



Title	市販の消化薬がもつ中学校向け理科教材としての価値に着目したタンパク質及び脂肪の消化実験教材の開発とその評価 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	吉田, 安規良
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(教育学)
Dissertation Number	乙第6954号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59192
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Akira_Yoshida_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（教育学）

氏名 吉田 安規良

学位論文名

市販の消化薬がもつ中学校向け理科教材としての価値に着目したタンパク質及び脂肪の消化実験教材の開発とその評価

Development and evaluation of junior high school experiment materials to teach protein and lipid digestion using inexpensive digestive medicines

本研究の目的は、中学校の理科の授業で「生徒の理解が容易で教師も指導が容易」だが「各消化液の働きを正確に理解するのが難しく依然として生徒の理解が困難な内容」と報告されている「消化」に関わって、生徒が「消化液中の消化酵素によってタンパク質はアミノ酸に分解され、脂肪は脂肪酸とグリセリン（モノグリセリド）に分解される」という学習事項について、結論だけを学ぶ（教え込まれる）のではなく、「本当に教科書に書かれている通りの結果になるのか？」という素朴な疑問に応えることである。それには簡便かつ安価に行うことができる適当な実験教材を開発し、それを実際の授業で適用することを通して評価することが必要である。

まず、教科書を分析することを中心にタンパク質や脂肪の消化に関する教材と学習内容と授業展開といったこれまでの授業概要を分析し、そこに内在する問題を整理した。その上で、身近で手に入りやすい食料品を基質に、消化酵素源として市販の消化薬を用いた実験教材開発を核に研究を進めた。さらに実践を通して開発された実験教材がこれまでの理科授業が解決できなかった問題を解決できるものになるのかを評価・検証した。これらの結果を整理し、本論文「市販の消化薬がもつ中学校向け理科教材としての価値に着目したタンパク質及び脂肪の消化実験教材の開発とその評価」にまとめた。

第1章では、小中学校の理科の授業での「ヒトの体のはたらき」を主要教材とした単元で基礎生理学・生化学の内容に関する学習の意味と問題点を整理した。この単元は「生徒の理解が容易で教師も指導が容易」だが「各消化液の働きを正確に理解するのが難しく依然として生徒の理解が困難な内容」である。物理学や化学の基礎となる第1分野と生物学や地学の基礎となる第2分野の各分野間や各項目間の関連を十分考慮して各分野間の特徴的な見方や考え方を互いに補う上で「消化の概念（科学上の概念・法則）を理解するためにタンパク質や脂肪が消化されるとどのような物質に変化するのか（自然物・現象の事実）を調べ、テストで出題される最終分解生成物を自らの手で確認する」ことが学校の授業に求められるため、「タンパク質や脂肪が消化された際の最終分解生成物を中学生が自らの手で確認する実験」の必要性を明らかにした。

第2章では、小中学校における「消化」の授業内容について、授業実践の際の主たる教材である1947年以降の教科書や学習指導要領などの記述に関する調査を広範かつ系統的に行い、タンパク質や脂肪の消化についてどのような授業が行われてきたのかを整理した。さらに実際に行われている消化単元の授業内容について、沖縄県那覇市立小中学校を対象としたアンケート調査を行った。

第3章では、中学生程度の実験観察技能ならびに中学校の施設設備で実践可能な、子どもにとって身近である、市販の消化薬を酵素源として用いた簡便なタンパク質と脂肪の消化の実験教材を開発した。

第4章では、開発した実験教材が生徒の学習活動に合致するかどうかを実践から検証した。まず、試行として「理科が好きな子」や「理科に対して高い興味や関心を示す子」を対象にして行った参加者募集型事業「サイエンスサマーキャンプ」で実践した。次に中学校の理科の授業へ開発した実験教材を導入した。この実践から得られた効果や成果と実践上の課題や配慮事項を整理した。

第5章では、第2章から第4章で述べた結果と考察をもとに一連の研究全体を総括した。

1947年以降の学習指導要領に基づく教育課程で用いられている小中学校の理科教科書には、ヨウ素デンプン反応や、ベネジクト液あるいはフェーリング液を用いた還元糖の検出実験を用いた、だ液によるデンプンの消化に関する実験教材は掲載されていた。タンパク質については目視でタンパク質の分解の様子を確認する観察実験教材が提示されたものもあったが、脂肪の消化についての観察実験教材は提示されていなかった。タンパク質や脂肪の消化に関しては、分解生成物が記されている程度であり、試薬等を用いて分解生成物を検出・確認するような実験教材は掲載されていなかった。現実の理科の授業ではタンパク質と脂肪の消化について、これまで詳細な説明や実験が行われなかったと推察できた。

生徒自らの手でタンパク質が消化されアミノ酸が生成することを確認する実験教材の開発では、タンパク質分解酵素を含む市販の消化薬から人工消化液を調製し、製菓用ゼラチンを基質に40℃で24時間反応させた後、冷蔵庫で1時間以上冷却した。反応後のゼラチンは凝固せず、ビウレット反応が陰性となり、ニンヒドリン反応が陽性となることからタンパク質が消化されアミノ酸が生成したことを確認できた。一方、ナトリウム-銅(II)-グリセリン錯体法を利用して、脂肪が酵素によって分解しグリセリンが生成することを確認める実験教材を開発した。リパーゼAP6(AP12)を含む市販の消化薬を用いて0.50%(W/V)リパーゼAP6溶液を調製したものを人工消化液として使用した。試験管に基質であるオリーブ油と調製した消化液を1.0 mLずつ入れて攪拌した後、40℃で24時間反応させた。24時間後の消化液は、グリセリンの存在を示す青色を示した。

開発した実験教材そのものが中学生でも実験可能なものかどうかを見極めるため実践を通して検証した。タンパク質と脂肪の消化による分解生成物を検出する実験教材を用いた授業は、2～3時間程度の時間を確保できれば中学校で実践可能であり、タンパク質はアミノ酸に分解され、脂肪は分解されグリセリンが生じることを生徒自らの手で確認し、消化についての理解を深めることができた。ただし生徒は、駒込ピペットを用いて溶液をはかりとる作業で苦労していた。開発した実験教材を授業実践で用いるには、実験操作方法をわかりやすく示すとともに駒込ピペットの使い方など基本的な操作をあらかじめ教えるなど実験技術の習得指導を強化する必要がある。

冷蔵庫、恒温装置、ボルテックスミキサーを準備する必要があるが、開発した実験教材は中学校の理科室程度の施設・設備ならびに中学生程度の実験観察技能で十分体験可能なものである。