

# 鯉淵学園 教育研究報告



## 巻頭のことば

第32号の刊行にあたって.....学園長 島崎 弘幸

## 総 説

$\alpha$ -ガラクトシダーゼの構造と機能 II.....小林 秀行

## 報 文

鯉淵学園農業栄養専門学校アグリビジネス科国際農業コースで学ぶ  
留学生の日本語学習者の特性 ～ビリーフ調査結果を中心に～

.....カムガムチョン・ジャルニー

飼料用米の形態の違いが肉用鶏の飼養成績に及ぼす影響.....高田 良三

食品栄養科学生における食塩摂取状況と減塩意識の関連性について

.....新井 波音, 長谷川 陽子

## 事例報告

地域包括ケアシステムの推進で求められる

管理栄養士による訪問栄養食事指導の現状と課題について

.....峯山 涼子, 手塚 文栄, 高木 伸子

## 解 説

時間栄養学に基づく食事指導の可能性.....宇佐美 晶子

## 随 想

鯉淵学園における栄養士養成課程設置50年の軌跡と次の50年に向けて.....浅津 竜子

鯉淵学園農業栄養専門学校

# 鯉淵学園 教育研究報告 第32号

## 目次

### 巻頭のことば

第32号の刊行にあたって……………	学園長 島崎 弘幸	1
-------------------	-----------	---

### 総 説

$\alpha$ -ガラクトシダーゼの構造と機能 II……………	小林 秀行	3
----------------------------------	-------	---

### 報 文

鯉淵学園農業栄養専門学校アグリビジネス科国際農業コースで学ぶ 留学生の日本語学習者の特性 ～ビリーフ調査結果を中心に～ ……………	カムガムチョン・ジャルニー	16
---	---------------	----

飼料用米の形態の違いが肉用鶏の飼養成績に及ぼす影響……………	高田 良三	25
--------------------------------	-------	----

食品栄養科学生における食塩摂取状況と減塩意識の関連性について ……………	新井 波音, 長谷川 陽子	29
---	---------------	----

### 事例報告

地域包括ケアシステムの推進で求められる 管理栄養士による訪問栄養食事指導の現状と課題について ……………	峯山 涼子, 手塚 文栄, 高木 伸子	36
--	---------------------	----

### 解 説

時間栄養学に基づく食事指導の可能性……………	宇佐美 晶子	43
------------------------	--------	----

### 随 想

鯉淵学園における栄養士養成課程設置50年の軌跡と次の50年に向けて……………	浅津 竜子	49
--	-------	----

鯉淵学園 教育研究報告 編集規程……………		57
-----------------------	--	----

鯉淵学園 教育研究報告 投稿規程……………		57
-----------------------	--	----

鯉淵学園 教育研究報告 執筆要領……………		58
-----------------------	--	----

## 第 32 号の刊行にあたって

学園長 島崎 弘幸

「鯉淵学園 教育研究報告」第 32 号をお届けいたします。令和 3 年度も同 2 年度に続き COVID-19 (新型コロナウイルス感染症) の影響を大きく受けた年でした。学生の教育活動はもちろんですが、学校運営においても先生方は多忙を極めました。就職指導、学園祭指導 (鯉淵三大祭り)、オープンキャンパス (学生募集) 等々、教員そして事務職員の貢献は例年に増して大きいものでした。そんな多忙な日々の中で本誌 (第 32 号) は、総説 1 報、報文 3 報、事例報告など合計 7 報が掲載されており、先生方の教育や研究に対する熱い思いを感じることができ、学園長として喜びと誇らしさを感じます。

本誌は、2013 年に第 29 号を発行した後、2020 年まで学内事情から休刊していました。その後、学内有志の熱い思いから再び発行の機運が高まり、1 年間の準備を経て 2020 年 3 月に第 30 号を発行できました。それから早 3 年、今年も優れた論文を多数採択し、第 32 号が発行できたことは嬉しいかぎりです。野口委員長を中心とする編集委員会で、投稿論文の厳正な査読を行い、記述内容だけでなく誤字の訂正まで行うことにより、格調の高い論文誌になっています。学内外の多くの皆様に自信を持ってお薦めすると共に、ご利用いただけることを願っております。

浅津論文では、鯉淵学園の栄養士養成課程を中心に発足 50 年の歩みが報告されています。詳細は原著を読んで頂きますが、ここでは「鯉淵学園」の名

称の由来について簡単に触れておきます。本校は、全国農業会「高等農業講習所」として 1945 年 (昭和 20 年) に発足しました。その後、1951 年に校名が「鯉淵学園」に改称されました。その由来は、初代学園長 小出満二による「全国から集い来る若人を龍門の滝を登らんとする淵に群れ成す鯉」に例えたことによるものです<sup>1)</sup>。「鯉淵学園」と言う学校名は、本校の建学の精神を現すものです。これからも建学の理念を受け継ぎ、全国から優秀な若者を本校に集め高い理想の下に教育を行って行きたいと思っております。

なお、本校の経営母体は、1948 年 (昭和 23 年) に農林省の助成で発足した財団法人「農民教育協会」です。現在の法人名は「公益財団法人 農民教育協会」ですが、この度、更に新しい法人名「公益財団法人 鯉淵学園」として、2022 年 4 月 1 日から展開することになりました。校名は「鯉淵学園農業栄養専門学校」で変わりありません。これからも私たち教職員は、新しい時代の淵に集い、龍門の滝を元氣よく登る若鯉を支え、育てることに全力を尽くしてまいります。本誌「鯉淵学園 教育研究報告」ともども、新生「公益財団法人 鯉淵学園」をこれまで同様に、ご支援ご鞭撻下さいますよう重ねてお願い申し上げます。

1) 井上隆弘 (2013), 鯉淵学園の思い出. 鯉淵学園 教育研究報告 29: 62-72.

# $\alpha$ -ガラクトシダーゼの構造と機能 II

小林 秀行<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 食品栄養科

キーワード：ガラクトマンノオリゴ糖, 基質特異性, 立体構造, 相互作用

## I 緒言

$\alpha$ -ガラクトシダーゼ ( $\alpha$ Gal) は, ガラクトオリゴ糖, 例えばラフィノースとスタキオースを加水分解してガラクトースとスクロースを生成し, 糖脂質, 例えばグロボトリアオシルセラミドに作用して, ガラクトースとラクトシルセラミドを生成する酵素であり, 高分子ガラクトマンナンから  $\alpha$ -1,6-ガラクトシル残基を加水分解する酵素である。

ヒト  $\alpha$ -ガラクトシダーゼ A ( $\alpha$ Gal A) は, 糖脂質および糖タンパク質から末端の  $\alpha$ -ガラクトシル残基を切断するリソゾームエキソグリコシダーゼである。 $\alpha$ Gal A 遺伝子の変異は, 糖脂質の不完全な分解を引き起こし, ファブリー病 (糖脂質代謝異常) を引き起こす<sup>1)</sup>。組換え  $\alpha$ Gal A は, この疾患の治療のために開発されている。

血液型は赤血球の表面に存在する糖鎖構造の違いによって決定されるが, O 抗原と B 抗原の違いである  $\alpha$  結合した末端ガラクトースを  $\alpha$ Gal が除去することができるため, 植物由来の  $\alpha$ Gal が, B 型血液から O 型血液を得るために開発されている<sup>2)</sup>。

さらに,  $\alpha$ Gal は, 多くのバイオテクノロジー関連の用途に利用されている。甜菜中のラフィノースの含有量は, 貯蔵中に徐々に増加するため, 甜菜糖業界では, ラフィノースは甜菜糖の結晶化の障害として知られている。6~10% 存在する甜菜糖蜜中のラフィノースを除去できれば, 甜菜糖の結晶化効率を向上させることができる。そのために, *Mortierella vinacea*  $\alpha$ Gal は, 甜菜糖製造プロセスで使用されてきた。

$\alpha$ -ガラクトシダーゼ ( $\alpha$ Gal) は微生物, 植物, 動物に広く存在し, それらのいくつかは精製され, 性質が解明されている<sup>3)</sup>。Dey らは  $\alpha$ Gal が, その基質特異性に基づいて2つのグループに分類されることを示した。1つのグループは, pNPGal (p-ニトロフェニル- $\alpha$ -D-ガラクトシド) やラフィノースファミリー (メリピオース, スタキオース) などの低分子ガラクトシドに特異的に作用し, 他のグループの  $\alpha$ Gal は多糖であるガラクトマンナンに作用するとともに低分子基質を様々な程度に加水分解する<sup>4)</sup>。

今回, *Penicillium purpurogenum*, *Mortierella vinacea*, そしてイネ  $\alpha$ Gal の基質特異性を含む構造機能の研究を通じて, 新たな  $\alpha$ Gal の分類について知見を得たのでまとめてみたい。

## II CAZy データベース

グリコシルヒドロラーゼ (糖質加水分解酵素) は, それらのアミノ酸配列の相同性 (疎水性コアパターン) に従って CAZy データベースで 171 の異なるファミリーに分類されている<sup>5)</sup>。また, グリコシダーゼはグリコシド性ヒドロキシル基の  $\alpha$ ,  $\beta$ -アノマー保持及びアノマー反転の2つの触媒機構に分けられている。保持型グリコシダーゼは二重変位触媒機構を介して基質のアノマー立体構造を保つが, 反転グリコシダーゼはワンステップ反応でアノマーの反転を誘導する。それらのほとんどは, 基質のグリコシド酸素を囲む2つのカルボキシレート (グルタミン酸またはアスパラギン酸) を有し, そのうちの1つはプロトンドナーとして作用し, もう1つは求核剤として作用すると言われている<sup>6)</sup> (表1)。

多くの真核生物の  $\alpha$ -ガラクトシダーゼ ( $\alpha$ Gal) は, グリコシルヒドロラーゼファミリー 27 (GH27)

<sup>1</sup> 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

表 1. グリコシドヒドロラーゼファミリー 27 の特徴

Glycoside Hydrolase Family 27	
Known Activities	$\alpha$ -galactosidase (EC 3.2.1.22), $\alpha$ -N-acetylgalactosaminidase (EC 3.2.1.49) isomalto-dextranase (EC 3.2.1.94)
Mechanism	Retaining
Catalytic Nucleophile (求核剤)	Asp
Catalytic Proton Donor (プロトンドナー)	Asp
3D Structure Satus	Available ( $\beta/\alpha$ ) 8 Fold
Clan*	GH-D

\*: タンパク質の構造をもとにした分類で、ファミリーの上位の分類。

に分類される。このファミリー内のすべての酵素はアノマー保持機構を有し、2つのアスパラギン酸が触媒残基である。 $\alpha$ Gal は、同じファミリー 27 に属する  $\alpha$ -N-アセチルガラクトサミニダーゼ (EC 3.2.1.49)、およびイソマルトデキストラナーゼ (EC 3.2.1.94) と高い一次構造上の類似性を有する。細菌由来の他の  $\alpha$ Gal は、主にファミリー 36 に分類され、両ファミリー (27 と 36) は、ファミリー 31 と共に、Clan GH-D に分類される<sup>7)</sup>。

### III 基質特異性

$\alpha$ -ガラクトシダーゼの基質特異性を調べるために

ガラクトオリゴ糖 (メリビオース, ラフィノース, スタキオース) およびガラクトマンナンが通常使用されるが、今回はガラクトマンナンの  $\beta$ -マンナナーゼによる加水分解産物であるガラクトマンノオリゴ糖も基質として使用した。ホワイトコプラミールの放線菌  $\beta$ -マンナナーゼ消化物からガラクトマンノオリゴ糖混合物を調製し、混合物から“側鎖  $\alpha$ -ガラクトシル残基”を有するガラクトマンノオリゴ糖 (Gal3Man4) と“末端  $\alpha$ -ガラクトシル残基”を有するガラクトマンノオリゴ糖 (Gal3Man3) を活性炭カラムにより分離した。これらのガラクトマンノオリゴ糖の構造を図 1 に示した。

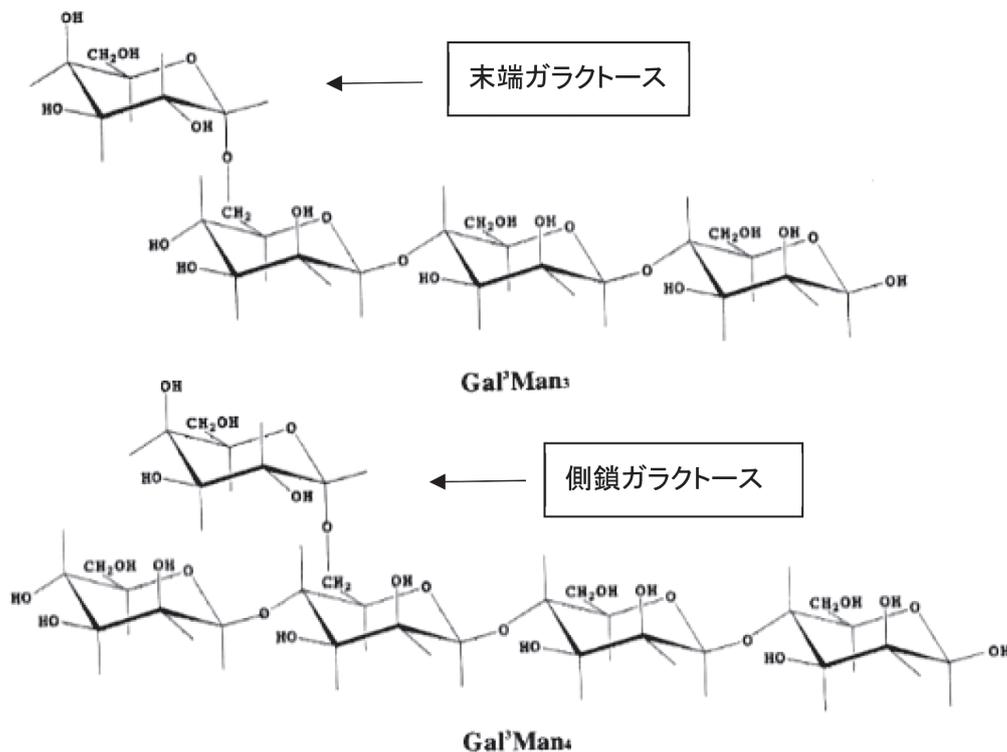


図 1. ガラクトマンノオリゴ糖の構造

## IV $\alpha$ -ガラクトシダーゼ ( $\alpha$ Gal) の精製, 1次構造, 基質特異性

### 1. *Penicillium purpurogenum* $\alpha$ -ガラクトシダーゼ

#### (1) 精製

*Penicillium purpurogenum* を, ブラウンコプラミールを含む培地で培養し<sup>8)</sup>, 得られた培養ろ液を粗酵素液とした。粗酵素液を限外ろ過により濃縮し, DEAE-セルロースおよび SE-セルロースカラムに供した。これらの手順により, 酵素は 76% の収率で, 約 450 倍に精製された。精製された酵素 (天然型  $\alpha$ Gal) は, SDS-PAGE (Sodium dodecylsulfate polyacrylamide gel electrophoresis) で均一であると判断され, 精製された酵素の分子量は, 67kDa であった。PVDF (polyvinylidene difluoride) メンブレンにブロッティングした後, N 末端アミノ酸配列をエドマン分解により同定したところ, L-I-L-P-D-D-V-G-X-L-P-A-L-G-X-N-S-X-X-A- (X は未決定アミノ酸を示す) の配列が決定された<sup>9)</sup>。

#### (2) 1次構造

*P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal をコードする cDNA をクローニングし, その塩基配列を決定した。本酵素は, 19 アミノ酸のシグナル配列と 420 アミノ酸の成熟  $\alpha$ Gal で構成され, 分子量は 46.3kDa であった。配列中に 9 つの N 型糖鎖結合部位 (N-X-S/T) が存在し, これは天然型  $\alpha$ Gal が 67kDa であることと, コンカナバリン A と反応することと一致している。

*Trichoderma reesei*<sup>10)</sup>, *Saccharomyces calbergensis*<sup>11)</sup>, *M. vinacea*<sup>12,13)</sup>, コーヒー<sup>14)</sup>, およびヒト<sup>15)</sup>  $\alpha$ Gal のアミノ酸配列と *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal のアミノ酸配列の比較をしたところ, *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal は, これらの酵素と相同性を示し, 特に *T. reesei*  $\alpha$ Gal (AGL1) とはこれらの中で最も高い値を示した (57%)。

#### (3) 発現

*P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal cDNA を, *GAL10* プロモーターの制御下で *S. cerevisiae* を用いて発現させた。組換え  $\alpha$ Gal は培地に分泌され, 活性は 216 時間で約 63U/mL に達した (精製酵素 0.21g/L 培地に相当)。本酵素 (組換え *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal) は, 3 つのクロマトグラフィーステップで均一に精製され, 100mL の培地から, 6.75mg の精製  $\alpha$ Gal が 33% の回収率で得られた。

#### (4) 基質特異性

図 2 から明らかなように *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal は天然型, 組換え型共に末端ガラクトースを持つ Gal3Man3 には作用せず, 側鎖ガラクトースを持つ Gal3Man4 に作用した。また, データは示していないが, 本酵素は多糖であるガラクトマンナンには作用しなかった。

### 2. *Mortierella vinacea* $\alpha$ -ガラクトシダーゼ

#### (1) *M. vinacea* $\alpha$ Gal I

##### 1) 精製

*M. vinacea* を 30°C で 3 日間培養し,  $\alpha$ -ガラクトシダーゼ I ( $\alpha$ Gal I) を鈴木ら<sup>16)</sup> の方法に従って

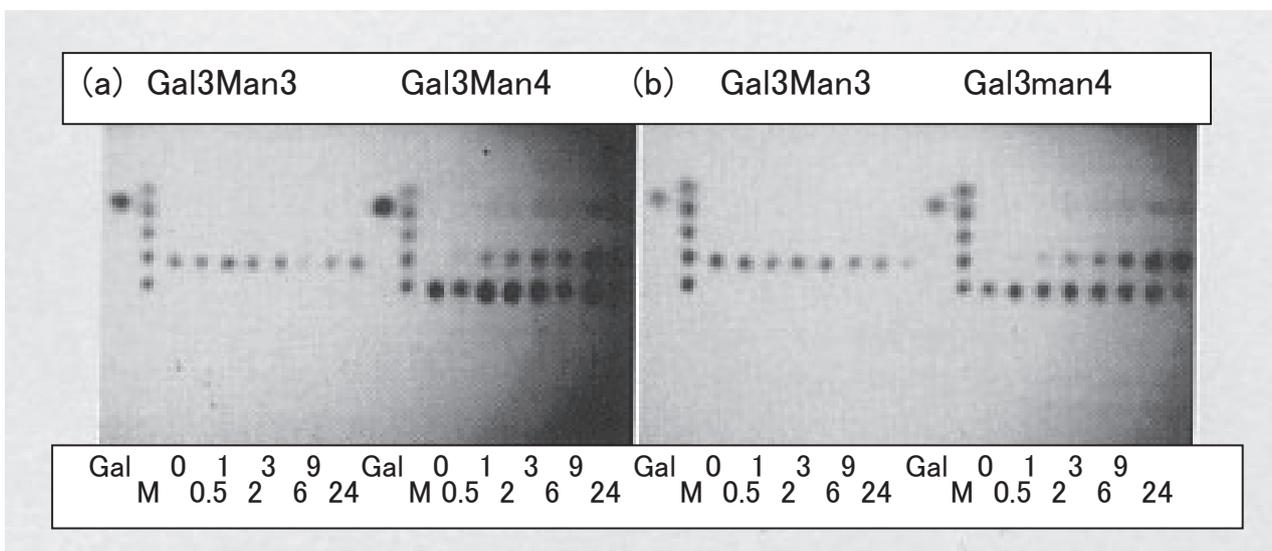


図 2. *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal のガラクトマンノオリゴ糖に対する特異性

(a) 天然型 *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal, (b) 組換え *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal

Gal: ガラクトース, M: マンノース, マンノビオース, マンノトリオース, マンノテトラオース, マンノペンタオース

精製した。最終標品は SDS-PAGE で分子量 52kDa の単一のタンパク質バンドを示した。Con A (コンカナバリン A) との反応性から、この酵素分子内に N 型糖鎖が存在することが示唆された。*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I のタンパク質部分のサイズを推定するために、エンド- $\beta$ -グリコシダーゼ F で処理した後、酵素を SDS-PAGE に供した。タンパク質バンド (50, 46, および 43kDa) を検出し、Con A は、分子量 50 および 46kDa のタンパク質バンドと 52 kDa の成熟酵素と反応したが、43kDa のバンドとは反応しなかった事から、*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I は 43 kDa のタンパク質部分と、8 ~ 9kDa のオリゴ糖鎖からなると考えられた。また、本酵素のゲルろ過の結果 (精製酵素の分子量は 160 ~ 200kDa) から、本酵素は溶液中で 4 量体として存在していると考えられた。

精製した  $\alpha$ Gal I と V8 プロテイナーゼで消化した酵素を SDS-PAGE に供し、PVDF メンブレンにブロッティングした後、それぞれの N 末端アミノ酸配列を分析したところ、それぞれ S-N-N-G-L-A-I-T-P-Q-M-G-X-N-T-X-N-K-Y-G-X-N-I-Q-L-I-L-D-A-A-K-A-I-V-S-S-G-L と I-I-M-N-D-E-V-I-A-V-N-Q-D-S-S-Y-S-P-A-V と同定された。

## 2) 一次構造

*Mortierella vinacea*  $\alpha$ Gal I をコードする遺伝子を RT-PCR 法によりクローニングし、ヌクレオチド配列を決定した結果、エドマン分解によって同定された  $\alpha$ Gal I の N 末端および内部アミノ酸配列が本酵素のアミノ酸配列中に存在した。この酵素は、20 アミノ酸のシグナル配列と 397 アミノ酸の成熟  $\alpha$ Gal の 417 アミノ酸残基で構成されていた。成熟  $\alpha$ Gal I のサイズは、44kDa と計算され、脱グリコシル化された  $\alpha$ Gal I のサイズ (43kDa) とほぼ一致した。シークエンス内に 5 つの推定 N 型糖鎖結合部位 (N-X-S/T) が確認され、これは ConA との反応性と一致している。

*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I のアミノ酸配列と、酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 由来の  $\alpha$ Gal、グアー (*Cyamopsis tetragonoloba*) 由来の  $\alpha$ Gal I<sup>7)</sup> およびヒト  $\alpha$ Gal A<sup>15)</sup> のアミノ酸配列の比較を行ったところ、相同性は、それぞれ 47%、43%、および 34% であった。

## (2) *M. vinacea* $\alpha$ Gal II

### 1) 精製

*M. vinacea* の培養ろ液から、新規  $\alpha$ Gal を単離し  $\alpha$ Gal II と名付けた。精製された  $\alpha$ Gal II は、SDS-PAGE で単一のタンパク質バンドを示し、 $\alpha$ Gal II の分子量は、SDS-PAGE で 51 ~ 62kDa、Superdex 200HR 10/30 カラムを用いたゲルろ過で 60kDa と算出され、本酵素が溶液中では単量体で存在していることが示唆された。

### 2) 一次構造

精製された  $\alpha$ Gal II、およびリジルエンドペプチダーゼで消化した酵素たんぱく質を SDS-PAGE で分離し、PVDF メンブレンにブロッティングした後、精製酵素とフラグメントの N 末端アミノ酸配列を同定した。それぞれ I-I-D-P-S-L-A-T-P-Q-M-G-W-N-S-W-N-K- および N-V-S-R-P-Y-F-F-S-L- と決定した。

本酵素 cDNA をクローニングし、そのヌクレオチド配列 (1240bp) を決定した。エドマン分解によって同定された  $\alpha$ Gal II の N 末端および内部アミノ酸配列が推定アミノ酸配列中に見出された。本酵素は 20 アミノ酸残基からなるシグナル配列を含む 396 アミノ酸残基を有し、成熟酵素は 376 アミノ酸残基で、その分子の大きさは 41kDa であった。推定されたアミノ酸配列は、他の起源の  $\alpha$ Gal の配列と 31-49% の相同性を示した<sup>13)</sup>。

### (3) 基質特異性

$\alpha$ Gal I と  $\alpha$ Gal II の基質特異性をガラクトオリゴ糖、ガラクトマンノオリゴ糖を用いて検討した。

図 3 に示すように、 $\alpha$ Gal II はメリビオース、ラフィノース、スタキオース、および Gal3Man3 や Gal3Man4 などのガラクトマンノオリゴ糖を加水分解したが、 $\alpha$ Gal I は Gal3Man4 を加水分解できなかった<sup>18)</sup>。 $\alpha$ Gal II はさらに高分子であるガラクトマンナンにも効果的に作用した (図 4 a)。

これらの結果から  $\alpha$ Gal は、ガラクトマンノオリゴ糖に対する特異性から 3 つのグループに分けることができる。即ち 1 つ目のグループは *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal のように側鎖ガラクトースのみに作用する  $\alpha$ Gal、2 つ目のグループは *M. vinacea*  $\alpha$ Gal I のように末端ガラクトースのみに作用する  $\alpha$ Gal、3 つ目のグループは *M. vinacea*  $\alpha$ Gal II のように両方のガラクトースに作用する  $\alpha$ Gal である。

グアーガムとローカストビーンガムは、食品業界

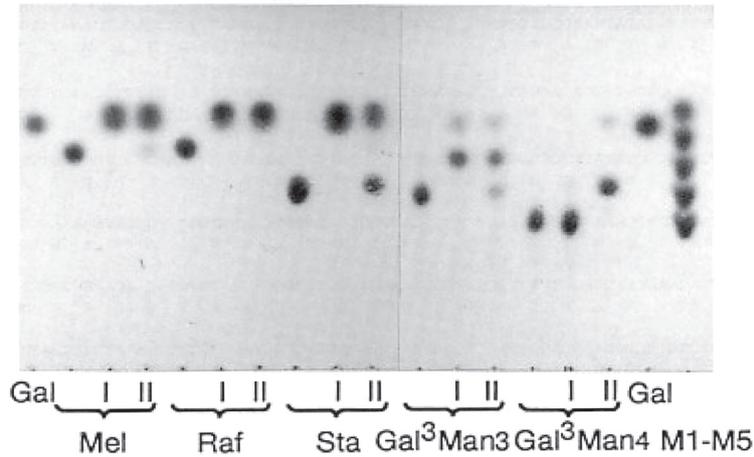


図3. *M. vinacea*  $\alpha$ Gal I and  $\alpha$ Gal II のガラクトオリゴ糖及びガラクトマンノオリゴ糖に対する特異性  
 I: *M. vinacea*  $\alpha$ Gal I, II: *M. vinacea*  $\alpha$ Gal II  
 Gal: ガラクトース, Mel: メリピオース, Raf: ラフィノース, Sta: スタキオース, Gal<sup>3</sup>Man<sup>3</sup>: 6<sup>3</sup>-a-D-ガラクトマンノトリオース, Gal<sup>3</sup>Man<sup>4</sup>: 6<sup>3</sup>-a-D-ガラクトマンノペンタオース, M1-M5: マンノース, マンノピオース, マンノトリオース, マンノテトラオース, マンノペンタオース

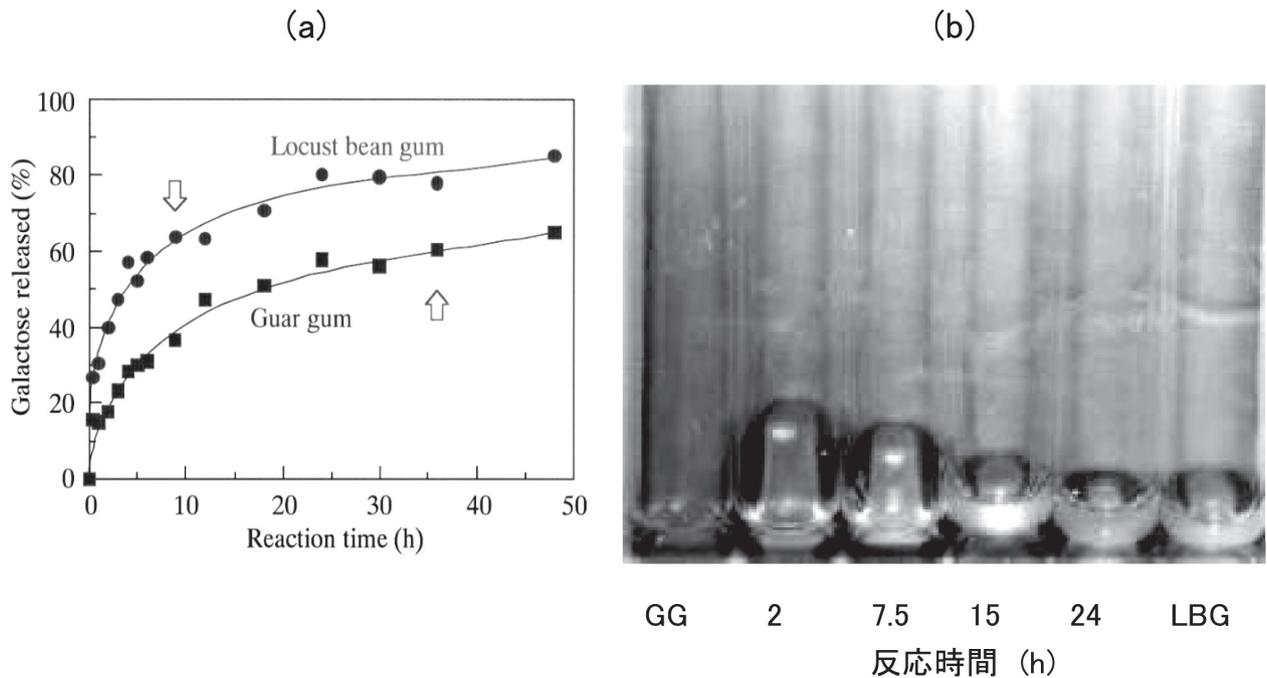


図4. ガラクトマンナンに対する *M. vinacea*  $\alpha$ Gal II の作用 (a) 及びキサンタンガムのゲル化に対する酵素処理の影響 (b)

(a) ガラクトマンナンに *M. vinacea*  $\alpha$ Gal II を作用させた時のガラクトースの遊離率の経時変化

矢印: 沈殿が生成した時点

(b) キサンタンガムにそれぞれの時間酵素処理したグアーガムを加えた時のゲル化の状態

GG: グアーガム (無処理), 2h: 2h 処理, 7.5h: 7.5h 処理, 15h: 15h 処理, 24h: 24h 処理, LBG: ローカストビーンガム (無処理)

で増粘剤として広く使用されている。ローカストビーンガム (Gal/Man = 1/4) は、カラギーナンやキサンタンガムなどの多糖類と混合することにより、ゲルを形成するが<sup>3)</sup>、グアーガム (Gal/Man = 1/2) はゲル化多糖類と混合してもゲルができない。グアーガムはローカストビーンガムよりかなり安

価であり、安定的に供給可能なため、 $\alpha$ -ガラクトシダーゼによりガラクトース部分を除去してローカストビーンガム様の修飾ガラクトマンナンを調製することができれば、ゲル化能を有する多糖を得ることができる。

コーヒー、グアー、および *P. ochlochloron* からの

$\alpha$ Gal は、ガラクトマンナンからガラクトースを除去することが報告されているが、これらの酵素を使用するためには共存する  $\beta$ -マンナーゼ活性を除く必要がある。 $\beta$ -マンナーゼ活性が存在することは、マンナン主鎖の加水分解によりガラクトマンナンの粘性を低下させ、かつゲル化能を失うことにつながる。

*M. vinacea* の  $\alpha$ Gal 活性はラクトースの添加により誘導されるため<sup>19)</sup>、 $\beta$ -マンナーゼ活性のない  $\alpha$ Gal 画分は、簡単な精製ステップによって培養液から得られた。 $\alpha$ Gal I はガラクトマンナンにほとんど作用せず、 $\alpha$ Gal II はガラクトマンナンを効果的に加水分解し、ポリマーのガラクトース含有量を効果的に減少させた (図 4a)。キサンタンガムと混合し、ゲル化能を検討したところ無処理のグアーガムはゲル化しなかったが、*M. vinacea*  $\alpha$ Gal II で 15 h 以上処理したグアーガムはローカストピーンガムの場合と同等のゲル化能が確認できた (図 4b)。

#### (4) 組換え $\alpha$ Gal I と $\alpha$ Gal II

*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I と  $\alpha$ Gal II の cDNA を *GAL10* プロモーターの制御下で *S. cerevisiae* で発現させた。組換え  $\alpha$ Gal I は、初めは主にペリプラズムに局在し、200 時間の培養後にペリプラズムと同じ濃度で培地に分泌された。対照的に、組換え  $\alpha$ Gal II は培養初期から主に培地に分泌され、総活性は  $\alpha$ Gal I の 3 ~ 4 倍であった。これらの事実は、 $\alpha$ Gal I および II の局在がこれらのタンパク質の構造特性によって決定されていることを示している。

*S. cerevisiae* のインペルターゼは 2 つの状態で存在する。1 つは 50% (w/w) の炭水化物を含むグリコシル化された細胞外部に分泌される形態であり、もう 1 つはグリコシル化されていない細胞内部に存在する形態である<sup>20)</sup>。ツニカマイシンによるグ

リコシル化の阻害は、インペルターゼの細胞内蓄積をもたらす<sup>21)</sup>、この結果は、オリゴ糖鎖が組換え  $\alpha$ Gal の分泌に重要であることを示唆している。

溶液中の組換え  $\alpha$ Gal II は、Superdex 200HR カラムで 200kDa、SDS-PAGE で 150-200kDa の分子サイズを示し、糖鎖含量は 73-80% であり、酵素は単量体 (モノマー) として存在した。一方、 $\alpha$ Gal I は Superdex 200HR カラムで 240kDa、SDS-PAGE で 58-67kDa であり、糖鎖含量は 24-34% であった。SDS-PAGE でのサイズの増大は、付加された N 型糖鎖のサイズによっており、タンパク質の分泌が糖鎖含量に影響されていることを示している (表 2)。

組換え  $\alpha$ Gal の基質特異性を、Gal3Man3、Gal3Man4 を用いて調べた<sup>22)</sup>。組換え  $\alpha$ Gal I は Gal3Man3 のみを切断し、組換え  $\alpha$ Gal II は Gal3Man3 および Gal3Man4 の両方を加水分解した。即ち、組換え酵素がガラクトマンノオリゴ糖に対して天然酵素と同じ特異性を示すことが確認された。

### 3. イネ (*Oryza sativa* L. Nipponbare) $\alpha$ -ガラクトシダーゼ

#### (1) 精製

イネ  $\alpha$ -ガラクトシダーゼ (イネ  $\alpha$ Gal I) を、イネ細胞の培養液から精製した。図 5 に示すように、精製された  $\alpha$ Gal I は SDS-PAGE で均一であり、酵素の分子量は、SDS-PAGE で 41 kDa、Sephacryl S-200 でのゲルろ過で 40 kDa と推定され、酵素が溶液中にモノマーの形で存在することを示している。また、ConA との反応性がない (データは示していない) ため N 型糖鎖を含まない酵素であると考えられる。

#### (2) 一次構造

イネ  $\alpha$ Gal I cDNA をクローニングし、その塩基配

表 2. 組換え *M. vinacea*  $\alpha$ Gal I and  $\alpha$ Gal II の性質

	I	II
Molecular mass (kDa) SDS-PAGE*	58 ~ 67	150 ~ 200
Optimum pH (至適 pH)	4.0	4.0
Optimum temperature (至適温度)	60°C	60°C
pH stability (pH 安定性)	6.0 ~	2.0 ~ 7.0
Heat stability (熱安定性)	~ 50°C	~ 50°C (native ~ 30 °C)
Substrate specificity (基質特異性)		
Gal3Man3	+	+
Gal3Man4	-	+

\*SDS-PAGE: Sodium Dodecyl Sulfate-Poly Acrylamide Gel Electrophoresis

列からアミノ酸配列を推定した。BLAST (URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) を使用してタンパク質および核酸データベースで利用可能な配列と比較した結果、最も類似性の高いコーヒー  $\alpha$ Gal (*C. arabica*  $\alpha$ Gal) は、アミノ酸配列全体でイネ  $\alpha$ Gal I と 73% の相同性を示した。N 末端から中央部にかけて相同領域がいくつか存在するが、C 末端部分はこれらの酵素の類似性が低かった。イネ  $\alpha$ Gal I には N 型糖鎖結合部位 (N-X-S/T) が認められず、ConA との反応性の欠如の結果と一致している。

イネ  $\alpha$ Gal I には 7 つの Cys 残基があり、そのうちファミリー 27  $\alpha$ Gal 間で共通に保存されている N 末端領域には 5 つの Cys 残基がある。一部の  $\alpha$ Gal は、pCMB (p-chloromercuribenzoate) などの SH 試薬によって阻害されることが報告されているが、1mM pCMB で 30°C、30 分間処理するとイネ  $\alpha$ Gal I は完全に不活化された (対照の 2% 未満)。このことから、本酵素にも基質結合部位近傍に遊離 Cys が存在し、pCMB や  $Hg^{2+}$  によって修飾され、基質結合が阻害されると考えられる<sup>23)</sup>。

### (3) 基質特異性

イネ  $\alpha$ Gal I cDNA を大腸菌 *origami* と pET-32a (+)

を用いて発現させた。イネ  $\alpha$ Gal I は、ラフィノース>メリピオース>スタキオースの順に加水分解した。更に Gal3Man3 と Gal3Man4 は、*M. vinacea*  $\alpha$ Gal II<sup>13)</sup> と同様にイネ  $\alpha$ Gal I (図 5) によっても加水分解された。前述のように、 $\alpha$ Gal はガラクトマンノオリゴ糖への特異性に応じて 3 つのグループに分類でき、ガラクトマンノオリゴ糖で得られた結果から、イネの  $\alpha$ Gal I が  $\alpha$ Gal の 3 番目のカテゴリーに分類されることを示した。このカテゴリーに属する酵素は高分子基質にも作用した<sup>24)</sup>。

イネ  $\alpha$ Gal I によるローカストビーンガムとグアーガムからのガラクトース除去の上限は、それぞれ 32% と 24% であった。植物  $\alpha$ Gal は、ガラクトマンナンにさまざまな程度で作用することが報告されている<sup>25,26)</sup>。イネの  $\alpha$ Gal I は、他の植物、微生物の酵素で報告されているようにグアーガムよりもローカストビーンガムに速く作用した<sup>27)</sup>。

## 4. $\alpha$ Gal のアミノ酸配列の比較 (図 6)

*P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal と *T. reesei*  $\alpha$ Gal (AGL1) は、高い相同性を示した (57%) が、*P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal の残基 150 から 183 間にユニークな 34 アミノ酸の挿入があり、*T. reesei*  $\alpha$ Gal (AGL1) の配列でも確認された。これらの 2 つの酵素には、N 末端領域に  $\alpha$ Gal に共通な 4 つの Cys が存在し、挿入領域と C 末端領域にそれぞれ 2 つの Cys 残基を含むなど、同一の位置に 9 つの Cys 残基を保持していた。この事はこれらの酵素の三次構造がかなり類似している事を示唆している<sup>24)</sup>。

*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I と酵母の  $\alpha$ Gal には、9 つのシステイン残基が含まれている。9 つの残基のうち 5 つのシステイン残基 (21, 53, 101, 131, および 166 番目の残基) は N 末端ドメインにあり、これらのシステイン残基がすべての酵素間でよく保存されていることは各  $\alpha$ Gal の三次構造を構築するためにこれらが重要であることを意味する。

*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I には 196-215 付近に 20 アミノ酸の挿入ループが存在し、*S. cerevisiae*  $\alpha$ Gal にも同様の挿入ループが存在した。*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I のこのループに位置する 4 つのシステイン残基は、*S. cerevisiae*  $\alpha$ Gal や *S. carlsbergensis*  $\alpha$ Gal にも存在し<sup>11)</sup>、2 つの S-S 架橋がこれらの酵素の安定性と関わっていると考えられる。

*M. vinacea*  $\alpha$ Gal II には挿入ループ配列は確認され

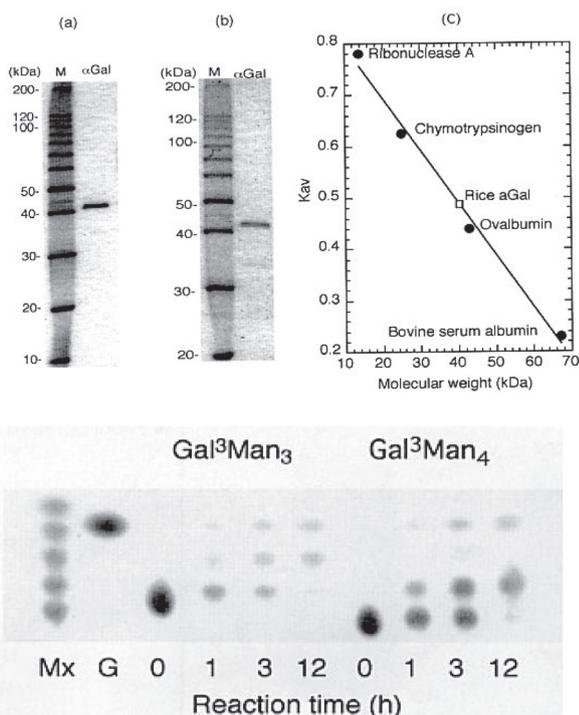


図 5. 天然型 (a) と組換え (b) イネ  $\alpha$ Gal I の SDS-PAGE, ゲルろ過 (c), とガラクトマンノオリゴ糖に対する組換えイネ  $\alpha$ Gal I の基質特異性

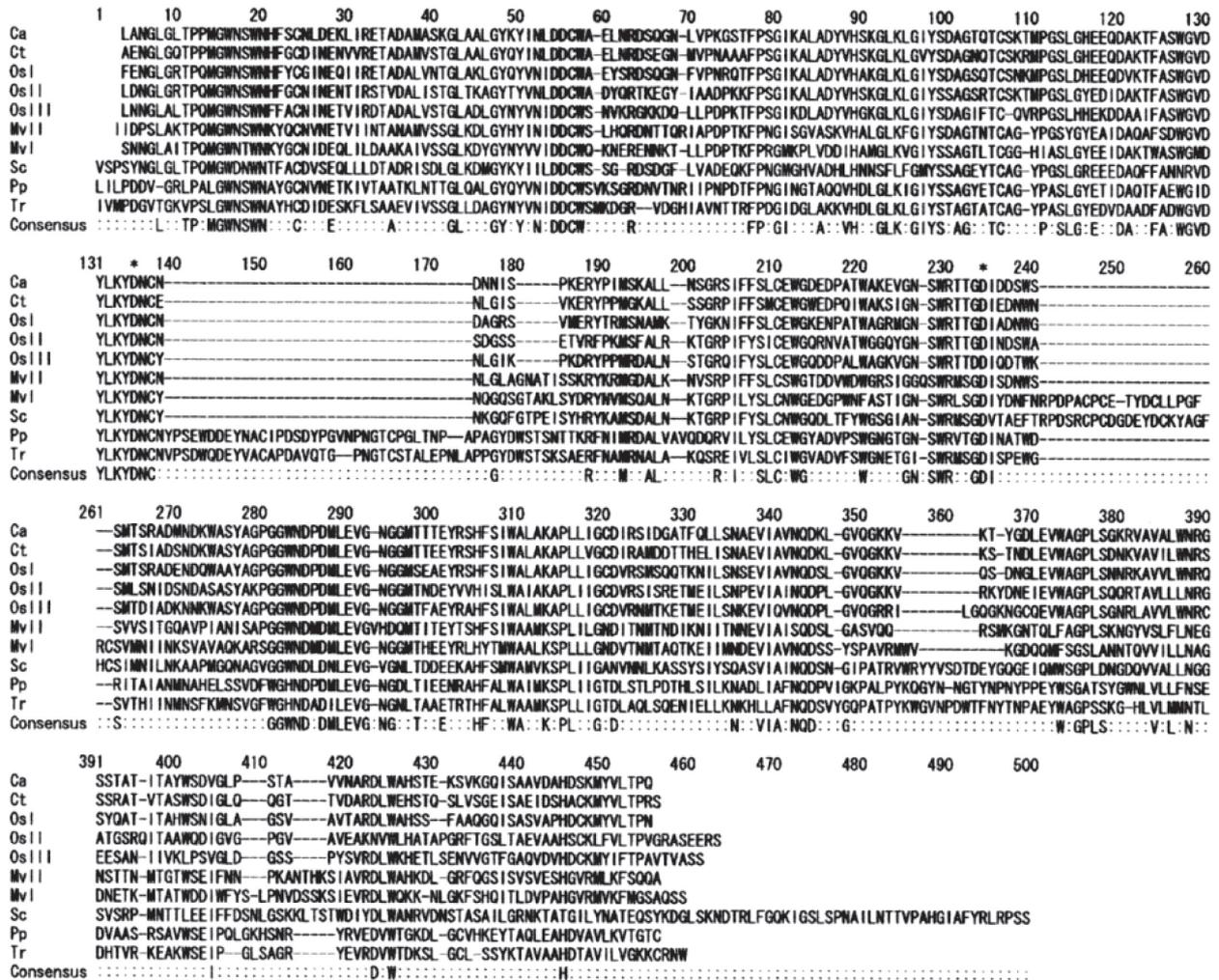


図 6. 種々起源 αGal のアミノ酸配列の相同性

各 αGal のアミノ酸配列を Multialin (<http://www.ebi.ac.uk/clustalw/>) を用いて類似性が最大となるようにアライメントをとった。触媒残基はアスタリスク\*によって示した。10 配列中 8 配列が同一である場合 consensus とした。Ca, *Coffea arabica* (coffee) αGal (CAI47559); Ct, *Cyamopsis tetragonoloba* (guar) αGal (CAA32772); Osl, *Oryza sativa* (rice) αGal I (BAB12570); OsII, *Oryza sativa* αGal II (BAC79549); Mv II, *Mortierella vinacea* αGal II (BAA33931); Mv I, *Mortierella vinacea* αGal I (AAB35252); Sc, *Saccharomyces cerevisiae* αGal (AAA34700); Pp, *Penicillium purpurgenum* αGal (BAA22992); Tr, *Trichoderma reesei* αGal (CAA93244).

ず、5つのシステイン残基と9つの推定 N 型糖鎖結合部位が配列中に存在した。

イネ αGal I には *M. vinacea* αGal II と同様に挿入ループ配列は確認されず、7つのシステイン残基が確認されたが、N 型糖鎖結合部位 (N-X-S/T) は確認されなかった。

## V 基質認識、特性と高次構造

### 1. イネ α-ガラクトシダーゼ I (イネ αGal I)

エキソグリコシダーゼの構造と機能の関係をよりよく理解するために、イネ αGal I を精製し、ハンギングドロップ蒸気拡散法による単結晶調製を行った。イネ αGal の結晶は、15mg/ml の濃度の 5μl の

タンパク質溶液を 5μl のリザーバー溶液 (5% D-ガラクトース, 5% イソプロパノール, 0.1M 硫酸アンモニウム, 0.1M 酢酸緩衝液 pH4.5) と混合し、20°C, 2 週間得られた。

#### (1) イネ αGal I の全体構造

イネ αGal I の結晶構造は、水銀および金誘導体を使用した MIR (Multiple Isomorphous Replacement, 多重同形置換) 法により 1.5Å の分解能で決定された。イネ αGal I は触媒 (N 末端) ドメイン (1~278) と C 末端ドメイン (279~362) を持つ 362 アミノ酸で構成されていたが、これはトリオースリン酸イソメララーゼ<sup>28)</sup> で以前に観察され、現在では多くのグリコシド加水分解酵素の共通のモチーフとなってい

る。結晶化中に添加された D-ガラクトース分子が結合リガンドとして同定され、活性部位ポケットは触媒ドメインの中央  $\beta$  バレルの C 末端側に見られた。2つのジスルフィド結合が触媒ポケットの近くにあり、C 末端ドメインは、8本の  $\beta$  ストランドで構成されていた。N 末端、C 末端 2つのドメイン間のインターフェースは、主に疎水性相互作用であった<sup>29)</sup> (図 7)。

## (2) 活性部位と基質

イネ  $\alpha$ Gal I の結晶構造は D-ガラクトースとの複合体として解かれたが、1.5Å 分解能での電子密度図により、糖環の立体配座とヒドロキシル基の配向が明確に識別された。アノマー C1 炭素では、 $\alpha$ -アノマーと  $\beta$ -アノマーの両方の O1 ヒドロキシル基に対応するマルチコンフォメーション電子密度が明確に観察され、D-ガラクトース分子が 2つのアノマー形態の混合物として結合したことを示している。密度の強さから、 $\alpha$ -アノマーと  $\beta$ -アノマーはそれぞれ 0.3 と 0.7 の比率で存在すると推定された。これは、ガラクトピラノースの溶液状態の天然存在比 0.36 / 0.64 と類似している。 $\alpha$ -アノマーヒドロキシル基は外側に突き出ているが、 $\beta$ -アノマーヒドロキシル基はアクティブポケットの側面を指していた。

イネ  $\alpha$ Gal I に見られる触媒残基は、図 6 中\*で示したようにストランド 4 の末端にある Asp130 とストランド 6 の後の Asp185 である。Asp130 は  $\beta$ -アノマー O1 ヒドロキシル酸素に水素結合し、ガラクトース分子の O5 原子と水素結合できる距離内に

存在した。別の触媒残基である Asp-185 は、 $\alpha$ -アノマー O1 ヒドロキシルおよび O2 ヒドロキシル酸素原子に水素結合していた。この酵素による触媒作用は二重置換メカニズムであると考えられ、イネ  $\alpha$ Gal I では、Asp185 はプロトンドナーとして機能し、Asp130 はガラクトースのアノマー炭素 C1 原子 (2.5Å) の近くにあるため、求核剤として機能する。Asp185 は  $\alpha$ -アノマーヒドロキシル O1 原子の近くにあり、これは基質への  $\alpha$ -1,6-グリコシド結合の酸素原子に対応する。

触媒残基に加えて、周りの他の残基はリガンドに対して親水性および疎水性相互作用を示し、Arg181, Trp164, Cys162, および Asp185 は、ガラクトースの O2 酸素原子と水素結合を形成していた。Lys128 は、2つのヒドロキシル酸素 O3 および O4 原子に水素結合し、Asp51 はヒドロキシル酸素 O4 原子に水素結合し、Asp52 は O6 原子に水素結合していた。さらに、残基 Trp16, Cys101, および Met217 で疎水性相互作用が観察された。ガラクトース結合タンパク質とレクチン<sup>30)</sup> の間でみられるように Trp16 の芳香族インドール環は糖環に面しておらず、結合したガラクトースの O3, C3, C4, C5, C6, および O6 原子によって形成される一種の平らな表面に面していた。Cys101 は、2つのジスルフィド架橋のうちの 1つを Cys132 と形成した。合計 10 残基がガラクトース結合に関与していた。

pCMB と反応する活性部位近傍の Cys 残基は Cys162 と考えられ、その側鎖の向きも活性中心に向かっていているため、pCMB と反応すると立体障害により基質が近づけなくなり活性が失われると考えられる。

## (3) ガラクトマンノオリゴ糖に対する特異性

ファミリー 27 酵素のアラインメント (図 6) とイネ  $\alpha$ Gal I の三次構造から、黒矢印の挿入と白矢印の挿入が活性部位のすぐ隣にあることがわかる (図 7)。挿入のないグループ (イネ  $\alpha$ Gal) は末端ガラクトースと側鎖ガラクトースの両方に作用し、黒矢印の挿入のあるグループは側鎖ガラクトースに作用できず、白矢印の挿入のあるグループは末端ガラクトースに作用できない。このような性質から挿入部の基質特異性に及ぼす機能の 1つは基質結合の妨害であると考えられる。

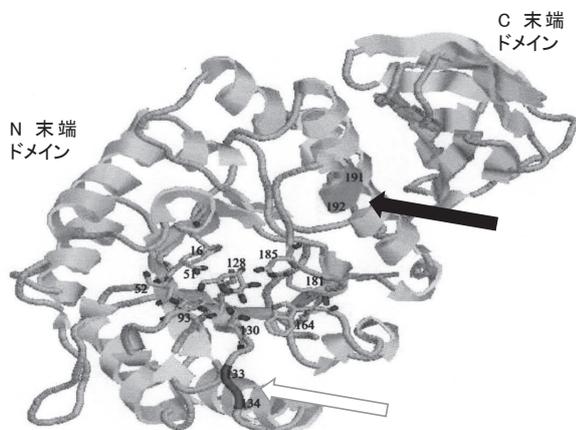


図 7. イネ (*O. sativa*)  $\alpha$ Gal I の単量体構造と挿入ループの位置

*M. vinacea*  $\alpha$ Gal I の 196-215 の挿入ループと *P. purpurogenum*  $\alpha$ Gal の 150-183 の挿入ループの位置をそれぞれ黒矢印と白矢印で示した。

## 2. *M. vinacea* α-ガラクトシダーゼ I

### (1) 構造解析

構造解析は、イネ α-ガラクトシダーゼの構造モデル (PDB, Protein Data Bank, タンパク質データベースコード 1UAS, 39%の相同性) を検索モデルとして使用し、プログラム MOLREP を使用した分子置換法によって実行した<sup>30)</sup>。解析はプログラム Refmac5 を使用してシミュレーテッドアニーリング法を用い、モデル構築は自動モデリングプログラム ARP/wARP を使用して行った<sup>31,32)</sup>。

### (2) サブユニット構造

*M. vinacea* αGal I の結晶構造は 2.0Å の分解能で決定され、各ユニットには、397 アミノ酸残基の 1 つのペプチド鎖、3 個の N 型糖鎖、556 個の水分子、および 1 個の Tris と 4 個の PEG400 分子が含まれていた。酵素は分泌真菌タンパク質として産生されたため、N 結合型糖鎖をもつ糖タンパク質であった。4 つのジスルフィド架橋 (Cys21-Cys53, Cys101-Cys131, Cys201-Cys215, および Cys203-Cys208) が触媒ドメインに存在した。

挿入領域の Cys 残基が偶数であることは興味深い。たとえば、*P. purpurogenum* αGal の残基 147~180 (*T. reesei* の 146~180) には 2 つの Cys 残基が含まれ、酵母 αGal の残基 198~219 および *M. vinacea* αGal I の残基 196~215 には 4 つの Cys 残基が含まれる。これらの Cys 残基は、分子内に S-S ブリッジを形成することにより、これらの酵素の安定性を維持する役割を果たしていると考えられる。

モノマー構造は、既知の GH27αGal の構造と類似していた。イネの αGal と比較して、触媒ドメインと C 末端ドメインの基本的な二次構造はよく保存されていた。*M. vinacea* αGal I には 3 つの注目すべき挿入ペプチドがあった。すなわち、ペプチド 137-141 (挿入 1) と 196-215 (挿入 2) は (β/α) 8 バレルのアクティブな裂け目の周りにあり、ペプチド 346-351 (挿入 3) は C 末端ドメインに位置していた。(β/α) 8 バレルの 6 番目の β シートの後に位置する最大のペプチド 196-215 は、20 個のアミノ酸で構成され、ねじれたペプチドの中に 2 つのジスルフィド架橋を含んでおり、(Cys201-Cys215 および Cys203-Cys208)、触媒ポケットの前に位置する小さな球状ドメインを形成した。

酵素の触媒ポケットは、触媒ドメインの中央の β バレルの C 末端側に位置していた。求核剤および

プロトンドナーとしてそれぞれ作用する 2 つの触媒残基、Asp129 および Asp189 は、触媒ポケットの上部と下部に 6.3Å の距離で配置されていた。触媒ポケット内のほとんどのアミノ酸は、イネの αGal I のアミノ酸と同一であった。イネの αGal I の構造に基づいて、Trp16 とジスルフィド架橋 Cys101-Cys131 はポケットの疎水性表面を形成しており、Cys166, Trp168, および Arg185 はガラクトース分子の C-2 ヒドロキシル基を認識していた。

### (3) 4 量体構造

化学的な分析により、*M. vinacea* αGal I は 4 量体構造を形成していると考えられ<sup>10)</sup>、その予備的な結晶学的研究もこの仮説を支持した<sup>33)</sup>。4 量体構造は平らな円筒形で、100Å の直径で、厚さは 75Å である。4 量体界面は主に隣接する分子の触媒ドメイン間に位置し、ファンデルワールス相互作用、9 つの水素結合相互作用、および水媒介相互作用によって構成されていた。Asn155 に結合した N 型糖鎖と隣接するタンパク質分子との間に 3 つの水素結合が見られた。

触媒ポケットは 4 量体の接触面に埋もれており、触媒ポケットを構成している Trp168 の側鎖は、隣接する分子の Lys230 の 4.5Å の位置にあり 4 量体形成に関与していた。触媒ポケットの近くに、挿入されたペプチド 196-215 (挿入 2) があり、そこから 9 つのアミノ酸残基が 4 量体接触面の形成に関与していた。図 8 に示すように、この挿入は 4 (fold axis) 倍軸の周りに集まり、隣接する分子と相互作用して、4 量体界面を形成した。同様に、他の 2 つの挿入も 4 量体界面に存在していた。したがって、これらの挿入は、この酵素の安定した 4 量体を形成する上で重要な役割を果たしていると考えられる。

レイロらは、Gal4Man4 の構造をもとに *S. cerevisiae* αGal を用いて、ドッキングシミュレーションを行い、20 アミノ酸の挿入が末端ガラクトースを持つ Gal4Man4 を基質認識部位にフィットさせ、Gal 部分が活性部位に深く入り込んでいることを確認した<sup>34)</sup>。この結果は、*M. vinacea* αGal I が Gal3Man3 に対して効果的に作用することを説明できる。

*M. vinacea* αGal I 分子の N 型糖鎖が結合しているアスパラギンは、Asn155, Asn276, および Asn371 であった。これらの中の 2 つ (Asn155 と Asn276) は触媒ドメインにあり、Asn371 は C 末端ドメインに存在した。

Asn155 に結合した糖鎖の糖鎖部分が 3 本の鎖の中で最もよく観察され、糖鎖の構造は高マンノース型であると判断された。Asn155 に結合した糖鎖は、(β/α) 8 バレルの触媒部位の裏側に位置し、隣接する単量体分子まで伸びており、3 つの水素結合相互作用を介して四量体形成に関与していた。Asn276 および Asn371 に結合した糖鎖は溶媒領域に伸びていた。

グリコシル化は、その不均一性と柔軟性のために、タンパク質の結晶化を妨げることがあるが、*M. vinacea* αGal I は容易に結晶化した。これは、*M. vinacea* αGal I が、結晶パッキングに適用できる 4 回対称の安定した 4 量体構造を持っているためと考えられる。さらに、*M. vinacea* αGal I の 4 量体化は、その基質特異性を変化させ、安定性を高めていると考えられる。*M. vinacea* αGal I の 4 量体化の生物学的意味については今後の検討課題である。

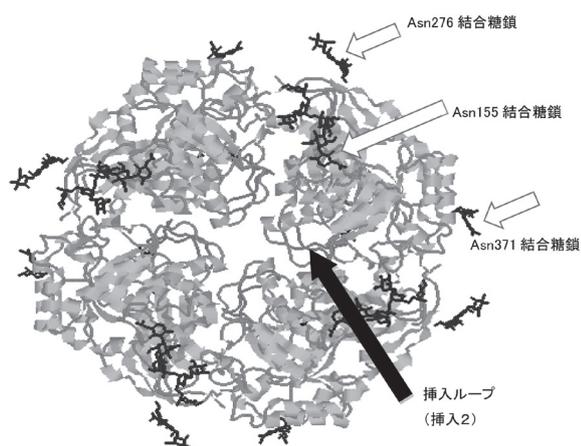


図 8. *M. vinacea* αGal I の 4 量体構造

黒矢印は 196-215 の挿入ループを示し、白矢は N-結合型糖鎖を示す。挿入ループと Asn155 に結合した糖鎖は、他のサブユニットと相互作用することにより 4 量体形成に必要な役割を果たしている。

## VI まとめ

### 1. 基質特異性による分類

α-ガラクトシダーゼは、表 3 のように 3 つのグループに分けることができる。

ガラクトマンノオリゴ糖の側鎖状に結合したガラクトースのみに作用する A グループと、末端に結合したガラクトースのみに作用する B グループ、そして側鎖、末端関係なく作用する特異性の広い C グループである。

A グループの酵素は、溶液中でモノマー(単量体)として存在し、150 番目前後に約 30 アミノ酸残基の挿入を持っているのが特徴である。この挿入は活性部位周辺に存在し、挿入部分には S-S 結合が存在し、A グループ独特のループ構造を示しており、これらの酵素の基質特異性と関わっていると考えられる。

B グループの酵素は、溶液中でテトラマー(4 量体)として存在し、200 番前後に 20 アミノ酸残基の挿入ループを持つ。このループは Gal3Man3 に対して効果的に作用することに加え<sup>34)</sup>、Gal3Man4 の基質結合を妨げるように作用すると思われる。また、B グループの酵素については、挿入部分が多量体化と密接な関係があることが示唆されており、活性部位を中心に 4 量体が形成されているため、高分子基質は活性部位に接触することができない。一方で、A グループの酵素は単量体であるが、高分子基質には作用できない。この点については詳細な検討が必要である。

C グループの酵素については、多糖を含むすべての基質に作用する広い基質特異性を示す。溶液中ではモノマーとして存在し、A、B グループの酵素と比べて、挿入がないために基質を選ばない広い特異性を示しているのであろう。ポリマーに対して効率

表 3. 種々起源 α-ガラクトシダーゼの基質特異性と構造的特徴

Group	起源	基質	挿入	高次構造	活性部位 (Asp, Asp)	N 型糖鎖
A	<i>P. purpurogenum</i> ( <i>T. reesei</i> )	Gal3Man4	34 a.a.	単量体	D134 (Nnucleophile) D228 (Proton donor)	9 個 (9 個)
B	<i>M. vinacea</i> I ( <i>S. cerevisiae</i> )	Gal3Man3	20 a.a.	4 量体	D129 (Nnucleophile) D189 (Proton donor)	5 個 (9 個)
C	<i>M. vinacea</i> II <i>O. sativa</i>	Gal3Man3 Gal3Man4 polymer	none	単量体	D130 (Nnucleophile) D185 (Proton donor)	9 個 0 個

的に作用するこのグループの酵素の性質は食品素材の高付加価値化ともつながる可能性が考えられる。

グアーガムとローカストビーンガムは前述のように増粘剤として食品業界で広く使用されている。ローカストビーンガムは、カラギーナンやキシランタンガムなどの酸性多糖類と混合するとゲル化するが、グアーガムにはゲル化能は認められない。グアーガムはローカストビーンガムより容易かつ安定して入手可能であり、はるかに安価であるため、*M. vinacea* αGal II や植物酵素によるグアーガムの脱ガラクトシル化による優れた機能特性を備えた修飾ガラクトマンナン製造への利用の可能性に期待したい。

## VII 引用文献

- 1) H. Sakuraba *et al.* (2006), Corrective effect on Fabry mice of yeast recombinant human alpha-galactosidase with N-linked sugar chains suitable for lysosomal delivery. *J. Hum. Genet.* **51**: 341-352.
- 2) J. Wang *et al.* (2007), PCR-based strategy for construction of multi-site-saturation mutagenic expression library. *J. Microbiol. Methods* **71**: 225-230.
- 3) P.M. Dey *et al.* (2007), 1984. α-Galactosidase. *Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Biol.* **56**: 141-249.
- 4) P.M. Dey *et al.* (1993), Induction of α-galactosidase in *Penicillium ochrochloron* by guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) gum. *Biotechnol. Appl. Biochem.* **17**: 361-371.
- 5) B.L. Cantarel *et al.* (2009), The Carbohydrate-Active EnZymes database (CAZy): an expert resource for glycomics. *Nucleic Acids Res.* **37**: D233-D238.
- 6) H. Ly and S. Withers (1999), Mutagenesis of glycosidases. *Annu. Rev. Biochem.* **68**: 487-522.
- 7) <http://www.cazy.org/GH27.html> (参照 2021-10-26)
- 8) G.G. Park *et al.* (1987), Purification and some properties of β-mannanase from *Penicillium purpurogenum*. *Agric. Biol. Chem.* **51**: 2709-2716.
- 9) H. Shibuya *et al.* (1995), Purification and some properties of α-galactosidase from *Penicillium purpurogenum*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **59**: 2333-2335.
- 10) E.M. Margolles-clark *et al.* (1996), Three α-galactosidase genes of *Trichoderma reesei* cloned by expression in yeast. *Eur. J. Biochem.* **240**: 104-111.
- 11) M. Sumner-Smith *et al.* (1985), Analysis of the inducible MEL1 gene of *Saccharomyces carlsbergensis* and its secreted product, α-galactosidase. *Gene* **36**: 333-340.
- 12) H. Shibuya *et al.* (1995), Nucleotide Sequence of α-Galactosidase cDNA from *Mortierella vinacea*. *Biosci. Biotech. Biochem.* **59**: 1345-1348.
- 13) H. Shibuya *et al.* (1997), Purification, characterization, and cDNA cloning of a novel α-galactosidase from *Mortierella vinacea*. *Biosci. Biotech. Biochem.* **61**: 592-598.
- 14) A. Zhu and J. Goldstein (1994), Cloning and functional expression of a cDNA encoding coffee bean α-galactosidase. *Gene* **140**: 227-231.
- 15) F.F. Bishop *et al.* (1986), Human α-galactosidase A: nucleotide sequence of a cDNA clone encoding the mature enzyme. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **83**: 4859-4863.
- 16) H. Suzuki *et al.* (1970), α-Galactosidase from *Mortierella vinacea*, crystallization and properties. *J. Biol. Chem.* **245**: 781-786.
- 17) N. Overbeek *et al.* (1989), Cloning and nucleotide sequence of the alpha-galactosidase cDNA from *Cyamopsis tetragonoloba* (guar). *Plant Mol. Biol.* **13**: 541-550.
- 18) R. Kaneko *et al.* (1990), Substrate specificity of α-galactosidase from *Mortierella vinacea*. *Agric. Biol. Chem.* **54**: 237-238.
- 19) T. Shibata *et al.* (1989), Effect of β-galactosidase on production of α-galactosidase by *Mortierella vinacea*. *Seito Gijutu Kenkyu Kaishi* **37**: 47-53.
- 20) V.A. Reddy *et al.* (1988), Characterization of the glycosylation sites in yeast external invertase. *J. Biol. Chem.* **263**: 6978-6985.
- 21) G. Gallili and J.O. Lampen (1977), Large and small invertase and the yeast cell cycle: pattern of synthesis and sensitivity to tunicamycin. *Biochem. Biophys. Acta.* **475**: 113-122.
- 22) H. Shibuya *et al.* (1999), Purification and characterization of recombinant *Mortierella vinacea* α-galactosidases I and II expressed in *Saccharomyces cerevisiae*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **63**: 1096-1099.
- 23) W.D. Kim *et al.* (2002), α-Galactosidase from cultured rice (*Oryza sativa*) cells. *Phytochemistry* **61**: 621-630.
- 24) H. Shibuya *et al.* (1998), Cloning and high-level expression of α-galactosidase cDNA from *Penicillium purpurogenum*. *Appl. Environ. Microbiol.* **64**: 4489-4494.
- 25) D. Barham *et al.* (1971), Studies on the distribution of α-galactosidases in seeds. *Phytochemistry* **10**: 1759-1763.
- 26) J.E. Courtois and F. Petek (1966), Alpha-galactosidase from coffee beans, In Neufeld, E.F., Ginsburg, V. (Eds.), *Methods in Enzymology*, Vol.8, Academic Press, New York, pp. 565-571.
- 27) V. Puchart *et al.* (2000), Purification and characterization of α-galactosidase from thermophilic fungus *Thermomyces lanuginosus*. *Biochim. Biophys. Acta.* **1524**: 27-37.
- 28) D.W. Banner *et al.* (1975), Structure of chicken muscle triose phosphate isomerase determined crystallographically at 2.5 angstrom resolution using amino acid sequence data. *Nature* **255**: 609-614.
- 29) Z. Fujimoto *et al.* (2003), Crystal structure of rice α-galactosidase complexed with D-galactose. *J. Biol. Chem.* **278**: 20313-20318.
- 30) S. Elgavish and B. Shaanan (1997), Lectin-carbohydrate

- interactions: different folds, common recognition principles. *Trends Biochem. Sci.* **22**: 462-467.
- 31) G.N. Murshudov *et al.* (1997), Refinement of macromolecular structures by the maximum-likelihood method. *Acta Crystallogr. Sect. D. Biol. Crystallogr.* **53**: 240-255.
- 32) S.X. Cohen *et al.* (2004), Towards complete validated models in the next generation of ARP/wARP. *Acta Crystallogr. Sect. D Biol. Crystallogr.* **60**: 2222-2229.
- 33) Z. Fujimoto *et al.* (2003), Crystallization and preliminary X-ray crystallographic studies of alpha-galactosidase I from *Mortierella vinacea*. *Acta Crystallogr. Sect. D Biol. Crystallogr.* **59**: 2289-2291.
- 34) R. Fernandez-Leiro *et al.* (2010), Structural analysis of *Saccharomyces cerevisiae*  $\alpha$ -galactosidase and its complexes with natural substrates reveals new insights into substrate specificity of GH27 glycosidases. *J. Biol. Chem.* **285**: 28020-28033.

# 鯉淵学園農業栄養専門学校アグリビジネス科 国際農業コースで学ぶ留学生の日本語学習者の特性

## ～ビリーフ調査結果を中心に～

カムガムチョン・ジャルニー<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 アグリビジネス科

(受付：2021年10月14日／受理：2021年11月5日)

**摘要：**本研究は鯉淵学園農業栄養専門学校アグリビジネス科国際農業コースで学んだ留学生の日本語学習者のビリーフ<sup>(注1)</sup>調査結果をまとめたものである。ビリーフについては①教師の役割、②言語学習の適性、③言語学習の性質、④学習者の自律性、⑤学習ストラテジーの5つのグループ61項目で調査を行い、その結果を考察した。分析の結果、本コース留学生の日本語学習者のビリーフには(1)教師への依存度が高く、学習面でのアドバイスを求めている。教師への依存度が高いと考えられるのにも関わらず、学習に進歩が見られなくても、そのことを教師の責任だとは考えていない。(2)言語学習について楽観的で教師の直接指導に対して期待が高いことが窺えた。(3)外国語学習はすべての人が習得できるが、日本語は他の言語より難しいと考えている。(4)学習者は教師の指導によって自律的に学習できるようにもなる。(5)目標を立て、努力することの重要性は理解しているが、まだ行動には結びついていない。(6)語彙学習が重要だと考える傾向にある。(7)日本文化学習が日本語学習の一助となると考えている。(8)学習面では、教科書を用いて、やさしい文型から難しい文型へ積み上げて、分からない単語があれば、辞書で調べる等正確性を重視しているが、言語使用面では常に正しい日本語を話さなければならないとは考えておらず、文法は間違っている、日本人と話すことを楽しむ傾向にある。(9)定期的なテストや教科書が必要だと考え、伝統的な学習方法を好む。(10)国外で行われた調査と比べて、「語彙」「読解」「文字・作文」を上達させたい言語技能の上位に挙げる学生が多く、反対に、「聴解」の順位は押しなべて低い。以上の10の傾向がある事を明かにした。本コース留学生の日本語能力が日本語を用いて就業可能な水準レベルに達するには効果的・効率的なカリキュラムへの改定が必要だが、教師が学習者の希望を把握した特性を生かす教授法、教室活動を行うことも同時に重要であると考えられる。

キーワード：日本語学習者、ビリーフ、BALLI、自律学習、教授法、教室活動

## I はじめに

鯉淵学園農業栄養専門学校（以下、KOIBUCHI）のアグリビジネス科国際農業コースは2018年に設置され、外国人留学生を受け入れるようになった。コース内には、養鶏学を中心に、日本語、日本文化の講義も開講された。本校の留学生は、入学前に国内の日本語学校で6ヶ月から1年間日本語を学んでいたが、日本語検定を持っていない人もある程度いることも事実である。本校を卒業時によりよい就職

ができるために、日本語教育に関しては日本語能力試験N2相当を取得することを目標としている。しかし、実際に教えると、日本語能力試験N2相当の文字、語彙、文法等の数が多すぎることが分かった。前期・後期で60時間しかないにもかかわらず、短い準備期間でこれからも日本語の講義が開講される現状から考えると、留学生の日本語学習者のビリーフを知っておくことは、1年間のシラバス作成、授業の組み立て方や教材の選択等を考える際に必要なことだと考える。

<sup>1</sup> 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

(注1) 本研究でのビリーフの定義は「人が自覚的・無自覚的にもっている言語学習についての考え方で、それまでの経験や知識などから形作られるもの。」とする。

## II 研究の目的

本研究の目的は、KOIBUCHIにおける留学生の日本語学習者のビリーフを明らかにすることである。本調査によって得られた結果を踏まえ、留学生に適した日本語教室活動や指導法を提案する。

## III 先行研究

日本語教育学会『新版日本語教育事典』(2005:807)では、「言語学習についての信念（ビリーフ）」<sup>(注2)</sup>とは、言語学習の方法・効果などについて人が自覚的または無自覚的にもっている信念や確信を指す」とされ、教師と学習者の間にはビリーフのギャップが存在し、「こうした場合、両者の調整が不十分のまま授業を強行すると学習者の積極的な参加を得ることはできない」とされている。そして、「文化的背景の違いによる信念の違い」があるとされている。

Horwitz (1987) は、言語学習者のビリーフを把握するために、「言語学習の適性 (Foreign Language Aptitude)」、 「言語学習の難易度 (The Difficulty of Language Learning)」、 「言語学習の本質 (The Nature of Language Learning)」、 「学習とコミュニケーションストラテジー (Learning and Communication Strategies)」、 「動機 (Motivations)」の5領域・34問の質問項目から成るBALLI “Beliefs About Language Learning Inventory”を作成した。BALLI 調査の方法は、一つの項目の短文について、回答者が「1. 強く同意する」、「2. 同意する」、「3. 同意も反対もしない」、「4. 反対する」、「5. 強く反対する」の5段階の中から自分の考えに近い段階を選ぶものである。

ビリーフの先行研究は、学習者への調査と教師への調査の2グループに大別される。現在では様々な研究者がこれを元に自身の研究の目的に合うようにビリーフ調査票を作成し、調査を行っている。

齊藤 (1996) は、日本語学習者の自律的学習を促す効果的な支援策を模索する目的で、教師と学習者のビリーフを調査し、比較を行った。調査の結果、両者ともに自律的学習を理想としながらも、現実的には難しいと考えていること、教師への依存という点では学習者の方が教師より従来の教師伝達型指向

の考え方が強いことが明らかになった。また、ビリーフを把握することによって具体的な支援策を把握することができることも述べている。

板井 (1997, 2000) は、中国の日本語学習者を調査した。その結果によると、中国の学習者は「文法の学習」「語彙や文型の反復・暗記学習」「母語による文法説明」「教師中心の授業」というビリーフが根強いことがみられた。クラス活動に意欲的であり、教師以外の学習方法も知っている。

府川・佐藤 (2002) は、メキシコの中学1年生から高校3年生 (日本の学齢と同一) 333名にビリーフ調査を行い、生徒の意識として「上達に最も効果があるのは日本へ行くこと、次いで語彙、文法の学習。よい発音が重要」と挙げたという。また、「自分は外国語学習の適性があり」、「3～5年で日本語が上手に話せるようになる」という回答が多かったと報告した。

小林 (2016) は、タイ中等教育機関でチームティーチングによる授業を受けている日本語学習者のビリーフ調査を行っている。調査の結果からみると、タイ中等教育の日本語学習ビリーフの傾向は次のようになる。4技能のスキルの中で語彙学習が重要だと考える傾向にあること、アクティビティのある参加型の教室活動を望むこと、日本語を話すことに対する不安から、自身の日本語能力に自信を持っている学習者は少ないこと、教師の年齢よりも性格を重視する傾向にあると述べている。

松本 (2019) は、日本語母語話者教師 (NT) と日本語非母語話者教師 (NNT) のグループにおいて、全51項目中27項目において有意な違いを確認している。違いを確認することにより、「現地教師養成」やチームティーチングに役立てることができると考えた。コスタリカにおけるJICAボランティアの仕事の1つに、「授業を通してのアシスタントに対する日本語教授法の指導」というものがあり、現在の喫緊の課題となっている。教師養成をするにあたり、その違いによって指導方法を変容させてしまうことは良いかどうかは検討の余地があると思われる。日本語非母語話者教師 (NNT) には日本語母語話者教師 (NT) にはない良いものがあり、それを確認することから、教師養成の方向性は決まって

(注2) この分野に関する先行研究では、BELIEFS, belief, 信念, 確信, ビリーフス, ビリーフなどの用語が使われているが、本稿ではビリーフと表記する。

くと述べている。

## IV 調査方法

### 1. 質問紙の作成

若井・岩澤 (2004) は学習者だけでなく教師のビリーフを知るために、「教師の役割」についてのビリーフを問うグループを入れることで、「教師が教師の立場で回答がしやすいように」配慮されたビリーフ調査票を作成した。本研究ではこれを参考に一部改編し、全 61 項目の調査票を作成した。各領域及びそれぞれの項目数は以下の通りである。

- (1) 教師の役割：15 項目
- (2) 言語学習の適性：6 項目
- (3) 言語学習の本質：13 項目
- (4) 学習者の自律性：14 項目
- (5) 学習ストラテジー：13 項目

質問に対する選択肢としては「強く賛成」、「賛成」、「どちらでもない」、「反対」、「強く反対」の 5 段階尺度で答えてもらう方式をとった。結果をまとめる際は、「強くそう思う」、「そう思う」を「賛成意見」とし、「あまりそう思わない」、「そう思わない」を「反対意見」とした。回答方法は BALLI と同じく「強く賛成 (1)」、「賛成 (2)」、「どちらでもない (3)」、「反対 (4)」、「強く反対 (5)」の 5 段階評定とした。

### 2. 調査期間及び調査対象者

調査期間及び調査対象者は表 1 のとおりである。調査は 2021 年 2 月と 4 月に調査票のアンケートを学生に渡し、後日回収する方法を取った。調査票は全て日本語で名前は無記名とした。調査対象者は KOIBUCHI のアグリビジネス科国際農業コース日本語学習者 33 名；出身国 (人数)：タイ (15)、インドネシア (8)、ベトナム (4)、バングラディッシュ (2)、ネパール (2)、インド (1)、スリランカ (1)

表 1. 調査期間及び調査対象者

時期	2021 年 2 月 (後期終了時) と 2021 年 4 月 (前期開始時)
対象者	鯉淵学園農業栄養専門学校国際農業 コース学生
回答者数	33 名
調査方法	アンケート

## V 結果と考察

質問項目は上述 IV-1 のとおり 5 つに類別し、尺度による 5 段階で評定した。平均値が「1」に近いほど賛成を、「5」に近いほど反対を示している。平均値が「2.5」である場合は、賛成でも反対でもないことを示している。また、標準偏差が「0.7」以下だと収集したデータの数値のばらつき度合いが小さく、平均値周辺に集まっていることを示している。「0.8～1 未満」だと少しばらつきがあり、「1」以上だとばらつき度合いが大きいことを意味している。

以下 KOIBUCHI の日本語学習者のビリーフについて、5 つのグループに沿って分析を試みた。

### 1. 言語学習ビリーフ調査 (BALLI) の結果について

#### (1) 「教師の役割」について

この調査領域は学生が教師に求めていること、外国語学習における教師の必要性について問うている。

表 2 の半分以上の項目で平均が「2」に近くなっていることから、外国語学習においての教師への依存度がやや高いことがうかがえる。教師による定期的な試験は学習者にとって助けとなる (項目 12)、外国語学習に成功するにはいい教師が必要である (項目 1)、教師は学習者の学習環境を整えるべきだ。そして、学習者のサポートを続けるべきだ (項目 15)、教師にどのように外国語学習を進めるべきか教えてほしい (項目 5)、教師は学習しなければならないことを全て教えるべきだ (項目 9) ということを考えていることがわかる。教師の指導力の重要性について強く賛成していることから、学習者自身の自律性は低いことが推測される。しかし、教師への依存度が高いと考えられるにも関わらず、学習に進歩が見られなくても、そのことを教師の責任だとは考えていない (項目 14) という結果が出ている。これは教師に対して尊敬の気持ちを抱いているアジアの社会背景が影響していると考えられるのではないだろうか。

以上の点から、教師は学生の自律性だけに任せるのではなく、ファシリテーターとしての役割を果たし、学習面に関するアドバイスを積極的に行うことが求められていると言えるだろう。

表 2. 教師の役割

項目	内 容	平均	標準偏差
12	教師による定期的な試験は学習者にとって助けとなる	1.82	0.88
1	外国語学習に成功するにはいい教師が必要である	1.88	0.93
15	教師は学習者の学習環境を整えるべきだ。そして、学習者のサポートを続けるべきだ	1.91	0.91
5	教師にどのように外国語学習を進めるべきか教えてほしい	1.94	0.83
9	教師は学習しなければならぬことを全て教えるべきだ	1.97	0.88
7	教師は学習者がよく勉強するように動機付けるべきだ	2.09	0.77
3	教師に自分がどのくらい外国語学習が進んだか教えてほしい	2.09	0.88
4	教師に自分の外国語学習上の問題点や困難な点を教えてほしい	2.15	0.91
10	教師に個々の学習活動にどのくらい時間を使えばいいのか教えてほしい	2.24	0.87
6	教師が学習者を一生懸命学習させなければならない	2.27	0.91
8	教師に学習到達目標を設定してもらいたい	2.33	0.92
2	日本語の間違いは、教師が直すべきだ	2.36	1.17
13	学習者の評価は教師からされるべきだ	2.45	0.94
11	宿題は教師が学習者に出すべきだ	2.91	1.07
14	言語学習に進歩が見られなかったら、それは教師の責任だ	3.21	1.17

表 3. 言語学習の適性

項目	内 容	平均	標準偏差
21	すべての人が外国語を習得できる	2.00	0.97
16	ある言語は他の言語に比べて易しい。日本語は難しい言語だ	2.12	0.93
17	私は自分が日本語を習得できていると思っている	2.36	1.08
18	私の国の人は外国語学習が得意だ	2.39	0.93
20	私は外国語学習について特別な才能を持っている	2.79	0.82
19	数学や科学が得意な人は外国語習得が得意ではない	2.88	1.19

(2) 「言語学習の適性」について

この調査領域は学生が外国語学習における外国語習得のしやすさについて問うている。

表 3 から外国語学習における外国語習得のしやすさは、日本語は他の言語より難しい (項目 16) と思われながらも、すべての人が外国語、日本語習得の自信 (項目 21) については一番高くなり、日本語習得に時間と努力を要しているようである。私は外国語学習について特別な才能を持っている (項目 20)、数学や科学が得意な人は外国語習得が得意ではない (項目 19) については反対する傾向がみられた。

(3) 「言語学習の本質」について

この調査領域では学習している外国語をどのような言語であるかと考えているか、日本語のどの技能を重視しているかなどを問うものである。

表 4 から外国語学習では文法や翻訳よりも語彙の学習を重要だと考えていることがわかる (項目

27)。そして、私は趣味を楽しむように日本語を学んでいる (項目 34)、外国語をうまく話すためには、その文化を知ることが必要だ (項目 24)、外国語学習はその言語が話されている国で行うのが一番いい (項目 23)、日本語の学習は私の生活の質を豊かにする (項目 33) と考えている学生がやや多い傾向がある。

日本国内で学習している場合、教科書以外の日本語に日常的にたくさん触れ、日本語での専門の講義や学生生活していく中で語彙学習や日本文化の勉強も必要性がより実感され、ビリーフに影響を与えたと考えられる。

4 技能の中では「話す」よりも「聞く」ことのほうが易しいと考えている学生が 5 割 (項目 28)、「話す」ことと「読む・書く」ことを比較した場合は、難易度は「読む・書く」の方がかなり難しいと考えていることがわかる (項目 29)。「話す・聞く」は同じ国の仲間と自国の母語ばかり使っている

表4. 言語学習の本質

項目	内 容	平均	標準偏差
27	外国語学習の中で一番重要なのは、語彙の学習だ	1.82	0.95
34	私は趣味を楽しむように日本語を学んでいる	1.91	0.95
24	外国語をうまく話すためには、その文化を知ることが必要だ	1.94	1.00
23	外国語学習はその言語が話されている国で行うのが一番いい	2.06	0.97
33	日本語の学習は私の生活の質を豊かにする	2.09	1.04
28	日本語は話すよりも、聞いて理解する方が易しい	2.12	1.19
25	外国語学習の中で一番重要なのは母語からの翻訳の学習だ	2.15	1.00
26	外国語学習の中で一番重要なのは、文法の学習だ	2.18	0.98
22	外国語学習の方法は他の分野の学習とは異なる	2.21	0.96
30	外国語学習の中で一番重要なのは、きれいな発音で話すことだ	2.30	1.10
32	外国語を学習するとき、正しく話せるようになるまで外国語を話すべきではないと思う	2.64	1.06
31	言葉と直接関係ない間違い（身振り・手振り）は重要ではない	2.79	0.93
29	日本語は話すよりも、読んだり書いたりする方が易しい	2.88	1.19

ということかもしれない。「読む・書く」は漢字の問題もあり、苦手意識はやや高いかと予想していたが、調査対象者が中級後半終了レベルであるため、読む量・書く量とも語彙がやや多くなったことへの難しさも感じているということかもしれない（項目27）。

学習面では正確性を重視する傾向もみられるが（項目30）、一方「外国語を話すとき、正しく話せるようになるまで外国語を話すべきではないと思う」（項目32）と考える学生は少なく、外国語使用においては必ずしも正確性を重要視していないよう

だ。学習面で正確性を重視する傾向がある場合は、教室活動は消極的になりがちだが、結果を見るとその限りではないようだ。

#### (4) 「学習者の自律性」について

この調査領域は学生が言語学習において、どの程度自律性をもっているのかについて問うている。

表5から明確な目的を持ち、はっきりとした目的があって努力すれば上達すると信じ（項目35, 36）、自分で新しいことに挑戦するのが好き（項目41）、自分の間違いを自分でチェックするとき、一番学習できる（項目44）という学習者像が見えて

表5. 学習者の自律性

項目	内 容	平均	標準偏差
36	はっきりとした目的があれば、外国語の上達が早くなると思う	1.73	0.88
41	自分で新しいことに挑戦するのが好きだ	1.94	0.90
35	私は努力すれば、外国語が上手になると信じている	2.03	1.02
39	私は教師の言う通り勉強すれば上達が早くなると思っている	2.09	0.84
40	外国語を学習するとき、教師に助言を求めるのが好きだ	2.12	1.02
48	日本語を習うことはその文化を研究するためだけでなく、社会、政治、学科技術等を研究するためにも助けになる	2.18	0.92
44	自分の間違いを自分でチェックするとき、一番学習できる	2.21	0.96
37	計画を立てて勉強すれば、外国語の上達が早くなる	2.24	0.97
46	自分がどの程度学習できたか自分でチェックする方法がある	2.27	0.76
42	自分の外国語学習のどの部分を改善すべきかわかっている	2.30	0.98
38	学習意欲が強ければ、学習環境が悪くても外国語が上手になると思う	2.36	1.14
43	私は外国語をどう学習すればいいかよく知っている	2.42	0.90
45	自分自身で問題の解決を見つけるのが好きだ	2.55	0.87
47	細かい間違いを気にせず、積極的に外国語を話せる	2.85	0.97

表6. 学習ストラテジー

項目	内 容	平均	標準偏差
59	日本語を使うなら、どんな活動でも日本語の学習の役に立つ	1.91	0.88
53	言語学習には教科書が必要だ	2.03	0.77
57	分からない日本語の単語は必ず辞書で調べるべきだ	2.03	0.88
49	時間がかかってもやさしい文型から難しい文型へと徐々に積み上げて学習していく方が、最終的には実力がつくと思う	2.03	0.92
58	日本人と日本語を話すのは楽しい	2.06	1.03
50	大量の反復練習（繰り返し練習）は重要だ	2.09	0.91
55	学習者が積極的に教室活動に参加するような授業は良い授業だ	2.33	0.82
52	CDなどによる音声練習は重要だ	2.33	1.05
51	文法上の疑問点ははっきりさせないと落ち着かない	2.48	0.97
56	分からない語彙の意味を推測しても構わない	2.61	1.00
61	ほかの人と日本語で話すとき、不安を感じて臆病になることがある	2.70	0.92
54	教科書以外のものは、言語学習に役立たない	3.06	1.20
60	クラスメート同士で日本語を話しても役に立たない	3.18	1.21

くる。これは、教師への依存度が高いという結果から、学習者の自律性は低いと予想されていたことと相反する。しかし、私は教師の言う通り勉強すれば上達が早くなると思っている（項目39）、外国語を学習するとき、教師に助言を求めるのが好きだ（項目40）、もやや高いことから、学習者の自律性が高いとみられるものの、実際には教師に頼る傾向があると言えるだろう。

(5) 「学習ストラテジー」について

この調査領域は、学生が言語学習において、どのような学習ストラテジーを持っているのか、合わせて教室活動についても問うている。

表6では学習者がどんな学習方法を期待しているのか、また望んでいるのがわかる。日本語を使うなら、どんな活動でも日本語の学習の役に立つ（項目59）、言語学習には教科書が必要だ（項目53）、分からない日本語の単語は必ず辞書で調べるべきだ（項目57）、時間がかかってもやさしい文型から難しい文型へと徐々に積み上げて学習していく方が、最終的には実力がつくと思う（項目49）という学習

方法の割合が高いこと、教科書以外のものは、言語学習に役立たない（項目54）、クラスメート同士で日本語を話しても役に立たない（項目60）の項目が低いことから、他の学習方法を拒絶しているわけではない。実際KOIBUCHIでの授業では、プリントの資料で文型、語彙、場面やロールプレインという活動など行うが、教科書が必要だという項目の割合が高いため、これからの授業を行うために、教科書を使うことについての検討が必要であるかもしれない。

2. 上達させたい言語技能・能力について

「会話」、「聴解」、「文字・作文」、「読解」、「語彙」のうち、最も上達させたい能力優先順位を1～5の数字でつけて回答させた。表7に結果をまとめた。

表7によると、最も上達させたい能力は『会話』で、最も低いのは『聴解』である。

まず、最も注目したいことは、上達させたい言語技能・能力（表7）は、1位が「会話」、次いで、「語彙」「読解」「文字・作文」の順位ということが分かつ

表7. 「上達させたい言語技能」の順位別人数とパーセンテージ

	上位 (1/2 位)	中位 (3 位)	下位 (4/5 位)	合計
会話	20 人 61%	1 人 3%	12 人 36%	33 人 100%
語彙	16 人 48%	9 人 27%	8 人 24%	33 人 100%
読解	15 人 45%	9 人 27%	9 人 27%	33 人 100%
文字・作文	12 人 36%	9 人 27%	12 人 36%	33 人 100%
聴解	3 人 9%	5 人 15%	25 人 76%	33 人 100%

表 8. 「上達させたい言語技能」について他研究と比較表

	カムガムチョン (2021)	高崎 (2014)	阿部 (2009)
対象者 (出身国)	KOIBUCHI のアグリビジネス科国際農業コース (タイ, インドネシア, ベトナム, バングラディシュ, ネパール, インド, スリランカ)	メキシコにおける 9 機関の初級日本語 クラス (メキシコ)	スペイン・マドリード 自治大学での日本語 学習者 (スペイン)
実施国	日本	メキシコ	スペイン
1 位	会話	会話	会話
2 位	語彙	聴解	聴解
3 位	読解	文字・作文	読解
4 位	文字・作文	読解	文字・作文
5 位	聴解	語彙	語彙

た。同じく 5 つの言語技能に関する調査をメキシコで実施した高崎 (2014)、スペインで実施した阿部 (2009) では、「語彙」の順位はそれぞれ最下位、5 位とかなり低い順位となっている (表 8)。結果は逆であるということが分かった。日本国内で学んでいる KOIBUCHI の留学生は、語彙量の少なさがコミュニケーションの妨げとなっていることを日常での日本人との生活、アルバイトなどを通して実感しているからではないだろうか。つまり、積極的に向上させたい能力になりやすい可能性が考えられる。

## VI 本調査結果を踏まえた教授法・教室活動への提案

### 1. KOIBUCHI 留学生の日本語学習者のプロフィールの特徴

以上の調査結果の分析から KOIBUCHI の留学生の日本語学習者のプロフィールの特徴は次の 10 項目に大別される。

- (1) 学習において教師への依存度が高く、教師とその教授法などに対して信頼と期待を寄せている。学習面でのアドバイスを求めている。言い換えると、学生自身の自律性は低いことがうかがえる。特に、教師による小テストなどの定期試験が学習の一助になると考えている。教師への依存度が高いと考えられるにも関わらず、学習に進歩が見られなくても、そのことを教師の責任だとは考えていない。
- (2) 言語学習について楽観的で教師の直接指導に対して期待が高いことを窺えた。
- (3) 外国語学習はすべての人が習得できるが、日本語は他の言語より難しいと考えている。
- (4) 学習者は教師の指導によって自律的に学習でき

るようになる。

- (5) 目標を立て努力することの重要性は理解しているが、まだ行動には結びついていない。
- (6) 語彙学習が重要だと考える傾向にあるが、文法学習もすれば、最終的に成功できると考えられる。
- (7) 日本文化学習が日本語学習の一助となると考えている。
- (8) 学習面では、教科書を用いて、やさしい文型から難しい文型へ積み上げて、分からない単語があれば、辞書で調べる等、正確性を重視しているが、言語使用面では常に正しい日本語を話さなければならないとは考えておらず、文法は間違っても、日本人と話すことを楽しむ傾向にある。
- (9) 定期的なテストや教科書が必要だと考え、伝統的な学習方法を好む。
- (10) 国外で行われた調査と比べて、「語彙」「読解」「文字・作文」を上達させたい言語技能の上位に挙げる学生が多く、反対に、「聴解」の順位は押しなべて低い。

### 2. 教授法・教室活動への提案

上述のプロフィールの特徴を踏まえ、授業改善策として次の 5 つを挙げたい。

- (1) 学習目標、学習計画の達成確認をチェックできるシステムの構築  
教師への依存度、信頼度は高い (表 2) ので、学習者が重要性を認めている「学習目標、計画」(表 5) が達成できているかどうか教師と学習者が共にチェックしていくシステムの構築が有効だと考えられる。例えば、従前の定期テストのフィードバックでは、時間的制約もあり、クラス全体で間違いの多かったところを中心に教師が板書して直す、あるいは

は、学習者同士で完全答案を作るなどしていたが、可能な限り、フィードバック時に教師が個別に誤答を指摘し、どの程度学習できているかを教師と共にチェックすること（項目 44, 46）が有効なのではないだろうか。このことは、学習面では正確性を好む傾向にあるピリーフに沿う（項目 50）活動だと考えられる。

#### (2) 教室外におけるアクティビティの実施

一番上達したいことは会話だったため、コミュニケーションを重視した教室活動を好む傾向にあり（項目 12, 59, 60）、日本人と日本語を話すのは楽しい（項目 58）傾向と合わせると、「学習したことを教室の外で使える機会（日本人へのインタビュー、アンケート調査）」など積極的に教室外へ出かける活動も随時取り入れるべきであろう。

#### (3) 伝統的な学習の徹底実施

定期的なテストや教科書が必要だと考え、伝統的な学習方法を好む傾向にあり（項目 12, 53）今まで教師が作ったプリントを使用しているの、KOIBUCHI の留学生に最適な教科書を選び、それを使用して教えるべきだろうか。小テストや定期試験等はこれまで実施しているの、これからも実施し続ける。

#### (4) 語彙力の養成

KOIBUCHI の留学生は海外の日本語学習者よりも語彙学習の必要性を強く感じていることから、学習者に「語彙ノート」を作らせることも一つの方法だと思われる。授業中に限らず、日常生活の中で出逢う、覚えたい「新語」とその意味を母国語で書き、その横に日本語で例文を作成する。そのノートを定期的に教師がチェックする。あるいは、「わからない日本語の単語は必ず意味を調べるべきだ」（項目 57）はかなり強く支持されているので、この「語彙ノート」は中級レベル以上では欠かすことのできない自律学習の習慣や、教室だけでは十分とは言えない語彙の補充にも役立つものと思われる。

#### (5) 読解力の養成

KOIBUCHI の留学生は母国や海外の日本語学習者よりも読解学習の必要性も強く感じている（図 1）ことから、現在日本語能力試験資格対策講義のみ読解力の養成をしているが、資格対策講義のみならず、普通の日本語の授業も時間をかけて、読解力の養成も実施し、学習者に学習目標が見えるように、「身に付けるスキル表」を作り、毎回の授業で身に付け

る表にチェックする方法とする。教材は、日本文化学習が日本語学習の一助となると考えている（項目 24）ので、読解内容については、日本文化に関するプリントを利用し、読解力の教授法は精読法授業で進め、以下のように実施し、有効性を確かめたい。

##### 1) 読解問題を読む前にすること

動機付けをする（タイトルや出典元、絵や図についてイメージを膨らませる）

語彙・表現を確認する（キーワードのみ確認する）

##### 2) 読解問題を読む

##### 3) 読解問題の内容を確認する

読解文を音読する

読解問題の内容を確認する（設問の答え合わせ）

読解問題の内容から広げる（要約、ディスカッションなど）

## VII おわりに

以上、本研究では KOIBUCHI の留学生の日本語学習者のピリーフ調査を実施し、その結果から 10 個の特徴と 5 個の授業改善策を示した。今回の調査により、予想された「多国籍や学習環境の違い」がピリーフに何らかの影響を与えることが確認された。ただし、教育現場で求められるのは、こうした調査結果そのものではなく、その結果を基にどう授業を改善していくかということである。VI の 2 で提案した授業改善案などを実際に授業に取り入れ、その有効性を今後も確認、再考していきたい。

また、今回の調査データは一時点で、全体的な留学生の日本語学習者の結果のものである。今後、留学生のそれぞれの国のピリーフと比較すること、継続的にピリーフ調査を行い、その変化の有無にも注目し、合わせ、ピリーフと成績の相関性の有無、その変化についても研究を続けていきたいと考えている。また、多くの先行研究にもあるように、教師へのピリーフ調査（松田 2005, 内田ら 2019, 松本 2019）も必要であろう。今後は、質問紙調査の中に自由記述部分も加え、できれば、グループインタビューなども実施し、質的、量的により充実した調査を行いたい。そして、それらを踏まえた上で学習者にとって有益な授業ができるよう、よりよいカリキュラム作りに反映させたいと考えている。

## VIII 参考文献

- 1) Horwitz E. K. (1987), *Surveying Students Beliefs About Language Learning*. In A. Wenden & J. Rubin (Eds.), *Learner Strategies in Language Learning*. pp.119-129. London: Prentice-Hall.
- 2) 阿部 新 (2009), スペイン・マドリードの大学における日本語学習者の言語学習ピリーフ. 名古屋外国語大学外国語学部紀要 **37**: 25-62.
- 3) 内田陽子, 坪根由香里, 八田直美, 小澤伊久美 (2019), あるタイ人日本語教師のピリーフの形成—初任期から4年間のPAC分析による縦断的調査から—. *言語教育学研究* **10**: 1-11.
- 4) 小林亞古 (2016), タイ中等教育における日本語学習者の特性. *人間科学研究* **29**: 103.
- 5) 齋藤ひろみ (1996), 日本語学習者と教師のピリーフ—自律的学習に関わるピリーフスの調査を通して. *言語文化と日本語教育* **12**: 58-69.
- 6) 板井美佐 (1997), 言語学習についての中国人学習者の BELIEFS —上海復旦大学のアンケート調査より—. 筑波大学留学生センター・日本語教育論集 **12**: 63-88.
- 7) 板井美佐 (2000), 中国人学習者の日本語学習に対する BELIEF について—香港4大学のアンケートの調査から. *日本語教育会・日本語教育* **104**: 69-78.
- 8) 高崎三千代 (2014), メキシコにおける日本語学習者の特性—ピリーフ調査結果を中心に—. *国際交流基金日本語教育紀要* **10**: 23-38.
- 9) 日本語教育学会 (2005), *新版日本丁教育事典*. 大修份書店: 807.
- 10) 府川祐子, 佐藤順子 (2002), 新学習計画決定までの経緯と現状報告. *国際交流基金メキシコ事務所・国際交流基金メキシコ事務所紀要* **2**: 25-39.
- 11) 松田真希子 (2005), 現職日本語教師のピリーフに関する質的研究. *長岡技術科学大学言語・人文科学論集* **19**: 215-240.
- 12) 松本匡史 (2019), コスタリカ日本語教育における NT と NNT の同異点—言語学習ピリーフ調査を通して—. *さいたま言語研究* **3**: 13-25.
- 13) 若井誠二, 岩澤和宏 (2004), ハンガリー人日本語学習者のピリーフス. *国際交流基金・日本語国際センター紀要* **14**: 123-140.

# 飼料用米の形態の違いが肉用鶏の飼養成績に及ぼす影響

高田 良三<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 アグリビジネス科

(受付：2021年12月3日/受理：2021年12月8日)

**摘要：**飼料用米は、丸粒籾米、丸粒玄米、丸粒白米およびこれらを粉砕した給与形態が考えられる。本実験では、多くの場合に使用される形態として丸粒玄米およびそれを粉砕した粉碎玄米、丸粒白米の3種を用い、それらを肉用鶏に給与した時の飼養成績に及ぼす影響について検討を行った。対照区はトウモロコシ、大豆粕主体の一般的な飼料とした。飼料用米は対照飼料に30%添加し、不足するメチオニン、リジン等は調整した。9、10日齢の肉用鶏（Ross 308, オス）56羽を用い、2週間の飼養試験を行った。その結果、いずれの試験区においても増体量の違いは認められなかった。このことから、飼料用米は粉砕することなく丸粒のままでも何ら問題のないことが明らかとなった。なお、増体量の数値としては丸粒玄米区が最も高い値を示した。一方、丸粒玄米区と粉碎玄米区の2区間のみを比べると、増体量は粉碎玄米区が丸粒玄米区よりも有意に低くなった。肉用鶏において飼料を細かく粉砕すると飼料摂取量が低下し、それに伴って増体量が低下することが知られている。本実験においてもこのような現象が起きたのかもしれない。結論として、飼料用米を肉用鶏に給与するとき、玄米を粉砕せずに丸粒のままでも給与することによって、玄米は十分に消化吸収され、期待される増体量が得られるものと考えられた。

キーワード：飼料用米、肉用鶏、丸粒玄米

## I はじめに

現在の濃厚飼料は、一般にトウモロコシ・大豆粕を中心として配合され、そのうちトウモロコシの配合割合が最も高い。しかし、現在の我が国ではこの飼料用トウモロコシの大半は米国やブラジル等、諸外国からの輸入に頼っている。したがって飼料自給率の向上が喫緊の課題となっている。一方、我が国では古くから稲作が盛んにおこなわれており、主食用としてコメが利用されてきた。ところが人口の減少、食生活の多様化等が原因でコメの需要が大きく低下し、減反政策もあって多くの水田が休耕田となって有効に活用されていないのが現状である。そこで水田をより有効に活用するため、および飼料自給率を向上させるため、近年、コメを家畜に飼料として給与する「飼料用米」の活用が盛んに言われるようになってきた。ところが、これまで家畜にコメを給与することがほとんど行われていなかったた

め、コメの飼料としての評価は正確にはされていない。そこで2009年以降、ブタ、トリへの給与を目的とした飼料用米の研究が多くなされ、様々な研究成果が得られている<sup>1-6)</sup>。

単胃動物であるトリの胃は、ヒトやブタ、ラットとは大きく異なる特徴を有している。すなわちトリの胃は素囊、腺胃、筋胃にわかれ、そのうちの筋胃ではグリットとよばれる砂粒様なものが含まれており、飼料はそこで細かく摺りつぶされる。このことによって、トリは大きな粒度の飼料をそのまま飲み込んでも消化をうまく進めることができる。そこで飼料用米、たとえば玄米を粉砕することなく、そのままの粒の状態でも給与してもトリは消化吸収が可能とされている<sup>7-9)</sup>。一方、ブタは玄米を粒のまま給与すると明らかにその消化率は低下し、少なくとも4つ割程度に粉砕しないと十分な消化率は得られないことが報告されている<sup>10)</sup>。しかし、実際に玄米を粒のままトリに給与すると糞中にコメの粒が観察できることがしばしば起きる。すなわちコメの消化率が低下している可能性が懸念される。そこで、本実験では飼料用米の形態の違い（丸粒、粉砕）が

<sup>1</sup> 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

トリの飼養成績に影響を及ぼすか否かについての検討を行った。

## II 材料および方法

供試動物：本試験には肉用鶏初生雛雄（チャンキー，ROSS308）56羽を用いた。雛は松本鶏園（茨城県茨城町）から購入した。0日齢から10日齢までは市販の餌付け飼料（清水港飼料製）を自由摂取させた。10日～11日目に体重を測定し、4つの試験区の平均体重が等しくなるように各試験区に14羽ずつ割り振った。それぞれの試験区は2つのペン（2m×2m，床は地面）に分けられ、各ペンに7羽ずつ収容した。

試験飼料：試験飼料の配合割合を表1に示した。各栄養素の配合割合はROSS（2019）<sup>11)</sup>が推奨する肥育前期用の要求量を満たすように配合設計した。

試験方法：試験区は、1) トウモロコシ，大豆粕主体の対照区，2) 丸粒の玄米30%を含む丸粒玄米区，3) 粉碎した玄米30%を含む粉碎玄米区，4) 丸粒の白米を30%含む白米区，以上の4試験区と

した。試験期間は2週間とし，その間，自由摂取，自由飲水とした。試験開始後，1週目および2週目に残飼，体重を測定した。なお，試験期間中は各ペンには電気式保温器（600W）を設置し，環境温度が最適になるようにした。

統計処理：増体量において，飼料の違いを要因とする一元配置の分散分析（対照区に対する比較，Dunnett法）をおこなった。飼料摂取量（n=2）および飼料効率（n=2）は統計処理を行わなかった。

## III 結果

増体量（g/羽/日），飼料摂取量（g/羽/日）および飼料効率（増体量/飼料摂取量）の結果をそれぞれ表2，3および4に示した。増体量においては4試験区いずれも大きな違いはなく，統計的な有意差は認められなかった。体重（g）の変化を図1に示した。増体量と同様に体重においても統計的な有意差は認められなかった。しかし，数値的には丸粒玄米区の体重がやや大きく，粉碎玄米区が小さかった。飼料摂取量は各試験区2つのペンの平均値とな

表1. 試験飼料の配合割合 (%)

原料名	対照区	玄米丸粒区	玄米粉碎区	精白丸粒区
トウモロコシ粒	43.31	12.72	12.72	12.88
トウモロコシ中	10.00	10.00	10.00	10.00
トウモロコシ粉	2.00	2.00	2.00	2.00
丸粒玄米	—	30.00	—	—
粉碎玄米	—	—	30.00	—
丸粒白米	—	—	—	30.00
DDGS	3	3	3	3
大豆粕	23.76	16.13	16.13	24.74
ハイプロ大豆粕	—	8.46	8.46	—
菜種粕	4	4	4	4
グルテンミール Y	0.39	—	—	—
ポークチキン M	6	6	6	6
イエローグリース	4.71	5.5	5.5	4.96
炭酸カルシウム	1.24	0.96	0.96	1.05
リン酸カルシウム	0.05	0.08	0.08	0.18
食塩	0.32	0.32	0.32	0.32
塩化コリン	0.12	0.12	0.12	0.12
メチオニン	0.33	0.29	0.29	0.29
リジン	0.54	0.21	0.21	0.23
トレオニン	0.11	0.09	0.09	0.11
P プロフィード C-P	0.12	0.12	0.12	0.12
合計	100	100	100	100

表 2. 増体量 (g/羽/日)

	対照	丸粒玄米	粉玄米	丸粒白米
羽数	14	14	12	13
0-1 週	52 ± 2	55 ± 2	51 ± 2	55 ± 3
1-2 週	85 ± 3	88 ± 3	78 ± 3	81 ± 3
0-2 週	68 ± 2	72 ± 2	65 ± 2	68 ± 3
平均値 ± SE				

表 3. 飼料摂取量 (g/羽/日)

	対照	丸粒玄米	粉玄米	丸粒白米
0-1 週	89	90	94	95
1-2 週	136	159	154	156
0-2 週	113	125	124	125

数値は 2 つのペンの平均値

表 4. 飼料効率 (増体 / 摂取量)

	対照	丸粒玄米	粉玄米	丸粒白米
0-1 週	0.582	0.609	0.543	0.581
1-2 週	0.623	0.554	0.505	0.521
0-2 週	0.602	0.576	0.524	0.544

数値は 2 つのペンの平均値

るため統計処理はできなかったが、対照区のそれに対して飼料用米を給与した 3 試験区はいずれも高い値を示した。飼料効率も飼料摂取量 (n=2) の関係から統計処理はできなかったが、対照区の飼料効率に対して飼料用米を給与した 3 試験区では低くなる結果であった。

#### IV 考 察

本試験の最大の目的は、飼料用米を粉碎せずに丸粒のままに肉用鶏に給与した場合、飼料用米が十分に消化吸収され、飼養成績に悪影響を及ぼさないことを確認することである。その結果、表 2 で明らかかなように、対照区の増体量と比べて丸粒玄米区では有意差は認められないものの、やや高い値を示した。このことは、丸粒玄米は何の遜色もなく肉用鶏に有効に利用されていることを示している。今回の試験において、腸管の内容物を観察してみると、直接に玄米や白米そのものはほとんど認められなかった。このことは摂取した飼料用米はたとえ丸粒のままの形状であっても筋胃で十分に磨砕粉砕された可能性を表している。

飼料用米を 50% 程度配合すると、むしろ飼料用

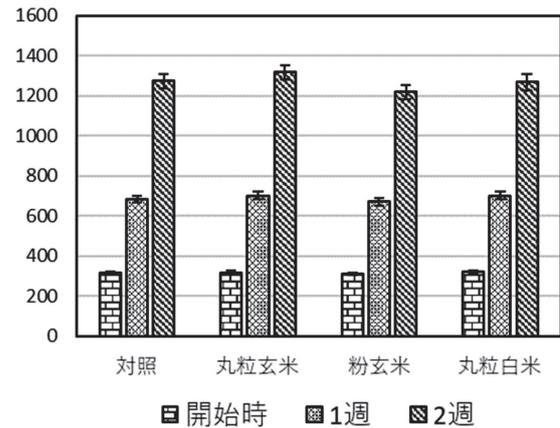


図 1. 体重の変化 (g)

米区がトウモロコシ区よりも優れた増体量を示すことが報告されている<sup>3-6)</sup>。しかし本試験では飼料用米の配合割合が 30% と少なく、このことが統計的に有意な増体量を示さなかった原因かもしれない。一方、飼料摂取量は飼料用米を給与した 3 試験区で対照区よりも高くなる傾向を示しており、その結果、表 4 に示す通り飼料効率では対照区が高くなり、他の 3 試験区ではやや低い値となった。一般に、飼料効率は飼料中の必須アミノ酸含量 (要求量に対する充足率) に対して鋭敏な反応を示すことが知られている<sup>7)</sup>。すなわち、飼料中の必須アミノ酸含量が要求量よりもやや少ない場合には、動物はその不足分を満たそうとして飼料摂取量を増加させ、増体量は必須アミノ酸が満たされている時と同等になるような反応を示す。しかし結果として飼料効率は低下する。今回の試験結果はこのような反応に似ている。本試験において飼料中のアミノ酸含量は粗タンパク質含量を測定してその値から推定して各アミノ酸配合量を決定している。したがってアミノ酸が不足していることは考えにくい。ロットの違い等の可能性も考えられるので試験飼料中のアミノ酸含量を直接分析してみる必要があるかもしれない。

図 1 の体重の変化から、丸粒玄米区の体重は粉碎玄米区のそれよりもやや高かった。この 2 試験区間において t 検定を行うと 5% レベルで有意差が認められた。鶏は、飼料を細かく粉碎して粒度を小さくすると飼料摂取量は低下することが知られている<sup>13)</sup>。したがって鶏用飼料は豚用飼料よりも粉碎程度は粗くすることが一般的である。本試験の体重の結果では、粉碎玄米区が丸粒玄米区よりも低くなっており、飼料の粒度が影響したのかもしれない。しかし、両

試験区間に飼料摂取量の違いは認められておらず、他の要因が影響を及ぼしている可能性も考えられる。

丸粒玄米区と丸粒白米区との間では増体量に差は認められなかった。このことは玄米と白米との違いは飼養成績には影響を及ぼさないことを示唆している。コメのヌカ部分にはビタミンや抗酸化物質、タンパク質等が多く含まれているが、必ずしもこれらの物質は肉用鶏の飼養成績に直接影響を及ぼすほどではないのかもしれない。

以上、結論として、飼料用米の肉用鶏への給与に関して、丸粒玄米、丸粒白米いずれの無粉碎の形態においても一般的なトウモロコシ・大豆粕主体の飼料と何ら遜色のない飼養成績を示すことが明らかになった。

## V 引用文献

- 1) 高田良三 (2020), 豚への飼料用米給与. 日本養豚学会誌 **58** (1): 1-9.
- 2) 高田良三 (2021), 肉用鶏, 産卵鶏への飼料用米給与. 鯉淵学園教育研究報告 **31**: 3-14.
- 3) J.M. Gonzalez-Alvarado, E. Jimenez-Moreno, R. Lazaro and G.G. Mateos (2007), Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poult. Sci.* **86**: 1705-1715.
- 4) P.D. Ebling, A.M. Kessler, A.P. Villanueva, G.C. Pontalti, G. Farina and A.M. Ribeiro (2015), Rice and soy protein isolate in pre-starter diets for broiler. *Poult. Sci.* **94**: 2744-2752.
- 5) H. Fujimoto, N. Fujita and R. Takada (2018), Effects of a rice diet and phytase addition on growth performance, tissue weights, phosphorus and nitrogen retention, and on liver threonine dehydrogenase, malic enzyme and fatty acid synthase activities in broiler chicks. *Anim. Sci. J.* **89**: 770-776.
- 6) H. Fujimoto, K. Matsumoto, M. Koseki, H. Yamashiro, T. Yamada and R. Takada (2020), Effects of feeding and carnitine addition on growth performance and mRNA expression of protein metabolism-related genes in broiler grower chicks. *Anim. Sci. J.* DOI: 10.1111/asj.13390.
- 7) J. Sittiya and K. Yamauchi (2014), Growth performance and histological intestinal alterations of Sanuki Cochin chickens fed diets diluted with untreated whole-grain paddy rice. *J. Poult. Sci.* **51**: 52-57.
- 8) 龍田 健, 石川 翔 (2013), 形状の異なる飼料用米がブロイラーの生産性に及ぼす影響. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 (畜産編) **49**:11-16.
- 9) 龍田 健, 石川 翔 (2015), 飼料用全粒粳の給与割合がブロイラーの生産性に及ぼす影響. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 (畜産編) **51**: 9-14.
- 10) 高田良三 (2012), 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 / 研究紹介 2012, 豚への飼料用米給与による新規栄養機能の解明およびその実用化
- 11) BROILER ROSS Nutrition Specifications (2019), Aviagen, inc. UK.
- 12) R. Takada and T. Mori (1988), Lysine requirement of pigs weighing 8 to 18 kg fed purified diet. *Jpn. J. Zootech. Sci.* **59**: 740-747.
- 13) ROSS BROILER MANAGEMENT HANDBOOK (2018), Aviagen, inc. UK.

# 食品栄養科学生における 食塩摂取状況と減塩意識の関連性について

新井 波音<sup>1</sup>, 長谷川 陽子<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 食品栄養科

(受付: 2021年12月22日 / 受理: 2022年1月20日)

**摘要:** 茨城県は健康寿命延伸のための重点的な取り組みの一つとして食塩摂取量の減少を挙げている。茨城県民の食塩摂取量は、全国平均値および茨城県目標値を上回る状態が続いている。本校食品栄養科の学生は県内在住者が多いため食塩摂取量は高い恐れがあるが、減塩への意識は高いのではと考え、本科学生の食塩摂取状況や減塩意識、ソルセイブ検査による味覚閾値を調査した。併せて調査結果と身体計測値との関連について検討した。その結果、減塩意識およびソルセイブ検査結果と身体計測値に有意差は認められなかったが、意識が高い学生は普段の食事が薄味傾向であり、麺の汁を残すなど「食塩摂取量が多くなる」と予想できる行動を避けていることが示された。一方で、食塩を摂りすぎていると意識している学生および食塩の多い食品を購入する際、塩分量表示を確認したことがない学生の割合が高かったことから本科学生に対して減塩に関する具体的な指導の継続が必要であることが示された。

キーワード: 食塩摂取状況, 減塩意識, 食行動, ソルセイブ検査, 味覚閾値

## I 緒 言

我が国では、高齢化が益々加速し、社会保障費の増大や生活習慣病増加への対策が喫緊の課題となっている。茨城県においても、死亡原因の約6割を生活習慣病が占めており<sup>1)</sup>、その対策の充実・強化が求められている。そこで本県では、県民が主体となり健康づくりを推進するため、2000年に国が策定した「健康日本21」の地方計画として一次予防に重点を置いた「健康いばらき21プラン(2001～2010)」が策定された。続く「第2次健康いばらき21プラン(2013～2017)」では、一次予防と併せて重症化予防への対策も盛り込まれた。新たな計画である「第3次健康いばらき21プラン(2018～2023)」では、生活習慣病の発症予防および重症化予防を図るだけでなく、生活の質や社会環境の質的向上を図るなど包括的な取り組みにより、「健康寿命日本一」を目指した県民のための健康づくりの目標を掲げている。

重点的な取組事項の一つである「生活習慣の改善で健康寿命をのばそう」には、食塩摂取量を減らすことが盛り込まれている。循環器疾患の要因となる高血圧に影響を及ぼす食塩摂取量は、2016年の県民(成人)の平均摂取量をみると男性11.2g/日、女性9.4g/日であり<sup>2)</sup>、年々減少傾向にあるものの、全国平均(2016年現在: 男性10.8g/日、女性9.2g/日<sup>2)</sup>)および茨城県の目標値(男性8.0g/日、女性7.0g/日)を上回る状態が続いている<sup>1)</sup>。「第2次健康いばらき21プラン」の評価報告では、「脳血管疾患の年齢調整死亡率」や「虚血性心疾患年齢調整死亡率」は目標値を達成したが、40～74歳の高血圧有病者(140/90mmHg以上、服薬者)の割合は目標値を達成できず、むしろ悪化した<sup>1)</sup>。高血圧予防のためには若い年代から減塩を意識した食事をすることが望ましいと考えられる。一方、本校食品栄養科の学生(以下、本科学生)は県内在住者が多いことから、食塩摂取量は高めの可能性がある。しかし、栄養士を目指し、日々栄養に関する知識や調理技術の修得を図っていることから、減塩を意識しているのではないかと考えられた。そこで、本研究では本科学生を対象とし、食塩の摂取状況や減塩

<sup>1</sup> 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

に対する意識、および味覚閾値を調査し、それらの相関関係を分析し得られた知見について報告する。

## II 調査方法

### 1. 対象者および調査期間

本科学生 51 名のうち、同意の得られた 49 名を対象とした。調査は 2021 年 5 月 12, 21 日に行った。

### 2. 調査内容

食塩摂取状況アンケートと食塩味覚閾値判定濾紙（食塩含浸濾紙ソルセイブ、アドバンテック東洋株式会社製、以下、ソルセイブ）を用いた検査を実施した。アンケートおよびソルセイブ検査結果の回答は自己記入方式とした。また、調査結果と身体計測値（BMI、血圧）との関連を検討するため、2021 年 4 月 7 日に実施した校内健康診断の結果を用いた（表 1）。アンケート調査の内容とソルセイブ検査については次の通りである。

#### (1) アンケート調査について

##### 1) 対象者の属性

年齢、性別、生活状況（家族と同居・1人暮らし・寮）、居住地（都道府県および市町村。本校入学時に転居した者は転居前の居住地）について情報を得た。

##### 2) 食塩摂取に関する質問（17 項目）

表 2 に示す「食塩摂取状況アンケート」①～⑰の項目に対して回答を求めた。未記入項目があった対象者は除外した（2 名）。

日頃の食塩摂取状況に関する質問として①～⑭を設定した。①は日頃の味付けの濃さ、②は汁物の摂取頻度、③は塩蔵品（漬物、ハム、佃煮、チーズ、鮭など）の摂取頻度、④は練り物（かまぼこ、ちくわなど）の摂取頻度、⑤はレトルト食品を摂取

する頻度、⑥はスナック菓子の摂取頻度、⑦はうどんやラーメンなどの麺類の摂取頻度、⑧はうどんやラーメンの麺類の汁をどのくらい飲むか、⑨は外食の頻度、⑩は中食（持ち帰りの弁当や総菜類）の頻度、⑪は家庭と外食やインスタント食品との味の濃さの比較、⑫はしょうゆやソースなどをかける頻度、⑬はしょうゆやソースなどの使用方法、⑭は食事の量についての項目とした。

減塩に対する意識に関する質問として⑮～⑰を設定した。⑮はインスタント食品（カップラーメン・インスタント味噌汁など）やコンビニ弁当を購入するとき食塩量を確認するか、⑯は自身の食塩摂取量についてどう思うか、⑰は茨城県民の食塩摂取量の多さの認識についての項目とした。

#### (2) ソルセイブ検査について

ソルセイブ検査は一定量の食塩を含浸乾燥させた濾紙（濾紙の食塩含量は 0.0, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 mg/cm<sup>2</sup> の 7 段階）を用いた検査方法である<sup>3-6)</sup>。ソルセイブ検査は、味覚感受性評価の方法として実施しやすく、対象者への負担も少ないことから、本研究の検査として採用した。今回の検査では 0.0, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 mg/cm<sup>2</sup> の 5 種を使用した。検査方法を①～⑤に示す。①少し水を飲み、口内を湿らせる。②食塩含浸量 0.0 mg/cm<sup>2</sup> の濾紙（blank）を舌の先中央に乗せ、3 秒後に取り出す（濾紙の味を確認）。③食塩含浸量 0.6 mg/cm<sup>2</sup> の濾紙を同様に舌に乗せ、3 秒間で何か味を感じるかテストする。④塩辛い、しょっぱい、塩味、塩っぱいなどの回答が出るまで、食塩含浸量 0.6 mg/cm<sup>2</sup> の濾紙から順に、食塩含浸量の多い濾紙をテストする。⑤テストする濾紙を変えるごとに水で口内を湿らせ、次の濾紙に移る。⑥塩辛い、しょっぱい、塩味、塩っぱいなどの味を感じた時は「○」、感じなかったときは「×」と回答させた。

表 1. 対象者の属性

項目	全体 n=49*	
	平均値 (標準偏差)	最低値-最高値
年齢	21.1 (8.4)	18-63
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.6 (3.9)	14.6-31.9
収縮期血圧 (mmHg)	116.4 (10.3)	84-144
拡張期血圧 (mmHg)	67.3 (8.6)	50-88

BMI (kg/m<sup>2</sup>) = 体重 (kg) ÷ 身長 (m) ÷ 身長 (m)

\* アンケート回答記入もれ者 2 名含む

表 2. 食塩摂取状況アンケート結果

質問項目	回答項目(点数)	人数 (%)	回答点数の分布		p 値 *
			意識高め (n=26) 中央値 (25, 75% タイル値)	意識低め (n=21) 中央値 (25, 75% タイル値)	
① 日頃の味付けはどうか	薄味(1)	1 ( 2.1%)			0.038
	やや薄味(2)	3 ( 6.4%)			
	普通(3)	34 ( 72.3%)	3	3	
	やや濃い(4)	9 ( 19.1%)	(3, 3)	(3, 4)	
	濃い(5)	0 ( 0.0%)			
② 汁物は1日に何回食べますか	食べない(1)	0 ( 0.0%)			0.564
	週に数回(2)	11 ( 23.4%)			
	1回(3)	15 ( 31.9%)	3	3	
	2回(4)	13 ( 27.7%)	(2, 4)	(3, 4)	
	3回以上(5)	8 ( 17.0%)			
③ 塩蔵品は1日に何回食べますか	食べない(1)	1 ( 2.1%)			0.863
	週に数回(2)	28 ( 59.6%)			
	1回(3)	12 ( 25.5%)	2	2	
	2回(4)	4 ( 8.5%)	(2, 3)	(2, 3)	
	3回以上(5)	2 ( 4.3%)			
④ 練り物はどのくらいの頻度で食べますか	ほとんど食べない(1)	20 ( 42.6%)			0.043
	週に1回程度(2)	17 ( 36.2%)			
	週に数回(3)	10 ( 21.3%)	(1, 2)	(1, 3)	
	毎日(4)	0 ( 0.0%)			
⑤ レトルト食品はどのくらいの頻度で食べますか	ほとんど食べない(1)	24 ( 51.1%)			0.084
	週に1回程度(2)	15 ( 31.9%)			
	週に数回(3)	8 ( 17.0%)	1	2	
	毎日(4)	0 ( 0.0%)	(1, 1.75)	(1, 2)	
⑥ スナック菓子はどのくらいの頻度で食べますか	ほとんど食べない(1)	12 ( 25.5%)			0.003
	週に1回程度(2)	18 ( 38.3%)			
	週に数回(3)	14 ( 29.8%)	2	3	
	毎日(4)	3 ( 6.4%)	(1, 2)	(2, 3)	
⑦ 麺類はどのくらいの頻度で食べますか	ほとんど食べない(1)	19 ( 40.4%)			0.015
	週に1回程度(2)	20 ( 42.6%)			
	週に数回(3)	8 ( 17.0%)	2	2	
	毎日(4)	0 ( 0.0%)	(1, 2)	(2, 3)	
⑧ 麺類の汁を飲みますか	ほとんど飲まない(1)	14 ( 29.8%)			0.042
	少し飲む(2)	24 ( 51.1%)			
	半分くらい飲む(3)	8 ( 17.0%)	2	2	
	全部飲む(4)	1 ( 2.1%)	(1.25, 2)	(2, 3)	
⑨ 外食はどのくらいの頻度でしますか	ほとんどしない(1)	25 ( 53.2%)			<0.001
	週に1回程度(2)	14 ( 29.8%)			
	週に2~3回(3)	8 ( 17.0%)	1	2	
	週に4~5回(4)	0 ( 0.0%)	(1, 1.75)	(1, 3)	
	毎日(5)	0 ( 0.0%)			
⑩ 中食はどのくらいの頻度でしますか	ほとんどしない(1)	13 ( 27.7%)			0.004
	週に1回程度(2)	15 ( 31.9%)			
	週に2~3回(3)	10 ( 21.3%)	2	3	
	週に4~5回(4)	5 ( 10.6%)	(1, 2)	(2, 4)	
	毎日(5)	4 ( 8.5%)			
⑪ 家庭の味付けは外食やインスタント食品と比べていかがですか	薄い(1)	12 ( 25.5%)			0.017
	同じくらい(2)	31 ( 66.0%)	2	2	
	濃い(3)	4 ( 8.5%)	(1, 2)	(2, 2)	
⑫ しょうゆやソースなどをかける頻度はいかがですか	ほとんどかけない(1)	3 ( 6.4%)			0.027
	時々かける(2)	32 ( 68.1%)			
	毎日1回はかける(3)	10 ( 21.3%)	2	2	
	毎食かける(4)	2 ( 4.3%)	(2, 2)	(2, 3)	
⑬ しょうゆやソースをどのように使用しますか	ほとんど使わない(1)	9 ( 19.1%)			0.060
	別皿にとってつける(2)	12 ( 25.5%)			
	上からかける(3)	11 ( 23.4%)	3	3	
	どちらもやる(4)	15 ( 31.9%)	(2, 3)	(3, 4)	
⑭ 食事の量は多いと思いますか	人より少なめ(1)	6 ( 12.8%)			0.264
	普通(2)	33 ( 70.2%)	2	2	
	人より多い(3)	8 ( 17.0%)	(2, 2)	(2, 2)	
⑮ インスタント食品やコンビニ弁当を購入するとき、塩分量の表示を確認しますか	毎回確認する(1)	5 ( 10.6%)			0.636
	何度かある(2)	15 ( 31.9%)			
	確認したことはない(3)	27 ( 57.4%)	3	3	
⑯ 自身の食塩摂取量についてどう思いますか	少ないと思う(1)	3 ( 6.4%)			0.074
	普通(2)	23 ( 48.9%)			
	とりすぎていると思う(3)	21 ( 44.7%)	2	3	
⑰ 茨城県民は塩分摂取量が多いことを知っていましたか	知っていた(1)	10 ( 21.3%)			0.160
	本校入学後知った(2)	11 ( 23.4%)	2	3	
	知らなかった(3)	26 ( 55.3%)	(1.25, 3)	(2, 3)	

\*Mann-Whitney U 検定

### 3. 解析方法

食塩摂取に関する質問（17項目）の回答項目にはそれぞれ点数をつけ、合計点を算出した。回答者の合計点が全体の平均点より低い場合は「意識高め」群、高い場合は「意識低め」群と分類し、Mann-Whitney U検定を用いて比較した。また、2群間において身体計測値に相違がみられるかはt検定を用いて確認した。

ソルセイブ検査結果については、味覚正常者のソルセイブ法による味覚閾値の平均が0.42%、正常値が0.6%以下であると報告されているため<sup>6)</sup>、本研究では0.6%で塩辛い、しょっぱい、塩味、塩っぱいなどの味を感じた者を味覚感受性正常者（以下、正常者）、0.8%以上を味覚感受性低値者（以下、低値者）の2群に分類した。この2群間において身体計測値に相違がみられるか Mann-Whitney U 検定を用いて確認した。すべての解析には EZR (Easy R) を使用し有意水準は5%（両側検定）とした。EZR は R および R コマンドの機能を拡張した統計ソフトウェアであり、自治医科大学付属さいたま医療センターのホームページで無償配布されている。

## Ⅲ 結果

### 1. 対象者の属性（表1）

対象者の平均年齢は21.1歳（標準偏差：以下SD 8.4）、生活状況は家族と同居が39名、一人暮らしが3名、寮生が7名であった。本校入学前居住地は県内が45名、県外が4名であった。平均BMIは21.6 kg/m<sup>2</sup>（SD 3.9）であり、「日本人の食事摂取基準2020年版」<sup>7)</sup>で「目標とするBMIの範囲（18～49歳）」に設定されているBMI「18.5～24.9」と比較すると、範囲内に収まっていた。範囲外であるBMI 18.5 kg/m<sup>2</sup>未満は9名（18.4%）、BMI 25.0 kg/m<sup>2</sup>以上は8名（16.3%）であり、肥満よりやせの割合の方がやや高かった。平均収縮期血圧は116.4 mmHg（SD 10.3）、平均拡張期高血圧は67.3 mmHg（SD 8.6）であった。

### 2. アンケート調査およびソルセイブ検査結果

#### (1) 食塩摂取に関する質問の回答結果（表2）

食塩含有量が多い食品の摂取頻度に関する質問では、②汁物を食べる回数が1日1回と回答した者が31.9%と最も多く、1日2回は27.7%、3回

以上は17.0%であった。③漬物などの塩蔵品を週に数回食べると回答した者が59.6%と最も多く、1日1回以上食べる者は合わせて38.3%おり、ほとんどの者が日常的に塩蔵品を食べていることが分かった。④練り物をほとんど食べない者は42.6%、週1回程度食べる者は36.2%、週に数回は21.3%であった。⑤レトルト食品をほとんど食べない者は51.1%、週1回程度食べる者は31.9%、週に数回は17.0%であった。⑥スナック菓子を食べる頻度は、週1回程度が38.3%と最も多く、次いで週に数回は29.8%、ほとんど食べない者が25.5%、毎日食べる者は6.4%であった。⑦麺類を食べる頻度は「週1回程度」が42.6%で最も多く、次いで「ほとんど食べない」が40.4%、「週に数回」が17.0%だった。⑧麺類の汁を「半分くらい飲む」、「全部飲む」は合わせて19.1%に留まり、あまり飲まないとする学生が大多数であった。また、⑨外食をほとんどしない者が53.2%に対し、⑩中食をほとんどしない者は27.7%に留まり、「週4～5回」利用する者は10.6%、毎日利用する者は8.5%であった。

味付けの濃さに関する質問では、①日頃の味付けは「普通」と感じている者が72.3%と最も多く、次いで「やや濃い」が19.1%であった。また、⑪家庭の味付けが外食やインスタント食品の味の濃さと「同じくらい」が66.0%、家庭の方が「薄い」が25.5%、「濃い」が8.5%と低めの割合であった。

⑫食塩含有量が多い調味料であるしょうゆやソースなどの使用方法に関する質問では、料理に「時々かける」が68.1%と半数以上を占め、⑬使用方法は「ほとんど使わない」が19.1%、「別皿にとってつける」が25.5%、「上からかける」が23.4%、「かける・つける」どちらもやる」が31.9%と回答が分かれた。

⑭食事の量についての質問では、「普通」が70.2%と最も多く、次いで「人より多い」が17.0%、「人より少なめ」は12.8%であった。

#### (2) 減塩意識に関する質問の回答（表2）

減塩に対する意識に関する質問では、⑮インスタント食品やコンビニ弁当の購入時に塩分量の表示を「毎回確認する」が10.6%、「何度かある」が31.9%であったのに対し、「確認したことはない」が57.4%であり、減塩を意識した食事の選択をしている者は半数に満たないことが分かった。さらに、⑯自身の食塩摂取量は「少ない」と感じている者

が6.4%であったのに対し、「とりすぎている」が44.7%であり食塩摂取量過多の食生活を自覚していると回答した者が半数弱いることが分かった。⑰茨城県民は食塩摂取量が多いことを「知らなかった」が55.3%であり、次いで「本校入学後知った」が23.4%、「知っていた」が21.3%であった。茨城県民の食塩摂取量が多いとされることの認知度は低めであった。

(3) 質問項目と減塩意識との関連 (表2)

食塩摂取に関する質問の回答点数より分類した結果、減塩に対して「意識高め」群は26名、「意識低め」群は21名であった。この2群間で有意差が認められた項目は、①日頃の味付けの濃さ (p=0.038)、④練り物の摂取頻度 (p=0.043)、⑥スナック菓子の摂取頻度 (p=0.003)、⑦麺類の摂取頻度 (p=0.015)、⑧麺類の汁をどのくらい飲むか (p=0.042)、⑨外食の頻度 (p<0.001)、⑩中食の頻度 (p=0.004)、⑪家庭と外食やインスタント食品との味の濃さの比較 (p=0.017)、⑫しょうゆやソースなどをかける頻度 (p=0.027) の9項目であった。

(4) ソルセイブ検査結果

味覚正常者は47名 (95.9%)、低値者は2名 (4.1%) であった。

3. 減塩意識およびソルセイブ検査結果と身体計測値との関連

(1) 減塩意識別による2群間の身体計測平均値(表3)

対象者の平均BMIは、意識高め群 21.5 kg/m<sup>2</sup> (SD

3.8)、意識低め群 22.1 kg/m<sup>2</sup> (SD 4.1) であった。平均収縮期血圧は意識高め群 117.1 mmHg (SD 9.6)、意識低め群 115.7 mmHg (SD 12.0) であった。平均拡張期血圧は意識高め群 67.5 mmHg (SD 7.7)、意識低め群 66.9 mmHg (SD 10.1) であった。それぞれ2群間に有意差は認められなかった。

(2) ソルセイブ検査結果による2群間の身体計測平均値 (表4)

対象者の平均BMIは、正常者群 21.5 kg/m<sup>2</sup> (SD 3.8)、低値者群 23.8 kg/m<sup>2</sup> (SD 4.9) であった。平均収縮期血圧は正常者群 115.8 mmHg (SD 9.7)、低値者群 129.5 mmHg (SD 14.5) であった。平均拡張期血圧は正常者群 67.1 mmHg (SD 8.5)、低値者群 73.0 mmHg (SD 7.0) であった。それぞれ2群間に有意差は認められなかったが、低値者群がやや高めの血圧値であった。

IV 考察

本研究では食塩が多く含まれる食品や料理を食べる頻度、味付けの濃さ、食塩摂取に対する意識、食事の摂取量の観点から食塩摂取状況を調査するアンケートを行った。併せてソルセイブ検査を実施し、減塩に対する意識や味覚閾値の違いによってBMI、血圧に差がみられるのか検証を行った。

表2に示した通り、減塩に対する意識別の2群間において有意な相関が認められた質問項目は、「日頃の味付け」、「練り物の摂取頻度」、「麺類の摂取頻

表3. 減塩意識別による2群間の身体計測平均値の比較

項目	意識高め n=26 平均値 (標準偏差)	意識低め n=21 平均値 (標準偏差)	p値*
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.5 (3.8)	22.1 (4.1)	0.619
収縮期血圧 (mmHg)	117.1 (9.6)	115.7 (12.0)	0.659
拡張期血圧 (mmHg)	67.5 (7.7)	66.9 (10.1)	0.834

\* t 検定

表4. ソルセイブ検査結果による2群間の身体計測平均値の比較

項目	正常者 n=47 平均値 (標準偏差)	低値者 n=2 平均値 (標準偏差)	p値*
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.5 (3.8)	23.8 (4.9)	0.705
収縮期血圧 (mmHg)	115.8 (9.7)	129.5 (14.5)	0.300
拡張期血圧 (mmHg)	67.1 (8.5)	73.0 (7.0)	0.300

\*Mann-Whitney U 検定

度]、「麺類の汁の摂取量」,「スナック菓子の摂取頻度」,「外食および中食の頻度」,「家庭の味付けの濃さ」,「しょうゆやソースなどをかける頻度」であった。この結果から、意識が高い学生は「食塩摂取量が多くなる」と予想できる行動を避けていることが示された。例えば、麺の汁を残す、スナック菓子は控える、外食や中食を避けるなどの行動は自分で意識的に行うことができる。また、普段の食事の味付けも薄味傾向であることが認められた。一方、有意差が認められなかった「塩蔵品」摂取頻度の質問は漬物、ハム、佃煮、チーズ、塩鮭などを指しており、チーズのような乳製品や塩鮭などの魚類は積極的に摂取したい食品であることから日常的に食卓に並ぶと考えられ、自分で意識的に避けられるとは言い難い。但し、この質問には積極的に摂取したい食品とそうでない食品が混在しており、質問内容が適切であったか今後検討していきたい。また、汁物の摂取回数に対する質問にも有意差が認められなかった。これについては、普段の食事作りの担当者やメニューによって摂取頻度のばらつきが起こるのではないかと考えられる。例えば、一般的な味噌汁は1杯1.2gほど食塩を含んでおり<sup>8)</sup>、1日3回食べると、味噌汁だけで女性1日の食塩摂取目標量(7.0g未満:茨城県)の半量を超えてしまう。食べる回数の調整や、調理の工夫で減塩につなげられることは引き続き指導が必要である。

本科学生の外食および中食の利用頻度と令和元年国民健康・栄養調査で報告されているデータを比較してみると、本科学生が外食を週1回以上利用する割合が46.8%であったのに対し、同年代である20代において男性66.9%、女性56.6%であった<sup>9)</sup>。それに加えて、本科学生は外食を「ほとんどしない」割合が53.2%と多く、外食の利用頻度が低いことが認められた。一方、中食を「ほとんどしない」学生は27.7%に留まり、70%以上の学生が週に1回以上利用することが判明した。前述の調査によると、20代で週1回以上中食を利用する者は男性53.9%、女性53.5%であり<sup>9)</sup>、本科学生は同年代より中食の利用頻度が高いことが明らかになった。これらの要因として、本研究のアンケート調査を実施した時期(2021年5月)が、新型コロナウイルス感染症(以下、COVID-19)による自粛期間と重なったことが挙げられる。COVID-19による緊急事態宣言が発令されて以降、外食をする機会が減り、テ

イクアウトを推奨する動きが増えた。したがって、COVID-19の流行が、中食の利用頻度を増やした要因の一つになった可能性がある。また、本科学生の19.1%が中食を「週4~5回」以上利用している。一般的に市販の食品は味付けが濃いものが多いことから、対象学生は食塩を摂りすぎている可能性があると考えられる。食事の準備に時間をかけにくい生活環境にある現代において中食の利用を減らすことは難しいが、選ぶ料理の組み合わせ方や食べ方の工夫などの具体的な指導を行うことで減塩につながると考えられる。

減塩意識に関する質問では、食塩を「とりすぎていると思う」と回答した学生が44.7%、インスタント食品やコンビニ弁当の購入時に塩分量の表示を確認したことはないと回答した学生は57.4%と高い割合であった。この結果より、摂りすぎとの意識はあるが、塩分量の表示が食選択にあまり活かされていない者が多い可能性が考えられる。茨城県民の食塩摂取量が多いことについて知らなかったとの回答が55.3%であり、認知度が低い結果であったが、今後本科での学修において減塩指導の重要性や手法を理解することを期待する。

減塩意識およびソルセイブ検査結果と身体計測値との関連については、有意な相関が認められなかった。本研究の対象者は、学生であり若年層に偏っている(ほとんどが20歳前後)ため、食塩摂取状況や減塩意識が直接身体状況に表れにくかったと考えられた。しかし、塩味に対する感受性は加齢とともに低下するため<sup>4)</sup>、若い年代から減塩意識を高めることは重要であるといえる。

本研究の限界点として、対象者数が少数であること、若年層に偏った調査であること、自己記入方式によるアンケート調査のみで評価を行っていることが挙げられる。多くの研究では、食塩摂取量の評価を食事調査だけでなく、尿中排泄量の測定による評価も用いている<sup>10-12)</sup>。したがって、今後は本科学生が実際にどのくらい食塩を摂取しているか採尿を行い、推定食塩摂取量を合わせて評価することも検討していきたい。

## V 結 論

本科学生は食への関心が強く、減塩意識が高いと予想し調査を行った結果、減塩意識と食行動にばら

つきが認められた。減塩意識が高い学生は普段の食事が薄味傾向であり、麺類の汁を残す、スナック菓子を控える、外食や中食をほとんどしないなど、食塩摂取量が多くなると予想できる行動を自ら避けていることが示された。一方で、食塩を摂りすぎていると意識している学生および食塩の多い食品を購入する際、塩分量の表示を確認したことがない学生の割合が高いことから、減塩意識の不十分さも確認できた。よって減塩指導においては、若年層から意識を高めることが重要なこと、そして未来を担う栄養士として今後活動していくためにも本科において減塩に関する具体的な指導の継続が必要であることが示された。

## VI 謝辞

本研究にご協力いただいた本科学生の皆様、ご助言いただいた本校食品栄養科准教授である若林陽子先生には深く御礼申し上げます。

## VII 引用文献

- 1) 茨城県 (2018), 第3次健康いばらき21プラン. [<https://www.pref.ibaraki.jp/hokenfukushi/yobo/zukuri/documents/puransouron.pdf>] (参照 2021-10-5).
- 2) e-Stat 政府統計の総合窓口 (2017), 国民健康・栄養調査, 55 食塩摂取量の平均値. [<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003234773>] (参照 2021-10-5).
- 3) 若林陽子 (2011), 高血圧と血圧上昇要因に関する一考察～健康祭りに取り組んで～. 鯉淵学園教育研究報告 27: 4-6.
- 4) 丸山千寿子, 仲森隆子, 中西靖子, 林田益子, 福島攝子 (1988), 食塩味覚閾値判定濾紙の改良と減塩食事法における評価. 栄養学雑誌 46(5): 211-216.
- 5) 有村恵美, 大山律子, 町田美由紀, 日高宏実, 阿部正治, 中熊美和, 堀内正久 (2018), 食物摂取状況アンケートおよび食塩味覚感受性評価の報告～鹿児島市 CKD 啓発イベント参加者を対象として～. 日本栄養士会雑誌 62: 30-31.
- 6) 西元謙吾, 黒部祐一 (2004), 「シンポジウムⅡ 味覚障害の診療ガイドラインをめぐって」全口腔法味覚検査・ソルセイブ法による味覚検査. 口咽科 16(2): 195-198.
- 7) 伊藤貞嘉, 佐々木敏 (2020), 日本人の食事摂取基準 2020 年度版. pp.60-61, 第一出版, 東京.
- 8) 調理のためのベーシックデータ第5版 (2018), p.155, 女子栄養大学出版部, 東京.
- 9) 厚生労働省 (2020), 令和元年 国民健康・栄養調査報告. [<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000687163.pdf>] (参照 2021-10-6).
- 10) 土橋卓也 (2020), 日本人はどこまで食塩を減らせるか. 栄養学雑誌 78(2): 49-56.
- 11) 中東教江, 重田耕司 (2020), 女子学生の食塩摂取意識と食塩味覚感受性および一日の推定食塩摂取量との関連. 山陽女子短期大学紀要 41: 35-44.
- 12) 北村弥生, 中西裕美子 (2013), 女子大生の食塩摂取に関する研究. ノートルダム清心女子大学紀要 人間生活学・児童学・食品栄養学編 37(1): 33-40.

# 地域包括ケアシステムの推進で求められる 管理栄養士による訪問栄養食事指導の現状と課題について

峯山 涼子<sup>1,2</sup>, 手塚 文栄<sup>2</sup>, 高木 伸子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 食品栄養科, <sup>2</sup> 医療法人たかぎ歯科

(受付: 2021年12月22日 / 受理: 2022年1月14日)

**摘要:** 厚生労働省は、高齢社会に備えて「地域包括ケアシステム」の構築を推進しており、地域において管理栄養士の活躍が期待されている。令和3年度の介護報酬改正では、管理栄養士による居宅療養管理指導(Ⅱ)が新設され、多くの管理栄養士が訪問栄養食事指導を行えるようになった。しかし医療・介護関連職種だけではなく、管理栄養士自身も訪問栄養食事指導について理解不足である。これは訪問栄養食事指導の実施件数が少なく、地域における管理栄養士の活躍が把握できていないことが要因であると考えられた。そこで管理栄養士による居宅療養管理指導(Ⅱ)の活動事例を示した。事例1の対象者は、糖尿病疾患がある認知症の女性で、大腿骨骨折により入院し、その後食事が摂れない状態で退院した。介入初期は血糖値への配慮よりも食べてもらうことに専念し、食事量を回復させた。事例2の対象者は、脳梗塞発症後に食事摂取困難になった女性で、看取り宣告を受けていた。食事時の環境改善を指導した結果、喫食量が回復し、それに従い体調が安定して長期的な栄養ケアが必要となった。この様に先行して訪問栄養食事指導に取り組む管理栄養士は、訪問実績を上げると共に多方面に情報発信する必要があると言えた。

キーワード: 地域包括ケアシステム, 訪問栄養食事指導, 居宅療養管理指導, 認定在宅訪問管理栄養士

## I はじめに

急速に進行する日本の高齢化に備え厚生労働省は、団塊の世代が75歳以上になる2025年<sup>1)</sup>を目標に「地域包括ケアシステム」の構築を推進している。この地域包括ケアシステムとは、地域における医療・介護の関係機関が連携して包括的かつ継続的な在宅医療・介護の提供を行うことであり、実際に稼働し始めれば在宅での食事支援の需要が増大することが予測されている。このような背景のもと、今後の地域における管理栄養士の活躍が見込まれ2021年の介護報酬が大幅に改定された<sup>2)</sup>。特に訪問栄養食事指導における重要な改定は、「居宅療養管理指導(Ⅱ)」の新設である。今までは、指示書を発行する医師が所属する居宅療養管理指導事業所(病院または診療所)の管理栄養士しか保険請求で訪問栄養食事指導ができなかった。しかし今回の改

定では、前述の方法を居宅療養管理指導(Ⅰ)と据え、新たに居宅療養管理指導(Ⅱ)を設けることで、外部の管理栄養士が訪問栄養食事指導を行っても保険請求ができる仕組みができた。これは訪問栄養食事指導に関わることができる管理栄養士の条件が拡大されたことを意味する。その他の栄養士・管理栄養士が関わる改定においても、必要に応じて自宅へ訪問を行う旨も示され、管理栄養士による地域住民の食事支援実施を強く望まれていることが明らかにされた。

しかし、実際に訪問栄養食事指導を行っている管理栄養士は全国でも少数であり、他職種からは地域における管理栄養士活動の認知度がかなり低いという現実がある。2021年現在、認定在宅訪問管理栄養士の認定者は全国で849人<sup>3)</sup>いるが、実際に訪問栄養管理を実施している管理栄養士は少ない。2020年の井上の調査では、当時の認定者716名において回答数380名の内、179人(47.1%)に訪問実績がないことが示されている<sup>4)</sup>。その訪問実績がない理由として、訪問栄養食事指導介入までの手立てがないことが挙げられ、医師を始めとする医療従

<sup>1</sup> 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

<sup>2</sup> 〒300-0814 茨城県土浦市国分町 4-15

事者、介護支援専門員、地域の方や療養者に管理栄養士による訪問制度の認知度が低いことが示された。よって井上は、在宅訪問管理栄養士の育成、学会での発表、事例や研究論文の執筆などで活動実績を上げ、情報発信をしていく必要があると述べている。そして管理栄養士自身も訪問栄養食事指導についての理解が不足しているとも感じる。在宅という多様な環境下で様々な疾患を抱える患者に対して、どのように食事支援を行えば良いのか、実際に療養者に介入していく道筋が見えないことも、訪問実績がない理由の一つではないかと考えられる。そこで本稿では、管理栄養士の活動を多方面に情報発信することを目指し、訪問栄養食事指導について制度の解説と合わせて事例報告を行い、管理栄養士による訪問栄養食事指導の現状と課題について考察する。

## II 制度としての訪問栄養食事指導

### 1. 訪問栄養食事指導とは

訪問栄養食事指導は、大きく三つに分けることができる。一つ目は介護保険で行う「居宅療養管理指導」、二つ目は医療保険で行う「在宅患者訪問栄養食事指導」である。これらの方法は、居宅療養をしていて通院が困難かつ医師が特別食を必要とする、または低栄養の状態と判断された者が対象である。介護保険と医療保険の両方に該当する場合は介護保険が適用され、介護認定がない場合や病院を退院した患者は主治医の指示により医療保険が適用される。三つ目は保険請求を行わずに管理栄養士が独自で行う食事支援である。この場合の対象者は、保険適用の有無に関わらず管理栄養士及び所属する組織の意向でサービス内容を選ぶことができる。ここでは、介護報酬改定を受け多くの管理栄養士に期待さ

れている「居宅療養管理指導」についてまとめた。

### 2. 居宅療養管理指導とは

対象者は前述の通り、在宅療養をしており通院が困難かつ医師が特別食を必要、または低栄養の状態と判断された者である。介護サービスの「限度枠外」で活用できるため、管理栄養士による食事支援を導入しても、医療・福祉サービスや専門職によるリハビリテーションなどの訪問回数を減らさずに済むという利点がある。居宅療養管理指導を行える管理栄養士の条件は、居宅療養管理指導事業所（医療機関）に所属する者、栄養ケア・ステーションに所属する者、高齢者介護福祉施設に勤務している者である（表1）。特筆すべき点は、介護報酬改定により栄養ケア・ステーションの管理栄養士が条件に含まれたことである。栄養ケア・ステーションは各都道府県の栄養士会が運営する事業の一つなので、実質、栄養士会の会員（管理栄養士）であれば、居宅療養管理指導を行えるようになったと言える。しかし全職種を合わせた居宅療養管理指導の件数は、2008年の33,749件から2018年118,366件と約3.5倍になり<sup>5)</sup>、在宅介護で専門職種の活躍の増加が認められる一方、管理栄養士による居宅療養管理指導の実績は他の職種と比べわずか1%にも満たない<sup>6)</sup>。地域包括ケアシステムの構築を推進する厚生労働省の方針として多くの管理栄養士が地域に出るための制度が整えられた以上、他職種に並ぶ実績を作ることが求められていると言える。

## III 事例報告

ここでは2020年10月～2021年10月現在まで、指定居宅療養管理指導事業所である医療法人たかぎ

表1. 居宅療養管理指導ができる管理栄養士の条件

管理栄養士の条件	区 分	備 考
1 指示書を発行する医師が所属する居宅療養管理指導事業所（病院または診療所などの医療機関）に勤務している	居宅療養管理指導（Ⅰ）	介護保険で診療を行っていない場合は不可
2 居宅療養管理指導事業所（Ⅰ）以外の医療機関）に所属している	居宅療養管理指導（Ⅱ）	薬局・ドラッグストアなど一部の事業所は不可
3 都道府県栄養士会の栄養ケア・ステーションに所属している	居宅療養管理指導（Ⅱ）	認定栄養ケア・ステーションは不可
4 高齢者介護福祉施設に勤務している	居宅療養管理指導（Ⅱ）	介護保険施設は常勤1以上、または栄養マネジメント強化加算の算定要件を超えて管理栄養士を配置している施設に限る

歯科所属の管理栄養士として筆者が実施した事例(表2)より、二つの事例について報告する。

## 1. 事例1

### (1) 対象者

88歳・女性で、介入時の身長は155.0 cm、体重は48.1 kg (BMI: 20.0)であった。「要介護5」で、車椅子で自走可能。主な介護者は長男で、二人暮らし。現病歴は、廃用症候群、アルツハイマー型認知症、糖尿病、高血圧があった。口腔状況は、下顎前歯の1本を残し喪失、舌体の奥の動きが鈍かった。歯科治療の実施予定なし。

### (2) 介入時の状況

2020年7月に左大腿骨転子部骨折術後、同年8月リハビリ目的に転院するも、リハビリができずに寝たきりとなる。食事をほとんど摂れない状態で退院が決まり、介護支援専門員から在宅での食事支援を要請された。医師より糖尿病による食事制限は気にせず、水分500 mL以上、エネルギー量1,500 kcalを摂取するよう指示を受けた。長男が購入した物を食べており、何を購入すれば良いか助言を求められた。

### (3) 主とする食事支援

食事量の充足率の確認や継続的に体調の変化に気づけるように身体測定を実施している。一食で主食、主菜、野菜が摂れるように調理指導、食事内容の助言をしている。

### (4) 経過

介入当初は、食事中に「気持ちが悪い」と訴えてほとんど食事が摂れない状態であった。菓子なら自ら進んで食べるので、菓子中心の食生活であった。特にチョコレートしか食べない状態であったので、レーズンやアーモンドなど他の食材と組み合わせられた商品やたんぱく質の含有量を強化している製品を提案した。1回の食事量は写真1の中から一口ずつで、摂取量は690 kcal/日である。水分摂取量は150 mL/日摂取していた。食事をする時の気持ち悪さは胸の痞えを訴えるので、一口量を減らした。ゆっくり食事介助をすることで不快感は改善し喫食量を増やせたが、長男が日常で継続することは困難であった。舌体の奥の動きが悪いことから飲み込みの苦しさがあると予想し、舌の体操を行うが効果は認められなかった。介入から1か月間は、水分300 mL/日、食事から700 kcal/日、菓子類から200



写真1. 介入当初の食事内容

kcal/日摂取であった。主菜となるレトルト食品の紹介や好む菓子を補食に勧め、エネルギー量と食材の品目数を確保した。介入から2か月経過したある日、突然喫食量が増えた。本人が自宅に帰ってきたと自覚し、安心したのではないかと思われた。水分1,400 mL/日、食事のみで1,200 kcal/日摂取できるようになった。一方で、菓子は650 kcal/日ほど食べており、食べ過ぎの傾向が見られた。食事量が増えたことで3か月後から医師の指示に糖尿病食が加わった。1日に食べる菓子の量を減らし、買い溜めしていた菓子がなくなった時点で菓子を食べる習慣を断った。米飯100 gを指定し、たんぱく質源となる主菜と野菜の量を増やすように提案した。長男だけの対応は難しく、調理指導を行いながら食事バランスを整えた。8か月後の採血結果は、空腹時血糖157 mg/dl、HbA1c 7.4%、Alb 4.2で、体重は48 kg ± 0.5 未満で推移し、その後は安定している。

### (5) 現在の状況

医師より体重が減少しないように指示を受けている。調理指導を始めたことで長男の食事に対する意識が上がった。調味料や調理器材に興味を持ち自ら揃えるようになり、図1のように食卓のバリエーションが豊かになった。対象者は、長男が調理をしている姿を喜んでいる。現在、対象者の下顎の歯が揺れるようになり硬い物が食べづらくなったため、料理が軟らかく仕上がるように長男は圧力鍋調理の習得に励んでいる。

## 2. 事例2<sup>7)</sup>

### (1) 対象者

101歳・女性で、介入当時の身長は135.0 cm、体

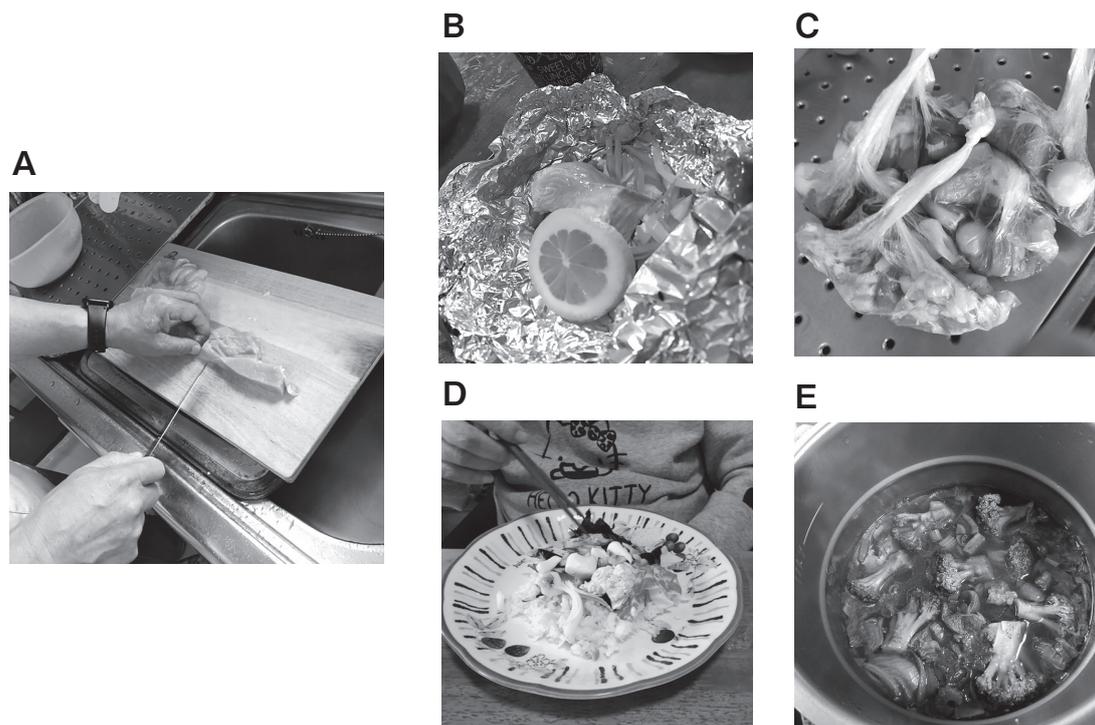


図1. たんぱく質源と野菜を多く取り入れた調理実習の様子  
 A：噛み切りやすい切り方の工夫 B：簡単調理のホイル焼き C：作り置きのパッククッキング  
 D：リクエストのちらし寿司 E：圧力鍋の活用方法

重は 39.0 kg (BMI:21.4) であった。「要介護 5」で、寝たきり、リクライニングでの座位は可能。主な介護者は長男の嫁、長男、孫の嫁。脳梗塞による左片麻痺・失語状態となる。口腔状況は上下総義歯であり、口腔内は清潔が保たれていた。

(2) 介入時の状況

2020 年 8 月に脳梗塞を発症し左片麻痺、失語状態となる。同年 10 月より体調不良が続き、経口摂取困難となり医師から看取りを宣告された。家族は最期まで好きな物を一口でも食べさせてあげたいと望む。介護支援専門員より、余命数か月になると予想されるため誤嚥事故がないように適切な食事方法の助言を求められた。

(3) 主とする食事支援

食事量の確認や継続的に体調の変化に気づけるよう身体測定を実施している。また、摂食状況を確認し食事内容や食事介助の方法について助言をしている。

(4) 経過

初回訪問で対象者に食事時の姿勢不良が認められた。介護者に介護食の作り方や食材の選び方を指導すると共に、食事時の姿勢補正を行うよう指導したところ摂取状況が好転した。1 回の食事でペースト

状の物を一口がやっとであった状況が 5、6 口食べることが可能になり、翌週には和菓子（最中）1 個を完食した。その他、口腔ケア、嚥下体操、顔・肩周りのマッサージを繰り返し、2 か月半でペースト状にしなくても、主食と副食ともに提供量の半分ほど、果物を手のひら 1 杯分まで食べられるようになった。活気も戻り、感情表現・失語症状が改善された。5 か月経過すると麻痺していた左手にも力が入るようになり、体調の乱れは少なく穏やかに生活できるようになった。しかし、9 か月経過するとデイケア利用時の喫食量が落ちた。デイケアでは対象者が高齢であり、誤嚥を危惧され、依然としてペースト状の食事で提供されていた。この頃には、食べたい物の要求を自らできるまでに体調が回復し、歯応えがある物を好んで食べるようになっていたので、ペースト状の食事が口に合わないのではないかと考えた。そこで介護支援専門員を通して自宅での食事内容をデイケアの担当者に提示し、食事形態の変更を依頼した。その結果、デイケアの理学療法士から食事評価を受け、体調に合わせて食事形態を選べるようになった。

(5) 現在の状況

体力が付き、家族の生活リズムに合わせて夕食は

20時まで待てるようになった。翌日に疲れを残すこともなく体調は安定している。現在は、長期的な栄養管理に移行し容体変化を見落とさないように身体測定、フィジカルアセスメントを行なっている。また、誤嚥事故などの食事が原因となる急変を防ぐことにも注意を払っている。

#### IV 実践活動から得た居宅療養管理指導の現状

##### 1. 居宅療養管理指導のはじまり方

居宅療養管理指導は主治医の指示で行うものであるが、事例1, 2のように療養者の家族から食事支援の希望を受けた介護支援専門員を経て依頼に繋がることが多い。介護支援専門員は療養者やその家族が日常生活に不自由しないよう多職種の医療・福祉サービスを調整する役割を担っており、その存在は欠かせない。筆者らがこれまで担当した対象者はほぼ介護支援専門員からの紹介であった(表2)。一方で主治医は食事支援の重要性を感じながらも、管理栄養士への依頼に繋がらなかった。その理由として訪問栄養食事指導を行える管理栄養士の所在が分からない、管理栄養士の訪問制度を知らなかったことが挙げられる。よって、現在の居宅療養管理指導は主に家族の希望を受け、介護支援専門員がそれに応える形で主治医に繋ぎ、管理栄養士が居宅療養管理指導の指示を受けるという流れに至っていることが多いと推測できる。

##### 2. 食事支援で求められること

居宅療養管理指導の実績(表2)では、対象者5人中4人において退院後にほとんど食事ができない状態で、療養者の家族による「食べられない」、「どうしたらいいかわからない」という悩みがほとんどであった。認知機能の問題、摂食・嚥下機能の問題、身体活動の問題など理由は様々であったが、高齢であることから喫食量の低下は必然であり、その結果看取りを宣告されることが多い。そのような状態でも、家族からは最期まで口から食べて欲しいとの希望があり、医師からは好きな物を安全に食べられるような食事支援を指示された。また、「食べられない」という悩みの一つに家族から料理ができない、介護食の作り方が分からないなど、調理技術の課題を挙げ、調理指導や調理に対する助言を求める対象者が5人中4人であった。

##### 3. 食事支援の内容

在宅介護の食事支援では、疾病に対してより専門的な助言をするよりも「食べること」に対する支援を多く行なっている。筆者が現在行っている主な業務内容は、「身体測定、バイタルの確認、フィジカルアセスメント」、「食事状況のヒアリング及びモニタリング」、「個人に合わせた食事内容の提案」、「食事介助の実演や便利グッズの紹介」、「買い物をする時の食材の選び方のアドバイス」、「食べやすい料理や簡単な調理方法の実演」である。介護者は、要介護者を前にすると「介護」を強く意識してしまい、きちんと座って食べる、食事中はテレビに集中しな

表2. 居宅療養管理指導の実績のまとめ

対象者	依頼者	医師の診断	食事に関連する現病歴	治療食の指示	家族の悩み
1	介護支援専門員	看取り・低栄養見込み	糖尿病	なし	食べられない どうしたらいいかわからない 料理ができない
2	介護支援専門員	看取り・低栄養見込み	なし	なし	食べられない 何を食べさせたらいいかわからない 料理ができない
3	介護支援専門員	看取り・低栄養	腎臓病	なし	好きな物をたべさせたい
4	介護支援専門員	大腸癌・低栄養見込み	貧血	なし	どうしたらいいかわからない 料理ができない
5	訪問歯科診療所	低栄養	胃全摘出	なし	食事が少なく増やせない 体重の減少・低栄養 何を食べさせたらいいかわからない

いなど、普段自分たちが日常で行っている動作への注意が逸れる傾向がある。よって、新たに特別な手法を提案するよりも、介護することも日常生活の延長であることを理解できるような支援をこころがけている。また、食事への助言は一日三食食べられているのか、偏った食べ方をしていないかなどの確認が主である。料理の経験がない介護者（家族）には、食材や調理に興味を持ってもらうことから始まることも多く、完璧な栄養管理を求めることは難しい。調理指導も食材の選び方から始まり、包丁を使うこと、ガスコンロに火を点けること、電子レンジの活用法など基本的な調理方法が求められる。

#### 4. 管理栄養士の専門性について

在宅介護では「食べられない」状態から食事支援が始まることが多く、前述の通り一見して管理栄養士でなくても進言できる内容もある。しかし、食べられない理由からは、嗜好に加えて身体状況、経済的な理由、家族背景なども知ることとなる。そのような非常にデリケートな話に踏み込めるのは、管理栄養士が食事の専門家だからであると考えられる。食事というプライベートな話を打ち明けるためには心の準備が必要であるが、管理栄養士は初めから食事相談をする相手として迎え入れてもらえるのでスムーズな支援に繋がる。

#### 5. 実践活動から見える課題

食事が体調に影響する疾患を抱える療養者の場合でも、在宅で療養をする高齢者の多くは採血をする機会が少なく、血液検査数値などの客観的データから栄養状態を判定することがほとんどできない。栄養素の過不足による容体悪化が懸念されるが、バイタルの確認や顔色、覚醒状態など主観的な指標だけで食事の内容を提案することになり不安がある。一方で家族をはじめ主治医や担当の介護支援専門員からは療養者に好きな物を好きなだけ食べて欲しいと望まれることが多く、関係者全員で要望と食事によるリスクについて認識をすり合わせる必要があると感じた。そして栄養管理を行う際に、その家庭の対応力も併せて課題となる。療養者の意欲はもとより、家族の介護力、普段の食生活、常備されている調味料、調理器材、食事かけられる資金など家庭によって大きく異なる。病院や高齢者福祉施設では対応できることでも、家庭では対応困難なこともあ

る。限られた資源の中で、治療食を家庭生活に落としこむことは訪問栄養食事指導において重要な要素ではあるが、実績の無い管理栄養士にとっては難しいと感じる要素であるとも言える。

#### 6. 実践活動から見出す地域包括ケアシステムの一員としての管理栄養士の役割

地域包括ケアシステムは多職種での取り組みであるが、「食べること」は管理栄養士に一任される現実がある。これは「在宅」支援における専門職の人材資源が乏しいことが理由の一つに上げられる。さらに在宅療養では、介護サービスの限度枠の都合、家庭の介護力や金銭的な理由などで全ての関係専門職を動員できないことが多々ある。しかし「食べられない」ことの明確な要因が分かれば、それに適したサービスを少ない負担で利用できる場合がある。よって常に「食べること」を包括的に診られる管理栄養士は、食事状況の変化を体調の変化と捉え、主治医及び担当の介護支援専門職に相談して各専門職に繋ぐ重要な役割を担えると考えられる。

#### V 活動の成果と今後の課題

訪問栄養食事指導の活動は想像するよりも身近で取り組みやすい内容である。「食べること」について包括的に関わる必要はあるが、多くの職種との相談・連携で解決することができる。管理栄養士が訪問栄養食事指導を行うには膨大な知見が必要と前述したが、些細な異変に気付くための観察力があれば在宅療養の助けになることは可能である。また、訪問栄養食事指導とは、何を食べたらよいのか、簡単調理をしたい、お勧めの商品が知りたいなどの些細な疑問にも応えるサービスであり、利用者にとっても身近で依頼しやすいものであることが分かった。一方で、現在の制度は医師の指示が必須であり、認定栄養ケア・ステーションだけの保険請求で訪問栄養食事指導はできないなど仕組みが非常に複雑である。管理栄養士はそれらを正しく理解し、他職種に説明できなくては訪問栄養食事指導の導入に繋がらないと考える。管理栄養士が地域活動を進める上では追い風だとも言われているが与えられた課題は大きい。地域包括ケアシステムを構成する多職種の中で栄養・食事支援で成果を出し、地域住民に認められなければならない。そのためには、訪問栄養食事

指導ができる管理栄養士を増やす必要があり、管理栄養士が抱く在宅介護で食事支援に対する不安を解消しなくてはならない。先行して訪問栄養食事指導をする管理栄養士は、訪問実績を上げると共に多方面に啓発活動を行う必要があると言える。

## VI 謝辞

本稿で報告した事例について、対象者のご家族をはじめ、訪問栄養食事指導にお力添えをいただいた医療法人たかぎ歯科の全スタッフ、連携施設のサービス担当者各位に感謝申し上げます。また、本稿の執筆に際して、助言いただきました本校食品栄養科の先生方には深く感謝申し上げます。

## VII 引用文献

- 1) 厚生労働省 (2012), 地域包括ケアシステム. [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/chiiki-houkatsu/](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/) (参照 2021-10-26).
- 2) 厚生労働省老健局老人保健課 (2020), 令和3年度都道府県等栄養施策担当者会議資料2 令和3年度介護報酬改定の概要 (栄養関連). <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000818036.pdf> (参照 2021-10-26).
- 3) 一般社団法人日本在宅栄養管理学会 (2021), 在宅訪問管理栄養士認定者一覧. 日本在宅栄養管理学会誌 8(1): 91.
- 4) 井上啓子 (2019), 公益社団法人日本栄養士会・一般社団法人日本在宅栄養管理学会認定「在宅訪問管理栄養士」へのアンケート結果報告. 日本在宅栄養管理学会誌 6(3): 253-255.
- 5) 厚生労働省 (2020), 居宅療養管理指導 居宅療養管理指導の費用額. 社保審一介護給付費分科会第182回 (R2.8.19) 資料 5: 7.
- 6) 厚生労働省 (2020), 居宅療養管理指導の職種別算定回数推移 介護給付費等実態統計 (旧: 調査) (各年10月審査分). 社保審一介護給付費分科会第182回 (R2.8.19) 資料 5: 13-14.
- 7) 峯山涼子 (2021), 在宅におけるターミナルケア 長期的なターミナルケアの重症化予防を目的とした介入の一例. 第8回日本在宅栄養管理学会 web 学術集会 演題番号 4-1.

# 時間栄養学に基づく食事指導の可能性

宇佐美 晶子<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 食品栄養科

キーワード：時間栄養学，体内時計，時計遺伝子，朝食欠食，肥満予防，シフトワーカー

## I はじめに

睡眠・覚醒，体温変動など我々の身体の生理機能には約 24 時間周期で変動するリズムが存在し，これを制御しているのが「体内時計」である。体内時計を形成している時計遺伝子の発見により，近年それらのメカニズム研究は急激に進み，ヒトの健康維持・増進に応用すべく様々な学問が発展している。その中で，食（栄養）と体内時計の相互作用を明らかにしようと確立したのが「時間栄養学」である。体内時計を整えるには朝の光を浴びるのが良いという話は世間一般にも浸透してきているが，食事も同等に重要であることが分かってきている。例えばいくら早起きをして太陽光を浴びても，朝食欠食や夜食などによって時計が狂い体調に不具合を起こすこともある。また，栄養素の代謝などにも 1 日の中で強弱のリズムがあり，それに合わせて「何をいつ食べるか」を考えた食事内容にすることで，より効率的に栄養素が摂取されることも期待できる。

現代はライフスタイルも多様化し 24 時間サービスを受けられ便利になった一方，生活の夜型化や高糖質・高脂質な食事への偏りなど，食生活の乱れややすい環境でもある。またシフトワーカー（交代勤務制）など仕事時間が不規則な職業の方は，いわゆる規則正しい食生活を実現することは難しい。大人だけでなく，子どもの夜型化や朝食欠食も問題となっている。生活が乱れ体内時計がうまく機能しないと，肥満や睡眠障害，記憶力の低下・うつ症状などを引き起こし，ひいては様々な疾患につながる可能性も考えられる。そのような状況下において，栄養

士・管理栄養士として，時間栄養学的視点で問題を捉え指導することは今後ますます必要となることが予想される。体内時計のメカニズムとそこに栄養がどのように作用するのかを理解することで，その人のライフスタイルに合った食事方法を提案することができるのである。また，なぜ朝食欠食や夜食はよくないか，なぜその時間にその食事を摂る必要があるかを科学的根拠に基づいて説明できれば，行動変容を促す力となる。そこで本稿では，これから時間栄養学を学ぶ方の手助けになればと思い，体内時計のメカニズムと食事との関係について概説することとした。

## II 体内時計とは

### 1. 概日リズムと時計遺伝子

体内時計には約 1 日を刻む概日リズム（サーカディアンリズム），1 週間に関わるウィークリーリズム，1 カ月に関わるマンスリーリズムなどいくつかの周期があるといわれているが，体内時計とは基本的に概日リズムのことを言う。概日リズムは，時計遺伝子の mRNA および時計タンパク質の発現や活性が 1 日の中で規則的に増減し，互いの転写・翻訳の過程で作用し合うことで約 24 時間周期のリズムを形成していると考えられている。ヒトを含めた哺乳類の時計遺伝子は，15 種類程度（*Clock*, *Bmal 1*, *Per*, *Cry* など）が同定されている<sup>1)</sup>。

### 2. 体内時計と周期・位相・振幅

体内時計のリズムは波で表すことができ，この波の「周期」，「位相」，「振幅」によって評価できる。ヒトの体内時計は地球の自転周期に合わせて 24 時間の「周期」を刻むことで，日中に活動的になり夜

<sup>1</sup> 〒 319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

間に睡眠をとるように身体が機能する。そしてそれらの生体リズムが毎日一定の波になっていることで、心身の健康が保たれるのである。そのリズム(波)の山や谷が1日のどの時刻にあるかを示す指標が「位相」であり、波が早い時刻にずれることを「位相が前進する」と言い、遅い時刻にずれることを「位相が後退する」と言う。例えば朝に自然と目を覚ます時間が早くなったとしたら、体内時計の位相が前進したと考えられる。また波の「振幅(高さ、深さ)」は、体内時計の強さやメリハリを表す指標になる。例えば成人のメラトニン量の増減は非常に大きな振幅を示すが、覚醒・睡眠リズムが確立されていない乳児期や、時計遺伝子の発現リズムが低下する高齢者では振幅が小さくなる。このように、24時間の周期、活動時間に合わせて毎日一定に保たれた位相、適度な振幅がある状態を体内時計が正常に働いていると考える。

### 3. 体内時計の同調作用

体内時計は体のあらゆる細胞に存在し、視交叉上核(suprachiasmatic nucleus; SCN)は「中枢時計」と呼ばれ全体を統制している。SCN以外の脳内の時計は「脳時計」と呼び、各臓器や骨格筋、血球や皮膚にもそれぞれに時計が存在し「末梢時計」と呼ばれる。体内時計は約24時間周期で変動しているが、実は時計遺伝子の発現周期はそれぞれの臓器・細胞によって少しずつ違い、中枢時計が脳時計や末梢時計へ時刻情報を送り全ての時計の時刻が合わせられることで、時計の機能を果たしている。中枢時計の周期は本来24時間より15分程度長いと言われているが、自然環境の明暗が刺激となって24時

間周期に「同調」し、日々体内時計の位相を調整している。一方で肝臓や腎臓、消化器官にある末梢時計には食事が同調刺激として直接作用するが、その作用は中枢時計に非依存的であることが最近の研究から分かっている(図1)。従って、朝食欠食や夜食など明暗環境と食事時間が噛み合わない生活をしていると、中枢時計と末梢時計の位相はずれていく。このずれにより、体重増加やインスリン感受性の低下など代謝機能障害、さらには長期記憶やうつ症状などの脳機能への悪影響が引き起こされることを示唆する報告もある<sup>2,3)</sup>。

また同調刺激は毎日同じ時間に受けることで、一定の位相を保つことができる。しかし照明の光や、テレビ・PC・スマートフォンなどの青色光を夜間に浴び続け、夜遅くまでだらだらとお菓子をつまむ、もしくはシフトワークなど、明暗刺激や食事刺激が不規則でメリハリの無い生活をしていると、それらの刺激は同調作用として成り立たない。

## Ⅲ 食事(栄養)による体内時計調節

### 1. 朝食の役割と食事時間

前述したように体内時計は明暗刺激や食事刺激などの同調作用により24時間のリズムを保持しているが、特に重要な同調刺激が「朝日を浴びる」こと、そして「朝食」である。この二つの刺激は1日の始まりとして体内時計をリセットする役割がある。しかし食事刺激には末梢時計のみ同調するので、朝早く起きて光を浴びても、朝食を日常的に抜いていると中枢時計と末梢時計の位相はずれていってしまう。朝食においては、朝に摂る食事というだけでな

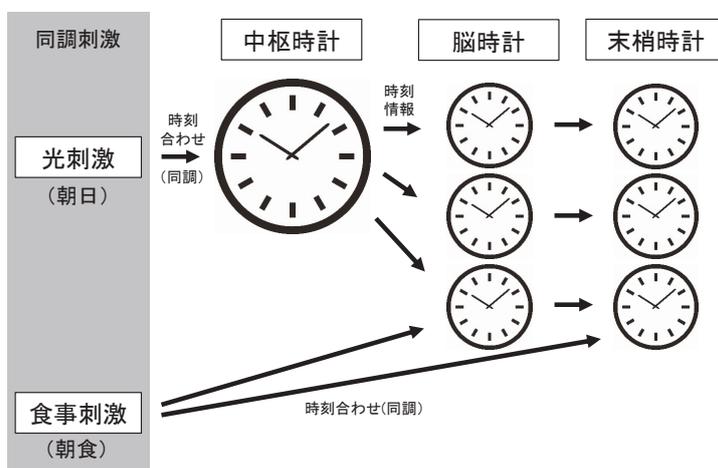


図1. 光刺激と食事刺激における体内時計の同調作用

く、breakfast（断食を破る）と言われるように「1日中で最も長い絶食後の食事」であることがリセット作用を持つ食事として重要となる。実際にマウスに1日3回食を様々な時刻パターンで与えたときの末梢時計への影響を検証した研究があるが、肝臓の末梢時計は最も長い絶食時間の後の食事に対して同調した<sup>4)</sup>。つまり朝食を抜くと昼の食事時間に合わせてリセットされ位相は後退し、また夕食を遅い時間に食べて朝食までの絶食時間が昼食から夕食の絶食時間より短くなると、夕食に強く同調して位相は前進するということになる。絶食時間に関しては、肥満の被験者で1日の絶食時間が10時間未満だったところを13～14時間以上に16週間コントロールしたところ、体重減少と睡眠改善が見られたという報告があり<sup>5)</sup>、日本栄養士会でも朝食から夕食までを12時間以内に摂ることを勧めている。

## 2. 体内時計のリセットに効果的な朝食

食事による末梢時計の同調が起こる主な要因として、食後に分泌されるインスリンがあげられる。つまりグリセミック・インデックス (GI) 値<sup>(注1)</sup>が高く血糖値、インスリンが上昇しやすい食事が、よりリセット作用を起こしやすいということである。さらに、魚油に含まれるDHA (docosahexaenoic acid) やEPA (eicosapentaenoic acid) などのn-3系脂肪酸はインスリン分泌を促し位相を動かすことも報告されている<sup>6)</sup>。また、インスリン以外に末梢時計の同調作用を持つものとして、タンパク質摂取によるIGF-1 (insulin-like growth factor-1, インスリン様成長因子-1) 分泌などが報告されている<sup>7)</sup>。I型糖尿病 (インスリンが分泌されない) の場合は、このような非インスリン経路により末梢時計のリセットが行われていると考えられている。

以上のことから、朝食には温かい白米やパンなどの消化の良い炭水化物と、DHAやEPAを含む焼き魚やツナなどのタンパク質を摂ることが、体内時計をリセットするのに効果的だと考えられる。

## IV 体内リズムに合わせた食事と代謝機能

ヒトの様々な生理機能は体内時計によって制御さ

れ、食物の消化・吸収・代謝機能にも概日リズムが存在することが分かってきている。したがって、「何を、いつ、どのくらい食べる」かによって生体への影響も変わってくる。現代人の食生活を見てみると、朝食は炭水化物中心の軽めの食事、夕食はタンパク質や脂質が多めの食事になりがちだという人は多く見受けられる。朝食欠食や夜食はもちろんのこと、そのような食事の摂り方も時間栄養学的観点からあまり良い食生活とは言えない。同調作用によって体内時計を乱すだけでなく、代謝機能などにも悪影響を及ぼす可能性が考えられるからである。

朝食の欠食や夜食の摂取、まとめ食いなどは肥満になりやすいと言われているが、実際にそれらを裏付けする研究がある。マウスに高脂質食を1日の摂取量が等しくなるようにして、朝食のみ摂取させる群、夕食のみ摂取させる群、朝食：夕食＝3：1の割合で摂取させる群、朝食：夕食＝1：3の割合で摂取させる群を用意し、体重増加について調査・比較が試みられた。その結果、「夕食のみ」群で最も体重増加が多く、次いで「朝食のみ」、「朝食：夕食＝1：3」、「朝食：夕食＝3：1」の順となったことが示された<sup>8)</sup>。この結果から、夕食にウエイトを置いた食事が肥満になりやすいことは明らかである。また、朝食摂取と夕食摂取の差は、糖代謝や脂質代謝の日内リズムに起因する可能性が考えられる。

糖代謝については対ヒト試験で朝食時に比べて夕食時に耐糖能が低いことが報告されており<sup>9)</sup>、同じ食事を朝と夜に摂ると、食後の血糖値は夜の方が高くなる。また、若年の健康成人を対象に夕食の摂取時間と血糖値の推移を調べた研究では、朝食・昼食・夕食を全て試験食としたとき、夕食を18時に摂取した日と比べて21時に摂取した日に夕食後血糖値が大きく上昇し、さらに真夜中過ぎまで高血糖状態が持続することが報告されている。一方で夕食を分食 (18時にトマトと米飯、21時に野菜と主菜) した日は血糖変動、食後血糖ピーク値、血糖上昇曲線下面積が全て21時夕食日と比べ有意に低下した<sup>10)</sup>。よって昼食から長時間置いて夜遅くに摂る夕食は、糖尿病のリスク要因にもなることが示されている。

脂質代謝の日内リズムについてもヒトで一部報告されており<sup>11,12)</sup>、骨格筋において脂肪酸は朝に代謝

(注1) 食品に含まれる糖質の吸収度合いを示し、高GI値の食品を摂取したとき血糖値は上昇しやすく、その結果インスリン分泌が促進される。

され、夕方にかけて合成される傾向にあることが示唆されている。また、魚油に含まれるDHA、EPAの摂取タイミングによる脂質異常改善効果を検証した実験では、朝食摂取でのみ肝臓中性脂肪やコレステロールの改善が認められた<sup>13)</sup>。この結果に加え同調作用もあることから、魚油は朝食摂取が最適と言える。

タンパク質代謝においては、夕食に偏った摂取よりも均等に摂取した方が24時間の筋合成は高くなるとの報告もあり<sup>14)</sup>、骨格筋機能の維持・向上の為に、タンパク質は毎食時摂取することが望ましい。

以上のことから、時間栄養学における理想の食習慣は、朝食は青魚を取り入れしっかり食べ、夕食は食物繊維豊富な芋類や野菜などを多用した血糖値を上げにくく低脂肪な食事とし、タンパク質は3食均等に配分し、1日の食事を12時間以内に摂取することであると言える。このような食習慣を日常的に身につけられれば体内時計機能は安定し、たまに夜遅くまで飲み食いしていても体内時計が大きく乱れることはない。また、忙しい朝は牛乳だけでも飲む、どうしても摂りづらい栄養素は栄養補助食品で補うなど、日々無理なく理想に近い食生活を続けられることが重要である。

## V 時間栄養学的視点からの栄養指導

### 1. 朝食欠食の改善

朝食を欠食する理由は、「時間がない」、「食欲がない」、「ダイエットのため」など、人それぞれあるだろう。いずれも、まずは朝食の重要性を理解してもらうことが重要である。その上で欠食に至る根本の理由を探り、その人に合った指導をする必要がある。「時間がない」、「食欲がない」という人は、生活が夜型化している可能性が考えられる。そのような人には、朝食には消化の良い炭水化物とタンパク質を摂ること、また夕食は低GI・低脂質とし19時以降は摂食しないようにすることなど、位相を前進させる朝食や夕食の摂り方を指導するとよい(表1)。位相が前進すれば自然と起きる時間が早まり、時間的余裕もでき食欲も出やすくなることが予想される。ただし朝に食欲がない人には最初は少量摂るようにし徐々に量を増やしていくなど、無理なく進めるよう留意したい。「ダイエットのため」という人に関しては、朝食を抜くと逆に肥満になりやすい

表1. 位相を前進させる食品例

区分	食品
朝食	・消化の良い炭水化物などの高GI食品 例) 温かい白米, 白パン ・DHAやEPAを含むタンパク質 例) ツナ, 焼き魚
夕食	・食物繊維豊富な低GI食品 例) 押し麦, いも類, 葉物野菜, 豆腐

場合があるということを理解してもらう必要がある。そのためには実証結果などの根拠を明確に示すことが重要である。その上で1日の食事を12時間以内に摂ることや朝食にウエイトを置くことなどの肥満になりにくい食事方法を指導するとよい。そしてなによりも、基本的な睡眠・覚醒のリズムと3食の摂食リズムを形成する幼児期から、規則正しい食事習慣を身につけさせることが重要である。

## 2. 社会生活と時間栄養

### (1) 就業時間が長い場合

就業時間が長い、または塾通いなどの事情で、夕食時間が遅くなり昼食から夕食までの時間が長くなる場合もある。そうすると末梢時計の位相はずれ、血糖値が上がりやすくなる。この場合は、夕食を分食する指導が考えられる。先に簡単に食べられるおにぎりやパンなどの炭水化物を摂っておき、家に帰ってから主菜(タンパク質)や副菜(野菜など)を食べることで、末梢時計が夕食に同調することもなく、血糖値の上昇も抑制できる。

### (2) シフトワーカーの食事の摂り方

現代の都市は24時間稼働し、夜間勤務やシフトワークなどの本来のヒトの活動時間である明期とずれて働く職業が存在する。シフトワークと循環器死亡との関連を調べた報告では、「おもに夜間」に働く人の虚血性心疾患による死亡は1.2倍であったが、「夜昼決まっていない(交代勤務)」人の死亡は「おもに昼間」働く人の2.3倍と有意な差が出たことが示された<sup>15)</sup>。このことから、いかに生活リズムを毎日一定に保つことが重要であるかが分かる。ではどのような食事の摂り方をすれば健康リスクを低減させられるだろうか。シフトワークのデメリットは、日替わりで勤務時間が変わる、さらに日勤後の深夜から勤務が始まるなどにより、毎日の食事時間が一定にならないことであろう。シフトで

早番が続いたり遅番が続いたりサイクルの変化が数日おきであれば、朝食の同調作用を利用して毎回新しいサイクルに合わせて生活することが考えられる。シフトが変わるサイクルが早い場合は、位相の振幅を保つためになるべく一定の食事パターンに固定する必要がある。いずれの場合も食事の同調作用を意識した食事が重要である。それでも後者は個人で管理するには限界があり、雇用者が体内時計を整えやすいようなシフトやサイクルの切り替え時に休日を入れるなどのスケジュールを組むことが望ましい。また、個人でできる食事以外の対策として、活動開始時に強い光を浴びる、夜勤明けには日の光を目に入れないようにサングラスをするなど、光のコントロールも有効である<sup>16)</sup>。

## VI まとめ

時間栄養学の研究はますます活発になり、これから臨床栄養にも取り入れられていくだろう。一方で、時間栄養学の考えを世間一般に発信・浸透させていくことは、現代の多様化した社会に暮らす人々の心身の健康維持に非常に有益なことと思う。24時間稼働し続け、ものに溢れている社会は、健康を害する要因となる様々な誘惑が存在する。ゲームやネットサーフィン、甘いお菓子にこってりラーメン。しかしこれらはストレス社会において人々の息抜きにもなっており、これらとうまく付き合っていくことが現実的である。高糖質・高脂質な嗜好品も、時間栄養学的に生体に影響の少ない時間帯を理解していれば、適度に取り入れることでより豊かな食生活にできるだろう。また、働きながら子育てをする親は、子どもが早寝早起きを自然にできるような時間栄養学に基づく食事を理解することができれば、少し負担が減るかもしれない。このように時間栄養学をベースとした食事指導が、それぞれのライフスタイルや嗜好に合わせ、体内時計に則した健康的な食生活を無理なく組み立てる手助けとなることを期待したい。

## VII 引用文献

- 1) 柴田重信 編 (2021), 時間栄養学—時計遺伝子 体内時計 食生活をつなぐ. 化学同人, 京都府京都市.
- 2) D.H. Loh, S.A. Jami, R.E. Flores, D. Truong and C.A.

- Ghiani (2015), Misaligned feeding impairs memories. *eLife* **4**: e09460
- 3) A. Haraguchi, M. Fukuzawa, S. Iwami, Y. Nishimura, H. Motohashi, Y. Tahara and S. Shibata (2018), Night eating model shows time-specific depression-like behavior in the forced swimming test. *Sci. Rep.* **8**(1): 1081
- 4) H. Kuroda, Y. Tahara, K. Saito, N. Ohnishi, Y. Kubo, Y. Seo, M. Otsuka, Y. Fuse, Y. Ohura, A. Hirao and S. Shibata (2012), Meal frequency patterns determine the phase of mouse peripheral circadian clocks. *Sci. Rep.* **2**: 711.
- 5) S. Gill and S. Panda (2015), A Smartphone App Reveals Erratic Diurnal Eating Patterns in Humans that Can Be Modulated for Health Benefits. *Cell Metab.* **22**(5): 789-798.
- 6) A. Furutani, Y. Ikeda, M. Itokawa, H. Nagahama, T. Ohtsu, N. Furutani, M. Kamagata, Zhi-Hong Yang, A. Hirasawa, Y. Tahara and S. Shibata (2015), Fish Oil Accelerates Diet-Induced Entrainment of the Mouse Peripheral Clock via GPR120. *PLoS One* **10**(7): e0132472.
- 7) Y. Ikeda, M. Kamagata, M. Hirao, S. Yasuda, S. Iwami, H. Sasaki, M. Tsubosaka, Y. Hattori, A. Todo, K. Tamura, K. Shiga, T. Ohtsu and S. Shibata (2018), Glucagon and/or IGF-1 Production Regulates Resetting of the Liver Circadian Clock in Response to a Protein or Amino Acid-only Diet. *EBioMedicine* **28**: 210.
- 8) Y. Fuse, A. Hirao, H. Kuroda, M. Otsuka, Y. Tahara and S. Shibata (2012), Differential roles of breakfast only (one meal per day) and a bigger breakfast with a small dinner (two meals per day) in mice fed a high-fat diet with regard to induced obesity and lipid metabolism. *J. Circadian Rhythms* **10**: 4.
- 9) E. Poggiale, H. Jamshed and C.M. Peterson (2018), Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism* **84**: 11-27.
- 10) S. Kajiyama, S. Imai, Y. Hashimoto, C. Yamane, T. Miyawaki, S. Matsumoto, N. Ozasa, M. Tanaka, S. Kajiyama and M. Fukui (2017), Divided consumption of late-night-dinner improves glucose excursions in young healthy women: A randomized cross-over clinical trial. *Diabetes Res. Clin. Pract.* **136**: 78.
- 11) D. van Moorsel, J. Hansen, B. Havekes, F. Scheer, J.A. Jörgensen, J. Hoeks, V.B. Schrauwen-Hinderling, H. Duez, P. Lefebvre, N.C. Schaper, M. Hesselink, B. Staels and P. Schrauwen (2016), Demonstration of a day-night rhythm in human skeletal muscle oxidative capacity. *Mol. Metab.* **5**(8): 635-645.
- 12) J. Yoshino, P. Almeda-Valdes, Bruce W. Patterson, Adewole L. Okunade, S. Imai, B. Mittendorfer and S. Klein (2014), Diurnal variation in insulin sensitivity of glucose metabolism is associated with diurnal variations in whole-body and cellular fatty acid metabolism in metabolically normal women. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **99**(9): E1666-E1670.
- 13) K. Oishi, T. Konishi, C. Hashimoto, S. Yamamoto,

- Y. Takahashi and Y. Shiina (2018), Dietary fish oil differentially ameliorates high-fructose diet-induced hepatic steatosis and hyperlipidemia in mice depending on time of feeding. *J. Nutr. Biochem.* **52**: 45-53.
- 14) M.M. Mamerow, J. A. Mettler, K.L. English, S.L. Casperson, E. Arentson-Lantz, M. Sheffield-Moore, D. K. Layman and D. Paddon-Jones (2014), Dietary Protein Distribution Positively Influences 24-h Muscle Protein Synthesis in Healthy Adults. *J. Nutr.* **144**(6): 876.
- 15) T. Kubo, K. Ozasa, K. Mikami, K. Wakai, Y. Fujino, Y. Watanabe, T. Miki, M. Nakao, K. Hayashi, K. Suzuki, M. Mori, M. Washio, F. Sakauchi, Y. Ito, T. Yoshimura and A. Tamakoshi (2006), Prospective Cohort Study of the Risk of Prostate Cancer among Rotating-Shift Workers: Findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *Am. J. Epidemiol.* **164**: 128.
- 16) 古谷彰子 (2014), 時間栄養学が明らかにした「食べ方」の法則 pp.80-87, 株式会社ディスカヴァー・トゥエンティワン, 東京都千代田区.

# 鯉淵学園における栄養士養成課程設置 50 年の軌跡と 次の 50 年に向けて

浅津 竜子<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 鯉淵学園農業栄養専門学校 食品栄養科

キーワード：栄養士，生活改良普及員，栄養士養成課程

## I はじめに

本校は、昭和 45 年（1970 年）に栄養士養成課程（生活栄養科）を設置して以来多くの卒業生を輩出し、令和 2 年（2020 年）に 50 周年を迎えることができた。そこで本校の栄養士養成の歴史を振り返ることとした。本校の栄養士養成課程を語る中で、前身の農村生活科（生活改良普及員養成課程）は重要であり、まずはその教育と時代背景から記すこととした。本校の軌跡については、平成 8 年発行の「鯉淵学園五十年史」<sup>1)</sup>（以下、「五十年史」とする。）があるが、それ以降は書籍等として纏められてはいない。そこで筆者自身が本校 47 期生（平成 4 年度卒）でもあるため当時を思い起こしながら、併せて在職教員等からの聞き取り調査などを基に執筆した。曖昧な箇所もあるかもしれないが栄養士養成 50 年を共に振り返り、新しい知見があればその情報をお寄せいただくと幸いである。そして本校栄養士養成の「次の 50 年」はどうあるべきか、社会からはどのような栄養士が求められているのかについても考えてみたい。

## II 本校における栄養士養成課程の歴史

### 1. 栄養士養成課程設置以前

#### (1) 農村生活科の教育内容

栄養士養成課程の前身である「農村生活科（2 年制課程）」は、定員 40 名で女性のみを対象とし、昭和 26～44 年度までの 19 年間入学生を迎えてきた。

卒業生は、8～26 期生の合計 334 名であり、年間の最大数は 44 名で平均すると 17 名（充足率は 43 %）であった（図 1）。農村生活科開設の目的は、農村の生活改善事業を担う「生活改良普及員」養成で茨城県の委託事業でもあった。生活改良普及員は、農業改良助長法（昭和 23 年制定）に基づき農村生活の改善を目的に各都道府県の農業改良普及所（現、農業改良普及センター）に配置され、農村の「住生活」、「家庭管理」、「食生活」、「衣生活」、「保健衛生」の改善のための活動をおこなう。農村生活科はこの生活改良普及員養成に沿ったカリキュラム構成であった。

#### (2) 農村生活科卒業生の就職状況

生活改良普及員の資格試験は各都道府県で実施され、当時の受験資格は家政学を履修した短大以上を卒業した者で、在学中に受験が可能であった。19 年間でほぼ全員（約 334 名）が資格を取得した。卒業後は、各都道府県職員となり生活改良普及員に就く者の他、農業協同組合の生活指導員に就く者が多かった。

## 2. 栄養士養成課程設置の経緯

五十年史をひもとくと、栄養士養成課程を設置した経緯と設置作業の様子が細かに記されている。背景として社会的に栄養士資格取得を目的とした養成課程の必要性が高まってきたこと、農業関係団体で生活改良普及員が食生活改善活動をする際に「栄養士の資格があると有用である。」という卒業生からの声などがあった。そして栄養士養成課程の設置準備が進められ、昭和 44 年 9 月 24 日に厚生省（現、厚生労働省）に「栄養士養成施設指定申請書」<sup>2)</sup>を提出、認可が得られたのは昭和 45 年 2 月 24 日付

<sup>1</sup> 〒 319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

\* 副科長 教授

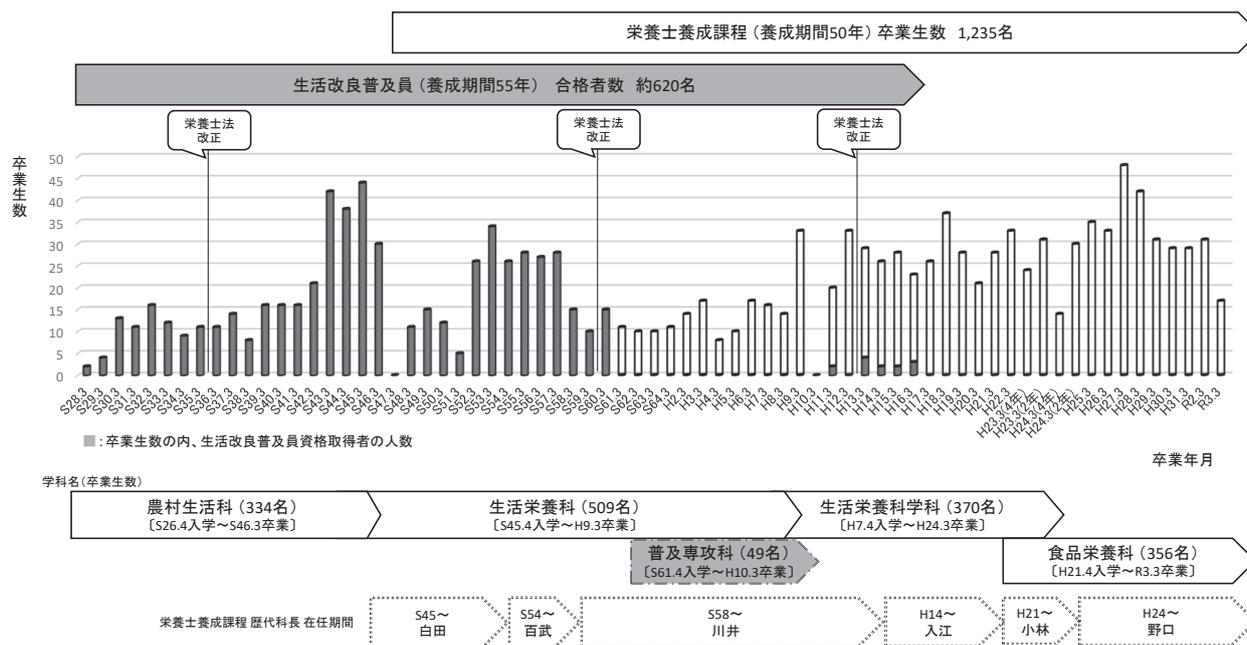


図1. 本校栄養士養成課程の変遷と卒業生数の推移

であった。栄養士養成課程の初年度入学生(27期生)は、昭和45年4月入学であり準備に当たった教職員は大変な激務であったことが記されていた。また当時の入学は、各都道府県の農業改良普及所や農協中央会、市町村長からの推薦が必要であったため、優秀な学生が集まっていたことを卒業生からの聞き取りにより確認できた。この入学方法は、各都道府県で改良普及員の養成が急がれていた時期までのことである。

### 3. 本校における栄養士養成の開始

#### (1) 生活栄養科の教育内容

本校における栄養士養成課程である「生活栄養科(3年制課程)」は、定員40名で昭和45～平成6年度までの25年間入学生を迎えてきた。卒業生は、27～51期生の合計509名であり、年間の最大数は36名で平均すると20名(充足率は50%)であった(図1)。しかし昭和48～57年度卒生は平均30名、昭和58～平成9年度卒生は平均14名と大きな差が認められた。これは農業改良助長法の改正により、在学中に生活改良普及員の受験資格がなくなった影響が大きい。また、第二次ベビーブーム世代の中であっても学生数が少ない理由としては、平成3～5年頃はバブル崩壊後の景気後退期でもあり、家計状況の悪化など厳しい時代であったこと、2年制栄養

士養成校が増えた中で3年制の養成期間は長いと敬遠されたことなどがあげられた。

生活栄養科の共学化は平成2年度からで、男性からの入学に関する問い合わせが増えたことへの対応であったが、実際には食品や栄養以外の家政系科目を学ぶことに抵抗感もある様子で卒業には至らない例が多かった。教育内容については栄養士法改正に伴い、昭和61年にカリキュラムの見直しがされた<sup>3)</sup>。

#### (2) 生活栄養科卒業生の就職状況

学校栄養職員となった者(昭和48年には学校給食法の一部改正があり学校栄養職員の配置が義務化)や生活改良普及員を取得し農業関係団体で活躍する者が多かった。また、農村出身の学生がほとんどであったこともあり、農家に嫁いだ者も多かった。

#### (3) 栄養士養成と生活改良普及員養成

生活栄養科も農村生活科時代と同様に生活改良普及員の受験が可能であった。生活改良普及員を養成した55年間の内、昭和60年の農業改良助長法改正までほとんどの学生が生活改良普及員の資格を取得した。当時の学生は意欲的に勉強していたことがわかる。また当時のカリキュラムは、生活改良普及員と栄養士という2つの国家資格を目指すため、とても広範囲の内容であった。

#### (4) 普及専攻科食物専攻コース

「普及専攻科食物専攻コース(1年制生活改良普

及員養成課程)」は、昭和 60 年 4 月、生活改良普及員資格取得を目的に生活栄養科卒業生を対象として定員 10 名で新設された。設置の背景として農業改良助長法の改正があり、受験資格が本校生活栄養科では卒業後 1 年の実務経験が必要となったためであった。昭和 61～平成 9 年度の 12 年間で 49 名(図 1)が卒業し、全員が生活改良普及員に合格した。教育内容は、生活改良普及員の専門分野である農村生活改善技術の 4 項目「食物・被服・住居・家庭管理」に関わる内容 18 科目(生活栄養科での履修科目を除く)と口述試験対策であり、その教育は生活栄養科の教員が担当していた。

(5) 調理実習室の建築

栄養士養成課程設置から 4 年が経過した昭和 49 年に調理系実習を行うための「調理実習室」が新設され、その年の 4 月より運用を始めた。それまでの調理系実習は、男子寮敷地内にあった学生食堂併設の調理実習室で行われていた。教室から離れていたことで教職員も学生も不便な思いをしていたが、教

室の近くにできたことで指導等の効率化が進んだ。調理実習室には、教室、調理実習室(調理台 8 台)、研究室、トイレが設置された。平成 8 年には、学生数の増加に対応する為に教室を調理実習スペースとして改修し調理台 4 台を増設、平成 25 年には更に 2 台を増設した。また、研究室は平成 11 年に完成した食品総合実験棟に移動し、その跡を更衣室として整備した。現在、築 48 年となったが補修を行いながら大切に活用している。

4. 4 年制栄養士養成課程への改組

(1) 改組の経緯

平成 4 年から 4 年制栄養士養成課程へ改組するための検討会が行われた。その背景として、平成 4 年には 18 歳人口のピークを迎え、その後減少に転じる状況があり学生募集力の強化を図る必要があったことが挙げられた。検討の結果、4 年制にすることで「管理栄養士の受験資格が得られる見込み」であること(図 2.B)、「過剰栄養への指導対策、高齢

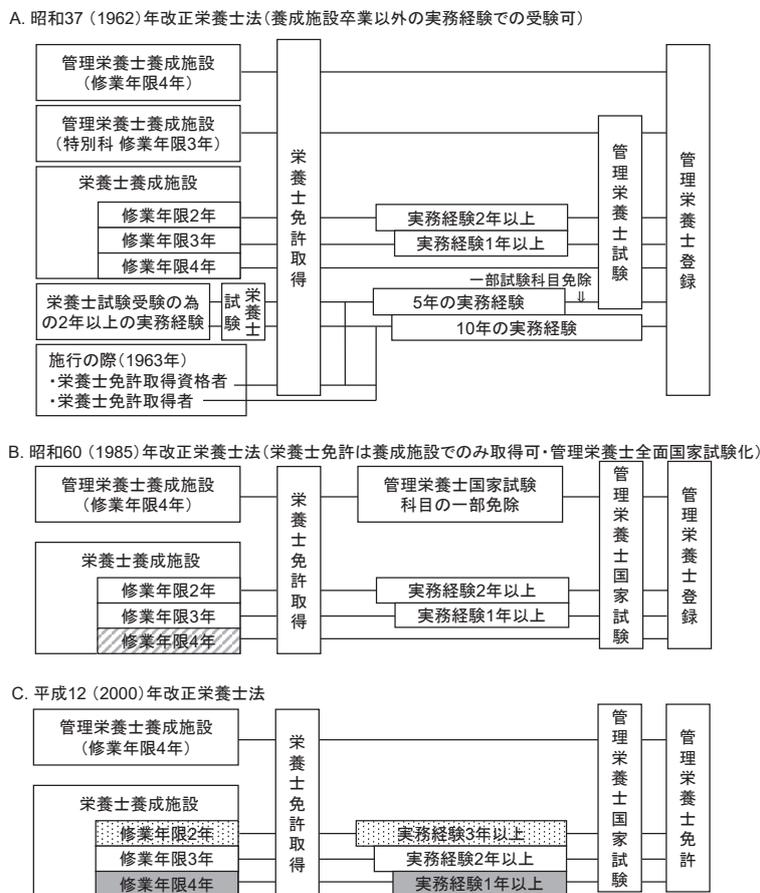


図 2. 栄養士法の変遷

▨ は、4 年制課程検討時を示した。■ は、実務経験栄養士制度立上げ検討時を示した。  
 ▨ は、実務経験栄養士制度廃止検討時を示した。

化に即応した栄養指導ができる管理栄養士の養成」が社会的に求められていることから改組が決定された。様々な準備・申請<sup>4)</sup>を経て平成6年12月21日の通達により、平成7年4月1日から定員40名・修業年限4ヵ年の「生活栄養科学科」の開設が認められた。申請理由は「ゆとりある教育と教科内容の充実を図るため修業年限を延長し、これに伴い総定員と必修科目の単位数及び履修方法を変更する。また、高度に発達した生活栄養関連科目をより科学的に学ばせることを目指し、「科学」を前面に表現するものとして名称変更する。」であった。

## (2) 生活栄養科学科の教育内容

「生活栄養科学科(4年制課程)」は、定員40名で平成7~20年度までの14年間入学生を迎えてきた。卒業生は52~66期生の合計370名であり、年間の最大数は37名で平均すると26名(充足率は65%)であった(図1)。生活栄養科学科のカリキュラムは、生活栄養関連科目をより科学的に学ばせる時間を確保するため、被服・住居・家庭管理などの家政系科目を減らし、農業分野も集約させ科目数を減らした。また、「社会生活と健康」の分野で健康管理概論ほか3科目、「人体の構造と機能」分野で病理学ほか1科目、「食品と衛生」分野で食品材料科学ほか3科目、「栄養の指導」分野で栄養管理情報システム1ほか2科目、「栄養と健康」分野で臨床栄養管理論ほか2科目、「給食の運営」分野で基礎給食管理学ほか4科目を増やした。更に管理栄養士国家試験の受験資格が卒業時に得られることも考慮し「資格試験対策講座」が新設された。平成7年3月に創立50周年を記念して建築された新図書館に情報処理教室が設置され、平成8年度からは情報処理論が開講された。栄養計算ソフトを活用し、栄養計算や献立作成の指導を開始したのは平成12年度で、当時パソコン操作ができ給食関連ソフトを扱える栄養士はとても重宝される存在であった。3年制時代と比較し修業年限が1年間延びたことから「ゆとりある教育」が実現でき、特に3,4年次の2年間継続して卒業論文(特別研究)に取り組めたことは学生・教員共に充実した学修となった。

## (3) 生活栄養科学科卒業生の就職状況

特別研究指導担当の教員が就職指導をしたことから就職先は、給食関連施設、農協関連団体、飲食店、食品分析関連企業のほか、介護職など多種多様であった。

## (4) 実務経験栄養士制度

平成12年(2000年)栄養士法改正(図2.C)により、4年制栄養士養成課程の卒業生は管理栄養士国家試験受験資格取得のために1年以上の実務経験が必要となった。その対応策として本校では1年間の「実務経験栄養士制度」を立ち上げた。これは本校の学生食堂で栄養士として給食提供業務に従事することで実務経験を積ませるものであった。平成15~21年度の7年間で、合計21名がこの制度を活用し受験資格を得た。この制度は、「食品栄養科(2年制課程)」への改組により、実務経験が3年以上(図2.C)となったことを機に廃止された。学科教育とは別の制度になるが、生活栄養科学科の教員らも間接的に係わっていたのでここに記した。

## (5) 食品総合実験棟の建築

生活栄養科学科では、高度に発達した生活栄養関連科目をより科学的に学ばせることを目指したことから、平成13年に食品分析、食品衛生関連実験及び生物学系実験を行うための総合実験棟新設の機運が高まった。平成15年に完成し、その年の4月より運用を始めた。学生実験室を中心に実験準備室、試薬保管室、滅菌室、研究室(食品科学研究室、調理・食生活研究室)、トイレ(男性・女性)が設置された。この食品総合実験棟では、食品学実験、食品衛生学実験、生化学実験などの学生実験が開講されている。また、特別研究を含め積極的に調査・研究が実施された結果、多くの研究成果が生み出され、卒業論文をはじめ様々な学会、雑誌等に発表されている。

## 5. 2年制栄養士養成課程への改組

### (1) 改組の経緯

2年制栄養士養成課程への改組に関する検討は平成19年から行われた。その背景には、高齢化社会をむかえ管理栄養士の必置義務がある特定給食施設(病院や高齢者福祉施設)が増えたことで管理栄養士の社会的ニーズが高まることが予想され、2年制の栄養士養成課程(短期大学を中心)が管理栄養士養成課程(4年制大学)へ移行していったことが挙げられた。その当時、本校は4年制の栄養士養成課程であり、管理栄養士養成課程へ移行することも検討されたが、実現させるには教育施設等に大きな投資が必要であったことから断念している。しかし茨城県内の栄養士養成課程を持つ短期大学が相次いで4年制管理栄養士養成課程(大学)へ移行する

中、逆に 2 年制栄養士養成課程のニーズもあると判断し、2 年制栄養士養成課程への改組が決定された。平成 20 年 6 月に集中的にカリキュラムに関する検討を行い、これまでの「ゆとりある教育」、「管理栄養士国家試験受験を想定した教育」から一転して、栄養士として必要なスキルは何かを念頭に、厚生労働省が示す栄養士養成カリキュラムを基に専門分野のバランスと担当教員の配置を検討し申請<sup>5)</sup>した。

## (2) 食品栄養科の教育内容

現行の「食品栄養科(2 年制課程)」は定員 40 名で、平成 21～令和 2 年度まで 11 年間の卒業生は 65～75 期生の合計 356 名であり、年間の最大数は 48 名で平均すると 32 名(充足率は 80%)となっている(図 1)。このデータから 2 年間で「栄養士」という国家資格が得られる教育課程は社会のニーズに合致していたと考えられる。カリキュラムは、農場を持つ本校の特徴を活かし「タネまきから食卓まで」を具現化するため、食農教育実習(食物生産実習)で収穫作業を行い、基礎調理学実習で新鮮な食材を使って実習を行うなどの工夫をし、食育ができる栄養士の養成を目指した。また、栄養士の主たる業務である「間接的な栄養の指導」ができる人材の育成として、給食提供のための調理技術・献立作成能力・給食施設での実践力の養成を強化している。

## (3) 食品栄養科卒業生の就職状況

栄養士として給食関連施設に勤務する者が 90%前後で、勤務先は病院、社会福祉施設、保育園の順に多い。「2 年間で栄養士の資格を取得し、給食関連施設に就職する」と意欲をもって本科に入学する者が多く、教育も就職指導も的を絞しやすい状況である。

## Ⅲ 本校栄養士養成課程の設置と発展に尽力された歴代科長とその業績

まず、東畑 精一 農民教育協会初代会長と栄養士養成課程の初代科長である白田 喜代志 先生のご活躍により栄養士養成課程が設置されたことが本校の栄養士養成の始まりである。栄養士・管理栄養士が社会で認められつつあった時代に行動を起こしてくださったお二人の先生方に改めて敬意を表したい。

### 1. 東畑 精一 (財) 農民教育協会初代会長の業績 〔在職期間：昭和 23～58 年 (1948～1983 年)〕

明治 32 年生まれの東畑 精一 初代会長〔農学博士・経済学者〕は、東京帝国大学農学部第二部を卒業後、同大学助手、助教授、教授を務め、米価審議会会長、農林省農業総合研究所所長、農林水産技術会議会長、アジア経済研究所所長、農政審議会会長などを歴任され、財団法人農民教育協会(当時の経営母体)の初代会長を 35 年と長きにわたり務められた。生活改良普及員に関する記録には必ずお名前があるほど日本の農業と農村生活改善に尽力され、関係各所に大きな影響力を持たれていた。栄養士養成課程申請時の昭和 44 年は厚生省(現：厚生労働省)の中央医療審議会会長でもあったことで栄養士養成課程の設置に関する情報にも明かったことから短い期間でも申請手続きがスムーズにでき、生活改良普及員の養成も合わせながら教育できる体制を作り上げることにつながった。

長年にわたり農業と農村生活改善に尽力されたことにより、昭和 55 年に文化勲章を受章された。また、本校卒業式では現在も、最も成績優秀な卒業生に「東畑賞」を贈っている。

### 2. 初代科長 白田 喜代志 先生の業績

〔在職期間：昭和 23～58 年 (1948～1983 年)〕

白田 喜代志 先生〔管理栄養士〕は、生活栄養科開設時の昭和 45～53 年度の 9 年間科長を務められた(図 1)。昭和 28 年 8 月に栄養士、昭和 39 年 10 月に管理栄養士を取得されている(図 2.A)。昭和 16 年に義勇軍訓練所栄養講習を終了後、満州に渡り栄養係を務め、帰国後の昭和 18 年に指導員養成所栄養課、全国農業会高等農事講習所栄養課、鯉淵学園生活課栄養係を務められた。その後、昭和 26 年度の農村生活科開設時に教員として食物実習を担当されている。白田先生が生活改良普及員養成や農村生活における食生活分野に理解が深かったことと、管理栄養士を取得されたことにより栄養士養成課程設置への道が開かれたと言っても過言ではない。栄養士養成課程開設時の昭和 45 年には教授として栄養学研究室を主宰し、給食管理論、調理学を中心に栄養指導実習などの指導にあたり、昭和 58 年に退職されたのち名誉教授になられ、その後も本校栄養士養成に尽力された。

白田先生は、昭和 45 年開設の栄養士養成課程設置に向けた計画立案、認定取得のための折衝等に尽力された。昭和 49 年に完成した現在の調理実習室、

昭和54年に完成した給食管理実習室の設計・建設にも携わり、栄養士養成に必要な実習室の整備に努められた。

一方、昭和43年からは、日本栄養士会茨城県支部（現、(公社)茨城県栄養士会）の初代支部長として、栄養士の地位向上のための活動にも尽力された。また、長年にわたり栄養士会活動および栄養士養成に尽力されたことにより、平成元年に勲五等瑞宝章を受章された。

### 3. 第2代科長 <sup>ももたけ し の ぶ</sup> 百武志のぶ先生の業績

〔在職期間：昭和45～58年（1970～1983年）〕

百武志のぶ先生〔学士〕は、昭和54～57年度の4年間科長を務められた（図1）。家庭管理研究室を主宰し、家庭経営管理学、家族関係学などを担当された。著書に「これだけは身につけたい女性のエチケット百科：人づきあいを大切にしたいあなたへ」<sup>6)</sup>がある。

百武先生は、日本女子大学家政学部卒業後、農林省生活改善課研修指導官、岐阜女子大学助教授、星美学園短期大学教授を経て本校教授となられた。栄養士養成課程となった生活栄養科改組後も生活改良普及員養成を継続していた中で、栄養士と生活改良普及員の2つの国家資格を取得させるために尽力された。尚、百武先生の後任として、保田禮子先生が引続き科目を担当され、生活改良普及員の養成は平成16年度卒業生まで55年間続いた（図1）。

### 4. 第3代科長 <sup>かわい あきら</sup> 川井光先生の業績

〔在職期間：昭和45～平成19年（1970～2007年）〕

川井光先生〔学士〕は、昭和58～平成13年度の19年間科長を務められた（図1）。歴代科長の中で最長の任期である。川井先生は、昭和45年に茨城大学農学部農芸化学科を卒業後、講師として入職され、食品科学研究室を主宰し、食品化学、食品学実験、栄養学実験などを担当された。

昭和59年には玉川農協と共同で農家生活の改善についての研究に取り組まれていた。同年、校内で開催した農業関連団体や地域住民に向けた「くん鶏・ベーコン・ハムの加工」講習会の記録などから、農村や地域との繋がりを重視した活動をされており、「農家生活の見返しと豊かな生活実現の取り組み」<sup>7)</sup>でも報告されている。また、学生寮の共同生活を通して、協力して生活の場を整えることや正

しい食生活をすることに重きを置いた栄養士教育に注力されていた。前任者の百武先生同様、普及員資格取得の制度改正にも柔軟に対応しながら、生活改良普及員養成にも尽力された。さらに、前述のベーコン・ハムの加工に関する知識を活かし平成3年に完成した畜産加工実習室の設計等に携わられた。

### 5. 第4代科長 <sup>いりえ みやこ</sup> 入江三弥子先生の業績

〔在職期間：昭和50年～現職（1975年～）〕

入江三弥子先生〔管理栄養士、専門技術員〕は、平成14～20年度の7年間科長を務められた（図1）。本校生活栄養科（29期生）を卒業後、助手として入職され、初代科長の白田先生に師事された。また、白田先生が日本栄養士会茨城県支部長を務めた期間は、会の事務局員としても活動された。調理・食生活研究室を主宰し、給食管理学、調理学、調理学実習、食品加工学などを担当された。令和元年からは公益社団法人茨城県栄養士会会長として活動しながら、本校客員教授として調理学、食品加工学を担当されている。

科長としては、管理栄養士国家試験の受験対策も視野に入れた教員採用や新設科目「資格試験対策講座」の開講など、より高度な栄養士養成教育を目指した活動に注力された。4年制から2年制課程への移行時は、カリキュラムの大幅変更と教員配置、教育環境を整える為の活動に尽力された。生活改良普及員養成を閉じた後の栄養士養成課程の中で、管理栄養士国家試験受験資格取得を目的とした実務経験栄養士制度を立ち上げたことと、課外ではあるがホームヘルパー資格取得のための介護職員初任者研修を企画・運営された。また、平成24年度からの5年間は副学園長として学校運営にも尽力された。

### 6. 第5代科長 <sup>こばやし ひでゆき</sup> 小林秀行先生の業績

〔在職期間：平成20年～現職（2008年～）〕

小林秀行先生〔農学博士〕は、平成21～23年度の3年間科長を務められた（図1）。昭和47年に明治大学農学部農芸化学科を卒業、昭和49年に東京教育大学農学部研修生を修了され、昭和61年に筑波大学にて博士号を取得されている。筑波大学応用生物科学系助手、農林水産省食品総合研究所室長、食品総合研究所食品バイオテクノロジー研究領域長などを経て、本校の教授として入職された。川井先生の後任として、食品科学研究室を主宰し、化学、

食品学、食品学実験、食品加工学などを担当するほか、現在は教務委員長として全学の教育改革に尽力されている。科長在任期間は短いものの 4 年制と 2 年制課程の二つのカリキュラムを同時開講していた時期であり、教職員としては同じ科目名でも質の異なる教育内容やスピードに戸惑い、学生は生活面の変更等に混乱している中で栄養士養成のルールに沿った調整をしながら学科運営をされた。

## 7. 第 6 代科長 のぐち たかひこ 野口 貴彦 先生の業績

〔在職期間：平成 11 年～現職（2003 年～）〕

現科長の野口 貴彦 先生〔博士（農学）〕は、2 年制課程のみとなった平成 24 年度に就任された（図 1）。茨城大学大学院農学研究科資源生物化学専攻を修了後、八江農芸株式会社研究員を経て、平成 11 年 3 月に講師として入職された。平成 21 年 3 月には東京農工大学大学院連合農学研究科生物工学専攻を修了され博士号を取得されている。生化学研究室を主宰し、生物、生化学、食品衛生学、食品衛生学実験などを担当されている。

科長としては、新たな栄養士養成の実現に向け様々な課題に取り組まれている。就任当初は 4 年制課程から 2 年制課程へのカリキュラム改革において十分に改編できていなかった問題の改善に取り組み、現在に繋がるカリキュラムの基礎を築かれた<sup>8)</sup>。さらに当時の入学生において基礎学力の低下が問題になっており、基礎学力の向上（リメディアル教育）を目指す指導体制を確立するため、平成 28 年度に「教育・研究チーム（初代チームリーダー：野口）」を立ち上げ組織的な指導を開始された。同時に学生へのキャリア教育の充実と就職情報の一元管理を目指し「キャリア教育チーム（初代チームリーダー：浅津）」も立ち上げ組織的な指導を開始された。平成 30 年は、教育・研究チームの新たな取り組みとして、自ら積極的に課題に取り組める人材の養成を目標に「アクティブ・ラーニング」を導入し、またキャリア教育チームの新たな取り組みとして、調理技術の向上を目標に「調理技術検定」を導入された。令和元年には、栄養士養成教育の更なる充実を図るため外部有識者を加えた「教育課程編成委員会」が設置され、その中で「献立対応能力」をこれからの栄養士に必要な能力と定め、その指導方法等について検討を始められた。更に令和 2 年度には、これまでの本校における栄養士養成教育の評価とこれから

の栄養士教育はどうあるべきかを議論する目的で食品栄養科「Next 50 プロジェクト」を立ち上げられている。食品栄養科は、栄養士養成教育の充実に向けた取り組みやこれまでの企業連携等が評価され文部科学省から「職業実践専門課程」の認定（令和 2 年）を受けている。

## IV 栄養士養成における次の 50 年を目指して

本校の栄養士養成は、農村生活改善の普及事業を担う生活改良普及員の養成から始まり、社会の変化に伴い栄養士の養成へ移行した。3 年制から 4 年制課程への改組は農業改良助長法の改正に伴う改良普及員資格取得制度の変更が主な理由であった。その後、「栄養士」資格取得へ特化し、現在の 2 年制課程「食品栄養科」へと移行した。一般社団法人栄養士養成施設協会の「栄養士の未来を考える会」は 2020 年に、栄養士の社会的認知に関する問題点として「免許取得者の半数しか栄養士業務に就労しない」こと<sup>9)</sup>を報告しているが、食品栄養科卒業生の栄養士就職率は、直近 3 年間で平均 92.9 % であり比較的良好な状態であることがわかる（平成 30 年度卒 96.6 %、令和元年度卒 93.8 %、令和 2 年度卒 88.2 %）。それに対し入学生数は、直近 3 年間で平均 24 名（充足率 60.0 %）であるため大きな課題である（平成 31 年度 20 名・50.0 %、令和 2 年度 20 名・50.0 %、令和 3 年度 32 名・80.0 %）。引続き「栄養士」が魅力的な仕事であり、人々の食生活の改善や社会生活の基盤でもある病院・福祉施設・学校・保育園などの給食の現場で活躍する大切な存在であることを社会に向けて発信すること、そして本科の栄養士養成教育をさらに充実させることが重要な課題である。

わが国の人口動態を見ると、高齢化率は 28.8 % であり、今後も拡大傾向が続き 2065 年には 38.4 % に達すると推計されている<sup>10)</sup>。よって、今後さらに病院や高齢者施設で給食提供ができる人材（栄養士）が必要となることが期待できる。現在、本科への栄養士求人数はここ数年定員の 2.5 倍に達していることから専門学校（2 年制養成課程）卒業の栄養士が社会から求められていることがわかる。一方、茨城県の 18 歳人口の減少率は 15～20 %（平成 30 年～令和 12 年の 12 年間減少率）と予測されており、まだまだ学生募集にとっては困難な状況が続くと考えられている。しかし、食品栄養科（2 年制）

改組後は、社会人経験者の入学が増えており近年では定員の約10%前後となっている。令和3年10月には厚生労働省より「専門実践教育訓練講座」の指定を受けたことも追い風となり今後も社会人経験者の入学が期待できる。これらのことから本科が今後取り組むべきことは、「就業先としてさらに増える病院や高齢者施設で給食提供ができる人材を育てること」と、「様々な年齢層が学びやすい学生生活を含めた環境の整備」であると考えている。

令和3年度から本科は、養成する栄養士の重要な能力を「献立対応能力」と定め、対策・指導を開始させた。その強化の重点ポイントとして、「献立作成能力（栄養事務全般）」と「献立を理解した調理技術（食品の選び方、衛生管理、調理、量的把握、記録）」のほか、「チームワーク（コミュニケーション力）を重視し安全でおいしい給食提供ができる力を身につけさせること」と定めた。それらを実現させるため、教職員において教育・指導の質を高めること、教職員間の学生に対する指導・学生の理解度・学生の調理技術レベルを共有し連携することに取り組み始めた。学生への全体指導と個別指導をうまく連動させながら、自信を持って就業できる栄養士を育てていきたい。

社会の情勢はこれまでの50年間と同様、今後も変化していくと想像できる。この変化に柔軟に対応しながら「長く栄養士活動ができる社会人を育てる」という意識を持ち、次の50年に向けて社会に求められる栄養士養成をしていきたい。

## V 謝辞

本校の栄養士養成教育が50年もの間継続できた

のは、東畑会長、初代白田科長をはじめ歴代科長の皆様方のご尽力の賜物です。改めてここに感謝申し上げます。また、入江三弥子先生には、この30年間社会情勢と本校経営の変化に対応することに常に不安を抱いていた筆者を叱咤激励しながら導いてくださり、また、本稿の執筆に当たって振り返り作業を共にして頂きましたこと、深く感謝申し上げます。

## VI 引用文献

- 1) 五十年史編集委員会 (1996), 鯉淵学園五十年史. 五十周年記念事業実行委員会, 茨城県.
- 2) 昭和45年 栄養士養成施設指定申請書 (1970), 鯉淵学園, 茨城県.
- 3) 昭和61年 栄養士養成施設の内容変更承認申請書 (1986), 鯉淵学園, 茨城県.
- 4) 平成7年 栄養士養成施設の内容変更承認申請書 (1995), 鯉淵学園, 茨城県.
- 5) 平成21年 栄養士養成施設の内容変更承認申請書 (2009), 鯉淵学園農業栄養専門学校, 茨城県水戸市.
- 6) 大和マサノ, 百武志のぶ (1985), これだけは身につけたい女性のエチケット百科: 人づきあいを大切にしたいあなたへ. 株式会社教育出版センター, 徳島県徳島市.
- 7) 川井 光, 入江三弥子 (1984), 農家生活の見返しと豊かな生活実現の取り組み. 農村生活研究 28(2): 22-28.
- 8) 平成29年 栄養士養成施設の内容変更承認申請書 (2017), 鯉淵学園農業栄養専門学校, 茨城県水戸市.
- 9) 栄養士の未来を考える会特集 (2020), 全栄協月報 714(追補): p.14.
- 10) 総務省 (2021), 令和3年版高齢社会白書 (全体版), 第1章 高齢化の状況, 第1節 高齢化の状況, 高齢化の状況と将来像. [[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/pdf/1s1s\\_01.pdf](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf)] (参照 2022-1-4).

## 鯉淵学園 教育研究報告 編集規程

制定 平成7年4月1日

第1条 鯉淵学園農業栄養専門学校（以下、「本学園」という。）は、本学園職員等の教育・研究の成果その他を公表するため、鯉淵学園 教育研究報告（以下、「報告」という。）を年1回発行する。

第2条 本学園に報告編集委員会（以下、「委員会」という。）を置く。

第3条 委員会は、学園長が指名する編集委員長1名と編集委員若干名及び編集幹事長1名と編集幹事若干名をもって構成する。

第4条 委員会の構成員の任期は3年とする。ただし重任を妨げない。

第5条 委員会は次の各号を行う。

- (1) 報告の編集計画及び執筆の依頼
- (2) 投稿論文の審査の依頼
- (3) 投稿論文の掲載可否の審議

第6条 委員会は編集委員長が招集し、議長は編集委員長がこれにあたる。編集委員長事故ある時は、予め編集委員長が指名した委員がこれに当たる。

第7条 委員会は委員の過半数を持って成立し、議事は出席委員の過半数の同意を持って決する。可否同数の場合は議長がこれを決する。

第8条 編集幹事長及び編集幹事は、報告の印刷・発行・配布などに関わる業務を行う。

第9条 報告の投稿規程は別に定める。

第10条 この規程の改正は、教授会の審議を経て、学園長が行う。

### 附 則

- 1 この規程の改正は、令和元年11月1日より施行する。

## 鯉淵学園 教育研究報告 投稿規程

制定 平成7年4月1日

第1条 投稿者は鯉淵学園農業栄養専門学校（以下、「本学園」という。）の現・旧職員（非常勤講師を含む）、学生・同窓生を原則とするが、編集委員会からの依頼原稿についてはこの限りではない。

第2条 本誌には以下の項目を掲載する。

- (1) 農業・環境・食物と栄養及び関係領域に関する研究報告、調査報告
- (2) 農業・環境・食物と栄養及び関係領域に関する解説、総説、随想
- (3) 本学園に関する広報

第3条 研究報告と調査報告は、未発表のものに限る。

第4条 投稿原稿は掲載可能かどうか審査されるが、最終的な採否は編集委員会が決する。編集委員会は、投稿原稿につき訂正を求めることができる。

第5条 本誌の発行は年1回で3月とし、投稿締め切りは10月31日とする。投稿原稿は鯉淵学園教育研究報告編集委員長（〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965 鯉淵学園農業栄養専門学校）あて提出もしくは送付する。

第6条 投稿原稿は執筆要領に準じて執筆されたものとする。

第7条 著者校正は原則として初校だけとし、校正は誤植の訂正だけにとどめ、内容の変更は認めない。

第8条 別刷を希望する場合は、著者負担とする。

### 附 則

- 1 この規程の改正は、令和元年11月1日より施行する。

## 鯉淵学園 教育研究報告 執筆要領 (令和4年3月版)

1. 論文の文字数は、16,000字以内とし、図表を含めて原則として刷り上がり10頁以内(1頁は1,600字程度)とする。
2. 投稿原稿の本文は、Office「Word」(Microsoft社製)で作成する(テキストデータに互換性があるものは可)。A4判の縦置き横書きとし、40字×40行で作成する。フォントは、MS明朝体11ポイントとする。英字・アラビア数字は、Times New Romanを使う。余白は、上・下25mm、左・右25mmとする。原稿用紙には通し番号を付け、用紙右上隅に著者名を書く(ヘッダーを使用)。図・表の作成は、Office「PowerPoint」または「Excel」(Microsoft社製)で作成する。
3. 論文は、Wordファイルを電子メールに添付し提出する(指定されたメールアドレスに送信する)。図・表は、PowerPoint(またはExcel)ファイルを電子メールに添付し提出する。図・表をPowerPoint(またはExcel)以外のソフトで作成した場合は、PDFファイルとして提出する(PDFファイルでの提出が困難な場合は、A4判用紙に印刷した物の提出も可)。ファイル名は、次の通りとする。  
＜ファイル名の例＞
  - 22 鯉淵太郎\_〇〇に関する研究(本文).docx
  - 22 鯉淵太郎\_〇〇に関する研究(図表).pptx
  - 22 鯉淵太郎\_〇〇に関する研究(図表).pdf[西暦の下2けた、著者名(代表者のみ)、アンダーバー、タイトル(本文または図表)、拡張子]
4. 原稿は、和文で口語体とする。特殊な用語以外は原則として常用漢字を使用する。動植物名、外来語、外国の地名、人名(原語によらない場合は、カタカナを用いる)。
5. 学術用語・専門用語は、各学会の用語集のほか、それぞれの専門分野の使用法に準ずる。
6. 本文の書き出しおよび改行の場合は、1マスあける。符号見出し番号と本文の間も1マスあける。句読点は〔,。〕を用いる。本文中の項目が変わる時は1行あけて次の見出しを書く。ただし細分化された小見出しは、この限りではない。見出しには1行あてる。
7. 単位は、SI基本単位を用いる。
8. 投稿原稿は、次の通りにする。  
原稿1 ページ目には、投稿する論文の種別(総説、報文など)、表題、著者名、所属とその住所を記載する。  
原稿2 ページ目から本文として、自然科学分野の研究報告および調査報告は、緒言(はじめに)、本論、結論、引用・参考文献、摘要(要旨)の順序を基本とする。各種解説・総説・随想その他は自由とする。謝辞は結論の後に入れる。
9. 本文の見出し、小見出しのランクは次のようにする。  
I, 1., (1), 1), ①
10. 引用文献〔参考文献〕は、引用順に配列し、通し番号を付す。  
文献は次のように記す。欧文雑誌名は、略記し(各学会等で略記しないことが通例である雑誌についてはそれに従う)、イタリック表記とする。和文雑誌名は、略記・イタリック表記しない。
  - 1) 雑誌引用の場合  
著者名(発行年・西暦)、表題. 雑誌名 巻(号): 頁. [例 1 (2): 3-8]  
雑誌が電子ジャーナルの場合は、前述の書誌要素に加えDOI(Digital Object Identifier)を頁に続けて記す。  
頁付けがない電子ジャーナルの場合は、頁に替えて論文番号を記す。
  - 2) 単行本引用の場合  
著者名(発行年・西暦)、書名 引用頁 [例 pp. 5-15], 発行所, 所在地.
  - 3) 編著本引用の場合  
著者名(発行年・西暦)、表題. 引用頁 [例 pp. 5-15], 書名 [編者名], 発行所, 所在地.
  - 4) 資料等引用の場合  
資料名(発行年・西暦)、引用頁 [例 p. 5], 発行所, 所在地.
  - 5) インターネット上の文献等引用の場合  
著者名または発信者(掲載年・西暦)、表題. [URL] (アクセス日・参照西暦-月-日).  
\*電子ジャーナルを引用する場合は、「1) 雑誌引用の場合」を参照すること。
  - 6) 通知引用の場合  
発信者(通知年・西暦)、項目名, 通知日, 文書番号.
11. 本文中の文献引用箇所(文献番号を肩付き片括弧〔例 1〕)で示す。
12. 表・図(写真を含む)は、次の通りとする。
  - 1) 表と図の重複は避ける。
  - 2) 表・図は、本文中に書き込まない。表はA4判用紙に1表ずつ書く。図は、A4判用紙に1図ずつ書き、欄外に希望縮尺比等の指示事項を記す。図の説明は、図に近づき過ぎないように注意し、用紙の下部に書く。
  - 3) 表・図は、一括して原稿末尾に表、図の順に添付し、本文に続く通し番号を付し、用紙右上に著者名を書く。
  - 4) 表・図の本文中への挿入箇所は、原稿用紙の当該位置の右欄外に表・図の各番号を朱書して示す。
  - 5) 表・図は、表1、図1のように記し、題名は表では表の上に、図では図の下に記す。
  - 6) カラー印刷は、著者の実費負担とする。

## 鯉淵学園 教育研究報告 編集委員

委員長 野口 貴彦 (生化学)  
委員 前嶋 智 (作物保護)  
委員 浅津 竜子 (給食管理学)  
幹事長 平澤 朋美 (有機野菜)  
幹事 長谷川 陽子 (臨床栄養学)

### 編集後記

「令和」の幕開けとともに本校教職員の教育・研究水準の更なる向上を目指し、休刊中であった「教育研究報告」を再発行する気運が高まった。その再発行を最重要課題として編集委員会が組織され、委員長の大役を仰せつかることとなった。委員長の任に就いた3年間を振り返ると、常に新型コロナウイルス感染症対策の問題が付きまとい、教育・研究活動が思うように進められない中での編集作業であったように思う。その様な状況にあっても本校教職員の教育・研究に対する熱意と編集委員会及び関係各位のご協力により3年の任期を無事全うでき、第32号を発行できたことに心から感謝申し上げる。

「教育研究報告 第32号」には、総説：1報、報文：3報、事例報告：1報、解説：1報、随想：1報の計7報の論文が掲載できた。7報の掲載は、再発行後（第30号：4報、第31号：5報）で最多となり、誌面の充実を実感できた。そして、第30～32号の発行により、「教育研究報告」が目指すべき基本形を整えることができた。今後は更なる掲載論文の質・量の充実を目指し、次号の発行に向けた新たな取り組みを期待する。そのためにはこれまで以上の本校における教育・研究活動の発展が重要であり、引き続き教職員各位の積極的な取り組みとご協力をお願いしたい。

(編集委員会委員長 野口 貴彦)

---

---

## 鯉淵学園 教育研究報告 (略称：鯉淵研報) 第32号

発行日 2022 (令和4) 年3月31日  
編集人 野口 貴彦  
発行所 鯉淵学園農業栄養専門学校  
学園長：島崎 弘幸  
〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965  
電話 029-259-2811 FAX 029-259-6965  
<https://www.koibuchi.ac.jp/>  
印刷所 茨城県水戸市松が丘 2-3-23  
佐藤印刷株式会社 (電話 029-251-1212)

---

---

公益財団法人 農民教育協会



# 鯉淵学園農業栄養専門学校

アグリビジネス科

◎園芸 総合コース  
◎畜産コース  
◎国際農業コース

食品栄養科