

北陸・上越地方に特有な高田型トノサマガエル (*Rana nigromaculata*) の生物地理学研究とカエルツボカビ症モニタリング調査による環境評価

川内 一憲

福井両生爬虫類研究会、919-0747 福井県あわら市御簾尾 7-17

はじめに

高田型トノサマガエルは、背中線がなく、腹部には雲状あるいは点状の黒色斑紋を持ち、背中の黒色斑紋が独立したダルマガエル(*Rana porosa brevipedata*)の特徴を有し、後肢がよく発達したトノサマガエル(*Rana nigromaculata*)の体型している(前田・松井, 1989)。本種は、1950年、新潟県上越地方(旧高田地方)で最初に棲息が確認され、新潟県の西南部から富山・石川・福井県にわたる北陸地方にトノサマガエルと混棲しているという(Moriya, 1952, 1954; 守屋, 1955)。詳細な地理的分布調査が行われたのは、福井県内が初めて(川内他, 2006)で、石川(宮崎他, 2007)や富山では報告情報は少なく、本格的な調査はなされていない。

本種とトノサマガエルは同所的に分布していることから(守屋, 1955)、本種の形質は、遺伝子支配を受けてある頻度で出現するものと考えられ(藤井他, 2004; 2006)、その特徴は、日本固有種のダルマガエルの特徴と符合する点が多い。トノサマガエルとダルマガエルは同一の先祖から進化してきたと考えられるため交雑すると考えられている(守屋, 1955; 小池他, 2003)。福井県は日本海沿岸地域で、唯一ダルマガエルが敦賀以南の嶺南地方で生息する地域であるが、嶺北地方は現在の生息域ではない(福井県, 2002; 長谷川巖, 2002)。氷河期にロシア沿海州を基点とする北方系のトノサマガエルが対馬海峡を渡り日本海沿岸を北上して来た際、すでに分布していた南方系のダルマガエルと福井で交雑が起き、北陸地域へと分布を広げた可能性がある(松井, 1996)。本種の確かな地理的分布域の特定や遺伝的形質(藤井他, 2004)など生物進化を解明するために、北陸・上越地方を中心とした環日本海沿岸での詳しい分布と標本採集を目的に、今回富山県内で調査を行ったので報告する。

また、今回の調査と平行してカエルツボカビ症のモニタリング調査も実施し、環日本海の自然環境を評価することを目的とする。2006年に日本に上陸したことが確認されたカエルツボカビは、高い致死率のため、両生類に致命的な影響をもたらすとされ、急速に全国で調査が行われた(朝日新聞 2007/11/16 付; 五箇, 2009)。カエルツボカビ症侵入に対する警戒のため、定期的・継続的なモニタリング調査が必要である。

この研究は、富山県・日本海学推進機構・日本海学研究グループ支援事業(TIC 日海第2号・平成22年6月18日)から助成を受けて実施された。

調査地とその方法

分布、標本採集の調査は、2010年に、トノサマガエルが生息する平野から低山地(500m)の範囲で行った(富山県, 1987)。富山県を神通川本流を境に東部と西部に分けた(図1)。本県東部には、海拔3000m級の飛騨山脈を源流とする常願寺川、黒部川などの急流河川が発達し、扇状地を形成している。この地域での調査範囲は、新潟県境の朝日から入善・黒部・魚津・滑川・上市・立山・神通川の東部の富山までの4市4町の東西約50kmで行った。一方、県西部は、飛騨山地を由来する緩やかな庄川の扇状地や緩流河川・小矢部川が流れ、ここ一帯に丘陵地や瀧埋平野が見られる。この地域での調査範囲は、石川県境の水見から高岡・小矢部・南砺・射水・砺波・神通川の西部の富山までの7市の東西約40kmで行った(富山県, 2002)。これらの調査範囲で、7月から冬眠が始まる10月にかけて、水田や緩やかに流れる用排水路とその土手、溜池、および湿地でタモ網にて捕獲に努めた。調査地点では、その地名、日時、確認された両生類を記録した。本種やトノサマガエルが確認された地点では、その個体数、背中線の有無を、捕獲され

た個体は腹部の黒色斑紋の有無を記録し、必要な個体を標本採集した後、その場で放した。採集した個体とその地点の写真撮影をした。同時に捕獲・確認された動物および植生も記録した。また、聞き取り調査も平行して行った。特に、カエルツボカビの採集地点は、市街地に近い場所、ウシガエルの生息場所および多くの種が生息する場所で、カエル類やイモリが捕獲されたとき、その個体の体表面を綿棒で拭いサンプルを採取した（麻布大, 2007；環境省野生生物課外来生物対策室, 2007）。

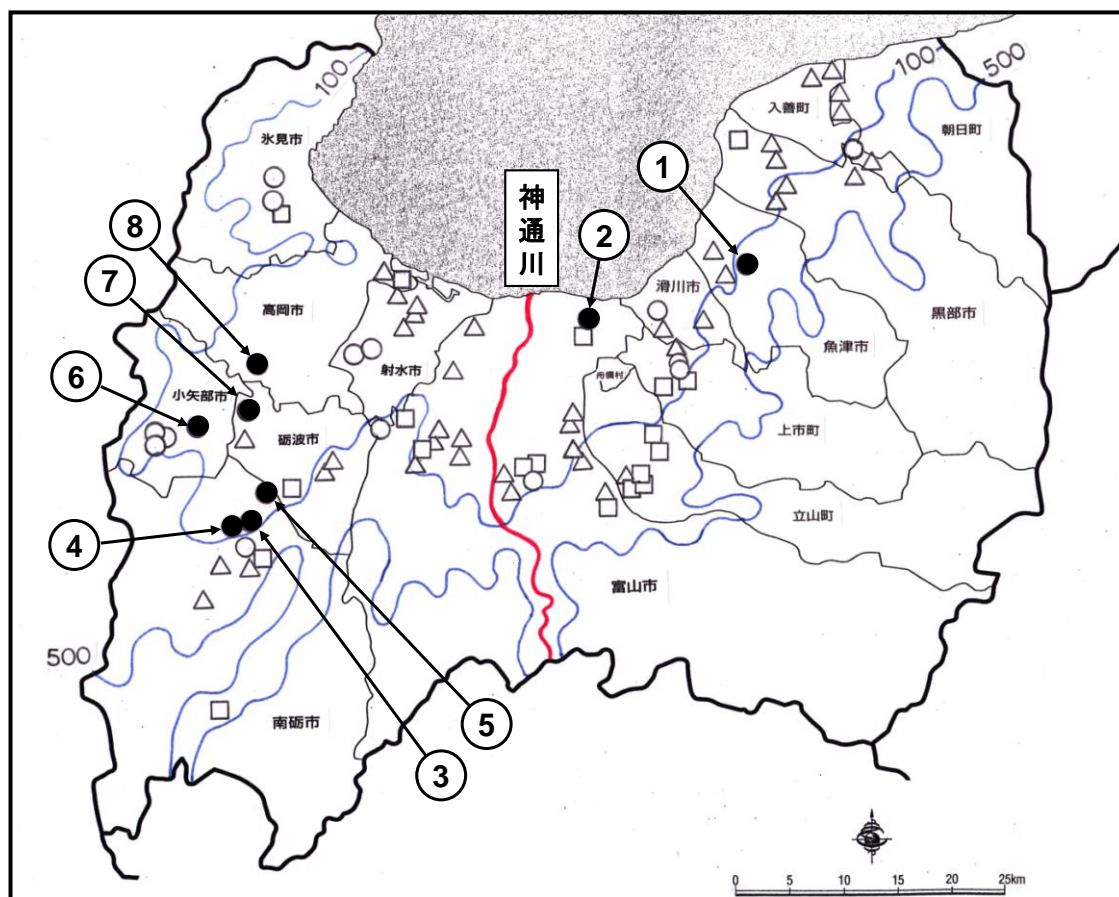


図1. 調査地域、調査地点および高田型が確認された地点

各記号は、●は高田型が確認された地点、トノサマガエルが20個体以上確認した地点は○、10個体以下の地点は□、未確認地点は△で示した。

結果と考察

1) 地理的分布について

2010年7月10日から10月14日に調査された県東部は4市4町で、朝日2、入善4、黒部6、魚津3、滑川3、上市5、立山6および富山市東部13の計42地点、一方、県西部では7市で、氷見3、高岡3、小矢部4、南砺9、射水6、砺波5および富山市西部10の計40地点であった（図1、表1）。

本種は、県東部の2地点と県西部の6地点で計33個体が、また、トノサマガエルは41地点で計970個体が確認された。腹部斑紋の有無を確認できた本種(27個体)のうち黒色斑紋を有するものは25個体、93%であった。一方、トノサマガエル(454個体)では、0.9%で腹部斑紋を確認した。高田型トノサマガエルが高い割合で腹部斑紋をもつことを確認できた。県内で確認できたトノサマガエルは970個体で、うち高田型は33個体(3.3%)確認できたが(表1)、各地点のトノサマガエルに対する高田型の出現頻度(%)は、県東部では、魚津市湯上:2.4、富山市中野:5.4であるが、県西部は、南砺市北市:10.9、同市広安:

9.5、同市専勝寺：8.7、小矢部市内御堂：9.7、砺波市東中：7.7、および高岡市醍醐須田：9.3 であった（表2）。

本種の生息が確認された地点は、県東部の魚津市湯上（①；8月21日）と富山市野中（②；9月20日）、一方、県西部では南砺市井波町北市（③；7月10日）、南砺市福野町広安（④；7月10日）、南砺市井波町専勝寺（⑤；10月14日）、小矢部市内御堂（⑥；8月17日）、砺波市東中（⑦；10月11日）および高岡市醍醐須田（⑧；10月11日）であった（表2）。これらの生息環境は、魚津市湯上では、近くに溜池がある幅の広い谷津田で、一部放棄水田のある耕地整理の行われていない土水路で見つかった。この水路は、土手や畦に背丈約10～30cmの雑草が生え、幅約50cm、水深1～5cmの緩やかな流れであった（図2）。富山市野中では、常願寺川の海岸から2.2km上流の水田地帯で、耕地整理がされていたが、土水路が多く

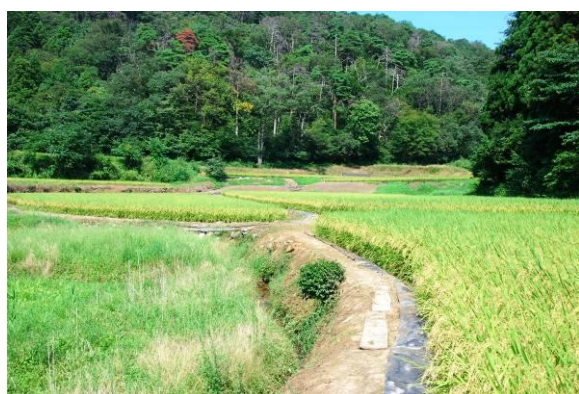


図2. ①魚津市湯上の生息環境；2010. 8. 21



図3. ③南砺市井波町北市の生息環境；2010. 7. 10

表1. 調査地域における確認個体数と地点数

地域	地点数	背中線無し(高田型)				背中線有り(トノサマガエル)			
		腹部斑紋			個体数 (地点数)	腹部斑紋			個体数 (地点数)
		有り	無し	未確認		有り	無し	未確認	
県東部	42	2	0	2	4(2)	0	114	208	322(19)
県西部	40	23	2	4	29(6)	4	336	308	648(22)
計	82	25	2	6	33(8)	4	450	516	970(41)

表2. 高田型が確認された地点の出現個体数

No.	地名	調査日	背中線無し(高田型)				背中線有り(トノサマガエル)				メッシュNo. ¹⁾	標高 (m)
			腹部斑紋			個体数:a (a/b; %)	腹部斑紋			個体数:b		
			有り	無し	未確認		有り	無し	未確認			
①	魚津市湯上	8月21日	1	0	0	1(2.4)	0	7	34	41	5537-1344-1	95
②	富山市中野	9月20日	1	0	2	3(5.4)	0	35	21	56	5537-0282-9	5
③	南砺市井波町北市	7月10日	12	0	0	12(10.9)	0	50	60	110	5436-6775-5	80
④	〃 福野町広安	7月10日	0	0	2	2(9.5)	0	3	18	21	5436-6763-2	75
⑤	〃 井波町専勝寺	10月14日	2	0	0	2(8.7)	2	21	0	23	5436-7706-3	79
⑥	小矢部市内御堂	8月17日	5	2	0	7(9.7)	0	22	50	72	5436-7771-9	36
⑦	砺波市東中	10月10日	2	0	0	2(7.7)	1	25	0	26	5436-7793-7	23
⑧	高岡市醍醐須田	10月10日	2	0	2	4(9.3)	0	17	26	43	5536-0736-8	34
計			25	2	6	33(8.4)	3	180	209	392		

1) 末尾の数字は、環境庁都道府県別メッシュマップの1km四方の面積を基盤の目に9等分し、上段左上を1とし右方向へ順に2、3とする。同様に中段、下段へと割り振った数字。

存在する場所で見つかった。この水路は、土手に背丈 5~25cm の雑草が生え、幅 1.0~1.3m、水深 10~30cm の少し早い流れであった。一方、南砺市井波町北市 (図 3)、同市井波町専勝寺、小矢部市内御堂、砺波市東中、高岡市醍醐須田は、集落間や付近に民家がある水田で、道路脇のコンクリート三面張り用排水路の土手およびその周辺のぬるめや休耕田で見つかった。これらの水路は、土手や畦に背丈 10~30cm の雑草が生え、幅 30~40cm、高さ 30~50cm、水深 2~15cm の緩やかな流れであった。さらに、南砺市福野町広安では、堤防の幅約 40m、護岸整備された山田川中流域の河川敷からも見つかった。その場所は少し流れの早い浅瀬となった岸際のヨシや雑草が生えた所であった。

本調査中に確認された動植物の種は、両棲類：イモリ・トノサマガエル・ニホンアカガエル・ヤマアカガエル・ツチガエル・ウシガエル・リアオガエル・ニホンアマガエル…8 種、爬虫類：イシガメ・サガメ・ミドリガメ・マムシ・シマヘビ…5 種、魚類：メダカ・トミヨ・ドジョウ・アジメドジョウ・タナゴ・タモロコ・フナ・バス…8 種、貝類：マルタニシ・モノアラガイ・オオタニシ・サカマキガイ・カワニナ…5 種、植物類：イチョウウキゴケ・シャジクモ・バイカモ・ヒルムシロ・イヌタヌキモ・キクモ・ガマ・ヒシ…8 種およびその他：アメリカザリガニ・サワガニ・ニホンジカ…3 種の計 37 種が記録された。これらの種で、環境省またはレッドデータブックとやま (富山県, 2002) に記載されている 12 種の稀少な野生動植物が確認され、両棲類では、イモリ (6 地点) : 環境省 ; 準絶滅危惧 / 富山県 ; 希少種 (以下、地点数 : 環境省 / 富山県の順に示す)。爬虫類では、イシガメ (1) : 指定無し / 情報不足、魚類では、メダカ (3) : 絶滅危惧 II 類 / 危急種・トミヨ (1) : 指定無し / 危急種・ドジョウ (27) : 指定無し / 希少種・アジメドジョウ (1) : 指定無し / 情報不足・タナゴ (1) : 絶滅危惧 / 指定無し、貝類では、マルタニシ (6) : 準絶滅危惧 / 絶滅危惧種・モノアラガイ (4) : 準絶滅危惧 / 危急種・オオタニシ (4) : 指定無し / 希少種および植物類では、イチョウウキゴケ (2) と シャジクモ (2) : 絶滅危惧 I 類 / 指定無しなどであった。この中で、イモリはが山際の地域で多く確認された。また、ドジョウは、滑川市から石川県境にかけて平野部で多く確認された。特定外来種のウシガエルが砺波市安川、富山市野中、同市婦中町富崎の 3 地点で泣声や幼体が確認された。しかし、要注意外来種のアメリカザリガニが氷見市大野の 1 地点でしか確認されなかった。これは、ドジョウが確認された割合に対し非常に少なく、捕獲の方法に問題が有るのではなく本県内の水田地帯に極所的に分布していると思われる。因みに、福井県の坂井平野では、水田の排水路には非常に広い範囲で生息が確認されている。

高田型トノサマガエルの形質の特徴と考察

県西部で捕獲された高田型トノサマガエルの腹部斑紋のパターン (図 7~9) は、あごから胸部にかけて雲状あるいは点状の黒色斑紋が見られ、福井県産のもの (図 5) と良く似ている。捕獲後、しばらくすると斑紋の色が褪せてくる特徴もよく似ている。他方、県東部に位置する富山市野中での高田型の腹部斑紋 (図 7) は、点状の黒色斑紋が、あごから腹部上部と大腿部にも強く現れている。この特徴は、新潟県上越市で捕獲された典型的な高田型トノサマガエルの特徴 (図 6) とよく一致している。

これら高田型の出現頻度を比較すると、福井県では平均 16% (川内他, 2006) であるが、富山県では 3.3% と非常に少ない。富山県内の出現頻度は、県西部は、8~11% に対し県東部では 2~5% と少なく、西高東低の様相である。今回の調査で、高田型が確認された地点は、トノサマガエルが約 20 個体以上確認された地点からで、前者では、平野部) かけ 15 地点と多くが見つかり、後者の 2 倍となっていた (図 1、表 2)。ただし、未確認調査地点も多くあるので、更なる調査が必要である。特に、富山市呉羽野田では 1 個体も見つからず、代わりに多数のツチガエルの生息を確認した。しかし、昭和 50 年代までは同地区に多くのトノサマガエルが生息していたことが知られている (聞き取り調査)。一方、県東部にある黒部市、滑川市および上市町の立山連峰山麓では、20 個体以上のトノサマガエルが確認された地点で高田型は確認できていない。従って、この地域では、高田型の出現頻度は確実に低いといえる。

新潟県上越地方では、発見当時の 1950 年ごろ高田型トノサマガエルの出現頻度は約 30% であったが (矢



高田型



図4. 福井県産ダルマガエル

図5. 福井県嶺北産トノサマガエ



高田型

17



17

図6. 新潟県上越産トノサマガエル



高田型



図7. ②; 富山市野中産

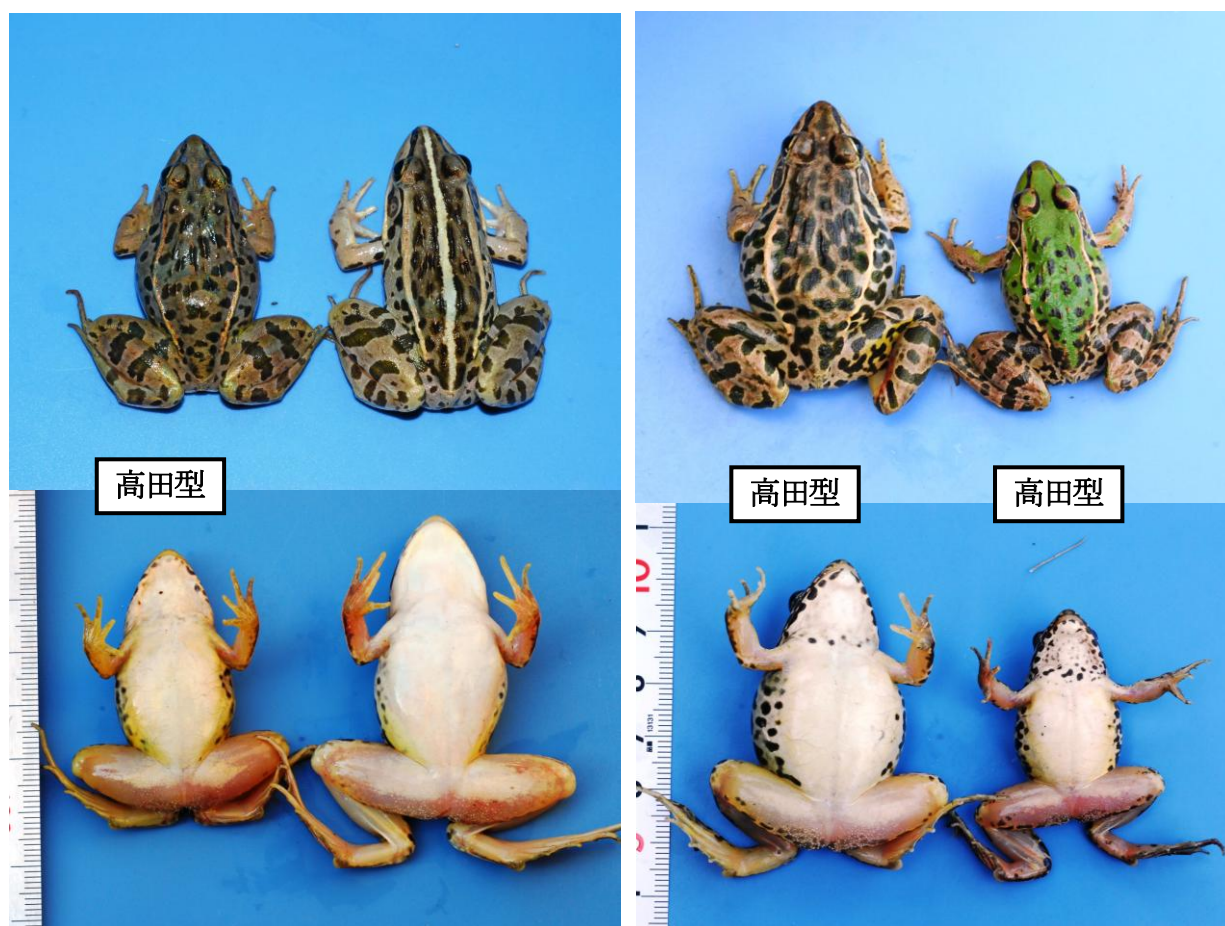


図8. ①; 魚津市湯上産トノサマガエル

図9. ⑤; 南砺市専勝寺産

野, 1970)、近年、稀にしか見つからない (梅林, 2003)。他方、福井県あわら市での高田型の出現頻度は20% (川内他, 未発表) を超える。しかし、近年、耕地整理や土地開発によりトノサマガエルの生息環境が悪化しその個体数が減少しているため、早急に調査が必要と考えられる。

図5の福井県産高田型トノサマガエル (以下、福井産) と図6の新潟県上越産の高田型トノサマガエル (以下、上越産) を比較すると同じ表現型とは言い難い。福井産は、嶺南三方産ダルマガエル (岡山タイプ・図4) の特徴をよく保存している。胴部は比較的太く、腹部の斑紋はあごから胸に雲状の斑紋を持つ個体が多くみられ捕獲後時間とともに褪色する。一方、上越産では、胴部はトノサマガエルと同程度にスリムであり、腹部の黒色斑紋が大腿部まで良く発達していて捕獲後も褪色することがない。富山県産高田型では、県西部から県東部に向かって、福井産から上越産へと移行している様相が見受けられる。

北陸・上越地方では、少なくとも福井産と、上越産の2つの表現型が存在し、北陸の西南部地域ほど福井産が優位になり出現頻度も高い傾向となり、一方、北陸の東部地域ほど上越産が優位になり福井産の出現頻度も下がるものと思われる。今後、石川県での福井産および上越産の調査を実施して、この仮説を立証して行きたい。

2) 遺伝子解析とカエルツボカビ症について

採集個体数は、遺伝子解析用に富山県内の15地点と福井県のトノサマガエルとダルマガエルおよび滋賀県のダルマガエルの計64個体、一方、カエルツボカビ用に県内の25地点から計46個体を採集された (図2)。これらの内訳は、前者は高田型14、トノサマガエル39、ニホンアカガエル1および福井県のトノサマガエル・ダルマガエルと滋賀県のダルマガエル10の各個体数で、後者は高田型7、トノサマガエル20、ニ

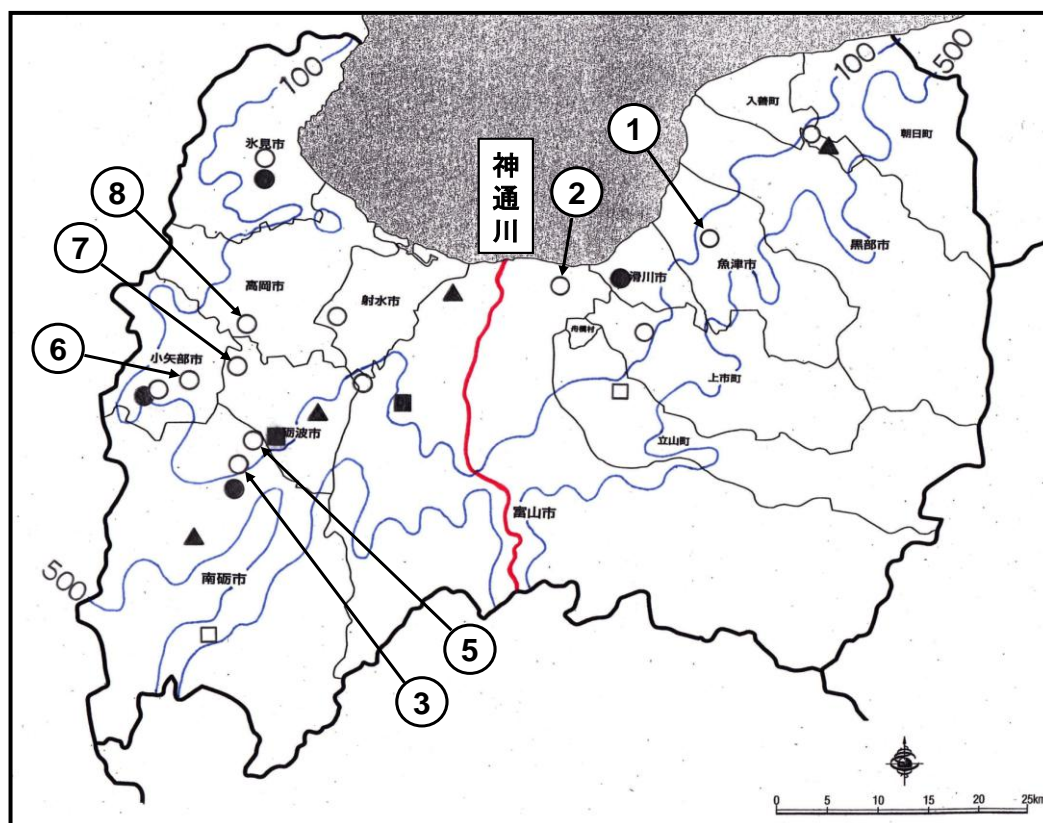


図10. 遺伝子解析およびカエルツボカビの標本を採集した地点

遺伝子解析のものは、記号○、□の15地点。カエルツボカビ症のものは、●、■、▲の10と遺伝子解析のもの15を合わせた計25地点を示す。

ホンアカガエル6、ツチガエル6、ウシガエル3、アマガエル3、イモリ1の各個体数であった。

高田型トノサマガエルは体型的にみてトノサマガエルである。このことはミトコンドリア・シトクロムc オキシダーゼ・サブユニット遺伝子の解析でも支持される(藤井他, 2004; 2006)。しかし、背中線の欠落、腹部の雲状あるいは黒色斑紋はダルマガエルの特徴と一致する。また、福井のトノサマガエルは腹部斑紋を有している個体が少なくはなく典型的とは言い難い。近年、ダルマガエルとトノサマガエルの交雑が懸念されているが(小池他, 2003)、福井県でも雑種交配が起き、両者の遺伝子浸透が起きているのかも知れない。残念ながら、高田型トノサマガエルにダルマガエルの遺伝的形質の浸透を確認できていない(川内他, 2006)。今後、富山県で採集された個体の解析が待たれ、さらに詳細な調査・研究をとおして高田型トノサマガエルの由来を解明したい。

カエルツボカビ症は、2007年の全国の野生両生類のDNA分析の結果、富山県や福井県では確認されなかったが、日本にはもともとカエルツボカビ菌が存在し、国内のカエルツボカビ菌の多様性は世界と比べ非常に高いことが明らかになった。ところが、在来種の被害は報告されていない(五箇, 2009)。今回採集された個体の解析が待たれ、カエルツボカビ症の状況把握の基礎資料としたい。カエルツボカビ症侵入に対する警戒のため、定期的・継続的なモニタリング調査が必要であると考えられる。

謝 辞

福井大学医学部教授の藤井豊博士には、原稿を見ていただいた。富山市科学文化センターの南部久男氏には、富山県内でのトノサマガエルの生息状況情報を、財団法人上越環境科学センター環境部の梅林正氏には、新潟県上越地方の高田型トノサマガエルや資料をいただいた。ここに記して、深謝申し上げます。

要 旨

富山県内において、2010年に、高田型トノサマガエルの地理的分布、遺伝子解析およびカエルツボカビ症の標本採集を目的に調査を行った。高田型は、1950年に新潟県上越市で確認され、背中線がなく、腹部には点状の黒色斑紋を持っている。福井県では、嶺北で生息が確認されているが、嶺南では見つかっていない。2007年になって石川県加賀市での生息が確認された。高田型は、県東部の2地点と県西部の6地点で計33個体が、同時に、トノサマガエルは41地点で計970個体が確認された。腹部斑紋の有無を確認できた高田型のうち黒色斑紋を有するものは93%と高い割合であった。これらの生息環境は、水田地帯の土水路や道路脇のコンクリート三面張り排水路の土手およびその周辺の休耕田などが多く、一方、谷津田の耕地整理の行われていない土水路で、さらに、河川敷の浅瀬でも見つかった。高田型の出現頻度を比較すると、福井県では平均16%であるが、富山県では3.3%と非常に少ない。富山県内の出現頻度は、県西部は8~11%に対し県東部では2~5%と少なくなっている。

県西部の高田型の腹部は、雲状あるいは点状の黒色斑紋が見られ、福井県産のものと良く似ている。他方、県東部での高田型では、点状の黒色斑紋が腹部と大腿部にも強く現れ、この特徴は、新潟県上越市の典型的な高田型とよく一致している。富山県内の高田型では、県西部から県東部に向かって、福井産から上越産へと移行している様相が見受けられる。北陸・上越地方では、少なくとも福井産と上越産の2つの表現型が存在し、北陸の西南部地域ほど福井産が優位になり出現頻度も高い傾向となり、一方、北陸の東部地域ほど上越産が優位になり福井産の出現頻度も下がるものと思われる。おそらく、高田型トノサマガエルは北陸に広く生息しているものと考えられる。今後、石川県での福井産および上越産の調査を実施して、この仮説を立証して行きたい。

遺伝子解析とカエルツボカビ症の採集個体数は、遺伝子解析用に富山県内の15地点から計64個体、一方、カエルツボカビ用に県内の25地点から計46個体を採集された。富山県産高田型では、県西部から県東部に向かって、福井型から上越型へと移行している様相が見受けられ、高田型にダルマガエルの遺伝的形質の浸透が起きているのかも知れない。残念ながら、福井県産高田型にダルマガエルの遺伝的形質の浸透を確認できていない。今後、富山県で採集された個体の遺伝子解析が待たれる。カエルツボカビ症は、2007年、全国の調査結果、富山や福井県では確認されなかった。ところが、国内のカエルツボカビ菌の多様性は世界と比べ非常に高いが、在来種の被害は報告されていない。今回採集された個体の解析が待たれ、カエルツボカビ症の状況把握の基礎資料としたい。

引用文献

- 麻布大学. 2007. ツボカビ症に関する解説書. 8pp. 爬虫類と両生類の臨床と病理のための研究会.
- 福井県. 2002. 福井県の絶滅のおそれのある野生動物 2002, 福井県レッドデータブック (動物編). 243pp. 福井県.
- 藤井豊, 木元久, 川内一憲, 長谷川巖. 2004. トノサマガエル (*Rana nigromaculata*) とダルマガエル (*Rana porosa brevipoda*) のミトコンドリア・シトクロム c オキシダーゼ・サブユニット I (COI) 遺伝子の比較. 福井陸水生物会報, 11 : 15-18.
- 藤井豊, 木元久, 川内一憲, 長谷川巖. 2006. トノサマガエル (*Rana nigromaculata*) とダルマガエル (*Rana porosa brevipoda*) 水晶体に発現する構造タンパク質 : クリスタリンの比較—γ27 による両種の識別法—. *Ciconia*, 11 : 39-43.
- 五箇公一. 2009. 外来生物の生物多様性影響. 生物の化学 遺伝 Vol. 63No. 6 : 93-100.
- 長谷川巖. 2002. 福井県のダルマガエル生息地の消長. 福井陸水生物会報, 9号 : 9-13.
- 川内一憲, 藤井豊, 木元久, 長谷川巖. 2003. 福井県にみられるトノサマガエル種族の多様性. 福井大学医学部研究雑誌, 4巻(1) : 81-85.
- 川内一憲, 藤井豊, 木元久, 長谷川巖. 2006. 福井県における高田型トノサマガエルの出現頻度. *Ciconia*,

11 : 30-38.

- 環境省野生生物課外来生物対策室. 2007. カエルツボカビ感染状況調査実施の手順と留意点. 7pp. 環境省, 東京.
- 小池裕子・松井正文. 2003. 保全遺伝学. 299pp. 東京大学出版, 東京.
- 前田憲男・松井正文共著. 1989. 日本カエル図鑑. p. 84-87. p. 92-95. 文一総合出版, 東京.
- 松井正文. 1996. 両生類の進化. 302pp. 東京大学出版, 東京.
- Moriya, K. 1952. Genetical Studies of the Pond Frog, *Rana nigromaculata* I. Two Types of *Rana nigromaculata nigromaculata* found in Takata District, *Journal of Science of the Hiroshima Univ.* (Series B, Div. 1, Vol. 13, Art. 19): 189-197.
- Moriya, K. 1954. Studies on the Five Races of the Japanese Pond Frog, *Rana nigromaculata* Hallowell I. Difference in the Morphological Characters. *Journal of Science of the Hiroshima Univ.* (Series B, Div. 1, Vol. 15, Art. 1): 1-21.
- 守屋勝太. 1955. 日本産トノサマガエルの地方族種とその分布. 日本生物地理学会会報, 16-19 巻: 354-359.
- 宮崎光二・石原一彦. 2007. 両生類・爬虫類、(仮) 橋立自然園整備事業に伴う現況調査業務報告書・石川県加賀市, 131-135.
- 富山県. 1987. 富山県の両生類・爬虫類—自然環境管理計画策定のための調査—, 66pp. 富山県農地林務部自然保護課.
- 富山県. 2002. 富山県の絶滅のおそれのある野生動物、レッドデータブックとやま. 352pp. 富山県.
- 梅林 正. 2003. 新潟県上越市におけるトノサマガエル高田型 (takata black type) の記録. 両生類誌, No. 11. 31. (講演要旨)
- 矢野孝二. 1970. 随筆 高田のカエル. 新潟大学附属高田小学校PTA会報, No. 77 : 2.