

新潟県中蒲原郡中之口地震探鉦調査第二次構造解析報告

南 雲 昭 三 郎*

Report of Reinterpretation of Nakanokuchi Seismic Survey

by

Shozaburo Nagumo

Abstract

As to the reinterpretation of Nakanokuchi seismic survey, record sections were made in the form of variable area representation. The correlation tracing of reflection horizon was done for several marked reflection wave trains. Useful data were obtained for such geological interpretations, that is, the development of stratification towards the centre of the basin, mild anticlinal structure near Haguro, deeper structure, and subsurface distribution of volcanic rocks.

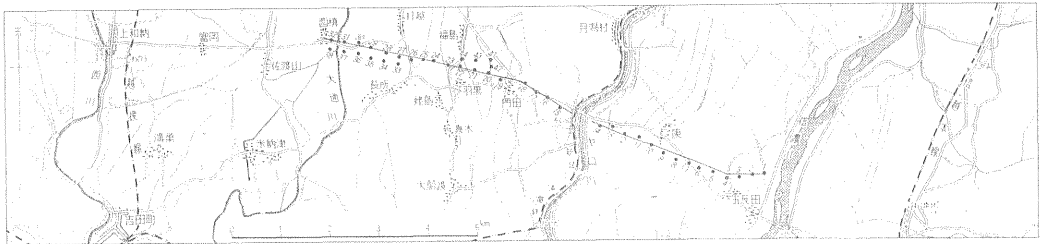
1. 緒 言

特別研究“構造性天然ガス鉦床調査研究”の一環として、蒲原平野南部を横断して新津丘陵から角田一弥彦山塊に至る地下構造断面を追跡する地震探鉦調査が計画され、昭和36年11月下旬～12月にその一部である中之口地震探鉦調査が実施された。地震探鉦によつてえられた地下構造の大勢は調査を依託した石油資源開発 K.K. から提出された報告書にみられるとおりであるが、さらに平野中央部へ向かう地層の堆積状況、羽黒付近に認められたテラス構造、地下深部の構造、火山砕屑岩・火成岩の分布などの地質構造を精しく調べるために、再解析を行なった。再解析の手續としては、まず面積表示記録断面を作成し、反射波の相関追跡を行ない、各反射層準の時間断面図を作成した。これらの結果の地質構造との対比は、昭和38年度に予定されている当地域における層序試錐結果を待つて行ないたいが、現在の段階でえられる考察を付記した。

なお面積表示方式記録断面の作成には、川島威・井波和夫が参加した。

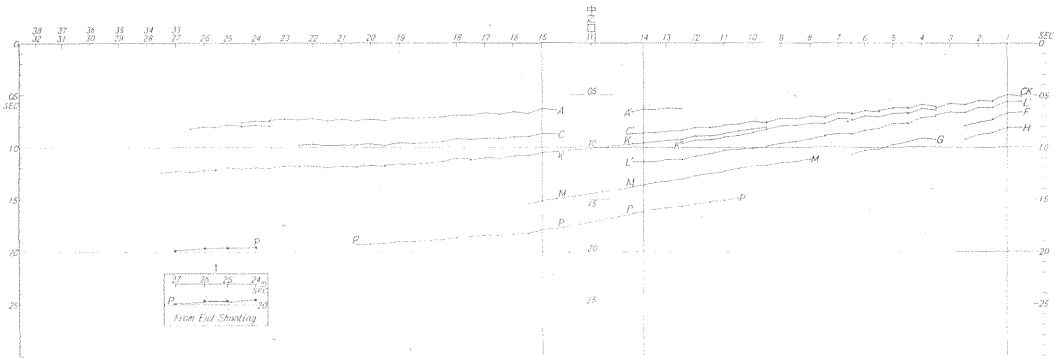
2. 面積表示方式の記録断面

まず石油資源開発 K.K. から提出された磁気録音テープを再生し、面積表示方式の記録を作成した。現地で使用した探鉦器はFR-1であり、当所において再生に使用したものはHS地震探鉦器である。両探鉦器は録音方式およびテープが等しいので原テープからただちに再生が行なわれた。ただしヘッドIIバンクの接続が両探鉦器で位相が逆になつていたのでとくに位相反転ケーブルを作成使用した。再生記録は混合(mixing)を用いたものと用いないものと2通り作成した。混合方式は両側トレースへ33%-33%-33%の比率で配分する方式を用いた。この記録を一たん写真にとり、縮尺してはり合わせて記録断面を作成した。混合方式による記録断面を図版1に付した。調査は連続断面法で行なつているので、記録の相関は隣接展開のトレース No.2とNo.24が相反関係にあり、トレース No.13が爆破点となつていいる。なおS.P.14～15間は中之口川のため約1km離れ、またS.P.18～19間は部落の介在のため約550m離れている。したがつて記録断面上でS.P.14～15、S.P.18～19間は相反関係で結ばれない。



第1図 中之口地震探鉦調査測線図

* 物理探査部



第2図 時間断面図

3. 反射層準^{注)}

反射波の相関追跡^{注)}および説明の便宜のために、反射波連^{注)}の相関された着目位相に記号 A~K~P など を付した。各反射波連の相関追跡の結果は図版2の記録断面に実線で記入したとおりである。

3.1 反射波の相関手続

まず爆破点18, 19の端末爆破記録および展開(19-20-21)に対する爆破点41からのオフセット記録(図版2参照)にえられた反射波群^{注)}について、反射波連を分離し、そのそれぞれに浅部よりA, B, C, K, L, M, N, P, Qの名称を付した。次にそれぞれの反射波連を記録断面上で相関追跡を行ない、記録断面上で追跡困難な爆破点20以西は端末爆破記録を用いて追跡した。なお混合法を用いた記録断面上では、反射波以外の妨害波による偽似位相揃いが反射波連の着目位相の相関を妨げるので、技術報告に詳しく述べたように、混合法を用いない記録との比較、反射波連の特徴、とくに最大振幅位相、また上位下位の反射波連の傾向などを考慮に入れて、相関位相を判定した。

3.2 時間断面図 (Time Section)

以上のような手続によって相関追跡されたそれぞれの反射層準について時間断面図(第2図参照)を作成した。記録のトレース No. 2, 13, 24の反射時間をプロットし

直線で結んだものである。

次に各反射層準の追跡結果を説明する。

3.3 K, A, C 反射層準

反射層準K, A, Cはほぼ全域にわたって追跡され、東方へ向かって尖滅構造を示す。反射波連K, C, Aの相関追跡は、爆破点18~15間は記録が良いので非常に明瞭・簡単に行なわれる。S.P.15~14間の相関は両爆破点が中之川をへだてて約1km離れているため、反射波連Kを波形の特徴によって行なった。いわゆる character correlation である。A, C 反射波連については着目位相の相関が明らかでないで、爆破点14以東ではA', C' と' を付した。これは反射波連は連続したものであるが着目する位相の相関が難しく、時間断面に記入した読み取り位相が両者で相関するかどうか明確でないことを意味している。K波連を爆破点14以東に追跡してゆくと、爆破点10~9において反射波形が漸次変化し、追跡位相山Kと次の位相山K'と一致してくる。これは反射層準の岩相分布の薄化尖滅を示すものである。この位相をさらに爆破点8以東に追跡すると、上位のC'反射波連との時間間隔が漸次小さくなり、爆破点4~3においてC', K両反射波連は1つの反射波連となり、爆破点1へ連続する。これもまたC', K反射層準の岩相の薄化尖滅を示すものである。

注) 以下使用する術語、反射波群・反射波連・反射層準・相関追跡を次のように定義して使用することにする。

反射波連 (reflection wave train) いくつかの山谷位相が続く、一つながりの振動波形をもつた反射波群をいう。

反射波群 (reflection group) 反射波連がいくつか続いているものをいう。

反射層準 (reflection horizon) 反射波連は、連続速度検層記録を用いた人工反射記録合成に示されているように地下の速度と密度との積である音響インピーダンス分布の特徴ある変化(characteristic variation)に対応するものである。すなわち、一般には、1つの反射波連は1つの境界面に対応するのではなく、ある厚さをもつた岩

相分布に対応するものである。この1つの反射波連に対応する岩相分布を反射層準と定義する。

相関追跡 (correlation tracing) 相離れた反射波連について、山谷位相の対応をつけることを相関 (correlation) といい、連続した反射波連について山谷位相の対応をつけながら追跡することを相関追跡ということにする。反射波連はいくつもの山谷位相をもっており、また最大振幅位相の波連の中における位置は長い距離にわたると必ずしも一定でない。普通相関追跡は、爆発点と展開の端末受振点との相反関係を用いて行なわれる(これが連続断面法である)。しかし、相反関係を用いることのできない場合は着目する山谷位相の相関は難しくなる。

爆破点20以西へK反射層準を追跡すると爆破点21~23においてほとんど平坦なテラス構造を示し、爆破点23~24において僅かに西落ち傾斜を示す。反射層準の傾斜のメジャーである反射時間差 ΔT (step-out time) を各展開 (spread) でみてみると、ごく僅かの量ではあるが、爆破点19, 20では西落ち傾斜、爆破点21では水平、爆破点22で西上り傾斜、爆破点23, 24で西落ち傾斜となり、ごく僅かながら緩背斜構造をなしている。A反射層準をみてみると、爆破点19で西落ち傾斜、爆破点20~22において西上り傾斜、爆破点23~24においてごく僅かに西落ち傾斜を示し、爆破点24~25において明瞭な反射位相の変化を示し、K反射層準より明瞭に緩背斜構造を示している。A, C反射層準に挟まれるC反射波連は、爆破点23~24で非常に不規則になり相関が難しい。

A, K反射波連の爆破点24以西への連続性はK波連は爆破点35において、A波連は爆破点27において不明瞭となる。一方爆破点36~37~38 (爆破点30~31~32のオフセット) において良好な反射波連がいくつかみられるが、K波連との相関は不明である。爆破点27以東においてK反射層準が同一レベルを保つのか、あるいは断層によつて上位あるいは下位にとぶのかどうかは今回の記録からは不明である。次の延長測線においてこの吟味を行ないたいと思う。

以上を要約すると、K, A, C反射層準は爆破点1より西方すなわち平野中央部へ向かつて漸次深度を深め、爆破点20~23付近において僅かな緩背斜構造を含むテラス構造を形成し、爆破点24~25~26において西方へ深度を増し、爆破点28以西ではその連続性が不明である。爆破点30以西に明瞭な反射層準がほぼ水平に連続しているが、K, C, A反射層準との相関は現在の段階では明らかでない。また反射層準K, C間の地層は平野中央部から東方へ向かうにつれて漸次薄化する。また、次に述べるL, K反射層準間の地層も同様に薄化する。

3.4 L反射層準

L反射層準はK反射層準の1つ下位の層準であり、その反射波連の特徴は爆破点18, 19の端末爆破記録、爆破点41のオフセット爆破記録 (図版2参照) にみられるように単純な振動波連である。爆破点20~15間は記録が悪く相関追跡は困難であるが、爆破点14のL'反射波連に相関されるものとした。なお着目位相の相関について不明瞭な点があり、爆破点18~19間のL波連と追跡位相に1山づれがあるかもしれないので'を付してL'とした。爆破点14以東爆破点1まで追跡され、KL'間の地層は、C, K反射層準間の地層と同様に、東方へ向かつて漸次薄化する。

3.5 M, G, F, H反射層準

M反射層準は爆破点14~9間に認められるL'反射層

準の1つ下位の層準である。爆破点8~7間において東方への連続性は見失なわれる。爆破点6~4において、このM反射層準の連続性が期待される反射時間の所に、波形の特徴の異なつた反射波連が認められる。この反射波連はかなり長い時間続き、M反射波連と著しく波形が異なるのでG反射波連と名付け、一応Mとは別個のものとした。M反射層準とG反射層準とはおそらく岩相が著しく変わつていであろう。G反射波連は爆破点3においてふたたび東方への連続性が見失なわれる。爆破点2~1の、その延長とみられる所に、独立した反射波連が認められるが、波形の特徴が著しく異なるのでF反射波連と名付けた。F反射波連の下位にもう1つの反射波連が認められ、それをH反射波連とした。

M, G, F各反射層準はL反射層準の1つ下位としてほぼ同一層準に連なるものであるが、上に記したように、爆破点3, 7においてその連続性が途切れ、しかも反射波連の特徴が大きく変化するので、岩相状態が著しく変化しているものと考えられる。

3.6 P反射層準

平野中央部において深度約2,000mの層準の構造を追跡するために、爆破点18, 19, 24~27の端末爆破記録 (図版2参照) において検出されるP反射波連について相関追跡を行なつた。まず爆破点24~27の端末爆破記録によつて、爆破点24~27間の相関が求められる。中点反射時間 T_0 (normal time) は、妨害波によつて明瞭ではないので、反射波の曲率を外挿して求めた。また爆破点24~26, 25~27の記録によつて、反射波走時曲線の傾斜が求められ、反射層準の傾斜が求められる。爆破点24~26間においてはほぼ平坦に近く、爆破点25~27間においては明瞭に西落ち傾斜を示す。東方へ向かつての追跡はまず爆破点24と18の端末爆破記録を相関させると、反射波形の特徴から、K-K, P-Pの相関が明らかに認められる。しかしL, M, N反射波連の相関は明瞭ではない。このことを、L, M, N反射層準がこの間において岩相変化を生じていると解釈すると、これは爆破点23~21間の緩背斜構造と関係のあることかも知れない。記録断面上において、爆破点18, 19から西方へP反射波連を追跡すると、爆破点20の展開においては、オフセット記録 (爆破点41) へ相関されるが、爆破点21~23間の追跡は妨害波に妨げられて困難である。また東方へ追跡すると、貧弱な位相揃いではあるが、爆破点15まで追跡され、また爆破点14~11間のP反射波連へ追跡される。それ以東への連続性は不明である。爆破点10以東においてP反射層準と同一層準あるいは上下の層準に西落ち傾斜をもつた反射位相が断片的に検出されるがいずれも連続性が乏しい。

以上の追跡結果を要約すると、P反射層準は爆破点10

～19間において西方へ向かつて深度を増し、爆破点18～20間で傾斜はきわめて僅かになる。一方爆破点24～26間においてほぼ平坦で、爆破点25～27間で西落ち傾斜となる。したがって、爆破点20～24間におけるP反射層準の構造は、両方から内挿して考えると、きわめて平坦なテラス構造あるいは緩背斜構造と推定される。また端末爆破記録にみられるように、反射波連 L, M, N, P の反射波は実に綺麗な波形をもつて続いているので、L～P層準間の地層の岩相は堆積岩と推定され、火山岩とは考えられない。

3.7 反射層準の深度について

以上記録断面図, 反射波連の時間断面図について, 反射層準およびそれから推定される地質構造を詳しく述べてきたが, これは当地域におけるような緩傾斜構造の場合には, 深度断面によらなくとも上記の2つで相当程度地質構造が推定されるので, 今後地質技師が上記資料を判読される場合の参考になればと思つて冗長のきらいをおかして記した次第である。さて時間断面図から深度断面図に変換するためには, 地下の弾性波速度分布を知らなければならない。羽生田R-1, 高木R-3のウエルシューティング結果, および当中之口測線の反射走時曲線等からある程度速度仮定を行ないうが, 近く当測線付近にて層序試錐が行なわれ, 速度分布の正確な資料が得られる予定なので, その結果をまつて正確な深度断面を作成することとし, 今回は深度のおよその見当を示すにとどめる。通常反射計算の場合地下の速度分布として深度とともに直線的に増加する形が採用されている。

$$V = V_0 + kZ$$

これは不均質な地下の速度分布を反射計算の便宜のために設定されたものであり, 反射走時が等価になるように常数 V_0, k が決められる。帝石, 石油資源資料によれば羽生田 R-1 のウエルシューティングからは

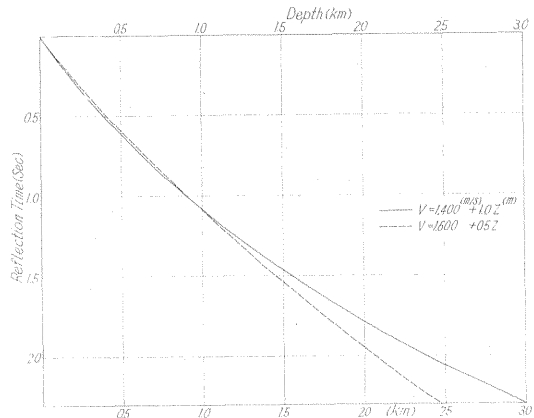
$$\begin{cases} V = 1630(\text{m/s}) + 0.35Z & (Z < 550\text{m}) \\ V = 1250 + 1.10Z & (Z > 500\text{m}) \end{cases}$$

高木 R-3 のウエルシューティングからは

$$V = 1740 + 0.44Z \quad (Z > 500\text{m})$$

と求められている。したがって当地域の反射時間と深度との関係を見る資料として, $V_0 = 1600\text{m}, k = 0.5; V_0 = 1400\text{m}, k = 1.0$ の両者について反射時間—深度曲線を第3図に付しておいた。

これによると, 反射時間 $T_0 = 1.0 \text{ sec}$ の深度は約 900



第3図 深度反射時間 (T_0 曲線)

m, 反射時間 $T_0 = 2.0 \text{ sec}$ の深度は約 2.4～2.1 kmである。したがって爆破点20付近においてK反射層準の深度は約 1.1 km, P反射層準の深度は約 2.2～2.3 kmと推定される。

4. 要約および結語

中之口地震探鉱調査の再解析を行なつた。磁気録音テープの再生処理によつて面積表示方式記録および記録断面図を作成し, 反射層準の相関追跡を行ない, 各反射層準の時間断面図を作成した。その結果平野中央部へ向かう地層の堆積発達状況, 羽根付近に認められる緩背斜構造, 地下深部の構造, 火山岩の分布等の地質構造について有益な資料が得られた。各反射層準と地質層序, 岩相との関係は近く行なわれる予定の層序試錐によつて明らかになるであろう。

再解析ということは, 以前述べたこともあるように, 地震探鉱におけるもつとも重要な仕事の1つである。探鉱のそれぞれの段階および時点に応じて, 地震探鉱結果をその後の資料と併せて再解析するという事は, 調査実施時の第一次解析で充分解析しなかつたり, あるいは不確定要素が多かつた情報を明らかにすることであり, 地震探鉱の価値をさらに高めるものである。

ことに磁気録音方式探鉱器による調査および解析用再生機によるデータ処理はこの再解析のためのものといつてよほどであり, 再解析が今後充分行なわれるようにそして高価な地震探鉱の含有する潜在探査情報が可能な限り有効に利用されることを望んで止まない。

(昭和36年12月調査)

