

有機水稻栽培とその不耕起栽培に関する調査研究

及 川 隆 光*・山 口 朋 美*・秋 葉 勝 矢**

I 緒 言

近年、食の安全や環境保全などに関わる問題が社会的に注目されている。有機農業の栽培技術はそれらの問題を解決できる優れた技術の一つであるが、収量や労力、病虫害防除に対する不安を指摘する農業関係者が多い。

イネ有機栽培における病虫害防除は、野菜や他の作物同様、生物多様性の確保による天敵利用が基本となっている。野菜や畑作の生物多様性確保、天敵確保の方法は、雑草をうまく利用し、そこに天敵を生息させ確保する。しかし、イネは湛水状態で栽培するので、その水を求めいろいろな生物が集まってくる。従って、水田では雑草を利用しなくても生物多様性の確保が容易に出来る。実際、本校の有機水田では、肉食性の水生昆虫やクモやカエルや野鳥が飛来し、害虫を食べている様子が観られる。最近の研究では、イネは害虫とされていたセジロウソウに吸汁されることにより、いもち病や白葉枯れ病への抵抗性を発現することがわかったが、このことは生物多様性の確保が病虫害防除において如何に重要であることを示しているものである。

従って、イネの有機栽培実践者の多くは、生物多様性確保による病虫害防除よりも、いかにして雑草を防除するか、その防除の仕方についていろいろな技術を試みている。アイガモ除草やコイ除草、米糠除草、冬期湛水不耕起栽培（冬水田んぼ）、間をあけての二回代掻き等々、イネの有機栽培技術は雑草防除技術に集約されると言ってもよい。

ところで、本校の北水田（女子寮前水田）は湿田で、周辺も含め本校では最も低い所に位置し、排水が悪いため、乗用田植機が時には沈みかけて機械植

えが無理となったり、大型機械による秋耕が出来ない年があるなど、地耐力が弱く、作業効率重視の今日の機械化作業体系の中では、栽培自体が難しい水田である。

しかし、有機水稻米を生産すれば、生物多様性を確保し環境に対する貢献ができ、多少収量が減収しても慣行栽培米よりは利益増収も期待できる。そういったことから本校の北水田4号圃場（北4号田）は平成12年から学生の「田んぼの会」がアイガモを利用した有機栽培を始め、現在は農業技術演習でそれが継続されている。また、北5号田も平成16年からの農業技術演習で有機栽培を開始している。こちらは必ずしもアイガモを利用している訳ではなく、時にコイ除草も試みているが、主に人手による除草が主体となっている。

本論文では、そのような本校有機水稻栽培の実態と、平成18年から6年間、卒論「有機水稻栽培での耕起、不耕起栽培の違いについて」として取り組んできた研究結果を報告し、イネの有機栽培普及の一助としたい。

II 研究目的

既述の通り、有機栽培に転換した場合、収量や病虫害を心配する声が多い。そこで、学生の卒論を主体に、水稻有機栽培の耕起、不耕起栽培の違いを調べ、収量や、病虫害発生の様子を明らかにすることを目的とした研究に取り組んだ。また、農業技術演習では、アイガモを利用した有機栽培に取り組んできたので、その収量の記録や栽培実態などを報告することで有機栽培の問題点を明らかにし、今後の水稻有機栽培技術改善の一助とすることを本研究論文の目的とした。

* 鯉淵学園農業栄養専門学校 食農環境科 有機農業コース

** 鯉淵学園農業栄養専門学校 農場課

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間

「不耕起栽培について」の研究は、作物研究室の卒論「水稲での不耕起栽培，耕起栽培の違い」を主体に、2006（H.18）年4月から開始し、2011（H.23）年まで6年間に渡って行われた。場所は園芸農場の北水田4号圃場の一部を試験圃場に設定し、研究した（図1、図2の見取り図および図5(1)、図5(2)の写真参照）。

この間、2007（H.19）年には「冬水田んぼ」研究として不耕起湛水区を新たに設けた（図5(3)の写真参照）が、湛水管理が難しく、2009年からその新設区は他と同じ管理の不耕起区とした。

一方、試験を始めた年から不耕起3反復区の中の1区（図2. 不耕起試験圃場見取り図，処理区通し番号5区）が2006年秋に山砂を大量に入れてしまい、2007年からその区の生育が他の区とかなり違って悪かったので2009年には試験区からはずした。しかしながらその不耕起区は雑草を半放任して研究の観察対象にし、2011年には一部データをとって研究の参考とした（表2(2) および図9、10の写真参照）。

ところで、女子寮前北水田4号圃場は2000（H.12）年から学生有志による「田んぼの会」がアイガモ有機栽培を始めた。北4号田（アイガモ田）は、田んぼの会の技術顧問が時々代わったり、栽培管理等を学生に委ねたりしたため、収量等の記録が残っていない期間がある。また、北5号田は2004（H.16）年4月から技術演習で有機栽培を始めたが（2004年秋にはケイカル、熔燐等使用）、技術演習の水稲部門担当が2009（H.21）年から筆者に交代している。北5号田は時に4号田とともにアイガモ栽培とした年もあり、コイ除草を計画したこともあるが、原則は人力除草の有機栽培である。そのような経緯のある有機栽培に転換した後の北4号、5号田の収量記録や栽培状況を報告することで問題点を明らかにしたい。

2. 材料および試験方法

1) 不耕起栽培に関する研究

本研究は女子寮前の北水田4号圃場（アイガモ水田）の南畦畔側一部を試験圃場とし、不耕起区・耕起区ともに3反復区設け2006年から2011年まで継

続して行った（図1、図2参照）。1処理区の面積は4m×2.5mの10m²とした。尚、既述の通り2007年には不耕起湛水田を1区新たに設けて試験を行った（図2. 見取り図処理区通し番号7区）。この新設処理区は2009年以降、通常の不耕起区の試験圃場とした。また既述の理由で2009年から不耕起区1区（図2. 試験圃場見取り図処理区通し番号5区）を試験区から外した。

元肥は各区とも堆肥10kg（1,000kg/10a）を散布し、かつ2006～2007年は自家製鶏糞米糠ボカシ（N:P:K推定値2.0:3.0:1.5%）、2008年以降は学生食堂生ゴミ発酵処理物（N:P:K推定値2.0:1.5:1.0%）を1.5kg（N:3kg/10a）散布した。耕起区は散布直後スコップ等で15～20cmの深さに耕起した。

定植後、各区から標本として3株選抜し生育調査（草丈・分けつ数・葉色など）を行った。収量調査は、標本3株による収量構成要素（1株当たりの穂数・粒数・登熟歩合・精粒重）を調べ、その3株の平均値から収量を求めた（表1）。また、処理区毎の全株の収量調査も行った。他に収穫指数等も調べた（表4）。

生息する動植物の各処理区の違いについても調査した（表3）。これについては、観察されるものを記録し、検討する程度とした。また、イネミズウムシの捕殺による生息数の違いを調査した（表2(1)、(2)）。

6年間の試験の耕種概要等を以下に記しておく。

(1) 供試品種：水稲（コシヒカリ）

(2) 耕種概要

①元肥：堆肥：10kg/区，学生食堂生ゴミ発酵処理物（N:2,P:1.5,K:1%）：1.5kg/区

※1.各処理区的面積：10m²＝2.5m×4m

※2.元肥散布日：4月8日～4月22日

※3.元肥窒素成分量：3kg/10a

②耕起区の耕起：3月8日～4月21日…スコップ等による耕起

（※不耕起区は除草のみ）

③塩水選及び温湯種子消毒：2006年～2009年は、選種，種子消毒済みの購入種籾を使用。2010年からは自家採種籾を比重1.13の塩水で選種。1週間乾燥後，60℃の温湯に10分間浸漬することで種子消毒と休眠打破をし，10℃～20℃の水に1週間浸種した。浸種最終日は25～30℃で催芽処理をし，冷水をかけ流して芽止め

をした。この催芽粉の水を切り日陰で乾かした後播種した。

- ④播種：播種機による播種は4月21日～4月26日。

播種量は催芽粉で90g/箱(2006年)～70g/箱(2011年)。

- ⑤出芽：出芽恒温機に2～3日入れて出芽した苗と初めから無加温ハウスで出芽させた苗を育苗。育苗後半は露地育苗。どちらも生育、葉齢はあまり違わなかった(図25, 26)。

- ⑥耕起区砕土・代掻き：5月10日～5月20日

- ⑦田植え(移植)：5月14日(2006年)～5月26日(2011年)

移植時の苗：葉齢完全葉2.7, 草丈14cm(2006年)～葉齢完全葉3.6, 草丈26.0cm(2011年)

※栽植距離：株間21cm×条間30cm(3本/株)

- ⑧追肥：米糠1kg/区×2回(6月中下旬, 7月上旬)(2006～2007年)

学生食堂生ゴミ発酵処理物1.5kg/区(7月中旬)(2008～2010年)

※2011年は追肥せず。

- ⑨出穂日：8月7日～8月12日

- ⑩収穫(稲刈り)：出穂・開花日より日平均積算温度1,000℃に達した日(9月16日～9月23日)

以上のように栽培をして、調査用標本株は稲刈り後、雨よけハウス内で乾燥させ、手で脱穀し粳数を数えた。その粳を比重1.06の塩水で選別し、登熟歩合、粳重を調べ、粳摺り歩合を0.84として玄米重に換算し、10a当たりの収量として表にまとめた(表1)。

尚、2007年から2010年は試験圃場と本田との境界にネットを張ってアイガモが入らないようにしたが、2006年と2011年は、試験圃場も含め北4号田全体にネットを張ったので、アイガモが試験圃場にも時々入っている。

追肥は、雑草防除効果を観察するために米糠で行った。雑草防除効果と同時に倒伏の心配もあるので、散布量と散布時期を考えて行った。2008年以降は学生食堂生ゴミ処理物に雑草防除効果を期待し追肥した。2011年はアイガモが試験圃場に入ったので追肥をしなかった。

2) 技術演習田の有機栽培

北4号アイガモ田および北5号技術演習田の有機栽培については、これまでの栽培概況をここで述べ、

結果及び考察で過去の収量実績などを報告し、問題点を明らかにし、それに対する改善策を述べることにする。

北4号田のアイガモ栽培は2000年(平成12年)から学生有志の「田んぼの会」が始めた。収量の記録が無い年もあるが、2000, 2001年はゆめひたちを、2002, 2003年はキヌヒカリを栽培している。また、北5号田は2004年から技術演習田として有機栽培を始めたが、2007年までは秋耕前にケイカル、熔燐等を散布している。4号, 5号ともに堆肥を1,000kg/10aの割合で散布し、また、元肥として自家製ボカシや学生食堂生ゴミ発酵処理物を投入しているが、正確な数字は残っていない。

筆者が担当した2009年からは元肥として4号, 5号ともに堆肥を1,000kg/10aの割合で、北4号には学生食堂生ゴミ処理物を、北5号田は市販されている有機肥料：有機アレグレット(N:P:K=8:1:6%)をそれぞれN成分で3kg/10aとなるように、散布している。追肥は4号, 5号ともに学生食堂生ゴミ発酵処理物をN成分3kg/10aの割合で散布しているが、4号アイガモ田は日当たりの良い南側半分のみ行っている。4号田は2010年、穂揃い後まもなく、登熟の比較的早い段階で倒伏が観られた(図32)ので、2011年は追肥を行わなかった(図33)。

栽植距離は、主に5号田において、歩行型田植機では株間18cm×条間30cm, 旧乗用田植機では株間26cm×30cmとしていた。4号アイガモ田は手植の年がほとんどで30cm×30cmとしていた。筆者が担当した2009年からは4号田, 5号田とも、手植えであれ機械植えであれ30cm×30cmとしている。株あたり本数は手植えでは3本/株, 機械植えでは可能な限り3本/株になるように設定して植えている。

アイガモ栽培ではアイガモが育雛中に死ぬことも多く、また、水田への放鳥後も野犬やカラス、野良猫などの害獣・外敵により噛み殺されることも多かった(図29)。害獣の被害が無くても水田へ放鳥するタイミングが悪い年には雑草が繁茂し、減収すること多々観られた。

北5号田は原則として人力除草を行ってきたが、コイ除草を計画したこともある。しかし、コイも飼育管理が悪いと死んでしまう。コイの放飼についてもアイガモ同様適切な飼育管理などについて結果及

び考察のところで述べたい。

尚、北4号田、5号田は一部を展示用の品種栽培や試験研究用の栽培を行ったりしているので、栽培面積、品種は表5の通りと変遷してきた。筆者が技術演習有機水稲部門の担当を始めた2009年から、北4号田は1,480m²のうち170m²を試験圃場とネリカ米展示圃場およびアイガモ管理用地に使っている。北5号田は約1,300m²となっている。北5号田1,360m²も100m²をマコモ栽培（野菜研究室）に使用しており、また、水尻排水口付近50m²は水深が深くなり栽培が難しいため、栽培面積は1,200m²となっている。栽培品種もコシヒカリのみとし、自家採種の種籾を使用している。

IV 結果および考察

1. 不耕起栽培に関する研究について

(1) 収量調査等の結果

収量調査の結果を表1および図3(1)～(4)にまとめた。また、各処理区の標本を1株とした収穫指数等調査については表4にまとめた。

表1の通り、不耕起区の収量が耕起区の収量より低い、年々その差が小さくなっている。耕起区の反復区による収量差が大きく、統計処理はしていないが2011年にはその差がなくなったと言えるような結果が得られている。また、不耕起区では収量構成要素の穂数、粒数が増えてきている（表1）。他に、処理区の差が大きいが、収穫指数や籾ワラ比などが大きくなってきている（表4）。但し、これに関しては耕起区も同様の結果となっている。

(2) イネミズゾウムシおよび生息する動植物の違い

イネミズゾウムシの捕殺調査結果は表2(1)（2008年）、表2(2)（2010～2011年）にまとめた。

イネミズゾウムシは6月初めにはすべての区に同程度の発生が観られるが、6月中下旬になると不耕起区から減少する。これは、2008年、2010年、2011年いずれの年も同様な傾向が見られた。

尚、雑草を半ば放任管理した処理区通し番号5区（図2）ではイネミズゾウムシは初めからほとんど観察されなかった（表2(2)）。

生息する動植物の違いについては目視確認による観察結果を表3にまとめた。

不耕起区においては耕起区より早く雑草が発生する傾向が見られた。ウキクサも耕起区より早く発生

する（図8の写真参照）。絶滅危惧種のイチョウウキゴケ（図12、13の写真参照）も不耕起区から発生し、その後耕起区にも発生する。不耕起区に特異的に発生するものとしてはアミミドロ（図12の写真参照）があげられる。これに対しアオミドロは耕起区に多かった。

害虫の天敵になる肉食昆虫（タイコウチやマツモムシ：図19、20の写真参照）も初め不耕起区に多く、やがては耕起区に発生するという傾向が見られた。

2. 不耕起栽培に関する研究についての考察

【収量等について】

結果の項で述べた通り、耕起、不耕起区の収量差は年々小さくなっている。一般に水稲の不耕起栽培は、水稲にとっての土壌環境が改善されるとされている。土壌環境の改善とは、具体的には土壌の物理性・排水性の向上や、土壌中の生物多様性の確保、有効微生物増加のことを意味している。この改善によってイネの根が伸びやすくなり、結果として年々地上部草丈も高くなり、穂数、総粒数が増え、収量が上がったと考えられる。これは、収穫指数や籾ワラ比の調査結果からも言える。

【イネミズゾウムシについて】

イネミズゾウムシについては不耕起区から発生数（捕殺数）が減少するという結果が得られている。これは不耕起区の方が、天敵に類する生物が多いためだと考えられる。一般に、畑作を含め作物の不耕起栽培は土壌環境及びその周辺地上部の生物多様性が確保されやすいとされている。イネミズゾウムシの調査結果はそのことの証明の一例と考えられる。イネミズゾウムシの減少要因が、土壌の肥料養分による違いや、葉色の違いから起こる現象とすれば、6月初めの発生初期から発生数が異なるはずである。しかし発生初期はほぼ同程度であるので、やはり天敵の違いと推察される。

ところで有機野菜・畑作栽培では、天敵の確保、生物多様性の確保に雑草を旨く活用する技術がある。雑草が天敵、生物のすみかになる。水田は生物にとって重要な水が湛水されているためにそこにいる生物が集まってくる。従って水稲作では生物多様性の確保に雑草を利用する必要はない。しかも水稲作では雑草が生えたと収量が激減する（図3(4)）ので、有機栽培でも出来るだけ雑草は生やさないのが普通である。しかし、既述（表2(2)）の

通り雑草半放任区ではイネミズゾウムシがほとんど観られなかった。このことは、水稻作においても雑草による減収を可能な限り最小限に抑えつつ、雑草を害虫防除に利用できるという可能性を示していると考えられる。その場合、収量との関係で、許される発生雑草量の上限を調べてみる必要があるが、これは興味深い研究課題と思われる。

尚、イネの葉色については本報告書には掲載しなかったが、富士平工業のカラースケール（水稻用）を用いて生育調査の一つとして行っている。その結果では、生育前半は不耕起区の葉色が4（6月上旬）～5（6月中下旬）で耕起区の4.5～5.5より常に0.5低く、明らかに葉色が薄い。6月末または7月上旬以降はほぼ同程度の葉色となる。これは、苗移植後の活着の仕方が影響しているためと考えられる。不耕起区は前年の切り株付近に移植するが、切り株から少しずれるとそこは土壌が硬く植えずらい。従って活着、初期生育が耕起区より悪くなるためだと考えられる。結果的には丈夫な個体に生長し、収穫まで倒伏しがたくなるのではないかと考えている。この試験圃場では出穂後積算温度 1,000℃の刈り取り適期までに倒伏したことは一度もなかった。耕起区も倒れなかったが刈り取り適期を過ぎると、計測しなかったため数字では表せないが、不耕起区に比べ倒れる角度が大きかったと観察されている。

【生息する動植物について】

生息する動植物についての調査から、絶滅危惧種のイチョウウキゴケをはじめ、雑草、水生昆虫、クモのいずれも不耕起区から発生し、耕起区に広がってゆく様子が観察されている。これも不耕起栽培が生物多様性を確保しやすい栽培法であることの証明と考えられる。

【雑草：米糠、ウキクサ、アミミドロ、アオミドロの利用】

不耕起区の問題は、害虫（イネミズゾウムシ）を抑える要因の一つにもなっているが、雑草が生えやすいことである。そこで、この試験では雑草防除の方法として、不耕起区では比較的生育初期から発生するウキクサ（図8）やアミミドロの利用を試みたが、期待される結果は得られなかった。これらを利用するには栽培条件、栽培方法を、特に水管理を工夫する必要があると考えられる。

米糠の雑草防除効果について本研究の中では、各処理区に1回の散布量を1kg/区（100kg/10a）とし、

追肥として生育中頃（6月中旬及び7月上旬）に行っている（図7参照）。いずれもこの散布直前に除草を行っている。雑草は不耕起区に多く、除草した草を各処理区の外に出すと処理区毎の土壌の肥料養分が異なってくることが容易に推察されるので、雑草は引き抜いたあとその処理区に放置するか埋め込むかの方法をとった。また、米糠の雑草防除効果をみるために耕起区と不耕起区の雑草量を揃える必要があることから、除草した直後に米糠を散布している。結果として試験圃場外の本田一部との比較では雑草防除効果が明らかにあったものの、次の雑草が生えてくるまでの差は1週間程度であった。また、不耕起区が耕起区より早く雑草が生えてくる傾向があった。

米糠については、近年、国や県の試験場でもその効果について研究している。その多くは米糠散布量は150kg～200kg/10aだと間違いなく防除効果が現れ、それ以下の60kgとか100kgでは効果がほどが判然としないとしている。しかし、物質の自然な循環を考える有機農業では、10aからとれる米糠量は玄米収量600kgの場合、60kg程度となる。10aに150kgとか200kgの量となると入手困難となり、また、一方では過剰施肥、窒素過剰の危険性にもつながる。また、本研究でも米糠散布直後はオタマジャクシや水生昆虫などが死滅することがたびたびあったが、生き物への影響も考えなければならない。もっとも本研究では、散布直後の死滅は一時的なもので、また全滅するわけではないので、オタマジャクシも水生昆虫もいつの間にか増えて元通りとなる。

米糠については散布量が少なくとも、散布時期が移植後早ければ早いほど効果が現れるという結果も報告されている。実際、栃木県館野氏的水稻有機栽培では、ポット苗の成苗植えて、田植えと同時に40kg程度の米糠を散布することで雑草防除効果が現れるという実績を示している。

また、公的研究機関では、米糠の雑草防除効果の要因が何なのか、E.C. 値説や酸化還元電位説など、今のところよく解っていない。筆者は、従来言われているとおり、米糠という有機物が発酵する過程で発生する、発芽したばかりの雑草など幼植物にとって有害な有機酸や、土壌表面の発酵層で起きる一時的還元状態が、雑草防除効果を生み出すものと考えているので、米糠の代わりに学生食堂生ゴミ発酵処理物も利用出来ると考え、2008年から米糠と同様

な散布を行っている。しかし、今のところはっきりした効果は観察されていない。尚、2011 年はアイガモが試験圃場にも入り込んだので、追肥は行わなかった。

3. 技術演習田の有機栽培について

本校では、2000 年から北水田 4 号で、学生有志のアイガモ栽培によって有機水稻栽培が始められた。2004 年からは北水田 5 号で、技術演習としても有機栽培に取り組み始めた。これら水田は展示圃場や教材としての特性が高いため、また、大型機械を利用することが困難な湿田でもあり、収量としては有機栽培としても低いものとなっている（表 5 参照）。

そのような経過の中で、アイガモ栽培の問題点について触れておきたい。

アイガモはカモとアヒルの交雑種であるが、アヒル自体マガモから人為的に育成された水鳥である。また、品種維持のため近親交配など行うため、鳥類では近交弱勢を起こしやすい。従って、水田専用に品種改良をされたアイガモは、孵化販売を行っている業者から購入することが多い。自家採卵、孵化も可能ではあるが、数とそろいの問題がある。成鳥では水稻の生育前半には使用できないので、毎年孵化したての雛を購入しなければならない。

本校でのアイガモ栽培ではアイガモの育雛、飼育管理が悪かったために多くを死なせてみたり、育雛がよかったとしても本田放鳥後にカラスや野犬に噛み殺されたりしている（図 29）。また、放鳥の時期が田植え後、遅すぎて、雑草防除の効果がなくなる年もあった。

アイガモは近交弱勢が起こりやすいということも関係していると思うが、雛は死にやすい。そこで育雛では孵化したての雛から水浴びさせることで早くから雛の体・羽からの撥水能力を身につけさせると寒さにも耐性がつきやすい。また、寒さや、水に濡れて乾かないで弱った雛は、体温に近い温湯につけ、羽を白熱電球などで乾かすと回復する（図 28 写真参照）。

水田への放鳥時期は、田植え直後が望ましい。田植え後、放鳥が早ければ早いほど、雑草防除の効果が期待できる。2009 年は育雛の失敗もあり田植え後 1 ヶ月を過ぎて放鳥したので、雑草防除の効果はほとんど観られなかった。2010 年は、田植え（5 月

17 日）の 16 日後、6 月 2 日に行ったところ、除草効果が大きく現れ、収量も 369kg/10a（6 俵 /10a）と良かった（表 5）。

参考までに 2010 年はアイガモが 24 羽、常時本田内にいたためか、その糞が多く、穂揃い 10 日後くらいに倒伏する部分が多く観られた（図 32 写真参照）。

2011 年は田植えが 5 月 27 日で 20 羽の放鳥開始が 6 月 16 日であった。野犬に 17 羽噛み殺されたのが 6 月 27 日（図 29 写真参照）で、その日以後 3 羽のアイガモだけの雑草管理で人力除草の 5 号田より十分な雑草防除効果があった。これは、放鳥のタイミングと水稻生育前半の雑草防除が重要であることを証明した結果であると考えられる。

ところでアイガモ栽培では、足で掻き混ぜたり、蹴爪に引っかけたり、そして直接食べるものの両方の効果で雑草防除が可能となる（図 30 写真参照）。従って、湛水深はアイガモの足の長さ位にするのが水管理のポイントとなる。

放鳥後の問題として、カラスなどの外敵からの保護が必要になる。カラスは、黒テグスを高さも含めランダムに配置するとよいとの研究情報が得られたので、2011 年実施してみたところ、効果があったように観察された。野犬について、2011 年大きな被害を受けたが、これに対しては電気柵を使用することである程度は防げるとされるが、野犬が群れるになると電柵が破られてしまう被害例もあり、完全な防御策はない。本校では電柵を使ったこともあるが、通例は普通のネットで囲って放飼している。

5 号田は 2010、2011 年にコイ除草を計画したが、いずれもコイが死滅してしまい、失敗に終わっている。雑草防除効果はアイガモ同様、水田土壌を掻き混ぜることによる除草効果と、濁らせることによる雑草発芽抑制効果によるものとされる。従ってこれまたアイガモ同様湛水する水の深さが重要となる。また、雑草防除効果の期待できるコイの大きさや数については種々の文献があるが、はっきりしない。小さすぎると鳥に食べられる。大きすぎると湛水深の深さ調整が難しくなる。栽培経験者からの情報では、1 匹 500g くらいの大きさに 10a あたり 20 匹、10kg くらいがよいとしている。いずれにしろ水深は 10cm 内外で管理することになるが、放魚直後の急激な水温の変化には弱りやすいので、寒い時期から放魚準備をしないとイケない。旨く管理できれば

コイもアイガモ同様、害虫を食べるので雑草防除のみならず害虫防除も可能になる。尚、コイにはコイヘルペスの問題があるので、飼養管理には注意が必要である。

本校有機水田での雑草防除についての状況等を報告してきたが、病虫害防除技術もアイガモ栽培に含まれる。また、緒言でも述べたとおり、有機栽培を行うことで自然に生物多様性が確保され、その結果として病虫害防除が出来ているということになる。北水田4号、5号ではいもち病やその他の病害が大発生したことはない。いもち病は北4号、5号田付近のマコモにはよく発生している。しかし、4号、5号本田では、いもち病が観られても小さい病斑で止まってしまう。これは既述のとおりセジロウヅカによってイネにいもち病抵抗性がもたらされていることの証明かと考えている。また、マコモ田に生息しているツマグロヨコバイ（図22写真参照）をはじめとする害虫が本田では大発生していない。この要因はよくわからないが、やはり生物多様性が確保されているためではないかと考えられる。

以上の報告から、本校の技術演習有機栽培では、アイガモの管理方法や放鳥適期を間違わないことで従来の8割程度の収量が期待できると思われる。また、アイガモを使わない雑草防除方法（次項で述べる二回代掻き雑草防除）なども今後検討し、取り入れて行き、学生に2～3の有機栽培法を教材として示すことが望ましいと考えている。

V 有機水稲栽培の収量と技術について

初めにも述べたが、水稲に関わらず有機栽培を始めるにあたって心配な点は収量、病虫害防除、労力が挙げられる。水稲の有機栽培においては、収量は慣行の7～8割程度に減少するとされている（既述の不耕起栽培に関する研究試験圃場では、耕起区、不耕起区はともに有機栽培であり、標本からの玄米収量推定値では400kg～500kgと慣行に遜色のない収量が得られている）。しかし、これまでの慣行栽培は自然環境についてあまりに配慮が欠けていた。生物は互いに依存しあって生きている。その依存しあう生物種が1種類でも少くなれば、その分、我々人間にかかってくるストレスが増す。生物多様性の安定確保は我々人間の将来を確保することにもなる。有機農業の栽培技術の多くはこの生物多様性

を確保する技術である。それによって病虫害防除が可能となる。セジロウヅカの例のように、害虫も実は益虫になりうる。病原菌も有用微生物も害虫も益虫もすべて生息密度のバランスがよければ、作物栽培にとってある程度の収量が期待できる。その収量が極端に低ければ有機栽培は普及しない。しかし、有機水稲では、自然への負荷が少なく、収量は2割くらいの減収で栽培可能である。その2割は自然環境を守ることに使われていると考えて良いし、今のところは有機米が普通米より高値で売買できる。労力についても以下に述べる雑草防除技術を修得すれば、病虫害防除は自然が行ってくれるので、むしろ軽減される可能性すらある。そのような実績を上げている有機水稲栽培実践農家の栽培技術や最近の試験研究結果などを以下に紹介することとする。

【冬期湛水技術】

既述の通り有機水稲栽培技術は雑草防除技術に集約されると言って良い。アイガモ農法、コイ除草、米糠除草、冬期湛水栽培（冬水田んぼ）、二回代掻きなどはいずれも雑草防除技術である。アイガモやコイ、米糠除草については既に述べている。

冬期湛水栽培技術は、冬や早春に湛水することで、水面が凍る地域であってもその土壌は周辺より暖かかったり水があるということで生き物、水生昆虫、水生小動物などが集まってくる。この生き物たちの糞などが積もってトロトロ層を形成する。このトロトロ層は、糞などの有機物からなっているので層のなかで発酵が起き、有機酸が発生したり、微生物の働きで還元状態になったりして雑草の発芽を抑えるような働きをする。参考までにイトミミズが1m²に30,000匹いるとその糞の堆積で10日間に7～8mm、3ヶ月では5～10cmものトロトロ層を形成するという報告もある（「田んぼの生きもののおもしろ図鑑」、イトミミズ、p.97）。この冬水田んぼは雑草防除だけでなく、早くから天敵生物を田んぼに生息させるので、田植え初期から病虫害防除効果も高いとされている（図5(3)写真参照）。これは、秋起こしにより冬の寒さに土壌中の病原菌や害虫、雑草を曝し、殺菌、殺虫、殺草するのと対照の技術である。

この技術の問題は、湛水のための用水の確保が難しいということである。また、本校のような湿田であまり地耐力の無い田んぼでは大型機械による作業を困難にしてしまう事である（図27写真：北4号

田の耕起・代掻き作業でトラクターが沈みかけたところ)。こういったところでは歩行型田植機など小型の機械で栽培すれば決して労力増になるとは限らない。

【二回代掻き雑草防除】

次に、古くから行われているが、最近は新たな方法として試験研究機関も取り組んでいる二回代掻き雑草防除技術を紹介する。これは、前出舘野氏が早くから取り組んでいる技術であるが、一回目の代掻きは従来の草を退治する作業ということではなく、むしろこの荒代で雑草の埋土種子を表層に出して発芽させる作業と考え、つまり一回目の代掻きでは如何に多くの雑草を発芽させるかという作業とし、これら雑草が発芽したところで、二回目の仕上げの代掻き（植え代）で雑草を防除するというやり方である。一回目と二回目の代掻きの間隔は時期や水温等で異なってくるが、およそ10日から20日の日数となる。この方法に加えて、栽培時期を従来の稚苗・早期移植ではなく、成苗を5月末、6月上旬に植えることで、成苗でも暖かい時期の移植のため活着しやすくなり、草丈も大きいので、本来の移植の目的でもあったように、雑草防除効果が期待できる。更に加えて、移植後25日以上は深水管理で雑草の発生を抑える栽培や、移植同時米糠散布などを行うと除草作業は全く不要であるとする実践事例もある。

本校でも2011年は二回代掻きを多少試みたが、従来言われるとおり、代を掻きすぎたような所は、生育後半で極わずかであるが、倒伏がみられた。酸欠や土壌を固く締まらせた感じもある。地耐力のあまり無い湿田では難しいと思えるが、今後研究して取り組んでみたい。

【機械除草】

古くからある田打ち車による除草は、最近、乗用田植機の後部に接続し除草する方式に変わり増えつつある。また、チェーン除草やスプリング揺動式の除草機なども開発中である。今後は除草剤に代わりこのような機械除草も増えてゆくと考えられる。

【いもち病防除】

最後にいもち病の防除策を紹介しておきたい。

7～8年前になるが、「有機栽培に取り組んだところ、いもち病で栽培を失敗したので、それ以来有機栽培はしたくなかった。」という話を聞いたことがある。それだけいもち病は稲作にとって恐ろしい病気として知られているが、12年間も行っている本校の有機水田ではいもち病で失敗したことは一

度もない。既述の通り、セジロウムシによってイネにはいもち病抵抗性がつく。そのみに期待するだけにとどまらず、いもちを発病させない技術としては株間を大きくし、1株の栽植数を3本以下にする事である（本校では株間30cm×条間30cmとしている）。こうすることで通気性を良くしておけばいもち病は防げる。他に有機質肥料であっても元肥や追肥の量に注意する。追肥をしない有機質肥料での元肥のみの一発施肥においても施肥量には注意を要する。これら肥料は、イネの収量を上げるためではなく、土壌の微生物のエサとして、土作りの観点から施肥するという考え方が鍵になる。

Ⅵ 終わりに

主に卒論で取り組んだ不耕起栽培についての研究結果と、有機栽培に関する本校のアイガモ栽培などの問題点、最近の有機水稻栽培技術の一部を紹介したが、野菜であれ水稻であれ、有機栽培がなかなか普及していない。これはやはり有機栽培技術の認知度が低いからだと思われる。本研究報告を読み有機水稻に取り組んでみたいという栽培者が現れることを期待して報告を終えたい。

Ⅶ 摘 要

本研究は本校の北水田4号の一部を試験圃場とし、水稻有機栽培での不耕起栽培と耕起栽培の違いを明らかにすることで、また北4号アイガモ栽培や北5号の技術演習田のこれまでの栽培状況や問題などを整理、報告することで、水稻の有機栽培普及の一助となることを目的とした。

水稻の不耕起栽培6年間の研究結果から、不耕起栽培は研究開始初年度は耕起栽培より収量が低かったが、両者間の収量差は徐々に小さくなって、6年目にはほぼ同等の収量が得られるという結果となっている。これは不耕起栽培においては土壌環境が改善されてゆくとされる研究報告の証明となる。不耕起栽培はまた、生物多様性の確保が容易であると言われている。イネミズゾウムシの発生状況調査において、このことが要因となり、つまり天敵に類する生物が不耕起区に多いと考えられ、耕起区より早く発生数（捕殺数）が減少する結果となっている。また、雑草半放任区ではイネミズゾウムシがほとんど

観られなかった。このことから雑草は水とともに生物多様性確保に貢献していることが判るが、水稻ではその雑草により収量が大きく減収する。今後はイネと共生出来る雑草量、収量と雑草量の調査研究が興味深い課題となる。

VIII 謝 辞

最後に本研究の一部を卒論として取り組んだ若松和宏君、武田司君、市丸靖貴君、小山智司君、植田雅大君、石田由香理君、武田大輝君、斉藤翔太君、そして技術演習として、作物園芸実験として取り組んだ学生諸君にこの場を借りて、感謝の意を表したい。

IX 参考文献

1. 石原邦（研究代表者）ら（1998年）,「水稻の不耕起移植深水栽培による水田生態系の変化とその意義」,平成7年度～平成8年度科学研究費補助金（基盤研究（A）（1））研究報告書.
2. (社)農村環境整備センター企画 湊秋作編著(2006年),「田んぼの生きもののおもしろ図鑑」,(社)農山漁村文化協会（農文協）, pp.398.
3. 宇根豊・日鷹一雄・赤松富仁 著（2006年）,「田の虫図鑑 害虫 益虫 ただの虫」,農文協, pp.86.
4. 筒井喜代治 著（1974年）,「原色・雑草の防除」,(社)家の光協会, pp.218.
5. 草薙得一 編著,皆川健次郎 撮影（1990年）,「原色 雑草の診断」,農文協, pp.129.
6. 高林純示,佐藤雅,五味剣二ら（2009年）,「セジロウシカ食害が誘導する白葉枯れ病に対するイネ抵抗性におけるリアーゼの役割」,朝日新聞 2009年11月24日17面.
7. 子供の科学（2010年1月号 p.6）「虫のおかげで病気にかからないイネ」,(2010年11月号 p.6）「害虫にかじられると天敵を呼び寄せる植物」,誠文堂新光社.
8. 岩淵成紀 編著（2007年）,「だれにでもできる田んぼの生きもの調査ガイド」,田んぼの生きもの調査プロジェクト事務局, pp.112.
9. 稲葉光國 著（2007年）,「あなたにもできる無農薬・有機のイネづくり」,農文協, pp.189.
10. 涌井義郎,舘野廣幸 著（2008年）,「【解説】日本の有機農法 土作りから病害虫回避,有畜複合農業まで」,筑波書房, pp.319.
11. 石井龍一（代表執筆者）,他共著（2000年）,「作物学（I）－食用作物編－」,文永堂 pp.301.

表 1. 収量調査結果

2006 年		穂数	総粒数	登熟歩合 (%)	籾百粒重 (g)	玄米収量 (kg/10a)
不 耕 起 区	1	11.7	1234.7	91	2.62	426.7
	2	10.7	1230.0	85	2.54	363.7
	3	11.3	1031.7	85	2.73	337.1
耕 起 区	1	13.3	1544.3	81	2.57	444.3
	2	13.3	1824.0	83	2.68	566.3
	3	11.7	1425.7	88	2.61	456.8
2007 年						
不 耕 起 区	1	12.0	829.7	91.4	2.37	249.0
	2	13.7	1599.3	91.9	2.38	485.3
	3	16.7	1711.3	92.2	2.32	505.8
湛水不耕起	1	16.0	1160.7	93.9	2.30	555.8
耕 起 区	1	15.7	1561.0	91.8	2.33	464.0
	2	15.3	1702.7	95.8	2.39	541.3
	3	17.0	1591.3	89.3	2.32	456.5
2008 年						
不 耕 起 区	1	12.7	1193.2	94.4	2.54	419.8
	2	12.7	1471.4	94.6	2.67	510.6
	3	9.3	875.1	91.4	2.81	310.5
湛水不耕起	1	13.3	1543.6	94.2	2.59	521.1
耕 起 区	1	15.7	2349.1	93.5	2.02	577.6
	2	11.0	1431.4	91.4	2.72	493.4
	3	15.3	1440.0	95.2	2.61	520.4
2009 年						
不 耕 起 区	1	13.0	1500.8	95.2	2.74	522.2
	2	13.3	1360.6	93.6	2.75	467.0
	3	14.7	1662.8	92.1	2.72	552.9
耕 起 区	1	15.7	1719.5	93.0	2.68	573.0
	2	18.0	1909.6	85.5	2.80	608.4
	3	18.7	1717.7	91.1	2.70	617.3
2010 年						
不 耕 起 区	1	15.0	1533.3	86.9	2.57	455.7
	2	15.3	1613.6	88.2	2.65	503.6
	3	15.3	1655.0	87.2	2.58	496.4
耕 起 区	1	16.3	1413.0	91.8	2.64	456.3
	2	14.3	1787.3	92.6	2.60	574.1
	3	19.6	2414.7	84.7	2.65	724.3
2011 年						
不 耕 起 区	1	15.7	1865.0	86.4	2.63	564.6
	2	13.3	1622.7	89.6	2.69	520.9
	3	15.7	1770.7	91.2	2.50	539.2
耕 起 区	1	14.7	1805.7	88.0	2.64	558.7
	2	18.0	2936.3	84.6	2.56	689.2
	3	14.7	1704.3	81.0	2.50	458.3

注) 表は各処理区 3 株の平均値である。

表 2 (1). イネミズゾウムシ発生数 (捕殺数) : 2008 年

	6 月 5 日	6 月 19 日
不耕起区①	98	10
不耕起区②	50	12
不耕起区③	69	2
不耕起+湛水	37	6
耕起区①	99	46
耕起区②	67	29
耕起区③	67	36

表 2 (2). イネミズゾウムシの発生数 (捕殺数) : 2010-2011 年

観察日	7. 不耕	6. 耕	(5. 草)	4. 耕	3. 不耕	2. 耕	1. 不耕
‘10 年 6 月 3 日	29	74		104	25	76	47
6 月 17 日	9	32		42	80	104	70
6 月 24 日	1	0		5	6	8	14
‘11 年 6 月 9 日	34	96	(3)	123	94	211	102
6 月 16 日	12	45	(2)	78	51	84	40
6 月 23 日	3	21	(0)	15	16	35	27

注) (5. 草) は雑草半放任区で 2011 年はこの区も調査した。

表 3. 試験区で観察された動植物 : 2010 年, 2011 年

(植物)	不耕起区…イチョウウキゴケ, アミミドロ, ウキクサ (初期)
	全処理区…ミゾソバ, イボクサ, コナギ, オモダカ, スズメノテッポウ, クログワイ, セリ, ウキクサ, アオミドロ, タネツケバナ, イヌビエ, アゼナ等
(動物)	マツモムシ, ゲンゴロウ (数種), ガムシ, イトミミズ, カエル (数種), クモ (数種), サカマキガイ, アメンボ, トンボ (数種), ザリガニ, ヒル, ドジョウ, イナゴ, ドロオイムシ, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, イネツトムシ, マガモ, カラス, スズメ, キジ, チュウサギ, ダイサギ, ハクセキレイ, シマヘビ, アオダイショウ, ヤマカガシ, モグラなど

表 4. 収穫指数, 籾藁比, 草丈他

2006 年							
処理区No.	1	2	3	4	5	6	7
	不耕起①	耕起①	不耕起②	耕起②	不耕起③	耕起③	
A. 草丈 (cm)	105	115	119	120	103	117	
B. 全重 (g)	129	136	210	136	73	170	
C. 籾重 (g)	37	36	66	44	29	45	
D. 根重 (g)	37	37	44	41	16	48	
E. 藁重 (g)	55	63	100	51	28	77	
HI = C/B	0.287	0.265	0.314	0.324	0.397	0.265	
籾 / 藁比	0.67	0.57	0.66	0.86	1.04	0.58	
2010 年							
A. 草丈 (cm)	100.7	108.8	104.5	111.1		112.7	115
B. 全重 (g)	105.18	83.44	106.01	111.23		157.79	111.18
C. 籾重 (g)	34.65	44.77	42.93	46.52		71.76	42.76
D. 根重 (g)	22.27	6.45	13.51	13.2		14.83	16.25
E. 藁重 (g)	48.26	32.22	49.57	51.51		71.2	52.17
HI = C/B	0.329	0.537	0.405	0.418		0.455	0.385
籾 / 藁比	0.72	1.39	0.87	0.90		1.01	0.82
2011 年							
A. 草丈 (cm)	109	113.5	107.8	110.8	97.9	110.3	109.9
B. 全重 (g)	114.1	100.91	106.28	106.86	41.05	83.73	98.28
C. 籾重 (g)	46.3	43.51	49.72	50.5	19.69	37.6	40.89
D. 根重 (g)	23.5	16.1	12.36	11.98	2.65	8.96	10.73
E. 藁重 (g)	44.3	41.3	44.2	44.38	18.71	37.17	46.66
HI = C/B	0.406	0.431	0.468	0.473	0.480	0.449	0.416
籾 / 藁比	1.05	1.05	1.12	1.14	1.05	1.01	0.88

注 1. 表は各処理区標本 1 株のデータ。重量は風乾重。注 2. 2011 年の 5 不耕起区③は雑草半放任区の参考データ。

表 5. 北水田 4 号, 5 号の玄米収量実績

	4 号田	収量 kg/10a	面積：品種	5 号田	収量 kg/10a	面積：品種	
1998 (H.10) 年	606	404	15a：キヌヒカリ	667	445	15a：キヌヒカリ	
1999 (H.11) 年	676	451	15a：ゆめひたち	701	467	15a：ゆめひたち	
2000 (H.12) 年	【アイガモ有機栽培開始】		15a：ゆめひたち	699	466	〃	
2001 (H.13) 年	収量不明	不明	〃	収量不明		〃	
2002 (H.14) 年	〃	〃	15a：キヌヒカリ	〃		〃	
2003 (H.15) 年	370	247	〃	673	448	〃：キヌヒカリ	
2004 (H.16) 年	収量不明	不明	15a：コシヒカリ ＋糯米	200	148	13.5a：キヌヒカリ	技術演習有機栽培開始
2005 (H.17) 年	105	70	コシヒカリ	216	160	〃	〃
2006 (H.18) 年	収量不明	不明	14a：コシヒカリ (試験圃場 60m ²)	300	222	〃	〃
2007 (H.19) 年	247	176	14a：コシヒカリ (試験圃場 70m ²)	92	68	〃	〃
2008 (H.20) 年	382	(4 号 +5 号)	コシヒカリ	368	(4 号 +5 号)	〃	〃 (アイガモ)
2009 (H.21) 年	398	306	13a：コシヒカリ (試験圃 + 展示 =150 m ²)	269	224	12a：コシヒカリ (+マコモ 100m ²)	担当者交代：演 習田 (4 号 +5 号)
2010 (H.22) 年	480	369	〃	223	186	〃	(コイ除草試み)
2011 (H.23) 年	426	328	〃	310	258	〃	(〃)

注 1. アイガモ有機栽培開始 2000 年の収量は不明。注 2. 2008 年は 4 号田と 5 号田を一緒に収穫し、面積比で収量を算出した。

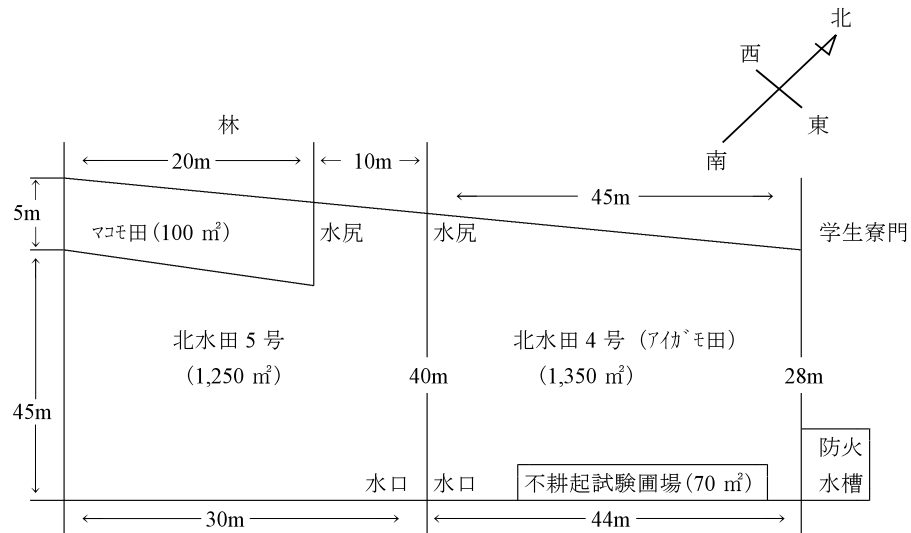


図 1. 北水田 4 号, 5 号圃場周辺見取り図

(北西)			北水田 4 号アイカモ水田本田側			
7.	6.	(5.不耕起)※	4.	3.	2.	1.
不耕起③	耕起③		耕起②	不耕起②	耕起①	不耕起①
北水田 4 号東南畦側			(南東)			

図 2. 不耕起試験圃場見取り図

- ※ 1. 処理区通し番号 7 の不耕起③区は 2007 年に冬期湛水田（冬水田んぼ）として新設したが、2009 年から他の不耕起区と同様の管理とした。
- ※ 2. 処理区通し番号 5 の不耕起区（雑草半放任区）は 2006 年秋に誤って客土しかけた砂利・山砂が他の圃場より多く、生育不良のため、2009（H.20）年から収量等の試験対象外とした。但し、時にイネの生育や雑草、イネミズゾウムシ発生の様子などの観察対象区とした。

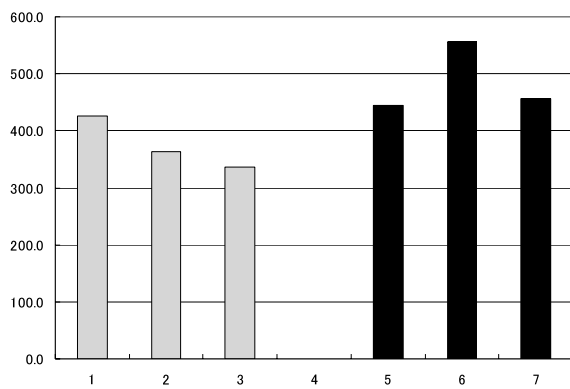


図 3 (1). 2006 年 10a 当たりの玄米収量

左 3 本の棒グラフが不耕起区, 右 3 本の棒グラフが耕起区。

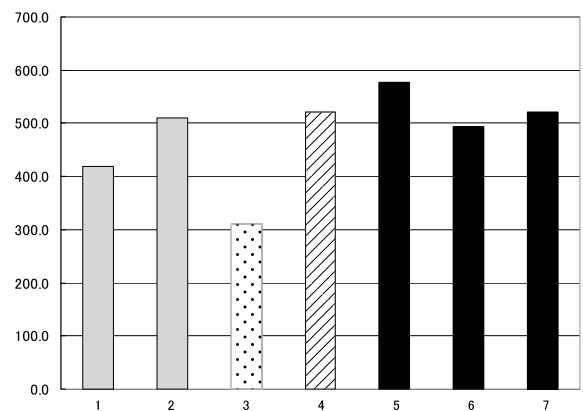


図 3 (2). 2008 年 10a 当たりの玄米収量

不耕起区の最も低い収量区(右から 3 番目の棒グラフ)は 2006 年秋に山砂が大量に入った不耕起区 (図 2 の処理区通し番号 5 区)。真中の棒グラフは 2007 年に新しく設けた湛水不耕起区。

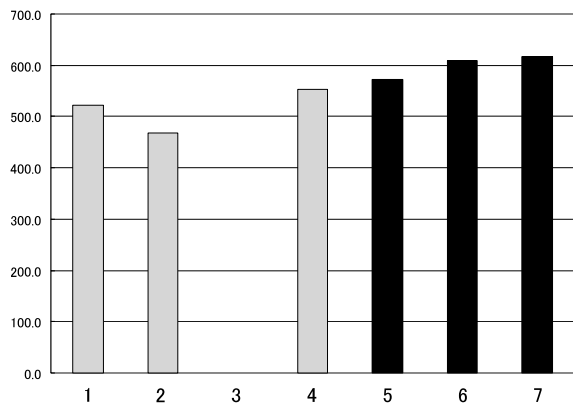


図 3 (3)．2009 年 10a 当たりの玄米収量

この年から山砂が投入された不耕起区（処理区通し番号 5 区）を調査から外し，2007，2008 年の湛水不耕起区を通常の不耕起区とし調査研究した。

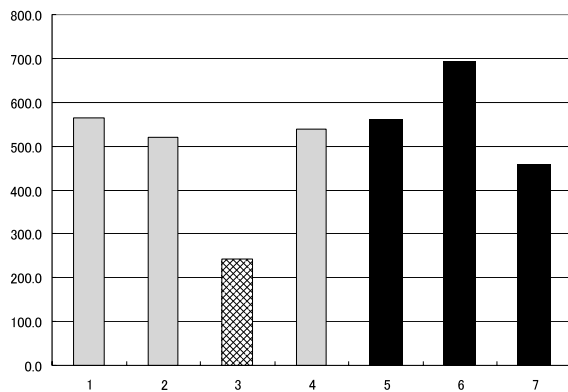


図 3 (4)．2011 年の玄米収量

左から 3 番目のグラフ（収量の最も低い棒グラフ）は雑草半放任区（処理区通し番号 5 区）の参考データ。



図 5(2)．2008 年の試験圃場の様子

この年は 2 月下旬に 4 月の元肥散布・耕耘に先立ち，耕起区は秋起しとして一度耕起している。

尚，写真のように 2007 年から処理区ごとにアゼナミで境界を区切っている。



図 5(3)．2008 年の冬期湛水（冬水田んぼ）区の様子

2007 年，2008 年は不耕起の冬期湛水区を 1 区（図 2 処理区通し番号 7 区）設けて試験した。

冬から早春の湛水でイトミミズやユスリカの幼虫などを確保し，その虫糞堆積で雑草防除を試みた。



図 5(1)．本研究を開始した 2006(平成 18) 年 4 月の試験圃場の様子

写真手前（東北）側から不耕起区，耕起区の 3 反復で試験を行った。



図 6．2007 年 6 月の不耕起区と耕起区の様子（処理区通し番号 1 と 2）

草丈，葉色ともに写真奥の不耕起区（処理区通し番号 1 区）が劣っている。



図 7. 2007 年 6 月中旬，雑草防除と追肥効果为目的に，除草作業直後に米ぬかを散布した様子



図 10. 2011 年の雑草半放任区（写真手前）と他の耕起・不耕起区

写真奥は処理区通し番号 6 区の耕起区と処理区通し番号 7 区の不耕起区。



図 8. 2008 年 6 月上旬の不耕起区と耕起区の様子

写真奥の不耕起区（処理区通し番号 1）で手前の耕起区（処理区通し番号 2 区）よりウキクサが早くから発生し，その量が多くなっている。このウキクサにより雑草防除の試みも行った。



図 11. 2011 年 8 月 25 日，出穂 17 日後の試験穂場全体の様子

耕起，不耕起による生育の違いは観られなくなっている。



図 9. 2011 年の雑草半放任区の雑草と移植直後のイネ苗の様子

写真の雑草はチドメグサ，イボクサ，水底のマツパイ。

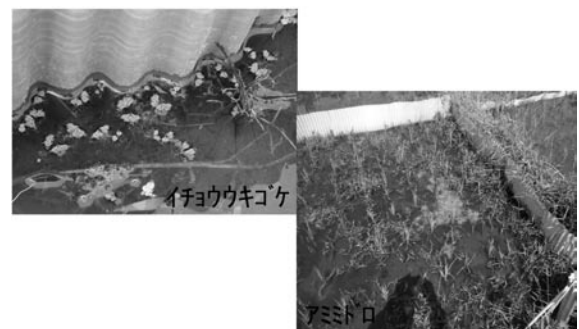


図 12. 試験圃場（不耕起区）で観察された植物

イチョウウキゴケ（絶滅危惧種）とアミミドロ，アオミドロ。

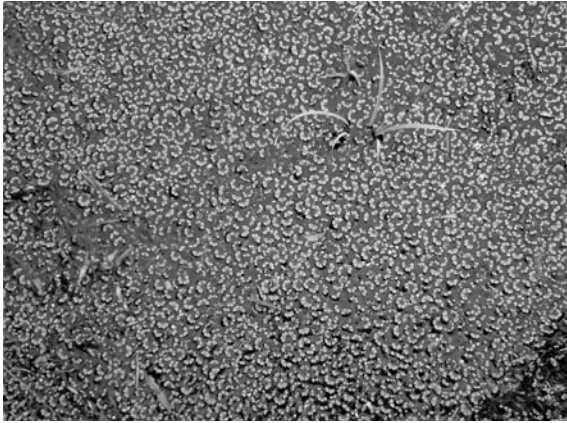


図 13. 大量発生したイチヨウウキゴケ



図 17. 条間、株間に大発生しているクログワイ
(アイガモのいない北水田 5 号)



図 14. 試験圃場付近で観られるミクリ(絶滅危惧種)

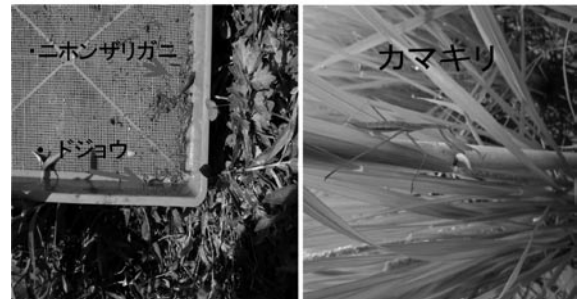


図 18. 試験区で観察された動物
写真右は試験圃場水底にいるドジョウやザリガニ。
左はイナゴを食べいるカマギリ



図 15. 試験圃場全体で観られる雑草
写真左イボクサ、右オモダカ、コナギ。



図 19. 試験圃場の水底にいた害虫の天敵となる肉食昆虫のタイコウチ

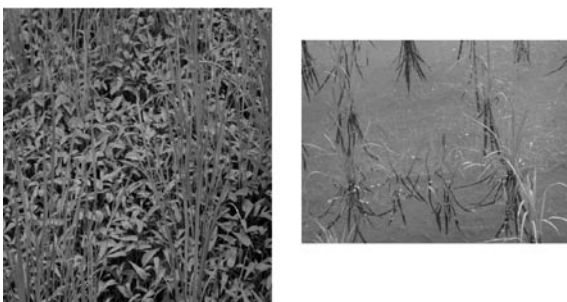


図 16. 大発生したコナギ(左)と水底(水面下)の
コナギ



図 20. 水面で逆さまになって生きたエサを待っている肉食昆虫のマツモムシ



図 23. テグスに足が絡まったチュウサギ

チュウサギの他にも野性のカモやダイサギ、ハクセキレイやカラスなど、色々な鳥が飛来し、害虫を食べていると思われる。



図 21. 試験圃場付近のネリカ米にいた害虫イネツトムシ (イチモンジセセリ幼虫)



図 24. 学生食堂生ゴミ発酵処理物 (左上の写真) を元肥として散布している様子



図 22. 北 5 号田西隅にあるマコモ田のマコモに発生したツマグロヨコバイ

マコモに大発生しても、イネにはほとんど飛来しない。

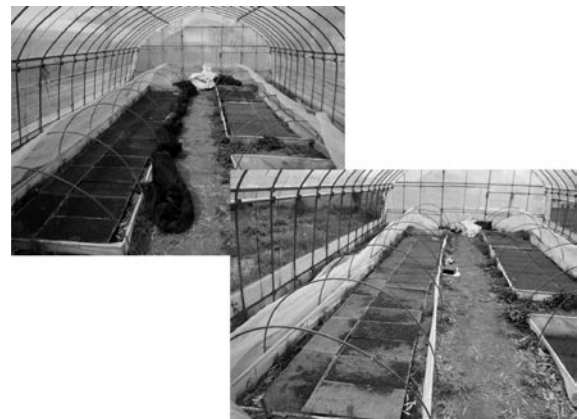


図 25. 2011 年イネ育苗の様子

2011 年は催芽した粳を播種し、初めから無加温ハウスで育苗したもの (写真ハウス左側ベッド) と、恒温出芽機で出芽させハウスに搬入し育苗したもの (写真ハウス右側ベッド) の生育を比較してみた。

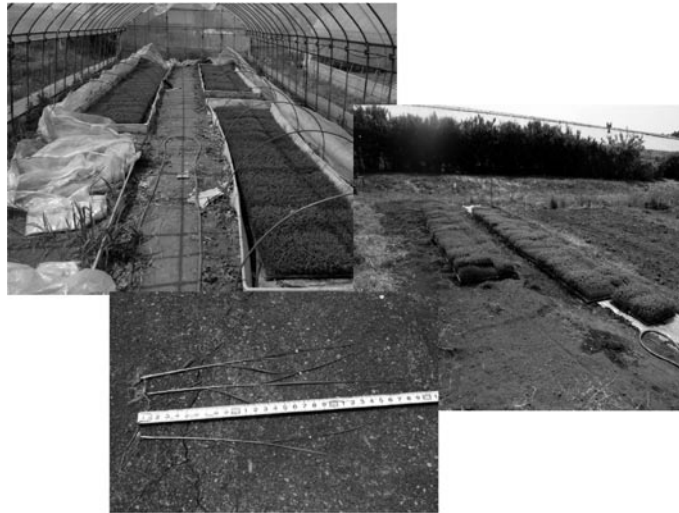


図 26. 2011 年イネ育苗後半の様子

写真右は田植え 10 日～1 週間前、ハウスから露地育苗に替えた様子。
写真中央は植える直前の苗の草丈を測っている様子。生育後半には出芽
のさせ方の違う両者の草丈や葉齢において、差が観られなくなっていた。



図 27. 北 4 号田 (2011 年)

本校北水田は全体に湿田で地耐力がないために、ト
ラクターなどは写真のように耕起や代掻き中に沈んで
しまうことも多い。



図 29. 野犬に噛み殺されたアイガモ



図 28. 2011 年のアイガモ雛の様子

入手した日から（出来るだけ育雛初期から）水浴び
をさせ、撥水能力を獲得させ、結果的に寒さにも耐え
る能力を身につけさせる。



図 30. アイガモの足で引き抜かれ浮いているコナ
ギの様子



図 31. アイガモのいない北水田 5 号の雑草（主にオモダカ）の様子



図 33. 2011 年，出穂 22 日後のアイガモ田の様子
倒伏は観られない（8 月 30 日）。



図 32. 2010 年，出穂 10 日後のアイガモ田倒伏の様子

アイガモが出穂間近の 7 月下旬まで常時 24 羽いたためにアイガモ糞の肥料養分が多すぎて一部倒伏したと考えられる。



図 34. 2010 年慣行栽培の北水田 3 号（写真上）と北 4, 5 号有機水田（写真下）の 12 月上旬の様子

慣行栽培田が寒さで枯れてきても，生物多様性が確保されている有機水田は地温が高いためか，切り株から出たヒコバエが緑色をしている。