

水田魚道を用いたドジョウの遡上

楠田 聡・笠原 昇

Upstream-migrating loach in the fishway for a rice paddy

Satoshi Kusuda, Noboru Kasahara

平成 19 年から「北海道産ドジョウの生息環境の保全に関する研究」として、ドジョウ増殖研究に取り組んできました。この研究では、ドジョウの自然再生産を最大限に引き出すことで、減少した資源を回復させることを目的としています（楠田, 2008）。本編では、最新の研究成果の一部をとりまとめましたので、ご紹介します。

ドジョウが棲む水田はほとんどない

ドジョウは水田周辺の水域や底泥に生息しています（楠田, 2003）。主に農業排水路や河川で越冬し、灌漑期（灌漑用水を水田に供給している時期）に水田に移動し産卵・成長することが、本州の研究成果として知られています（中村, 2007）。果たして、寒冷地の北海道でも、同様の現象が観察されるでしょうか。そこで、ドジョウ

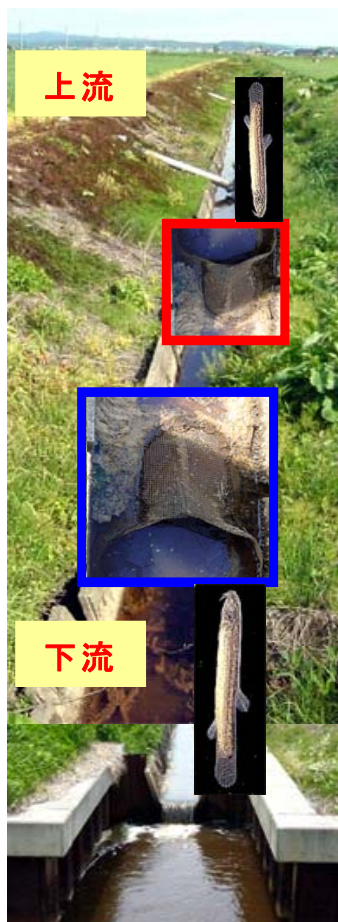


図1 排水路に設置したドウ
赤枠のドウで降下魚を採集
青枠のドウで遡上魚を採集

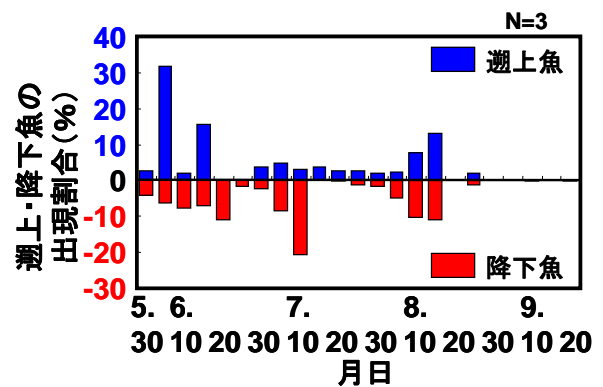


図2 排水路で採集した遡上魚と降下魚の出現割合

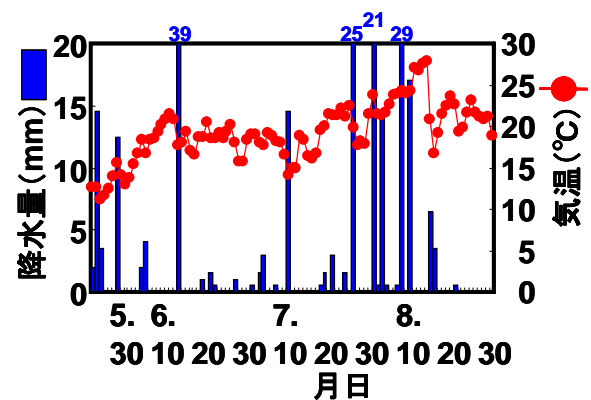


図3 岩見沢市の平均気温と降水量の推移
グラフ上段の数字は降水量をあらわす

の移動及び回遊の実態を調べてみました。岩見沢市北村地区の3つの排水路に金網製のドウ(トラップ)を各2個設置し、数日おきにトラップで採集したドジョウを計数しました(図1)。ドウの口を上流方向に向けて設置したトラップと下流方向に向けて設置したトラップを、排水路の上流と下流側にそれぞれ配置しました。前者では、排水路を降下するドジョウ(降下魚)が採集され、後者では遡上するドジョウ(遡上魚)が採集されました。遡上魚は6月上旬、8月中旬、7月中旬の順に多く観察されました(図2)。5月下旬から6月上旬は代掻きや田植え、8月中旬は落水など、水田や排水路の水量が増大する時期に、多くのドジョウが遡上するようです。このうち前者には成熟雌が多く観察されましたが、後者では成熟した個体がほとんどいませんでした。一方、降下魚は7月上旬、8月中旬、6月中旬の順に高い出現割合を示しました。アメダスで岩見沢市の平均気温と降水量を調べたところ、遡上魚が多い時期には降雨があり、両者には何らかの関係がありそうです(図3)。水田脇の小排水路と幹線排水路の合流点の多くには落差が形成されていますが、降雨によって一時的に落差が解消される場合があります(図4)。灌漑期の排水路合流点では、80cm程度の落差が形成され、ドジョウの遡上は非常に困難であると思われます。しかし、降雨時には幹線排水路の水位が上昇し、この落差は15cm程度まで減少したため、ドジョウの遡上が可能となりました。このように排水路に形成されている落差は、降雨によって一時的に小さくなり、ドジョウが遡上できるようになったため、雨の日に遡上魚が多く採集されたと考えられます。一方、ドジョウの降下行動を誘起する要因についてはよくわかってはいません。今後、降下魚が多くなる時期に水田水域で何が起きているのかを調べることで、ドジョウの降下行動を誘起する要因が明らかになるかもしれません。このように北海道でもドジョウが産卵のため、水田脇の小排水路まで遡上してくることと、その主要な時期が代掻き(しろかき：

水田に水を入れた状態で、土の塊を細かく砕く作業)や田植え時期であることが明らかになりました。

北村ドジョウ養殖保護育成組合の外崎副組合長が灌漑期の水田にドジョウを放流したところ、落水時期にたくさん稚魚を発見しました。この稚魚は放流した親魚が産卵して発生したものと考えられ、このような増殖方法を自然産卵法と呼ぶことがあります(楠田, 2008)。水田でのドジョウ増殖の可能性を探るため、2件の農家に協力してもらい、3つの水田それぞれに、雌雄各30尾程度のドジョウを6月中旬から7月中旬にかけて放流しました。8月7日から10日にかけて、たも網で一定面積(0.35m²)のドジョウを全数採集・計数し、生息密度を推定しました。採集地点は長方形の水田(約20アール)の畦4辺の各中央付近としました。4カ所で採集した稚魚の生息密度の平均値と水田の面積を積算することで、水田に発生した稚魚数を推定しました。対照として、ドジョウを放流しなかった水田でも調査しました。その結果、ドジョウを放流した水田では、水田20アールあたり12万尾から26万尾の稚魚が発生したのに対し、放流しなかった水田ではほとんど稚魚が発生しませんでした(図5)。ドジョウを放流しなかった水田で実際に採集した個体は、体長8cm程度の幼魚1個体のみでした。ドジョウを放流した水田に発生した稚魚の体長は1.7cmから5.9cmの範囲でしたから、放流しなかった水田で採集した個体は、水田で誕生したのではなく、用水路から進入したものかもしれません。これらの結果から、ドジョウを水田に放流し、自然産卵法によって増殖の可能性を示すことができました。しかしながら、対照とした水田での結果を考えると、産卵のため排水路を遡上した親魚の多くが、水田に遡上できない現状が明らかとなりました。対照とした水田以外で、ドジョウを放流していない幾つもの水田でも、稚魚の採集を試みましたが稚魚は捕れませんでした。近年、ほとんどの水田には、排水性能の向上を目的として、地中に排水管が埋設されているため(暗

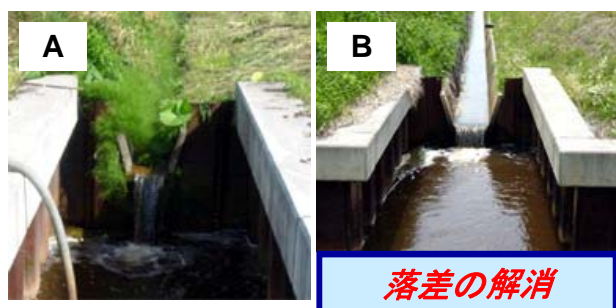


図4 水田脇の小排水路と幹線排水路の合流点
A, 灌漑期の非降雨時(落差80cm)
B, 降雨時(落差15cm)

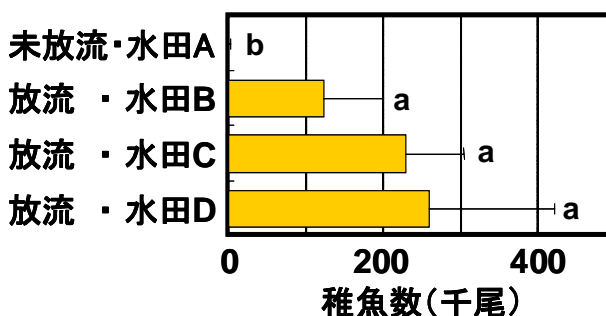


図5 水田(20アール)あたりに発生した推定稚魚数異なるアルファベットは、平均値間に有意差(P<0.05)があることをあらわす

渠配水管)、水田脇の排水路の位置が水田より 1m から 1.5m 程度低くなっています (楠田, 2008)。この水田と排水路間の落差が、排水路を遡上するドジョウの最後の難関となり、ドジョウが生息する水田がほとんど見当たらなくなってしまったのかもしれませんが。一方、用水路を経由して水田に進入するドジョウもいます。用水の多くが揚水機場の動力ポンプから供給されることから、どの程度のドジョウが進入できるかはわかりません。落水時期の調査では、用水の注水部付近にできる水たまりにドジョウ、フナ並びにウグイなどが観察される水田もありました。この観察結果も用水路が明渠 (地上に設けられた上部をあげはなしたままの用水路) である場合が多く、パイプラインのような管渠工では魚類を観察する機会は極めて少なくなります。

水田にドジョウを上らせる

北海道のドジョウも本州と同様に、灌漑期、特に代掻きや田植え時期には産卵のため水田に向かって移動します。このドジョウをドウで採集し、水田に放流することで稚魚が大発生することが、上述の試験でわかりました。この取り組みを継続することで、ドジョウ増殖の可能性が見えてきたのですが、灌漑期で忙しい時期の農家にそんな時間があるでしょうか。近年、離農者が増加する一方で、農家 1 件あたりの耕作面積は年々増大する傾向にあります。そのため、区画整理で水田 1 区画の大型化が進み、営農活動においては機械化による省力化・効率化が求められています。このような状況では、ドジョウ放流の取り組みを継続するのは非常に困難なことでしょう。この問題は、排水路を遡上したドジョウが水田にも遡上できるような魚道を整備することで解決されるかもしれません。この魚道は水田魚道とも呼ばれ、国内初の水田魚道が隔壁で仕切るプールタイプとして開発されました (端, 2005)。隔壁の形状などは、その後多くの研究者や技術者らによって改良されて、千鳥 X 型魚道が開発されました (鈴木, 2007)。千鳥 X 型魚道は隔壁上部が斜めに設定され、隔壁低位部が交互に配列されています。また、設置に関する諸元が十分に検討されています。最近では、既製品で軽量、かつ管壁が蛇腹式のひだになっている管 (コルゲート管) の内、内面が凹凸型のものが利用される場合もあります (鈴木, 2007; 久加ら, 2007)。さらに、久加ら (2007) は、兵庫県三田市に位置する有馬富士公園福島大池とビオトープ池の間を木製魚道やコルゲート管で連結し、75W のソーラーパネルで発電した電力で小型水中ポンプを駆動させ、ため池の水を魚道入り口のビオトープ池に通水し、ドジョウやトウヨシノボリの遡上を確認しています。北海道の水田では冷害対策として、

灌漑水を常時掛け流しで使用することが少ないため、私たちは簡易魚道試験に久加ら (2007) が提唱する魚道システムを採用しました。また、試験の成果の汎用性や北海道の農業農村整備事業での応用を考慮して、ほ場整備時に水田の水位を調節する落口を魚道としても利用できるものを想定しました。したがって、魚道の基本構造は、口径 150mm で内面凹凸型のコルゲート管 (総延長約 9m) を採用しました (図 6)。魚道の設置勾配は平均 9 度であり、水田の法面に杭で固定したため、一部区間では最大 22 度と急勾配になりました。試験は 7 月 1 日に魚道システムを設置し、9 日までの 8 日間継続しました。魚道を完全に遡上した個体 (完全遡上個体) を確認するため、1 日 2 回程度、午前 8 時頃と正午頃にトラップ内を観察しました。正午付近では、魚道への通水量も測定しました。水量は毎分 4 リットルから 13 リットルの範囲でした。初めての 4 日間は、ソーラーパネルと水中ポンプを用い、水田内に設置したトラップに排水路内の水を供給し、魚道

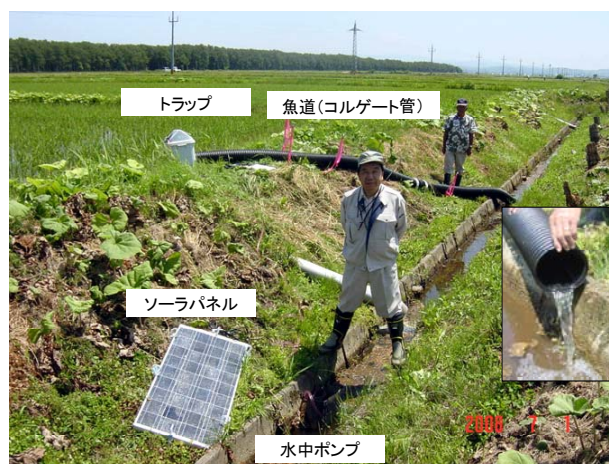


図 6 試験に用いた簡易魚道

魚道には口径 150mm で内面凹凸型のコルゲート管を使用した

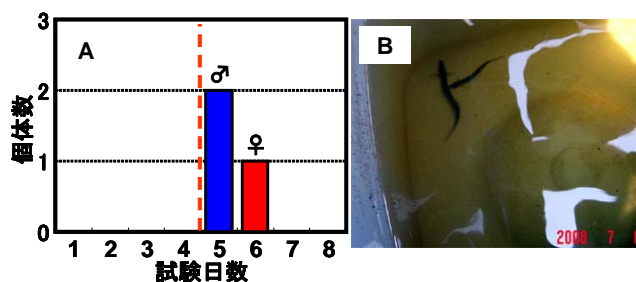


図 7 試験期間中に簡易魚道を遡上した個体数 A とその写真 B

4 日目までは排水路内の水を魚道に循環させた
4 日目以降田面水を魚道に通水した

内を循環させました。残念ながら排水路の水を魚道内で循環させた試験では、完全遡上個体は観察されませんでした(図7A)。そこで、4日目の正午頃に、水中ポンプを水田内に移設し、田面水を魚道に通水しました。田面水を通水してから1日目(試験開始から5日目)に雄親魚2個体(図7B)と2日目(同6日目)に雌親魚1個体が観察されました。3日目、完全遡上個体は観察されませんでした。4日目は水中ポンプの不具合で通水が停止していたため、試験を終了しました。今回の結果から、北海道の農業農村整備事業において水田の落口で使用する口径150mmのコルゲート管を内面平滑型から凹凸型に変更し、設置勾配を45度から9度程度まで小さくすることで、排水路に生息するドジョウ親魚が水田に遡上することが明らかになりました。今回の試験は8日間と短期間であり、1回だけの試行であるため、未解決な問題が山積しています。例えば、排水路内の水を魚道に循環させることは、ドジョウの遡上に効果がないのでしょうか。試験期間を4日目以降も延長していた場合、どのような結果になったのでしょうか。排水路内の水循環でドジョウが遡上すれば、用水の使用量に制限されることなく、水田へのドジョウの移動が可能となります。また、ドジョウの遡上行動を誘起する要因としては、水田で温められた水によるのか、あるいは水田で発生した餌生物によるのかは不明です。この他に、ドジョウを含めた水田水域に生息する魚類の遡上率を向上させる魚道の設置諸元を明らかにする必要があります。例えば、魚道の勾配、総延長、通水量と流速、魚道内の休息場の有無などを検討すべきでしょう。これらの諸元で設置した魚道の効果は、代掻きや田植えのように遡上魚の多い時期から少ない時期まで灌漑期全体にわたって、ドジョウを含めた魚類の遡上を調べることで評価するべきでしょう。水田の落口を魚道としても活用するわけですが、落口の本来の機能である降雨増水時の排水性能を確保しつつ、水田の水管理の操作性にも支障があってはなりません。さらに、整備費が安価で維持管理に経費がかからず、受益者である農家にも採択してもらえるような水田落口兼魚道整備への発展が期待されます。このように課題はたくさんありますが、農業農村整備事業を担当するグループと淡水魚の生態に詳しい水産研究グループが連携しながら取り組むことで、少しずつ改善されるものと考えます。近い将来、ドジョウを含む魚類が生息し、渡り鳥が羽を休める水田が増えることに期待しています。また、多様な生物が暮らす水田でできた米が消費者に高く評価され、ブランド化されることで、農家さんの努力がこれまで以上に報われることを希望します。そして、生態系保全型農業など環境に優しい農業への発展を切に願います。

謝 辞

今回の調査全般には、北村ドジョウ養殖保護育成組合の外崎副組合長と岩見沢北村地区の本居氏に多大なる協力をいただきました。ドジョウの移動実態の調査には、同組合員である小山氏と富山氏に協力していただきました。簡易魚道試験を実施する上で、水辺のフィールドミュージアム研究会の久加氏、有限会社プティオの神谷氏、北海ダイブラ株式会社の細川工場長と坪田主任、空知支庁東部耕地出張所の伊藤係長には多くのご助言を賜るとともに、試験に使用する物品の一部を提供していただきました。この場を借りてお礼申し上げます。また、調査を滞りなく進めることができるように配慮と協力をいただいた、空知支庁林務課の竹村主幹と新堀副主幹兼主査、水産孵化場内水面資源部の新谷部長と総務部澤田主任に感謝いたします。

引用文献

- 楠田聡 (2003). ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor). 「新北のさかなたち」(上田吉幸・前田圭司・嶋田宏・鷹見達也編), pp. 84-85. 北海道新聞社, 札幌.
- 楠田聡 (2008). ドジョウ資源の回復に向けて. 魚と水, 44, 21-27.
- 久加朋子・大澤剛士・田口勇輝・石田裕子・佐々木博信・恩地利実・前田知己・澤部久美子・藤本亜子・三橋弘宗 (2007). 太陽光発電と小型揚水ポンプを用いた簡易魚道の設置. 応用生態工学会 第11回研究発表会講演集, 117-119.
- 中村智幸 (2007). 水田で産卵する魚類の生態. 「水田生態工学入門」(水谷正一編), pp. 51-56. 農山漁村文化協会, 東京.
- 鈴木正貴 (2007). 魚道の対策と効果. 「水田生態工学入門」(水谷正一編), pp. 100-106. 農山漁村文化協会, 東京.
- 端憲二 (2005). メダカはどのように危機を乗り越えるか 田んぼに魚を登らせる. 農山漁村文化協会, 東京, pp. 154.

(くすだ さとし: 内水面資源部研究職員)