

円山川流域の河道内湿地と水田における初夏期のカエル類広告音の比較

* 田和康太^{1,2}・佐川志朗^{3,4}

Differences in advertisement calls of frog species between inter-levee floodplain wetlands and rice paddy fields in the Maruyama River and the Izushi River, central Japan

* Kota Tawa^{1,2} and Shiro Sagawa^{3,4}

¹ Center for Climate Change Adaptation, National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki Pref., 305-0053, Japan

² River Restoration Team, Water Environment Research Group, Public Works Research Institute, 1-6, Minamihara, Tsukuba, Ibaraki Pref. 305-8516, Japan

³ Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 128 Shounji, Toyooka, Hyogo Pref., 668-0814, Japan

⁴ Hyogo Park of the Oriental White Stork, 128 Shounji, Toyooka, Hyogo Pref., 668-0814, Japan

* E-mail: zi14ktawa@gmail.com

Abstract In the Toyooka Basin, a reintroduction site for the Oriental Stork *Ciconia boyciana* in Japan, various types of wetlands are being restored to conserve floodplain biodiversity and provide foraging habitats for the storks. The Maruyama River and the Izushi River, which flow through the Toyooka Basin, have undergone wetland restoration by carving out high-water channels to create inter-levee floodplain wetlands. Although frogs are one of the target taxa of this restoration, their habitat status is not well clarified. We compared the reproductive status of frogs in seven inter-

levee floodplain wetlands and four rice paddy fields in the Maruyama River and the Izushi River. We monitored the advertisement calls of males on the night of 4 June 2019. In the inter-levee floodplain wetlands, there were several study sites where no frog calls were recorded, and the chorus level of advertisement calls was low. Alternatively, *Dryophytes japonicus* and *Fejervarya kawamurai* were heard in full advertisement chorus in all paddies. *Pelophylax nigromaculatus* also emitted advertisement calls only in the paddies. We suggest that these frog species breed mainly in rice paddy fields in early summer at the study sites, and that the inter-levee floodplain wetlands do not provide effective breeding habitats for them.

Key words floodplain, mating season, paddy water body, temporally wetland

はじめに

兵庫県北部を流れる円山川流域では、日本海河口から23km河川上流に至る円山川本川とその支流である出石川を含めた豊岡盆地において河川域（河道内）と水田水域（河道外）を対象に様々な自然再生事業が実施されている。中でも湿地環境の創出は、河川域と水田水域における自然再生の核となるものであり（佐川 2023）、河川域では2005年11月の円山川水系自然再生計画の策定に基づき、高水敷掘削に伴う河道内氾濫原湿地の創出が進められている（小林ほか 2023）。円山川水系の自然再生は、コウノトリ *Ciconia boyciana* の野生復帰に向けた地域の取り組みと、災害防止のための治水事業が進められる中で、治水対策と合わせて河川環境の整備を行い、湿地や環境遷移帯等の良好な河川環境の再生によって多様な生物の生息・生育環境の復元を目指すものである（山本 2016）。しかしながら、植木・佐川（2022）の指摘するように、円山川の河道内に創出された氾濫原湿地（以下、河道内湿地）における生態学的研究は、魚類の繁殖場所や仔稚魚の生息場としての機能評価にとどまっている（都築 2010）。円山川水系自然再生計画の目標に則り、多様な湿地性の生物分類群の生息状況から、河道内湿地を評価するべきである。

¹ 国立研究開発法人国立環境研究所気候変動適応センター
305-0053 茨城県つくば市小野川16-2

² 国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム
305-8516 茨城県つくば市南原1-6

³ 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科
668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺二ヶ谷128番地

⁴ 兵庫県立コウノトリの郷公園
668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺二ヶ谷128番地

* E-mail: zi14ktawa@gmail.com

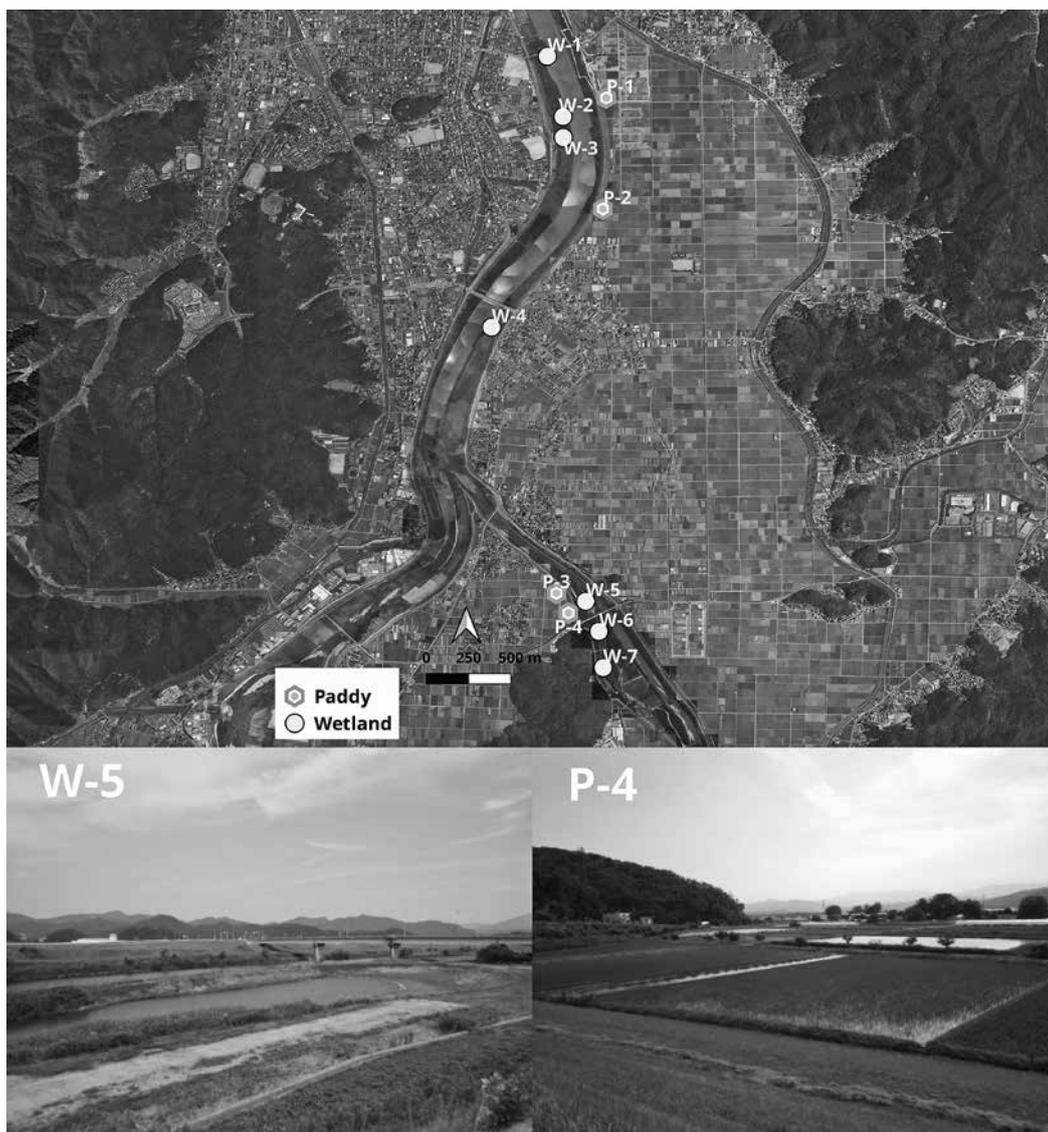


図1. 本研究の調査地. 背景写真には国土地理院発行の全国最新写真（シームレス）を使用した（<https://maps.gsi.go.jp>）. 筆者の田和康太が調査地の位置を地図上に記入した. Wは河道内湿地の調査地を, Pは水田の調査地をそれぞれ示す.
 Fig. 1. Location of the study site. This map features the images (latest) provided by the Geospatial Information Authority of Japan (<https://maps.gsi.go.jp>). The author, Tawa K, drew the location of the study site on the map. W: inter-levee floodplain wetland, P: rice paddy field.

今回、筆者らは氾濫原の指標分類群とされるカエル類 (Jansen and Healey 2003) に着目した. これまでの研究により、豊岡盆地では水田地帯や休耕田・耕作放棄田を湛水湿地化した「水田ビオトープ」が多種のカエル類の繁殖場所となることが明らかになっている (田和・佐川 2017; 2022). その一方でカエル類は円山川水系自然再生計画において河道内湿地の保全対象分類群になっているものの (小林ほか 2023), 生息・繁殖状況の実態には不明な点が多い. そこで筆者らは、円山川および出石川の河道内湿地において、初夏期のカエル類の繁殖状況を調査した. また、それらを近隣の河道外の水田と比較することで、河道内湿地におけるカエル類繁殖状況の特徴を明らかにすることを目指した. なお、本研究は、初夏期の夜間1日に実施した試行的かつ事例的研究ではあるも

の、今後の円山川水系における河道内湿地の再生等に関わる重要な知見と考えられるため、ここに報告するものである.

研究方法

円山川 (13.1kpから15.2kp) と出石川 (1.0kpから1.5kp) の高水敷に創出された河道内湿地7か所 (W1-7) と堤防沿いに立地する河道外の水田4か所 (P1-4) を調査地とした (図1). なお、河道内湿地W2, W4, W5, W6, W7は河道掘削によって創出された再生湿地だが、W1およびW3は自然に形成されたものである. W3, W6, W7は増水時のみ本川と接続する「たまり」であり、その他の河道内湿地は本川と常時接続する「ワンド」だった.

表1. 2019年6月4日の20時半から23時の間に調査地において記録されたカエル類オス成体の広告音. Bridge and Dorcas (2000) に基づき, 以下, 4つのカテゴリーに広告音を分けた. ハイフン: 広告音が記録されず, 白抜き丸: 1個体のオスが鳴いている, 二重丸: 複数のオスが鳴いているがフルコーラス状態でない, 黒丸: 多数のオス個体が鳴いており, フルコーラス状態である.

Table 1. The advertisement calls of five frog species at study sites in the early summer season (from 20:30 pm to 23:00 pm on 4 June in 2019). Hyphen: no vocalization recorded, white circle: only one male heard vocalizing, double circle: multiple males vocalizing, but not a full chorus, black circle: many males calling in a full chorus. These four categories were based on Bridge and Dorcas (2000).

| Species | Japanese name | Inter-levee floodplain wetland | | | | | | | Rice paddy field | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|
| | | W-1 | W-2 | W-3 | W-4 | W-5 | W-6 | W-7 | P-1 | P-2 | P-3 | P-4 |
| <i>Dryophytes japonicus</i> | ニホンアマガエル | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● | ● | ● |
| <i>Fejervarya kawamurai</i> | ヌマガエル | ○ | - | - | - | - | - | - | ● | ● | ● | ● |
| <i>Pelophylax nigromaculatus</i> | トノサマガエル | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | - | ◎ |
| <i>Lithobates catesbeianus</i> | ウシガエル | - | - | - | - | - | ◎ | - | - | - | - | - |
| <i>Zhangixalus schlegelii</i> | シュレーゲルアオガエル | - | - | - | - | - | - | ◎ | - | - | - | - |
| | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 |

2019年6月4日の夜間(20時半~23時)に堤防道路上を自転車で移動し, 調査を実施した. この時期は豊岡盆地の水田地帯(祥雲寺地区)で多種のカエル類の繁殖最盛期となっている(田和・佐川 2017). 各調査地点について堤防上に約3分間定位し, その際に聞こえたカエル類オスの広告音(advertisement call)を種ごとに記録した. ここで「広告音」とは, 基本的に繁殖期のオス成体だけが発し, メス成体の誘引や他のオス成体に繁殖場所を知らせる役割を持つ「繁殖音(mating call)」と繁殖期のオス成体が個体同士の間隔を保持するのに役立つ「なわばり音(territorial call)」との総称である(松井・前田 2018). この広告音をモニタリングすることで, 大まかな種ごとの繁殖個体数の多寡を把握することが可能となる(Corn et al. 2000).

各調査地で記録されたカエル類の広告音について, Bridges and Dorcas (2000)に従い, 以下の4つのカテゴリーに分類した. ①広告音が聞こえない, ②1個体のオスが広告音を発している, ③複数個体のオスが広告音を発しているが, 聞き分けできる(フルコーラス状態でない), ④多数のオス個体が広告音を発しており, フルコーラス状態となっている.

結果

調査の結果, ニホンアマガエル*Dryophytes japonicus*, ヌマガエル*Fejervarya kawamurai*, トノサマガエル*Pelophylax nigromaculatus*, シュレーゲルアオガエル*Zhangixalus schlegelii*といった4種の在来カエル類と国内では外来生物法により特定外来生物に指定されている北米原産のウシガエル*Lithobates catesbeianus*を合わせた計5種のカエル類の広告音が記録された(表1).

7か所の河道内湿地のうち, カエル類の広告音が記録されたのはW1, W6, W7だった. これらの河道内湿地

では, 順にヌマガエル, ウシガエル, シュレーゲルアオガエルが1種類ずつ記録された. その他の河道内湿地では, カエル類の広告音が記録されなかった(カテゴリー①). 水田では, 4か所すべての調査地で2種類以上のカエル類の広告音が記録された. ニホンアマガエルとヌマガエルはすべての調査地で記録され, トノサマガエルは2か所の水田で記録された(表1).

河道内湿地で記録されたカエル類の広告音について, ヌマガエルはカテゴリー②, ウシガエルとシュレーゲルアオガエルはカテゴリー③だった. 水田で記録されたカエル類の広告音について, ニホンアマガエルとヌマガエルは全調査地でカテゴリー④だった. 2か所の水田におけるトノサマガエルのカテゴリーは③と④だった(表1).

考察

本研究は2019年6月4日の夜間において河道内湿地と水田のカエル類の広告音をモニタリングしたものであり, 調査時期に繰り返しがなかったため, 当該地における各カエル類の繁殖期のピークは不明である. また, 広告音のモニタリングに加え, 幼生や変態上陸した幼体, 成体それぞれの個体数を調査することがカエル類の繁殖状況を理解するうえで必要となるため(Hoffmann 2018), 本研究結果から得られる知見は限定的であることに留意されたい. しかしながら, 河道内湿地と水田とで同時間帯に広告音を発していたカエル類の種やその広告音のカテゴリーは大きく異なっていた. また, 調査地の河道内湿地では広告音が全く記録されない調査地も複数存在したことなどから, 初夏期のカエル類の繁殖場所としての機能は低いものと推察される.

木曾川水系揖斐川の河道内湿地と河道外の水田では, ニホンアマガエル, ヌマガエル, トノサマガエルの3種は顕著に水田を繁殖場所を選んだ一方で河道内湿地

ではこれら3種の広告音が記録されなかった (田和ほか 2019)。本研究結果もこの知見と一致しており、これら3種にとって河道内湿地は主な繁殖場所とならないと推察される。アマゾン盆地 (Amazon Basin) のPanguana地区では、カエル類は雨期になるとそれまでの繁殖地である恒久的水域から、新たに形成された一時的な水域へとただちに繁殖地を変えることが知られる (Aichinger 1987)。このことは、幼生が一時的な水域で乾燥の危険にさらされる可能性があっても、恒久的な水域よりも天敵の捕食圧を低減できるため、カエル類の繁殖戦略にとって合理的である (Aichinger 1987)。また、オーストラリアのマレー・ダーリング盆地 (Murray-Darling Basin) では、河川沿いに形成された恒久的な湿地よりも、洪水時に一次的に湛水された湿地においてカエル類幼生および成体の個体数が豊富かつ多様性が顕著に高かった (Hoffmann 2018)。ここでは、豊富な植生や濁りの少なさ、幼生の捕食者となる魚類の少なさなどがその理由と考えられている。河道内湿地では水田よりも河川への接続性が高いため、例えば捕食者となりうる大型魚類やウシガエルの個体数が多いなど、3種のカエル類の繁殖に不利な条件となっている可能性がある。言い換えれば、少なくとも調査地におけるこれら3種のカエル類の主な繁殖適地は水田と考えられるため、水田に近い一時的な水域を創出できない限り、河道内湿地において良好な繁殖地を確保することは困難と推察される。

なお、調査地では1か所の河道内湿地のみで、シュレーゲルアオガエルの広告音が記録された。豊岡盆地の祥雲寺地区にある水田地帯では、シュレーゲルアオガエルの繁殖期のピークは4月中旬から下旬であることから (田和・佐川 2017)、本研究の実施時期には繁殖期のピークを過ぎていた可能性が高い。そのため、本種の繁殖期ピークに合わせた再調査が必要と考えられる。また、揖斐川の事例のように河道内湿地がアカガエル類の繁殖場所となる可能性もあるため (田和ほか 2019)、早春期にアカガエル類の卵塊をモニタリングすることなども必要だろう。最後に、先述の通り本研究には調査時期に繰り返しがなく、また調査方法についても広告音の多寡のみでカエル類の繁殖状況の把握を試みた簡易的なものである。そのため、水田で上陸したカエル類が堤防を越えて河道内湿地を利用する可能性や本調査時期よりも後に河道内湿地がカエル類の繁殖場所となる可能性も残されている。これらを検討するため、今後は広告音の継続的なモニタリングや卵塊の個数および幼生、幼体、成体の生息状況調査も合わせて実施することが望まれる。

謝辞

本研究は、公益財団法人河川財団の河川基金助成事業 (助成番号: 018-5211-004)、JSPS科学研究費18K11729、21H03652の補助を受けて行われた。

摘要

2019年6月4日の夜間に円山川水系の河道内に創出された自然再生湿地7地点と河道外の水田4地点において、カエル類の繁殖状況を比較した。河道内湿地では、カエル類の広告音がまったく記録されない調査地が複数あり、広告音の記録個体数も少なかった。その一方で水田では、すべての地点においてニホンアマガエルとヌマガエルの広告音がフルコーラスで記録された。また、トノサマガエルも水田のみで広告音を発していた。調査地においてこれら3種のカエル類は主に水田を繁殖場所としており、少なくとも河道内湿地は有効な繁殖場所とならないものと示唆された。

キーワード 氾濫原、繁殖期、水田水域、一時的な水域

引用文献

- Aichinger M (1987) Annual activity patterns of anurans in a seasonal neotropical environment. *Oecologia*, 71:583-592.
- Bridges AS, Dorcas ME (2000) Temporal variation in anuran calling behavior: implications for surveys and monitoring programs. *Copeia*, 2000:587-592.
- Corn PS, Muths E, Iko WM (2000) A comparison in Colorado of three methods to monitor breeding amphibians. *Northwestern Naturalist*, 81:22-30.
- Hoffmann EP (2018) Environmental watering triggers rapid frog breeding in temporary wetlands within a regulated river system. *Wetlands Ecology and Management*, 26:1073-1087.
- Jansen A, Healey M (2003) Frog communities and wetland condition: relationships with grazing by domestic livestock along an Australian floodplain river. *Biological Conservation*, 109:207-219.
- 小林慶浩・都築隆禎・工藤雄大 (2023) 円山川水系加陽地区における大規模湿地再生の取組み. リバーフロント研究所報告, 34:105-113.
- 松井正文・前田憲男 (2018) 日本産カエル大鑑. 文一総合出版, 東京. 272 p.

- 佐川志朗（2023）円山川流域における氾濫原の再生. 高田雅之・朝岡幸彦・太田貴大・大畑孝二・佐伯いく代・富田啓介・藤村善安・皆川朋子・矢崎友嗣・山田浩之（編）水辺を守る—湿地の保全管理と再生— 朝倉書店, 東京, pp. 59-62.
- 田和康太・永山滋也・萱場祐一・中村圭吾（2019）河道内氾濫原と水田域におけるカエル類の生息状況の比較. 応用生態工学, 22:19-33.
- 田和康太・佐川志朗（2017）兵庫県豊岡市祥雲寺地区の水田域とビオトープ域におけるカエル目の繁殖場所. 野生復帰, 5:29-38.
- 田和康太・佐川志朗（2022）兵庫県豊岡盆地の水田水域で実施されている自然再生の両生類に対する保全効果: コウノトリ育む農法を中心に. 農業および園芸, 97:97-104.
- 都築隆禎・竹下邦明・三橋弘宗・石井正人（2010）高水敷掘削によるワンド造成の効果と本川への接続形状が生物群集に及ぼす影響. 河川技術論文集, 16:173-178.
- 植木祐次・佐川志朗（2022）兵庫県北部円山川下流域における中・大型水鳥類からみた河道内水辺再生地の評価. 野生復帰, 10:1-9.
- 山村達也（2016）円山川水系の自然再生（コウノトリ）について. *Riverfront*, 83:8-11.

