

雑草防除における環境保全型農業の課題

－アイガモ農法を中心に－

日本大学短期大学部生物資源学科 浅野紘臣

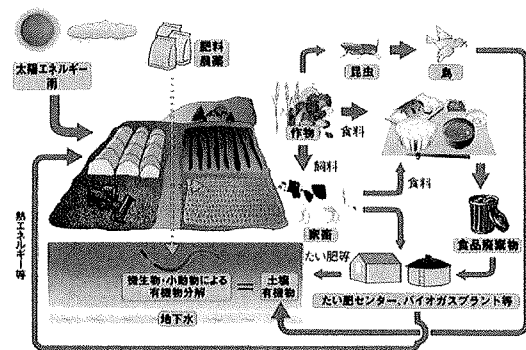
はじめに

環境問題への関心度を内閣府が「地球温暖化対策に関する世論調査」として環境問題への関心の度合いを調べている(2006)¹⁹⁾。これによると20歳から39歳までの年代では「関心がある」が30%、「ある程度関心がある」を加えると80%以上のものが何らかの関心を持っていると答えている。年齢別では50歳から59歳で関心があるが55.5%、ある程度関心がある、を加えると90%以上のものが関心を持ち、他の年代に比べその関心の度合いは高い。しかし、20歳からどの年代も80%以上のものが関心を持っており、ほとんどのものが環境問題に関心を持っている。

「環境に関心を持っている」という延長線上に農業を位置づけると環境保全型農業となる。

農業と環境の関わり

農業は過去も現在も資源循環型の産業である。現代農業は化学肥料や農薬に頼りがちであるが、作物を栽培するためには、まず土作りから始まる。土作りに化学肥料が重要なのではなく、有機物の施用が土壤微生物や小動物の発生を促し、土壤の物理性や化学性を改善し、生物種の多様化を促進することにより、調和のとれた生態系が土壤中に形成される。これまで有機物施用の重要性は認識されていたが、昨今の農業は化



資料：農林水産省作成。

図－1 循環型農業のイメージ
(出典：食料・農業・農村白書 2006)

学資材に頼りすぎているとの指摘を、生産者は冷静に受け止め積極的に循環型農業に切り替えていく姿勢が大切であり、現状はその方向に向かいつつある。

循環型農業(図－1)¹⁹⁾を目指して、食品残渣・廃棄物、畜産廃棄物である糞尿、公園や街路樹、植木などからでる剪定屑などの堆肥化などが行われている。これらはいずれも土に還元することにより、上述したように土壤の改善が図られることになる。

環境保全型農業への現場の取り組み

環境保全型農業に取り組んでいる農家の実態を調査した農林業センサス(2006)¹⁹⁾によると、農業従事者が主で生産年齢(15-64歳)人口がいる農家の割合は環境保全型農業に取り組んでい

る農家が63%、環境保全型農業に取り組んでいない農家は48%となっている。この他、「専業農家の割合」「農業生産組織等への参加割合」「農業生産関連事業の実施割合」「契約生産の実施割合」「一戸当たり経営耕地総面積」のいずれの項目においても環境保全型農業に取り組んでいる農家の方が、関心の度合いや耕地面積が多いことが明らかになっている。

年間農業労働時間が450時間未満での環境保全型農業への取り組みは、稲作単一経営25.7%、露地野菜作単一経営32.4%であるのに対し、7200時間以上での取り組みは、上記同項目でそれぞれ59.0%、67.8%となっており、環境保全型農業は規模が大きい経営者ほど真剣に取り組んでいる傾向がある。

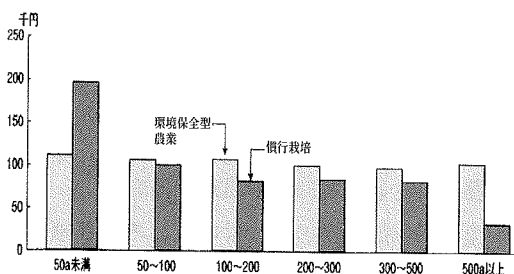
環境保全型農業の経営

稲作で慣行栽培と環境保全型農業の経営費をみると、労力や資材費がかさむため、慣行農法に比べてスケールメリットが出にくいという問題がある(図-3)¹⁹⁾。

環境保全型農業に取り組む農家の経営概況を稲作10アール当たり(2002)で、栽培法別にみると、経営費は慣行農法が9万円、有機栽培13万円、無化学肥料栽培12万円、無農薬栽培

10万円、無化学肥料栽培11万円、減農薬・化学肥料栽培8万円弱である。これらの栽培に投下される労働時間は、慣行栽培で25時間、有機栽培で45時間程度である。これらの栽培法では、有機栽培が一番労働費は多く、慣行栽培が一番少ない。収量は、慣行栽培、無化学肥料栽培、減農薬または減化学肥料栽培の順で高い、つづいて、有機栽培、無農薬・無化学肥料栽培、無農薬栽培であるが収量は同程度である。

減農薬または減化学肥料栽培は、経営費、投下労働時間、収量とも慣行栽培に比較的近い。収量と労働時間の多少に及ぼす影響は、農薬が最も大きい(図-4)¹⁷⁾。



資料：農林水産省「環境保全型農業（稲作）推進農家の経営分析調査」（16年9月公表、組替集計）
注：ここでの慣行栽培にかかる経費とは、環境保全型農業による栽培を行っている場合において、慣行栽培を行った場合の経営費である。

図-3 経営面積・規模別経営費
(出典：食料・農業・農村白書2006)

環境保全に取り組む農家の経営概況（平成14年、稲作10アール当たり）

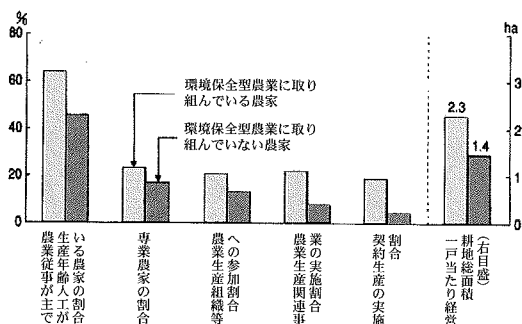


図-2 環境保全型農業への取り組み
(出典：食料・農業・農村白書2004)

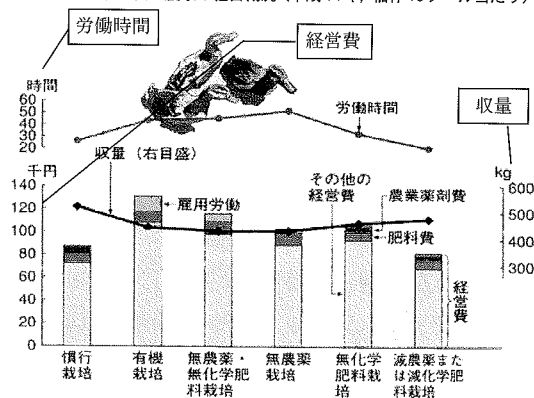


図-4 環境保全に取り組む農家経営概況
(出典：食料・農業・農村白書2002)

集落営農で環境保全型農業は可能？

土作りや有機農業，景観保全を目指した農業に営農支援（4 ha（個人），北海道は10 ha，共同20 ha）を行っている¹⁹⁾。これらは地域共同作業・活動に対し国土の保全などを名目とした補助金である。生産者年齢（16-64歳）をはるかに超えた農業従事者では，農業を活性化させ食料自給率を向上させることはできない。

国は農業に対するグランドデザインを示し，それに沿った行動と資本を投下し，農業に若者が従事するような抜本的な改革がなされない限り，環境保全型農業は難しい。収穫をしない段階で補助金を支払うような政策は，国にとっても生産者にとっても徒労と終わる。まさに資金は有限，賢明な選択と集中が食料自給率を押し上げ，それが国益につながる。

水稲における環境保全型農業の種類

環境保全型農業の中にはいろいろな種類の農法が含まれており，これといった定番はない。一般に化学肥料，農薬，機械を使用した現代農法を慣行農法と称しているが，これ以外の減化学肥料，減農薬（JAS法では，50%以上の減量に表示可），無農薬，有機栽培が環境保全型農業にあたる。これら環境保全型農業の中で除草を達成するために，無機資材や機械などを使用している以下の農法について，その特質について述べる。

1) 紙マルチ農法

乗用の田植機にロール紙を装着し，紙を代掻きした土壌表層に敷設すると同時に稚苗を植える方法である（図-5上段）。防除機作は遮光，田植機は，300万円前後（購入時補助金制度あり），ロール紙2万円強／10a，紙敷設時に要落水，寒冷地ではマルチにより地中温度が低下す

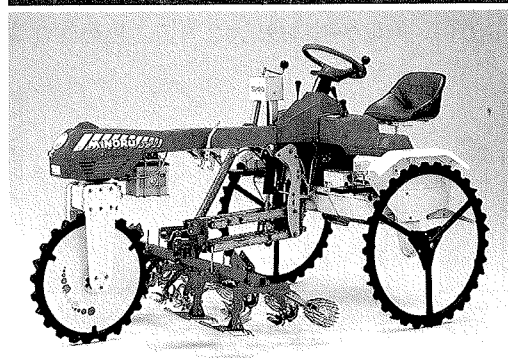
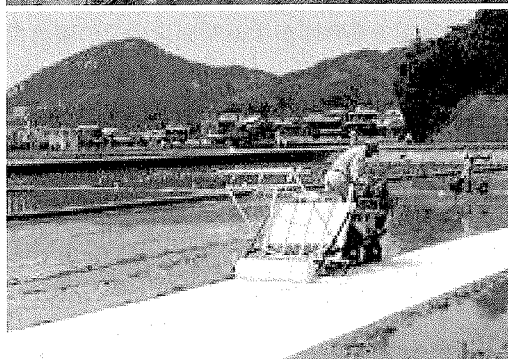


図-5 資材および機械を利用した除草上から紙マルチ稚苗移植，布マルチ直播，液体マルチ，機械除草（布マルチ；丸三産業（株），機械除草；みのる産業（株））。

る^{14,15)}傾向がある。除草効果(紙分解)は、50-60日、普及台数249台/1994-2008年である。

2) 水稻布マルチ直播栽培

不織布に種籾を包み込んだシート(図-5上から2番目)で、防除機作は遮光、田植機は不要、敷設後要管理、布ロール(籾代混み)100m×10本/10a 3.7万円、布敷設時要落水、除草効果(布分解)は、40-50日、四国の中山間地を中心に普及している。

3) 液体マルチ農法

活性炭フロアブル(デンプン含む)を水口から注ぎ込む(動力散布機での散布可)。防除機作は遮光、中、成苗ポット移植対象、液体マルチ10kg/6000円、10kg3回散布/10a、2度目以降の散布は濁り状態をみて散布、水持ちのよいこと、できれば深水条件が可能な水田が適する(図-5上から3番目)。

4) 機械除草

除草機本体の走行は人力型から動力型、歩行型や乗用型の管理機のアタッチメントとしての除草作業機もある。防除機作は機械的攪拌・揺動、価格は、タイプにより歩行用の数万円から乗用(管理機本体を含む)の数百万円までである(図-5上から4番目)。

アイガモ農法

これまで無機資材および機械を利用した除草法について簡単に述べたが、動物を利用した環境保全型農業のアイガモ農法についてその特質と改善点等を含めて述べることにする。

アイガモを用いて水田雑草を防除しようとする考えは、置田敏雄氏に始まり古野隆雄氏⁵⁾により現代のアイガモ農法のスタイルが形成された。アイガモ農法は、現在10,000戸以上の農家が北海道から沖縄県は西表島まで全国各地で行われている。その栽培面積は概ね一戸あたり20-

30aで合計は2,000-3,000haと推定されている。

アイガモ農法は、除草は確実に行う⁷⁾(図-6下から1枚目)が放飼の技術、米の食味、アイガモの処理・流通、飼育環境や衛生面など改善すべき課題もある。これらの課題は、この農法が行われている場所によって、それぞれの環境に違いがあるためのそれぞれ対応が必要である。そのため、最初の数年は手探り状態が続き、多分



図-6 上からアイガモの放飼風景、アイガモ無処理区、アイガモ放飼区刈跡

にこの技術にはノウハウが必要である。

これらを解決するために、全国合鴨水稲会では印刷物やホームページで会員向けにさまざまな情報を流すとともに、毎年農閑期に「全国合鴨フォーラム」を各支部持ち回りで開催し、技術的情報や意見交換を行っている。

1) アイガモの放飼時期、放飼数、放飼日数、囲い込み面積

放飼時期は、早すぎると溺死などの事故や天敵の被害に遭いやすい。

放飼数は10羽/10aを基本としているが、水田の区画など状況により異なる。

放飼齢は、田植え2週間後に2-3週齢のアイガモの放飼がよいと考えられる。初生雛を放飼する試みもあるが、雛は低温に弱く管理上好結果が期待できないことが多い。

放飼時期は、田植え1-2週間後から出穂後1週間の長期間の放飼が可能であるが、アイガモの排泄物が出穂後穂肥として影響する場合は、食味に悪影響を与える可能性があるからアイガモの放飼数や引き上げ時期に注意が必要である。

囲い込みの面積は、水田の区画によって異なる。水田が1区画の場合は30-50a、数区画にまたがるようであれば、30a程度が適当で大面積では除草効果にむらができる。

除草効果は、アイガモが「泳げて歩ける」微妙な水管理を行うことにより、除草効果は高まる。イヌホタルイ、オモダカなどは難防除雑草である。

2) 水田におけるアイガモの行動

朝夕に行動が活発、正午近くには行動が鈍る傾向がある。2-5週齢頃のアイガモの行動は、活発である。生後3ヶ月くらいになると成鳥となり、ペアリングが始まり、畦畔等での休息が多く見受けられ幼鳥期に比べると行動量は少なくなる。活動は、気象条件、特に天候と温度に関係があり、晴天と夜間の月光下では活発で20aの水田で目視による調査では、計算上延べ距離にして280-420km/10a(7km/日×40-60日間)^{2,3)}移動し、全面積を縦横無尽に行動する。この距離は、除草するに十分な距離である。

3) アイガモの食性

アイガモの食性は、放飼された水田の生物相に依存する。胃(そ嚢)の内容物を調査すると、摂食量の多い順に土砂、雑草(特にコナギ)、土壌中の微生物(ユスリカ・イトミミズ等)、昆虫(ツマグロヨコバイ、イナゴ、イネミズゾウムシ)などである(表-1)⁴⁾。アイガモは雑食性であり、嘴で水田の土壌表層にいる小生物を濾し取る。イネについたイネ水ゾウムシ、イナゴの幼生などの害虫を捕食する^{4,9)}。また、コナギなどの柔らかい雑草は好物であるが、摂食した後は、水かきによる攪拌と濁水により雑草の発生はみられない(図-7)⁷⁾。

4) 放飼水田の水質と大腸菌群

慣行田、用水およびアイガモ放飼水田の水質を調べた結果、pHは7.3-7.8、CODは2.5ppmと変化は小さい。酸化還元電位を示すEhは、用

表-1 アイガモのそ嚢における内容物

項目	ユスリカ	ヨコバイ類	センノウカ	双翅目	鞘翅目	カスノコガサ	ウキクサ	合計
	乾物重(g)							
アイガモ1	0.278	0.175	0.001	0.037	0.021	0.282	0.027	0.821
アイガモ2	0.195	0.195	0.000	0.007	0.130	0.266	0.000	0.793
平均	0.237	0.185	0.001	0.022	0.076	0.274	0.014	0.807
構成比率	29	23	0	3	9	34	2	100

調査1992年7月、福岡県農業総合試験場プロジェクト研究1994改変。

表－2 田面水および農業用水の水質と大腸菌群

項 目	用 水	アイガモ農法田	慣行農法田
pH	7.7	7.3	7.8
COD(ppm)	2.5	2.5	2.5
Eh(mv/pH)	117/7.2	147/7.2	281/6.7
大腸菌群 (ml)	41.6±7.8	81.2±17.4	57.5±7.5

大腸菌群：1994年8月5日，他は同年8月8日調査。Eh：測定温度22℃（室内）。（浅野未発表）

水117/7.2，アイガモ農法田147/7.2，慣行農法田281/6.7 mv/pHの順に酸化されていることがわかる。また，アイガモ20羽/20a放飼の田面水の大腸菌群を測定した結果，用水41.6±7.8，慣行農法田57.5±7.5，アイガモ農法田81.2±17.4/mlであった（表－2 浅野未発表）。

大腸菌群の数は，用水のそれに比べて慣行農法田は，1.4倍，アイガモ農法田は2.0倍であり，アイガモ農法田における大腸菌群の汚染は大きいといえる。

5) アイガモにみられる寄生虫

アイガモの消化器官内および糞における寄生虫について調べた結果，消化器官内からは *Apatemon* sp. (吸虫類) 15/53, *Fimbriaris* sp. (条虫類) 7/53, *Capillaria anatis* (条虫類) 4/53, *Capillaria nyrocinarum* (条虫類) 2/53 個体が確認された。このほかに神奈川県（愛川町，平塚市，中井町）では，未同定の条虫が24/53個体検出された *Apatemon* sp.は，鹿児島県，京都府，神奈川県の検体から確認された（表－3）。寄生虫は，飼育中の餌，飼育環境などによ

り寄生虫（条虫・吸虫・孢子虫）の種類に変化がみられるが，飼育年次が長くなるに従って検出される種類や数が多くなる可能性は高い。特に人畜共通感染種や他の家禽に対する感染源となることにも注意を払う必要がある^{20,25)}。

6) 生産物の流通と生産環境の整備

環境保全型農業の農産物の販売は，各生産者がゲリラ的に販売しては，規模の拡大などは望めない。アイガモ農法に限って言えば，アイガモ米，アイガモ肉などの生産物の流通・販売ルートの確立がなければ，これ以上の普及は難しい。資金や技術面に対する整備，衛生面等生産環境の整備も急がれる。

7) アイガモ農法の技術体系の確立

慣行農法の技術体系の除草剤の部分をアイガモに置き換えることにより，アイガモ農法と呼称した。しかし，アイガモ農法は，有機栽培を基本としている点で慣行農法とは別の技術体系の確立が必要である。その主なものについてみると ①有機栽培しても食味²⁾，収量などに影響しにくい水稻品種の育種 ②性格はおとなしく，肉付きがよいこと，雛の時に低温に強いことなどの特性を持ったアイガモの育種 ③有機肥料の開発と栽培の総合技術などである。

その他の除草法

これまでに述べた以外にも以下のような報告

表－3 アイガモの消化器官内から検出された寄生虫

寄生虫の種類	秋田県	神奈川県			京都府	島根県	高知県	鹿児島県	合計
		平塚市	愛川町	中井町					
<i>Pseudechinostomum inornatum</i>	0/6	0/5	2/20	0/4	0/5	0/2	0/5	0/6	2/53
<i>Echinostoma</i> sp.	0/6	1/5	0/20	0/4	0/5	0/2	0/5	0/6	1/53
<i>Apatemon</i> sp.	0/6	4/5	7/20	1/4	1/5	0/2	0/5	2/6	15/53
<i>Fimbriaris</i> sp.	0/6	1/5	4/20	2/4	0/5	0/2	0/5	0/6	7/53
<i>Capillaria anatis</i>	0/6	0/5	0/20	0/4	0/5	0/2	0/5	4/6	4/53
<i>Capillaria nyrocin</i>	0/6	0/5	0/20	0/4	0/5	0/2	0/5	2/6	2/53
未同定条虫	0/6	4/5	18/20	2/4	0/5	0/2	0/5	0/6	24/53

罹病個体数/アイガモ個体数。（清水ら，2000）

がある。ここではそれらを列挙しておく。

コイ (1年生水田雑草)^{27,29)}, ソウギヨ (1年生水田雑草)^{21,31)}, *Xanthomonas campestris* pv. *poae* (スズメノカタビラ)⁶⁾, *Exserohilum monoceras* (ヒエ葉枯病菌, ヒエ)³⁰⁾, *Epicoccosorus nematosporus* gen. et sp. nov. (クログワイ)^{26,28)}, カブトエビ (1年生水田雑草)^{8,32)}, イットガ (ミズガヤツリ)²⁴⁾, スクミリングガイ (1年生水田雑草)^{22,23)}, ネジロミズメイガ (ヒルムシロ)¹⁰⁾, コガタルリハムシ (ギシギシ)¹⁰⁾, 米ぬか (1年生水田雑草)^{13,32)}, 木酢 (1年生水田雑草)¹²⁾, レンゲ (1年生水田雑草)^{11,12,29)}など。

おわりに

環境保全型農業は、省力化を含めた生産技術の確立、生産者および消費者間の意識のズレなどの課題を克服しなければならない。

環境保全型農業 (有機農業を含む) 技術の検討 (減農薬を目的とした新たな技術開発 2007-2010¹⁶⁾, 生態系活用型農業における生産安定技術 1992-1998^{14,15)}, 有機農業に対する法律 (1999) の整備は進んでいるが, 同農法に対する技術体系の確立はできていない。現在の生産性・経済性の水準を維持しながら, 環境への負荷を軽減し, 農業の持つ環境保全機能をも向上させるという課題への取り組みが求められている。

引用文献

- 1) 浅野紘臣・磯部勝孝・坪木良雄 1998. アイガモ栽培による米の食味と Placebo 効果. 日作紀, 67(2), 174-177.
- 2) Asano, H. K., Isobe and Y., Tsuboki 1999. Eating habits and behaviour of aigamo ducks in paddy field. J. Weed Sci. Tech.

Vol. 44 No. 1, 1-8.

- 3) 浅野紘臣 2001. 水田における雑草の生物防除. 関東雑草研究会報, 第12号, 2-9.
- 4) 福岡県農業総合試験場編 1994. プロジェクト研究成績書 25pp.
- 5) 古野隆雄 1992. 合鴨ばんざい. 農文協, 東京, 150pp.
- 6) 今泉誠子・本田実・館野淳・森田健二・藤森嶺 1999. 微生物除草剤「キャンペリコ液剤」. 農業技術, 54(5), 202-205.
- 7) 磯部勝孝・浅野紘臣・坪木良雄 1998. 栽培法の違いが水田における雑草の発生と水稻の生育・収量に及ぼす影響. 日作紀, 67(3), 297-301.
- 8) 片山寛之・植木邦和・曾我実・松本啓志 1974. 水田雑草の生物学的制御におけるカブトエビの除草効果に関する研究, 第1報アジアカブトエビの除草効果についての野外実験. 雑草研究, 17, 55-59.
- 9) 萬田正治・内田秀臣・中釜明紀・松元里志・下敷領耕一・渡邊昭三 1993. 合鴨の水田放飼による雑草および防虫効果. 家禽会誌, 30, 365-370.
- 10) 松中昭一 1972. 雑草防除研究の展望, 化学的・防除および生物的防除. 雑草研究, 14, 8-11.
- 11) 嶺田拓也・日鷹一雅・榎本敬・沖陽子 1997. レンゲ草生マルチを活用した不耕起直播水稲作における雑草の発生消長. 雑草研究, 42(2), 88-96.
- 12) 民間稲作研究所編 1999. 除草剤を使わないイネづくり. 農文協, 東京, 238pp.
- 13) 室井康志・小林勝一郎・井芳樹 2005. ヒメタイヌビエの生育に対する米ぬか粉剤ならびにペレット剤の作用. 雑草研究, 50(3), 169-175.

- 14) 長野県農業総合試験場 1997. 生態系を活用した水稻の持続的生産技術の確立. 農業関係試験場試験研究年報, 第26号, 10-13.
- 15) 新潟県農業総合研究所作物研究センター編 1998. 生態系活用型農業における生産安定技術. 111pp.
- 16) 農業研究センター編 1995. 生態系活用型農業における生産安定技術. 146pp.
- 17) 農林水産省編 2002. 平成13年版 食料・農業・農村白書. 農林統計協会, 東京, 426pp.
- 18) 農林水産省編 2004. 平成16年版 食料・農業・農村白書. 農林統計協会, 東京, 358pp.
- 19) 農林水産省編 2006. 平成18年版 食料・農業・農村白書. 農林統計協会, 東京, 331pp.
- 20) 大風英・井上勇・浅野紘臣 1996. アイガモの消化器管内寄生虫. 鶏病研究会, 32(2), 10-14.
- 21) 大隅光善・千蔵昭二・矢野雅彦 1984. 筑後川流域のクリーク雑草「チクゴスズメノヒエ」の生態と防除, 第5報 草種間競合の利用と草魚による防除. 雑草研究, 29(3), 214-219.
- 22) 大隅光善・福島裕助・田中浩平 1994. スクミリンゴガイの水田雑草食性と水稻苗の食害防止. 雑草研究, 39(2), 109-113.
- 23) 大隅光善・福島裕助・須藤新一郎 1994. スクミリンゴガイによる水田雑草防除. 雑草研究, 39(2), 114-119.
- 24) 坂本真一・江藤博六 1973. イットガによるミズガヤツリの生物学的防除について, 1. 宮崎県におけるミズガヤツリの食害実態とイットガの食性. 雑草研究, 16, 63-67.
- 25) 清水基博・井上勇・浅野紘臣 2000. アイガモの消化器官寄生虫相に関する調査成績. 日獣誌, 53(6), 367-371.
- 26) 鈴木穂積 1988. 病原菌によるクログワイの防除. 植調 22(3), 13-17.
- 27) 高橋眞二・安部浩・古山武夫 1995. 鯉の放飼が水田雑草の発生および水稻の生育に及ぼす影響. 日作中支集録, 第36号, 1-9.
- 28) 竹内安智 1993. 環境保全型農業における雑草管理. 日本雑草学会第10回シンポジウム講演要旨, 1-18.
- 29) 高松修 1996. 有機農業における水田雑草管理の現状と課題. 関東雑草研究会報, 第7号 9-17.
- 30) Tsukamoto, H. M., Gohbara, M., Tsuda and T., Fujimori 1997. Evaluation of fungal pathogens as biological control agents for the paddy weed, *Echinochloa* species by drop inoculation. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 63, 366-372.
- 31) 土屋実 1977. ソウギョの生態およびソウギョによる水性雑草防除の展望. 雑草研究, 22(1), 1-8.
- 32) 米倉正直 1979. カブトエビによる水田雑草の生物防除. カブトエビの発生数と除草効果. 雑草研究, 24(2), 64-68.
- 33) 米倉賢一・三宅恭弘・大下穰 2000. 水稻の有機栽培における雑草管理に関する研究, 第1報 田植後の有機質資材散布が雑草の発生とイネの生育に及ぼす影響. 雑草研究, 45(別), 140-141.