

## 岐阜のオオサンショウウオを守る！

## ～国産個体の生息地を交雑オオサンショウウオから取り戻すために～

岐阜県立大垣北高校自然科学部オオサンショウウオ班

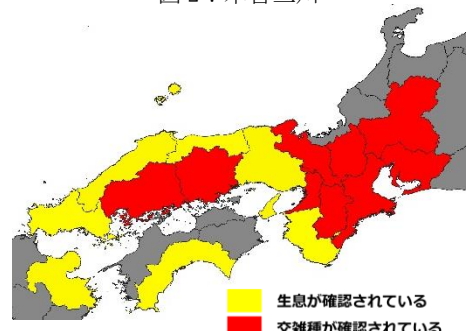
河合七香・藤井飛燕・田中隆太郎・粟井佑果・安藤有未・志田和樹・安藤芽唯・陳仕煜・森由妃・森憲仁・飯田智輝

## 1. はじめに

私たちの暮らす岐阜県には、国の特別天然記念物であり環境省<sup>1</sup>と岐阜県<sup>2</sup>で絶滅危惧 II 類に指定されているオオサンショウウオ (*Andrias japonicus*・図 1 上) が生息している。県内を流れる木曾三川(図 2)のうち、木曾川・長良川水系の中上流部では生息が確認されている。私たちは昨年度、オオサンショウウオが棲みやすい環境を二項ロジスティック回帰分析により明らかにした<sup>3</sup>。その結果、「河川長が大きく、合流点の標高が高い支流」であることを突き止めた。分析の結果を木曾川支流の菅田川に当てはめると 65%を超え比較的棲みやすい支流であることが分かった。そのことも踏まえ私たちは昨年度、下呂市の菅田川にて現地調査を行った。その結果、岐阜県初のチュウゴクオオサンショウウオ (*Andrias davidianus*) との交雑個体(図 1 下)を発見した。日本では、1970 年代にチュウゴクオオサンショウウオが人為的に持ち込まれたと言われている。その後、交雑個体が人為的に他の生息地へ持ち込まれ、放流されることにより交雑が広まっていると考えられる。現在、二府七県でチュウゴクオオサンショウウオとの交雑個体が見つまっている(図 3)。菅田川においても、交雑個体が多く見つかったことから交雑個体は純粋な国産個体を絶滅に追い込んでいると言える。環境省より、チュウゴクオオサンショウウオは国産個体より活発かつ攻撃的であると言われている。そこで私たちは世代を経た交雑個体の割合の変化と、その要因を考察した。また菅田川で交雑個体を含むオオサンショウウオの個体数のシミュレーションを行い、交雑問題を解決するためにどのような方法があるかについて考察した。

図 1：下呂市菅田川オオサンショウウオ  
上が国産個体，下が交雑個体

図 2：木曾三川

図 3：チュウゴクオオサンショウウオとの  
交雑が確認されている都道府県

## 2. 菅田川における現状の把握

## 2-1 目的

木曾川水系の飛騨川の支流で、岐阜県下呂市を流れる菅田川(図 4)は、岐阜県の重要なオオサンショウウオの生息地の一つである。しかし前述の通り、交雑個体的人為的な移入により国産個体は絶滅の危機に瀕している。このまま交雑が進んでいけば菅田川の国産個体は絶滅する。さらには、近くを流れる他の河川にまで交雑個体が広がってしまう恐れがある。また、遺伝子を調べたところ、岐阜のオオサンショウウオの遺伝子・チュウゴクオオサンショウウオの遺伝子だけでなく岐阜以外の国産のオオサンショウウオ

のものと考えられる遺伝子が検出された。岐阜のオオサンショウウオを守るために、菅田川において現状の把握を行った。

## 2-2 方法

菅田川とその支流で、現地調査を実施した。成体はタモ網・カニ籠などを用いて一時捕獲し、全長・尾長・尾高・眼間中心距離・体重・外見的特徴を調べて記録し、DNA 分析用の試料を採取した。試料の採取は、成体に影響が少ないと考えられる尾部先端付近の組織の一部を 3 mm 程度切り取り採取した。採取した試料は DNA 解析<sup>4</sup>に用いた。DNA 解析は核マイクロサテライト DNA の 5 遺伝子座 (AJP01・AJP07-1・AJP16・AJP25・AJP26) を PCR し、電気泳動により解析した。捕獲後は、個体識別のため、左肩甲骨の内側にマイクロチップを挿入し、必要な計測・記録等を行った。外見で国産個体と判定できた個体は速やかに捕獲場所に放流した。交雑個体の特徴がみられる個体は放流せず、世界淡水魚園水族館 アクア・トト ぎふに判定結果が出るまで一時保管していただいた。幼生は捕獲後、全長・体重を測定し、DNA 分析用の試料を採取した。その後、大垣北高校に持ち帰り判定結果が出るまで個別に一時保管した。それらの分布情報と遺伝子解析の結果をまとめた。また、岐阜の国産オオサンショウウオの遺伝子を J<sup>G</sup>、岐阜以外の国産オオサンショウウオ (国内外来種) の遺伝子を J、チュウゴクオオサンショウウオの遺伝子を C と表した。



図 4：岐阜県下呂市の菅田川

## 2-3 結果

昨年の 8 月から約 23 回の調査で、成体 91 個体と幼生 73 個体の捕獲を行い、このうち成体の 13 個体を再捕獲した。捕獲した個体の DNA 解析を行った。結果、菅田川とその支流においては、成体の約 40% が交雑個体であることが分かった (図 5)。さらに地点ごとに見ていくと下流部よりも上流部のほうが交雑の割合が高いことが分かった (図 6)。また支流の黒川が最も国産個体の割合が高いことが分かった。

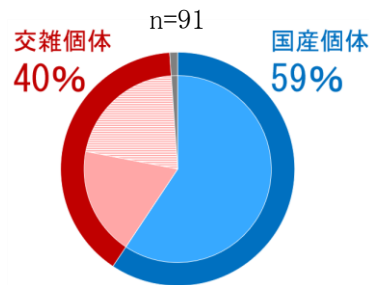


図 5：成体の種別内訳

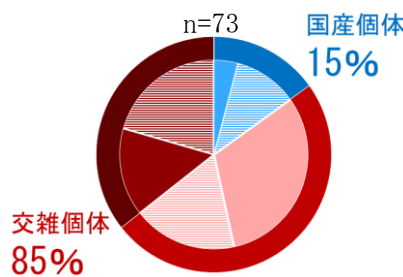


図 7：幼生の種別内訳

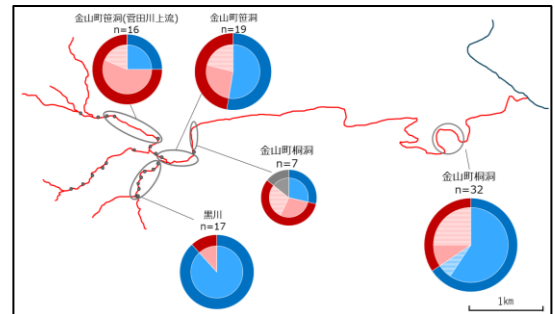


図 6：地点ごとの成体の種別内訳

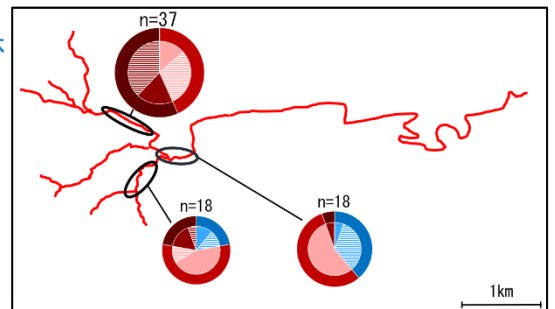
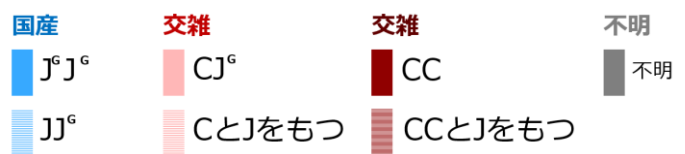


図 8：地点ごとの幼生の種別内訳

幼生の DNA を調べた結果、全体で 85% が交雑個体であるとわかった (図 7)。どの地点においても幼生の交雑個体の割合は、過半数を超えていた (図



8)。また、成体で国内外来の遺伝子(図 9)が検出された個体はチュウゴクオオサンショウウオの遺伝子を合わせ持っていた。しかし、幼生の国内外来の遺伝子を持っている個体には、チュウゴクオオサンショウウオの遺伝子を持っていない個体もいた。さらには、調べた 5 つの遺伝子座の中にチュウゴクオオサンショウウオの遺伝子をホモで持つ個体が多くみられた。このことから、交雑個体同士で繁殖が進んでいると分かった。

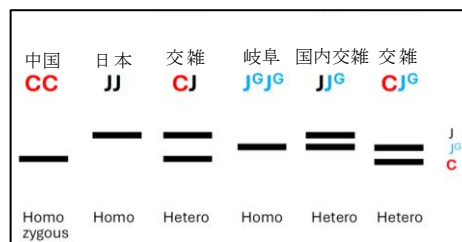


図 9 : AJP25 の電気泳動結果を模式的に表したもの

### 2-4 考察

菅田川上流は交雑個体の割合が高いため、持ち込まれた交雑個体は上流部に放流されたと考えられる。また、幼生のほとんどが交雑個体であったため、交雑個体のオスが巣穴を独占して多くの遺伝子を残しているか、まだ多くの交雑個体がいると考えられる。また、オオサンショウウオは寿命が長く、一度放されてから長期間にわたり交雑が行われていたと考えられる。成体で国内外来の遺伝子が検出された個体はチュウゴクオオサンショウウオの遺伝子を合わせ持っていたため、他地域での F1 が岐阜県に持ち込まれたと考えられる。

## 3. 国産個体と交雑個体の違いについて

### 3-1 目的

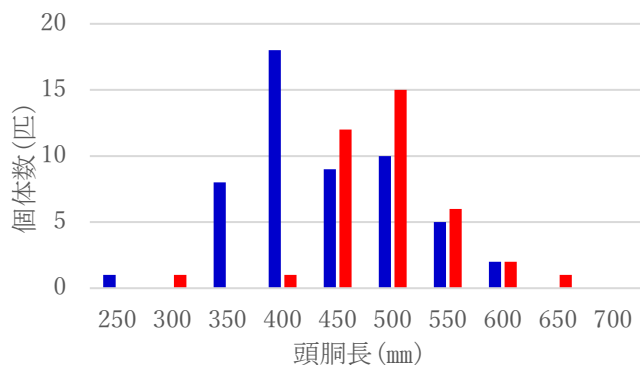
先行研究<sup>5)</sup>では国産個体より交雑個体の方が大きいため、繁殖巣穴を独占し交雑が広がりやすいことが知られている。菅田川でもその傾向があるのかどうかを調べれば、菅田川でなぜ交雑個体が国産個体を絶滅に追い込んでいるのか明らかにできる。

### 3-2 方法

2-2 の測定結果から、頭胴長、肥満度 $\rho\{(\text{体重 kg}/\text{全長 cm}^3) \times 10^6\}$ を算出した。他の要素との相関係数が 0.7 以上で強い相関が見られた頭胴長、肥満度、体重をヒストグラムにまとめた後、t 検定を行った。全長ではなく頭胴長を用いたのは、尾が切れていて正確に比較できない可能性があるためである。体重が未記入の個体が 1 個体いたため、体重と肥満度においては、90 個体で検定を行った。

### 3-3 結果

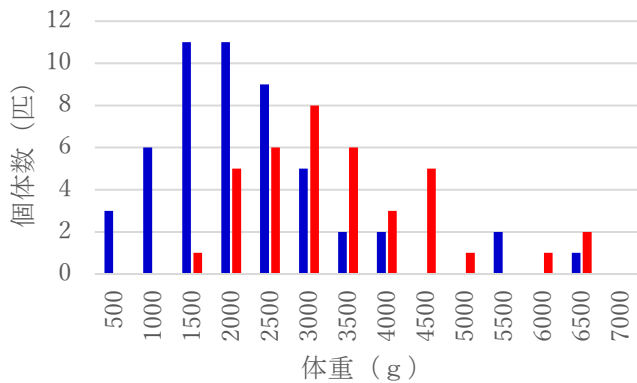
頭胴長、肥満度、体重、すべて有意な差であるという結果が出た(図 11・12・13)。よって、国産個体よりも交雑個体のほうが大きく、太っているといえる。



	国産個体	交雑個体
個体数	53	38
平均値	461	515
標準偏差	66.0	55.1
中央値	449	516
t 検定	有意	

■ 国産個体 ■ 交雑個体

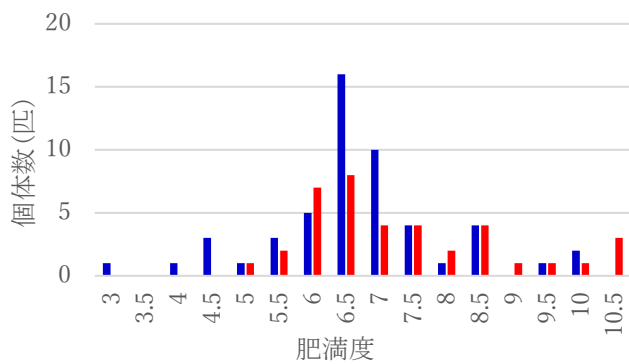
図 11: 頭胴長について



	国産個体	交雑個体
個体数	52	38
平均値	2419.3	3609.2
標準偏差	1212.7	1195.2
中央値	2175.0	3325.0
t 検定	有意	

■ 国産個体 ■ 交雑個体

図 12: 体重について



	国産個体	交雑個体
個体数	52	38
平均値	6.9	7.6
標準偏差	1.4	1.5
中央値	6.8	7.1
t 検定	有意	

■ 国産個体 ■ 交雑個体

図 13: 肥満度について

### 3-4 考察

菅田川での交雑個体は、国産個体よりも大きいと分かった。オオサンショウウオには繁殖巣穴を独占する「ヌシ」というオス個体がいる。交雑個体は大きく、国産個体より競争で有利になり、ヌシになりやすいと考えられる。交雑個体のヌシが繁殖巣穴を独占することで交雑個体が増えると予測される。

## 4. 交雑個体の食性について

### 4-1 目的

今年5月に下呂市菅田川支流の黒川にて行ったオオサンショウウオの生息調査において捕獲した交雑個体を、一時的に大垣北高校に持ち帰った。その際、その個体が嘔吐した。日本におけるチュウゴクオオサンショウウオやその交雑個体の食性は今までに報告例がほとんどないため、今回嘔吐物を観察し、交雑種の食性についてのデータを集める。

### 4-2 方法

嘔吐物を観察し、嘔吐物の形や体表、確認された時期などから交雑個体の食性を調べた。

### 4-3 結果

観察の結果(図 14),ヘビ類 2 個体(2 種類)・カニ類 2 個体・カエルの卵塊 4 個の計 5 種を確認した。体表や特徴から,ヘビ類の 1 つはヤマカガシ(*Rhabdophis tigrinus*),カニ類はサワガニ(*Geothelphusa dehaani*)であると判明した。

### 4-4 考察

自然環境下での国産個体の食性についてはサワガニや淡水魚類が中心で,単発的な目撃例や広島県で行われた食性調査<sup>7, 8, 9</sup>では様々な幅広い食性が記録されているが,ヤマカガシの捕食例は確認されていない。また,オオサンショウウオは特定の動物を専食するのではなく,鼻先に現れた,動いているものを反射的に呑み込んで



図 14: オオサンショウウオの嘔吐物  
■ ヤマカガシ  
■ ヘビ類  
■ サワガニ  
■ カエルの卵塊

いると考えられているが,今回のようにヘビ類やカエルの卵塊が一度に複数確認されたことはこれまでにない。また,嘔吐したこの個体を含む黒川で見つかった交雑個体 3 個体は,水田から河川に水が流れ落ちる場所で発見され,水路に落ちて流されてくる生物を狙って待ち伏せをしていたと推測される。これらのことから,交雑個体の食性は国産個体よりも幅広く,国産個体が捕食しない餌動物を捕食することで,国産個体よりも大きく成長し,競争に有利になると考えられる。また,日本の生態系に大きな影響を与えている可能性があることが分かる。今後は強制嘔吐などの手法<sup>7</sup>を用いて食性調査を進め,国産個体と交雑個体の食性の違いを明確にすることで,生態系への影響を解明していきたい。

## 5. 未来の幼生の個体数シミュレーション(1 遺伝子座に注目)

### 5-1 目的

前述の通り菅田川とその支流の幼生では,交雑個体の増加の傾向が著しく,国産個体が絶滅の危機にさらされている。そこで,どのように交雑個体が増えていくか調べるために幼生の個体数シミュレーション<sup>9</sup>を行い,交雑の進行について予測を行った。

### 5-2 方法

まず親の組合せごとに生まれる子供の遺伝子の割合を,1 遺伝子座に注目して求めた。繁殖している親個体の組み合わせが『国産個体 Aj(JJ)×戻し交雑 B』,『戻し交雑 B×戻し交雑 B』,『戻し交雑 B×F<sub>1</sub>』として,生まれてくる幼生の遺伝子の組み合わせ(JJ・JC・CC)とその割合を円グラフにまとめた。

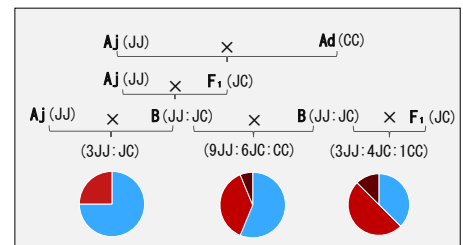
### 5-2 結果

1 遺伝子座に注目した場合のそれぞれの幼生に現れる遺伝子型とその割合は下記のように考えられる(図 15)。

『国産個体 Aj(JJ)×戻し交雑 B』 ⇒ JJ:JC:CC=75%:25%:0%

『戻し交雑 B×戻し交雑 B』 ⇒ JJ:JC:CC=56.3%:37.5%:6.3%

『戻し交雑 B×F<sub>1</sub>』 ⇒ JJ:JC:CC=37.5%:50%:12.5%



Aj: 国産個体オオサンショウウオ      ■ JJ  
 F1: 交雑第一代      B: 戻し交雑      ■ JC  
 J: 国産種遺伝子      C: 中国種遺伝      ■ CC

図 15: 可能性がある親個体の組合せ

### 5-3 考察

現在の菅田川とその支流では,交雑の割合が 85%であるため『戻し交雑 B×F<sub>1</sub>』の組み合わせと最も近くな

ることが分かった。しかし菅田川では $i_1$ が見つかっていないため、3-4 で述べたように、国産個体の雄が繁殖に参加できていない影響のためであると考えられる。

## 6. 未来の幼生の個体数シミュレーション(5 遺伝子座に注目)

### 6-1 目的

詳しい交雑の進行の予測を行うために、遺伝子の解析を行っている 5 遺伝子座でシミュレーションを行った。現在見つかった成体(表 1)を基

表 1: 標識再捕獲法に用いた国産個体数

標識個体数	2 回目の捕獲数	標識個体の再捕獲数
7	10	2

に、5 つのマイクロサテライト DNA の 5 遺伝子座ごとに今後の世代の交雑割合についてシミュレーションを行った。

### 6-2 方法

遺伝子座・性比・幼生の遺伝子座が明らかになっている菅田川の支流の黒川の個体のデータを用いた。標識再捕獲法 $i_0$ により国産個体の個体数を推定した(表 2)。その後、推定された国産個体数と実際の国産個体数の比から交雑個体の個体数・国産オス数・国産メス数・交雑オス数・交雑メス数を推定した(図 16)。

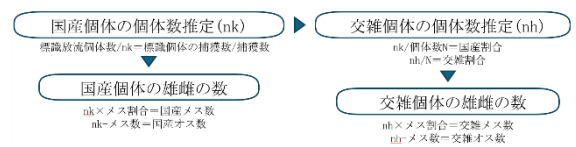


図 16: 個体数の推定

実際にどのような雌雄の組み合わせで繁殖するか予測できないため、自由交雑をする(総当たり)として考えた。オオサンショウウオは 5 つの遺伝子座(AJP01・AJP07-1・AJP16・AJP25・AJP26)ごとに幼生が C をもつ確率を求め

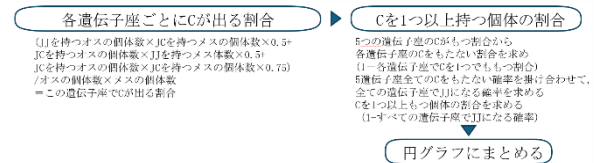


図 17: 交雑割合の計算

た。親の遺伝子の組み合わせは JC×JJ と JC×JC であり、JC×JJ の時幼生が C をもつ確率は 50%であり、同様に JC×JC の時は 75%になる。JC×JJ の組み合わせ数に 50%をかけた値に、JC×JC の組合せ数に 75%をかけた値を加え、全体の組み合わせ数で割った値を各遺伝子座で幼生が C をもつ確率とした。この確率を 1 から引いた値が各遺伝子座の C を持たない JJ となる確率になる。それぞれの遺伝子座で C を持たない JJ となる確率を 5 遺伝子座すべて掛け合わせると、すべての遺伝子座で JJ となる国産個体になる確率になる。1 からその確率を引いた値が、幼生が 1 つ以上 C を持つ交雑個体となる確率になる。また、親の組み合わせが JC×JC の時に幼生の遺伝子型が CC となる確率は 25%になる。JC×JC の組み合わせ数に 25%をかけた値を全体の組み合わせ数で割った値を各遺伝子座で幼生の遺伝子型が CC となる確率とした。この確率を 1 から引いた値が各遺伝子座の遺伝子型が CC とならない確率になる。それぞれの遺伝子座で遺伝子型が CC となる確率を 5 遺伝子座すべて掛け合わせると、すべての遺伝子座で CC を持たない確率になる。1 からその確率を引いた値が、幼生の 5 つの遺伝子座の遺伝子型 1 つ以上 CC となる確率になる。この確率は上で求めた幼生が 1 つ以上 C を持つ交雑個体となる確率に含まれている。幼生の遺伝子型がすべて JJ(国産個体)になる割合、5 つの遺伝子座で 1 つ以上 JC, CC になる割合を円グラフに表した(図 17)。3-4 で述べたように、国産のオスは交雑のオスに巣穴を独占されると考えられるため、国産オスが繁殖に参加しない場合について同様なシミュレーションを行った。また、現在見つかった交雑個体を取り除いた場合の幼生の遺伝子構成についても求め、駆除の有効性を調べた。

表 2：黒川での総捕獲個体数

個体数	オス	メス	国産	オス	メス	交雑	オス	メス
17	6	11	15	5	10	2	1	1

### 6-3 結果

表 3：黒川の推定個体数

全個体数	オス	メス	国産	国産オス	国産メス	交雑	交雑オス	交雑メス
39.67	14.00	25.67	35.00	12.35	22.65	4.67	1.65	3.02

黒川において標識採捕法による推定全個体数(表 3)は 39.67 個体で、交雑個体はその 11.8%である 4.67 個体と推定された。幼生の交雑個体の割合を求め推定した結果 22%となった(図 18)。また、見つかった交雑個体を駆除した場合の幼生の交雑割合は 19%に減少すると考えられる。国産のオスが交雑のオスに巣穴を独占され、国産オスが繁殖に参加しないと仮定した場合、78%が交雑個体になり、捕獲した 2 個体の交雑個体を取り除いた場合の交雑個体の割合を計算すると 77%になる。

### 6-4 考察

国産個体のオスが繁殖に参加できないと仮定したシミュレーションの結果(図 19 左下)と現状の黒川の幼生割合(図 18)がもっとも近い値になった。これらの結果から、①交雑個体の雄は大きく、繁殖巣穴を独占してしまう。②国産個体の雄は競争に負けてしまい国産同士の繁殖が起こらない。③F1 が存在している可能性もある。ということが考えられる。

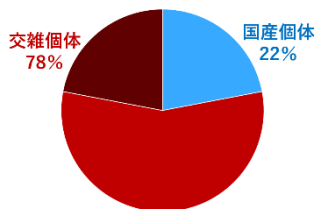


図 18：実際の黒川の幼生割合

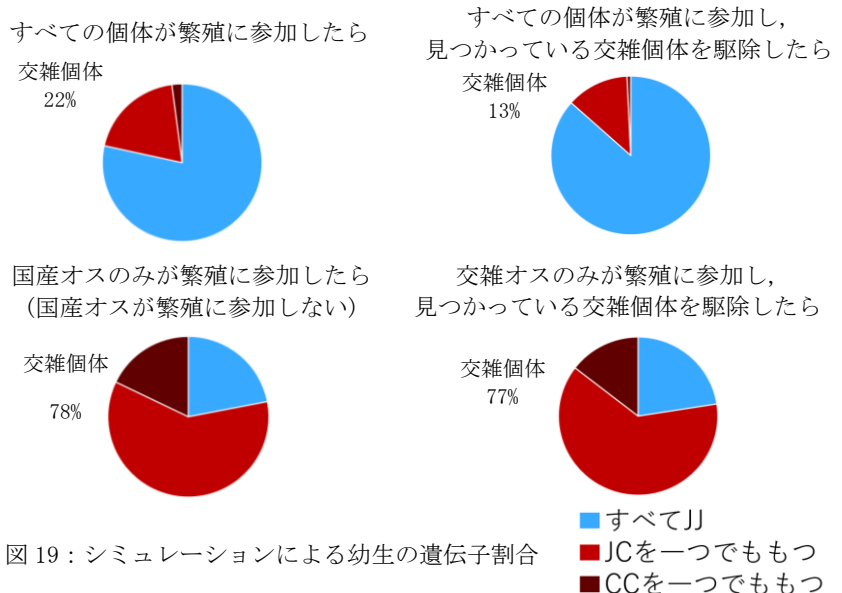


図 19：シミュレーションによる幼生の遺伝子割合

## 7. サンクチュアリの創出

### 7-1 目的

菅田川では交雑が進んでおり全ての交雑個体を川から取り除くことは、すでに困難であると考えられる。そこで、国産個体のみが棲む生息地を見つけ、または創出し、国産個体を保全することを考えた。交雑個体の割合が少ない支流や、オオサンショウウオが登れないと思われる堰堤より上流部の生息地を調査し、国産個体のみが生息できるサンクチュアリを探した。昨年の研究で河川長が大きく、合流点の標高が高い支流がオオサンショウウオにとって棲みやすいとわかった。これを利用して各河川での住みやすさ(生息確率)を求めることができる。国産個体のみが棲むサンクチュアリとして適切だと考えられる支流の棲みやすさを求め、サンクチュアリの検討を行った。

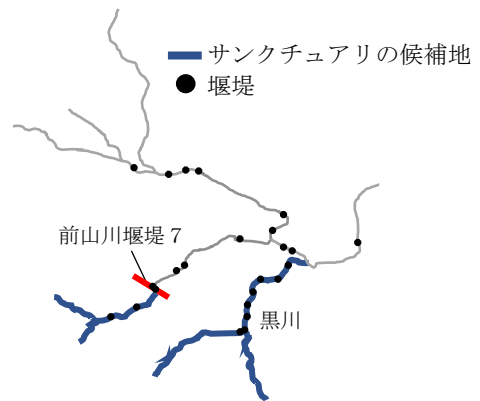


図 20: サンクチュアリの候補地

### 7-2 サンクチュアリの検討結果

先行研究<sup>10</sup>よりオオサンショウウオは「全長を上回る堤高 80cm 以上の堰では、個体は 28° までの緩やかな傾斜を遡上することは可能だが、45° 以上の急な傾斜を遡上できない」ということが分かっている。菅田川ではオオサンショウウオが遡上できない堰堤 7(図 2

0) (傾斜 90° 高さ 1.04m)が見つかった。堰堤 7 から上流での過去の生息も確認されている。昨年の分析を用いて見つかった堰堤から上流部の生息確率を求めると、82.0%だった。また、交雑個体の割合が最も少ない黒川で生息確率を求めると 75.6%だった。

### 7-3 考察

交雑個体の割合が低い黒川や登れない堰堤がある前山川の上流では生息確率が高いとわかったため、これらの支流を中心に調査を行いサンクチュアリとして国産個体の保護に努めていく。捕獲した幼生の中で国産と判定された個体をその地域に放流し、国産のオオサンショウウオを絶滅させないように文化庁と検討を進めている。これからも調査を続け、サンクチュアリとして確立できるようにしたい。

## 8. まとめ

菅田川での調査で、交雑個体の割合が高く、その中でも特に幼生の交雑個体の割合が高くなっていることが分かった。この原因として、チュウゴクオオサンショウウオとの交雑個体の雄は体が大きくなるため国産個体より繁殖に有利となり、生息巣穴を独占することで国産個体を絶滅に追い込んでいることが挙げられる。菅田川での交雑個体、特に交雑個体の雄のヌシの駆除を進めているので来年の交雑個体の割合は今年度と比べて低くなることを期待している。そして、オオサンショウウオのサンクチュアリを確立させ、国産個体を守っていくために、今後も調査を進め岐阜のオオサンショウウオの保全をしていく。交雑個体は国産個体よりも多種多様なエサを捕食するため、国産個体だけでなく周囲の生態系にも影響を及ぼす。岐阜のオオサンショウウオや周囲の生態系を守るためにも調査を続けていく。本研究で得られた国産個体と交雑個体の身体的な差に関する知見と菅田川の将来の世代の予想結果を、オオサンショウウオの保全に役立てることができるよう提言していく。また個体の大きさなどで強さを決め、シミュレーションを現実に即したものと近づけたい。そして、オオサンショウウオの岐阜県の分布をより正確に把

握していきたい。

## 9. 謝辞・参考文献

1. 環境省ホームページ <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/chugokuoosanshouo.html>
2. 岐阜県ホームページ <https://www.pref.gifu.lg.jp/page/4311.html>
3. 河合七香ら. 2023. オオサンショウウオの生息の有無に影響を与える地学的要因の分析. 第13回高校生バイオサミット in 鶴岡. 成果発表部門(口頭発表)
4. Natsuhiko Yoshikawa, Masafumi Matsui, Azusa Hayano, Miho Inoue-Murayama. 2012. Development of microsatellite markers For the Japanese giant salamander (*Andrias japonicus*) through next-generation sequencing, and cross-amplification in its congener. *Conservation Genet Resour* (2012) 4:971-974
5. Sotaro Hara, Kanto Nishikawa, Masafumi Matsui, Masako Yoshimura. 2023. Morphological differentiation in giant salamanders, *Andrias japonicus*, *A. davidianus*, and their hybrids (Urodela, Cryptobranchidae), and its taxonomic implications. *Zootaxa* 5369 (1): 42-56  
(*Andrias cf. davidianus*) using deep learning and smartphone images
6. 山崎大海, 清水則雄, 土岡健太, 上田進, 高松哲夫, 佐藤捷徳, 桑原一司. 2013. 東広島市豊栄町に生息する国の特別天然記念物 オオサンショウウオの保全に向けた実践的研究. *Bulletin of the Hiroshima University Museum* 5:29-38
7. 内藤順一. 2018. 広島県の可愛川中流域におけるオオサンショウウオの食性. *Natural History of Nishi-Chugoku Mountains*. 18:19-34
8. 土井敏男. 1999. ニホンイシガメを捕食していたオオサンショウウオ. *兵庫陸水生物*, 50:93
9. 栃本武良. 1994. オオサンショウウオの餌 ①. *兵庫陸水生物*, 44:31-32
10. 田口勇輝, 夏原由博. 2009. オオサンショウウオが遡上可能な堰の条件, *保全生態学研究*, 14巻(2009) 2:165-172