

揖斐川・長良川の地形発達史と地質学的要因の違い ～なぜ揖斐川にオオサンショウウオがいないのか～

岐阜県立大垣北高校自然科学部オオサンショウウオ班

杉本巧翔・伊藤力也・金森愛子・成瀬心遥・木村仁美・森憲仁・飯田智輝・永田壱吹

1. はじめに

揖斐川・長良川(図 1)は、流域の面積・気候が非常に似ており、魚類相にも大きな違いはないが、世界最大級の両生類であるオオサンショウウオ(*Andrias japonicus* 図 2)や、近年新種として発見されたタニガワナマズ(*Silurus tomodaï*)は、長良川に生息するのに対し、揖斐川では生息が確認されていない。オオサンショウウオ・タニガワナマズは、西日本から分布を広げてきた(Matsui et al. 2008/Tabata et al. 2016)ことが分かっているため、長良川より西に位置する揖斐川には両種が生息していても不思議ではない。そこで、近距離にある揖斐川と長良川の間に、両種の生物の生息の有無に関わるほどの河川の特徴の違いがあるのではないかと考え、この研究を行った。

今回は、私たちが普段から研究対象としているオオサンショウウオに着目し、オオサンショウウオが揖斐川に生息していない理由に、揖斐川の地形発達史や地質学的要因が関わっていると仮説を立て、過去から現在までの揖斐川・長良川の河川状況と周辺の地質を調べ、比較した。



図 1: 木曾三川本流の地図



図 2: 成体のオオサンショウウオ
(岐阜県郡上市和良川で撮影)

2. 環境 DNA 調査

オオサンショウウオの生息域を確認するため、揖斐川 8 地点・長良川 10 地点(図 3)において環境 DNA 調査を実施した。なお、オオサンショウウオ保全の観点から、近隣の三重県や京都府などで侵入が確認され、在来種のオオサンショウウオとの交雑が進んでいる外来種のチュウゴクオオサンショウウオ(*Andrias davidianus*)の侵入の有無も同時に調査した。

《調査の方法》(一般社団法人環境 DNA 学会. 2019)

- ①河川から環境水を採水、ろ過し、環境 DNA を抽出した。
(採水日: 2019 年 8 月 6 日/繁殖のために移動が活発になる時期に採水)
- ②ミトコンドリア DNA の NADH-1 に結合するプライマーを用いて、PCR を実施し、DNA を増幅した。
- ③電気泳動によって、増幅した DNA を検出した。

※使用したプライマー (Fukumoto et al. 2015)

オオサンショウウオのミトコンドリア DNA を増幅するためのプライマー

{ Andrias japonicus-NADH1-F primer:CGGCGTTCTTCAACCATTG-->
 { Andrias japonicus-NADH1-R primer:<--TTAACCACCTCCTTAATAATTTGAGCT

チュウゴクオオサンショウウオのミトコンドリア DNA を増幅するためのプライマー

{ Andrias davidianus-NADH1 F primer:AACACTCTTTTTAATTGCCCAATAT-->
 { Andrias davidianus-NADH1 R primer:<--GTTCTATTTATCCTTGCATTATCCAGT

《結果》

長良川の中上流部の 6 地点からオオサンショウウオの環境 DNA が検出され、チュウゴクオオサンショウウオの環境 DNA は検出されなかった。揖斐川では、オオサンショウウオの環境 DNA は検出されなかったが、2 地点からチュウゴクオオサンショウウオの環境 DNA が検出された (図 3)。

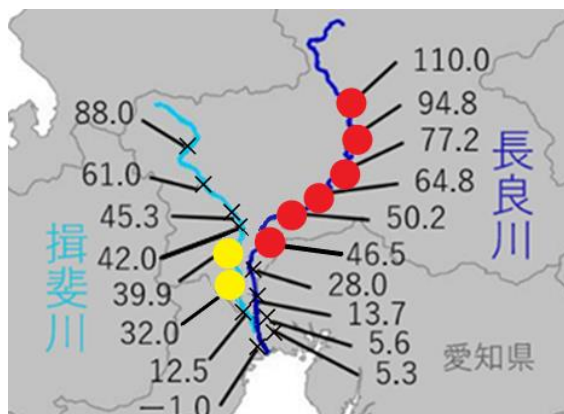


図 3: 環境 DNA 調査の採水地点と結果

《考察》

長良川の中上流部でオオサンショウウオが生息し、揖斐川でオオサンショウウオが生息していないことが改めて確認された。加えて、揖斐川本流が流れる市町村にまつわる市町村史などの郷土資料や、オオサンショウウオについての記事が掲載されていた岐阜県で広く購読されている新聞を調べたが、揖斐川にオオサンショウウオが継続的に生息していることを示す資料はなかった。揖斐川にはオオサンショウウオの生息を妨げるほどの、何らかの地形・地質要因があるのではないかと推測される。

3. 現在の地形に関する違い

《仮説》

河川の流速や流量に影響を与える傾斜が、揖斐川と長良川で異なっているのではないか。

《調査の内容》

オオサンショウウオの生息が確認されていない揖斐川と、オオサンショウウオの生息が確認されている長良川・桂川(京都)・猪名川(兵庫・大阪)・太田川(広島)の、標高 27m~345m(長良川でのオオサンショウウオの生息範囲より算出)の流程を 100m 毎に区切り、各区間の始点から終点までの標高差の平均値を求め、揖斐川と生息する 4 河川それぞれで U 検定を行う。

《結果》 表1：調査対象とした5河川の傾斜と有意差の有無

	桂川 (n=804)	長良川 (n=702)	揖斐川 (n=462)	太田川 (n=548)	猪名川 (n=303)
オオサンショウウオの生息	+	+	-	+	+
各区間の標高差の平均値±SE(m)	0.259±0.059	0.318±0.064	0.359±0.132	0.482±0.065	0.632±0.133
揖斐川とのU検定の結果(有意差)	無	無		有	無
傾斜の緩急の比較	緩		急		

揖斐川と長良川、および揖斐川と他の3河川それぞれとのU検定の結果、揖斐川・長良川間においてp値が0.05を上回り、傾斜に有意差は見られなかった。揖斐川と他の3河川との比較では、揖斐川・太田川間においてのみ有意差が認められた(表1)。

《考察》

揖斐川と長良川の傾斜に有意差が見られなかったことから、傾斜の差にオオサンショウウオの生息の有無を分ける要因になるほどの大きな違いはないと考えられる。

また、傾斜を比較した結果、調査した全5河川の流程の中で、最も急な猪名川と最も緩やかな桂川に、ともにオオサンショウウオが生息している一方、猪名川の次に急な揖斐川にはオオサンショウウオが生息していないことから、やはり現在の傾斜の違いは、オオサンショウウオの生息の有無に関係ないと考えられる。

4. 過去の地形に関する違い

新生代第四紀後期更新世(12万6000年前から、1万1700年前までを指す地質時代区分 図4)にオオサンショウウオの分布域の拡大が最も活発であった(吉川ら, 2019)という先行研究をもとに、オオサンショウウオが分布域を拡大した時代に遡って地形を調査した。(タニガワナマズについても、およそ18万年前にイワトコナマズから分化した(Tabata et al. 2016)後、オオサンショウウオと同時期である後期更新世に分布域を拡大したと考えられる。)



図4：新生代第四紀の地質年代区分

《仮説》

オオサンショウウオの分布域の拡大が最も活発であった新生代第四紀後期更新世の揖斐川と長良川は、地形が大きく異なっていたのではないかと考えられる。

《調査の内容》

後期更新世における河川の規模を調べるため、GSI 国土地理院地図を用いて、揖斐川・長良川・桂川・猪名川・太田川の、流程1kmあたりの後期更新世に形成された段丘の面積を比較した。

《結果》表 2:5 河川の流程 1 kmあたりの後期更新世に形成された段丘の面積

河川名	オオサンショウウオの生息	流程 1kmあたりの後期更新世に形成された段丘の面積(m ²)
揖斐川	—	43,700
長良川	+	2,230,500
太田川	+	61,900
桂川	+	550,800
猪名川	+	1,880,400

比較対象とした、オオサンショウウオが生息している長良川や他の 3 河川に比べて、後期更新世に形成された揖斐川の段丘は面積が小さいことが分かった(表 2)。

《考察》

後期更新世の河川の規模を示す段丘の面積が小さいことから、後期更新世の揖斐川の規模が、長良川や他の 3 河川に比べて小さかったと考えられる。また、揖斐川の規模が後期更新世において小さかったということが、オオサンショウウオやタニガワナマズの生息を妨げたのではないかと考えられる。

5. 揖斐川・長良川の発達に関する違い

《仮説》

後期更新世における揖斐川が、長良川に比べ流量の少ない未発達で不安定な河川であったという、河川発達の時期の違いがあるのではないかと。

《調査の内容》

リス氷期(約 20 万年前に始まり、約 13 万年前に終了した氷期)から最終氷期(約 7 万年前に始まり、約 1 万年前に終了した最も新しい氷期。リス氷期の終了から最終氷期の終了までの期間は、後期更新世とほぼ一致する)までの揖斐川・長良川の隆起量を、リス氷期に形成された段丘と最終氷期に形成された段丘との標高差の平均を算出することで比較した(幡谷. 2017)。

《結果》 表 3: 揖斐川・長良川での段丘の標高差

河川名	オオサンショウウオの生息	段丘の標高差の平均値±SE(m)
揖斐川	—	64.2±0 (n=1)
長良川	+	18.9±3.22 (n=2)

揖斐川のリス氷期に形成された段丘と最終氷期に形成された段丘との標高差の平均は、長良川に比べて大きいことが分かった(表 3)。

《考察》

リス氷期に形成された段丘と最終氷期に形成された段丘との標高差は、リス氷期から最終氷期までの期間における河川の隆起量とみなすことができる(幡谷. 2017)。

つまり、リス氷期から最終氷期までの期間における揖斐川の隆起量が、長良川に比べて大きいことが分かる。

よって、長良川は、後期更新世にはすでに現在のような発達した川として確立していたのに対し、揖斐川は、後期更新世に高低差が拡大していったと考えられる。こうした高低差の拡大によって、後期更新世において、揖斐川では流量の増加が起こり、現在のような大規模な河川に発達していったのではないかと考えられる。

また、後期更新世において揖斐川が発達の途中であったことが、オオサンショウウオやタニガワナマズの生息を妨げたのではないかと考えられる。

6. 揖斐川・長良川の地質に関する違い

揖斐川・長良川の地形発達史の違いに着目して調査を行った結果、揖斐川・長良川の発達時期に違いがあるのではないかと考えられた。

しかし、揖斐川がオオサンショウウオやタニガワナマズの生息に適した状態にまで発達し、安定した現在においても、揖斐川で両種が生息・繁殖する様子は確認されない。そこで、揖斐川と長良川には、地形発達史の他に、現在における違いがあると考え、現在の揖斐川・長良川流域の地質について調査した。

《仮説》

現在の揖斐川・長良川流域に分布する岩石は、異なっているのではないか。

《調査の内容》

長良川と比較し、現在の揖斐川の地質を探るため、シームレス地質図を用いて、河川流域に分布する主要な岩石の分布を調査した。

《結果》

揖斐川付近には花崗岩や玄武岩が、長良川付近にはチャートが多く分布している(図5)。

《考察》

花崗岩や玄武岩は、チャートに比べ脆いことから、揖斐川は、長良川に比べ、流域の地層の風化・浸食作用に対する抵抗性が低いと考えられる。

オオサンショウウオやタニガワナマズは、河川の中上流部にある天然の横穴を生



図5: 揖斐川・長良川流域の岩石の分布
(■:花崗岩 ■:玄武岩 ■:チャート)

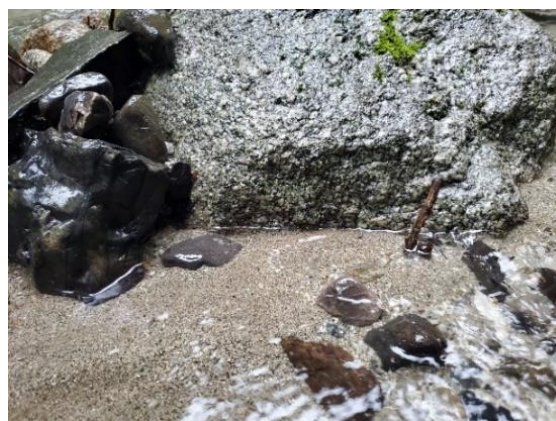


図6: 真砂土によって埋没した河川の横穴
(揖斐川水系粕川支流の古田川で撮影
/岐阜県揖斐川町春日美東)

息の拠点とすることが知られている。揖斐川付近に多く分布する花崗岩が風化した際に生じる真砂土によって、両種の生息巣穴が埋没してしまう(図 6)ことが、現在に渡ってオオサンショウウオ・タニガワナマズの揖斐川での生息を困難にしているのではないかと考えられる。

7. まとめ

新生代第四紀後期更新世当時の揖斐川の規模、現在の揖斐川付近に分布する岩石などについて調べた結果、揖斐川の地形発達史や地質学的要因には、隣接する長川と比べ、河川規模や発達時期、主要な岩石に大きな違いがあると分かった。また、この違いがオオサンショウウオやタニガワナマズなどの生物の生息の有無に深く関わっていると考えられる。

今後は、今回の研究を、外来種の人為的な流入によって絶滅の危機に瀕しているオオサンショウウオや、新種のため生態などについてまだまだ謎が多いタニガワナマズの生息条件の解明や保全活動に活用していくとともに、揖斐川の地形発達史・地質学的特性をさらに明らかにしていきたい。

8. 謝辞・参考文献

岐阜県立岐阜高等学校自然科学部の皆さんに、環境 DNA のサンプルを提供していただきました。また、岐阜大学工学部の小嶋智教授に、研究の方向性についてご助言をいただきました。厚く御礼申し上げます。

1. Masafumi Matsui, Atsushi Tominaga, Wan-zhao Liu, Tomoko Tanaka-Ueno. 2008. Reduced genetic variation in the Japanese giant salamander, *Andrias japonicus* (Amphibia: Caudata)
2. Sou Fukumoto, Atsushi Ushimaru, Toshifumi Minamoto. 2015. A basin-scale application of environmental DNA assessment for rare endemic species and closely related exotic species in rivers: a case study of giant salamanders in Japan
3. Ryoichi Tabata, Ryo Kakioka, Koji Tominaga, Takefumi Komiya, Katsutoshi Watanabe. 2016. Phylogeny and historical demography of endemic fishes in Lake Biwa: the ancient lake as a promoter of evolution and diversification of freshwater fishes in western Japan
4. 幡谷竜太. 2017. 「長期的な大地の動きを探る」隆起と沈降、堆積と侵食
5. 吉川夏彦, 松井正文, 西川完途, 村田満, 西松伸一郎, 大沼弘一, 岡田純, 齊藤修, 水戸直, 田口勇輝, 高木雅紀, 清水善吉. 2019. ゲノムデータを用いたオオサンショウウオの集団遺伝構造解明の試み(第16回日本オオサンショウウオの会発表スライド)
6. 松原典孝. 2019. 河川の特徴とそれにかかわる地学的要因
7. 一般社団法人環境 DNA 学会. 2019. 環境 DNA 調査・実験マニュアル ver. 2.1
8. 国土地理院地図. GSI. <https://maps.gsi.go.jp/>
9. 産総研シームレス地質図. <https://gbank.gsj.jp/seamless/>