

近年の研究紹介③木津川

伝統的河川工法を用いた木津川の河床地形管理手法に関する研究

京都大学防災研究所水資源環境研究センター 竹門康弘

1. はじめに

淀川水系の木津川は、砂河川の代表として河川生態学術研究会の3番目の対象地となり、1998年から2006年の間、砂州、河原、たまりやワンド、河床間隙水域などの水理・水質・生物相に関する調査研究が行なわれた。それまで交流の薄かった生態学と工学分野間の共同研究によって、河川の生息場を測定するさまざまな方法が試行され、木津川生態系の特性である裸地砂州を維持するための攪乱の重要性が示された(河川生態学術研究会木津川研究グループ, 2003; 2009)。

しかし、木津川下流域ではその後も土砂供給の減少による河床低下と河道の二極化が進行し、河川環境の改善対策の必要性が高まっている(図1)。本研究では、河床地形を目的変数として土砂動態を管理する「河床地形管理」の考え方に基づいて、木津川15k右岸砂州に試験地を設け、伝統河川工法による河川環境の改善手法を追究している。



図1. 木津川調査地の景観(ドローン撮影:2020年4月11日)。左岸側15kp砂州は1998-2006年には裸地だったが、現在樹林化が進行している。右岸砂州には本事業で設置した聖牛群の一部が見えている。

2. 伝統的河川工法の導入経緯

初期の河川生態学術研究会木津川研究グループでは、たまりやワンドを保全する手立てとして11kpの砂州を掘り下げて人工的にたまりを形成した上で、不透過型布団籠(鉄格子に割栗石を入れた構造物)を併設し出水時の局所洗掘によってたまり

地形を維持させる実験を行った(図2)。その結果、設置当年は出水後にたまりが形成されたものの、翌年の出水時には土砂で埋まってしまった(井上ほか, 2003)。その後、砂州上でオブジェと化したため、4年後に重機を用いて撤去された。また、12kp砂州では水路で本川と繋がったワンドを人工的に掘削したが、一回の出水で水路は埋まり、ワンド自体も植生が繁茂して1年で湿地と化した。



図2. 初期の河川生態学術研究会木津川研究グループが行った人工たまり実験。1999年にたまりを掘削し、洗掘促すための布団籠を設置したが、1年後には土砂堆積でたまりは消滅した。



図3. 2018年に設置して1年後の第2中聖牛群(手前)、下流奥手は2017年に設置した第1中聖牛群。

これらの試みが失敗に終わった原因として、場の侵食堆積傾向を読みきれなかった点や、たまりやワンドそのものを人為的に形成しようとした点が挙げられる。本研究では、これらの教訓を受けて、河川環境の保全対策として、目標地形を人為的に形成維持する発想から増水時における土砂の浸食堆積作用を制御することによって自然の力で目標地形を形成する発想への転換を図った。

日本の伝統的河川工法である聖牛(せいぎゅう、

ひじりうし) (図3) は透過型水制の一種であり、主に水刼ねと土砂堆積を促進することによって河岸侵食を防ぐこと目的とした治水対策に用いられてきた(田住ほか, 2018)。聖牛等の牛類は透過型の立体構造により水刼ね効果とともに堰上げ効果や水裏への土砂堆積効果などが期待できるので、土砂動態の管理手段として有用と考えられる。また、竹、丸太、石を材料としているため、耐久性は5-10年程度で朽ちて自然にもどること(図4)も動的な河川地形の管理にとっては利点となる。しかし、聖牛が河床地形、生息場、生物群集に及ぼす効果に関する知見は乏しかったことから、本研究では聖牛を砂州頭、砂州中、砂州尻に設置して地形と生息場の変化をモニタリング調査することによって、浸食堆積傾向の異なる場における聖牛の地形改変効果を明らかにすることを主目的として、研究プロジェクトを立ち上げた。



図4. 2018年に設置した第2聖牛群は2019年の増水で棟木が折れて変形した。

3. 事業の実施体制

本事業は、淀川河川事務所の支援の下で、京大防災研究所・摂南大学理工学部都市環境工学科・奈良女子大学自然科学系研究院・奈良女子大学共生科学研究センターが共同して調査研究活動(図5左側)を行い、木津川の流域住民が主体となったNPO法人やましる里山の会や複数の漁業協同組合員が主体となったNGO京の川の恵みを活かす会ならびに淀川河川レンジャーなどの団体(図5右側)とが連携して実施する事業である。

中聖牛・竹蛇籠水制の設置前後における水理・地形・生態環境調査における解析・予測・評価の部分については、京大防災研究所・摂南大学・奈良女子大学の分担によって実施している。このうち、京大防災研究所の角哲也教授は主に木津川における伝統河川工法の適用条件としての土砂移動量の現状と将来予測を、同研究所の竹林洋史准教授は、

中聖牛・竹蛇籠水制周辺域における河床地形変化について、水路実験と二次元河床変動計算による予測評価、摂南大学理工学部の石田裕子准教授と力塾の小川力也氏は魚類と底生動物の生息場利用調査を、奈良女子大学の片野泉准教授はたまりの底生動物群集の時空間変動を、同大学の田中重季研究員は、砂州内の間隙生物の時空間変動を、そして甲虫学会の稲畑憲昭氏は甲虫目や半翅目などの昆虫相調査を分担している(図5左側)。

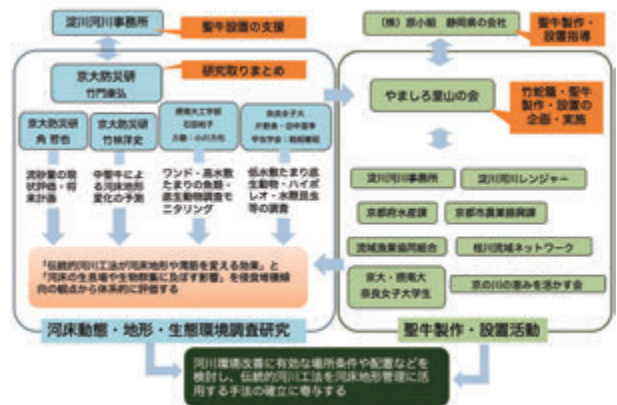


図5. 研究実施体制図。左の研究組織と右の聖牛制作設置活動組織により実践的な研究を行う。



図6. 竹蛇籠作りと中聖牛の設置組み立て作業は、市民参加型のイベントとして実施された。

本研究事業では、竹の伐採、竹蛇籠製作、聖牛の組立て、設置、竹蛇籠への石詰め作業などを、全てやましる里山の会が主体となって市民参加型のイベントとして実施している(図6)。聖牛の制作は、静岡県原小組の指導によっていたが、やましる里山の会の通算5年間の経験によって、これらの全工程を自力で完了できるようになったことは、伝統的河川工法の伝承と普及を実現する上で大きな成果と言える。

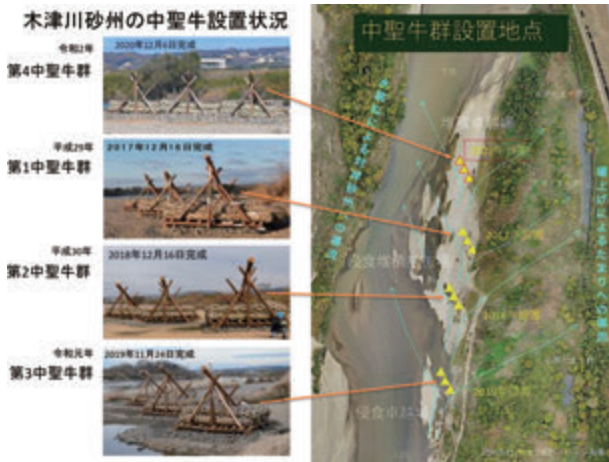


図7. 2021年時点の木津川調査地における中聖牛群の設置状況。

4. 聖牛群設置による地形と生息場変化

木津川 15-6kp の玉水橋下流の右岸砂州上において、侵食堆積傾向の異なる砂州頭1地点、砂州中2地点、砂州尻2地点の4箇所に、毎年11-12月に3基ずつ聖牛群を設置し、現時点で計12基の聖牛群が並んでいる(図7)。攪乱規模の異なる増水前後において、各地点の侵食堆積傾向と対応した河床地形・水理環境・水生動物群集の変化を調査することによって、中聖牛設置が河床の生息場や生物群集の多様性保全に与える効果を体系的に評価することができると期待される。具体的には、1) 増水時における聖牛群の水刎ね効果によって対岸砂州河岸の侵食を促す効果、2) 聖牛群の堰上げによって右岸植生内に存在する高水敷たまりの冠水頻度を高める効果、3) 聖牛群の下流で流速を低下させることによって、本流河道の右岸堤防の水衝部の流速を低下させる効果、そして4) 聖牛近傍の局所洗掘によって、たまりを形成する効果、が期待されている(図7右側)。このうち、1)~3)の効果については、現時点では明確な地形変化には至っていないものの、図8のような滯筋の変化を生じており、2020年に初めて4中聖牛群が勢ぞろいしたことによって、2021年の出水で生じる地形変化に期待している。

一方、4)の聖牛近傍の局所洗掘によって、形成されるたまりについては、砂州頭~砂州尻の間に多数の一時的たまりが連続的に、しかも様々な存続時間で存在する場が形成された。これらのたまりは、砂州頭で大きく、ときに本河道と接続してワンドとなるのに対して、砂州中では、中くらいのサイズのたまりとなり、砂州中の下流側では小さなたまりないしは湿地が形成された。これらの対応関係は、

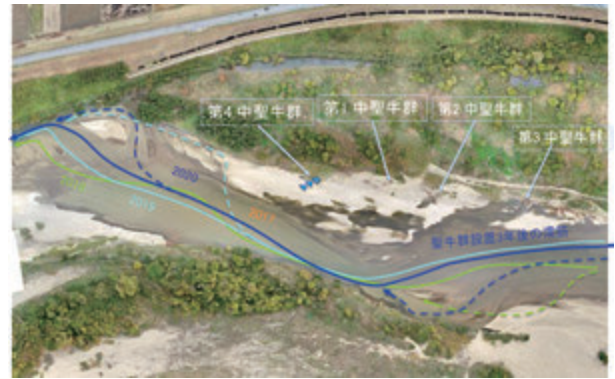


図8. 第1~第4中聖牛群の設置に伴う2017~2020年の滯筋の変化。

図9のような模式図にまとめることができた。すなわち、侵食卓越する砂州頭においては、中聖牛近傍への土砂堆積より侵食効果が大きいため大きく深いたまりやワンドが形成されることがわかった。

これらの砂州上の地形変化は、竹林洋史准教授の水路実験によって、増水時の局所洗掘により聖牛自体が沈降し、かつ前のめりに傾くことと対応していることがわかった(図10)。すなわち、平均河床位が変化しない場及び平均河床位が低下傾向の場では、聖牛上流端付近が大きく洗掘され、聖牛下流端付近には土砂が堆積する結果、聖牛が前方に傾いた状態となりやすく、平均河床位が上昇傾向の場では、聖牛上流端付近の洗掘が起こらず、聖牛はほぼ

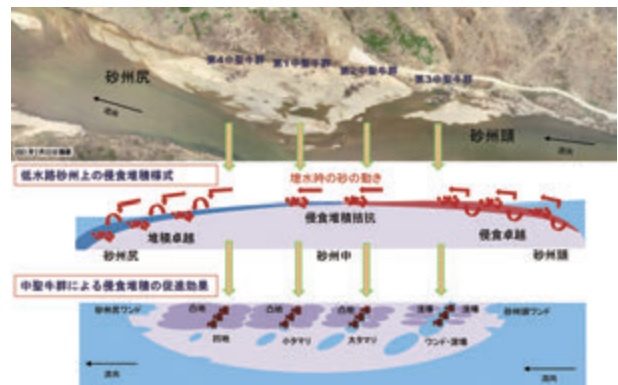


図9. 出水時における砂州上の流砂の動きと中聖牛の侵食堆積促進機能との関係模式図。砂州の位置の違いが、聖牛近傍に形成されるたまりやワンドの形状の違いを生み出すと考えられる。

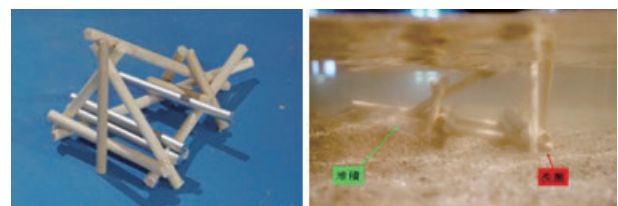


図10. 水路実験に用いた聖牛模型(左)と平衡流砂条件における聖牛周辺の河床変動。

水平状態を維持することがわかった。この結果を、現場の地形や生息場変化と照合すると、図11のようによまとめることができる。

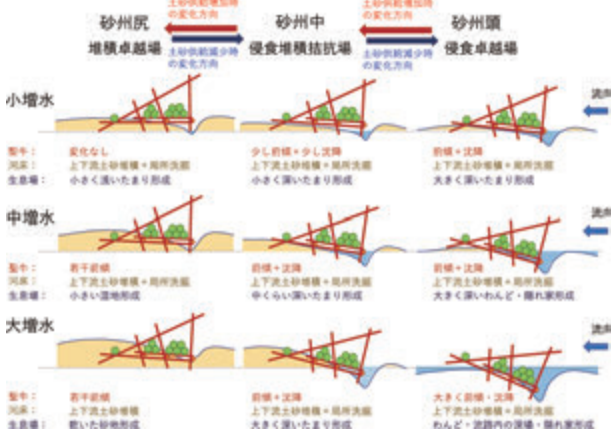


図11. 中聖牛の侵食堆積傾向への応答と生息場形成機能のまとめ。侵食卓越場から堆積卓越場へかけての侵食堆積傾向に応じて流路内の深場→わんど→大深たまり→小浅たまり→小湿地を形成すると考えられる。

5. 生物群集の応答と今後の研究方針

中聖牛近傍に形成されるたまりと砂州上に形成された自然たまりの形状や環境条件ならびに水生動物相を比較した結果、中聖牛近傍の局所洗掘によって形成されるたまりは、水面面積に比べて水深が大きい特徴があり、底生動物群集の種多様性は必ずしも高くないものの、ゲンゴロウ類・ガムシ類などの甲虫目とチビミズムシなどの半翅目の多様性が高いことがわかった(図12)(田住ほか, 2019)。とくにハイイロゲンゴロウについては、中聖牛近傍に形成された一番深いたまりに集団で生息している場合があった。出水前後の頻繁な調査によって、このような分布の偏りは、攪乱によってたまりが形

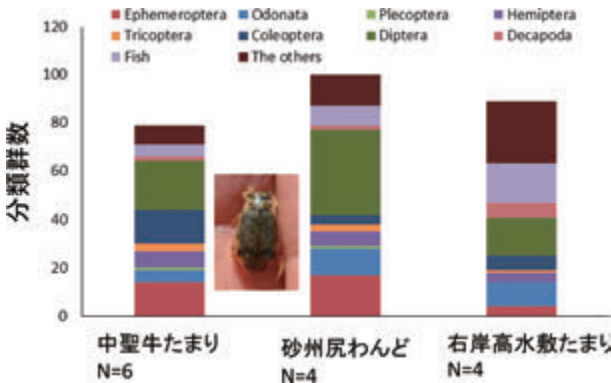


図12. 中聖牛の近傍に形成されたたまりには甲虫目や半翅目の分類群数が多いことがわかった。とくにハイイロゲンゴロウが中聖牛たまりに特異的に多いみられた。

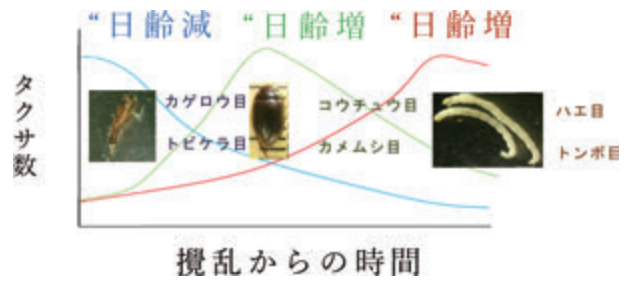


図13. 今後の研究課題：たまりの日齢と底生動物群集の応答解明

成されてからの時間で変動している可能性が示唆されており、今後は図13の仮説に沿った検証研究を行う予定である。

【参考文献】

井上泰江・竹門康弘・谷田一三・安佛かおり・三田村緒佐武(2003) 木津川砂州上のタマリ動物群集の動態—自然タマリと人工タマリにおける増水前後の比較—。河川生態学術研究会木津川研究グループ編。木津川の総合研究。pp.337-367。
 河川生態学術研究会木津川研究グループ編、2003、木津川の総合研究～京田辺地区を中心として～.666pp。
 河川生態学術研究会木津川研究グループ編、2009、木津川の総合研究II. 443pp。
 田住真史・角 哲也・竹門康弘、2018、伝統的河川工法「聖牛」に関する知見の整理と木津川における試験施工。京都大学防災研究所年報 61B: 748-755。
 田住真史・竹門康弘・小林草平・角 哲也(2019) 木津川の河床地形管理における伝統的河川工法「聖牛」の活用。京都大学防災研究所年報 62B: 734-765。