

## 事例2 多様化する野菜の人工環境における栽培技術への関心を高めさせる指導の工夫

### 1 ねらい

新学習指導要領の農業の目標では、農林業の多様化・高度化・精密化、安全な食料の生産と供給、地球規模での環境保全及び地域資産の活用など、社会の変化や農業教育の広領域化への対応が求められている。

本事例では、科目「野菜」の「栽培環境と生育の調節及び人工環境における栽培技術」の単元において調査研究を行った。実習での観察等を通して栽培環境が野菜の生育に与える影響に目を向けさせ、多様化・高度化する野菜の人工環境における栽培技術への興味・関心を高めることをねらいとした。指導に当たっては、栽培環境を制御するための基礎的な内容を取り扱うとともに、単に知識や技術の習得に留まらず、実験・実習を通して知的好奇心を醸成し、問題解決の能力、主体性、科学性、創造性及び実践力を育成することが大切である。

野菜に共通する生理・生態的な特性と栽培環境に関する知識を習得させ、野菜の生育と栽培環境の相互関係から環境に配慮した野菜栽培の技術の仕組み及び環境制御温室などの人工環境における基本的な栽培技術について総合的、体系的に理解させるとともに、野菜栽培に関する科学的な見方を育成する。また、学習した内容を発表したり、文章にまとめたりする活動を通して、思考力、判断力、表現力等を育成することも目指した。

### 2 授業実践

#### (1) 指導内容

- ・野菜の生育と環境の調節及び人工環境における栽培技術について理解させる。
- ・実験・実習を通して得られた情報を栽培環境の観点からまとめさせ発表させる。
- ・調べたことや他の人の発表や意見から、植物工場のような人工環境における野菜生産の動向について考察させる。

#### (2) 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
①栽培環境が植物の生育に及ぼす影響に関心を示し、意欲的な態度で学習に取り組んでいる。	①授業で学習したことと関連させて、実験・実習を行っている。 ②実験・実習を通して得た情報を、栽培環境の観点から適切にまとめている。 ③自分の考えやまとめた内容を、分かりやすく表現している。	①実験の目的及び結果を導くための条件設定を理解し、実験の準備をしている。 ②注意すべきことに気を配り、実験・実習をしている。	①栽培環境を制御する目的・方法について理解している。 ②養液栽培の種類や土耕栽培と比較した際の利点と欠点について理解している。 ③施設を利用した栽培の利点について理解している。

## (3) 指導と評価の計画（4時間）

時間	学習活動	評 価					
		関	思	技	知	学習活動に即した評価規準	評価方法
1	I 露地栽培／II施設を利用した栽培 ・人工環境における栽培技術について学習をする。 ・環境を制御する目的と方法を考え、まとめの発表をする。	①			①	・栽培技術に関心をもち、意欲的に授業に参加している。 ・栽培環境を制御する目的・方法を理解している。	行動観察 発表 ワークシート
2	II施設を利用した栽培 ・施設栽培において植物の生長に影響を与える栽培環境とその制御方法について学習する。 ・被覆資材の違い等による光の透過率（照度）を測定・比較し、その結果について発表する。	①	②	①	②	・施設栽培に関心をもち、意欲的に授業に参加している。 ・施設栽培の制御方法について、栽培環境の観点から考察している。 ・実験の目的及び結果を導くための条件設定を理解し実験・実習している。 ・注意すべきことに気を配り実験・実習をしてる。	行動観察 実習レポート 行動観察 実習レポート 発表 行動観察 実習レポート
3	III養液栽培 ・異なる条件で栽培された作物を観察し、その生育の違いについて考え、養液栽培の特徴についてまとめ発表する。		②		②	・実験・実習を通して得たデータを、栽培環境の観点から適切にまとめている。 ・これまでの学習を基に生育の違いについて考察し、発表している。	実習レポート 発表 実習レポート
4	IV植物工場 ・人工環境下における栽培の例とし植物工場を取り上げて学習する。 ・植物工場の普及状況を学習し、野菜生産・経営の改善について考察する。	①	②		③	・植物工場による栽培に関心をもち、意欲的に授業に参加している。 ・学習内容及びこれまでの実験・実習を整理し、考察している。	行動観察 ワークシート

#### (4) 授業の概要

3年生の「総合実習」において専攻科目「野菜」を選択した生徒17名を対象に、専攻科目「野菜」に対してどのくらい関心・意欲を抱いているのかを把握する目的で事前アンケートを実施した。図1のアンケートの結果、自家において、農業経営を行っている生徒は全体の約50%であった。『野菜』を選択した理由（Q2）や、『野菜』に対する関心・意欲（Q3、Q4）に関する設問への回答からは、多くの生徒が、「野菜」に対して高い関心を持ち意欲的に学習に取り組もうと選択していることが見てとれた。また、「専攻科目の学習に期待すること」（Q5）の設問に対しては、「実験や実習を通じた経験から、野菜の栽培に関する専門的な知識や技術を習得したい」という回答が多く見られた。

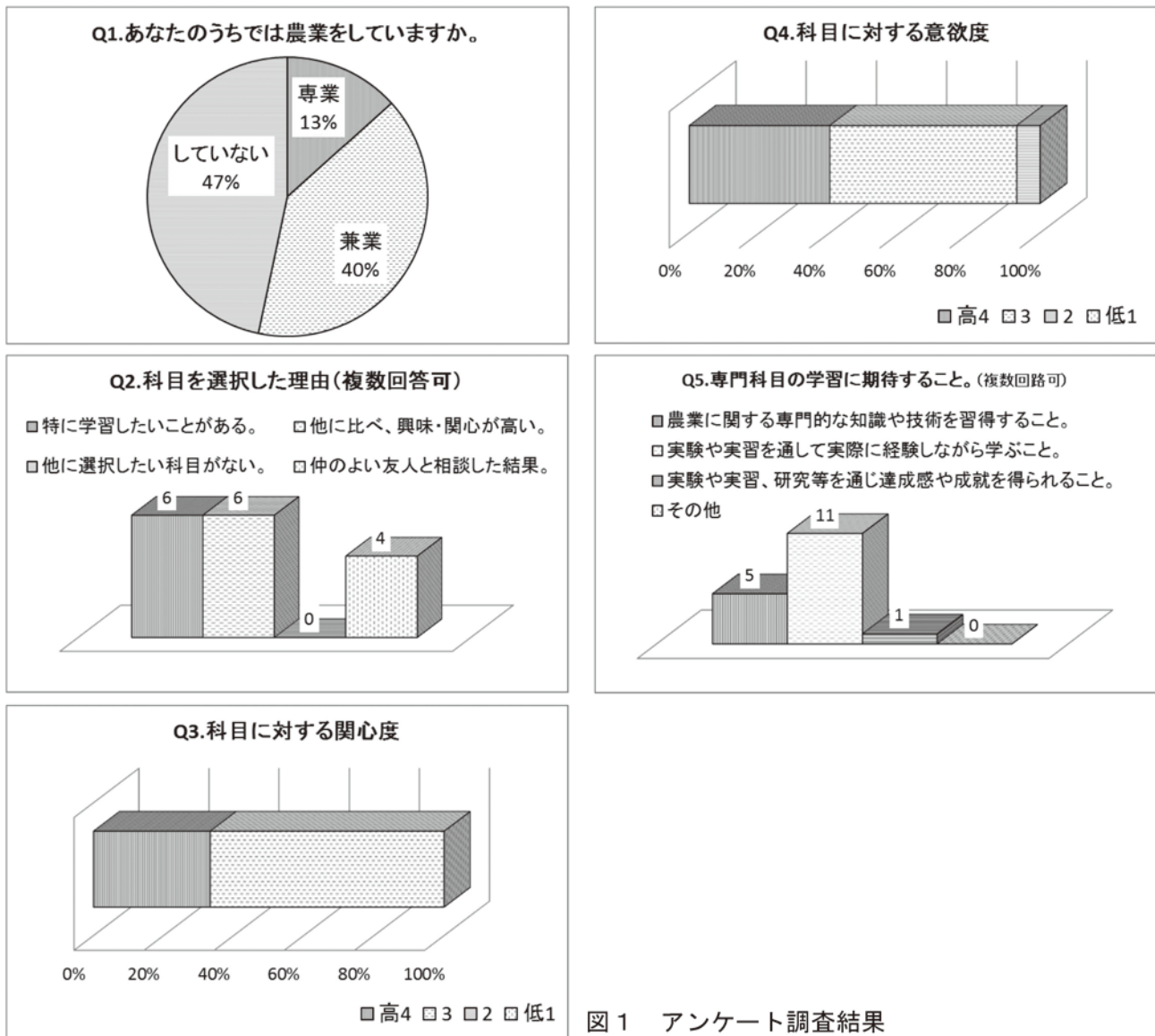


図1 アンケート調査結果

【アンケート自由記入欄（Q6. 専門科目を学習してきたなかで印象に残っていることがあれば教えてください。）】

- 教室の授業だけでなく、農作物の栽培を実際に体験、経験できたこと。
- ハウスのなかでの管理作業が中心の温室メロンの栽培実習は、とにかく暑くて大変でした。無事に収穫することができた時の達成感は忘れられません。
- 実習で行われる多く管理作業には、科学的な考えが行われていることに驚いた。
- 自分たちで栽培したものを食べることができていることに魅力を感じています。

## ア 1 時間目の授業

段階	学習活動	指導上の留意点
導入	・本時の学習内容を把握し、教科書の学習内容との関連性について理解する。	
展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>・栽培技術について学習する。</li> <li>I 露地栽培               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) マルチ栽培</li> <li>2) トンネル栽培</li> <li>3) べたがけ栽培</li> </ul> </li> <li>II 施設を利用した栽培               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 施設栽培の特徴</li> <li>2) 施設の種類とその構造</li> </ul> </li> <li>・環境を制御する目的とその方法をまとめ、発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物の生理について考えさせる。</li> <li>・(当該作物の) 栽培上の性質を理解し、必要な栽培環境を整理させる。</li> <li>・これまでの経験等から目的(温度を確保する、乾燥を防ぐ、等)を達成するための方法を考えさせる。</li> <li>・環境を制御する目的と方法を考えさせる。</li> </ul> <p>参考： 農林水産研究開発レポート No.14 進化する施設栽培 —大規模施設から植物工場まで— <a href="http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf">http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf</a> 水草神髄 第4章 植物の生理 <a href="http://www.aquagarden.co.jp/SINZUI/SEIRI.htm">http://www.aquagarden.co.jp/SINZUI/SEIRI.htm</a></p>
まとめ	・次時の学習内容の概要を把握する。	

栽培環境の制御に関する導入部分の授業ということもあり、用語の説明等が中心の授業内容であったが、単調な展開にならないよう、発表を取り入れるなどの授業の構成や、プレゼンテーションソフト及びワークシートの活用などの工夫を講じた。普段の実習でも行っているトンネル掛けや播種床へのべたがけのような簡単な処置が、植物の生育しやすい環境をつくるのに大きく関わっていることや、目的に応じて適する資材を使用することに関心を示す生徒も見られた。自己評価の結果からは、授業終了後の意欲度、関心度ともに上昇傾向が確認された。授業の学習内容に対しても、多くの生徒が理解できたと感じている。



図2 ワークシートに記入する生徒の様子

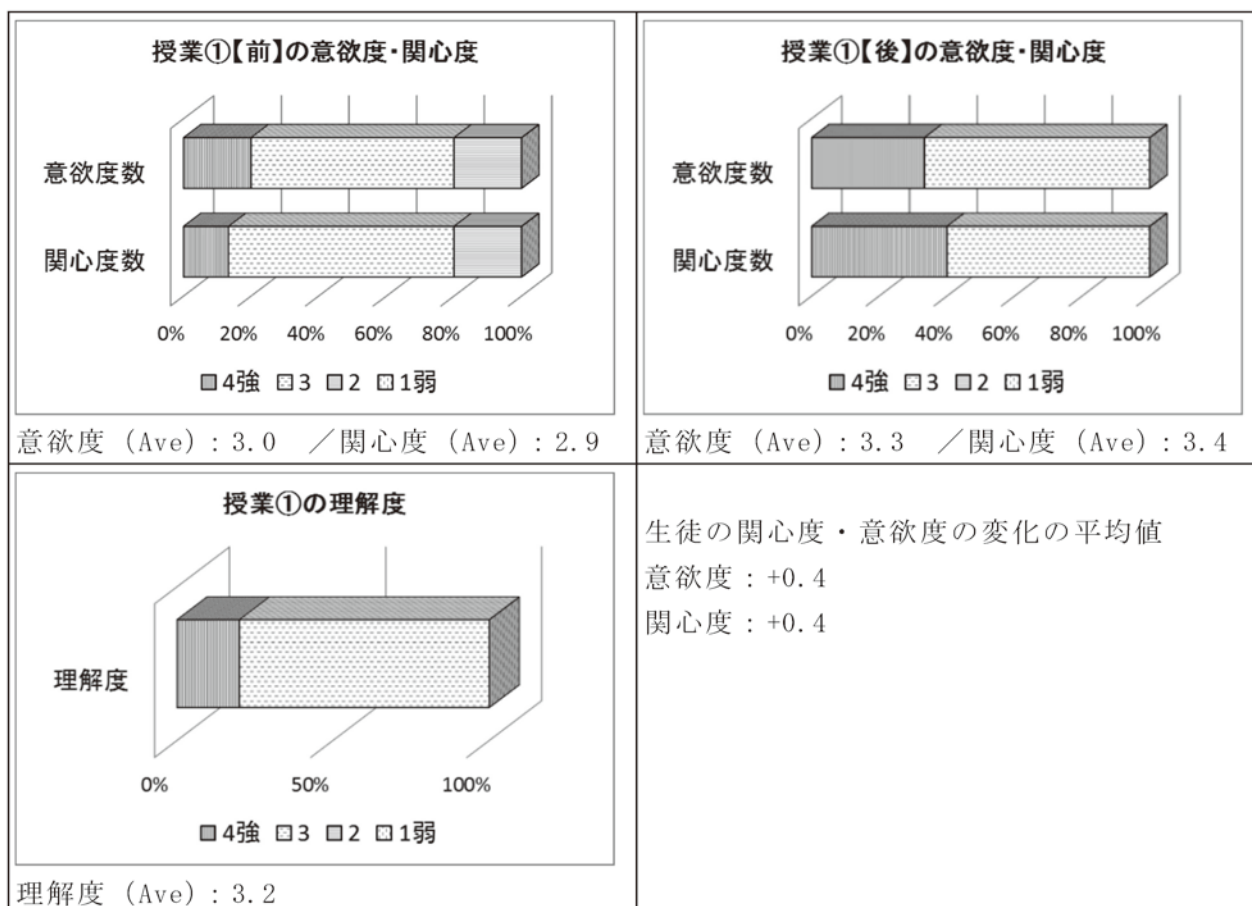


図3 アンケート調査結果

【ワークシート自由記入欄】

- 植物を取り巻くあらゆるものが、栽培環境。
- 被覆資材は、色や素材によって使い分けることが重要。作物の生育だけでなく、昆虫の活動や雑草などにも影響がでることに驚いた。
- マルチの種類によって、得られる効果が異なる。 → 適切な資材を用いることが重要。
- 植物の栽培環境をコントロールする方法はたくさんある。ガラス温室やハウスのような大きな施設だけでなく、トンネルやマルチのような簡易なものも。

イ 2時間目の授業

段階	学習活動	指導上の留意点
導入	・ 本時の学習内容を把握する。	
展開	・ 施設栽培について学習する。 II 施設を利用した栽培 3) 施設・設備とその利用 4) 施設土壌の特徴と改善 ※実験・観察 ・ 光の色（波長）の違いによる植物の生長の違いを観察する。 ・ 被覆資材の違いによる光透過性の違い	・ 施設栽培において、植物に影響を与える様々な栽培環境とその制御方法について理解させる。 ・ 植物の生育には光の強さだけではなく、波長も影響があることを理解させる。

	を観察する。(照度計・植物の栽培) ・結果をまとめ、発表する。	参考： 農林水産研究開発レポート No.14 進化する施設栽培 —大規模施設から植物工場まで— <a href="http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf">http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf</a> JB PRESS 植物工場の野菜が甘く巨大に育つ理由 <a href="http://jbpress.ismedia.jp/articles/-/12454?page=3">http://jbpress.ismedia.jp/articles/-/12454?page=3</a>
まとめ	・次時の学習内容の概要を把握する。	

本時では、前時に引き続き、植物の栽培環境の制御に関する授業を行った。露地栽培よりも、高度な栽培環境制御を行うことのできる施設栽培についての学習を進めた。光の色（波長）の違いが植物の生長に及ぼす影響の観察と、施設の被覆資材の材質や汚れ、劣化等が光の透過率に及ぼす影響についての観察を行った。光の色（波長）の違いによる植物の生長の違いの観察では、どちらの苗も徒長傾向にあったが、赤色光下で栽培された植物では草丈が高く、葉色が濃い傾向にあるという結果が得られた。照度計を用いた、被覆資材の材質や汚れ、劣化等による光の透過率の違いの観察では、観察を行った施設ごとで大きな差は確認することができなかった。二つの観察では、想定どおりの結果を得ることはできなかった。しかし、二つの観察の結果について個々の考えを積極的に出し合い議論するなど、意欲的に取り組む生徒の姿が見られた。実験・観察の結果は予測とは異なる部分もあったが、学習過程の中で生徒の意欲・関心を高めることに繋がったと考える。

今回も、授業の前後で、本時の学習内容に関する意欲度、関心度の自己評価を実施した。授業実施後に、意欲度、関心度ともに自己評価を「4」とする生徒が増加した。理解度についても、前回よりも自己評価「4」をつける生徒が増加している。一方で、意欲度については、自己評価を「2」とする生徒が見られるようになった。主な理由として挙げられるのは、授業時間に対して学習内容が多く授業展開が速すぎたことや、観察の結果が分かりにくいものであったことが原因と考える。次回以降の課題である。



図4 照度計



図5 測定の様子



図6 赤・青の光にわけられた人工気象器内の様子



図7 赤色光／左：青色光下で栽培した植物

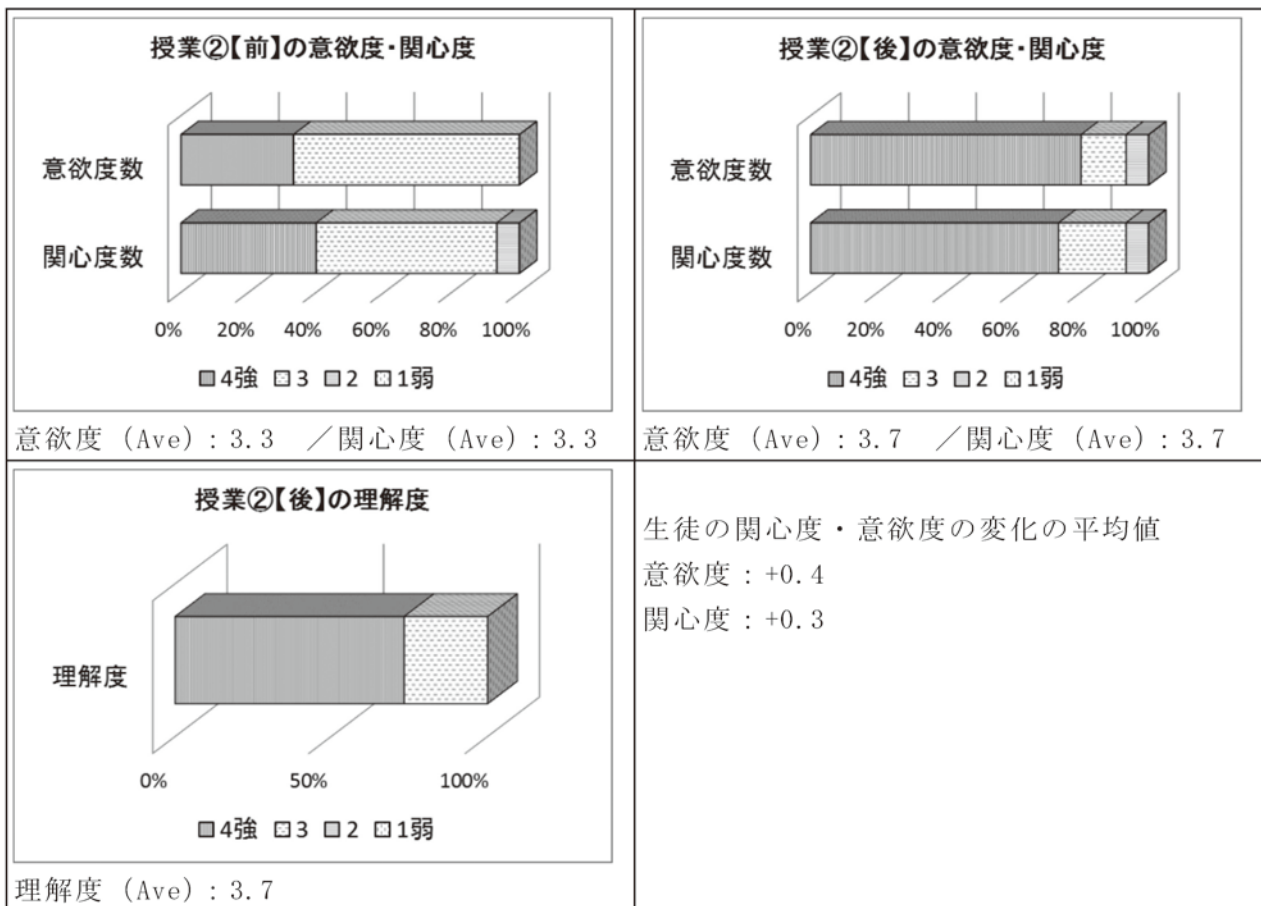


図8 アンケート調査結果

【実習レポート自由記入欄】

- 温度や光は植物の光合成量に影響を与えるだけでなく、花芽分化にも影響していることがわかった。
- 施設栽培の問題点: 塩類集積 = 施用された肥料成分 適切な施肥管理も塩類集積対策。
- 人工気象器内で栽培した植物はともに徒長してしまった。(温度の高さ・光量不足が原因?) 赤色光で栽培したものの、草丈が高く葉色が濃い印象をうけた。光の色(波長)により、生長に違いが見られたことに驚いた。

- 光の色(波長)が植物の品質に影響を与える可能性について興味をもった。
- 施設の被覆資材の材質・古さの影響が見た目ほどなかった。機器の精度の問題か？
- 施設の内外とでは、照度計の値に違いがみられた。やはり、外は明るい。

### ウ 3時間目の授業

段 階	学習活動	指導上の留意点
導 入	・本時の学習内容を把握する。	
展 開	・養液栽培について学習する。 III養液栽培 1)養液栽培の特徴 2)養液栽培の種類と利用 3)培養液とその管理 ※実験・観察 土耕栽培と水耕栽培(RW栽培・樽栽培)で栽培したメロンの生育状態を比較し、養液栽培の特徴(土耕栽培と比較した)をまとめ、発表する。	・土耕栽培、養液栽培の一般的な特徴を理解させる。 ・養液栽培を行う際に、基礎的な植物に関する知識を理解させる。 ・実習での観察を通して気付いたことから、土耕栽培、養液栽培の特徴について考えさせる。  参考： 農林水産研究開発レポート No.14 進化する施設栽培 ー大規模施設から植物工場までー <a href="http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf">http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf</a>
まとめ	・次時の学習内容の概要を把握する。	

本時は、施設栽培の一つの形式である養液栽培についての学習を進めた。本校の農場には、土耕栽培と養液栽培(RW栽培・樽栽培)で野菜を栽培することのできる温室が各一棟ずつあるため、普段の実習から土耕栽培にも、養液栽培にも馴染みがある。養液栽培の種類や培養液の作製に関する基本的知識等についての学習を、普段の実習と関連付けながら展開した。土耕栽培と養液栽培の特徴を比較し、それぞれの優位性について考える場面では、作型が同一ではない野菜の栽培管理実習の比較であったため難しいところもあると考えたが、多くの生徒が普段の管理実習で気付いたことをまとめることができた。

授業前後に本時の学習内容に関する意欲度、関心度の自己評価を実施した。授業終了後に、意欲度、関心度ともに自己評価「4」をつける生徒が増加している。関心度においては、自己評価「2」をつける生徒が減少している一方で、意欲度については、自己評価を「2」とする生徒が見られるようになった。理解度については、全員が学習内容を理解できたと考えたが、概ね自己評価「3」の割合が高い。植物の必須元素やpH管理・EC管理等の学習には、化学的な知識が必要なこともあり、生徒の理解が十分に進まなかったことが考えられる。





図9 養液栽培（樽栽培）の  
メロン栽培管理実習風景



図10 養液栽培（RW栽培）の  
メロン栽培管理実習風景

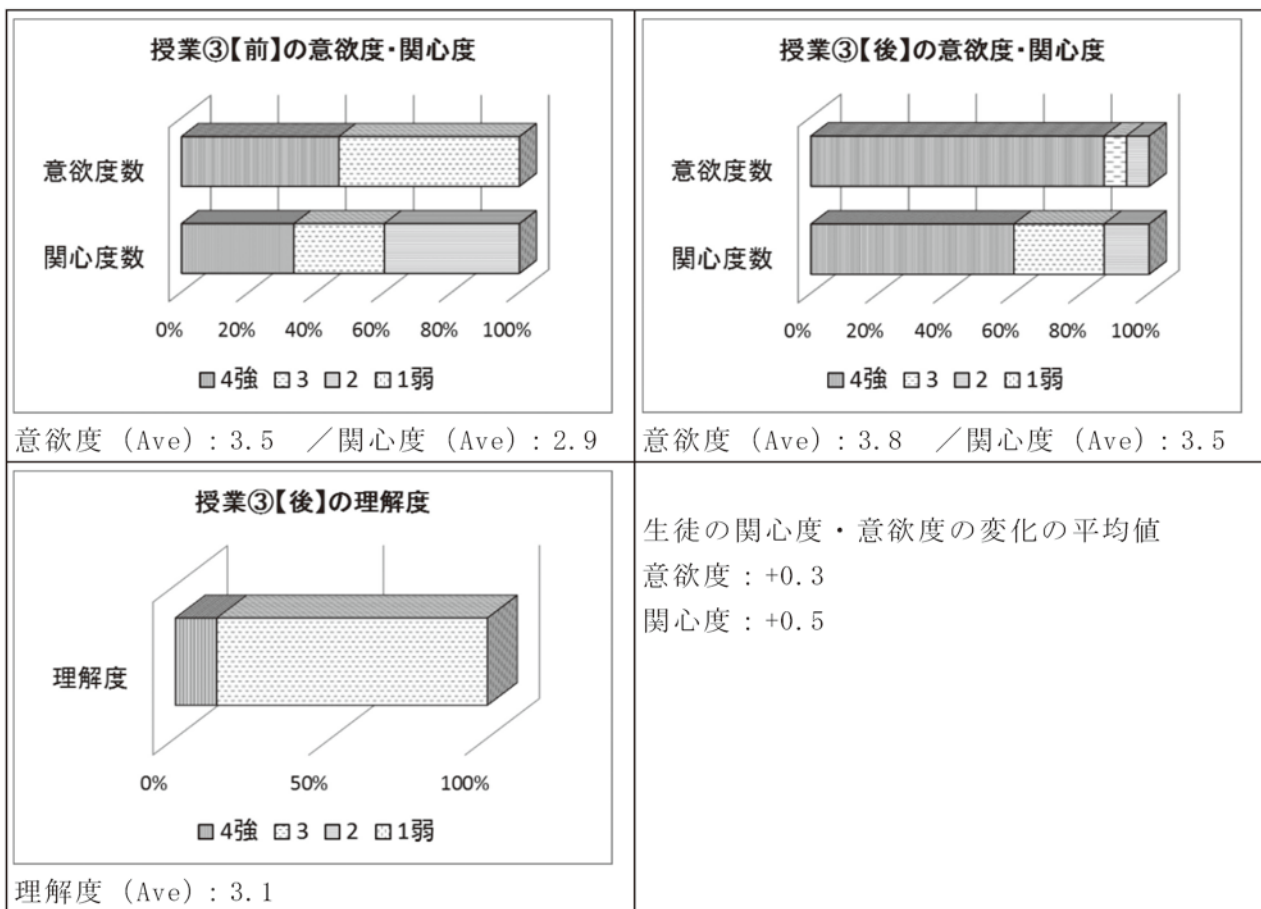


図11 アンケート調査結果

**【実習レポート自由記入欄】**

- 植物の生長には欠かすことのできない元素(必須元素)がある。養液栽培で用いられる養液には、この全ての元素が過不足なく含まれていなければならない。
- 土耕に比べ養液栽培では、定植後の生長がはやく茎葉部も大きくなる傾向がみられた。養水分を吸収しやすく、生長がはやい？
- 土耕栽培に比べて、地下部が環境の変化を受けやすい。温度、水分変化等の変化が直接的。養分吸収によって、土壌のpHも変化する。

●土耕に比べ養液栽培は、栽培管理しやすかった。

・肥料(有機資材)の臭いが強い ・果実が大きくなる際の水管理 ・汚れにくい作業環境

#### エ 4 時間目の授業

段 階	学習活動	指導上の留意点
導 入	・ 本時の学習内容を把握する。	
展 開	<p>・ 植物工場について学習する。</p> <p>IV植物工場</p> <p>1)マイコンによる複合環境制御</p> <p>2)植物工場の実際</p> <p>日本における現状とともに、普及段階にまで発展している世界の先進的な例を学習する。エネルギー効率や生産コスト、震災復興で植物工場が注目を集めている点についても学習し、植物工場の今後の展望について自分の考えを発表する。</p>	<p>・ 施設栽培において、植物の栽培環境を制御する様々な方法について理解させる。</p> <p>・ 植物工場の種類について学習し、その特徴について理解させる。</p> <p>・ 植物工場の様々な事例から、その利点や今後の課題について学習させ、植物工場の今後の展望について考えさせる。</p> <p>参考： 農林水産研究開発レポート No.14 進化する施設栽培 —大規模施設から植物工場まで— <a href="http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf">http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/pdf/no14.pdf</a></p>
まとめ	・ 人工環境における植物の栽培技術についてまとめる。	

栽培環境の制御に関する単元のまとめとして、野菜の栽培環境を最も人工的に制御し栽培することができる施設である植物工場について学習を進めた。学習前に行った、本時の学習内容に関する意欲度、関心度の自己評価では、これまでの授業での取組もあり、意欲度、関心度ともに高い結果が得られた。複雑な環境制御の方法や植物工場の分類等について学習した後、植物工場の利点や導入に当たっての課題等について考えさせた。作目によっては安定的な供給が可能な点や、土壌や土地を選ばない点にメリットを感じながらも、設置コスト・ランニングコストの両面から、現状での普及は難しいという意見が大半を占めた。一方で、様々な理由で農作物を作ることができない場所で、農作物を栽培することが可能になるという点は、人口の増え続けていく世界にとって魅力的であるとの意見も聞かれた。授業終了後のアンケートからも、生徒が意欲的に授業に参加していたことが窺えた。

植物工場と  
聞いて  
どんな印象を  
うけますか？

#### 完全人工光型

- 約7割が民間企業や団体
- 1千㎡未満が8割
- 従業員規模：小  
(5~40人程度)
- 葉菜類の生産が中心
- 農地以外  
原則どこでも可

#### 太陽光利

- 2/3が農
- 5千㎡以上
- 従業員規模  
(数十~15
- 葉菜類の
- 果菜類も生
- 農地にも立

\*もやし、かいわれ、キノコも  
広く工場的な栽培がなされている。



図12 ワークシートをまとめている様子

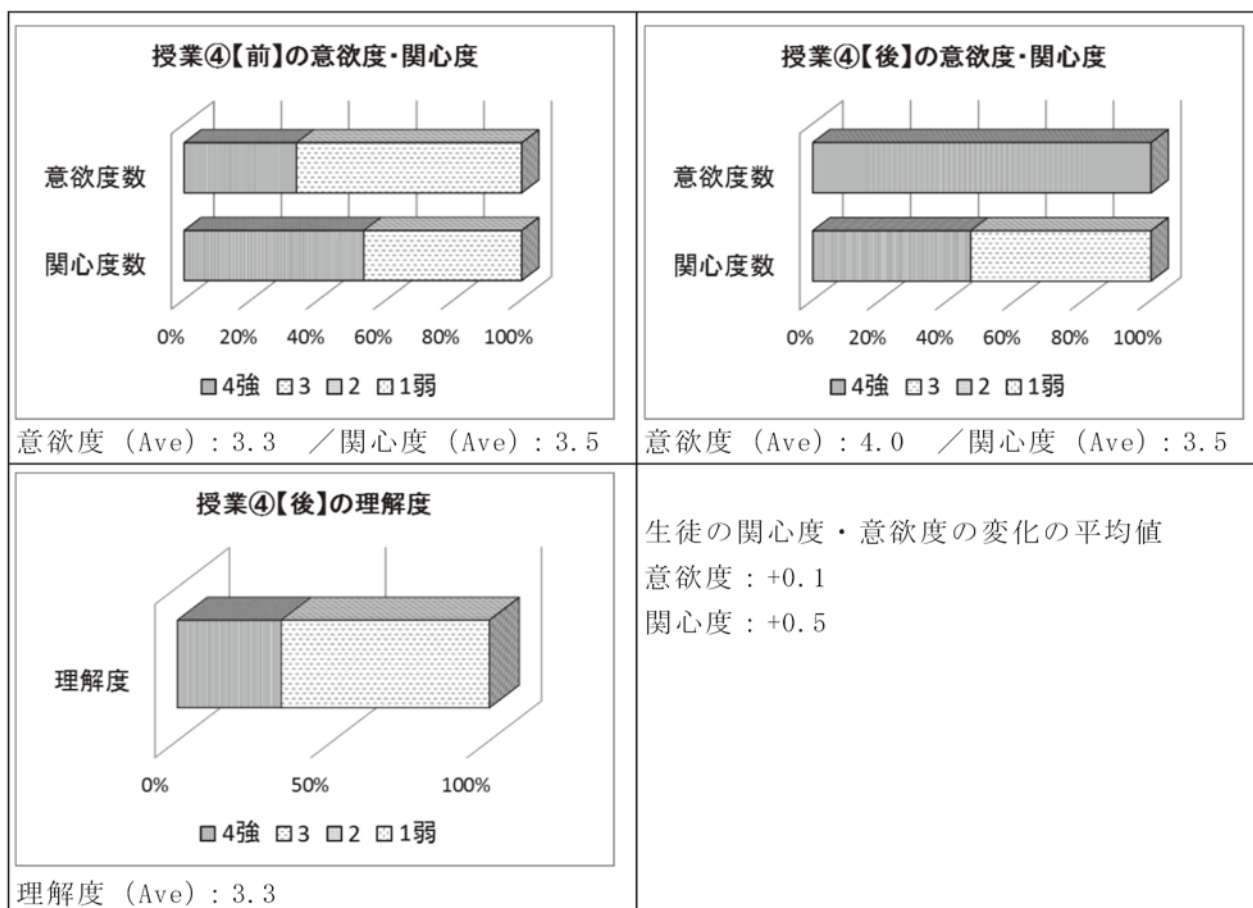


図13 アンケート調査結果

**【ワークシート自由記入欄】**

- 植物工場には、さまざまなタイプがある。  
完全人工光型・太陽光利用型 / 農地以外での導入例 / 導入コストとランニングコスト補助金(農業以外)制度の違い / 栽培に向く作目・不向きな作目  
導入する上では、栽培に関する技術的なことだけでなく、制度についての理解も必要。
- 「植物工場」という響きに馴染みはないが、モヤシ、カイワレ、キノコ等が栽培されている環境も植物工場であるとわかり、決して遠い世界の話ではないと感じた。
- 栽培に向く作物においては、安定的な供給が可能な点、地目や土壌の種類を選ばなくてよい点など導入する上でのメリットが感じられた。
- 設置コストやランニングコストのことを考慮すると、現状での普及は難しいのでは？
- エネルギーやコストなど解決しなければいけない課題は多いが、様々な理由で作物を作ることのできない場所で農作物を栽培できるようになる(通常では農作物を生産できない、中東での導入例等)ことは、人口増加していくであろう世界においては魅力的なのでは。
- 「植物工場」内では雑菌が少ないように管理されているので、逆に何らかの菌が混入した際にはその菌が一気に繁殖してしまうと思う。安全な食糧生産の為に品質管理が大切。

### 3 まとめ

#### (1) 成果

本事例では、科目「野菜」の栽培環境と生育の調節及び人工環境における栽培技術の単元において、実習での観察等を通して栽培環境が野菜の生育に与える影響に目を向けさせ、多様化・高度化する野菜の人工環境における栽培技術への興味・関心を高めさせることを目指した。アンケートの結果からは、授業の前後で科目「野菜」に対する生徒の学習意欲や関心が高まったという結果が得られた。新しい栽培技術やそれに関わる知識を、自分たちが実習を通じて経験したものと結び付けることで、より高い効果が得られたものとする。また、授業の前後に生徒自身が、授業に対する自己の関心や意欲について評価をすることが、授業に対する動機付けの一つとなり、回を重ねるにつれて関心や意欲の向上に繋げることができた。

人工環境における基本的な栽培技術について総合的・体系的に理解させることをねらいとしたが、理解度の推移を見ると概ね満足な結果が得られた。「植物工場」を題材とした4時間目の授業では、生徒の意見交換の様子やワークシートの内容から、単元の学習内容について総合的に理解できているものと判断できた。今回、1～3時間目の授業に発表の学習形態を取り入れたが、発表前に自らの発表内容を整理するプロセスが、学習内容の定着にも繋がったものとする。発表の様子からも回を重ねるたびに表現力の向上を見取ることができ良い結果が得られた。

#### (2) 課題

教科「農業」において取り扱う教材の性質上、今回の事例のように、教科書で取り扱っている内容と圃場で栽培されている植物とが一致しないことは、今後も考え得ることである。より綿密な指導計画と生産計画の調整が必要である。生徒が実習を通して経験したことを生かし、より効果的に学習を進めていくためにも、日頃の管理実習において、今以上に細やかな記録をまとめさせておく必要がある。また、農業生産に関する新しい事例を取り入れたり、実習等の体験活動を通じて生徒の好奇心を刺激したりすることで、学習に対する意欲や関心を引き出すことができると考える。

実習や観察の結果について考察し、発表を行うまでの学習指導計画の場合には、生徒全員が主体的に取り組むことができる工夫が必要である。そのためには、グループ学習と個々に考えさせる学習を組み合わせることで、生徒の主体性や言語能力を育成する効果が期待できる。こうした視点に立ち、授業改善を繰り返していくことが必要である。

#### <参考文献>

高等学校学習指導要領解説 農業編 文部科学省 平成22年6月