

# 速 報

553.981: 550.8 (521.15)

## 山形市附近天然ガス調査速報

兼 子 勝\* 他7名

Résumé

### Natural Gas in the Vicinity of Yamagata City

by

Katsu Kaneko and others.

Geochemical prospecting by underground water method for natural gas in the vicinity of Yamagata City was carried out from June to the beginning of August of 1950.

The results abstracted are as follows:

(1) Natural gas dissolved in water exists in the Quaternary sand and gravel beds.

(2) Gas bearing beds can be classified into three groups.

Upper G I	depth	7—48m
Middle G II (best gas reservoir)		40—105"
Lower G III		100—200"

(3) Gas producing area has high contents of dissolved CH<sub>4</sub>, free CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. In such area underground water shows low value of pH.

On the contrary, the area of clean water (with on gas) has low contents of dissolved CH<sub>4</sub>, free CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and high contents of NO<sub>2</sub> or NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, dissolved O<sub>2</sub>.

(4) Chemical compositions of gas obtained from Osato-mura, Kurazō-mura and Sagae-machi are as follows: (volume %)

CH <sub>4</sub>	55.4—89.2%	N <sub>2</sub>	0.0—44.0%
CO <sub>2</sub>	1.3—15.6%	O <sub>2</sub>	0.0—0.3 (?)
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	0.0—0.03%		

calorific value 4,750—7,650

(5) Estimate of reserves was calculated by saturation method for G II and G III.

Inferred Reserves is 284,000.00 m<sup>3</sup> for the area of 63 km<sup>2</sup> (G III) and 38 km<sup>2</sup> (G III)

\* 燃料部長      \*\*金原均二, 石田興之助, 本島公司  
品田芳二郎, 前田憲二郎, 加藤甲五  
後藤準次

respectively.

(6) In this region, gas is produced by large number of bamboocasing wells, inner diameter of which is 1½" or so in the present state of exploitation. They are not considered so effective.

Effective devices for exploitation are as follows, according to the suggestion from the present survey;

- a) Well casing of large diameter.
- b) Strong gas lift.
- c) Perfect water-shut-off.
- d) Use of perforated pipe.
- e) Reasonable well-spacing.

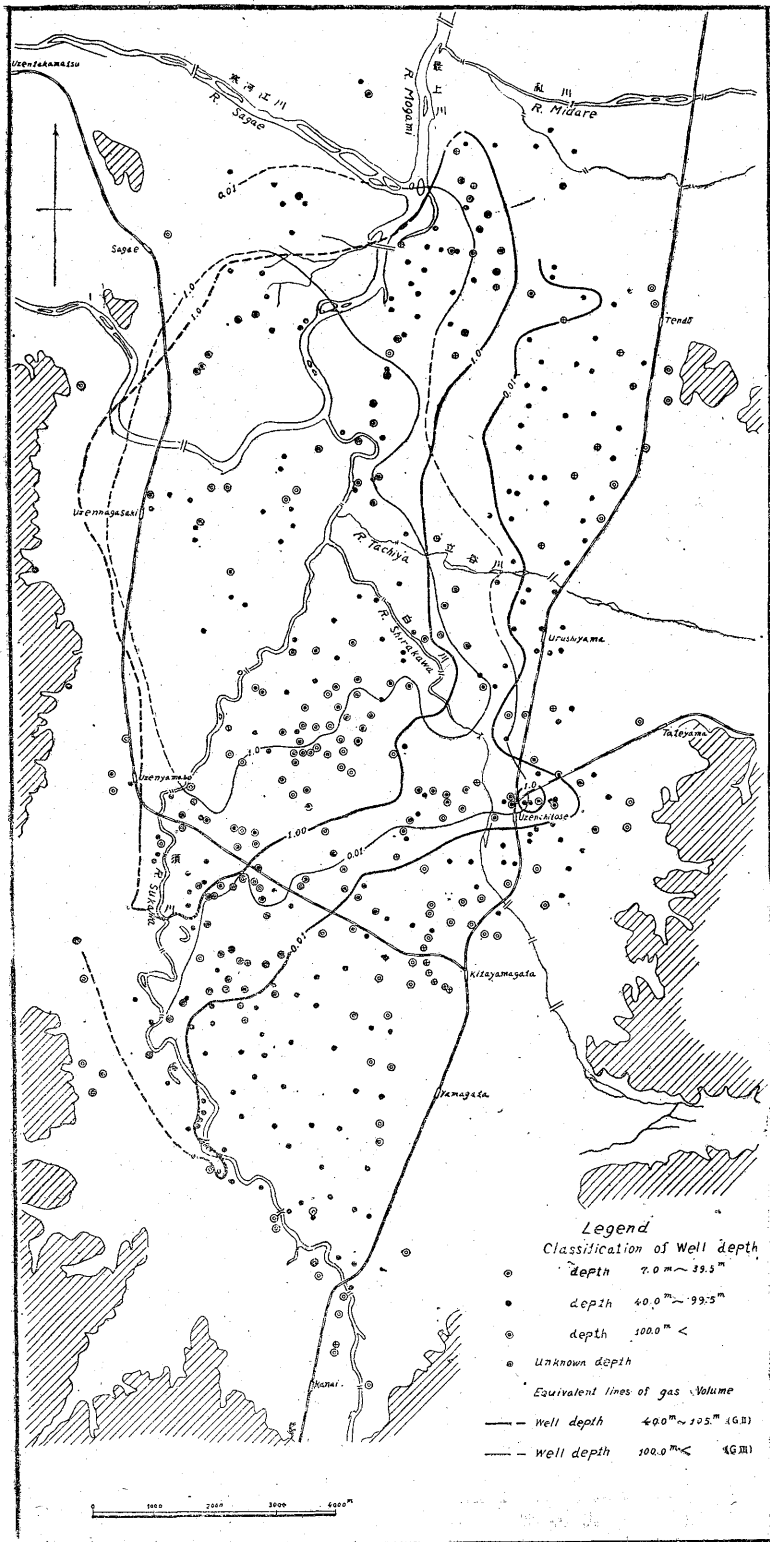
### 緒 言\*

昭和25年6月5日から8月5日に至る2月間、山形県山形(村山)盆地南半地域の天然ガスについて地下水法による地化学探鉱を実施した。

現場における坑井調査には本島, 品田, 安達(山形県技師)が当り, 実験室内の地下水分析には石田, 前田(1ヶ月交替), 長岡, 高橋(山形県技師)が従事し, ガス分析は加藤, 後藤(1ヶ月交替)の両名がこれに当つた。なお総括研究には兼子, 金原, 本島, 品田が当り作業は現在進行中である。従つて本速報に続いて本報告を発表する予定である。

調査地域の北端は寒河江町—溝延村—成生村—天童町を連ねる線で、南縁は奥羽線金井駅に達する。調査地の東西は約11km, 南北は約22km, 面積は約200km<sup>2</sup>で、この中に約900の測定点をとつて調査した。測点にはでき得る限り既存の径1½"前後の竹管を降下してある自噴井を利用し、万やむを得ぬ場合に限つて非噴井及びスパイラル・ボーリングによる深度2.0~3.5mの鑿孔を用いた。坑井所在地においては地下水の水温, pH, 遊離CO<sub>2</sub>, HC<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, HCl, 水中溶存CH<sub>4</sub>, ごく少数例については水中溶存O<sub>2</sub>を測定し、またガス量, 水量, 気象状況, 坑井経歴を測定または聴取した。実験室内では坑井から採取した水についてNO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, KMnO<sub>4</sub>消費量, Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(一部について実施)をガスについてはCH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, 残余気体(主にN<sub>2</sub>)とを定量

\* 山形縣の依託調査。山形縣の発表許可を得た。



第1図 山形市附近天然ガス調査図  
坑井ガス量分布図

分析した。

本調査に際しては山形県庁当局  
殊に鉱業課の援助の外、山形天然  
ガス株式会社、川崎医療製作所、  
天童天然ガス株式会社及び現地各  
市町村の協力によつて調査日数も  
短縮することを得た。記して感謝  
を表する次第である。

1. ガス微分布地域〔第1図参照〕

本地域の天然ガスは山形盆地内  
に堆積する第四紀層中に存在し、  
その徴候は北は西根村日田、西は  
山辺町、南は柏倉門伝村高木、  
東は楯山村下柳に至る間にみられ、  
東西約7 km、南北約16 kmにわ  
たつて存在する。

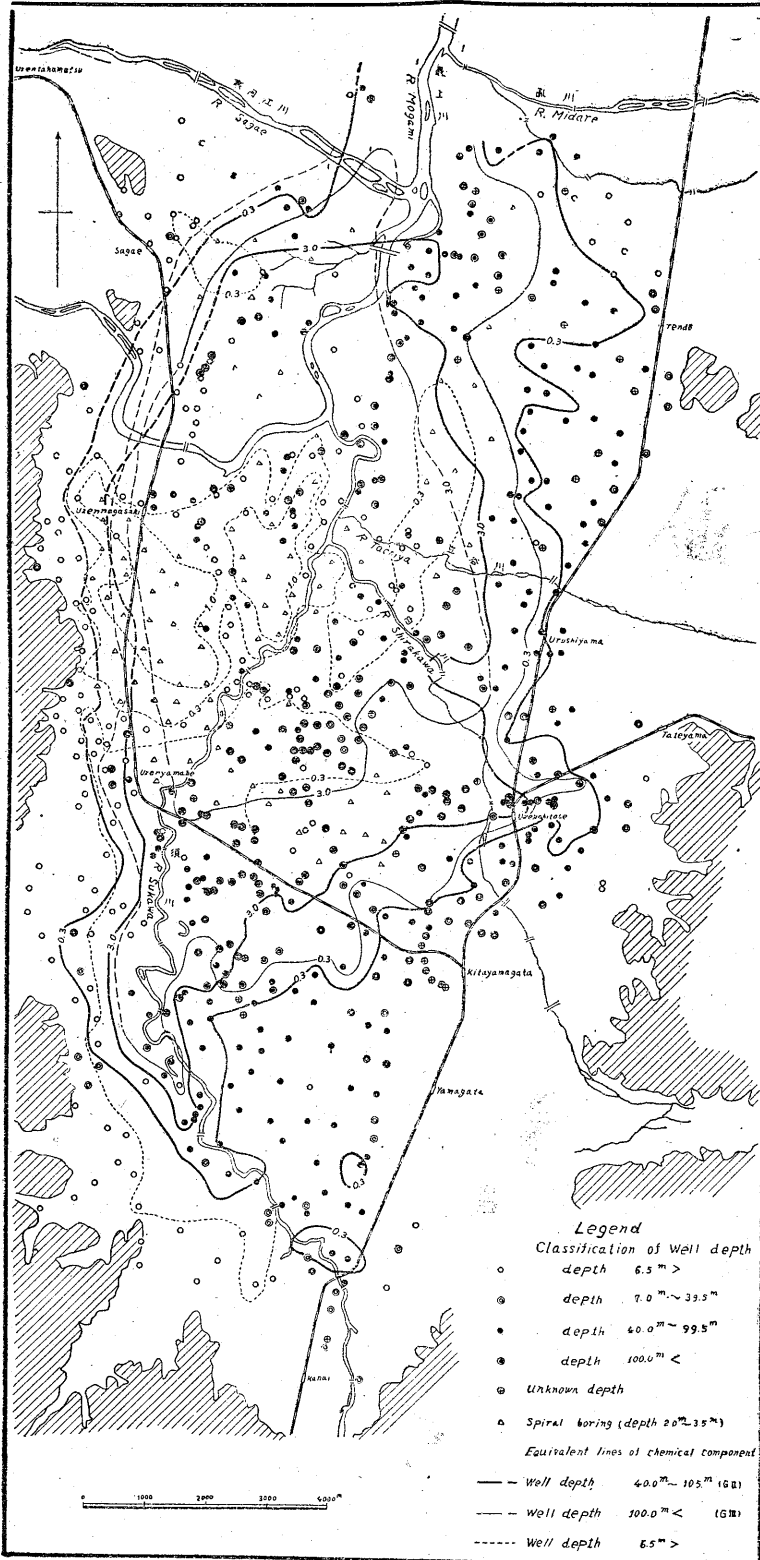
ガスは主として掘抜井戸中にみ  
られ、その量は自噴井にあつては  
日産0.001~55m<sup>3</sup>/dayである。  
東側山地に近い馬見ヶ崎川、立谷  
川、乱川扇状地域及び南部の須川  
流域、北部の寒河江川流域にはガ  
スがみられない。即ち産ガス地域  
は現在の地形の低所を占めている。

現状において日産ガス自噴量 1  
m<sup>3</sup>以上を示す坑井の存在する地  
域はG II層（後述するが深度40~  
105m）については北は寒河江町  
本楯北方及び成生村窪野目、西は  
山辺町、南は金井村多屋、東は明  
治村澁江に至る東西5.5km、南北  
15.5km、面積63km<sup>2</sup>である。

G III層（深度100~200mの層）  
については北は寒河江町本楯北方  
西は山辺町、南は大郷村内表、東  
は明治村澁江に至る東西5 km、  
南北7.5km、面積38km<sup>2</sup>である。  
また0.01m<sup>3</sup>/day/well以上のガ  
ス産出地域は、G II層については  
81km<sup>2</sup>、G III層で66km<sup>2</sup>に及ぶ。  
この地域内のガス水比は理論飽和  
量に等しい数値を示すものが多い。

2. 山形盆地の地形及び地下地質

山形盆地は東西10~20km、南



第2図 山形市附近天然ガス調査図  
水中溶存メタン分布図

北約40kmの細長い盆地であつて、標高は南方及び山形市街地で140m、北方で80m前後である。最上川は寒河江町南方を東流して盆地内へ入り、寺津村附近で北流する須川を合し流路を北に転じて新庄盆地へ至る。盆地の東側には、南から馬見ヶ崎川、立会川、乱川の三扇状地が発達し、その半径は8~12km前後である。これらの地形はガスの賦存状況と密接に関係している。

山形(村山)盆地にはガス井、飲料用井、灌漑用井が掘鑿されているが、地質柱状図の保存されているものは僅少で、地下状況の詳細は知り得ない。地域内にみられる最深井の深度は211mである。

盆地内の第四紀堆積物は、主として粘土、礫、砂からなり、一般に北部及び東部においては礫が、南部においては粘土が多い。通常2~10m程度の互層をなしている。

当地域のガス層を深度によつて下記の三つに大別した。

- G I 深度 地表下 7~48m
- G II " 40~105m
- { 上部 G II u 40~80m
- { 下部 G II L 55~105m
- G III " 100~210m

G I 層は北部の寒河江町、寺津村、明治村、蔵増村方面においては礫層として存在しガス及び水を産するが、南部地域には本層の発達はあまり良好でなく主に砂礫層からなり、南沼原村東部では本層から清水を出している。G I 層は下部の地層に比べて細粒のようである。

G II 層は地域内の主な産ガス層で礫の発達のない上部のG II uとしからざるG II Lとに二分できる。G II uの基底の深度は大略下記のごとくで、長崎町文新田において最深となり四周に浅い傾向がみられる。

長崎町文新田	地表下	79m	前後
寒河江町本楯	〃	60	〃
長崎駅附近	〃	69	〃
大郷村中野	〃	54	〃
大郷村内表	〃	49	〃
漆山駅附近	〃	53	〃
高揃村	〃	58	〃
天童町	〃	49	〃

GII L層は比較的粘土に富み、礫層の厚さは2~5mで、多くは含礫率20~50%である。

GIII層は深度が大きいため、これに達する坑井は比較的少ないが、成層状態はGII Lとよく似ているようである。

第四紀層の下には第三紀の水成岩を主とする地層が来ることが期待されるが、その深度、岩質、ガスに対する影響等については未知である。

### 3. 天然ガスの性質 [第2図参照]

本地域に産するガスはCO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>系の通常の可燃性天然ガスで、その化学組成は地域、層位、坑井年令によつて差異が認められる。

一般にガス田の中心地域のガスにはCH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>が多く、端部にはN<sub>2</sub>が多い。

CH<sub>4</sub>の濃度80%以上のガスを産しているものは、GII層については寒河江町本楯、蔵増村、明治村中野目、山形市長町、金井村吉野宿、長崎町に囲まれる約50km<sup>2</sup>の地域で、GIII層については寒河江町本楯、寺津村、明治村濫江、大郷村中野、大郷村船洗北方、長崎町に囲まれた約30km<sup>2</sup>の地域である。一般に地域南半ではGII層はGIII層よりも良質のガスを産している。

長崎町及び蔵増村附近のガスにはCO<sub>2</sub>が多く6~17%前後を示しているが、大郷村のガスはCO<sub>2</sub>が2~7%前後で少い(但し稀に15%前後を示すものがある。)寒河江町本楯のガスは深度40m前後(浅層)のものよりは100m前後の層(深層)から産するものにCH<sub>4</sub>が多く大郷村のガスはその反対で概略的には本楯の浅層と大郷の深層、本楯の深層と大郷の浅層とがガス成分上ほぼ等しい。

地域内の代表的ガス成分を下記する。

所在地	坑井名	深度 m	CH <sub>4</sub> %	CO <sub>2</sub> %	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	N <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %
大郷村 中野	10P-1	211	79.4 ~55.4	3.9 ~1.3	0	44.0 ~29.6	0 とする
大郷村 中野	山天 試12号	73	89.6 ~79.1	7.5 ~5.3	0	14.5 ~3.8	〃
蔵増村	天童天然 M-6号	54.8	85.8 ~75.8	15.6 ~9.7	9.6 ~0.0	9.6 ~0.0	〃

寒河江 町本楯	川崎 11号	35	80.8 ~71.2	5.1 ~1.5	0	26.8 ~14.3	〃
寒河江 町本楯	川崎 39号	98	89.2 ~78.7	11.4 ~9.4	0.2 ~0.0	10.4 ~0.4	〃

(容量 百分率)

上表の分析結果からすれば本邦産の第四紀層天然ガスとしては、CH<sub>4</sub>の量が多い方である。なお重炭化水素が著量に現われた分析値は調査地域内には一つもない。

### 4. 水中溶存メタンガスの分布状況 [第3図参照]

地下水中の溶存CH<sub>4</sub>量は産ガス地域に多い。飽和度50%(大界18cc CH<sub>4</sub>/11 H<sub>2</sub>O...測定計器の目盛の3%)以上を示す地域は、GII層については約63km<sup>2</sup>、GIII層については約43km<sup>2</sup>を示して、ガス産量1m<sup>3</sup>/day/wellの地域とはほぼ等しい。又その分布状況、分布地域も(I)に述べたものとやや一致している。

普通には飽和度50%を越える水の産する所からは、メタンガスを採取できる可能性があるから、この地域内は注目される。

なお自噴井の存在しない長崎町南方地域については、スパイラル・ボーリングを行つて採水して得た地下水について測定した結果を、地下におけるガスの存在が確実である当地域内のある地区について測定して得たデータをもつて解釈するに、該地域はガスの賦存状況が良好であると考えられる。

南部及び北東部地域では、GII層はGIII層よりも産ガス地域が広く、北部の本楯附近ではGIII層の産ガス能力が大きい。

### 5. 地下水の性質とその分布状況

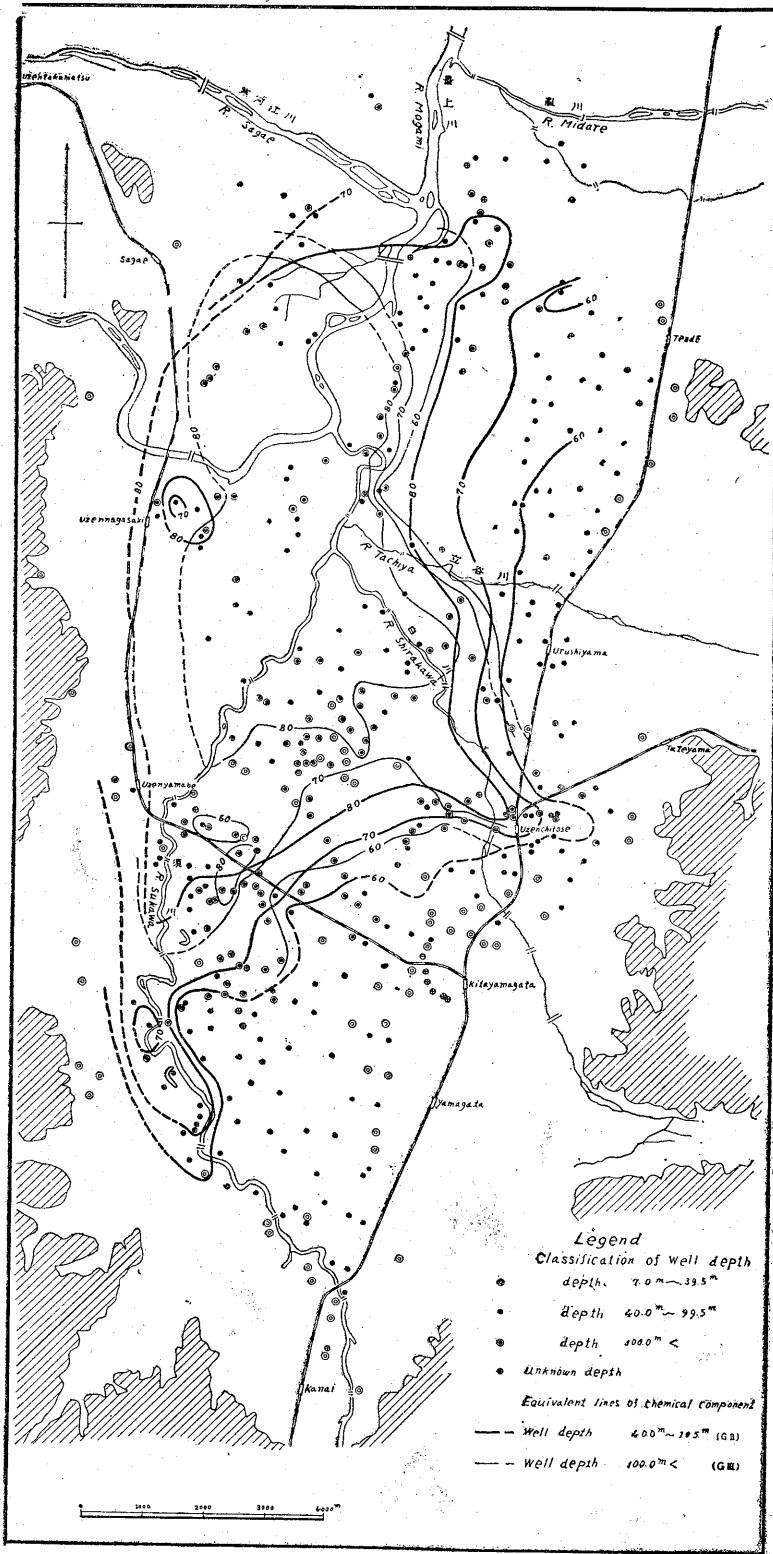
ガスの賦存する地域の地下水には、俗に言う「カナケ」が一般に強く、時には淡褐色で有機物による場合のように着色されたものもあり、NH<sub>4</sub>、KMnO<sub>4</sub>消費量、Ca、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、HCO<sub>3</sub>、遊離CO<sub>2</sub>に富み、pH値は低下する。またNO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>、SO<sub>4</sub>、溶存O<sub>2</sub>は皆無又は痕跡程度になる。H<sub>2</sub>Sはガス水中に見られなかった。

GII及びGIII層の含ガス水はHCO<sub>3</sub>>Cl>SO<sub>4</sub>の関係を示すが、周辺の非ガス地帯ではHCO<sub>3</sub>>SO<sub>4</sub>>Clの関係を示している。

CO<sub>2</sub>はガス田の中心部において200mg/lを越え、伏流水地域では10mg/l以下となる。産ガス地域では30mg/l<の値を示す。

HCO<sub>3</sub>は産ガス地域で300mg/l<を示し、伏流水地域では100mg/l>が多い。

pHはガス地帯で6.8>の値を示し、その分布状況はガスの分布状況と似ている。東側の扇状地の水は7.0<を示すが、南部の水は6.6~7.0前後でガスを産せずに



第3図 山形市附近天然ガス調査図  
天然ガスCH<sub>4</sub>濃度分布図

酸性なのはSO<sub>4</sub>…の影響である。

Clの分布は複雑であり、GII層については南部の非ガス地域に50mg/lを越えるものがみられるが、ガス地域の多くは10mg/l前後で非常に少ない。GI層最下部ないしGII層最上部では50mg/l前後を示すものが寒河江町本橋及び蔵増村西南附近にみられ、この地区ではCl量によって上下層の地下水を判別することができる。

NH<sub>4</sub>は最高100mg/lが測定され、産ガス地帯では10~50mg/lを示すことが多い。非ガス地帯では0~1mg/l程度である。

KMnO<sub>4</sub>消費量は産ガス地帯において50mg/l<を示し、ガス田の中心では100mg/l前後である。東側の扇状地の地下水は30~10mg/l、時に3mg/l程度の値をもっている。

Caはガス地帯において20mg/l<時に80mg/lを越えるものがある。その分布状況はガスのそれとよく一致する。立会川扇状地にはCaは少く10mg/l>である。

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>はガス地帯には3mg/l<が多く、扇状地水には2~0.5mg/l程度のものが多い。

SO<sub>4</sub>はガス地帯には0~痕跡程度であるが、非ガス地帯には10mg/l以上30mg/lに達するものがある。SO<sub>4</sub>は一般に地表水に多く、須川の河水では120mg/lが測定された。

NO<sub>2</sub>はガス地域と非ガス地域との境界に近く痕跡~0.1mg/l程度が測定される外、寺津村、寒河江町本橋附近に痕跡程度のものが見られる。

NO<sub>3</sub>はガス水中にはなく、非ガス地域の地下水にみられる外、地表にごく近い水にも測定される。その量は馬見ヶ崎川扇状地の伏流水に多く[40mg/lに及ぶものがあり、立会川扇状地北半には13mg/l

が測られた。

水中溶存  $O_2$  は3測線について測定したが、ガス地域には  $0.5 \text{ cc/l}$  であり、非ガス地域では  $5\sim7 \text{ cc/l}$  であつて、両者の境界は非常に明瞭であつた。

水温は  $12.0\sim22.0^\circ\text{C}$  の間にあり馬見ヶ崎扇状地の高楠村長岡の水は  $13.0^\circ\text{C}$  で冷たく、ガス田中心地域においては  $14\sim17^\circ\text{C}$  を示す。水温は水層の深度に影響される外に地域差がみられ、水温の特に高いのは柏倉門伝村の  $15^\circ\text{C}$ 、出羽村漆山附近の  $16^\circ\text{C}$ 、寒河江町附近の  $17^\circ\text{C}$  等の地域である。

ガス田地域の地下水には還元的性質を示す  $\text{NH}_4$  が多く、順次外側に  $\text{NH}_4$  が減じて非ガス地域との境界に  $\text{NO}_3$  を示し、更に外側の溝水地帯では  $\text{NO}_3$  がみられ、且つ  $\text{SO}_4$ 、溶存  $O_2$  をも存在するに至つて明らかな酸化帯となつてくる。このことは一面当地域の伏流水が強いことを意味するとも考えられ、酸化還元の状態や、窒素化合物の配列状況は興味ある事実である。

地下水の分布状況から互の相関関係を見出してガス探鉱に応用する以外に、ガス成因論の立場からも関心深いものがあるが、一応事実の記載にとどめて将来に問題を残しておくこととする。地下水の性質、自噴状況等についての季節的变化は相当に大きいと期待されるが、これも又将来の研究題目である。

## 6. 開発に関する意見

当地域の可採ガス賦存地域を G II 層について  $63 \text{ km}^2$ 、G III 層については  $38 \text{ km}^2$  として、下記の仮定の下に飽和埋蔵量を計算してみる。

層名	深度	含砂礫率	孔隙率	ガス水比
G II	40~100m	50%	25%	1:4
G III	100~200m	35%	25%	1:2
G II 層 予定飽和埋蔵量		118,000,000 $\text{m}^3$		
G III 層 " "		166,000,000 $\text{m}^3$		
総予定飽和埋蔵量		284,000,000 $\text{m}^3$		

同様に推定飽和埋蔵量は

層名	深度	推定埋蔵面積	含砂礫率	孔隙率	ガス水比
G II	40~100m	18 $\text{km}^2$	50%	25%	1:4
G III	100~200m	28 $\text{km}^2$	35%	25%	1:2

G II 層	推定飽和埋蔵量	34,000,000 $\text{m}^3$
G III 層	" "	123,000,000 $\text{m}^3$
総推定飽和埋蔵量		157,000,000 $\text{m}^3$
総飽和埋蔵量		441,000,000 $\text{m}^3$

これらを当ガス田の大きさを知らぬ一つの目安とすれば、新潟、千葉のガス田には及ばなくとも充分に開発の対象となり得る大きさを持つている。

現在における天然ガスの採取技術は大口径井、小敷井、セメンテーションの実施、孔明管使用、ガスリフトの採用等が一般的なものとなつている。当地域内では現在大郷村中野（山形天然ガス株式会社）、蔵増村（天童天然ガス株式会社）、寒河江町本楯（川崎医療器製作所）の3社が主として 100m 以浅のガスを開発し、夫々ガス  $1,000 \text{ m}^3/\text{d}$  (3井)、 $1,000 \text{ m}^3/\text{d}$  (70井)、 $2,000 \text{ m}^3/\text{d}$  (80井) を産している。当地域におけるガスの単位当り生産価格をごく概略的に計算してみると、所管降入井からの自噴採取が不利なことが判明する。所管井を大口径井に換えるには各々の採ガス層を別なものとし、又は一時的に大口径井から自噴採取を行つて、採ガス量の変化にもそなえる方法が良いと考える。

ガス水に塩分が少い点は排水に有利であるが、 $\text{NH}_4$  による農作物の被害がようやく顕著となつてきたから、重点的に良井を作り一井当りの産ガスを増加させることによつて排水費用を節約すべきである。

山形ガス田の特長は浅層にも優秀な産ガス層が存在し単位井当りの産ガス量が大きく、且つ都市が近く利用面にも恵まれていることである。この点を利用して積極的に開発利用をなすべきである。但し前述の各項からわかるように、南部及び北東地域では G II 層より G III 層はガス質が悪く、ガス量も少いためこの点は特に注意すべきであり、北西部の本楯、高屋、長崎町方面では深層を探索する必要がある。

当地域内ではガス開発に利用し得る科学的なデータの集積は、現在までほとんど行われていない。将来は地下管理のためのデータ、ガス使用のためのデータ等は的確且つ長期間にわたつて測定、記録、保管して合理的開発の基礎としなければならないと考える。

(昭和25年8月)