

解 釈 ②

中条 純輔

地域の分類

音波探査での実用上の大切な解釈への道は 音波探査の記録を記録上の何らかの共通性によって分類することである。このような共通性を探することは 単に音波探査にとどまらず すべての地学現象の記載と解釈への道にある手段の一つである。たとえば 地質の図幅である色わけをほどこすのは 同じ時期に堆積したり 形成したりした 岩石についてすることもあろうし 似た岩相や同一種の化石とか ある物性について行うこともあろう。これには分類のためのある原理に基いて 実際と対比照合されることが多い。しかし逆に分類に基づいてその原理が追及されてゆくこともある。そのプロセスでは常に分類自体が適正であるかどうか 考えの上でフィード・バックされるのが普通である。分類にもはっきり量的なもの、そうでないものがある。海底堆積物を粒度によって分類するとか 海底地形を等深線のコンターマップで表わすばあいは量的に扱える例である。原理が判っている場合や 原理は判らなくても量的に扱えるものについては「地域の分類」等ということ は 単に図の表現の一つの手段にしかすぎず たいして意味のあることではない。

ここで述べる「地域の分類」は原理も量的な意味もなく とにかくある共通性だけに着目して分類しようということである。実際問題として 全く未知の分野を調査して記載したり 研究したりするためには このような分類はときに必要欠くべからざることがある。

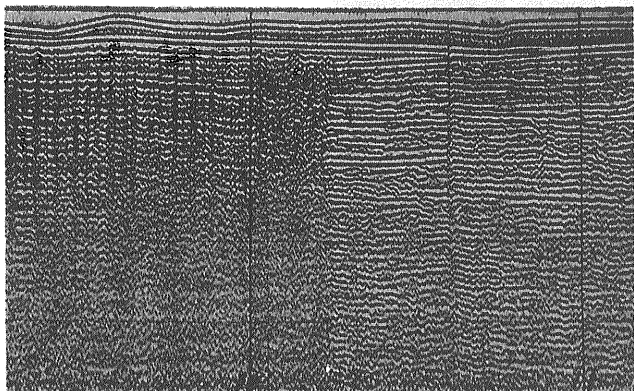
音波探査におけるこのような「地域の分類」の例をあげよう。有明海の北部には現在ここにそそぎ込む3つ

の河一東から筑後川 六角川 塩田川一海への延長がはっきりした海底地形として現われている。とくに筑後川の海底地形は 鮮明に現われていて旧河床の部分は筑後川海底水道と呼ばれ その両側には海底 自然堤防 natural levee があり 東側のそれは峰の洲と呼ばれている。この旧河床は河口から南に約 20 km 続くと水深 20 m あたり (三池港の沖あたり) に到ると 3つの旧河床とも急に消えてしまう。これは旧河床が陸上で形成されたときに海水面が現在の -20m のあたりにあったためと考えられる。この旧河床を横切る音波探査の測線において散乱波が観測された。第1図はその記録例である。これは音波礫層と考えられ その一般的なことがらはすでに前の項で述べている。一方 この海域で別の機会に実施された地震探査では ウェーブガイド現象がところどころ発生することが知られている。

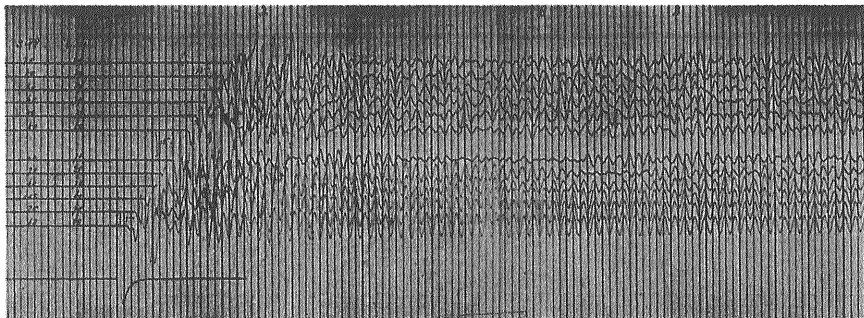
第2図 がその記録の一例である。ウェーブガイド現象 wave guide phenomena とは 海中の地震探査で火薬の爆発により ある特定の周波数の振動が発生して長く続き 1秒からときには数秒も続くような現象である。これは地震探査とくに反射法の著しい妨げになりこれを避けるための研究は なされているが未だ成功していないし その発生メカニズムも色々な説はあるが分っていない。しかし爆発の方式によるものでなく 地域的なものだけということ は知られている。また海に特有のもので陸上では ウェーブガイドに類することはまれである。

掲載した記録例は屈折法の記録であり 12成分のトレースのうち 爆発点に近い5成分において ウェーブガイドが見られる。5成分は間隔20mに設置された爆発点から25m-105mの間で発生していて 近いところは卓越周波数 69 cps で 1.6 sec 続いているが 105 m では 6.6 sec位で消滅している。フィルターは 23-60 cps で AGC (automatic gain control) が用いられている。

有明海において地震探査が両方適用されている区域はごく少ししかない。しかしそのわずかの所で地震探査でウェーブガイドの発生した所と 音波探査で音波礫層の観測されている所がよく一致していることは注目すべきことである(第3図)。ウェーブガイドの発生メカニズムはよくわからず まして散乱波との関係は分らない。使用している周波数も前者が 23-60cps なのに



第1図 有明海の筑後川南方における音波探査記録 左側(西側)は筑後川の旧河床に相当するところで散乱波が観測され 音波礫層と解釈される右側には散乱波はない 縮率は1/8 secフィルターなし(器械はスーパーカ)



第2図
地震探査におけるウェーブ・ガイドの記録 有明海東部の屈折法の際に発生したもので 下側は爆発点に近く その5成分(25~105m)は約1.6secまで69cpsの振動を記録している フィルターS2-2(23~60cps) AGC I 振動板型圧力受振器使用 受振器間隔20m(器械はETL M-3)

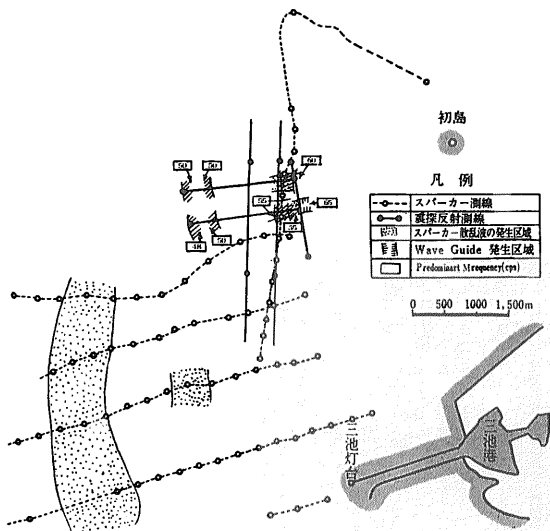
後者は200~600cps位であってかなり異なっている。しかし原因や関係は判らなくても 現象として関係ありそうなことは 地域をその観点で分類するに役立つであろうし ウェーブガイドの発生を 音波探査により予見したりできるかもしれない。

〔注〕 ウェーブガイドの発生は Burg (1951) 等によると水面と海底の間の多重反射の干渉と考えられた。この干渉条件から卓越周波数 f は

$$f = (2n - 1) Vw / 4H \cos \theta$$

ただし n : 次数 Vw : 水中の音速 H : 水深 θ : 入射角で 実際の観測にかかる主要部分は主として $\theta = 0$ の場合で群速度が0と考えられた。しかし現在では海底下の層内で P波がS波に変わってエネルギーを貯えるという考え方に移ってきている。しかしまだ完全には解明されていない。

次に有明海の長州と島原半島間の探査例をみよう。ここは熊本県長州と長崎県の島原半島の間 約11kmの北東—南西の海域を 約500m間隔に8本の測線で観測している。第4図 に示す長州測線断面図はこの観測記録の反射面をピックアップして図化したものである。垂直水平尺度比Sは10である。第5図 は測線図と周

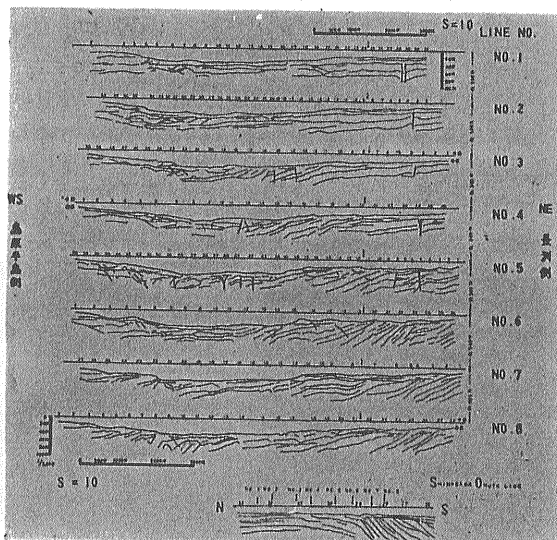


第3図 有明海東部における音波探査の散乱波発生区域と地震探査のウェーブ・ガイド発生区域の対比図

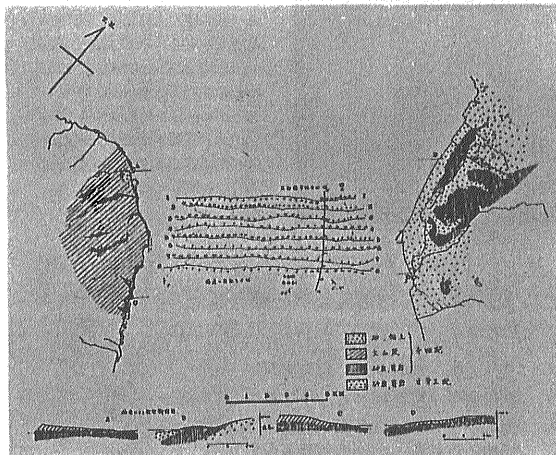
辺陸上の地質図である。音波探査の結果については図に示すように 5つの区域に分類された。

1. 長州北側—反射面の平坦な区域
2. 長州南側—反射面が6°—7°で南に落ちる区域
3. 海域中央東側—反射面南西落ち1°—2°
4. 海域中央西側—構造の複雑な区域
5. 島原半島側—ほぼ平坦な反射面

このような分類の仕方は 現象的なもので根拠はない。海底下の地質構造は判っていないし ボーリングも行なわれてはいない。海底表面のサンプリングは行なわれていて その分析や粒度分布のコンターマップと 淘汰係数のコンターマップは報告されている。しかし表層の下の構造は分らないのでとにかく分類してみた。分類は原記録によるべきで 断面図にしたものはほとんど反射面の微妙な特長を失ってしまっている。分類の仕方はその性質上 かなり主観的になってしまうことを避けることはむずかしい。この中で4の構造の複雑な区域を示す一例は 第6図 である。ここでは 反射面の変化は激しく 記録上に双曲線状のパターンがたくさん見られる。



第4図 有明海の長州海域における音波探査の解析断面図 右は北東で長州側 左は南西で島原半島側 断面図の垂直水平尺度比 Sは10である



第5図 有明海の長州海域における音波探査の測線図および地質図
海域を記録の特長にしたがって5つに分類してある

これは解析の項でものべたように 反射面の形状を意味するものではないから かなり複雑な構造と思える。このために考えられるケースは 火山砕屑岩のようなものの クロスベッド状の堆積や あるいはかなり断層でもめた地域である。このような回折波を出すものは地下に存在せず 海底に存在しても それが受振器直下でない場合には あたかも地下にあるかの如く 散乱波を出すはずである。しかしドレッジによると 海底堆積物は粒度1~2 (粒径1~0.5mm) であり また地形分類によると 第2平坦面あたりに相当するので そのようなケースは考えにくい。 島原半島の近く距岸2km位は 平坦または北東落ちの傾斜をもつ反射面がえられる。 陸上の地質から類推しうる地質の範囲は ここまでではないかと思われる。

このような地域の分類は 必ずしもそれ自体で地質が分るというものではないが 地質的考察の手がかりにもなるし またボーリングをたくさん行えばあいなど それを組織的にして掘る本数を減らすというようなこともできる。 地域の分類ということは必ずしも音波探査に

限ったことではなく 地震探査反射法でも 原理的には同じである。しかし実際問題として 音波探査の方がそのような適用が多いのは 全く経済的なことに由来している。

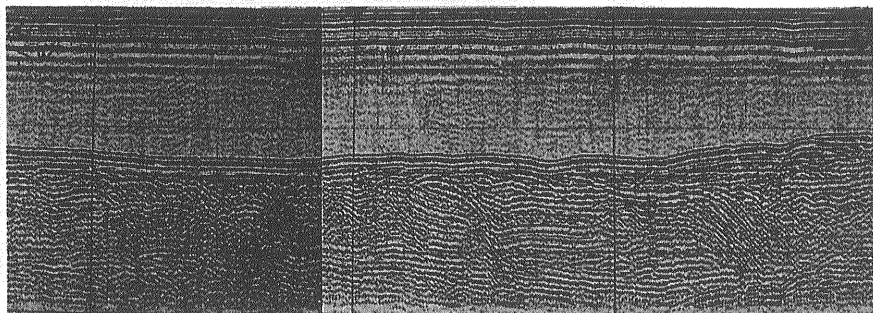
音波探査では 20,000~40,000円/km 位なのに 海上の反射法では 300,000~700,000円/km 位でケタ違いだし 作業能率からいっても 前者が40km/日 (実働日数あたり) なのに 後者は20km/日 位であろうか。こんな点でも音波探査は 地震探査に比べて高分解能になったという以上に新しい適用方法と 適用範囲を拓いているということができよう。

海底表面の堆積物

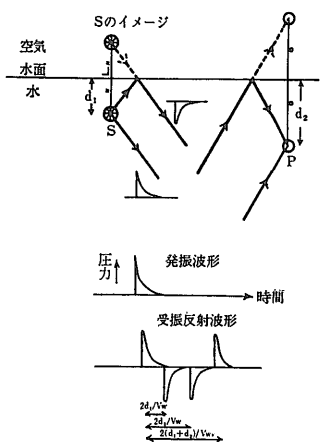
海底表面の堆積物を音波探査で調べることは 実用上大切な問題を数多く含んでいる。 実際の調査例からみても 件数において過半数が海底表面の堆積物の調査でしめられている。 それは海底土木の問題が この堆積物の分布と密接な関係があるためである。 しかしそれ以外にも表面堆積物の構造を調べる要求は多い。 それは一つには音波探査が最も適した手段であり 地震探査では不可能な高い分解能が要求されるからである。

適用例は海底炭田における石炭の採掘に伴ってする第四系の分布 (採掘の保安上の問題と関係がある) の調査や 堆積の研究などもあるが 土木上の問題 たとえば架橋 浚渫 海底トンネル (トンネル自体を表面堆積物の中に作るということではなく工事上の必要からである) 港湾建設 航路の調査 海底のパイプ等の敷設など 海底土木のほとんどが関連をもっている。

したがって 音波探査記録の解釈の上で微細な堆積物の問題は大切な役割をもっている。 その上 海底は陸上と違って 堆積物でおおわれているのが普通なので なおさらである。 陸上では 一般には雨や風や川や所によっては 海の波や氷河のために侵食や削薄を受けて地層が露出していく しかし海底や平野では 逆に堆積が進んでいく (平野は世界的には準平原のような侵食で形成されたものが多いが 日本の平野の場合は堆積で形



第6図 有明海の長州海域における音波探査の記録 「構造の複雑な区域」の代表的な記録例である 反射面の変化が激しく 双曲線状のパターンがところどころ見られる 挿引は 1/8 sec



第7図 発振器の深さ d_1 と受振器の深さ d_2 による受振された反射波形の変形

う。

海底表面の堆積物の堆積状況や その厚さなどを詳細に調べるといことは 技術的にはその構造にもよるが決して容易なことではない。これには主として三つの理由がある。

- (1) 使用周波数による精度の限界
- (2) 発振器と受振器の深さによる影響
- (3) 発振器の気泡振動等の発振波形による影響

まず(1)の使用周波数による精度の点をのべる。ある波(音波でも光でも電波でも原理的には同じである)を用いてあるものの位置を測定するにあいにはその波の波長の $1/4$ 程度の誤差はさげられないのである。だから波長が短いほど(周波数が高いほど)測定精度がよい。

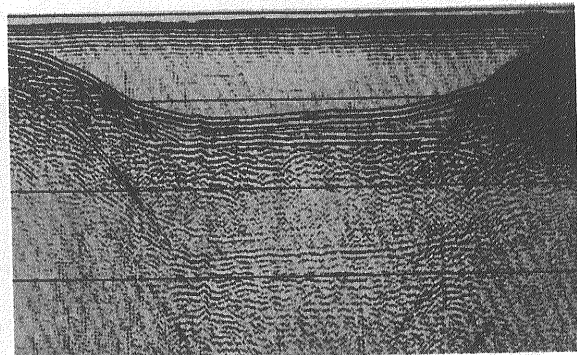
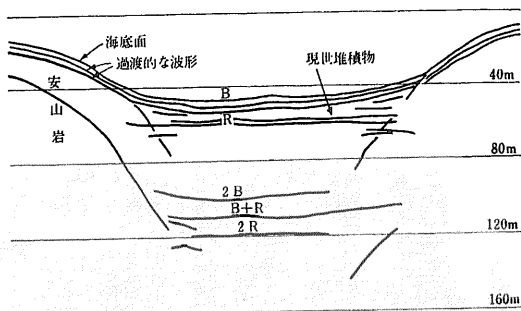
$$[\text{波長}] = [\text{速度}] / [\text{周波数}]$$

の関係を用いれば 音波探査で用いている 150 cps の水中音波の波長は10mだから その $1/4$ は 2.5 m であり 1,500 cps なら波長は 1 m である。超音波測深器では仮りに15kcの超音波として波長 10cm である。これらの点で音波探査は原理的に超音波測深器よりも誤差が多い。だから超音波を用いて地下が分れば 精度はよくなるのである。しかし超音波は地層中の吸収が激しいので そのため実際には海底から下はほとんど分らずほとんど実用にならないことは すでに述べた。それでも Sonoprobe と呼ばれる器械では 3.6kc というかなり高い周波数を用いて海底より下を調べている。この器械は 海底表面の堆積物を調べる以外にはほとんど役に立たない。

成されたものばかりである)。だから岩盤が露出しているような海域では 堆積物がたまらないようなメカニズムを考えねばならない。潮流や波浪がその原因に考えられることが多い。堆積物の厚さは場所によって非常に異なり 後にのべるようにブルム海退に伴う埋積物 fill は 100 m もあるし もっと厚いこともある。まず測定技術からくろ問題点をのべよう。

発振器の深さによる影響(2)は 音波の水面による反射のための発振波形の複雑化を意味している。深さ d_1 の発振器から出た音波のうち 下向きのはそのまま伝播するが 上向きのは 水面で反射して位相が反転してから下に向う。受振器(深さ d_2)に入る波も同じで 直接入る波と水面で反射する波とある。したがって4つの径路の音波があるので 第7図に示すように発振波形は単純なパルスでも受振波形は振動型になる。受振器で半波整流を行なうと 波形の片側だけを用うことになり 極性が+ (+の音圧が記録上で黒く出る)ならその2つの山の間は $2(d_1+d_2)/vw$ の時間差で見かけの深さは d_1+d_2 である。 $d_1+d_2=3\text{m}$ ならば 時間差は 4m-sec になる。この深さの影響を避けるには d_1 と d_2 を浅くする程よくなる。しかし $d_1=0$ $d_2=0$ すなわち両方を水面におくと 反射波はなくなるかわりに 出力も0になってしまう。また実際上の問題として 海の表面の波の影響で雑音がふえたり 海底からの高さが変わったりするので実用にならない。このような水面の反射をさける一つの手段は 上向きに音を出さないことであり すなわち指向性をもたすことである。この指向性の技術的問題点は別にのべる。

発振器の気泡振動(3)によっても反射波は乱される。水中放電によって気泡振動が生ずることはすでに“音波探査の音源”の項でのべた 数100ジュール程の電気エネルギーで 発振器の深さが数メートル程度の中水放電なら その周期 T_B は数 m-sec 程度である。振動板を用う場合にも空洞現象 cavitation で似たようなバ



第8図 駿河湾の三津における音波探査記録と説明図 両側に安山岩の山があり 中央に堆積物に埋った凹地がある 海底が3本の線で現わされている点に注意 (器械は地質調査所型)

ルスが2コ（または3コ以上）出ることがある。もし気泡振動の周期が2m—secなら深さ1.5mに相当する。気泡振動を生じないような水中放電ができればこの点は解決されるであろう。これはある程度は成功して実用化されているがエネルギーの損失はまぬかれない。

以上のような理由で海底表面の反射は単一の反射面としては記録されず表面の堆積物の構造などを議論する際にその分解能の限界になる。この3つの原因のうち(1)より(2)と(3)が実際上の大切な問題点である。

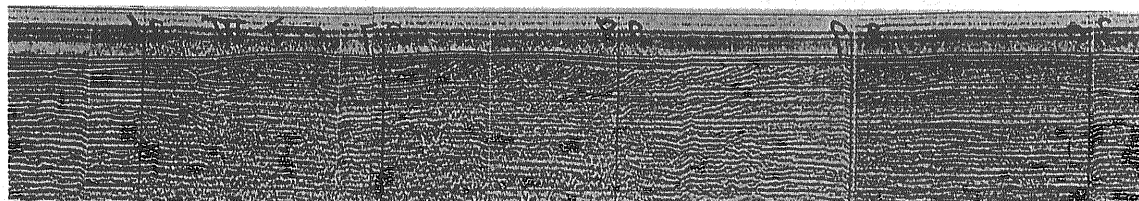
このような問題が生ずるのは海底表面に限ったことではないが海底面のばあいは最も高い分解能を要求されることが多いので詳しくのべたのである。

記録例をみてみよう。第8図は駿河湾の東北で伊豆半島の付け根に当る三津において観測された記録例である。両側に高くなっている地形は安山岩であり中央の谷のような凹地はその2つの山の間を埋めた堆積物である。ここは陸上に近くこの山や谷はそのまま陸上の地形にも対応がつく。凹地の下には海面下55m海底下約10mに明りょうな反対面が観測されている。反射面は海底面と違って中央が少し高くなっている。これは海面が低下して陸化していた時期に扇状地のようにして形成されたためかもしれない。海底の記録をよく見ると3本の海底に沿った線で構成されていてこれは堆積物のある所も両側の安山岩でも同じように続いている。この見かけの厚さは約6mに相当する。3本の線は元来の発振パルスが水面反射して2本（半波整流をしているので負のパルス2本は消える）あり気泡振動が2本あって合せて4本のうち2本が時間的に一致して3本に表われているものである。事実発振器や受振器の深さを変えると3本が2本ずつ4本に分

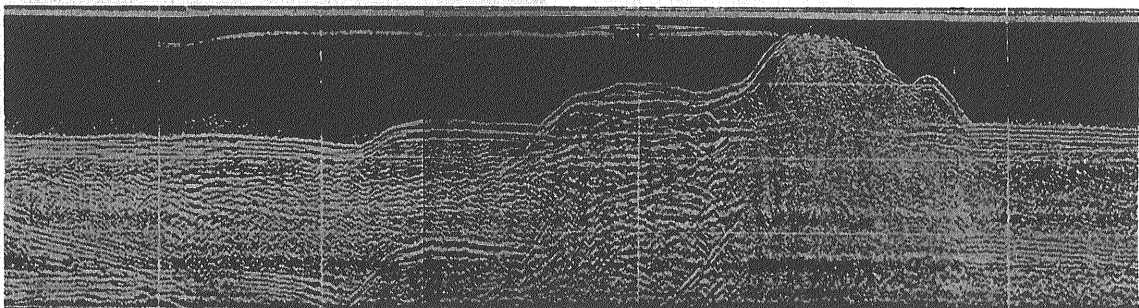
離する。分離するのが深さによるパルスで分離しないのが気泡振動である。二重反射を見ると海底Bの二重反射2Bが弱くて反射面Rの二重反射B+Rや2Rが明りょうに出ていることから海底堆積物は水に音響的性質の近いものすなはち軟かいものと推定される。（このような例は“多重反射”の項でのべた）

第9図の記録は東京湾中部の中の瀬堆あたりの房総半島に近い所の例である。海底の下のところをみると海底に斜交するような反射面をもった層が続いている。反射面は粗くなったり細くなったり急になったり緩くなったりしているが大体陸から沖に向けて傾斜しているという傾向は共通している。この底質はサンプリングによると泥混り砂ないしは砂混り泥である。このように海底面と斜交した層は偽層状に堆積が進行したためであろうと考えられる。一般的にいって砂の方が泥より内部の反射面が明りょうに観測されることが多い。しかし逆は真ならずで堆積物内部の反射面が明りょうに観測されたからといって砂だと推定することはできない。

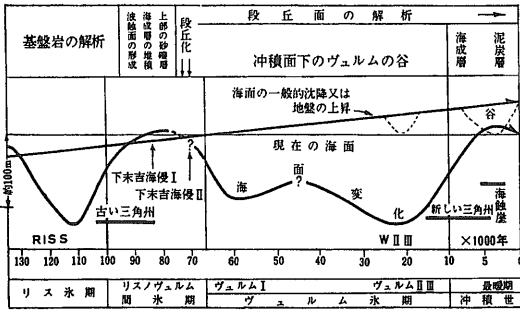
海底の堆積物ではないが人工島の記録を見よう。第10図は東京湾中部にある第3海堡の北西の記録である。第3海堡は明治から大正にかけて砲台を作るために築いた人工島である（当時は大砲が1kmしかとどかなかつたので“帝都防衛”のために築いたというのだが関東大地震で破損されて放棄し今では東京湾で最も海難の多い所として悪名が高い）この記録を見ると第3海堡の最も近く浅い所で散乱波が非常に多い。これは浅部に石垣やコンクリートのくずれたものがたくさんあるためだろう。散乱波の下の方にわずかに反射面が見える。もしこの人工島を作る以前の基底（海底



第9図 東京湾中部で富津岬北側の記録 海底の下に海底と斜交する反射面がみられる。これは砂泥の扇状の堆積である。傾斜は陸（東-右）から沖（西-左）に向っている（器械は地質調査所型）なお記録は西を左に表わすために裏から焼いている



第10図 東京湾中部の第3海堡の記録 第3海堡は人工島である（器械はジオ・ソーナ）写真は白黒逆に焼いた

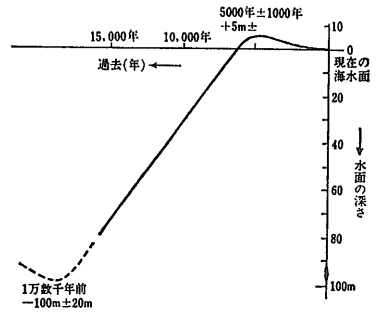


第11図 下末吉海退以来の海面変動と堆積物 地形面発達を説明するためのモデル (小林国夫1960による) 海面は氷期には低下して段丘面などを開析し 間氷期には上昇して堆積が進む

地形) が平坦であって 人工島の構成物である岩石や砂の見かけ速度が水の速度1500m/sec より大きければ記録の上では基底は浅く出てくるはずである。(速度が大きければ走る時間が短くなる) しかし反射面でわりに平坦に出ているのは見かけ速度が水と余り変らないためかもしれない。けれども見かけ速度を量的に出すことはこのような複雑な地形では精度が悪く実用にはならない。

海底の堆積物について 2・3の例示をしたのであるがここでその地史的な考察に目を向けよう。一般に記録の解釈に地質的な考察は不可欠であるが とくに海底の堆積物について それをのべるのは音波探査を大陸棚で行なう際に 常にその地史的なできごとが基礎になるし 地震探査などと比べると 探査対象としての海底の堆積物のしめる割合が大きいためである(地震探査における表層堆積物の知識は補正計算に必要な程度である)。

第四紀においては それが別名「氷河時代」と呼ばれるくらい 氷河の発達と衰退が行なわれた。もっとも氷河時代の出現は第四紀のことだけでなく 二疊紀などでも巨大なものがあったが 第四紀のものは地球の現在の姿をきめる上で 氷河の出現が重要な役割りを演じている。氷河時代の出現は 汎地球的な寒冷化が原因である。氷河の発達には海水の減少をもたらす。逆に現在の南極やグリーンランドの氷床が全部融けると 海水面は約50m上昇すると見積られている。こうして氷河の発達する氷期と衰退する間氷期は 地球的な海面の上昇と低下になって表われた。このような氷河に起因する海面の変動はユースタシイと呼ばれる。海水が陸地に入りこんでくることは海進 transgression 出て行くことは海退 regression と名づける。それは陸地の変動と海面の変動を加えたものである。一般的には陸地の変動は海面の変動より時間的には少ない変動だと考えられている。われわれ人類が文化を築いた過去5,000年位の間は たまたまユースタティックな運動が停滞した時期であったので 海面は変化しないものだという考えが 無意識に頭に入っていて 案外このような



第12図 日本におけるブルムの海面低下以来の海面変動の様式図 日本では沖積世の海進(縄文海進)が多くので知られているがオランダや北米大陸ではなかった

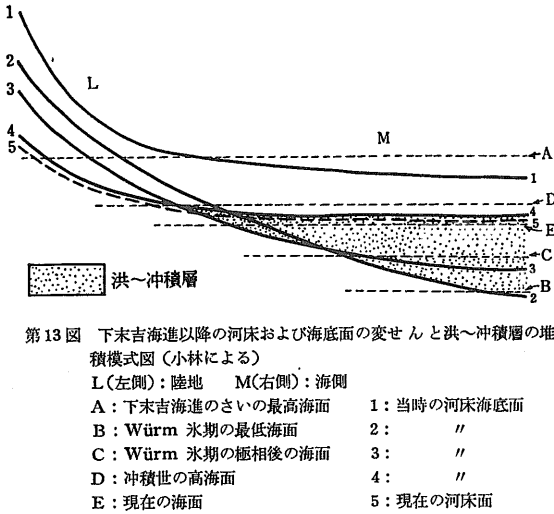
海面変動ということは 一般の人や海底の土木の技術者などにも知られていず せいぜい日本なら貝塚が陸上にあることや 外国ならスカンジナビア半島で海岸線が海の方に下っていくこと(海退)が知られているくらいのものである。

氷河時代の出現は 地球的な規模での気温の低下であるが その原因はまだ判ってはいない。現象は気温の低下→氷床の発達→海面の低下となって 陸上の地層の侵食や海底での堆積が行なわれ 一方では動植物の移動や適応などに表われた。しかし研究は氷河としては 南極の氷床などに比べものにならぬ程 小さいアルプスの氷河から始められた。第四紀の時代区分は 氷河の痕跡を調べたアルプスの谷の地名をとり 古い方からギュンツ ミンデルリス ブルム氷期と名付けられた。北米大陸でも研究され ブルム氷期の代りにウィスコンシン氷期 リス氷期の代りに イリノイ氷期などと呼ばれ対応がつけられている。もっとも気温の変化と海面変化の間には1対1の対応が見出されたわけではないし 動植物相の変化についても なお多くの興味深い問題が残されている。

海退が行なわれると 陸地では侵食が激しくなる。海退以前には川は 上流から下流にかけての勾配が平衡状態になっていたのが海水面の変動により くずれてしまつて新しい平衡にむかつて侵食が進む 段丘面の開析などもここで起こる。海進が始まると そのような川には埋積物 fill がたまり 泥炭層が形成され 海進を受けた所には海成層が堆積する。

日本ではどのような海面変動が行なわれたかを示すモデルを 第11図 に示す(小林国夫による)。海進は80,000年位前の下末吉海進(リス-ブルム間氷期に対比)と5,000年前の縄文海進が顕著である。海退は下末吉海進の前のリス氷期と 関東平野では 立川ローム層が形成された時代と対比されるブルム I および II III が示される。

過去10,000年の沖積世あたりの海面変動は 第12図



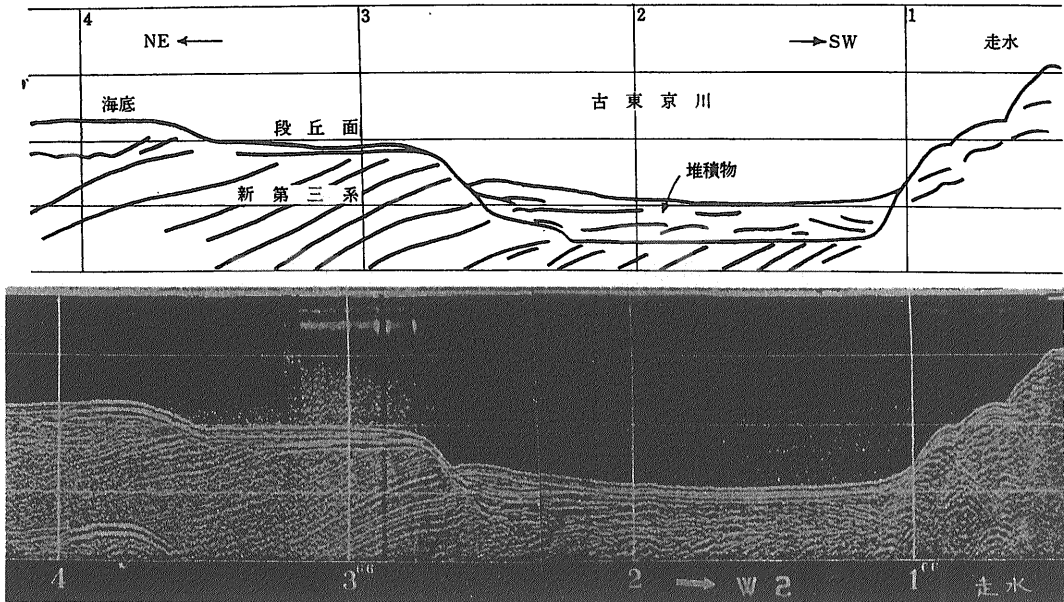
のようになっていて、5,000~6,000年前は+5~6m現在の水面より高く、約20,000年前には-100m±20m程度下っていたと考えられている。この間の海面上昇は平均すると約6mm/yearということになる。前者の海進はメキシコ湾沿岸や北米西海岸では認められていないが、後者の海退は、広く世界的に認められている現象である。

ミシシッピ河の河口などのメキシコ湾沿岸で採取された木片や貝殻の炭素14による年代決定で明らかにされた年代と海水面の高さの関係は、明かに第12図の関係を示している。ここで沖積世を過去10,000年の所で始めたのは、この定義をした模式地がたまたまそこで沖積世と洪積世を区分されるような特長があったためであるが、ブルムの最後の海面低下以降を沖積世と考える考え方も便宜的にはあって「12,000年前の沖積統」というよ

うな言葉を見ることもある。

このような下末吉以降の海面変動によってどのように河床や海底面が侵食や堆積などの変せんを経てきたかを第13図に模式的に示す(小林国夫による)左は陸側、右は海側で河床の断面図として表わされている。この河床や海底面の形から第11図や第12図では海面変化が滑かに行なわれたように模式化しているが、実際は決してそうではなくて、海面がいろいろの高さで停滞していたことのある証拠として、海底に堆積平坦面や侵食平坦面が残っている。しかし海面の停滞は地殻の変動と重なっているため、局地的に違われ、時代関係も詳しくは判らないので、滑かな線で示したのである。

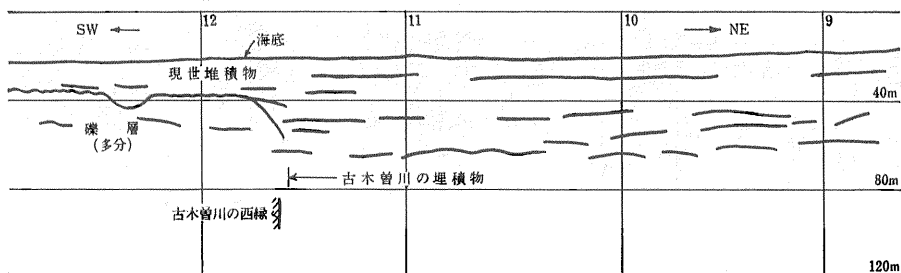
東京湾における記録をみよう。第13図は東京湾の観音崎あたりから北西の第3海堡に向けた測線である。この中央の凹部が海退期に形成された旧河床であって古東京川と呼ばれる。現在の東京湾は北部の水深の深い所で20m位、中部は60m位、中の瀬堆が20m位、南部の浦賀水道は東京海谷を除いて80m位である。だからブルムの-100m±20mの海退の時期以降に地殻変動がたいして大きくなかったならば、全部陸化していたはずである。すると現在東京湾にそそいでいる多摩川や荒川は東京湾の中を流れていたことになる。利根川は現在は太平洋にそそいでいるが、この海退期には東京湾の方にそそいでいたことも陸上の地質調査からわかっている。これらの川が合流して現在の東京湾の西縁を流れていた。これが古東京川である。古東京川の存在は音波探査の適用によって始めて判ったのではなく、海底地形の研究からすでに知られていた。しかしその内部構造がはっきり分ったり、段丘の意味づけがされたのは、音波探



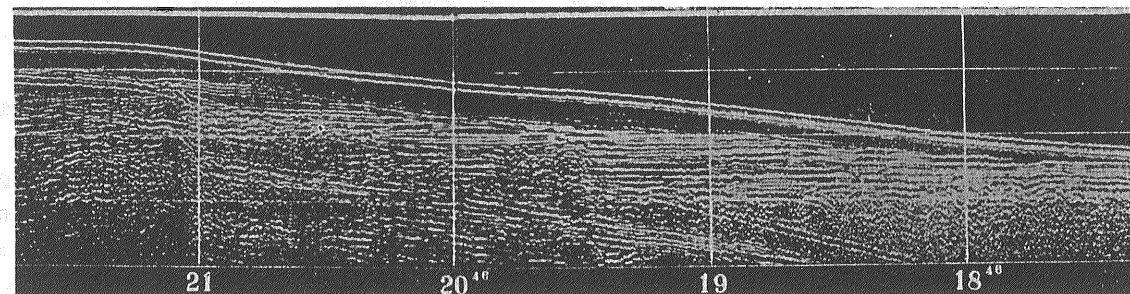
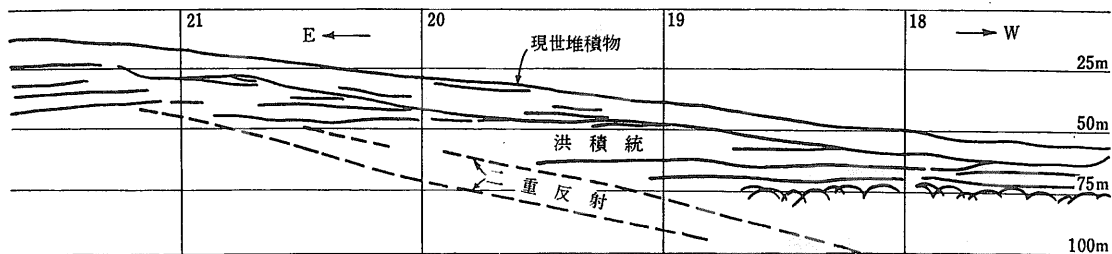
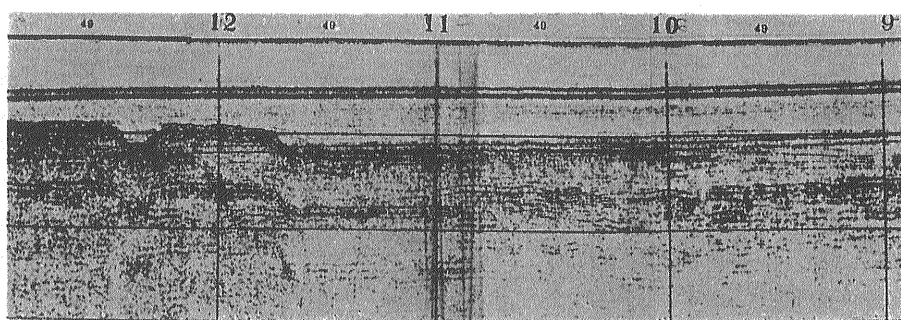
査の適用後なのである。記録にもどろう。記録の右側(南西)は観音崎の西の走水から始まる。この海底は新第三系が露頭になっていてそこに数条の沈水谷があり海底地形はかなり複雑である。記録は地形による散乱波を示し地層の反射波は認められない。この地形が崖のように急に落ちてから先が古東京川になる。古東京川は溝状 channel に新第三系を切り下げていてその基底(新第三系の侵食が最も進んだときの面)は海面下92m 海底下約20mである。海底と河の基底の間は埋積物である。新第三系は北東向きに地層が傾斜しているのに埋積物はだいたい平坦な層理なのでその対照は明かである。基底は左側では-92m でない面もあって channel の形成が単一なものでないことを示し

ている。古東京川の左側には250mにわたって段丘がみられる。段丘上の埋積物は約3mの厚さで侵食段丘と考えられる。古東京川はこの観音崎の沖で方向を変えるのであるがこの段丘は流路の彎曲の内側にあって川沿いに1,700m位続く。段丘が一般には彎曲の内側(滑走斜面)にできやすく外側(攻撃斜面)にはできにくいという傾向とも矛盾がない。

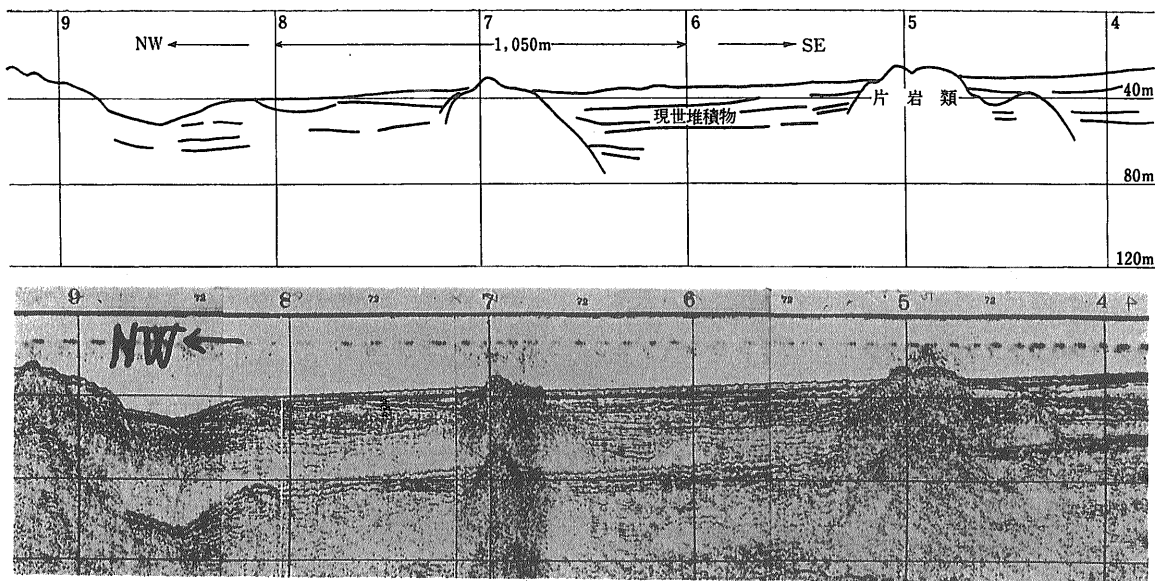
古東京川については“散乱”の項でも横浜沖の測線の例をのべた。ここでは音波礫層が古東京川の特長的な現象として示された。この2つの測線の間には約15kmの距離がある。この音波礫層からチャンネル構造への記録の移行は沖積層の堆積のフロントが関係していると考えられている。



第14図 伊勢湾南部の知多半島から南西に向う測線の記録と説明図海底の堆積物はわりに均質なものである 堆積物に埋もれて古木曾川がある 左側の切れ込みは古木曾川の西縁である



第15図 東京湾の富津岬の南側における海底堆積物の記録とその説明図 洪積層(多分)が侵食をうけて地層が先滅し その上に不整合に沖積統が堆積している様子がよくわかる



第16図 伊勢湾の南部での音波探査記録と説明図(上)

地形的に高くなって散乱波を出しているのは三波川系の片岩類で その間に堆積物が埋めている 堆積物は主として砂である

海退期における河床の形成という点では 日本の沿岸やとくに内湾では似たような問題をかかえている。茨城県の鹿島灘に面した東海村のあたりで奈須は多くのボーリングの資料をもとにして海退期に現在の久慈川の下に古久慈川が埋積され それは巨大なチャンネルを作っていたことを調べた。音波探査技術の開発後にこの沖合において探査が行なわれて その関係や解釈が研究されその地質的意義が非常に明確になってきている。伊勢湾においても似た現象は知られている。しかし旧河床の基底の深さは 古東京川や古久慈川やこの伊勢湾の場合にすべて一致しているわけではなく 多くの問題が残されている。伊勢湾は現在は南の伊良湖水道を除いて30m位の深さである。したがって木曾川や揖斐川は海退期に陸化した伊勢湾を流れていたのであろう。これを古木曾川と呼ぶことにしよう。第14図 は伊勢湾の知多半島から南西に向う測線で観測された古木曾川の西縁の記録である。海底は南西にむかって(知多半島から沖にむかって)緩かに傾斜し 海底堆積物の反射はほとんど海底に平行していて乏しい。底質は砂混り泥であるが内部は判らない。しかしわりに均質なものであろう。測点#11.7のあたりで海底下の反射面が急に様相を変えて鋭く切れている。これは古木曾川として形成されたチャンネルと考えられ 平行した他の測線でも同じように観測されている。古東京川の場合は現在の海底地形にもその痕跡が残っているが 古木曾川の

場合は約15mの堆積物のために地形には全く現われなかったのである。第15図は海底の堆積物の別の記録例である。場所は東京湾中部の富津岬の約4km南である。ここで沖積世の海底表面の堆積物は砂であって ほぼ海底に平行する層理が認められる。(注 この層の厚さを読取るときは鉛直に測るべきで海底に垂直に測ってはならない。水平方向と鉛直方向のスケールが違うからである。)海底の堆積物の下は水平な洪積統(多分)があり沖積統と不整合に接していて地層の先滅している様子がよくわかる。すなわち沖積統の堆積以前に陸化 侵食をうけた時期があったと考えられる。(この侵食をうけた時期は古東京川のチャンネルが侵食で作られた時期より古いと思われるが 詳細はまだ解らない。)第16図は伊勢湾の入口で中央構造線の南にある御荷鉾帯のあたりで観測された記録である。地形的に高く散乱波を出しているのは 三波川系の片岩あるいは緑色岩類であって その間のポケットに堆積物がたまっている。これはドレジによると砂であって ほぼ水平な層理を示している。

海底の堆積物の種類が音波探査でわかると非常に便利なのが多いであろう。しかし現在の技術の段階ではそれは不可能であって いろいろの地質学の知識を応用してケースごとに考えていくしかない。そして沖積世における海進と海退の概念は それをまとめる上に重要な役割りをはたすであろう。(筆者は物理探査部)