

扇状地水田におけるカエル類の生息量と畦畔環境との対応関係

Frogs Abundance and Environments of Levees Relationships around Paddy Fields in Alluvial Fan

佐藤 太郎* 東 淳樹**
Taro SATO Atsuki AZUMA

Abstract : The research was conducted to clarify relationships between frogs abundance and environments such as arrangement, grass height, and grass coverage of levees around paddy fields in an alluvial fan. Target species were *Rana porosa porosa* adults, yearlings, and *Hyla japonica* yearlings that were widely distributed in study region. Walking on the levees, frogs abundance and the condition of levees were recorded. When a ditch was adjacent to the levees, the environments of ditch were investigated. *R. porosa porosa* adults were abundant levees where the earth ditch was adjacent, whereas *R. porosa porosa* yearlings were abundant levees where plant height was low. On the other hand, *H. japonica* yearlings were abundant levees where a concrete ditch and the woods are adjacent or plant height was high. In the agricultural landscape, It is important to conserve the habitat for *R. porosa porosa* whose range of environmental preference is narrower than that of *H. japonica*. We should be conserved the good ditch environments such as the earth ditch with high grass coverage, and clarified the best management practices of levees for frogs.

Keywords: frogs, Environments of levees, Earth ditch, Grass height, Exhaustive CHAID

キーワード：カエル類, 畦畔環境, 土水路, 草丈高, Exhaustive CHAID

1. はじめに

水田地帯を産卵・生育場所として利用するカエル類は爬虫類のヘビ類や鳥類のサンバ、サギ類など、より高次の生物の重要な餌資源となっており^{2) 4) 5)}、農村の生物多様性を維持する上で重要な役割を担っている。また、カエル類は、その生活史の中で水域、陸域、それらの移行域と幅広い環境を利用する種が多く³⁾、その生息量が農村環境の健全度を示す指標的な生物といえる³⁾。しかし、近年、水田の圃場整備などによって、農村環境が変容し、カエル類の生息状況が著しく悪化していることが指摘されている^{1) 3) 6) 10)}。農村環境における高い生物多様性を維持する上で、特に農村環境の食物連鎖の中で重要な位置を占めるカエル類の保全が重要な課題となると考えられる。そのため、今後は、カエル類の生息に適した生息環境の保全・復元が図られることが望まれている。しかし、これまでの水田周辺のカエル類の生息環境に関する研究は、圃場整備がカエル類に及ぼす影響を検討したものが多く^{2) 4)}、未整備地におけるカエル類の生息量を規定する環境要因を明らかにしたものは少ない¹⁰⁾。このような知見は、カエル類の生息環境の保全・復元を進めていく上で重要であると考えられる。そこで、本研究では、比較的圃場整備が進んでいない扇状地水田地帯において、カエル類の生息量とカエル類が採餌・隠れ家環境として利用している畦畔環境との対応関係を明らかにし、カエル類に適した生息環境を検討することを目的とする。

2. 研究方法

(1) 調査対象地と調査時期

研究の対象地は岩手県胆沢町に位置する胆沢扇状地に存在している(図-1)。胆沢扇状地は、水田地帯に屋敷林を伴った散居集落により特徴付けられる^{9) 10)}。特に調査地として設定した「いさわ西部地区」は胆沢扇状地の西部に位置し(図-1)、標高が約130~190 m、面積が約500 haほどで、国土地理院発行の1/25000地形図図幅「供養塚」の中の、「大谷地」、「大畑平」、「西風」か

ら成る地区である。また、小樹林帯やため池が多く分布し、地域独特の景観が成立していることも特徴である。また、胆沢扇状地では現在、大規模な圃場整備計画が進行している最中であるが、「いさわ西部地区」では、大規模な圃場整備は行われていない。また、過去この地域で行なわれた圃場整備は、1960年代後半に行なわれたものが最後であり、未整備の水田も多く存在する。一部にコンクリート水路も散在しているが、多くは土水路が現存している。以上のことから、生物にとっても良好な水田環境が現存している地域といえる。調査は2003年8月2日から8月8日にかけての延べ7日間行ない、調査時の天候は晴れ~曇りであった。

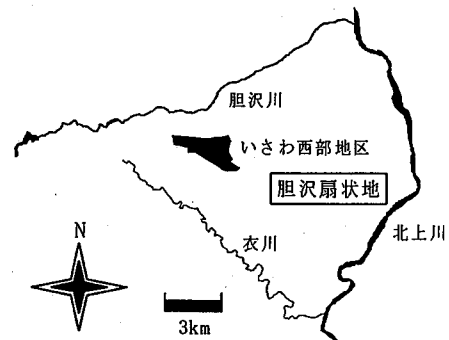


図-1 調査地図

(2) 調査方法

調査対象種は、胆沢扇状地に広く分布し、灌漑期に水田周辺で産卵・生育をするトウキョウダルマガエル *Rana porosa porosa* とニホンアマガエル *Hyla japonica* の2種とした。また、記録に際しては、体サイズから成体と当年生まれの亜成体とに目視で区別した。直接観察できなかった場合は、大澤ら(2003)¹¹⁾と同様に、2種の水面への逃避行動の違い、体サイズによる水面に飛び込む際の水音の大きさの違いを指標として区別した。また、見

*岩手大学大学院農学研究所 **岩手大学農学部農林環境科学科

落とすを極力少なくするため、畦畔をタモ網でカエル類を水面に追い出しながらかゆったりと踏査した(時速約1 km)。一方で、この地域にはニホンアカガエル、ヤマアカガエル、ツチガエル、シュレーゲルアオガエル等の生息が確認されており、特に未直接観察個体には、その種決定に若干の誤判別が含む可能性がある。しかし、本調査に先立って行なった予備調査や本調査中では、それらの確認数は対象種二種と比較して著しく少なく(各種とも対象種総確認数の0.1%未満)、計測値への誤判別種の影響は小さいと推測される。調査は水田の畦畔1本を1サンプルとした。計720本の畦畔を調査対象とし、「いさわ西部地区」全域を偏りのないように踏査し、1サンプルごとに目撃されたカエル類の個体数を記録した。カエル類の生息量は畦畔10 mあたりの個体数とした。また、調査した畦畔について、畦畔の配置(水田/水田・水田/斜面・水田/休耕田・水田/土水路・水田/コンクリート水路・水田/林・水田/休耕田・水田/住宅)、畦畔の幅(cm)、畦畔の草丈高(cm)、畦畔の植被率(0~25%未満・25~50%未満・50~75%未満・75~100%)、水路の配列構造(畦畔の所属する水田の水路配列:土水路のみ存在、コンクリート水路のみ存在、(土水路、コンクリート水路とも)両方とも存在、水路存在なし)を記録した(以上畦畔環境変数)。また、畦畔に水路が隣接していた場合は、水路の状態も記録した。記録項目は水路の幅(cm)、水路の流速(速い・遅い・止水)、水路の水深(cm)、水路内の植被率(0~25%未満・25~50%未満・50~75%未満・75~100%:水路内における水域に存在する沈水植物、抽水植物を対象とした)、落差(cm:水田田面と水路底の高低差)とした(以上水路環境変数)。畦畔の配置(8分類)、畦畔の植被率(4段階)、水路内の流速(3段階)、水路内の植被率(4段階)は目視で判断し、畦畔の幅、畦畔の草丈高、水路の幅、水路の水深、落差は実測した。

(3) 分析法

以上の調査により得られたカエル類の生息量と畦畔環境との対応関係を明らかにするために、Exhaustive CHAIDを用いた。Exhaustive CHAIDは決定木解析の1手法であり、目的変数が量的変数の場合は、目的変数を説明するのに最適な説明変数の分岐をF検定によって探索する手法であるCHAIDを修正したものである³。本手法は、目的変数、説明変数ともに量的、質的変数を共に用いることができ、変数の正規性、等分散性などの制限を受けない。また、類似手法の重回帰分析、数量化I類などと比較して、結果を視覚的に把握できるという点で優れている。本研究では、カエル類の生息量を目的変数に、畦畔環境変数を説明変数とした分析を行なった。また、必要に応じて、カエル類の生息量を目的変数に、水路環境変数を説明変数として分析も合わせて行なった。分析にはSPSS社のAnserTree 3.1 Jを用いた。

3. 結果

調査の結果、トウキョウダルマガエルは成体が2410個体、亜成体が7203個体、ニホンアマガエルは成体が46個体、亜成体が995個体確認された。ニホンアマガエルの成体は確認数が少なかった

ため、分析から除いた。

(1) トウキョウダルマガエル成体

トウキョウダルマガエル成体の生息量は、全体で1.05(個体数/10 m)であった。生息量と畦畔環境変数との関係を図-2に示す。生息量に対して、畦畔の配置について有意な分岐が認められ、それ以降の分岐は行われなかった。畦畔の配置が田/土水路の配置で生息量が1.46(個体数/10 m)と生息量が多く、水田/水田、休耕田、斜面、農道、林、住宅の配置は一つのグループにまとめられ、生息量が0.94(個体数/10 m)と続いた。一方で、水田/コンクリート水路の配置は生息量が0.38(個体数/10 m)と著しく生息量が少なかった。

トウキョウダルマガエル成体は、土水路に隣接する畦畔で生息量が多い傾向が認められた。そこで、トウキョウダルマガエル成体の生息に適する土水路環境を明らかにするため、生息量と土水路における水路環境変数との関係について、さらに分析を行なった。その結果、生息量に対して、水路内の植被率について有意な分岐が認められ、それ以降の分岐は行われなかった(図-3)。植被率75~100%で生息量が2.75(個体数/10 m)と最も多くなった。つづいて、植被率25~50%未満、50~75%未満が一つのグループにまとめられ、生息量が1.85(個体数/10 m)と続いた。一方で、植被率0~25%未満で生息量が1.07(個体数/10 m)と比較的、低くなった。以上より、水路内の植被率が高くなるにつれ、生息量が多くなる傾向が認められた。

(2) トウキョウダルマガエル亜成体

トウキョウダルマガエル亜成体の生息量は、全体で2.71(個体数/10 m)であった。生息量と畦畔環境変数との関係を図-4に示す。生息量に対して、畦畔の草丈高について有意な分岐が認められ、それ以降の分岐は行われなかった。生息量は14 cm < 草丈高 ≤ 15 cm で4.88(個体数/10 m)と非常に多かった。つづいて、生息量は、草丈高 ≥ 14 cm で2.91(個体数/10 m)、15 cm < 草丈高 ≤ 32 cm で約2.45(個体数/10 m)となった。一方で、草丈高 > 32 cm で生息量は1.05(個体数/10 m)と低くなった。

(3) ニホンアマガエル亜成体

ニホンアマガエル亜成体の生息量は、全体で0.39(個体数/10 m)であった。生息量と畦畔環境変数との関係を図-5に示す。生息量に対して、まず、畦畔の配置について有意な分岐が認められた。畦畔の配置が水田/林の配置で生息量が1.88(個体数/10 m)と生息量が多く、水田/コンクリート水路、斜面の配置は一つのグループにまとめられ、生息量が0.75(個体数/10 m)と続いた。一方で、水田/水田、土水路、農道は一つのグループにまとめられ、生息量が0.31(個体数/10 m)と少なかった(図-5)。さらに、水田/休耕田、住宅は一つのグループにまとめられ、生息量が0.01(個体数/10 m)と著しく少なかった(図-5)。このうち、水田/土水路、農道の配置のグループは、さらに、水路の配列構造で分岐した。畦畔の所属する水田にコンクリート水路のみか、土水路、コンクリート水路とも両方存在するものがひとつのグループにまとめられ、土水路、水路存在なしがひとつのグループ

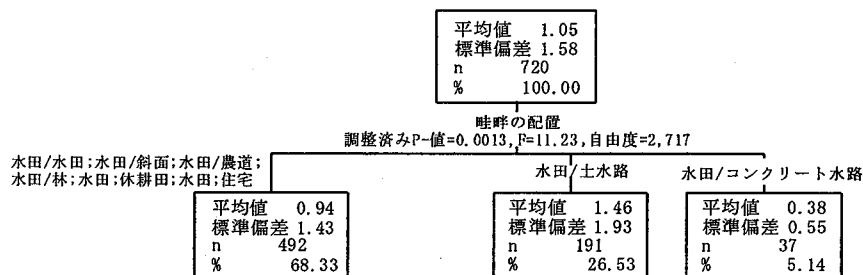


図-2 トウキョウダルマガエル成体生息量と畦畔環境についての Exhaustive CHAID 樹木による分析結果

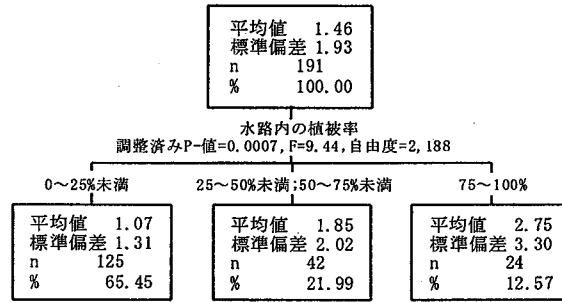


図-3 トウキョウダルマガエル成体生息量と水路環境についての Exhaustive CHAID 樹木による分析結果

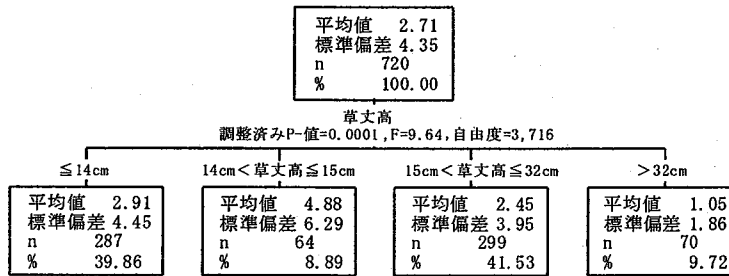


図-4 トウキョウダルマガエル亜成体生息量と畦畔環境についての Exhaustive CHAID 樹木による分析結果

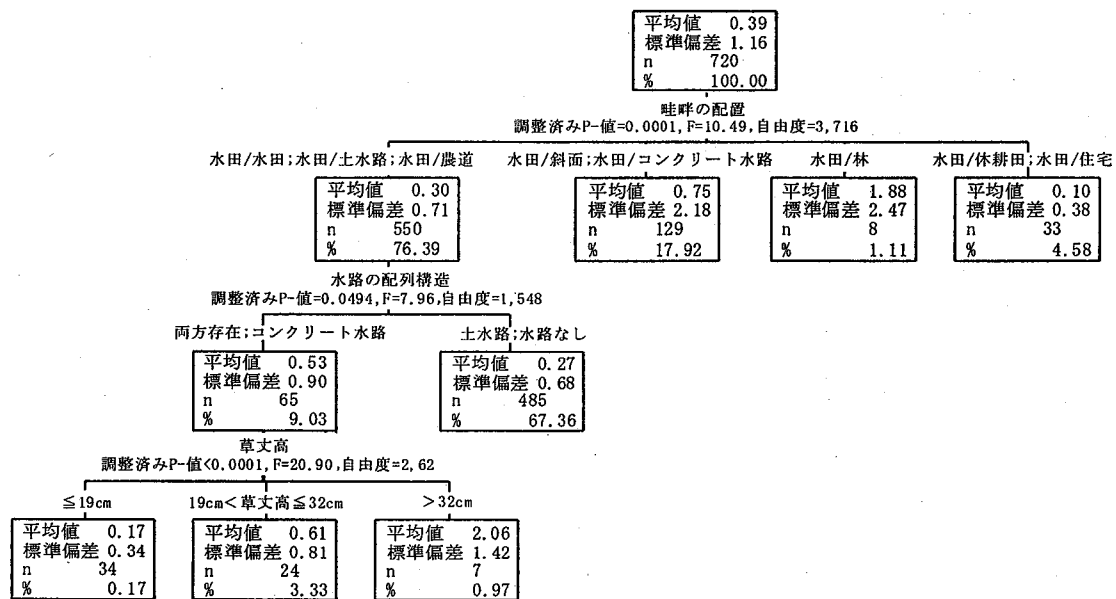


図-5 ニホンアマガエル亜成体生息量と畦畔環境についての Exhaustive CHAID 樹木による分析結果

にまとめられ、前者の方で生息量が多い傾向があった。さらに、このグループは畦畔の草丈高で分岐し、特に草丈高>32cmで生息量が2.06(個体数/10m)と多かった。

4. 考察

(1) トウキョウダルマガエル成体の生息量と畦畔環境との関係
トウキョウダルマガエル成体の生息量に影響を与える要因としては、畦畔の配置が挙げられた。特に土水路と隣接した畦畔で生息量が多く、一方で、コンクリート水路と隣接した畦畔で生息量が著しく少ない傾向が認められた。東・武内(1999)²は、谷津環境におけるカエル類の生息量と環境との対応関係を解析した中で、トウキョウダルマガエル成体の生息量の減少は、圃場整備における湿田から乾田への変化よりも、水路の土水路からコンクリート水路への変化に強い影響を受けるとしている。また、大澤ら

(2003)¹¹は圃場整備があまり進行していない地域において、トウキョウダルマガエル成体の生息量を規定する要因として、水路の護岸状況を挙げ、土水路が残る場所でその生息量が大きくなることを指摘している。本調査の結果は、これらと同様の傾向を示しており、産卵後においても、比較的、水辺を離れず生活をする⁸⁾トウキョウダルマガエル成体の生息として、水田と比較して、比較的、水域が安定して存在する土水路の存在が重要であることを示していると考えられる。また、その土水路のコンクリート水路化が、生息量の減少に大きく影響することも示された。また、本調査地では、現在のところ、大規模な圃場整備は実施されていないが、大澤・勝野(2003)¹⁰が指摘するとおり、大規模な圃場整備で行なわれる水路のパイプライン化による水路自体の減少も生息量の減少に影響を与えられると考えられる。さらに、トウキョウダルマガエル成体の生息量と土水路環境との関係をみた結果、生

息量は水路内の植被率が大きいほど、多くなる傾向が認められた。このことは、水路内の植生がトウキョウダルマガエル成体の隠れ場所等の機能を有するとともに、植生が水路内の流れの減少や多様化に寄与し、水路内にトウキョウダルマガエル成体が留まることを容易にしているためと考えられる。水路がコンクリート水路化されると、水路内には植生が生育しがたい環境となるため、そのことが、コンクリート水路に隣接した畦畔において、生息量が少なかった一因と考えられる。以上のことから、トウキョウダルマガエル成体の保全・回復に向けて、水路内の植生が比較的多い土水路環境を量的に保全・復元していくことが重要である。

(2) トウキョウダルマガエル亜成体の生息量と畦畔環境との関係

トウキョウダルマガエル亜成体の生息量に影響を与える要因としては、畦畔の草丈高が挙げられた。特に草丈高が14~15 cmで最も生息量が多くなり、32 cm以上になると生息量が急速に少なくなることが認められた。これは、Fujioka and Lane (1997)⁹がニホンアマガエルにおいて考察したのと同様に、本種は脚に吸盤がないため、畦畔植生を立体的に利用することができず、草丈高が高い畦畔では、移動障害が生じることが一因と考えられる。また、大澤ら(2003)¹⁰は、同様にトウキョウダルマガエル成体の生息量は、畦畔の草丈高が10~50 cmで最大となり、それ以上、以下の草丈高では生息量が小さくなるとしている。これらのことから、トウキョウダルマガエルにとって、天敵からの隠れ家となりつつ、移動障害が生じない程度の植生量の存在が重要であるためと考えられる。一方で、既往の研究では、トウキョウダルマガエル成体と同様に、トウキョウダルマガエル亜成体の生息量と圃場整備の進行と関係があり、圃場整備が行なわれている地域ほど、生息量が少なくなるという報告がある⁹。しかし、本調査では、トウキョウダルマガエル亜成体の生息量と水路整備等との関係は認められなかった。この理由としては、トウキョウダルマガエル亜成体は、中干しや間断灌漑など、特に水田などの水域が不安定になる時期に上陸するため⁹、本種の成体と比較して、水域の不安定性に比較的、耐性があるためと推測される。また、これまでの研究は、その地域の広い面積において、大規模圃場化、水路のパイプライン化、排水路のコンクリート化、暗渠化が一体として行なわれている地域の事例である⁹。そのため、産卵可能な本種の成体自体が減少し、それに伴って、亜成体も減少した可能性も考えられる。一方で、本調査地は、コンクリート水路が、多少散見する程度であり、大規模圃場化、水路のパイプライン化、暗渠化などはほとんど進んでいないため、成体の生息適地は広く現存しているといえる。以上のことから、本調査地のような、比較的古い水田環境が現存している地域では、トウキョウダルマガエル亜成体の生息の制限要因は、局所的な水路の整備状況よりも、畦畔の草丈高であると考えられる。草丈高は農家の畦畔の維持管理作業の頻度、強度等に影響を受けるため、トウキョウダルマガエル亜成体の保全を考えると、適切な畦畔の維持管理をする必要がある。

(3) ニホンアマガエル亜成体の生息量と畦畔環境との関係

ニホンアマガエル亜成体の生息量はまず、畦畔の配置に影響を受け、林と隣接する畦畔で非常に多く、コンクリート水路、斜面と隣接する畦畔が多かった。また、それ以外の水田や土水路、農道と隣接する配置の畦畔であっても、その畦畔の所属する水田にコンクリート水路が存在し、かつ草丈高が大きくなると生息量は多くなり、特に草丈高が32 cm以上の畦畔が多かった。まず、林と隣接する畦畔で生息量が高いのは、ニホンアマガエルは上陸後、しばらくすると、樹林地などに分散するという生活史を持つことがその要因と考えられる⁹。また、コンクリート水路や斜面が隣接する畦畔や、その畦が所属する水田にコンクリート水路が存在し、かつ草丈高が高い地点でも生息数が多い傾向があった。これ

は、脚に吸盤があり、立体的な構造を容易に移動できるためと考えられる。本種については、これまで圃場整備前後で、生息量に違いがみられず、圃場整備に耐性があり、幅広い生息環境を利用することが報告されている^{9,10}。さらに、ニホンアマガエル亜成体は、トウキョウダルマガエルなどの水辺をあまり離れない非樹上性の種があまり利用しないコンクリート水路や斜面、草丈の高い畦畔を好んで利用しているということが示唆された。

5. まとめ

本研究の結果、トウキョウダルマガエル成体および亜成体とニホンアマガエル亜成体の間では、畦畔環境に対する環境嗜好性に違いが認められた。しかし、農村におけるカエル類の保全を図る上では、東・武内(1999)⁹が指摘したように、環境に対する嗜好性の幅が広いと考えられるニホンアマガエルよりもトウキョウダルマガエルの生息環境を保全することが重要と考えられる。そのような中で、トウキョウダルマガエルの成体と亜成体との間においても、環境嗜好性にも違いが認められた。成体は水路内の植生の多い土水路が隣接している畦畔で生息量が多い傾向があり、土水路の存在が重要であることが指摘された。一方で、亜成体は草丈高がある程度低い状態に維持された畦畔で、生息量が多い傾向があり、畦畔管理がその生息量を維持するうえで重要であることが指摘された。また、カエル類を食物として利用するサンバについても、草丈高が高い地点ではサンバは採食をあまり行なわないことが明らかになっている⁹。以上のことを踏まえると、カエル類の生活史を通しての保全を図るためには、良好な土水路環境を保全・復元するとともに、適切な畦畔管理(草刈り等)のあり方を考える必要がある。また、これらのことは、カエル類のみならず、農村の生物相を保全する上でも非常に重要な観点であると考えられる。

謝辞：岩手大学農学部学生の石川恭子、伊藤修子、大金 謙、金田佳子、佐藤次郎の諸氏には現地調査に協力頂いた。また、同大学の広田純一教授、登尾浩助助教授には本論文を執筆する上で、適切な助言を頂いた。この場を借りて、お礼申し上げる。

引用文献

- 1) 東 淳樹 (2003)：サンバとその生息地の保全に関する地域生態学的研究：東京大学大学院農学生命科学研究科博士学位論文，160 pp
- 2) 東 淳樹・武内和彦 (1999)：谷津環境におけるカエル類の個体数密度と環境要因の関係：ランドスケープ研究 62(5)，573-576
- 3) Biggs, D., B.de Ville, and E.Suen(1991): A method of choosing multiway partitions for classification and decision tree : Journal of Applied Statistics 18, 49-62
- 4) Fujioka, M., and J.S.Lane(1997): The impact of changing irrigation practices in rice fields on frog population of Kanto plain, central japan : Ecological Research 12, 101-108
- 5) 長谷川雅美 (1998)：水田耕作に依存するカエル類群集：水辺環境の保全(江崎保男・田中哲夫編)：朝倉書店，53-66
- 6) 菊池真梨・遠藤教昭・安部恵子・竹原明秀・三浦修 (2002)：GISを用いた岩手県胆沢扇状地における屋敷林の形態解析：地理情報システム学会講演論文集11，361-364
- 7) Lane, S.J., and M.Fujioka (1998): The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (Ardeidae) in the rice fields of central Japan. Biological Conservation 83(2), 221-230
- 8) 前田憲男・松井正文 (1999)：日本カエル図鑑改訂版：文一総合出版，223 pp
- 9) 大澤啓志・勝野武彦 (2002)：胆沢扇状地の水田集落における水路網の形状と水路形態の地域的差異：農村計画論文集4，169-174
- 10) 大澤啓志・勝野武彦 (2003)：岩手県胆沢地区の散居水田域におけるカエル類の分布とその規定要因：ランドスケープ研究66(5)，613-616
- 11) 大澤啓志・片野準也・勝野武彦 (2003)：広水田域としての散居集落水田の水路におけるトウキョウダルマガエルの生息状況：農村計画論文集5，7-12