

氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響 ～淡水性二枚貝の生息状況の観点から～

根岸淳二郎* 萱場祐一** 佐川志朗***

1. はじめに

一般的に、氾濫原とは河川が洪水時に氾濫（冠水）する領域のことを指す。水域と陸域の中間的な環境を持つ氾濫原は、最も生物多様性が高い景観要素の一つであり、生物多様性保全の観点から非常に重要であると指摘されている¹⁾。平野部の河川の近傍には、かつては広大な氾濫原が広がっていたと考えられるが、現在は流路が堤防内（堤外地）に限定されているため、洪水時に冠水し、生物の生息・再生産の場として機能する場所は僅かな領域に残るのみである。

堤外地の氾濫原域は、かつては砂礫や草本群落に覆われ、樹木を見ることは稀であった。しかし、近年、このような氾濫原域が樹林で覆われていく、いわゆる樹林化という現象が進み、その景観が大きく変化してきたことが報告されている^{2),3)}。樹林化は氾濫原環境が変化したことを示す一つのシグナルであり、その背景には河床低下、流路の固定といった人為的インパクトが介在している可能性がある。また、このような大規模な景観変化と同調するように、氾濫原に依存する様々な生物が影響を受けていることが報告されている。例えば、河原に依存するカワラノギクのような植物は砂礫地が減少することにより絶滅の危機にさらされている。一方、堤外地の氾濫原域内に分布するワンドやたまりといった半止水環境（氾濫原水域、図-1）では、本流部からの孤立が進行し、生息する淡水二枚貝（イシガイ類）やタナゴ類にとっての生息環境悪化が懸念されている。

本研究では、氾濫原水域に依存するイシガイ類に指標として注目し、氾濫原生態系の変遷とその要因について分析したので報告する。氾濫原水域については科学的知見が少なく、生態系が維持されるメカニズム、生息生物の実態、および生態系劣化機構の解明はあまり進んでいない。したがって、氾濫原生態系の保全・再生を考える上で、こ



図-1 木曽川中流域の氾濫原水域：ワンド（赤、常時本流と接続）とたまり（黄色、洪水時に本流と接続）

こで得られた知見は必要不可欠な情報となると考えている。

2. 指標種としてのイシガイ類

淡水二枚貝であるイシガイ類は、国内で報告されている18種類（図-2）の約7割（13種）が環境省のレッドリストに記載され、生息状況の悪化が危惧されている。イシガイ類は、その幼生期に魚類に一定期間寄生する必要があるため、宿主となる魚類が生息できる条件が整っていることが最低限必要である。また、コイ科に属するタナゴ類（在来種の8割がレッドリストに記載）は生きたイシガイ類に産卵することが必要である。このような種間関係から、イシガイ類は陸水生態系の状態を計る環境指標種の一つとして認識されている。



図-2 イシガイ類の例（木曽川で採取されたヌマガイ、トンガリササノハガイ、イシガイ）

海外の既往研究によれば、氾濫原水域がイシガイ類の生息環境として適しているかどうかは、本流に対する連結度（ここでは氾濫時に冠水し、水や底質材料の入れ替えが起こる頻度）と関係があるとされている⁴⁾。その機構に関しては不明な点が多いが、連結度が低下した水域ではイシガイ類の生息環境は悪化する。このことから、イシガイ類を冠水の影響によって維持される氾濫原生態系の指標種とし、現在の生息状況と地形の変化から過去約45年間の氾濫原環境の変化を評価した。

3. 研究の方法

3.1 研究対象地

本研究では、木曾川中流域（河口から26.2～41kmの約15km区間）に残存するワンド・たまり群（氾濫原水域、合計70個）を対象にした。この区間で見られる樹林化の大きな直接的要因として、過去に行われた砂利採取等による河床の低下が挙げられる。その結果、氾濫原域の冠水頻度が減少し、陸地に近い立地環境が形成され木本植生が繁茂すると言われている²⁾（図-3）。実際には、流況の変化も要因の一つとなるが、ここでは地形の変化のみに注目した。

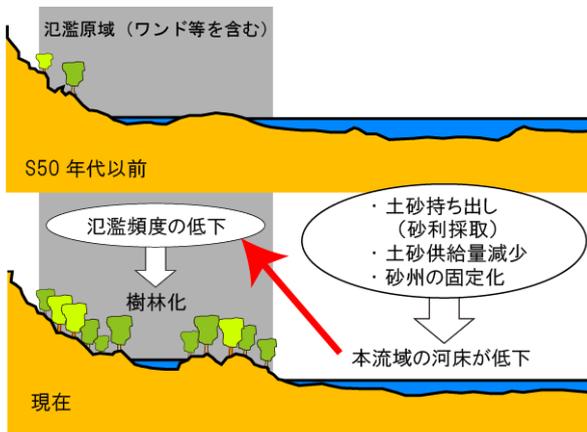


図-3 木曾川中流域における河床低下および樹林化の概念図

3.2 冠水頻度に対するイシガイ類生息適地

2007から2008年にかけて、調査員一名が、各氾濫原水域内を一様に手探りで調査し、二枚貝の採取数を調査に要した時間で割り、一定時間あたりの採取個体数を求めた⁵⁾。採捕されたヌマガイ、トンガリササノハガイ、イシガイの3種をまとめてイシガイ類として解析に用いた。

さらに、2006年に取得された詳細な標高デー

タ（レーザープロファイラー、国土交通省提供）を基に、地形デジタル標高モデル（地形DEM）を作成した。これに、当該区間の2006年の水位データから計算された水面DEMを重ね合わせた。これらから、どの水位で各水域が冠水するかを計算し、実際の水位変動の記録から、各水域の冠水頻度を算出した。この冠水頻度と生息状況の関係から、イシガイ類生息の生息が確認された水域（生息適地）の限界冠水頻度（冠水閾値）を求めた。

3.3 過去約45年の植生被覆、地形、冠水パターンの変化

3.3.1 樹林化と河床低下

河床低下および樹林化の進行・現状を把握するため、定期横断測量データ（国土交通省提供）を基に、1962年以降の提外地の地形DEMを4～10年毎に作成した。これらから、各氾濫原水域の辺縁部（水際から陸方向に幅5メートルの帯状領域）の標高の推移を求めた。そして、水域辺縁部の標高を定期横断データから直接抽出した滞筋部（流心最深部）の標高の推移（各年代に対して75の値）に対して比較した。また、各年代の航空写真から植生に覆われた氾濫原の面積を算出した。

3.3.2 冠水パターンの変化

河床低下に伴う氾濫原域の空間的な冠水パターン（ある水位に対して冠水する氾濫原域の面積的な動態）の変化を検討するために、地形DEMが作成された各年代に関して、当該区間の水位データから、増水時の水面デジタル標高モデル（水面DEM）を作成した。対応する地形DEMと水面DEMをGISで処理し、各年代における氾濫原域の冠水パターンを笠松水位観測所の水位に対して計算した。

3.3.3 イシガイ類生息適地の経年変化

過去の水位変動記録から、3.2で求めた冠水閾値に相当する笠松観測所における洪水水位（生息限界水位）を計算した。また、3.3.2で求めた各年の冠水パターン（すなわち水位と氾濫原域の冠水割合の関係式）を用いて、生息限界水位において冠水する氾濫原域の割合を求めた。ここでは、この氾濫原の面積的な割合をイシガイ類の生息が潜在的に可能な生息適地として扱い、その時系列変化を検討した。

4. 結果と考察

4.1 冠水頻度に対するイシガイ類生息適地

イシガイ類は、1時間当たり、最も生息密度が高い箇所、70個体程度が採取された。ただし、36箇所の対象水域で生息が確認されなかった。採取個体数と水域の冠水頻度の関係に最適回帰モデルを適応すると、冠水頻度が約0.27%以下になった箇所（すなわち、一年で1日程度の頻度で冠水する場所）を境に、それ以下の冠水頻度を持つ水域では生息環境が不適であると判断された（図-4）。

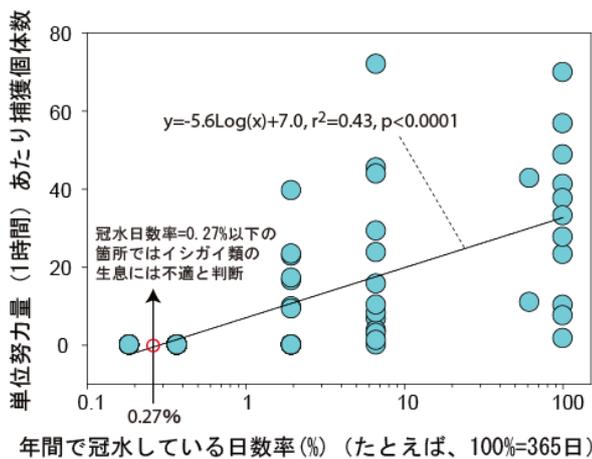


図-4 イシガイ類の生息状況と冠水頻度との関係

4.2 滞筋の標高低下と植生被覆域の拡大

1962年から継続的に滞筋の標高が低下していた（図-5）。平均値で比較すると、約45年間に滞筋の河床は約3メートル低下していることが明らかになった。対照的に、ワンドやたまりが存在する氾濫原域の標高はほとんど変化していなかった。また、河床低下の進行と共に樹林化が1980年代中頃から急激に進行し、現在では対象区間の大部分の氾濫原域が植生に覆われていることが示された。

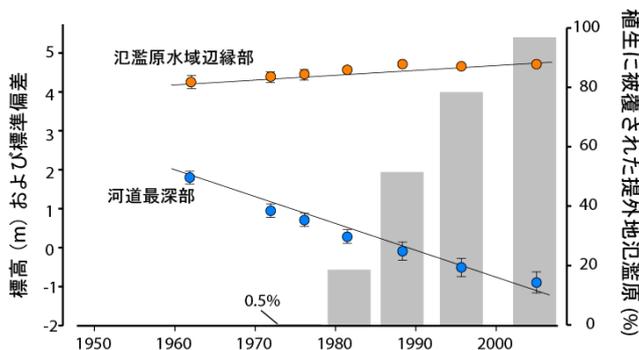


図-5 過去約45年の最深部および水域辺縁部の標高と植生に被覆された氾濫原域の面積割合の推移

4.3 冠水パターンの経年変化

1962年から1982年までの20年間と、その後の約20年間の冠水パターンを比較すると明確な違いが明らかになった。洪水時の水位の上昇に応じ、どの程度の氾濫原域が非冠水状態で残っているかという関係式に注目すると、前者では負の減衰曲線で、後者では直線でその変化が最もよく説明された（図-6）。このことは、前者においては、後者に比較して、少し水位が上がるような規模の小さな増水でも多くの領域が一時的に冠水していたことを示している。後者では、河床低下の結果、本流域で増水した水が比高の大きな氾濫原域に到達しにくくなったと考えることができる。

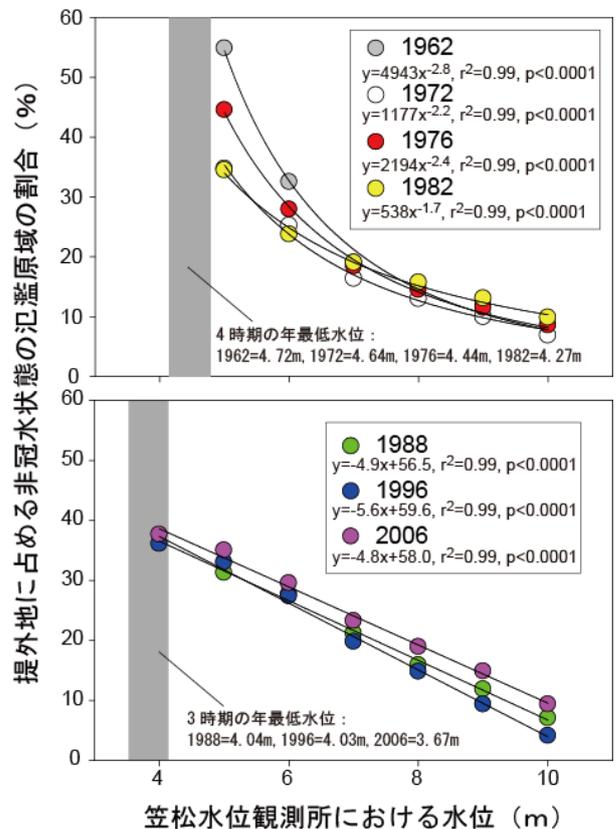


図-6 各年代の水位と冠水する氾濫原域の割合の関係

4.4 イシガイ類生息適地の経年変化

冠水閾値を4.1.で得られた冠水頻度0.27%に設定し、潜在的に生息可能な生息適地割合の計算を行った。1960年代から現在までのイシガイ類の潜在的な生息適地割合は、氾濫原域の約50%以上あったものが近年は縮小し、20%未満程度に減少した（図-7）。各年代において、平水時の提外地に存在する氾濫原水域の総面積（航空写真より推定）は現在までそれほど変化していない。したがって、図-7に示された傾向は、生息適地とし

ての可能性を持った氾濫原域の面積が純減していることを示している。ただし、1988年から2006年までの期間のみに注目すると、20%程度の割合で維持されているので、今後どのように推移していくのかを注視する必要がある。

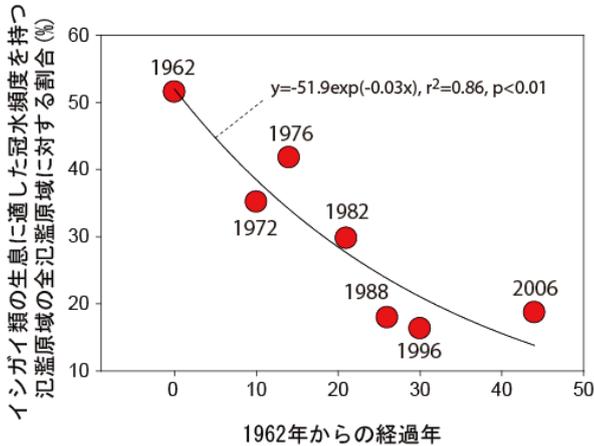


図-7 1960年代から現在にかけて、インガイ類の潜在的に生息可能な氾濫原が全氾濫原域にしめる割合の推移

5. まとめ

木曾川中流域では河床低下が著しく進行しており、1960年代に比べると、対象区間では、澁筋の河床が平均して約3メートル低下していた。一方、ワンドやたまりといった半止水環境が存在する氾濫原域の標高は変化しておらず、氾濫原域の本流域に対する比高が増大していた。河床低下の進行とともに冠水パターンが著しく変化した1980年代以降に、急速に氾濫原域の樹林化が進行した。年代的な一致から、洪水時に受ける攪乱の影響が低下することによって、氾濫原域がより陸地に近い環境になり、植生繁茂に適した立地が形成されたという過程が推測される。

インガイ類の生息状況は冠水頻度と関係を示しており、一年に最低約一回本流域と連結するよう

な水域では、潜在的に生息できるということが示唆された。ただし、冠水頻度と生息状況との因果関係に関する既往の知見が全くないので、今後はこの点に関する研究を進める必要がある。冠水頻度に注目してインガイ類の生息適地を評価すると、1960年代から生息に適した環境（インガイ類およびそれらと強い種間関係を持つ生物の生産の場としての機能）は減少（低下）の一途をたどっていることが示唆された。今後は、地形の経年変化に加え、流況の変化や取水堰の建造等による影響も慎重に吟味する必要がある。

謝 辞

世界淡水魚園水族館アクアトト岐阜および岐阜県河川環境研究所には現地調査の際に協力していただいた。国土交通省木曾川上流河川事務所には空中写真や横断測量データを提供していただいた。ここに深謝いたします。

参考文献

- 1) Tockner, K. et al. : The Danube restoration project : species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system, Regulated Rivers, Vol.15, pp.245-258, 1999
- 2) 萱場祐一：雫石川におけるハビタット変化と冠水頻度との関連について、環境システム研究論文集、28巻、pp.347~352、2000
- 3) Nakamura, K. et al. : River and wetland restoration : Lessons from Japan, BioScience, Vol.56, pp.419-429, 2006
- 4) Reckendorfer et al. : Floodplain restoration by reinforcing hydrological connectivity : expected effects on aquatic mollusk communities, Journal of Applied Ecology, Vol.43, pp.474-484, 2006
- 5) 根岸ほか：木曾川ワンド群における自然環境の変遷と現状 - 淡水二枚貝の生息場所としての評価 -、応用生態工学会第11回研究発表会講演集、pp.39-42、2007

根岸淳二郎*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ自然共生研
究センター研究員、Ph.D.
Dr. Junjiro NEGISHI

萱場祐一**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ自然共生研
究センター総括主任研
究員、工博
Dr. Yuichi KAYABA

佐川志朗***



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ自然共生研
究センター専門研究員、
農博
Dr. Shiro SAGAWA