

# An Analysis of Local Traditional Food in Home Economics Textbooks in Elementary, Middle and High School: Learning Situation and Issues of Agar

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-12-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 石川, 茉優, 村上, 陽子 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00029264">https://doi.org/10.14945/00029264</a>

## 地域の伝統食材「寒天」に関する教科書分析 —小・中・高等学校の家庭科における学びの実態と課題—

An Analysis of Local Traditional Food in Home Economics Textbooks in Elementary, Middle and High School:

Learning Situation and Issues of Agar

石川 茉優<sup>1</sup>, 村上 陽子<sup>1</sup>

Mayu ISHIKAWA and Yoko MURAKAMI

(令和 4 年 11 月 30 日受理)

### ABSTRACT

Agar is made from some species of red algae, primarily from tengusa (*Gelidiaceae*) and ogonori (*Gracilaria*) and has been used as an ingredient in Japanese sweets such as *mizuyokan*, *kingyoku*, and *anmitsu*. Agar consists of two polysaccharides, agarose and agaropectin. These polysaccharides act as dietary fibers, such as suppressing digestion and absorption of carbohydrates and preventing elevation of blood sugar levels. In this study, an analysis of textbooks was conducted with the aim of understanding the current state of pedagogy regarding Japanese traditional foods such as agar in home economics, as well as the issues involved. There was no description of agar, gelatin, or dietary fiber in elementary school textbooks. Textbook content differed by school type, and agar was presented in more detail in high school textbooks than in junior high school textbooks. There were few descriptions of agar that dealt with its history, ingredients, and methods of production. It was not described that agar acts as a dietary fiber. These results suggest that there is a need to promote an understanding of food culture by examining teaching related to agar.

### 1. はじめに

寒天は、水羊羹や錦玉、あんみつ、ところてんなどの和菓子に用いられる、我が国の伝統食材である。寒天は、海藻の一種である紅藻類の細胞間質に含まれる粘質物（多糖類）を加熱抽出して凝固させた後、脱水・乾燥した食品素材であり<sup>1)</sup>、伝統的な製法では冬の寒さを利用して製造される<sup>2)</sup>。紅藻類のうち、主としてテクグサ科 (*Gelidiaceae*) やオゴノリ科 (*Gracilariaceae*) などが原料として使われ、我が国で開発された独自の方法で製造される<sup>1)</sup>。原料のテングサは、静岡県の特産品の一つである<sup>3) 4)</sup>。

寒天は、江戸時代初期（1960 年頃）、冬期に心太（トコロテン）が凍結・乾燥したことによ

---

<sup>1</sup> 家政教育系列

り偶然発見された<sup>1)</sup>。その後、寒天による練り羊羹の技法が見出され、和菓子原料として発展して来た。和菓子は我が国の伝統的な食文化であることから、寒天に対する理解を深め、日常に活用していくことは、地域の伝統食材の継承のみならず、食文化理解や伝統文化継承に繋がるといえる。

寒天は保水性が高く、100倍以上の水を抱えてゼリー状に固形化するゲル化剤としての性質をもつ<sup>2)</sup>。これに加えて、食品に粘弾性・つや出し・保水効果を付与する性質、液状食品を乳化する性質を有する<sup>5)</sup>。寒天の主成分はアガロース、アガロペクチンなどの多糖類であり、一般的な構成比はアガロース：アガロペクチン＝7：3といわれる<sup>1)</sup>。寒天は熱可逆性の物理ゲルを形成し、ゲル化において大きな役割を担うのはアガロースである<sup>6)</sup>。アガロースは、D-ガラクトースと3,6-アンヒドロ-L-ガラクトースが $\beta$ -1,4結合した2糖（アガロビオース）を基本単位として、これが連鎖的に $\alpha$ -1,3結合した繰り返し構造をもつ<sup>7)</sup>。アガロペクチンは、アガロースの構造中に硫酸基やメチル基、ピルビン酸等を含み、アガロースに比べてゲル化能が低いとされている。寒天（アガロース）のゲル化は温度変化という物理的刺激のみで引き起こされ、また、ゲル化温度が室温付近であるため、その特徴を生かして様々な分野で活用されている<sup>6)</sup>。

寒天と同様に、ゲル化剤の役割をもつものとしてゼラチンがある。ゼラチンは動物性の結合組織に含まれるコラーゲン（タンパク質）を熱変性させて精製したものである<sup>8)</sup>。いずれもゲル化素材であるが、主成分の物理化学特性の違いにより、溶解温度、融解温度、凝固温度などの点で異なる。

また、寒天に含まれるアガロース、アガロペクチンなどの多糖類は食物繊維としての働きを有し<sup>2)</sup> <sup>9)</sup>、便秘改善など健康効果が注目されている。しかし、近年、寒天の利用<sup>10)</sup>や国内生産量の減少が懸念されている<sup>11)</sup> <sup>12)</sup>。その背景として、都市化の進行などにより、国内の寒天の加工場所（寒天の干し場）確保の困難化や後継者不足が挙げられる<sup>11)</sup> <sup>12)</sup>。加えて、外国産の安い寒天が流通・販売されており、国内における伝統食材の製造や確保が難しく、我が国の伝統食材である寒天は存亡の危機にあるといえる。

日本の食文化については、平成25年11月に和食がユネスコ無形文化遺産となり<sup>13)</sup>、国をあげて食文化継承の取り組みが求められている。その一方で、食生活の洋風化により、和菓子の喫食頻度や調理機会は減少傾向にあり<sup>14)</sup>、和菓子原料の需要も低下している。和菓子利用の減少により、寒天をはじめとする伝統的な食材の採取・栽培・加工に関わる産業が低迷し、食文化の衰退が懸念されている。このことから、和菓子の理解と普及は喫緊の課題といえる。

学校現場においては、食文化をはじめとした伝統文化の継承と充実が求められているが、我が国の伝統食材である寒天の学習内容や状況について、詳細な報告が行われていないのが現状である。そこで、本研究では、寒天に着目して、小・中・高等学校「家庭」の教科書分析を行い、学習状況および課題を把握することとした。

## 2. 方法

現在、小・中・高等学校「家庭」で使用されている教科書について分析を行った。高等学校は共通教科「家庭基礎」「家庭総合」、専門教科「フードデザイン」を対象とした。調査対象は、小学校2冊（KA社<sup>15)</sup>、TO社<sup>16)</sup>）、中学校3冊（KA社<sup>17)</sup>、TO社<sup>18)</sup>、KY社<sup>19)</sup>）、高等学校・家庭基礎10冊（ZI①社<sup>20)</sup>、ZI②社<sup>21)</sup>、ZI③社<sup>22)</sup>、TA①社<sup>23)</sup>、TA②社<sup>24)</sup>、TO社<sup>25)</sup>、DA社<sup>26)</sup>、KY①

社<sup>27)</sup>, KY②社<sup>28)</sup>, KA社<sup>29)</sup>, 家庭総合5冊(ZI社<sup>30)</sup>, TO社<sup>31)</sup>, KY社<sup>32)</sup>, TA社<sup>33)</sup>, DA社<sup>34)</sup>, フードデザイン2冊(ZI社<sup>35)</sup>, KY社<sup>36)</sup>)である。これらは全て平成31年発行のものである。

調査対象は「寒天」とし、比較として「ゼラチン」についても分析を行った。調査項目は、「原料」「主成分」「用途」「文化」「種類」「調理上の性質」などの記述の有無と内容である。記述の特徴により、本文中に文章による詳しい記述があるものは●、本文中に文章による簡単な記述があるものは○、写真または図が掲載されているものは＊、表にまとめられているものは□と分類し、表記の内容を示した。また、寒天は食物繊維としての働きも有することから、「食物繊維」に関する記述についても検討し、「定義」「所在」「性質」「生理作用」などの記述内容を分析した。

### 3. 結果及び考察

小学校の教科書では、寒天、ゼラチン、食物繊維に関する記述はみられなかった。そこで、以下、中・高等学校について結果と考察を述べる。

#### (1) 原料および主成分

##### 1) 寒天

寒天の原料について、「テングサ」や「オゴノリ」の記載があるもの、主成分として「多糖類」や「ガラクトサン」「アガロース」「アガロペクチン」が記載されているものを詳しい記述として教科書分析を行った(表1)。尚、ガラクトサンとは、ガラクトースを基本骨格とする直鎖の多糖類のことである。

中学校では、原料および主成分に関する記載はみられなかった。

寒天の原料について、高等学校では家庭基礎3社、家庭総合2社、フードデザイン2社において詳しい記述がみられた。

主成分については、フードデザイン(KY)以外は簡単な記述であり、記載数は17社中6社と半数以下であった(家庭基礎2社、家庭総合2社、フードデザイン2社)。

寒天の主成分はアガロースとアガロペクチンである<sup>5)</sup>。アガロースは、アガロビオースの繰り返し構造から成り、イオン性残基が存在しない中性多糖(中性ガラクトサン)である<sup>1) 37)</sup>。アガロペクチンは、アガロビオースに硫酸基やメチル基、ピルビン酸などを含む酸性多糖(酸性ガラクトサン)である<sup>1) 37)</sup>。寒天の原料であるテングサにはアガロースと呼ばれる中性ガラクトサンが多く含まれており、オゴノリにはアガロペクチンという酸性ガラクトサンが多く含まれるとされる<sup>38)</sup>。寒天はゲル化剤として用いられることが多いが、ゲル化には原料や主成分が深く関わっている。このことから、地域の伝統食材の理解や食文化継承のためには、原料や主成分に関する詳細な記述と学習が必要といえる。

##### 2) ゼラチン

ゼラチンについても寒天同様の傾向が見られ、中学校においては「原料」(動物性の結合組織)や「主成分」(コラーゲン)に関する記載はみられなかった(表1)。

高等学校では、原料の記載は6社(家庭基礎3社、家庭総合2社、フードデザイン1社)、主成分の記載は6社(家庭基礎2社、家庭総合2社、フードデザイン2社)であった(表1)。

寒天もゼラチンもゲル化剤であるが、原料や主成分の違いによって特性にも違いが生じる。例えば、寒天は、ゲル化力は強いが離水しやすい性質を有する<sup>8)</sup>。一方、ゼラチンはゲル形成

表1 寒天およびゼラチンの原料や種類に関する記述内容

校種	教科・科目名	出版社	寒天						ゼラチン						
			原料	主成分	用途	文化	角寒天 (棒寒天)	糸寒天 (細寒天)	種類	原料	主成分	用途	文化	板ゼラチン	種類
小	家庭	KA													
		TO													
		KA													
中	家庭	TO													
		KY													
		ZI①													
高等学校	家庭 (共通教科)	ZI②													
		ZI③													
		TA①													
		TA②													
		TO													
		DA													
		KY①													
		KY②													
		KA													
		ZI													
		TO													
		KY													
		TA													
家庭 (専門教科)	フード デザイン	DA													
		ZI													
		KY													

●詳しい記述がある、○簡単な記述がある、\*関連する写真や図が掲載されている、□表にまとめられている

がよく離水は少ない。また、寒天はヒトの消化酵素によって消化されにくい食物繊維としての役割をもつものに対し、ゼラチンは消化吸収がよく、乳幼児食、病院食、高齢者食として用いられる<sup>8)</sup>。しかし、寒天・ゼラチンいずれについても、原料や主成分に関する学習は小・中学校では行われておらず、高等学校でも一部に限られていることが明らかとなった。

## (2) 用途

「用途」は、寒天またはゼラチンを用いた食品例を対象とした。尚、具体的な配合や調製方法が記載されたものは、後述する「調理上の性質」の「調理例」として別途分析した。

寒天について、「用途」の記述は2社のみであった(表1)。家庭基礎ZI③は「杏仁豆腐、羊かん、ところてんなど」、フードデザインZI社は「ようかん、ところてん、みつ豆、杏仁豆腐など」が記載されていた。

寒天は、羊羹、錦玉などに代表される和菓子やところてん、みつ豆などの用途がある<sup>2)</sup>。近年は、洋菓子や惣菜、飲料、錠剤、フィルム、メタボリックシンドローム対応食品の素材、便通改善薬など利用が広がっている<sup>2)</sup>。これらの用途は、後述する寒天の特性や機能とも関連があることから、教科書において詳細な記述が求められるといえる。

ゼラチンの記載も2社のみであり(表1)、家庭基礎ZI③「ゼリー、ムースなど」、フードデザインZI「フルーツゼリー、グミ、ババロア、マシュマロなど」であった。

## (3) 種類

一般に市販されている寒天の形状は、「角寒天(棒寒天)」「糸寒天(細寒天)」「粉寒天」の3種類があり<sup>9)</sup>、計量や裏ごしの手間を省くために、粉末寒天を錠剤にした「錠剤寒天」<sup>39)</sup>もある。そこで、これら4種類について記載の有無を検討した。

中学校では粉寒天の記述が3社にみられたが、いずれも簡単な内容であり、他の種類の説明はなかった(表1)。

高等学校で、4種類全ての記述があったのはフードデザインKY社のみであった(表1)。

家庭基礎では、糸寒天や錠剤寒天の記載は全く見られず、角寒天(3社)、または粉寒天(6社)の記載であり、2種類以上の記載があったのは2社のみであった。家庭総合では5社中3社に記載が見られ、T0のみ角・糸・粉寒天の3種類の記載がみられた。

寒天は、心太として寒天ゲルをそのまま食用にする以外にも、各種食品成分の支持体、賦形剤、保護剤などに用いられる<sup>40)</sup>。また、寒天には様々な性質や用途がある。形状以外の分類として製造法によるものがあり、「天然寒天」「工業寒天」「化学寒天」の3種がある<sup>40)</sup>。

天然寒天はテングサ属海藻を原料とし、寒天成分を加熱抽出し、不溶物を濾過・除去後、冷却して得られた寒天ゲルを天然の寒冷現象を利用して製造するもので、製造は冬季に限定される。製品の形態には、角寒天(棒寒天)、糸寒天(細寒天)がある<sup>40)</sup>。

工業寒天は、天然寒天と同様に寒天ゲルを製造後、冷凍機による凍結・注水融解・遠心脱水・熱風乾燥により製造するもので、製品の形態は粉末状である<sup>40)</sup>。

化学寒天はオゴノリ属海藻を原料とし、アルカリ前処理など化学処理によりゲル化力を高めた後に寒天成分を加熱抽出し、不溶物を濾過・除去後、冷却して得られた寒天ゲルを圧搾脱水・熱風乾燥して製造するもので、製品の形態は粉末状である<sup>40)</sup>。上記3種の寒天は、寒天ゲルの凝固力や食感、健康成分が異なるため<sup>9)</sup>、用途によって使用する寒天を選択する必要がある。

加えて、近年では、溶解してゼリーを作るだけでなく、溶解せずに水戻しや湯戻しを行い、サラダやスープの具材としてそのままの形態で用いるなど、用途にあわせて使われるようになっており<sup>41)</sup>、角状、麺状、糸状、フレーク、顆粒、粉末、フィルム状、錠剤など様々である<sup>9) 41)</sup>。

また、本調査の結果、種類別の記載数では、中・高等学校あわせて総体的に粉寒天が最も多かった。これは、利用のしやすさが関係していると考えられる。寒天は使用前の下準備として、水に浸して吸水・膨潤させて用いる<sup>8)</sup>。角寒天・糸寒天では約 20 倍の水を加えて 1 時間浸水する必要があるのに対し、粉寒天で約 10 倍の水を加えて 5～10 分で使用できる<sup>8)</sup>。近年では、水に戻す必要がないもの<sup>42) 43)</sup>や、低温 (80℃) で溶ける即溶性のもの<sup>44) 45)</sup>も販売されている。こうした下準備 (時間) にかかる手間が少ないという利便性の良さ<sup>8)</sup>から、粉寒天に関する記述が多いと考えられる。

一方、寒天は、凍乾法という知識がなかった時代に、凍結・乾燥・脱水という新規の製造技術の発見により作り出された食材であり<sup>9)</sup>、我が国の伝統食材である。利便性のみならず、こうした伝統についても併せて伝えていく必要があるといえる。

ゼラチンの種類についてみると、粉ゼラチンの方が板ゼラチンよりも記述数が多かった。これは、寒天同様、粉状のゲル化剤の利便性の高さによるものと考えられる (表 1)。

#### (4) 調理上の性質

ゼリー食品を作る際に、寒天やゼラチンなどのゲル化素材が使われる。多糖類である寒天は、溶解温度、凝固温度、融解温度が比較的高いのが特徴である<sup>8)</sup>。90℃以上で溶け (溶解温度)、30～40℃の常温で固まる (凝固温度)。また、使用濃度も 0.03%～1.5%程度と低い<sup>5) 8)</sup>。また、一度固まった後に溶ける温度は 70℃以上であり、常温で溶けにくい。室温で凝固することや、凝固点と融点 (90℃以上) の間に 60℃の差があることなどから、寒天の利用価値は高い<sup>9)</sup>。

一方、動物タンパク質であるゼラチンのゲル化条件は、濃度 1.5～4%と寒天より高濃度である。溶解温度は 40～50℃<sup>8)</sup>、凝固温度は 20℃以下であり、室温では凝固しない。一度固まっても 25℃以上で融解する。このことから、固体維持できる温度域の広さ、温度に対する安定性は寒天の方がゼラチンより著しく高いといえる。

そこで、調理上の性質 (「戻し方」「使用濃度」「溶解温度」「凝固温度」「融解温度」「分離 (他の材料の影響)」「水分の分離 (放置後の変化)」「ゼリー状態 (口あたり)」「ゾル、ゲル」「調理例」) について検討した。

分析の結果、調理上の性質に関して、中学校は調理例以外の記載が見られなかった (表 2)。このことから、中学校では寒天を使用する上で必要な知識を学習する機会がないといえる。以下、高等学校について述べていく。

##### 1) 戻し方、使用濃度、温度 (溶解温度・凝固温度・融解温度)

###### ①寒天

高等学校の家庭基礎・家庭総合において、「戻し方」の記載があったのは 15 社中 5 社のみであった (表 2)。

「使用濃度」は 3 社のみ記載があった。各寒天における使用濃度の記述内容を表 3 に示す。使用濃度は教科書によって幅があり、家庭基礎ではフードデザインよりも使用濃度がやや高かった。これは、寒天濃度が高いほど寒天のゲル強度が高くなることから<sup>46)</sup>、調理実習時にゲルが固まらないという事態を防ぐためと考えられる。

表2 寒天およびゼラチンの性質に関する記述内容

校種	教科・科目名	出版社	寒天										ゼラチン																				
			戻し方	使用濃度	溶解	凝固	温度(℃)	融解	ソル	ゲル	分離	水分の分離	ゼリー状態	実験など	調理例	戻し方	使用濃度	溶解	凝固	温度(℃)	融解	ソル	ゲル	分離	水分の分離	ゼリー状態	実験など	調理例					
小	家庭	KA TO																															
中	家庭	KA TO KY																															
高等学校	家庭基礎	ZI①	○																														
		ZI②	○																														
		ZI③																															
		TA①																															
		TA②																															
	家庭(共通教科)	TO																															
		DA	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	
		KY①																															
		KY②																															
		KA																															
家庭総合	ZI	○																															
	TO																																
	KY																																
	TA																																
	DA	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●		
家庭(専門教科)	ZI	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●		
	KY	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●		

●詳しい記述がある、○簡単な記述がある、\*関連する写真や図が掲載されている、□表にまとめられている

温度について、記載数が最も多かったのは「凝固温度」、最も少なかったのは「融解温度」であった(表2)。溶解温度・凝固温度・融解温度、すべての記述がみられたのは4社のみであった。記述内容をみると、家庭基礎と家庭総合では、溶解温度は80~100℃と示されており、寒天が溶け始める温度から完全溶解する温度までの温度の記載と考えられる(表3)。一方、フードデザインでは、寒天が完全溶解する温度(100℃)の記述であった。凝固温度について、最高温度はほぼ35℃と共通していた。融解温度は、68~90℃以上と幅が広がった。

②ゼラチン

同様の傾向はゼラチンでも見られ、「戻し方」と「使用濃度」は各1社、「温度」は3社みの記載であった(表2)。寒天同様、凝固温度や溶解温度の記述数に比べて融解温度の記述数は少なかった。使用濃度と各種温度の記述内容をみると、使用濃度は、ゼラチンの種類の別なく「液体に対して2~3%」と記載されていた(表3)。

ゼラチンは、凝固後の保存温度が融解温度を上回るとゾル化し、その融解温度は寒天より低い。ゼラチンゼリーの温度管理を誤れば食品ロスに繋がる。食べ物を無駄にしないためにも、ゼラチンの物理化学的特性と温度の関係についての知識を習得し、日常において実践する力を育成する必要があるといえる。

2) ゾル, ゲル

寒天やゼラチンは、成分抽出によるゲル化素材である<sup>8)</sup>。いずれも、水を加えて加熱すると流動性のあるゾルになり、冷却すると凝固してゲルを形成する<sup>8) 41)</sup>。このゲルは加熱により再溶解され再びゾルとなり、寒天は熱可逆性の性質をもつ<sup>41)</sup>。

寒天(アガロース)のゲル化メカニズムは、溶液中で寒天分子は自由度の高いランダムコイルとして存在し、温度低下に伴い分子の運動が水素結合によって束縛されて二重螺旋状分子に

表3 寒天およびゼラチンの使用濃度と各種温度に関する記述内容

校種	教科・科目名	出版社	寒天						ゼラチン						
			使用濃度(%)			温度(℃)			使用濃度(%)	温度(℃)					
			棒寒天	糸寒天	粉寒天	溶解	凝固	融解		溶解	凝固	融解			
小	家庭	KA TO													
中	家庭	KA TO KY													
高等学校	家庭(共通教科)	家庭基礎	ZI①												
			ZI②												
			ZI③					常温-35				冷蔵-13			
			TA①												
			TA②												
		TO													
		DA	1-2		0.5-1	85-100	28-35		2-3	40-50	5-12				
		KY①													
		KY②				80-100	25-35	68-84		40-50	3-10	20-25			
		KA													
	家庭総合	ZI													
		TO					85-100	25-35	90<		40-50	5-12	20-35		
		KY													
		TA													
		DA				85-100	28-35			40-50	5-12				
	家庭(専門教科)	フードデザイン	ZI	0.8-1.5		0.4-1			約30	約80			3-10	約24	
			KY	0.8-2			100	28-35	79-85		40-50	3-10	24-25		

なり、さらにこれら二重螺旋分子が会合して三次元の網目構造をとると考えられている<sup>47) 48)</sup>。

寒天に特徴的なことは、一度ゲル化した状態から再度水溶液にするには、より高い温度まで上げる必要があることであり、ゲル→ゾル転移の温度がゾル→ゲル転移の温度より高いというヒステリシス現象を示す<sup>37)</sup>。寒天のヒステリシス（融点と凝固点の差）は40～60℃であり、他のゲル形成能のある食品高分子のヒステリシスと比較すると、ゼラチンは5～15℃、カラギナンが10～30℃で、寒天ゲルのヒステリシスは特に著しい<sup>2) 37)</sup>。

ゾル、ゲルに関する記述は、寒天・ゼラチンとも家庭基礎や家庭総合では見られなかった（表2）。寒天は、ゲル化力の強いアガロース（70%）とゲル化力の弱いアガロペクチン（30%）から構成され、その性質を生かして羊羹やゼリー、寄せ物などに広く用いられている<sup>8)</sup>ことから、寒天の利用について科学的な視点からも学習する必要があるといえる。

### 3) 分離（他の材料の添加による影響）

寒天について、他の材料の添加によっておこる「分離」に関する記述は、3社のみであった（表2）。記述内容をみると、家庭総合では酸の影響のみが示されていたが、フードデザインKYでは砂糖や果汁による影響やゼリー強度についても記載されていた（表4）。

寒天はゲル化の際、共存物質の種類によってゲル形成能に差異があり、寒天調理において砂糖の添加はゲル化を促進するが、牛乳や果汁等の添加はゲル形成能の低下や喪失を引き起こすことが知られている<sup>49) 50) 51)</sup>。寒天の利用を拡大するためには、寒天の性質についてさらに深く理解する必要があるといえる。

ゼラチンも、「分離」に関する記述は3社のみであり、記述内容に偏りがみられた（表4）。

### 4) 水分の分離（放置後の変化）

「水分の分離」（放置後の変化）について、寒天・ゼラチンとも家庭基礎・家庭総合での記載はなく、フードデザインのみの記載であった（表2）。

寒天について、ZI社は「濃度が低く、保存温度が高く、放置時間が長いほど分離する水分の

表4 寒天およびゼラチンの調理上の性質「分離」(他の材料の影響)に関する記述内容

内容	科目名	出版社	添加する材料	記述内容	
寒天	家庭総合	TO	酸	酸を加えて加熱すると凝固しない	
	フードデザイン	KY	ZI	他の材料	他の材料を混ぜる場合、温度が高く比重が異なると、分離しやすくなる
			砂糖	凝固温度を高くし、離しを減らす。ゼリー強度大、透明度大とする	
			果汁	70℃以上での添加はゼリー強度を低下させ、風味も低下させる	
			牛乳	量が多いと、ゼリー強度が低下する	
ゼラチン	家庭総合	TO	たんぱく質分解酵素を含む食品	生のバイナップルなど、たんぱく質分解酵素を含む食品を加えると凝固しない	
	フードデザイン	KY	ZI	他の材料	他の材料を混ぜる場合、温度が高く比重が異なると、分離しやすくなる
			砂糖	凝固温度を高くし、崩壊を防ぐ。ゼリー強度大、透明度大とする	
			果汁	ゼリー強度が低下する	
			牛乳	量が多いと、ゼリー強度が増加する	

量は多い」<sup>35)</sup>、KY社は「水がしみ出す(離しょう)」<sup>36)</sup>という簡単な内容であった。

水分の分離(「離しょう」「離水」ともいう)は、寒天ゲルの構造が関わっている。上述したように、寒天(アガロース)のゲル化は水素結合が関与している。寒天ゲル中には、寒天分子近傍に水素結合で強く結合した水分子(結合水)と、寒天の網目の中に閉じ込められて弱く水素結合した水分子(自由水)が存在すると考えられている<sup>41)</sup>。水素結合した二重螺旋分子は、分子外側は疎水基が並ぶことになり、水を抱える力が弱い。そのため、寒天ゲルは、一度壊されるとゲルからの離水が多くなる<sup>41)</sup>。

ゼラチンについて、ZI社は「保存温度が高いと、水分が分離する前にゼリーが崩壊する」<sup>35)</sup>、KY社は「形がだれてくる(崩壊)」<sup>36)</sup>と記載されていた。

水分の分離によって、寒天では「水がしみ出す『離しょう』」、ゼラチンでは「形がだれる『崩壊』」が生じることが記述されていた。水分の分離は、いずれのゲル化剤でも起こりうる現象であり、そこには物理化学的な理由がある。また、水分の分離は、食感など美味しさに関わる要素である。小中高生など、若い世代に寒天という伝統食材の利用を促進するためには、その性質について理解を深める必要があるといえる。

## 5) ゼリー状態(口あたり)

寒天について、「ゼリー状態」(口あたり)の記述は4社のみであった(表2)。家庭基礎ZI③は「固くてツルンとしている」<sup>22)</sup>、家庭総合T0は「もろい口当たり」<sup>25)</sup>、フードデザインZI社は「かたく、弾力がなく、くだけやすい」<sup>35)</sup>、KYは「硬く弾力性がなく、こわれやすい」<sup>36)</sup>と記載されており、寒天ゼリーの特徴として硬さや脆さが挙げられていた。

ゼラチンにおける「ゼリー状態」の記述は4社であった(表2)。内容をみると、家庭基礎ZI③は「なめらかで口どけがよい」<sup>22)</sup>、家庭総合T0は「弾力に富み、口どけがよい」<sup>25)</sup>、フードデザインZIは「やわらかく、弾力性と付着性がある」<sup>35)</sup>、KYは「軟らかく、弾力性、粘性がある」<sup>36)</sup>であった。

ゲルの特性として、寒天ゲルは、弾力のある歯切れのよい食感をもつが、保存が進むにつれて脆さが増す特性があり、ゼラチンゲルは軟らかく粘稠である<sup>8)</sup>。寒天ゲルは付着性が劣るため、多層ゼリーに適さないが、付着性があるゼラチンゲルは多層ゼリーを作ることができる<sup>8)</sup>。こうした特性は、調理する上で必要な知識であるため、あわせて学ぶ必要があるといえる。

## 6) 調理例

調理例は、料理名、材料、配合、作り方が掲載されているものを調査対象とした。

### ①寒天

寒天の調理例は、中学校3社、高等学校では12社であった(表2)。詳細を表5に示す。

寒天の調理例は、中華菓子である奶豆腐(牛乳かん)や杏仁豆腐が多く記載されており、和菓子は2例のみだった(こはくかん、水ようかん)(表5)。

牛乳を用いた奶豆腐や杏仁豆腐が用いられているのは、寒天が砂糖や果汁、牛乳などの添加物により、ゼリー強度や透明度に影響を受ける<sup>46) 49) 50) 51)</sup>ことや、牛乳の温度が寒天に及ぼす影響を考える手立てとして用いられていると考えられる。一方で、寒天は和菓子とともに発展してきたという歴史をもつ<sup>1)</sup>。伝統文化の継承という視点でみると、伝統的な食材である寒天を使った和菓子の調理例の記載を増やす必要があるといえる。

表5 寒天またはゼラチンを用いた調理例

校種	教科・科目名	出版社	寒天			ゼラチン		
			和菓子	洋菓子	中華菓子	和菓子	洋菓子	中華菓子
小	家庭	KA			中華菓子		洋菓子	中華菓子
		TO						
中	家庭	KA	こはくかん		牛乳かん			
		TO		オレンジのクラッシュゼリー				
高等学校	家庭 基礎	KY		フルーツ寒天ゼリー	牛乳かん			
		ZI①			奶豆腐			パンナコッタ
		ZI②			奶豆腐(牛乳かん)			パンナコッタ
		ZI③			奶豆腐			ミルクアイーババロア
		TA①						
		TA②						
		TO			牛奶奶腐			チョコパンナコッタ
		DA			奶豆腐			
		KY①			奶豆腐			フルーツゼリー
		KY②			杏仁豆腐			
高等学校	家庭 総合	KA			奶豆腐(牛乳かん)			パンナコッタ
		ZI			牛奶奶腐			
		TO						
		KY			奶豆腐			チョコパンナコッタ
高等学校	家庭 専門 教科	TA			杏仁豆腐			フルーツヨーグルトプリン、ババロア
		DA						コーヒージェリー、ティラミス、パンナコッタ
高等学校	フード デザイン	ZI						
		KY	水ようかん					

※材料名、配合、作り方が掲載されているものを分析対象とした。

## ②ゼラチン

ゼラチンに関する記述は、中学校では見られず、高等学校では9社であった(表2)。調理例は洋菓子のみであり、パンナコッタ、パバロア、ゼリーなどであった(表5)。

中学校において、ゼラチンが記載されていなかったのは、ゲル化剤としての特性や利便性を鑑みた場合、ゼラチンは凝固ゼリーが凝固する温度が10℃と低いこと、凝固したゼリーが溶ける融解温度は25℃であり、寒天に比べて室温で調理・管理することが難しいためと考えられる。

### (5) 食物繊維に関する記述

寒天はヒトの消化酵素では分解されず、腸内細菌によってわずかに分解される程度であり、整腸剤の役割を果たす。医薬領域でも緩下剤として使用されており<sup>40)</sup>、食物繊維としての機能を果たす。食物繊維は、「ヒトの消化酵素によって消化されない食物中の難消化性成分の総体」と定義されており<sup>52)</sup>、炭水化物、脂質、タンパク質、ビタミン、ミネラルに次いでヒトに不可欠な第6の栄養素として注目されている<sup>53)</sup>。食物繊維は大別すると、不溶性食物繊維と水溶性食物繊維に分類でき<sup>8)</sup>、寒天に含まれるアガロース、アガロペクロンは不溶性食物繊維である<sup>54)</sup>。食物繊維の生理作用はその物理・化学的性質に基づいており、その性質とは保水性、粘性、イオン交換能、吸着能、発酵性などである<sup>52) 54) 55)</sup>。これらは、食物繊維の種類により大きな違いがあり、特に不溶性か水溶性かによって生理機能の種類と効果の程度が異なる<sup>56) 57)</sup>。

食物繊維に関する記述は、小学校では見られず、中学校、高等学校の全ての教科書にみられたため、以下、中学校・高等学校について述べる。

#### 1) 定義・構造・所在

食物繊維の定義は、中・高等学校では全ての教科書でみられた(表6)。中学校では「消化・吸収されない」という簡単な説明であった。

高等学校でも同様の記述であり、これに加えて食物繊維が炭水化物の一種であることの記載が見られたのは8社であり、このうち食物繊維が「多糖類」である旨が記述されていたのは3社のみであった。所在については、中学校1社、高等学校4社で記載が見られたが、寒天の記述はなく、「海藻」の記述であった。

#### 2) 種類(性質(水溶性・不溶性)による分類と記載内容)

食物繊維の機能特性は、エネルギー値が小さいことと、物理化学的機能と生理機能をもつこと、種類によって機能が異なることである<sup>2)</sup>。不溶性食物繊維にはセルロース、アガロース、アガロペクチン、リグニン、キチンなどがあり、水溶性食物繊維にはペクチン、グアガム、アルギン酸ナトリウムなどが該当する<sup>52)</sup>。

そこで、性質(水溶性・不溶性)による分類の有無とその記載内容について検討した(表6)。

「水溶性食物繊維」「不溶性食物繊維」の記述は、中学校では見られず、高等学校では4社であった。フードデザインZI社は「水にとけるもの、とけないもの」という記載であった。

各食物繊維の性質および種類の例について、記載の有無や内容を検討した。種類の例については高等学校3社で記載が見られたが、いずれも不溶性・水溶性の別に分けての記載ではなかった。また、寒天や、寒天に含まれるアガロース、アガロペクチンに関する記載はいずれも見られなかった。



### 3) 生理作用（物理化学的機能と生理機能）および種類

一般に、食物繊維は、食物の咀嚼回数や消化液の分泌を増加させたり、便通や腸内環境を改善したりするが、不溶性と水溶性で異なる生理作用もある。不溶性食物繊維は保水性が良く、便量の増加や腸の蠕動運動の促進、脂肪や胆汁酸、発がん物質等の吸着・排出作用がある<sup>53)</sup>。水溶性食物繊維は、糖の消化吸收を緩慢にして血糖値の急な上昇を抑える糖尿病予防効果、胆汁酸の再吸収を抑えてコレステロールの産生を減らす脂質異常症の抑制効果が期待できる。また、水分を吸収してゲル化するため、胃腸粘膜の保護や空腹感の抑制作用がある<sup>53)</sup>。海老原ら<sup>56)</sup>は、食物繊維摂取により影響される機能を消化管別に示しており、食物繊維は様々な組織に多様な働きを示すといえる。そこで、食物繊維の記述について、影響をうけるものとして「口腔、小腸、大腸、血糖値・コレステロール」、「関連する病気」、「その他」に分けて分析した。尚、「関連する病気」は、病名が明記されているものを抽出した。

#### ①生理作用

食物繊維の生理作用に関する記述は中学校、高等学校の全ての教科書でみられた（表7）。

中学校は、大腸における生理作用の記載のみであったが、高等学校では口腔、小腸、大腸、血糖値・コレステロールへの作用に関する記述があり、かつ、関連する病気についての記載が見られた（表7）。

内容について、中学校では「腸の調子を整え便通をよくする（排便をうながす）」という便秘予防に関する記述が見られたが、具体的な作用機序については説明がなかった（表7）。高等学校では、中学校に比べて記述内容が詳細になるとともに、そのメカニズムに関する記述もみられた。たとえば、家庭基礎 TA①では、腸の動きが活発になるメカニズムとして、「水を含んで膨らむ作用があり、腸の内容物の容量を増加させて腸粘膜を刺激」という記述があり、保水性や嵩（かさ）効果などの物理・化学的機能の記載が見られた<sup>58)</sup>。

#### ②種類

種類について、水溶性・不溶性など食物繊維の種類別に記載が見られたのは高等学校のみであり、家庭基礎 KY①、家庭総合 KY、フードデザイン KY の3社であった（表7）。家庭基礎 ZI②と家庭総合 ZI は、「不溶性」「水溶性」という種類の名称の記載がなかった。

食物繊維のもつ生理作用は多岐に渡り、種類によって作用機序や効果も異なる。中学校・高等学校全ての教科書で記載の見られた便秘予防効果には、排便改善に寄与するものと便性改善に寄与するものがある<sup>59)</sup>。前者の観点からは非分解性・非発酵性の食物繊維（おもに不溶性食物繊維）、後者の観点からは分解性・発酵性の食物繊維（おもに水溶性食物繊維）が望ましいとされるが<sup>59)</sup>、そうした具体的な記述はなかった。

また、「腸の調子を整える」など整腸作用に関する記載も多かったが、作用機序や作用部位（小腸・大腸）について具体的な説明はなかった。辻<sup>58)</sup>は、小腸に及ぼす生理作用として、動物実験において食物繊維により小腸の重量増加や長さの伸展がよく知られていることや、水溶性食物繊維摂取量の増加により絨毛の形態も変化することを報告している。一方、ペクチンなどの水溶性食物繊維を粉末状態で大量摂取すると、水分吸着量が多くなり、胃から小腸内部の細胞に種々の損傷を与えることが動物実験で警告されているが<sup>60)</sup>、セルロースなどの不溶性食物繊維は粘液で覆われている消化管組織の損傷は案外少ないとされている。日本人の海藻類摂取量は2010年以降1人1日当たり9～10gの間で推移しているが<sup>61)</sup>、寒天をはじめとする海藻類には食物繊維含量が多く、食物繊維の給源として大きな割合を占めると考えられる。食物繊維の摂

表7 食物繊維の生理作用に関する記述内容

校種	教科・科目名	出版社	作用部位など				関連する病気 <sup>注</sup>	その他	
			口腔	小腸	大腸	血糖値、コレステロール			
中学校	家庭	KA			腸のはたらきを活発にし、便通をよくする。 体の中に取り込まれた有害物質の排泄		体調を整える、 生活習慣病予防		
		TO			腸の調子を整え便通を良くする				
		KY			腸の調子を整えて排便をうながす		生活習慣病予防		
高等学校	家庭 (共通教科)	ZI①			消化管を刺激し、そのはたらきを活発にする		からだの機能を調節		
		ZI②			排便を促進させ、大腸がんの発生を抑えるはたらきを持つ(不溶性)	血糖値やコレステロール値の上昇を抑えるはたらきを持つ(水溶性)	大腸がん	からだの機能を調節	
		ZI③			消化管のなかでかさを増すので、満腹感を誘って食べ過ぎを防ぐ。 多くの栄養素や非栄養素を吸着する。 一部の食物繊維は消化管にはたらきかけて、腸の病気を予防	コレステロールの吸収を阻害したり、血糖の上昇を抑えたりする	腸の病気	からだの機能を調節	
		TA①			水を含んで膨らむ作用があり、腸の内容物の容量を増加させて腸粘膜を刺激し、腸の動きを活発にして排便を促進するので便秘予防や大腸がん予防に役立つ。		便秘、大腸がん	満腹感を持続させて食べ過ぎを防ぐ	
		TA②			水を含んで膨らむ作用があり、腸の動きを活発にして排便を促進するので、便秘予防や大腸がん予防に役立つ		便秘、大腸がん	満腹感を持続させて食べ過ぎを防ぐ	
		TO			小腸の蠕動運動を促進して便秘を予防	大腸では人体に有害な物質を吸着して排泄したりすることにより、大腸がんの予防	血中コレステロール値の低下	便秘、大腸がん	
		DA			腸内環境をよくする。①腸の運動を刺激し、便通を整える。 ②腸内の有害細菌を抑えて腸内環境をよくする ③有害な物質を吸着して腸の調子を整える	④脂肪やコレステロールなどの吸収を妨げ、動脈硬化を防ぐ。⑤糖質の吸収を遅らせて血糖値を下げ、肥満や糖尿病を予防	動脈硬化、肥満、糖尿病		
		KY①			水溶性は有機物を外へ排出する。 不溶性は便秘を防いで便の量を増やす。	血中コレステロール濃度を低下	便秘	からだの調子を整える	
		KY②			腸の調子を整える				
	家庭総合	KA			便通を整える	血中のコレステロールの吸収を妨げたり、血糖値の上昇をおさたりする			
		ZI			排便を促進させ、大腸がんの発生を抑える(不溶性)	血糖値やコレステロール値上昇を抑える(水溶性)	大腸がん	からだの機能を調節	
		TO			小腸の蠕動運動を促進して便秘を予防	大腸では人体に有害な物質を吸着して排泄、大腸がんを予防	血中コレステロール値の低下	便秘、大腸がん	
		KY			水溶性は有機物を外へ排出する。 不溶性は便秘を防いで便の量を増やす	血中コレステロール濃度を低下	便秘	からだの調子を整える	
		TA			水を含んで膨らむ作用があり、腸の内容物の容量を増加させて腸粘膜を刺激し、腸の動きを活発にして排便を促進するので便秘予防や大腸がん予防		便秘、大腸がん	満腹感を持続させて食べ過ぎを防ぐ	
		DA			腸内環境をよくする。①腸の運動を刺激し、便通を整える。 ②腸内の有害細菌を抑えて腸内環境をよくする。 ③有害な物質を吸着して腸の調子を整える	④脂肪やコレステロールなどの吸収を妨げ、動脈硬化を防ぐ。 ⑤糖質の吸収を遅らせて血糖値を下げ、肥満や糖尿病を予防	動脈硬化、肥満、糖尿病		
		家庭(専門教科)	ZI			腸内細菌によるビタミンの合成を助けたり、便通を整える。 糞便のかさを増し、便秘の予防、整腸作用。	血糖の上昇を遅らせる。 コレステロールや血糖の低下作用。	便秘、虫歯	からだの調子を整える
			KY			水溶性食物繊維は水に溶けるとゲル状に変化して炭水化物の消化吸収を緩やかにしたり、血糖値の急上昇を防いだりする。 (水溶性食物繊維は)腸の粘膜を守り、善玉菌を増やす効果がある。 不溶性食物繊維は水に溶けず胃や腸で水分を吸収し大きく膨らむため、腸内運動を活発にし、便通を促進する。このことより、有害な物質を排出する効果もある。	血中コレステロール濃度の上昇抑制、血糖値上昇の抑制(水溶性食物繊維)	便秘、大腸がん	

※ 水溶性食物繊維と不溶性食物繊維についてそれぞれの生理作用を分けて記述、種類名の記述はないが生理作用を分けて記述した。  
注) 関連する病気の名称があったもののみ抽出・記載した。

取不足が懸念されている現代において、将来に渡って健康的な食生活を送るために、不溶性・水溶性食物繊維の生理作用を理解するとともに、各食物繊維がどのような食品に多く含まれているのか、どれくらいの量をどのように摂取すればいいのか、摂取の目安や調理方法を示す必要があるといえる。

#### 4. まとめ

学校現場においては、食文化をはじめとした伝統文化の継承と充実が求められている。本研究では、静岡県の特産品であり、我が国の伝統食材である寒天に着目して、小・中・高等学校「家庭」の教科書分析を行い、学習内容および課題について検討した。

小学校では、寒天の原料や成分、種類についての記述は全く見られなかった。

寒天の種類をみると、中学校・高等学校ともに粉寒天の記載が多かった。これは調理における手間の軽減のためと考えられるが、伝統的製法によれば、本来、寒天は角状のものである。

利便性のみならず、歴史や物理化学的作用や生理作用もあわせて学ぶことにより、食文化を正しく継承できると考えられる。寒天の調理上の性質について、中学校では調理例のみが記載され、物理化学的な内容の記載は見られなかった。高等学校においても、調理例以外の事項について詳細な記述があったのは半数以下であり、記述内容や量は教科書によって異なっていた。

寒天の調理上の性質、特に物理化学的特性を全く知らない、あるいは、ほとんど理解しない状態で調理を行っても、寒天の理解や日常における利用拡大には繋がらないと考えられる。このことから、小学校の段階から寒天に関する物理化学的性質、調理特性、生理作用を学ぶとともに、先人が築いて来た知恵や歴史についても造詣を深める必要があるといえる。今後はこれらの知見をもとに、教材開発を行うとともに、寒天に対する興味・関心を高め、食の文化継承および知識、技能の習得に繋げていきたい。

本研究は日本学術振興会科学研究費（課題番号 120K02385）の助成を受けたものである。

## 参考文献

- 1) 林金雄, 岡崎彰夫: 寒天ハンドブック, 光琳書院, pp. 1-5, pp. 89-225, pp. 227-292 (1970)
- 2) 早川幸男, 小林昭一: 良くわかる食品新素材, 食品化学新聞社, p. 127, p. 189, pp. 304-306 (2010)
- 3) 静岡県水産・海洋技術研究所 伊豆分場: 天草百科: 天草について,  
<https://fish-exp.pref.shizuoka.jp/izu/seaweed/tengusa.html> (最終閲覧 2022. 9. 16)
- 4) 農林水産省: ところてん 静岡県,  
[https://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/k\\_ryouri/search\\_menu/menu/36\\_12\\_shizuoka.html](https://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/k_ryouri/search_menu/menu/36_12_shizuoka.html)  
(最終閲覧 2022. 9. 16)
- 5) 高橋亮, 平島円, 谷田陽子, 西成勝好: アガロペクチン水溶液の熱的・レオロジー的特性,  
日本食品科学工業会誌, 56, 11, 591-599 (2009)
- 6) 矢内雅人 企画編集: 「ゲルの安定化と機能性付与・次世代への応用開発」第8節 寒天ゲルのゲル構造形成メカニズム (金田勇), 技術情報協会, pp. 34-37 (2013)
- 7) 印南 敏, 桐山修八編: 改訂新版 食物繊維, 第一出版, pp. 16-36 (1995)
- 8) 川端晶子, 畑明美: 調理学, 建帛社, p. 87, pp. 123-127 (2002)
- 9) 松橋鉄治郎: 寒天・ところてん読本 本物をつくる・食べる・活かす, 農山漁村文化協会,  
pp. 20-21, pp. 29-31, pp. 33-34, p. 41, p. 54, pp. 100-101 (2008)
- 10) 日本食糧新聞: 寒天特集, <https://news.nissyoku.co.jp/special/715455> (最終閲覧 2021. 1. 29)
- 11) 木村浩巳: 伝統産業と気候変動: 茅野の天然寒天業への影響に関する事例調査, 地域イノベーション, 5, 115-124 (2012)
- 12) 畑中健一郎, 木村浩巳: 伝統産業への気候変動影響: 長野県諏訪地域の天然寒天を事例として, 日本地理学会発表要旨集, 0号, 100087 (2015)
- 13) 農林水産省: 「和食」がユネスコ無形文化遺産に登録されています,  
<https://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/ich/> (最終閲覧 2022. 1. 25)
- 14) 村上陽子: 和菓子の嗜好性および喫食状況に関する研究, 静岡大学教育学部研究報告 (自然科学篇), 59, 21-36 (2009)
- 15) 内野紀子, 鳴海多恵子, 石井克枝, 櫻井純子ほか 31名: わたしたちの家庭科 5 6, 開隆堂

(2019)

- 16) 渡邊彩子ほか13名：新編新しい家庭5・6，東京書籍（2019）
- 17) 大竹美登利ほか73名：技術・家庭[家庭分野]，開隆堂，p.67，pp.71-72，p.128（2019）
- 18) 佐藤文子，金子佳代子ほか63名：新編 新しい技術・家庭 家庭分野自立と共生を目指して，東京書籍，p.27，p.99（2019）
- 19) 汐見稔幸ほか31名：新技術・家庭 家庭分野，教育図書，p.38，p.75，p.132（2019）
- 20) 宮本みち子ほか30名：新図説家庭基礎，実教出版，p.75，p.107，p.113（2019）
- 21) 宮本みち子ほか33名：新家庭基礎 パートナーシップでつくる未来，実教出版，pp.76-77，p.82，p.106，p.116（2019）
- 22) 横山哲夫ほか48名：新家庭基礎 21，実教出版，p.30，p.51（2019）
- 23) 佐藤文子ほか39名：新家庭基礎 主体的に人生をつくる，大修館書店，p.112（2019）
- 24) 佐藤文子ほか39名：未来をつくる 新高校家庭基礎，大修館書店，p.102（2019）
- 25) 牧野カツコ，河野公子ほか21名：家庭基礎 自立・共生・創造，東京書籍，p.85，p.115（2019）
- 26) 阿部幸子ほか35名：高等学校 新版家庭基礎 ともに「生きる・持続可能な未来をつくる」，第一学習社，p.86，p.108，p.123（2019）
- 27) 小澤紀美子ほか25名：新家庭基礎 今を学び 未来を描き暮らしをつくる，教育図書，p.67（2019）
- 28) 伊藤葉子，河村美穂ほか24名：高等学校家庭基礎 グローバル&サステイナビリティ，教育図書，p.77，p.113（2019）
- 29) 大竹美登利ほか70名：家庭基礎 明日の生活を築く，開隆堂，p.80，p.86，p.109（2019）
- 30) 宮本みち子ほか35名：新家庭総合 パートナーシップでつくる未来，実教出版，pp.92-93，p.123，p.132（2019）
- 31) 牧野カツコ，河野公子ほか20名：家庭総合 自立・共生・創造，東京書籍，pp.136-137，p.161，p.173（2019）
- 32) 小澤紀美子ほか18名：新家庭総合 今を学び 未来を描き暮らしをつくる，教育図書，p.111（2019）
- 33) 佐藤文子ほか39名：新家庭総合 主体的に人生をつくる，大修館書店，p.120（2019）
- 34) 阿部幸子ほか35名：高等学校 新版家庭総合 ともに生きる・持続可能な未来をつくる，第一学習社，p.112，p.157（2019）
- 35) 江原絢子ほか13名：フードデザイン新訂版，実教出版，p.18，p.76，p.161，p.181，p.226（2019）
- 36) 石井克枝ほか11名：フードデザイン，教育図書，pp.28-29，p.53，p.61，pp.88-89，p.164，p.174，p.185，p.225（2019）
- 37) 西成勝好：食品ハイドロコロイドの開発と応用，シーエムシー出版，pp.196-212（2007）
- 38) 寒天本舗：気になる!! 天草とオゴ草の違いってなに？  
[https://www.kantenhonpo.co.jp/lp/08/question\\_01.html](https://www.kantenhonpo.co.jp/lp/08/question_01.html)（最終閲覧 2022.9.16）
- 39) イナシヨク：テレット B 錠剤型寒天，<https://inashokuhin.bcart.jp/product.php?id=113>  
（最終閲覧 2022.9.16）
- 40) 西出英一：海藻多糖類，調理科学，21，154-158（1988）

- 41) 埋橋祐二, 滝ちづる: 寒天の種類・特性と使用方法, 日本調理科学会誌, 38, 292-297 (2005)
- 42) 共立食品会社: 寒天パウダー, <https://www.kyoritsu-foods.co.jp/event/kanten/> (最終閲覧 2022. 9. 16)
- 43) かんてんぱぱオンラインショップ: かんてんクック 20 袋入,  
<https://shop.kantenpp.co.jp/shopdetail/000000001234/ct1/page1/brandname/> (最終閲覧 2022. 9. 16)
- 44) 寒天本舗: 煮とかし不要 (80°Cで溶ける特殊粉寒天), <https://www.kantenhonpo.co.jp/c/001/503> (最終閲覧 2022. 9. 16)
- 45) かんてんぱぱオンラインショップ: お湯で溶ける粉末寒天 10 袋入り,  
<https://shop.kantenpp.co.jp/shopdetail/000000001782/ct1/page1/brandname/> (最終閲覧 2022. 9. 16)
- 46) 三浦洋, 水田昂, 木原香代子: 寒天ゼリーのゲル強度について, 食糧研究所研究報告, 16, 23-29 (1962)
- 47) Jimenez-Barbero, J., Bouffar-Roupe, C., Rochas, C., Perez, P.: Modelling studies of solvent effects on the conformational stability of agarobiose and neoagarobiose and their relationship to agarose, *Int. J. Biol. Macromol.*, **11**, 265-272 (1989)
- 48) Foord, S.A. Atkins, E.D.Y.: New x-ray diffraction results from agarose: Extended single helix structures and implications for gelation mechanism. *Biopolymers*, **28**(8), 1345-1365 (1989)
- 49) 林金雄, 永田幸雄: 寒天ゲルの融解点について, 日本食品工業会誌, 14, 450-454 (1967)
- 50) 松本 (向山) 晴美, 妻鹿絢子, 小林豊子: 有機酸含有寒天のゲル化に及ぼす有機酸塩の影響, 家政学雑誌, 30, 613-617 (1979)
- 51) 山崎清子, 加藤悦: 寒天調理に関する研究 (第4報), 家政学雑誌, 10, 3-7 (1959)
- 52) 灘本知憲, 仲佐輝子: 新 食品・栄養科学シリーズ 基礎栄養学(第4版), 化学同人, pp. 127-132 (2015)
- 53) 高橋陽子: 繊維質と食物繊維, 日本食品化学工学会誌, 58, 186 (2011)
- 54) 日本農芸化学会編: 何を食べたらよいか—氾濫する情報にふりまわされないために—, 学会出版センター, pp. 106-107 (1999)
- 55) Schneeman, B.O.: Dietary fiber: physical and chemical properties. Methods of analysis and physiological effects. *Food Tech.*, **40**, 104-110 (1986)
- 56) 海老原清, 桐山周八: 食物繊維の物理・化学的性質と生理機能, 日本食品工業学会誌, 37, 916-933 (1990)
- 57) 海老原清, 食物繊維と消化管機能, 日本食品素材研究会誌, 3, 1-8 (2000)
- 58) 辻啓介 (1995) 食物繊維の保健効果, ビフィズス, 8(2), 125-134
- 59) 日本食物繊維学会監修: 食物繊維 基礎と応用, 第一出版, p. 32, pp. 142-149 (2008)
- 60) Struthers, B.J.: Warning: Feeding Animals Hydrophilic Fiber Sources in Dry Diets. *J.Nutr.*, **116**, 47-49 (1986)
- 61) 香川明夫監修: 八訂食品成分表 2022 資料編, 女子栄養大学出版部, pp. 50-51 (2022)