

北西九州佐世保層群中のある漣痕
— 漣痕によつて水流の方向を推定した一例 —

沢田 秀穂*

Résumé

On Some Ripple Marks from Northwestern Kyūshū, Japan

by

Hideho Sawata

In the spring of 1952, the writer had an opportunity to study the ripple marks in the most prominent coal field on producing strong-coking-coal in the northwestern Kyūshū, Japan.

The ripples are observed in the sandstone, the upper part of "Sasebo group" of Miocene age, in hanging wall at Higashi Entry of Nittetsu Min. Co. (Fig. 2). The sandstone with the ripple marks covers the coal-seam "Matsu-ura-sanzyaku" (worked in the Higashi Entry), and the mudstone which contain *Corbicula matusitai* SUZUKI takes place of the sandstone in some parts. The strata in this area show a monoclinial structure with dip of 10-15° NW.

The ripple marks observed are shown in Table 2 and Figs. 3-5. Fifty percent of them are the water current ripples, 36 percent the wave ripples, and 14 percent the interference ripples.

The wave length of the ripples are classified into eight classes in scale and shown in Figs. 6-9. The prevalent one is seen in the wave length of 41-50 mm. No characteristic is known in the horizontal distribution of the wave length.

The amplitude of the ripples are classified into seven classes in scale and shown in Figs. 10-13. The amplitude of the ripples, less than 5 mm, occupy the half of all in frequency. No characteristic is known in the horizontal distribution in the amplitude of ripples.

The maximum values of the wave length and amplitude of ripples amount to 2,000-3,000 mm and 400 mm respectively. The ripple showing these values is believed to be the "sand wave".

The ripples shown in Figs. 4 and 5 are particular ones. The former is a compound ripple, its wave length being 350-500 mm and 50 mm. While the latter has a relatively larger amplitude (10 mm) for wave length (35 mm).

The ripple index (or ratio) is shown in Figs. 14-17. The horizontal distribution of the index is shown in Fig. 18. The maximum value of ripple index is known by 50 in the water current ripple while the minimum one 3.5 (Fig. 5).

The peaks of the ripples are generally sharp, rounded, well-rounded, or their compound in profiles (Figs. 3-5), which ran straight or curved (Fig. 3·2). Two examples of the interference ripples are shown in photo. 1 and 2.

The areas contained ripples are extended mostly in 2 m × 2 m or more, the most of them being 3 m × 6 m or more. The ripples on the same bedding plane are all alike in type, in scale and the trends of their peaks with valleys also the same. The actual areas of the ripples are supposed to be more larger.

The rocks on the ripples are usually fine sandstone (0.125-0.25 mm in diameter) in any case. As to the rocks underlying the ripple, excepting the fine sandstone, no other rocks are yet known. After R. Matsumoto and K. Kubo, sandstone, hanging wall of the "Matsu-ura-sanzyaku" in this region, shows the grain-size graph having the peak of 0.589-0.246 mm and second peak of 0.104-0.074 mm.

The orientation of the ripples is shown in Figs. 19, 20 and 21. And. that of the

* 地質部

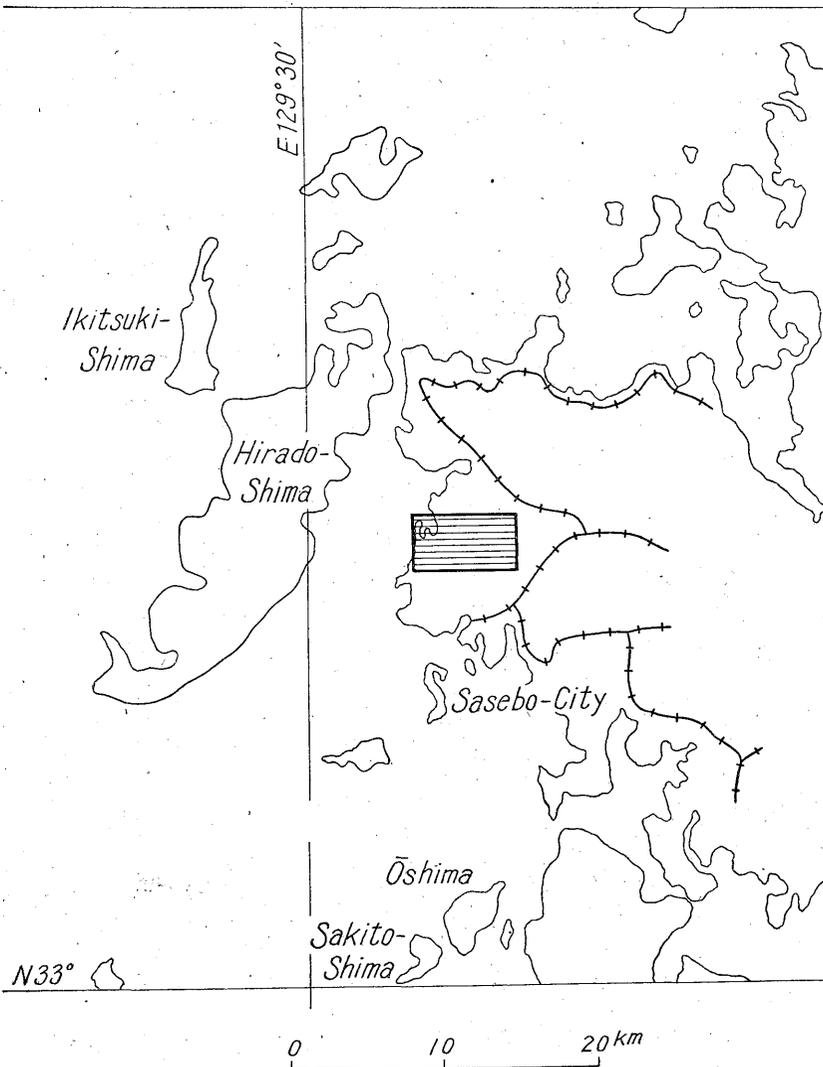
water current ripple is shown by the two orientations in the both sides of its peak (each is added as 1/2 time in frequency). The orientation of the magnetic one in the place at that time is shown in Figs. 19, 20.

If the orientations of the interference ripple are analysed, they are added to the frequency of the water current and wave ripples.

The most prevalent orientations of the ripples are 20-30° and 210-220° (Figs. 19, 20 & 21) which coincide roughly with the elongated course of the mudstone patches in the sandstone tongue shown by Matsumoto and Kubo (Fig. 22). After these authors, the elongated course of the sandstone shows the general direction of the water current in this region. And the one of the mudstone patches suggests the local water current direction in the sandstone tongue. Thus the prevalent orientation of the ripples may corresponds to the local water current direction, in general, in so far the region as the ripples are observed.

Fig. 21 shows the supposed direction of the local water current at the time of marking the ripples from the ripple marks and mudstone distribution.

After Bucher, W. H. (1919) etc., the ripples described here may be formed under the water current of 0.26-0.83 m/sec. \pm in velocity and 0.01-0.18 m in depth. These conditions seem to coincide with the one of water-way in a calm lagoon supposed from other geologic observations.



Index Map Hatched: Area shown in Fig. 22
2-(360)

1. 緒言

筆者は1952(昭和27)年、北西九州佐世保炭田地区において漣痕を調査する機会を得たが、その際、漣痕によつてそれを有する地層の、堆積当時の水流の方向を推定できるような例を得たので、こゝに報告する。なお本調査にあつては、日鉄鉱業株式会社および同社北松鉱業所技術部鉱務課木村栄太郎氏から種々便宜を与えられた。記して深謝の意を表する。

2. 漣痕の水平的および垂直的分布

こゝに記述する漣痕は日鉄鉱業北松鉱業所鹿町炭鉱第1坑東坑にあつて、その水平エンドレス坑道から東坑卸にわたり、延長約1,500mの間にみられる(第1図)。漣痕はすべて坑道の天井に観察されるが、層序的位置からいえば、夾炭第三系である佐世保層群中の柚木層の上限にある炭層、松浦三尺の上に最初にくる砂岩の下限と、これから上約1mの間にみられるものである(第1表および第2図)。ちなみにこの松浦三尺炭は日鉄鉱業鹿町炭鉱における稼行炭層であり、この地域の地層はほぼ北西に向つて10~15°傾斜する単斜構造を示し、また第22図に示したように、松浦三尺の上盤の泥岩中には *Corbicula matusitai* SUZUKI をみる。

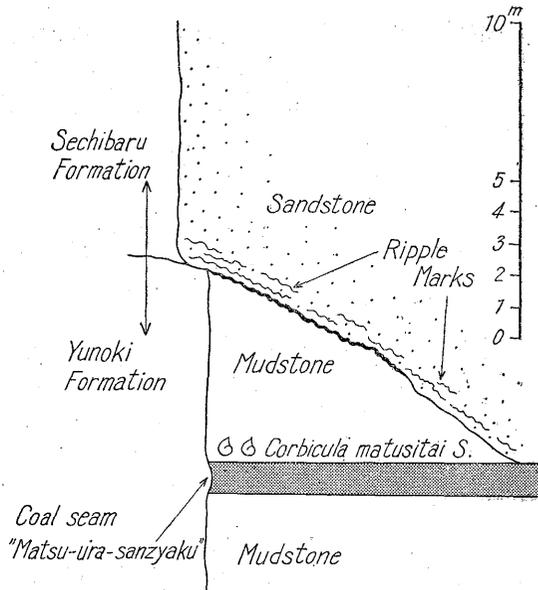


Fig. 2

Table 1 Stratigraphic Sequence of the "Sasebo Group" (after Dr. T. Ueji)

| | |
|--------------|------------------------------------|
| Sasebo Group | Nozima Formation |
| | Hukui F. |
| | Setibaru F. |
| | ← (Coal Seam "Matsu-ura-Sanzyaku") |
| | Yunoki F. |
| Kisima Group | Nakazato F. |
| | Ainoura F. |
| | |

3. 漣痕の形態

3.1 本調査においてしられた漣痕およびこれに似た痕跡は、第2表および第3~5図に示したようなものである。このなかには漣痕であるか、それとも大きな木のみきのようなものであるか、不明のものがある(以下述べるところの数値にはこれら不明の点のあるものをのぞく)。またそのほかに、まず確実に木のみきであろうと思われる痕跡も発見された。なお記述する漣痕は、調査当時、その坑道においてみられたほとんどすべての漣痕を示すものである。

3.2 これらの漣痕のうち、垂直断面が非対称的で、通

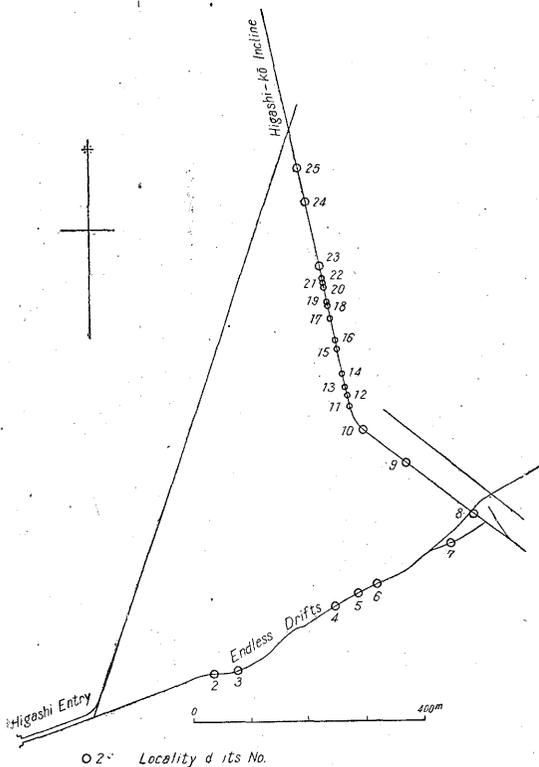
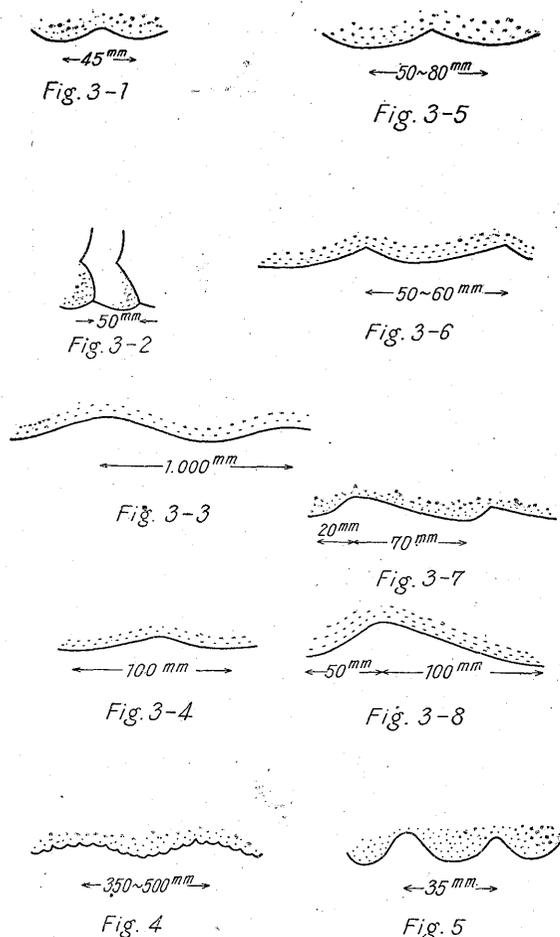


Fig. 1 Locality Map of the observed ripple marks

Table 2 Observed Data on the Ripples

W.=Wave Ripple
 C.=Water Current Ripple
 I.=Interference Ripple
 S.=Sand Wave
 T.=Trunk



| Locality No. (cf. Fig. 1) | Type | Orientation ° | Wave Length (λ) mm | Height (h) mm | Ripple Index (λ/h) |
|---------------------------|-----------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 02 | W. | 095 | 150 | | |
| " | C. | 265 | 50-100 | | |
| 03 | C. | 030 | 50 | | |
| 04 | W. | 227 | 45 | 5 | 9 |
| 05 | W. | 215 | 50 | 3 | 17 |
| " | W. | 215 | 350-500 | 20-100 | 18-5 |
| 06 | C. I. | 210 | | | |
| 07 | T.? or W. | 040? | 200? | | |
| 08 | do. | 310? | 100-200? | | |
| 09 | I. | 240 | 50 | 3 | 17 |
| " | do. | 185 | 50 | 3 | 17 |
| 10 | T.? or W. | 290? | 300? | | |
| " | do. | 210? | 300? | | |
| 11 | C. | 010 | 50 | 2 | 25 |
| 12 | W. | 060 | 200 | 15 | 13 |
| " | do. | 035 | 50 | 2 | 25 |
| " | do. | 020 | 50 | 3 | 17 |
| 13 | S.? | 000 | 1,000 | 150 | 7 |
| 14 | C. | 025 | 50 | 2 | 25 |
| 15 | I. | 050 | 50 | 2 | 25 |
| 16 | W. | 050 | 35 | 10 | 3 1/2 |
| 17 | C. | 005 | 150 | 13-15 | 10 |
| 18 | do. | 028 | 50 | 1-2 | 50-25 |
| 19 | do. | 070 | 100 | 15-20 | 7-5 |
| " | W. | 280 | 100 | 8-10 | 13-10 |
| 20 | S. | 030 | 2,000-3,000 | 400 | 5-8 |
| 21 | W. | 220 | 50-80 | 10 | 5-8 |
| 22 | C. | 200 | 50-60 | 5 | 10-12 |
| " | do. | 175 | 90-100 | 10 | 9-10 |
| 23 | do. | 165 | 130 | 10 | 13 |
| 24 | do. | 170 | 170 | 15 | 11 |
| 25 | do. | 220 | 40 | 3-4 | 13-10 |

常水流の作用によつて形成されたとされる水流漣痕^{註1)}がもつとも多く50%,次に多いのは、対称的な垂直断面をもち、多く波の作用によつて生ずるとされる波漣痕^{註2)}で36%,水流あるいは波のいずれか一方または両者によつて生じ、2つあるいはそれ以上のそれらの作用の、相互作用などの結果生じたとされる変態漣痕^{註3)}が14%をそれぞれしめる。

註1) Water current ripple (今井半次郎, 地層学, 1931)

註2) Wave ripple mark (今井, 前出), 今井はこの本で、波漣痕は完全な対称をなす斜面を有するのが特徴であるといつているが、Evans, O. F. (Ripple marks aid geologists, World Oil, Oct. 1952)は波漣痕に對稱的のもの、非對稱的のものがあるとし、後者は波の破碎帯に生ずるとしている。筆者の觀察するところでも波漣痕中にも非對稱的のものがあることは明らかとなつてゐる。

註3) 今井(前出)によれば、水流漣痕の一種の変態として、舌状漣痕(Linguoid ripples)、菱状漣痕(Rhomboid ripple mark)、既成水流漣痕に方向の異なる比較的弱い水流作用が及ぶとき生ずる水流斜交漣痕(Current cross ripples)、既成波漣痕がさらに波浪作用の影響をこうむつて生ずる干涉漣痕(Interference ripple)などがあるという。

菱状漣痕については今井はその生成機構については不明の點が

3.3 波長^{註4)}についてみると、これを30~40 mm, 41

多いとしているが、Woodford, A. O. (Am. J. Sc., 5th Ser. Vol. 29, 1935)は流速の大きな水流が非常に浅いところをながれてある程度おそくなり、砂質ときには泥質の底にこれを生ずるとしている。

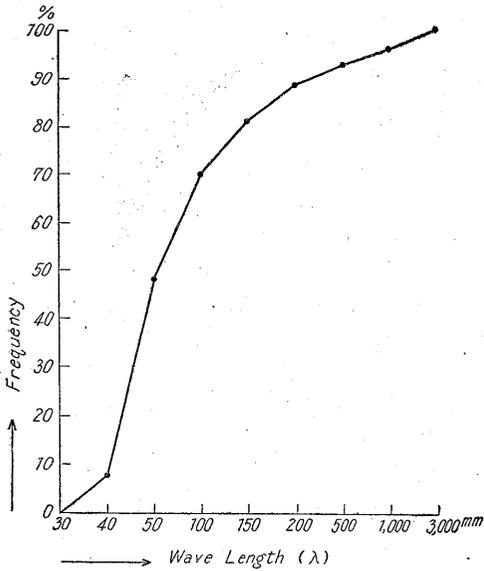


Fig. 6 Graph showing the frequency of the wave length of the 27 ripple mark samples

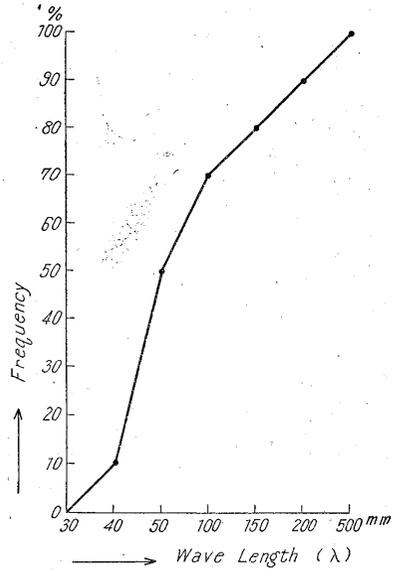


Fig. 8 Graph showing the frequency of the wave length of the 10 wave ripple mark samples

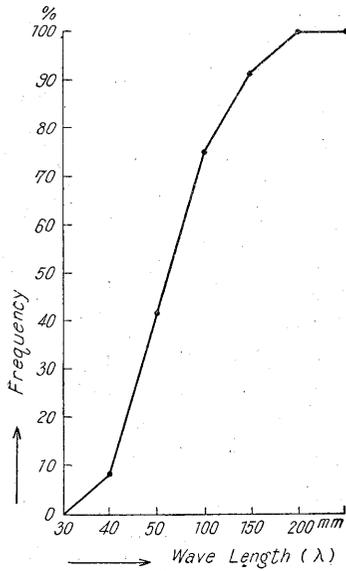


Fig. 7 Graph showing the frequency of the wave length of the 12 current ripple mark samples

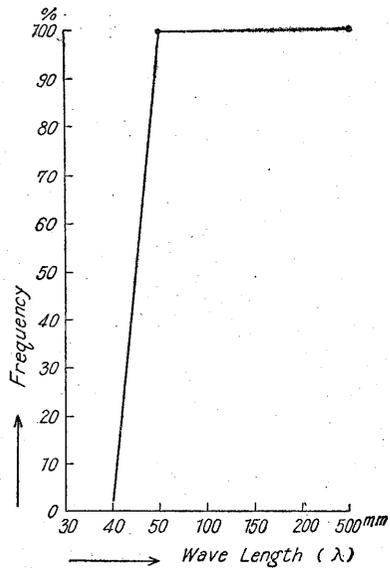


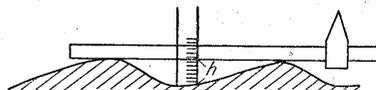
Fig. 9 Graph showing the frequency of the wave length of the 3 interference ripple mark samples

~50 mm, 51~100 mm, 101~150 mm, 151~200 mm, 201~500 mm, 501~1,000 mm および 1,001~3,000 mm の8級にわかれ、その頻度をグラフに示せば第6~9図のようになる。この図からも明らかなように波長41~50 mm のものが最も多い。また波長の水平分布にはなんら特性をみいださない。

註4) 漣痕の波長とは一つの峯から隣の峯、または一つの谷から隣の谷までの間隔にあたり、実際の測定にあたっては峯から峯までの間隔をはかるのが便利なる場合が多い。

波高註5) について、これを 2mm一、3~5 mm、6~10

註5) 漣痕の波高とは、漣痕の頂きから谷底までの垂直距離をいふ、実際の測定にあたっては、図のように、漣痕の頂きからとなりの頂きまで平坦なものをわたし、その平坦な下面に垂直にものさしをあて、谷底から平坦な下面までの距離(h)をよめばよい。



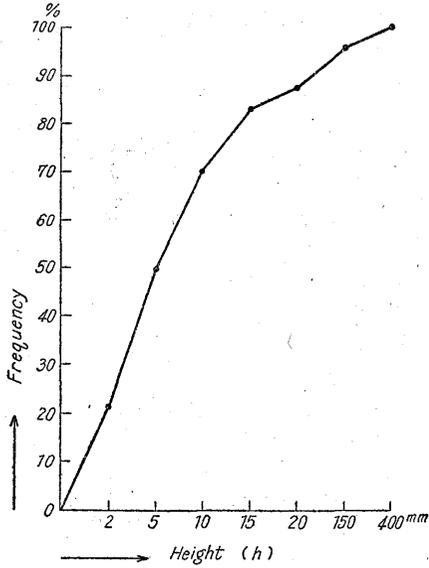


Fig. 10 Graph showing the frequency of the height (or amplitude) of the 24 ripple mark samples

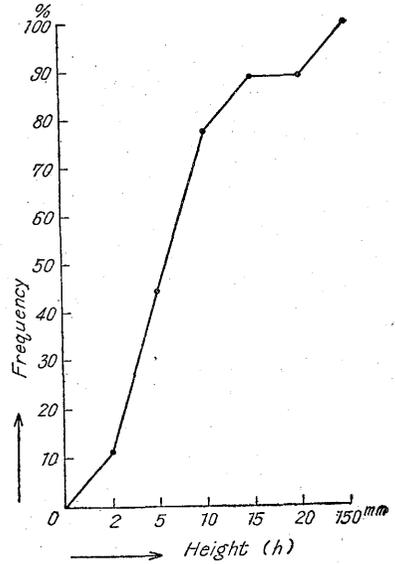


Fig. 12 Graph showing the frequency of the height of the 9 wave ripple mark samples

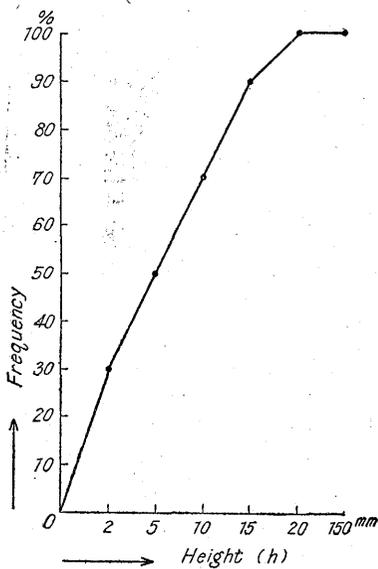


Fig. 11 Graph showing the frequency of the height of the 10 current ripple mark samples

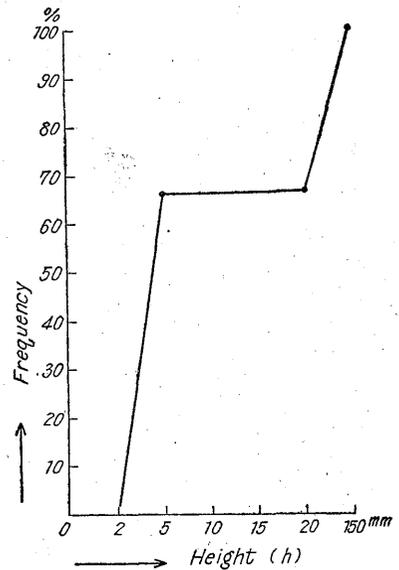


Fig. 13 Graph showing the frequency of the height of the 3 interference ripple mark samples

mm, 11~15 mm, 16~20 mm, 21~150 mm, 151~400 mm の7級にわかれ、その頻度をグラフに示すと第10~13図のようになる。図によつてもしられるように、5 mm以下の波高を示すものが半数をしめる。波高の水平分布には特性がみとめられない。

波長・波高の最大のものは、水流漣痕の一例であつて

それぞれ 2,000~3,000 mm, 400 mm に達する註6)。

註6) 今井(前出)によれば、このように特に長大な漣痕はこれを砂浪(Sand waves or tidal sand ridges)とよび、また Pararipples, Meta-ripples などの名が興えられていて、理論上これらの長大なものは眞の漣痕ではなく、多少その意味を異にする。Gilbert, G. K. (The transportation of debris by running water, U.S.G.S. Prof. Pap. 86, 1914)はこれを antidunes (今井の逆行砂丘)とよび、Bucher, W. H. (On ripples & related sedimentary surface forms and their

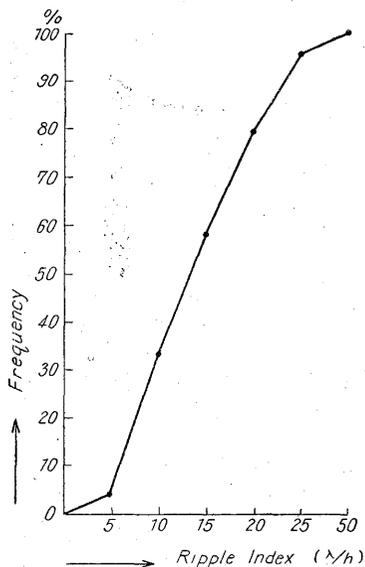


Fig. 14 Graph showing the frequency of the ripple index (or ratio) of the 24 ripple mark samples

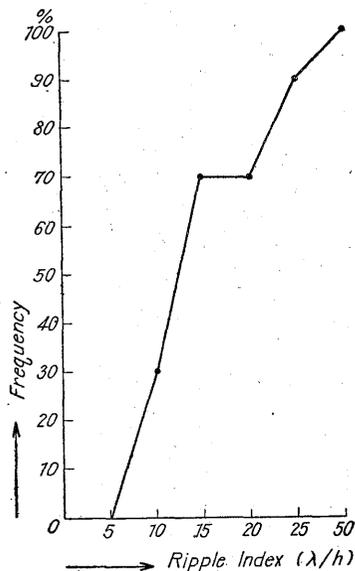


Fig. 15 Graph showing the frequency of the ripple index of the 10 current ripple mark samples

特殊な漣痕としてあげられるものは、第4図および第5図に示したものである。第4図に示したものは、大きな漣痕の表面に小さな漣痕がみられるもので、大きなものの波長は 350~500 mm, 波高は 20~100 mm, 小さなものの波長は 50 mm, 波高は 3 mm である。一種の変態漣痕といえよう。第5図に示したものは、波長に比して波高の大きなもので、波長 35 mm, 波高 10 mm を示す。

波長と波高との比すなわち漣痕率 (Ripple index or ratio) とよばれるものをつとて、その頻度を全漣痕・波漣痕・水流漣痕および変態漣痕についてグラフに示せばそれぞれ第14~17図のようになる。漣痕率の水平分布をみると、東西方向に変化があつて東側がもつとも大、中央がもつとも小で、西側がその中間にあるようにも思われるが、現在の資料では、特にはつきりした傾向を求めることは無理であろう (第18図)。なお各型の漣痕を

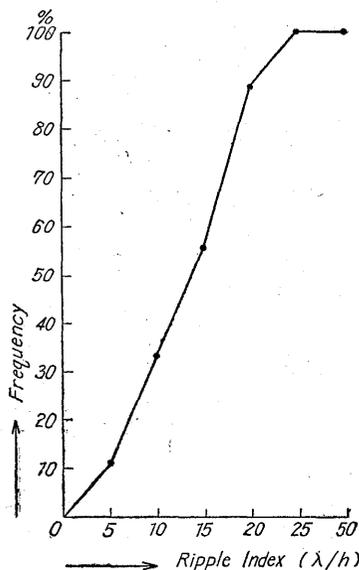


Fig. 16 Graph showing the frequency of the ripple index of the 9 wave ripple mark samples

paleogeographic interpretation, Am. J. Sc., 4th Ser. Vol. XL VII, No. 279, 1919)は regressive sand waves (今井の退行砂浪)とよんでいて、これらの砂浪は普通の漣痕を生成する水流よりはるかに流速の大きい水流により生じ、砂浪全體として上流に向い逆進する性質を有する。そしてその全形は對稱的で、緩漫で扁平な円味ある嶺を有する。さらにこれより流速が大となる時生ずるものが眞の意味の砂浪で、下流に向つて前進し、前進砂浪ともよばれる。つぎにその流速が逆に減じてその砂浪が非對稱の漣痕に變形したものを Bucher は meta-ripples とよんだ。

Evans, O. F. (前出)によれば、このような巨大な漣痕は潮流によつて生じ、従つて海的环境を示すという。

第2圖-3に示したのもおそらく砂浪に屬するものと思われ

通じて、最大の漣痕率は水流漣痕の一例が示した 50 註7)、最小のものは第5図に示した波漣痕の一例にみられ、 $3\frac{1}{2}$ である。

3.4 波の頂きは垂直断面では第3~5図に示したように尖つたもの、まるみをおびたもの、非常にまるいもの、

註7) 今井(前出)は「漣痕率が20~50以上に達する時は風成因に屬するものであることを推知せしめる」といつている。

4. 漣痕のみられる面積

大部分の漣痕は2m×2m以上の広さで見られ、3m×6mまたはそれ以上の広さにわたってみられるものも少なくない。これらの面積内では、同一層面上の漣痕は同一種類、かつ同一の規模であり、かつその峯や谷の方向(すなわち漣痕を生じた水流の方向に直角な方向)はほとんど一定である。そしてここに記した面積は、その

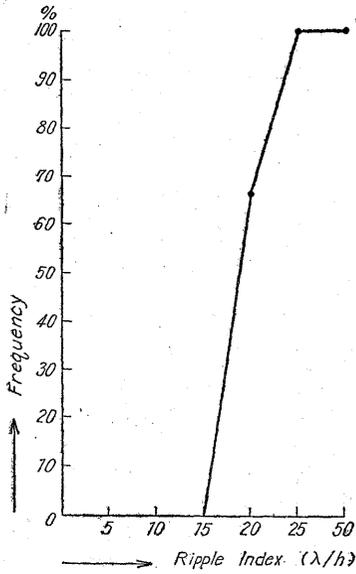


Fig. 17 Graph showing the frequency of the ripple index of the 3 interference ripple mark samples

- λ / h
- $25 < \textcircled{\otimes} \leq 50$
 - $20 < \textcircled{\oplus} \leq 25$
 - $15 < \circ \leq 20$
 - $10 < \triangle \leq 15$
 - $5 < \nabla \leq 10$
 - $\times \leq 5$

Higashi Entry

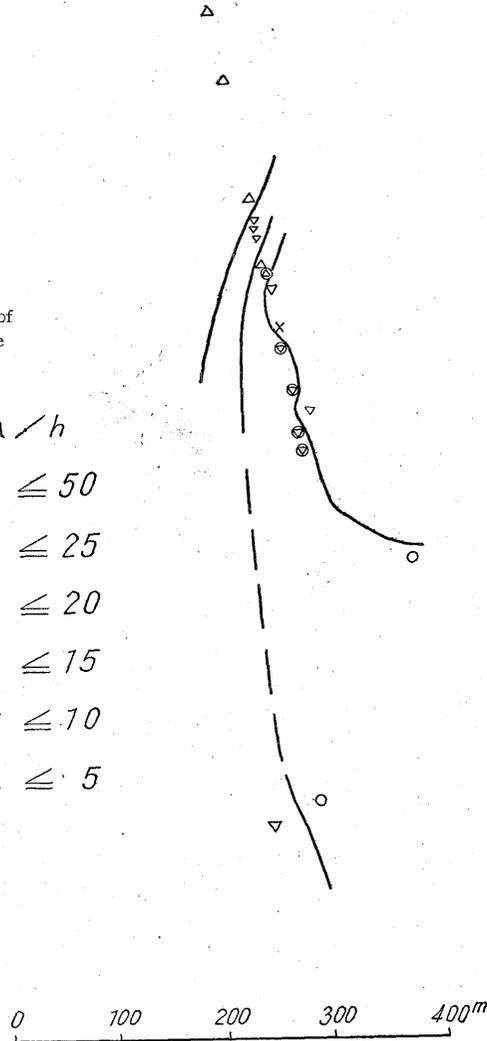
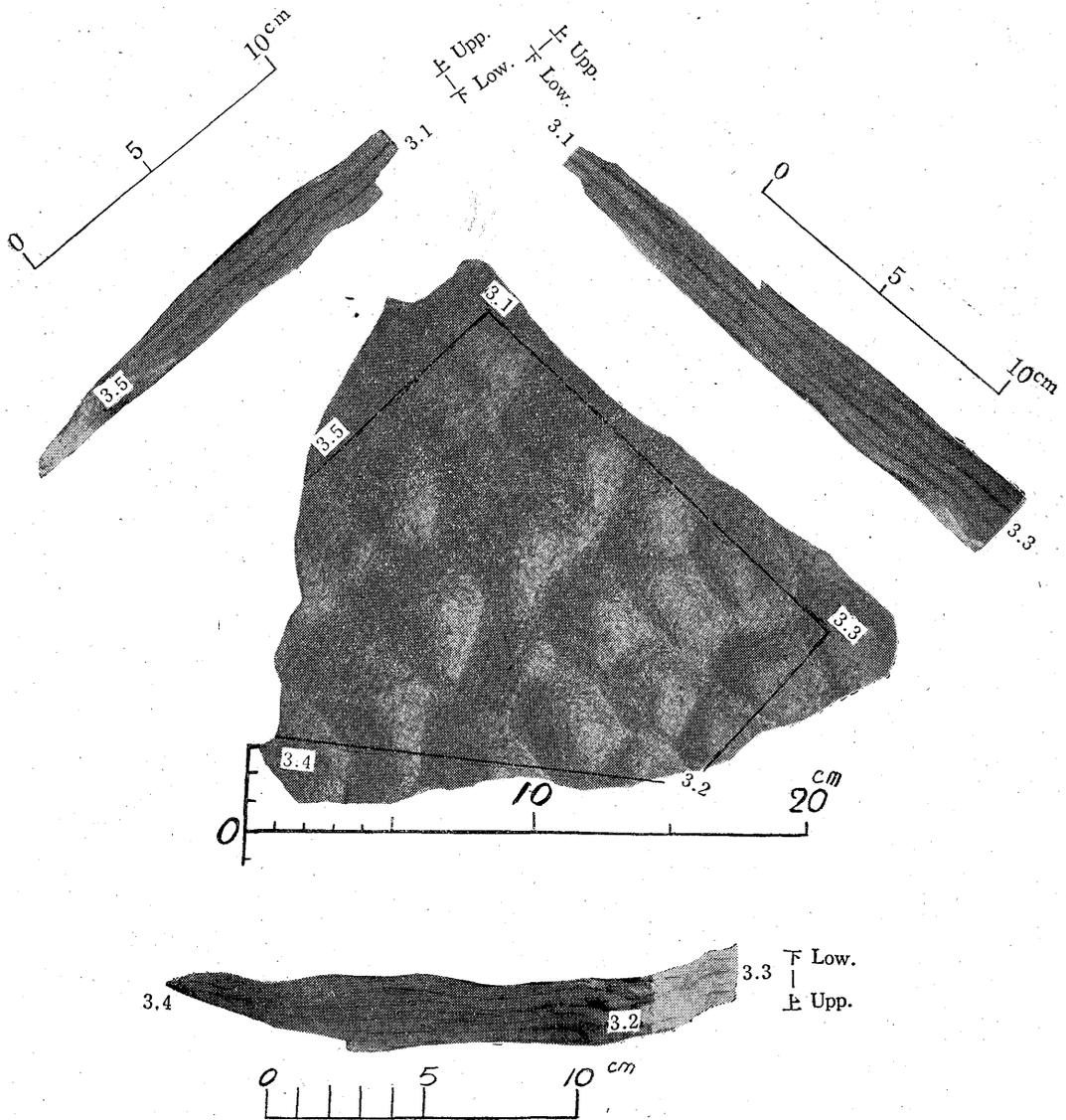


Fig. 18 Horizontal Distribution of the Ripple Index

2つ以上の頂きの複合したものなどがみられる。平面的には、嶺が直線状をなすもの、若干屈曲するもの(第3図-2)などがしられる。変態漣痕においては図版1および2に示したようなものがみいだされる。

漣痕を有する層面が露出している面積であつて、偶然なものであり、漣痕が実際に存する面積は、ここに記したそれよりもはるかに大きいものであろうと思われる。



図版 1 変態漣痕(干涉漣痕)の一例 平面の写真は層面の下面を示す (撮影 正井義郎)

Photo. 1 An Interference Ripple Mark (A), Profiles and negative plan.
(Photo. by Y. Masai)

5. 漣痕を有する岩石

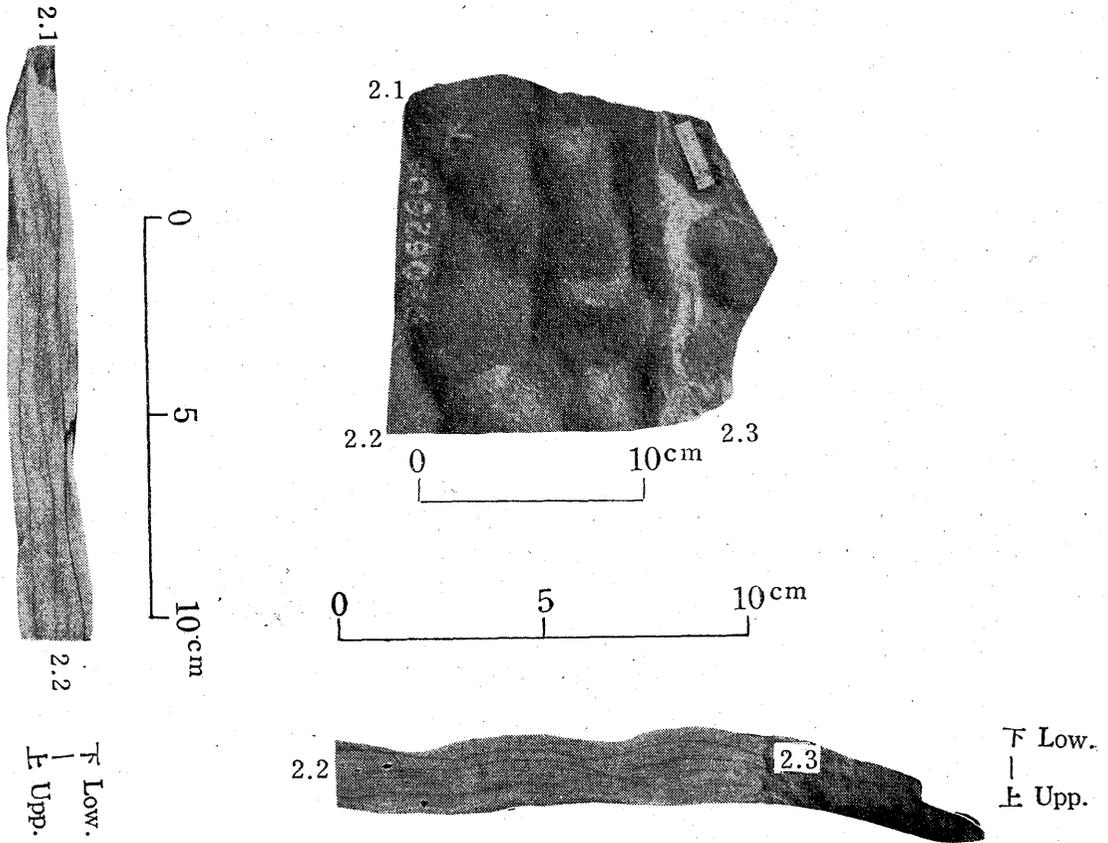
漣痕の上位にくるものはすべて細粒砂岩(0.125~0.25 mm)であつて、下位にくるのは細粒砂岩がしられているが、ほかにどんな岩相のものがくるか、現在坑内が充てんずみのため不明のものもある。漣痕の上・下位にくる岩石についての粒度分析はまだ行われていない(註8)。

註8) 松本隆一・久保恭輔(北松炭田炭質調査報告, 地質調査所, 未公刊)によれば、本域の松浦三尺上盤の砂岩およびはきみの粒度分析結果は、28~60 mesh (Tyler, 孔眼寸法 0.589~0.246 mm) のものが多く、次に 150~200 mesh (Tyler, 孔眼寸法 0.104~0.074 mm) のところに小さい peak をもつた型になり、これは層内堆積物であることを示し、沖の三角洲型であるという。

6. 漣痕の方位

漣痕の示す横に直角な方向で、かつ波漣痕においては、その相反する2方向、また水流漣痕においては、その垂直断面における急な斜面の側すなわち水下側^{みなしも}の方向を漣痕の方位とし、これを各漣痕について測定して図上に示すと第19・20図および第21図のようになる。ただし方位の数値は測定当時の測定位置における磁針方位によって示し、その真北からの偏差は西へ約5°である。

この場合、波漣痕については、その方位は2つの相反する方向を示すものとしてその頻度を1/2とし、両方の



図版 2 変態漣痕の他の一例 (撮影 正井義郎)
 Photo. 2 An Interference Ripple Mark (B), Profiles and negative plan.
 (Photo. by Y. Masai)

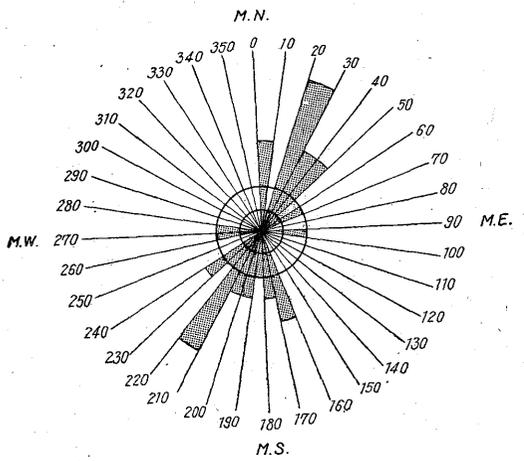


Fig. 19 Graph showing the frequency of the orientation of the ripple marks

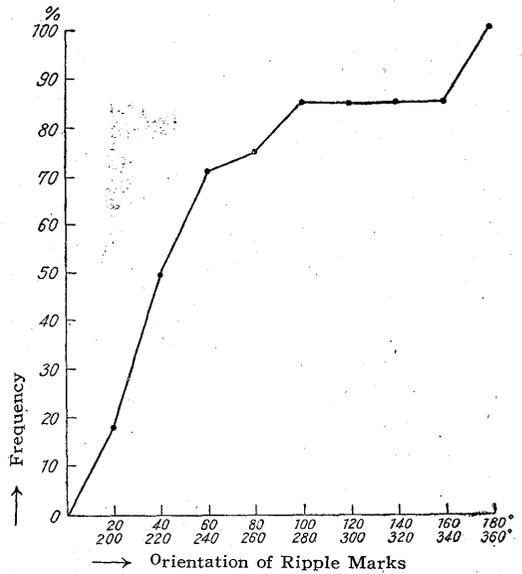


Fig. 20 Graph showing the frequency of the orientation of the 28 ripple mark samples

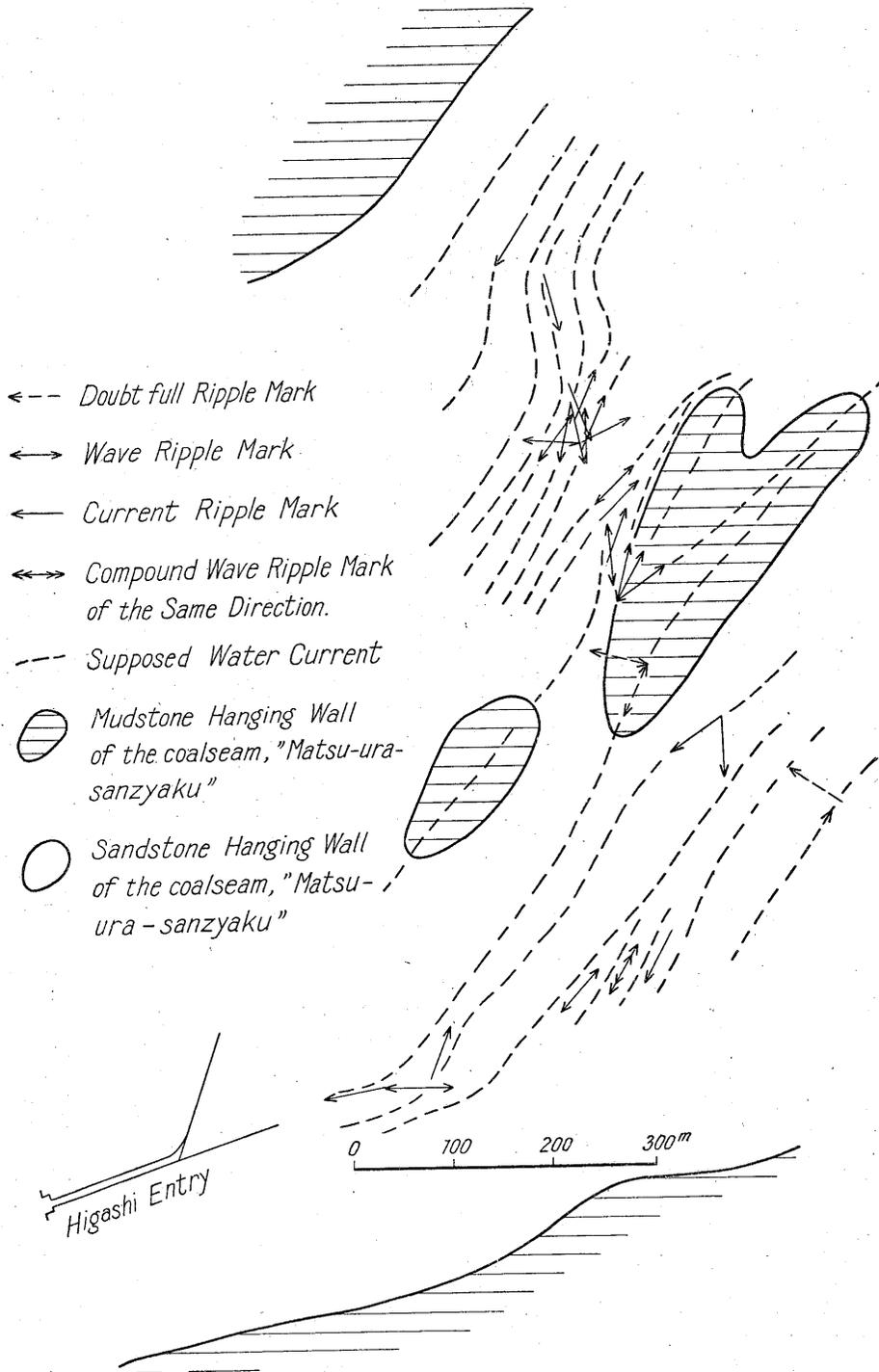


Fig. 21 Orientation of the ripple marks and supposed water current.
 (Rock facies after R. Matsumoto & K. Kubo)

12—(370)

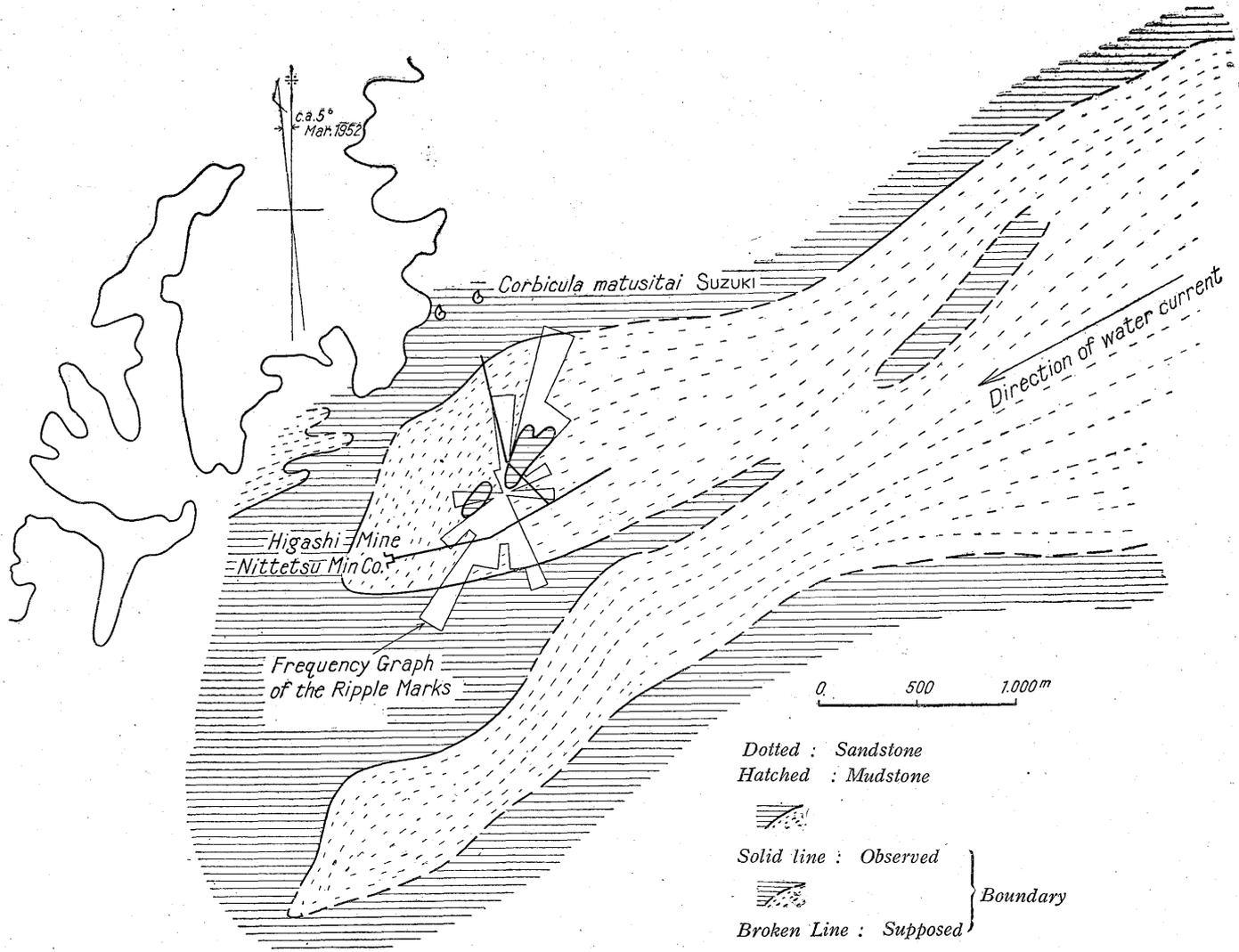


Fig. 22 Facies Map of the Hanging Wall of the Coalseam, "Matsu-ura-sanzyaku"
 (after R. Matsumoto & K. Kubo, Frequency Graph added by the writer)
 Caf. Fig. 19 on Frequency Graph

方位の頻度にそれぞれ加え、変態漣痕については、その複合して生じている嶺の方位が明らかにいくつかの方位にわけて測定できるものにつき、水流漣痕および波漣痕にならつてとりあつた。

7. 漣痕の方位と上盤砂岩中の泥岩の

パッチとによる含漣痕砂岩堆積

当時の水流の方向の推定

第19・20図および第21図によつてもしられるように、この区域の漣痕の方位は、20~30° および 210~220° がもつとも頻度が大である。この方位は、松本隆一・久保恭輔によつて示された松浦三尺炭の上盤の岩相図註9) (第22図) 中、この区域の大部分をしめる砂岩のなかにみられる泥岩のパッチの延長方向とほぼ一致するものであつて、松本・久保のとくように註10)、この上盤の砂岩舌状帯の延長方向が、その堆積当時の水流の方向を示すものであると考えると、この小さな泥岩のパッチは、その舌状砂岩帯中の、さらに局部的な水流の方向を示すものと考えてもよいであろう。そして上記の漣痕における卓越した方位が、ほぼこの局部的水流の一般的な方向を示すものと考えることができよう。

さらにそれぞれの漣痕の方位と、上記の泥岩のパッチの延長方向とをくらべつ、この含漣痕砂岩の堆積時の水流の局部局部の方向を推定して第21図を作つた註11)。これによると、少数の例外はみられるが、大部分の漣痕はそれぞれの位置における漣痕生成時の水流の方向を示しており、それらを総合してある区域内の、含漣痕砂岩堆積時における水流の方向を推定することができると思われる (なお現在までに北松地域において筆者が観察したかぎりでは、同一砂岩中、厚さ約 2 m 以下の範囲内では、そのなかにみられる 漣痕の方位がほとんど変つ

ていない例の方が、そうでない場合よりもはるかに多い)註12)。

註12) 粒度と流速については次のような諸氏の実験および観察結果がある (いずれも Bucher, W. H., On ripples and related sedimentary surface forms & their paleogeographic interpretation, Am. Jour. Sc., 4th Ser., Vol. XL VII, No. 279, 1919 による)。

(1) 水流漣痕

Gilbert(1914)によれば、粒子をうごかすに必要な大體の流速は

平均直径 0.4 mm の細粒砂、水深 0.13 m のとき流速 0.26 m/sec.

Blasius(1910)の水流漣痕に関する実験結果では

平均直径 0.4 mm 水深 0.03 m のとき 流速 0.303 m/sec. Hahmann(1912)によれば波長 12.87 cm のもので

平均直径 1.0~0.0 mm 水深 constant, 流速 0.375 m/sec.

Gilbert(1914)の資料につき Bucher, W. H. が推定したものの(1919)では

波長 17.8 cm—波高 1.3 cm $\lambda/h=14$ —のもので 流速 \pm 0.45 m/sec.

Gilbert(1914)によれば

| 平均直径 (mm) | 水深 (m) | 流速 (m/sec.) |
|-----------|-----------|-------------|
| 0.3 | 0.02~0.06 | 0.31~0.51 |
| 0.4 | 0.02~0.14 | 0.33~0.83 |
| 0.5 | 0.02~0.18 | 0.34~0.83 |
| 0.7 | 0.02~0.15 | 0.27~0.89 |

観察結果としては

Sorby(1908)によれば creek において 波長 10.2 cm 波高 0.9 cm $\lambda/h=11$ 粒径不明、水深不明、流速 0.305 m/sec.

(2) 波漣痕

De Candolle(1883)によれば

波長 2.2~2.8 cm 粒径 "dust" 水深 0.05 mm 流速 (0.2) m/sec.

Darwin(1883)によれば

| 波長 (cm) | 粒径 | 水深 | 流速 (m/sec.) |
|---------|----------|----------|-------------|
| 1.4 | constant | constant | 0.06~0.14 |
| 1.7 | do. | do. | 0.16 |
| 1.75 | do. | do. | 0.19 |
| 2.1 | do. | do. | 0.25 |
| 2.4 | do. | do. | 0.33 |

(3) 退行砂痕

実験結果

Gilbert(1914)が波長 60~90 cm、波高 1.5 cm、 $\lambda/h=40$ —の砂痕について行つたものによると、

| 粒径 (mm) | 平均流速 (m/sec.) | 水深 (m) |
|---------|---------------|-----------|
| 0.3 | 0.72~0.99 | 0.01~0.05 |
| 0.4 | 0.76~1.20 | 0.01~0.07 |
| 0.5 | 0.83~1.36 | 0.02~0.07 |

観察結果

Cornish(1901), Kindie(1917) および Bucher (1919) などのものがあるが、これらには流速の明らかにされたものがない。たゞ Cornish(1901)のものでは波長 147 cm, $\lambda/h=17$, 干潮時に露出するもので、外若海岸にあるものについては、その地点の SE 20 哩の点で、海岸から 7 哩沖で潮流の流速 1~2 m/sec. という記録がいられている。

上記資料の示すところによれば、本報告にあらわれた漣痕のこされている砂岩の粒度では、この砂を運搬した水流については水深 0.01~0.18 m のとき、流速は 0.26~0.83 m/sec. 程度のものである (たゞ退行砂痕においては、同様の粒度および水深の場合でも、流速はこれよりやや大であつたと考えられる)。この流速は時速になおせば 0.5~1.6 ノットにあたる。このような水深および流速の水流が漣痕を生成するものについて筆者が従来観察したところでは、水深および水深の状況をか

註9) 松本・久保, 前出

註10) 同前, なおこの岩相図(第22図)は、その実験部については、全域にわたつてつくられた間隔約 50 m の水平坑道およびいくつかの卸坑道によつて連続的に観察し、また破線部については炭礫側の作成にかゝる各観察地点における炭柱図を用いて作図されたものである。

註11) 第21図において、同一地点に異なつた方位の漣痕のあるのは、変態漣痕において2つの方位を認め得たもの、若干の厚さ(数 10 cm 以下の程度)をへだてて2つ以上の方位の異なる漣痕のあるもの、同一漣痕で嶺が屈曲しているものいづれかである。なお第22図に松本・久保の示した水流の方向はかならずしも矢印の方向にのみあるのではなく、その反置の方向にも水は流れたと筆者は考える。そして第20図に示した漣痕の方位中、大略北東に向うものと、南西に向うものがあるのは、水流がごく短時間内にこの2つの方向にむきをかえて存したものであろうと思われる。なお波漣痕の方位が、水流漣痕のそれと同様に、水流の方向を示すと思われるものが多いのは、たまたま當時の波が水流と同一方向に動いていたのか、それとも波漣痕と普通いわれるものでも、水流によつて生ずるものがあることを示すかであらうと思われる。

える堆積物の保存状態の變化、水の流速、水流の方向、風の状況等々種々な條件によつて、漣痕の状況は時々刻々變化する。従つてごく小面積の漣痕のみによつて、大きな範圍(水平的および垂直的に)について、これらの堆積物を生じた時の水流の方向を論ずるのは危険である(早坂一郎: 漣痕についての観察, 北海道地

質要報, 24 號, 1953)。少なくとも本報告に使用された程度の資料はそのような目的に必要な最少のものと思われる。

(昭和27年3月調査)