

日本の燃料資源の探鉱・開発上の地質学的諸問題

(その 1)

天然ガス

福 田 理

1. ま え が き

わが国において 天然ガスが本格的に開発・利用され始めたのは 戦後のことであるが それが燃料としてもまた化学工業原料としてもすぐれた性質をもっているため 各方面からの需要は増加の一途をたどり それに応ずるための生産の増加もまた急速であった。 とくに最近の数年間における天然ガス生産の伸びには 目を見はらせるものがある (第1図)。 なお 開発の現況を理解して頂くために 第1表に昭和36年12月末における各県別の天然ガスの坑井状況を また 第2表に種別・県別の同月における天然ガスの生産量を示しておく。

しかしながら このような開発の急速な進展に伴って いろいろな問題も起こってきている。 天然ガスの需要は今後とも急速な増加を続けるものと予想されるので ここに この多岐にわたる問題の中から 探鉱と開発に直結した地質学的な面をとり上げて 関係者各位のご参考に供する次第である。

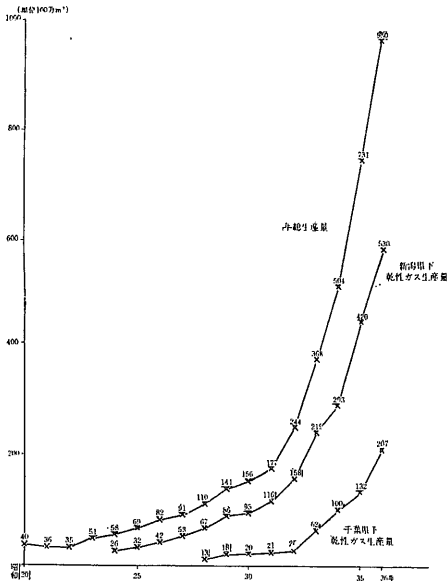
天然ガスについては この地質ニュースにおいてもすでに10数回とり上げられており 本稿を読まれる前に

予備知識として 次に列挙するこれらの関係記事 とくに *印を付したものを 一読頂ければさいわいである

地質ニュースに掲載された天然ガス関係記事

- 日本の天然ガス* 特集 No. 4 (1954 — 10)
- 石炭層ガスについて* 19 (1955 — 9)
- 天然ガスの新しい利用 25 (1956 — 5)
- 天然ガス特別研究3カ年計画 43 (1958 — 3)
- 炭鉱ガスについて(1) (2)* 47・48 (1958 — 7・8)
- ガスの地下貯蔵について* 51 (1958 — 11)
- 天然ガス徴候の見方と見つけ方 53 (1959 — 1)
- 南関東のガス田* 64 (1959 — 12)
- 最近発見された日本の新油田・ 71・72・74・76
- 新ガス田(1) (2) (3) (4)* (1960—7・8・10・12)
- 構造的ガス* 75 (1960 — 11)
- 琉球の天然ガス 77 (1961 — 1)
- 新潟ガス田の抗水圧入実験 78 (1961 — 2)
- 特集— 天然ガス* 83 (1961 — 7)

(*印はとくに重要なもの)



第1図 天然ガス生産量の推移

第1表 昭和36年12月末における天然ガス坑井状況

県別	月末坑井数			計	日開採坑井数	月開完了井数			月末掘きかけ井数			当月掘きかけ総延長 (m)				
	探鉱中	予備井	採掘中			成功	不成功	掘きかけ中	以	探	掘	探	掘	探	掘	合計
北海道	44	—	8	22	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
青 島	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
秋 田	20	92	2	114	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
山 形	10	—	2	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
福 島	72	3	1	26	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
茨 城	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
新 潟	212	56	179	447	6	4	4	7	1	1,805.00	1,184.50	721.20	3,710.70	—	—	
長 野	246	—	33	279	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
千 葉	544	23	129	696	5	13	—	5	1	2,285.50	10,748.50	13,034.40	—	—	—	
東 京	29	—	3	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
神 奈 川	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
静 岡	14	—	—	14	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
富 山	13	3	6	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
愛 知	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
石 川	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
福 井	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	1,127	177	363	1,667	14	18	5	13	2	1,030.45	3,470.00	11,555.10	16,064.55	—	—	

(石油統計月報 1961—12による)

第2表 昭和36年12月における天然ガスの種別・県別生産量(単位m³)

県別	種別		計	36年累計
	湿性ガス	乾性ガス		
北海道	179,292	531,725	711,017	6,970,478
岩手	—	—	—	—
秋田	16,267,659	61,538	16,331,597	166,285,391
山形	129,612	17,961	148,576	3,663,990
福島	—	1,714,719	1,714,719	21,560,137
新潟	19,522,731	36,131,873	55,651,607	529,991,645
長野	—	101,901	101,901	1,332,172
千葉	—	17,918,868	17,918,868	207,997,562
東京	—	952,382	952,382	10,141,687
神奈川	—	32,716	32,716	742,438
静岡	—	19,024	19,024	645,634
富山	—	116,290	116,290	1,402,725
石川	—	—	—	—
富山	—	—	—	—
合計	36,889,697	57,665,433	91,054,727	950,733,856

石油統計月報 1961-12-16

2. 探鉱上の地質学的諸問題

2. 1. 水溶性ガス

新潟県の天然ガスの生産は 1949年以降急速な増勢を示し 1957年には年産約1.5億m³に達し 当時の炭田ガスを除いた全国天然ガス生産量の60%をはるかに超えるようになった。これは新潟市を中心として発達する新潟水溶性ガス田の大発展によるものである。このガス田は下部更新統に属する魚沼層群中の砂礫層を主力とする水溶性ガス層を稼行するもので 20ダルシーから数10ダルシーにおよぶ高い浸透率と良好な連続性をもったガス層が多数賦存すること 海に面した工業都市に接すること等の好条件に恵まれている。しかし 1957年ころからようやく顕著になった新潟市を中心とする地盤沈下の主原因は ガス採取に伴う急激かつ大量の揚水にあると目され かつては日産100万m³を誇ったこのガス田も 近年あいついで生産の規制を受けた結果 1959年の夏をピークとして その生産量は逐次減少し 現在では日産20万m³を下まわろうとしている。

この新潟水溶性ガス田と対照的に 現在日産60万m³を超えて なお発展の途上にある水溶性ガス田が 南関東ガス田地帯と総称されているものである。本ガス田地帯は 九十九里浜 千葉県内陸および東京湾岸に分布する諸ガス田を含み 千葉県中・北部 東京都東部 神奈川県北東部 茨城県南部および埼玉県南東部にわたる広大な面積を占めている。南関東ガス田地帯は 地質学的にも 新潟水溶性ガス田とは非常に異なった性質を

もっている。すなわち 本ガス田地帯は鮮新・更新両統にまたがる上総層群中の水溶性ガス層を稼行するものであるが その主力となるガス層は 大田代・梅ヶ瀬両層の層位にある半深海堆積物中の砂層に胚胎しており したがって その浸透率も新潟水溶性ガス田のものに比べてはるかに低く 数100ミリダルシー前後の値を示す場合が多い。本ガス田地帯においてもすでにガス採取に伴う大量の揚水が行なわれているのであるが その結果と判断されるような地盤の沈下現象は 現在なおその徴候さえ見られない。

結果だけを述べて見ればきわめて簡単なものであるが 上に述べた南関東ガス田地帯の主力となるガス層の性質は 地表および多数の坑井から得られた化石有孔虫群集の多年にわたる研究の結果 ようやく判明したものであ



新潟県潟町にある人じ島 この島を基地として海底の天然ガスを採取する

る。(第3表および第4表) この結果は 今後の水溶性ガス田の探鉱に対して重要な示唆を与えるものと考えられる。すなわち 探鉱の候補地を選定する場合に 大田代・梅ヶ瀬の両層に近い層準にあって 半深海の堆積物中に相当な有効厚層を有する砂層を夾在している地層の伏在が想定されるところということが 選定の1つの規準となるであろう。今後の水溶性ガスの探鉱に当っては 従来考えられていた一般的な条件のほかに この点にも十分な考慮が払われなければなるまい。また すでに一応の探鉱が行なわれた地域で 芳しい結果が得られなかったところについても この点から再検討を加える必要があろう。たとえば 静岡県掛川地方においては この条件にかなった地層の伏在が想定されるところに対して 試錐は1本も行なわれておらず この地方にはまだまだ探鉱の余地が残されているということが出来る。ただし この際 探鉱の対象として考えられる小笠山の南西麓地域については 北方の大日砂岩層の分布地域 および西方の天竜川下流地域からの天水の侵入による鉱床の破壊ということにも 十分な注意が払われなければならない。また この地域には 掘さくの障害となる小笠山礫層が分布しており その基底の深度をある程度把握してから掘さくにかからなければならないが この基底の深度の想定は 小笠山を中心とする地表地質調査によっても ある程度まで可能であろう。

上に例を挙げてややくわしく説明したガス層の地質学的性質に次いで 今後の水溶性ガス田の探査に当って注意しなければならないことは 地表地質調査および試錐によって得られた地質柱状断面の性格の相違についてである。従来あまり注意されることのなかったこの相違には 重要なものが2つある。

その1つは 水溶性ガス田を構成している地層の中で地表に出ている部分は 堆積盆地の周縁部に堆積した特殊な相を代表している場合が多いことである。もっとも極端な例を挙げれば 南関東ガス田地帯における大田代・梅ヶ瀬両層の層位の半深海の堆積物は 本ガス田地帯の西縁部においては 扇状地様三角洲の堆積物である礫層 およびその上に重なり 粘土および砂からなる浅海の堆積物によって代表されている(第3表~第6表) このような事情にあるため 地質学的探査を進める場合に層位判定の物指しの役目をするいわゆる照合用断面(control section)としては 資料が整っている場合には 堆積盆地の中心に近いところで行なわれた試錐によって得られたものが理想的と考えられる

また 他の1つは 水溶性ガス田を構成している地層は一般にきわめてゆるい傾斜を示している関係から 地表で得られた地質柱状断面は 層位によって異なった場所に堆積した地層の断面をつなぎ合せたものとならざるを得ないのに対して 試錐によって得られたものは 大体同じ場所で上下に堆積した地層をそのまま代表していることであるしたがって 堆積盆地全体の問題をとり扱う場合に 試錐によって得られた地質柱状断面を使用する限り 特別な注意を払う必要はないが 地表地質調査によって得られたものについては その性格を十分考慮してかからなければならない

上に述べたように 地表地質調査によって得られる資料には 試錐によって得られるものに比べて いろいろな欠点もあるが また大きな利点もある。先に述べたように 水溶性ガス田を構成している地層の地表に露出している部分は 堆積盆地の周縁部に堆積したものである場合が多いのであるが それには 堆積盆地の中心部に堆積した地層からは読みとり難い地変の結果が記録さ

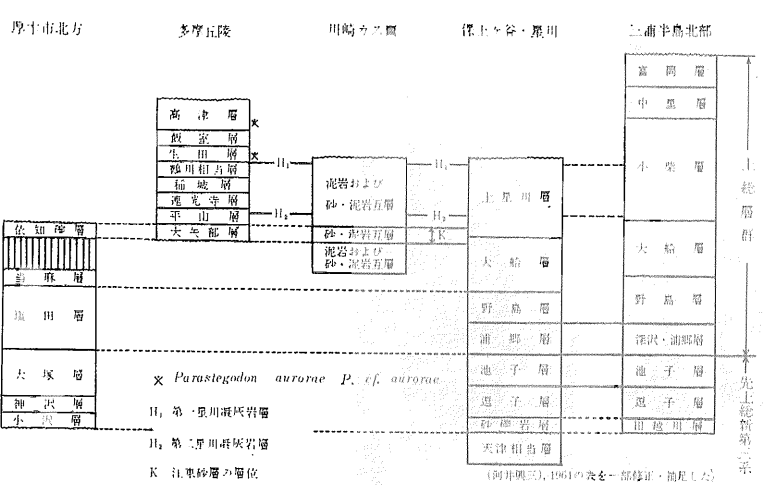
層序	地域	大多喜~茂原	九十九里	千葉県内陸
笠森層			Ephedidium clavatum- Pseudononion japonicum	
長南層				
柿ノ木台層		Cassidulina subglobosa		
国本層		Bulimina aculeata		
梅ヶ瀬層		Uvigerina akitaensis		
		Bulimina aculeata		
大田代層		Bolivina robusta-Bolivina spissa		
黄和田層		B. aculeata- C. subglobosa	(Stilostomella lepidula)	
		Bulimina nipponica		
大原層		Bulimina aculeata		
浪花層上部		NF	混合群集	

第3表 上総層群の標準有孔虫層序 (石和田・樋口・菊池, 1961から編集)

地域	東京湾西岸	東京・市川	東京湾東岸					内陸			九十九里	夷隅川・房総中部		
			船橋	習志野	八千代	千葉	八幡宿	五井	西部	東部			北部	中部
笠森														
長南														
柿ノ木台														
国本														
梅ヶ瀬														
大田代														
黄和田														
大原														
浪花														
勝浦														
野々塚														

第4表 南関東ガス田地帯における主要ガス層の層位分布

れていることさえある。たとえば南関東ガス田地帯の西縁部においては上総層群の中に明瞭な不整合—当麻層と依知礫層の間のもの（第5表および第6表）—が認められるがこの不整合は江東地区および、それ以東の地域の試錐から得られた地質柱状断面にはまったく認められない。この不整合によって示される地変は、大田代・梅ヶ瀬両層の層位の有力なガス層の形成に大きな関係を有するものであり、この不整合が与える探鉱上の示唆には十分な注意が払われなければならない。



第5表

上総層群を主とする対比表

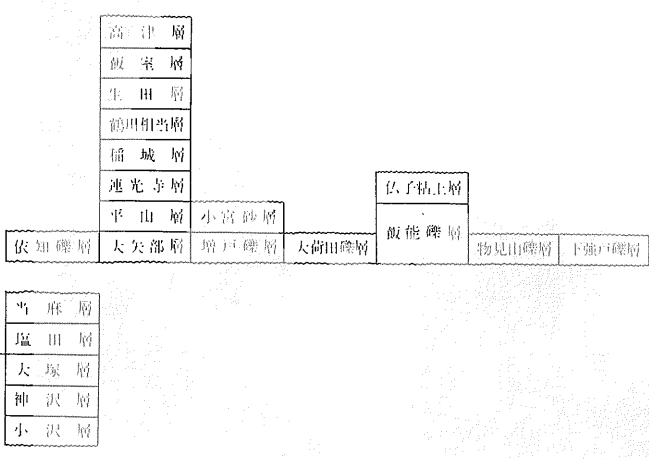
地表地質調査によって得られる資料のもう1つの利点は、いうまでもなく、それがきわめて明確なものであるということである。これよりさらに明確な資料として、連続的に採取された岩芯から得られるものがあるが、天然ガス試錐において、坑口から坑底にいたる全層準にわたって連続的に岩芯を採取することは、いろいろな事情からとても望めない。そこで、電気検層の結果を経とし、これにある間隔で採取された岩芯、および掘進に伴って上ってくる掘り屑の調査結果を緯として、地質柱状断面が作られるのである。この際、地表地質調査によって得られる明確な資料が大いに活用されなければならないのであるが、現在では、それが必ずしも理想に近い形で行なわれているとはいえない。そのもっとも大きな原因は、地表地質調査が精密な地質図の作成というところで終っている場合が多いことである。これでは、図示されている鍵層を掘り屑を頼りに地下で把握することは、まったく不可能である。そ

ここで地表地質調査において、凝灰岩や特殊な砂岩・礫岩等の鍵層となり、そうなものが見つかった場合には、その性質を定量的に把握しておかなければならない。とくに凝灰岩については、比較的簡単に知ることができる重鉱物組成ばかりでなく、斜長石のAn%ぐらいはぜひ出しておかなければならない。

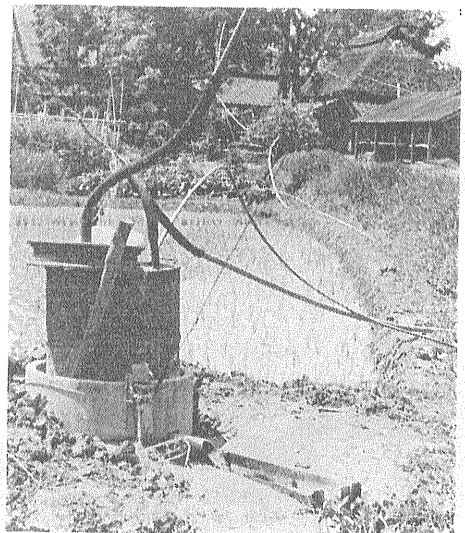
2. 2. 構 造 性 ガ ス

かつて全国天然ガス生産量の60%をこえる生産量を誇っていた新潟水溶性ガス田が、1957年ころからようやく顕著になった地盤沈下の結果、極度の生産制限をよぎなくされたことは先に述べたとおりであるが、全国天然ガス生産量は、このころからかえって急激に上昇している（第1図）。これは主として、構造型ガスの生産が軌道にのってきたことによるものである。最近掘さくされた構造型ガス坑井の中には、日産50万m³あるいは100万

厚手市北方 多摩丘陵 加住丘陵 草花丘陵 阿須山丘陵 物見山丘陵 八王子山

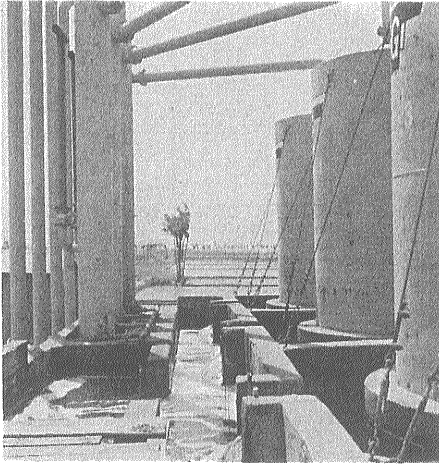


第6表 関東地方の西部および北西部における上総層群



原始的なガス・水分離槽 分離されたガスは民家の自家用に使われている

上総層群
先上総層群



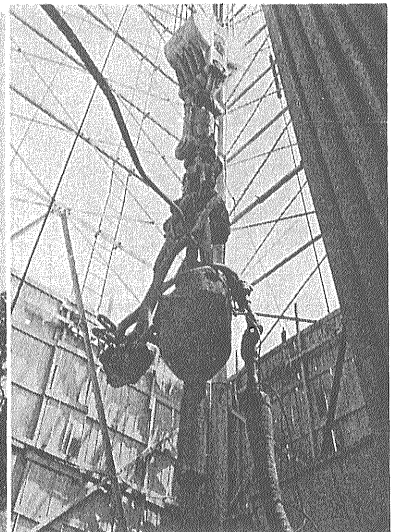
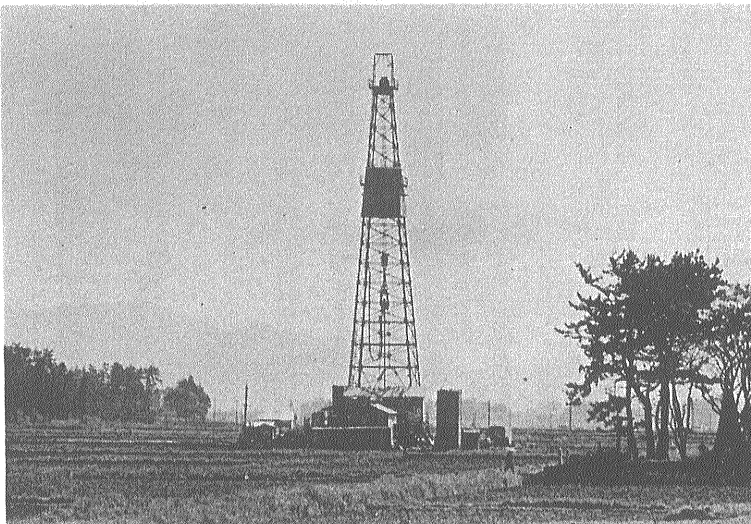
← 水溶性ガスはこのようなガス・水分離槽でガスを分離して採取する

m³ と伝えられるものもあり 構造型ガスが天然ガス鉱業界において占める比重は 今後 ますます大きくなるであろう。この構造型ガスの探鉱についても さきに水溶性ガスの場合について述べたことが大体あてはまるが 両者の性格のちがいがらくる多少の相違があり また 特別に考えなければならない問題もある。

水溶性ガスの探鉱に当って 古生物学的研究の結果が大きな示唆を与えることは 先に述べたとおりであるが これは構造型ガスについても 大体あてはまるようである。たとえば 新潟堆積盆地については 次のような事実が石油資源開発株式会社の新保久弥氏によって明らかにされている。すなわち 新潟堆積盆地においては天然ガスあるいは石油を多産する地層は 大局的に見ると 砂質有孔虫が豊富な地層でもある。砂質有孔虫は一般に停滞水域を好むとされており また このような環境は 天然ガスおよび石油の発生に適しているとも考

えられている。そこで 新保氏によって明らかにされた事実は 新しい探鉱の候補地を考える上にも 大いに参考になるものと考えられる。ただし構造型ガスは発生後の移動が水溶性ガスにくらべて大きく まったくガスの発生が期待できない地層あるいは岩石 およびそれらの中の割れ目にも 大量のガスが貯溜されている場合も少なくないことを われわれは 常に忘れてはならない。地表地質調査および試錐によって得られた地質柱状断面の性格の相違は 構造型ガス田についても 先に述べた水溶性ガス田の場合と同様に 非常に大きいとそのほかの問題の地質学的とり扱い方については 構造型ガス田の性格から 特別に考慮を払わなければならないこともある。

次に いろいろ考えられるこの問題の中から とくに筆者が重要であると考えていることについて 簡単に触れておきたい。近年における海洋調査の結果 従来一般にかなり平坦なものと考えられていた海底にも 相当な起伏があることが明らかにされたが この事実と 先に述べたように 天然ガスおよび石油が停滞水域において生成され易いと考えられることから見ると 地層堆積時の海底の起伏および環境ということも 今後の探鉱に当って ぜひ把握しておかなければならない基礎資料の1つと考えられる。これは 各層できれば鍵層と鍵層の間の等層厚線図をえがくことによって ある程度知ることができるが 古生態学的研究の結果を等層厚線図と有機的に結びつけて考えるならば より明確な知識が得られる。等層厚線図をえがく場合の基礎資料は 大部分試錐に依存している関係上 この際の古生態学的研究の材料は 必然的に有孔虫を主とする微化石ということになる。



天 然 ガ ス 坑 井 の 掘 さ く

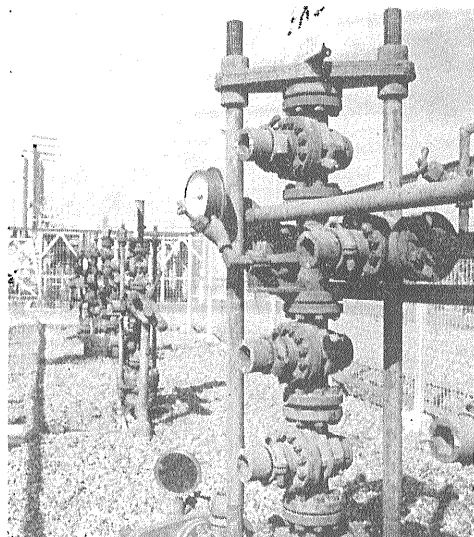
現在の構造性ガス探鉱の主力も、水溶性ガスの場合と同様に、平原下の伏在ガス田に向けられているが、これには必然的な理由がある。すなわち、本邦の構造性ガス田の実例について見ても、また、構造性ガスの集積を理論的に考えて見ても、大規模な構造性ガス田は平原下に期待されるのである。構造性ガスの鉱床形態は、石油の場合に準じて、第4図に示すように、背斜型、断層封塞型、不整合封塞型、尖滅封塞型および不同孔隙封塞型の5型に分類されているが、大規模な構造性ガス田の鉱床形態は、厳密に言えば、これらのいずれにも属さず、褶曲沈降地域の潜在ドーム型ともいふべきものである。ここに褶曲沈降地域としたものは、褶曲しながら全体として沈降している地域であり、これに対して、褶曲しながら全体として隆起している地域は、褶曲隆起地域と呼ばれている。そして、本邦の第三系について見ると、褶曲沈降地域が一般に平原域となっているのに対して、褶曲隆起地域は丘陵地あるいは山地となっているのが普通である。また、褶曲沈降域にくらべて、褶曲隆起地域は一般に複雑な地質構造を示しており、したがって冠岩があっても、それが毀損される率が高いわけである。深部潜在ドーム構造は、褶曲隆起地域にも知られているが、そこに構造性ガスが発見されないのは、このような理由によるものと考えられる。これに対して、石油は、構造的に高い褶曲隆起地域に移動しても、ガスにくらべて、漏出することが少ない関係上、油田はこの地域に見出される場合が多いのである。

以上に述べたような理由から、構造性ガス探鉱の際の地表地質調査は、平原域に対して行なわれる試錐および物理探査の結果の解釈に必要な資料の収集に重点を置いて行なわれなければならない。この地表地質調査によ

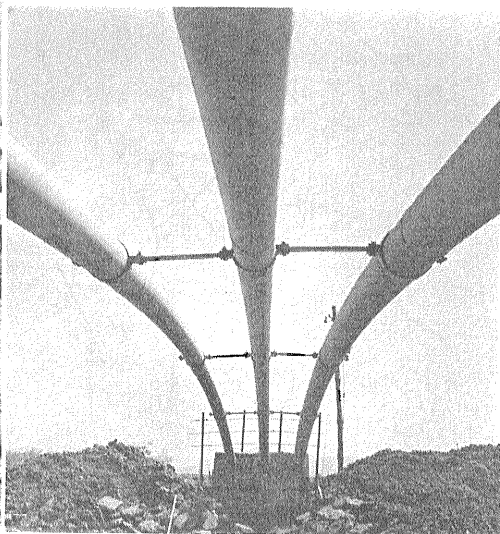
って得られる資料の意義、および今後重点的に行なわれなければならない調査・研究については、先に水溶性ガス探鉱の場合について述べたことが、そのままあてはまるが、それらのほかに、次に述べるような新しい研究課題もある。

戦後、本邦においてもさかんに行なわれるようになって物理探査は、大規模な構造性ガス田が平原域に主として期待される関係から、その探査に当って、大いに活用されなければならない有力な武器である。一般に地震探査に先行して行なわれる重力探査については、とくに述べることはないが、地震探査によって識別される速度層の地質学的意義については、もう少し掘り下げて考える必要がありはしないだろうか。われわれが地震探査によってとくに知りたいのは、探鉱の対象となる地層群たとえば新第三系の基盤の深度であるが、この深度が大きい場合には、地震探査によってこれを明確につかむことは、現状ではなかなかむずかしいとされている。たとえば、今後の探鉱が大いに期待される関東地方においては、第2図に示すような測線について地震探査が行なわれており、その結果にもとづいてえがかれた新第三系の基盤の状態が第3図であるが、この図に示されている基盤面等深線は、群馬県の南東部から埼玉県の一部にわたる基盤面の深度の大きいところについては、解釈をかえればもっと浅くもえがけるのである。関東山地の東縁部の地表および地下に分布している新第三系の基底部には、厚いアルコーズ砂岩があり、これが地震探査によって識別されたどの速度層に属するかが明らかにされれば、第3図の基盤面等深線をもっと明確なものにすることが可能になるであろう。このように、地震探査をある測線について機械的に行なっただけでは、大きな効果は期待されないのであって、今後の地震探査は十分な地

→
地下深部に賦存する高圧ガス層からうまく多量のガスを産出させるために、坑口に設けられたバルブ装置で、その形が似ているところから、クリスマスツリーと呼ばれている



クリスマスツリー



天然ガス輸送のパイプライン

質学的配慮の上に行なわれなければならない。調査の手段によって結果に矛盾が生ずるのは当然であるということはよく耳にする言葉であるが 調査が正しい自然科学的認識の上に行なわれる限り こういうことは決して起らないはずである。

先に述べた水溶性ガスは 地下に相当なひろがりをもって伏在している化石水層中に胚胎するもので 特別な場合を除いては その探査に当って 局限された貯溜槽というものを考える必要はないが 構造的な貯溜槽はかなり限定されており その探査はこのような貯溜槽をつかむ方向に向かって行なわれなければならない。構造的なガス田の鉱床形態については 先に述べたとおり油田のものと同様であるが それらはいずれも精密な地質調査および物理探査の結果を総合して判断することによって 難易の差こそあれ ある程度までその存在を推定することが可能なものである。しかし これらの中で 断層封塞型鉱床およびその変型である断層破碎帯に伴う裂罅そのものを貯溜槽とする鉱床の探査については 最近炭田ガスの探鉱に応用されはじめた断層その他の割れ目の研究の応用が考えられるが これについては 次の炭田ガスのところで触れることにする。

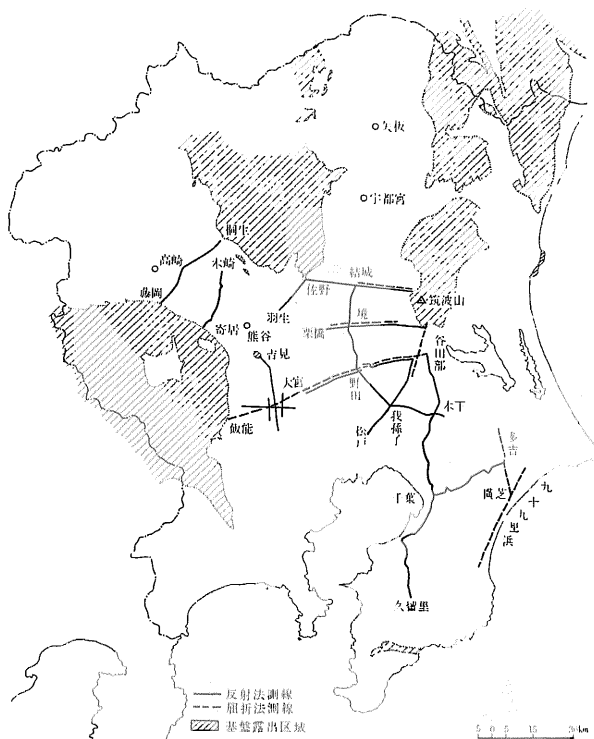
2. 3. 炭 田 ガ ス

炭鉱では 石炭採掘時にメタンの湧出が見られる場合が多く これがガス爆発等の事故発生の原因となってい

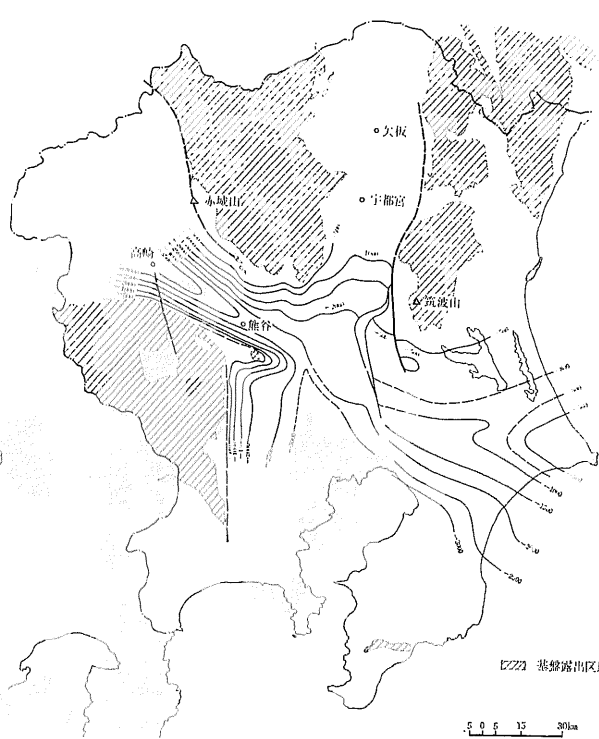
る。そこで 坑内保安の立場から 通常強制通風によって メタン濃度を1%以下にして坑外に排出しているのであるが 石炭局の調査によれば 1960年度におけるこの排気ガス量は メタン濃度 100%換算で約12億 m^3 となっている。この数字は 1961年度における全国天然ガス生産量(約9.5億 m^3)をはるかに超えるものである。これは炭田ガスの一部分に過ぎないのであって この一事からも メタン資源としての炭田ガスの重要性がいかに大きいか分かるであろう。

上に述べたように 保安上の立場から放出されている炭田ガスの量は莫大なものであるが 実際に利用されているのは これにくらべて微々たるものである。これは 坑内では強制通風を行なっているため 坑外に誘導されたガスの濃度は低下し 一般に そのままでは燃料としても使用できないからである。そこで 炭田ガスを利用する場合には はじめから必要な濃度のガスを採取し得るような方法が講じられなければならない。

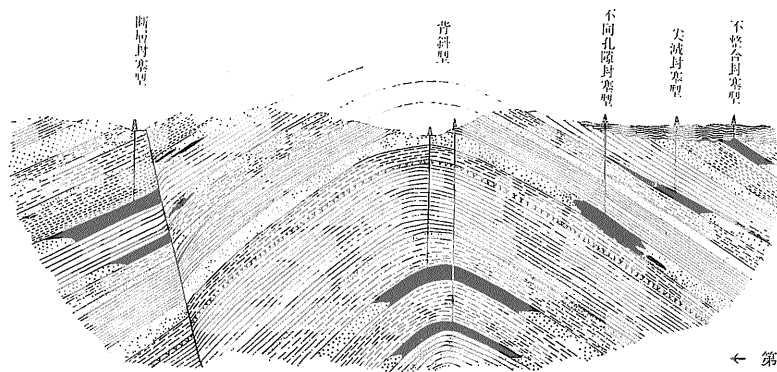
1950年ころから 西ヨーロッパにおいて さかに行なわれるようになった炭鉱のガス抜きは 単に坑内の保安のためばかりでなく 利用可能な濃度を有するガスを採取するために考え出されたもので わが国でも この新技術を導入して 1952年ころから 組織的なガス抜きが行なわれるようになった。そして 一部においては 化学工業原料としても使えるような高い濃度のガスを採取することに成功し これを利用して アクリルニトリ



第 2 図 関東地方における地震探鉱測線図



第 3 図 関東地方における基盤面等深線図



← 第4図
油田および構造性
ガス田の鉱床形態

ル メタノール アンモニアおよびカーボンブラック等の製造が行なわれている。

現状では 地表からの試錐によるガス採取が 大量に良質のガスを得るのに一番手近かな方法である。常磐炭田や夕張炭田等においては この方法によるガス開発が行なわれている。常磐炭田においては ガス井はすべて断層と密接な関係をもって分布しており ガスの流動や貯溜は断層に伴う裂隙帯に支配されるところが少なくないと考えられる。従来 地表地質調査においては断層それ自体の性質については 一とりの注意が払われていたが 地質学的に見てある単元に属すると考えられる地域全体における断層その他の割れ目 すなわち断裂系 (fracture system) というものには あまり注意が払われていなかった。最近行なわれた地質調査所の星野一男技官の研究の結果によると 常磐炭田におけるガスの賦存状況は 断裂系ときわめて密接な関係がありしかも後者には著しい規則性が認められる。それ故このような断裂系の研究は 炭田ガスの探鉱ばかりでなく構造性ガスの探鉱に当っても 今後 大いに活用されなければならないと考えられるので 次に星野技官の研究結果の概要を紹介しておく。

常磐炭田の第三系に見られる断層は 北北西—南南東および北西—南東の2系統に大別され 後者に属するのは さらに2系統に細分できるようである。また節理の走向は 付近の断層に平行しているものを除くと ほぼ $N10^{\circ}E$ および $N40^{\circ}E$ のものが顕著であり 岩質による差異はないようである。これらの断層および節理は ほぼ $N15^{\circ}W$ 方向の断層作用が基本となったものとする その副次的な剪断作用の現われとして 理論的に導かれるものとよく一致する。このように 断裂系には規則性があるので これを地表地質調査によって

把握しておくことは 炭田ガスの探鉱ばかりでなく 構造性ガスの探鉱に当っても 大いに役立つであろう。

炭田ガスの組織的な調査はまだ始まったばかりであり 現在行なわれている地質学的調査においては ガスの賦存状況を明らかにすることに重点が置かれている。そのために地質調査所が重点的に行なっている調査の1つに佐々木実・永田松三両技官が主として担当している坑内試錐によるガス圧測定がある。これは 坑内において地層中に設けられた 長さ30~60mのガス圧測定孔にパッキングのついたパイプを孔底から約1m手前まで挿入し 孔口とパッキングの間をセメントで充填し パイプを圧力計に連結して 直接ガス圧を測定するものである。いろいろな事情から この方法によるガス圧の測定は 主として炭層に対して行なわれ その他の地層中における測定例は少ないが すでに 大きな成果を上げて 各方面から注目されている。

しかし この方法による測定は 坑壁から坑内試錐が可能な範囲内に限定されるため この方法だけによって炭田ガスの賦存状況を全体的に把握することは不可能である。幸い 炭田地帯においては 常に多数の探炭試錐が行なわれているので これを利用して ガスの賦存状況の概要だけでも知る方法はないであろうか。そこで考えられるのは 油田および水溶性・構造性両ガス田においてさかんに行なわれている油層工学的諸測定的应用である。ただし この応用を行なうに当っては 地質学的諸条件を十分考慮に入れて どのような測定をいかにして行なったらよいかを慎重にきめるとともに 出てきた結果についても それがどのような意味をもつかということを常に考えながら 仕事を進めなければならない。探炭試錐の際には 一般に全層にわたる岩芯の連続採取が行なわれており それに要する経費および時間は莫大なものである。しかし 現状ではそれを償うだけの資料が探炭試錐から得られているとはいえない。

石油および天然ガス試錐においては 岩芯の採取がまったく行なわれない場合も少なくないのであるが それからは 一般の探炭試錐の場合とは比較にならないほど多くの資料がとられている。 検層技術および油層学的測定技術が非常に進歩している現在 探炭試錐そのもののあり方についても この際根本的に考え直す必要がありはしないだろうか。

3. 開発上の地質学的諸問題

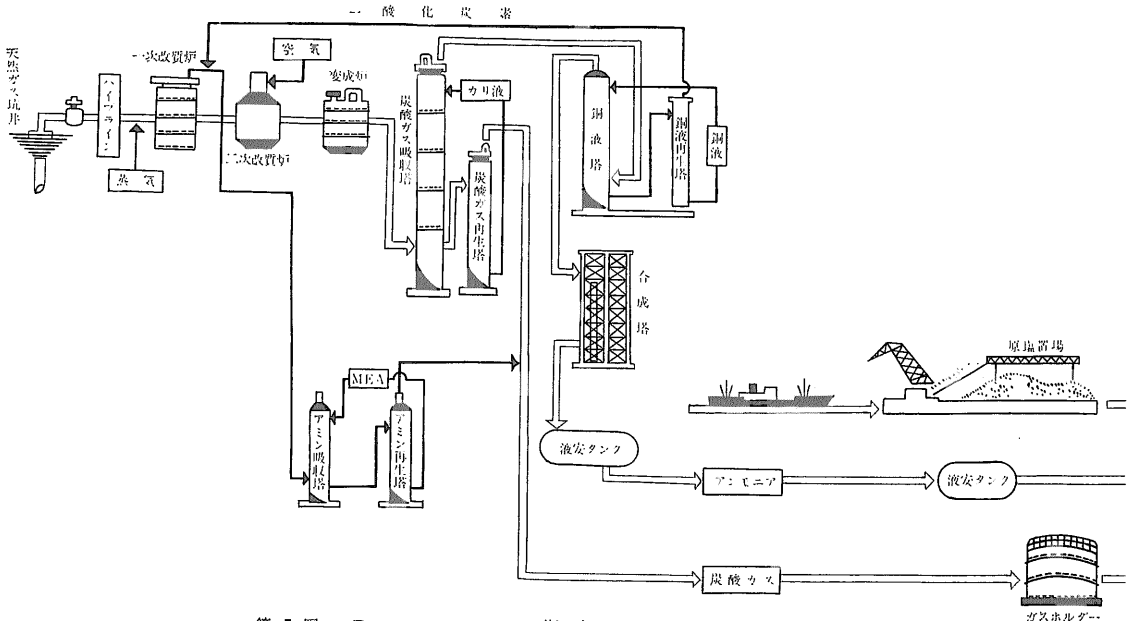
天然ガスの開発に当って まず考えなければならないことは それが現在どのように利用されているかということである。 第7表は昭和36年12月における天然ガスの産業別出荷状況であるが これを見ても明らかなように 天然ガスは その出荷量の実に70%以上が化学工業原料として使用されているのである。 これは天然ガスの化学工業原料としての優秀性を示すものであり ガス化学工業の成長とともに この方面の需要は今後とも増加の一途をたどるものと思われる。 そして ここに天然ガス鉱業の特異性が生れるのである。

ガス化学工業の製品としては 尿素・硫酸・塩安等の肥料 メタノール・アクリルニトリル（オーロンやカネカロン等のアクリル系繊維および合成ゴム・合成樹脂等の原料）・アセトンシアンヒドリン（美麗な高級樹脂であるメタアクリル樹脂の原料）・青化ソーダ（顔料・メッキ・鉱山用ならびに一般化学用シアン原料）等の有機化合物 アンモニア・ソーダ灰（炭酸ナトリウム）等の無機化合物およびカーボンブラック等があるが（第6図） 何を作るにしても 工場

の設計上 一般に原料であるガスの供給は 常に一定の水準以上に保たなければならない。 すなわち ガス化学工場においては 巨大な圧縮装置や反応装置等がオートメ化された一貫作業のために 複雑な関係をもって連結・配置されて 各種の製品が 原料のむだなく一貫した流れの中で作られるようになって この巨大な設備は 常に一定水準以上の原料の供給がなければ 安全に運転することが不可能であり 原料の供給が減った場合に 製品の量を減らせばよいというものではないのである。（第5図）

その上 ガス化学工業 とくに肥料製造工業においては 従来から原料高の製品安ということがいわれており 貿易の自由化とともに この傾向はますます強まろうとしている。 それ故 いくら一定水準量以上のガスの供給が必要であっても ガスが余っている遠隔の地からパイプ輸送等によって ガスを工場まで運ぶということは 経済的な理由から思いもよらない。

そこで ガス化学工場の建設に当っては 少なくとも工場の運転開始の時から 建設費の消却がすむまでの間 工場の近くから 必要量のガスを定常的に供給し得る見通しを立てておかなければならない。 このガスの供給を普通の型の水溶性ガスに求める場合には ある範囲内における当面のガス生産能力および埋蔵量を 比較的少数の坑井の観測資料によって 大体知ることができるので 先行きの見通しを得ることも むずかしいことではない。 しかし ガスの供給を特別な型の水溶性ガス・構造化ガス あるいは 炭田ガスに求める場合には掘さくされた坑井について それ自身の当面のガス生産能力を観測によって求めることはできるが 各地域について

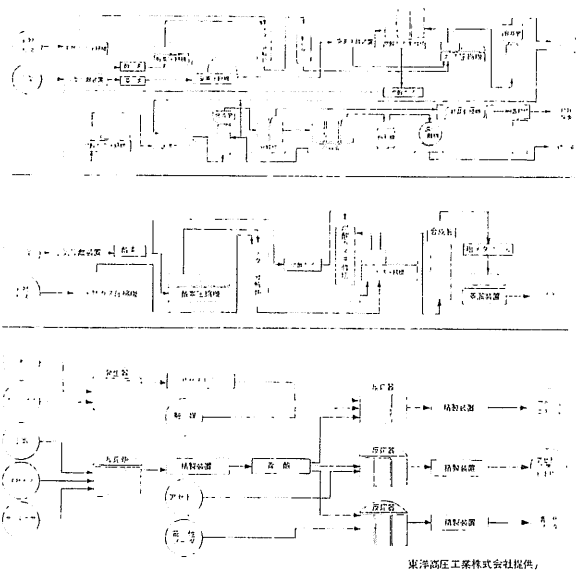


第5図 アンモニア・塩安・ソーダ灰の製造工程

先行きの見通しを立てるのに必要な資料を整えることはなかなか容易でない。ただし構造型ガスの日産数10万m³ というような巨井については 実際の生産を その何分の1かに落している関係上 近い将来における内輪見通しだけは立てられる。

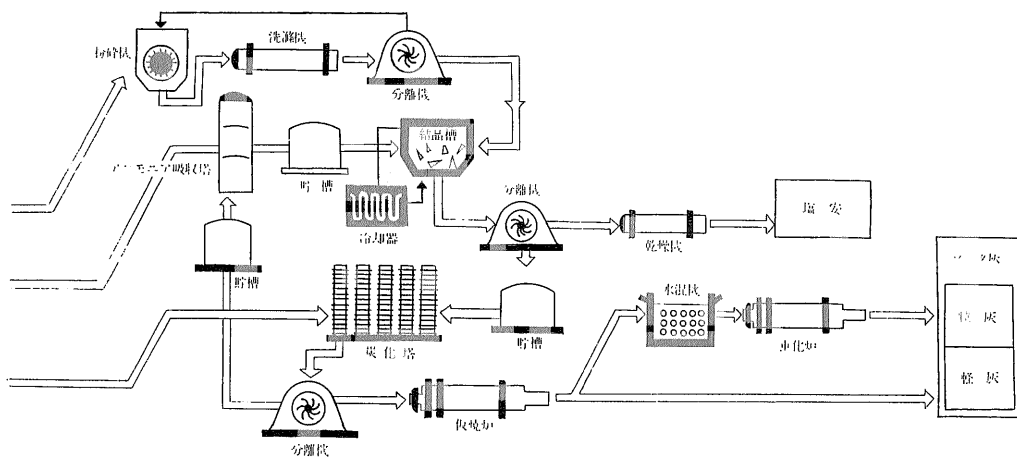
以上のような現状に対する対策として いろいろなのが考えられているが 差し当って考えなければならないことが2つある。その1つは 常に十分な埋蔵量を確保しておくことであって 現在 運転中の井戸の生産が落ちた場合に 直ちに予備坑井の運転開始あるいは新坑井の掘さくを行なうことによって 生産の落ちをカバーすることである。他の1つは 観測井を設けることであって これによって 類似した条件をもった採収井の将来を ある程度まで予測することができるよう準備しておくことである。次に このような観測井が必要なことを 例を挙げて説明しよう。

南関東ガス田地帯が 今日のように 本邦の天然ガス鉱業界において 重要な地位を占めるに至ったのは その他に比類を見ないすぐれた立地条件によるところも少なくないが 茂原ガス田において 開発の進展につれて産出ガス水比が高まり その値が20以上にも達して 現在大体その水準を保っていることによるところが大きい。この特殊な型の水溶性ガス鉱床は 茂原型ガス鉱床とも呼ばれている。この産出ガス水比の上昇の原因には 断層封塞構造的な要素も加わっているであろうが その他に より大きな原因として ガス採取層内の流体圧力の低下につれて ガスが遊離してくるばかりでなく



第6図 主要なガス化学工業製品の製造工程

断層 その他の割れ目を通して 採取層以外の地層から ガスが鉛直に近い方向で供給されているのではないかと いうことが 一般に考えられているようである。この程度の定性的な莫然とした説明しかなされていない現状においては 今後さらに開発が進められた場合に 現在ほぼ一定の水準を保っている高い産出ガス水比が 果していつまで続くものか また 開発の日の浅い坑井については 今後どの程度の期待が持てるのかという問題に 答えることは まったく 不可能であるというほかない。そこで 深・浅2本の坑井を隣接して掘さくし



産 業 別	鉱 業				製 造 業						
	天然ガス 産	圧縮天然 ガス生産額	食 料 品	繊維工業	パルプ・紙 加 工 品	化 学 工 業	有機工業製品	其 他	小 計	産 業 上 品 製 業	
北海道	12,528	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
秋 田	915,429	499,170	17,130	—	2,881,480	4,063,995	5,319,077	—	9,383,072	5,754	
山 形	2,969	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
福 島	463	141,408	—	—	—	121,372	1,376,359	—	1,497,731	—	
新 潟	304,994	1,052,921	111,779	54,950	2,513,551	24,440,742	9,731,137	6,978,291	41,156,170	733,275	
長 野	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
千 葉	106,669	751,105	—	—	—	5,512,840	3,967,030	4,213,674	13,683,544	—	
東 京	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
神 奈 川	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
静 岡	—	—	—	—	—	—	9,576	6,451	16,127	—	
富 山	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
合 計	1,342,452	2,444,604	128,917	54,950	5,395,031	34,138,949	20,403,279	11,198,416	65,740,644	739,029	
構成比(%)	1.48	2.70	0.14	0.06	5.95	37.67	22.51	12.36	72.54	0.82	

第 7 表
昭和36年12月にお
ける天然ガスの産
業別出荷状況

浅い方の坑井だけを汲んで その産出ガス水比その他の変化を見るとともに それが深い方の坑井に与える影響を調べる等 ガスの採取を直接の目的としない観測井の整備が どうしても必要になるのである。普通の型の水溶性ガス田の開発に当たっても 地質学的に考えなければならぬ大きな問題が2つある。これらの問題はいずれも 水溶性ガス田におけるガスの採取には 大量の揚水が伴うということに根ざしている。

その1つは 新潟水溶性ガス田で大きな問題になった地盤の沈下に関するものである

鉱床としての規模も大きく また 本格的な開発が行なわれている水溶性ガス田としては 新潟のものを除けば 現在のところ 南関東ガス田地帯と総称されるものがあるだけであるが ここにおいては すでに大量の揚水が行なわれているにもかかわらず そのためと考えられる地盤沈下の例はまだ知られていない。むしろ 江東地区において見られるように ガス坑井の浮き上り量とその付近の地盤の沈下量が一致していることから この地区の地盤の沈下が浅層の揚水によることが証明された例さえある。しかし この問題については 将来問題が起った時の合理的な解決に備えるためにも その基礎的な資料を把握しておかなければならない。この資料として とくに重要なものは 地層の圧密現象に関するものである。沖積層の圧密現象については 本邦においても古くから研究されているが それより古い地層のそれについては 現在まったく資料を欠いている状態である。今までの経過その他から見て 南関東ガス田地帯における産ガス層である上総層群に属する諸層 およびそれと類似した地質学的条件を備えた地層には その圧密現象による収縮は ほとんど起らないものと一応考えられているが これらの地層に対しても その圧密現象に関する資料の整備を目的とした試験と研究が 早

急に計画・実施されなければならない。

他の1つは 排水の処理に関する問題である

水溶性ガスの採取に伴って 排出されるガス付随水は天然ガス鹹水とも呼ばれているように 一般に海水に近い多量の塩分を含んでいる。この塩分を完全に除去して利用するとともに 排水を無害なものにしてしまうのも1つの方法である。しかし この方法については 現在 研究が行なわれている段階であり 当分の間は 大量の排水を他の方法によって処理しなければならない。現在 一般に行なわれている処理方法は 排水の海への放流であるが 内陸地域の開発に当たっては 排水路の建設費が非常に大きなものになる。その対策の1つとして 排水路の問題だけを扱うある組織を作り それによって排水路を合理的に建設・整備することが考えられる。また もう1つの処理方法として 排水の地下圧入が試みられている。これについては 新潟水溶性ガス田において 地盤沈下対策の1つとして その実験が大規模に行なわれており すでに大きな成果が得られているが 本ガス田のガス層の浸透率は 他の水溶性ガス田のものにくらべて きわめて大きいのであり 本ガス田の場合のように能率のよい地下圧入が 他の諸ガス田においても可能であるとは考えられない。しかし 新潟水溶性ガス田の場合を除いては これについての具体的な知識はまったく不足しており 他の諸ガス田においても この実験を組織的に行なって 基礎的な資料を整備することが先決問題である。

4. 結 言

天然ガスの需要は 現在使われている分野だけについて見ても 今後とも膨脹の一途をたどるものと予想される。また その新しい利用面も開かれようとしているたとえば アメリカで発明されたH-アイアン法と呼ば

(単位 億円)

鉄鋼	その他	合計	電気・ガス・水道業			サービス業				その他の産業	合計		
			電気	ガス	水道	対個人サービス	医療保健	その他	合計				
—	—	—	489,935	167,889	—	657,815	—	—	—	—	49,674	711,017	
—	—	12,287,444	—	1,156,697	—	1,156,697	—	11,196	—	11,196	69,861	14,839,797	
—	—	—	—	117,815	—	117,815	—	—	—	—	170,811	291,695	
—	—	1,497,731	—	70,069	—	70,069	—	—	—	—	—	1,709,671	
2,405,295	243,890	47,212,910	—	5,968,575	—	5,968,575	35,321	330	—	37,657	73,308	126,065	54,738,773
—	—	—	—	104,901	—	104,901	—	—	—	—	—	104,901	
—	1,061	13,694,605	—	2,383,359	—	2,383,359	37,576	1,500	—	39,076	13,881	16,988,695	
—	—	—	—	919,270	—	919,270	31,209	—	—	—	31,209	950,479	
32,716	—	32,716	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32,716	
—	—	16,127	—	32,718	—	32,718	—	—	—	—	—	48,815	
—	—	—	—	116,290	—	116,290	—	—	—	—	—	116,290	
2,438,011	244,851	74,741,533	489,935	11,037,574	—	11,527,509	104,697	13,026	—	37,657	154,780	412,292	90,623,170
2.69	0.27	82.47	0.54	12.18	—	12.72	0.11	0.02	—	0.04	0.17	0.46	100.000

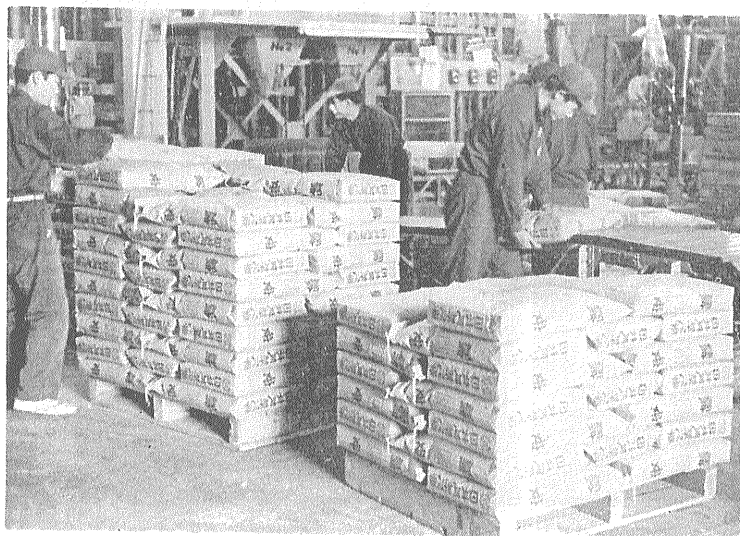
石油統計月報
1961-12による

れる製鋼法がある。これは高炉によらないばかりでなく鉄鉄の製造をも目的としないものである。すなわちこれは鉄鉱石から直接鋼を造る方法の一つであって天然ガスや石油の部分酸化によって得られるH₂を一定流速・一定圧力(約32kg/cm²)および一定温度(538°C)で粉鉄を導入した反応塔に送りこみ粉鉄が流動状態となりガスとの接触面が最大となる条件下で速やかに還元する方法である。現在のところこの方法には改良を要する点が残されており実用化されるに至っていない。よく知られているように現在では高炉から出る溶鉄を原料として鋼が造られているのであるがわが国は高炉に必要な良質のコークスの原料である強粘結炭資源に乏しくその大部分を輸入に仰いでいる。そこでH-アイアン法が改良されて実用化された際には天然ガスの需要がさらに飛躍的に増大することは確実である。またH-アイアン法の実用化ということを除いても鉄鋼産業における天然ガスの利用は燃料効率資本節約自動管理の可能性等の面から見て石炭および石油にくらべてきわめて有利なのでわが国に

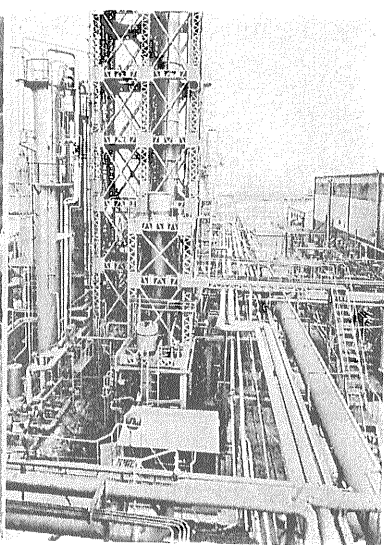
においても鉄鋼業界が天然ガスの大市場となる日が近いであろう。

このような予想される需要の増大に対処するにはまず新しい天然ガス鉱床を見つけるとともにその合理的な開発を計らなければならない。本稿においては天然ガス資源の探鉱・開発に関する技術的な諸問題の中から地質学に関係が深いものを幾つかとり上げたに過ぎないが本稿が少しでも関係者各位のお役に立てば幸いである。わが国の天然ガス鉱業界は技術的な問題以外にも早急に解決されなければならない多くの問題をかかえているのであるがそれらについては近く出版される天然ガス白書(仮題)の中の関東地方関係の記事のところでかなり具体的に論じてあるので必要とあれば御参照頂きたい。なお今後のガス事業を考える上に忘れることのできないガスの地下貯蔵の問題については稿を改めてくわしく論ずる機会のあることを期待してこの問題に触れなかったことを付記しておく。

(筆者は燃料部 石油課)



天然ガスは 化学肥料や各種化学工業原料として広く利用されている (日本瓦斯化学KK提供)



アンモニア製造工場