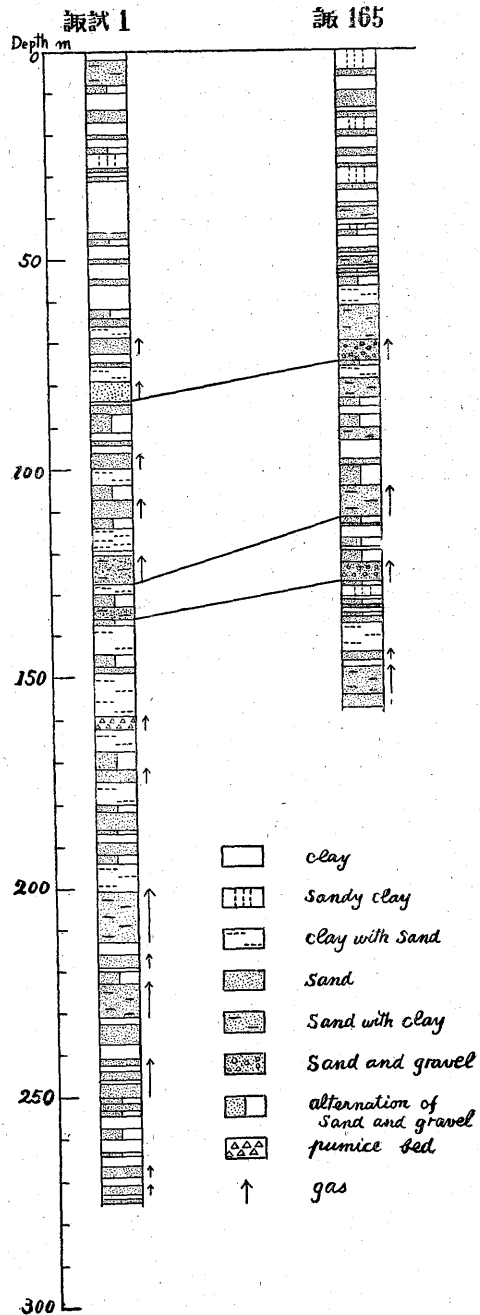
諏訪湖²⁾は盆地の北に偏して位置し、八ヶ山火山噴出物による堰止の影響をうけている。面積約14.5 km²、湖岸延長約18.2 km、深度は7 m程度であつて、湖水は総固型物量約90 mg/L、平常のpH≒7.1、夏季は生物の作用によつてアルカリ性化し、停滯季における溶存酸素は皆無となる。本湖は代表的な調和型富栄養湖に属する。

平地は盆地の北西および南東部にあり、後者の地表面には宮川・北斗川等が北流しているがほとんど傾斜をもたない。しかし前者には横河川・砥川に沿う扇状地形の発達がみられている。

今回調査した坑井の位置は第1図に示されるが、その附近の適確な地下地質は不明であつて、第四紀層の代表的地質柱状図を第2図に示す。これらの地層は主として砂と粘土との互層からなり、深度160 m前後に層厚3 m位の軽石層がある。粘土には有機物質が含まれるものようであり、ガスは砂層・礫層中に存在する。文出北方においては(諏訪1号井)275 mまでは依然として第四紀層のごとく、ガス徴の存在もその深度まで記載されている。

4. 開発の現況

現在開発されているのは、湖南の上諏訪・澁崎・文出・小川有賀等にわたる東西約3 km、南北約2 km、面積約5 km²の地域であつて、ガス開発は諏訪天然ガス採掘供給株式会社を主とし、その他2、3の小組合によつて行われている。ガス採取は上総堀の竹管井による自噴採取が実施されていて、その開発は遠く明治30年にさかのぼり、現在坑井数約200坑、産ガス量は5~50 m³/d/W前後、1日約2500 m³前後の生ガスが採取されている。坑井深度は160~200 m程度を標準とし、単層採取のほか、



第2図 地質柱状図

時に多層同時採取も行う。ガスのCentral Plantは諏訪1号井附近にあつて、2" gas pipeを2線湖底を通して北方の岡谷市まで附設し、そこにある石炭ガス発生装置と連絡して、下諏訪町・岡谷市・諏訪市を一元として、石炭ガスと混合案配して諏訪ガス株式会社が都市ガスとして供給している。都市ガス消費量は大略7,000 m³/dで、

1) 近く刊行豫定の1:5,000 諏訪圖幅(大和技官)を参照
2) 吉村信吉氏による

第1表 諏訪天然ガス調査(予察)一覽表

坑井名	測定月日	深 度 m	孔明管深度 m	鑿井年月日	ガス量 m ³ /d	水 量 m ³ /d	ガス 水比	水 温 °C	pH	RpH	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻ mg/L
諏 38	27.2.22	163.8	158.4~163.8	昭 14. 9. 5	40.0	92.0	0.41	14.0	6.8	7.5	107	0.0
諏 91	27.2.23	180.0	174.6~180.0	昭 18. 3. 31	44.0	14.5	3.03	18.6	6.8	7.6	32	0.0
諏 試 1	27.2.23	275.0	263.0~266.4 272.0~273.6	昭 26. 12. 19	2.8	16.0	0.175	20.7	6.8	7.4	8	0.0
諏 試 2	27.2.24	169.0	163.8~167.5	昭 27. 2. 12	5.3	16.4	0.32	18.1	6.9	7.3	55	0.0
諏 21	27.2.25	163.0	?	昭 15. 2. 21	23.8	目 測 65	0.37	21.0	6.8	7.3	45	0.0
有 賀	27.2.24	139.0	136.4~139.0	昭 27. 2. 24	24.7	47.5	0.52	18.8	6.6	7.4	8.8	0.0
小 川	27.2.25	157.0±	—	昭 19. 3.	6.7	44.5	0.15	19.5	6.7	7.6	51.	0.0
大和屋	27.2.26	54.0±	—	明 40. ?	—	—	—	55~60	7.2	7.5	250	253*

坑井名	NH ₄ ⁺ mg/L		NO ₂ ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	Total Fe mg/L		Fe ⁺⁺⁺ mg/L		Fe ⁺⁺ mg/L		Mn* mg/L	P mg/L	Ca ⁺⁺⁺ mg/L	Mg ⁺⁺⁺ mg/L
	直接法	蒸溜法			ロダ ン 法	ビリ ヂ ル 法	ロダ ン 法	ビリ ヂ ル 法	ロダ ン 法	ビリ ヂ ル 法				
試 38	50.0	16.0	0.000	0.0	12.5	11.2	1.0	0.5	11.5	10.7	0.09	0.80	94.8	151.2
試 91	25.0	6.1	0.000	0.0	7.0	7.7	0.3	0.0	6.7	7.7	0.07	0.85	77.6	82.0
諏 試 1	12.5	6.9	0.000	0.0	7.0	9.9 ₈	1.0	2.0 ₄	6.0	7.9 ₄	0.25	0.35	34.0	24.9
諏 試 2	17.5	8.6 ₂	0.000	0.0	13.0	11.1	2.5	0.0	11.5	11.1	0.28	0.40	55.5	49.7
諏 21	25.0	7.5 ₅	0.000	0.0	10.0	8.3	1.5	0.6	8.5	7.8	0.05	1.60	69.7	67.3
有 賀	32.0	10.1 ₂	0.000	0.0	30.0	9.5 ₆	0.7	1.1 ₃	29.3	8.4 ₃	0.54	0.30	74.2	54.9
小 川	20.0	5.2 ₀	0.000	0.0	10.0	6.4 ₂	2.5	0.0	7.5	6.4 ₂	0.16	0.80	54.4	49.7
大和屋	2	—	0.000	0.0	0.7	0.5 ₁	0.6	0.5	0.1	0.0 ₁	—	0.20	38.4	4.6

坑井名	Si* mg/L	K ⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	T.S.M* mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	free CO ₂ mg/L	Total CO ₂ mg/L	dis O ₂ cc/L	ガ ス 成 分 Vol. %*				
									CO ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	
試 38	36	26	78	1289	1724	139	1383	0.0					
試 91	39	10	88	760	1005	57	782	0.0	2.0 (2.1)	1.2 (0.0)	83.3 (88.3)	13.5 (9.6)	
諏 試 1	31	14	61	410	468	48	386	0.25					
諏 試 2	31	10	73	640	675	55	542	0.17 ₅					
試 21	50	16	82	765	910	63	720	0.20 ₅					
有 賀	47	16	55	671	895	88	733	0.05	2.5 (2.7)	1.8 (0.0)	75.2 (82.2)	20.5 (15.1)	
小 川	51	17	66	608	765	44	596	0.0	3.3 (3.7)	2.8 (0.0)	75.6 (83.7)	19.1 (12.6)	H ₂ S 臭強し
大和屋	45	18	228	994	141	13	115	—					温 泉

*...化学課 牧, 米谷技官分析 (昭和27年3月~6月分析)

なお漸増の傾向にあり、現在約半量を天然ガスで補給している。ガス附随水は諏訪肥水株式会社の手によつて、農耕用に供給されている。

5. 調査法について

附随水法による地化学調査によつたが、この附近の地下水位は地表面よりも低いものが大部分であるために、分析試料の採水と採ガスとに不便を来す点が多かつた。

現場では第1表に示す事項を測定し、室内分析用資料は約400cc採取、密閉して東京まで輸送した。ガス試料は約10ccをアンプルに採取して保管した。

現地の水の分析には、同一成分に対して2種の分析方法を併用してその間の数値の相違を求め、従来の測定値との相対的な関係をみいだすように努めるとともに、当地域に適する分析法を決定しようと試みた。なおガスと水全体の地化学的意義を把握する意味で、大気圧下における水中溶存ガスの採取も行つたが、分析器械の未整備のために分析未了である。

なお今般の調査では分析成分が多かつたことと、積雪嚴寒の下における屋外測定のためにガラス器具の破損等が相次ぎ、結局測定はガス井7、温泉井1について行い得たにすぎない。

6. 天然ガスの成分

坑口採取ガスについて、本所化学課牧技官が行つた分析による測得値は第1表に示されている。下段の数値は仮に $O_2=0.0\%$ として空気補正を行つたものである。

この地域のガスは、大略 $CH_4=80\sim90\%$ 、 $CO_2=2\sim4\%$ 、 $N_2=10\sim15\%$ 程度のガス組成をもつ通常の第四紀ガスであることがわかつた。

小川地区の資料は、特に H_2S 臭が強かつたのが注目される。

7. 附随水の成分

坑口で採取した地下水についての分析値は第1表のようである。ガス井の坑井深度は163~275m間のものであつて、坑井数が少ないから、分析値より地域差と深度差を決定的にのべることはさしひかえたい。

- (1) 産ガス量は澁崎附近で $40\text{ m}^3/\text{d}$ をこえ、最も多い。
- (2) ガス水比は理論飽和量に近い値のものが多く、地域的には北西部にその数値が大きいようである。
- (3) 水温は諏21号井が深度の割合にとびぬけて高いことは、温泉の分布と関連があるらしい。
- (4) pHは6.6~6.9で普通の第四紀ガス田の特徴を示している。
- (5) RpHは7.3~7.6でやはり通常の第四紀型である。

(6) Cl^- は8~107mg/Lで、火山系 Cl^- ないし地表からの浸入もさほど多くないようであるのは、今後の調査目的のために好都合である。北方~東方に多いようであり、また温泉中にも多かつた。

(7) SO_4^{2-} はガス附随水には皆無であるが、温泉では253mg/Lが測定された。

(8) NH_4^+ はガス田の地球化学のほか、肥水の用途の上からも重視される。直接法では Fe^{+++} の影響で、 NH_4^+ からの発色と $Fe(OH)_3$ の合計を比色測定することになり、過大な値がみられるので、この方法のほか、空気蒸溜法³⁾によつて求めた値を併記した。それによれば NH_4^+ は6~17mg/Lであつて、本邦の典型的湖沼型ガス鉱床である山形盆地における測定値に近似している。

(9) NO_2^- 、 NO_3^- は存在しない。

(10) Feはロダン法とピリヂル法⁴⁾によつたが、 Fe^{++} はピリヂル法の値が測定誤差が少ないのでそれを用いば、6.4~11.1mg/Lの間にあり、北方に多く、 Fe^{+++} は0.0~2.0mg/Lの間にあり、南方に多い。その分布はガス田内の酸化還元状況の一端を示している。温泉のFeは少なかつた。

(11) Mnは0.05~0.54の間にあり、井戸側管は竹管であるので、鉄管井の値よりは正確に地下の状況を示す。西方より順次東方に少ない傾向にあつた。

(12) Pは0.3~1.6mg/Lであつて、他のガス田とほぼ等しい値である。

(13) Ca^{++} は34~94.8mg/Lであり、北方に多い。

(14) Mg^{++} は24.9~151.2mg/Lであり、多くは $Ca^{++}>Mg^{++}$ であつて東方の温泉地の方向に Ca^{++}/Mg^{++} は大きくなつていく。

(15) Siは31~51mg/L間にあり、東京都内の第四紀層の測定値などに比べて約2倍程度含まれている。

(16) K^+ は10~26mg/Lであつて、安國技官の調査にかかる酒田平野などより多少多いようである。

(17) Na^+ は55~88mg/Lで東部に多いようである。温泉中には228mg/Lであつた。

(18) 総固型物量は410~1289mg/Lであつて北方に多い。

(19) HCO_3^- は468~1724mg/Lで北方に多いようである。また他のガス田に比べて多い方である。

(20) free CO_2 は48~139mg/Lで北に多く、potentialの高い他のガス田がほぼこの値を示す。

3) 4) この分析には名古屋大學理學部化學教室の田中元治氏の指導を受けた。

- (21) total CO₂ は 386~1383 mg/L である。
- (22) dissolved O₂ は 0.0~0.25 cc/L で、第四紀ガス田では普通である。
- (23) 水色は淡黄褐色を呈するもののほかに、小川方面では“黒水”(クロミズ)といわれる着色水が附随水として存在する。水色は有機質物および硫化鉄に起因するようである。

8. 結 語

以上の観測結果より、当ガス田は成因的に諏訪湖と密接に関連する湖沼型のガス鉱床であることが推定され、一方東部の温泉の影響は比較的少なく、各種要因を解析

してゆく上に大なる困難を與えないであろうと推測される。

また現在開発している地域の鉱床の規模は、本邦における第1級の非石油系天然ガス鉱床とは比すべくもないが、過去の産量および現在の経済地理的状況等より判断するならば、経済的にも無視しえぬものである。

従つて、今後このガス田の本格的合理的開発のためとともに、頭書に述べたごとき基礎研究を実施するためにも、本鉱床は調査の対象として適当であると考えられる。
(昭和 27 年 2 月調査)