

[理 科]

胃腸薬を代用したデンプン消化反応の教材化と実践

－小学校第6学年「人の体のつくりと働き」－

戸井 伸泰*

1 はじめに

小学校第6学年「人の体のつくりと働き」の単元では、児童のだ液を用いたデンプンの消化実験が教科書にも掲載され、よく行われている。しかし、昨今の新型コロナウイルスの感染拡大により、学校現場での実験・観察の実施に制限がかかり、児童のだ液を用いたこの実験の実施は難しくなっている。

そこで、だ液のかわりに胃腸薬を代用した方法がある。胃腸薬を代用した消化の実験は、教科書¹⁾²⁾でも取り上げられていたり、実験方法についての実践がいくつも報告されたりしている。小坂(2019)は、デンプンが胃腸薬の消化酵素によって加水分解されていく様子を、ヨウ素デンプン反応で視覚的に確認しながら、10分間程度で糖に分解されることを報告している³⁾。また、川島(2020)は、感染防止対策としての臨時休校中に、中学生が自宅で一人で実験に取り組むことを想定し、胃腸薬など身近にあるものを利用した消化実験の手法を開発・パッケージ化して配布し、Zoomを利用したオンライン双方向授業を実施した。実施後の質問紙調査や定期考査の結果でも、肯定的結果が得られ、実践の有効性を報告している⁴⁾。

いずれの実践も、高校生や中学生を対象にしており、小学生を対象にした実践は報告されていない。そこで本研究では、小学校6年生の理科授業において、感染防止対策を講じながら、学校の理科室において胃腸薬を代用したデンプン消化反応の実験を実施すること目的とする。小学生でも実験及び準備を容易に進めることができ、結果が分かりやすい教材の作成を目指し、その授業実践を通して有効性を検証する。

2 研究の方法

本研究では、小学校第6学年「人の体のつくりと働き」の単元の「消化・吸収」の学習場面において、ヨウ素液によるヨウ素デンプン反応の実験を、だ液の代用として胃腸薬を使って行い、その有効性を検証する。対象学級は、N市小学校第6学年2学級の73名。授業実践は、令和4年6月に実施し、子どもの活動の様子や振り返りの記述をもとに分析し、考察する。

3 研究の内容



(1) 教材および実験方法について

胃腸薬の選定と消化液の作成

胃腸薬は、各製薬会社から多数販売されており、効能や成分は使用目的に合わせて様々である。本研究では、デンプンの消化酵素(アミラーゼ)の代用となる成分(タカジアスターゼN1)が必要となる。図1の2種類を比較して検討した結果、他成分を含まず、「タカジアスターゼN1」の含有量が多い点。そして、含まれる漢方の成分が少なく、おおいが少ない点において、「新タカジア錠」を選択した。

本研究では、「新タカジア錠」6錠(約1.0g)を乳鉢でよくすりつぶして粉末とし、これを20mLの水で溶いた水溶液を、だ液のかわりの消化液として使用した。(以下、消化液と記載)

*長岡市立上組小学校

 <p>第一三共胃腸薬〔細粒〕a 【第一三共ヘルスケア】</p>	 <p>新タカチア錠 【第一三共ヘルスケア】</p>
<p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 脂肪消化酵素「リパーゼAP12」と消化酵素「タカチアスターゼN1」が、消化を助ける。 ● 6種の健胃生薬が弱った胃のはたらきを高め、胃の不快感・食欲不振などに効きめをあらわす。 ● ロートエキスが胃液の分泌を抑制し、胃痛をしずめる。 ● 生薬アカメガシワ、カンゾウ末が胃粘膜のあれ・ただれを修復する。 <p>【成分・作用】</p> <p>「タカチアスターゼN1」：150 mg 「リパーゼAP12」：60 mg 「アカメガシワエキス」：63 g 「カンゾウ末」：150 mg 「ケイ酸アルミン酸マグネシウム」：1200 mg 「合成ヒドロタルサイト」：450 mg 「水酸化マグネシウム」：600 mg 「ロートエキス」：30 mg 「オウバク末」：105 mg 「ケイヒ末」：225 mg 「ウイキョウ末」：60 mg 「チョウジ末」：30 mg 「ショウキョウ末」：75 mg 「1-メントール」：9 mg</p> <p>3包(1包1.3g)中の含有量</p>	<p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 糖質、タンパク質の消化作用を有する消化酵素「タカチアスターゼN1」の製剤。 ● 幅広いpH領域（pH3～8の範囲）でも、糖質やタンパク質の消化力が安定する。 ● 淡灰褐色～淡褐色の錠剤で、わずかに特異なおいがある。 <p>【成分・作用】</p> <p>「タカチアスターゼN1」：600 mg 12錠中の含有量</p>

【図1】胃腸薬の選定

実験方法

本研究の授業場面では、デンプンの消化実験を「手の感覚と見た目で実感させる実験」と、「ヨウ素液による反応で実感させる実験」の2種類を行った。糊状デンプンを実験で使用するために、ご飯をすりつぶした上ずみ液ではなく、市販の片栗粉を用いてデンプン液を作成した。以下、2つの実験の詳細について記述する。

(予備実験：令和3年11月)

〈糊状デンプンの作成 … 実験1と実験2の両方で使用〉

- ① 100 mLビーカーに、片栗粉10 gと水25 mLを入れ、混ぜ合わせた。
- ② 200 mLビーカーに、熱湯100 mLを量り取った。
- ③ ②の中に①を流し込み、よく混ぜると、半透明でとろみのある糊状デンプンができた。(10秒ほどで完成)

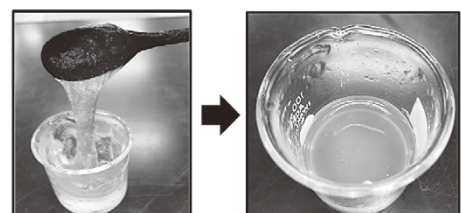
〈実験1：手の感覚と見た目で実感させる実験〉

－実験の目的－

糊状デンプンが、消化液によってサラサラの液状に変化する様子を観察させることで、消化液にはデンプンの状態を変化させる働きがあることを実感させる。

－実験の準備と方法－

- ① 糊状デンプンを別のビーカーに取った。
- ② ①に消化液をスポイトで少しずつ滴下しながら、薬さじで混ぜ合わせた。



【図2】実験1の様子

－実験結果－

とろみのある糊状だったデンプンが、サラサラの液状に変化した。混ぜる手の感覚からも、見た目からも、消化液によってデンプンの状態が変化したことに容易に気付くことができた。

《実験2：ヨウ素液による反応で実感させる実験》

－実験の目的－

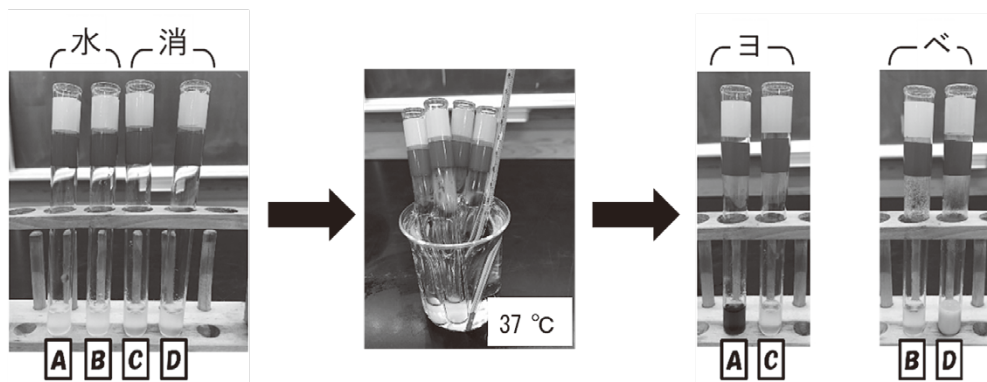
ヨウ素液を用いることで、消化液によってデンプンが別のものに変化することを実感させる。

－実験の準備と方法－

- ① 少量の糊状デンプンを乳鉢に取り、水を加えながらよく伸ばした。
- ② ①の上ずみ液を、4本の試験管（A～D）に、3 mLずつ取り分けた。
- ③ 試験管A・Bに水を、C・Dに消化液を、それぞれ5滴ずつ入れた。
- ④ 4本の試験管を湯せんし、体温に近い温度（37℃）で反応させた。（3分程度で反応が確認できた）
- ⑤ 試験管A・Cにヨウ素液を5滴ずつ入れ、混ぜた。
- ⑥ 試験管B・Dにベネジクト液を5滴ずつ入れ、加熱した。（手順⑥は演示実験）

－実験結果－

ヨウ素液を入れた試験管A・Cでは、試験管Aは濃青紫色に反応し、試験管Cは色の変化はなかった。ベネジクト液を入れた試験管B・Dでは、試験管Bは反応なしで、試験管Dは黄褐色に反応した。胃腸薬を代用した実験でも、デンプンが消化液によって消化されることを、試薬の反応から実感できた。



【図3】 実験2の様子

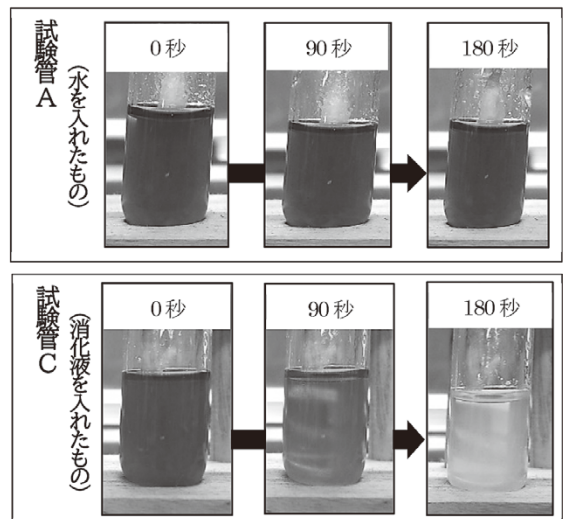
(2) 授業実践時に行った実験手順について

実際の授業実践時に行った実験は、全ての子どもが手順や意味を理解して取り組めることに重きを置き、より簡易的で短時間で行える方法をとった。また、一人一人が自分の試験管を持ち、同じ実験をそれぞれ個人で取り組めるような場の設定を行った。

糊状デンプンの作成場面では、子どもが加熱器具を使用しなくてすむように、事前に教師が熱湯を準備した。熱湯の中に水で溶いた片栗粉を入れる方法をとったことで、子どもが加熱操作をする必要がなく、誰にでも簡単に糊状デンプンを作ることができた。

実験1では、児童数分の実験器具（ビーカー、スポイト、薬さじ）を準備し、糊状デンプンの状態が変化していく様子を、一人一人に実感させることができた。

実験2では、ヨウ素液の反応を比較する対照実験のために、試験管が2本（AとC）必要であった。しかし、本時では、消化液を入れる試験管Cを児童数分準備し、子ども一人一人に持たせて実験させるために、比較用の試験管Aはグループで1本とした。また、試験管A・Cのデンプン液に対し、初めからヨ



【図4】 本時での実験2の反応の様子

ヨウ素液を入れて青紫色にしておき、そこに水と消化液をそれぞれ加えて反応を観察する手順をとった。この方法によって、試験管にあったデンプンが徐々になくなっていく様子を、ヨウ素液の色の変化を通して継続的に観察させることができた。子どもにとって、消化液がデンプンを消化していく働きをより捉えやすくなったと考える。

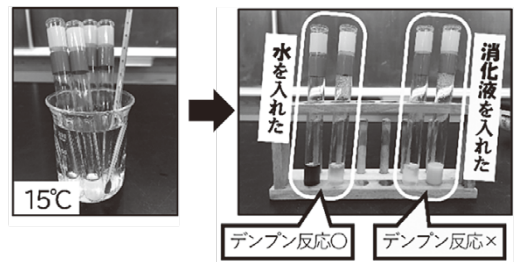
(3) 実験方法の留意点

① ヨウ素液とベネジクト液について

反応の分かりやすさを考慮し、ヨウ素液は3倍に希釈し、濃い状態のものを使用した。ベネジクト液は、胃腸薬を代用した本実験であっても、消化液によって分解されたデンプン液に対して黄褐色に反応した。ベネジクト液は小学校段階では使用しないが、消化の働きをより深く理解させることをねらい、試薬の反応と色の変化について事前に説明してから本時の授業で使用した。

② 新タカジア錠の反応温度についての検証

「だ液アミラーゼ」の最適温度は37℃前後である。その温度よりも低い条件では、酵素活性が低下するが、10℃程度においてもわずかながら活性はある。そこで、図5のように、体温よりも低い温度(15℃)において、胃腸薬から作成した消化液の反応のしかたを検証したところ、図3に示した37℃での実験結果と同様の反応が確認できた。



【図5】 低温での消化液による反応の様子

図6は、15℃と37℃での消化液によるデンプンの分解時間の違いを、ヨウ素液の色の変化をもとに検証した結果である。15℃の低温であっても、38℃のときとほぼ同じ速さでデンプンを分解し、2～3分程度でヨウ素液の色が消えた。「タカジアスターゼN1」は「だ液アミラーゼ」と比べ、低温においても酵素活性が低下しない消化酵素であると言える。

だ液が作用しやすい温度については、学習内容として指導する事項であるが、本研究で使用した消化液については、低温においてもよく反応するため、留意しておく必要がある。

デンプン液の温度	消化液を入れてからの時間とヨウ素液の色の変化						
	0秒	30秒	1分00秒	1分30秒	2分00秒	2分30秒	3分00秒
15℃ 程度							
37℃ 程度							

【図6】 温度における消化液のデンプンの分解時間の検証結果

4 授業の実際

(1) 本時の展開

導入	<p>◎ だ液によってデンプンが消化されるのかを調べよう。</p> <p>・めあて、実験計画、方法について確認する。(だ液の代わりに胃腸薬を使うことを説明する)</p>
展開	<p>【実験1】</p> <p>T：とろみのあるデンプンに消化液を加えると、どのように変化したかな？</p> <p>C：とろみがなくなった。</p> <p>C：サラサラになった。</p> <p>C：不思議！面白い！</p> <p>T：みんなの口の中にある「だ液」には、食べたものを変化させる働きがあるみたいだね。</p> <p>T：次は、だ液がどのような働きをしたのかを、ヨウ素液を使って詳しく実験してみましょう。</p>

終末	<p>【実験2】 T：試験管のデンプン液にヨウ素液を加えると、色はどうなったかな？ C：青紫色に変わった。デンプンがあるということです。 T：その試験管に消化液を入れてお湯の中で温め、どのような変化が起こるのかを観察しましょう。 C：青紫色が少しずつ薄くなってきた！ C：消化液を入れたことで、デンプンがなくなったってことかな。</p> <p>T：「デンプンがなくなった」とは、どういうことかな？ T：ベネジクト液を加えて、もう1つの実験を見てみましょう。</p> <p>【演示実験】 C：消化液を入れた方の試験管が、黄色に変わった。糖があるということだ。 C：でも、水を入れた方の試験管は、黄色にならなかった。糖がないということだ。 C：消化液は、デンプンを糖に変える働きがあるのかな。</p> <p>T：みんなの口の中にある「だ液」は、デンプンを糖に変える働きがあり、これを「消化」と言います。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>【まとめ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・だ液を加えたデンプンは、ヨウ素液が反応しない。⇒デンプンがなくなった。 ・だ液は、デンプンを糖に変化させる働きがあり、「消化」と言う。(状態が変わる) </div>
	● 個人で振り返りを書く。

(2) 実験中の子どもの様子

実験1の様子

熱湯に水溶き片栗粉を入れて糊状デンプンを作らせると、とろみが出てきた瞬間、子どもたちから驚きの声が上がった。「スライム」という表現をする子が多かったが、炊き立てのご飯を例に出し、デンプンを加熱すると、とろみや粘度が出ることを説明すると、とても納得していた。

スポイトで消化液を加えながら混ぜていくと、すぐにとろみがなくなり、サラサラの液状に変化した。この変化も、子どもたちにとっては驚きで、楽しい実験であったようだ。「あれ、やわらかくなった！」「とろみがなくなった！」など、消化液を入れたことによる反応の様子を言葉で表現していた。

いずれも、「手の感覚」と「見た目」の両面から分かりやすく、子どもたちの反応がとてもよかった。ご飯を口の中でよく噛んでいるときのことを想起させ、この実験の反応と結び付けながら考えさせたところ、「確かによく噛むと、ご飯粒がサラサラになるかも」という発言も出てきた。

実験2の様子

1人に対して試験管1本を配り、個人で実験を進めさせた。最初にヨウ素液を加えて青紫色に反応したとき、「デンプンが存在している反応」であることを全体で確認した。消化液を入れることで、青紫色がだんだんと薄まってきたので、どの子も消化液の働きを実感していた。「色の薄まり」＝「デンプンの減少」と捉えることもできた。

「消化液はデンプンを溶かしている！」という見方にクラス全体が納得してきたところで、「デンプンは、溶けてどうなったのかな？」と投げかけ、ベネジクト液での演示実験に進んだ。ベネジクト液の反応の意味を説明し、消化液によって糖ができたことを確認した。ご飯を口の中でずっと噛み続けると甘く感じることを例に挙げながら説明すると、多くの子どもが納得していた。

子どもの振り返り

以下は、授業終末に子どもが書いた振り返りの記述内容を、キーワードに注目して分類したものである。実験1・2についての肯定的な記述が多数見られ、子どもたちにとって楽しく、分かりやすい実験であったことがうかがえる。また、デンプン液が変化する様子を、「手の感覚」と「見た目」から実感させることをねらった実験であったが、その様子について振り返る子どもも多くいた。さらに、授業の学習内容を自分の実生活と結び付けた記述をする子も見られた。だ液のかわりに胃腸薬を用いた実験であったが、「だ液」の働きを強く印象付けることができた結果であると考える。

授業後の子どもの振り返り内容の分類 (n=73, 重複あり)	
実験1についての肯定的評価に関する記述 ・ドロドロのデンプンが、消化液を入れたことでサラサラに変化したことにびっくりした。 ・デンプンのとろみがいっしゅんでなくなったのでおもしろかった。消化液はすごいと思った。	64人
実験2についての肯定的評価に関する記述 ・ヨウ素液の色が消えていくのがびっくりした。 ・ヨウ素液の青紫色がなくなっていったので、デンプンもなくなったことがよく分かった。	58人
胃腸薬（消化液）についての記述 ・胃腸薬はあまり飲まないけど、すごい働きがあることが分かった。 ・胃腸薬とだ液が同じ成分であることにびっくりした。	40人
デンプン液が変化する様子についての記述 ・ネチョネチョしていたデンプンがサラサラに変わった。 ・デンプンの変化がおもしろかった。	62人
「だ液」と「消化」の関係についての記述 ・胃腸薬には、デンプンを消化する働きがあることが分かりました。 ・だ液には、デンプンを消化して糖に変えてしまう働きがあって、びっくりしました。	48人
実生活と結び付けた内容の記述 ・ほくの口の中で、だ液が消化の働きをしていることがよく分かりました。 ・いつも何となくごはんを食べているけど、だ液が大切な働きをしていることがよく分かった。 ・ごはんをよくかむときに、あまくなっていることを確かめるようにしてみたいです。	15人

5 考察

小学校の理科授業において、だ液のかわりに胃腸薬を代用し、感染症対策に対応したデンプンの消化実験を行い、その有効性を検証した。自分のだ液を使わないことで、どの子も実験に対して抵抗感をもつことなく、安心して取り組ませることができた。また、デンプン液の状態の変化や試薬の色の変化が、手の感覚と視覚の両面から実感できる本研究の実験方法は、小学校段階の子どもにとって、消化の働きを捉えやすくなり、効果的な方法であったと考える。

授業実践時に行った実験は、1時間の授業時間内に結果を示し、実験結果を通して「消化の働き」を理解させることを目指すために、より簡易的で短時間で結果が出る方法をとった。デンプン液や消化液、ヨウ素液の調整においても、短時間で反応が進むよう濃度を工夫した。子どものだ液を使った場合は、個人差によって反応時間や結果に差が生じる場合があるが、各溶液の濃度を調整することで、教師が意図する時間内に実験を終えることができ、再現性も高いことが本実験の利点であると言える。

6 まとめと今後の課題

消化とは、生体から出される消化液によって起こる反応であり、「胃腸薬」は食べ過ぎたときや、胃腸の調子が悪いときに服用し、消化を手助けする役割をもつものである。そのため、「胃腸薬」を使った実験は、あくまで代用実験であるという点について、子どもに十分理解させておく必要がある。実際、振り返りの記述を見ると、「胃腸薬」「だ液」「消化液」という言葉が、子どもによって様々に使用されていた。本来、「だ液」が消化において大切な働きを担っていることを、確実に指導しなくてはいけない。

7 参考文献

- 1) 有馬朗人 他 「理科の世界2」, 大日本図書株式会社, 296 (2021).
- 2) 梶田隆章 他 「新しい科学2」, 東京書籍株式会社, 299 (2021).
- 3) 小坂美貴子 「胃薬（消化酵素錠）を使ったデンプンの分解」, 『化学と教育 67巻10号』, (2019).
- 4) 川島紀子 「自宅でできる食物の消化実験の開発と実践」, 『令和2年度東レ理科教育賞受賞作品集（第52回）』, (2020).