

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

杉浦 嘉雄¹・船橋 玲二²・池畑 義人³・李 思云⁴

¹正会員 日本文理大学教授 工学部環境マテリアル学科 (〒870-0397 大分県大分市一木1727)

E-mail: sugiura@nbu.ac.jp

²見沼鷺山復活プロジェクト 代表 (〒194-0012 東京都町田市金森1917-72)

E-mail: sagiyama@nexyzbb.ne.jp

³正会員 日本文理大学准教授 工学部建築学科 (〒870-0397 大分県大分市一木1727)

E-mail: ikehata@nbu.ac.jp

⁴八鹿酒造株式会社 (〒879-4692 大分県玖珠郡九重町大字右田3364番地)

E-mail: ri.shiun@yatsushika.com

本研究では、圃場整備事業が行われた水田周辺における鳥類および両生類の生態を調査し、その結果から社会資本整備が生物多様性へ与える影響を評価する指標を提案した。鳥類、両生類の調査のいずれにおいても、生物多様性、特に水辺の環境に配慮した「生物多様性型圃場」、従来の工法により整備された「非生物多様性型圃場」と呼ばれる水田・水路において生息状況を比較した。鳥類では、総種数と総個体数では大きな違いは見られなかったが、水鳥は「生物多様性型圃場」に多く、個体数は約4倍であった。水鳥のみに注目すれば、その個体数には顕著な差が認められた。両生類では、ツチガエル、トノサマガエルの2種が「生物多様性型圃場」に多く生息し、有意な差が認められた。その結果から、鳥類と両生類の種数と個体数は社会資本整備が生物多様性へ与える影響を評価する指標となり得ることが示唆された。

Key Words : farmland, biodiversity, avian, frog, biotope

1. はじめに

平成2年に多自然型川づくりが建設省より通達され、社会資本整備においても自然環境への配慮が求められてきた。その後の自然保護思想の発展・普及に伴い、道路整備、圃場整備といった社会資本整備にあたっては、地域の環境と調和すること、生物多様性の確保が大きな関心事となっている。このことから、平成18年には「多自然型川づくり」レビュー委員会より「多自然川づくりへの展開」が提言されている。

しかし、保全・復元の対象として生物多様性を重視した場合、対象とする種の生態、地域性、種間関係、気候条件、季節的なタイミング等、事業の成否を左右する要素が多く、その評価を難しくしている。また事後評価には年月を要する場合も多く、整備事業終了後に適切な評価作業が継続して実施される例は多くない。

これまで、主に住民アンケートなどを用いた評価手法が研究されてきた^{1,2)}。アンケート調査は住民の意向を

探るために不可欠な手段ではあるが、住民の判断材料として専門家の事前調査から提示される客観的な基礎資料が必要となる。

本研究では、生物多様性に考慮した圃場整備を行った圃場と従来型の圃場整備を施工した圃場において、鳥類および両生類の生息状況を比較し、生物多様性を考慮した施工の効果を測定した。また、その結果から生物多様性を考慮した社会資本整備に対する新しい環境評価方法の提案を試みている。

2. 調査地

本研究では、大分県竹田市岡本地区（東経131° 25'1"、北緯32° 59'18"）における田圃を調査対象とした。竹田市は図-1に示すように、熊本県と接する九州の内陸部に位置している。竹田市は農業従事者が就労人口の33%を占めており、耕地の70%以上は水田である³⁾。その中

の岡本地区は20戸ほどで形成された、竹田市の街地中心部から離れた集落で、小規模な水田、畑、アラカシ林、クヌギ林、竹林、住宅等がモザイク状に配置された海拔245～305mの里地環境である。調査地の総面積は68.3haで、そのうち、整備対象となった圃場面積は14.5haである⁹⁾。アメダス観測点のうち、対象地から最も近い竹田の記録によると、年平均気温14.4℃、年降水量1839 mmである。大分県の大部分は瀬戸内型の気候に区分されるが、竹田市では寒暖の差が大きく、山地型の要素をあわせ持つことが特徴である。地質は阿蘇溶結凝灰岩が広く分布し、調査地の各所に岩盤の露出が見られる⁹⁾。

調査地の従来の圃場は、斜面地を細かな段に造成した小規模な水田と畑地であった。一筆あたりの面積はきわめて小さく、農業経営の上では効率が低く改善が求められていた。このような状況を打開するために圃場整備を行い、経営基盤の強化を図ることとなった。整備後の一筆あたりの面積は平均2,000m²ほどになった。一方で、工事に伴って圃場周辺に生息する動植物が減少するのではとの危惧は拭いきれなかったとともに、自分たちが耕作してきた田畑を豊かな自然とともに次世代へ引き継ぎたいとの地元の想いもあり、生物多様性に配慮した圃場への模索が始まった。事業のスケジュール等の様々な制約から、生物多様性の対策が施された圃場は対象地の半分ほどに限られてしまったが、生物と共存していくための努力は継続されており、多様な生物が生息できる地域となることが期待されている。

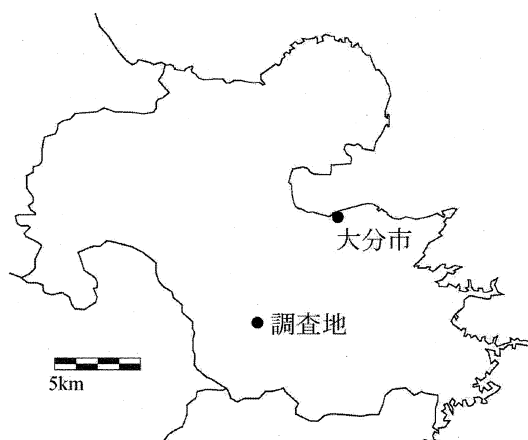


図-1 調査地（竹田市岡本地区）の位置

3. 調査方法

調査は生物多様性に配慮した整備の行われた圃場（以下、「生物多様性型圃場」）と従来通りの工法で整備した圃場（以下、「非生物多様性型圃場」）の双方で同一を調査を行うことで、工法の違いが生物の生息状況に与えた影響を把握するよう努めた。

「生物多様性型圃場」は、水路沿いのコンクリート護岸を可能な限り省き、水生植物を繁茂させる区間も設けた。他地区から導水されている用水については道路の脇に設置されているため、コンクリート製のU字溝となったが、カエル等がはい上がれるように、図-2に示すような細かな段を刻んだ特殊なブロックを一部に設置した。圃場には、ビオトープとして一部に池を設け、カエル類やトンボ類のすみかとなるよう配慮した。また、圃場の管理上も有機無農薬栽培に取り組む等、生物との共生に向け試行が続いている。

「非生物多様性型圃場」は、用水路、排水路ともにU字溝を用いた従来工法による整備が行われた。生物多様性圃場と比較し、水路の勾配が大きく、水路内の流速も速い。圃場の管理は減農薬に取り組む圃場と、農薬等を適宜利用する慣行農法が行われている。

今回の調査で対象とした生物は鳥類および両生類である。圃場整備事業は2008年5月に完了しており、本研究は工事終了後の圃場を対象とした。

(1) 鳥類調査

鳥類調査は、「生物多様性型圃場」および「非生物多様性型圃場」それぞれの圃場における種数と個体数を整備工事の完了した2008年6月から2009年12月までの19か月間にわたり観察し、その月別変化を比較した。記録方法は鳥類調査で広く行われているライントランセクト法とし、観察には双眼鏡を用い、観察面積はそれぞれ2 ha (50m×400m)ずつとした。記録にあたっては、それぞれの個体が利用していた環境と行動を可能な限り詳細に記述するよう努めた。



図-2 カエルの生態に考慮したU字溝

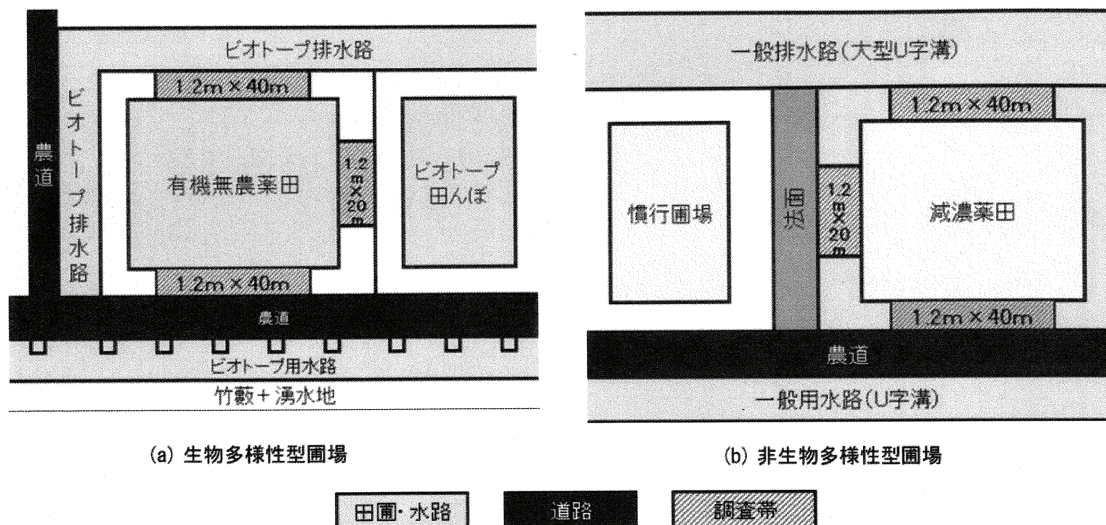


図-3 両生類の調査対象地域の模式図

(2) 両生類調査

本調査の前に事前調査を実施したところ、調査区域における両生類の99%以上はカエル類で占められていた。このことから、両生類においては、カエルのみを調査対象とした。捕獲されたカエルの種類は、全調査期間を通じてヌマガエル、ツチガエル、トノサマガエル、アマガエルの4つであった。その種類と個体数、体サイズについて2009年7月から9月までの3か月間の月別変化を調査した。

図-3に両生類の調査対象地域を示す。「生物多様性型圃場」と「非生物多様性型圃場」のそれぞれの水田において、図-3(a),(b)の斜線部で示されるように、畦道を中心とした幅12mの調査帯を田圃を取り巻くように設定した。この調査帯は、どちらの圃場も100m (20m+40m+40m) が設定され、この調査帯をゆっくりと歩きながらカエルの種と個体数を記録した。

4. 鳥類の出現状況

(1) 出現状況

調査の結果、「生物多様性型圃場」で34種、527個体、「非生物多様性型圃場」では34種、641個体、計44種、

1,168個体の鳥類が観察された。鳥類の種数および個体数の月別の内訳を表-1に示す。なお、個体数の総数は月ごとの観測結果の総和となるが、種数の総数は全観測期間を通じて観測された種数であるため、月ごとの種数の総和とは異なっている。

種数においては、「生物多様性型圃場」において観測期間を通じて記録された種数は34種、各月で4~14種が観察され、「非生物多様性型圃場」では観測期間全体で34種、各月で2~10種が観察された。両圃場とも観測期間全体における種数は同一であるが、各月ごとに観測された種数を比較すると2009年1月を除いて「生物多様性型圃場」で多くの種が観察された。このことから「生物多様性型圃場」では、「非生物型圃場」に比べて平均的に多様な鳥類が観察されるといえる。

総個体数においては、「生物多様性型圃場」で全観測期間を通じて527個体が各月で8~45個体が観察され、「非生物多様性型圃場」では全観測期間で641個体、各月で3~212個体が観察された。「非生物多様性型圃場」において30以上の個体が見られたのは、2008年10月、12月、2009年3月、4月、7月であったが、これらはスズメ、ニュウナイスズメ、アトリ等の大きな群れの来襲によるものであった。これらの大群が発生した月以外は、「非生物多様性型圃場」の個体数は「生物多様性型圃場」に

表-1 それぞれの圃場における鳥類出現数の比較

年		2008年							2009年												総数
月		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
種数	生物多様性型圃場	8	8	4	8	9	13	12	8	12	10	13	10	10	11	6	6	10	14	13	34
	非生物多様性型圃場	3	4	3	6	4	2	10	9	8	9	7	3	4	4	6	3	6	5	9	34
個体数	生物多様性型圃場	19	16	45	19	25	18	28	42	36	33	44	19	15	25	8	35	31	39	30	527
	非生物多様性型圃場	9	5	4	19	41	4	73	19	25	143	212	4	5	32	6	3	9	13	15	641

表-2 それぞれの圃場における両生類の10m²あたりの個体数

調査した圃場	両生類の種	7月		8月		9月		観測期間中の 個体数密度
		小型個体	大型個体	小型個体	大型個体	小型個体	大型個体	
生物多様性型 圃場	ヌマガエル	7.42	3.25	4.42	1.08	1.25	0.42	17.83
	ツチガエル	0.33	0.25	0.08	0.08	0.00	0.08	0.83
	トノサマガエル	1.33	0.75	1.08	0.33	0.25	0.17	3.92
	アマガエル	0.25	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.33
非生物多様性型 圃場	ヌマガエル	9.75	0.33	1.42	0.00	0.25	0.00	11.75
	ツチガエル	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
	トノサマガエル	0.08	0.00	0.25	0.08	0.08	0.00	0.50
	アマガエル	1.92	0.08	0.25	0.00	0.08	0.08	2.42

※大型と小型の体長のしきい値；ヌマガエル：4cm、ツチガエル：4cm、トノサマガエル：7cm、アマガエル：3cm

比べて少ない。

調査地となった圃場では、排水路、池、水田等の水辺環境の整備に特に重点を置いたので、記録された鳥類の中から水鳥について出現状況を整理した。「生物多様性型圃場」ではダイサギ、アオサギ、クサシギ、カワセミ、キセキレイ、ハクセキレイ、セグロセキレイ、タヒバリの8種が、「非生物多様性型圃場」ではアオサギ、カワセミ、キセキレイ、セグロセキレイ、タヒバリの5種が確認された。

記録された水鳥のうち、魚食性の種はダイサギ、アオサギ、カワセミの3種で、「生物多様性型圃場」で29.4%が採食、採餌を行っていたが、「非生物多様性型圃場」では通過個体のみだった。両圃場で記録された個体数を比較すると、前者は後者の5.7倍であった。昆虫等の小動物を採食するクサシギ、キセキレイ、ハクセキレイ、セグロセキレイ、タヒバリの5種では、「生物多様性型圃場」で48.6%が採食、採餌を行ってが、「非生物多様性型圃場」では33.3%であった。両者で記録された個体数を比較すると、前者は後者の3.7倍であった。水鳥全体の個体数では「生物多様性型圃場」が69個体、「非生物多様性型圃場」が17個体で、同一面積を調査したにもかかわらず、前者の方がおよそ4倍もの個体が記録された。

(2) 一般的な傾向

鳥類は、双眼鏡等を用いることで比較的簡便に調査が行えることから、環境評価に利用しやすい。しかし、営巣、採食、休息など、それぞれの種が広い面積を利用しながら生活している。このため、対象地が大規模農場のような広大な面積を有する場合の環境評価はある程度の精度が期待できるものの、圃場の脇にある水路といった小面積の環境評価を行う場合には困難な場面も多く見られる。

今回対象とした圃場整備のような事業では、生態系の基盤となる草本植生が大きく変化するとの指摘⁷⁾もあり、そこに暮らす昆虫類等へも影響があることは間違いない

だろう。高次捕食者の多い鳥類では、餌の量的な確保が保たれていれば、餌生物の種構成はある程度許容される可能性はあるだろうが、詳細な調査は行われていない。

(3) 考察

調査地の水辺環境は、整備前は水田と小規模な水路のみであったが、整備後は生物の生息空間となる池を3ヶ所に新設したほか、排水路内にガマ、マコモ等の生育する空間を確保したり、水路－水田間の魚道を設置した。これらの水辺環境の整備は、各地で行われている多自然型事業等の事例を参考に、現地の状況にあわせて工法を選択したもので特殊なものではない。

重点的整備の対象とした水辺空間において、そこに生息する水鳥の出現状況や行動を比較すると、「生物多様性型圃場」では採餌や餌の探索といった水辺空間の利用が多く確認されたが、「非生物多様性型圃場」では限定的であった。特に魚食性の鳥類でその差は顕著であった。

従来の工法によって整備された圃場や水路では、昆虫等の体長が小さい種が生息するものの、魚類が生息するほどの環境、すなわち十分な水深、休息や産卵場となるよどみ、年間を通しての移動経路が確保できていないものと思われる。

水鳥、特に魚食性の種の生息状況は、両圃場間の比較をすると顕著な差が認められた。水鳥の個体数と共に、採食等の空間利用を記録することで環境指標となり得ることが示唆された。鳥類は行動圏が広いために、狭い空間の環境指標として扱いづらいものの、特定のグループの生息状況に注目することで環境指標として利用が可能なものと思われる。

5. 両生類の出現状況

(1) 出現状況

カエル類の調査結果から10m²あたりの個体数を求めた結果を表-3に示す。ここで、色つきのセルは10m²あたり

の個体数が0.1を下回ったものである。大型個体と小型個体の区別は、カエルの体長で分類した。体長のしきい値は、ヌマガエルおよびツチガエルが4cm、トノサマガエルが7cm、アマガエルと3cmとし、これより体長が大きなものを「大型個体」、小さなものを「小型個体」とした。両圃場で最も多く観察されたのはヌマガエルで、次に多かったのはトノサマガエル、アマガエルと続き、ツチガエルはあまり観察されなかった。

また、両圃場で観察された種を比較すると、「生物多様性型圃場」ではヌマガエル、ツチガエル、トノサマガエルの個体数が多かった。一方、「非生物多様性圃場」では、アマガエルの個体数が多かった。

「非生物多様性型圃場」の方が「生物多様性圃場」で観察された個体数を上回ったのはアマガエルのみであった。しかし、アマガエルはイネの葉の上に止まることが多かったことから、畦を中心とした今回の調査方法では十分にとらえきれていない可能性があった。

種ごとの優占率を求めた結果、「生物多様性型圃場」において、ヌマガエルが77.8%、トノサマガエルが17.1%、ツチガエルが3.6%、アマガエルが1.5%を占めていた。

「非生物多様性型圃場」においては、ヌマガエルが79.7%、アマガエルが16.4%、トノサマガエルが3.4%、ツチガエルが0.6%を占めていた。

次に、記録された各種の大型個体の優占率を求めた。その結果は、「生物多様性型圃場」において、ツチガエルでは「大型」が50.0%、トノサマガエルが31.9%、ヌマガエルが26.6%、全体では28.0%を占めていた。「非生物多様性型圃場」においては、トノサマガエルが16.7%、アマガエルが6.9%、ヌマガエルが2.8%、全体では4.0%を占めていた。

(2) 一般的な傾向

圃場整備によって自然度の低下した圃場で目立つ種は一般にアマガエルとヌマガエルである。アマガエルは、様々な人工的な環境においても優占率が高い⁸⁾。ヌマガエルは、高温に対して、特に幼生では43℃もの水温での生存記録がある⁷⁾。一方、水辺の整備工事等によって影響を受けやすい種として、トノサマガエルやツチガエルが挙げられる。トノサマガエルでは、個体数が過度に減少した場合の回復に時間がかかる¹⁰⁾。ツチガエルは、幼生期間が長く越冬する個体が多いため、乾燥しやすい冬季に影響を受けやすい。

(3) 考察

以上をまとめると、「生物多様性型圃場」は「非生物多様性型圃場」と比べ、カエル類の個体数密度が高く、特にツチガエルやトノサマガエルで顕著な差が認められた。また、圃場内の個体数構成は、トノサマガエル、ツ

チガエルの2種は「生物多様性型圃場」において優占率が高かったが、アマガエルは「非生物多様性型圃場」での優占率が高かった。さらに、「大型」個体は「生物多様性型圃場」の方が、「非生物多様性型圃場」より11倍も多くの個体数が認められた。

このように各種の体サイズおよびツチガエル、トノサマガエル、アマガエルの優占率において、それぞれの圃場間の明確な差異がみられた。統計的にも有意な差があったことから、両生類の体サイズと種数が環境指標となりうることを示唆された。体サイズや種構成に現れた両生類の生息状況の差異は、圃場の水循環や温度変化に大きく左右されているものと予測される。

6. おわりに

大分県竹田市岡本地区において、「生物多様性型圃場」と「非生物多様性型圃場」の鳥類および両生類の分布調査を行った。この調査から以下のことが明らかになった。

- (1) 鳥類については、「生物多様性型圃場」において確認できた種数は、平均的に「非生物多様性型圃場」を上回っていた。
- (2) 鳥類全般の個体数には有意な差は見られなかった。しかし水鳥の個体数だけを抽出した場合、「生物多様性型圃場」では「非生物多様性型圃場」の約4倍の個体数が確認できた。
- (3) 両生類については、その大部分がカエルで占められていたので、カエルの出現状況を調査した。その結果、「生物多様性型圃場」では「非生物多様性型圃場」よりもヌマガエル、ツチガエル、トノサマガエルの個体数が多く、アマガエルは「非生物多様性型圃場」で観測された個体数が多かった。
- (4) 両圃場において、ヌマガエルの優占率は75%を超えていた。ツチガエルの優占率は「生物多様性型圃場」でわずか3.6%であった。「非生物多様性型圃場」ではツチガエルは観測されなかった。
- (5) 両圃場で観測されたカエルの体長を比較すると、大型に分類される個体の優占率は「生物多様性型圃場」で28%、「非生物多様性型圃場」では4%であった。

本研究で提案された手法は、限られた地区における圃場整備事業という特殊な事例である。この方法を環境に及んだ影響を評価するための普遍的な手段とするためには、フィールドも対象とする事業も様々なケースについて検討する必要がある。しかしながら、今後物理的な解

析を加えることで、より明確な環境指標づくりが可能になると思われる。

謝辞：本研究の遂行にあたって、岡本地区経営体育成基盤整備事業関係者の方々には多大なご協力をいただいた。ここに記して心より厚く御礼申し上げる。また、有益なご議論を頂いた日本文理大学の菅雅幸教授、吉村充功准教授、津田克己教授にも感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 皆川朋子，島谷幸宏：住民による自然環境評価と情報の影響，土木学会論文集，No.713，VII-24，pp115-129，2002.
- 2) 三阪和弘，小池俊雄：河川環境の評価構造における流域共通性と地域差，土木学会論文集 B，Vol.62，No.1，pp.111-121，2006.
- 3) 竹田市総務企画部企画情報課まちづくり推進係：竹田市統計書，p13，竹田市，2009.
- 4) 杉浦嘉雄：生態系保全型圃場整備におけるビオトープの保全と創出に関する実践的研究，日本文理大学環境科学研究所報告，Vol.6，pp.79-103，2008.
- 5) 須俣博信ら：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，Vol.6，pp.41-78，2008.
- 6) 大分大学教育学部編：大野川—自然・社会・教育，pp.29-61，大分大学教育学部，1977.
- 7) 山口裕文：雑草の自然史，pp.3-16，北海道大学図書刊行会，1997.
- 8) 森淳：つくば市におけるカエル類の生息環境要因，農業農村工学会大会講演要旨集，pp.138-139，2007.
- 9) 奥山風太郎：日本のカエル+サンショウウオ類，p.101，山と溪谷社，2002.
- 10) 篠原望：圃場整備がトノサマガエルの生息に及ぼす影響，香川生物，34，pp.97-105，2007.

A Study of Evaluation Method for Farmland Considered Bio-diversity by Avian and Amphibian Species

Yoshio SUGIURA, Reiji FUNAHASHI, Yoshito IKEHATA and Siyun LI

We investigated the ecology of birds and amphibians around the paddy fields where the field maintenance business had been done and proposed an index for evaluating the influence of the provision of social overhead capital on biodiversity as a result of our study. In either investigation a comparison was made between the living situations in the “biodiversity type fields” in consideration for biodiversity, especially for the environment on the watersides, and those in the paddy fields and waterways called “non-biodiversity type fields” maintained by an old industrial method. While there was not a big difference between the number of total seeds and that of total individuals in the case of birds, most waterfowls were seen in the “biodiversity type fields”, about four times as many individuals being found there as in the “non-biodiversity fields.” As far as waterfowls were concerned, we recognized a marked difference in the number of individuals, which suggested that it could be an index for evaluation. As for amphibians, two species of frogs (*Wrinkled Frog* and *Black-spotted Pond Frog*) lived mostly in the “biodiversity type fields”, which showed a statistically significant difference and suggested its possibility of being an index, too.