

## 兵庫県内の中学校における消化に関する実験の実施状況等の調査報告

## Survey Report on the Implementation Status of Digestion Experiments at Junior High Schools in Hyogo Prefecture

小倉 実\* 笠原 恵\*\*  
OGURA Minori KASAHARA Megumi

平成 29 年度告示の中学校学習指導要領(文部科学省 2018)では, 中学校第 2 学年の「生物の体のつくりと働き」のところで, アミラーゼやペプシンなど代表的な消化酵素を取り扱って消化および吸収のしくみについて理解させることとなっている。しかし, 中学校教科書の消化の範囲では, だ液によるデンプンの消化実験のみ記載されており, タンパク質や脂肪の消化実験は取り扱われていない。そこで, デンプン以外の消化実験の教材開発に先立って, 学校現場での実験の実施状況を把握するために, だ液によるデンプンの消化実験や, 消化のしくみに関する定着度等を調査した。

今回の調査では, 兵庫県内の中学校 233 校のうち, デンプンの消化実験を実施している割合が 90.5%と高くなっており, 生徒の認識では, ほとんどが実験に成功していた。タンパク質・脂肪の消化実験を試みたかと思う生徒は 50%以上おり, 理科が好きでない生徒の中では 30.5%いたことから, 理科が好きでない生徒の中にも実験に興味・関心のある生徒が多いと考えられる。しかし, 消化のしくみに関する知識の定着度については, デンプンの消化の定着度に比べてタンパク質・脂肪の消化の定着度の割合が低くなっていた。学校現場で実験を実施することで知識の定着度が高まっていることが考えられるため, タンパク質・脂肪の消化実験の教材開発を行う必要がある。さらに, 身近なタンパク質・脂肪として, 肉, 魚, 卵や油, バター, マヨネーズなどが挙げられているため, これらを使った消化実験の教材開発を検討することが望ましいと考えられる。

キーワード: 消化実験, 生体高分子, 中学校, 兵庫県, アンケート

Key words: digestion experiment, biopolymer, junior high school, hyogo prefecture, questionnaire

## I はじめに

平成 20 年告示の中学校学習指導要領解説理科編では, 生命を維持する働きのところで, 「消化酵素を用いた実験を行い, ペプシン, アミラーゼなど代表的な消化酵素に触れる」と記載されている(文部科学省 2008)。また, 平成 29 年告示の現学習指導要領解説理科編においても「アミラーゼ, ペプシンなど代表的な消化酵素について扱うこと」となっている(文部科学省 2018)。これらは, 消化酵素を使った観察・実験を通して消化のしくみを理解させることを示している。しかし, 兵庫県内で使用されている中学校の教科書(塚田ら 2016; 岡村ら 2016)には, アミラーゼを使った実験のみ記載されており, タンパク質や脂肪を使った消化実験は取り扱われていない。この理由は, アミラーゼはヒトのだ液を用いるため比較的手に入りやすいが, タンパク質や脂肪に対する消化酵素は採取が困難であるため, 学校現場では取り扱いにくい実験であると考えられるかもしれない。

これまで, はんぺんを基質としパイナップルまたはメロンを消化酵素として使う実験(加藤ら 2008), ゼラチンを基質とした消化実験(Yoshida & Gima 2008), オリーブ油を基質とした消化実験(吉田 2010)など, 身近なタンパク質や脂肪を使った消化実験の教材開発が行われてきた。さらに, 今年度から使用されている中学 2 年

生の教科書(大矢ら 2021)には, ゼラチンを基質とし生パイナップルを消化酵素として使う実験が記載されている。しかし, 昨年度までの教科書には記載されていなかったことから, 学校現場でのタンパク質や脂肪の消化実験の実施においては, ほとんど実施されていないと考えられる。また, デンプンの消化実験においてもコロナ禍の影響で, ヒトのだ液を使うことが困難になっている。そこで, コロナ禍前のデンプンの消化実験の実施状況や消化のしくみに関する知識の定着度, タンパク質や脂肪の消化実験を試みたいかどうか等を把握するために, 兵庫県内の高等学校 1 年生に, 中学校のときの実施状況などについてアンケート調査を行った。

## II 方法

### (1) アンケートの実施

兵庫県全域で調査を行うため, 8つの地域(神戸, 阪神, 東播磨, 北播磨, 西播磨, 但馬, 丹波, 淡路)にある県立高等学校 1 年生を対象に, 中学校のときの実施状況等についてアンケート調査を行った(2020 年 9 月頃)。回答者数は 1920 名であり, 回収率 96.4%であった。また, 中学校数は 233 校となり, これは兵庫県内の中学校の 60.8%にあたる。

\* 兵庫教育大学大学院(専門職学位課程)教育実践高度化専攻理数系教科マネジメントコース

令和 3 年 7 月 16 日受理

\*\* 兵庫教育大学大学院教育実践高度化専攻理数系教科マネジメントコース 教授

(2) アンケート

問1～問9まで設定し、各中学校におけるだ液の消化実験の実施状況や実験結果の検出方法、消化のしくみにおける知識の定着度、タンパク質や脂肪の実験を実施してみたかかったかを調査する内容とした。また、問6および問9は複数回答可とした。アンケートは資料として示す。なお、今回の調査では、脂質に関する質問を行ったが、教科書には脂肪と記載されているため以下は脂肪と表記する。

III 結果

「中学生の時、理科は好きでしたか?」という質問に対して、66.4%がとても好きまたは少し好きと回答した(図1)。また、「中学生の時、理科の実験は好きでしたか?」という質問に対しては、97.6%がとても好きまたは少し好きと回答し、ほとんどの生徒は理科実験が好きと回答した(図2)。中学校でのデンプンの消化実験の実施状況については、90.5%が実験を行っており(図3)、生徒からみて、ほとんどが実験に成功しているということがわかった(図4)。実験結果で用いた検出方法として、ヨウ素液・ベネジクト液は69.7%、ヨウ素液のみは19.7%、ベネジクト溶液のみは2.6%であった(図5)。また、この実験のわかりやすさにおいて95.2%がよくわかったと回答した(図6)。

中学生の時にデンプン以外の、タンパク質・脂肪の消化実験をしてみたかった生徒が45.5%、タンパク質の消化実験のみをしてみたかった生徒が3.0%、脂肪の消化実験のみをしてみたかった生徒が2.3%であった(図7)。また、理科が好きな生徒の中でデンプン以外の消化実験をしてみたいと回答した生徒は61.2%(図8)、理科が好きでない生徒では30.5%だった(図9)。

デンプンの消化における知識の定着度に関しては、口内で分解されることは63.2%の生徒が定着しており、消化酵素や分解物については約70%が定着していた。タンパク質・脂肪の消化実験をしてみたかった生徒(★)では、約5%定着度が上がっていることがわかった(図10)。タンパク質に関しては、胃でペプシンによって分解されるということは50%以下であったが、アミノ酸に分解されるということは62.3%定着していた。タンパ

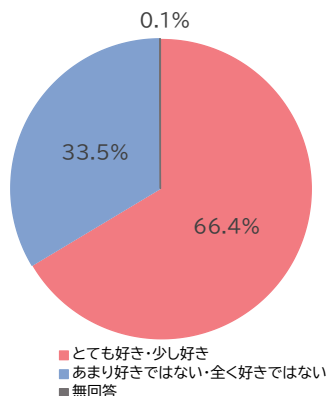


図1 「中学生の時、理科は好きでしたか?」に対する回答

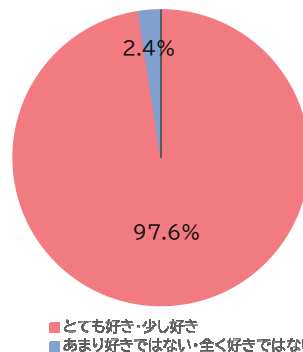


図2 「中学生の時、理科の実験は好きでしたか?」に対する回答

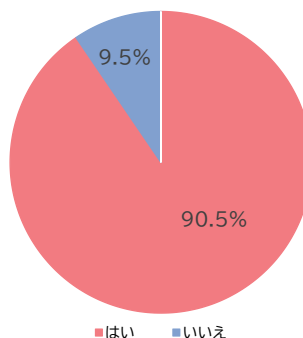


図3 「中学2年生の「消化と吸収」の単元でデンプンを用いた消化の実験をしましたか?」に対する回答

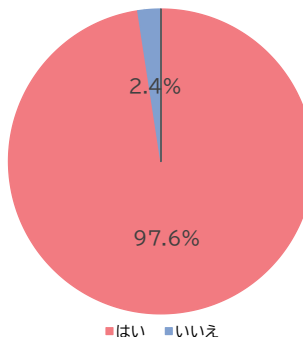


図4 「デンプンの消化実験は成功しましたか?」に対する回答

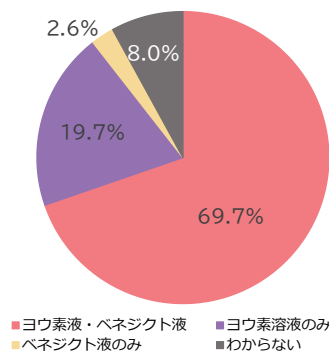


図5 デンプンの消化実験の検出方法で用いた試薬

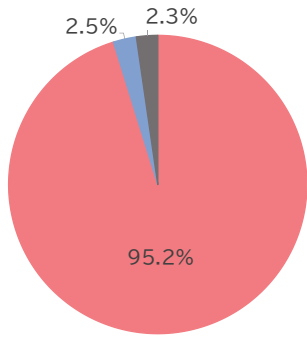


図 6 「デンプンの消化実験でわかりにくいところはあるか？」に対する回答

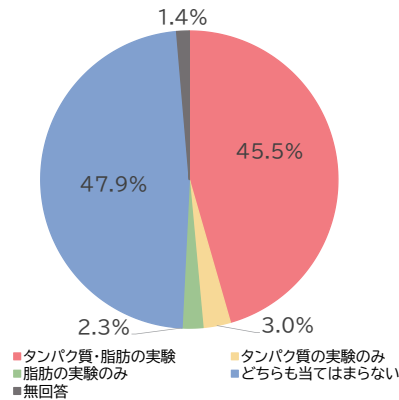


図 7 「タンパク質・脂肪の消化実験を試みたかったか？」に対する回答

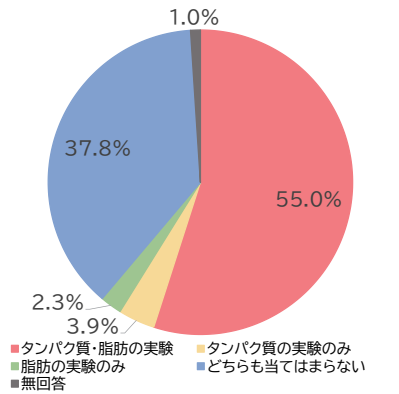


図 8 理科が好きな生徒で「タンパク質・脂肪の消化実験を試みたかった」と回答した割合

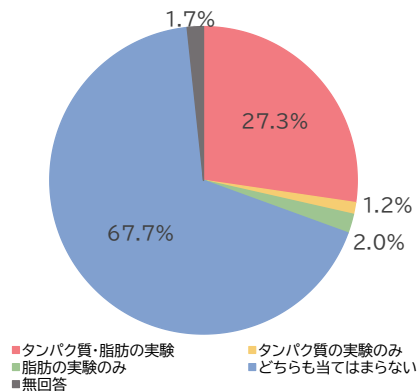


図 9 理科が好きでない生徒で「タンパク質・脂肪の消化実験を試みたかった」と回答した割合

ク質・脂肪の消化実験を試みたかった生徒(★)の方が定着度はデンプンの消化と同様に約5%高かったが、定着度自体はデンプンの消化における定着度に比べて低かった(図11)。脂肪に関しては、消化実験を試みたいかどうかに関係なく全体的に定着していないことがわかった(図12)。

タンパク質と聞いて思い浮かぶものとして、肉(牛肉・豚肉などを含む)(49.9%)、魚(27.9%)、卵(15.2%)であり、それ以外にも筋肉、大豆、プロテイン、ささみ、

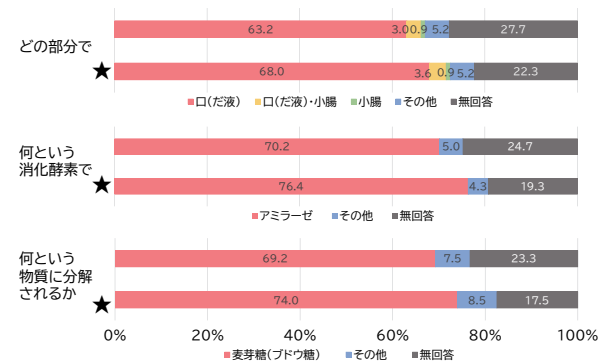


図 10 全生徒およびタンパク質・脂肪の消化実験を試みたかった生徒(★)のデンプンの消化における知識の定着度

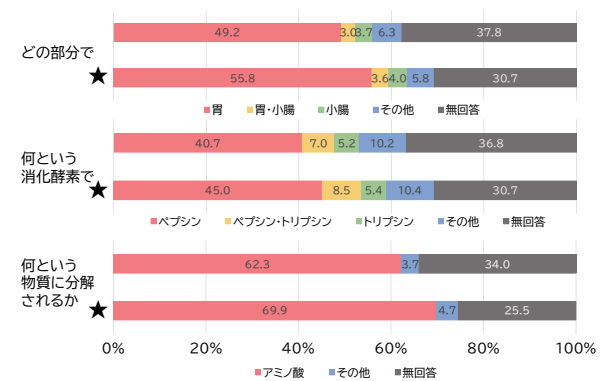


図 11 全生徒およびタンパク質・脂肪の消化実験を試みたかった生徒(★)のタンパク質の消化における知識の定着度

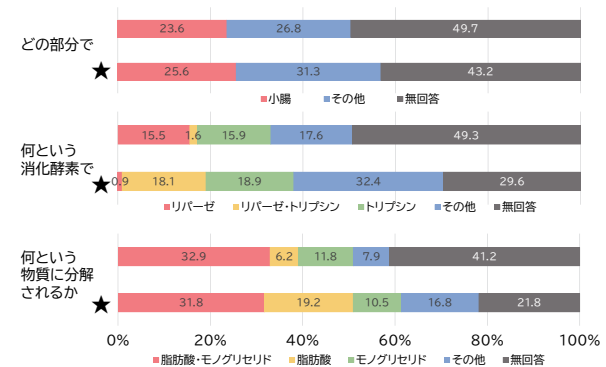


図 12 全生徒およびタンパク質・脂肪の消化実験を試みたかった生徒(★)の脂肪の消化における知識の定着度

豆, 豆腐などが挙げられた (図 13)。また, 脂肪と聞いて思い浮かぶものとして, 油 (オリーブ油, サラダ油, ラー油, ごま油などを含む) (31.5%), バター (17.0%), マヨネーズ (12.0%) であり, それ以外に肉 (牛肉, 豚肉を含む), 牛脂などが挙げられた (図 14)。なお, これらの結果は, 8つの地域間での差は見られなかった。

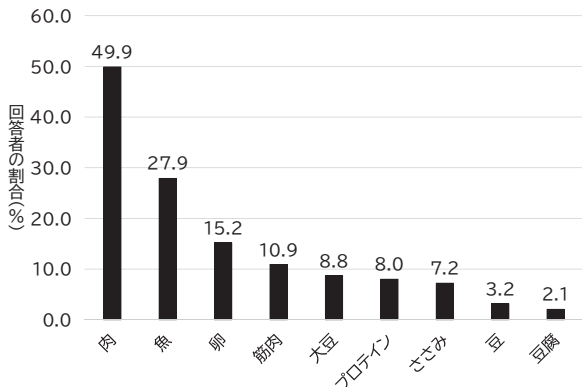


図 13 「タンパク質と聞いて思い浮かぶもの」に対する回答

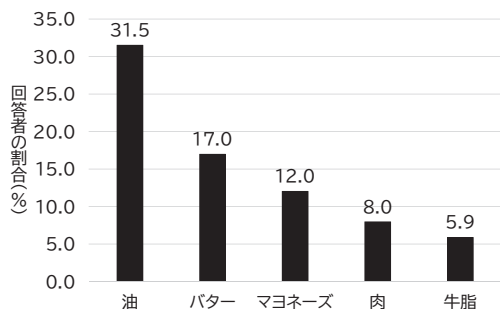


図 14 「脂肪と聞いて思い浮かぶもの」に対する回答

#### IV 考察

今回の調査では, 兵庫県内の中学校 233 校のうち, デンプンの消化実験を実施している割合が 90.5% と高くなっており, 生徒の認識では, ほとんどが実験に成功していることが明らかとなった。さらに, デンプンの消化における知識の定着度では, 全生徒およびタンパク質・脂肪の消化実験をしてみたかった生徒 (★) どちらも, 3項目 (どの部分で, 何という消化酵素で, 何という物質に分解されるか) すべて 60% 以上となっていた。それに対して, タンパク質の消化における知識の定着度では, 全生徒およびタンパク質・脂肪の消化実験をしてみたかった生徒 (★) どちらも, 分解物以外は 60% 以下であり, 消化酵素においては 45% 以下であった。脂肪の消化における知識の定着度では, 3項目すべて定着しておらず, タンパク質・脂肪の消化実験をしてみたかった生徒 (★) の方が, 全生徒よりも定着度が低い結果となった。これらより, タンパク質や脂肪の消化における知識の定着度は, デンプンの消化における知識の定着度より低くなっていることから, デンプンの消化については, 実験を行うことで知識が定着していると考えられる。しかし, 教科書に記載されている試薬 (ヨウ素液・

ベネジクト液) を使った実験は 69.7% しか実施されていないということも明らかとなった。

タンパク質・脂肪の消化実験に関しては, どちらの実験もしてみたかったまたはどちらかの実験をしてみたかったと思う生徒は 50% 以上おり, 理科が好きな生徒では 61.2%, 理科が好きでない生徒では 30.5% いたことから, これらの消化実験に興味・関心をもっている生徒の割合が多い傾向にある。しかし, タンパク質・脂肪の消化における知識の定着度は, デンプンの消化における知識の定着度に比べて割合が低くなっている。特に, タンパク質が胃でペプシンによって分解されること, 脂肪が小腸でリパーゼによって脂肪酸やモノグリセリドに分解されるということについて定着度が低い傾向にある。さらに, タンパク質・脂肪の消化実験をしてみたかったと思う生徒の定着度も, デンプンの消化における知識の定着度と比べてタンパク質や脂肪に関しては低い結果となった。脂肪の定着度に関して, どの部分で, 何という消化酵素で, 何という物質に分解されるかの 3項目全て低い結果となった。したがって, デンプンの消化実験を見る限り, 学校現場で実験を実施することで知識の定着度が高くなっていると考えられることから, タンパク質・脂肪の消化実験の教材開発の必要性がある。さらに, 身近なタンパク質として挙げられているものは肉, 魚, 卵, 脂肪では油, バター, マヨネーズなので, それらを使った消化実験の教材開発を検討することが望ましいと考えられる。

#### 謝辞

本研究を遂行するにあたり, 調査にご協力いただいた兵庫県立高等学校 8 校の皆様には厚くお礼申し上げます。

#### 文献・本文中で参照した教科書

加藤良一・大岩悠子・小川馨慧・高橋大輔・原田隆人・吉田貴行・鈴木隆 (2008) タンパク質分解の教材研究. 山形大学紀要. 14(3):111(283)-121(293).  
 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領 (平成 20 年告示) 解説理科編. 大日本図書.  
 文部科学省 (2018) 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編. 学校図書.  
 岡村定矩 他 50 名 (2016) 新しい科学 2. 東京書籍. 平成 27 年検定.  
 大矢禎一 他 147 名 (2021) 未来へ広がるサイエンス 2. 啓林館. 令和 2 年検定.  
 塚田捷 他 61 名 (2016) 未来へ広がるサイエンス 2. 啓林館. 平成 27 年検定.  
 Yoshida A. and Gima H. (2008) Experimental Teaching Material Development for Understanding the Digestion of Protein. 理科教育学研究. 49(1):169-178.  
 吉田安規良 (2010) タンパク質と脂肪の消化に関する発展の実験教材を用いた授業実践とその評価. 理科教育学研究. 51(1):147-160.

資料 アンケート用紙

消化及び細胞分裂の実験に関するアンケート

No.1

問 1. 出身中学校はどこですか？ ( 中学校 )

問 2. 中学生の時、理科は好きでしたか？どれか1つに○をつけて下さい。

- ①とても好き ②少し好き ③あまり好きではない ④全く好きではない

問 3. 中学生の時、理科の実験は好きでしたか？どれか1つに○をつけて下さい。

- ①とても好き ②少し好き ③あまり好きではない ④全く好きではない

問 4. 中学2年生の「消化と吸収」の単元で、デンプンを用いた消化の実験をしましたか？どちらか1つに○をつけて下さい。

- ①はい →問5へ ②いいえ →問6へ

問 5.(1) 問4で①と答えた人、デンプンを用いた消化の実験は成功しましたか？どちらか1つに○をつけて下さい。

- ①はい ②いいえ

(2) 問4で①と答えた人、実験結果は何を用いて検出しましたか？当てはまるものに○をつけて下さい。(複数可)

- ①ヨウ素溶液 ②ペネジクト溶液 ③覚えていない

(3) 問4で①と答えた人、デンプンを用いた消化の実験でわかりにくかったところがありますか？どちらか1つに○をつけて下さい。②の人は理由も書いて下さい。

- ①よくわかった ②あまりわからなかった(理由: )

問 6. デンプン、タンパク質、脂質は体の①どの部分で、②何という消化酵素によって、③何という物質に分解されますか？わかる範囲で書いて下さい。

	デンプン	タンパク質	脂質
①			
②			
③			

問 7. 中学生の時に、タンパク質の消化の実験を試みたかったですか？どれか1つに○をつけて下さい。

- ①とても当てはまる ②少し当てはまる ③あまり当てはまらない ④全く当てはまらない

問 8. 中学生の時に、脂質の消化の実験を試みたかったですか？どれか1つに○をつけて下さい。

- ①とても当てはまる ②少し当てはまる ③あまり当てはまらない ④全く当てはまらない

問 9. タンパク質、脂質と聞いて、思い浮かぶものをできるだけ記入して下さい。

タンパク質 ( )

脂質 ( )