

## 常磐炭田新第三系の斜層理\*

(付. 斜層理の定義と分類)

長 浜 春 夫\*\*

常磐炭田地域の白堊系および第三系堆積盆地を構成する碎屑物の供給経路を推定し、これによつて碎屑物の供給源を明らかにすることを目的とした。本稿は、常磐炭田についての最初の試みとして、湯本東部に分布する新第三系の五安層および平層の一部について実施した結果である。本地域の西部には先第三系の基盤岩があり、東部の太平洋の海中にも基盤岩が推定される。したがつて、その中間に分布する地層を構成する碎屑物が、はたしてどちらから供給されたかを究明するために行なわれた。一般に碎屑物の運搬方向を知る最も有効な方法としては Diagonal bedding, Sole marking および礫の最大長径の計測などがあげられる。この地域内の五安層および平層中には斜層理が連続して良く発達しているの、ここでは斜層理の傾斜方向を測定し、これの解析から礫および砂の碎屑物の供給方向を推定する方法をとつた。

日本における斜層理の研究は、ほとんどなされていないが、ただ一人加藤芳郎<sup>7)8)</sup>が第四系について、行なつたにすぎない。第三系についてのくわしい研究は現在のところ見当らない。

筆者は 1961 年以来主として北西九州第三系の斜層理の研究を続けており、常磐炭田の斜層理と、他炭田のそれとの比較検討するというのも本稿の目的の一つであつた。

なお斜層理そのものの性質が、その炭田の特徴を示すことをのべた。さらに set 内の粒度組成についても検討した。

北海道大学佐々保雄教授にはこの研究の端緒を与えられ、終始懇切な御指導と激励を戴き、また常磐炭田 K. K. の荒川透係長からは研究上の便宜をうけた。以上の二氏に深謝する。なお調査所員平山次郎・鈴木尉元の両

氏には粒度分析の室内作業について多大な援助を受けた。

“斜層理”の定義 “斜層理”は Cross-bedding, Cross-lamination, Current bedding, Diagonal bedding, False bedding および Cross-strata などと呼ばれているが、次のように定義されている。大塚弥之助<sup>9)</sup>は「ある種の堆積物、とくに砂では、ある層が一般の主層理に対して、最初から斜めの小層理を示して堆積していることがある。この構造を偽層理あるいは斜層理の構造と呼ぶ。」、加藤芳郎<sup>8)</sup>は「層理面に斜交した葉理をもつ構造」、Pettijohn<sup>12)</sup>は「普通は高角の斜層理をさすが、真の層理に対して 10~30° またはそれ以上の角度をなすものに用いている。一方、堆積面は始め 0~10° の値をもっているの、真の斜層理ではないが、ときに 10° 以下の“低角度の斜層理”として、とりあつかっているものがある。」。以上のように種々の定義がなされているが、ここでは、大塚の定義に従い、また、『一般の層理に対して斜めに堆積している』という状態を重視して斜層理 (Diagonal bedding) という名称を用いることとする。

斜層理の分類 斜層理の分類は、その性質や成因について、各研究者の間で、異なつた見解をとつているため、色々を行なわれているが、いまだに統一されるに至っていない。例えば外国では形態による分類<sup>3)</sup>、生成の環境機構による分類<sup>4)</sup> などがあつた。また、両者を加味し比較的多くの型をあげているものには Lahee の分類<sup>2)</sup> がある。一方日本においては加藤芳郎<sup>8)</sup> が上記の外国の分類を整理して、葉理形態、単層の形態、形成の営力などに基ついて次のように分類している。

I. 水流または風によるもの

A. 前面層型 (Foreset type)

1. 単層が横に長くひろがるもの (Continuous)

a. 三角州型 (Deltaic)

\* 昭和38年5月10日所内月例研究発表会にて講演

\*\* 地質部

- b. 急流型 (Torrential)
- 2. 単層がレンズ状 (楔状) のもの (Lenticular or Wedge-shaped)
  - a. 単独型 (Single)
  - b. 複合型 (Compound)
  - c. Festoon type
- B. 背面層型 (Backset type)
  - 1. 砂丘 (Dune)
  - 2. 漣痕 (Current ripple mark)
  - 3. 積重なった漣痕の示す偽層 (見かけ上の斜交層理)

II. 波浪によるもの

筆者は北西九州炭田第三系を主とし、これに釧路炭田の古第三系および第四系の斜層理の研究を加えて、斜層理の分類を試みた。

Pettijohn<sup>12)</sup> は形態上2つの基本的な型があるとしている。その一つは非常に多く観察される Planar structure であり、他の一つは Trough あるいは Festoon structure である。筆者は形態上から Pettijohn による上記の2つの型に、あらたに山型を示す Ridge type のものを加えて、Planar type, Trough type および Ridge type の3つの基本的型に分類した。釧路層群 (第四系) の斜層理について上記3 type の代表的なものを図版に示した。

Planar type (図版1) の斜層理面は本質的には平面で、互いに平行であり、その上にのる正常の層理と斜層理をはさむ上位および下位の層理面は互いに平行に近く、両層理面間の距離は斜層理の set の厚さにあたる。これらの成因は単一の作用、たとえば Transverse sand wave の移動によりできたものと考えられている。そのために、構造も簡単で、しかも一定の流向を示すから、斜層理の傾斜方向を多数計測し、統計的に処理することによって、それらの堆積物が堆積するときに、どの方向から運搬され、堆積したか、さらに、堆積物の供給源を知るのにきわめて有効である。

Trough あるいは Festoon type (図版2) の成因ははつきりしないが、Trough の洗い流しや充填でつくられたものとされている。この型のもは Planar に較べて不規則性であることがその特徴である。形は曲面を示し、凹面を上に向けたいわゆる Trough の形を示し、下位の堆積物を切っており、その軸の落しの方向は流れの方向を示す。横断面では、斜層理の傾斜方向は不規則に現われ、縦断面ではそれが規則的で、同じ方向の配列をする。また水平または層理面での断面は下流側に大きいくぼみをもつ Trough type を示す。この型は斜層理の

基底で下位の層理面に切し、上限が上位の層理面で切られている。この型のもは普通風の作用でできるとされているが、河成堆積物でも普通にでき、また海成でもできるといわれている。しかしながら Planar type の斜層理のように特殊な営力や環境を示すものではなく、複雑な成因によるものと思われる。

Ridge type のもの (図版3) は Trough と全く逆の形をなす。この型についても Trough のものと同様に、軸の落しの方向が水流の方向を示すものと思われるが、その成因については明らかでない。

実際野外においては第一の Planar type のものが圧倒的に多く、これと第二の Trough type のものとが複合している場合がしばしば認められる。さらに非常に複雑な形状を示し、おそらく乱流によつて形成されたと思われるものも認められる。

地質概説

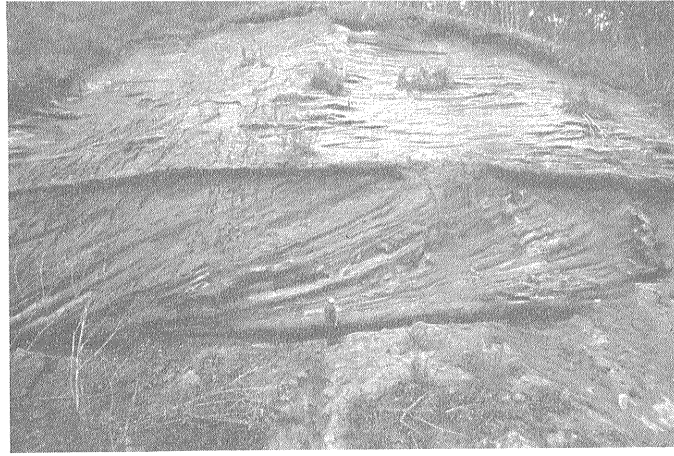
本炭田の基盤岩層には、角閃片岩・角閃岩・古生層とこれを貫く花崗岩類および白堊系がある。その上に不整合に古第三系・新第三系および第四系が堆積している。これらの層序の一部は<sup>9)</sup>、別表のようになる。このうち

地質時代	層群・累層	厚さ(m)
中新世中期 前期	白土層群	170
	平層	290
	亀ノ尾層	100
	水野谷層	100
	五安層	200
	滝夾炭層	150
漸新世	白水層群	500
白堊紀	双葉層群	440
先白堊紀	阿武隅変成岩類 火成岩類・古生層	

で斜層理の発達している五安層および平層について斜層理を測定した。

調査方法

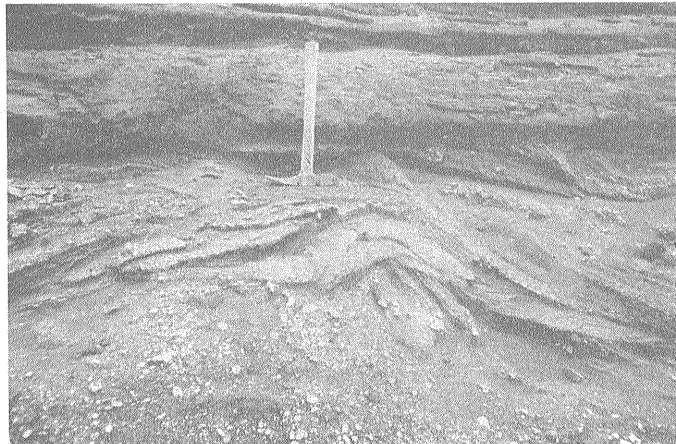
本研究においては前述したように、成因も単一の作用で生成され、その構造も簡単で、しかも一定の流向を示す Planar type のものについてだけ計測した。またできる限り多くの露頭を測定した。同一露頭においては単層ごとに測定したが、高さ約2m以上の部分については



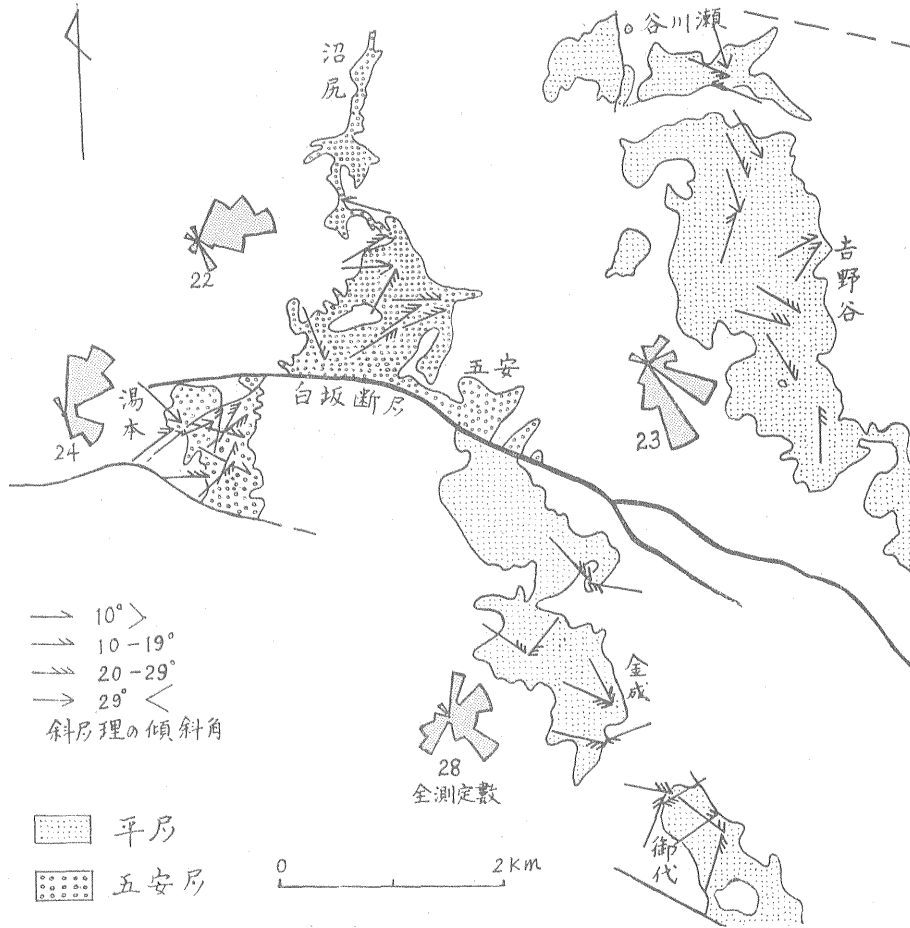
図版 1 Planar type



図版 2 Trough type



図版 3 Ridge type



第1図 五安層・平層の分布および傾斜方向と最大傾斜角 (円グラフは斜層理の傾斜方向の頻度分布図を地域別に示す)

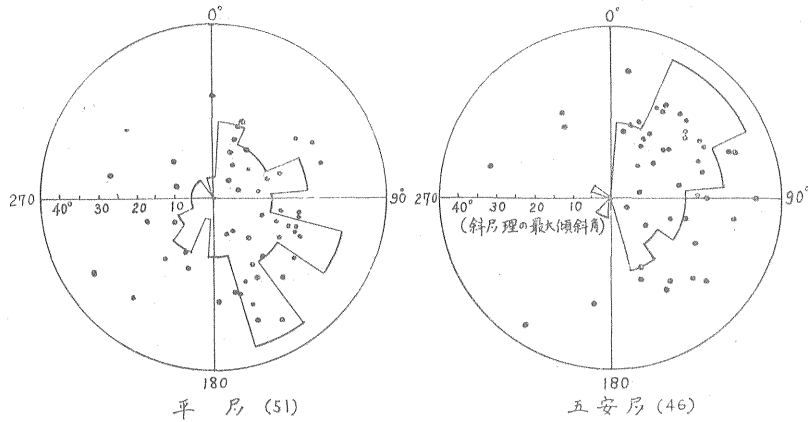
測定できなかった場合が多かった。各露頭においては、単層についても、また、各単層内の斜層理についても測定誤差を少なくするために、できるかぎり明瞭なものを選んで測定した。斜層理の走向傾斜の測定法は、Set内の最大傾斜角と見られるものについて、可能なかぎり3点以上を占める面の走向傾斜を2~3回測定し、その算術平均を求め、これを走向傾斜とした。これとともに地層の走向傾斜も正確に測定した。さらにSet内の粒度、Setの厚さ、ときどきSet内の粒度分析に使用する試料を採取し、その他を記録した。Set内の粒度の区分については、均一に近いもののみを対象とし、微細粒砂(0.062~0.125 mm)・細粒砂(0.125~0.25 mm)・中粒砂(0.25~0.5 mm)・粗粒砂(0.5~1.0 mm)および粗大粒砂以上(1.0 mm以上)の5段階に分けた粒度表と対照し、これに最も近い粒度をそのSet内の粒度とした。不均一な粒度については、粒度区分を行なわなかつ

た。

### 斜層理

地層の堆積時における斜層理の傾斜の方向は、その地点における堆積物供給の方向を示すことを前提とし、また、地層は堆積時には水平に堆積したものと仮定して解析を進めた。野外での調査方法は前述したが、その後の室内における処理法としては、まず各地点で測定した斜層理の走向傾斜とその地点の走向傾斜との資料とから、ウルフのネットを使用して、地層の傾斜角だけ逆に回転し、堆積時における斜層理の走向傾斜を出した。この斜層理の走向傾斜を第1図のように地質図に記入した。この図には、図の混雑を防ぐために、代表的な斜層理の走向傾斜を記入するにとどめた。

本研究においては白坂断層を境として、五安・平両層の分布地域をそれぞれ北側と南側とに2分して検討した。



第 2 図 斜層理の最大傾斜角分布と傾斜方向の頻度分布図

第 1 図のように地域ごとに、傾斜方向の頻度分布図 (走向 20° の範囲内に含まれる点の数で示す) 4 つを作った。

五安層についてみると白坂断層の南側では、全数の 54% が北北東傾斜 (5~65°) で、残りの約 40% が南東方向を示す。北側では 68% が東北東傾斜 (25~105°) を示す。平層についてみると、白坂断層の南側では全数の 70% が西方から東方へ、残りの約 30% がこれと異なり、北北東

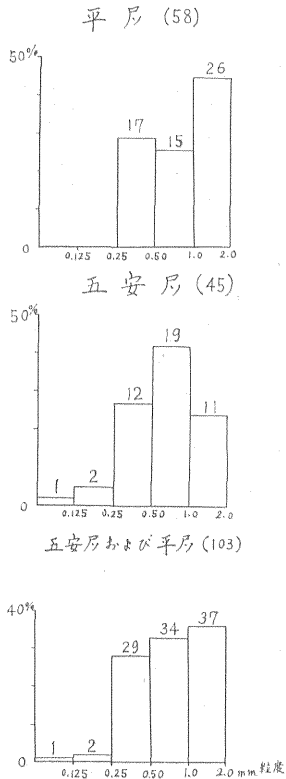
から南南西方向の流向を示し、北側ではほぼ全数の 60% が南東傾斜 (105~165°) を示している。

なお第 2 図は南北両地域を合せた、地層別の傾斜方向の頻度分布図である。五安層は北東傾斜で、きわめて顕著な方向性を示す。平層は五安層程の顕著な方向性はないが、主として南南東~東方への方向性がある。

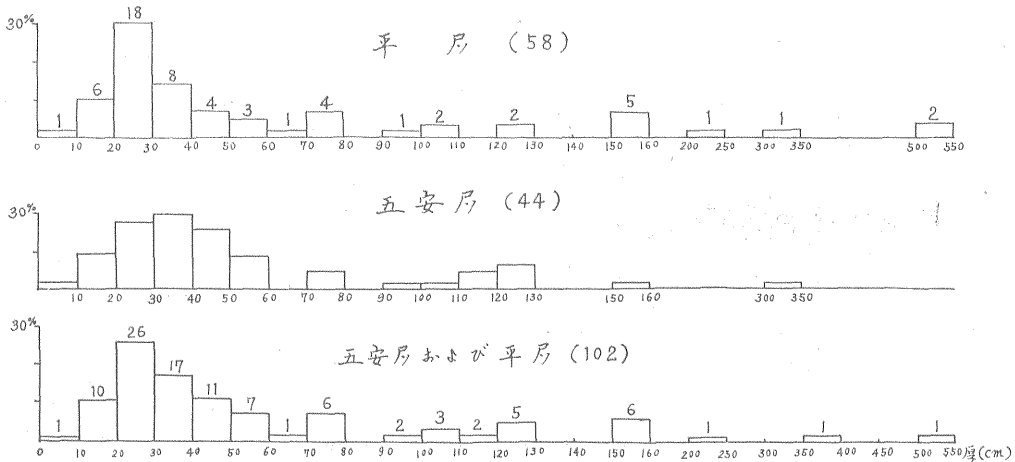
以上のように地域別にみた場合にも、あるいは地層別にみた場合にも、斜層理の傾斜方向は顕著な傾向を示す。

斜層理の性質 (他地域との比較)

五安層および平層の斜層理の全資料から粒度別に Set の厚さと最大傾斜角の出現頻度との関係をヒストグラムにあらわし、さらに他炭田のそれと比較した結果下記のことになった。(1) 粗大粒砂岩以上の粗い堆積物中の斜層理が最も多く、全数の約 36% を占める。(しかし、これは一般的に粗大粒以上の堆積物中に斜層理が最も良く発達しやすいという意味ではない。) 釧路市付近の古第三系 (37 資料の 60%)、高島・伊王島炭田古第三系 134 資料の 50%) の堆積物のそれと類似する。これに対して、崎戸・松島炭田 (177 資料の 40%)、五島列島の第三系 (29 資料の 50%)、佐世保炭田の新第三系 (資料 680 の 60%) のものについては、中粒砂岩中のものが最も多い。(2) Set の厚さについての頻度は厚さ 20~30 cm の部分に最も多く、全般の約 26% を占める。釧路市付近の古第三系 (38 資料の 23%)、釧路層群 (82 資料の 22%)、伊王島・高島炭田 (104 資料の 16%)、崎戸・松島炭田 (152 資料の 25%)、佐世保炭田 (529 資料の 20%) はいずれも 20~30 cm のところに最大があり、全調査地域の全部が同じように以外に薄い。(3) 斜層理の最大傾斜角の出現頻度は 20~25° の部分に最大が認められる。高島炭田 (152 資料の 25%)、崎戸・松島炭



第 3 図 斜層理の粒度別頻度分布



第4図 斜層理の set の厚さの頻度分布

田 (187 資料の 25%), 佐世保炭田 (784 資料の 28%) においても同様である。釧路市付近の古第三系 (38 資料の 60%) では 25~35°, 釧路層群 (82 資料の 25%) および五島列島の第三系 (35 資料の 30%) では、25~30° の部分に最大が認められる。

以上の性質はこの地域の斜層理の特徴を示すものである。またこの地域と他の地域との比較からわかるように、地域によつて異なる値を示して、各地域の特徴をあらわしている。

**粒度分析** 常磐炭田の斜層理を形成している砂岩層は非常に軟かくこわれやすい。野外において比較的型の良い Planar type の set 内の層理の不明瞭なものについて、風化部分を取り除き、新鮮な露頭部から深さ約 0.5 cm, 幅 2 cm 程度で、斜層理に対し直角方向に約 500g の試料を採取し、4 分法によつて約 4g を分析試料にした。

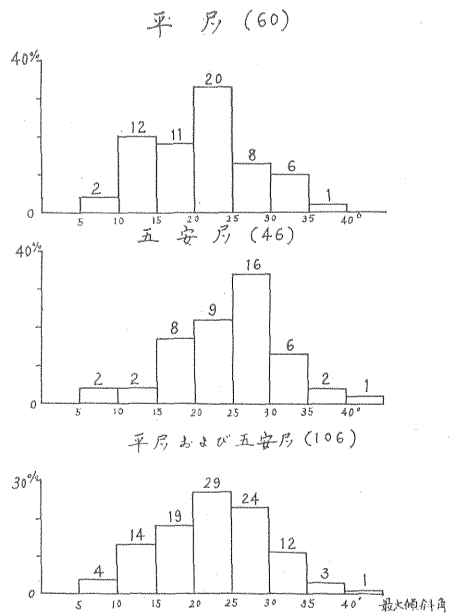
白堊系 3 試料, 五安層 5 試料, 平層 6 試料, 合計 14 試料について、それぞれ沈殿管法<sup>1)</sup>により粒度分析注1)を行ない、各試料について、φ と重量%との関係を求めた。このうちの代表的なものを各層から一つづつを選んで第6図に示した。この図でわかるように φ 1.5 のところで重量%は急激にかわり、2~3 カ所の凸部が認められる。第6図のみからでは、上記の急変部や凸部で示される特異な形状は斜層理の特徴を示すものかも知れない。今後、斜層理を形成していない同層準の砂について検討すると同時に、set 内の砂岩の堆積構造と試料採取方法

注1) 常磐炭田の斜層理の set 内の堆積層中には、シルトはほとんどなく、最終の測定時間 4 分 38 秒以後の堆積量は微量で、全体を考慮するうえに無視しても差しつかえない。

との組み合わせを種々かえてあらゆる角度から検討する必要がある。ここでは粒度分析の結果を参考まで紹介するにとどめる。

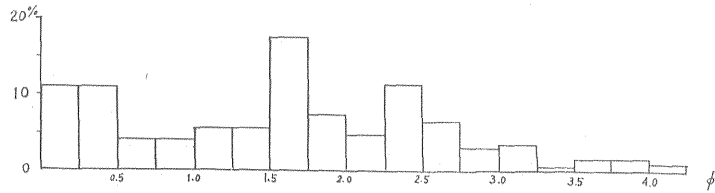
考 察

斜層理については、前述したように、斜層理の最大傾斜角の方向の出現頻度が北東~南東に最大を示すことから礫質砂岩および砂岩の堆積物は、主として西方の先第三系の分布する地域から東方の地域に運搬され、沈積したことがわかる。このことから西方に古海岸線の存在が推定される。しかしながら第1図に示すように平層の南

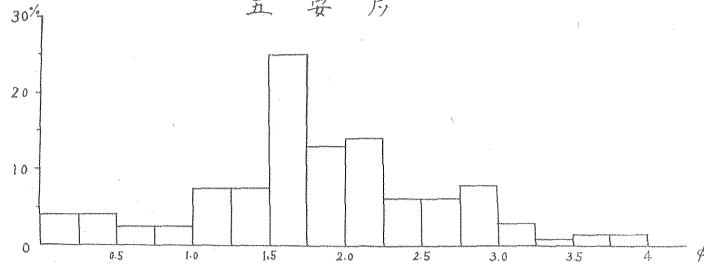


第5図 斜層理の最大傾斜角頻度分布

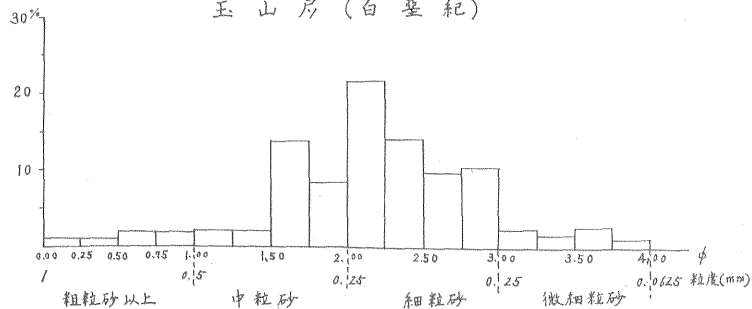
平 層



五 安 層



玉 山 層 (白 堊 紀)



第 6 図 斜層理をなす砂岩の粒度組成

側の地域には北東から南西の流向を示すものがある。一方太平洋岸の江名中学校付近の平層の斜層理を 11 測定した結果では、東方および南方への流向を示すもののおの 3、残りの半数に近い 5 は東方から西方への流向を示した。測定数が非常に少ないため、信頼度はきわめて低い、この事実はあるいは堆積物が西方からばかりでなく、東方海底下にも供給源が存在したことを示しているのかもしれない。

なお各露頭を細かくみた場合最大傾斜角の方向に、ばらつきのあることは沈積水底面に多少の起伏があり、この起伏が流向を局部的に変化させたのであろう。今後海岸近くに露出する各地層の斜層理を数多く測定することによって、東方海底下にも第三系堆積物の供給源があるかどうかについて考究する必要がある。

結 論

主として、五安層および平層の斜層理の傾斜方向を測定することによって、調査地域内においては、両層の碎

屑物は、先第三系の分布する西方地域から、おもに供給されたことを実証した。しかしながら、なお東方太平洋海底下にも供給源が伏在している可能性があり、今後さらに研究する必要がある。

斜層理の性質、とくに斜層理の set 内の粒度分析を行なうことによつて、斜層理生成の環境を推定するうえに有力な手がかりがえられるものと思われる。今後 set 内における資料採取方法をあらゆる角度から検討を加えると同時に、斜層理のできない地層についても粒度分析を行ない、両者について比較検討を行なうことが大切である。

文 献

- 1) Emery, K. O. : Rapid Method of Mechanical Analysis of Sand, Jour. Sedimentary Petrology; Vol. 8, No. 3, 1938
- 2) Lahee, F. H. : Field Geology, 1941
- 3) Pettijohn, F. J. : Sedimentary Rocks, 1949

- 4) Kuenen, Ph. H. : Marine Geology, 1950
- 5) 大塚弥之助 : 地質構造とその研究, 1952
- 6) 加藤芳朗 : 斜交層理について, 一分類と統計方法一, 地学しずはた, No. 5, 1954
- 7) 加藤芳朗 : 斜交層理と堆積環境, 堆積学研究, No. 7, 1954
- 8) 加藤芳朗 : 斜交層理の研究(第1報)一磐田原礫層における特質と統計的方法について一, 静岡大学農学部研究報告4, No. 4, 1954
- 9) 須貝貫二外6名 : 常磐炭田地質図および説明書, 日本炭田図I, 地質調査所, 1957
- 10) 奈須紀幸・飯島 東 : 東海村海岸調査報告書(第1報)第4篇, 海外堆積物とその供給源について, 日本原子力発電株式会社, 1959
- 11) Shackleton, J. S. : Cross-Strata of the Rough Rock, (MILLSTONE GRIT SERIES) IN THE PENNINES, Liverpool and Manchester Geol. J., Vol. 3, Pt. 1, 1962
- 12) Pettijohn, F. J. : Paleocurrents and Paleogeography, Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, Vol. 46, No. 8, 1962
- 13) 長浜春夫 : 北西九州第三系における偽層について, 地質調査所月報, Vol. 13, No. 9, 1962