

短報 SHORT COMMUNICATION

水田への魚類の遡上を促す遡上板の開発

皆川 明子^{1)*}・若宮 慎二²⁾・竹下 邦明²⁾・佐川 志朗³⁾・河口 洋一⁴⁾・村瀬 潤⁵⁾・
都築 隆禎⁶⁾・深澤 洋二⁷⁾・江崎 保男³⁾

- 1) 滋賀県立大学環境科学部 〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500
- 2) 復建調査設計株式会社 〒732-0052 広島市東区光町 2 丁目 10-11
- 3) 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科 〒668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺字二ヶ谷 128 番地
- 4) 徳島大学大学院社会産業理工学研究部 〒770-8501 徳島市南常三島町 2-1
- 5) 名古屋大学大学院生命農学研究科 〒464-8601 名古屋市千種区不老町
- 6) 公益財団法人リバーフロント研究所 〒104-0033 東京都中央区新川 1-17-24
- 7) 国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所 〒668-0025 兵庫県豊岡市幸町 10-3

Akiko MINAGAWA^{1)*}, Shinji WAKAMIYA²⁾, Kuniaki TAKESHITA²⁾, Shiro SAGAWA³⁾, Yoichi KAWAGUCHI⁴⁾, Jun MURASE⁵⁾, Takayoshi TSUZUKI⁶⁾, Yoji FUKAZAWA⁷⁾, and Yasuo EZAKI³⁾: Development of migrating board at water outlet of rice paddy field for upstream migration of fish. *Ecol. Civil Eng.* 23(1), 79-84, 2020

- 1) School of Environment, The University of Shiga Prefecture, 2500 Hassaka-cho, Hikone, Shiga 522-8533, Japan
- 2) Fukken Co., Ltd., 2-10-11 Hikarimachi, Higashi-Ku, Hiroshima 732-0052, Japan
- 3) Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, Nigatani 128, Shounji, Toyooka, Hyogo 668-0814, Japan
- 4) Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University, 2-24, Shinkura-cho, Tokushima 770-8501, Japan
- 5) Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8601, Japan
- 6) Japan RiverFront research Center, 1-17-24, Shinkawa, Chuo-ku, Tokyo 104-0033, Japan
- 7) Toyooka Office of River and National Highway, Kinki Regional Development Bureau, Ministry of Land, Transport and Tourism, 10-3 Saiwaicho, Toyooka-shi, Hyogo 668-0025, Japan



Abstract: Flashboards are set in the water outlets of paddy fields to manage water depth of the fields. Fish can enter paddy fields through the water outlets of the fields when water overflows due to rainfall and continuous irrigation. However, these flashboards often block fish migration. Therefore, we devised four types of migrating boards, namely, flat type, V-shape type, 5 mm guiding wall type, and 20 mm guiding wall type. These migrating boards cover the top of the flashboard and connect the water surfaces of paddy fields and the top pools of fishways. Upward migration tests on *Carassius* spp., *Gnathopogon elongatus elongatus*, *Misgurnus anguillicaudatus*, and *Oryzias* spp. were conducted using these boards. The highest number of fish migrated when using the 20 mm guiding wall type board. A to-

2020年3月10日受付, 2020年6月16日受理

*e-mail: minagawa.a@ses.usp.ac.jp

tal of 374 times of migration were observed for three of the four species; that is, migration was not observed for *Oryzias* spp., which was found to be unable to migrate probably due to the too strong currents for the species in these set-ups. The 20 mm guiding wall type migration board enabled smaller-sized fish to swim just inside the guiding wall and larger-sized fish to swim at the center of the guiding wall. Based on these observations, we concluded that the 20 mm guiding wall-type migrating board is the most effective in promoting fish migration.

Key words: paddy field, agricultural drainage channel, fish, migration, fishway

はじめに

水田は一部の淡水魚にとって繁殖、成育の場として重要であることが知られている（例えば齊藤ほか 1988）。しかし、圃場整備事業などにより水田の用排水が分離された結果、魚類が排水路から水田へと遡上することが困難な状況が多くみられるようになった（片野ほか 2001；Katayama et al. 2011）。そのため、魚類の水田への遡上を可能にする小規模魚道（水田魚道）が開発・設置されている（例えば、鈴木ほか 2004；高林・横川 2005）。

兵庫県豊岡市下鶴井地区・野上地区では、円山川の浚渫工事により発生する土砂の仮置き場として使用された水田を返還する際に、併せて圃場の客土と生態系配慮型の排水路整備を行うことになった。これらの一環として、2014年度～2015年度にかけて両地区の計28筆の水田の水尻にハーフコーン型の水田魚道が設置された。しかし、水田の湛水深を調節するため水尻に設置される堰板が魚類の遡上を阻むことが懸念された。具体的には、堰板の高さが高く堰頂と水田魚道最上流部のプールの水面との間に大きな落差が生じる場合、越流水が少ないうちなどである。そのため、堰板上端から水田魚道最上流部のプールに板（以下、遡上板）をわたしスロープを創出することにより魚類の水田への遡上を促すことを考え、遡上板の形状と魚類の遡上との関係を屋外実験により明らかにした。

方法

実験は、2017年6月7日～16日にかけて復建調査設計株式会社の社屋屋上で実施した。実験時間は13時～17時の4時間とし、実験中はテントにより直射日光を遮り、水温を25～28℃に保った。

遡上板の形状はFig. 1に示す4種類であり、それぞれフラット型、V字断面型、導流壁5mm型、導流壁20mm型と名付けた。水尻堰板の堰頂と水田魚道最上

流部のプールの落差を解消するモデルとしてフラット型を設定し、それ以外の3種類はさらに遡上時の水深を確保する形状として設定した。

実験模型は、上流側プールと下流側プールの接合部に落差を設け、ここにプラスチック段ボールで作製した遡上板を被せた（Fig. 2）。水平面に対する遡上板の設置角は25°とした。遡上板上流端での越流水深を20mm、水面の落差を70mmに固定し、ポンプ（株式会社寺田ポンプ製作所、HP-200）により下流側プールから上流側プールに水を循環させた。これらの条件は、下鶴井地区・野上地区の水田の水尻と魚道最上流部のプールにおいて観測された代表的な環境を再現するよう設定した。供試魚への影響を考慮し、実験時間は1回につき13時から17時の4時間とした。また、遡上板の越流部上流端および下流端中央にて電磁流速計（JFEアドバンテック株式会社、AEM1-D）により流速を測定した。

供試魚は、フナ属 *Carassius* spp.、タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、メダカ属 *Oryzias* spp. の4種類とした。いずれも野外に生息していた個体を採捕し、各種類40個体以上を実験期間中に飼育した。実験には、1回あたり1種類20個体を使用した。一度使用した個体は飼育水槽に戻し、この水槽から任意に選んだ20個体を次の実験に用いた。各個体とも1日に1回のみ供試とし、実験終了から20時間後に次の実験を行った。また、各種類40個体以上（約60個体）を準備し、弱った個体は除くようにした。実験は、1魚種当たりそれぞれの遡上板タイプ別に1回、4魚種で合計16回行った。

20個体の供試魚を下流プールに投入し、実験終了後に上流側プール内にいた個体を回収して標準体長を測定した。また、実験開始から終了までビデオカメラで撮影し、延べの遡上回数を計数した。

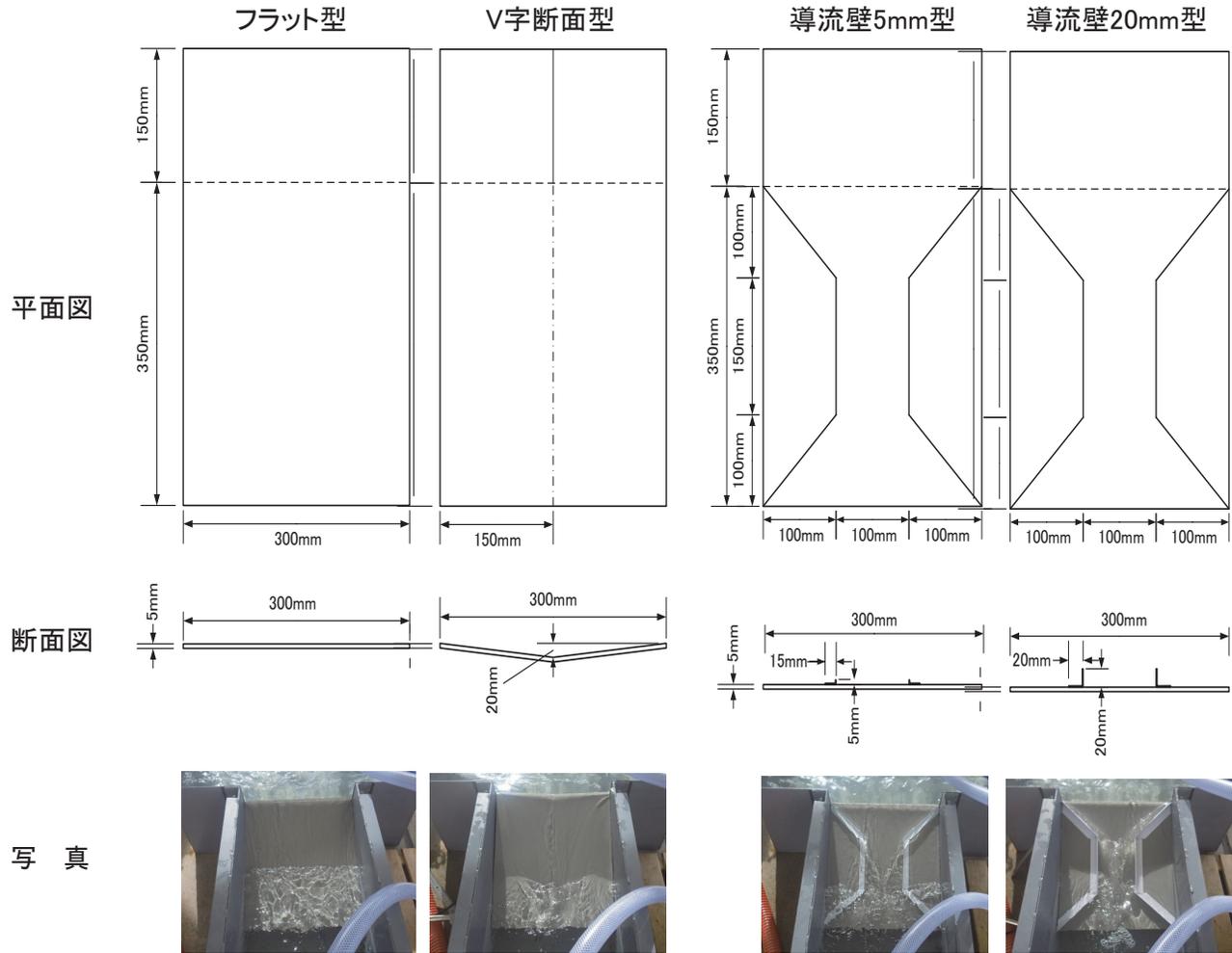


Fig. 1. Four types of fish migrating board.

結果と考察

4タイプの越流部上流端の流速は、フラット型で0.25 m/s、V字断面型で0.15 m/s、導流壁5 mm型で0.28 m/s、導流壁20 mm型で0.17 m/sであった。また、下流端の流速は、それぞれ0.67、0.82、0.70、0.70 m/sであった。

遡上板のタイプ別魚種ごとの延べ遡上回数を Fig. 3 に示す。実験では、上流側プールまで遡上した個体が遡上板を降下した場合も見られたため、延べ遡上回数には遡上板を降下して再び遡上した回数も含まれている。4魚種合計の延べ遡上回数は、導流壁20 mm型が最も多く374回、次いで導流壁5 mm型が218回、V字断面型が176回、フラット型が最も少なく164回であった。タモロコとドジョウでは導流壁20 mm型、フナ属ではフラット型で延べ遡上回数が最も多く、メダカ属では遡上が

認められなかった。なお、供試されたメダカ属の標準体長および標準偏差は、フラット型が 26 ± 3 mm、V字断面型が 27 ± 2 mm、導流壁5 mm型が 26 ± 3 mm、導流壁20 mm型が 26 ± 3 mm（導流壁20 mm型のみ写真測定できた個体数 $n = 17$ ）であった。

メダカ属を除く遡上個体（のうち、実験終了時に上流側プール内にいた個体）の標準体長は、フナ属ではフラット型が 67 ± 9 mm ($n = 6$)、V字断面型が 74 ± 8 mm ($n = 12$)、導流壁5 mm型が 74 ± 8 mm ($n = 15$)、導流壁20 mm型が 78 ± 8 mm ($n = 14$)であった。タモロコでは、それぞれ 27 mm ($n = 1$)、 47 ± 8 mm ($n = 4$)、 48 ± 8 mm ($n = 15$)、 55 ± 9 mm ($n = 12$)であった。ドジョウでは、それぞれ 70 ± 6 mm ($n = 14$)、 62 ± 6 mm ($n = 5$)、 63 ± 10 mm ($n = 8$)、 78 ± 11 mm ($n = 16$)であった。

遡上板のタイプごとに遡上の様子を観察すると、フラット型では左右のプール壁面に沿って遡上する状況が多

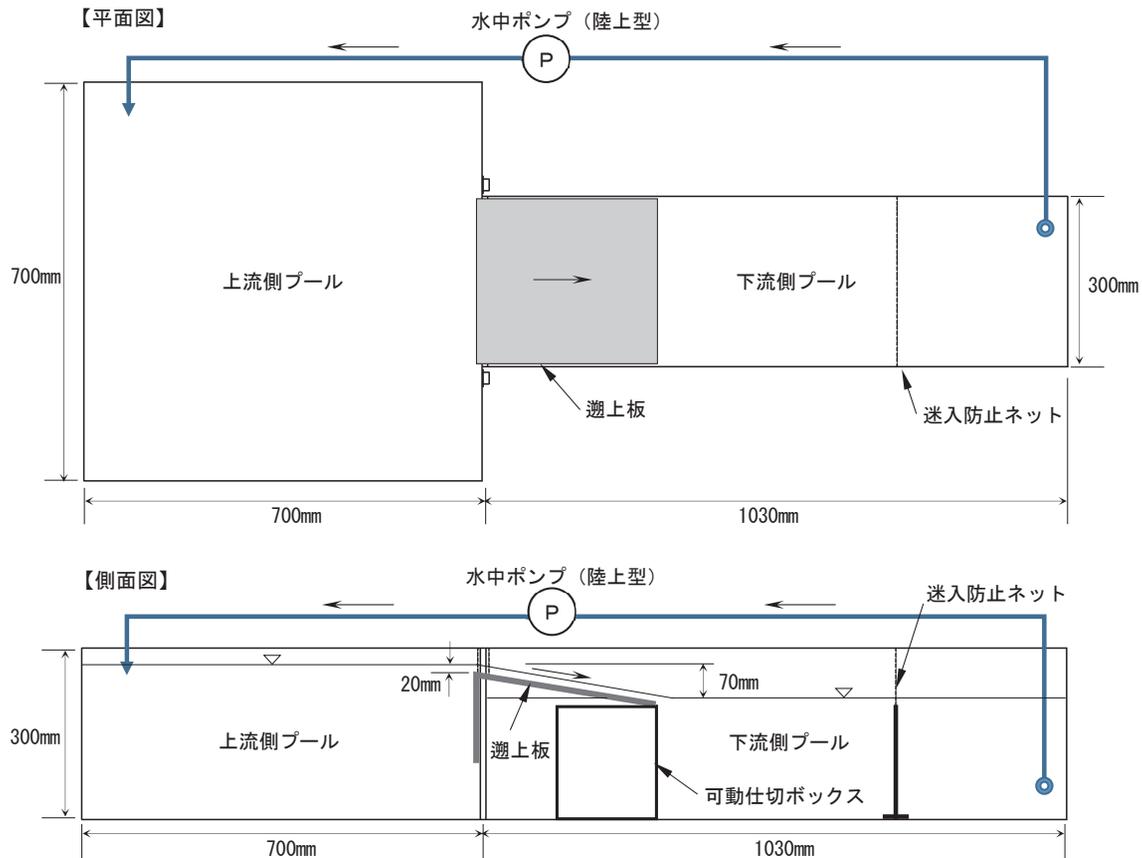


Fig. 2. Experiment model.

く観察された。また、遡上板上の水深が小さいため、フナ属は体を横にして遡上していた。4魚種中タモロコの遡上回数は最も少なかったものの、フナ属とドジョウはよく遡上していた。

V字断面型では、遡上板を斜めに横切って遡上した場合に左右の水深が浅いため上流側プールに到達できない場合が観察された。また、遡上板がV字形状のため下流端では遡上板の左右が可動仕切ボックスの天端部に密着せず、可動仕切ボックスの天端部と遡上板とプール壁面との間に隙間が生じる (Fig. 1, Fig. 2を参照)。この隙間から遡上板の下に進入して隔壁直下に滞留する個体を確認された (タモロコ 13 個体, ドジョウ 11 個体, メダカ属 7 個体)。よってV字断面型は遡上板の下流端と魚道底面との間に隙間が生じる設置条件の場合には迷入によって魚類の遡上を妨げる可能性が懸念された。

導流壁 5 mm 型では、小型の個体は導流壁の内側に沿って遡上する状況が多く観察された。しかし、導流壁が低く水が全面を越流していたため導流壁の外側を遡上して導流壁を越えられない個体が存在した。

導流壁 20 mm 型では、水は全て導流壁の内側を流下

し、小型の個体は導流壁の内側に沿って遡上する状況が多く観察された。また、大型の個体は中央部を直線的に遡上する状況が観察された。導流壁 20 mm 型では、流量が少ない場合に遡上するための水深を確保できるだけでなく、より多くの水が流下する条件下でも導流壁の内側を遡上するように誘導することができるため、多様な流量条件下において魚類の遡上に有効であると考えられる。

これらの結果から、遡上板の形状としては導流壁 20 mm 型が最も有効と考えられる。本実験で設定した水面落差 70 mm, 遡上板上流端での越流水深 20 mm という条件は、遡上板がなかったとしても遡上自体が不可能ではなかったと考えられる。しかし、他地域において観察された例では、一筆排水柵の空間が狭い水尻において水面落差が 80 mm のとき、フナ属は排水路水面から跳躍して遡上しようとし、堰板の手前に落ちて何度も失敗していた (皆川 未発表)。遡上板を用いた実験では跳躍による遡上行動は確認されず、全て遡上板上を遊泳して遡上していたことから、堰板だけの場合よりも確実に水田内に遡上できた可能性がある。ただし、本実験では

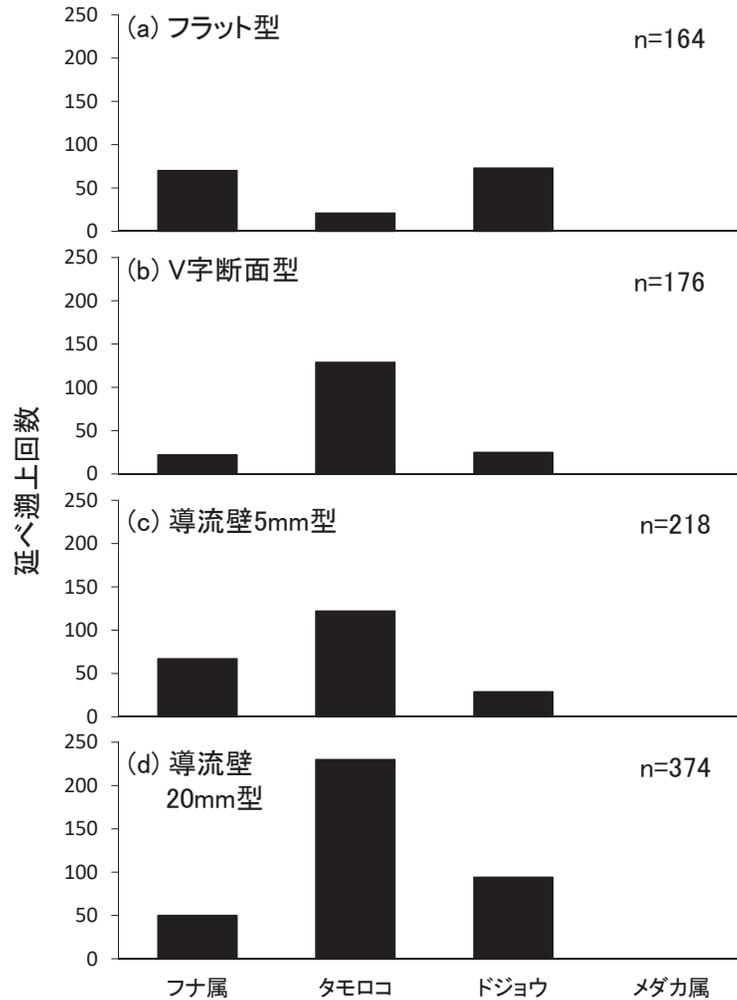


Fig. 3. Number of fish which migrated upstream.

遡上板を設置しなかった場合を設定しなかったため、堰板だけの状態と比較して魚類の遡上を促す効果があるのか、改めて確認する必要がある。また、本実験においてはいずれの遡上板でもメダカ属の遡上は認められなかった。田中ほか（2009）は水田魚道の隔壁越流部の流速 0.388 m/s で体長 $2 \sim 2.5 \text{ cm}$ のメダカの遡上が確認できたことを報告しており、泉ほか（2018）は体長 2 cm 台のミナミメダカの突進遊泳速度を $0.33 \sim 0.58 \text{ m/s}$ と報告している。よって、今回の実験条件では、遡上板越流部の下流端の流速がメダカ属の遊泳能力と比較して過大であったために遡上が認められなかったと考えられる。現場においては、本実験の条件よりも流量が小さい場合が生じる可能性があると考えられることから、メダカ属に対しては今回よりも小さい流量条件での実験により有効性を検証する必要がある。また、最終的には流量条件によらず多様な流速場が形成される遡上板の断面形状を



Fig. 4. Specification of migrating board.

開発できることが望ましい。

なお、下鶴井地区・野上地区では、現地の水尻のサイズに合わせた導流壁 20 mm 型の金属製遡上板を作製して農家に配布した (Fig. 4)。プラスチック段ボールなどを使用すれば、農家や市民が容易に自作することが可能と考えられる。

謝 辞

本研究は、JSPS 科研費 18K11729 の補助を受けて行われた。

摘 要

水田の水尻には湛水深の調節のために堰板が設置される。降雨等により、この堰板から越流が生じた場合に魚類が水田に遡上することができるが、堰板からの越流水が少ない場合などに魚類の遡上が阻まれる可能性がある。そのため、堰板に被せて遡上を促す遡上板を 4 タイプ (フラット型, V 字断面型, 導流壁 5 mm 型, 導流壁 20 mm 型) 作製し、供試魚としてフナ属, タモロコ, ドジョウ, メダカ属を用いて遡上実験を行った。

実験の結果、導流壁 20 mm 型の遡上板で最も魚類の遡上回数が多く、いずれのタイプでも遡上が認められな

かったメダカ属を除く 3 種合計で 374 回の遡上が確認された。また、導流壁 20 mm 型の遡上板では、小型の個体は導流壁の内側、大型の個体は導流壁の中央部を遡上する状況が確認された。以上の結果から、導流壁 20 mm 型の遡上板が最も効果的と考えられる。

引用文献

- 泉完・清水秀成・東信行・丸居篤・矢田谷健一 (2018) ミナミメダカの突進速度に関する実験. 農業農村工学会論文集 **86**(1): II_1-II_7.
- 片野修・細谷和海・井口恵一朗・青沼佳方 (2001) 千曲川流域の 3 タイプの水田間での魚類相の比較. 魚類学雑誌 **48**(1): 19-25.
- Katayama N., Saitoh D., Amano T. & Miyashita T. (2011) Effects of modern drainage systems on the spatial distribution of loach in rice ecosystems. *Aquatic Conservation* **21**(2): 146-154.
- 斉藤憲治・片野修・小泉顕雄 (1988) 淡水魚の水田周辺における一時的な水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌 **38**(1): 35-47.
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤章 (2004) 小規模魚道による水田, 農業水路および河川の接続が魚類の生息に及ぼす効果の検証. 農業土木学会論文集 **234**: 641-651.
- 高林主佳・横川信行 (2005) コウノトリとの共生に向けた水田魚道の技術展開. 農業土木学会誌 **73**(7): 577-580.
- 田中雄一・加藤宏明・渡部勉・宮本晃 (2009) 水田生態ネットワークを再生する魚道の開発及び遡上特性の解明. 愛知県農業総合試験場研究報告 **41**: 47-54.