

洪水による現成の斜層理と漣痕の考察

長 浜 春 夫*

Recent Diagonal Bedding and Ripple Marks in the River Bed of the Charo, Hokkaido

By

Haruo NAGAHAMA

Abstract

On May 15, 1965, the writer found diagonal bedding and ripple marks on an outcrop of the river bed which deposited just a few days ago by the flood at a meandering corner of the Charo River, Nakacharo, Shiranuka-machi, Hokkaido. The results of observation are described in detail in this paper.

The diagonal bedding gradually changes in the dip direction from NE to ENE, getting steeper in dip angle toward the downstream. The bed covers the foreset slope where no ripple marks are found.

The sand with diagonal bedding is symmetrical in the grain size frequency distribution with a maximum in fine grain, whereas the sand with ripple marks is asymmetrical with a maximum in very fine grain.

It is noteworthy that the diagonal bedding and ripple marks are formed in a shorter time than usually expected, that is, in a "moment" of geologic sense.

Even if such a very rapid sedimentation would not be accepted as usual phenomenon in any geologic age, at least some ancient sediments might be considered to have been deposited by such a process.

はじめに

筆者は1960年以来おもに第三系の碎屑物中にみられる斜層理やその他の初生的堆積構造の研究に従事してきた。その間に現成の斜層理をぜひとも観察したいとその機会を求めていた。1965年5月15日、釧路炭田の研究を実施中、幸運にも、北海道白糠郡白糠町中茶路の茶路川河床で、洪水によって形成された斜層理とその上位の漣痕とをはじめて同一露頭で観察することができた(Plate 45, 46)。

今回は小河川の洪水という特殊な条件下に形成された一露頭について観察したにすぎないが、筆者はわが国においては、漣痕を伴う現成の斜層理についての報告にまだ接していないので、ここに報告する。

1. 観察された場所とその状況(第1図)

茶路川はウコタキヌブリ山(標高745m)の北東にその源を発する。チクベンニナイ川とその西~南方のクイ

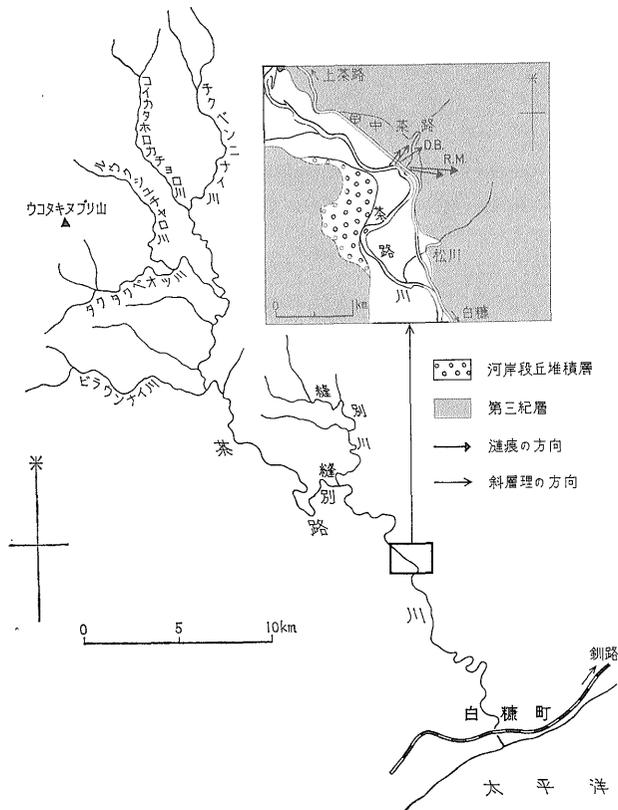
カタホロカチヨロ川・ルウクシュチャロ川・タクタクベオツ川・ビラウンナイ川の小川が集まり茶路川となり縫別で縫別川と合流し、中茶路を経て、観察地点を過ぎると白糠平野に入り、南流して太平洋にそそぐ。

茶路川上流では一般に下刻作用が盛んで、奥地の小支流は深いV字形の溪谷を作る。中・下流では流路に沿って狭い河岸段丘が発達し、河床には砂礫の堆積する河原が発達する。チクベンニナイ川の谷頭部から太平洋岸の河口までの直線距離は約45kmである。

観察された地点は河口より上流にさかのぼること約18kmである。この付近では現在の河原の幅は約150mで、河床は砂礫で覆われる。この付近の茶路川は平水時には、水量は少なく、河原に対して流路の幅は約20mで狭く、河原内を蛇行する。水深は1m以下できわめて浅い。

斜層理および漣痕を観察することができた場所は中茶路郵便局の南南東方向850mの地点である。縫別川との合流点から南東方向に流れる茶路川は河原の右壁の河岸段丘につきあたって、東西に流れを変えるが、しばらく

* 地質部



第 1 図 位置図
Index map

するとふたたび南東方向に流れがもどる。この蛇行の湾曲点の外側の河岸すなわち茶路川の左岸に問題の斜層理がみいだされた。この堆積構造が形成された地形上の位置が、第 2 図に示すアメリカインディアナ州の Vermillion River の砂州に形成された斜層理 (◎印地点) のそれと類似すること、また、後者においても茶路川の場合と同様に斜層理と漣痕とが同一露頭で観察されていること (Plate 47) はきわめて興味深い。

次に観察時における露頭付近の状況についてのべる。鉏路地方では 5 月初旬になると急に温暖となり、山奥の積雪は一時にとけて、多くの小川から多量の水が茶路川にどっと流入し、中茶路付近の問題の地点付近で道路上までも氾濫する。中茶路川上流の茶路川およびその支流の地帯に広く分布する古第三系の比較的軟らかい砂岩・泥岩・礫岩・凝灰岩などが、急激な水流の力で削剥され土砂となり、それが混濁流状となり流下し、この地点で堆積構造を形成しつつ堆積したものであろう。堆積物が形成された後に、その後の川の小規模な増水あるいはそ

他の物理的現象などにより、この新しい河床堆積物の南端が削りとられ、低い崖となって露出し、内部の斜層理を観察することができたわけである。

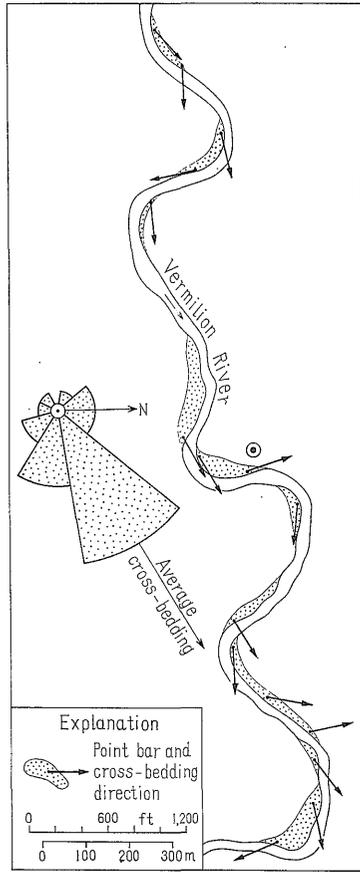
なおこの堆積物の表面に形成された水流漣痕には Plate 46 でみられるようにやや大粒のばらつきの雨の痕跡がみられたが、漣痕の形状をほとんど乱さず形成時の状態をほぼ保持していた。

2. 斜層理および漣痕の産状 (第 3・4 図)

春の雪どけ水による洪水で形成された堆積物では、前記のべたように斜層理と水流漣痕の 2 つが認められた。

2.1 斜層理

観察された露頭の高さは水面から約 105 cm あった。露頭断面での斜層理のセットは 2 つ観察することができた。下位のセットは厚さ約 25 cm と推定されるが大部分が崩壊物によって覆われているため、形状を明らかにすることができなかった。上位のセットは Plate 45 でみられるように斜層理が明瞭である。次に上位のセットにつ



第2図 バマリオン川 (インディアナ州) にみられる斜層理の方向

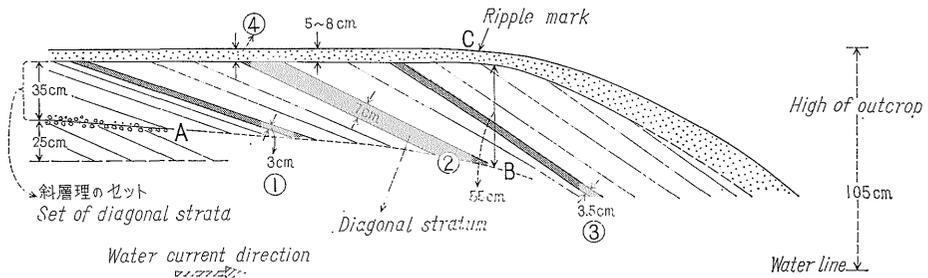
Cross-bedding and point bars along the Vermilion River near Eugene, Vermillion County, Indiana, U. S. A. Note both local and overall general correspondence between cross-bedding direction and direction of river flow. (Cited from PORTER P. E. & F. J. PETTJOHN)

いて記載する。セットの厚さは、露頭においてみられる限り上流側 (Plate 45 で向かって左) では 35 cm, これより 5 m 下流 (Plate 45 の右) 側では 55 cm に増大している。堆積物が未固結できわめてもろく、崩れやすいため、セット内の stratum の傾斜角は測定しにくかったが、やや強引に、露頭の上流側で 8 点、下流側で 12 点、かろうじて測定することができた。測定結果の平均傾斜の方向は上流側では $N 40^{\circ}E$ で、下流側では $N 65^{\circ}E$ である。両者の中間では測定は 1 つにすぎないが、 $N 55^{\circ}E$ である。すなわち上流部から下流部に向かって $N 40^{\circ}E$ から $N 65^{\circ}E$ へと時計廻りの方向に順次変化する。斜層理の平均傾斜角についての一般傾向をみると、第 3 図に示すように上流側 (右) の平均傾斜は約 21° で、下流側の平均傾斜は約 25° である。両者の中間の斜層理の傾斜角は 22° で、ほとんど上流側の傾斜角に近い。前記のべたように斜層理の走向が上流から下流に向かって次第に変化すると同時に傾斜角についても、 21° から 25° とその傾斜角を順次増す。

2.2 水流漣痕

前記の斜層理のセットの上位 (topset にあたる) には、下流に向かってややその厚さを増す、厚さ 5~8 cm の微細粒砂層が堆積しており、この微細粒砂層の上面に顕著な水流漣痕 (Plate 46) が観察される。この水流漣痕の波長は 25 cm, 波高は 0.8 cm 前後のものが多い。断面では波頂がいくぶん丸みを帯び、谷部はゆるく湾曲し、波頂部を境として下流側は急斜面で、上流側は緩傾斜である。この水流漣痕の 15 点の測定結果から漣痕形成時の平均主流向を求めると、東南東 (112°) を示す。この水流漣痕を含む面は下流側に非常に緩く傾斜した面をして続くが、その前面では急に傾斜を増し斜層理の傾斜と平行となる。この急斜面には漣痕は認められない。

露頭の下流側に向かって斜層理はしだいにその傾斜度



第3図 斜層理の露頭スケッチ

Sketch of outcrop showing diagonal bedding.

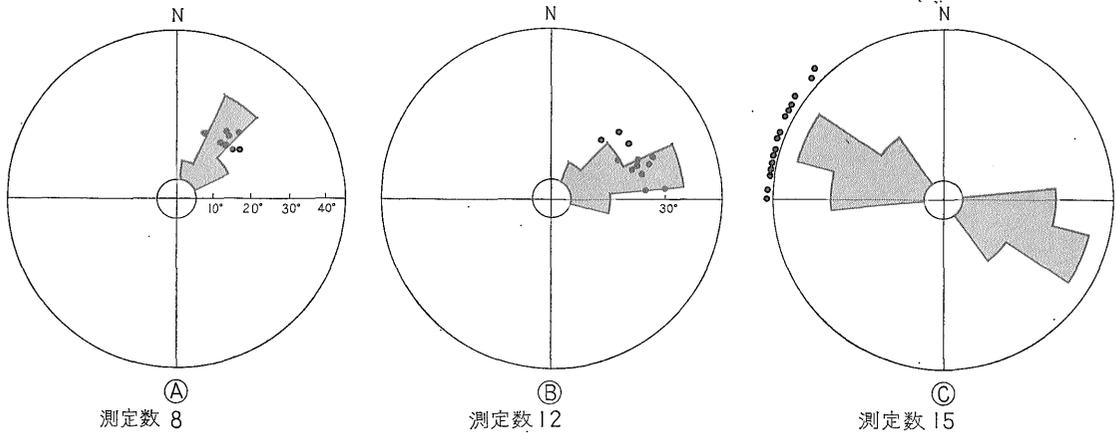
1...4 Point of sand of which grain-size was analysed

A...B Point of measurement of diagonal bedding direction

C Point of measurement of ripple mark direction

斜層理

漣痕



第 4 図 茶路川でみられた斜層理および漣痕の方向の頻度分布図
 Figures showing distribution of dip angle and frequency distribution of dip direction of diagonal bedding. Concerning the locality, refer to Fig. 3.

を増し、厚さ 5~8 cm の微細粒砂 (“top set” の延長部) の急斜した層に対して漸移的に平行となる。すなわち堆積末期には斜層理形成は行なわれなくなり、ついに漣痕を形成する微細粒の沈積へと移行したわけである。

2.3 粒度分析

筆者は少なくとも日本においてははまだ斜層理を示す層 (stratum) と漣痕を示す層とを粒度組成の上から比較検討した研究結果に接していない。小論においては、少ない試料ではあるが、洪水によって形成された現成の斜層理および漣痕を含む砂層について、両者間の粒度組成の相異点の検討を試みた。

斜層理を形成している砂の stratum を 3 試料、水流漣痕を形成している砂については 1 試料を採取した。これらをそれぞれ沈澱管法による粒度分析を行ない、おのおのについて、 ϕ と重量%との関係をヒストグラムにあらわすとともに淘汰度 (INMAN, 1952) についても算出した。淘汰度についてみると、斜層理の上流側では 0.92、下流側では 0.38、その中間では 0.57 と下流に向かってしだいに小さくなる。水流漣痕を形成している砂層の淘汰度はさらに小さい 0.29 を示す。このように淘汰度は最初に堆積したものから新しく堆積するものへとしだいに小さくなるが、いずれも淘汰度はよい部類に属す。

一方粒度別出現頻度についてこれをみると、斜層理についてはいずれの試料についても細粒砂に最大 (約 67%) があらわれ、上流部のものと下流部のものについては粗粒砂と淤泥はほとんど含まれないが、両者の中間のものには粗粒砂がわずかに含まれる。粒度分布の形は第

5 図で明らかなように上流と下流の砂についてはいずれもほぼ正規分布を示すが、その中間のものは粗粒の砂がわずかながら混入しているため、非対称となり、粗粒側 (左側) が緩傾斜となっている。

水流漣痕を示す砂の粒度組成は、斜層理を示す砂のそれに較べてより細かい微細粒砂に最大 (約 85%) があらわれ、細粒砂を少量含むのみで、中粒砂以上の砂も淤泥以下のものほとんど含んでいない。したがって、細~微細粒の範囲内で粗粒側にのみ傾斜する特徴的な非対称の分布を示し、斜層理を示す砂とは粒度についても分布の形についても著しい相違が認められる。

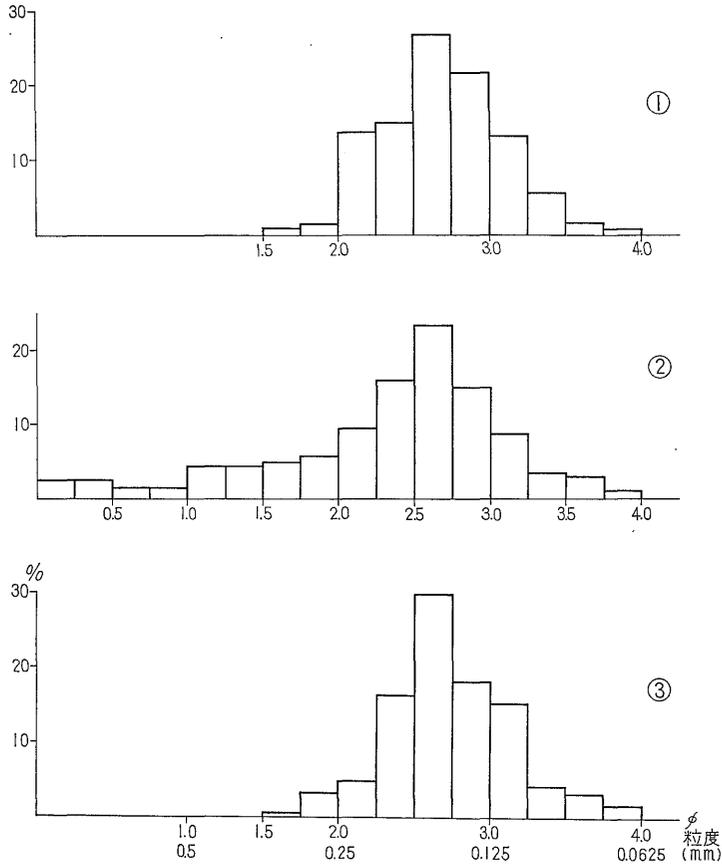
3. 河成堆積構造形成についての小考察 (第 7 図)

前述したように露頭がきわめてもろく崩壊しやすかったため、十分な観察・測定を行なうことができなかったが、上記したいくつかの観察結果から、茶路川の洪水によって形成された堆積構造の形成過程について若干の考察を試みる。

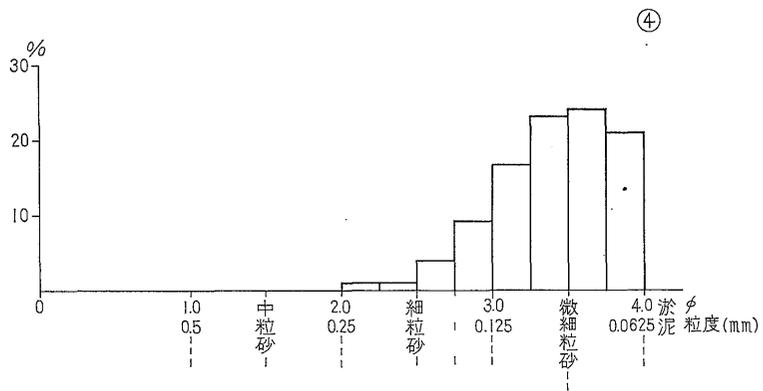
1) 斜層理が形成しはじめる時の機構についてはよくわからないが、水流の流速とともに河底の地形が斜層理形成の重要な要因となるものと思われる。おそらく、問題の斜層理は、茶路川の増水時における河床が下流方向に段状に急斜した所に形成しはじめたものと推察される。この流れの流速がおそらく周期的に変化したために、斜層理の stratum がつぎつぎにかさなったものと推定される (第 7 図の①・②)。

2) 斜層理の傾斜角が下流に向かって順次急になるこ

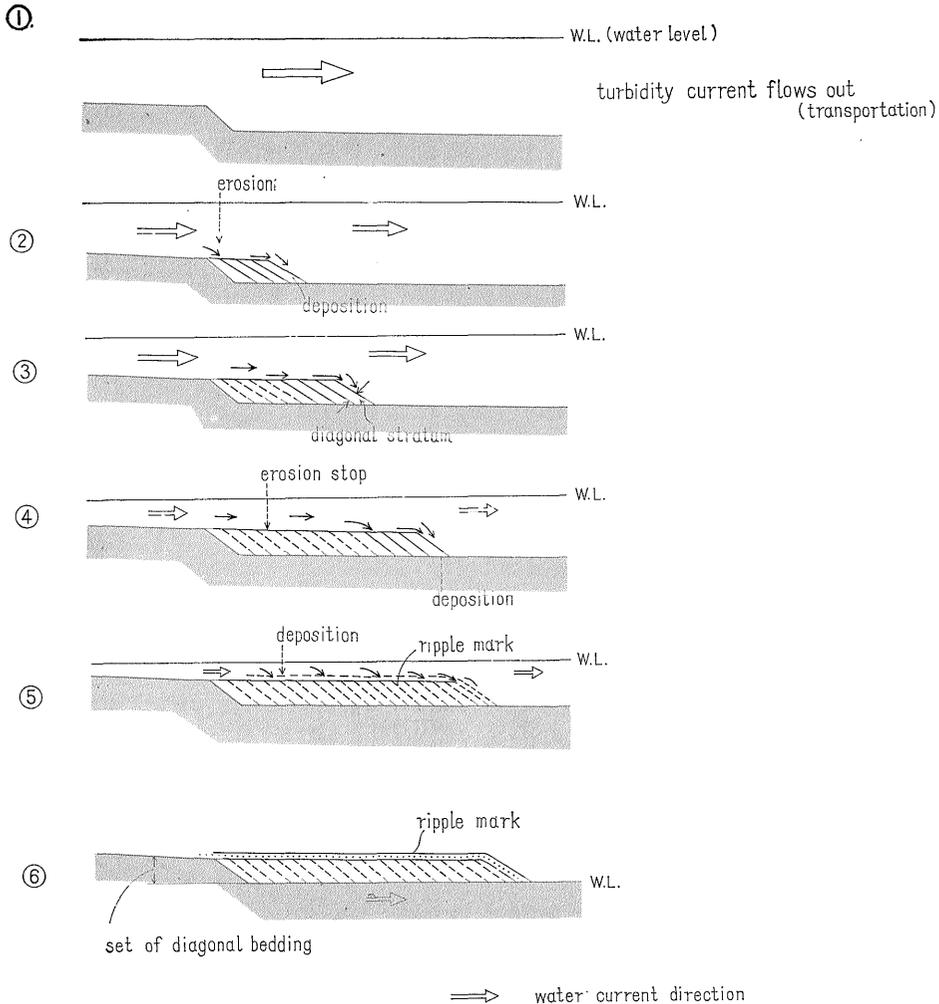
洪水による現成の斜層理と漣痕の考察 (長浜春夫)



第5図 斜層理を示す砂の粒度組成 (茶路川)
Histograms showing frequency distribution of grain size analysis of diagonal bedding.



第6図 漣痕をもつ砂の粒度組成 (茶路川)
Histograms showing grain size distribution of the sand with ripple marks.



第7図 洪水により斜層理が形成しはじめてから漣痕を作り終るまでの堆積過程の模式図
Model diagrams showing the depositional process from the initial stage of formation of the diagonal beddings to the final stage of formation of the ripple marks by the flood.

とからみて、斜層理の堆積する間に水流の流速は徐々に変化したと考えられる。堆積したばかりの斜層理を持つ砂のマスの上流、つまり河底面（これは一般の河底面より1m以上高い）は水流による“洗い流し”を受ける。洗い流された砂は foreset の傾斜面の流れから直接沈下した砂とともに斜層理として再堆積するものと推定される（第7図の③）。

3) さらに流速が減じると、堆積層の上限面の“洗い流し”作用が休止する時期が生じる。それに引続いて厚さ5~8cmの微細粒砂が斜層理面とは斜交した“topset bed”状の層として、ほぼ水平（わずかに下流側に傾斜）に堆積する。“foreset”の傾斜面においても、この微細粒砂は斜層理と平行してほぼ25°下流側に傾斜して堆積する（第7図の④・⑤）。

4) さらに流速が減衰するにつれ、“topset”として堆積した厚さ5~8cmの微細粒砂層の表面には、水流漣痕が形成される（第7図の⑤）。

5) 漣痕形成後は徐々に減水し、堆積構造を有する堆積層は漣痕を有する最上面から順次水面上にあらわれ、最後にその全貌が河床 (Plate 45) 上に露出する（第7図⑥）。

4. むすび

現世の河床に形成された堆積構造の観察から、その堆積構造の形成過程の考察を試みた。斜層理形成の最初のきっかけを作る条件は水流の速度や性質（比重・組成）・運ばれる物質の粒径、とくに河底の地形により大きく支配されたのであろう。斜層理が生成されてから漣痕が

形成されるまでの間に、流向は北東→東北東を経て東南東と順次に変った。また斜層理の傾斜角もまた順次に急傾斜となる。

少ない粒度分析からの結果ではあるが、ヒストグラムの形は斜層理のものと漣痕のものとは明らかな相異点認められる。

ここに報告した堆積構造は、洪水という特殊な環境で形成されたものではあるが、それが地質学的には“瞬間”に堆積したという事実は、堆積構造の解釈にとって、1つの重要な資料となるであろう。

(昭和40年5月調査)

文 献

今井半次郎 (1931) : 地層学, 古今書院, p. 423~428

INMAN, DOUGLAS L. (1952) : Measures for Describing the Size Distribution of Sediments, *Jour. Sed. Petrol.*, vol. 22, no. 3, p. 125~145.

長浜春夫 (1965) : 斜層理からみた北西九州第三紀層の堆積, 地質調査所報告, no. 211, p. 1~62

長浜春夫 (1967) : 北海道茶路川で観察した斜層理と漣痕についての一考察, (演旨), 地質調査所月報, vol. 18, no. 9, p. 73~74

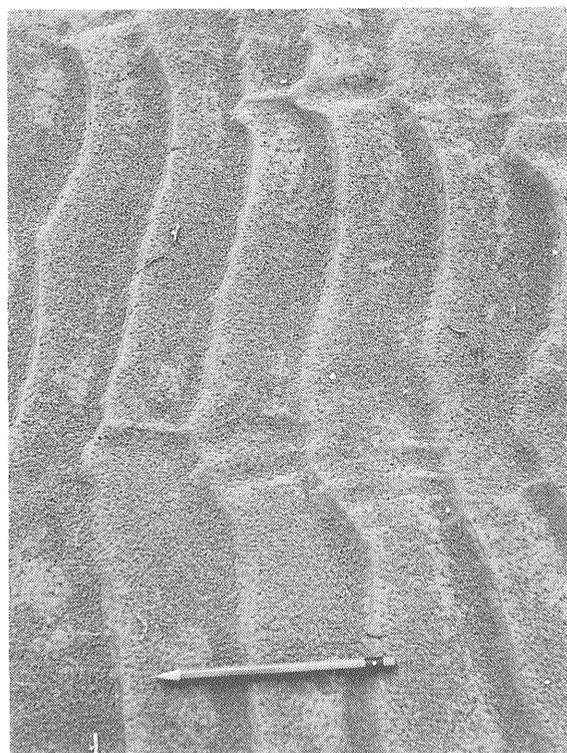
長浜春夫 (1969) : 洪水による斜層理と漣痕, (演旨), 地質学雑誌, vol. 75, no. 2, p. 73

POTTER, P. E. and PETTIJOHN, F. J. (1963) : *Paleocurrents and Basin Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, 296pp.



1. 茶路川でみられた斜層理の露頭

Diagonal bedding in outcrop (by the flood)



1. 茶路川でみられた水流漣痕

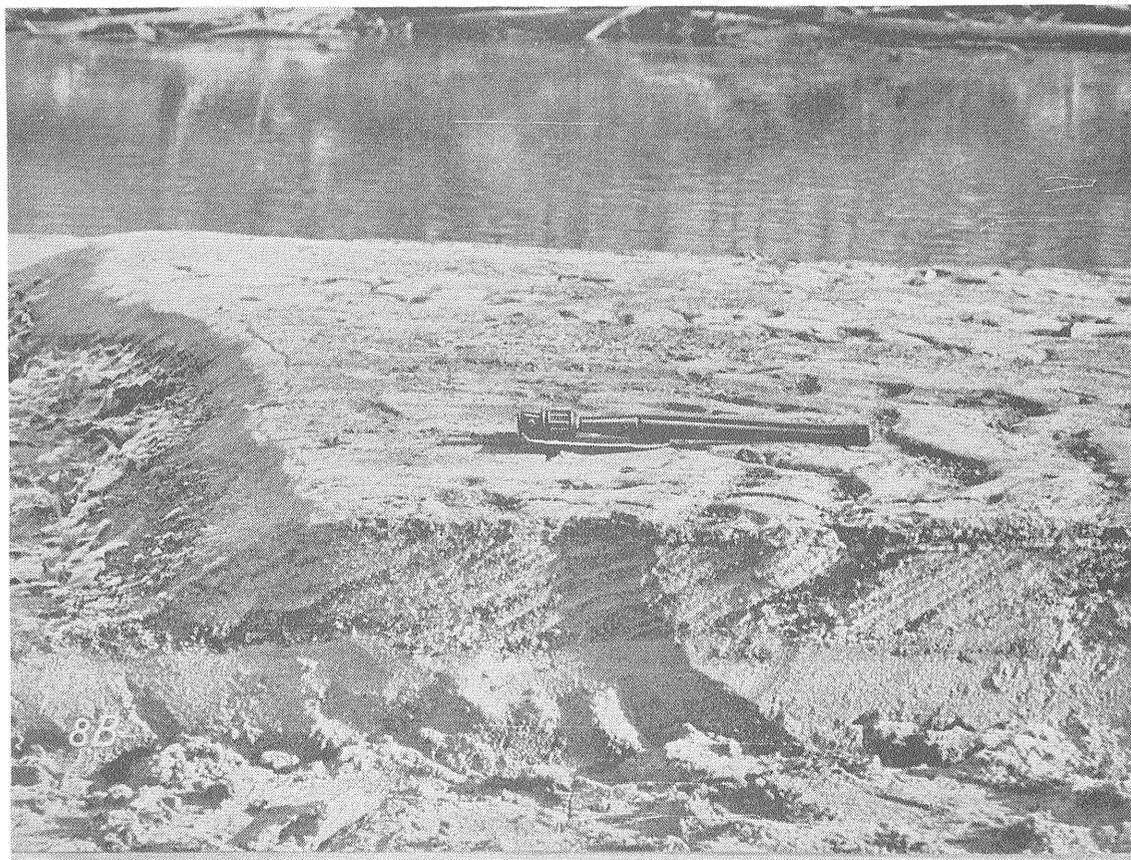
Asymmetrical ripple marks on the surface of the flood deposits
along the Charo River in southeast Hokkaido, Japan.

Current from left to right.

2. 茶路川でみられた水流漣痕

Asymmetrical ripple marks on the surface of the flood deposits
along the Charo River in south east Hokkaido, Japan.

Current from right to left. (same as *Plate 46-1*)



1. アメリカインディアナ州のVermillion River でみられた斜層理と漣痕 流向は右から左
Sand wave and internal cross-bedding at edge of point bar along Vermillion River. Current from right to left.
(Cited from POTTER P. E. and F. J. PETTJOHN, 1963, Plate 8B)