

4. 河床形態の不連続性

土砂生産や土砂分級と同様に、河床形態も不連続的に変動を繰り返す。ここで言う河床形態とは砂州や河床波ではなく、縦断・横断的に形成された河川地形のことで、マクロに見た河床変動形態のことを意味している。ある区間に流入する流砂量と、その区間から流出する流砂量が釣り合えば、河床高は変動せず、動的平衡状態となる。しかし、ある理由（少雨傾向、ダム建設等）で洪水流量が少なくなると、その掃流力に対応して流砂量が減少し、長い区間にわたって河床高が低下する（又は細粒土の河岸堆積により低水路幅が狭くなる）。また、ダム・砂防堰堤・堰などの施設が建設されたり、河道が拡幅されると、下流への供給土砂量が減少して、一定区間において河床が低下する（施設建設に伴う低下傾向は施設直下流から始まる）。重信川では上流の直轄砂防区間に約 80 基の砂防ダムが設置された結果、上流部で河床低下が生じている。河床変動シミュレーションによって現況の 2 倍程度の土砂を供給することによって上流部における河床低下を軽減できることが確認された（図－4.1）。

施設建設に伴って、流砂量だけでなく、ダム直下流ではアーミングにより粗粒化したり、流量の減少に伴う掃流力の低下により、粒径が細かくなるという質的变化に関する報告もある。施設以外にも湾曲部における流下能力を増やすために低水路を拡幅（湾曲部内岸を掘削）したことにより、河床材料がかなり細かくなった事例もある。河道掘削や砂利採取が河床低下におよぼす影響は大きく、かつ長区間におよぶ。我が国では高度経済成長期をピークとして建設用骨材利用と河道の流下能力増大を目的として多量の砂利・砂採取が行われた。ちなみに河川砂利採取量は 1966 年に 2 億 7 千万トン、1973 年に 1 億 1 千万トン、1989 年に 4 千 3 百万トン（河川行政研究会、1995）であった。これは山地等からの総流出土砂量が年間 2 億トン（推定値）であり、そのうち骨材として利用できるのが 3 割程度であることを考えると、非常に多い量であったことが分かる。河道掘削や砂利採取は、施設建設とは異なり、河床高は一樣に低下する傾向がある¹⁾（図－4.2、4.3）。

また、堰や床止めによっても空間的な不連続性が生じる。流下能力を増やすために堰や床止めの天端高を切り下げると、その影響が上流におよぶ。例えば、扇状地河川（多摩川支川：河床勾配が 1/250 程度）で床止めを 90cm 切り下げると、1km 以内の区間では最大で 1m 程度河床低下するが、1km 以上離れた河床には変動の影響はおよばない。すなわち、この例では現況河床勾配の 2 割程度の変化で河床は安定すると言える。²⁾

一方、河道拡幅に対しては、掃流力が低下し、土砂堆積が起こって、元の川幅に戻ろうとする場合（河道調整機能）もある。これまでの研究では、大河川においては摩擦速度が 15% 以上低下すると、河岸沿いに土砂堆積が起こり、数十年経過すると概ね元の川幅に戻った（又は細粒化した）という例がある（図－4.4）。³⁾

河床変動は洗掘対策や施設設計などのために局所的に見ることも重要であるが、河床低下は上流から下流へ伝播するため、全川を対象とする河道計画の策定にあたっては大局的（ダイナミック）に見ることも必要である。すなわち、縦断的に見てどの区間が侵食・堆積空間となりやすいかが分かるし、また堤防や高水敷の侵食量は低水河岸高（低水路深さ＋洗掘深）などと密接な関係があるため、洗掘深の評価により河岸侵食量、ひいては必要高水敷幅を評価することができるからである。

高水敷における樹林化や高水敷の固結化も河床形態の変動と密接な関係がある。例えば、

樹林化は供給土砂量の減少・河道掘削に伴う河床低下、流量の減少に伴う高水敷の冠水頻度の低下により生じるが、高水敷が樹林化すると、洪水流が低水路に集中して、更に河床を低下させ、樹林化の進行を助長する⁴⁾(図-4.5)。樹林の範囲・密度によっては洪水疎通能力を低下させる(樹林が広い範囲で高水敷を覆っているようでも、低速ではあるが洪水流は樹林間を流下する場合が多い)ので、結局樹林化区間は侵食・越水に対する危険性が高くなる。

時間スケールに対する河床形態の挙動を見ると、地盤沈下(木曾川や利根川他)や施設(ダム、砂防堰堤)建設に対する長期変動に比べて、砂利採取や河道掘削に対する河床形態変化のレスポンスは速い。すなわち、ダムや砂防堰堤が建設されると、下流への流送土砂が減少して、例えばダム直下流が河床低下し、場合によってはアーミングを引き起こす。しかし、その河床低下は一定期間後に停止する⁵⁾か、又は下流区間にまで影響をおよぼす場合でもかなりの時間を要する。これに対して、砂利採取や河道掘削はそれ以上に大きく影響し、しかも影響が発現するまでの時間は短い。掘削量に応じて、セグメント1区間では平均河床高、最深河床高が低下し、その低下量は同程度である⁶⁾。ただし、難侵食層(基岩、洪積層、沖積粘土層など)があると、侵食に伴って難侵食層が露出し、最深河床高が平均河床高の変化に追従しない場合が多い。

以上のことより、河床形態については、以下の点に着目しながら、検討する必要がある。

- 1) 土砂バランスを見ているか
- 2) 河床変動に影響をおよぼす施設はないか
- 3) 河床変動を大局的に見ているか
- 4) どういう空間スケールで見ているか
- 5) インパクトによる影響及びその発現時間の違いを見ているか
- 6) どのような時間スケールで見ているか

参考文献

- 1) 建設省技術研究会：第45回建設省技術研究会報告(平成3年度) p.700、p.730、1992
- 2) 京浜河川事務所：第4回多摩川水系河道計画検討会 資料1 p.5 2002.10
- 3) 山本晃一他：自然的擾乱・人為的インパクトと河川生態系の関係に関する研究、河川環境管理財団、2002
- 4) 末次忠司・藤田光一・服部敦・瀬崎智之・伊藤政彦・榎本真二：礫床河川に繁茂する植生の洪水擾乱に対する応答、遷移および群落拡大の特性—多摩川と千曲川の礫河原を対象として—、p.2、国土技術政策総合研究所資料 第161号、2004
- 5) 山本晃一：沖積河川学、pp.327-328 山海堂、1994
- 6) 山本晃一：沖積河川学、p.324 山海堂、1994

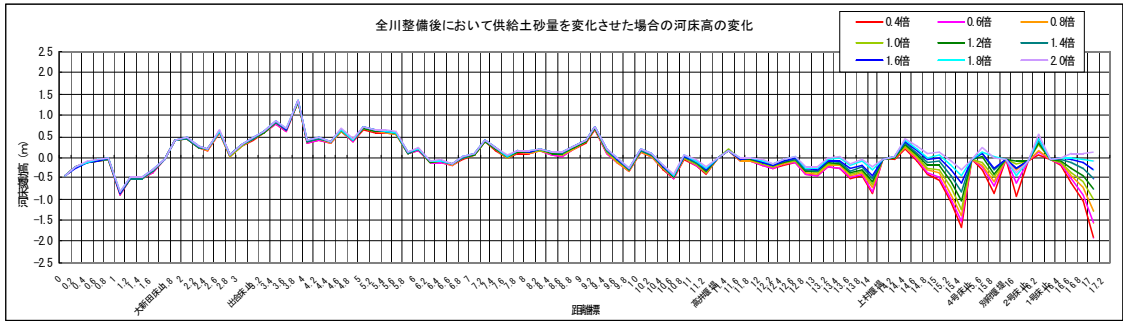


図-4.1 供給土砂量を変化させた場合の河床変動シミュレーション（重信川）

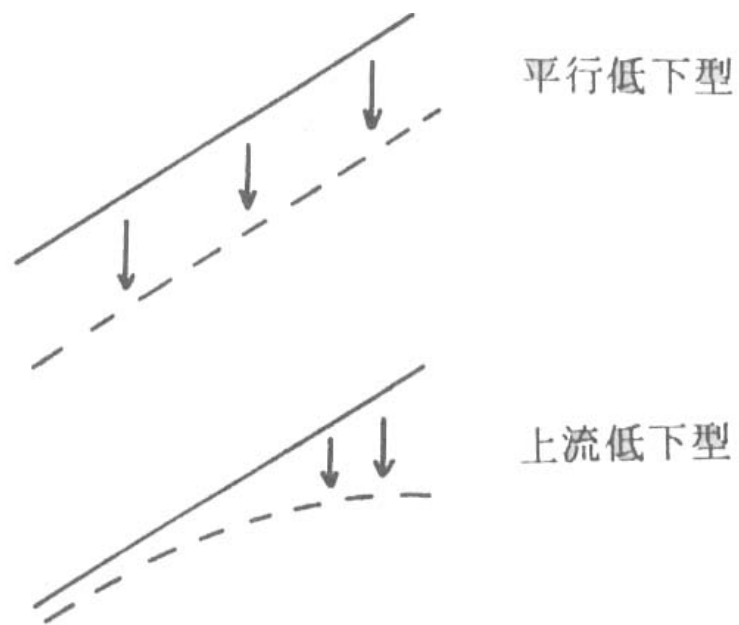


図-4.2 河床低下の種類（参考文献¹⁾より）

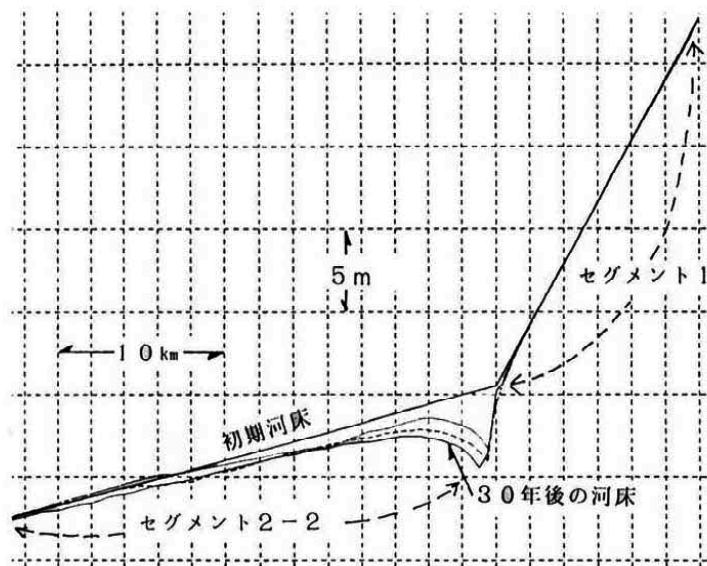


図-4.3 上流供給土砂量がない場合の河床縦断形の応答（モデル河道計算例）
（参考文献¹⁾より）

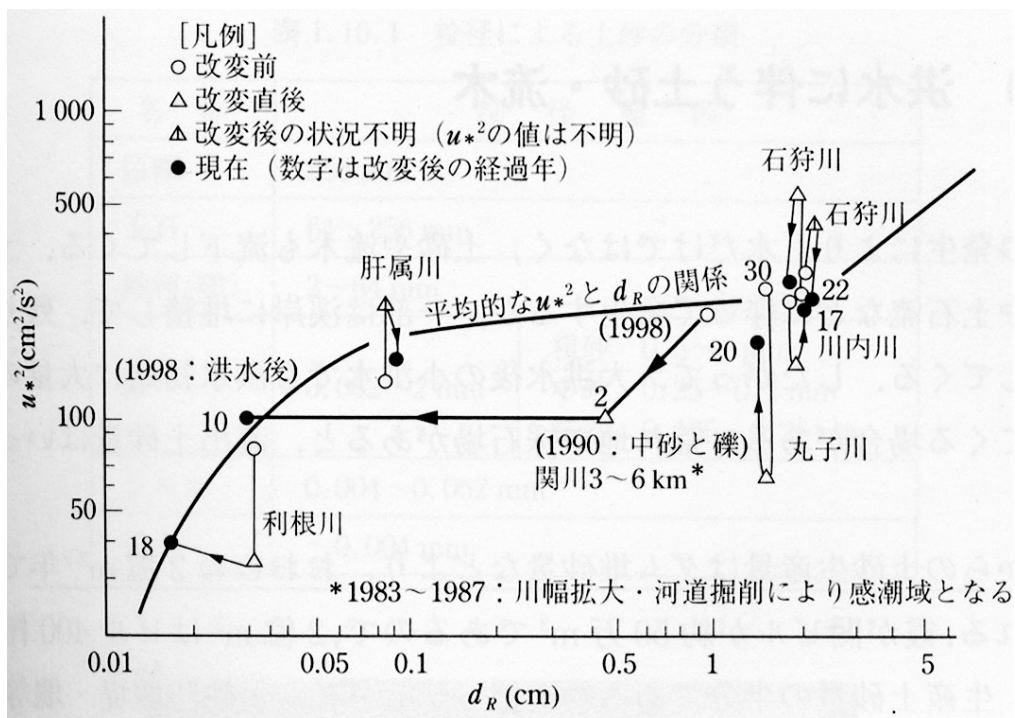


図- 4.4 低水路幅の変化に伴う河道復元機能 (参考文献³⁾より)

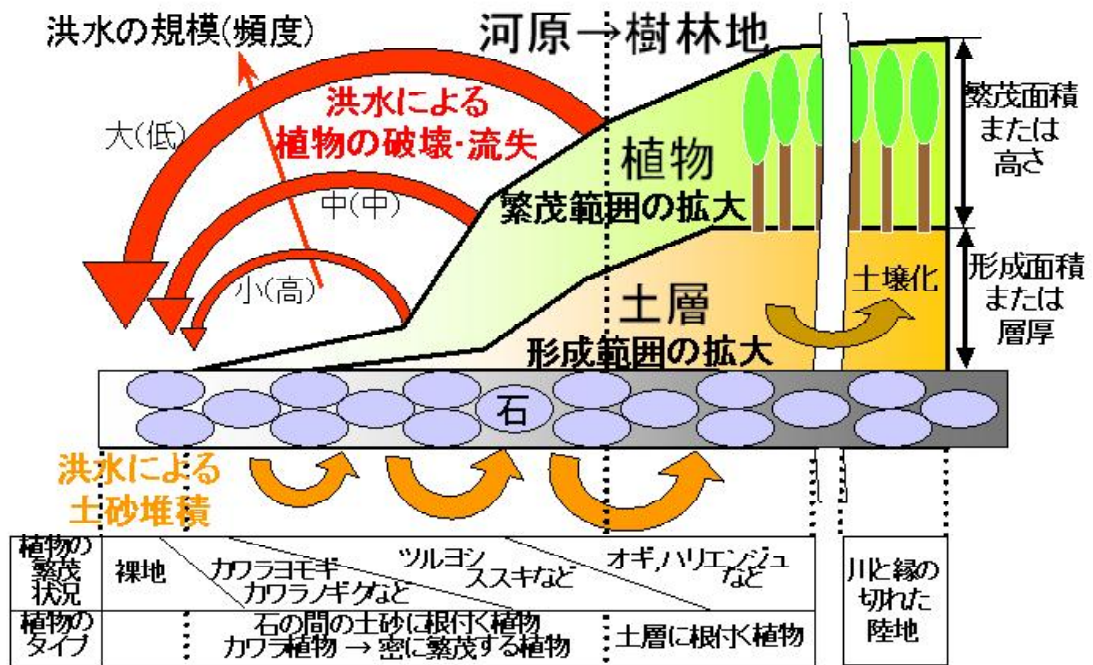


図-4.5 出水に伴う河原の樹林化仕組み
(国土技術政策総合研究所資料、参考文献⁴⁾より)