

新潟ガス田の地質

伊田 一善*

Résumé

Geology of the Niigata Gas Field

by

Kazuyoshi Ida

The Niigata natural gas field is situated in the northeastern part of Niigata basin in an oil province of Japan Sea coast. The youngest gas-bearing main gravel beds of the Cenozoic are G₁, G₂, G₃, G₄ and G₅ in descending order in general trend in N-S with low dips to the west. But their dips are always not equal. Every bed has the simple relation in depth with each other, except G₁. This fact suggests the gas-bearing beds lie in concordant, though their structures are slightly different.

1. 序 言

昭和25年6月より7月における新潟市より西蒲原平野にわたる天然ガスの総合調査の一環として行つた坑井地質調査の結果の概要はすでに報告した通りであるが、その後G₅層("P層")の開発が進み多くの坑井地質資料が加えられたので昭和28年夏これを調査し、さらに昭和29年9月までの坑井の資料を追加した。したがつてこゝにまとめたものは浅層井は昭和25年7月までのものであり、深層井は昭和29年9月までの坑井を含めている。たゞし地域は新潟市附近に限定した。

こゝに種々の資料を提供された新潟県商工部資源課・帝国石油柏崎鉱業所・同新潟鉱業所・日本鑿泉・北陸鑿泉・利根ボーリング・共栄興業・新潟交通・北越製紙・日本軽金属その他の関係諸会社の各位に対し、また併せて資料整理に援助を受けた新潟大学理学部地質教室の各位に対し深甚な感謝の意を表するものである。

2. 調査方法

本ガス田の地層の対比に際して電気検層図が比較的よく利用するのでこれを重視し、ついで網式掘鑿井の鑿手柱状図で地質をおさなつた。たゞし電気検層を行つているロータリー式掘鑿井は一般に地質柱状図の精度が劣るため、電検曲線と地質との対応については当該井近傍の地質(鑿手)柱状図を参照した。

地層として対比の基準に取りあげたものは砂礫層であ

つて、ことにその上限に着眼した。その理由は調査範囲内の泥質岩は一般にきわめて軟弱であり、分布の広い"硬盤"を構成しない。したがつて多くの鑿手により一様に把握され、また比較的信頼度の高いものは水層を期待しうる砂礫層の上限である。砂礫層の下限は地層界として掘進中の把握が上限に比しむずかしいため必ずしも信頼しうるとは限らない。例えば礫層の下位にある泥質岩は鑿手の記録によれば"含礫粘土"とされているものがあるが疑わしい。

また淘汰不良の砂質泥がたまたま出現するので砂質泥と泥質砂との識別は鑿手によつて必ずしも一定でない場合が多い。

地層の判定は柱状図に記載された語句に忠実にしたがつて表現したので、整理後も鑿手の地層判定の個人差は残り、全体の岩相の表現は必ずしも統一のとれたものとは限らない。例えば粗粒岩としたものの原記載には砂利・礫・玉石・砂利まじり砂・玉石まじり砂利・大玉石・粘土まじり砂礫等がある。

新潟市内で無秩序に掘鑿された浅井を含めてほぼ直線上に配列する坑井群をとり断面図を作製した。そのおもなものを第2図および第4～第8図にかゝげた。断面線は相互に交叉するようにとり、その間に対比の誤が自然相殺されることに留意した。また多くの坑井地質が並記される結果、記録の不良なものが一見してわかる結果となり、ごく少数のものは地質の総括的判断の上から除外された。深度はすべて海水準を基準とした。

上述のように古い記録を整理することに重点を置き、

* 燃料部

また実際のコアまたはデッチサンプルはきわめて乏しく、十分に検討することができなかつた。

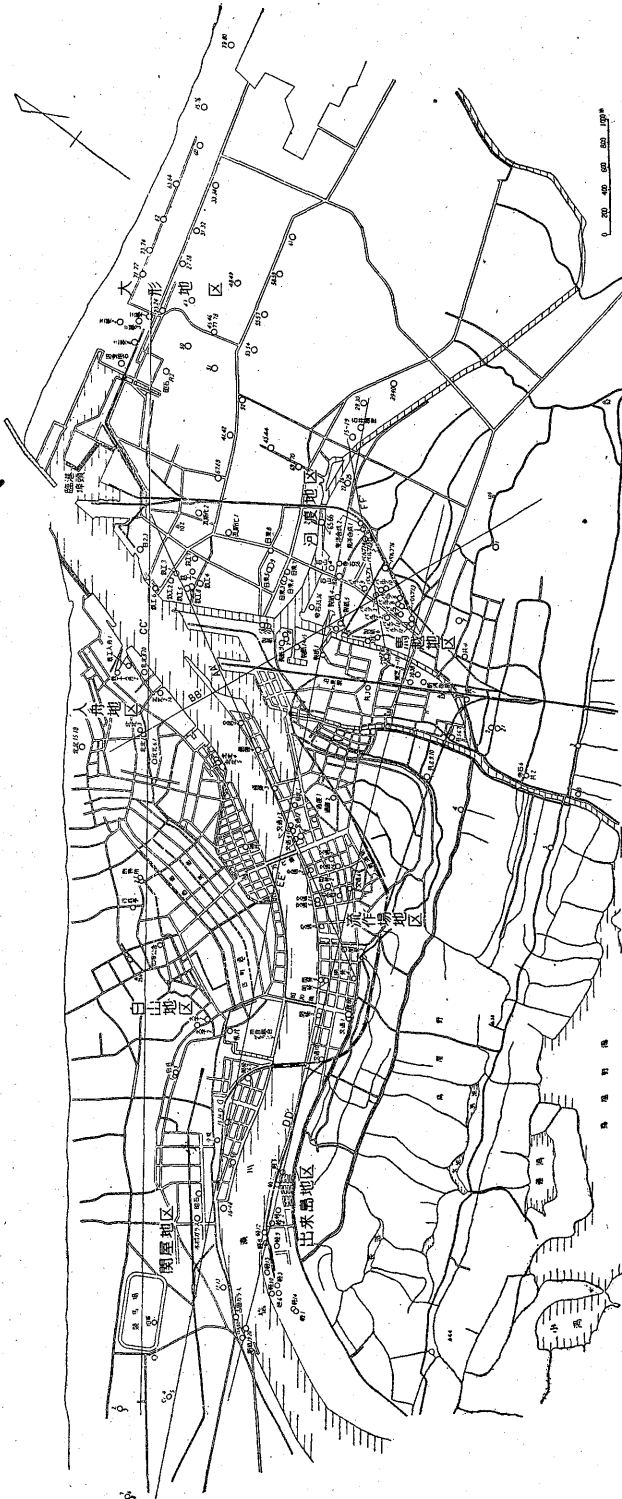
3. 層序概要

各坑井の地点を対比し検討した結果、新潟市内において広く分布する砂礫層は $G_0 \cdot G_1$ (一番層) $\cdot G_2$ (二番層) $\cdot G_3$ (三番層) $\cdot G_4$ (四番層) $\cdot G_5$ (五番層) の6単層である。このほかその間にこれらに比して分布が狭いかまたは砂を主とする単層がある。例えば $G_{12} \cdot S_{23} \cdot S_{34} \cdot S_{45}$ その他である註1)。これらの単層はそれぞれ独自の拡がりを持つている。しかし上述のものおよび他の砂質または泥質の単層を含めて累層としての厚さは新潟市内に関する限り一般に東に薄く西に徐々に厚くなる傾向がみられる。

これらの単層の集合に対する便宜的名称として、また過渡的便法として、A層よりG層にわたる7区分あるいはそのうちの組み合わせを以てする区分があつたが、繁雑であり、E層とかP層という呼称法と混乱するおそれがあり、また油田地域の標準層序に対する対比が進んできた今日ではもはや必要がないので廃止したい。またb層・K層あるいはP層というMarkerを基準とする単層名の呼称は本来単層の名称としては不適當で、あくまでも層準であり、層準としては実際に便利であるのでこゝに扱う区分との比較表をかゝげた。

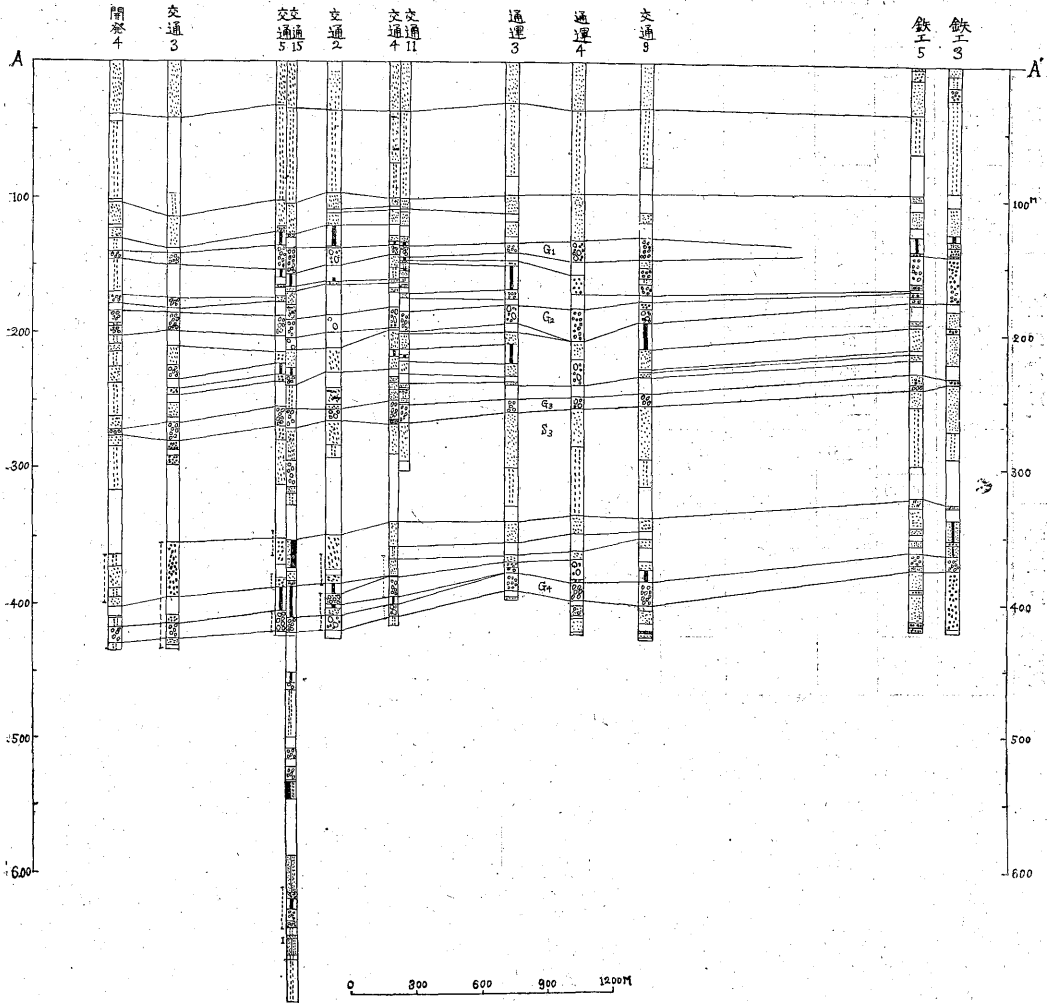
さて累層以上の層序区分はこゝでは慣用にしたがうこととする。すなわち今日までに公表された説では G_5 層下限以深の地層は灰爪層とし、 G_5 層より G_4 層下限までを和南津層とすることにほぼ一致しているが、 G_4 層より G_2 層下限まではあるいは魚沼層と矢代田層とであると、また G_1 層下限まで塚山層であると説

註1) 記号のつけ方: Gは礫を主とする単層, Sは砂を主とする単層, G_{12} は G_1 と G_2 との中間にある礫を主とする単層の意味である。したがつて G_{112} は G_1 と G_{12} との間に位置するもので、 S_{23} は G_2 と G_3 との間にあつて砂を主とする単層である。 G_5 を除いて昭和25年のそれ等と符合する。



第1図 井坑位置図

新潟ガス田の地質 (伊田一善)



第2図 A A' 断面図 (新潟ガス田)

がある。G₂層またはG₁層以浅は一般に漠然と沖積層と洪積層として扱われている。かつて筆者はG₀層以浅を沼垂砂礫層とし、それ以深を蒲原層群と呼ぶことを提案したが、上述の説をとり入れG₂層よりG₀層下限までを蒲原層とすることに改めた。したがってこれを次のように整理することができる。

G ₀ 以浅	沼垂層
G ₂ 以浅	蒲原層
G ₄ 以浅	"魚沼層群"
G ₅ 以浅	"和南津層"
G ₅ 下限以深	"灰爪層"

もちろん魚沼・和南津・灰爪等は決定的な層序区分ではなく、現在の知識での便宜的区分であることはかつてのA層・B層・C層等の区分と本質的には差がない。

沼垂砂礫層 (1951, 伊田) きわめて分布の限られた砂礫を主とする地層である。すなわち最も厚い部分で38mあり、現世堆積物を除いて最上位にある。市内に2帯あつてその1つは出来島から関屋を通り信濃川北岸を経て同川河口に達し、他の1つは沼垂長嶺から焼島・山ノ下を経て同じく信濃川河口に達して前者と接続する。これらの分布・岩相から旧河床堆積物を思わせ、新潟硫酸石山工場4号井の深度28mのガス徴候を除くとガス鉱床には直接の関係が無い。しかし一部では工場用地下水層と

群戸群	戸準		戸準	戸準	戸準	機井記号
	(赤石風原区)	(基津戸)				
沼垂戸		G ₀				
	蒲原戸	a	G ₁ (=G ₁ 戸)		a	
		b		G ₁₂		
		b'		G ₁₂₂		
魚沼戸群	C	G ₂ (=G ₂ 戸)		b'		
	d		S ₂₃	b'		
	A	G ₃ (=G ₃ 戸)		e		
	D		S ₃	f		
	D		M ₃	A		
	G		S ₃₄			
和南津戸		G ₄ (=G ₄ 戸)		E	E戸	
			G ₄₃ (四番戸)			
			S ₄₄	F		
			S ₄₅	K		
灰沢戸		G ₅ (=G ₅ 戸)		O		
			G ₅₃	P	P戸	

- 大礫
- 礫
- 粗砂
- 砂(粘土混)
- 泥質砂
- 砂質泥
- 稀砂質泥
- 泥
- 凝灰岩
- 切石(粘土混)
- 層状構造を有する凝灰岩
- 砂質凝灰岩
- 凝灰岩
- スレート状
- 板状凝灰岩
- 対比線
- 不確定地質線

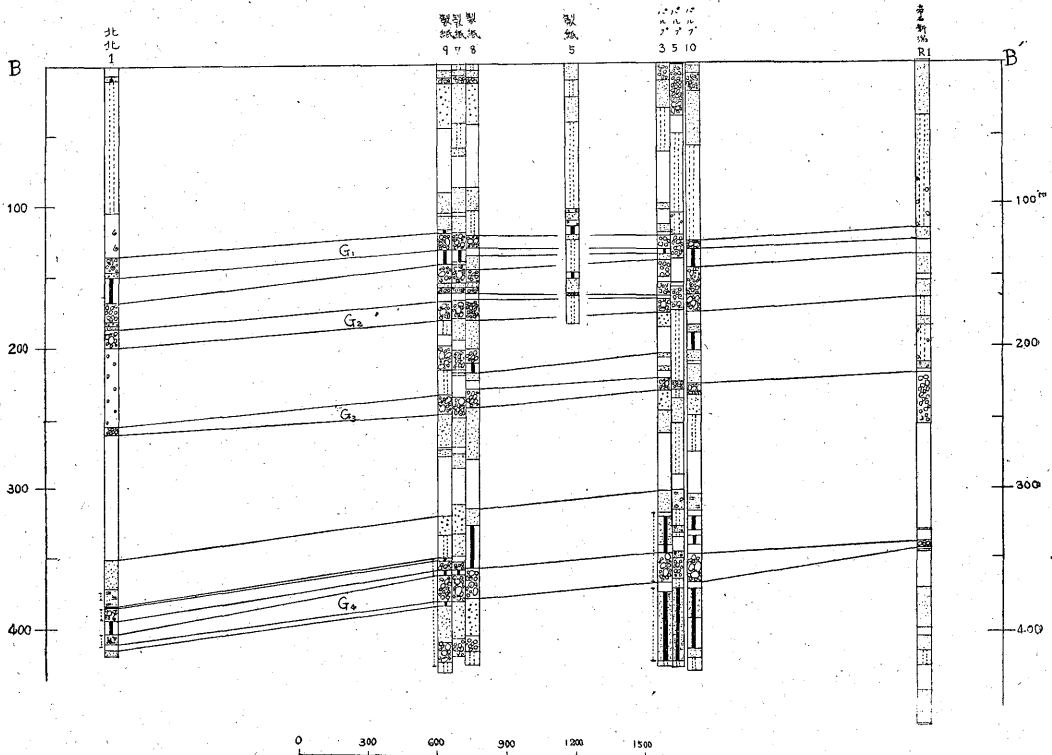
第3図 新潟ガス田層序区分一覧表 (1955, 伊田原図)

なっている(北越パルプ等)。上部は砂、下部は礫または合礫層(G₀)で時に炭質物を含む薄い泥層を伴なう。

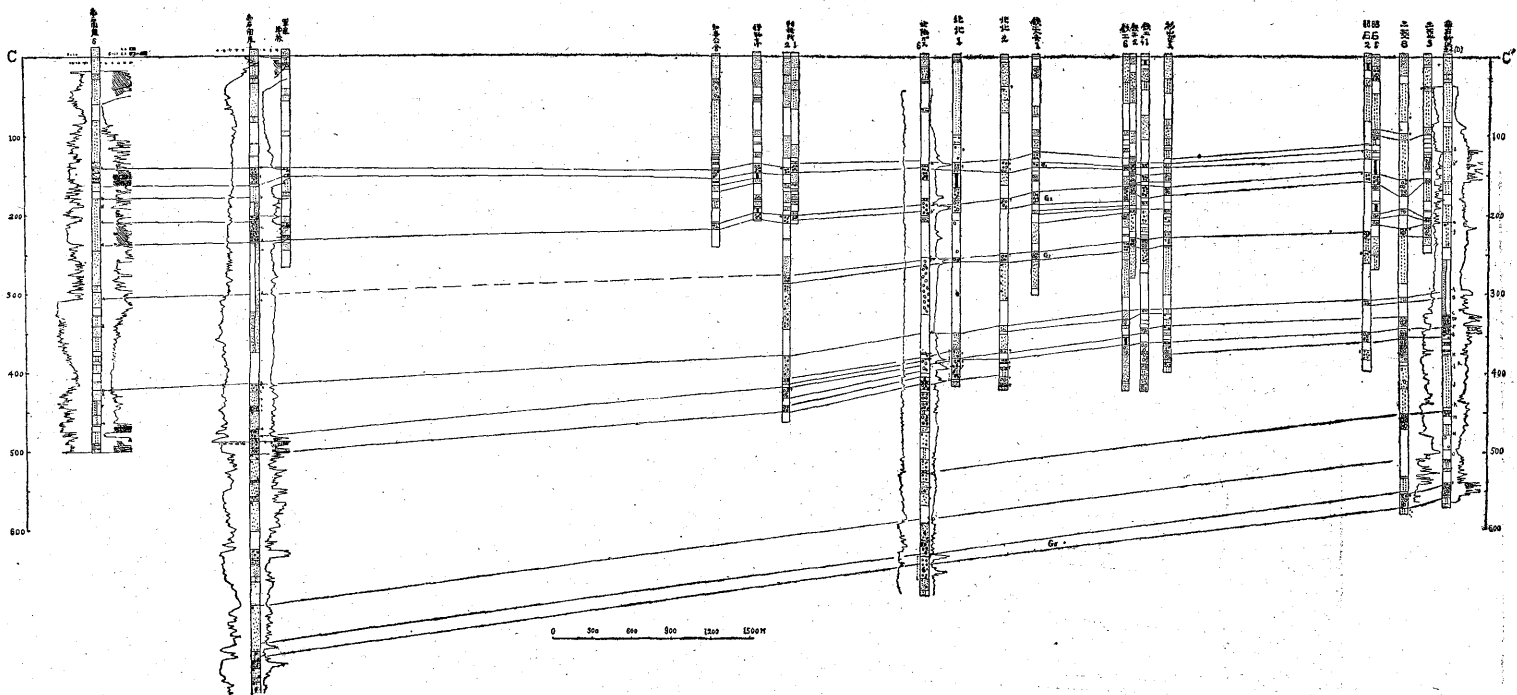
なおこの沼垂層は深井(ロータリー式)の記録には把握が困難であるため表現されていない場合が多い。

一番層(G₁)以浅の岩相 一番層(G₁)は古くから浅層含ガス層として天然ガス開発上に歴史的な地質である。広く分布するため比較的基準となり易い。G₁以浅の浅層部は砂丘砂と称せられる砂であつてその下位は粘土である。砂と粘土との移化部は砂質粘土である。この関係は一樣であるが相互に移化するため層界の深度は不定である。G₁層に近く稀に炭質物を含む部分が出現する。

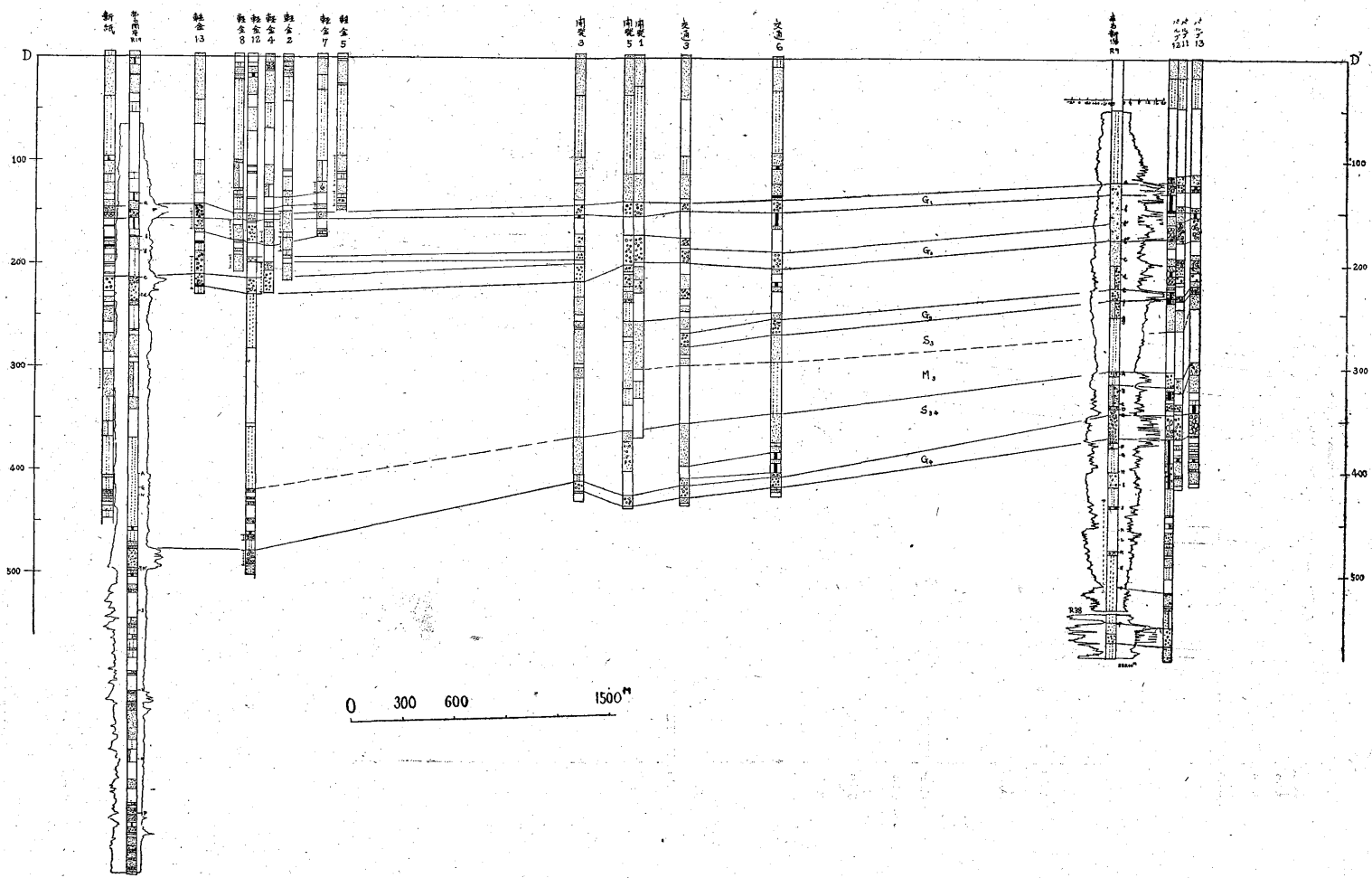
一番層(G₁)より三番層(G₃)までの岩相 この間の岩相はきわめて変り易くまた雑多な岩相を示しているが砂礫層が多いこと、炭質物を含む砂、または砂質粘土層が多いこと、電検曲線からみて互層状の性格を示すことが特徴であつて、互層の性格はことに関屋以西あるいは以南で顕著となる。炭質層は植物繊維の集合した炭化度の低いいわゆる草炭層であつて、市内では一番層(G₁)直下および二番層(G₂)と三番層(G₃)との間にあることが多い。



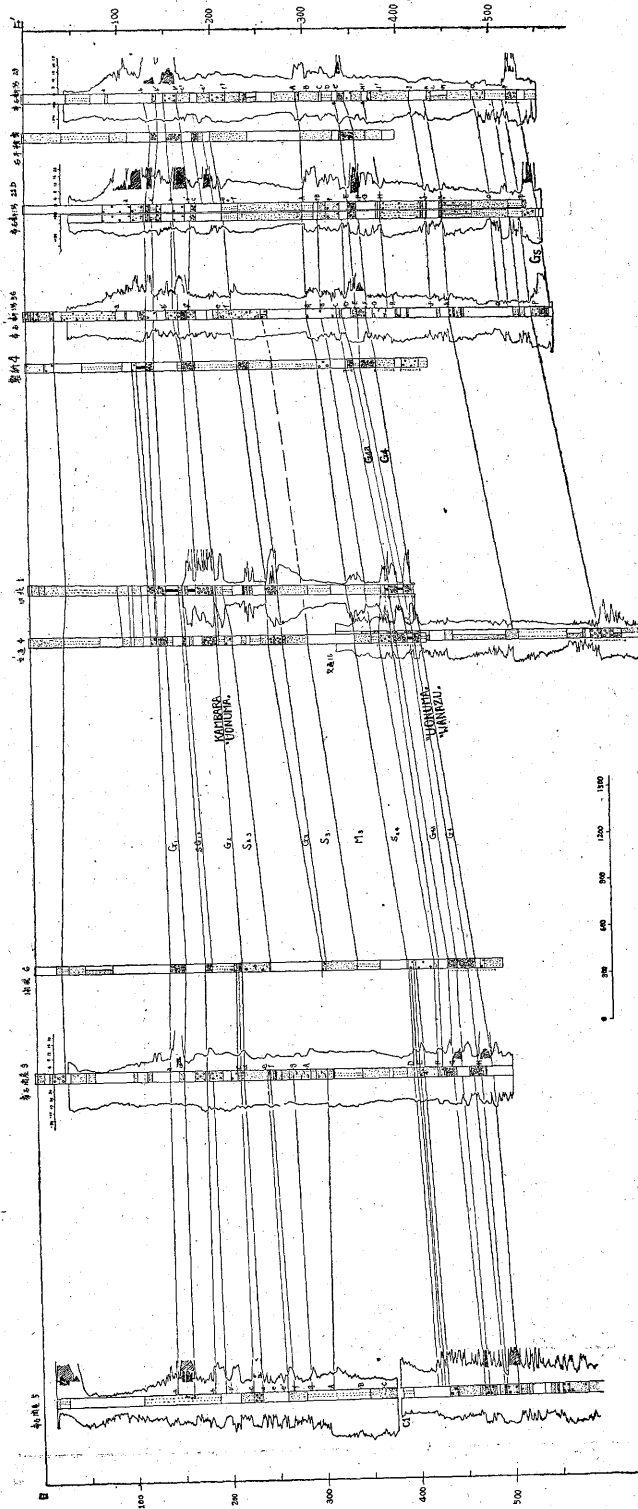
第4図 B B' 断面図(新潟ガス田)



第5図 C-C'断面図(新潟ガス田)



第6図 D D'断面図(新潟ガス田)

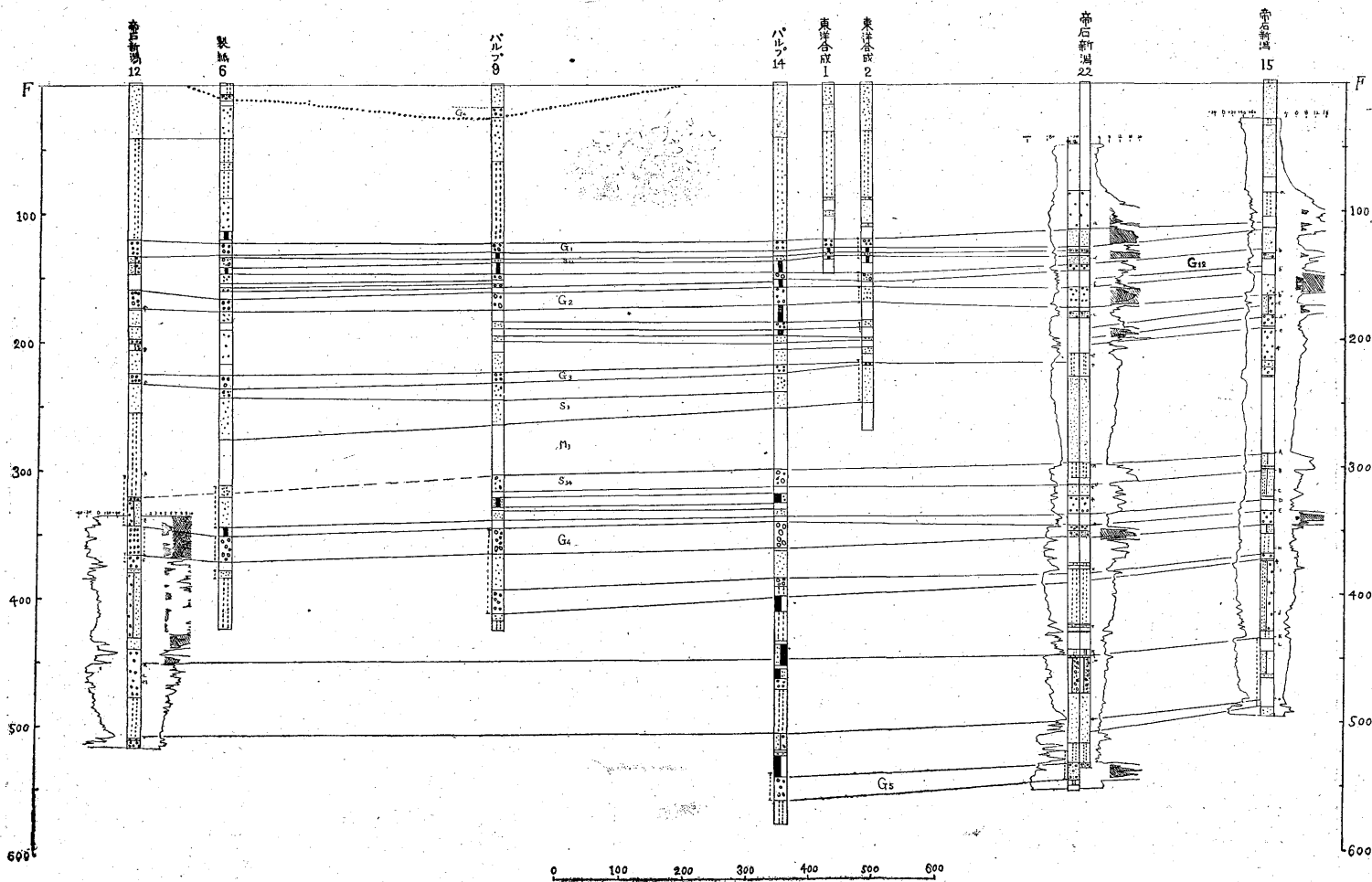


第7図 E-E' 断面図 (新潟ガス田)

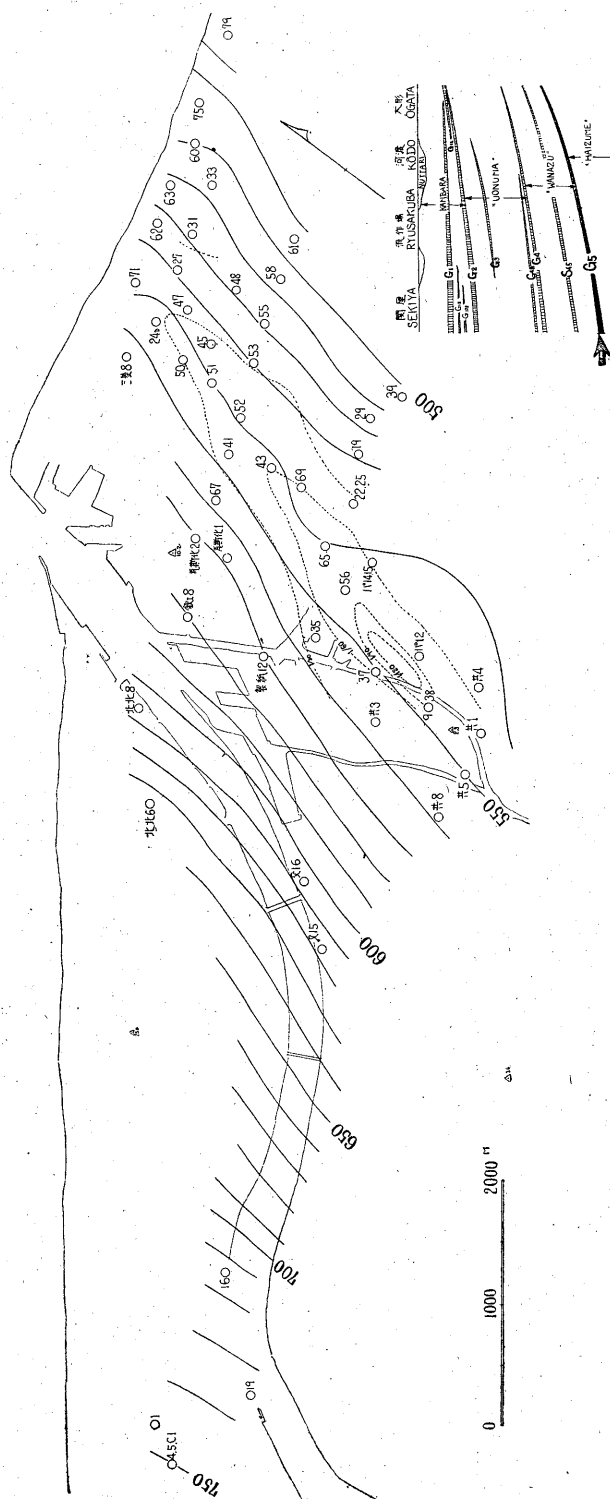
三番層 (G₃) より
 四番層 (G₄) までの
 岩相 この間の浅層
 部は約 50 m 位の厚
 さのある砂層 (S₃)
 であり、その下位の
 泥質層 (M₃) に次第
 に移化する。この両
 者はほとんど礫質層
 を伴わず市内一带
 に続く。その下位に
 ある S₃₄ 砂礫層から
 G_{4a} を経て G₄ にわた
 る部分はまた薄い砂
 礫層が挟まり、炭質
 泥および凝灰岩薄層
 を伴う。また稀に
 藍鉄鉱を見出すこと
 がある。

四番層 (G₄) より
 五番層 (G₅) までの
 岩相 この間では
 G₄ の直下、S₄₅ の直
 上、G_{5a} の直上に泥
 質岩を伴う部分が
 出現し、その間の砂
 質岩から泥質岩に移
 化する部分が大きく
 繰返してきて最後に
 G₅ の砂礫層に終
 る。

五番層 (G₅) 以深
 の岩相 G₅ 以深は
 急激に単調な砂質泥
 岩に移り僅かに薄い
 砂岩層を挟むのみで
 ある。同様な岩相は
 少なくとも 400 m は続
 く (帝石新潟 R 61,
 帝石関屋 C 1)。



第8図 F F' 断面図 (新潟ガス田)



第9図 新潟ガス田G5層上限構造図(1954-9, 伊田一善)

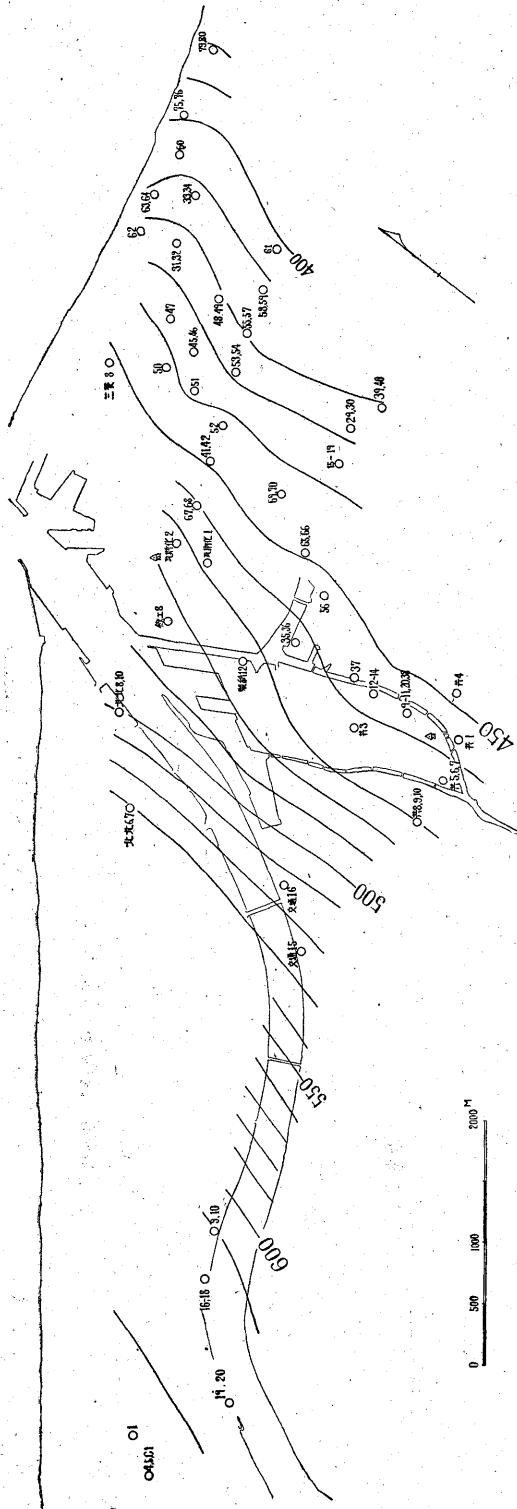
4. 含ガス層の構造

五番層(C₅)の構造 G₅の構造はすでに小林進(1953)²⁾・牧山鶴彦他(1953)³⁾・(1954)⁴⁾・新潟天然瓦斯協会(1954)⁵⁾等によつてそれぞれ当時の開発に応じた知識でまとめられたものが発表されており、今回のものもその後の新坑井が若干増加しているとはいえ本質的には異なる。

G₅ 上限の走向はほぼ南北で西に普通 1/30 程度の傾斜を示している。等深度曲線は比較的単調である。いいかえれば G₅ の上限はあまり凹凸を持たず比較的一様に傾斜する。たゞしここに扱つた地域の南西部の日本軽金の工場地内から関屋にわたる地帯および馬越地区のパルプ工場を中心とする地帯は他の地域に比較して緩傾斜である。今その馬越地区について別に等傾斜曲線図を第9図に破線で示した。これは任意の3坑井から得られる G₅ 上限の平均傾斜をとり、その分布を求めたものである。ここには走向方向に延びた1つの緩傾斜地帯が描かれている。すなわち全体として西に傾斜するものであるにもかゝらず馬越・河渡・大形地区を貫ぬく「段」が存在することとなる。

G₅ の1つの特徴はここに扱つた全地域に拡がっていることであり、後述する浅層と異なっている。また北東端の坑井である帝石新潟R79号井と南西端の帝石関屋C1号井の間で278mの深度差が認められる。

S₄₅ の構造 本層は比較的



第10図 S₄₅ 上限 (K) 構造図 (伊田原図)

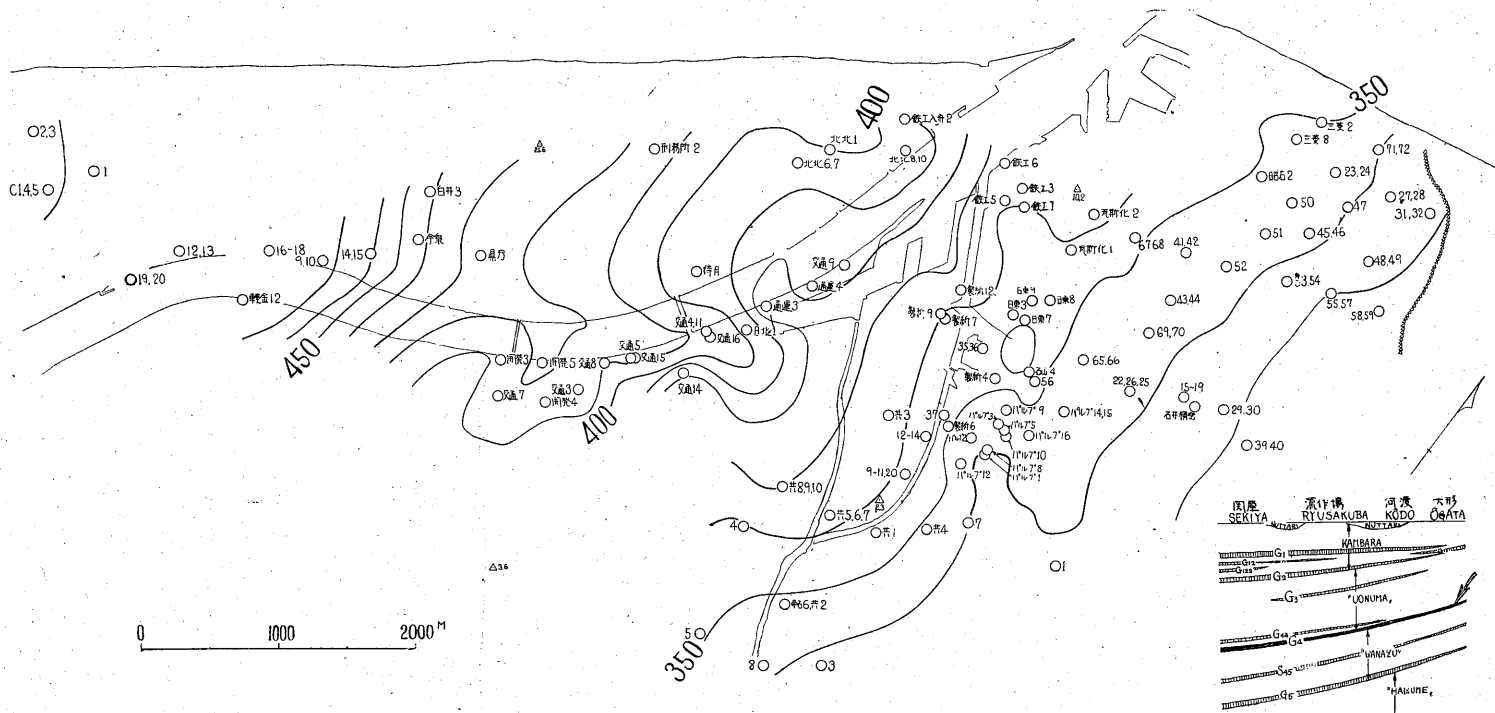
砂の多い地層であつて、含ガス層としてその重要性が認められたのはきわめて最近である。

上限の構造は G₅ に類似し、ほぼ南北の走向を持ち西に傾斜し、層面の凹凸は少ない。最も浅い帝石新瀧 R79号井と最も深い関屋 C1号井との間では246mの深度差があつて、上述の G₅ よりやや全体の傾斜が緩くなつている。これもまた一樣に傾斜するのではなくて関屋地区と馬越地区とでは多少緩傾斜となる。すなわち不明瞭な段が後者に存在する。また発達程度は別として G₅ と同様全調査地に一応追跡しうる。

四番層 (G₄) の構造 S₄₅ より約 100 m 浅所に位置する四番層 (G₄) は G₅ とともに本ガス田の主要な含ガス層となつている。たゞし四番層からガスを採取する時はこの G₄ の上位に近接する四番冠層 (G_{4a}) を併せて採取の対象とするのが通例となつている。

この G₄ の構造は前記の G₅・S₄₅ と比べてかなり複雑である。全体としては南北の走向で緩く西に傾斜する点では似るが、大形・関屋の間では約 170 m の深度差になつている。すなわち平均した傾斜は下位の層位のそれよりも緩い。次に G₅・S₄₅ で見られなかつた狭いくぼみが昭和橋と万代橋の下に出現し、馬越と関屋の緩傾斜地帯間に拡がる。

次に G₄ は大形地区の一部すなわち62号より北東および東側では不明瞭で、電検曲線について見れば多少はこれを



第11図 新潟ガス田 G₄ 層上限構造図 (1954-9, 伊田原図)

辿ることはできてもこの附近より up dip では発達が悪くなってくる。

三番層 (G₃) の構造 三番層では G₄ の構造に比べると単調でありさらにやや緩傾斜となっている。すなわち 1/60 程度の傾斜の地域が広いが、やはり南北の走向で西に傾斜することは変わらない。G₃ は G₄ より約 110 m 内外浅い位置にあつてその上限は大形地区で約 200 m、昭和橋の西側で約 300 m の深度にある。

この層は下位の各層に比べるとはなはだ分布が狭く、河渡地区の東側の浅所と白山以西の深所では不明瞭となるか欠層する。

二番層 (G₂) の構造 二番層 (G₂) は大形地区で深度 150 m 内外、関屋地区で 220 m 内外の浅所に位置し現在では深層に比べて企業の対象となる含ガス層としての重要度は劣つてはいるが、浅層ガス層として後述する G₁ とともに捨て難いものである。

その構造は下位の各層に比べると単調ではない。等深度曲線は蛇曲する。また白山地区を中心として信濃川左岸に凹みが認められ、入舟地区にまで拡がり、馬越・河渡・大形地区では樹枝状に入り組んだ凹所が認められる。G₂ もまたやはり大形の北東側すなわち最も浅所で不明瞭となり次第に欠けてくる。

一番層 (G₁) の構造 一番層 (G₁) の上限の構造は最も複雑である。この層の構造の特徴は関屋附近で他の層と異なり現在の信濃川上流へ向かい傾斜することである。また樹枝状の凹凸は著しくなり、河渡地区で南西へ向かう見掛けの鼻状構造が現れ、これを挟んで流作場地

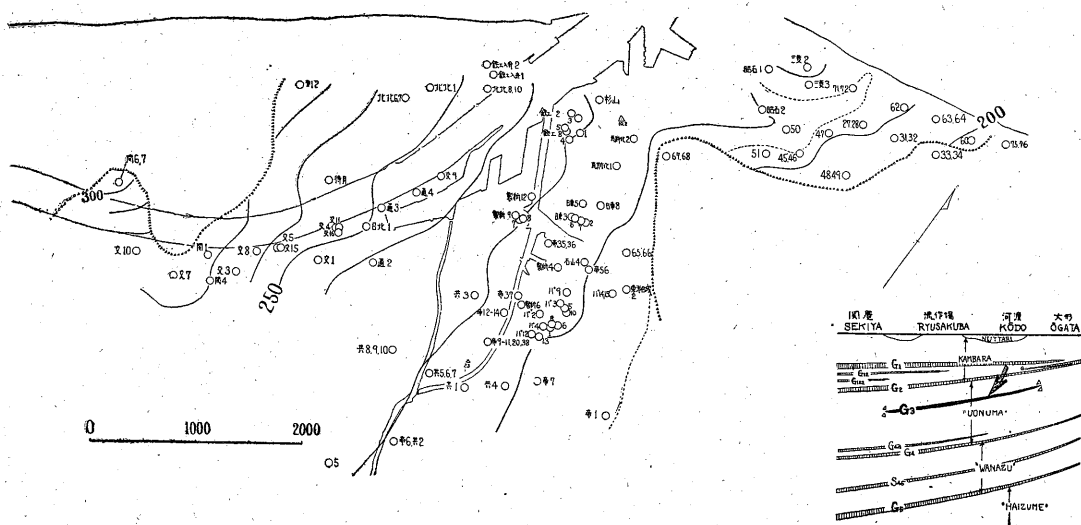
区より馬越地区に通ずる凹所と白山から入舟地区にわたるもの、さらに信濃川河口等の凹所が目立つ。深度は大形で約 100 m、関屋で約 140 m であつて、この深度差は僅か 40 m 内外となり、下位の地層に比較し全体としての傾斜は著しく緩い。

G₁ もまた大形・河渡地区の東で薄化し遂に記録に残らなくなる。しかしこれに興味あることは G₁・G₂ が薄化、欠層するのに変わり、この位置で両者の中間に G₁₂ という層が出現してくることである。もちろん中間層は関屋附近から主として左岸地域の各部に出現してはくるが最も明瞭に発達するのは上述の位置である。

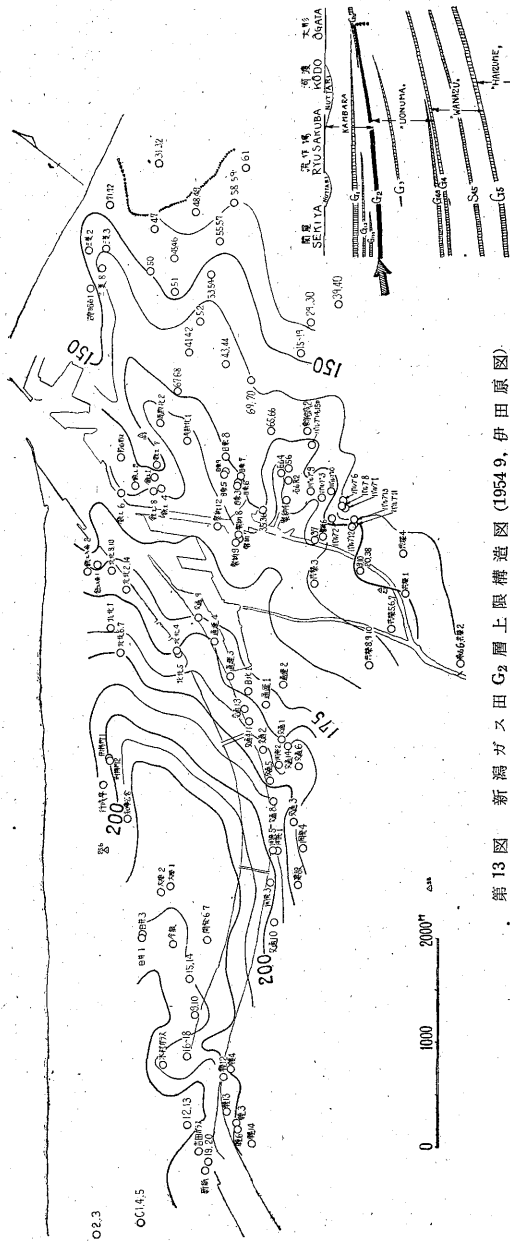
5. 浅層と深層との構造上の差異

以上五番層 (G₅) より一番層 (G₁) に至る各層についてそれぞれの地理的分布と層面の形態を述べた。層厚に関しては別の機会に触れることとしてには除外する。以上のことを通覧すると、全体として西に傾斜すること。上位の地層ほど一般的傾斜が緩いこと。G₅・S₄₅・G₃・G₁₂ は比較的単調な構造であるが、G₄・G₂・G₁ はこれらに比べてはなはだしく複雑な構造を持ち必ずしも深層が単調で浅層が複雑とは限らないこと。複雑な構造は down dip へ向かう細長い分岐した凹所で特徴づけられること。調査地の北東部または南西部、いゝかえれば構造的に高所かまたは低所で欠層あるいは薄化し、時にはこれに変わるかのように別の層が出現すること。が通性として挙げられる。

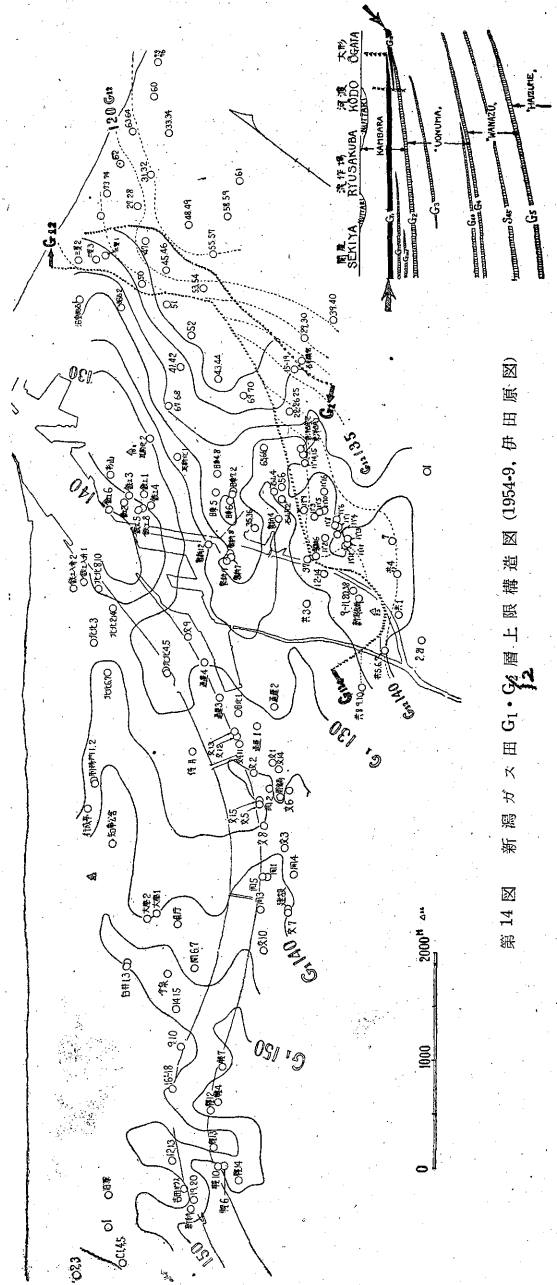
各層で傾斜を異にすること、すなわち up dip 方向で



第12図 新潟ガス田 G₃ 層上限構造図 (1954-9, 伊田原図)



第13図 新潟ガス田G₂層上限構造図 (1954.9, 伊田原図)



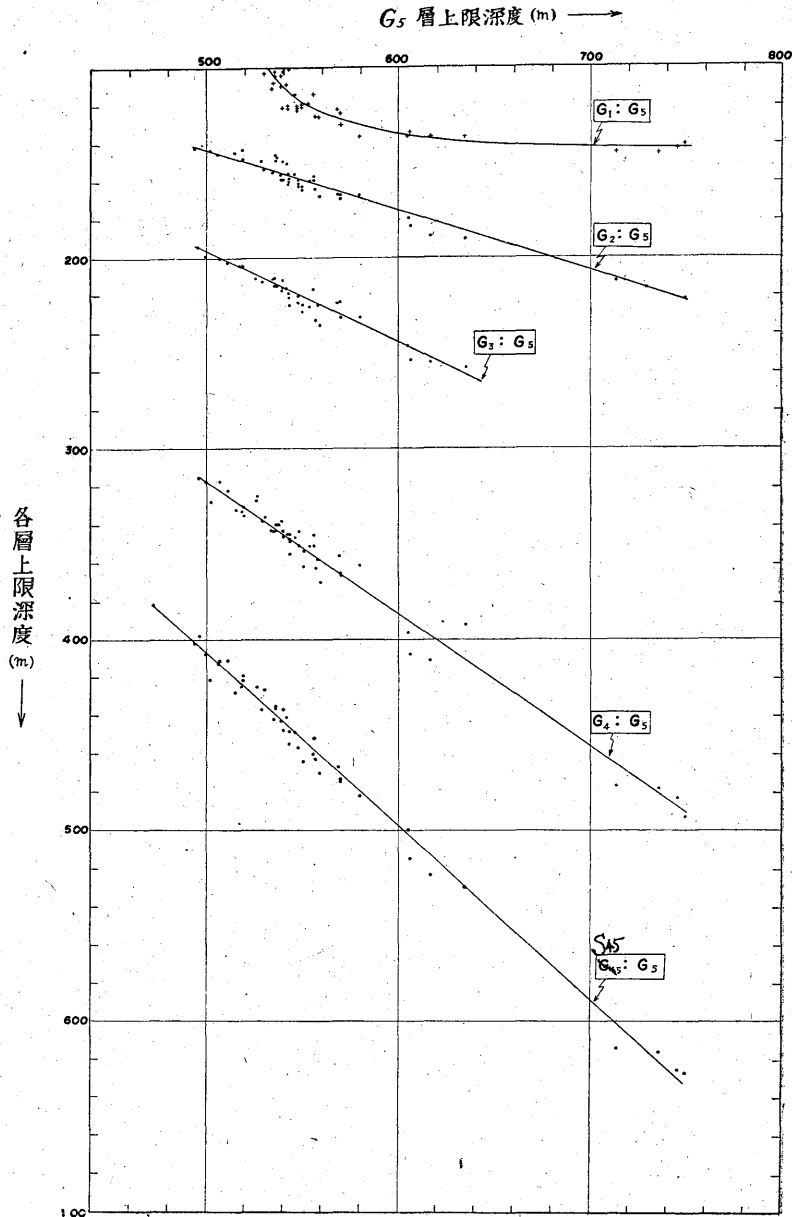
第14図 新潟ガス田G₁・G₂層上限構造図 (1954.9, 伊田原図)

各層間の鉛直方向の距離が狭まることは薄頂的であることは事実としても、これらを総合した構造は単純な褶曲では説明できないものである。これに関しては阿賀野川河口地域に対して関屋以西の地域の相対的沈降量が大きであつて down warping をなし、その沈降とともに各層が沈積し、下位の地層は南北の走向を持つ「褶曲」となつ

て表現されるものであると解釈できる。その間に現われた down dip 方向へ向かつた凹凸は層間における侵蝕の存在を示し、細長い凹所は形態的には放射状谷ともいふべき水蝕の跡をあらわすものと判断される。ここに扱つたものはすべて各層の上限であつた。したがつてある層の下限で若干の侵蝕が進み、それぞれの砂礫層がこれを

埋積し、埋積しつくせないものが等深度曲線の凹凸となつて認められるのである。たゞし鑿手の判断の誤が記録の不良となり表現されることも考慮せねばならない。したがつて対比の不完全さとともに一部には誤が含まれていることはやむを得ないとしても、等深度曲線に見られるものは多くの坑井を扱つてもなお地域的性格があり、またその数値は誤差以上のものであることからみて、かゝる形態的複雑さは実在しうるものと信ずる。

さて放射状谷を形成する侵蝕とこれに対する埋積が繰返された地史が上記の一連の図に表現されてきた。最も新しい地層である沼垂層は部分的に存在し帯状をなし、そしてそれをもまた埋積しつくしたのとしてみると、現在の地表面はこれらの地層の構造に比較して砂丘という特異な堆積物を除けば遙に平坦である。すなわちこれらの中間段階、例えば G_3 のような場合でも認められた平坦化が最近の地質時代に進められたものである。



第15図 新潟ガス田各層上限深度関係図 (1955, 伊田原図)

さらに大観すれば、この新潟市は内野東方を中心とする信濃川左岸の G_1 において閉鎖的となつた basin (新潟側方堆積盆地⁷⁾) の東縁北部にあたり、阿賀野川河口の構造——現在の知識では背斜であるか段撓であるかまたは sedimentary basin の肩であるかは不明である——に沿うものであつて、その見かけの general trend は南北であり、各層が走向方向へではなく傾斜方向に尖滅することからみると、各含ガス層はいずれもこの走向方向すなわち南北に伸長した分布をするものと見られる。このことは当地の南にある新津油田の油砂が、地質時代にこそ差があるにしても、背斜構造をとりまいて走向方向に伸長した形態を持つ事実を多くの油井記録から確認されていることと比較される。

6. 各層間の深度の相関

次に坑井で把握された各層の上限深度のうち、任意の 2 層間の海水準下の深度の相互関係を求めてみる。例えば第 15 図に示した G_5 の上限深度に対する S_{45} の上限深度は相関度の高い直線相関を持つていることが明らかになつた。これは $G_4 \cdot G_3 \cdot G_2$ に対しても同様である。また他の組合せをとつてもやはり同じ結果に到達する。構造図に表現されたように一見かなり乱れた複雑な層面の形態を持つているらしい浅層各層が、相互の関係についてはかなり整然としていることがわかる。またそれぞれの 1 次係数が徐々に変化する直線相関の関係であることは、現在の各層のあり方にこれらを通ずる構造上の規則性が認められるのである。しかしながら G_5 と G_1 との上限の深度の関係は他と異なり歪相関を示している。すなわち地層のあり方は G_2 以下とは明瞭に異なつてゐる。たゞし無関係ではなく、その 400~650 m 下位にある地層とでさえも直接ある種の関係を保有しているのである。

以上の事実はまたガス田開発上に利用することができる。すなわち新しい地点に坑井を掘鑿する場合、従来は構造図(等深度曲線図)からその目標とするガス層深度を推定していたが、新潟市内に関する限り以上の図から(今もし G_2 上限の深度を知れば $G_3 \cdot G_4 \cdot S_{45} \cdot G_5$ の上限の深度を)ある程度の誤差を考慮した上で推定することが可能である。また G_3 上限を知ればさらに確さを増してくる。したがつて掘進中に次第に下位の地層の深度を推定する上に応用できよう。

このことを地質的に見れば、先に述べた薄頂構造を形成する作用が少なくとも G_5 より G_2 までは、いゝかえれば“和南津層”より蒲原層下部までは、一様に連続的にかつ下位の地層とある因果関係を保ちつつ進められて

きたが、この作用は G_1 の段階すなわち蒲原層中部では、 G_2 までと不連続的(不整合的という意味ではない)になり、別個の因果関係を持つて継承されていることとなる。これには他の構造形式の要素が加わつたとも見られる。また G_1 と G_2 との間には G_{112} (西蒲原)・ G_{12} (新潟市)・ G_{122} (新潟市) 等の薄層が出現消滅し、他の層間のあり方とは性格的に異なつてゐることとなん等かの関係があるかもしれず、またこれから前述のように G_1 が西蒲原で閉鎖的な構造を持つことが説明できるかもしれない。あるいはまたこのことは単なる地層の物理性の差であるかもしれない。これらの解釈は今後の問題として残し、こゝにはたゞ事実と簡単な説明を述べるに止める。

7. 結 言

- 1) 新潟市内の含ガス層はいずれも南北の走向を有し、西に緩く傾斜し、そのうちには単調な形態をもつものと複雑で放射状の谷様の凹地を持つものがある。
- 2) 含ガス層はこれらの構造に関して up dip の方向すなわち阿賀野川河口に近づくにしたがい尖滅するものと、down dip の方向すなわち関屋方面に尖滅するものがあるが、調査した範囲内では走向方向には連続する。
- 3) 構造上の高所で各層が接近する。すなわちこの構造は薄頂的である。
- 4) 新潟市内に関する限り二番層 (G_2) より五番層 (G_5) までの各含ガス層上限の深度は相互に単純な関係を持つが、一番層 (G_1) の上限の深度は下位の各層と趣の異なつた関係を持つ。したがつて二番層以深では各層いずれかの上限の深度を知ることにより、他の層の上限を統計的に推定することが可能である。
- 5) 本ガス田東縁部の地質構造をさらに追求し石油鉦床存在の可能性を検討すべきであつて、それには本ガス田の地層の分布状況・形態その他の性格を充分考慮に入れる必要がある。

参 考 文 献

- 1) 兼子 勝外 18 名：新潟市西蒲原及中蒲原平野天然ガス調査報告、新潟県経済部資源課、1951
- 2) 小林 進：新潟ガス田、石油技術協会誌、Vol. 18, No. 3, 1953
- 3) 牧山鶴彦外 3 名：天然ガス調査報告、北蒲原平野、新潟県商工部資源課、1953
- 4) 牧山鶴彦外：新潟ガス田における水の流動と地下

構造の関係, 石油技術協会誌, Vol. 18,
No. 3, 1953

- 5) 牧山鶴彦外: 天然ガス調査報告, 新潟ガス層について
の地化学調査, 新潟県商工部資源課, 1954
- 6) 新潟天然瓦斯協会: 新潟の天然瓦斯, 1954
- 7) 伊田一善: 本邦第三紀地向斜の分化と燃料鉱床,
石油技術協会誌, Vol. 17, No. 2・3,

1952

- 8) 帝国石油K.K. 開発部: 新潟ガス田について, 石油
技術協会誌, Vol. 13, No. 4, 1948
- 9) 新潟県経済部資源課: 新潟県天然ガスの利用状
況, 1950
- 10) 村上義朗: 新潟県中蒲原郡・西蒲原郡新潟平地重
力探鉱調査報告, 地質調査所速報,
No. 78, 1950