

食の安全と環境にやさしい
循環型農業に関する調査研究

目 次

1	研究概要	1
2	有機質による土づくり	2
	(1) 給食残さを原料とした生ゴミ堆肥による野菜の栽培調査	2
	①給食残さを原料とした生ゴミ堆肥によるチンゲンサイの生育比較調査	2
	ー埼玉県立いずみ高等学校の研究からー	
	②野菜残さ(生ゴミ)の堆肥化とそれを利用した小松菜のプランタ栽培	6
	ー埼玉県立熊谷農業高等学校の研究からー	
	(2) 発酵牛糞を利用したトウモロコシとオクラの生育比較調査	9
	ー埼玉県立熊谷農業高等学校の研究からー	
	(3) 有機質(腐葉土、乾燥牛糞)を利用した容器栽培による野菜の生育調査	1 5
	ー埼玉県立鳩ヶ谷高等学校の研究からー	
	(4) 草花ゴミを再利用する土づくり	2 0
	ー埼玉県立杉戸農業高等学校の研究からー	
3	環境にやさしい栽培技術	2 4
	(1) 生分解性マルチを利用した野菜栽培	2 4
	ー埼玉県立羽生実業高等学校の研究からー	
	(2) 太陽熱を利用した土壌消毒法	2 7
	①太陽熱を利用した土壌消毒の雑草防除効果に関する調査	2 7
	ー埼玉県立児玉白楊高等学校の研究からー	
	②微生物資材を利用した土壌消毒によるトマト栽培への効果	3 0
	ー埼玉県立川越総合高等学校の研究からー	
	(3) 農薬を削減する病虫害防除技術	3 3
	ー埼玉県立川越総合高等学校の研究からー	
	(4) 環境にやさしい病虫害防除	3 8
	ー埼玉県立秩父農工科学高等学校の研究からー	
4	おわりに	4 5
	参考文献・引用文献	4 9
	研究協力委員	4 9

1 研究概要

我が国の農業は、輸入農産物の急増や食料自給率の低下、残留農薬やBSE、鳥インフルエンザ等多くの課題を抱えている。それは、農業だけではなく、国民の「食の安全・安心」に直接関わるものであり、学校教育の食育において、取り組むべき課題である。

本県では、「有機100倍運動」による、農薬や化学肥料の使用量削減と土づくりを基本にした、安全・安心な農産物の供給と環境負荷の少ない農業振興を図るため、有機農産物等の生産振興や有機性資源のリサイクル化に取り組んでいる。また、食の安全・安心の確保を目的とした「食の安全・安心条例」が平成16年9月1日に施行されました。さらに国でも平成17年7月15日に「食育基本法」が施行され、本格的な食育の取組が強く求められている。

このような社会の変化を受け、高等学校教育課程編成要領の各教科・特別活動資料編(農業)の中では、「先端技術・情報化への対応」として、生ゴミなどの未利用資源の地域リサイクル技術や有機農産物の生産技術等、環境にやさしい農業技術を開発する必要があるとされたことから、農業関係高校ではいち早くその取り組みを始めた。

そこで、農業教育推進担当では、平成16年度から農業関係高校8校に研究協力委員を委嘱し、各校で実践していることを踏まえ、「食の安全と環境にやさしい農業」について、「土づくり」を共通テーマとして調査研究を行うこととした。その内容は、各校の指導計画に基づいて行われている(1)安全・安心な食料生産を目指した栽培技術の調査及び検証、(2)有機栽培技術の普及、(3)循環型農業等への取り組み、(4)生徒の意識改革について、共通する項目をとりまとめて報告するものとした。

具体的には、身近な有機廃棄物を堆肥化させる方法や、それを利用してさまざまな野菜を栽培した場合の要点と生育比較調査であり、農業関係高校の生徒が各学校の教育活動の中で実践し、調査研究した内容である。また、食の安全・安心の視点から、環境負荷の少ない栽培技術についても、それぞれの学校で調査研究を進めていることから、その内容についても後半部分でまとめて紹介した。

今後、継続的に検証が必要なものもあるが、教育活動の中で農業体験学習を実践している学校にあっては、その指導の一助となれば幸いである。また、「食」の土台である「農業」を理解し、その両者を一体的に学ぶ「食農教育」を推進する当センター事業への一層の御理解と御協力を願うものである。

2 有機質による土づくりと作物栽培

(1) 給食残さを原料とした生ゴミ堆肥による野菜の栽培調査

野菜や果物等は、調理するとその過程で根・皮・葉などの直接食用にならない不要なものが生ゴミとして廃棄されるが、これを「残さ」という。調理後に食べ残されて廃棄される「残飯」の場合、調味料・油・塩分等が含まれ、植物や環境に好ましくないことがあり、「残さ」と「残飯」を分離して考える必要がある。特に集団調理を行う給食や飲食店では大量の残さがあり、重要な未利用資源である。

①給食残さを原料とした生ゴミ堆肥によるチンゲンサイの生育比較調査

「県立いずみ高校」では、近隣の小学校の給食残さを原料として製造した生ゴミ堆肥を使用した研究を進めてきた。その結果を以下に報告する。

1 目的

さいたま市内の小学校（別所小学校）で、給食残さを原料として製造した生ゴミ堆肥を使用した野菜栽培に取り組み、その生育状況を調査する。

2 供試作物・使用材料等

チンゲンサイ（種子）・生ゴミ堆肥・ビニルマルチ（黒、9415）

トンネル用支柱・防虫ネット（目合い0.8mm）

殺虫剤・殺菌剤

農大式簡易土壌診断セット

3 方法

(1) 土壌診断

栽培前に、農大式簡易土壌診断セットによる土壌診断を実施した。

	慣行区	生ゴミ堆肥区
pH（酸度）	6	6～6.5
N（窒素）	0～5	0～5
P（リン）	50	25～50
K（カリウム）	75	25～75

- ・ 調査の結果から、どちらの区もP（リン）・K（カリウム）の成分が多いことがわかり、慣行区へは硫安（窒素単肥）のみ施肥することとした。

(2) 栽培の区分 (施肥量)

- A区：慣行区 (20 m²)、硫安 (75 g/m²・苦土石灰 40 g/m²)
 - B区：生ゴミ堆肥区 (10 m²)、堆肥 (1 kg/m²)
 - C区：生ゴミ堆肥区 (10 m²)、堆肥 (2 kg/m²)
- ・ 慣行区への施肥量は、土壌診断による結果から決定した。苦土石灰は、土壌中のカリウムの吸収を高める目的で少量を施用した。薬剤散布は適宜実施した。
 - ・ 生ゴミ堆肥区については、含有成分および肥効についてのデータがないため、堆肥を施用する程度の量でよいと考え、上記のように決定した。また、できる限り農薬の使用を抑える目的で、防虫ネットを被覆した。



生ゴミ堆肥



生ゴミ堆肥区

(3) 栽培経過

- 9月17日 生ゴミ堆肥散布
- 9月21日 慣行区へ苦土石灰・硫安施用
マルチング (全区画へ)
- 9月26日 チンゲンサイ播種 (各穴2粒ずつ、コーティング種子を使用)
- 10月 3日 発芽確認後、防虫ネットのトンネル設置 (生ゴミ堆肥区のみ)
- 10月 7日 生育状況撮影 (トンネル内の株に害虫の被害を確認)
殺虫剤の散布 (以後適宜散布)
- 10月13日 チンゲンサイの間引き (各穴1株とする。)
- 11月 2日 チンゲンサイ収穫 (調査)

4 調査結果

(1) 発芽および生育初期

- ア どの区も同じように発芽し、違いは見られなかった。
- イ 10月7日の各区の様子は、以下の写真の通りである。



A区 (慣行区)



B区 (生ゴミ区)



C区 (生ゴミ区)

- ウ 慣行区が生ゴミ区に比べて、本葉の枚数が1枚程度多いようであった。

- エ 生ゴミ堆肥区については、B区・C区とも同じように生育していた。
- オ 写真では見られないが、B区・C区とも害虫による食害が見られた。
 [以後、生ゴミ堆肥区（B区・C区）に対しても薬剤の散布を行った。]

(2) 収穫日（11月2日）の調査
 チンゲンサイ収穫時の調査結果

区	A区 (慣行)			B区 生ゴミ (10 kg)			C区 生ゴミ (20 kg)		
N O	株の重量 (g)	葉数 (枚)	根長 (cm)	株の重量 (g)	葉数 (枚)	根長 (cm)	株の重量 (g)	葉数 (枚)	根長 (cm)
1	320	17	9	162	15	8	210	16	12
2	460	20	13	230	17	11.5	160	15	10.5
3	250	19	10	227	19	11	150	14	11
4	338	24	13	190	19	11.5	160	15	17
5	240	21	10	160	15	10.5	165	15	11
6	270	22	12.5	240	15	14	175	15	10
7	345	28	10	240	15	11	145	14	10
8	210	25	10	260	17	11.5	170	16	12
9	225	20	10	200	15	11	150	15	10
10	245	26	13.5	240	19	11	160	15	11
平均	290.3	22.2	11.1	214.9	16.6	11.1	164.5	15	11.45

- ア 慣行区が、株の重量平均値で約75～130g重く、葉数も6～7枚多かった。
- イ 生ゴミ区では、B区（10kg）がC区（20kg）を若干上回った結果となった。
- ウ 害虫の被害に関しては、慣行区のほうが、多く見られた。（特に外葉の部分）
- エ 葉の色では、慣行区の方が生ゴミ区に比べて緑が濃い。

（以上、生徒の調査結果より）

- ・以下の写真は、収穫したチンゲンサイを撮影したものである。（11月2日撮影）



A区 (慣行区)

- ・葉の色が濃く大きい。
- ・葉柄の付け根が大きく、地際のしまりがよい
- ・大きさがよくそろっている。



B区（生ゴミ区）

- ・慣行区に比べれば小さいが、C区よりも大きい。
- ・葉の色が若干薄い。



C区（生ゴミ区）

- ・他の実験区に比べて、最も生育が劣った。
- ・葉の色も薄い。

5 まとめ

今回の栽培結果からみて、生ゴミ堆肥は、有機質肥料として有効利用できるのではないと思われる。しかし、含有成分や肥効（持続期間）等が不明なため、どの程度施肥すればよいか現段階では分からない。また、害虫防除のために防虫ネットを被覆したが、慣行区に比べ、高い効果は期待できるものの、発生が確認された場合、被害の拡大を防ぐため、薬剤散布による防除を実施する必要がある。また、秋冬野菜の栽培では、葉の色や厚みが慣行区より劣るところが見られたが、これは、被覆による光線量の低下が原因と思われる。

今後の課題は、①生ゴミ堆肥の肥料としての効果、②果菜類および根菜類の栽培調査、③防虫ネット利用による農薬使用の低減、④健全な土づくりとして、露地圃場における土壌調査後の改善策など、今後も様々な観点での調査研究が必要である。

②野菜残さ(生ゴミ)の堆肥化とそれを利用した小松菜のプランタ栽培

「県立熊谷農業高校」では、給食残さと野菜収穫時の残さを自分の手で堆肥化するための方法について研究を試みた。そして、その堆肥を使用した小松菜栽培の生育状況を調査した。以下にその内容を報告する。

1 目的

本校の食堂や調理実習から出る生ゴミと野菜収穫時の残さについて、生ゴミ堆肥化装置（コンポスト）で短期間に堆肥にする方法を研究する。また、その堆肥を使用して小松菜をプランタで栽培し、生育状況を調査する。

2 供試作物、使用器具等

- ・プランタ、赤土、自家製生ゴミ堆肥、小松菜

3 方法

昨年から、コンポストを使って本校（食堂、調理実習等）から出る生ゴミの堆肥化を進めてきた。また、堆肥化実験にあたり、発酵を促進させる材料ごとに、次のように4種類に分けた。

- ① 生ゴミ＋市販の発酵促進剤
- ② 〃 ＋石灰窒素
- ③ 〃 ＋米ぬか
- ④ 〃 ＋稲ワラ

以上の4種類から作った堆肥に赤土を混ぜて、プランタで小松菜の栽培試験を行った。

4 結果

(1) 生ゴミ堆肥の変化



①市販の促進剤区



②石灰窒素区



③米ぬか区



④稲ワラ区

(2) 生ゴミ堆肥内の土壌生物の比較

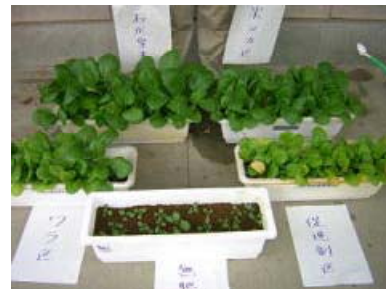
生ゴミからの堆肥内の土壌動物調査(10月6日調査)

	促進剤区	石灰窒素区	米ヌカ	ワラ区
ヒメミミズ	4	1	—	12
アリ	90	10	—	—
ミミズ	5	—	—	13
赤いクモ	1	—	—	—
ハエの幼虫	4	1	60	3
ワラジムシ	2	—	—	—
ダニ	1	—	—	—
アザミウマ	2	—	—	—
甲虫	—	—	2	—
トビムシ	116	19	57	15
陸貝	—	1	—	1
その他	—	8	45	8
合計	225	40	164	52

(3) 小松菜の栽培

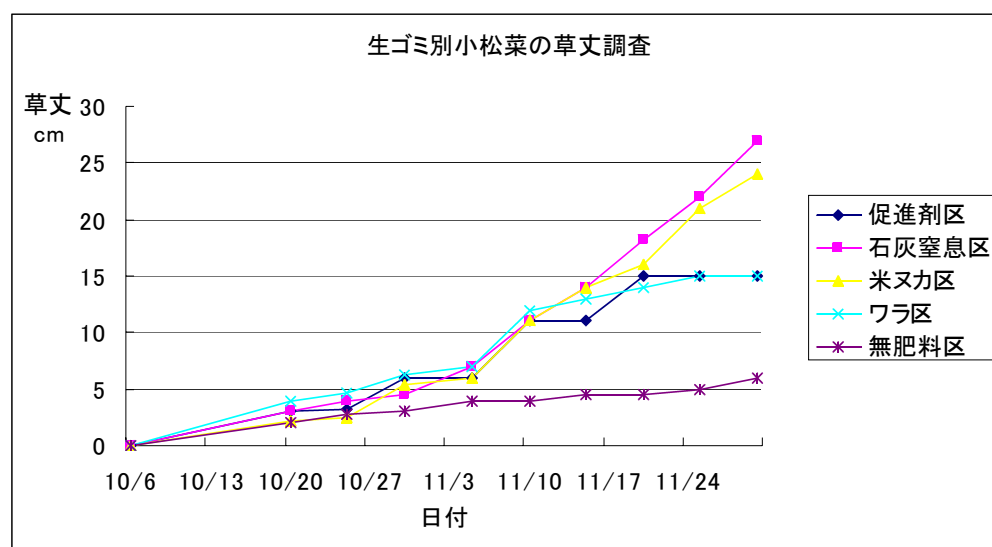


播種後11日目



小松菜の生育のようす

(4) 小松菜の生育比較



(5) まとめ

生ゴミの堆肥化実験では、4種類の堆肥それぞれに多くの土壌動物がいた。それらに赤土を混ぜた土壌で小松菜を栽培したが、赤土のみの試験区に比べ、はるかに良い成績を収めた。後半の生育が鈍ってきた試験区には追肥が必要だが、石灰窒素区と米ヌカ区は、追肥も必要なく十分収穫まで生育することが出来た。食堂や調理実習からでる残さ、野菜収穫時の残さ等、本校では多くの生ゴミが出る。今までは、ゴミとして出したり穴を掘って埋めたりと無駄にしていることが多かったが、これからは、より良い堆肥を作り、有効活用していくことが必要であると考ええる。

(2) 発酵牛糞を利用したトウモロコシとオクラの生育比較調査

学校の環境によっては、自家製の堆肥づくりが困難なところもある。そこで、市販の腐葉土や牛糞堆肥等施すことによって、望ましい土づくりが可能である。

「県立熊谷農業高校」では、当センター江南支所で作られた発酵牛糞堆肥を使用した野菜栽培を行い、その生育比較調査を実施している。以下にその内容を報告する。

1 目的

この調査研究推進委員会がスタートして2年目となるが、それ以前の有機栽培の研究を含めると、すでに4年が経過する。その間、春・秋作を通して、何種類かの作物栽培試験を行ってきた。今まで実施してきた通常栽培と有機栽培の生育比較調査をとおして、有機栽培の成果と課題を明らかにする。また、課題については、その解決策をさぐる。

2 供試作物、使用器具等

(1) 作物

春～夏作 トウモロコシ（スイートコーン）、オクラ

(2) 土壌調査

金デコ（5.4kg）、ルーペ

3 方法

(1) 栽培試験

有機区と通常区の作物の生育比較をする。

	面積	肥料（元肥）	トウモロコシ	オクラ	病害虫防除
有機区	60m ²	発酵牛糞100kg	52本	30本	手指による虫取り
通常区	60m ²	化成肥料20kg	52本	26本	3回の殺菌殺虫剤を散布

@調査項目

トウモロコシ（スイートコーン）・・・草丈、葉数、茎の太さ、収量、糖度

オクラ・・・・・・・・草丈、葉数、茎の太さ、収量

(2) 土壌調査

ア 有機区、通常区それぞれ4か所の土壌硬度を調べた。

硬度計がないため、金デコ（5.4kg）をまっすぐ上から落とし、ささった深さを調べた。高さは、50cm・100cm・150cmの3段階に分けて行った。

イ 有機区、通常区からランダムに土壌を集め、肉眼またはルーペを利用して土壌動物の調査を行った。

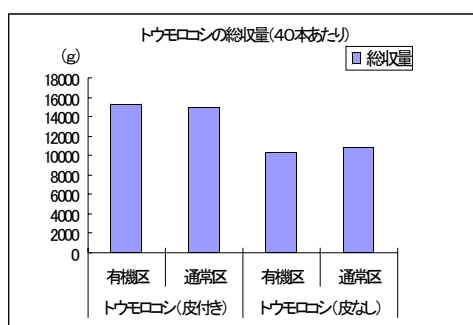
4 結果

(1) トウモロコシの栽培試験

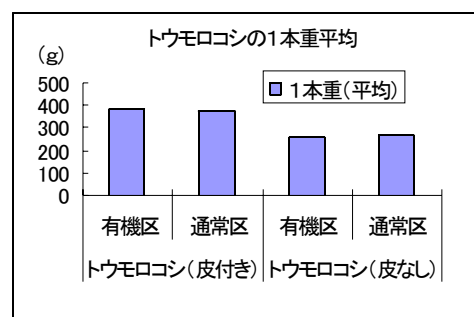
① トウモロコシの草丈・葉数の比較

月/日	草丈 (cm)		葉数 (枚)	
	有機区	通常区	有機区	通常区
4月22日	28.3	26.1	4.0	4.0
5月10日	50.6	47.8	6.0	5.7
5月17日	70.4	67.4	7.3	7.1
5月27日	109.0	103.0	8.0	8.0
6月3日	154.3	148.0	9.6	9.0
6月10日	183.0	178.0	10.0	10.0
6月17日	185.3	182.8		
6月21日	190.0	196.0		
6月28日	197.1	201.4		

② トウモロコシの総収量



③ トウモロコシの一本重比較



④ トウモロコシの糖度比較

トウモロコシの糖度(25株)					
NO	有機区	通常区	NO	有機区	通常区
1	16.3	18.5	16	18	18.7
2	15.9	18.5	17	16.8	17.3
3	18.1	18.8	18	17	17.3
4	19	18	19	17.3	17.7
5	18.7	17.6	20	16.3	18
6	17.2	16.9	21	17.6	16.7
7	16.8	18.8	22	17.1	18.5
8	16.3	16.7	23	17.8	19.3
9	16.4	19.5	24	17	19.1
10	18.9	18.5	25	17.3	18.8
11	18.6	17.6	平均	17.5	18.1
14	17.8	19.3			
15	17.3	17.7			



モロコシの糖度測定



トウモロコシの生育調査

(2) オクラの栽培試験

①オクラの収量調査

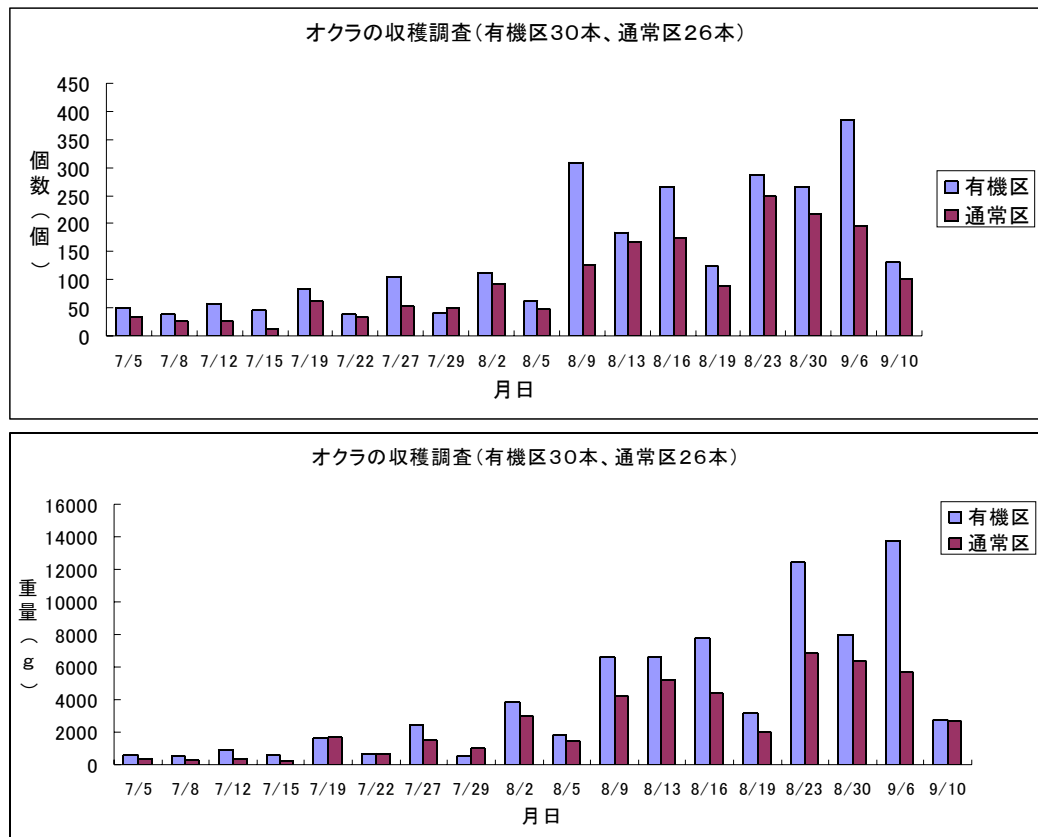
オクラの収穫調査(有機区30本、通常区26本)

月日	重量(g)		個数(個)	
	有機区	通常区	有機区	通常区
1本あたり	2502	1847.5	86.2	67.7
合計	75060	48036	2586	1761

②オクラの草丈・葉数・茎の太さ

月/日	草丈(cm)		葉数(枚)		茎の太さ(cm)	
	有機区	通常区	有機区	通常区	有機区	通常区
5月27日	6.2	5.8	3.9	3.8		
6月3日	8.6	7.8	3.9	3.6		
6月10日	8.5	8.5	4.5	5.3		
6月17日	17	17.1	4	4.1		
6月21日	22	22	4.1	4		
7月8日	44.1	45	8	6.2	1.2	1.1
7月12日	54.8	54.7	8.8	7.8	1.4	1.5
7月19日	63	59.1	10.8	9.2	1.5	1.5
7月22日	61.9	59.3	10.4	10	1.5	1.5
7月27日	79.7	70.1	13	11.6	2.1	1.9
8月2日	98.6	86.7	15.7	14.2	2.2	2.1
8月9日	98.8	89.5	20.4	16.6	2.4	2.2
8月16日	103.2	92.7	20.7	16.9	2.5	2.2
8月23日	108.4	93.8	18.3	14.5	2.5	2.3

③オクラの収量調査（個数、重量）



(3) 土壌調査

①土壌硬度測定結果

土壌調査(cm)

	0.5mから落下		1mから落下		1.5mから落下	
	有機区	通常区	有機区	通常区	有機区	通常区
A・A'	11	6	15	10	21	14
B・B'	8	9	13	14	21	16
C・C'	9	6	16	15	22	16
D・D'	10	6	11	10	12	16
E・E'	9	10	11	11	16	16
F・F'	12	8	12	10	17	15
平均	9.8	7.5	13	11.7	18.1	15.5

②土壌動物調査比較

土壌動物調査(肉眼およびルーペ)		
	有機区(匹)	通常区(匹)
ヒメミミズ	33	7
ミミズ	17	2
コムカデ	6	—
トビムシ	45	30
ヤスデ	1	—
アリ	3	5
甲虫	2	—
ゴミムシ	3	—
ハサミムシ	1	—
アザミウマ	—	1
ダニ	2	—
幼虫	11	—
卵	3	3
その他	4	1
合計	131	49

土壌硬度の測定



土壌動物の調査



(4) まとめ

この4年間の調査研究を通して、有機栽培のメリット・デメリットが分かってきた。有機栽培のメリットとして、病害虫に比較的強い作目では、慣行栽培に比べ、年々植物に力が出て収量・味ともに増してきた。しかし、病気の発生しやすい時期やトウモロコシのような害虫の付きやすい作物の有機栽培は、病害虫の駆除と予防に手間がかかり、困難さを強く感じた。デパートの青果担当者の話によると、消費者の多くは安全な野菜に理解はあるものの、現実には消費者の8割は、見た目の良い野菜を購入していくということである。

今回の有機栽培のトウモロコシは、安全で味や収量に問題はなくとも、害虫による食害で、約5分の1は販売できる商品にならなかった。

土壌に関しては、4年間の調査で明らかな違いが出てきたことに驚かされた。肉眼とルーペで土壌動物の調査をしてみると、有機区の土壌からは次々と生徒の“発見の声”があがるのに対し、通常区からは、なかなか発見できなかった。先に4日間の調査の合計を表にしてみたが、明らかに有機区に土壌動物が多く存在している。今後は、顕微鏡を使って肉眼で観察できない微小生物についても調査してみたい。



次に、土の硬度測定では、今年は調査のため春に1度耕しただけで、それ以外は耕さなかった。わずかであるが、有機区の土は柔らかくなってきている。通常区に比べ、これだけ豊富に土壌動物がいれば、さらに良い土壌となっていくと考えられる。

以上の実験・観察を通して、多くのことを生徒や教師は学んだ。すでに他の研究機関で、このような内容は研究されているが、研究誌を見るだけとは、大いに異なるものがある。実際に、実験をしてみると数多くの疑問が派生して出てくる。堆肥の作り方、発酵のメカニズム、土壌動物の名前など分かっているようで分かっていないことが多い。それらを1つ1つ解決し理解することにおいても、この取り組みは非常に成果があった。生徒たちは、汚くつらい作業も含め、地道によく調査をしていた。反省する点もあるが、次の課題に向け、今後も継続的に挑戦していきたいと考えている。

(3) 有機質(腐葉土、乾燥牛糞)を利用した容器栽培による野菜の生育調査

学校で作物栽培を行うには、学校内に畑を作るか近隣の畑を借りるなど、土地を確保しなければならない。しかし、都市部の学校ではその確保が困難な場合が多い。しかし、広い土地がなくても、校内の空きスペースを利用した容器栽培によって作物栽培が可能である。そこで「県立鳩ヶ谷高校」では、有機質肥料を利用した容器栽培について研究した。その結果を以下に報告する。

1 目 的

市街地に設置されている大半の学校にとって、校内で農業体験学習や緑化学習、環境学習できる敷地がないのが現状である。

そこで、限られたスペースでも作物栽培が可能である事例を紹介し、小中学校などでの「総合的な学習の時間」等で参考にいただけるような栽培方法について研究した。また、初心者にも、容易に栽培できるような作目についても研究した。

2 供試作物・使用材料等

(1) 供試作物

トマト、ミニトマト、トウモロコシ、エダマメ、ピーマン、ナス、キュウリ、プリンスメロン、小玉スイカ

(2) 容器

プラスチック鉢、発泡スチロール箱、土のう袋



プラスチックの深鉢



発泡スチロール箱



土のう袋

容器の大きさ

プラスチック鉢 内径 33 cm × 深さ 37 cm

発泡スチロール (リンゴ箱)

ヨコ 48 cm × タテ 41 cm × 深さ 19 cm

土のう袋 ヨコ 47 cm × タテ 59 cm

(3) 用土および肥料

赤玉土、黒土、腐葉土、牛ふん、化成肥料、苦土石灰



3 方法

(1) 用土の調合

黒土：腐葉土：牛ふんを 3 : 1 : 0.5 の割合で配合した。この時、バケツを用いて計量した。この用土に、化成肥料と苦土石灰を配合して使用した。



黒土
バケツ 3



腐葉土
バケツ 1

牛ふん
バケツ 0.5



(2) 容器と栽培する作物

ア 発砲スチロール

浅根性の作物として、ウリ科植物のキュウリ、プリンスメロン、こだまスイカを栽培

イ 鉢栽培

深根性の作物として、トマト、ミニトマトを栽培

ウ 土のう袋栽培

吸肥力の強いスイートコーンを中心に、土の量を調整してエダマメ、ナス、ピーマンを栽培

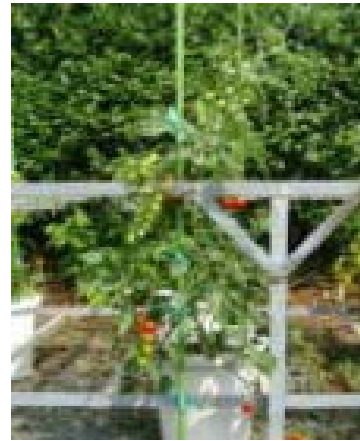
4 調査結果

(1) トマト・ミニトマトについて

7月11日の収穫が始まった様子



トマト



ミニトマト

ミニトマトは順調に生育し、ある程度の収穫が出来た。しかし、大玉トマト（桃太郎）は、第1花房の果実から尻腐れ果が発生したり、主枝が徒長したり、葉が丸まる現象が発生し、収穫もわずかだった。

(2) トウモロコシについて



6月24日の様子



7月27日の様子

トウモロコシは、収穫直前まで順調に生育していたが、カラスの食害を受け収穫までには至らなかった。しかし、土のう袋の口まで入れた土の量は、発砲スチロールの3倍入り、1袋に2本のトウモロコシを生育させて、十分に成長することが分かった。

(3) ナス・ピーマンについて



7月11日の様子



7月27日の様子

ナスとピーマンは、生育初期から順調に生育を続け、9月上旬まで収穫出来た。

(4) 小玉スイカについて



7月27日の様子



8月8日収穫

こだまスイカは、比較的丈夫な作物で、順調に生育し収穫まで至った。しかし、栽培上、早朝の受粉作業があるため、児童・生徒に教えるのは難しいと思われる。また、受粉時期に雨天が多くなるのも考慮しなければならない。

(5) キュウリとプリンスメロンについて

キュウリ



プリンスメロン



7月11日の様子

ウリ科の作物につきものの「べト病」と「うどん粉病」の被害が甚大になった。キュウリは一度の消毒で復活したが、プリンスメロンは、この後枯死した。

極力、農薬を用いないで栽培可能な作物を見極めるための判断であった。

(6) エダマメ



カメムシの被害にあって、子実のふくらんでいないものが多かったが、収穫まで至った。

7月27日の様子

まとめ

- (1) ほとんどの作物が、良好な生育により収穫まで出来たが、栽培管理上つる性の作物は手間が多くかかり、初心者向きではないと感じた。特に、プリンスメロンは、生育の途中から枯れ込み、不適だった。
- (2) ミニトマトは、無農薬で栽培でき、収穫期も長く、収穫の喜びをその場で味わうことが出来るので扱いやすい。
- (3) 容器としては、土のう袋を用いたものが作物の生育も良く、土の量も調節できるので扱いやすい。
- (4) 農薬の散布は極力避け、低農薬栽培が可能な作物を見極められた。

(4) 草花ゴミを再利用する土づくり

野菜残さや落ち葉とともに、草花ゴミも集めて再利用することによって有機質肥料になる有効な材料である。学校で栽培した後の草花ゴミも、集めてまとめると、思いの外大量になるものである。特に生産を中心に教育している農業高校では、大量の草花ゴミが発生する。そこで、「県立杉戸農業高校」では、その草花ゴミを堆肥化する試みを行った。以下にその研究成果を報告する。

1 目 的

杉戸農業高校・園芸科では、専門科目の実習（草花の生産や利用）の際に出る草花ゴミについては、平成15年度まで、産業廃棄物処理業者に依頼し処分（有料）してきた。平成16年度からは、「食の安全と環境にやさしい循環型農業に関する調査研究推進委員会」の本校の活動内容に「草花ゴミの再利用（堆肥づくり、培養土の再利用）」を位置づけ、試みることになった。

(1) よい土とは

作物は、施された肥料成分をすって生長する。普通では、これで間違いないが、もう少し詳しく述べると、作物に必要なチッソの40～70％は土に含まれているチッソから吸収すると言われている。よい土とは、①多くの養分が蓄積されており、②それらの養分を吸収する根が健全に生育できるような条件を備えている土だと言える。そして、そのような土をつくるのが「土づくりの基本」になる。

(2) 堆肥の施用

「土づくりの基本」については、畑・水田・鉢植えなどの条件によって異なるが、一般※に堆肥などの有機物を施すことによって、根の発達が良くなり健全で安定した作物栽培が可能になるということである。

※湿田に堆肥などの有機物を施すと根腐れの原因になる場合がある。

(3) 古土の再生・消毒

鉢やプランターで使った古土は、灌水などにより土の団粒構造が崩れている。また、病害虫や雑草のタネが、古土に混入している可能性があることなどから①堆肥などの有機物を施すことによる土の物理性の改善と②消毒が古土を再利用する上で最低条件となる。

2 供試作物・使用材料等

(1) 草花ゴミ（地上部）の堆肥化

ア 堆肥置き場

イ バックホウ

ウ 籾殻・牛糞堆肥

(2) 草花ゴミ（培用土）の利用実験

ア 土壌消毒機

イ 各種肥料

ウ パンジー苗

3 方法

(1) 草花ゴミの分別

草花ゴミを鋏などで地上部と根鉢に切り分け、各々、所定の場所に集めておく。



地上部 (→堆肥をつくる)

根 鉢 (→培用土として再利用)

(2) 堆肥づくり

草花ゴミの地上部を集め、定期的に切り返しを行い、堆肥化をはかる。



※ 途中で籾殻堆肥や牛糞堆肥を混入し、切り返しをおこなう。

(3) 培用土の再利用



※ 定期的に切り返しをおこなう。



ア 草花ゴミの根鉢を集める。

ア) を「ふるいがけ」し、古い根の残骸や肥料かすなどを取り除く。

イ) に牛糞堆肥や緩効性肥料・石灰肥料を加える。

ウ) を土壤消毒機で蒸気消毒する。

※ 上記(3)イまでは実行可。現在は古根鉢に残存する肥料成分が、蒸気消毒(80℃で20分)により、どのように成分変化し、それが、植物体にどのような影響を与えるかパンジーを植え込み調査中である。

4 調査結果

(1) 堆肥づくり



左写真のようにかなり堆肥化が進んでいるが、部分的に木の枝などが混合してしまい鉢物の堆肥としてはまだ時間がかかりそうである。圃場にすき込むには問題ないので、現在は部分的に活用している。

(2) 培用土の再利用

ア 消毒（比較実験）



左写真のように

「ふるいがけ」した古土に、市販されている肥料（6種類）を砕いて混ぜる。

無肥料の対照区も含め、7実験区を設けて実験を開始した。



肥料をよく混ぜて、硬質ポットにつめる。
各実験区 20 個作成



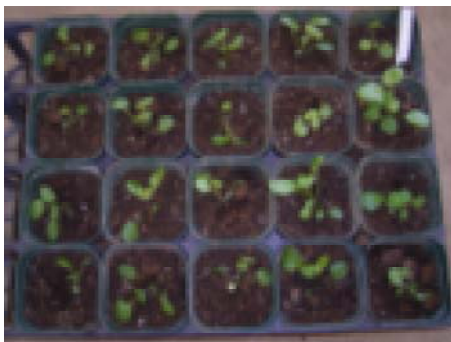
左写真のように

蒸気消毒（80℃で20分）をおこなう。

イ 苗の植え付け（比較実験）



左写真のように
パンジーの苗を準備。
この苗を蒸気消毒を終えた各実験区の
培養土に移植する。



左写真のように
パンジーの苗を移植。
各実験区 20 ポットずつ作成。

ウ 苗の育成（比較実験）

現在、「培用土の再利用」実験は継続中である。また各実験区で使用した市販肥料の具体的な名称の公表については実験が継続中であること。商品への影響などを考慮する必要がある。今後、さらに実験を継続する必要がある。

5 まとめ

本委員会の本校での成果は、冒頭で述べたとおり、H 1 5 年度まで、産業廃棄物処理業者に依頼し処分（有料）してきた「草花ゴミ」を校内で循環（無料）することに成功したことがある*。また、現在、取り組んでいる調査・実験については、今後継続し「培用土の再利用」を実現したいと考えている。

3 環境にやさしい栽培技術

(1) 生分解性マルチを利用した野菜栽培

野菜を栽培するとき、根元の地表部分をビニールシートや稲わら等で覆うことをマルチングという。地温の上昇や雑草防除など、その効果は大きく、生産農家等では多用している。しかし、使用後、ビニールシート等の処理には多くの問題を抱え、産業廃棄物として処理するしかないのが現状である。

しかし、近年では紫外線や土壌微生物によって一年程度で分解する資材が開発されている。それを生分解性マルチと呼んでいる。「県立羽生実業高校」では、その生分解性マルチを使用した栽培方法について研究した。以下にその結果を報告する。

1 目的

フィルムやワラそのもののことをマルチと呼んでいるが、このような被覆資材の利用は、野菜の生育に好適な環境を作り出し、その効果はさまざまである。①地温を上昇させる、②土の乾燥を防ぐ、③雑草の発生を抑える、④肥料の流亡を防ぐ、種類によっては⑤地温の上昇を抑え、反射するものは、⑥アブラムシ等の害虫の飛来を防ぐ効果もある。

このようにさまざまな効果のあるマルチであるが、“環境にやさしい”という観点から考えると、使用したフィルムはゴミとして処分するしかないので必ずしも環境にやさしいとはいえないところがある。そこで、本校の授業で使用している「生分解性マルチ」の有用性について様々な観点から調査した。

2 供試作物・使用材料等

- ハクサイ〔華王80日：中生〕
- プラスチックフィルム、生分解性マルチ

3 方法

- (1) 同じ条件で土を耕して堆肥、腐葉土を混ぜた畑を準備した。
- (2) 比較実験とするため、マルチなし、生分解性マルチ、プラスチックフィルム、の3つの試験区をつくりハクサイの生育経過を観察した。
- (3) それぞれの試験区にハクサイを10株ずつ、株間は40cmとした。
- (4) 収穫したハクサイの重量を比較して、その後のマルチの状態も観察した。

4 調査結果「平成16年」

- (1) 9月17日 堆肥、腐葉土散布
- (2) 9月22日 耕耘・マルチ準備、ハクサイ定植
- (3) 生育調査日 ○ 9月29日 ○ 10月6日、10月13日、10月28日
○ 11月10日 ○ 12月2日、12月13日、12月25日、
12月28日 ○ 1月5日、1月19日

(4) 生育経過とマルチの変化

9月29日

【生分解性マルチ】



【プラスチックフィルム】



【マルチなし】



10月28日

【生分解性マルチ】



【プラスチックフィルム】

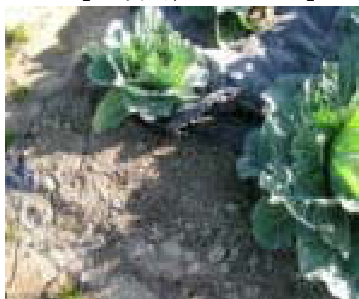


【マルチなし】



12月28日

【生分解性マルチ】



【プラスチックフィルム】



5 まとめ

(1) 生育調査したハクサイは12月25日に収穫した。重量は次のとおりである。

単位：kg

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生分解性マルチ	4.46	3.54	1.60	3.34	4.58	3.00	2.42	2.64	2.98	4.00
プラスチックフィルム	2.98	2.42	1.92	3.14	4.10	3.62	1.70	1.46	1.92	2.64
マルチなし	3.50	2.20	2.06	2.96	3.16	2.64	1.96	1.72	1.24	2.30

平均は生分解性マルチが3.26kg、プラスチックフィルムが2.59kg、マルチなしが2.37kgであった。

(2) 次に収穫後(1月19日)の生分解性マルチとプラスチックフィルムの状態。

【生分解性マルチ】



【プラスチックフィルム】



(3) 収穫したハクサイの重量の平均から、生分解性マルチで栽培した野菜が他のマルチに比べ劣るということとはなかった。12月28日と1月19日の生分解性マルチとプラスチックフィルムの状態を比較すると、気温が低いにもかかわらず生分解性マルチは少しずつ分解を始めている。春から夏に使用すればもっと分解が早くなり、収穫する頃にはなくなると思われる。

(2) 太陽熱を利用した土壌消毒

病虫害は土壌を介して伝染・拡大し、雑草の種や根も土壌中で越冬し繁殖していく。そこで土壌消毒をする必要があり、従来は薬剤を使用することが多かったが、環境汚染につながることから、できるだけ環境にやさしい自然素材と自然エネルギーを利用した方法が開発されてきた。しかし、土壌中の有用微生物まで死滅させてしまえば、その後の作物栽培がうまくいかない状況も考えられる。そこで、微生物資材(詳細は下記にて説明)を効果的に活用することが重要になってくる。

①太陽熱を利用した土壌消毒の雑草防除効果に関する調査

「県立児玉白楊高校」では、太陽熱を利用した土壌消毒による雑草発生の抑止効果について、調査を進めてきた。以下にその内容を報告する。

1 目 的

私達の日々の食事には、地域や季節を問わず何らかの野菜が含まれている。そこで、野菜を栽培するにあたり、有害物(病虫害・雑草)の抑制に重点を置き、病虫害の発生しにくい環境を作るとともに、雑草の防除効果について研究をする。

2 供試作物・使用材料等

- 微生物資材 ○ 透明ポリフィルム

3 微生物資材について

(1) 微生物資材とは？

- ① 微生物資材は、微生物菌群を有機物 100 %に培養した資材である。
- ② 腐植の素材となる有機培地(原材料)に、科学的に選別された多種類の微生物を投入し、発酵培養して生産された有効微生物利用の土壌改良材である。
- ③ 菌種は 100 種以上、菌数は 1 グラムに 20 億以上含有している。
- ④ 高温菌のため 80 ℃以上の温度に耐える。従って太陽熱消毒に施用しても死滅しない。

(2) 微生物資材の使用方法

- ① ポリ、ビニールによる被覆が必要である。
- ② 7 月から 9 月中旬までの間で、約 1 ヶ月間畑が空いていないと十分な消毒が出来ない。
(最低でも 15 日)
- ③ 土壌水分が不足していると、効果が低くなるため、苗が定植できる程度(50 ～ 60 %)が良い。
- ④ 被覆をはがした後は、耕耘しないでそのまま定植する。

(3) 微生物資材の効果

- ① 根に触れても根焼けを起こさない。
- ② 根毛の発育が目立って良くなり、茎も太くしっかりした苗ができる。
- ③ 活着とその後の根張りが著しく良くなるので、収穫までの管理がしやすくなる。
- ④ 有益な微生物群が早く増殖して、病原菌などの有害微生物が増えるのを抑える。
- ⑤ ビタミン、オーキシン等の成長因子や微量要素がバランス良く含まれている。
- ⑥ 微生物資材には、病原菌、雑草の種子、寄生虫の卵などは含まれていないので衛生面からも安心して施用する事が出来る。
- ⑦ 土壌の団粒化を促進して、水はけ・水もちも良い土を作る。

4 実験方法

(1) 微生物資材の散布とポリマルチの敷設

- ・ 8月上旬に微生物資材を入れマルチをする。



実験前の状態



微生物資材を加えマルチした状態

(2) 土壌消毒後の雑草発生状況の比較

- ・ 9月下旬の単位面積あたりに発生した雑草の種類、本数、重量調査

5 調査結果

	(g/m ²)	
	周辺部分で発生した雑草	マルチ内で発生した雑草
ヒメイヌビエ	27.8g	0g
カタバミ	7.8g	0g
ナズナ	6.7g	0g
スギナ	170g	24.0g
アメリカフウロソウ	2.2g	13.6g
ハルジオン	553g	0g
合計	767.5g	37.6g

【マルチ内で発生した雑草】



スギナ



アメリカフウロソウ

【周辺部で発生した雑草】



ヒメイヌビエ



カタバミ



ナズナ



スギナ



アメリカフウロソウ



ハルジオン

まとめ（考察）

今回の調査は、特に雑草発生量に着目して行ったが、土壌表面温度は80℃に達していることから、地中温度も上昇して病原菌や害虫は死滅したものと考えられる。

雑草については、微生物資材を加えたマルチ区内でも、スギナやアメリカフウロソウが発生していることから、宿根性の雑草であるスギナには、効果があまり期待できないのではないかと考えられる。ただし、種子が残って繁殖する一般的な雑草については効果がみられた。雑草発生量の全体では、今回の実験で微生物資材を使用したマルチ区と非マルチ区での比較で、微生物資材を加えたマルチ区の雑草発生率は約5%に減少させることができることが分かった。

今回の目的である有害物（病害虫・雑草）の発生しにくい環境を作り、雑草の発生を抑

制する効果は、期待できるものと考えられる。

②微生物資材を利用した土壌消毒によるトマト栽培への効果

先に示した微生物資材の植物への効果については、「川越総合高校」でトマト栽培において実験した。その結果を以下に報告する。

1 目的

温室トマトの栽培において、微生物資材を用いることによってどのような効果があるかを調べた。

2 供試作物・使用材料等

(1) 供試品種

- ア. 中玉種 レッドオレ
- イ. 大玉種 ろくさんまる

(2) 微生物資材

3 方法

- (1) 2つの区画を設け、生育の比較をした。なお、両区画とも、例年、茎葉の生育が過剰であるため、元肥は施さないこととした。また、灌水は定植時に行い、それ以降はほとんど行わなかった。

ア. 微生物資材使用区

この区画では以下の処理を行った。

- (ア) 1 ベット (約 2.5 m²) あたり、微生物資材 20 kg と堆肥 12 kg を入れて、ビニールで被覆し、太陽熱消毒を3週間程度行った。

※堆肥は、微生物菌の繁殖のため不可欠なものの一つである。

- (イ) 苦土石灰を施した後、耕耘し、うねを立て、定植した。

イ. 対照区

この区画では、以下の処理を行った。

- (ア) ビニールで被覆し、太陽熱消毒を3週間程度行った。

- (イ) 苦土石灰を施した後、耕耘し、うねを立て、定植した。

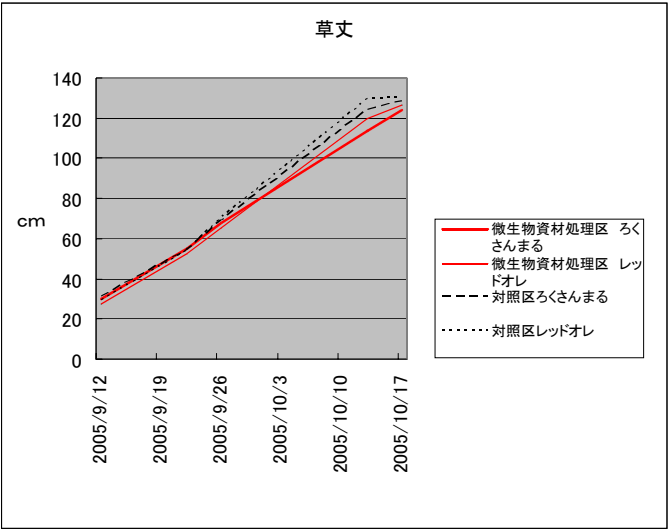
- (2) 生育調査・収穫調査を行った。

4 調査結果

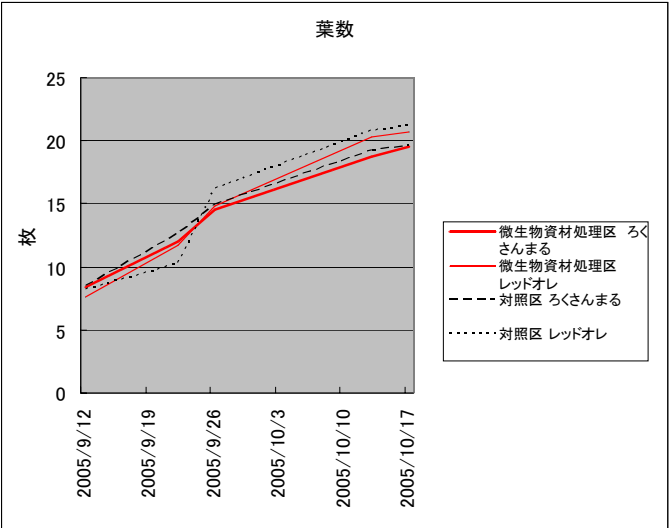
次に示すとおり、今回の温室トマトの栽培実験では、微生物資材による効果は見られなかった。むしろ、グラフのように、微生物農法区のほうが、対照区よりもやや生育が下回っている。また、収量においても若干対照区を下回っているが、現時点では、まだ収穫が始まったばかりであり、最終的に集計してみないと正確な結果は得られないであろう。今回の栽培における成果を強いてあげるとするなら、TMV(トマトモザイクウイルス)感染率が僅かに低かった点があげられる。TMV以外の病害については、顕著な被害が出てい

ないのでとくに調査していない。

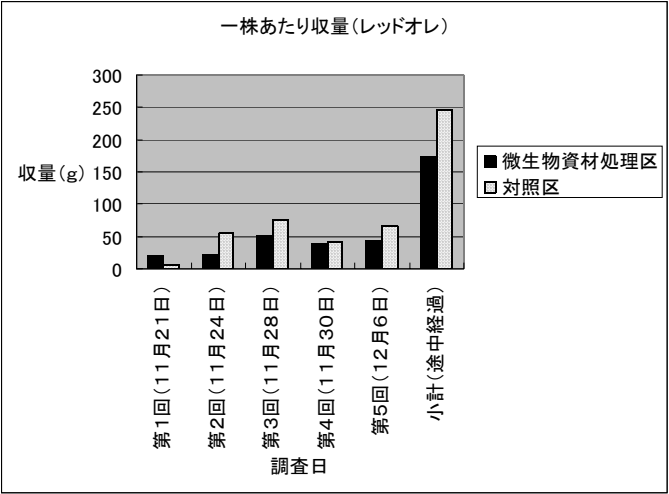
グラフ 1



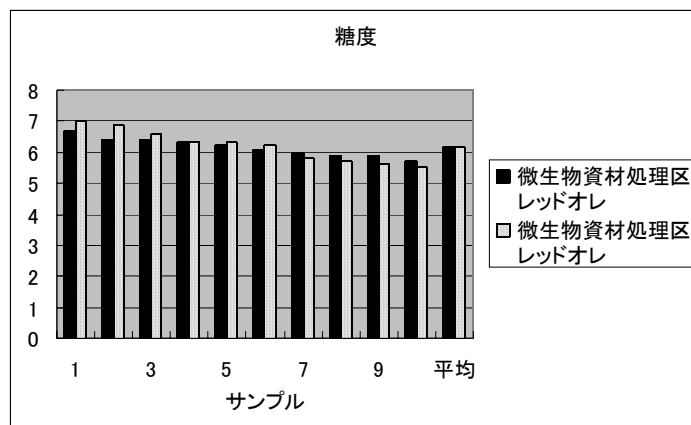
グラフ 2



グラフ 3



グラフ 4



TMV(トマトモサイクウイルス)感染状況

	微生物農法区	対照区
植え付け本数	126	60
残り本数	117	53
TMV感染	9	7
TMV感染率	7.14%	11.60%

5 まとめ

微生物資材の効果が認められなかった原因としては、灌水を抑えたことが考えられる。太陽熱消毒の期間中は、ビニール下に設置した灌水チューブにより、土が十分に湿るようにはしていたが、定植後は、ほとんど灌水を行わなかった。そのような乾燥した状態の土では、微生物菌群は十分に繁殖することはできないと思われる。よって、微生物菌群の繁殖により期待される団粒構造の形成も十分に成されなかったのではないだろうか。

また、TMVの感染率が対照区よりも微生物農法区の方が低かったことについては、微生物菌群の働きによる効果とは考えにくい。なぜなら、使用した微生物菌群は、通常の病原菌が死滅する高温でも生育することができるため、結果的に、太陽熱消毒後は土壤中の病原菌が減り有効な菌の密度が高まるということはあるが、とくにウイルスを駆除する効果については認められていないからである。

今回の温室トマト栽培では、微生物菌群のための環境作りが不十分であったため、その効果が見られなかったと考えられるが、別の温室において行った葉菜類では、灌水を十分に行ったせいか、生育・収量において顕著な効果が見られた。

今後は、土壌の水分条件等、微生物菌群を十分に生かすための栽培管理について研究していきたい。

(3) 農薬を削減する病虫害防除技術

作物の有機栽培で必ず突き当たる課題は、病虫害との戦いである。その被害を防ぐためにもっとも簡便なのが農薬の使用であるが、残留農薬や環境汚染の観点から、できるだけ農薬使用量を減らすことが強く求められている。「県立川越総合高校」では、温室栽培における天敵昆虫や微生物製材を利用して、農薬散布を削減する研究を行っている。以下にその研究結果を報告する。

農薬を削減する病虫害防除技術について

～温室メロン栽培における天敵昆虫、微生物製剤による病虫害防除～

1. 目的

環境にやさしく、安全・安心な農産物を供給するための農業生産上の大きな課題として、病虫害防除に用いられる化学合成農薬の使用量の削減があげられる。

近年、有機栽培や減農薬栽培など、表示された農産物がスーパーなどで普通に見かけるようになってきているが、依然として、多くの農産物は、少なからず化学農薬を用いて栽培されているのが現状である。その一方で、化学農薬に代わる、天敵昆虫や微生物製剤などの防除用資材も徐々に普及してきているのも事実である。

本研究で用いた供試作物は、温室メロンとトマトである。この2つの野菜は、いずれも本校の選択科目における、科目「野菜」の中の「温室野菜」という講座で栽培されているものである。この講座は、温室メロンを自分の手で栽培できるという魅力からか、本校の野菜関係の選択科目群の中でも、特に生徒に人気があり、最も多くの生徒が選択履修している。よって、例年4講座から5講座ほどで展開しているほどである。

本研究において試みた化学農薬を使用しない防除法で、慣行栽培における防除法と同様の成果が得られるとするなら、本校における温室メロンやトマト栽培に、本格的導入も可能かと考えられる。そうなれば、本校で栽培された温室メロンやトマトが、さらに特色化され、生徒たちもより強い達成感を得られるはずである。このことを視野に入れ、本研究では、化学農薬の削減を図るための防除技術を検証してみた。

2. 内容

(1) 実験場所

本校野菜温室（3年次選択科目
・温室野菜）



(2) 供試材料

○ 前期：温室メロン
(アールスナイト春秋系)

○ 後期：トマト
中玉種；レッドオーレ
大玉種；ろくさんまる

(3) 病虫害防除方法

【病害対策として】

①バチルス ズブチリス製剤



○ 微生物農薬

有効成分バチルス ズブチリス菌を植物体表面に定着させ、病原菌が付着・感染するのを防ぐ。

【適用病害】

灰色かび病、うどんこ病

②葉面散布剤



○ 天然植物活力剤

植物に活力を与え、病気に対する免疫力を高めるために用いた。

【原材料】

スギ、ヒノキ、マツ、オオバコの抽出エキス

【虫害対策として】

①パーティシリウム レカニ水和剤 ○ コナジラミ類に寄生する昆虫病原性糸状菌



コナジラミの体にパーティシリウム・レカニが付着

↓

付着した胞子が発芽、コナジラミの体内に侵入

↓

体内の水分・養分を利用して増殖しコナジラミ死亡

②オンシツツヤコバチ



○ アブラムシに寄生する蜂

カードにオンシツツヤコバチのマミーを付着させたもの。葉柄に吊るし、羽化した寄生蜂（オンシツツヤコバチ）がコナジラミ幼虫に産卵

↓

孵化した幼虫がコナジラミ体内に寄生し、コナジラミ体外に出て羽化

③ コレマンアブラバチ



- アブラムシに寄生する蜂
ボトル内に入れられたマミーから、コレマンアブラバチが羽化
↓
アブラムシに産卵し、体内で育つ
↓
アブラムシはマミーとなり、死亡
アブラムシ体外に出て、羽化

④ イサエアヒメコバチ、ハモグリコマユバチ



- ハモグリバエに寄生する蜂
・ イサエアヒメコバチ
ハモグリバエ幼虫を死亡させ、その傍らに産卵し、それを餌として育つ（外部寄生）
・ ハモグリコマユバチ
コレマンアブラバチと同様、内部寄生する

⑤ 木酢液



- オンシツコナジラミの忌避剤
忌避効果を狙ってボトルに入れて設置した

(4) 病虫害の発生状況

・ 病害について

灰色カビ病・・・メロン・トマトともに発生せず。

うどんこ病・・・栽培後半に発生し始め、終盤にはほぼ全株に発生してしまった。発生前より、微生物農薬の散布は行っており、発生後もその散布を継続させたが、感染を抑えることができず、最終的にはやむをえず、化学農薬を散布するに至った。

葉かび病・・・トマトのほぼ全株に発生した。

・ 虫害について

オンシツコナジラミ・・・わずかに発生した。

アブラムシ・・・一部の株で発生したが、その多くはマミーとなった。

ウリハムシ・・・一部の葉に食害されたが、と殺したので目立った害は出るに至らなかった。

ハモグリバエ・・・上葉に至るまで侵入の跡が見られた。



うどんこ病・葉かび病発生状況



マミーとなったアブラムシ（メロン）

（５）化学農薬の使用

・メロン

殺線虫剤	1回（定植前）
殺線虫剤	1回
殺虫剤	1回（微生物製剤使用前）
殺菌剤	1回（生育終盤、うどんこ病対策）

・トマト

殺虫・殺ダニ剤	1回（トマトサビダニ発生株のみ）
殺菌剤	1回（生育終盤、うどんこ病・葉かび病対策）

3. まとめ

（１）病害について

病害対策として用いたバチルス ズブチリス製剤は、殺菌というよりも、植物体表面をあらかじめ無害な菌でコーティングすることにより予防するものである。よって、本研究においても、うどんこ病が発生する以前から、予防散布を行っていた。しかし、うどんこ病菌の感染を許してしまったことは、散布量の不足や植物体表面における散布のムラなどがあったのではないかと考えられる。散布には、蓄圧式の肩掛け噴霧器を用いていたが、今年度は電動噴霧器を導入し、散布の徹底を図っている。

（２）虫害について

発生初期に導入をすることが大切で、それを逃すと、制圧するのがかなり困難となる。例えば、ハモグリバエであれば、本研究では幼虫による食害が見られた時点での天敵導入となってしまったため、前述のような結果となってしまったと思われる。より丁寧に観察し、発生の極めて初期を逃さぬよう十分に注意していきたい。

（３）総まとめ

結果的には、病虫害は制圧しきれなかったが、顕著にみられるほど発生したのが、生育の終盤であったため、さらに葉面散布剤の効果もあつてか、生物農薬主体の防除でも、例年並みの収量と品質を得ることができた。しかしながら、労力やコストは大幅に増大しており、かなりの付加価値を付けないと収支面で苦しい。その付加価値を消費者がどれだけ理解してくれるか、事前にリサーチしておいてから栽培するか、試験的に少しずつ実施し、その反応を見ながら導入を進めていく必要があるだろう。また、現状では、生物農薬の種

類はかなり限られており、化学農薬のすべてを代替させることができないので、栽培のすべてで化学農薬を使用しないのはかなり困難である。今後、生物農薬の種類が充実し、またコスト面においても下がることを期待したい。

生徒の反応としては、生育終盤、病虫害が顕著になってきた時期には、収穫に至るかどうかなり不安を感じていたようであるが、最終的には収穫することができ、一安心といったところであった。しかしながら、自分の手で初めて温室メロンやトマトを栽培できたという喜びが大きく、化学農薬を削減した防除に関しては、あまり反応がなかったことは意外であった。本研究のような防除には、通常の防除よりも、多くの労力とコストが費やされていることを考えると残念でもあった。このことについては、こちら側のPR不足等によるものもあるはずなので、さらに努力していきたい。

(4) 環境にやさしい病虫害防除

「秩父農工科学高校」では、微生物資材を使った土づくりと無農薬栽培に向けたさまざまな取り組みを総合的に行い、環境にやさしい農産物生産に関する研究を行ってきた。以下にその研究成果を報告する。

1. 目的

本校では、安全で安心できる、しかも環境にやさしい農産物の生産を目指してきた。そこで、化学農薬を使用せず、微生物資材を使った土づくりを行い、天敵や被覆資材、フェロモンを使った無農薬栽培に近づけた栽培方法の確立を目指して、調査・研究を行った。

2. 供試作物・使用材料等

(1) トマト栽培

ア、土壌消毒：微生物資材

イ、オンシツコナジラミ対策：オンシツツヤコバチ

(2) キャベツ栽培

ア、アオムシ対策：ネット

イ、ヨトウムシ類対策：フェロディンSL

(3) 害虫の捕獲実験

ア、ペットボトルを使った方法：酒、醸造酢、黒砂糖、水

イ、色違いのバケツを3つ使った方法

3. 方法

(1) トマト栽培

ア、土壌消毒

本校では、トマト栽培で、従来は臭化メチル剤を使用した土壌消毒を行ってきたが、平成17年度の全廃が決定し、代替品の使用を検討してきた。

そこで、平成13年度から、微生物資材を活用し、現在に至っている。その方法は、200坪の温室に対して20kg入り微生物資材を8袋、米ぬかを10袋散布し、その上から十分に灌水して、ポリビニールで覆う。7月下旬から8月下旬まで、ハウスを密閉して放置しておく。その間の地表面の温度は、65℃にも達し、土壌病原菌が死滅して土壌消毒される。



○土壌消毒中



○地温が60℃に達している



○土壌消毒後草が生えていない

イ、オンシツコナジラミ対策

トマト栽培では、害虫で多く発生するものとして、オンシツコナジラミがあげられる。オンシツコナジラミは、アメリカからポインセチアの輸入とともに日本に侵入した。昭和49年に広島県において、日本で初めて見つけられた。体長1.2mm程度の小さな白い虫で、被害としては①吸汁による直接的な被害②コナジラミの排泄物が果実や葉の表面を覆い、適当な温度・湿度条件でスス病菌が寄生する。そのため、商品価値が下がってしまうというものである。また、コナジラミの増殖は凄まじく、コナジラミを取り巻く環境が増殖に適し、何の障害もない場合、ネズミ算的な増殖をする。例えば、トマト栽培期間が6ヶ月として、一世代経過日数が1ヶ月とすると、3ヶ月後の4世代目には、株あたり700万匹ものコナジラミが発生することとなる。しかし、現実には、それ以前にスス病でトマトの葉や果実は真っ黒になってしまう計算となる。

対策は、農薬散布が効果的であるが、農薬を極力使わない方法で栽培した。

①農薬散布は生育初期のみに使用

育苗中の発生を防ぐために、本葉3～4枚で1回、7～8枚で1回の2回のみ殺虫剤を使用した。

②定植初期には黄色粘着板（捕虫シート）を利用

コナジラミの成虫は、黄色に対して極めてよく誘引され、この性質を利用して、防虫する。また、この黄色粘着板は、防虫する他、次の防除法の目安となる。

③天敵の利用（エンストリップ＝オンシツツヤコバチ）

オンシツツヤコバチは、オンシツコナジラミの天敵として、オランダから輸入されているものである。体長は0.8mmでオンシツコナジラミの全幼虫ステージに卵を生むことができる。食事としては、コナジラミの排泄する甘露で、さらに産卵管でコナジラミの幼虫を殺して、その体液を吸収するホスト・フィーディング（コナジラミの体液を吸うこと）によって栄養をつけている。ツヤコバチが産んだ卵は、コナジラミ幼虫の体の中で幼虫になる。殺さない程度に徐々にコナジラミの体を内から食べ、三回脱皮して蛹になる。最終的には成虫としてコナジラミの蛹の背中を食い破って脱出する。条件が良ければ、1匹でホスト・フィーディングと合わせて約500匹のコナジラミを防除することができる。

本校では、この天敵を平成16年度から導入した。3月11日にトマトを定植し、黄色粘着板を5mおきに設置したところ、4月上旬には捕獲が確認された。そこで、4月20日、4月27日、4月29日、5月11日の4回設置した。設置方法はカードに貼り付けてある寄生蛹（マミー）を25～30株当たり1カードの割合で吊り下げて放飼をする。カード上の寄生蛹（マミー）から、オンシツツヤコバチが羽化すると明るい方向へ向かって飛翔する傾向があるので、膝の高さから花が咲いている高さよりやや低めの高さの間にカードを吊り下げる。2年目は、3月15日に定植して、5月中はコナジラミがほとんど見られなかったので、6月に入り6月7日、6月14日、6月21日、6月28日と4回に分けて設置した。



○黄色粘着板（捕虫シート）



○トマトの茎についたオンシツコナジラミ



○オンシツツヤコバチの寄生蛹



○トマトに設置したカード

（２）キャベツ栽培

ア、アオムシ対策

本校では、露地において春と秋の年２作、キャベツ栽培を行っている。害虫としてあげられるものはアオムシがあるが、特に初期生育での被害が深刻である。農薬での防除が有効だが、葉を直接食べる野菜として極力農薬の使用を避けたいということで、平成１５年度から、防虫ネットを導入した。このネットの特長として、害虫の侵入を防ぐだけでなく、アルミ格子が織り込んであり、太陽光線の反射を向上させ、害虫の忌避効果を高めているというものである。また、耐久性にも優れているので、数年は使用可能である。



○定植直後のキャベツ



○定植後２週間



○定植後２カ月



○収穫直前の状態



○アオムシに食害されたキャベツ

イ、ヨトウムシ対策

キャベツ栽培において、アオムシと並んで被害の多い害虫として、ヨトウムシ類の幼虫による食害があげられる。若齢幼虫（ふ化直後）では、葉裏に群がり、表皮を残して食害する。3齢ぐらいになると体色が濃くなり、葉に穴をあけて食害する。5齢からキャベツの葉上で生活を続け、6齢になると昼間は地際の土中やキャベツの結球内に潜入して隠れ住み、夜間現れて暴食する。球の内部に侵入したヨトウムシは、葉に沿って斜めに食い入り、ベトベトした虫糞を出して汚し、食用にすることが全くできなくなる。防除は薬剤を使って行う場合は、ふ化直後が最も効果的であるが、3齢までは防除しやすい。

本校は、防虫ネットを使用した場合でも発生を防ぐことができなかったため、今年度からフェロモントラップを使用して成虫の防除を行い、来年度の発生の減少を目指した。

フェロモン剤は、ハスモンヨトウの雌が発する誘引物質（性フェロモン）を化学合成したフェロディンS L剤（ゴムキャップに5mg含浸させたもの）を使用し、雄を誘引捕獲して雌成虫の受精卵の産下量を減らし、次世代幼虫の発生密度を低下させることによって、作物に対する被害の軽減を狙うものである。

トラップは、ハスモンヨトウ捕獲用の容器が市販されているが、使用済みペットボトルを使用して自作した。ペットボトルの加工は、J Aぎふ改良型を参考にカッターで半分に切断し、底の部分に誘引用の穴を9つと窓を2ヵ所開け、フェロディンS L剤に針金を突き刺し、誘引用の穴に固定した。切断した部分はガムテープでつないだ。設置方法は、1ha当たりトラップ2～4台を風通しの良い場所に地上1～1.5mの高さに取り付ける。効果は約2ヶ月間有効である。



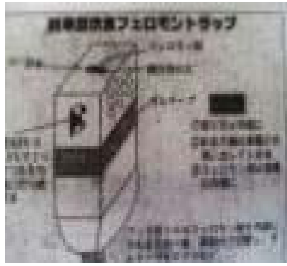
○ハスモンヨトウ



○ヨトウムシ類に食害されたキャベツ



○1個のキャベツに侵入したヨトウムシ類



○岐阜型改良トラップ



○切断したペットボトル



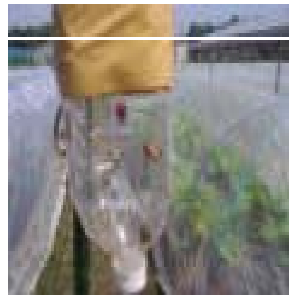
○誘引用の穴開け



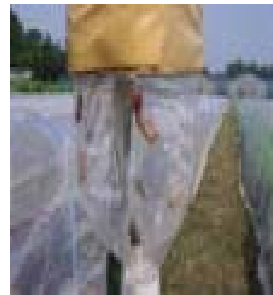
○フェロモンSL剤



○設置状態



○設置1日目



○設置2日目



○捕獲したハモンヨウ

(3) 害虫の捕獲

ア、ペットボトルを使った方法

家庭にある材料で、簡単にできる害虫の捕獲実験を行った。材料はペットボトル（2ℓ）、カッター、水（1.4ℓ）、黒砂糖又はハチミツ（60g）、日本酒（200cc）、酢（200cc）。以上の材料を使い、すべて混ぜたものをペットボトルに入れて、側面に害虫の侵入口をカッターで開ける。設置は風通しの良い1～2メートルの高さに置く。



○醸造酢



○酒



○黒砂糖



○設置したペットボトル

イ、色違いのバケツを3つ使った方法

色の違うバケツに水を張って、その中に飛び込む虫の数を比較実験した。使用したバケツは青色・緑色・黄色の3種類で、2週間ほど放置してその結果を見た。



○青色バケツ



○緑色バケツ



○黄色バケツ

4. 調査結果

(1) トマト栽培

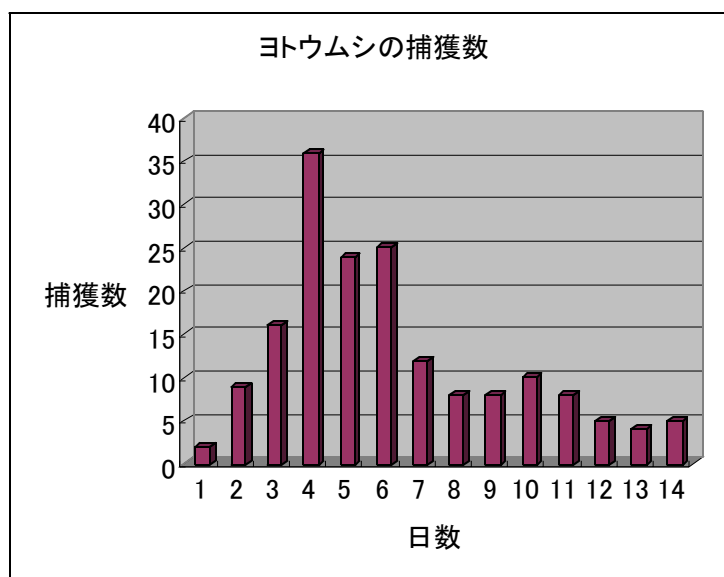
平成13年度から臭化メチルの使用をやめ、微生物資材による土壌消毒を行ってきたが、栽培後の根の状態を見た限りでは、根こぶ病菌や土壌病害の被害は現れていない。

オンシツコナジラミについては、1年目は黄色粘着板に1～2匹捕獲が確認された時点で、すぐにオンシツコナジラミを導入したためか、栽培中はコナジラミの存在を忘れるほど発生が抑えられた。今年度は、栽培当初ほとんど発生が見られなかったのが、前年に比べ導入時期が1ヶ月ほど遅れてしまった。導入時期が少しずれただけで、写真のようにコナジラミが発生してしまった。しかし、栽培後期まで、すす病の被害に悩まされることはなかった。やはり、導入時期に細心の注意が必要である。

(2) キャベツ栽培

平成15年度にサンサンネットを初めて導入してキャベツ栽培を行ったが、ネットがあるのにも関わらず、ネット内にアオムシの発生が見られた。16年度はその反省から、育苗中からネットで覆い栽培したところ、写真のような外葉まで食害されない良品のキャベツを収穫することができた。農薬の使用も定植直後にヨトウムシ用のデナポンベイト粒剤を数粒まいたのみであった。しかし、1年目の栽培以上に被害が多かったものは、ヨトウムシの被害であった。ヨトウムシに関してはネットの存在は関係ないようである。そこでフェロモントラップを設置して、2週間のデータを取ってみた。結果は以下のようなものである。

1日目	2匹
2日目	9匹
3日目	16匹
4日目	36匹
5日目	24匹
6日目	25匹
7日目	12匹
8日目	8匹
9日目	8匹
10日目	10匹
11日目	8匹
12日目	5匹
13日目	4匹
14日目	5匹



データを取った以降も3～4匹平均で捕獲されていた。この結果をもとに来年度はヨトウムシ幼虫の発生がどの程度抑えられるか、期待したい。

(3) 害虫の捕獲実験

手作りのペットボトルを設置し、2週間ほど放置しておいた結果、下の写真のような害虫を捕獲することができた。



○トラップに侵入しようとするハエ



○捕獲した害虫



○捕獲した害虫(拡大)

捕獲された虫の種類は、アリ・ハエ・オオスズメバチ・ヨトウガ・スズメガ類などであった。

色違いのバケツを使った実験では、それぞれ水を張って2週間ほど放置した結果、やはり黄色のバケツにより多くの害虫が集まって捕獲されていたようである。

今後はバケツに入れる中身を工夫するか、誘蛾灯でライトアップして虫を集める工夫をしてみても面白いと思う。



○青色バケツ 2週間後



○緑色バケツ 2週間後



○黄色バケツ 2週間後

5. おわりに

本調査研究は、総合教育センター江南支所としてスタートした平成16年度、17年度の2年間にわたり行われたものである。この調査研究に至るまでの経緯は、平成14年度、15年度の農業教育センター当時に取り組んだ「環境にやさしい栽培技術の活用に関する調査研究」で「安全・安心な食料生産は、農業関係高校から発信しよう」というスローガンのもと、スタートしたものである。

「環境にやさしい栽培技術の活用に関する調査研究」では、農薬を使用しない栽培方法として、インドで古来より使われているニーム（インドセンダン）の葉を煎じたものを散布したり、木酢液の中にトウガラシやニンニクを入れて散布するなど、害虫防除技術の検証に取り組んだほか、草木灰を利用した土壌改良やヤシ殻炭を投入した有益な微生物の活用、土の保水性・排水性を目的としたココピートの投入等、化学肥料を使用しない「土づくり」にも取り組んだ。さらに、害虫回避のため播種時期を遅らせる試みや手作業による害虫駆除にも及んだ。

しかし、平成14年には無登録農薬の全国的な違法販売や使用実態が判明し、消費者の国内産農産物への信頼が著しく失墜し、農作物の出荷自粛を招く事態となった。そこで、国では第155回臨時国会において、「農薬取締法」が改正（平成14年12月11日公布、平成15年3月10日施行）され、「無登録農薬の使用規制」により、無登録農薬を農作物等の防除に用いることが禁止された。その結果、「環境にやさしい栽培技術の活用に関する調査研究委員会」では、病虫害防除等について、木酢液等の利用が無登録農薬の使用にあたること等から調査研究の内容を見直す必要が迫られた。

そこで、平成16年度、総合教育センター江南支所農業教育推進担当では、農業関係高校8校に協力委員を委嘱し、新たに「食の安全と環境にやさしい循環型農業に関する調査研究」として、委員会を立ち上げた。その内容は、「農薬取締法」の改正や平成14年度、15年度の成果と課題を踏まえ、農産物の生産で、化学肥料や農薬の使用をできるだけ少なくしたり、生ゴミを利用した土づくりや堆肥づくりを行う等の有機栽培や減農薬栽培への取組とし、その他、安全な食品の生産や加工等の取組みを通して、消費者に安全な農産物や加工品を供給し、環境に配慮した農業を実践することとした。

2年間の調査研究を終えた今、各推進委員の調査研究の成果と課題については、報告のとおりである。2年間の取組で多くの成果が得られたが、また、一方では多くの課題も見えてきた。

また、本調査研究推進委員を含め、県内農業関係高等学校教職員（教科「農業」）及び調査研究に関する授業を受けた生徒に対し、アンケート調査を実施した。その概要と集計結果は、次のとおりである。

《教職員》

農業関係高校教職員に対し、「食の安全と環境にやさしい農業」について、取組状況とその課題等を調査した。その結果、実践校からの回答は以下に示すとおりであった。

〔質問1〕「どんな内容で取り組んでいますか？」という質問では、「天敵・生物農薬・フェロモン剤・木酢液の利用」「減農薬等による病虫害防除」「除草剤を使わない雑草防除」「食品添加物」という回答が多く、その他「合鴨農法による水稻栽培」「有機肥料主

体の栽培」「有機農法による稲作」「草花ゴミの再利用」「校内等にある剪定枝の利用」「造園デザイン科では、市街地環境にあった植栽計画・環境浄化機能について講義」「農薬の使用量を少なくして農産物の作付けを多くしている。」「希少植物と自然環境」「堆肥の製造・緑肥作物の栽培」「農業の多面的機能として説明」「分解マルチ」という回答が少数あった。

〔質問2〕「食の安全と環境にやさしい農業にいて、実施上の課題は何ですか？」という質問に対して、「時間にゆとりがなく、農薬に頼るところがある。」「有機栽培を主体としたいが、大量生産が難しいため農場経営には時間が必要である。」「無農薬栽培は難しくコスト高となり、栽培できる作物も限定される。」「独自の学習計画の作成に時間がかかる。」「学校設定科目あるいは、教科をつくる必要がある。」「農薬や化学肥料の功罪等を正しく理解させる。」「限られた授業の中で計画・実践・検証等を系統的に展開させる。」「具体的なアプローチの方法と内容についての展開。」「具体的な教材の確保が必要である。」等を上げる回答が多かった。その他、「教育上、全部取り組みが必要である。しかし、教員の研修が先である」「造園の場合は、都市環境、市街地環境等広範囲になるため、日ごろから環境に関心を持つ必要がある。植物による環境浄化機能について詳細に理解させることが必要である。」という少数意見もあった。

また、〔質問3〕「食の安全と環境にやさしい農業について、考えることや思うこと等、自由に書いてください。」という質問では、次のような意見があった。

- 消費者が安心して求められる農産物の表示が導入されている。学校教育現場でどのように考えていくか、今後検討する必要がある。現場で実践することが大切。
- 教師の研修と予算化が必要。
- 動物での食の安全を考えたとき、生産系の科目については、身近に教材があるためトレーサビリティやハサップなど色々と教えることができる。
- 「食の安全と環境にやさしい農業」の取り組みは、今後ますます重要になってくる。座学の先の実践をどのように展開するか、仕組みづくりがポイントになる。
- 「食の安全」をビジネスに育てる視点がないと、農業教育にならない。
- 有機栽培には、慣行栽培よりもはるかに多くのコストがかかる。よって価格にその付加価値を加える必要がある。それには消費者が有機栽培の価値を十分に理解していることが前提となる。
- 食の安全と環境はとてもつながりの深いものであり、地域全体で取り組んでいかなければならない。また、学校教育や生涯教育という点からも「食」と「農」を考えるうえで大切である。

《生徒》

農業関係高校生徒については、この調査研究に関する授業を受ける前と後の意識の変化を調査した。

〔質問1〕「この調査研究に関する授業を受ける前、食の安全や環境にやさしい農業に興味・関心はありましたか？」という質問に対して、「なかった」という回答が約65%あった。次に、その「なかった」と回答した生徒に対し、〔質問2〕「授業を受けた後、どのように考えが変わりましたか？」という質問に、「大きく変わった」「変わった」「少し変

わった」を含め、約85%あった。さらに、その生徒に対し、どのように意識が変わったのか、選択肢（複数回答可）を設け質問した。その中で回答数の多かったものは、以下のとおりである。

「農場で作った野菜に虫食いがあっても家庭に持ち帰る。」「安全な農産物生産の大切さを意識する。」「輸入食品や有機食品に関心を持ち、加工食品の食品添加物にも気をつける。」「生産物の安全性に関心を持つようになった。」「食物に関する考えが変わり、環境問題についても考える。」「環境にやさしい農業への関心が高まり、農業の大切さを感じる。」「農薬使用を可能な限り少なくした減農薬栽培に興味関心を持つ。」

また、[質問3]『「考えること」や「思うこと」等、自由に書いてください。』という質問では、次のような意見があった。その主なものを上げる。

- 日本の農業では、農薬を使わずにつくることはむづかしいが、できるかぎり農薬を使用しないで、自然によい栽培の方法を見つけ出していくべきだ。
- 野菜などを育てるのに、害虫駆除のために農薬を使うことが多いと思うが、なるべく農薬を使わずに栽培することが、一番環境にやさしいと思う。だからもっと農薬について沢山学べたらよいと思う。
- 農業には、あまり興味がなかったけど、授業をするうちに農業の大切さ、楽しさが分かってきた。
- 農業の勉強をして、作っている人の大変さや食べ物の重要さを改めて学んだ。
- 今は、外国から輸入が多くなっているけど、外国産の作物は本当に安全なのか不安になる。日本で作り日本で消費した方が絶対安全だと思う。
- 自分で作った野菜を持ち帰り、家族と話をした。やっぱり農薬などを使わずに育てた新鮮な野菜がよいと思った。
- 消費者が変わればつくる側もそれにあわせて変わると思う。食の安全や環境にやさしい農業については、消費者の意識改革をすることからはじめるといい。
- 最近、食品の材料を気にしながら食べている。着色料とか保存料があると分かりながら、つい食べてしまう。
- 以前からBSEや鳥インフルエンザ等が問題になっていたけれど、どんな危険があるのかも知らなかった。今回の授業で気になるようになった。野菜などを買うときは、生産者表示を見るようになった。

生徒の意識の変化やさらに消費者への要望、社会全体を見ての意見、また、新たに課題を見つけて取り組んでいきたいという意見など、多くの成果が得られたと考える。本調査研究は、今年度をもって終了するが、近年の「食の安全・安心」に関する県民の関心の高さやアンケート調査の結果など、食料の生産者及びその消費者を育成する農業高等学校(高等学校農業教育)としての使命を考えると、この取組は必要不可欠であり、重要な教育活動であると言える。

今後は、継続して各学校・学科で、その課題解決に向けた継続的な取り組みを願うとともに、成果を期待したい。

総合教育センター江南支所では、食農教育に関して、初任者研修や学校栄養職員を対象とした研修及び一般教職員対象の重点研修（専門研修）を実施している研修では、江南支

所の研修圃場（有機栽培圃場）を活用し、食農教育（食育）の視点として、有機栽培や無（減）農薬栽培を取り入れ、普及・啓発を目指している。今後は、本調査研究の成果と課題を踏まえ、研修をより充実させ、県内公立学校の食農教育（食育）推進への支援に努めていきたい。

前述したように、今後も各学校において調査研究を継続し、食の安全や環境にやさしい農業について推進するとともに、農業高校が地域の核となり、情報を発信したり、小中学校等の食農教育（農業体験学習）の支援が望まれる。

また、今回の調査研究の成果は、CD にまとめ江南支所の専門研修に参加した方々に配付するとともに、今後の食農教育（食育）や農業体験学習に役立ててもらいたいと考える。

最後に、本調査研究の推進へのご支援・ご協力に対し、各学校の校長先生をはじめ、各委員の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献・引用文献

- (1) コナジラミ…おもしろ生態とかしこい防ぎ方（社団法人 農産漁村文化協会）
著者 林 英明
- (2) 原色 野菜 病虫害百科4（社団法人 農産漁村文化協会） 著者 於保 信彦
- (3) 農文協 VIDEO「土づくりの原理」（社）農山漁村文化協会
- (4) 「土をつくろう～樹木と土のはなし」（財）日本緑化センター
- (5) 「土と堆肥」チャーリー・ライリー著 産調出版
- (6) 「土・肥料・鉢」NHK 出版
- (7) 農文協 VIDEO「土づくりの原理」（社）農山漁村文化協会
- (8) 「土をつくろう～樹木と土のはなし」（財）日本緑化センター
- (9) 「土と堆肥」チャーリー・ライリー著 産調出版
- (10) 「土・肥料・鉢」NHK 出版

研究協力委員

	所 属	職 名	氏 名
委 員 長	熊谷農業高等学校	校 長	梅林寺 齊
副委員長	羽生実業高等学校	教 頭	野澤 雅美
委 員	熊谷農業高等学校	教 諭	橋本 敏幸
委 員	杉戸農業高等学校	教 諭	中西 宏如
委 員	川越総合高等学校	教 諭	荒井 広志
委 員	秩父農工科学高等学校	教 諭	柴田 幸義
委 員	いずみ高等学校	教 諭	田中 忠明
委 員	児玉白楊高等学校	教 諭	坂田 澄代
委 員	羽生実業高等学校	教 諭	野瀬 博史
委 員	鳩ヶ谷高等学校	教 諭	内野 尚行