

# クロサンショウウオ幼生の大顎化発現に関わる

## 環境及び遺伝的要因

村上貴俊(新潟大学)、阿部晴恵(新潟大学)

### I. はじめに

生物は不均一の環境に適応するために、自身の形態を変化させる表現型可塑性と呼ぶ能力を獲得している。これを示す生物の1つに、エゾサンショウウオ幼生の大顎化が挙げられる。大顎化は主に同種幼生同士の共食いが起こる環境で発現する現象であり、他種の捕食や同種間生存競争において有利な形態である。本州に生息するクロサンショウウオ幼生においても、同様に大顎化を発現することが明らかになっている。しかし、その発現量に関して地域間で差があり、その要因については明らかになっていない。

そこで本研究では、クロサンショウウオ幼生の大顎化発現の要因について、①血縁関係による要因、②幼生の体サイズの違いによる要因を検証する。さらに、③幼生の生息環境が餌資源の乏しい場合は同種間での共食いが起きやすい環境であると考えられるため、そうした環境要因を通じて発現した親の表現型可塑性が子の世代へと伝わるエピジェネティックな遺伝による要因についても検証を行う。これらの仮説をもとに、飼育実験および野外での生息環境調査を行うことで、クロサンショウウオ幼生大顎化発現に関する進化的背景について考察する。

### II. 方法

#### 調査地・実験材料の採取

調査地は新潟県佐渡島5地点(a, b, c, d, e, g, h)、福島県只見町の2地点(i, j)を調査地とした。実験に使うクロサンショウウオの卵嚢は佐渡島では地点ごとに3卵嚢ずつの計21ペア分、只見町では3卵嚢ずつ(1腹の半分)の6ペアを

採取した。合計27ペア分の卵嚢を採取した。

#### 血縁関係による共食い状況の比較

血縁関係による共食いの有無を検証するため、兄弟水槽と非兄弟の水槽の共食い系を用意した。実験は3週間経過した時点で終了し、頭胴長、目の高さ頭幅、最大頭幅を測定した。なお、非兄弟水槽の生残個体については遺伝解析を行い地点を推定した。

#### 体サイズが異なる幼生間の共食い状況の比較

体サイズが異なる幼生間の比較のために、発生の段階の異なる個体が入った水槽(同サイズ間の比較)と発生段階が揃った水槽(異なるサイズ間の比較)を用意した。実験は1週間経過した時点で終了として上述の手法と同様に個体を計測した。

#### 解析方法

大顎化の判断は、最大頭幅に対する目の高さでの頭幅の値が0.86以上なら大顎表現型個体それ未満なら典型表現型個体とした。実験の条件が大顎化を引き起こす共食いに影響を与えたのかを検証するために、実験前後の幼生の減少数の結果をウィルコクソンの順位和検定を用いて比較した。

#### 生息環境の比較

クロサンショウウオ幼生にとって共食いが起きやすい池環境なのかを検証するために、池の大きさの計測、池内のクロサンショウウオ幼生の個体数密度、池内の餌環境や天敵生物について調査を行い実験結果と生息環境を照合した。

### III. 結果

#### 血縁関係による共食い状況の比較

兄弟水槽、非兄弟水槽の大顎化個体は、それぞれ17槽中6槽(35%)と9槽中7槽(78%)で確認された。共食いによる減少数は兄弟水槽と非兄弟水槽において有意に差が見られた(P<0.05:ウィルコクソンの順位和検定)。

#### 体サイズが異なる幼生間の共食い状況の比較

発生段階を揃えた実験系では、大顎化は確認されなかった。一方で発生段階が異なる水槽は、9槽中3槽(33%)で大顎化が見られた。共食いによる減少数は発生段階を揃えた水槽と異なる水槽で有意に差が見られた(P<0.05:ウィルコクソンの順位和検定)。また、実験前個体の体長、最大頭幅の変動係数に着目すると変動係数が大きくなるほど共食い、大顎化が確認された。1槽において幼生間でどのくらい体格に差があるのかを「全長差の割合」とした。その結果、30%未満では共食いが見られず、それ以上になると大顎化が確認された。

#### 生息環境の比較

表1に幼生、水生生物、微生物の採取結果と密度、実験結果を示す。なお、非兄弟水槽の生残個体も比較する予定であったが遺伝解析がうまくいかず比較対象からは外した。表1を見ると共食いがあった地点ではボウフラなどの餌となる生物がみられ大顎化を発現せずとも生存していける餌環境であった。

### IV. 考察

#### 血縁関係による共食い状況の比較

クロサンショウウオ幼生は血縁個体を認識し、非血縁個体を捕食することで大顎化表現型を発現しているといえる。多くの生物は自身の遺伝子を後世に残していくための利他的行動を行う、つまり包括適応度を高めるように振舞うことが知られている。クロサンショウウオ幼生の血縁個体を認識し捕食を避ける行為も包括適応度を高めるための結果であると考えられる。

#### 体サイズが異なる幼生間の共食い状況の比較

クロサンショウウオ幼生は、体サイズに差が

ある場合は、血縁個体に関係なく小さな個体を捕食し、大顎化を発現していることが明らかになった。このことからクロサンショウウオ幼生は血縁関係と相手の大きさを判断し、共食いを行っていると考えられる。

#### 生息環境の比較

本研究では、実験下での大顎化発現と生息環境との関連性は不鮮明な結果となった。クロサンショウウオでは、親世代が、共食いが起きやすい池環境を経験することによって次世代でも大顎化の発現が観察されると考えていたが、今回の結果でクロサンショウウオ幼生は生まれた池の生息環境によって遺伝的に大顎化の発現量が決まるのではなく、同世代における血縁関係や体サイズに適応する1世代の、可塑的なものであると考えられる。

表1.クロサンショウウオ幼生、水生生物、微生物の地点ごとの数と密度

地点	餌水生生物	オタマジャクシ	天敵生物	微生物	その他
佐渡a	ヨコエビ目70 ミズムシ属1	—	—	ミジンコ類4 原生動物20.3	緑藻類6
佐渡b	ミズムシ属16.67 マツモムシ科1.1	モリアオガエル57.78	ヤゴ5.56(トンボ目)	ミジンコ類3.67 原生動物1.33	—
佐渡c	トビケラ目1	ツチガエル1	ヤゴ7(トンボ目)	ミジンコ類2.67 原生動物3.67	緑藻類12
佐渡d	ボウフラ35.67 カゲロウ目3.33	ヤマアカガエル50	ヤゴ1.1(トンボ目)	ミジンコ類0.3 原生動物3.33	緑藻類14
佐渡e	マメゲンゴロウ属(幼虫)2	—	マメゲンゴロウ属1	ミジンコ類0.3 原生動物0.3	緑藻類182
佐渡g	ボウフラ23 マツモムシ科1	—	ヤゴ2(トンボ目)	ミジンコ類4.3 原生動物0.3	緑藻類14.3
佐渡h	ボウフラ(幼虫)9 トビケラ目5	—	—	ミジンコ類4.3 原生動物33	緑藻類58.7
只見i	アカムシ25.714	—	マメゲンゴロウ属2.143 コオイムシ科2.143	原生動物3.33	緑藻類8
只見j	アカムシ5.143 マツモムシ科0.571	—	ヤゴ2.143(トンボ目)	ミジンコ類6.5 原生動物2	緑藻類14

地点	オタマジャクシの密度	サンショウウオの密度	共食い実験の結果
佐渡a	低	低	共食いなし・大顎化なし
佐渡b	高	中	共食いあり・大顎化
佐渡c	低	中	共食いなし・大顎化なし
佐渡d	高	低	共食いあり・大顎化
佐渡e	高	高	共食いあり・大顎化なし
佐渡g	低	高	共食いあり・大顎化
佐渡h	低	高	共食いあり・大顎化
只見i	低	中	共食いあり・大顎化
只見j	低	中	共食いあり・大顎化

※水生生物の数は20cmの網で5回掬ったときに取れた数を表す。

**謝辞** 本研究では只見町ブナセンター中野陽介氏に只見町のサンプリングにご協力いただいた。採取には只見町特別採捕許可をいただいた。