

カエル類を指標とした環境配慮型農業 の生物多様性の評価

船橋 玲二¹・杉浦 嘉雄²・池畑 義人³

¹非会員 日本文理大学研究員 環境科学研究所 (〒870-0397 大分県大分市大字一木 1727)
E-mail: sagiyama@nexyzbb.ne.jp

²正会員 日本文理大学教授 工学部建築学科 (〒870-0397 大分県大分市大字一木 1727)
E-mail: sugiura@nbu.ac.jp

³正会員 日本文理大学教授 工学部建築学科 (〒870-0397 大分県大分市大字一木 1727)
E-mail: ikehata@nbu.ac.jp

大分県竹田市挾田では 2007 年に実施した圃場整備において、住民主導で一部の圃場をビオトープにつくりかえ、さらに圃場の冬期湛水を推進して生物多様性に配慮した地域づくりをすすめている。本研究では、この地区の環境に配慮した圃場と従来型整備の圃場におけるカエル類の生態を比較している。両者の比較の結果から、環境に配慮した圃場では多種のカエルが生息し、その中でも環境変化に鋭敏な種の優占度が高く、大型の個体が多く見られることがわかった。また冬期湛水を実施した圃場で、多くのアカガエルの卵塊が確認できた。これらの成果に基づき、身近な生物であるカエルを指標とすることで、専門的知識を有しない一般市民も容易に環境保全活動の効果を実感できる調査方法を提案することができた。

Key Words: farmland consolidation, biotope, biodiversity, anurans

1. はじめに

2010 年に名古屋で開催された生物多様性条約第 10 回締約国会議 (COP10) 以来、我が国では生物多様性への関心が高まっている。大分県においても、国東半島宇佐地域が地域循環型のシイタケ栽培などにおける伝統的農法が評価され、2013 年に世界農業遺産に指定された。多くの地域において住民主導で伝統的な農業を見直しながら、多様な生物が暮らせる環境づくりに取り組んでいる。伝統的な農業と生物多様性の親和性については、いくつかの研究によって明らかになっている。大澤ら¹⁾は、棚田における地形と農地の管理形態を維持することが地域生物相の維持・保全に有効であることを示している。また、東と武内²⁾は、里山に囲まれた圃場においてカエル類の生態を調査し、圃場整備の影響を受けやすい種を明らかにした。片桐ら³⁾は、2 種類のカエルを指標生物として、小流域ごとの生物生息環境について評価を行っている。これらの研究によって、伝統的な農業が地域の生物多様性を維持していくために重要な役割を担っていることが示されている。

しかしながら、環境づくりに参画している住民が

専門家の手を借りずに、活動の成果を定量的に評価することは困難である。このことから、成果の可視化や到達目標の設定ができずに、住民の環境づくり活動への意欲が継続できなくなってしまうことも多い。そこで杉浦ら⁴⁾は圃場の一部をビオトープ化したことによって生物多様性の維持・向上に取り組む地域において、比較的判別が容易なカエル類を指標とした生物多様性の調査を実施し、圃場のビオトープ化が生物相の多様化に有効であることを明らかにした。また、それと同じ時期に同じ場所で鳥類の調査をすることで、簡便なカエル類による調査の精度も検証している。

本研究で対象としている大分県竹田市挾田 (はさだ) は海拔 250m ほどの中山間地で、水田を主とした耕作が行われている。従来は小規模な谷津田や棚田が無数に存在していたが、2007 年に圃場整備を実施し圃場規模の拡大が行われた。圃場整備にあたっては、地域に生息してきた生きものとの共存がはかれるように事業途中から計画の変更を行い施工したが、全体の見直し作業は間に合わず、環境配慮の取り組みは事業地区の半分程度の範囲でのみ行われた。その結果、図-1 に示すように環境に配慮した圃

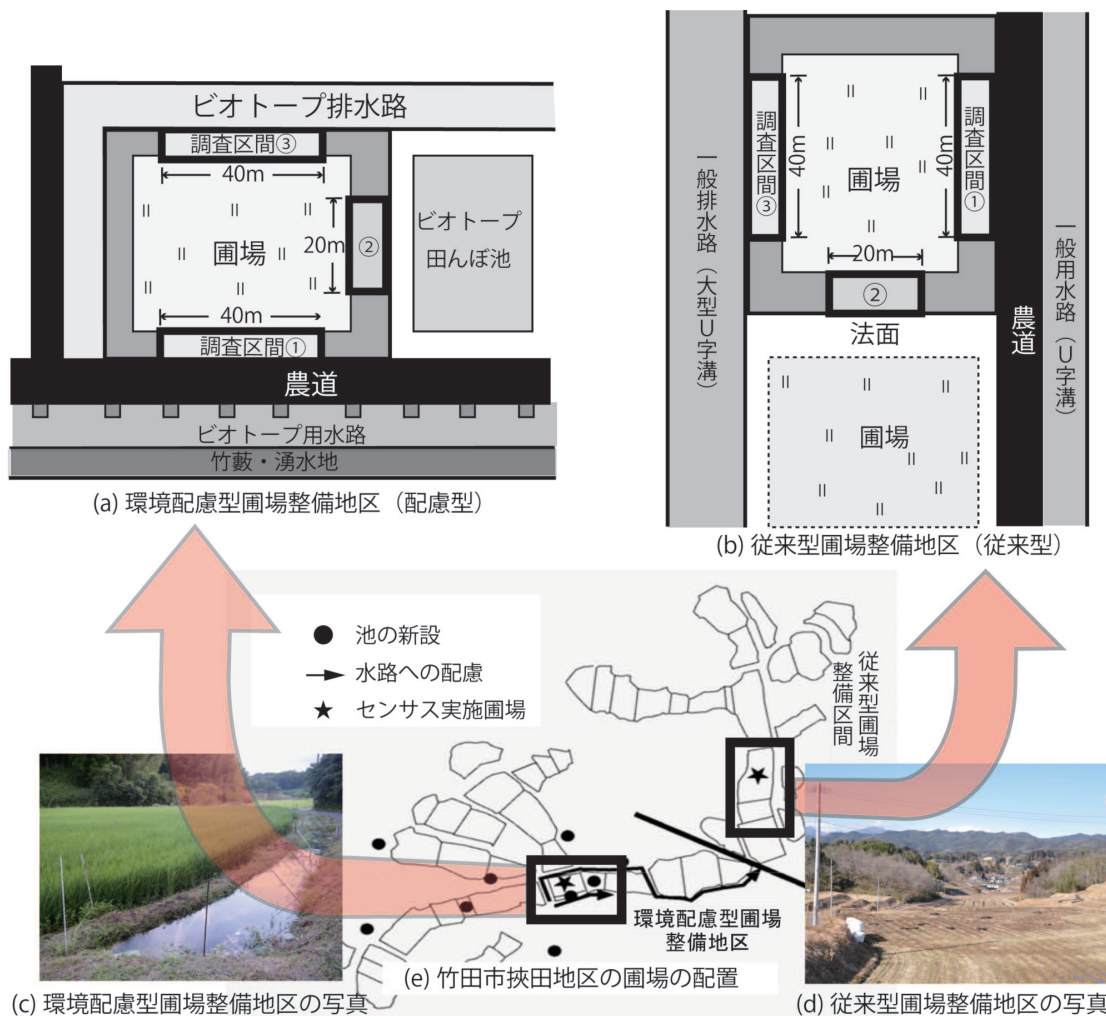


図-1 調査対象地域

表-1 調査対象地区の特徴

名称	環境配慮型圃場整備地区	従来型圃場整備地区
略称	配慮型	従来型
調査区間	1.2m×100 m	1.2m×100 m
特徴	ビオトープ避難池と生物に配慮した側溝等を配置している。	水場が少なく、側溝の勾配が大きく側壁は直立している。

場と標準的な工事が行われ、環境への配慮が行き届かなかった圃場が隣接することとなった。

地区における環境配慮の取り組みは、コンクリート護岸の多自然化、希少植物自生地の保全、ビオトープの造成などハード面の取り組み、および冬期湛水などのソフト面の取り組み、それに加えて耕作者や周辺住民の環境への理解を深める活動など多岐にわたる。

本研究では、竹田市挾田地区における環境配慮型整備および環境配慮型農の取組みを紹介し、そこでのカエル類の生息状況について取りまとめること

で、カエル類を環境に配慮した農業の生物多様性の指標に用いる可能性を模索している。

2. 環境に配慮した圃場整備の効果

(1) 環境に配慮した圃場整備事業

本研究の調査対象地は図-1に示すように、生物多様性に配慮した圃場整備を実施した環境配慮型圃場整備地区（以下、配慮型）、および近隣の従来同様の手法で整備事業を行った従来型圃場整備地区（以下、従来型）である。両地区の特徴を表-1に示す。『配慮型』は図-1 (a)、(c)に示すように、圃場内に生き物が避難できる水場としてビオトープ避難池や側壁が階段状となっている側溝などが施工されている。また配慮型の圃場では、コイ農法を実施してい

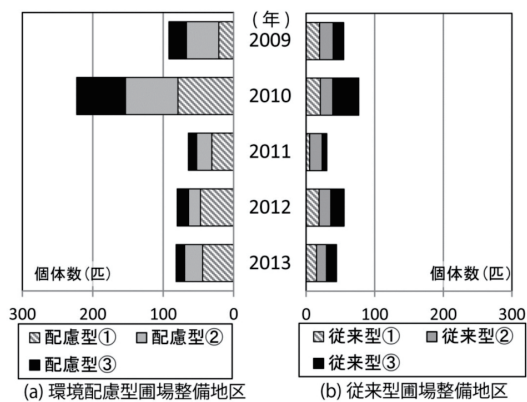


図-2 両地区で観察されたカエルの10mあたり個体数

表-2 大型の個体の優占率

圃場のタイプ	調査 区間	年				
		2009	2010	2011	2012	2013
環境配慮型 整備地区	①	0.31	0.19	0.12	0.34	0.37
	②	0.24	0.12	0.09	0.24	0.24
	③	0.30	0.10	0.11	0.25	0.31
従来型 整備地区	①	0.06	0.06	0.10	0.07	0.07
	②	0.03	0.06	0.08	0.06	0.07
	③	0.06	0.04	0.21	0.10	0.00

る。コイ農法の圃場は一般にコイの旺盛な捕食活動によって水田内の生物相が貧弱になる傾向があるが、調査地では過密になるほどコイを放流しておらず、ゴイサギやアオサギ等の鳥類にコイが捕食され適度に間引かれることから、水生生物相は豊かな状態に保たれている。また図-1 (a) の調査区間①の道路側には、2009 年冬に水田の一部を畦で区切ることによって一年を通じて水を確保できるように調査区間①と並行して細長い「避難池」が設置された。

一方で『従来型』は図-1 (b), (d) に示すように、一見すると典型的な里山の風景に見えるが、その周囲の水場は非常に勾配の大きい用排水路しかなく、その用排水路は直立した側壁を持つ U 字型側溝を使用している。

(2) 調査方法

圃場整備における生物多様性への配慮がカエル類の生息に与える影響について調べるため、2009 年から 2013 年の 7 月～9 月にかけてカエル類のラインセンサスを実施した。調査ルートは、配慮型、従来型において、それぞれ 3 つの調査区間で計 100m の距離を設定した。これらのルートを図-1 (a), (b) に示している。調査ルートに出現した両生類について、種、体サイズ、個体数を記録した。体サイズは成体を「大」、成体に満たないものを「小」として分類した。代表的なカエル類における大と小の閾値は、

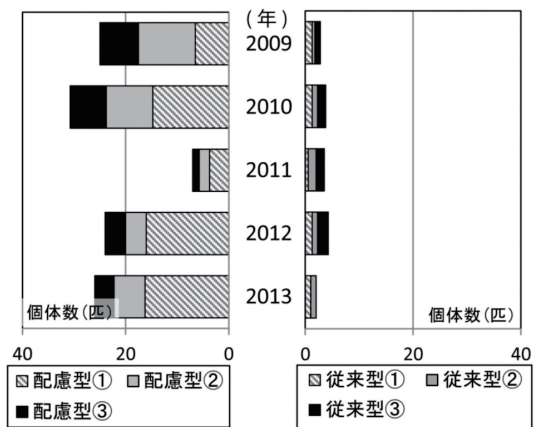


図-3 両地区で観察された大型のカエルの10mあたり個体数

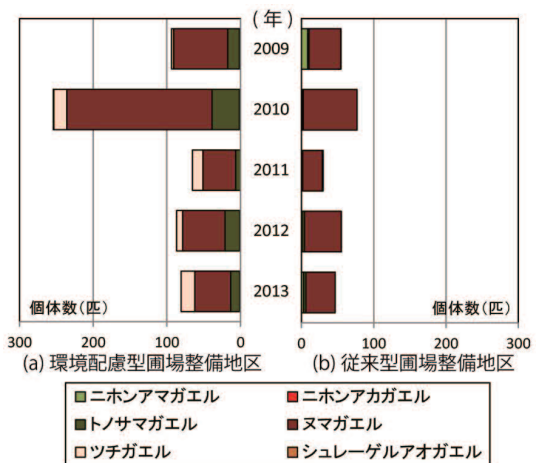


図-4 両地区で観察されたカエルの種別の10mあたり個体数

スマガエルおよびツチガエルで 4cm、トノサマガエルで 7cm、アマガエルで 3cm とした。

(3) 調査結果と考察

図-2 にそれぞれの地区で観察された、畔の長さ 10m あたりのカエルの個体数を示す。図-2 から、いずれの年も配慮型の圃場の個体数は従来型を上回っていることがわかる。また、配慮型の圃場において、全体に占める調査区間①の個体数に着目すると、2009 年は配慮型地区全体の 20% 程度だったのが、2010 年に 35% になり、2011 年以降はほぼ半数を占めるようになっている。これは、調査区間①に沿った「避難池」の効果によるものと考えられる。

図-3 にそれぞれの地区で観察された、畔の長さ 10m あたりの大型のカエルの個体数を示す。図-2 と同様に、配慮型地区では従来型区間に比べて多くの

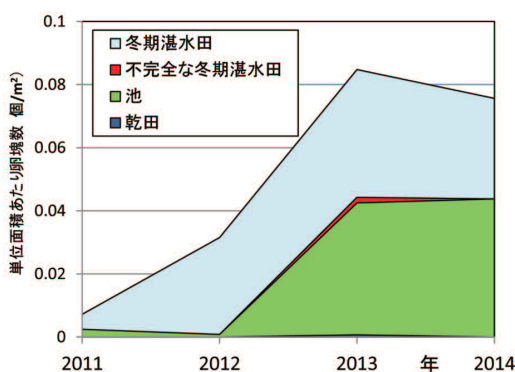


図-5 アカガエルの卵塊数の推移

大型のカエルが観察されており、配慮型地区のなかでも調査区間①で発見された個体数が占める割合が大きい。中でも、2010 年以降、調査区間①の大型の個体数が特に多くを占めている。これは、繁殖能力がある成体にも、調査区間①に沿った「避難池」の効果が大きいものと考えられる。さらに、それぞれの調査区間におけるカエル全体に占める大型のカエルの数（大型の優占率）を表-1 に示す。濃いグレーのセルは優占率が 30% 以上、薄いグレーのセルは優占率が 20% 以上で 30% 未満を示している。配慮型地区は 2010、2011 年以外、大型の優占率が 20% を超えており、特に調査区間①は 30% を超えている。配慮型地区の中でも、大型の優占率が比較的低い調査区間②はカエルが利用できる水辺環境から最も離れている場所であり、水辺環境の整備が大型の個体の生育に不可欠ことが示唆される結果となった。

図-4 には両地区で観察されたカエルの種別の 10m あたり個体数を示す。どちらの地区もヌマガエルが多くを占めているが、特に、従来型地区のヌマガエルの割合は高い。ヌマガエルの優占率は、配慮型地区で 2009 年から 0.79 → 0.78 → 0.68 → 0.66 → 0.60 と年々減っているが、従来型地区では 2009 年以降 0.80 → 0.97 → 0.92 → 0.93 → 0.87 と増加する傾向にあり、配慮型地区の生物多様性が回復している様子が見える。また、配慮型地区ではトノサマガエルやツチガエルも比較的高く、安定して観察されていることがわかる。東と武内²⁾によると、トノサマガエルに近縁種のトウキョウダルマガエルが圃場整備の影響を受けやすいと指摘されている。配慮型地区ではトノサマガエルの優占率が比較的高く、水温が低い湧水や池などに生息し水温が高くなる圃場を苦手としているツチガエルの優占率も比較的高い。このことから、配慮型地区のカエルは多様な種が観察され、中でも環境の変化に敏感な種が増えていることがわかる。

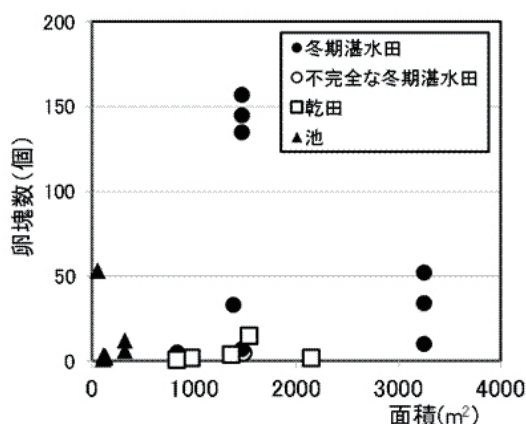


図-6 アカガエルの要素別面積に対する卵塊数

3. 冬期湛水の効果

(1) 冬期湛水の概要

調査地区では、2010 年から試験的に環境配慮地区の一部の圃場で冬期湛水田を開始した。このときから、これまでは確認できなかったヤマアカガエルの鳴き声が聞こえるようになり、山際の小さな池と冬期湛水田にアカガエル類の卵塊も確認された。

冬期湛水田の開始当初は、利用できる水の量の制限から冬期湛水田の数は少なかったものの、その後、農家への普及啓発活動を推進することで冬期湛水田が増加し、それに加えて新たなビオトープを造成することによって、アカガエル類の産卵が可能な浅い水域が増加している。

(2) 調査方法

調査地区および、その周辺で産卵するアカガエル類はニホンアカガエルとヤマアカガエルの 2 種である。しかし両者の卵塊を区別することは困難であるため、両者の卵塊を区別せずに「アカガエル類の卵塊」として一括して扱っている。

冬期湛水田は、収穫直後から 1 か月後の間に対象圃場の全てを、数 cm～10cm の水深を春先まで常に満たすことを目標としている。目標どおりに圃場の水深を適切に維持して、春先まで常に満たすことができた圃場を「冬期湛水田」としている。一方で、圃場環境の違いや管理の問題で、圃場の一部あるいは大部分の土壌が露出してしまうことがある。このような冬期湛水田を「不完全な冬期湛水田」としている。

調査手法はアカガエル類の産卵行動の可能性が高い 1 月下旬～3 月中旬にかけて、配慮型地区にある全ての①冬期湛水田、②不完全な冬期湛水田、③池、

④乾田（水たまりのある箇所を中心）を1～3名で巡回し、目視によって卵塊の数と場所を記録している。調査の周期は、産卵からふ化のサイクルよりも短くなるように設定している。

(3) 調査結果と考察

図-5に配慮型地区の各要素におけるアカガエルの単位面積あたりの卵塊数（1月から3月までの集積）の推移を示す。図-5から卵塊の数が年々増加し、多くの卵塊が冬期湛水田と池で集中的に観察されていることがわかる。また、池における卵塊数は冬期湛水田を始めた2001年から2012年まで少なかったが、その後に増加している。これは、冬期湛水田の取組みの効果が、時間差で池にも効果をもたらしたものと推測できる。

図-6にアカガエルの各要素別面積に対する卵塊数を示す。乾田にできた水たまりに産卵するアカガエル類の卵塊数は、乾田の面積が大きくなっても卵塊数の伸びはない。また乾田における卵塊は、幼体になる前に水たまりが干上がってしまうことが多いことを考えても、乾田はアカガエル類のビオトープとしてはふさわしくないといえる。それに対して、池は小面積であるにもかかわらず比較的卵塊数が多くみられ、干上がることも少ないため、アカガエル類のビオトープとしてはふさわしいといえる。しかし中山間地において、これ以上の池の面積を拡大することは困難である。図-5を見ると、冬期湛水田では面積に比例して卵塊の数が増えているようにも見える。また休耕田が多い現状を考慮すれば、冬期湛水田はこれ以上に面積を拡大することも比較的容易であるといえる。

以上のことから、冬期湛水田を発展的に継続して展開していけば、圃場整備の影響を受けやすいといわれるアカガエル類の卵塊数が、今後も増える可能性が十分にあると推測できる。

4. おわりに

大分県竹田市挾田において、圃場の周辺にビオトープや避難池の整備、水路の多自然化など、生物多様性に配慮した圃場整備を実施してきた。この地域において、生物多様性に配慮した圃場整備を実施した地区と、そこに隣接する従来型の圃場整備を実施した地区で2009年から5年間にわたりカエルの生態を調査した。その結果から明らかになったことを以下に示す。

1. 配慮型の圃場を利用するカエルのなかで、避難

池に近い畔を利用していたカエルの割合が年々上昇しており、最終的に約半数を占めるようになった。

2. 配慮型地区では従来型区間に比べて多くの大型のカエルが観察されており、配慮型地区のなかでも避難池の近くを利用していた個体数が占める割合が大きい。また配慮型地区の中でも、避難池やビオトープから離れた畔は、周囲に比べて大型の優占率が低かった。
3. カエルの種別の優占率を見ると、どちらの地区でもヌマガエルが多くを占めていたが、特に、従来型地区のヌマガエルの割合は高く、その優占率は年々上昇していた。一方、配慮型地区におけるヌマガエルの優占率は年々減少しており、トノサマガエルやツチガエルなどの環境変化に鋭敏な種の割合も増加しており、生物多様性が向上していることが示唆される結果となった。
4. 配慮型地区におけるアカガエルの単位面積あたりの卵塊数は年々増加しており、多くの卵塊が冬期湛水田と池で集中的に観察されていた。
5. 乾田におけるアカガエル類の卵塊数は面積に比例しないが、池や冬期湛水田では面積に応じて卵塊数が増加していた。

以上のことから、カエルの多くは避難池に近い畔を利用しており、この畔は繁殖能力の高い大型の個体の利用で占められていることが明らかになった。また、冬期湛水田を発展的に継続して展開していけば、圃場整備の影響を受けやすいといわれるアカガエル類の卵塊数が、今後も増えることが期待できる結果となった。

里山で見られるカエル類の種数は限られており、またアカガエル類の卵塊の識別も比較的容易であるため、カエルを指標生物とする調査は専門的な知識を有していない住民でも実現可能な手法となり得る。

今後も調査を継続してデータを蓄積していくと共に、地域住民の意識調査を実施し、本研究で用いた手法が有効に活用できる方法を模索したい。

謝辞：本研究の遂行にあたって、大塚廣氏をはじめとするトキの夢営農組合の皆様には、調査への便宜をはかっていただくなど多大なご協力をいただきました。また、英文概要の作成においては日本文理大学の津田克巳教授に多くの助言をいただきました。日本文理大学工学部建築学科環境・地域創生コース（土木コース）の学生諸君には、調査への協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大澤啓志・黒田貴綱・勝野武彦：棚田域における管理形態の違いから生じる植生と小動物相(カエル類・ネズミ類)の関係, ランドスケープ研究, 69(5), 2006, pp. 565-570
- 2) 東淳樹・武内和彦：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), 1999, pp. 573-576
- 3) 片桐由希子・大澤啓志・山下英也・石川幹子：ビオトープタイプの組成とカエル類生息からみた小流域の評価手法に関する研究, ランドスケープ研究, 69(5), 2006, pp. 785-788
- 4) 杉浦嘉雄・船橋玲二・池畑義人・李思云：鳥類および両生類による生物多様性型圃場に対する評価手法の検討, 第 38 回環境システム研究論文発表会講演集, 2010, pp. 31-36
- 5) 須股博信・他 11 名：生態系保全型圃場整備における野生生物の保全に関する基礎的研究, 日本文理大学環境科学研究所報告, 2008, 6, pp. 41-78.

(2014. 7. 11 受付)

THE CASE STUDY OF USING FROGS FOR EVALUATION OF THE AGRICULTURE BY WHICH BIODIVERSITY WAS CONSIDERED

Reiji FUNAHASHI, Yoshio SUGIURA and Yoshito IKEHATA

Part of farmland has been converted into biotopes in farmland consolidation carried out in the summer of 2007 in Hasada, Taketa City, Oita Prefecture, accepting the residents' opinion, and a community has been made there in consideration for biodiversity by promoting the winter-flooding of rice fields. This study measures the effect of farmland consolidation by comparing the ecology of anurans in farmland taking the environment into consideration with the ecology of those in farmland in the usual type of consolidation. It has turned out that there live more kinds of frogs in farmland in consideration of biodiversity, among which black-spotted pond frogs (*Rana nigromaculata*) and wrinkled frogs (*Rana rugosa*) prevail being sensitive to the change of environment, and there live more individuals large in size. On investigating the number of the egg sacks of brown frogs (*Rana japonica* and *Rana ornativentris*), on the other hand, a lot of egg sacks have been confirmed in winter-flooded rice fields. Based on these results, a method of investigation can be proposed which enables ordinary people with no expert knowledge to easily realize the effect of activities for environmental conservation by means of frogs familiar to them as their indicators.