

令和元年6月18日現在

機関番号：17101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12763

研究課題名（和文）学校の栽培活動で児童・生徒が実践するための有機農法の科学的検証

研究課題名（英文）Scientific verification of organic farming methods for children and students to practice in school cultivation activities

研究代表者

平尾 健二（HIRAO, KENJI）

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：70301348

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、2つの農法を対象に学校で活用できる栽培技術として確立することを試みた。研究1では微生物が雑草を発酵分解することによる土づくりの方法を検証した。その結果、土壌中の肥効が高まり、栽培した野菜の栄養価（抗酸化成分など）が高まることが明らかになった。研究2では、低投入型農法に適した超多収品種に対して植物由来肥料の活用によってさらなる増収効果が確認された。

さらに、教員対象のセミナーを開催し、本研究で確立した技術を実際に学校現場に還元することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、学校教員が求めている「安全安心な有機農法」について、そのノウハウを科学的に検証しながら学校現場に還元することを試みた。例えば、研究成果の一つである「雑草を用いた土づくりからの野菜栽培」についてはその成立メカニズムにも科学的に検証し、農学研究としての意義も見出すことができた。

また、学校でも簡単に実施可能なレベルまで再現性が得られており、現職教員向けのセミナーでその研究成果を実際に還元することができた。よって本研究の農業教育をベースとした社会的意義は大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we tried to establish as a cultivation technique that can be used in schools for two farming methods. In Study 1, the method of soil preparation by fermenting and degrading weeds by microorganisms was examined. As a result, it became clear that the fertilization effect in the soil increased and the nutritional value (antioxidant component etc.) of the grown vegetables increased. In Study 2, a further increase of yield was confirmed by using plant-derived fertilizers for a super-high-yielding variety suitable for low-input farming. Furthermore, a seminar for teachers was held, and the technology established in this research could be actually returned to the school site.

研究分野：技術教育・農業教育

キーワード：農業教育 有機農法 生物育成 中学校技術科 高等学校農業科 栽培学

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19, CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世間では、農業生産物に関して、「慣行栽培」よりも「有機栽培」の人気が高い傾向にある。それは、一般消費者が、身体や環境にやさしい農法であるという安心感・イメージをもっていることによるためであると考えられる。しかし、有機栽培を行う農法のメカニズムについては、農学系の研究者にとって、従来の分析方法で解明することが難しい農法とされてきた。

例えば、「有機栽培の野菜はおいしい」という現象については、心理的な影響ではないかという否定的な見方も強く、科学的な検証がしっかりと行われてこなかった現状がある。すなわち、優れた農家が農法を確立・実践し、消費者がその成果を享受する中、農学者(科学者)は常に懐疑的であるというジレンマが続いているのである。その一方、学校現場で行われる栽培学習では、消費者でもある教師が有機農法に憧れ、できるだけ化学肥料を使わない方法を用いたいという願いは強い(図1)。

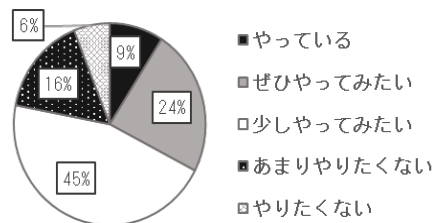


図1 福岡県下の中学校教員に対するアンケート調査結果
「有機農法(自然農法)について」
2016年度実施

2. 研究の目的

農家の確立した方法は、経験則に基づいたものであることが多く、学校という環境で再現性を得るためには、科学的な根拠が必要になってくる。そこで、本研究では、これまで農学者が真正面から取り組むことが少なかった「有機農法」を科学的に検証し、学校現場で再現できる方法を確立することを目的とする。

なお、本研究は、次の2つの内容を並行して行うとともに、その成果を教育関係者に還元するセミナーを開催することとした。

研究1. 「菌ちゃん元気野菜づくり」吉田俊道氏の農法の検証とその教材化

研究2. 「水稻品種ハッピーヒルによる無肥料栽培」故福岡正信氏の農法の検証

3. 研究の方法

(1) 研究1. 「菌ちゃん元気野菜づくり」吉田俊道氏の農法の解明とその教材化

雑草による土づくりと野菜の栽培

雑草投入による土づくりのポイントとして、「土壌のpH」ならびに「排水性」の2つに注目して実験区を設定した。福岡教育大学実験実習農場にて2017年5月5日に区画設定を開始し、土壌pHが酸性の区画、中性の区画を作るため、酸性の区画となる土壌にのみ硫黄末(0.24kg/m²)を投入し、マルチシートをかけて約1か月放置した。その後6月2日に、雑草(7kg/m²)及び米ぬか(0.31kg/m²)を投入した。実験区として、土壌pHを5および7付近、排水性を良および不良に設定した合計4つ組み合わせの実験区に加え、ベースの土に化成肥料8-8-8(135g)を投入した「慣行区」の合計5つの実験区(縦1.5m×横0.6m)を設定した。

土壌調査については、6月1日より約1か月おきに8回行った。採取した土はふるいにかけて夾雑物を取り除いてサンプルとし、純水と1:5の比率で混合し、10分間振とうした後約1時間静置した。その後、上澄み液を対象に、硝酸態窒素濃度、pH、EC(電気伝導度)を測定した。土壌中の温度(地温)については約10cmの深さに埋設した口ガー式温度計により測定した。また、栽培を行った後の土壌表面の硬度を、土壌硬度計(山中式普及型)を用いて測定した(12月22日)。

実験材料としてニンジン(品種:早どりにんじん)を用い、9月6日に播種した。播種後10日程度毎日水やりを行った。慣行区では11月16日に化成肥料8-8-8(100g/m²)を株周辺に追肥した。12月22日にニンジンを収穫し、可食部(地下部)を対象にジューサーを用いて果汁を搾り、遠心分離後、上澄み液をサンプルとし、グルタミン酸含量を反射式簡易分析システムにより測定した。

害虫のつかない野菜づくり技術の検証

2017年1月17日～2月7日において、大学農場（化学肥料を用いた慣行栽培）と吉田農場（微生物の活性化による有機栽培）のキャベツを餌としたアオムシ（モンシロチョウ幼虫）飼育実験を行った。農場別とした各プラスチック製飼育ケース（295×180×200）に同重量のキャベツ葉とアオムシ（各7頭）を入れて飼育を行い、飼育したアオムシの体重とキャベツの新鮮重、排泄された糞の重量を計測した。キャベツ葉および糞については、それぞれの内容成分を評価するために、pHと炭水化物濃度、アスコルビン酸（ビタミンC）含有量、硝酸態窒素含有量の測定を行った。

（2）研究2．「水稻品種ハッピーヒルによる無肥料栽培」故福岡正信氏の農法の検証

本研究では、福岡氏が1980年代に育成した多収品種の収量形成メカニズムを検証し、さらに収量性を高めるために、イネ収量を増加させる効果をもつとされる有機肥料（アオウキクサ由来肥料KODA/DWF（以下、KODA））を施用し、その効果を確認する実験を行った。

2017年5月22日に供試材料であるハッピーヒルの種子を1日消毒した後、5月23日にKODA1000倍水溶液中で24時間浸漬した。その後水道水中で催芽処理を行った。5月26日に播種し、育苗期間を経て6月22日に1個体5反復とした11L容器による土耕栽培を開始した。実験区はKODA処理区・無処理区の2つとした。栽培用土には残肥のない育苗用土を使用し、元肥として窒素源には硫酸アンモニウムを（4.76g/個体）施した。約2週間おきに草丈、葉齢、分けつ数を測定し、10月20日に各個体に着生しているすべての穂を対象にサンプリングを行い、収量構成要素を調査し、籾収量を算出した。

4．研究成果

（1）研究1．「菌ちゃん元気野菜づくり」吉田俊道氏の農法の解明とその教材化

雑草による土づくりと野菜の栽培

土壌pHに関して、酸性区では、人為的な処理（硫黄の投入）により、pHは5.0以下となり、明確な差が確認された。その後、酸性区のpHは約1上昇しており、その時期は酸性区の硝酸態窒素が上昇し始めた時期と一致した。このことから、pHが上昇し中性に近づいたことで硝化作用を阻害するものがなくなったと考えられる。また、中性区で高い値を示したのは、土壌pHが7.0～8.0を推移したことで硝化作用が働きやすい環境であったためであると考えられる。

2017年12月22日の各土壌の硬度の測定結果では、中性区の土壌が柔らかさを維持していることが分かり、慣行区との差は歴然であった以上の（図2）、雑草を用いた土づくりにおいてpHについては中性状態が適しているということが明らかとなった。

栽培したニンジンについては、可食部のグルタミン酸含量において中性土壌の実験区が他と比べて明らかに高いという結果が示され（図3）、慣行区との差は約2倍であった。グルタミン酸はアミノ酸の一種であり、「うまみ」の度合いを表す指標であることから中性区では、うまみが強い、すなわち、おいしいニンジンになったと判断される。

害虫のつかない野菜づくり技術の検証

両区のキャベツの成分を分析した結果、大学農場のキャベツ葉の硝酸態窒素濃度が高く、アスコルビン酸、炭水化物濃度に関しては吉田農場の濃度が高い傾向がみられた（表1）。このことは、吉田農場のキャベツ葉は大学農場と比べて、えぐみ（硝酸態窒素）が少なく、

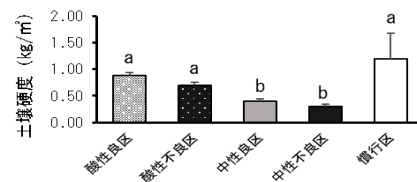


図2 各実験区の土壌硬度の比較

同一アルファベット間では5%水準で有意差がないことを示す。(Tukey-Kramer法)

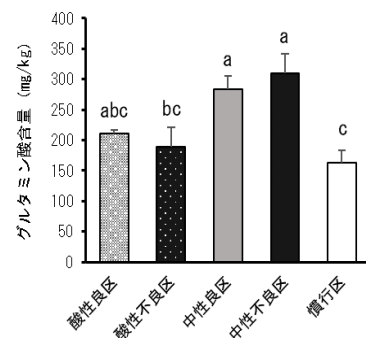


図3 各実験区のニンジン可食部のグルタミン酸含量

同一アルファベット間では5%水準で有意差がないことを示す。(Tukey-Kramer法)

栄養価(ビタミンC)・抗酸化力が高い傾向にあることを意味しており、吉田農場の「元気野菜」の高い評価を裏付けるものともいえよう。このキャベツを与えて飼育した結果、2回の実験とも吉田農場のキャベツを与えて育てたアオムシと比べて大学農場のキャベツを与えて育てたアオムシは早く・大きく成長した(図4)。また、大学農場のキャベツで成長したアオムシは吉田農場のキャベツで成長したアオムシと比べて短い時間で蛹化することも確認された。

表1 キャベツ葉の成分

	吉田農場	大学農場
硝酸態窒素(mg/kg)	-	65
ビタミンC(mg/kg)	532	495
炭水化物濃度(%)	11.1	9.9
pH	6.1	6

- : 未検出

一方、アオムシが排泄した糞の内容成分を分析した結果、抗酸化力成分であるビタミンCの含有量が高いことが明らかとなった(表2)。よって、吉田農場のキャベツはアオムシにとっては分解しにくい成分を多く含んでいることが推察された。

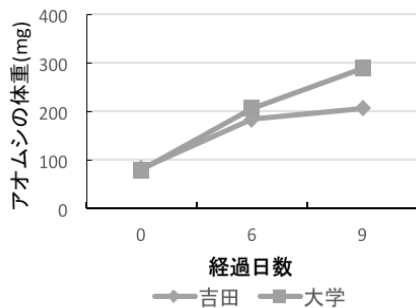


図4 アオムシの体重の推移

表2 アオムシが排出した糞の成分

	吉田農場	大学農場
硝酸態窒素(mg/kg)	630	360
ビタミンC(mg/kg)	5220	2790
炭水化物濃度(%)	42	39
pH	7.1	6.8

(2) 研究2. 「水稻品種ハッピーヒルによる無肥料栽培」故福岡正信氏の農法の検証

分けつ数の推移では、KODA 処理区が常に上回る傾向を示し、最終的には5本程度の有意な差が見られ、KODA の効果が確認された(図5)。

収量および収量構成要素を表3に示した。1個体収量については、対照区に対して、KODA 処理区では8%の収量の向上が確認された。構成要素に注目すると、1個体穂数については、ハッピーヒルに関してはKODA 処理区が有意に大きく(20%増)、KODA は分けつの発生を促進し、有効分けつを増加させることによって、収量向上に貢献するものと考えられた。

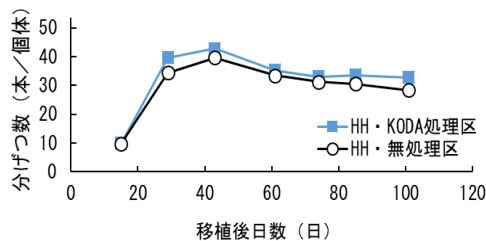


図5 各処理区の分けつ数の推移

表3 収量および収量構成要素の比較

	1個体穂数 (本/株)	1穂粒数 (粒/穂)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	1個体収量 (g/株)
ハッピーヒル					
KODA処理区	29.2 *	181.82	59.56	24.16	76.56
対照区	24.4	203.03	61.37	23.48	70.95

(3) 得られた研究成果の学校教育への発信・還元
雑草を用いた土づくりからの野菜栽培については、再現性を確認しノウハウも蓄積されたので、研究最終年度に研究協力者の吉田利通氏と大学農場での講習セミナーを開催した(写真1)。当日は、小学校、中学校、農業高校の教員、大学生等約30名の参加者があり、雑草投入の方法、出来上がった土への種まき等を体験してもらい、有機農法への理解を促した。参加者からは、「学校現場で実用可能な方法であり、ぜひ今後実施してみたい」との感想が聞かれた。



写真1 有機農法セミナー 2018.10.14

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計7件)

- 平尾健二，上窪麻亜愛他，教材用イネ品種の開発 1.草丈に注目した子どもが栽培しやすいイネへの改良，日本産業技術教育学会第61回全国大会，2018
- 大石一慶，平尾健二他，イネの収量ポテンシャルを向上させるための新技術に関する研究，日本産業技術教育学会第31回九州支部大会，2018
- 平尾健二，甲斐ふゆみ他，中学校技術科生物育成における有機栽培技術の導入 - 雑草を用いた土づくり技術の確立 - ，日本農業教育学会第75回講演会，2018
- 平尾健二，永田祥晟他，土壌発酵メカニズムを利用した学校における有機栽培技術の確立，日本産業技術教育学会第60回全国大会，2017
- 平尾健二，木船重陽他，有機栽培技術がもたらす防虫効果に関する基礎研究 - キャベツとモンシロチョウの関係に注目して - ，日本農業教育学会第75回講演会，2017
- 平尾健二，鶴園美寿々他，有機農法「菌ちゃん野菜づくり」の教材化 - その防虫効果の検証 - ，日本産業技術教育学会第59回全国大会，2016
- 平尾健二，鶴園美寿々他，有機農法「菌ちゃん野菜づくり」の教材化 - 雑草による土作りとそれを用いたプランター栽培 - ，日本農業教育学会第74回講演会，2016

〔その他〕

- ホームページ「農でつながる教育ネットワーク」(セミナー内容等の発信)
<http://agri.edu.fukuoka-edu.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

(2)研究協力者氏名：吉田 俊道 (有機農家・NPO 大地といのち会代表)

ローマ字氏名：YOSHIDA Toshimichi

研究協力者氏名：常松 浩史 ((独)農研機構)

ローマ字氏名：TSUNEMATSU Hiroshi

研究協力者氏名：鶴園 美寿々 (元学生)

ローマ字氏名：TSURUZONO Misuzu

研究協力者氏名：永田 祥晟 (元学生)

ローマ字氏名：NAGATA Yoshiaki

研究協力者氏名：木船 重陽 (元学生)

ローマ字氏名：KIFUNE Shigeaki

研究協力者氏名：甲斐 ふゆみ (元学生)

ローマ字氏名：KAI Fuyumi

研究協力者氏名：大石 一慶 (大学院生)

ローマ字氏名：OHISHI Kazuyoshi

研究協力者氏名：上窪 麻亜愛 (元学生)

ローマ字氏名：KAMIKUBO Maayo

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されま

す。