

新科目「農業と環境」のデジタル教材化

～耕作放棄水田を活用した生物多様性を育む水稲自然栽培の実践～

学校名 愛媛県立伊予農業高等学校・伊予農希少植物群保全プロジェクトチーム

所在地 〒799-3111
愛媛県伊予市下吾川1433

ホームページ
アドレス <http://iyo-ah.esnet.ed.jp/cms/>

1. 研究の背景

平成25年度の新学習指導要領により、新科目「農業と環境」が導入された。この科目は、

- (1) 人間生活と農業と環境
- (2) 農業生産と環境保全の基礎
- (3) 農業生産と環境保全の実践、などから構成されている。

2012年、2,700 m²の学校水田で、木村秋則式水稲自然栽培を実践し、自然栽培区と慣行栽培区とで収量や経費、純収益、生物多様性を比較した。その結果、

- (1) 草丈と分けつ数（茎の数）は慣行栽培区の方がよく、収量が多かった。
- (2) 一方で、慣行栽培区は、収益に占める農薬、肥料、除草剤、資材が高くなった。
- (3) 結果的には、純収益は自然栽培区の方が高く、多様な生物が確認できた。

2. 研究の目的

2012年度の実践を踏まえ、現在、全国で40万haにも達した耕作放棄地を有効利用し、安心・安全で地球環境に優しく、儲かる農業を考察する。そのために、

- (1) 4月から10月は、水稲の自然栽培を新科目「農業と環境」（環境開発科1年）で展開、地域の農業後継者とともに実践する。また、科目「課題研究」（環境開発科3年）でサポートする。
- (2) 10月から3月までは、ソラマメの自然栽培を同様に実践する。
- (3) 授業の様子は、デジタル教材としてデータベース化するとともに、学校ホームページにアップロードし、配信する。

3. 研究の方法

新科目「農業と環境」（環境開発科1年）で、

- (1) 耕作放棄水田と学校水田に、無肥料・無農薬、除草剤、有効微生物も投入しない自然栽培区を設ける。
- (2) 栽培前後には、地表から50cmの温度と硝酸態窒素、pHを測定し、土壌環境を調査する。
- (3) 水稲栽培
 - (ア) 耕起、代かき、育苗、田植えを行う。その後、タイヤチェーンで除草し、使用済みてんぷら油で、水稲害虫や病気に対する抵抗力を高める。
 - (イ) 定期的に根の張り、草丈の伸び、分けつ数（茎の数）、水温、生物多様性を調査する。
 - (ウ) 稲刈り、乾燥、調整後、単位面積当たりの収量、収益を算出したのち、腐敗実験をする。
 - (エ) これらの授業の様子は、その都度、デジタルカメラで撮影し、デジタル教材としてデータベース化するとと

もに、学校ホームページにアップロードする。

(4) ソラマメ栽培

(ア) 自家採取したソラマメを播種、育苗する。

(イ) 耕作放棄水田と学校水田に、水稻の裏作として移植する。

(ウ) 主枝の摘心、側枝の整枝を行う。

(エ) 根粒菌の調査を行う。

(オ) これらの授業の様子は、その都度、デジタルカメラで撮影し、デジタル教材としてデータベース化するとともに、学校ホームページにアップロードする。

(5) 研究の成果は、デジタル教材化し、農業後継者やJAに提供する。また、研究発表会等を活用し、成果を公開する。さらに、科目「課題研究」(環境開発科3年)でもサポートする。

(6) 研究課題実施に対する自己評価、外部評価を実施する。

4. 研究の内容・経過

(1) 地域の農業後継者との比較検証栽培

環境開発科の卒業生で、祖母と一緒に農業を営む隅田盛之さんと、耕作放棄水田で「あきたこまち」を無農薬で栽培(図1)をすることになった。私達は、刈り取った草は水田から持ち出し、肥料、除草剤を用いず栽培した。隅田さんは、除草剤使用後、刈り取りトラクターでスキ込み、元肥を入れ、除草剤を使った。9月、私達の水田は、病気が発生することなく収穫を迎えた。一方、隅田さんの水田は、稲が倒れ病気が発生していた。祖母は「こんなことになるなら、伊予農に作ってもらったら良かったのに」と言ったそうである。

項目	環境開発科	隅田盛之氏
農薬	×	×
品種	あきたこまち	あきたこまち
畑地雑草	×刈り取り後、持ち出し	○除草剤使用後、刈り取り、スキ込み
肥料	×	○元肥
除草剤	×	○

図1 耕作放棄水田での栽培法

農薬使用量を制限する減農薬栽培。利用できる肥料・農薬がJAS法で決まっているJAS有機栽培。これに対し、無農薬・無肥料で、除草剤、有効微生物などを使用しないで、土壌内部から多種多様な微生物が共生できる環境を作るのが木村秋則式自然栽培である。国連食糧農業機関の世界重要農業遺産システムに認定され、ナチュラル・ファーミング・AKメソッドと呼ばれている。

さらに、JAS有機法は、使用禁止資材が2年以上使用されていないこと、周辺から飛来、流入しないことと明記されているが、実際の水田でこれを実現するのは困難である。また、木村氏の腐敗実験では、JAS有機法のお米が最も腐敗すると言われ、この栽培法には魅力を感じない。そこで、昨年は、木村秋則式水稻自然栽培を2700㎡で、対照区に慣行栽培3000㎡を設置し生育状況、収量、純収益を比較した。



図2 研究計画

ところで、愛媛県のうるち米の奨励品種は、平成25年度には7品種あり、本校の生物工学科が「ヒノヒカリ」を使ってアイガモ栽培をしており、農機具の競合回避や水の利用制限から環境開発科は「あきたこまち」を栽培

している。

(2) 研究計画 (図2)

2011年11月、圃場を準備し、5月に耕起、6月から栽培を開始した。栽培前後には地中の温度測定をし、裏作にはソラマメ栽培した。さらに2013年には、耕作放棄水田を借りて自然栽培をする計画を立てた。

(3) 研究の実践

(ア) 自然栽培1年目の結果と考察

木村秋則式耕起方法は、春の1回目の耕起は粗くし、好気性微生物を積極的に利用した。代かきは表面だけ浅く耕起し水位は4~5cm程度。2012年5月種子を温湯消毒し、5日間浸種、種まき、保温シートをかぶせ育苗した。緑化後、田植えを予定した。しかし、草丈が短く田植機が使えず、やむなく手植えをした。6月、木村さんが来県(図3)し、モミ殻くん炭の利用など直接御指導をいただいた。また、除草にはタイヤチェーンを利用し、草丈と分げつ数を調査し、9月に稲刈り、乾燥、もみすり後、袋詰めした。

調査結果は、草丈に大差はないものの、分げつ数が自然栽培は少なく、10アール当たりの収穫量が劣っていた。しかし、慣行栽培では32,453円の農薬・肥料代がかかっているのに対し、自然栽培は資材代7,699円。30kg、8,000円で販売すると純収益(図4)はほとんど変わらないことがわかった。しかし、地表と地下50cmの温度差は3℃あり、森林土壌の温度差がほとんどないことに比べると、まだまだ土壌生態系は改善されているとは言えない。



図3 木村秋則さんによる御指導 (2012年)

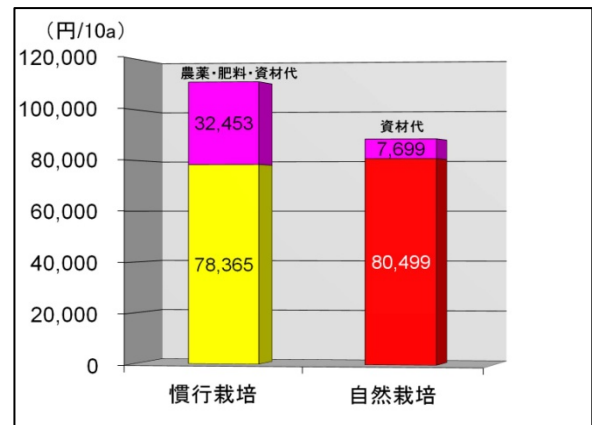


図4 水稻栽培の純利益 (2012年)

(イ) 自然栽培2年目

そこで、2年目の平成25年度は、耕作放棄水田



図5 タイヤチェーン除草機

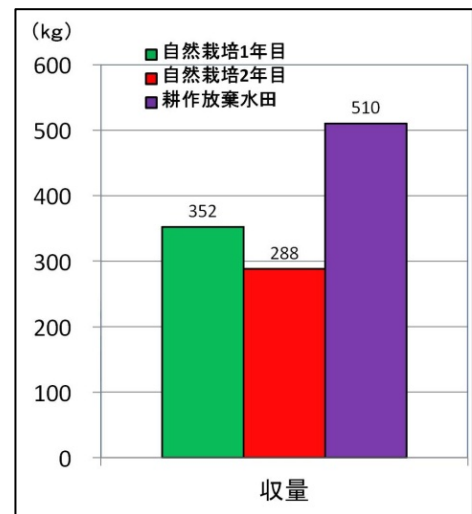


図6 10アール当たりの収量

300 m²で自然栽培を、慣行栽培区 2,700 m²を自然栽培 1 年目に転換、3,000 m²は自然栽培 2 年目とし、生育状況、収量、生物多様性、土壌環境を比較することにした。まず、植物の種類を調べると耕作放棄水田は 41 種類を確認、学校水田よりはるかに多いことに気づいた。また、育苗培土にはモミ殻くん炭を利用し、苗を大きくするため、温室の中で保温シートを使用して育苗した結果、今年は田植機が使用できた。さらにタイヤ

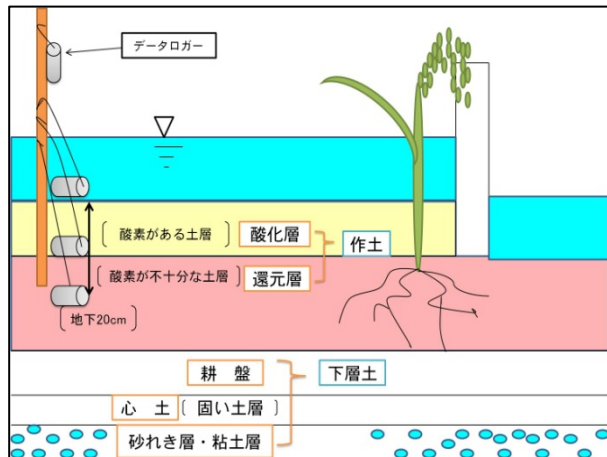


図7 データロガーの設置

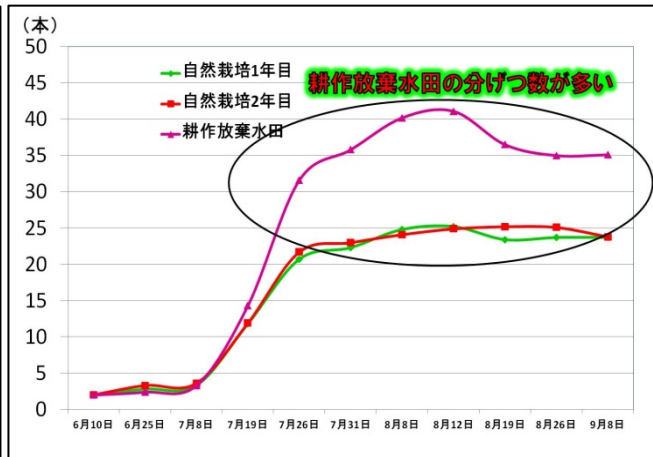


図8 分けつ数の変化 (2013年)

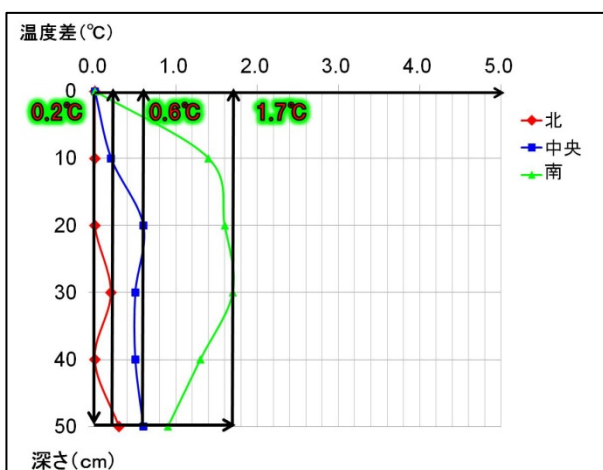


図9 耕作放棄水田の地表と地中の温度差

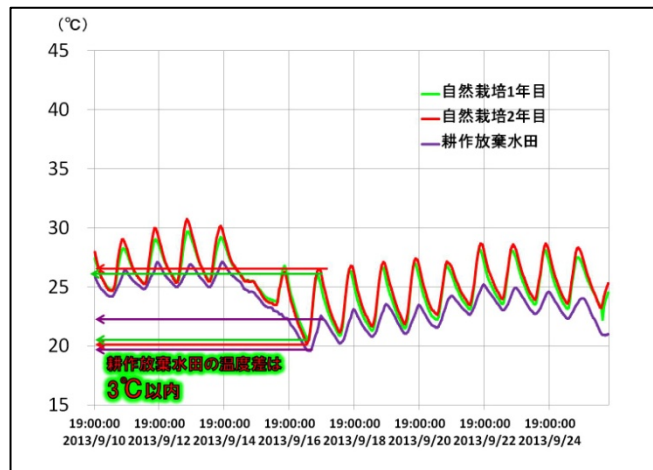


図10 3者の還元層の温度差の比較

チェーン除草機を改良し、苗が成長すると田の中に入らず両端からロープで引っ張って除草した (図5)。この方法だと苗はなぎ倒されていくが、元どおり苗は起き上がり、イネの根を踏んで痛めることもなく分けつ数の減少が防げた。また、雑草が吸収する窒素肥料は15%程度で、50%近くは大気へガス化し、二酸化炭素の300倍の温室効果がある亜酸化窒素が含まれることから、私達はヒエの穂を抜き取るだけで除草しなかった。さらに、中干しはせず、分けつ数を増やすように配慮した。収量調査の結果、10 アール当たりの収量 (図6) は耕作放棄水田で突出して良いことが分かる。

生育期間中、分けつ数、硝酸イオン、pH、土中の10cmごとの温度差を測定、さらに1時間間隔で測定できるデータロガーを、空中、水中、酸化層、地下20cmの還元層に設置 (図7) した。はっきり違いが出たのは、分けつ数 (図8) で、耕作放棄水田が多いことが分かる。また、耕作放棄水田の地表と地下50cmの温度差 (図9) は最大で1.7°C。大部分で0.2から0.6°Cである。さらに、水温、酸化層の変動に比べ、還元層の日較差が小さいこと。さらに、還元層同士の比較 (図10) においても耕作放棄水田は3°C以内と変動幅が小さいことが

分かる。これは、肥料を入れると病害虫に弱くなり、さらに農薬をまく必要になること。そこで、農薬・除草剤を散布すると、有効微生物が働かず、また肥料を入れるという悪循環が繰り返され、私達は、「肥料と農薬の量は比例する」との仮説を立てた。

農薬を使わなくなった水田では、ミミズやカエル、シマヘビ、ダイサギなどの生物（図11）が多く見られるようになった。そんな時、水田に残された白い鳥の羽をたどっていくとダイサギが死んでいた。これは、谷上山での営巣が確認されているオオタカの仕業であると思われ、水田の食物連鎖の頂点にオオタカがいることが分かった。



図11 多様な生物が見られる水田

(4) 研究のまとめ

まとめとして、

- (ア) 分けつ数が多くなれば収量は増える。そのためには、中干しは不要で、水田の中に不用意に入らない。
- (イ) 耕作放棄水田の還元層の温度変化は小さい。つまり、雑草を大切に、土壌環境を森林土壌の温度変化に近づけ、生物多様性を育む。

(5) 普及活動（図12）

収穫した自然栽培米は、保育園やレストランに提供、トークサロンや JA えひめ中央での発表、志を同じくする地域の方へのわらの提供などの普及活動を展開している。



図12 普及活動



図13 学校ホームページのバナーによる活動の常時公開

(6) 結論

結論として、

- (ア) 耕作放棄水田（休耕地）はお宝の山で、耕作放棄水田が有効活用できる。
- (イ) 耕作放棄水田（休耕地）を活用して農地の保全、安心・安全な農作物の生産で健康増進が期待できる。
- (ウ) 亜酸化窒素の削減による地球環境や生物多様性の保全が期待できる。

5. 研究の成果

- (1) 無肥料・無農薬・除草剤を用いない木村秋則式自然栽培の学習とモデル農場としての地域農業や愛媛県の農業教員へ問題提起ができた。
- (2) 農業教員の指導者用として、新科目「農業と環境」のデジタル教材が構築できた。
- (3) 生徒は、デジタルカメラ、デジタル計測機器を用いたデジタルデータ処理能力が向上した。
- (4) 生徒は、表計算ソフトやプレゼンソフトを使った科学的データの立証法やプレゼン能力が向上した。
- (5) 生徒は、ホームページにデータをアップデートするためのICTが深化した。
- (6) 生徒は、地球規模で起こっている環境問題について、具体的事例が考察することができた。

6. 今後の課題・展望

活動の様子は、学校ホームページ（図 13）の教育財団助成校のバナーから、常時公開している。また、ソラマメ栽培については、自家採取したソラマメを播種、育苗し、水稻の裏作として移植した。その後、主枝の摘心、側枝の整枝を行っており、今後の授業展開についても、その都度、デジタルカメラで撮影し、デジタル教材としてデータベース化するとともに、学校ホームページにアップロードしていくつもりである。

7. おわりに

学校評価委員会では、本校のホームページをよく見ているとの意見が出された。

環境開発科の志願者数は、平成 23 年度に 1 学科増になったため、H21 (1.23 倍)、H22 (1.13 倍)、H23 (0.78 倍)、H24 (1.03 倍)、H25 (0.78 倍) と低迷したが、H26 (1.20 倍) と 5 学科設置の頃までの志願倍率水準に回復した。この一因には、パナソニック教育財団第 39 回実践研究助成校のバナーで環境開発科の取り組みを積極的に更新したためと思われる。

今回、このような機会をいただいたパナソニック教育財団をはじめ、御指導、御助言をいただきました皆様に感謝申し上げます。

< 参考文献 >

- ・木村秋則と自然栽培の世界（木村秋則著）日本経済新聞社出版社
- ・自然栽培ひとすじに（木村秋則著）創森社