

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：24201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K18773

研究課題名（和文）環境配慮型圃場整備を行った農業排水路における魚類保全効果の検証

研究課題名（英文）Effect of fish conservation in agricultural drainage canals with environmentally friendly land consolidation project

研究代表者

皆川 明子（Minagawa, Akiko）

滋賀県立大学・環境科学部・准教授

研究者番号：70603968

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：農業農村整備事業において排水路に施工された環境配慮施設である「魚溜工」と「環境配慮型合流柵」は、魚類の退避場、越冬場としてはある程度機能するが、繁殖場となる環境はほとんど形成されないことが分かった。また、大規模な出水が起こった場合、排水河川に生息する個体も大部分が流失し、排水河川からの供給による個体数の回復は見込めず、水路内に繁殖・退避・越冬可能な環境を整備することが必須であることが明らかとなった。二つの工法を比較すると、環境配慮型合流柵の場合は合流水路の流れによって土砂の堆積が抑制され、越冬期に水深が確保された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

全国で行われてきた環境配慮型の圃場整備事業の魚類保全効果を検証した例は数件しかなく、貴重な事例と言える。魚溜工、環境配慮型合流柵ともに施工方法が簡単であるため、今後、全国の圃場整備事業において適用される際に繁殖環境の確保に留意することでより効果的に魚類を保全することができると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Fish pool structures and environmental conscious confluent structures have been installed in agricultural canals as eco-friendly structure on many land consolidation projects.

Though these structures were almost effective as fish wintering and refuging habitat, these were not serve as places to spawn habitat. In addition, when flood occur, fish which lived in a drainage river washed out in flood and population could not expected recover in agricultural drainage canals from the drainage river. Therefore, reproduction, wintering, and refuging habitat need to ensure in agricultural canal concurrently. Sedimentation were likely suppressed in environmental conscious confluent structures than in fish pool structures and water depth more reserved for fish wintering in former than in later structures.

研究分野：農業工学

キーワード：環境配慮 農業水路 魚類 魚溜工 合流柵 堆砂 洗掘

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本では水田水域が氾濫原の代替湿地として生物多様性の保全に重要な役割を果たしていることが指摘されており、氾濫原に依存した生活史を持ち、絶滅が危惧される魚類の多くが農業水路に生息している。しかし、用排水の分離や水路のライニングが進んだ結果、日本の水田水域に生息している多くの生物が絶滅の危機に瀕するようになり、整備と生態系の保全との両立の必要性が認識されるようになった。そのような背景のもと、平成 13 年に土地改良法が改正され、農業農村整備事業においては「環境との調和への配慮」が事業実施の原則となり、全国の事業において何らかの環境配慮が取り入れられるようになってきている。

しかし、土地改良法の改正から 14 年が経過し、環境配慮型圃場整備の事例の蓄積が進むにつれて様々な課題が明らかになっている。特に多く指摘されるのが、配慮施設を設置しただけで生態系保全効果の検証が行われていないことである。事業後の長期モニタリングが行われている事例は全国で数例しか報告されておらず、採用された工法の妥当性を検証し、新たな事業において過去の事例を適切に参照することを難しくしている。

もう一つの課題は、多くの事例において環境配慮施設の維持管理が問題となる点である。申請者は、環境配慮施設として施工された深みが事業完了後の維持管理から取り残されやすく、堆積物によって水深が浅くなりやすいことを確認している(幅の狭い水路では、施工後 1 年以内に完全に埋没した事例もあった)。一方で、合流枡では落口工や急流工の直下が洗掘されて維持管理作業に依らず水深が維持されることや、用排水分離後の排水路は深くなるため、相対的に高い位置にある水尻から流下する表面排水によって水尻の下には堆積物が堆積しないことにも気づき、今後の整備計画に活かすべき配慮点として速報した¹⁾。こうした落口工・急流工、大区画圃場の水尻の配置を設計にうまく取り入れることで、維持管理労力を軽減させつつ環境配慮施設の魚類保全効果を持続させられるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

農業農村整備事業における環境配慮工法は排水路への施工例が多く、土砂の堆積、植生の繁茂など維持管理が課題とされることが極めて多い。そこで本研究では、排水路に施工された魚溜工および環境配慮型合流枡を対象として、施工後最大 6 年間のモニタリングデータ(生物+土砂)から環境配慮工法の魚類保全効果を評価すること、模型実験による魚溜工と合流枡での退避場としての効果の検証、模型実験および水理シミュレーションに基づくより効果的な環境配慮工法を提示すること、を目的とした。

3. 研究の方法

大規模改変の後、生物相が安定するまでには数年必要とされていることから、最も長期間のデータを取得できた工区で、整備後 6 年分のデータを収集した。対象地の圃場整備事業の工期が延長されたため、魚類の生息状況および物理環境の変化(維持管理作業の影響を受ける)の定量的な調査は最終年度まで実施した。魚類の生息状況は、魚溜工、枡などは施設全体を、水路の直線部は 5m を調査対象区間とし、面積に応じて 1 分/m²・人の努力量で手網による採捕で確認した。物理環境は、水深・流速、底質の堆積厚、底質および植生の被覆率を魚類採捕調査時に測定した。

堆積した土砂の洗掘状況を把握するために排水路の流況が重要であったため、排水路に自記水位計を設置し、大規模な降雨が見込まれる前後の堆積厚の測定と流量観測を実施した。また、現地の施設をモデルとした 1/4 サイズの水路模型を作製し、堆積土砂の洗掘実験を行った。

4. 研究成果

1) 農業排水路に施工された環境配慮施設の魚類保全効果

最も早く整備が完了した工区における 6 年間のモニタリングデータから、整備直後の灌漑期には全体の 1/3 程度であったミナミメダカがその後は著しく優先するようになり、特に非灌漑期では 9 割近くを占めるようになった。保全対象種であること、排水河川にはほとんど見られないことから、排水路で一定数が保全されていることは評価できた。しかし、大規模な台風が対象地を通過した 2017 年の非灌漑期以降、ミナミメダカの個体数が激減し、回復していない。また、2018、19 年の灌漑期に行ったミナミメダカの産着卵の調査では、産着卵が認められたのは維持管理の粗放化により排水路の柵板の隙間などから生育したキシウズメノヒエのみであった。また、維持管理により産着卵の確認された寄り洲が除去された。対象地の圃場整備事業において採用された二つの環境配慮工法(いずれも水深を確保)は、退避場、越冬場としてはある程度機能するが、繁殖場となる環境はほとんど形成されないことが分かった。また、排水河川も含めた水域ネットワークの中での位置づけについても、大規模な出水が起こった場合、排水河川に生息する個体も大部分が流失し、排水河川からの供給による個体数の回復はあまり見込めないことが分かった。よって、対象とした地区のように下流が汽水域となる最下流域の水田地帯においては、水路内に繁殖・退避・越冬可能な環境を整備することが必須であることが改めて明らかとなった。

(2) 魚溜工と合流枡の退避場としての効果の比較

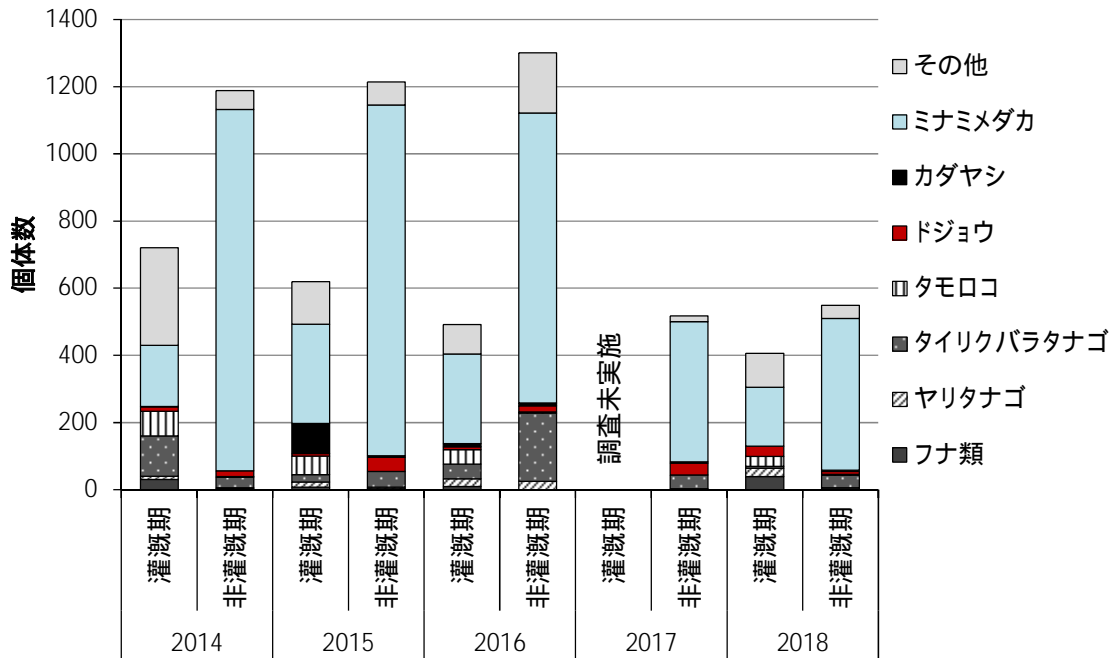


図1 5年間の魚類の採捕個体数の推移

対象地において取り入れられた「魚溜工」と「環境配慮型合流枵」では、いずれも水深が30cm以上あるため土砂の堆積が一定程度見られたが、環境配慮型合流枵の場合は合流水路の流れによって土砂の堆積が抑制され、越冬期に水深が確保されることが分かった。

また、現場の1/4サイズの模型による水理実験により、深さ7.5cm(現場サイズで30cm)の魚溜工と合流枵にミナミメダカを入れて、降雨時相当の流量を流す実験を行った。1尾での実験の結果、魚溜工での平均遊泳時間±SDは、3L/sで49.1±15.9分、5L/sで35.5±21.6分であった。一方、合流枵では、3L/sの場合、全個体が60分間施設内で遊泳し続け、5L/sでは58.8±2.7分となり、魚溜工、合流枵ともに流量が大きい方が施設内での遊泳時間が短くなり、魚溜工よりも合流枵での遊泳時間が長くなった。

(3)効果的な環境配慮施設の形状

現地における定期的な堆積厚の測定と流量観測の結果から、現状の単純に水路床を深くしただけの魚溜工では、2年確率降雨程度の出水では堆積土砂がフラッシュされず、10年確率降雨程度の出水の際に、一部の底面が露出するほどの洗掘が見られることが分かった²⁾。

魚溜工については、堆積抑制を意図して下流端を逆勾配(スロープ)にした製品が販売されている。本研究の模型実験の結果からも、下流端をスロープにすることで土砂の排出を促進できる可能性があることが示された。ただし、施工されるスロープの勾配等に関する知見はこれまで示されていない。本研究では、施工される魚溜工の施設長によって、同じ勾配のスロープでも土砂の排出効果が異なった。魚溜工は柵渠の一部に施工されることが多く、柵渠の長さを柵板1スパン分と2スパン分で土砂の排出効果を検証した。その結果、2スパン分の長い魚溜工を対象とした場合には、魚溜工全体の施設長とスロープ部分の長さとの比が3:1の場合が最も土砂の排出に有効である可能性が示された。

<引用文献>

- 1) 皆川明子・山本達也・西田一也(2015): 農業排水路における魚類の越冬場造成効果の検証事例、農業農村工学会論文集、査読あり、83巻3号、_9- _10.
- 2) 皆川明子・中林真由・藪田暢也・饗庭 俊・大久保卓也(2020): 排水路の魚溜工における施工後3年間の土砂堆積状況、農業農村工学会論文集、88巻1号、_77- _84.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 皆川 明子、中林 真由、藪田 暢也、饗庭 俊、大久保 卓也	4. 巻 88
2. 論文標題 排水路の魚溜工における施工後3年間の土砂堆積状況	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業農村工学会論文集	6. 最初と最後の頁 1_77~1_84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.11408/jsidre.88.1_77	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 皆川明子、大久保卓也
2. 発表標題 排水路に施工された魚溜工への土砂堆積の実態
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石井ちぐさ、山本達也、皆川明子、西田一也
2. 発表標題 模型実験による魚溜工および合流樹の魚類の退避場としての機能の検証
3. 学会等名 平成29年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 皆川明子、饗庭俊、吉田一基、山本達也
2. 発表標題 魚溜工と合流樹における出水時の土砂洗掘の違い
3. 学会等名 平成28年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山本達也、皆川明子、西田一也
2. 発表標題 3 面張りコンクリート水路の深みが持つ出水時の魚類の待避場としての効果
3. 学会等名 平成28年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考