

鬼怒川下流部における泥岩・沖積粘性土層の 露出河道の侵食特性について

EROSION CHARACTERISTICS AT EXPOSED RIVER CHANNELS
ON MUDSTONE/ALLUVIAL COHESIVE SOIL LAYER
IN LOWER REACHES OF KINUGAWA RIVER

小川愛子¹・鈴木克尚²・山本晃一³・塩見真矢⁴

Aiko OGAWA, Katsuhisa SUZUKI, Kouichi YAMAMOTO and Shinya SHIOMI

¹非会員 (公財) 河川財団 河川総合研究所 (〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9)

²正会員 (公財) 河川財団 河川総合研究所 (同上)

³フェロー 工博 (公財) 河川財団 河川総合研究所 (同上)

⁴非会員 (公財) 河川財団 河川総合研究所 (同上)

Recently unprecedentedly rapid riverbed degradations are observed at several parts river channels on mudstone/alluvial cohesive soil layer in lower reaches of Kinugawa River, which has brought various problems upon river management.

To elucidate riverbed degradations mechanism at exposed river channels on mudstone/alluvial cohesive soil layers, this report focuses on the relationship between geological time of river sediment/geological structure and erosion, and implements factorial analysis regarding riverbed erosion types and characteristics based on the geological survey and measurement.

Key Words : mudstone, alluvial cohesive soil layer, riverbed degradation, erosion characteristics, geological structure, alternating layer

1. はじめに

鬼怒川は、山地流域におけるダム貯水池・砂防施設等の建設の影響による供給土砂量の減少や河川改修による河道掘削、さらには、昭和30年代から平成初期にかけての砂利採取等により、河道状況が大きく変化した。

その結果、現在の鬼怒川は、河床低下が著しく進行し、護岸や構造物の機能低下、取水施設への影響等の問題が懸念されている。

また、下流部セグメント2-2 (0~34km) 区間における砂層の砂利採取や流失に伴い、河道に泥岩・沖積粘性土層が露出する区間が増大した。このような区間の一部では、通常の沖積河川では見られないような急激な河床低下 (数年間で5~6m) が発生するといった現象が起きている。沖積粘性土層の露出河道における河床の急激な河床低下は、木曽川でも報告¹⁾されており、発生要因等の分析が行われている。

また、近年、土砂供給量の減少等に伴い、土丹層、軟

岩層の露出が見られる河川が増加し、侵食特性の研究として洗掘速度に関する実験²⁾や横断構造物への影響に対する対応方策³⁾が検討されている。さらには、これら研究成果等を踏まえてのとりまとめ資料⁴⁾や調査マニュアル⁵⁾などがまとめられている。

本報告では、これら土丹層や軟岩層の侵食に関する研究成果を参考としつつ、泥岩・沖積粘性土層の露出河道における河床低下に関する実態とその原因を明らかにすることを目的とし、鬼怒川の河道周辺の地形の成り立ちを踏まえた河床堆積物 (地質構造) の実態の把握や、地質調査・測量調査等の調査結果を踏まえた泥岩・沖積粘性土層の露出河道における河床低下の侵食特性の検討を行ったものである。

2. 泥岩・沖積粘性土層の露出実態

(1) 鬼怒川河道周辺の地形のなりたち

河床堆積物の特性を把握するうえで、堆積物の堆積年

代や堆積時の状況を把握することが重要である。そのため、河道周辺の地形形成の整理を行い、現状における露出部の堆積物の地質構造を把握した。

本研究において対象とする鬼怒川の河道周辺（沖積低地、台地）は、約200万年前頃に関東平野の基盤が形成された後、海水面変動に伴う土砂堆積や河川等の流水侵食により、現在の地形が形成された。

第四紀における海水変動に伴う、関東平野の侵食、堆積の状況は、図-1のとおりである。

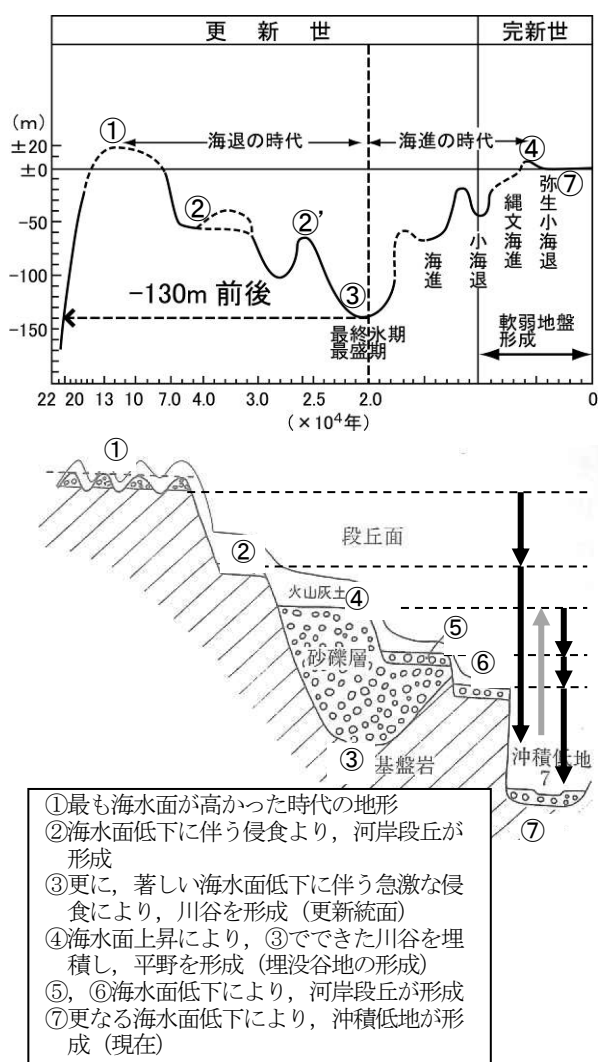


図-1 水面変動と地形形成のしくみ⁶⁾

図-1のように、鬼怒川河道周辺の地形形成は、以下のとおりまとめられる。

二度の海進（下末吉海進-約13万年前、縄文海進-約6000年前）及び、海面変動に伴い、鬼怒川周辺には横断方向の狭い地域に台地や埋没谷地等の複雑な地形が形成され、また縦断方向には細長い沖積谷が形成された。

現在の鬼怒川39km付近を境に、下流側は2万年前から現在までに堆積した海成及び河成の氾濫堆積物、上流側は約2万年以前の基底礫層（最終氷期の地層）や洪積層の上を流下していることが考えられる。

(2) 河床低下に至るインパクトと河道変化の関係性

鬼怒川においては、昭和30年代頃より、河床低下が進行した。河床低下の要因は、上流からの供給土砂量の減少、昭和30年代以降の大量の砂利採取が大きな要因とされ、さらにこれに伴う砂州の固定化等も要因として挙げられる。河床低下に関わるインパクトとレスポンスの関連は図-2のとおりまとめられる。

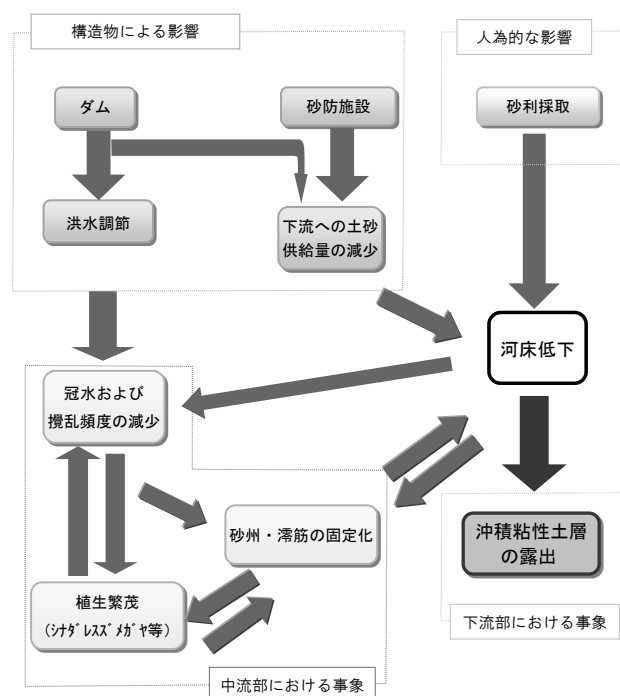


図-2 河床低下の要因模式図

なお、砂利採取が規制された1990年（平成2年）以降、平均河床高は安定傾向にあるが、下流部（セグメント2-2）の最深河床高については、河床低下が依然として進行している。

(3) 泥岩・沖積粘性土層の露出河道の現状の整理

泥岩・沖積粘性土層の露出河道の現状について、河床低下形状や地層構造等を整理した。

a) 12.25km付近（図-3参照）

- ・河床に粘性土が露出しており、H17～H20で約5.5mの河床低下が生じている。
- ・横断方向、深さ方向において土質構造が異なり互層構造となっている。

b) 20.00km付近（図-4参照）

- ・河床に沖積粘性土層が露出しており、平坦型の河床形状が形成されている。
- ・右岸側が一部溝状に局所洗掘されている。

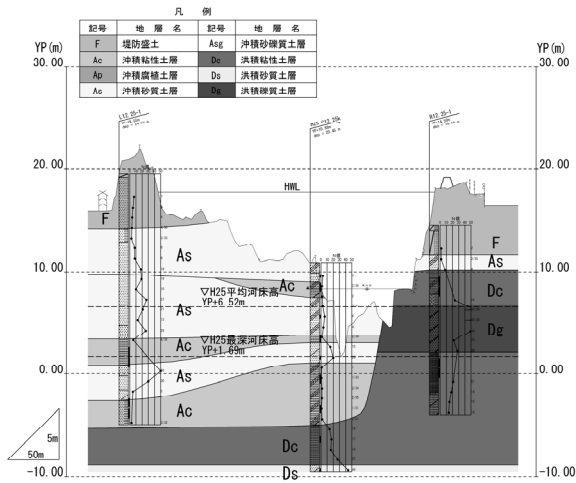


図-3 横断層序図と河床の土質図 (12.25km付近)

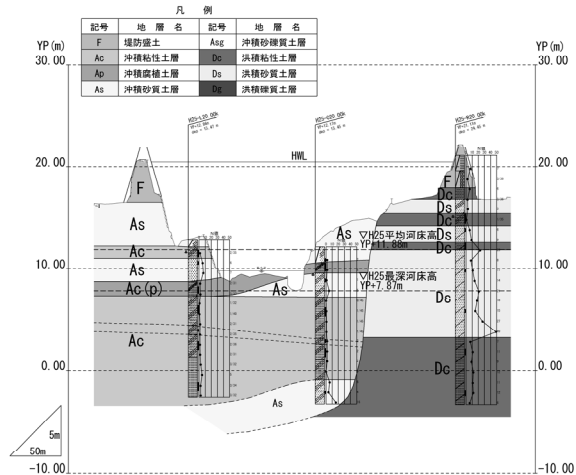


図-4 横断層序図と河床の土質図 (20.00km付近)

3. 泥岩・沖積粘性土層の侵食要因分析

泥岩・沖積粘性土層の露出河道における河床低下の現象を明らかにするため、泥岩・沖積粘性土層が露出した河道の近年の河床低下について横断形状の変化等を整理し、既往研究成果⁷⁸⁾を参考にし、特徴的な点を考察した。

また、河床低下の要因分析として、泥岩・沖積粘性土層の侵食速度と地質構造、河床の侵食形態、土質調査結果(物性指標)を用いて、地質と河床低下に関するデータを整理し、関連性を明らかにすることで、泥岩・沖積粘性土の侵食特性を把握した。

(1) 河床侵食形態の整理

定期横断測量成果を基に、泥岩・沖積粘性土層の露出区間の近年の河床変化を整理すると、河床変化パターンは、以下の4種類に類型化されることが明らかになった。

- ・ 三角形型
- ・ 平坦型
- ・ 平坦型一部溝化
- ・ 特異な河床低下

以下に各河床低下パターンの特徴的な事柄を記載する。

a) 三角形型

通常の沖積河川湾曲部では、河床が移動床であれば三角形型断面を形成することが一般的である(水衝部による洗掘)。

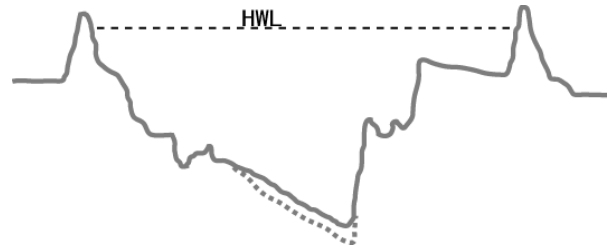


図-5 逆三角形型の河床低下模式図

b) 平坦型

現在の鬼怒川においては、河床が平坦型に侵食されている区間が存在し、通常の移動床の河川ではこのような平坦型が形成されることは考えにくい。

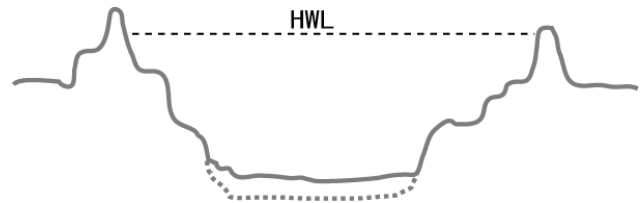


図-6 平坦型の河床低下模式図

c) 平坦型一部溝化

平坦型が形成されている区間において、下図のような平坦型の一部が溝状に洗掘されているパターンがある。

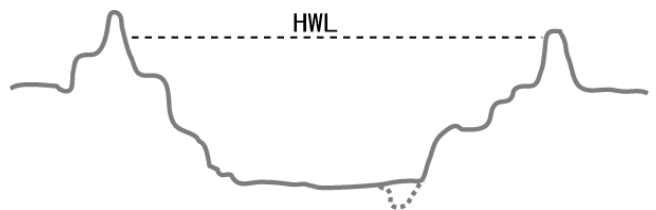


図-7 平坦型一部溝化の河床低下模式図

d) 特異な河床低下

一部の区間において、局所的に河床が数分で5~6m程度低下するといった特異な河床低下が発生している。

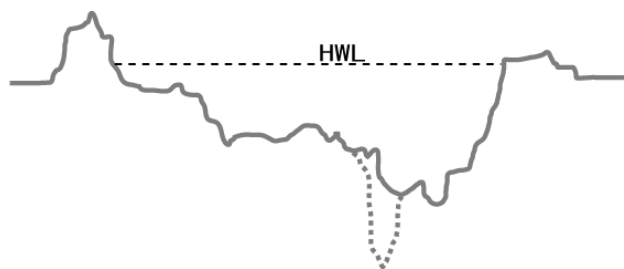


図-8 特異な河床低下 模式図

(2) 泥岩・沖積粘性土層の侵食速度と地質構造・侵食形態の関連性

鬼怒川下流部では、左右岸で地質年代が異なる区間があり、このような地形・地質条件が泥岩・沖積粘性土層の侵食メカニズムを複雑化している可能性がある。

泥岩・沖積粘性土層の河床低下の要因分析として、河床の侵食速度と河床下の地質構造、侵食形態の関連性について検討した。

a) 侵食速度と地質構造の関連性

侵食速度がどのような地質構造と関連性が高いか把握するため、「両岸ともに沖積層」、「両岸ともに洪積層」、「左右岸で地質年代が異なる」の3ケースを対象として、近年の定期横断面図から算出した侵食速度との相関を整理した。

平均河床高の侵食速度は、相対的に堆積年代が新しい地層である沖積層で形成されている箇所が大きく、年代が古い地層の洪積層で小さい傾向があり、沖積層のほうが侵食されやすい傾向にあることが確認できた（図-9）。

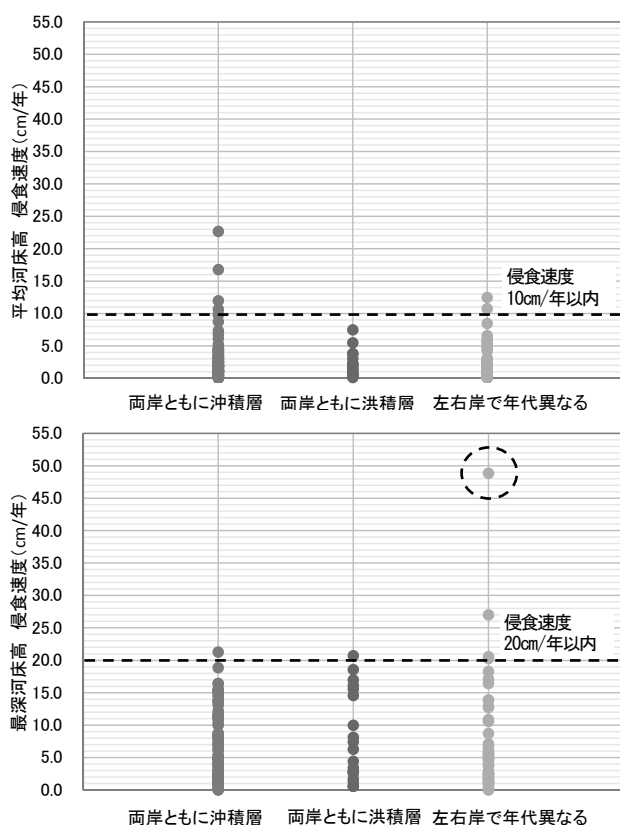


図-9 侵食速度と地質構造の関連性
(上図：平均河床高，下図：最深河床高)

b) 侵食速度と侵食形態の関連性

鬼怒川下流部で特徴的な侵食形態の内、どのような侵食形態が侵食されやすい傾向にあるか把握するため、「三角形型」、「平坦型」、「平坦型一部溝化」、「特異な河床低下」、「その他」の5ケースと侵食速度の相

関を整理した。

平均河床高の侵食速度と侵食形態の関係では、「平坦型」が最も河床低下が進行していることが分かる。

最深河床高の侵食速度と侵食形態の関係では、「特異な河床低下」においてばらつきがあり、突出して最深河床高が低下している箇所がある（図-10）。

最深河床高の侵食速度分布（図-11）で、「平坦型」以外の侵食形態では、侵食速度の分布に幅があるが、「平坦型」は侵食速度が大きくなるに従って、該当する箇所数が減少している。これより、「平坦型」の侵食特性として、徐々に河床全体が低下していく傾向が分かる。

これに対し、「平坦型一部溝化」では、侵食速度にばらつきがあり、侵食速度が大きい箇所も多く、一度局所的に洗掘されると短期間に洗掘が進行する可能性が示唆される。

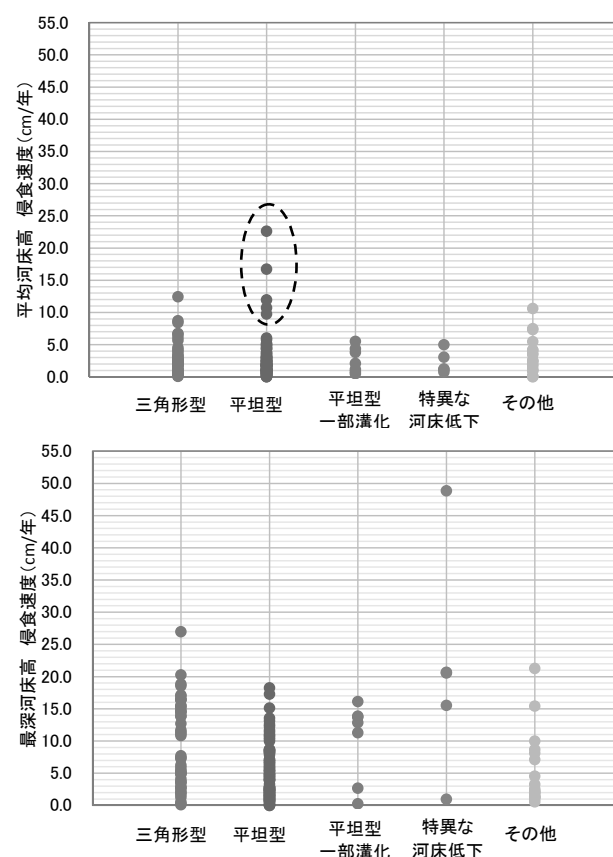


図-10 侵食速度と侵食形態の関連性
(上図：平均河床高，下図：最深河床高)

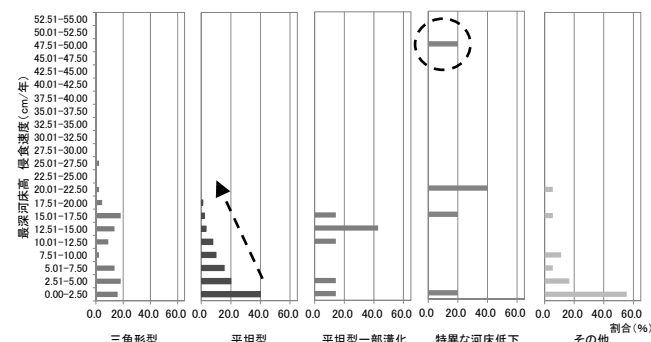


図-11 侵食速度と侵食形態の関連性（最深河床高 分布図）

4. 河床低下の要因分析

これまでの検討により、鬼怒川下流部で特徴的な「特異な河床低下」や「平坦型（一部溝化）」の形成プロセスを整理した。

まず、粘性土と砂質土の互層構造において、表層の砂質土層が掃流し、露出した沖積粘性土層が徐々に侵食される。平坦型に侵食された沖積粘性土層が何らかのトリガー（平坦型河床区間の落差による流況の変化、粘性土層の不均一性等）によって一部溝状に洗掘される。その後、溝状に洗掘された箇所は粘性土層を突き破り、下層の砂質土層が短期間に吸い出されることで急激な河床低下が発生すると考えられる。

このようなプロセスより、河床が互層構造であり、かつ、局所洗掘されるトリガーが合致した箇所において、河床低下が進行する可能性が高く、注視が必要である。

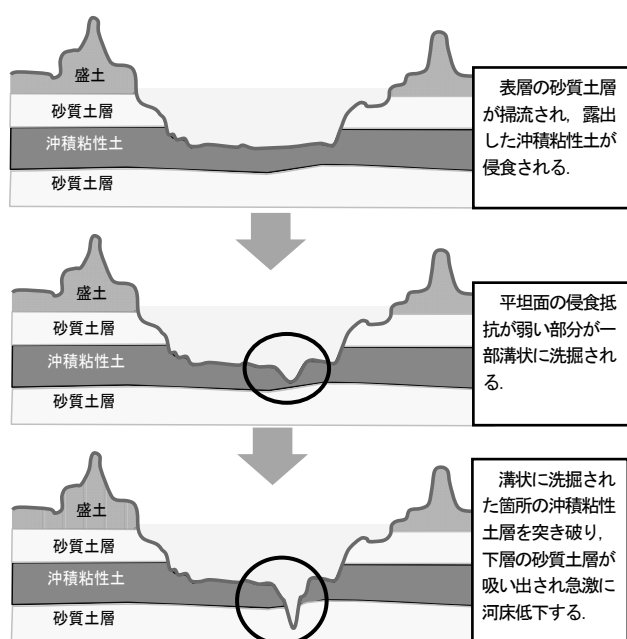


図-14 鬼怒川下流部の河床侵食プロセス

5. おわりに

本研究においては、泥岩・沖積粘性土層の露出河道における河床の侵食形態のパターン化（類型化）を行った。

また、侵食速度と地質構造、侵食形態、鬼怒川の現地における泥岩、沖積粘性土層の物性値の相関を整理することにより、侵食特性を把握した。

さらに、把握した侵食特性から鬼怒川下流部で特徴的な侵食形態の侵食プロセスを推測した。

今後の課題として、河床低下と河床の地質構造は強い関係性があることから、河床下の地質構造の把握のため、ボーリング調査の実施や探査技術による面的な地質構造の把握を行っていく必要がある。

また、今後、より多くの泥岩・沖積粘性土層の露出河道における土質調査等による物性値などのデータを蓄積することが重要となる。また、これらの蓄積したデータを活用し、更なる泥岩・沖積粘性土層の侵食特性の検討を行い、河床低下の要因分析の確度を向上させることが必要であると考えられる。

謝辞：本報告を実施するにあたり、貴重なデータを提供していただいた国土交通省 関東地方整備局 下館河川事務所 調査課に対し、ここに深く謝意を表します。また、「鬼怒川・小貝川河道管理研究会」の委員の方々には、貴重なご意見・ご指導をいただきました。ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 栗原太郎，浅野和広，菊池秀之，高橋信次，黒田直樹：木曾川の局所洗掘箇所における発生要因の分析，河川技術論文集，第19巻，2013
- 2) 井上卓也，泉典洋，米元光明，旭一岳：軟岩上の限界掃流力と軟岩の洗掘速度に関する実験，河川技術論文集，第17巻，2011
- 3) 忠津哲也，鈴木研司，内田龍彦，福岡捷二：洪水流による土丹河床高さの経年変化と堰周辺の砂州変形に伴う洗掘深の増大について，河川技術論文集，第15巻，2009
- 4) 財) 河川環境管理財団：河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術，河川環境総合研究所資料第29号，2010
- 5) 独) 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム：軟岩河川の侵食特性調査マニュアル(案)，2013
- 6) 倉書店(町田洋ら編著)：第四紀学
- 7) 赤松陽，渡辺拓美：多摩川に見られる馬の背型浸食地形の形成，地学教育と科学運動 53号，2006
- 8) 池田宏：泥岩からなる河床に形成される縦溝について，筑波大学水理実験センター報告，No2，1978
- 9) 宇田高明，望月達也，藤田光一，平林桂，佐々木克也，服部敦，藤井政人，深谷渉，平林治：洪水流を受けた時の多自然型河岸防御工・粘性土・植生の挙動，土木研究所資料，第3489号

(2015. 4. 3受付)