

鯉淵学園 教育研究報告



巻頭のことば

第30号の刊行にあたって 学園長 島崎 弘幸 1

<報 文>

鯉淵学園農業栄養専門学校における原価計算の教授法についての一研究

～プロジェクト学習の事例から～

..... 児島 記代 3

サルコペニアの簡易診断基準に関する一考察

～地域住民を対象とした調査より～

..... 長谷川 陽子・宇佐美 晶子・若林 陽子 11

Characterization of Manganese Peroxidase from *Pholiota aurevella*

..... Hideyuki KOBAYASHI 16

国産鶏肉需要の特色と役割

～鶏肉需要を魚需要との比較により分析する～

..... 長谷川 量平 23

鯉淵学園農業栄養専門学校

第 30 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 30 号という節目の刊行に学園長として巻頭言の書けることを光栄に思います。本学に赴任して、まだ 10 か月しか過ぎていないのですが、先生方の熱い思いを酌んで、しばらく休刊していた本誌を再び世に問うことに致しました。

本学の創立は昭和 20 年 (1945) ですが、学校のルーツは、第二次世界大戦前の満蒙開拓民の農業指導者を育成する公的教育機関にまで遡ります。学校の歴史は古く、今も学校の周囲には広大な、農地、果樹園、グラウンド、森に囲まれた学生寮などが受け継がれています。ただ、70 年を超える古い学校であるだけに、ともすれば古い習慣や伝統を引きずることもあります。私どもは、現在、新しい学校づくり、時代の最先端を目指す農業と栄養の教育システム作りや、研究活動を推進しています。本誌もその一環として、新しい視点で取り組むものです。教員の日頃の献身的な教育活動、研究活動、研鑽なくして、このような学術雑誌を刊行できるはずはありません。このことも学園長として誇りに思うことの一つです。

第 30 号は、4 編の論文が編集委員会の査読を経て掲載されています。その一遍一編の論文を学園長として自信をもって、皆様の下に送り出すことができます。

児島論文は、会社経営では当然のように行われる原価計算が、農業経営では一般に行われていない、その原因と難しさについて教育活動を通して学生と共に挑戦した結果をまとめたものです。計画的な農業経営に農業原価計算は必要ですが、季節や天候による労働時間の変化、収穫量の変化、あるいは肥料、農薬、農耕機器など、現場での臨機応変な対応による農業原価計算の難しさについて、種まきから収穫まで、すべての過程を記録し体験してまとめた論文です。

長谷川 (陽) 論文は、栄養学の視点から高齢者の増加で社会的問題となっているサルコペニアの簡易的な診断について、本学の学園祭に参加した近隣住

民の皆様を対象として測定した結果をまとめています。特定健康診断を受ける年齢である 40 歳以上 76 名を対象に調査したとき、正常と診断されたのは全体の 84% であり、サルコペニアは 2.6% (2 名) でした。有病率や職業別、特に 65 歳以上では、日頃の生活習慣、日常的な農作業の有無など、まだ調査すべき課題は多いのですが、簡易的なサルコペニアの診断方法として利用可能であり、今後の継続的な調査・研究が期待できる論文です。

KOBAYASHI 論文は、ヌメリスギタケモドキ (*Pholiota aurevella*) から抽出したマンガンペルオキシダーゼ (過酸化水素を水に変換する酵素) の酵素特性を調べたものです。その特徴として、キノコに含まれる酵素としては、自然界の気温よりも高い温度 (45℃) で活性を持つことや、塩濃度の高い条件下でも高い酵素活性を維持することなど、興味深い性質を見出しました。将来的にはこの酵素を用いて、海水中の環境汚染物質の酵素分解等にも役立つかも知れません。著者は国際学術誌にも多くの論文を発表しており、その実力の下に、分かりやすく、読みやすい英語論文にまとめています。

長谷川 (量) 論文は、1990 年ころをピークに、我が国での魚介類の漁獲高が急激に減少し、日本人一人当たりの消費量も低下している現実を受け、著者は国民一人当たりに必要なたんぱく質の摂取量を確保するためには、減少する魚介類に代えて、鶏肉が利用できるという仮説の下、その可能性を調査しました。魚介類の摂取量は高齢者で多いのですが、若年層では逆に鶏肉が好まれる傾向が分かりました。鶏肉を好む若年層の増加や、社会構造の変化に伴い、今後、我が国では鶏肉の利用が多くなるものと指摘する興味深い論文です。

謝 辞

当該論文集の発行費用の一部はイセ食品(株)の本校への寄付による。付記して感謝する。各論文には公表すべき利益相反はない。

鯉淵学園農業栄養専門学校における 原価計算の教授法についての一研究

～プロジェクト学習指導の事例から～

児島 記代¹

¹ 鯉淵学園農業栄養専門学校 アグリビジネス科

(受付：2019年11月27日／受理：2020年1月8日)

摘要：農業において原価計算を適用することは困難であるとの意見は多い。その理由としては、農業原価計算が生物を対象としていること、季節や天候による収量、労働時間の偏りが大きいこと、農業の担い手が小規模な家族経営が多いことなどが挙げられる。本論は、鯉淵学園農業栄養専門学校のプロジェクト学習において、農産物の原価計算を研究テーマに選んだ学生の取組みと担当教員の指導を振り返り、改善点を見出すことを目的としている。とくに、農業原価計算の最大の課題である実現可能性を模索する観点から成果をまとめ、報告する。

キーワード：管理会計、農業原価計算、個別原価計算、総合原価計算、仕損費、プロジェクト学習、教授法

I はじめに

企業会計は大きく財務会計と管理会計とに分類される。財務会計は企業の利害関係者に対して財務諸表を作成することで会計報告を行うための会計である。その機能から、外部報告会計ともよばれる。一方、管理会計は企業内部の各階層の経営管理者のために企業の経済活動を測定し伝達する会計である。財務会計は制度会計であるが、管理会計は制度会計ではないという違いがある。原価計算は管理会計のために必要な資料を提供するものである^(注1)。原価計算の主目的の一つは経営管理であるが、具体的には原価管理、予算管理、製品の販売価格の決定および経営の基本計画の策定に貢献する。原価計算はコストに着目すると過去の実績を表すが、利益に着目すると将来の計画を可視化できる。原価計算を含む管理会計は、経営上の問題を解決するために経営者が自由に組み立て得るものである。

次に、農業において原価計算を活用することは現実的な選択であるかを検討したい。私は以前から、

農業において原価計算を活用することは、効率的な経営を試みるうえで欠かせないものであるし、今後はますます重要性が高まっていくものであると主張してきた。しかし、農業において原価計算を適用するのは困難であるとの意見も多い。原価計算は、一般には製造業における製品製造活動の原価計算を意味する。しかし、現在では様々な業界で広く利用されており、業種に関しても製造活動に限らず販売活動や一般管理活動などで活用されている。そのような中で、なぜ、農業だけが原価計算を適用するのが難しいといわれるのだろうか。その要因は以下の三点に集約できる。

第一に、農業原価計算が動植物などの生物を対象にしている、という点である。たとえば、成長過程の作物や家畜の評価と記帳は農業会計に特有のものである。第二に、農業は季節に制約される生産であることから、時期による労働量の偏りが大きいという点が挙げられる。また、収量や利益がその年の天候に左右されやすいという特徴もある。第三に、農業の担い手は依然として小規模な家族経営が多い、という点である。この事実も農業において簿記や原

¹ 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

(注1) 原価計算は、財務会計制度と結びついた原価計算と、財務会計制度とは関連を持たず特別な目的のために行う原価計算とがある。本論においては後者の意味での原価計算である。

価計算の普及が難しい原因の一つである。もちろん、近年では若手の農業者による企業的な農業経営も少なくない。このことは私が本学に赴任して実感していることである。

本論は、難しいとされる農業原価計算の取り組みを教育の現場で実際に指導することから得られた成果について実現可能性を模索する観点から論じるものである。私は昨年、本学に赴任し、現在1名の学生プロジェクト学習の指導を担当している。まだ赴任して日も浅く、ゼミにおける指導方法に迷うこともあるが、この間に取り組んできたプロジェクト学習の軌跡を報告することとする。

II プロジェクト学習指導の事例

1. プロジェクト学習の概要

本論は、プロジェクト学習において原価計算をテーマに選んだ学生の取り組みをつまびらかにし、それに対して担当教員がどのように指導したかを振り返り、改善点を見出すことを主題としている。まずは、学生の研究動機を明らかにし、プロジェクト学習の概要をまとめることとする。

初回のゼミの際に、「どのような研究をしたいか」という問いに対して、「これまでに簿記・会計の学習経験がないが、農業においてマネジメントをする仕事に興味がある」という趣旨の発言が学生からあった。そこで、しばらくは会計の基本についての講義を行った。会計には財務会計と管理会計があることを説明し、学生の関心は管理会計に関することであることを指摘し、それを学習してみてはどうかと提案した。その後は、管理会計の講義を行いつつ、プロジェクト学習の具体的な計画を考えるように促した結果、原価計算を活用した研究を行うことに決定した。圃場で作物を栽培し、その過程を記録

して、原価管理を行う目的で原価計算を活用するというものである。

具体的な栽培計画を立てるという段になっていくつかの困難があった。作目は何にするか、品種はどんな観点で選択するのが妥当か、栽培の方法はどうか（肥料、農薬、ネットの使用、露地栽培か、等）。これらについては、副指導教員に指導を仰いだ。その結果、「II 2. 実験の実施方法と日程」に記述する実験方法となった。なお、本論で報告する実験内容は2回目のものである。1回目の実験は昨年秋から冬にかけて行われたが、キャベツが上手く結球せずに収穫まで到達できなかった。そして、現時点（2019年8月8日現在）において3回目の実験を準備中である。3回目の実験ではキャベツの品種を変更し、前回の経験により様々な改善点が学生本人から挙げられており、それらの点も踏まえて改善する計画である。

そして、一点先に述べておきたいことがある。私が指導を行うにあたって重視したことは実現可能性の観点を持つことである。「I はじめに」で述べたように、農業において原価計算がなじまないといわれてきた主な理由は、それが現場において現実的な手段として認められていないことにある。私が学園に赴任して二年目の夏を迎えたが、そのたった二年間においても天候の条件が大きく異なり、原価計算ではスタンダードな「標準」の考え方を適用するのは困難だという印象を持った。したがって、原価管理を行うには日々の記録を正確に取ることが重要であることを学生に伝え、まずは実際原価をなるべく正確に算出することを目標とした。

2. 実験の実施方法と日程

(1) 実験方法

1) 供試作物

品種：富士早生、みさき

2種類のキャベツを3パターンに分けて栽培する。

2) 試験区の設定

対照区：農薬なし、ネットなし

試験区：a) 農薬散布あり（ディアナ 5,000 倍希釈、アドミックス 2mL / 10L）

b) ネット被覆

3) その他

播種 30 粒

表 1. プロジェクト学習研究テーマと研究の動機

学生氏名	神山 千聖
プロジェクト学習研究テーマ	キャベツの原価計算
研究の動機	農産物の原価計算に関心があり、キャベツの原価計算を研究テーマに選んだ。キャベツの栽培を行うにあたり、付加価値が高いものを作る努力をした方が良いか、それともコストを下げる努力をした方が良いか、どちらの選択がより自分にとって好ましいか知りたいと考えた。

各区・定植

畝幅：100cm

株間：50cm

2条植え

(2) 調査項目

調査項目は以下のように設定した。

- 1) 実験により栽培したキャベツの原価計算を行う。
- 2) 直売所「農の詩」における販売価格と原価の比較を行う。

(3) 実験の日程

実験の日程と作業工程は以下の表2の通りである。

表2. 日程と作業工程

日付	作業内容
2019年3月12日	播種
4月1日	植え替え
4月11日	マルチ張り
4月18日	定植
4月19日	定植
	ネット張り（試験区b）
5月9日	農薬散布（試験区a）
5月31日	除草
6月6日	収穫

3. 指導内容

(1) 原価計算方法の選択

製品別原価計算は大きく分けて個別原価計算と総合原価計算とがあるが、このプロジェクト学習では個別原価計算を採用している。一般には、個別原価計算は顧客の注文に応じて特定の製造を行うような個別受注生産形態の製造業で適用され、総合原価計算は同種の製品を大量生産する製造業で用いられる。農業原価計算においてどちらを適用するか検討する場合には、生産期間に着目する。今回の実験で栽培したキャベツのように耕種農業では、同一の農産物を大量に生産するが作付けから収穫までの1作ごとの生産期間が決まっており、加工進捗度による加工費の按分を行う必要がないので、個別原価計算を採用した。

(2) 栽培記録の取り方

キャベツの栽培計画、栽培に関しては、専門の先

生の指導のもとで学生が主体的に行い、それについての報告を受けるという形式で進行した。栽培計画、栽培過程において、私が学生に要求したことはすべてのデータを正確に記録することである。数カ月にわたる実験であることと、実験は1度だけではないため、記憶が曖昧になりやすいことから、記録を正確に取ることの重要性を強調した。具体的な記録内容は以下の通りである。

1) 材料費

材料費とは、物品の消費によって生じる原価である。農業においては、生産過程で消費され期末に在庫の棚卸しを行うもの、変動費としての性格を有するものを材料費として計上する。今回の実験のように耕種農業の場合は、種苗費、肥料費、農薬費、諸材料費がある。また、原価の発生が一定単位の製品の生成に関して直接的に認識されるかどうかによって直接材料費と間接材料費に分けられる。今回の実験においては、すべて直接材料費に該当するものとして扱う。

学生に対しては、使用した原材料はすべて記録を取ることを指示した（下記のパターンを使用）。種子、農薬などは写真を撮り、その総量と使用量を把握することも併せて指示した。

表3. 材料費の記録

日付	材料名	勘定科目	消費量	金額(円)
	みさき	種苗費	1袋90粒	360
	農薬 ディアナ	農薬費	2mL	
	農薬 アドミックス	農薬費	2mL	
	ネット	諸材料費	1.8m × 10m	1,350

2) 労務費

労務費とは、労務用役の消費によって生じる原価である。農業における労務費は賃金手当、雑給、賞与、法定福利費、福利厚生費、作業用衣料費などがある。就業規則等の定めに基づく退職金制度を導入している農業法人は退職給付引当金繰入額もここに含む。作業服等の購入費用については、一般の企業では福利厚生費に含めて処理するが、農業においては作業用衣料費として独立した勘定科目を用いることが多い。

今回の実験においては、実際に労務費が発生し

表 4. 労務費の記録

対照区

日付	製品番号	作業時間 (分)	単価 (円)	金額 (円)	備考欄
3月12日	対照区	5	849	70.75	播種
4月1日		30	849	424.5	植え替え
4月11日		10	849	141.5	マルチ張り
4月18日		43.33	849	613.12	定植
4月19日		15	849	212.25	定植
5月31日		23.33	849	330.12	除草
6月6日		40	849	566	収穫

試験区 a

日付	製品番号	作業時間 (分)	単価 (円)	金額 (円)	備考欄
3月12日	試験区 a	5	849	70.75	播種
4月1日		30	849	424.5	植え替え
4月11日		10	849	141.5	マルチ張り
4月18日		43.33	849	613.12	定植
4月19日		15	849	212.25	定植
5月9日		45	849	636.75	農薬散布
5月31日		23.33	849	330.12	除草
6月6日		40	849	566	収穫

試験区 b

日付	製品番号	作業時間 (分)	単価 (円)	金額 (円)	備考欄
3月12日	試験区 b	5	849	70.75	播種
4月1日		30	849	424.5	植え替え
4月11日		10	849	141.5	マルチ張り
4月18日		43.33	849	613.12	定植
4月19日		15 + 20	849	495.25	定植・ネット張り
5月31日		23.33	849	330.12	除草
6月6日		40	849	566	収穫

ているわけではないが、労務費が発生していると仮定して測定している。そのため、学生に対しては対照区、試験区ごとの作業時間を計測・記録することを指示している（上記のフォームを使用）。一般には、労務費は原価の発生が一定単位の製品の生成に関して直接的に認識されるかどうかによって直接労務費と間接労務費とに分けられる。しかし、今回の実験においては、栽培するのはキャベツのみであることと、学生の作業内容や作業に充てる時間を詳しくヒアリングした結果、直接労務費と間接労務費には分けずに、対照区と2つの試験区ごとに計測することとした。な

お、賃金手当の単価は茨城県の最低賃金を用いている^(注2)。

3) 経費

農業における経費には、農具費、修繕費、動力光熱費、減価償却費、地代賃借料などがある。そして、経費においても、原価の発生が一定単位の製品の生成に関して直接的に認識されるかによって直接経費と間接経費に分けられる。

今回の実験においては、経費に該当するものが水道料金のみであった。その水道料金についても、今回は計上を見送っている。その理由は、金額の算定が困難であったからである。学園全体で

(注2) 茨城県の最低賃金は、令和元年10月1日現在、厚生労働省茨城労働局労働基準部賃金室より公表されている値を用いている。

使用する水道料金の中で実験に使用した水量はかなり少量であり、厳密に算出すると労力が掛かり簡便的な方法として、計上をしないことを選択した。

4) 減損および仕損

減損とは、製品の生産過程に原材料が蒸発、粉散、ガス化、煙化などによって消滅することによる損失である。これについては、今回の実験においては発生していないので考慮しないこととする。次に、仕損についてであるが、これは幾分注意が必要となる。仕損とは、製品の生産過程でなんらかの原因によって生産に失敗し、一定の品質や規格に合わない不合格品が発生することをいい、この不合格品を仕損品という。仕損費は、その発生までにかかった原価から仕損品評価額を控除して計算される。ただし、これは総合原価計算のもとでの仕損費の算出方法である。総合原価計算の適用は、農業会計では、主に畜産農業を念頭に置いた方法であり、耕種農業で年1作の農産物は、個別原価計算を原則適用している。一般に、個別原価計算のもとでの仕損費の処理の仕方は二つの方法がある。補修を行う場合と代品を製造する場合である。一つ目の補修を行う場合は、補修を行うことによって仕損品を合格品にすることができる場合に適用される。補修にかかった原価を集計して仕損費とし、元の製造指図書に賦課する。二つ目の代品を製造する場合は、新たに製造指図書を発行することになる。この場合、旧製造指図書の原価すべてが仕損費であり、新製造指図書に賦課される。個別原価計算を適用するのは、高額なオーダーメイドなどの一点ものが多いという実態を鑑みれば当然このような処理になる。

今回の実験においては個別原価計算を適用しているが、明らかに一般的な例とは一線を画している。これまで耕種農業において個別原価計算を適用し、仕損費を計上するという事はほとんど考慮されてこなかった。したがって、今回は個別原価計算を適用しながらも、仕損費の計算においては総合原価計算のように良品である完成品に負担させる処理を行うこととした。完成品に限定しているのは、これが実験であることから、月末仕損品

が存在しないためである。

また、仕損には正常と異常という概念がある。農畜産物の加工にともなって仕損が生じる場合、その発生が避けることができないものを正常仕損という。その発生額は農畜産物を製造するために必要な原価であるとみなして、良品である完成品、期末仕掛品に負担させる。今回の実験では、期末仕掛品は発生しないため、完成品にのみ負担させることにする。

なお、仕損費はそれがいつ発生するかも重要な論点である。今回の実験における正常仕損費は、発生するタイミングが二点あった。一つ目は播種から育苗までの期間である。すべて同じようにプランターに播種したが、苗に育たないものがあった(①)。二つ目は、収穫時点である。虫食いがひどいものや腐っているものは出荷できる規格から外れてしまう(②)。このように意味合いの違う仕損費をどのように扱うかは今後さらに熟慮すべき課題である。今回は、この二種類の仕損費を分けて記載することとした。①の仕損費は表5、②の仕損費は表6に記載している^(注3)。

5) キャベツの市場価格調査

実験で栽培したキャベツの原価を市場価格と比較するために、キャベツの市場価格を調査することとした。調査方法は指定せず、学生の判断に任せた。学生が自ら本学の直売所「農の詩」におけるキャベツの販売価格を調べてきたため、その結果を表5に表示している。なお、実験で栽培したキャベツと直売所で販売されているキャベツを出来るだけ正確に比較するために、収穫時に対照区、試験区ごとにキャベツの重量を計測した。これも学生のアイデアである。この結果についても表5に記載している。

6) 集計・分析

栽培時に記録したデータを集計する原価計算表のフォームを提案し、これに実験結果をまとめるように指示した。それをもとに「ここからどんなことが分かるか」、「〇〇円の利益を得るためにはどのような生産活動と販売活動が必要か」、「次の実験時に品種、栽培方法など条件を変更したいところはるか」など話し合った。企業の継続的な

(注3) 表5と表6における仕損品について。表5の仕損品はプラントに播種したが、定植できなかった苗の数である。一方、表6の仕損品は収穫時に製品としての規格に達していないものの数である。

表 5. 実験で栽培したキャベツのサイズと比較すべき販売価格

キャベツのサイズ	S (～ 599g)	M (600 ～ 799g)	L (800 ～ 999g)	LL (1,000g ～)	仕損品①	合計
対照区	20	4	4	0	2	28
試験区 a	14	7	3	2	4	26
試験区 b	1	4	5	18	2	28
直売所「農の詩」 販売価格	100	120	140	150	—	—

表 6. 原価計算表

(単位：円)

		対照区	試験区 a	試験区 b
材料費	種苗費	120	120	120
	肥料費	—	—	—
	農薬費	—	74 (ディアナ 2mL, アドミックス 2mL)	—
	諸材料費 (ネット)	—	—	1,350 (1.8m × 10m)
労務費	労務費	1,226	1,438	1,194
経 費	水道光熱費	—	—	—
合計		1,346	1,632	2,664
単価 (28)		48.07 (1,346 ÷ 28)	58.29 (1,632 ÷ 28)	95.14 (2,664 ÷ 28)
仕損品②		3 個	1 個	—
単価 (25)		53.84 (1,346 ÷ 25)	65.28 (1,632 ÷ 25)	—

経営、発展を図るためには一定の利益を得るための活動計画が必要であるが、原価計算を用いて利益計画を策定することの有効性についても理解を深めた。

また、プロジェクト学習開始当初の学生の目標でもある原価管理の目的を満たすことができたかについても話し合った。原価計算には、製品をより安く効率的に製造するために必要な資料を提供するという機能がある。農企業がその目的を達成するためには「製品はいくらで製造すべきか」をあらかじめ定め、実際に製造に要した金額との比較をする。その差額の原因は何かを分析することが原価管理を行ううえで必要な作業である。今回のプロジェクト学習では、あらかじめ「製造すべき金額」を算出することはできなかったが、今後の課題として認識を共有した。

7) その他

プロジェクト学習の実験を始める際に「付加価値の高いキャベツを栽培したい」という学生の希望があった。そこで、付加価値とはどのようなものか考えてみるように促した。その結果、このプ

ロジェクト学習における付加価値は、キャベツ由来（品種）によるものと栽培方法によるものの二つが考えられたが、ここでは栽培方法によるものとした。

4. 実験結果と学生の考察

(1) 実験結果

富士早生は、栽培の途中でネットが剥がれ、虫が入ってしまったため、販売用の体裁ではほぼ収穫できなかった。そのため、今回は調査対象から外すことになった。したがって、以下は「みさき」の実験結果である。

対照区：農薬なし・ネットなし

ほとんどが虫食いの被害にあったため、食害された外葉を除去した結果、サイズが小さくなってしまった。

試験区 a：農薬あり・ネットなし

対照区と比較すると虫食い被害の程度は少なかったものの、外葉部は食害が見られ、廃棄するものもあった。

試験区 b：農薬なし・ネットあり

虫食いはなく、3区の中で最も出来栄が良かった。一つも廃棄しなかった。

(2) 学生の考察

実験の結果を分析して、そこからどのようなことが言えるかを学生と話し合った。その内容について以下にまとめている。

- 1) ネットや農薬を使用した栽培は、材料費が高くなるが仕損が少なく、安定した収量が見込めることが分かった。特に、「農薬なし・ネットあり」のキャベツは仕損品が少なく、最も好ましい結果となった。
- 2) 実際に原価計算を行い、原価管理や利益計画に必要な資料が作成できることを実感した。
- 3) 実験で計算した原価と直売所「農の詩」で販売されているキャベツの価格を比較した結果、もう少しコストを下げる工夫が必要だと思った。次回の実験では生産面で改善したい。改善点としては、以下のように考えた。

今回の実験では対照区（農薬なし・ネットなし）は虫食い被害が大きく外葉部を除去したためにキャベツが小さくなってしまい、同様の方法での栽培は難しいことが分かったので、次回は栽培方法を変更することとする。具体的には、「農薬あり・ネットなし」、「農薬なし・ネットあり」、「農薬あり・ネットあり」の3区で実験を行う。

- 4) 付加価値の高いキャベツの栽培と経営合理化を両立するには、どのような栽培方法が良いか実験結果をもとに今後の課題として考えたい。

5. 指導教員としての考察と改善点

今後、学生が農産物の原価計算を研究テーマに選択する場合に、さらに充実した内容にするために、指導内容を振り返り、改善すべき点を挙げることをとする。

第一に、材料費についてである。材料費の取り扱いを実務に近づけるにはどのようにすればよいか。材料費は製品の製造のために消費される物品のことである。本来の材料費会計においては、材料の購入手続きから材料の消費手続きが一連の流れとして記帳される。しかし、今回のプロジェクト学習ではそれらの記帳手続きは行われていない。学生は、栽培

方法や農薬の散布量などを担当の先生に教えてもらい、必要な分量を農場の倉庫などから分けてもらい使用している。したがって、棚卸資産は存在しないことになる。今後、さらに実務に近い原価計算を学習するのであれば、疑似的に材料の受入・払出の手順を踏むように指導したいと考える。原材料の消費量の計算方法には継続記録法と棚卸計算法があるが、学生が自ら実施すれば理解が深まるはずである。さらに、可能であれば消費価格の計算も行いたい。材料の消費価格は、原則として購入原価をもって計算する。購入原価は、同種材料でも異なることがあるため、異なる場合の消費価格の計算方法を学習してもらいたい。具体的には、先入先出法、移動平均法、総平均法、個別法、最終仕入原価法などがあるが、それぞれの特徴を理解したうえで、選択し、計算する。これらを行うことにより材料の棚卸減耗費の計算も違和感なく実施できる。棚卸減耗とは、材料の保管中になんらかの原因によって数量が減少することをいい、その損失を棚卸減耗費という。棚卸減耗費は、継続記録法で記録することで帳簿棚卸高と実地棚卸高の差額で求められる。

第二に、仕損品と仕損費の考え方である。仕損については岡本（2000）においても「総合原価計算をいちじるしく複雑にする要因の1つ」^(注4)と記述されている通り難しい論点である。今回の原価計算は、キャベツの栽培を扱うものであり、同一の品質標準のキャベツを大量生産するというものである。通常は大量生産品を扱うので総合原価計算が適用されるが、農業においては先述の通り年1作の場合は個別原価計算を適用する。しかし、仕損の考え方については実態を考慮して総合原価計算の方法を踏襲することとした。仕損品の発生に関してもプランターに播種した後、定植前に廃棄されたものと収穫時に虫食いがひどく製品の基準に満たないと判断されたものの二種類があった。実務であれば、完成品と期末仕掛品が発生するはずであるが、今回はすべて完成品になるように栽培している。仕損が生産のどの時点で発生したかは、原価計算にとって正確性を追求する上で重要な論点であるため、今後はあらかじめどのような処理をするのが適当かを検討したい。また、仕損には正常発生か異常発生かの判断も重要である。今回はすべて正常発生として処理することと

(注4) 岡本清（2000）『原価計算』六訂版 国元書房 p.288

したが、こちらでもあらかじめ正常と異常の線引きを何の基準で行うか検討すべきであろう。

第三に、その他の細かい問題点を挙げる。まず、労務費の測定についてである。労務費の測定は、試験区、対照区ともにそれぞれの作業時間を図ることとしており、これにより正確な管理ができるであろうと考えていた。しかし、実際には作業開始時と終了間際とでは段取りや手際の具合が異なっていた。それによる誤差が生じ、必ずしも正確とは言えない。次に、水道料金が計上できなかった問題がある。広大な学園の敷地の中で実験に使用した分の料金を割り出せなかった。学生にヒアリングしたところ、実際に使用した水の量は多くはないとのことであったが、今後はどのように扱うべきか検討が必要である。さらに、肥料費を計上することができなかった点がある。その理由としては、実験で使用する圃場は多くの学生が使用している圃場であり、自ら施肥しなくてもよい状態であったことがある。

これらの課題に対して改善策を検討し、今後のプロジェクト学習の指導に備えたい。

Ⅲ おわりに

イタリア・ヴェネツィアにおいて、1494年、ルカ・パチョーリが簿記の最古の書籍である「スヌマ」を出版した。簿記・会計が誕生してから、およそ500年の時が経過したことになる。簿記・会計は、商人たちの切実な要請に応えるべく誕生したものである。つまり、もともと会計は商人（経営者）のためのものであった。しかし、近代になると、企業は規模が大きくなり、貸借対照表の右下部分を形成する人々の性質が変化し、数も急速に増加した。それが意味することは、会計の主役が商人（経営者）から投資家に移るということである。その色彩は段々と濃くなりながら、現在もその流れの途中にある。そうした会計史の中で、経営者が自分たちのための会計をもう一度取り戻そうとして生まれたのが管理会計である。したがって、管理会計を学ぶという事は、経営者が自分を守る武器を手に入れるということである。

昨年、私は教育の現場に身を置く機会を得たので、学生に「なぜ会計を学ぶのか」を伝えたいと考

えてきた。本校の学生は、他分野の学生よりも将来、経営者を目指す人の割合が多く、会計を単なる学問としてではなく、実践的なツールとして捉えることができるのではないかと考えたからである。そして、それを上手く伝えることで学生の将来の選択肢が増えることを期待している。

今回、このように学生と共にプロジェクト学習を行い、それをまとめて報告する機会を得たことは誠に幸運なことであったと思う。本論の中でも述べたように、実験の内容については、必ずしも十分ではない部分があった。原価計算は経営の合理性を追求するために必要な資料を提供するが、同時に農業において合理性を追求することの難しさを感じざるを得ない。しかし、実際に学生が実験を行って、その分析を行うという事は、明らかに実感を伴っていて、机上の計算とは違うものである。最初は頼りなさげに見えた学生から「次の実験ではもっと改善したいことがある」という発言を聞くと、プロジェクト学習の時間は能動的な学習の場であると確信した。今後も機会があれば、またプロジェクト学習で学生と共に原価計算の研究を行っていきたい。

神山さんがプレゼントしてくれた採れたてのキャベツの味は最高に美味しく、とても幸せな気持ちにさせてくれた。

Ⅳ 謝 辞

この研究報告を執筆するにあたり多くの方の協力を賜った。とくに、学生の神山さんはこのプロジェクト学習の主役であり、共に多くの時間を研究室で過ごした。彼女の努力がなければこの研究報告は作成できなかった。また、このプロジェクト学習の副指導教員で有機農業の専門家である平澤先生には多くの助言を頂戴した。厚く御礼申し上げる。

Ⅴ 参考文献

1. 阿部亮耳 (1974)『農業財務会計論』明文書房
2. 岡本清 (2000)『原価計算』六訂版 国元書房
3. 加用信文 (1976)『農畜産物生産論』楽書房
4. 佐藤正雄 (2007)『現代原価会計論—原価の計算と記帳の仕組み—』多賀出版

サルコペニアの簡易診断基準に関する一考察

～地域住民を対象とした調査より～

長谷川 陽子¹・宇佐美 晶子¹・若林 陽子¹

¹ 鯉淵学園農業栄養専門学校 食品栄養科

(受付：2019 年 12 月 2 日／受理：2020 年 1 月 8 日)

摘要：加齢に伴って骨格筋が減少するサルコペニアは、高齢者の日常生活動作（ADL）を低下させてしまい、健康寿命延伸の大きな障害となる。よって高齢者が地域で自立した生活を継続していくためにはサルコペニアを予防することが重要である。サルコペニアの診断は骨格筋測定のための機器が必要な場合が多いが、機器を使用しない簡易診断基準の有用性が示されれば、住民健診やイベント等での早期発見が可能となり、適切な時期に栄養指導を行うことで予防につなげることができる。そこで、一般地域住民が参加するイベントで簡易的な診断を試みたところ得られた結果はこれまで公表された研究データと相関があることが示された。本論文では、簡易的な診断基準がスクリーニングとして十分に活用できる結果が得られたので報告する。

キーワード：サルコペニア、フレイル、簡易診断基準、高齢者、地域住民

I はじめに

健康寿命とは、健康上の問題で日常生活を制限されることなく過ごせる期間のことを示している。厚生労働省が 2016 年に発表した統計によると、健康寿命と平均寿命との差が男性で 8.84 年、女性で 12.35 年の差がある。その差である不健康な期間は、医療や介護を必要とする期間であると考えられている。これから増々高齢化が進んでいくと医療や介護を必要とする人口の増加が予想され、医療費や介護給付費の消費が増大していくと考えられる。厚生労働省による将来推計では、団塊の世代（1947～1949 年頃に生まれた世代）がすべて後期高齢者に移行する 2025 年には、高齢化率は 30% となり、全高齢者数に占める後期高齢者の割合はおおよそ 6 割となると予想されている¹⁾。高齢者個々の生活の質を高め、社会保障費の軽減を図るために、我が国では健康寿命延伸のための様々な対策が進められている。

その中でも近年注目されているのが、Fried らが提唱する「フレイルティ（frailty: 虚弱）」である²⁾。フレイルティは高齢期に生理的予備能力が低下する

ことでストレスに対する脆弱性が亢進し、身体機能の低下、転倒、骨折や入院、要介護状態、死亡などのリスクを抱える状態であり、さらに認知機能障害やうつなどの精神・心理的問題、独居や経済的困窮などの社会的問題を表す概念である。フレイルティの日本語訳である“虚弱”は、加齢に伴って不可逆的に老い衰えた状態といった弱々しい印象を与えてきたため、日本老年学会フレイルワーキンググループより「フレイル」という言葉が提唱された³⁾。このフレイルを予防または改善することが健康寿命延伸には重要である。フレイルの要因の一つとしてサルコペニア（Sarcopenia）が挙げられる。サルコペニアとは「加齢に伴う筋力の低下、または老化に伴う筋量の減少」を指し、Rosenberg IH により提唱された概念で、ギリシャ語の sarx（筋肉）と penia（喪失）からなる造語である⁴⁾。サルコペニアは、加齢以外に明らかな原因が無く、生理的な骨格筋の減少による一次性サルコペニアと活動不足（寝たきり等）、疾患（重症臓器不全、悪性腫瘍、炎症性疾患等）、栄養不良（吸収不良、消化管疾患等による摂取不良）によって起こる二次性サルコペニアに大別される⁵⁾。一般的に、20 歳代と比較して 70 歳までに骨格筋面積は 25～30%、筋力は 30～40% 減少し、50 歳以降毎年 1～2% 程度筋肉量は減少する

¹ 〒 319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

と言われている⁶⁾。老化に伴う骨格筋量減少は、高齢者のADL（Activities of Daily Living：日常生活動作）を低下させ、健康寿命延伸の大きな障害となる。よって高齢者が地域で自立した生活を継続していくためには、地域全体でフレイルやサルコペニア予防を心がけることが必要となってくる⁷⁾。そこで本論文では、自立した生活を送っている高齢者の中で無意識のうちにサルコペニアとなっている割合がどの程度であるかを明らかにするため、一次性サルコペニアに焦点を当てることとした。

本校では、学園祭を毎年11月に開催しており、その中で食品栄養科は特別イベントとして毎年「健康まつり」を実施している（写真1, 2）。イベントでは、学園祭来校者（一般地域住民）を対象とした血圧測定や塩分味覚感度チェック等の高血圧と血圧上昇要因に関する調査⁸⁾を行っている。そこで令和元年度の「健康まつり」では、新たにサルコペニアの診断基準を参考とし調査を行うこととした。サルコペニアの診断基準は、数種類の基準が確認されている⁵⁾。その中には身体状況を測定する機器が必要な基準もあるため簡単に実施することはできない。そのため簡易的な診断基準があると様々な場面で実施することが可能であり、気軽に診断を受けられるため多くの高齢者の診断に最適であると考えられる。また、簡易的な診断基準の有用性が示されれば、初期サルコペニアの発見にもつながり深刻な状況に陥る前に予防対策（栄養指導など）が取れるというメリットにもなる。よって本論文では「健康まつり」に参加した高齢者とサルコペニアの関連について得られた結果と公表されている研究データと比較し、その簡易的な診断基準の有用性についても検討した結果を報告する。

II 調査方法

1. 簡易的なサルコペニア診断基準

サルコペニアの評価方法は多様で、診断基準の基本となるヨーロッパのワーキンググループによるEWGSOP（European Working Group on Sarcopenia in Older People）、アメリカのワーキンググループによるIWGS（International Working Group on Sarcopenia）、アジアのワーキンググループによるAWGS（Asian Working Group for Sarcopenia）等がある。そして日本サルコペニア・フレイル学会



写真1. 健康まつり会場



写真2. 健康まつり実施状況

は、アジア人向けのAWGSを用いることを推奨している⁵⁾。この他にも国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究（National Institute for Longevity Sciences -Longitudinal Study of Aging：NILS-LSA）が作成しているサルコペニアの簡易基準案⁹⁾等がある（表1）。今回の調査では、AWGSとサルコペニアの簡易基準案（NILS-LSAによる）のどちらの基準を使用するか検討した。AWGSの診断では、筋肉量を測定するDXA（Dual-energy X-ray Absorptiometry：二重エネルギーX線吸収測定法）や体組成を測定するBIA（Bioelectrical Impedance Analysis：生体電気インピーダンス解析）を用いるため、測定装置の準備が必要となる。よって本論文では、簡易的かつ対象者に負担を掛けずに調査することが目的であるため、サルコペニアの簡易基準案（NILS-LSAによる）を用いることとした。また、サルコペニアの簡易基準案（NILS-LSAによる）においても診断基準の一つに「普通歩速度」の項目がある。標準的な歩行速度の測定は、加速域、減速域を1～1.5 m 設け、中間4～10 m を歩くのに要した

表 1. サルコペニアの診断基準の比較

	EWGSOP ⁵⁾	IWGS ⁵⁾	AWGS ⁵⁾	サルコペニアの簡易基準案 ⁹⁾ (NILS-LSA による)
四肢骨格筋量 (ALM) の評価	ALM/ 身長 (m) ² 男性: $\leq 7.23\text{kg/m}^2$ 女性: $\leq 5.67\text{kg/m}^2$	ALM/ 身長 (m) ² 男性: $\leq 7.23\text{kg/m}^2$ 女性: $\leq 5.67\text{kg/m}^2$	ALM/ 身長 (m) ² 男性: $\leq 7.0\text{kg/m}^2$ 女性: $\leq 5.4\text{kg/m}^2$	BMI < 18.5 または 下腿囲 $< 30\text{cm}$
筋肉量の測定	DXA BIA	DXA	DXA BIA	— —
身体機能 (通常歩行速度)	$\leq 0.8\text{m/秒}$ (4m コース)	$< 1.0\text{m/秒}$	$\leq 0.8\text{m/秒}$ (6m コース)	$< 1.0\text{m/秒}$
筋力 (握力)	男性 $< 30\text{kg}$ 女性 $< 20\text{kg}$	— —	男性 $< 26\text{kg}$ 女性 $< 18\text{kg}$	男性 $< 25\text{kg}$ 女性 $< 20\text{kg}$

時間をストップウォッチで計測するもので¹⁰⁾、最低 6 m 以上歩行路が必要となる上、参加者の協力が必要となる。この測定に関しては同様の理由から、公益社団法人長寿科学振興財団が運営しているウェブサイト「健康長寿ネット」で提案されている「横断歩道を青信号のうちに渡り切ることができるか」というアンケートの質問から導くことにした¹¹⁾。これは、歩行速度 1 m / 秒で横断歩道を青信号のうちに渡る切ることができるというデータを基にした¹²⁾。

2. 調査方法

調査は、令和元年 11 月 2 日開催の本校学園祭で実施された食品栄養科特別イベント「健康まつり」で行った。対象者は、健康まつりへの参加者（一般地域住民）とし、101 名の協力を得た。調査内容は身長・体重測定（自己申告可）、握力測定（握力測定器を用いて左右 1 回ずつ測定し、最大値を採用）、下腿（ふくらはぎ）囲長測定、アンケート（年齢、性別、居住地、体重減少の有無や運動・歩行速度に関する簡単な質問）とし、その結果をサルコペニアの簡易診断基準案（NILS-LSA による）により判定した。

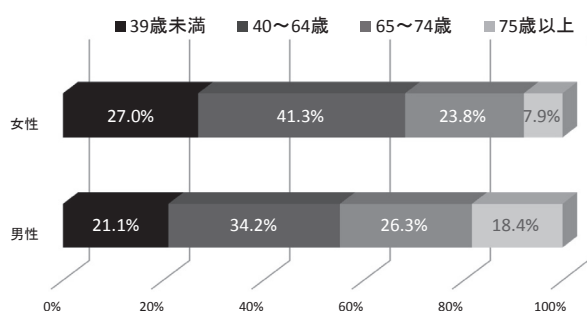


図 1. 健康まつり参加者（性・年代別比）

Ⅲ 結 果

1. 健康まつり参加者状況

健康まつりへの参加者は全体で 101 名であった。性・年代別比は、男性で 39 歳未満 21.1%（8 名）、40～64 歳 34.2%（13 名）、65～74 歳 26.3%（10 名）、75 歳以上 18.4%（7 名）であった（図 1）。女性では 39 歳未満 27%（17 名）、40～64 歳 41.3%（26 名）、65 歳～74 歳 23.8%（15 名）、75 歳以上 7.9%（5 名）であった（図 1）。

居住地別の割合をみると、一番多かったのが笠間市 29.7%，続いて水戸市 19.8%と近隣市町村がほぼ半数を占めていた（図 2）。

2. サルコペニア有病率（65 歳以上）

65 歳以上（計 37 名）をサルコペニアの簡易基準案（NILS-LSA による）に沿って当てはめてみたところ（図 3）、正常と判断されるのは全体で 83.8%（31 名）、男女別で男性 40.5%（15 名）、女性 43.2%（16 名）であった。脆弱高齢者（身体的衰えがある状態）は全体で 16.2%（6 名）、男女別で男性

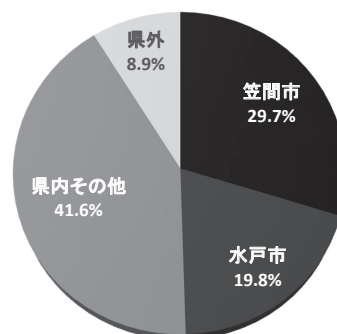


図 2. 健康まつり参加者（居住地別比）

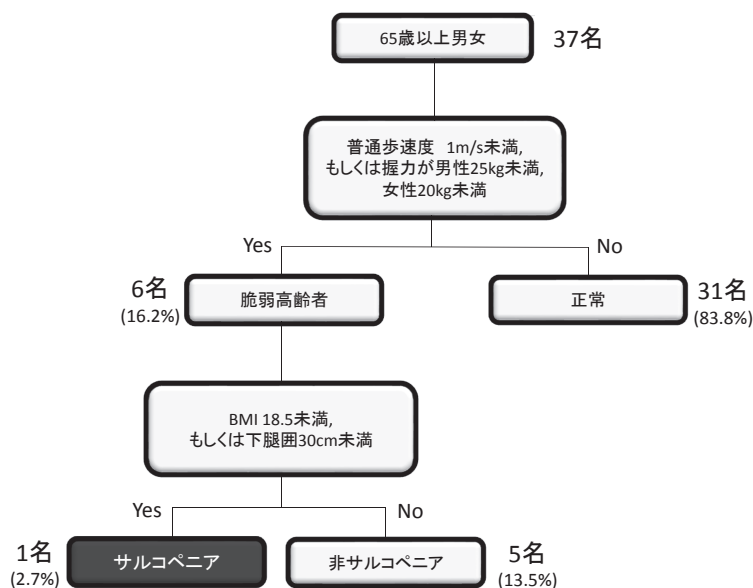


図 3. NLS-LSA によるサルコペニアの簡易基準案と、一般地域住民での分布

5.4 % (2 名)、女性 10.8 % (4 名) であった。脆弱高齢者をさらに分類すると、サルコペニアは全体で 2.7 % (1 名)、男女別で男性 0.0 % (0 名)、女性 2.7 % (1 名) であり、非サルコペニアは全体で 13.5 % (5 名)、男女別で男性 5.4 % (2 名)、女性 8.1 % (3 名) であった。以上から、65 歳以上では全体の 2.7 % (1 名) がサルコペニアであると判断された。

3. サルコペニア有病率 (40 歳以上)

次に特定健康診査を受ける年代である 40 歳以上 (計 76 名) をサルコペニアの簡易基準案 (NLS-LSA による) に当てはめてみたところ、正常と判断されるのは全体で 84.2 % (64 名)、男女別で男性 36.8 % (28 名)、女性 47.4 % (36 名) であった。脆弱高齢者は全体で 15.8 % (12 名)、男女別で男性 2.6 % (2 名)、女性 13.2 % (10 名) であった。同様に脆弱高齢者を分類すると、サルコペニアは全体で 2.6 % (2 名)、男女別で男性 0.0 % (0 名)、女性 2.6 % (2 名) であり、非サルコペニアは全体で 13.2 % (10 名)、男女別で男性 2.6 % (2 名)、女性 10.5 % (8 名) となった。以上から、40 歳以上では全体の 2.6 % (2 名) がサルコペニアであると判断された。

IV 考 察

1. 「健康まつり」参加者のサルコペニア有病率

1) 地域住民のサルコペニア有病率

サルコペニア診療ガイドラインによると、サル

コペニアの有病率は定義や対象となる群の属性によって異なるとされている。EWGSOP と IWGS の定義によると、地域在住の 65 歳以上の高齢者ではサルコペニア有病率は 1 ～ 29 % とされている。それに対し施設入所高齢者では 14 ～ 33 %、回復期やリハビリテーション病棟等の障害を有する者が多い場合には 78 % がサルコペニアに該当するとの報告があり高い傾向を示している。また、対象者が 1,000 名以上の大規模研究では、サルコペニア有病率が 6 ～ 12 % であったとの報告もある⁵⁾。よって、これらの研究データから 65 歳以上の高齢者におけるサルコペニアの有病率は、1 ～ 29 % と想定した。そこで本論文の調査結果をみると、サルコペニアと判断されたのは、65 歳以上で 2.7 %、そして 40 歳以上で 2.6 % であり、どちらの群の結果とも想定した有病率 (1 ～ 29 %) と比較すると低いことが示された。

サルコペニアにより生活機能が低下すると、外出が億劫になり、社会活動が減ってフレイルの要因となる。さらに、食欲低下からの低栄養状態につながり、サルコペニアにつながるという悪循環となる。しかし、普段から健康に関心があり、自立した生活を送っていると思われる高齢者は、サルコペニアの有病率が低いのではと考えられる。よって本調査で得られた結果は、サルコペニアと疑われる割合が少ない傾向となったが、これは、本校学園祭のイベント「健康まつり」には、活動的で健康に関心の高い地域住民が参加者として集

まったことが一因として考えられた。

2) サルコペニア有病率の性差および地域性

サルコペニア有病率の性差について、サルコペニア診療ガイドラインでは特に示されていないがNILS-LSAによる研究データでは、日本国内の65歳以上の地域在住高齢者男女944名のうち、男性9名、女性41名がサルコペニアであると診断している⁹⁾。本論文の調査結果を男女別でみると、男性が0%、女性が2~3%となり、これまでの報告と同様に今回の調査においても女性の有病率が高いという結果となった。よって女性の方がサルコペニアを発症する割合が高いと考えられるが、今回の調査では母数が少ないことと加齢以外の要因を考慮していないことから、断定するのは困難であると思われる。

有病率の地域性についても検討を試みた。居住地の聞き取りにより参加者のほぼ半数が近隣市町村からの参加であることが分かった。しかし、今回の調査では参加者の職業や主な活動内容等の調査は行わなかったため、サルコペニアと地域性の関連については考察できなかった。今後の課題として、アンケート内容の見直しが必要であると思われる。

2. サルコペニアの簡易診断基準の有用性

本論文ではサルコペニアのスクリーニングの普及を目指し、簡易的かつ対象者に負担を掛けずに調査を行うことを目的としたので、NILS-LSAが提唱する「サルコペニアの基準案」を用いた。本調査に使用した測定機器は体重計、握力測定器、メジャーのみで、測定会場のスペースや時間を気にすることなく高齢者もスムーズに調査を行うことができた。調査から得られたデータに有用性があれば、住民健診やイベント等多方面で活用でき、早期段階で栄養指導を行いサルコペニアの改善や予防ができると考えられる。今回の調査では、サルコペニア有病率は2~3%であった。公表されている研究データからサルコペニアの有病率は1~29%と想定したが、今回の調査結果はその範囲内であることが示された(性差についても同様の結果となった)ことから、スクリーニングに活用できると考えられた。しかし、今回の調査における対象者が101名と少ない

ため有用性があると断定し難い。通常歩行速度の調査についても、実測ではなくアンケート形式で行っているため、対象者の主観的な答えが反映されている可能性がある。また、本調査に協力頂いた高齢者は自力でアンケートに答えることができ、意思疎通がスムーズであった。対象者の属性が変わると、認知機能の低下や何かしらの障害を持っている等により適切な回答ができない恐れがでてくる。このことから、アンケート形式を用いるには認知機能に問題のない対象者に限定する必要があると推察される。本論文の結果を基に今後さらに調査を重ね、判定結果の精度を高めることができるよう調査方法等の検討を行っていきたい。

V 参考文献

- 1) 厚生労働省保険局高齢者医療課 (2019), 高齢者の特性を踏まえた保健事業ガイドライン 第2版
- 2) Fried LP, et al (2001), Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 56(3): M146-56
- 3) 日本老年医学会 (2014), フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント
- 4) Rosenberg IH(1989), Summary comments. Am J Clin Nutr 50 pp. 1231-1233
- 5) サルコペニア診療ガイドライン作成委員会 (2017), サルコペニア診療ガイドライン 2017年版, ライフサイエンス出版株式会社 pp. 12-13
- 6) 葛谷雅文 (2009), 老年医学における Sarcopenia & Frailty の重要性, 日本老年医学会雑誌 46 pp. 279-285
- 7) 葛谷雅文 (2015), サルコペニアの診断・病態・治療, 日本老年医学会雑誌 52 pp. 343-349
- 8) 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 第27号
- 9) 下方浩史, 安藤富士子 (2012), 第53回日本老年医学会学術集会記録(若手企画シンポジウム2: サルコペニア研究の現状と未来への展望) 日常生活機能と骨格筋量, 筋力との関連, 日本老年医学会雑誌 49 pp. 195-198
- 10) 岩田晃, 山本沙紀 (2019), Web 医事新報 No.4950 診療所の外来で施行できる歩行速度および歩行機能の測定方法は?, 日本医事新報社 pp.63
- 11) 公益財団法人長寿科学振興財団, 健康長寿ネット, サルコペニアの診断 (2019), [https://www.tyojyu.or.jp/net/byouki/sarcopenia/shindan.html] (参照 2019-10-11).
- 12) 高橋精一郎, 鳥井田峰子, 田山久美 (1989), 歩行評価基準の一考察—横断歩道の実地調査より—, 理学療法 16 pp. 261-266

Characterization of Manganese Peroxidase from *Pholiota aurevella*

Hideyuki KOBAYASHI¹

¹Food and Nutrition Department, Koibuchi College of Agriculture and Nutrition

(Received 2 December 2019 / Accepted 8 January 2020)

Abstract: Manganese peroxidase from *Pholiota aurevella* was purified to homogeneity using ammonium sulfate precipitation followed by Sephacryl S-300 HR, DEAE-Sepharose, Con A Sepharose and Mono Q HR 5/5 column chromatographies. The purified enzyme had a molecular weight of 40 kDa and N-terminal amino acid sequence exhibited more than 30% homology with the other manganese peroxidases from white rot fungi. The enzyme showed optimum pH and temperature at 5.5 and 45°C, respectively, indicating the enzyme showed higher optimum temperature than the other manganese peroxidases. It showed similar specificity against phenolic substrates and the presence of Mn²⁺ enhanced the enzyme activity greatly while Fe²⁺ completely inhibited the enzyme. Salt tolerance of the enzyme will make itself to be a potent candidate for the bioremediation of organic pollutants.

Key words: *Pholiota aurevella*, manganese peroxidase, characterization, substrate specificity

I Introduction

Lignins occupy a unique place among the abundant renewable aromatic polymers and occur as lignocellulosic composites in the woody materials. Lignin degradation is affected by fungi especially the white rot basidiomycetes¹⁾. Oxidative enzymes that commonly occurred in lignin degradation are lignin peroxidase (LiP, EC 1.11.1.14), manganese peroxidase (MnP, EC 1.11.1.13), and laccase (Lac, EC 1.10.3.2)²⁻⁵⁾. Due to their broad specificities, these enzyme systems find their applications in the xenobiotic degradation and also in other biotechnological applications⁶⁻⁹⁾. MnPs have been purified and characterized from white rot fungi^{5,10)}. They are mostly mesophilic enzymes in their thermal stabilities. As in the case of other lignin degrading enzymes, MnP also finds applications in different fields especially in pollution abatement, biopulping and biobleaching, lignin bioconversion via xenobiotic degradation and biotransformations of value added products such as biodegradable polymers. Application of these enzymes on

pollution abatement is well documented^{8,10)}. Most of the reported works on them are related to *Phanerochaete chrysosporium*¹¹⁾, but some white rot fungi containing the edible mushrooms are also exploited for enzyme production. Earlier work on the screening of different edible mushrooms for enzyme production suggested that *Pholiota aurevella* is one of the potent MnP producers¹²⁾. In this paper, the production of lignin degrading enzymes from *P. aurevella*, and the purification and characterization of MnP which is the major enzyme produced from the above fungus are described.

II Materials and methods

1. Microorganism and culture conditions

Pholiota aurevella (IFO No. 30265), obtained from the Institute for Fermentation, Osaka was grown on a potato dextrose broth (24.0 g/l), yeast extract (5 g/l), pH 5.5. The fungus was cultured on a rotary shaker at 100 rpm and 25°C. After cultivation, the supernatant was separated by filtration using ADVANTEC No.2 filter and was used as crude enzyme solution.

¹ Koibuchi 5965, Mito, Ibaraki 319-0323, Japan

2. Estimation of biomass and soluble protein

Fungal biomass was estimated by dry weight and protein content was estimated by DC protein assay kit (BioRad Laboratories Inc) and also by measuring the absorbance at 280 nm assuming that 1mg/ml protein is 1.0.

3. Enzyme assays

Manganese peroxidase (MnP) activity was determined¹³⁾ at 468 nm by measuring the oxidation of 2,6-dimethoxyphenol (DMP). The reaction mixture contained 0.4 mM DMP, 0.1 mM MnSO₄, 0.1 mM H₂O₂, in 50 mM sodium acetate buffer, pH 5.5, and enzyme solution. The enzyme reaction was carried out at 30°C. One unit of MnP activity was defined as the amount of enzyme which oxidizes 1 μ mole of DMP in 1 min.

Laccase (Lac) activity was measured by monitoring the oxidation of ABTS (2,2'-azino-di-[3-diethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid], Boehringer) at 420 nm¹⁴⁾ dissolved in 50 mM sodium succinate buffer, pH 5.5. One unit of laccase activity was defined as the amount of enzyme which oxidizes 1 μ mol of ABTS in 1 min.

4. Purification of manganese peroxidase

Purification of MnP was carried out by ammonium sulfate precipitation followed by chromatographies on Sephacryl S-300 HR, DEAE-Sepharose, Con A Sepharose and Mono Q HR 5/5 columns.

5. Effect of reaction pH and temperature on the MnP activity and stability

Buffers ranging from pH 3.0 to 8.0 were used with the substrate concentration of 0.4mM DMP. The reaction was carried out at 30°C keeping the concentrations of other reagents constant.

The enzyme solution was incubated at the above pHs and at 30°C for 30 minutes and the residual activity was measured.

The enzyme reaction was carried out at different temperatures ranging from 20 to 70°C. The buffered substrate with enzyme (pH 5.5) and Mn²⁺ was preincubated at the required temperature and then measured the absorbance change after the addition of H₂O₂ at the appropriate wavelength.

The enzyme solution was also exposed at pH 5.5 and above incubation temperatures for 30 minutes and the residual activity was measured.

6. Substrate specificity of MnP

Several phenol derivatives such as 2,6-dimethoxy phenol (DMP 468nm: $\epsilon = 49,600 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), ABTS (2,2'-azino-di-[3-ethyl benzothiazoline-6-sulphonic acid] 420nm : $\epsilon = 36,000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), guaiacol (436 nm : $\epsilon = 6,400 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), catechol (450nm: $\epsilon = 2,211 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), pyrogallol (450nm: $\epsilon = 4,400 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) were used at 0.4mM concentration in the reaction mixture.

7. Kinetic parameters of MnP in the presence and absence of Mn²⁺

The effect of substrate concentration on the enzymatic activity in the presence and absence of Mn²⁺ was investigated. In the set of experiments, DMP at lower concentrations such as 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 and 0.3mM, and at higher concentrations such as 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, and 5.0mM was used as the substrate.

8. Effect of NaCl on MnP activity

Enzyme solution was mixed with equal amount of 50mM sodium acetate buffer pH 5.5 containing NaCl concentrations of 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 M. Enzyme solutions after treating with different concentrations of NaCl as given above were kept 4°C overnight and residual activities of MnP were determined.

III Results and discussion

1. Production of lignin degrading enzymes from *Pholiota aurevella*

Pholiota aurivella was cultured for 8 days and samples were taken at every 24 h for the analysis of pH change, biomass production and enzyme levels. The results were shown in Fig. 1. *P. aurevella* produced two lignin-degrading enzymes (MnP and Lac) at high level under the experimental conditions indicating that this fungus is a potent producer of these enzymes. White rot fungi especially the edible mushrooms prefer to secrete MnP and laccase, but not lignin peroxidase (LiP)^{15,16)}. In addition, the enzyme production pattern suggests that

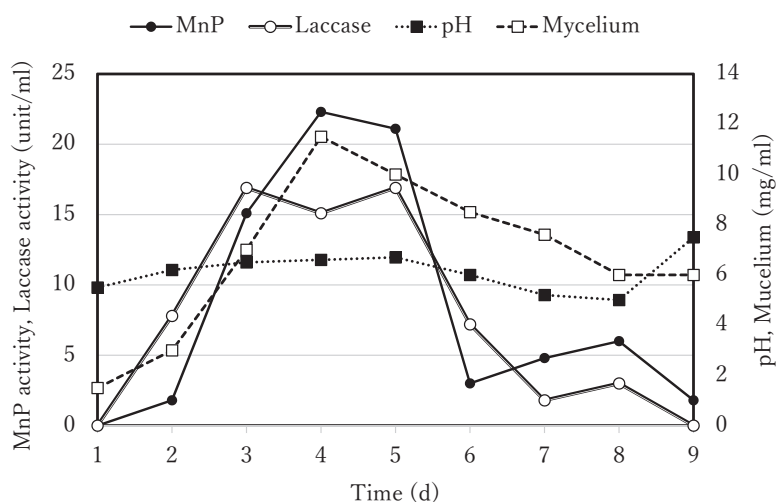


Fig. 1. Growth and enzyme production of *Pholiota aurivella*
During the cultivation of *P. aurevella*, pH, enzymatic activities and mycelium (dry weight) were determined.

Table 1. Purification of manganese peroxidase from *Pholiota aurevella*

	Total activity (unit)	Total protein (mg)	Specific activity (unit/mg)	Yield (%)	Purification (-fold)
Culture supernatant	9,622	154.0	63	100	1
Ammonium sulfate fractionation	6,596	47.5	139	68.5	2.2
Sephacryl S-300	5,569	5.9	944	57.8	15.1
DEAE Sepharose	4,564	2.9	1,577	47.4	25.7
Con A Sepharose	3,081	1.6	1,879	32.0	30.0
Mono Q	1,953	1.0	1,987	20.3	31.8

When the concentrated protein from ammonium sulfate precipitation was loaded onto Sephacryl S-300 column which was equilibrated with 0.05M sodium acetate buffer containing 0.5M NaCl, pH 5.5, a single activity peak was observed.

The active fractions from the above were dialyzed against 50mM sodium acetate buffer, pH 5.5, and were loaded onto the DEAE-Sepharose column which was equilibrated with the same buffer. The adsorbed protein was eluted with decreasing pH gradient from pH 5.5 (50mM sodium acetate buffer) to pH 3.0 (0.1M acetic acid) with the combination of increasing NaCl gradient from 0 to 0.5 M.

The active fractions from this column were pooled, dialyzed against sodium acetate buffer, pH 5.5 containing 0.5M NaCl, 1mM CaCl₂, and MnCl₂, and MgCl₂, and concentrated by Ultrafiltration on YM10 membrane (Toyo Roshi) and then again loaded onto the Con A Sepharose column. After washing with the same buffer, the MnP activity was eluted with 0.2M α -methyl-D-glucoside.

The active fractions from affinity column were pooled, dialyzed against 50mM sodium acetate buffer, pH 5.5, and then loaded onto Mono Q HR 5/5 column. The active fraction was eluted with the NaCl gradient from 0 to 0.5 M.

there can be the presence of two MnPs, major one expressed in the stage of the growth (3d) and the minor one expressed in the later stage (7d).

2. Purification of MnP

Purification of MnP from the crude enzyme preparation was carried out using different steps including affinity chromatography as shown in Table 1. The purification step using Con A as a ligand is effective for the purification of the enzyme, indicating the enzyme contains oligosaccharide chains in the molecule. The

overall yield was 20.3 % with a purification fold of 31.8.

3. Characterization of MnP

The purified MnP was subjected to SDS-PAGE and the results were given in Fig. 2. The protein migrated as a single band and the molecular weight was estimated to be 40 kDa. The molecular weights of MnPs are reported to be ranging from 40 to 50 kDa¹⁷⁾.

This protein was transferred to PVDF (polyvinylidene difluoride) membrane and its N-terminal amino acid sequence was determined (Fig. 3). The homology

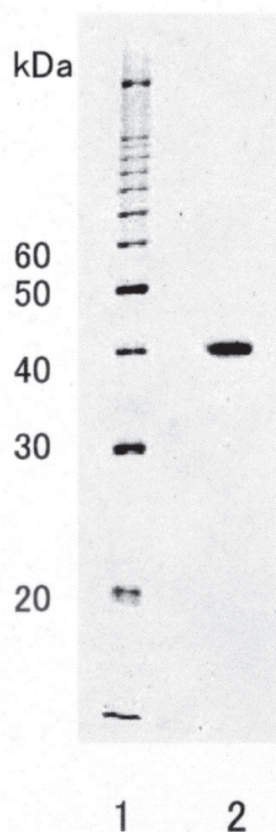


Fig. 2. SDS-PAGE of purified MnP from *Pholiota aurivella*

The purified protein was subjected to SDS-PAGE. The gel concentration was 12.5 % (w/v) and the protein markers were ranging from 10 to 100 kDa. After electrophoresis, the gel was stained with 0.25 % (w/v) CBB R250 and destained with a mixture of methanol/acetic acid/distilled water (3:1:6, v/v).

search revealed that it had more than 30% homology with the previously reported MnPs derived from white rot fungi such as *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma applanatum*, *Trametes versicolor*, etc.

Three Cys residues are conserved among all enzymes and these Cys residues are thought to be important because of the relation to the activity and/or the maintenance of enzyme structure. These three Cys residues are conserved at the same position of the primary sequence of the protein belonging to the same protein family.

4. Effect of pH and temperature on activity and stability of MnP

MnP was most active at pH 5.5 and this enzyme is stable for 30 min around its optimum pH. The optimum temperature of MnP is 45°C and the enzyme was stable up to 40°C. MnPs are susceptible to thermal inactivation due to their relatively low affinity to Ca^{2+} ions, which are required for its stability and activity¹⁸⁾. The optimum temperature of the enzyme is higher than those of MnPs from white rot fungi (22°C–40°C)¹⁹⁾ but heat stability is almost the same as those of MnPs²⁰⁾.

5. Substrate specificity of MnP

Different phenolic substrates such as DMP, ABTS,

<i>Pholiota aurivella</i>	<u>VT</u> <u>G</u> <u>A</u> <u>N</u> <u>G</u> <u>K</u> <u>T</u> <u>X</u> <u>T</u> – <u>N</u> <u>A</u> <u>V</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>P</u> <u>L</u> <u>E</u> <u>D</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>D</u> <u>F</u> <u>L</u> <u>Q</u>
<i>Pleurotus eryngii</i>	<u>VT</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>T</u> <u>G</u> <u>Q</u> <u>T</u> <u>T</u> <u>A</u> – <u>N</u> <u>E</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>L</u> <u>E</u> <u>P</u> <u>I</u> <u>L</u> <u>D</u> <u>D</u> <u>I</u> <u>Q</u>
<i>Pleurotus ostreatus</i>	<u>VT</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>T</u> <u>G</u> <u>Q</u> <u>T</u> <u>T</u> <u>A</u> – <u>N</u> <u>E</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>L</u> <u>E</u> <u>P</u> <u>I</u> <u>L</u> <u>E</u> <u>D</u> <u>I</u> <u>Q</u>
<i>Ganoderma lucidum</i>	<u>A</u> <u>T</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>N</u> <u>G</u> <u>K</u> <u>T</u> <u>T</u> <u>A</u> – <u>N</u> <u>D</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>V</u> <u>W</u> <u>F</u> <u>D</u> <u>V</u> <u>L</u> <u>D</u> <u>D</u> <u>I</u> <u>Q</u>
<i>Trametes versicolor</i>	<u>V</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>X</u> <u>D</u> <u>G</u> <u>Y</u> <u>N</u> <u>T</u> <u>A</u> <u>T</u> <u>N</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>Q</u> <u>L</u> <u>E</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>R</u> <u>D</u> <u>D</u> <u>I</u> <u>Q</u>
<i>Ceriporiopsis subvermispora</i>	<u>VT</u> <u>C</u> <u>S</u> <u>D</u> <u>G</u> – <u>T</u> <u>V</u> <u>V</u> <u>P</u> <u>D</u> <u>S</u> <u>M</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>D</u> <u>F</u> <u>I</u> <u>P</u> <u>L</u> <u>A</u> <u>Q</u> <u>D</u> <u>L</u> <u>G</u>
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	<u>A</u> <u>T</u> <u>C</u> <u>P</u> <u>D</u> <u>G</u> – <u>T</u> <u>K</u> <u>V</u> <u>N</u> <u>N</u> <u>A</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>F</u> <u>I</u> <u>P</u> <u>L</u> <u>A</u> <u>Q</u> <u>X</u> <u>L</u> <u>Q</u>
<i>Dochomitus squalens</i>	<u>T</u> <u>V</u> <u>C</u> <u>S</u> <u>D</u> <u>G</u> – <u>T</u> <u>V</u> <u>V</u> <u>P</u> <u>D</u> <u>S</u> <u>V</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>E</u> <u>F</u> <u>V</u> <u>P</u> <u>L</u> <u>A</u> <u>Q</u> <u>A</u> <u>L</u> <u>Q</u>
<i>Tylospora fibrilliose</i>	<u>A</u> <u>T</u> <u>C</u> <u>P</u> <u>D</u> <u>G</u> – <u>T</u> <u>K</u> <u>V</u> <u>N</u> <u>N</u> <u>A</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>F</u> <u>I</u> <u>P</u>

Fig. 3. Comparison of N-Terminal amino acid sequences of MnPs from various origins including *Pholiota aurevella*

The SDS-PAGE was conducted for MnP as given above. The protein in the gel was transferred to PDVF membrane by electroblotting using semi dry transfer cell equipment (Bio-Rad Laboratories Inc) at 15 V for 2 h. The transferred proteins in the membrane were stained with 0.1 % (w/v) CBB R250 and destained with 50 % (v/v) methanol. The transferred protein was sequenced using a protein sequencer G1000A (Hewlett Packard Corp.) along with standard PTH amino acids. Identical amino acids among all and majority of enzymes are indicated as open and underlined characters, respectively.

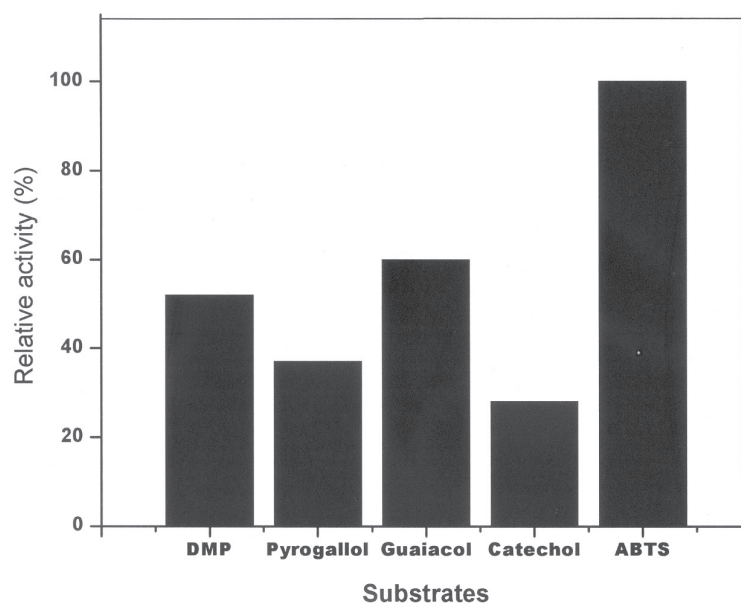


Fig. 4. Substrate specificities of manganese peroxidase from *Pholiota aurivella*
Different phenol derivatives such as dimethoxy phenol (DMP 468 nm: $\epsilon = 49,600 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), ABTS (420nm : $\epsilon = 36,000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), guaiacol (436 nm : $\epsilon = 6,400 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), catechol (450 nm: $\epsilon = 2,200 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), pyrogallol (450 nm: $\epsilon = 4,400 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) were taken at 0.4 mM concentration in 50 mM sodium acetate buffer, pH 5.5 and used as substrates.

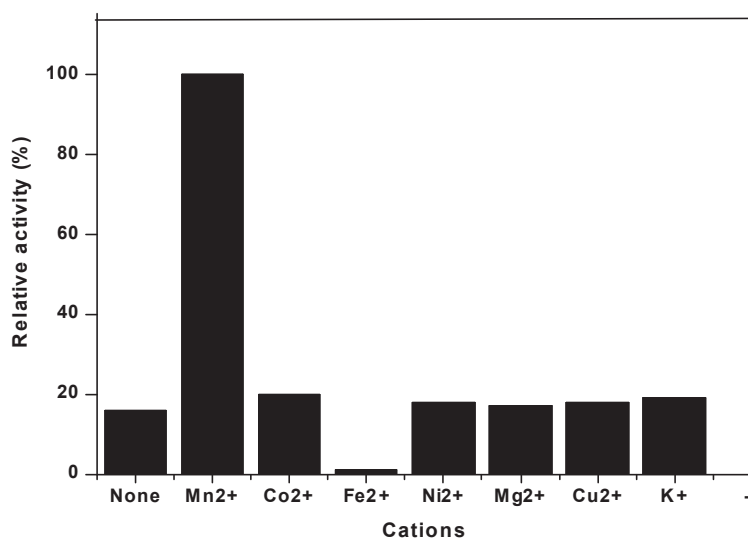


Fig. 5. Effect of cations on the activities of manganese peroxidase from *Pholiota aurevella*
Instead of MnCl_2 , different chlorides of metals like CoCl_2 , FeCl_2 , NiCl_2 , MgCl_2 , CuCl_2 , KCl were used at the concentration of 0.1mM and DMP was used as substrate.

pyrogallol, guaiacol, and catechol were used for investigation of the substrate specificity of MnP. The results were given in Fig. 4. The enzyme showed its maximum affinity towards ABTS followed by guaiacol, DMP, pyrogallol, and catechol as in the case of MnPs from other white rot fungi¹¹⁾.

In the absence of Mn^{2+} , the K_m value of DMP in-

creased (11.79 mM) whereas in the presence of 0.1 mM Mn^{2+} , K_m value decreased significantly (0.104 mM). Similar results are reported in the case of MnP from *Phanerochaete crassa* WD1694¹⁷⁾ and *P. chrysosporium* indicating MnP from *P. aurivella* is similar to the enzymes from these basidiomycetes in terms of catalytic properties.

Table 2. Effect of various organic acids on manganese peroxidase activity from *Pholiota aurevella*

Organic acid	Relative activity (%)
oxalate	74
succinate	28
maleate	7
malonate	91
citrate	33
glycolate	54
lactate	89
malate	100
gluconate	37
tartrate	49
phosphate	17
acetate	4

Sodium salts of different organic acids listed above were used at the concentration of 50mM at pH 4.5. The oxidation of DMP was monitored by the standard MnP assay conditions.

6. Effect of cations on MnP activity

When individual cations were added to the reaction mixture, Mn^{2+} gave the maximum activity and the other cations such as Co^{2+} , Ni^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , K^{+} , showed less than 20% of the activity exhibited by Mn^{2+} . In addition, Fe^{2+} inhibited the enzyme almost completely. (Fig. 5)

7. Effect of organic acids on MnP activity

DMP oxidation in the different organic acids was monitored. The activity of the enzyme was enhanced by the addition of organic acid chelators like malate, malonate, lactate and oxalate that stabilize the Mn^{3+} complex of the organic acids. At 50mM concentration, malate showed the maximum activity followed by malonate, lactate, oxalate, glycolate, and tartate as shown in Table 2.

When the oxidation of DMP monitored with different chelating organic acids by MnP, according to the stability of chelator- Mn^{3+} complex, various enhancement of the activities were observed. Earlier reports suggested that oxalate, which was secreted by the fungus, and other organic acid chelators, such as malonate, stabilize the enzyme-generated Mn^{3+} (21,22) and these Mn^{3+} -chelate complexes moved away from the enzyme to oxidize phenolic substrates, including lignin, lignin model compounds and aromatic pollutants.

8. Influence of NaCl on MnP activity

The residual activities of the enzyme treated with different concentrations of NaCl showed 100% activities with 0.1M NaCl, followed by other concentrations from 0.2M to 0.5M which retained more than 80% activities. This results indicate that the MnP from this fungus is a salt tolerant and it is an advantage for the application of the enzyme for xenobiotic degradation even in the sea water.

IV References

- 1) Antai SP, and Crawford DL (1981) Degradation of soft wood, hardwood and grass lignocelluloses by two *Streptomyces* strains. *Appl. Environ. Microbiol.*, **42**, 378-380
- 2) Banci L, Bertini I, Pease EA, Tien M, and Turano P (1992) ¹H NMR investigation of manganese peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*. A comparison with other peroxidases. *Biochemistry*, **31**, 10009-10017
- 3) D'Souza TM, Merritt DS and Reddy CA (1999) Lignin – modifying enzymes of the white rot basidiomycete *Ganoderma incidum*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**, 5307- 5313
- 4) Eggert G, Temp U and Eriksson EKL (1996) The lignolytic system of the white rot fungus *Pycnoporus cinnabarinus*: purification and characterisation of laccases. *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**, 1151- 1158
- 5) Heinzkill M, Bech L, Halkier T, Schneider P, and Anke I T (1998) Characterization of laccases and peroxidases from wood-rotting fungi (family *Coprinaceae*). *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**, 1601-1606
- 6) Arias EM, Arenas M, Rodriguez J, Ball AS, and Hernandez M (2003) Kraft pulp biobleaching and mediated oxidation of a nonphenolic substrate by laccase from *Streptomyces cyaneus* CET 3335. *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**, 1953-1958
- 7) Aust SD (1990) Degradation of Environmental pollutants by *Phanerochaete chrysosporium*. *Microb. Ecol.*, **20**, 197-209
- 8) Higson FK (1991) Degradation of xenobiotics by white rot fungi. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, **122**, 111-152
- 9) Karam J, and Nicell JA (1997) Potential applications of enzymes in waste treatment. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **69**, 141-153
- 10) Camarero S, Sarkar S, Ruiz-Duenas FJ., Martinez MJ and Martinez AT (1999) Description of a versatile peroxidase involved in the natural degradation of lignin that has both manganese peroxidase and lignin peroxidase substrate interaction sites. *J Biol. Chem.*, **274**, 10324-10330
- 11) Cai D and Tien M (1993) Lignin degrading peroxidases of *Phanerochaete chrysosporium*. *J. Biotechnol.*, **30**, 79-90
- 12) Morisaki K, Fushimi T, Kaneko S, Kusakabe I and Kobayashi H (2001) Screening for phenol oxidases from ed-

- ible mushrooms. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **65**, 2334-2336
- 13) Have R, Hartmens S, Tuenissen DJM and Field JA (1998) Purification and characterisation of two lignin peroxidase isoenzymes produced by *Bjerkandera* sp. strain BOS55. *FEBS Lett.*, **422**, 392-394
- 14) Niku-Paavola ML, Karhunen E, Kantelinen A, Viikari L, Lundell T, and Hatakka A (1990) The effect of culture conditions on the production of lignin modifying enzymes by the white-rot fungus *Phlebia radiata*. *J. Biotechnol.*, **13**, 211-221
- 15) Galliano, H, Gas G, Seris JC and Boudet AU (1991) Lignin degradation by *Ridigoporus lignosus* involves synergistic action of two oxidizing enzymes: Mn peroxidase and laccase. *Enzyme Microb. Technol.*, **13**, 478-482
- 16) Perie FH and Gold MH (1991) Manganese regulation of manganese peroxidase expression and lignin degradation by the white rot fungus *Dichomitus squalens*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **57**, 2240-2245
- 17) Takano M, Nakamura M, Nishida A and Ishihara M (2004) Manganese peroxidase from *Phanerochaete crassa* WD1694. *Bulletin of FFPRI*, **3**, 7-12
- 18) Mauk MR, Kishi K, Gold MH and Mauk AG (1998) pH-linked binding of Mn (II) to manganese peroxidase. *Biochemistry*, **37**, 6767-6771
- 19) Matsubara M, Suzuki J, Deguchi T, Miura M and Kitaoka Y (1996) Characterization of manganese peroxidase from hyperlignolytic fungus IZU-154. *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**, 4066-4072
- 20) Aitken M, Irvine RL (1989) Stability testing of ligninase and Mn-peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*. *Biotechnol. Bioeng.*, **34**, 1251-1260
- 21) Kishi K, Wariishi H, Marquez L, Dunford HB and Gold MH (1994) Mechanism of manganese peroxidase compound II reduction: effect of organic acid chelators and pH. *Biochemistry*, **33**, 8694-8701
- 22) Wariishi H, Valli K and Gold MH (1992) Manganese (II) oxidation by manganese peroxidase from the basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. Kinetic mechanism and role of chelators. *J. Biol. Chem.*, **267**, 23688-23695

国産鶏肉需要の特色と役割

～鶏肉需要を魚需要との比較により分析する～

長谷川 量平¹

¹ 鯉淵学園農業栄養専門学校 アグリビジネス科

(受付：2019 年 12 月 6 日／受理：2020 年 1 月 8 日)

摘要：我が国の食生活において、魚はたんぱく質源として重要な位置を占めていた。しかし、昨今の漁獲量の減少により、食肉が魚に置き換わりつつある。食肉の中でも、鶏肉は安価であり、牛、豚よりも消費量の増加率が大きい。今後、魚の漁獲高が増加する見込みのない中であって、魚の需要代替を鶏肉が担うことができるのではないのか。魚に対して消費者が持っている新鮮さ、身体にいいなどの品質イメージを今後鶏肉が取り込み食品企業は商品開発をしてゆかなければならない。

キーワード：たんぱく質源、消費者ニーズ、食品企業

I はじめに

我が国の食生活は、2000 年以上前の水稲耕作伝来を起源とする。もともと、河川などの水資源が豊富で沖積土質が多い国土の特徴とも相まって、当然のごとく稲作は各地で行われ、米中心の食生活が根付いていった。6 世紀の仏教伝来以降、肉食は禁止され、忌み嫌うものとされたが、狩りにより捕らえられた家禽類や、イノシシなどは一般的な食事ではないが、食べ続けられた。肉食は、日本の食生活の歴史の中では長い間、表舞台に出ることはなく、ひっそりと続けられ、イノシシ肉を「山鯨」、 「牡丹」、鹿肉を「紅葉」、馬肉を「桜」などと隠語により人々の間で受け継がれていった。江戸の後期には、これらの隠語が一般的な名称として受け入れられるほどに、適度な肉食は健康に良いとされ。肉食の小さなブームが起こった。

続いて、明治維新による西洋文化の積極的な取り入れにより、建前ではあるがタブーとされていた肉食が解禁され、牛肉を使った「牛鍋」が文明開化の代名詞となり、江戸時代後期および明治期に現在の日本食の基本が出来上がった。中でも、もともと禅

寺で質素節約を旨とする「一汁一菜」という食事スタイルは現在においても取り入れられている。主食のお米と、お汁、魚を基本としたたんぱく質源の菜（おかず）は、日本食の代名詞とされ、バランスの良い食事の基本であるとされている。

日本の食生活は戦後、1960 年代の高度経済成長を経て、1970 年代には、供給熱量が一人当たり日量 2600kcal に達し、1990 年代のバブル期には、多種多様な食材を使い、各国の料理を取り入れ、質的にも充足し、質・量ともに充足している「飽食の時代」と言われた。日本人のたんぱく質源は、長い間、魚が主とされてきた。後述するが、魚に関しては、1970 年代後半の国際政治問題に始まり漁獲量が半減し、消費量も減少傾向にある。昨今においては、周辺諸国の乱獲や、魚離れにより一層減少のスピードが速まっている。エネルギー供給量は 2000 年以降、若干減少に転じているが、たんぱく質の供給量の減少速度は他の栄養素よりも顕著であり、今や成人男性の食事摂取基準の一人一日あたり 60g に迫ろうとしている。

「飽食の時代」とはすでに過ぎ去り、高齢者などは「低栄養」の問題が生じている時代である。サルコペニア（加齢による筋肉量の減少）、フレイル（虚弱）といった言葉が一般的な言葉になりつつある。こうした中であって、国産鶏肉は良質なたんぱく質

¹ 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

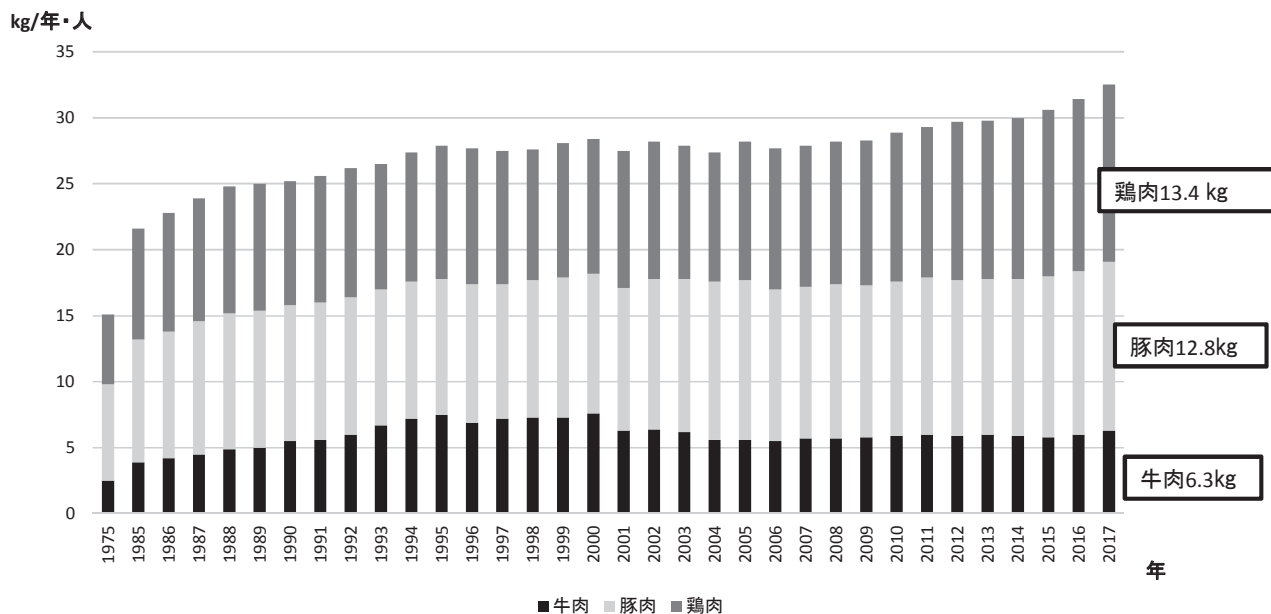


図1. 肉類の消費量の推移

資料：農水省「食料需給表」, 「食料・農業・農村基本計画」

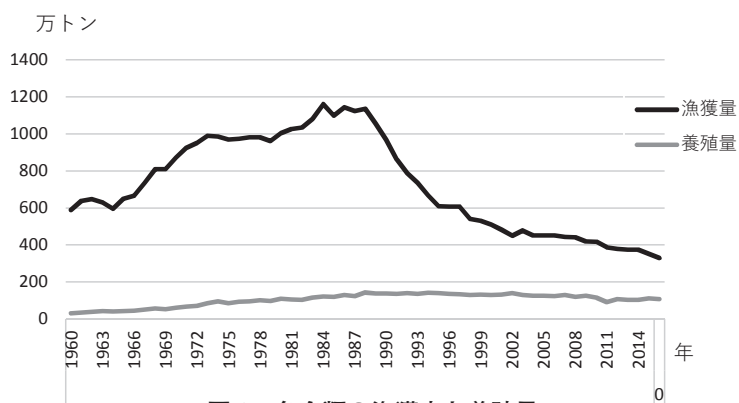


図2. 魚介類の漁獲高と養殖量

資料：水産庁資料より筆者作成

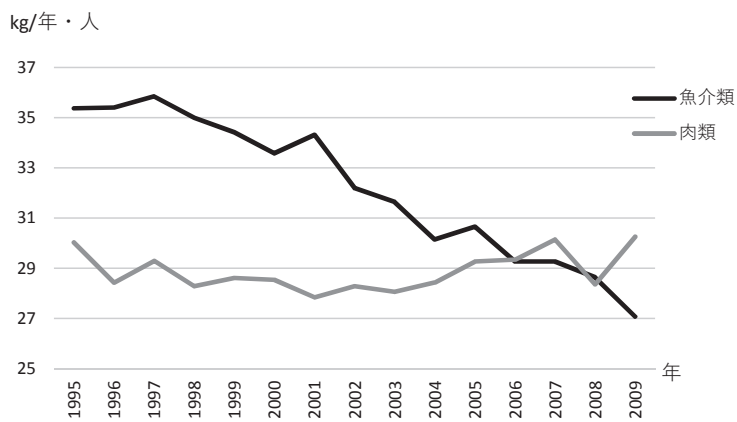


図3. 魚介類と肉類の一人当たり年間消費量の推移

資料：水産庁資料・農水省「食料需給表」

源であり、魚介類の消費量減少に伴う我が国のたんぱく質摂取の減少を補う役目を担わなければいけない。そのためには、消費者の魚に対しての消費ニーズと、鶏肉に対しての消費ニーズを比較し、魚のニーズの代替を鶏肉が担うにはどういった事柄が重要であるか検証する必要があるように思う。

II 魚介類と食肉の消費変遷

図1は、食肉の消費量の推移を示している。明治維新より本格的に肉食が始まった我が国であるが、終戦直後の肉消費は年間一人当たり3kg程度であったものが2017年には11倍の33kgまで増加している。2000年のBSEの発症牛の発見や、2004年の79年ぶりの鳥インフルエンザ発症、2010年の口蹄疫など、食肉の消費に対して大きな打撃となる事柄があったが、各食肉は消費量を一時的に減少させることがあっても、食肉全体としては伸び続けている。中でも、鶏肉は、2012年に豚肉の消費量を超え、食肉の中で一番多い消費量（2017年13.4kg/年・人）となっている。一方、魚介類を見てみると（図2）、1960年代より順調に漁獲量を伸ばしていたが、1997年の200海里問題に端を発し、国際的な政治問題としてサケマスの漁獲の制限などがあり、遠洋漁業が大きく減少する結果となった。その他、周辺諸国の漁獲量増加や、消費者の魚離れと相まって、1996年以降は、1960年代よりも少ない漁獲量となっている。養殖漁業の増加は見られるが、漁獲量の減少を補うには到底足りず、全体として、漁獲量の減少を抑えることはできていなく、現在はピーク時の三分の一程度の400万トンの漁獲量になっている。

2006年には食肉と魚介類の年間消費量が逆転した（図3）。「一汁一菜」において主菜が魚であることが多かった日本食であるが、現在においては食肉、特に肉が主菜として取り上げられる場面が多くなっていることを表している。

III たんぱく質の状況

図4は、一人当たり一日の供給カロリーと摂取カロリーを示している。終戦から1970年代前半まで、上昇を続け、供給カロリーで日量2600kcalとなり、以後漸減している。摂取カロリーは1900～2000kcalであり、その差の600～700kcalは、「食品ロス」として処理される。供給、摂取ともに漸減の理由としては、若年層のダイエット志向や、高齢者の過度な粗食が原因とされている。図5は、一人一日当たりのたんぱく質供給量を示している。2000年をピークに減少を続けている。減少の理由は、魚介類の減少に他ならず、魚介類の減少トレンドと全体の減少トレンドが全く同じであることを見てもよくわかる。魚介類の漁獲量は図2により1990年をピークとしているが、たんぱく質供給量のピークは2000年である。2016年のたんぱく質の供給量は77.9g/日・人であり、一見、成人の推奨量65g/日・人を超えてはいるが、図4に見るように供給量と摂取量の間には「食品ロス」が23%程度存在している。食品群ごとにロス率のばらつきはあるものの、ロス率を考慮すると、たんぱく質の摂取量は60g/日・人と推計され、不足の状態になりつつあると言わざるを得ない。

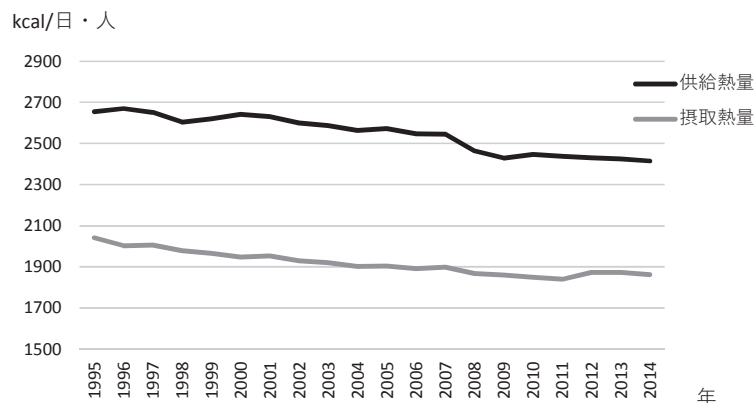


図4. 一人一日あたりの供給熱量と摂取熱量

資料：厚生労働省「国民栄養調査」

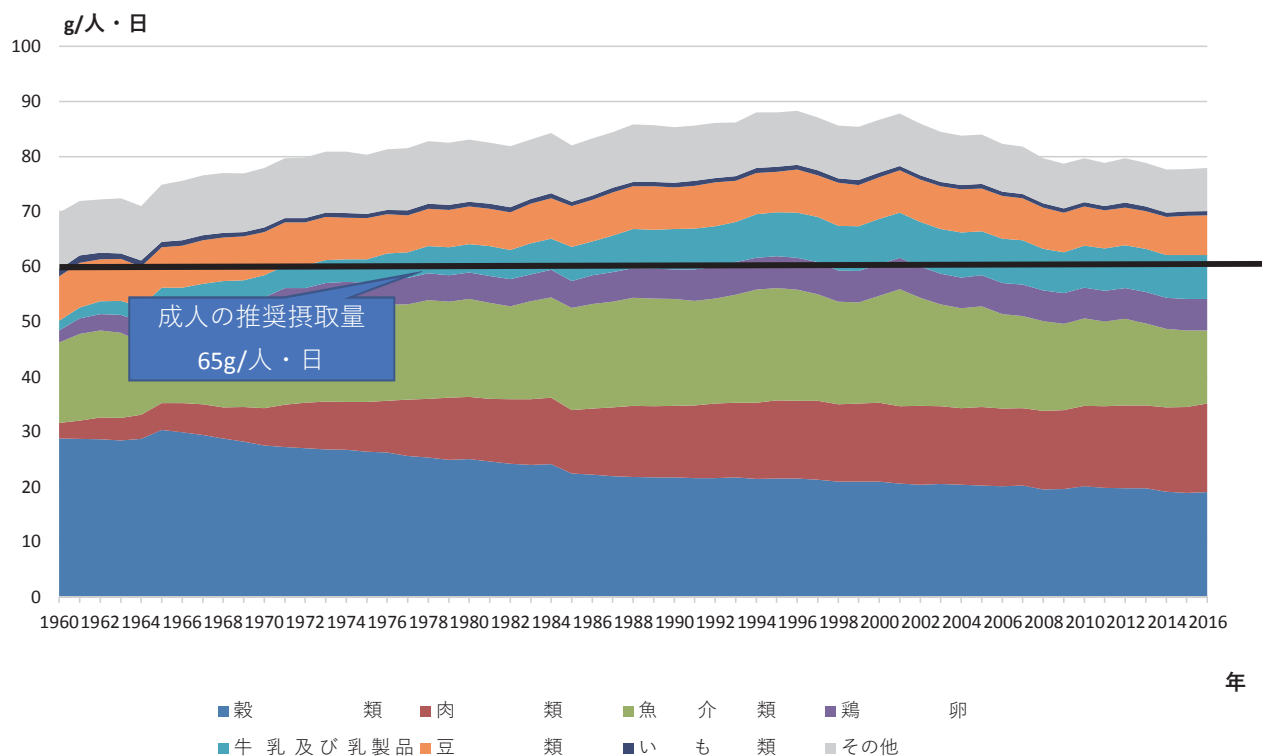


図 5. 一人一日あたりのたんぱく質供給量
資料：農林水産省「食料需給表」より作成



写真 1. Web アンケートの画面

表 1. アンケート調査の概要

・調査方法：Web および記入方式アンケート（チキン祭り）
・調査期間：2018 年 10 月 15 日～ 11 月 15 日
・調査項目：回答者属性、鶏の知識、魚と鶏肉の消費状況及びイメージ
・回答者数：1824 名（うち記入方式 110 名）

Ⅳ アンケートによる需要特性調査

このように魚介類の供給減少を食肉が補わなければ、我が国の栄養状態は危機的な状況である。その中で、魚介類の消費者ニーズの特徴と鶏肉のそれと

の比較を行うことにより、魚介類の代替を鶏肉が担うことが可能であるかわかるのではないだろうか。そのために、「鶏肉の日」（2018 年 10 月 29 日）の前後 2 週間でされる地鶏プレゼント応募者に対して、（一社）日本食鳥協会 Web 上によるアンケート

長谷川：国産鶏肉需要の特色と役割

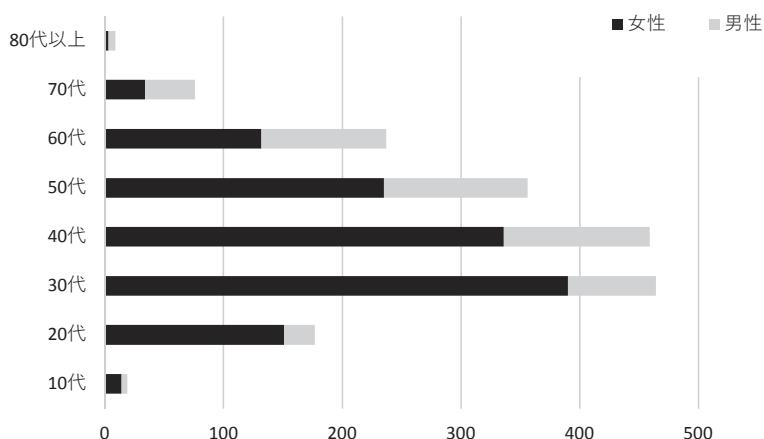


図6. 回答者の性別と年齢構成

調査を行った（写真1）。Webによるアンケートの前に、築地で行われた「チキン祭り」参加者に対して、記入式のアンケートを行い、設問の内容を確認し、Webアンケート終了後にはWebと記入式の回答の違いを確認した。

表1はアンケート調査の概要である。合計1,824

名の方々にご回答いただいた。図6は回答者の年齢であるが、30代の女性が多く、続いて、40代、50代と続く。10代および80代の回答者は極端に少ないので、以後の年代別の分析には割愛している。

図7は回答者の地域を示しているが、47都道府県より回答をいただいたが、最多は東京都の233

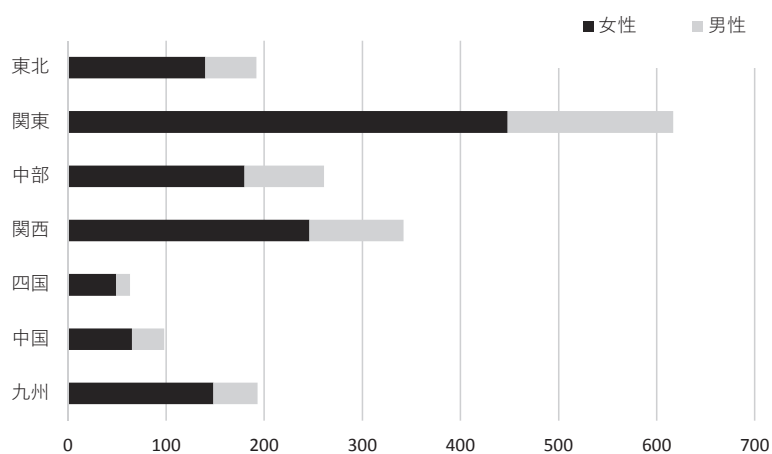


図7. 回答者の地域と性別

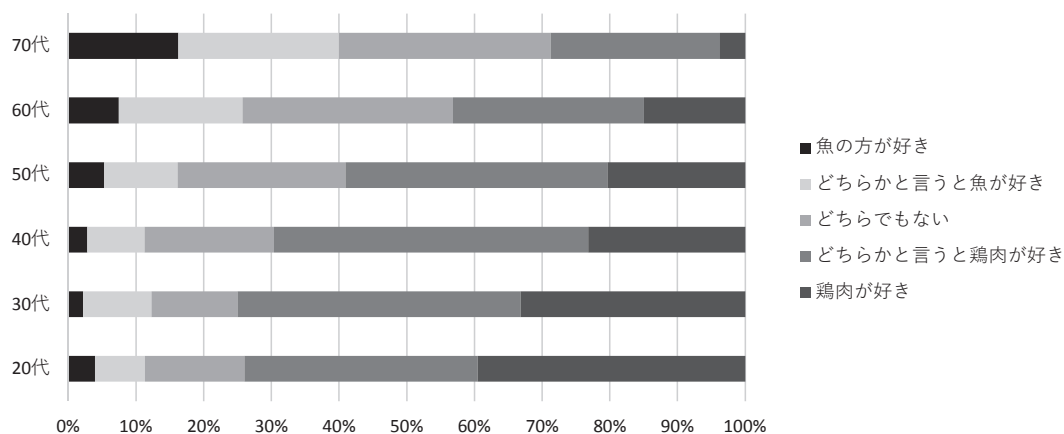


図8. 年代別 魚、鶏肉志向

名で、2位大阪府 140 名、3位千葉県 103 名であり、最少は佐賀県の 6 名と偏りが大きい。7 地域（北海道は東北に含めた）では関東が全体の 3 割近くになっている。

図 8 は、年代別に魚、鶏肉の志向を見たものであるが、年齢が上がるにつれて魚志向の傾向が強くなっている。しかし、全体的には、65%が鶏肉志向

で魚志向は 18%程度にとどまっている。

図 9 は地域別に魚、鶏志向を見たものであるが、中国地方に魚志向の傾向が若干みられるが、地域による志向の違いは無いようである。

図 10 は、年代別に魚の消費頻度を見たものである。図 8 と同じく、年齢が上がるごとに頻繁に魚を消費する傾向がみられる。

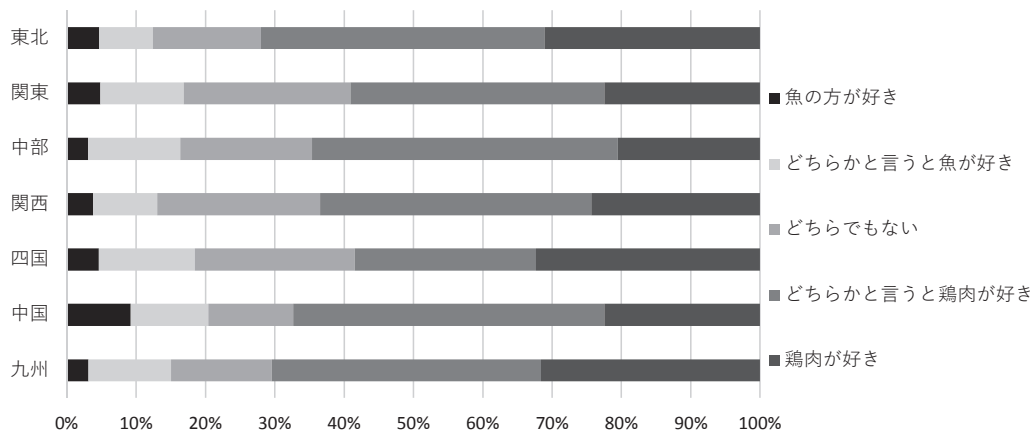


図 9. 地域別 魚、鶏肉志向

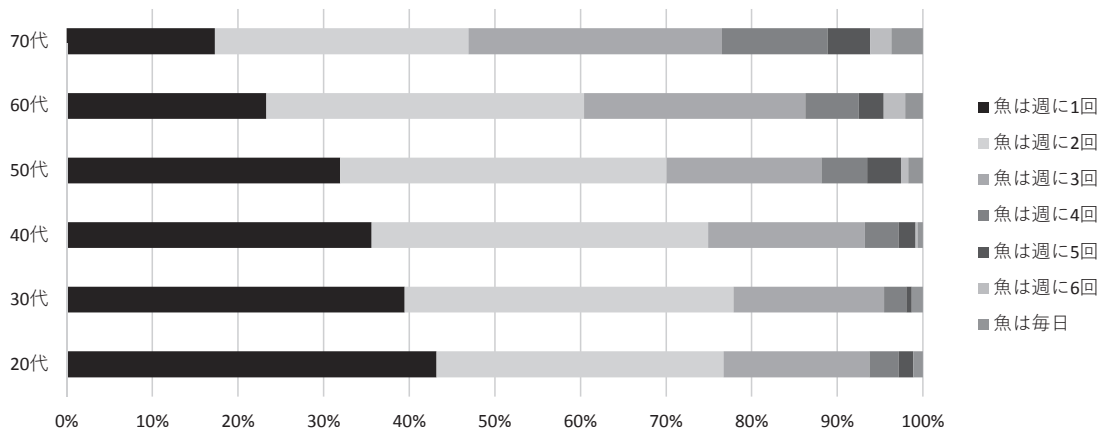


図 10. 年代別 魚の消費頻度

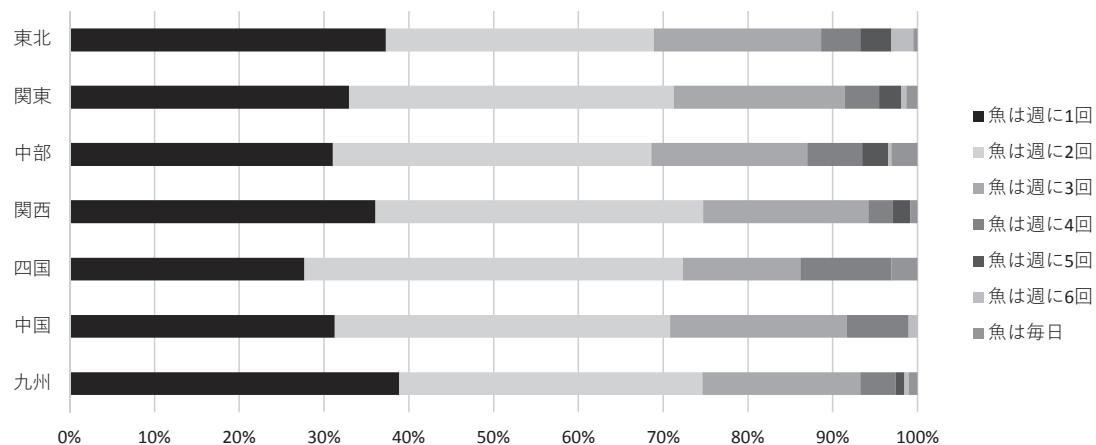


図 11. 地域別 魚の消費頻度

長谷川：国産鶏肉需要の特色と役割

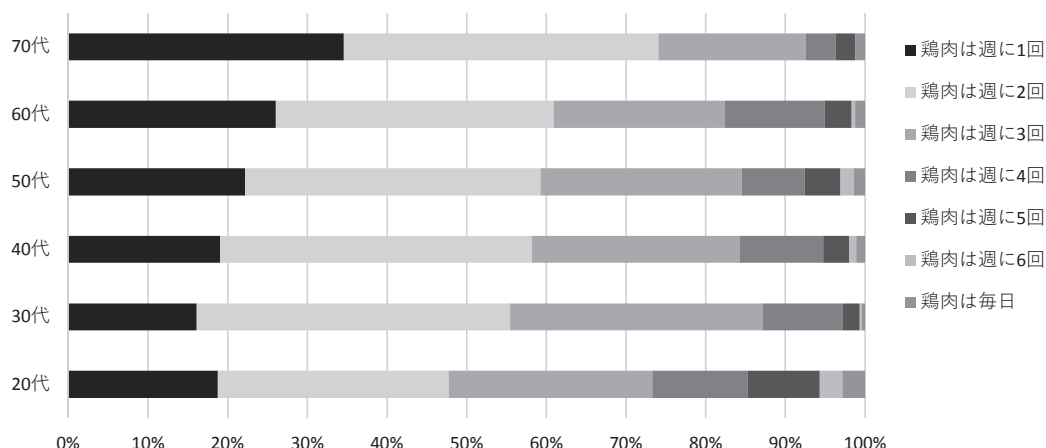


図 12. 年代別 鶏肉の消費頻度

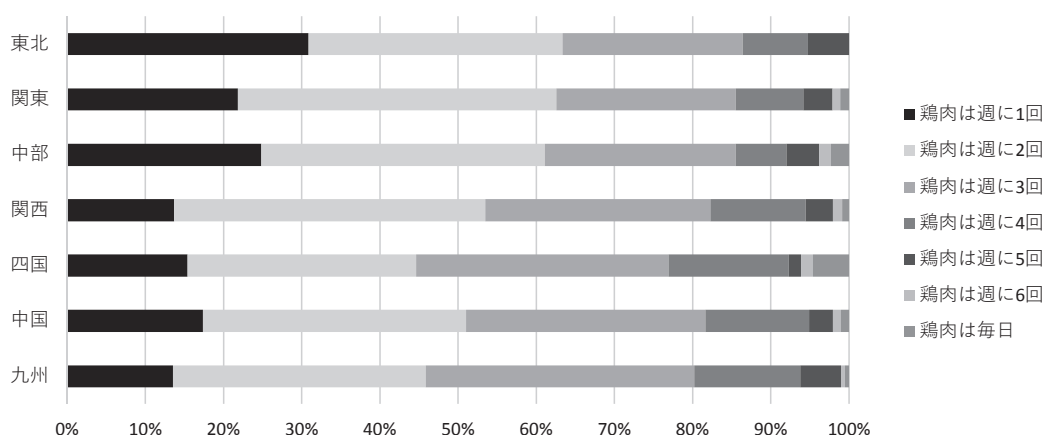


図 13. 地域別 鶏肉の消費頻度

図 11 は、地域別に魚の消費頻度を見たものであるが、東北地方に魚を頻繁に食べる傾向がみられるが、図 9 同様に地域差は無いようである。

図 12, 13 は、年代別に鶏肉の消費頻度を見たものである。週 4 回以上の層で見えてみると、60 代ま

で年代が上がるごとに増加しているのがわかる。志向は年代が上がるごとに魚傾向であるのに、消費頻度は年代が上がっている。志向とは別に、消費頻度を上げるニーズが鶏肉にはあるようである。

図 12 は、地域別に鶏肉の消費頻度を見たもので

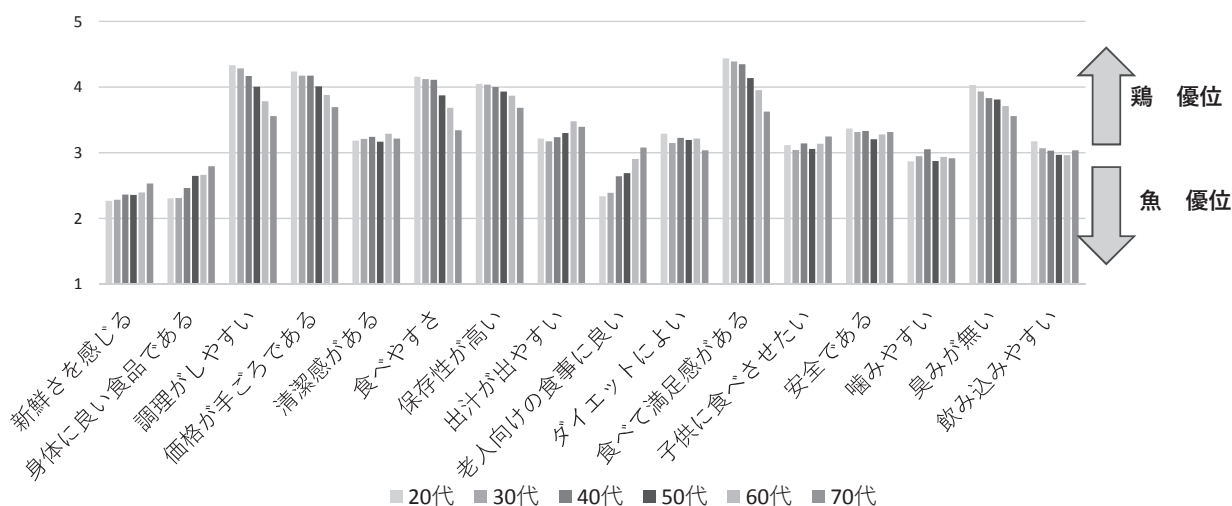


図 14. 品質イメージの年齢別評価平均

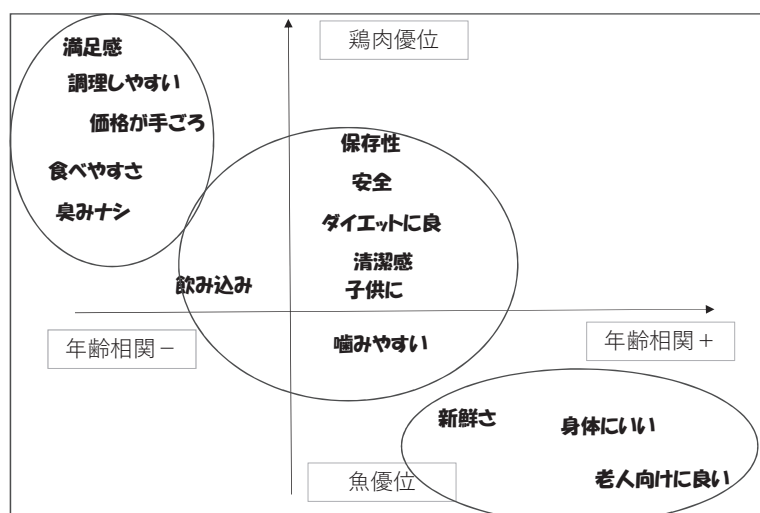


図 15. 品質イメージと年齢別評価の概念図

ある。若干中国地方に多頻度で鶏肉を消費する傾向があるが、地域差とまでは言えない。

図 14 は、品質イメージを魚と鶏肉で比較したものを年代別に集計したものである。縦軸、1 は、魚が優れている。2 は、どちらかというと魚が優れている。3 はどちらでもない。4 は、どちらかというと鶏肉が優れている。5 が、鶏肉が優れている。である。3 を境に、魚と鶏肉において、どちらが優位であるか見えるようにしたものである。年代が上がるにつれて数値が増加しているものもあれば、反対のものもあり、各項目の年齢との関係と魚、鶏優位を総括したものが、図 15 である。

4 区分のうち、左上部（鶏肉優位で、年齢相関マイナス：年齢が上がるにつれて評価が減少する。）には「調理しやすい」、「食べやすさ」、「満足感」、「価格が手ごろ」などの簡便さに関する項目が並んでいる。若年層ほどこういった指標において鶏肉を高く評価していることが推察される。反対に、右下部（魚優位であるが、年齢相関プラス：年齢が上がるにつれて評価が上がっている）には、「新鮮さ」、「身体にいい」、「老人向けに良い」という項目が並んでいる。高齢になるほどこの指標があがっているという事は、年代が上がるにつれて、鶏肉の機能性部分が評価されていることを示していると言えるのではないだろうか。図 8 において年齢が上がるほど魚志向が高くなっているにも関わらず、図 10 において、年齢が上がるほど鶏肉の消費頻度が高くなる傾向が確認されたが、中高年の鶏肉の機能性や、健康への寄与度への期待があるのではないだろうか。魚の場合には、1997 年に「お魚天国」と称して、魚を食

表 2. 魚と比べて鶏肉の良いところは何ですか？

順位	キーワード	ヒット数
1	* 調理 *	440
2	* やすい *	352
3	* 料理 *	283
4	* 味 *	175
5	* 骨 *	105
6	* 価格 *	103
7	* 安い *	81
8	* 簡単 *	60
9	* 手軽 *	53
10	* 臭 *	50
11	* 子供 *	48
12	* タンパク *	45
13	* たんぱく *	37
14	* レシピ *	32
15	* おいしい *	29
16	* 栄養 *	28
参考 1	* 国産 *	3
参考 2	* 健康 *	2
参考 3	* 調理しやすい *	123
参考 4	* 料理しやすい *	13
コメント数		1651

※ 記載された文章を文節に分解して重複するものをヒット数としてカウントした。

べると頭がよくなるという消費者への歌による PR が見事に成功し、機能性のイメージに関して定着している。そのことが、機能性に関しても魚優位である状態を創り出している。中高年の機能性への期待

は、魚の供給が減少する中にあるのは、鶏肉の需要を伸ばさせる可能性が非常に高いと思われる。

図 15 中央部分には、「保存性」、「安全性」、「噛みやすい」、「飲み込みやすい」といった項目があるが、これらはどちらとも評価し得ないという項目と思われる。

表 2 は、魚と比べて鶏肉の良いところは何ですか？という設問に対して、回答されたコメントを文節ごとに区切り、重複するものをカウントしたものである。上位には「調理」、「～やすい」などがあり、

手軽さが魚と比較して良いところとされている。上述の機能性に関しては「たんぱく（タンパク）」、「栄養」が入っているが、手軽さほどではなく、図 15 にて述べた結果をなぞる形になっている。

V 事例

徳島県の加工業者の A 社は大変ユニークな会社である。県内の漁港の中に本社と加工場を構え（写真 2）、鶏肉の加工品と、水産物の加工を行ってい



写真 2. A 社は漁港の中に立地している



写真 5. A 社の乾燥室。普段は水産物の乾燥に使うが、鶏肉の一夜干しの製造にも使用した。



写真 3. A 社の HP、鶏の一夜干しのレシピがある



写真 6. B 社の鶏舎内。およそ 60 日齢



写真 4. A 社の製品。鶏ひき肉のごぼう巻き。
ふわっとしたカマボコのような食感



写真 7. 脱毛の後に、と体をバーナーで炙る

る。魚介類の水揚げの減少と高値により、鶏肉加工品が主になりつつある。水産加工品で培ったノウハウを鶏肉の加工品にも生かし、「鶏の一夜干し」や「ごぼう巻き」などの商品を創り出した。「鶏の一夜干し」は現在商品として販売していないが、A社のHP（写真3）には、「鶏の一夜干し」のレシピを掲載している。「鶏の一夜干し」の開発の経緯は、90年代後半に、鶏の新製品は何かないと考えていた中、水産資源の枯渇が予測され、水産の設備（写真4）の稼働率が下がることに対して危機を感じた経営者が、考案し開発した。A社の「鶏の一夜干し」は大変美味で、量販店の担当者も試食し、商品として採用した。しかし、消費者に対しては受け入れられず、比較的短期間で販売を休止した。「試食してもらわなければ売れないので、売るのに手間がかかる商品だった。少し世に出すのが早かった。」とのコメントがあった。現在は、鶏ひき肉を使った「ごぼう巻き」の発売に向けての開発に注力している。鶏ひき肉をリテーナーに入れ加熱することで結着を強め、カマボコのような食感で大変おいしく、とろみのあるタレをかけることで、高齢者などの嚥下（飲み込み）をしやすくしている。A社のように水産と鶏肉を扱っている企業は稀有な存在であり、他企業はまねのできない事柄が多いように思うが、水産商品を鶏肉、鶏ひき肉に置き換える姿勢は他企業も検討しているところが多いのではないかと思う。

鹿児島県のB社は、生産から販売まで一貫して自社で行っている。鶏の生育環境、飼料にこだわりを持っている。50日齢のブロイラーを仕入れ、30日間追加して飼養する。飼料はB社独自の配合で、海藻やミネラル分を多く加え、ストレスの無い環境で育てている。その結果、成鳥重量は4kg近くになり（写真6）ブロイラーとは違った味わいが出てくる。解体は、出荷・販売当日に行う。脱毛の後にと体をバーナーであぶり（写真7）、外はぎにより部位分けを行う。解体においても細菌汚染しないように細心の注意を払っている。その結果、価格は100gあたり、もも、むねともに220円であるが、

近隣の顧客の他、インターネットでの販売も右肩上がりに伸びている。鶏肉は、天然物がない分、作り手の工夫により大きく肉質（品質）が変わり、顧客へのアピールがしやすい。とコメントがあった。昨今の魚供給の減少は知識として知っているが、それに対して商品づくりを変更しようとする意図はB社にはなく、あくまで良い鶏を作り顧客に満足してもらおうという考えである。

VI まとめ

魚介類の供給量が今後において増加する見込みがない中であって、鶏肉を中心とした食肉がたんばく質源として代替していかなければいけないことは明らかである。その場合、今まで魚料理だったものが鶏料理になるなどの食品の代替に関しては、魚を生で食べる習慣のある我が国ではすべてが代替されることは考えづらい。若年層において、圧倒的に鶏志向であることを考えれば、今後、若年層が齢を重ねていくうちに全体としての自然に鶏志向の増加は今後も続くと思われる。そのような中であって、魚の代替を意識して、商品を作ってゆく企業と、鶏肉本来の良さを伸長させて商品を作ってゆく会社と別れるのではないだろうか。後者においては、現在の若年層を中心とした手軽さ、手ごろさの評価をさらに先鋭化する考え方と、中高年の中にみられる鶏肉の機能性に期待する潜在的需要に対する対応があるように思う。いずれにしても、国産鶏肉の品質は、現在と同様に高いレベルあることが必須の条件とされ、十分に達成できると確信している。

VII 参考文献

1. 小川純人（2019）慢性疾患とサルコペニア，医学のあゆみ 271 巻 3 号，医歯薬出版株式会社
2. 栄養企画委員会（2018）国民の栄養白書 2018 年度版「大包括ケア時代」の在宅を生き抜く「地域栄養経営」の実践
3. 川上 和人（2019）鳥肉以上，鳥学未満。JMP

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。

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>
 19 鯉淵太郎_〇〇に関する研究（本文）.docx
 19 鯉淵太郎_〇〇に関する研究（図表）.pptx
 19 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、本論、結論、要旨、引用・参考文献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。謝辞は緒言の末尾に入れる。
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。
 1) 雑誌引用の場合
 著者名（西暦年号）、表題、雑誌名 巻 頁〔例：3-8〕
 2) 単行本引用の場合
 著者名（西暦年号）、書名、発行所 引用頁〔例：pp. 5-15〕
 3) 編著本引用の場合
 著者名（西暦年号）、表題、書名〔編者名〕、発行所 引用頁
 4) 資料等の引用の場合
 資料名（西暦年号）、発行所 引用頁
11. 本文中の文献引用箇所には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 平 澤 朋 美 (有機野菜)

編 集 後 記

「令和」という新しい時代の始まりとともに本校では島崎学園長を迎え（2019年4月就任）、新たな発想のもと教職員が一丸となって次の時代に向けた学校を築き上げる取り組みが始まった。この「教育研究報告」は、2013年に第29号を発行したのち休刊となっていたが、新しい学校を築き上げる一環とし再び発行する気運が高まった。その様な中、再発行を目指す編集委員会委員長という大役を仰せつかり当初は不安でいっぱいであったが、関係各位のご協力により無事第30号を発行することができた。心から感謝申し上げます。本校の「農業・食と栄養」教育の更なる充実には、研究・学術的側面の充実・発展が不可欠であり、この「教育研究報告」が果たす役割は特に重要であると言え、更なる発展を期待したい。

教育研究報告第30号では、本校における原価計算の教授法について（児島）、サルコペニアの簡易判断基準に関する研究（長谷川 陽）、*P. aureovella* から抽出したマンガンペルオキシダーゼの酵素特性についての研究（小林）、国産鶏肉需要の特色と役割についての研究（長谷川 量）の4論文が掲載された。これらの論文は、本校教育の特徴や多様性を色濃く映し出しており非常に興味深いものである。

今後も教育研究報告が継続して発行できるよう教職員各位の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30号

発 行 日 2020（令和2）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
<http://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・組合コース
◎畜産コース
◎国際農業コース

食品栄養科