

研究成果情報

「食べられない魚」づくり

みやもと こうた
宮本 幸太（中央水産研究所 内水面研究センター）

はじめに

食べられない魚と聞くと、美味しくない魚、あるいは毒のある魚を想像しますが、ここでは人ではなく“野生動物に”食べられない魚づくりについての研究を紹介します。海や川の魚を増やす方法の1つに稚魚放流があります。稚魚放流は、私の研究対象であるイワナやヤマメを含む様々な魚を対象に、日本各地で盛んに行われています。しかし、これまでの研究から、放流した稚魚の多くが放流直後に野生動物によって食べられてしまうことが報告されています(Symons 1974; Roby et al. 2003)。このため、野生動物に食べられにくい魚のつくり方や放流方法を開発できれば、今よりも多くのイワナやヤマメを川に残すことができるのではないかと考え、この研究を始めました。

視覚・聴覚・嗅覚刺激に対する反応

まず始めに、魚が捕食者である野生動物をどのように感知し、食べられないよう反応するのかを水槽実験で調べました。この実験では、野生動物による捕食行動を再現するため、糸で吊るした鳥型の模型[(模型が勢いよく着水した際の)視覚や聴覚への刺激]と仲間が食べられた際に生じる匂い物質(嗅覚への刺激)をそれぞれ水槽内へ投入し、各刺激に対するヤマメの反応を調べました。なお、匂い物質には、ヤマメの皮をすりつぶした液体を使用しました。その結果、両刺激の後には、多くの魚が餌を食べたり泳いだりする行動を止め、水槽の底に設置したシェルターに隠れたり、砂利に身を寄せるなどの警戒行動を示すことが確認されました(Miyamoto 2016a)。この結果から、ヤマメには視覚や聴覚による刺激以外にも、仲間の魚が食べられたり傷つけられた際に生じる匂い物質により、捕食者の存在や攻撃を感知する能力を持っていると考えられます。一方で、人に飼育された魚は、捕食者に襲われる経験をしていないため、自然環境下で生きる魚と比べて危険を素早く感知したり、捕食者の攻撃に適切に対応する能力が低いと報告されています(Jackson and Brown 2011)。そのため、嗅覚への刺激を使って魚に危険を学習させたり(Mirza and Chivers 2000)、刺激に敏感に反応する魚を選ぶことで、将来、野生動物に食べられない魚をつくることもできるかもしれません。

食べられにくい魚の大きさ

次に野生動物に食べられにくい魚の大きさについて調べました。この実験では、放流魚(被食魚)としてヤマメ(尾叉長 55-150mm)を、捕食魚としてイワナ(尾叉長 160-330mm)を実験池へ入れ、両者の体の大きさと生き残った魚の数との関係を調べました。その結果、大型の捕食魚ほど小型の放流魚を数多く捕食すること(図1)、放流魚の体の長さが、捕食魚の体の長さの40%程度まで成長すれば極めて食べられにくくなることがわかりました(Miyamoto and Araki 2017)。この結果から、大型の捕食魚が数多く生息する場所では、大きな魚を放流したほうが良いと考えられます。その一方で、野外にある人工河川(図2)で行った実験では、捕食動物が鳥類(アオサギ)である場合、小型の放流魚の方が食べられにくいことが確認されています(図3)(Miyamoto et al. 2017)。これらの結果から、野生動物による捕食の被害を少なくするには、放流を予定している川や湖に生息する捕食動物の種類や大きさをよく理解した上で、放流魚の体サイズや数を検討することが重要と考えられます。

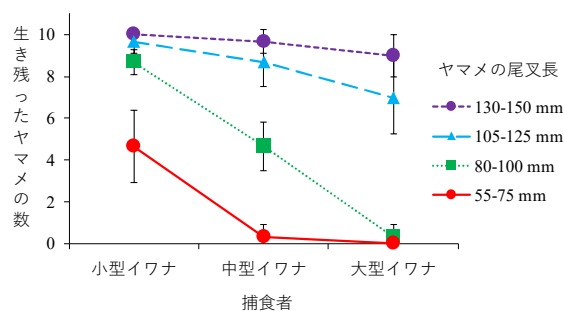


図1. 捕食魚(イワナ)のいる水槽に尾叉長の異なる被食魚(ヤマメ)を入れた時の生き残りの状況。

食べられにくい魚の体色や性格

最後に、前述した人工河川で行った実験をもう1つ紹介します。この実験では、イワナ、ヤマメ、ニジマス、アルビノニジマス、無斑ニジマス(※アルビノニジマスと無斑ニジマスはニジマスの突然変異個体、図4)の背中の体色と行動を測定し、河川へ放流した後にそれぞれ生き残った魚の数を調べました。その結果、他の魚とくらべて体色の明るいアルビノニジマスと、不活発で隠れ場所を



図2. 人工河川.

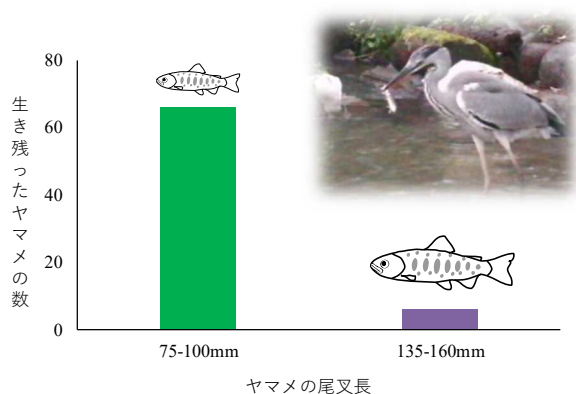


図3. 人工河川に放流したヤマメの体サイズと生き残りとの関係. 写真は人工河川でヤマメを捕食するアオサギ.

利用しない無斑ニジマスの生き残りがとても悪いことがわかりました(図5)(Miyamoto 2016b). これらの結果は放流魚の体色と行動が、放流後の生き残りと深く関係していることを示しています. アルビノニジマス(白化魚)を川や湖に放流することはあまりありませんが、体色に変異のない魚でも明るい色の水槽や照明の強い場所で魚を飼育すると体色が明るくなることが知られています(Donnelly and Whoriskey 1991). このため、野生動物に食べられない魚をつくるには、放流前に暗い場所や川底に似た色の水槽で飼育して、捕食者に見つかりにくい体色にしておくことが重要と考えられます. さらに同じ種類の魚の中でも、人間と同じように大胆や臆病といった性格を持つ魚が存在するため(Sneddon 2003)、隠れ場所をよく利用するような臆病な魚を増やすことができれば、野生動物に捕食されにくい魚をつくることのできるのではないかと考えています.

おわりに

以上のように、野生動物に“食べられない魚”をつくるため、様々な研究を行っています. しか

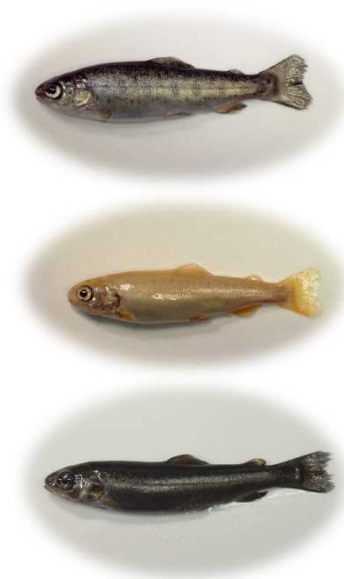


図4. ニジマス(上), アルビノニジマス(中央)および無斑ニジマス(下).

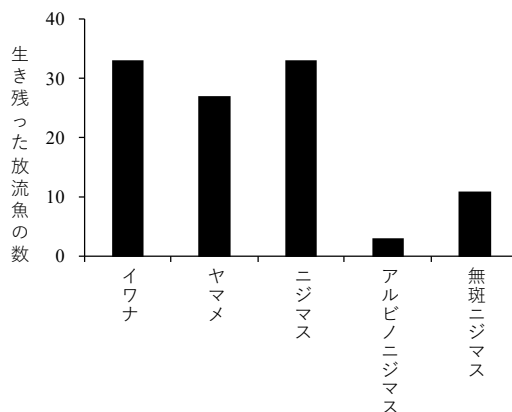


図5. 人工河川に放流した魚の種類と生き残りとの関係.

し、捕食者となる野生動物の種類や放流場所の環境の違いによっても“魚の食べられにくさ”は大きく変わると予想され、まだまだ不明な点が多く残されています. また、魚を食べられにくくするには、魚そのものに注目するだけでなく、自然に近い環境で飼育すること(Roberts et al. 2014)や放流する時間帯(Roberts et al. 2009)なども重要であることが明らかになってきています. 今後、これらについても研究を進めていき、沢山の魚が川や湖で生き残れる技術を開発したいと考えています.

引用文献

Donnely, W.A., and Whoriskey Jr, F.G. 1991. Background-color acclimation of brook trout for

- crypsis reduces risk of predation by hooded mergansers *Lophodytes cucullatus*. *N. Am. J. Fish. Manage.* 11: 206-211.
- Jackson, C.D., and Brown, G.E. 2011. Differences in antipredator behaviour between wild and hatchery-reared juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) under seminatural conditions. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68: 2157-2166.
- Mirza, R.S., and Chivers, D.P. 2000. Predator-recognition training enhances survival of brook trout: evidence from laboratory and field-enclosure studies. *Can. J. Zool.* 78: 2198-2208.
- Miyamoto, K. 2016a. Effect of visual and chemical stimuli on predator avoidance behavior in juvenile masu salmon *Oncorhynchus masou*. *Aquacult. Sci.* 64: 43-51.
- Miyamoto, K. 2016b. Effects of body color luminance and behavioral characteristics on predation risk in salmonid fishes. *Hydrobiologia* 783: 249-256.
- Miyamoto, K. and Araki, H. 2017. Differentiated predation risk on hatchery-reared juvenile masu salmon by white-spotted charr with different body sizes. *Fish. Sci.* 83: 245-250.
- Miyamoto, K., Squires T, H., and Araki, H. 2017. Experimental evaluation for predation of stocked salmon by riparian wildlife: the effects of prey size and predator behaviors. *Mar. Freshwater Res.* <https://doi.org/10.1071/MF17215>
- Roberts, L.J., Taylor, J., Gough, P.J., Forman, D.W., and de Garcia de Leaniz, C. 2009. Night stocking facilitates nocturnal migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. *Fish. Manag. Ecol.* 16: 10-13.
- Roberts, L.J., Taylor, J., Gough, P.J., Forman, D.W., and Garcia de Leaniz, C. 2014. Silver spoons in the rough: can environmental enrichment improve survival of hatchery Atlantic salmon *Salmo salar* in the wild? *J. Fish Biol.* 85: 1972-1991.
- Roby, D.D., Lyons, D.E., Craig, D.P., Collis, K., and Visser, G.H. 2003. Quantifying the effect of predators on endangered species using a bioenergetics approach: Caspian terns and juvenile salmonids in the Columbia River estuary. *Can. J. Zool.* 81: 250-265.
- Sneddon, L.U. 2003. The bold and the shy: individual differences in rainbow trout. *J. Fish Biol.* 62: 971-975.
- Symons, P.E.K. 1974. Territorial behavior of juvenile Atlantic salmon reduces predation by brook trout. *Can. J. Zool.* 52: 677-679.