

水田の水利用形態が生態系に及ぼす影響評価

阿南, 光政
九州大学大学院生物資源環境科学府

大平, 裕
九州大学大学院生物資源環境科学府

弓削, こずえ
九州大学大学院農学研究院

中野, 芳輔
九州大学大学院農学研究院

<https://doi.org/10.15017/8881>

出版情報 : 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 62 (1), pp.91-100, 2007-02-28. 九州大学大学院農学
研究院
バージョン :
権利関係 :



水田の水利用形態が生態系に及ぼす影響評価

阿南 光政^{1*}・大平 裕¹
弓削 こずえ・中野 芳輔

九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門地域環境科学講座灌漑利水学研究室
(2006年11月10日受付, 2006年12月1日受理)

Evaluation of the paddy irrigation effect on the preservation of ecosystem

Mitsumasa ANAN^{1*}, Yutaka OOHIRA¹, Kozue YUGE
and Yoshisuke NAKANO

Laboratory of Irrigation and Water Utilization, Division of Regional Environment Science,
Department of Bioproduction Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

緒 言

水田群とそれを取り囲む農業用水路網は、農業的機能の他に、生活的機能、防災機能、環境保全機能、生態的機能、景観的機能など多面的な機能を有しており、古くから地域の自然や、住民の生活に密着しながら存在してきた。しかし近年は、農業の兼業化や後継者不足から、何も作付けをしない休耕地が増加してきている。無耕作状態が数年間続き荒廃化した農地も増加し、農地保全上、重要な課題となっている。一方、休耕地にも水を引き湛水状態にしておく慣行が農村社会にある。雑草抑制などの維持管理上の観点から農家によって独自に実施されているが、湛水されることで、そこには多様な生物の生息空間が形成されることも期待される。水は生物の生息空間としての重要な要素であり、したがって田面が湛水されているか否かは、生態系形成上、非常に重要なポイントであると考えられる。

本研究では、水田の利用形態と生態系保全の関係に着眼し、水田地域における生物の生息状況を調査した。調査は、筑後川中流、大石堰掛かりの上流部に位置する、平地水田圃区を対象地区とした(図1)。当地区は、昭和55年に圃場整備事業が実施され、水田の区画

は整形され用排水は分離されている。圃場整備実施当時はほとんどが水稻を作付けしていたが、現在は転作作物として大豆の他に花木や果樹も作付けされている。生態系調査を実施する圃場として、水稻が作付けされている通常の水田、輪換耕地、作付けしていない湛水状態の休耕地の3筆を当地区内より選定した。図2にそれぞれの圃場状況を全景写真で示す。各圃場での生態系調査結果から土地利用形態が生物の生息分布に与える影響評価について検証した。

調査方法

1. 土地利用状況調査

生態系の分布と対象地区の土地利用特性を把握するために、作付作物、土地利用状況を現地踏査により確認した。調査結果から土地利用分布図を作成し、作付面積、作付比率を計測した。

2. 圃場面温度調査

水田の利用形態と地表面温度との関係を明らかにするために圃場面の温度分布を調査した。調査は、サーモトレーサを用いて赤外線画像を撮影し、画像処理により温度分布を把握した。

¹九州大学大学院生物資源環境科学府生産環境科学専攻地域環境科学講座灌漑利水学研究室

¹Laboratory of Irrigation and Water Utilization, Division of Regional Environment Science, Department of Bioproduction Environmental Sciences, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

*Corresponding author (E-mail: anan@bpes.kyushu-u.ac.jp)

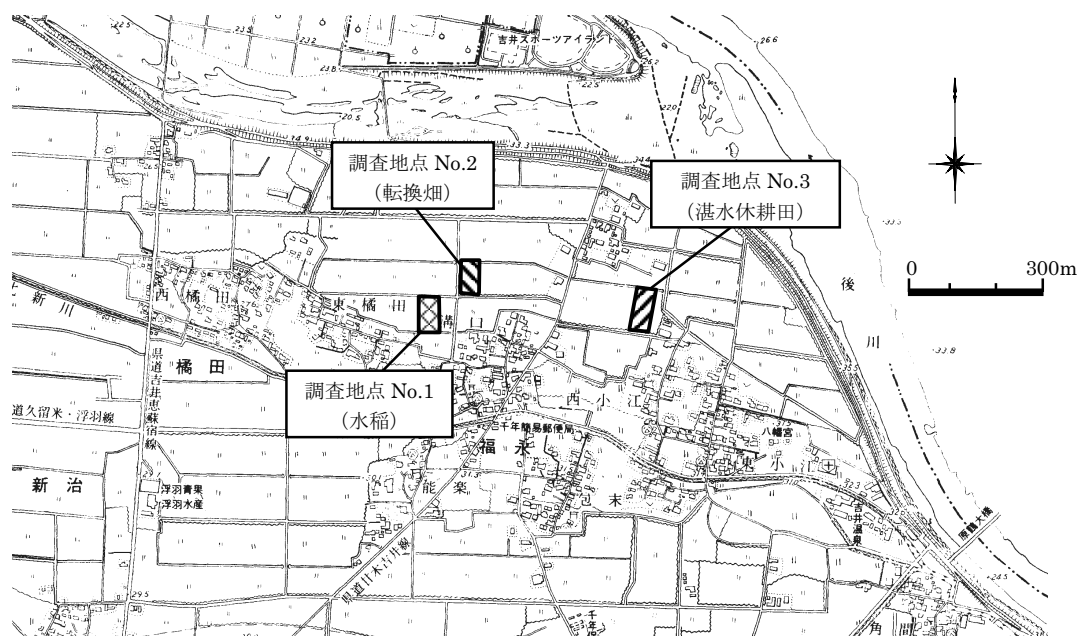


図1 調査対象地区



(1) 普通田(水稲)

(2) 転作田(大豆)

(3) 湛水休耕田

図2 調査圃場現況(全景)

(1) 普通田(水稲)

(2) 転作田(大豆)

(3) 湛水休耕田

3. 生態系調査

生態系調査は調査対象圃場3筆について、同日同時帯に実施した。移動範囲の広い生物の生息、飛来状況を調査するため、圃場端部から状況を静観し定点観測した。定点観測は、観測時間3分間を3回実施し、生物種、飛来状況、個体数をカウントした。定点観測終了後、圃場を周回し、小生物についても生息生物種の分布箇所、分布状況を精査確認した。

調査結果

1. 土地利用調査結果

現地踏査による土地利用状況の調査結果を図3に示す。調査対象地区はおよそ34haの圃区で、北部は筑後

川、南部は集落に挟まれている水田群である。対象地区内にも小さな集落が存在し、農業用排水路が東から西へ横断している。主要地目は水稲で、対象地区の45%を占めており、農地だけに限ると面積は5割に相当する。次に多いのは大豆で22%を占めている。対象地区の西側にまとまって分布しており、集団転作が実施されていることがうかがえる。耕作放棄地や荒廃農地は対象地区内には存在せず、何も作付けしていない耕地は、耕起もしくは湛水管理されていた。湛水休耕田は対象地区の東側に多く分布していた。その他、イチゴやトマトなど施設野菜を栽培しているハウスが、およそ1割の面積を占めており、植木花木や果樹が点在しているのも当地区の特徴である。これらは半永久



図3 土地利用状況図

表1 土地利用状況

地目	面積 (ha)	比率
水稲	15.3	0.45
湛水休耕田	1.4	0.04
大豆	7.5	0.22
路地畑	2.0	0.06
ハウス	3.3	0.10
花木	1.0	0.03
果樹	0.6	0.02
宅地等	3.0	0.09
計	34.1	—

的に転作状態となることから、これらが旧況からの土地利用変化の代表的特長といえる。

2. 圃場面温度測定結果

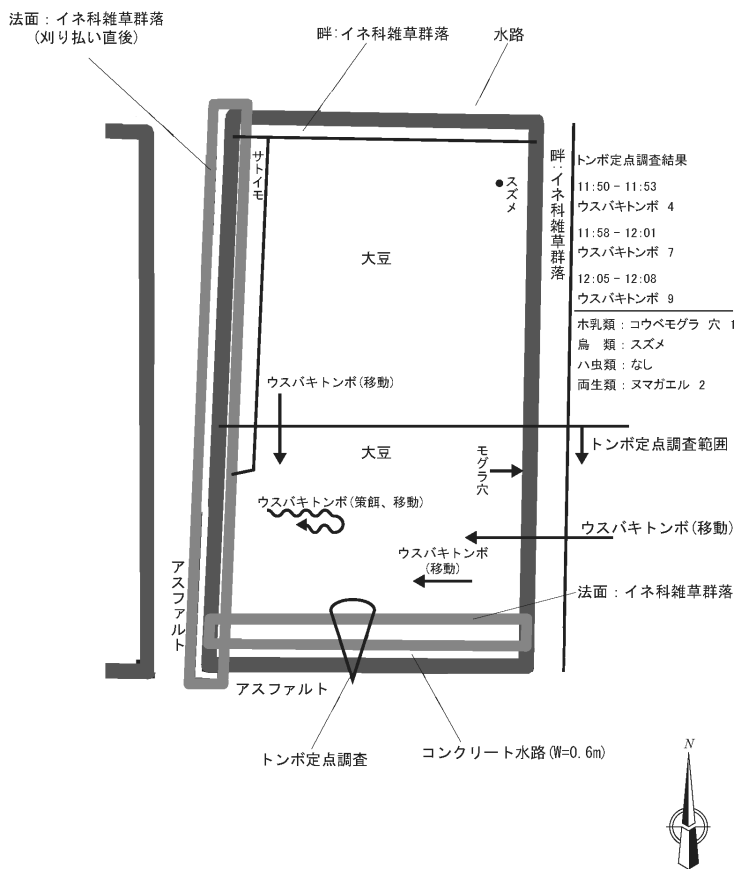
サーモレーサを用いて測定した圃場面温度分布を図7に示す。水稲が作付けされている圃場 No. 1 は表面温度がもっとも低く、次いで大豆畑の圃場 No. 2、湛水休耕田の圃場 No. 3 の順に、上昇する。水稲の表面温度がもっとも低かったことは、水稲が生育後期に入っており、蒸発散が活発に行われている結果であり、水稲による微気象緩和効果がうかがえる。大豆畑は、現地での体感温度は高く、土壌も乾燥状態であった。また日が陰ると表面温度も敏感に反応していたことから、乾燥状態の転換畑の表面温度は、日射量に大きく

影響を受けるものと思われる。湛水休耕田は、落水口に向かうにしたがって、表面の温度上昇が確認された。これは、比較的低温の低い用水路の灌漑用水が、取水されて水田内を流下する過程で、直達日射により徐々に温まっていき、排水路へ落水するためであり、日射を直接受ける水面積が他の土地利用形態と比べて極端に広い湛水休耕田の特徴的現象である。

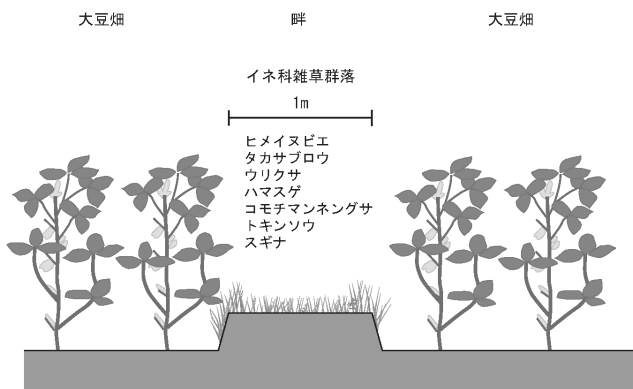
3. 生態系調査結果

土地利用形態の異なる水田3筆を対象に行った生態系調査の結果について、その分布状況を示した平面図と断面模式図を圃場毎に図4から図6に示す。

定点観測では、生物の行動範囲を侵さないよう、圃場の取水口付近より圃場面を静観した。3分間の観測中に圃場面に飛来もしくは横断する生物についてカウントし、その行動パターンについても記録した。トンボ類では、どの圃場においてもウスバキトンボ *Pantala flavescens* が観測されたが、その個体数は土地利用形態によって大きく異なった。湛水休耕田は、他の圃場に比べて極端に多くのトンボ類が飛来しており、交尾、産卵行動も観測された。水田地帯における高次消費者である鳥類は、水田と湛水休耕田においてコサギ *Egretta garzetta* が観測された。個体数では湛水休耕田がもっとも多く、長時間観測された。また湛水休耕田では警戒心の強いバン *Gallinula*



(a) 平面図

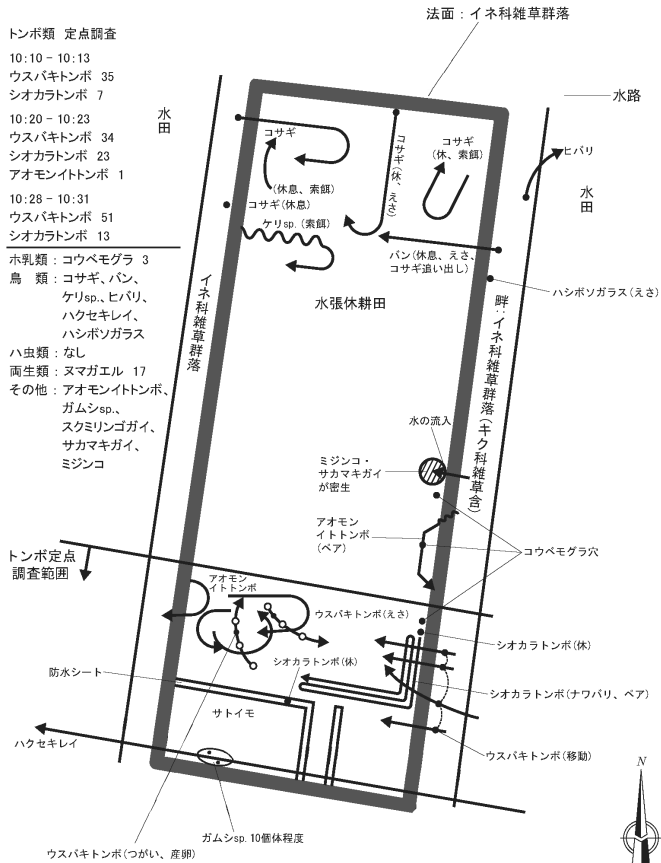


(b) 断面図

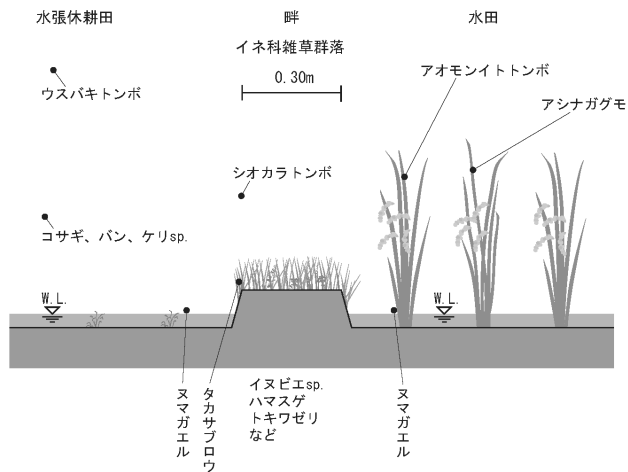
図5 生態系分布断面図 (調査圃場 No. 2: 転作田)

(a) 平面図

(b) 断面図



(a) 平面図



(b) 断面図

図6 生態系分布平面図(調査圃場 No. 3: 湛水休耕地)
(a) 平面図
(b) 断面図

chloropus も観測された。大豆畑では、スズメ *Passer montanus* の横断が観測されたのみで、畑地状態は鳥類の中継地点とはなり得ていないことがうかがえる。

周回踏査による生物の分布調査では、小生物や植物について記録した。水稲および休耕田では、カエルなどの両生類やミジンコなどの微生物の生息が確認された。大豆畑については、鳥類や昆虫類の餌となるような小生物の生息に乏しかった。植生状況はイネ科雑草がいずれの圃場でも畦畔は観測された。圃場面には、作付けがされていない湛水休耕田を含めて、雑草の目立った植生は観測されなかった。

いずれの観測においても、湛水休耕田が生物の生息空間として非常に高い機能を有していることが確認された。

考 察

1. 生態系形成の必要因子に関する検討

水田の土地利用形態は、作付け状況や水管理状況、

立地環境など、複合的要因により形成される。これらを客観的に判断する因子のひとつとして、圃場面温度の違いに着眼する。本調査結果をもとに、圃場表面温度の測定結果と生態系の形成状況についてその起因関係についてオーバーレイ分析する。

圃場面温度分布図上に二次消費者以上の個体が確認された位置をオーバーレイさせた結果を図7に示す。

日射が水面に直接反射する湛水休耕田は、表面温度が最も高いが、高次消費者も多数確認されている。さらに高次消費者は、温度の高いエリアに分布する傾向にある。高次消費者が多く分布するエリアは、その捕食対象の微小生物が多く生息している証である。したがって、湛水休耕田でも、灌漑用水がわずかに上昇する水田末端部において、多様な生態空間として優れた環境を持っている。

生態系の完成度を比較するために図8に圃場毎の食物網を模式的に示す。畑地、水稲、湛水休耕田の順で、植物網が高度化していくことが確認され、特に湛水休

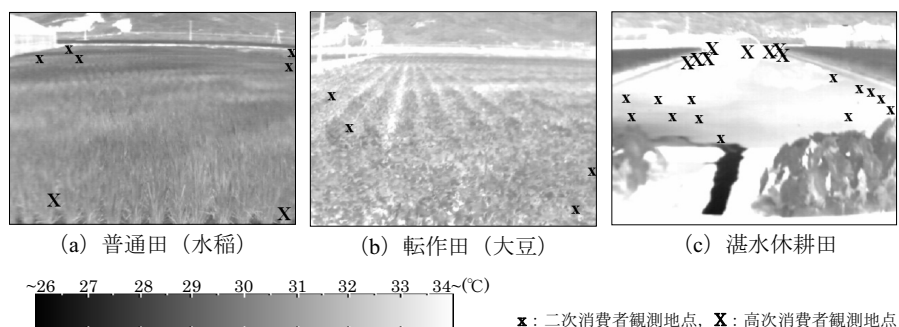


図7 圃場表面温度分布と生物分布状況

- (a) 普通田 (水稲)
- (b) 転作田 (大豆)
- (c) 湛水休耕田

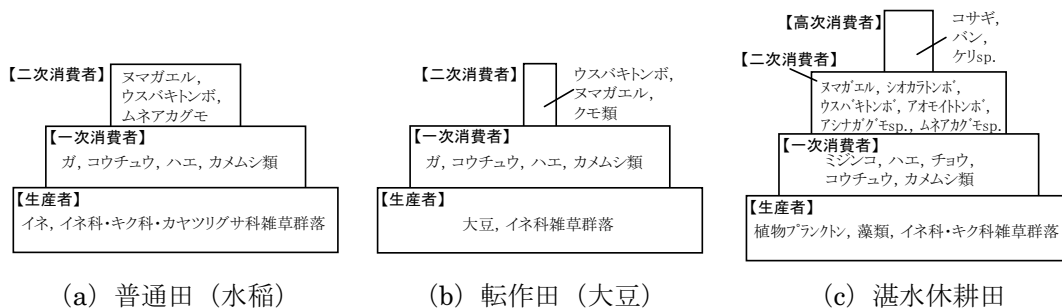


図8 生態系調査結果による食物網図

- (a) 普通田 (水稲)
- (b) 転作田 (大豆)
- (c) 湛水休耕田

耕田では完成された植物網が形成されている。

作付条件から見た場合、畑作物は生態系形成には不向きであるのに対して、水稲は生態空間としての適応性を持ち合わせている。休耕田は観測された生物個体数が最も多かったことから、何も作付けされていない、生産活動がなされていない場所が、生物の生息環境としてはより向いているといえる。水稲と湛水休耕田で異なる要因としては他に水面積がある。水稲は生育後期になると、圃場表面が水稲自体で覆われるが、湛水休耕田は常時一定量の水量が流下し、期間を通して圃場表面は常に水面である。

以上の結果から、水面積と圃場表面温度が、生態系形成における主因子と考えられる。

次に、二次消費者であるトンボ類の調査結果について注目し、定点観測結果による個体数の比較を図9に示す。トンボは水中に産卵するため、綺麗な水場を探し求めると言われており、トンボの個体数は水質評価の指標にもなり得る。図9から、トンボが湛水休耕田を好んで集まっていることは明らかであり、「湛水する」という水利用形態は、地域環境の保全に非常に効果的であることがこの結果から実証される。

2. 生態系ネットワークの形成に適した土地利用形態

農村地域の自然環境の保全を検討するうえでは、単一の生息空間を生成するだけでなく広域をカバーする生態系ネットワークを構築することが必要である。そのためには、点在するコロニーを結び合わせた生態系コリドールを形成することが望ましく、したがってコ

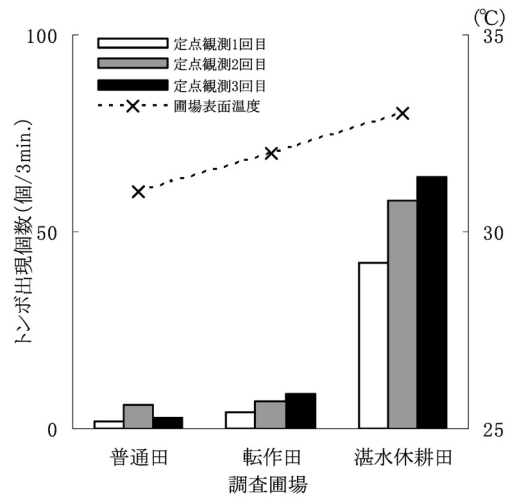


図9 圃場表面温度とトンボ出現数

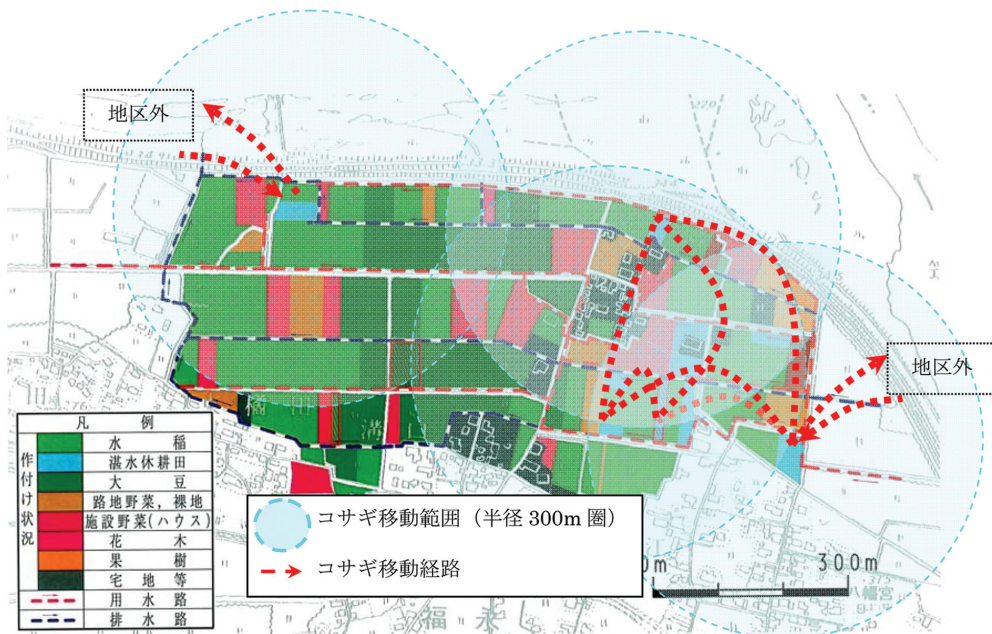


図10 湛水休耕田を拠点としたコサギの行動範囲予測図

コロニー間を移動可能な行動範囲の広い生物が往来できる土地利用環境を検討する必要がある。水田地域においては高次消費者である鳥類の行動範囲が広くなればなるほど、地域の多様な生態空間が形成されるといえる。

本調査結果では、湛水休耕田が小魚やカエルなどの小動物を主食とするコサギの餌場や休息の場としての役割を兼ねており、コサギの重要な移動拠点となっていることが確認された。そこで本調査における土地利用分布図から、対象地区におけるコサギの行動範囲を予測する。

サギ類の行動範囲やコロニーの分布については、各地で生息状況調査が実施されており、五十嵐 (1996) は、多摩川中流域においてゴイサギ *Nycticorax nycticorax* の採食場所と繁殖コロニーとの位置関係を調査し、その最短距離は最小 0 m, 最大 300 m と報告している。白井 (1999) は多摩川中流域において長径約 250 m, 短径約 80 m の広さのアオサギ *Ardea cinerea* のコロニーを確認している。佐々木 (2001) は、京都府内においてサギ類のコロニーの分布を調査し、主要河川とコロニーの距離 (平均値±標準偏差) は、淀川水系で 105 ± 81.8 m, 由良川水系で 92.5 ± 171.7 m と報告している。

これらの報告から、コサギが採食活動を行う際、一度の飛来での飛行距離を 300 m 程度と想定し、湛水休耕田を中心としたコサギの一度での移動範囲圏を対象地区上に図示する (図 10)。調査地区の東部では、範囲圏内に湛水休耕田が分布しており、活発な往来が期待される。一方、西側の休耕田との間には中継拠点となる場所が無いことから、コサギの行動範囲圏が分断されていることが予想される。対象地区内において、生態系ネットワークを形成するためには、中央部に湛水休耕田を 1 筆設けることが望ましいと考えられる。

要 約

本研究では、水田の利用形態が生物の生息環境に与える影響を評価するため、土地利用形態の異なる水田 3 筆について、生態系調査を実施した。調査は、水稲が作付けされている通常の水田、輪換耕地、作付けしていない湛水状態の休耕田を対象とした。

調査に先立って、調査地区内の土地利用状況を現地踏査した結果、およそ 34 ha の圃区において、水稲が 45 % を占めており、湛水休耕田は対象地区の東側に多く分布していた。定点観測による生態系調査結果では、どの圃場においてもムスバキトンボが観測されたが、

その個体数は湛水休耕田が他の圃場に比べて極端に多く観測された。水田と湛水休耕田においてはコサギが観測され、個体数では湛水休耕田がもっとも多く、長時間観測された。周回踏査による生物の分布調査では、水稲および休耕田では、両生類、微小生物の生息が確認された。いずれの観測においても、湛水休耕田が生物の生息空間として非常に高い機能を有していることが確認された。

調査結果をもとに、圃場表面温度の測定結果と生態系の形成状況についてその起因関係についてオーバーレイ分析を行った。日射が水面に直達する湛水休耕田は、表面温度が最も高く、高次消費者も多数確認され、温度の高いエリアに分布する傾向にあった。二次消費者であるトンボ類の調査結果について個体数を圃場毎に比較したところ、トンボが湛水休耕田に好んで集まっていることが確認された。

土地利用分布図から、対象地区におけるコサギの行動範囲を予測した。湛水休耕田を中心とした、コサギの一度での移動範囲圏を土地利用図にオーバーレイしたところ、調査地区の東部では、活発な往来が期待されたが、西側の休耕田との間には中継拠点となる場所が無いことから、コサギの行動範囲圏が分断されていることが予想された。対象地区内において、生態系ネットワークを形成するためには、中央部に湛水休耕田を 1 筆設けることが必要であると推定された。

湛水休耕田は、日射、水温、水質等の条件が生物にとって有利であり、生物の生息空間として、また捕食活動の場所として大変有用であることが確認された。湛水状態の休耕田が生物の生息拠点となっており、これらの地点が農村地帯に点在していることで、生態系ネットワークを形成することができると考えられる。

文 献

- 藤岡正博 1997 水田がはぐくむ水生生物とサギ類。遺伝別冊, 9 : 69-77
- 福岡県 2001 福岡県の希少野生生物—レッドデータブック福岡2001。福岡県, 福岡
- 五十嵐秀明 1996 多摩川中流域におけるゴイサギのねぐらの分布と特性。Strix, 14 : 81-94
- 大平 裕・中野芳輔・弓削こずえ 2004 環境保全のための農村地域の類型化と生態系評価。九大農芸誌, 59 : 185-196
- 大平 裕・中野芳輔・弓削こずえ 2005a 農業用水路の魚類生息環境評価と用水管理による環境保全手法。九大農芸誌, 60 : 135-149
- 大平 裕・中野芳輔・弓削こずえ 2005b 農業用水路の生物相調査に基づく環境保全目標の設定。九

大農芸誌, **60** : 233-251
佐々木凡子 2001 京都府におけるサギ類の集団繁殖
地の分布と保護. *Strix*, **19** : 149-160

白井 剛 1999 多摩川中流域におけるアオサギの繁
殖生態. *Strix*, **17** : 85-91

Summary

The objective of this study is evaluating the effect of the land use condition on the ecological system in the rural area. The field observation was conducted in a 600 ha study site, which is located on the left bank of the Chikugo River in Kyushu Island, Japan. The living thing and ecosystem were investigated in a paddy field, rotated field, and ponded fallow field located in the study site. In the ponded fallow field, many kinds of the living things, including the primary and secondary consumers, can be observed, comparing with in the rotated field, and the food pyramid is formed. The surface temperatures at the study fields were observed using an infrared thermal imaging camera. The relationship between the thermal environment and ecosystem was clarified. The result indicates that the water management affects the ecosystem in the rural area.