

＜バイオ生産システム＞

科目「食品製造」に関する実験教材の作成 —基礎的・基本的な知識の定着を目指して—

沖縄県立中部農林高等学校教諭 宮 城 耕 一

I テーマ設定の理由

高等学校学習指導要領解説 総則編では、「学校のエ育活動を進めるに当たっては、各学校において、生徒に生きる力をはぐくむことを目指し、創意工夫を生かした特色ある教育活動を展開する中で、基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむとともに主体的に学習に取り組む態度の育成に努めなければならない。」とされ、思考力・判断力・表現力の育成が明確化されている。また、教科「農業」の目標は、「農業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、農業の社会的な意義や役割について理解させるとともに、農業に関する諸課題を主体的、合理的に、かつ倫理観をもって解決し、持続的かつ安定的な農業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる。」と改訂された。つまり、教科「農業」の学習では、体験的・継続的な学習を通して基礎的・基本的な知識と技術の習得を図ると同時に、諸課題を主体的に受けとめ、科学的に思考し、合理的に判断して解決できる実践力の育成が必要であり、これまで以上に思考力、判断力、表現力をはぐくませる指導の工夫が必要である。

本県における農業教育は、実験・実習を通して栽培や飼育、加工などの体験的・継続的な学習や課題解決型学習を展開し農業に関する興味・関心を高めている。

本校食品科学科は、実習を展開する中で、実習記録簿を活用した記録学習を行い、食品製造における知識と技術の習得を図っている。また、本校の努力目標の一つである「地域に開かれた学校づくりの推進」を実現するため、地域行事への参加や地域と連携した取り組みの強化に努めている。このような学習活動は地域からも高い評価を受けており、生徒の学習に対するやる気を向上させるとともに、コミュニケーション能力などの社会適応能力の育成を培う場としても重要な役割を担っている。しかし、その反面、地域行事や学校行事に対応するため、生産性を重視した技術の習得を図る加工実習が中心となり、座学と実習の割合に偏りが見られるのが現状である。生徒は、実習の繰り返しを通して「原料の計量ができる」「器具の使い分けができる」「卵の泡立ができる」「パンの製造において分割、計量、まるめ、成型ができる」等の基本的な食品加工技術の定着は図れている。しかし、「なぜこの原料を使用するのか」「なぜこの配合量なのか」といった原料の特性についての学習は十分とは言えない。

科目「食品製造」の目標は、「食品製造に必要な知識と技術を習得させ、食品の特性と加工方法及び貯蔵の原理を理解させるとともに、品質と生産性の向上を図る能力を育てる。」としている。原料の特性を理解させることは、科目「食品製造」の目標である食品の特性と加工方法及び貯蔵の原理を理解させることにつながると思う。学校行事等への対応等で限られた時間の中で、効率よく「原料の特性」を理解させる授業の工夫が必要である。そこで、科目「食品製造」における原料の特性の理解を図るためには、観察、調査、記録が行える実験教材の開発が必要だと考える。

新高等学校学習指導要領が示すように、思考力・判断力・表現力を育成しながら知識の定着を図るには、実験教材を活用し、実験の結果を論理的に思考し、総合的に考察させ、書くことを通して深く考える活動を繰り返すことが重要であることから、実験教材を活用することで、科目「食品製造」の知識の定着と学習意欲や興味・関心が高まると考え本テーマを設定した。

〈研究仮説〉

科目「食品製造」における「食品の特性」を理解させる上で、観察、調査、記録ができる簡易実験を行い、書くことを通して論理的、総合的に深く考察させることで、思考力・判断力・表現力の育成と同時に、科目「食品製造」における知識の定着を図り、興味・関心が向上するだろう。

II 研究内容

1 実態調査

(1) 目的

高等学校学習指導要領の教科「農業」における指導計画の作成と内容の取り扱いでは、「農業

に関する各学科においては、原則として農業に関する科目に配当する総授業時数の 10 分の 5 以上を実験・実習に配当すること」と示されていることから、各学校の科目「食品製造」における座学と実習の割合を調査するとともに、本校生徒の実態調査を行い、本研究の参考資料とした。

(2) 実態調査

① 対象

県内農林高校(4校)科目「食品製造」担当者 11 名
及び中部農林食品科学科 1 年生 40 名

② 調査科目 食品製造

③ 結果と考察

1 年生における科目「食品製造」の座学と実習の総時数に対する割合について調査をしたところ、座学は 36.3%で実習が 63.8%であった(図 1)。D 校以外の学校においては、平均 78.3%が実習に当てられていることから、科目「食品製造」では体験的な製造実習を中心とした学習を展開していることがわかる。また、製造実習の内容については各学校でばらつきが見られるが、平均すると 54%が技術力の向上を目的とした実習で、46%が生産性を重視した実習であることが分かった(図 2)。そして、各学校の学年ごとの実習内容は、学年進行とともに生産性を重視した実習が増えていることがわかった。1 年生においては技術の習得を図る実習に趣がかけられている様子が見えたと(図 3)。一方、食品に関する知識の習得を図る学習方法については、座学での教科書を活用した学習が 80%超で、実験の展開については 15%程度であることが分かった(図 4)。

生徒への「パンの製造工程がわかりますか」の問いに 92.1%の生徒がわかると答えている(図 5)。この結果は、生徒自身の加工実習における興味・関心が高いこともあるが、実習を中心に授業が展開されていることで加工技術の定着が図れていると考えられる。しかし、学年進行にともなって生産を重視する実習が増えていることは、原料の特性に関する知識定着を図る授業が十分確保されているとは言えず、限られた時間のなかで原料の特性を理解させる授業の工夫を図る必要があると考えられる。

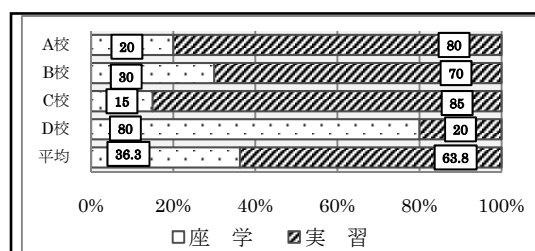


図 1 食品製造における座学と実習の割合

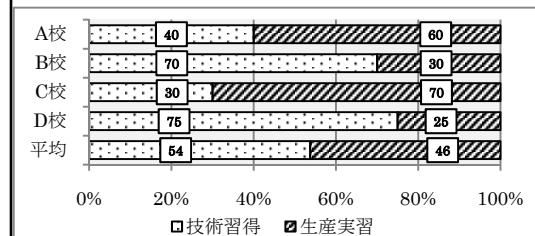


図 2 実習における学習内容

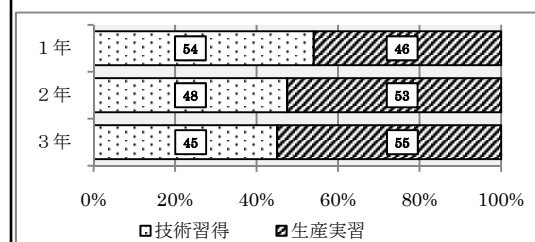


図 3 学年ごとの実習内容

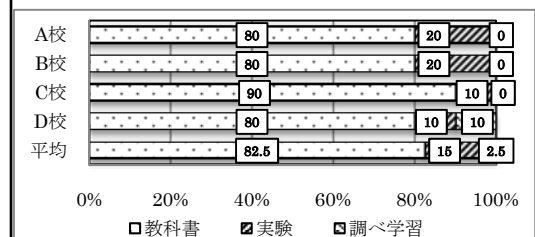


図 4 基礎的な知識の習得を図る学習内容

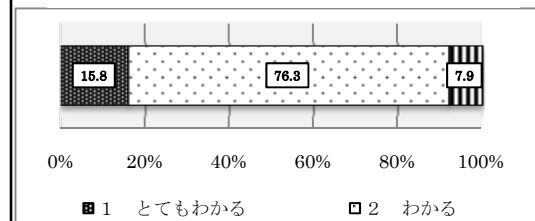


図 5 パンの製造工程がわかりますか

2 貯蔵に関する実験マニュアルの作成

平成 25 年度から実施される「新高等学校学習指導要領」では、食品製造の目標に、新たに「貯蔵の原理」が導入された。県内の農林高校においては、みそや薫製ハム、濃縮飲料(酸乳飲料・ヒラミレモン)など、貯蔵について学習できる生産物を加工・製造している。多くの生産物の中から、製品の完成までに長期間の貯蔵が必要であり、原料の米こうじに由来する微生物の発酵によって生み出される「みそ」に関する実験マニュアルの作成をおこなった。その中で、微生物から生産される酵素の特質を体験的、実地的な観察、調査、記録などの活動を通して理解することによって、貯蔵の原理に関する知識に繋がるように作成した。実験マニュアルを作成するに当たり、各種分析機器の操作の習得と学習素材の収集を行った。

(1) 分析機器の操作

① pH/EC 測定機器の操作習得

pH/EC 測定機器は水の酸性やアルカリ性の度合いを数値化することや、無機イオン濃度を容易に調べることができる。授業では、みそや農産物の pH 測定や土壌の無機イオン濃度の測定実習で活用できるため操作方法を習得した（図 6）。

②液体クロマトグラフィの操作習得

液体クロマトグラフィは、耐圧定流量ポンプで移動相を送液させることで、試料（混合物の中の各成分）を迅速に分離・測定する分析機器である。授業では、農産物の糖分析やビタミン分析、みその経時的アミノ酸の含有量などの分析に活用できるため操作方法を習得した（図 7）。

③ガスクロマトグラフィの操作習得

移動相に不活性ガス（ヘリウム）を使用し、試料を気体化して迅速に分離・測定する分析機器である。授業では、農産物やみその脂肪酸分析や香り成分などの分析に活用できるため操作方法を習得した（図 8）。

④原子吸光光度計の操作習得

可燃性（アセチレン）ガスで、試料を燃焼して気体化させ迅速に分離し無機成分の有量を測定する分析機器である。授業では、みその無機成分の分析に有効であるため操作方法を習得した（図 9）。

⑤炭素・窒素同時測定装置の操作習得

炭素・窒素同時測定装置は、別名 C/Nコーダーとも呼ばれている。授業では、みその粗タンパク質の含量を経時的に定量できるので操作方法を習得した（図 10）。

(2) 素材の収集

画像を活用することで、原料の特性に関する興味関心の向上が高まると考え素材を収集した。

①顕微鏡による加工原料の撮影

（電子顕微鏡によるこうじ菌の観察）

電子顕微鏡は細く絞った電子線を試料に照射し、反射した電子を検出して試料を観察する。光学顕微鏡は観察できない高い倍率で観察することができ、立体感のある画像を得ることができる。また、ノート PCでの操作・観察が行える。みそ製造の原料であるこうじ菌の菌糸や分生胞子の様子などを撮影し、授業で活用できる素材とした（図 11）。

②マイクロスコープによる加工原料の撮影

（こうじ菌によるはぜ回りの撮影）

マイクロスコープの光原は落射照明を搭載し、カメラには 211 万画素の高解像度であるため、凹凸や奥行きのある物も鮮明な映像で撮影できる。ピントを一度合わせると、ズームでピンがズレることが少ない。その上、観察距離が非常に長いので、突起のある対象物にもぶつからず、観察できる。操作性においても、実際にレンズ搭載部を手に持ち、突起のある対象物をあらゆる角度からの撮影が可能である。モニタを見ながら倍率変更や、フォーカスエリアの指定を行うことができる。手動調整も簡易できることもあり、拡大観察が可能である。みそ製造で使用する米こうじのはぜ回りの状態を撮影し、授業で活用できる素材とした（図 12）。

③微速度撮影

（こうじ菌によるはぜ回り）



図 6 PH メーター



図 7 高速液体クロマトグラフィ



図 8 ガスクロマトグラフィ



図 9 原子吸光光度計



図 10 炭素・窒素同時定量装置

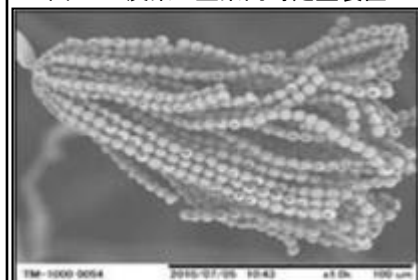


図 11 分生胞子の撮影

微速度撮影とは、長い時間の物の変化を一定の間隔をとりながら撮影し、短い映像を早送りのように再生する方法である。長時間の観察が必要とされる実験において、物質の変化を短い映像で確認できる。実験でのソフトウェアは、フリーソフトのSlowCAMを使用した。授業では、こうじ菌が菌糸をのびし、繁殖していくはぜ回りの様子を撮影し、授業で活用できる素材とした(図13)。

(3) 実験マニュアルの作成

① みそ製造における簡易実験マニュアル

ア 米こうじの培養(製麹)

みそ製造においてこうじ作り(製麹・せいきく)が最も重要であり、みそ製造の基本である。こうじ菌を蒸し米に繁殖させるのは、こうじ菌を活性化させこうじ菌の特性である酵素をより多く生産させるためである。その酵素は、発酵・熟成過程において原料の分解に大きく関与し、みその風味を生み出している。こうじ菌が生産する主な酵素はアミラーゼとプロテアーゼであり、酵素アミラーゼはデンプンをブドウ糖、麦芽糖に分解してみそに甘みを与え、酵素プロテアーゼにおいては、タンパク質をうまみ成分であるアミノ酸に分解する特性がある。つまり、こうじ菌はみその、甘み、うま味といった、みそ独特の風味を引き出す上で最も重要な原料であることから、米こうじの培養方法と酵素の基質性を学習できる実験マニュアルを作成した(図14)。

イ みそ製造における簡易実験マニュアル

発酵や熟成を伴うみそ作りの学習でこうじ菌の特性である酵素アミラーゼとプロテアーゼを生産することとその役割が理解できる簡易実験マニュアルを作成した(図15)。



図12 こうじ菌のはぜ回りの撮影



図13 微速度撮影
こうじ菌の繁殖



図14.15 みそ製造における簡易実験手引き書・〈米こうじの培養(製麹)・こうじ菌の特性

3 思考力・判断力・表現力を育成する実験教材の作成

高等学校学習指導要領解説農業編においては「農業の実験・実習には、学習内容を援助する実験・実習学習、内容を検証する実験・実習、技術の習得を図る実験・実習などがあるが、その指導に当たってはいわゆる座学との関連性を図るとともに、学習の目標や方法を明確に示すことが必要である。生徒がその実験・実習の必要性を理解し、主体的に取り組むとともに、問題を発見し、仮説立て、思考することの出来る場面のある実験・実習とすることが大切である。」としている。さらに学習指導要領総則第1節教育課程編成の原則において、「各教科では、基礎的・基本的な知識・技術を習得しつつ、観察・実験をし、知識や経験に照らして自分の考えをまとめて自分の考えを考

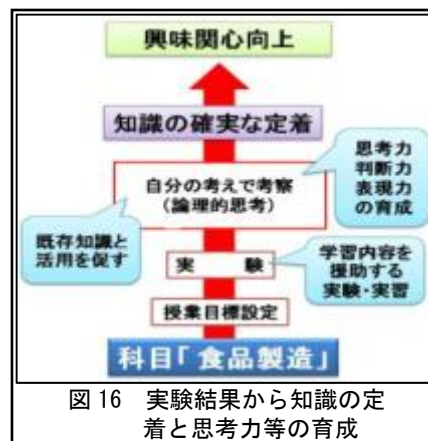


図16 実験結果から知識の定着と思考力等の育成

察するといった知識と技能の活用を図る学習活動を行うことで、思考力・判断力・表現力等がはぐくまれるとともに、知識技能の活用を図る学習活動が知識・技能の習得を促進する。」と明記している。つまり、科目「食品製造」においても、観察・実験を通して、仮説を立て、自分の考えで考察し、既習事項の活用を図る学習活動を生徒に意識させながら展開することで、思考力、判断力、表現力の育成と知識と技能が確実に習得され则认为（図 16）。アンケートの回答でもあったように、本校は加工実習が中心となった学習が展開されていることから、限られた時間のなかで、効果的に思考力等を育成する実験教材の作成が必要である。

食品系学科では、単元「穀物の加工」において製パンを中心に学習している。本研究では、小麦粉・酵母菌・食塩といったパン製造に使用する原料の特性とその役割に関する実験教材として、思考力・判断力・表現力等が育成されると同時に、原料の特性に関する知識の定着が図られることを目的とした指導者用の実験指導書と生徒用ワークシートの両方を作成した。

(1) 指導者用の実験指導書

指導者用の実験指導書は、実験方法やその結果がメインとなるのではなく、実験を通して、観察する、調べる、記録する、といった展開から、書くことで深く考えさせ、既習事項を活用しながら自分の考えをまとめて考察し、製パンに使用する原料の特性を導き出すことで、思考力・判断力・表現力がはぐくまれ、知識の定着が図られるように作成した。また、常に考察をしながらの学習展開であることから生徒自身に原料の特性を導くことができるような手だてを各項目に設けた（図 18）。

(2) 生徒用ワークシートの作成

生徒が実験の結果から「原料の特性」を導きだし、既存の知識を活用しながら自分の考えで考察することで、知識の定着が図られるように構成した。また、既習事項の活用や実験結果の考察を通して思考力・判断力・表現力の育成が図られるよう留意した。さらにはこれまで学習した既習事項をフィードバックさせ、原料やその特性に対して、有機的なつながりを意識させることで、知識の確実な定着を図る手段として授業の導入時に振り返り学習ができるように「振り返りコーナー」を設けるなどの工夫をした（図 17）。



図 17 指導者用実験指導書

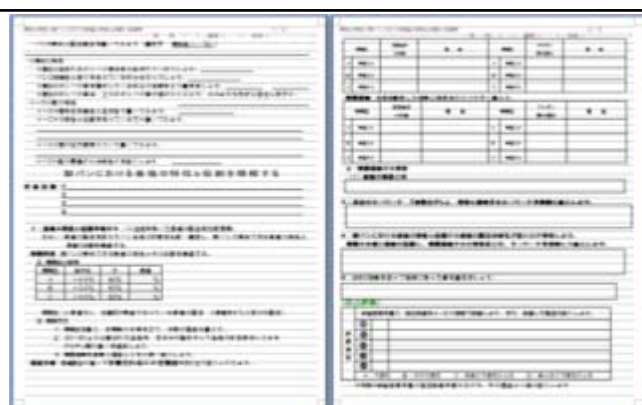


図 18 生徒用ワークシート

①ワークシートの工夫点

ア 既習事項の振り返り

授業の導入前に復習コーナーを設け、既習事項の振り返りによる知識の定着と、加工品における原料と原料の特性のつながりを意識させる。

イ 学習目標の明確化。

生徒に学習目標を明確に示し、見通しを持たすことで理解すべき学習内容の的を絞らせる。

ウ 実験結果の予測と根拠の記入。

仮説を立てる事で既習事項の活用を通して専門的知識のさらなる定着を促し、道すじを立てて実験を行うことで学習意欲を高めさせる。

エ 実験結果の考察。

既習事項を活用して知識の定着を促し、実験結果から見いだせる原料の特性を論理的に表現させ、思考力・判断力・表現力を培わす。

オ 本日のキーワード「言葉探し」

授業で活用した専門語句を記入し、考察に活用させると同時に、知識の定着を促す。

カ 原料の特性と役割の考察

実験結果の考察と学習の振り返りを通して思考させ、論理的、総合的に思考させ、考察をさせることで食品の役割を導かせると同時に、既習事項と新しい知識の関連した定着を図る知識の定着を図る。

ク 疑問に思った事の記入

授業を通して、振り返りを行い、課題意識の定着を図る。

ケ 自己評価

授業を振り返り学習目標に対しての到達度、理解度を自己評価させることにより、生徒自身の課題を気付かせる。

(3) 授業担当者が活用しやすい実験教材

食品製造 実験・実習教材集は、授業者が実験項目の中から製造実習や座学の内容と関連している題材を選び、利用できるよう Web 形式に変換し、各パソコンで共有し活用できるようにした教材集である。教材メディアは IBM Homepage Builder V11 で作成され、授業者用の実験指導書と生徒用ワークシートは、操作がワープロのように文字と画像を配置するだけで簡単に作成でき、教材の追加・加工が容易にできるようになっている。実験教材は授業者用の実験集と生徒用のワークシートと補助資料とで構成され、パソコンの環境に影響されない PDF 形式と授業者が実験材料の変更が可能な Word 文書で保存し、印刷して利用でき、「Top」ページには実験教材の「原材料の特性を知る」「加工原理を知る」「実習レシピ集」「その他の教材」の4つの大項目のリンクを設定し、どのページからでも参観したいページへ移動できるようになっている。本研究で作成した実験教材は、「原材料の特性を知る」項目と「加工原理を知る」項目に分け、各項目から題材のインデックスページへリンクし、必要な指導者用実験指導書と生徒用ワークシートを印刷できるようにした。このように、作成した実験教材を一元化することで、授業担当者が教材を共有化できるよう工夫した(図19)。



図19 食品製造 実験・実習教材集

III 授業の実際

観察、調査、記録ができる簡易実験を行い、書くことを通して論理的、総合的に深く考察させることで、思考力・判断力・表現力の育成と同時に、科目「食品製造」における知識の定着を図る事を目的に検証授業を行った。

1 考察の指導

考察の例文を示し、「主張したいこと」「主張の根拠」「誰もがわかる」といった考察の記入のポイントを例示することで、生徒が論理的に考察文を書けるよう工夫した(図20, 21)。

主張したいことを明確に書く。

(予想と結果の違いを書く)

主張の根拠を書く。

(例) その理由は、・・・であり・・・だからである。
読み手が理解できるようにまとめる。

(例) したがって、・・・の特性があり、パンにおいては・・・の役割があると考察できる。

2 単元名：第6章 農産物の加工 1穀類の加工 ④パン

3 単元の設定理由

(1) 教材観

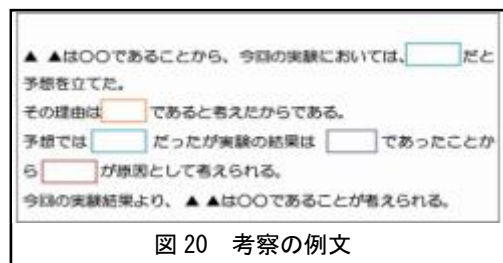


図20 考察の例文

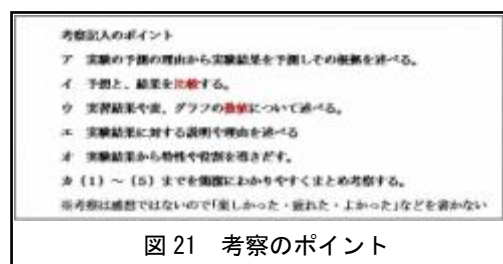


図21 考察のポイント

食品製造に必要な基礎的・基本的な学習内容を理解させるには、パン、ビスケット、ケーキなどの製造方法といった加工技術だけではなく、使用する小麦粉や砂糖、油脂類などの加工原料の特性や役割を幅広く学ぶ必要がある。その知識を深めるのに適した教材の一つが「パンの製造」である。そこで、本時においてはパン製造の加工原料である食塩の特性と役割について取り上げ、観察、調査、記録ができる簡易実験を行い、論理的、総合的に考察させ、書くことを通して深く考える活動を繰り返すことで、思考力・判断力・表現力の育成と同時に、科目「食品製造」における基礎的・基本的な知識の定着を図りたい。

(2) 生徒観

本科の1年生では、科目「食品製造」において、小麦を利用した加工品のうち、主に「パンの製造」を中心に学習している。パン製造実習においては、体験的・継続的な実習をはじめ、即売を目的とした実践的な実習を展開していることから、生徒はパンの製造における基礎的・基本的な技術の定着が見られる。そこで、授業においては、パン製造における加工原料の特性と役割について学ばせ、既習事項を活用させる指導の工夫が必要である。

(3) 指導観

加工原料の特性と役割の理解を深めさせる手だてとして、観察、調査、記録が行える実験教材が最も良い手段であると考えた。実験の分析を通して総合的に考察させることで、思考する力を育成し、思考の深まりによって知識の定着が早まると同時に観察や記録、実験結果の分析を継続させることで論理的な思考力を見につけさせ、科目「食品製造」の学習における基礎的・基本的な知識と技術の習得を図りたい。

4 単元の目標

- (1) パン製造における加工技術を習得する。
- (2) パン製造における原料の特性と役割を理解する。
- (3) パン製造における実験結果の分析を論理的に思考させ、総合的に考察させることで思考力・判断力・表現力をはぐくみと同時に基礎的な知識と技術の定着を図る。

5 単元の総時間

科目「食品製造」3単位 単元時間 88時間

6 単元の指導計画

			時 数
第6章 農産物の加工	1 穀類の加工	① 穀類の種類と特徴 ② 米 ・米の特徴・米の加工 ③ 小麦 ・小麦の構造と成分 ・小麦の加工 ・小麦粉の性状 ④ パン ・パンの製造実習 バターロールパン ⑤ 原料の特性と役割 強力粉の特性 イースト菌の特性① イースト菌の特性② 塩の特性 砂糖の特性 油脂類の特性 ⑥ 製造工程のポイント 菓子パンの製造 アンパン クリームパン デニッシュ	2時間 2時間 10時間 6時間 10時間 12時間 事前授業 事前授業 事前授業 本 時 6時間 30時間

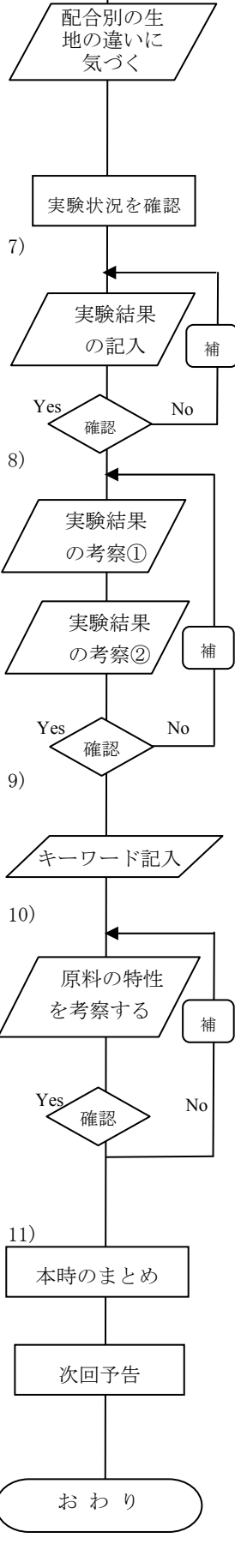
7 本時の学習指導

- (1) 主題名：製パンにおける塩の特性と役割
- (2) 指導目標
 - ①食塩の特性を理解する。
 - ②食塩とタンパク質の関係を理解する。
 - ③製パンにおける食塩の配合量の意味がわかる。
 - ④予測を立て、考察ができる。
- (3) 評価の観点

- ① 関心・意欲・態度：製パンの「原料の特性と役割」に興味関心を持ち、実験・実習に意欲的に取り組んでいる。
- ② 思考・判断：既存の知識を活用して実験結果の予測とその結果の根拠を示すことができる。
- ③ 技能・表現：実験を正確に行い、実験結果を総合的に判断し考察ができる。
- ④ 知識・理解：原料の特性と役割を理解し記入できる。

8 本時の展開

	学 習 の 流 れ	教 師 の 活 動	生 徒 の 活 動	評 価 の 観 点
導 入 15 分	1) はじめ 2) 前回の学習の振り返り 問題提示・発問 発問への思考 確認 Yes No 補 3) 本時の説明	出席点呼 生徒の動向を確認する。 1) 前回の学習を復習する これまで学習した内容を確認する。 2) パンの原料とその配合について発問し、原料配合を意識させ、食塩の特性と役割に疑問を抱かし、実験の予測へとつなげる。 3) 本時のねらい及び学習目標を示す。 4) 実験区を説明する 食塩の配合別比較実験の実験区と観察方法を説明する。	1) 前回の復習をワークシートへ記入する。 2) 製パンにおける原料配合を再確認し、本時のねらいである食塩の必要性に疑問を持つ。 3) 本時のねらい及び学習目標を記入する。 4) 実験区がわかる 食塩の配合別比較実験の実験区と観察方法を理解する。	前回の学習内容を理解し本時の学習内容を理解できたか。 (関・意・態) (知・理) 食塩の配合に疑問を抱いたか。(関・意・態) 実験区の違いが理解できているか。 (関・意・態)
展 開 20 分	5) 実験の予測 教諭からの質問 既習事項の振り返り 確認 Yes No 補 根拠の記入 6) 実験の実施	5) 実験結果の予測をさせる 実験結果の予測をさせる際に、既習事項を振り返らせパン生地を表現する知識を再確認させる。 ※机間巡視を行う。 既習事項を活用させ、実験結果の予測を記入させる。 ※机間巡視を行う。 6) パン生地の比較をさせる 食塩の配合別パン生地を触診させ、食塩の割合による生地の弾力、伸展性などの違いに気づかせる。	5) 実験結果の予測をする 既存の知識を振り返りからパン生地を表現する知識を再確認する。 「張り」「粘弾性」「伸展性」「グルテン膜」「膜状組織」 既習事項を活用し、実験結果の予測を記入する。 6) パン生地を比較する 食塩の配合別パン生地を「まるめ」「整形」「捏ねる」「引き伸ばし」等を行い、食塩の割合による生地の違いに気付く。	既存の知識を振り返る姿勢が見られ理解しているか。 (関・意・態) (思考・判断) (知識・理解) 予測の根拠を考え、既習事項を活用して予測の記入ができるか。 (思考・判断・表現) (知識・理解) 実験に対して意欲的に取り組んでいるか。(関・意・態)

展開 45 分 まとめ 20 分		 ※机間巡視を行う。 7) パン生地に触れ、張り、弾力、伸展性の違いに気付かせ、パンの生地の違いを根拠立てて理由を記入させる。 ※机間巡視を行う。 8) 実験結果の考察 ①食塩の特性。 実験結果から、食塩とタンパク質（グルテン）の関係に気付かせる。 ②食塩の役割 食塩の特性により、張りのあるパンに仕上がることを理解させる。 ※机間巡視を行う。 9) キーワードを記入させる 考察に活用するキーワードを振り返り、記入させる。 ※机間巡視を行う。 10) 食塩の特性と役割を考察させる。 実験の予測と結果を比較させ原料配合の意味をわらせる。 11) 本時のまとめ パン製造における食塩の割合を振り返をさせる。 ① 授業内容を振り返らせ、自己評価をさせる。 ② 疑問に思ったことを記入させる 次回の授業予告をする	 7) パン生地の張り、弾力、伸展性の違いに気付き、パンの生地の違いを根拠立てて理由を記入する。 8) 実験結果の考察 ①食塩の特性。 実験結果から、食塩とタンパク質（グルテン）の関係に気付く。 ②食塩の役割 食塩の特性により、張りのあるパンに仕上がることを理解する。 9) キーワードを記入する 考察に活用するキーワードを振り返り記入する。 10) 食塩の特性と役割を考察する。 実験の予測と結果を比較し、原料配合の意味がわかる。  11) 本時のまとめ パン製造における食塩の割合を振り返る。 ①授業内容を振り返り、自己評価をする。 ②疑問に思ったことを記入する。 次回の授業がわかる	生地の違いに気づき、既習事項を活用して根拠を検証する方法を導けるか。 (思考・判断・表現) (知識・理解) 食塩とタンパク質の関係とその役割に気付き、既習事項を活用して記入できるか。 (思考・判断・表現) (知識・理解) 実験の予測と結果から原料の特性と役割を総合的に考察し、原料配合の意味を導けるか。 (思考・判断・表現) (知識・理解)
--	--	---	--	---

9 仮説の検証と考察

(1) 検証授業後の生徒アンケート

「科目「食品製造」における原料の特性を理解させる上で、観察、調査、記録ができる簡易実験を行い、総合的に考察させ、書くことを通して深く考える活動を繰り返すことで、思考力・判断力・表現力を育成できると同時に、科目「食品製造」の知識の定着が図れるであろう。」と研究仮説を立てた。そこで、実験を取り入れたことで、生徒に原料の特性の理解度が向上し、知識の定着を図ることができたかどうかを確認するために県立中部農林高等学校食品科学科1年生40名に、検証授業前と検証授業後の変容を調査する目的でアンケートを行った。

① 授業後の生徒アンケート

ア ワークシートの検証。

観察、調査、記録ができるワークシートを活用した簡易実験を行い基礎的・基本的な知識の定着を図る学習を展開したことで、ワークシートについてのアンケートをとった。ワークシートは実験の予想・まとめ・考察が整理しやすいですかの間に(図22)、89.2%の生徒が整理しやすいと回答し、「前の授業の復習がある」「授業前に学習目標を書くことで何について勉強しているか分かる」と述べている。言葉探しにおいては「振り返りながら探すのでまとめや考察が書きやすかった」。考察については「予想・まとめ・考察がしっかり順番に並んでいるので整理しやすい」と回答している。自己評価においては「良いところも分かるし、反省点も分かるので次の授業の参考になる」などの意見があった。

だが「整理しにくいと答えた10.8%の生徒においては、「書くスペースが小さい」「考察が多すぎる」との意見があったことからワークシートを整理と記入欄のスペースを大きくするなど、改善する必要性が感じられた。しかし、全体的には生徒自身が学習の振り返えりを通してまとめや考察を行っている様子が伺えることから、学習の理解度を向上させる手だてとなっていると考えられる。

イ 実験と考察を通した理解度の向上

原料の特性と役割を理解させる手だてとして、実験を取り入れ、予測する、実験結果を考察するといった書くことを通して深く考える学習活動を繰り返した。そこで本実験による学習効果の有効性について実験結果の考察から読み取り効果について検証した。授業に実験を導入することで、学習の理解度が向上しますかの間に、94.6%、の生徒が理解度は向上すると回答し(図23)、実験結果を予測することで理解度が向上しますかの間に81.1%の生徒が理解度は向上すると回答した(図24)。実験結果を考察することで、原料の特性の理解度が向上しますかの間には、94.6%の生徒が向上すると答えている(図25)。生徒の感想からは「前から気になっていたことを実験で理解できたので、良かったです」「実験をやったので目で見て触れることができ、原料の特性をちゃんと理解できました」「何度も同じ言葉をいったり、書いたりしているうちに意味が分かるようになった」との感想があった。一方で、5.4%の生徒が実験や考察を書くことに対して否定的な回答であった。その理由については、「分かったことをちゃんと言葉で書くのは難しい」「考察やまとめが苦手」と回答しており、学習内容を理解してい

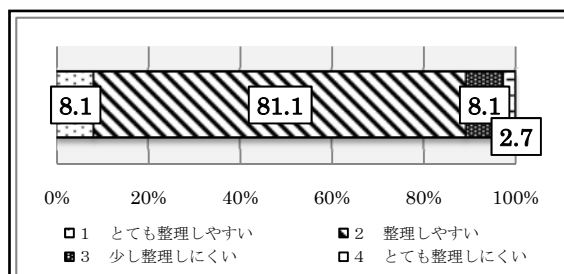


図22 ワークシートは予想・まとめ・考察が整理しやすいですか

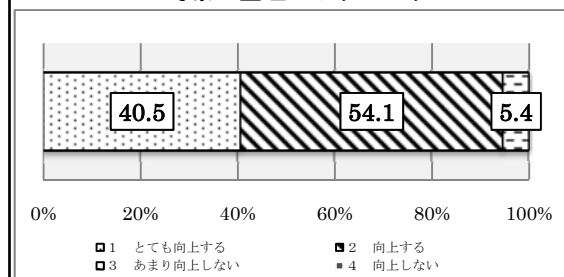


図23 授業に実験を導入することで、学習の理解度が向上しますか

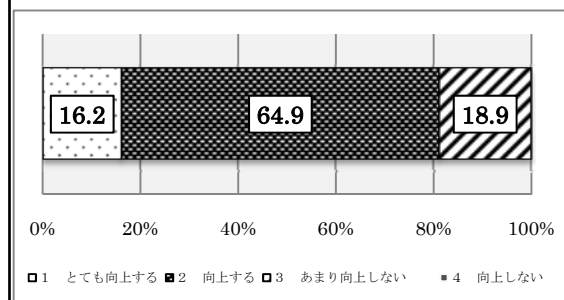


図24 実験結果を予測することで、理解度が向上しますか

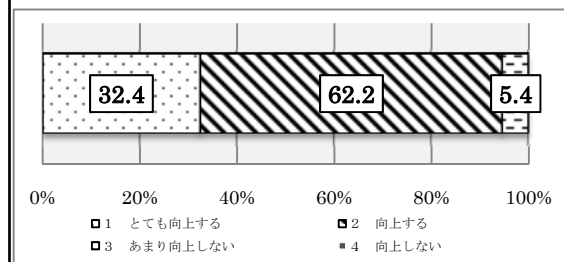


図25 実験結果を考察することで、理解度が向上しますか

るものの、考察に対して苦手意識があることが伺えた。授業の学習目標に「予測と考察ができる」と常に明記していることから「考察やまとめが苦手なので、ちゃんと出来るようにがんばりたい」「いつも考察が多くて難しいです。でも、もっと考察が出来るようにがんばりたいです」などの感想が見られ、生徒は苦手意識を克服しようと努力する姿勢が見られた（図 26）。

生徒 A
1回目の考察

既存の知識を活用している

イースト菌の栄養源は糖で、アルコールと炭酸ガスを出す。
実験の予想は、炭酸ガスを

考察できずに、途中で中断している

イーストにおける既習事項を活用して考察に結びつけようとする様子が伺える。

生徒 A
3回目の考察

予測と結果の比較している

予測と結果は異なっていた。私は、食塩を入れすぎると、弾力が生かなくなり、少なすぎると弾力が強くなりすぎると思っていた。
実験結果から、食塩は、グルテンを強くし、弾力をもたすことが分かった。そのことから、食塩の配合は多くもなく、なくもない、2%がちょうど良いと考察する。

実験結果から特性を導いている

実験結果から自分の言葉で原料の特性を導いた

図 26 ワークシートからの考察の記述(抜粋)

(2) 生徒の知識における変容

書くことを通して深く考える学習活動を行ったことで、知識の定着が図れたかを検証するため、イメージマップによる調査を実施した。生徒の知識の変容を見るために検証授業の前後に計3回にわたってパンに関するイメージマップを作成させた。事前授業を行う前のイメージマップは（図 27）、パンの種類や、加工品の名称が多く、パン製造に使用する原料については、イースト菌と小麦粉を記入する生徒がほとんどで、使用する原料の特性まで導ける生徒はいなかった。しかし、検証授業後のイメージマップにおいては、製パンにおける有効語彙の広がりが確認できた（図 28）。これは、検証授業後のアンケート結果にもあったように、実験結果を考察させたことで、製パンに使用する原料の特性の理解度が向上し、知識の定着が図れたことを意味すると考えられる。パン製造に関する有効語彙数をクラス平均で見ると、事前授業前は 6.2 個だったが、中間での有効語彙数は 14.6 個と 2.4 倍に広がり、検証授業後の有効語彙数は 23.1 個で 3.7 倍の広がりが確認できた（図 29）。また、一部の生徒においては、パン製造に使用する原料の有機的な繋がりが確認できた（図 30）。このことから、単に原料の特性に関する知識の知着が図れただけではなく、原料の関連性にまで理解が深まったと伺える。

生徒の感想においては、「今まで受けた授業で習ったことが全部つながっていくから予測を立てたり、考察を考えていくのがだんだん楽しくなってきた」「原料は一つ一つ意味がある事が分かりました」との感想が見られた。これは実験をしたことで原料の特性における理解度が向上したことはもちろんであるが、自分の言葉で実験結果の考察を行い、原料の特性を導き出したことで、既習事項と新しい知識の定着が図られたと考えられる。

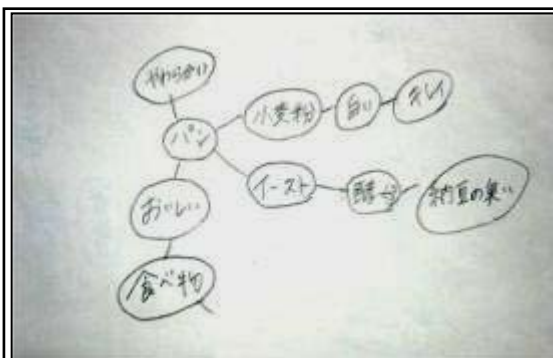


図 27 イメージマップ(事前)

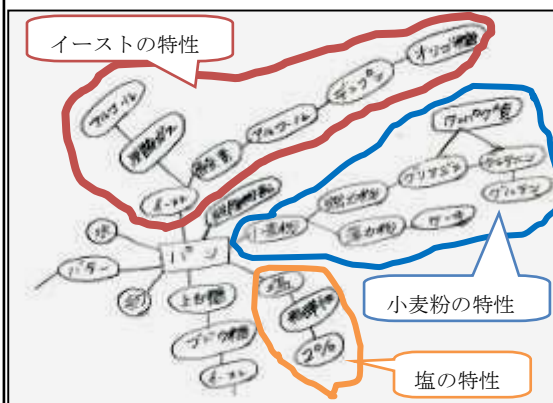


図 28 イメージマップ(事後)

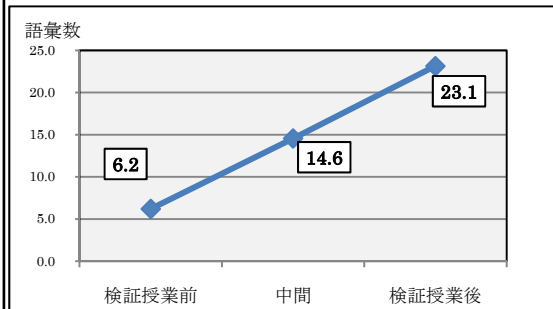


図 29 クラス平均有効語彙数

(3) 生徒の学習意欲における変容

実験結果の考察を行うことで、原料の特性における知識の定着が図られ、さらなる興味・関心へつながるか検証すべく生徒の学習意欲における変容を調査した。「原料の特性を学習したいですか」の問を検証授業前と検証授業後でおこない、意欲の変容について比較を行なった。検証授業前では、とてもしたいと回答した生徒が 15.8%でしたが、検証授業後には 36.8% が増え、検証授業前はあまりしたくないと回答した生徒が 31.6% だったが、検証授業後は 5.3% に減少した（図 31）。また、授業の振り返りで、ワークシートに疑問に思ったことを書くコーナーにおいては、疑問を持った生徒数が増えていることがわかる（図 32）。生徒が抱いた疑問は「食塩は、グルテンに弾力を与える特性と役割があるが、食塩の中に含まれるどんな成分がグルテンを強くしているのか、疑問に思いました」「脱脂粉乳やバター、上白糖はどのような特性があり役割があるのか」といった、パンに使用する原料の特性と役割に興味を示している。このことから、簡易実験を行うことで学習の理解度が向上し、知識の定着が図れたことで、原料の特性に対する興味・関心が高まったと考えられる。

IV 成果と課題

本研究では、科目「食品製造」における「食品の特性」を理解させる上で、観察、調査、記録ができる簡易実験を行い、書くことを通して論理的、総合的に深く考察させることで、思考力・判断力・表現力の育成と同時に、科目「食品製造」における知識の定着を図り、興味・関心が向上するだろう、と研究仮説を設定し、実践研究を進めてきた。その成果と課題をまとめる。

1 成果

- (1) 実験による授業は、学習内容の理解度を向上させることが分かった。
- (2) 実験を通して「予測」や「考察」行うことは、思考力・判断力・表現力の育成と知識の確実な定着を図る有効な手段であることが分かった。
- (3) 思考力・判断力・表現力を育成し知識の確実な定着を図ることは、さらなる興味関心の向上につながる事が分かった。

2 課題

- (1) 各学校の授業担当者との実験教材の共有化
- (2) さらなる基礎実験教材の作成と食品製造 実験・実習教材の充実
- (3) 具体的な到達目標をおさえた授業計画及び年間指導計画の見直し
- (4) 実践的能力と創造的な態度を育成する指導法の工夫
- (5) 科目「食品製造」と科目「食品化学」及び科目「微生物基礎」の科目間連携を図る工夫

〈主な参考文献〉

- 河田昌子 2008 「お菓子の「こつ」の科学」 株式会社 柴田書店
 文部科学省 2010 「高等学校学習指導要領」
 文部科学省 2010 「高等学校学習指導要領解説 総則編」 東山書房

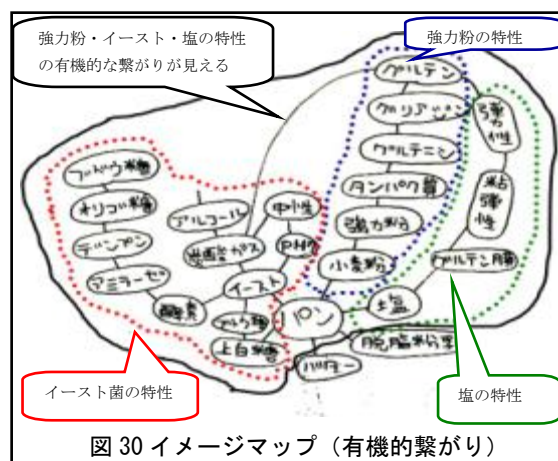


図 30 イメージマップ（有機的繋がり）

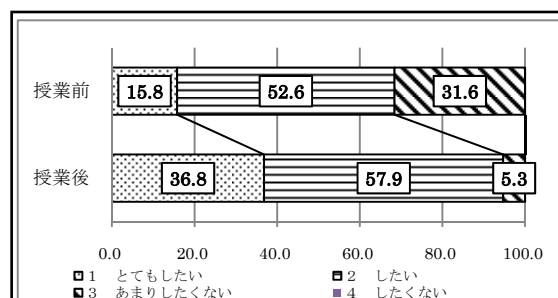


図 31 原料の特性を学習したいですか

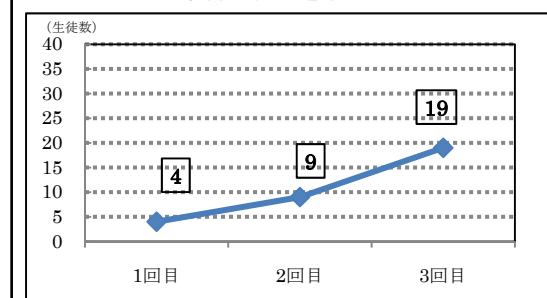


図 32 疑問を持った生徒数