

蒲原層序試錐について

石和田 靖章

1. はじめに

可燃性天然ガスおよび石油資源開発5カ年計画(昭和36年通商産業省々議決定)の基礎調査のうち第2年度に当たる昭和38年度の層序試錐は群馬・新潟両県下においてそれぞれ1坑が掘さくされた。この中間報告は新潟県下蒲原平野における層序試錐 蒲原GS-1号井に関するものであるが得られたデータのじゅうぶんな検討・解析は今日なお完結していないのでここには現在までに一応明らかになったデータのみに基づいて概要を報告する。なおコア試料 各種検層原記録 分析値等はすべて地質調査所燃料部に集積・保存してあることを付記する。

近年遊離型ガス鉱床(いわゆる構造性ガス鉱床)が相ついで発見されわが国の天然ガス供給源としてもっとも重要な役割りを果たすようになってきたがそのほとんどが新潟県下でありさらに頸城ガス田を別にすればほかのものは信濃川沈降帯および北蒲原平野西部に集中している。新潟堆積盆中におけるこれらの分布配列は既存石油鉱床のそれとはやや異なった様相を示し鉱床生成過程になんらかの差異が潜んでいるように推測される。ともあれこのような事実から西・中蒲原平野一帯は遊離型ガス鉱床探鉱に際して重点指向地域に目されるのであるがいろいろの事情から三条市以北の広い平野に対する探鉱は消極的なまま最近まで経過した。

近年の天然ガス需要の急激な伸長は保有する可採埋蔵量の急速な“食い潰し”を意味する。現に東三条西長岡の両ガス田は枯渇してきており蒲原ガス田もまた減耗が著しくなっている。すなわち可採鉱量/生産レートの比率を適正な値(一応6年前後と考えられてきた)に維持するためより活発な探鉱活動を今日ほど急務としている時はない。このような情勢を背景として上に述べた重点指向地域の探鉱を積極的に促進するためのコントロール・ウエルとして蒲原GS-1号井が掘さくされることになった。具体的な掘さく目的は:

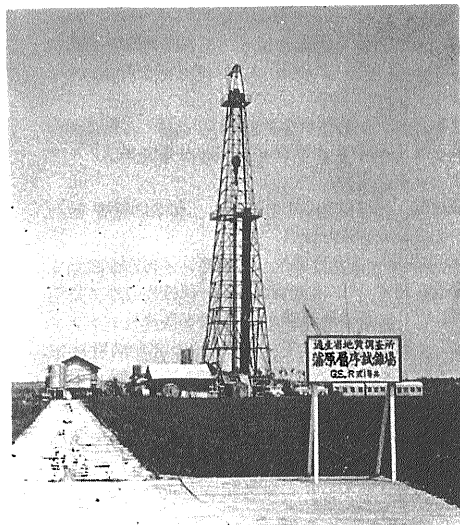
- (1) 未詳の平原下地質層序を明確にすること
- (2) 炭化水素鉱床の成立に関連する地層の物理・化学的性質を調べること
- (3) 各種物理探査に寄与しうる地下の情報を取得すること

の3点に集約される

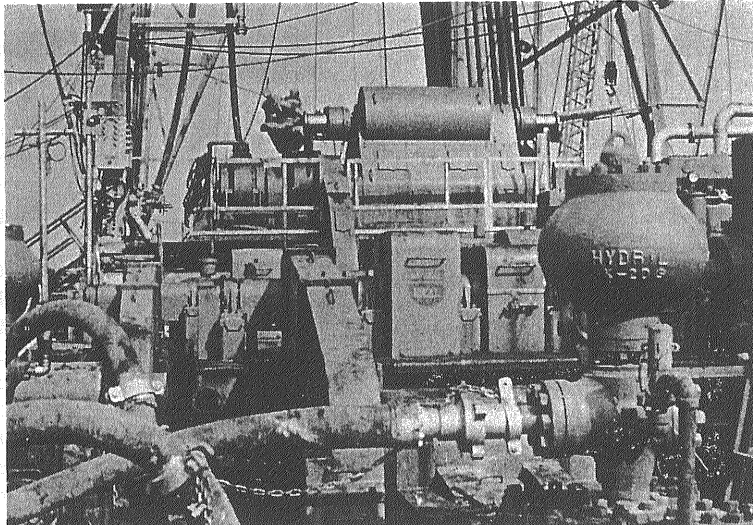
2. 掘さく位置および深度の選択

計画立案当時新潟～新津以南西南で三条市以北には地震探査の横断測線はなかった。また2,000mをこえる試探掘井は内野地区に1坑(帝石内野R-74 2,100.00m)および亀田地区に1坑(帝石亀田R-1 2,432.50m)のみで前者は西山層 後者は椎谷層に到達しているがほかに地質資料の明らかな大深度掘さく井を欠いていた。

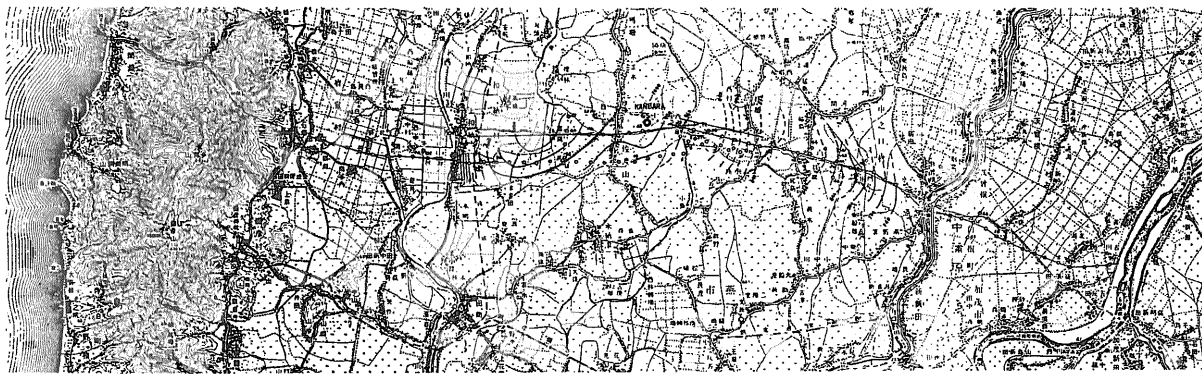
地質調査所は蒲原平野南部の地質構造の性格を考察する一環としてかつまた従来記録の良好でなかった蒲



蒲原層序試錐場全景
T-110型掘さく機 ヤグラ高54m
能力 3.300mまで



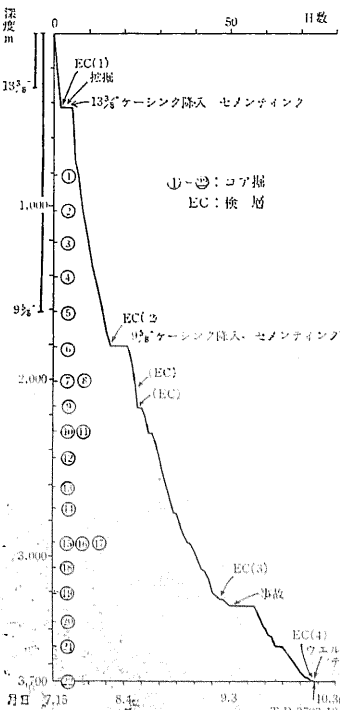
ポンプ側からみたT-110型掘さく機



第 1 図 位置および地震探査測線図 注. ◎層序試錐井××推定構造線位置—○—地震探査測線および爆破点(No).....1 Phantom horizon(m)
 原平野における地震探査の技術的考究を兼ねて 中蒲原中之口村を通過する東西横断測線による反射法地震探査をかって企画したが 予算規模の制約等から計画の約1/2の測線についてのみ調査が終了していた(昭和36年度 特別研究 構造性ガス 中之口地震探査 石油資源開発KKの請負により実施)。このような状況から 蒲原平野における層序試錐は この中之口測線を当初の計画どおり弥彦山塊に到達せしめ その結果によりその測線付近に試錐位置を決定することとし 関係機関の了解もえた。そこで昭和38年4月下旬より中之口測線に一部重複せしめてこれを西方に岩室まで延長する東西測線について 反射法地震探査を急ぎ実施した(昭和38年度 特別研究 構造性ガス 和納地震探査 石油資源開発KK の請負により実施)

そこで層序試錐の位置は 大局的には向斜の中心である佐渡山西方に定め前記“ノーズ構造”での直上に位置を選択したが 用地交渉に難航し やむなく佐渡山東方700mに最終的に位置を決定した (X=+191,175.27 Y=+37465.00標高1.99m) 地震探査等の結果より この地点における西山階上限深度を2,000m内外 椎谷階上限深度を2,500m内外と予想し 3,500mの予定深度を以て寺泊階に逢着しうるものと当初想定した。しかし この推定の根拠となるデータの不確かさを考慮し 実際にはこの予定深度が地質および掘進状況によって若干増加する可能性に備えつつ掘さく準備に入った。

中之口・和納地震探査の結果



この測線上では中之口村門田以西越後線に至る間は平坦構造に近いきわめてゆるい構造であるが 吉田町佐渡山西方が構造上もっとも低位置にあること また越後線との交叉付近に東落ちの構造線のあるらしいこと ならびに羽根 佐渡山付近にそれぞれノーズ構造ないし構造的高まり またはテラス状構造の存在することが推定された。また反射記録より椎谷階以降の新期火山岩類の著しい発達には羽黒以西にはないであろうとも推測された。

3. 掘さく経過

掘さく工事は昨年度同様 帝国石油株式会社の請負とした。同社は本計画に協力するため 新潟鉱業所内に蒲原鉱場を新設し その事務所を西蒲原郡巻町におき層序試錐掘さく工事に専任せしめることとなった。

掘さく技術上の記述は省略するが おおよその経過は次のとおりである。春日部層序試錐と同様 T-110掘さく機と G-700 ポンプの組み合わせを使用した。工程は第2図に示した。

- 7月15日開坑し 同17日約430mに達し 第1回検層終了後 掘削し 302mまで13 3/8" コンダクターを降入 セメントライニングを行なった
- 7月20日より掘進再開 同30日1,805.90mに達し 第2回検層終了後1,600mまで9 3/4" 中間水止管を降入 セメントライニングを実施した
- 8月5日掘進再開 同31日3,231mに達し 第3回検層を行ない引き続き掘進を継続
- 9月2日3,269m付近を掘進作業中 掘管折損・離脱事故発生 掘管入れ替えおよび遺留カッター採揚作業に7日間を要した。日本鋼管製4 1/2" 新管を接続後 ポンプした際 掘管上端外アブセット部分で横断破断を生じたもので アブセット部に未熔接部分が残っていたことに原因があると思われる
- 9月10日より掘進再開 同26日3,703.10mに達して掘り止めとし 第4回検層および検尺を実施した
- 9月28日ウェル・シューティングを実施し これをもって層

第2図 実績工程図

序試錐掘さくに伴う現場測定作業をすべて終了した

第3図 試錐柱状図

以上の間 準備を含めて全作業時間 1,789 時間 うち純掘進時間 640.3 時間 コア掘り掘進時間 92.5 時間であった。掘さくに用いた泥水は 当初クレイ・ペースで比重 1.15~1.20 粘速70~90であったが 1,800m 付近よりクロム泥水とし 深度の増大に伴い漸次比重をあげた。とくに 3,500 m 付近より比重を 1.42 以上とし 3,550m 付近から掘り止めまで 1.48~1.49 粘速60~65であった。また掘り止め付近における泥水温度は 60°C 近くに昇温した。

4. 実施した諸測定

以上の掘さくに伴い 層序試錐としてのデータを取得するため 次の諸測定を実施した。

(1) 検 層

10~431m の間は帝国石油により SP ノルマル抵抗曲線 (16" 64") を測定した 302m 以深はシュランベルジャー社の検層を実施した。すなわち

- i) 複合インダクション検層 302.50~3,702.80 m
- ii) 音響検層 375.0~3,699.0m
- iii) マイクロ検層 1,780.00~3,702.00 m
- iv) 連続ディップメーター 841~3,691 m の間で解析値を得た

このほか 3 カ所でワイヤーライン・フォーメーション・テスターを用いたが 低浸透率あるいは坑壁崩壊による漏洩などのために不成功に終わった。

(2) マッド・ガス検層

いわゆるパロイド検層で 810m 以深について循環泥水およびカッピング中の含有ガス量の測定。測定器は国産のものを用いた。

(3) コアおよびカッピング調査

地質柱状図は百分率ログとして作成。カッピングは原則として10mおきに採取 コアは 800m 付近より坑底まで22回採取したが 回収率の悪い (50% 以下) 場合の取り直しがあるので 深度点としては 18になる。採取コアについて下記の調査・測定をした。

- i) 液相クロマトグラフ および 元素分析による有機物分析
- ii) 間隙水塩素分の測定
- iii) 比重 含水率 孔隙率 浸透率の測定 孔隙率は乾燥減量法と水銀圧入法 (50 kg/cm²) と併用して測定



- iv) 弾圧波速度および磁力の測定
- v) 微量成分および粘土鉱物の研究
- vi) キャップロック・テスト すなわち 泥岩のストレスホールド・プレッシャーおよび浸透率の測定
- vii) 有孔虫化石調査

これらのほか バクテリアおよび酵母菌などの研究のため 東京大学応用微生物研究所および工業技術院醸酵研究所の依頼によりサンプル採取を行なった。カッピングについては有孔虫化石の調査のみを施行した。

(4) 垂直地震波速度測定

音響検層の測定不能浅深度部分の弾性波速度分布を

| コア番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---------------------------------------|----|----|----|----|------|----|----|------|-----|-----|----|----|----|----|------|------|------|-----|
| 検 査 個 体 数 | 0 | 14 | 0 | 14 | 100 | 35 | 61 | 10 | 158 | 134 | 2 | 5 | 62 | 0 | 94 | 159 | 78 | 144 |
| <i>Rotalia japonica</i> | | 43 | | 78 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudonion japonicum</i> | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Elphidium advenum</i> | | 14 | | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Buccella uncinata</i> | | 14 | | 14 | | | | 20 | | | | | | | | | | |
| <i>Nionin manpukuianse</i> | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epistominella pulchella</i> | | | | | 82 | 72 | 7 | | 60 | | | | 23 | | | 2 | | 1 |
| <i>Cibicides cf. pseudoungarianus</i> | | | | | 12 | | 3 | | | | | | | | | | | |
| <i>C. oberrianus</i> | | | | | 3 | | 5 | | 2 | イロ | | | | | | | 31 | 2 |
| <i>Hoplodragmides</i> spp. | | | | | 3 | | | | 8 | | | イロ | | | | | 6 | 14 |
| <i>Cibicides cf. refulgens</i> | | | | | 14 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Uvigerina akitanensis</i> | | | | | cf14 | 10 | | | 2 | | | | | 2 | cf14 | cf15 | cf22 | |
| <i>Globobulimina auriculata</i> | | | | | 26 | 1 | | | | | | | | | 2 | | | |
| <i>Valuilineria sodonica</i> | | | | | 16 | | 15 | | | | | | | | | | | |
| <i>Cassidulina norcrossi</i> | | | | | 15 | | | 22 | イロ | イロ | 21 | | 24 | 7 | | | 3 | |
| <i>Uvigerina</i> spp. | | | | | 3 | | 3 | | | | | | | | | | | |
| <i>Pullenia bulloides</i> | 14 | | 14 | | 3 | | | 3 | | 3 | | 5 | 14 | 1 | 3 | 3 | | |
| <i>Uvigerina subpergrina</i> | | | | | 2 | | | cf31 | | イロ | | | 19 | 58 | 9 | 15 | | |
| <i>Elphidium cloosum</i> | | | | | | | | 80 | | | | | | | | | | |
| <i>Hoplodragmides compressum</i> | 2 | | 2 | | | | | 9 | 3 | | | | 2 | 6 | | 3 | 4 | |
| <i>H. emaciatum</i> | | | | | | | | 1 | 8 | | | | | 21 | 3 | | 5 | |
| <i>H. renzi</i> | | | | | | | | 1 | 6 | | | | | | 10 | | 3 | |
| <i>Ammobaculites</i> sp. | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Cyclamina japonica</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>C. pusilla</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | 3 | | | 24 |
| <i>Elphidium barlettii</i> (?) | | | | | | | | | | | | 27 | | | | | | |
| <i>Cassidulina subglobosa</i> | | | | | | | | | | | | 18 | | | 1 | 9 | | |
| <i>Angulogerina kokuzumensis</i> | | | | | | | | | | | | 3 | | | | 15 | | |
| <i>Trochammina nobensis</i> | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | |
| <i>Mitrammina echigenensis</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | |
| <i>Eponides umbonatus</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 3 | |
| <i>Spirogonimella compressa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | + | 3 | |
| <i>Nionin pompilioides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| <i>Uvigerina cf. hostei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| <i>Miscellaneous calcareous forms</i> | | | | | | | 10 | | + | | | | | | | | | 1 |
| "arenaceous" | | | | | | | | | 9 | 8 | | | | | 12 | 8 | | |

【 坂岡定 新池良樹 (石和町) 】

補足するとともに 以深の検層結果の照合を行なった。

5 坑井地質 (第3図参照)

5 1. 岩 相 層 序

0~10m: 表土

10~60m: 粘土 砂質泥を主とし 中~細粒砂を介在 木質片も多い

60~116m: 灰色粘土と中細粒砂の互層で 一部に多量の木質片を含有する

116~494m: 灰~青灰色泥岩 細~粗粒砂 含礫砂 礫の互層であって 一部に凝灰岩 炭質物~木質片を含む泥岩がある 116~123m 369~373mにややまとまった礫~含礫砂層がある また270~340m



採 取 コ ア C, V 等 は 試 験 目 的 別 に 抜 き 取 っ た サ ン プ ル 位 置 を 示 す

| コア番号 | 深度 (m) | の間は泥岩が |
|------|-----------------|---|
| 1 | 816.00 | 卓越する |
| 2 | 1030.00~1030.60 | 494~845m: 泥岩~泥質砂岩と砂層とかなり一部に炭質物が介在し 貝化石もみられる |
| 3 | 1205.00~1205.11 | |
| 4 | 1406.90~1407.11 | |
| 5 | 1608.30~1608.40 | |
| 6 | 1809.00~1809.12 | |
| 7 | 2006.45~2006.55 | |
| 8 | 2152.10~2152.22 | 548~557m |
| 9 | 2293.27~2293.36 | 736~745m |
| 10 | 2444.15~2444.23 | 781~787m |
| 11 | 2607.92~2608.00 | にやや著しい礫~含礫砂が発達する |
| 12 | 2735.50~2735.60 | |
| 13 | 2911.13~2911.15 | |
| 14 | 3061.42~3061.54 | 836m以下は泥岩と白色凝灰岩の互層である |
| 15 | 3205.00~3205.30 | |
| 16 | 3366.15~3366.25 | |
| 17 | 3504.29~3504.39 | |
| 18 | 3701.96~3701.40 | 845~12,00m: 凝灰質細~微粒砂岩を主とする これに暗灰~灰色泥岩 砂質泥岩 礫が少量 |

第 1 表 コアから検出された底棲有孔虫類 100 分率分布表

存在する 935~989mの間には凝灰岩が割に多い 泥岩中には炭質物が少なくないが 同時に貝化石も散在する 砂岩は膠結度が低い

1,200~1,520m: 暗灰色泥岩を主とし 1,233m 付近より上位は砂質泥岩 (泥岩に不規則に細粒砂が介在または散布する) が占める 処々に凝灰質細粒砂岩が介在するが 1,473~1,500mの間は砂岩の発達が著しい コアにみられる泥岩は微粒砂が不均質に混在し 炭質物 貝化石 浮石塊が少なからず含まれる

1,520~2,015m: 帯緑暗灰色泥岩を主とし 細粒砂岩が介在する凝灰岩も少量存在する コアにおける泥岩には貝化石 植物葉化石 炭質物が散在する しかし 上位に比較し 一層細粒・ちみつな泥岩で暗色の色調も下部ほど増している 1,940~2,015mの間は暗緑色細粒砂岩と泥岩との(不規則な)互層となっている

2,015~2,367m: 暗灰色粗粒泥岩が主とし少量の砂岩 凝灰岩が介在する 上位に比較し一段と暗色が増し 緑色色調を帯びない 時にラミナを有する 炭質物細片が散点し 所により Cyclamina をかなり多く産する まれに貝化石を産する

2,367~3,703m: 砂岩 暗灰色泥岩 凝灰岩の互層で この順に量的に多い 2,736~3,100mの間は砂岩 泥岩ともしばしば細礫 (主として古生層岩石) を含有し "turbidite" の観を呈する 3,500m 付近の泥岩は細粒ち密で灰黒色を呈し 一見寺泊層の "黒色頁岩" に類似する

5 2. 有孔虫化石層序

カッティング調査による底棲種(有孔虫)群集の分布は総括すれば 次のごとくなる。

- 0~ 503m : NF (有孔虫検出しえず)
- 503~ 521m : “Rotalia” beccarii “R.” papillosa を優勢種とする
- 521~ 790m : NF 部分が多い Siphogenerina raphana を優勢種とし “R.” beccarii “R.” papillosa を随伴する群集が散在
- 790~ 821m : NF
- 821~ 908m : NF 部分が多い “Rotalia” papillosa 群集が散在
- 908~1,222m : NF に近い 1,061m にのみ “R.” beccarii 群集が見られる
- 1,222~1,518m: Elphidium clavatum Epistominella pulchella が普遍的に優勢種 上部には Quinqueloculina 属が多い Elphidium bartletti Cassidulina norcrossi C. islandica など重要種 1,419m では Uvigerina akitaensis Globobulimina auriculata も優勢種となっている 1,455m は砂質有孔虫出現の上限である
- 1,526~1,679m: Epistominella pulchella 群集帯 随伴種に Elphidium 類は減少し Cassidulina norcrossi Haplophragmoides 類が多くなる
- 1,688~2,021m: Epistominella および Haplophragmoides 類が全体を通じて優勢であるが Uvigerina akitaensis Cassidulina subglobosa Cibicides の多い部分も散在し また 1,850m 以下には Globobulimina auriculata の産出がかなり著しい

- 2,030~2,579m: Haplophragmoides cf. emaciatum を主とする砂質有孔虫を優勢種とする 石灰質有孔虫の群集もその間に介在するが 全体をつうじ石灰質有孔虫では Globobulimina auriculata が主要種であり Valvulineria sadonica Uvigerina Epistominella などの属種がこれについている 2,043m 以深に Cyclammina (C. japonica C. pusilla) がかなり普遍的に出現する 隣接地域の諸坑井における椎谷階に普通な Martinottiella の産出はまれである
- 2,588~3,391m: 主要種は上位と共通するが 全体として砂質有孔虫類の相対頻度が著しく減少し Uvigerina (U. subperegrina U. cf. akitaensis) Globobulimina auriculata Valvulineria sadonica Epistominella pulchella を主要優勢種とする石灰質群集帯を構成する
- 3,427m 以下: 再び砂質有孔虫 (Haplophragmoides spp.) が優勢種となるが 構成メンバーは上位と大差ない

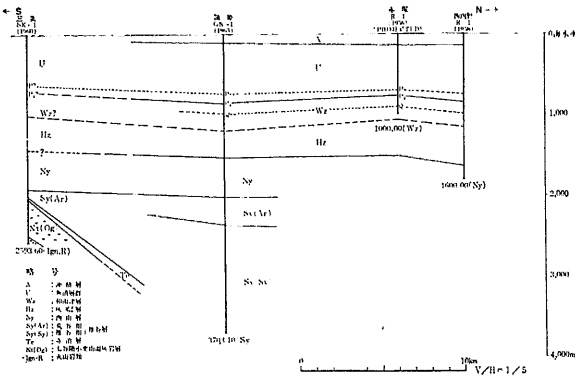
カッティング調査(ほぼ10mごとに調べる)に比較して コア調査は採集深度間隔が(10~20倍)大きいため はっきりした分帯は示さない。 また第1表に示したごとく 各深度ごとの群集型はかなり変動し かつ同深度付近のカッティング調査結果に比べて石灰質有孔虫の卓越している点が異なる。 なお掘り止め深度付近のコアに認められる化石群集は Uvigerina—Cyclammina 群集であり 著しく石灰質有孔虫が多い。 寺泊階に特有といわれる種は 掘り止めまでほとんど認められない。

5 3. 対 比 (第4図 a b 参照)

蒲原平野内に点在する既往の掘さく井資料等を検討した結果 本坑井の地質対比は次のごとくに解釈した。

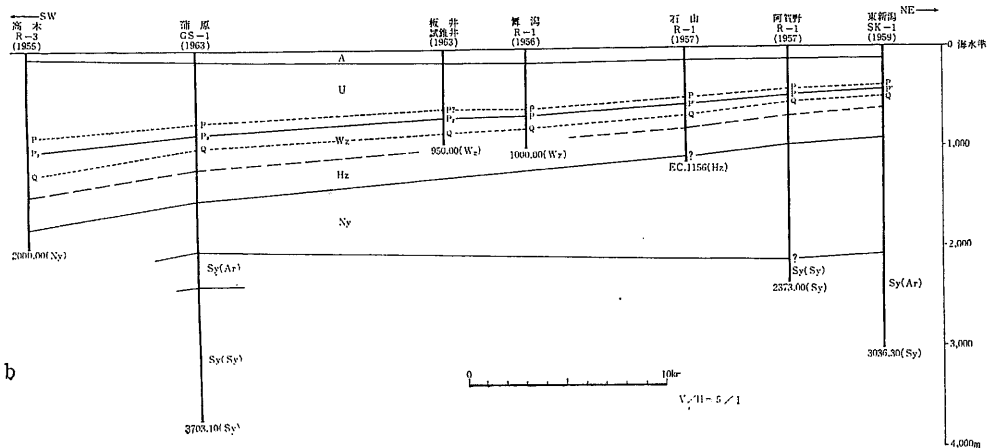
0~ 10m : 表土

10~ 123m : 沖積層



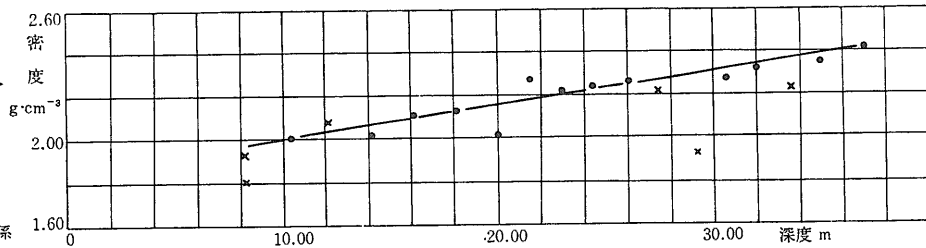
a

第4図 対比断面図(a b)

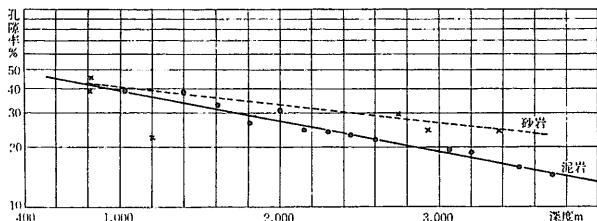


b

第5図
岩石密度と
深度との関係



↓ 第6図
孔隙率と深度との関係



- 123~845m: 魚沼層群
- 845~1,200m: 和南津層
- 1,200~1,520m: 灰爪層
- 1,520~2,015m: 西山層
- 2,015~2,367m: 荒谷相
- 2,367~3,703m+: 椎谷相

新潟ガス田に発達する主要ガス層と対比するなら

- 619m-G' 層上限
- 734m-G₃ 層上限
- 992m-G₆ 層上限

となる。なお魚沼層群を小国層（上位）と塚山層（下位）に2分するとし 前者の基底を G₄ 層の基底とするならば その深度は 494m となる。以上の対比のうち灰爪層と西山層の境界は化石群集分布からは明確には定めがたい。1,520~1,679mの間は両者の間の漸移的群集を産出する。ここでは Elphidium 類の急減する深度と 岩相・岩質の変化を主要な根拠として一応1,520 m付近とした。また西山層と椎谷層の境界も同様であるが Cyclamina 類の普遍的な産出と 岩質の不連続性とに主として基づき判定した。他地区では 椎谷階

に入ると *Martinottiella* がかなり著しい頻度で産出し また西山階基底部付近に *Globorotolia inflata* が多産するといわれるが 本坑井ではいずれの種もまれな産出を示し 確実度の高い対比の指標とならない。同時に従来 *Gl. inflata* に一括されている種も再検討を要すると考えられるが 浮遊性種については 目下なお検討中であるのでここでは省略する。

6. コアの物理・化学的試験結果（弾性波速度測定 磁気測定 毛管圧測定 微量成分・粘土鉱物の研究等はとりまとめ未了であって省略する）

6.1. 岩石密度・孔隙率・浸透率

岩石密度・孔隙率の測定に際し 岩石全容積および孔隙中の気体占有容積の測定は水銀注入法 含水率は乾燥減量法によった。測定値は第2表に掲げたが 実験室における測定密度は 水飽和率が一般に100%に達しないから 次式により100%にした場合の密度値（常温・常圧下）に換算して表示してある。

$$P = P' / (1 - Sw) \cdot \gamma$$

P: Sw=100%の時の密度 g·cm⁻³

P': 測定時見かけ密度 g·cm⁻³

Sw: 水飽和率

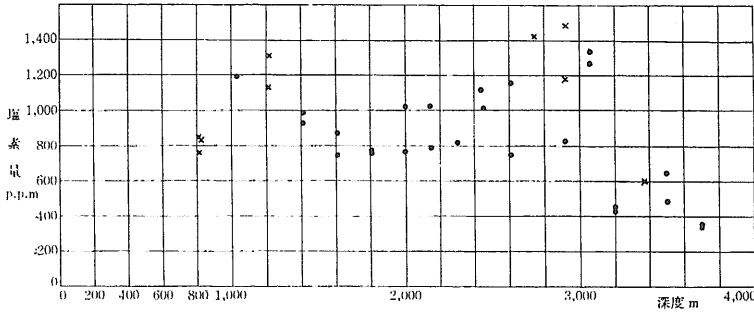
φ: 孔隙率

γ: 間隙水密度（ここでは1.00 g·cm⁻³とする）

| 深 度 (m) | 岩 質 | 密 度 (g·cm ⁻³) | 孔 隙 率 (%) | 水飽和率 | 浸 透 率 (md) | 間 隙 水 C _L (p.p.m) | |
|---------|-----------------|---------------------------|-----------|-------|------------|------------------------------|--------|
| 1 | 809.27~809.47 | 灰色 細粒 砂岩 | 1.93 | 38.29 | 89.8 | — | 7.600 |
| 2 | 820.48~820.68 | 同 上 | 1.81 | 45.70 | 87.6 | — | 8.350 |
| 3 | 1029.08~1029.23 | 灰 色 泥 岩 | 2.00 | 39.00 | 87.7 | — | 11.900 |
| 4 | 1206.55~1206.70 | 暗灰色泥岩 + 凝灰質細粒砂岩 | 2.08 | 25.00 | 94.0 | 0.175 | 13.020 |
| 5 | 1407.48~1407.66 | 暗灰色砂泥岩 + 灰色凝灰質砂岩 | 2.02 | 38.15 | 75.9 | 1.75 | 9.300 |
| 6 | 1609.40~1609.60 | 暗 灰 色 泥 岩 | 2.11 | 33.15 | 94.6 | — | 7.500 |
| 7 | 1808.63~1808.76 | 灰 色 泥 岩 | 2.13 | 26.56 | 96.4 | 0.350 | 7.800 |
| 8 | 2004.10~2004.27 | 灰 色 泥 岩 + 灰色細粒砂岩 | 2.02 | 31.10 | 83.6 | 0.275 | 10.293 |
| 9 | 2150.65~2150.85 | 暗 灰 色 砂 質 泥 岩 | 2.27 | 24.60 | 93.1 | 0.720 | 7.942 |
| 10 | 2296.00~2296.20 | 暗 灰 色 泥 岩 | 2.22 | 24.26 | 94.7 | 0.400 | 8.160 |
| 11 | 2443.46~2443.66 | 暗 灰 色 泥 岩 + 灰色細粒砂岩 | 2.24 | 23.08 | 94.7 | 0.080 | 11.220 |
| 12 | 2607.16~2607.33 | 暗 灰 色 泥 岩 | 2.26 | 21.82 | 94.0 | 0.155 | 7.480 |
| 13 | 2736.60~2736.79 | 暗 灰 色 中 粒 砂 岩 | 2.22 | 29.05 | 87.1 | 185.0 | 14.175 |
| 14 | 2918.92~2919.12 | 灰 色 中 粒 砂 岩 | 1.93 | 24.62 | 82.5 | 240.0 | 14.850 |
| 15 | 3062.77~3062.98 | 含 礫 暗 灰 色 泥 岩 | 2.28 | 19.60 | 87.8 | 0.520 | 13.432 |
| 16 | 3205.36~3205.53 | 灰 色 泥 岩 | 2.32 | 18.80 | 93.6 | 0.440 | 4.539 |
| 17 | 3365.00~3365.20 | 灰 色 細 粒 砂 岩 | 2.23 | 24.50 | 78.4 | 2.70 | 6.006 |
| 18 | 3505.25~3505.46 | 暗 灰 色 泥 岩 | 2.35 | 15.90 | 98.7 | 0.000 | 4.880 |
| 19 | 3701.29~3701.49 | 暗 灰 色 泥 岩 + 灰色細粒砂岩 | 2.42 | 14.60 | 81.5 | 0.000 | 3.550 |

深度に対応した密度分布をみると（第5図）泥岩に関しての値は 2.00~2.42 の間にあり 深度の増大に伴い漸増する傾向を示している。孔隙率と深度との関係は（第6図）泥岩の場合 39.0~14.6%の間で深度の増大に伴い漸減し ほぼ Athy の式に適合する関係を示している。砂岩についての測定値は少ないが 深度—孔隙率曲線は泥岩のそれに比し一層ゆるい勾配を示している。第2表に掲げた浸透率は乾燥試料について測定した空気浸透率の値で 粘土鉱物などに対する補正は施していない。椎谷階の砂岩は一般に細粒で凝灰質のものが多く 概して低浸透率であるが 一部の中粒砂岩は 200 md 前後の値を有

註) 水飽和率は測定時の値：
浸透率は乾燥試料の空気浸透率；C_Lは繰返し測定を省略（第7図参照）



第7図 コア試験による間隙水塩素分と深度との関係

している。泥岩もまた多少の浸透性を有するものが多く、実際淘汰の悪い粗粒のものが少なくないが、乾燥試料についての空気浸透率であるため、これをもって直ちに帽岩としての能力をうんぬんするわけにはゆかない。

6.2. 間隙水塩素分(第7図参照)

コア分析による間隙水のCl⁻濃度は、本坑井の位置が新潟水溶性ガス田よりはるかに内陸に偏しているにもかかわらず、魚沼層群の下部においてもかなり大きい値を示している。すなわち800m付近においてすでに8,000ppm Cl⁻を超え、1,000~1,200mにおいて12,000

第3表 有機物分析結果

| 深 度 | 岩 相 | 地 層 | Ext % | クロマトグラフ | | | | | 元素分析 | | | HyR ppm | Ch/Co | |
|--------------|-----------------|---------|---------|---------|------|---------|-------|-------|------|------|------|---------|--------|--------|
| | | | | P+Na % | Ar % | O-N-S % | Res % | HyE % | Ct % | Ci % | Co % | | | |
| 809.47- .67 | 灰色細粒砂岩 | 魚沼層群 | 0.045 | 5.6 | 1.9 | 7.4 | 85.1 | 7.5 | 0.36 | 0.04 | 0.32 | 34 | 0.0091 | |
| 816.96-7.05 | 灰色中粒砂岩 | | 0.088 | 3.2 | 11.3 | 23.1 | 57.1 | 14.5 | 2.14 | 0.02 | 1.22 | 122 | 0.0049 | |
| 1026.08- .17 | 灰色中粒砂岩 | 灰 爪 層 群 | 0.019 | 6.2 | 6.2 | 10.9 | 76.7 | 12.4 | 0.22 | 0.02 | 0.20 | 24 | 0.0103 | |
| 1206.55- .70 | 暗灰色泥岩に細粒砂岩の挟み | | 0.044 | 5.3 | 7.6 | 15.2 | 71.9 | 12.9 | 1.28 | 0.34 | 0.94 | 57 | 0.0052 | |
| 1207.82-8.00 | 灰色細粒砂岩に泥岩の挟み | | 0.047 | 5.0 | 3.9 | 14.5 | 76.6 | 8.9 | 1.05 | 0.14 | 0.91 | 42 | 0.0040 | |
| 1209.70- .89 | " | | 0.033 | 6.6 | 8.6 | 7.2 | 67.6 | 15.2 | 0.89 | 0.11 | 0.78 | 50 | 0.0055 | |
| 1407.15- .30 | 暗灰色砂質泥岩に細粒砂岩の挟み | | 0.049 | 6.1 | 6.1 | 20.3 | 67.5 | 12.2 | 1.77 | 0.94 | 0.83 | 60 | 0.0062 | |
| 1407.48- .66 | " | | 0.046 | 8.4 | 9.9 | 20.8 | 60.9 | 18.3 | 2.39 | 1.49 | 0.90 | 84 | 0.0080 | |
| 1408.47- .64 | " | | 0.049 | 5.4 | 6.1 | 16.7 | 71.8 | 11.5 | 1.21 | 0.12 | 1.09 | 56 | 0.0044 | |
| 1607.70- .90 | 暗灰色泥岩 | | 西 山 層 群 | 0.036 | 8.2 | 9.0 | 16.1 | 66.7 | 17.2 | 0.69 | 0.08 | 0.61 | 62 | 0.0087 |
| 1608.95-9.15 | " | | | 0.038 | 10.2 | 8.7 | 17.0 | 64.1 | 18.9 | 1.26 | 0.47 | 0.79 | 72 | 0.0078 |
| 1609.40- .60 | " | | | 0.052 | 11.5 | 6.1 | 11.2 | 71.2 | 17.6 | 0.60 | 0.05 | 0.55 | 92 | 0.0144 |
| 1808.00- .13 | " | 0.033 | | 11.1 | 12.0 | 23.9 | 53.0 | 23.1 | 1.05 | 0.36 | 0.69 | 76 | 0.0095 | |
| 1808.63- .76 | 灰色泥岩 | 0.055 | | 5.1 | 12.3 | 16.9 | 65.7 | 17.4 | 1.37 | 0.65 | 0.72 | 96 | 0.0115 | |
| 1808.80-9.00 | " | 0.055 | | 5.5 | 7.3 | 13.3 | 73.9 | 12.8 | 1.13 | 0.40 | 0.73 | 70 | 0.0082 | |
| 2004.10- .27 | 灰色泥岩に細粒砂岩の挟み | 0.030 | | 9.9 | 9.9 | 22.4 | 57.8 | 19.8 | 0.55 | 0.07 | 0.48 | 59 | 0.0106 | |
| 2004.27- .47 | 灰色砂質泥岩 | 0.032 | | 11.9 | 12.5 | 23.1 | 52.5 | 24.4 | 0.60 | 0.11 | 0.49 | 78 | 0.0137 | |
| 2006.80- .90 | " | 0.178 | | 4.4 | 10.4 | 16.0 | 69.2 | 14.8 | 3.35 | 0.08 | 3.27 | 263 | 0.0069 | |
| 2150.65- .85 | 暗灰色砂質泥岩 | 荒 谷 層 群 | | 0.040 | 13.2 | 8.7 | 17.4 | 60.7 | 21.9 | 0.82 | 0.19 | 0.63 | 88 | 0.0120 |
| 2151.85-2.05 | 暗褐色砂質泥岩 | | 0.054 | 8.4 | 8.7 | 17.3 | 65.6 | 17.1 | 1.33 | 0.53 | 0.80 | 92 | 0.0100 | |
| 2292.12- .20 | 暗灰色泥岩 | | 0.049 | 14.9 | 7.0 | 17.5 | 60.6 | 21.9 | 0.84 | 0.12 | 0.72 | 107 | 0.0128 | |
| 2292.71- .92 | 暗灰色泥岩 | | 0.037 | 8.1 | 8.6 | 27.5 | 55.8 | 16.7 | 1.34 | 0.38 | 0.96 | 62 | 0.0048 | |
| 2296.00- .20 | " | | 0.072 | 12.0 | 6.3 | 17.6 | 64.1 | 18.0 | 1.05 | 0.22 | 0.83 | 132 | 0.0137 | |
| 2443.00- .11 | 暗灰色泥岩 | | 椎 谷 層 | 0.046 | 9.0 | 10.9 | 20.2 | 59.9 | 19.9 | 1.58 | 0.61 | 0.97 | 92 | 0.0082 |
| 2443.46- .66 | 暗灰色泥岩に細粒砂岩の挟み | | | 0.091 | 15.4 | 8.3 | 13.8 | 62.5 | 23.7 | 1.16 | 0.33 | 0.83 | 215 | 0.0223 |
| 2444.00- .15 | 暗灰色砂質泥岩 | | | 0.047 | 7.9 | 10.0 | 19.4 | 62.9 | 17.9 | 1.36 | 0.49 | 0.92 | 84 | 0.0079 |
| 2607.06- .16 | 暗灰色泥岩 | | | 0.035 | 16.0 | 14.0 | 18.5 | 51.5 | 30.0 | 1.07 | 0.43 | 0.64 | 105 | 0.0141 |
| 2607.16- .33 | " | | | 0.045 | 6.3 | 8.8 | 25.7 | 59.2 | 15.1 | 1.56 | 0.67 | 0.89 | 68 | 0.0066 |
| 2735.60- .70 | " | 0.030 | | 11.0 | 14.3 | 34.0 | 40.7 | 25.3 | 1.56 | 0.56 | 1.00 | 76 | 0.0065 | |
| 2737.18- .33 | " | 0.024 | | 7.7 | 7.7 | 14.3 | 70.3 | 15.4 | 0.59 | 0.04 | 0.55 | 37 | 0.0058 | |
| 2910.94- .15 | " | 0.031 | | 6.5 | 10.7 | 17.7 | 65.1 | 17.2 | 0.73 | 0.13 | 0.60 | 53 | 0.0076 | |
| 2920.75- .95 | 灰色細粒砂岩に暗灰色泥岩の挟み | 0.029 | | 10.5 | 6.5 | 15.6 | 67.4 | 17.0 | 0.44 | 0.08 | 0.36 | 49 | 0.0118 | |
| 3061.65- .71 | 暗灰色泥岩 | 0.035 | | 8.1 | 9.7 | 18.1 | 64.1 | 17.8 | 0.85 | 0.20 | 0.65 | 62 | 0.0082 | |
| 3062.26- .41 | " | 0.028 | 9.7 | 14.0 | 25.4 | 50.8 | 23.8 | 1.11 | 0.41 | 0.70 | 67 | 0.0082 | | |
| 3205.00- .10 | 灰色泥岩 | 谷 層 | 0.052 | 6.6 | 11.0 | 36.4 | 46.0 | 17.6 | 1.18 | 0.34 | 0.80 | 91 | 0.0098 | |
| 3205.36- .53 | " | | 0.044 | 6.8 | 10.0 | 27.4 | 51.8 | 16.8 | 1.03 | 0.14 | 0.89 | 74 | 0.0072 | |
| 3206.00- .21 | 暗灰色泥岩 | | 0.051 | 9.1 | 7.8 | 30.1 | 51.0 | 18.9 | 1.41 | 0.66 | 0.75 | 111 | 0.0127 | |
| 3365.00- .20 | 灰色細粒砂岩 | | 0.056 | 3.3 | 3.6 | 6.2 | 86.9 | 6.9 | 0.33 | 0.14 | 0.19 | 39 | 0.0177 | |
| 3366.25- .40 | 暗灰色泥岩 | | 0.056 | 7.9 | 10.2 | 10.4 | 51.5 | 18.1 | 1.19 | 0.41 | 0.78 | 101 | 0.0111 | |
| 3503.77- .93 | " | | 0.049 | 3.5 | 5.3 | 39.1 | 52.1 | 8.8 | 1.04 | 0.22 | 0.82 | 43 | 0.0045 | |
| 3505.25- .46 | " | | 0.051 | 4.9 | 9.1 | 45.5 | 40.5 | 14.0 | 1.37 | 0.35 | 1.02 | 71 | 0.0060 | |
| 3506.73- .90 | " | | 0.044 | 5.5 | 7.8 | 49.8 | 36.9 | 13.3 | 0.85 | 0.20 | 0.65 | 59 | 0.0078 | |
| 3701.17- .29 | " | | 0.048 | 7.4 | 9.4 | 46.4 | 36.8 | 16.8 | 0.80 | 0.12 | 0.68 | 81 | 0.0102 | |
| 3702.25- .45 | " | | 0.065 | 7.3 | 8.9 | 44.7 | 39.1 | 16.2 | 1.11 | 0.27 | 0.84 | 105 | 0.0107 | |

ppm 内外に達する。それより以深は一たん濃度低下し、1,800m 付近では8,000 ppm 前後になり、以深に再び上昇し、2,900m 付近では最大14,900ppm に達する。さらに以深へは濃度低下し、掘り止め深度では3,600 ppm 内外になる。このような深度-間隙水塩素分の関係が正しく実態を反映しているか否かは問題があるが、従来公表された石油試掘井等のコア試験には、本坑井と類似した結果を示す

ものが散見される。しかし、3,500m 付近の砂岩層に対して行なった試ガスに際し採取した自噴水のCl⁻は14,400 ppm であって、コア試験による値6,512 ppm と著しい差があった。試験方法、岩質、検層解析結果等を総合したうえ、今後検討することとする。

6.3. 岩石中の有機物(第3表参照)

809~3,703m の深度区間にある計39点のコア試料につき有機物を抽出し液相クロマトグラフ分析を行なった。同時に元素分析により全炭素量および無機炭素量を測定した。クロマトグラフ分析におけるヘキサン流出分

(パラフィン+ナフテン系炭化水素)およびベンゼン流出分(芳香族炭化水素)の和を炭化水素量(ppm)とし、石油化度=

$$\frac{\text{炭化水素量(ppm)} \times 0.86}{\text{有機炭素量(ppm)}}$$

として層別の平均値を求めると次のごとくなる

炭化水素 石油量(ppm) 石油化度

魚沼層群〔2点〕 78 0.0070

和南津屋十 53 0.0062

灰爪層〔7点〕

西山層〔9点〕 96 0.0101

荒谷相〔5点〕 94 0.0107

椎谷相〔21点〕 80 0.0098

炭化水素含量 石油化度のいずれの値についても、本坑井は信濃川沈降帯中央部付近にあるにもかかわらず、大きな値を示さない。

Ext: 抽出量, P+Na: パラフィン+ナフテン, Ar: 芳香族炭化水素, O-N-S: 含酸素・窒素・硫黄化合物, Res: アルミナ柱上の残渣, HyE: 抽出物中の炭化水素含量, Ct: 全炭素, Ci: 無機炭素, Co: 有機炭素, HyR: 岩石中の炭化水素含量, Ch/Co: 石油化度

新潟県内の若干のデータと照合してみると 灰爪～西山層の値は北蒲原平野東部の諸坑井の値に類似しており 亀田・内野・北阿賀・大口といった平野中央部における諸坑井のデータに比較して著しく小さい 椎谷層についてみても 本坑井の値は亀田などにおける値より概して小さい傾向を示し 新津～東山地区に比較すれば問題なく小さい。本坑井は諸種の事情から“ガスクロマトグラフ・ロッキング”を行なわなかったが マッド・ガス検層の記録よると西山層最下部の砂岩より坑底まで連続に近くガス徴を認め 一部ではかなり顕著であったが コア・カッティングについて確実な油徴を見出していない。3,500m付近の試ガス(5¹/₂" cp 3,532.87m 遮水セメント孔深度 3,482.68 m アンカー深度 3,492.57～3,502.57m ガス 223m³/日 水37kl/日)で産出したガスも 次のごとき成分で 重質炭化水素をほとんど含有しない。

| CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | CO ₂ | O ₂ | N ₂ |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 92.90 | 0.16 | 0.06 | tr. | 5.76 | 0.12 | 1.00 (vol. %) |

〔1963 10 27 採集 ガスクロマトグラフ分析〕

6 4. そ の 他

- i) 第1図にファンタム・ホライズンが画かれているがこの層準は“G6層”上限付近(和南津層中部)に相当する
- ii) 連続傾斜方位測定の結果は 和南津層以下坑底に至るまで大半が西北へ緩斜(6°～10°内外)することを示している
- iii) 3,500m 付近の試ガスを行なった際 密閉坑口圧は 148 kg/cm² に上昇した
- iv) 東京大学応用微生物研究所による コアの 調査結果によれば 809～2,736m の間にバクテリア 酵母菌等が培養・検出された バクテリア数のもっとも多かったのは1,809～2,293mの間のコアで 1グラム当り100,000

～1,000,000個に達している 2,700m 付近では1,000個位に減じ 2,921m以深では検出され得なかった
 バクテリアには炭化水素酸化菌があり エタン酸化菌は1,309 2,005 2,439mの各深度 プロパン酸化菌は1,028 1,407 1,809 2,005mの各深度に発見されている不完全菌は種類多く 菌数は少なく 1,407 1,800 2,000mの各深度に検出された

7. 総 括

蒲原 GS—1 号井は今後の蒲原平野における天然ガス探鉱促進を目途とした基礎調査井として掘さくされた。本井は北海道勇払 SK—1 (4,010m 1962) に次ぐ本邦第2の深掘井で 本州では西山油田伊毛 R—97 (3,202m 1941) の記録をこえる最深井であるが 多くのコア掘りを行ないつつ最短時間で掘さくを完了した。

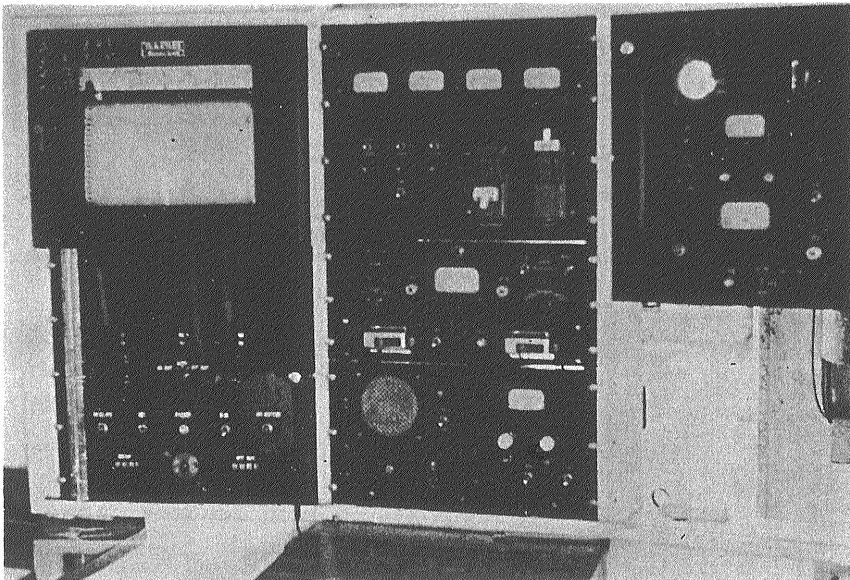
坑井位置は中之口・和納地震探査結果より 構造上もっとも低い部位に選定されたがこの位置は“佐渡山ノーズ構造”と“羽黒背斜構造”(いずれも物理探査結果よりの推定構造)との中間で 後者の西翼端付近に相当する。傾斜方位測定結果も地震探査による推測を裏書きしている。掘さくの結果 未詳であった平原下地質層序が明らかにされ 地層の物理・化学的性状を知ることができた。西山層が薄化し 椎谷層がぼう大な層厚を有するとともに 砂岩の著しい発達を示していることは本坑井の掘さくにより初めて判ったことである。西翼山・椎谷両層とも 炭化水素含量および石油化度は大きな値を示さず 石油母層としての資質にやや劣るところがあるが 魚沼層群下部より高塩分の間隙水を含有し

掘進中のガス徴状況等も考慮するなら蒲原平原南半においても適切なトラップ型態さえ存在すれば 遊離ガス層の形成されている可能性が大きいと推測される。

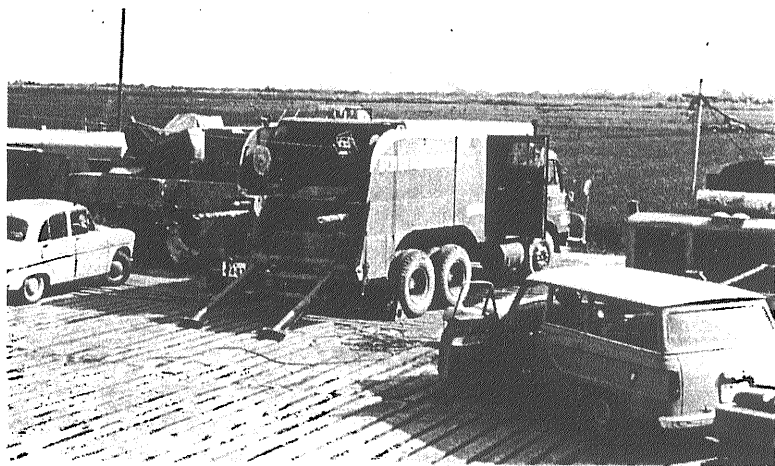
椎谷層の著しく大きい砂岩・泥岩比は トラップの型態として combination stratigraphic—structural trap

のありうることを暗示しているように思える。しかし他方 椎谷層の層厚が著しく大きいことは 条件により緩斜する構造において 深部ほど構造の消失する可能性も示している。この可能性はとくに中之口川以東に向って強くなるものと考えられる。以上蒲原層序試錐の結果を要約したが この作業に協力を惜しまれなかった 帝国石油KKおよび石油資源開発KKの関係各位に紙上を借りて 深く感謝の意を表わすものである。

(筆者は燃料部石油課長)



マッドガス検層機(いわゆるバロイド検層機)

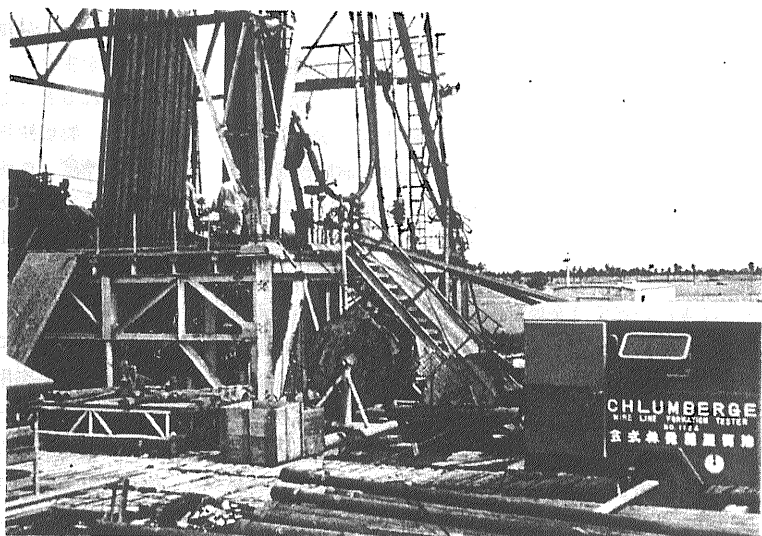


← シュランベルジャー社の
検層車（作業中）

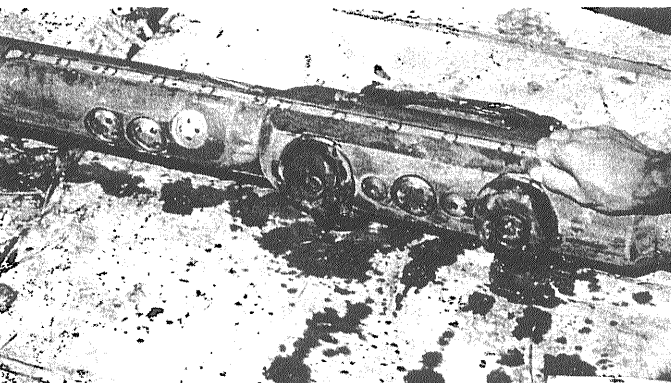


↓ 検層作業

↓ ヤグラ下で検層作業中



ワイヤーライン・フォーメーション・テスター
↓ 試験層に弾丸で穿孔し 筒の中に層内の流体を採取すると共に層圧を測定する



流体の計量（右のピンはセパレーター
左はガスメーター）