

長良川水系農業水路における生態系配慮構造物の機能評価

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○熊崎文菜

同上

正会員 和田 清

1. はじめに

近年、河川改修において、治水・利水に加えて環境への配慮が重視されている。多自然川づくりにおける生態系配慮工法は、農業水路にも多用され有効な環境修復工法としての可能性を持っている。生態系配慮工法の効果、生態系の回復状況を検討するためには、農業水路の現状把握にとどまらず、施工前後のある一定期間のモニタリングが必要である。さらに、増水時の避難場所の確保などの観点から、その工法がもつ機能を魚類の遊泳力に直結する流れ場と関連づけて検討することが重要である。本研究では、河川改修時に深み工(30cm)を設け、ワンド工とU字溝を併設した農業水路に着目し、生物調査結果から、生態系配慮構造物の機能を評価することを目的とする。また、水生生物の生息場に大きく影響を及ぼす流況を構造物の配置や植生繁茂状態との関連で現地計測し、構造物の空間配置が出水時における魚類の避難場所として機能するかどうかを評価するために、数値モデル(MPS法)による流況解析を行って検討する。

2. 研究方法

(1)生物調査： 長良川水系犀川五号用水路では、水路改修前の事前生物調査(2004年)と改修後のフォローアップ調査(2007～2010年)が行われており、その結果から、各種生物の種類数や個体数の変化について考察する。また、多様度指数と類似度係数を算定し、クラスター解析により生物種の組成変化を明らかにする。さらに、五号用水路の改修後に行われた生物調査結果と、同時期に行われた寺川用水路(ワンド工法無し)の生物調査結果を比較する。また、流量が途絶える川干し期での調査結果についても考察する。生物調査は、タモ網を使用したキックアンドスイープ法、底生生物はコドラート法を使用し、採捕・記録後放流した。

(2)流況調査および粒子法による流況解析： 水路内の流況は、2次元電磁流速計(KENEK製, VP2000)を用い、ワンド工部分と主流部において水路横断方向に測定した。また、五号用水路では深みに水生植物の生育がみられたため、3次元電磁流速計(アレック電子製, ACM300-A)により植生前後、植生なしの位置において鉛直方向1cm間隔で流速を測定した。また、生態系配慮構造物の出水時における効果を予測するため、粒子法(MPS法)を用いたソフトウェア Particle-works により流況解析を行った。粒子法は、連続体を自由に動く計算点(粒子)の集まりで表し、連続体の挙動を粒子の運動によって計算する方法である。深み工やワンド工、U字溝などの複雑な凹凸空間による流れの緩流域の形成を可視化しながら検討した。

3. 結果および考察

(1)水生生物調査： 図-1は五号用水路における生態系配慮構造物施工前2004年、施工後2007～2010年4月の水生生物調査結果である。水生生物には、魚類に加えて貝類、両生類、甲殻類や水生昆虫を含む。改修直後の2007年には水生生物の種類数が減っているが、構成比に変動はあるものの回復傾向にあるものと考えられる。魚類の個体数で特に増加傾向が見られたものは、遊泳魚であるカワムツやアブラハヤ、半遊泳魚であるタモロコ、ヤリタナゴ、底生魚であるカマツカ、ドジョウ、ナマズ、カワヨシノボリであった。図-2は魚類について多様度指数を求めた一例である。2007年には若干の減少傾向、2008年からは増加傾向が見られた。また、多様度指数は限られた種類のみ個体数が多くても低下する特性量である。優占種の個体数の影響をどの程度受けているかを把握するため、優占種の一種類の個体数を変えて多様度指数の上限を求めたところ、2008年と2009年では変化は少ないが、2004年と2010年では約0.5上昇し、優占種の一種類による影響で大きく変動することが確認できた。2004年、2010年はともに底生魚カワヨシノボリが優占種であり、2004年には全個体数の内47%、2010年は38%を占めていた。図-3は魚類調査結果から類似度係数としてHornの重複度指数を求め、平均連結法によりクラスター解析を行った結果である。改修前の2004年に比べて改修直後の2007年では魚類組成が大きく変化し、2008～2010年には改めて組成が近くなってきており、改修前とはまた異なった生態系が安定して形成されていると考えられる。また、生態系配慮工が施工されていない

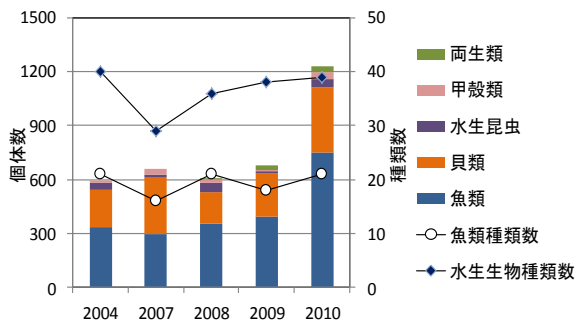


図-1 水生生物調査結果

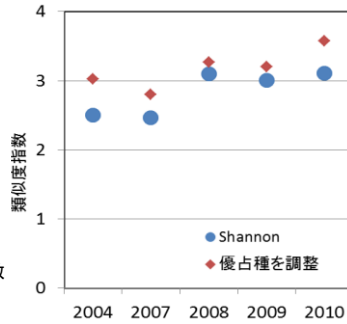


図-2 多様度指数(魚類)

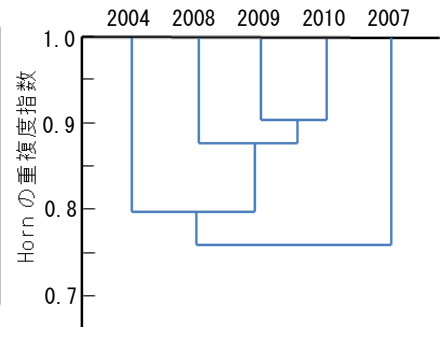


図-3 クラスター解析(魚類)

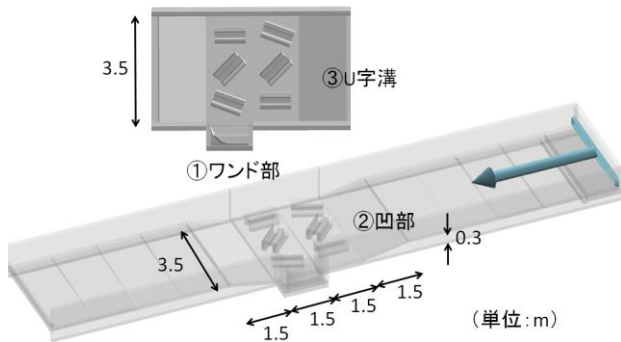


図-4 流況解析の対象領域

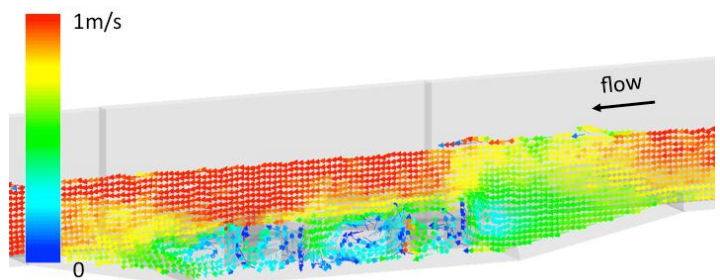


図-5 洪水時における流況解析結果(粒子法)

寺川用水路の調査結果を比較すると、取水と流出が同じ農業水路系であるにも関わらず、種数、個体数ともに、特にカワヒガイやゼゼラ、イトモロコ等といった遊泳力が比較的低いとされる魚種は寺川用水路では全く確認できなかった。さらに、川干し期における調査では、ワンド工と深み工を一体化することにより水際域が残留し多くの避難した魚種を確認した。ワンド・深み工部分以外の単調な三面張り部では施工前に比べて確認された魚類は少なくなっていること、上流で流量調整された急激な減水によりワンド・深み工部分に魚類が一時避難場所として利用するなど、平水時における生態系配慮構造物の機能が確認された。

(2) 流況調査および粒子法による流れ場解析： 流況調査では、2次元電磁流速計による水路横断方向の流速測定により、深み工部分における流速の減衰、ワンド内ではさらに流速が緩くなっていることが確認できた。また、3次元電磁流速計の測定により、オオカナダモなどの水中植生帯前後では植生の無い場所に比べて流速減衰が確認されている。図-4は、五号用水路についてワンド工、深み工、逆U字溝を有した解析対象領域である。図-5は、それらの生態系配慮構造物を設置した状態において、平水時の3～4倍の流量を想定した洪水時(流量 $1.7\text{m}^3/\text{s}$)の流況解析(水路中央部の縦断面内の流速ベクトル)を示したものである。同図から、深み工部分で流速減衰域が発生すること、上流側のU字溝前面は減勢が大きく上昇流の発生と水面付近に擾乱が発生していることがわかる。また、逆U字溝付近や内部ではさらに流速が減衰し、流速が 0.1m/s 以下となる緩流域が生じている。さらに、ワンド工部分を含む横断面内の流速ベクトルによれば、ワンド内は流速が 0.1m/s 以下となる空間が形成され、稚魚などの避難場所として機能することが示唆された。

4. おわりに

以上、長良川水系農業水路において生態系配慮構造物が設置された前後のフォローアップ調査により、改修後2～3年で安定した生態系が回復・維持されていることが確認された。また、一時断流による川干し期の調査から、ワンド工と深み工を一体とすることの有効性、粒子法による流況解析から、深み工、ワンド工、逆U字溝の複雑な空間が創出する緩流域が洪水時においても形成されることなどが示された。今後は、ワンド形状などを変化させた流況解析を行い、魚類の遊泳力と関連づけて検討する予定である。

【謝辞】本研究の遂行に際して水圏環境研究会(代表：寺町茂氏)の協力を得た。最後に記して謝意を表します。

(参考文献) 1)和田・寺町・西村・岡井・熊崎：土木学会第40回環境システム研究論文発表会講演集, pp.1~6, 2012.10.