

B-38 海岸侵食に対するダムの間接的な影響に関する研究

黄 光偉^{1*}・吉井 拓也²・○大久保 省良¹

¹東京大学新領域創成科学研究科 (〒277-8653 千葉県柏市柏の葉5-1-5)

²東京大学社会基盤学専攻 (〒113-8564 東京都文京区本郷7-3-1)

* E-mail: huanggw@k.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

海岸侵食が激化するわが国において、ダム建設による流砂遮断が海岸侵食の主要な要因として取り上げられている。しかし、ダムは流砂を遮断するという直接的な影響以外にも、ピーク流量の減少、中州の固定化や河道植生繁茂をもたらすことにより、海岸への土砂供給量に間接的な影響も与えていると考えられる。本研究では、海岸侵食に代表される流砂系の諸問題が全国でも最も顕在化している天竜川の下流域を対象とする。海岸保全を念頭において、ダム建設による天竜川下流河道内の土砂堆積機構変化に着目し、ダムが海岸侵食に与える間接的な影響を明らかにすることを目的とした。

2. 天竜川概観

天竜川は諏訪湖の釜口水門にその源を発し、中央及び南アルプスに挟まれ、伊那谷を南下し奥三河、北遠の山岳地帯から遠州平野を経て遠州灘に注ぐ延長213 km、流域面積5,090平方キロ、年間平均総流入量約50億トン（佐久間ダム地点）の大河川である。竜川流域内は急峻な地形と相まって中央構造線からなる脆弱な地質から豪雨・出水のたびに浸食される土砂はきわめて多い。本川には5つの大規模なダムが存在するが、中でも佐久間ダムは最大の規模で、総貯水容量は3億立方メートルを超える。この佐久間ダムが、約50年にわたり現在に至るまで堆砂を続けており、上流からの土砂の供給を遮断している。天竜川からの土砂供給量減少により、遠州灘海岸では砂浜の消失や堤防破壊などの被害が発生するなど、海岸侵食の問題が深刻になっている¹⁾。このことから、天竜川―遠州灘流砂系における砂移動の連続性を確保することは緊急課題となっている。河川―海岸土砂一貫管理の視点に基づいて対策を検討するには、海岸侵食の要

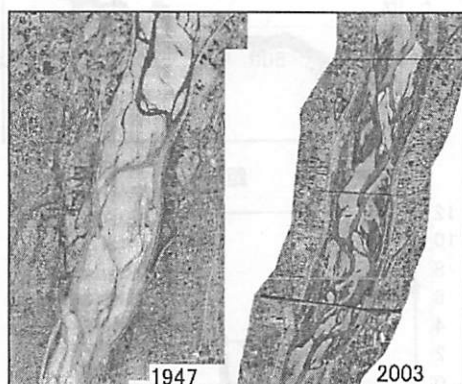


図-1 ダム建設以前と現在の下流部河道比較

因を総合分析・整理する必要がある。

3. 下流域河道の変化

図-1は天竜川の河口から10km-16km付近の河道の、1947年と2003年の比較写真である。佐久間ダム等建設以前の1947年には、河道内は一面の礫河原であったのが、現在では多くの面積が緑で覆われている。その中の多くの部分が高木の生い茂る樹林となっている。同様の空中写真の比較によって、この区間に限らず、下流域（河口から約25km）の全体で、樹林化が進行していることが分かっている。植生種類はコメヤナギ林等のヤナギ林およびセイタカアワダチソウなどである。また、現河道内流れを制御する構造物が多く存在している。平成11年に河口から5km地点の右岸に水制群が建設されたが、数年で水制周りが土砂に埋もれた。

下流域の樹林発達と流量変動の関係は図-2に示す。年最大流量の10年移動平均値は70年代半ばから減少し、90年代から平均年最大流量を下回っている。これに伴い、河原樹林率（樹林の面積/河道の面積）は90年代から飛

躍的に上昇し、20%前後に達した。前後に達した。

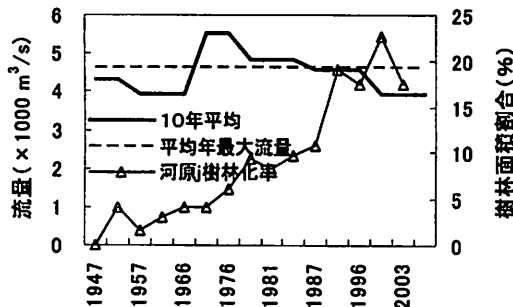


図-2 流量変動と河道樹林化との関係

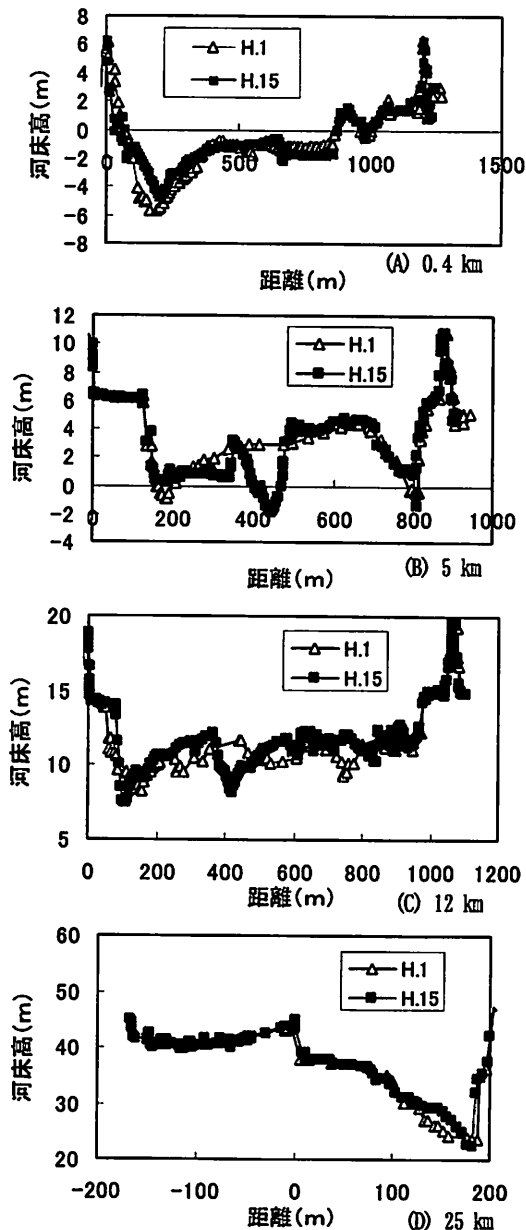


図-3 河川横断形状変化

河口から0.4km, 5km, 12kmと25km地点において、平成1年と平成15年の横断面形状の比較は図-3(A-D)に示す。0.4km地点では、河床上昇が顕著であった。5km地点では、左岸側の河床が2m位上昇し、中洲側には深掘れが起った。中洲上には堆積上昇が見られ、最大上昇量は約30cmであった。右岸と中洲間にも10cm程の河床上昇があった。10km地点では、深掘れと砂洲の隆起が進んだことが特徴であった。中洲隆起と周辺河床の深掘れが進んだら、中洲の冠水頻度が低下し、中洲樹林化を助長したと考えられる。また、下流域の上流側に河床低下、下流側に河床上昇することは河川から海岸への土砂流出に阻害的だと言える。

4. 現地調査概要

(1) 土砂堆積調査

まず、天竜川河口から13.8-14.8km付近の右岸側の樹林帯を対象として樹林による土砂のトラップ状況を調査した。国土地理院撮影の空中写真を時系列で調べた結果、調査場所では、1966年から1975年にかけて、現在の樹林深部に当たる高水敷に近い場所で樹林が発達した実績があった。その後、1988年には、その樹林の大半が一度消失したことあった。これは洪水時の流下阻害を防止するために伐採されたと考えられる。現在の樹林帯は1989年以降に発達したものであった。

樹林帯中央部において、周囲の植生状態や水際からの距離の違う12地点を選んだ(図-4)。樹林帯の内部で10地点、礫河床1地点と同じく礫河床で大きな流木の背後で1点を取っている。樹林帯内部の地点を、調査した順番にⅠ, Ⅱ~Ⅹ, 礫床地点をA, 流木の背後の地点をCとする。各地点で踏み荒らしなどの人為的影響がないであろうことを目視確認した。各地点で、0.5m四方の枠内の土砂の表層5cmとその下5cm双方を対象として、堆積した土砂の粒径の調査を行った。また、土砂堆積の厚さを調把握ため、数地点で元の礫河床まで掘り下げ、堆積深を調べた。調査対象区域の面積は、航空写真から読み取った。約12ヘクタールであった。さらに、天竜川河口の東側の竜洋海岸と西側の中田島砂丘で海浜砂を採取して、粒度分析を行った。

次に、構造物による土砂のトラップ状況を把握するため、河口から5km地点の水制群間の土砂堆積深と粒度調査を行い、粒度分布と堆積深の調査結果から堆積量を推定した。

(2) 出水期の調査

2007年7月14日から15日にかけて、台風4号が、天竜川に大きな出水をもたらした。掛塚地点の水位は既往最

高を超えた。この出水時の観測を通して、天竜川下流域の土砂収支の概観を掴むことに試みた。現在、天竜川下流域の土砂は主に気田川から供給されるため、気田川の犬居地点と天竜川の掛塚地点で採水をし、浮遊砂濃度と粒径分析を行った。犬居地点の流速は犬居地点に設置したビデオカメラの画像から解析して得られた。また、天竜川から海への土砂流出量推定のため、鹿島地点から掛塚地点までの1次元流れ解析を行った。流れ解析における低水路と高水路の粗度係数などの設定は文献³⁾に従った。上流境界に水位から換算された流量ハイドログラフ、下流端には水位観測値を与えて数値シミュレーションを行った。流速と浮遊砂濃度から土砂輸送量を見積った。

5. 結果と考察

図-5に示すように調査対象樹林帯内に海浜砂が多く堆積している。全地点の分析結果から対象樹林帯内の粒度分布は三つパターンに分類される。1つは、I-III, V, VIのような水際近くの地点に0.1-1mmの砂で構成され、50%粒径が0.2-0.4mmのもの(グループ1)。2つ目は、VII, VIII, Xのような主として0.25mm以下の砂、泥で構成される、50%粒径が0.1mm程度のもの(グループ2)。3つ目は、IV, IXのような、例外的に礫床的な地点の、礫を多く含むものである。グループ1の粒度分布では、106-500 μ の砂の割合は約80%、グループ2では、約45%であった。一方、礫床であるA地点とB地点における平均は10%であった。樹林内部と礫床との差をとって、水際から60m程度までのグループ1の地点の区域では、堆積土砂の約70%、それより樹林帯深部では約30%が、海岸に必要な砂であり、樹林の効果で堆積したと推定できる。面積で分類すると、堆積深50cmで30%が海岸砂捕捉量である部分が7.5ha、堆積深50cmで70%が海岸砂捕捉量である部分が3.5ha、堆積深1mで30%が海岸砂捕捉量である部分は0.25ha、70%が海岸砂捕捉量である部分が0.09haであった。したがって、この樹林帯に、樹林の効果で捕捉された海岸に達すべき砂の量は25000 m^3 と見積もられた。対象面積で割れば樹林による海浜砂捕捉率が1900 m^3/ha になった。次に鹿島地点から河口までの下流域における樹林化区域の面積を航空写真から読み取って、海岸砂捕捉率を乗じると下流域河道の樹林の効果で捕捉されている海浜砂総量は、約20万 m^3 と推定された。図-3に示したように、現在の河道内樹林帯は1995年以降に発達したものである。樹林の効果で捕捉されている海浜砂総量を10年で割れば、下流域の樹林全体の土砂トラップ平均速度が20000 $m^3/年$ であると推定された。現在、天竜川から遠州灘への年間土砂流出量は16万 m^3 と報告され²⁾、これに比べれば、下流域樹林全体の土砂年間ト

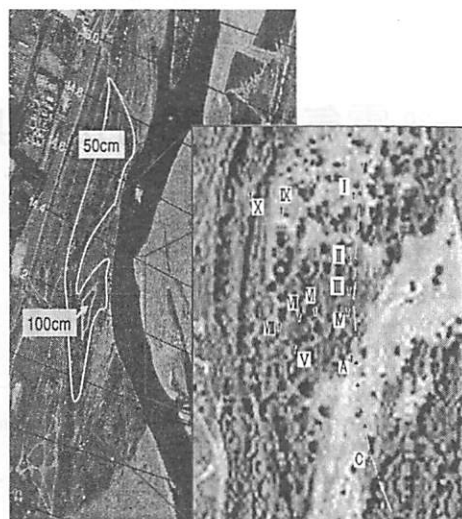


図-4 樹林域調査地点分布と堆積深

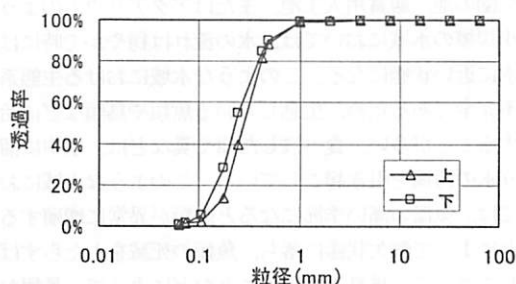


図-5 樹林内VI地点の粒度分布

ラップ量は現在の土砂流出量の1割強に相当することがわかった。

台風4号による出水時の掛塚地点のSS測定値と流量計算値の積の時間積分により、台風4号で天竜川から海への土砂流出量は約50万トンと推定された。さらに、掛塚地点の採水・粒度分析結果を見ると、ウォッシュロード成分が多かったことが分かった。河道内樹林化が浮遊砂粒径構成に大きな影響を与えたと推測できる。

謝辞：本研究は文部科学省科学技術振興調整費(課題：先端技術を用いた動的土砂管理と沿岸防災、研究代表者：青木伸一)の支援によって行われた。国土交通省浜松国道河川事務所には、河川断面データおよび航空写真を頂き、また現地調査に関して様々な便宜を図って頂いた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 岡安徹也：天竜川-遠州灘流系における土砂移動の変遷と土砂管理に関する研究，JICE report vol.6, 2004.
- 2) 宇多高明：建設省土木研究所報告第183-2, 1991.
- 3) (株)CII：天竜川下流治水計画検討業務報告書，20002.