

## 略 歴

1978年	3月	お茶の水女子大学家政学部 卒業
1981年	3月	お茶の水女子大学大学院 家政学研究科 修了
1992年	3月	東京水産大学大学院 水産学研究科 博士後期課程修了
1999年	4月	青山学院女子短期大学家政学科 助教授
2010年	4月	大妻女子大学家政学部 教授 現在に至る

## 雑穀の調理特性を利用した挽肉料理の 嗜好性・栄養性および機能性に関する研究

アワ・ヒエ・キビなどは、イネ科の穀類のなかでも比較的小粒で、原始的な焼き畑農法でも栽培可能であり、コメやコムギなどととも古代の主要作物であった。しかし、稲作や麦作の普及に伴い、コメやコムギが穀類の主役の座を占めるようになると、アワ・ヒエ・キビなどは、雑穀としての位置づけになった。

このような雑穀は、コメやコムギに比べて味が劣るとされ、生産量も消費量も減少してきた。しかし、近年、現代の食生活において不足しがちなカルシウムや鉄などのミネラルや食物繊維などの栄養素を、精白米や精白小麦よりも多く含む優れた食品として、雑穀が見直されている。また、雑穀は、食物アレルギーの原因になりにくく、貴重な抗アレルギー食品でもある。さらに、モロコシ、ハトムギ、アマランサス、キノアなどの雑穀には、活性酸素を取り除き生活習慣病を抑える抗酸化作用やコレステロール低下などの機能特性も期待されている。このような雑穀の栄養性や機能性に注目して、雑穀を積極的に取り入れた食生活が推奨されている。

外食や中食産業では、雑穀を米に混ぜた飯を提供することで、ミネラルや食物繊維の不足を補おうと試みている。しかし、飯をはじめとする主食の量が減少している現代の食生活において、雑穀を主食として摂取することには限界がある。

そこで、雑穀の今日的な活用として、主食としてではなく、副食（おかず）の食材として利用することを提案したいと考えた。雑穀粒のつぶつぶ感やもちもちした弾力は、挽肉の外観やテクスチャーに似ており、雑穀を挽肉料理に用いて、嗜好性が高い料理を作ることが可能になれば、肉を用いた場合よりも雑穀を用いることにより脂肪を抑え、現代人が不足しがちなミネラルや食物繊維を補足することができる。このような、新たな雑穀の利用法を提案し、雑穀に対する今日的な価値観を提示するために、本研究を行った。

本研究では、まず、文献調査により、世界各地域において雑穀をどのように食べてきたのかを整理した。次に、数種の雑穀を用いて調理特性を検討し、その物性が挽肉と最も似ている雑穀を選択した。そして、選択した雑穀を用いて様々な挽肉料理を調製し、それぞれの料理の品質と嗜好性を

検討し、雑穀の新たな調理的価値を提示した。

先ず初めに、雑穀が各地域の生活の中でどのように利用され、どのような雑穀食文化が築かれているかについて文献調査を行った。資料は、編集当時の世界各地の食生活を網羅し、現在の食事文化に通じる基本的な情報が記載されていると考えられる週刊朝日百科『世界の食べもの』とした。記事の中から雑穀を使った料理を抽出し、地域別に雑穀の種類、利用形態、料理名、調理方法などを整理・分類し、雑穀調理の特徴を検討した。なお、今回の調査では、雑穀とは、生産量が多いコメ・コムギ・トウモロコシを除いた穀類とした。

資料調査の結果、粉食としては、インド以西ではパン様食品、東アジアでは麺、団子としての利用が多かった。粒食としては、いずれの地域でも飯・粥としての利用が多かったが、汁の具材としての利用がみられた。

次に、数種の雑穀の調理特性を把握するために、粒度の異なるアワ、キビ、モロコシ、モチムギを試料として、吸水率、加熱後の飯の水分含量、色およびレオナーによるテクスチャー測定を行い、4種雑穀の調理特性を検討した。さらに、4種の雑穀の中で最も挽肉の物性に近い雑穀を特定するために、4種雑穀から調製した飯および加熱した3種挽肉（牛肉、豚肉、鶏肉）の色とテクスチャー特性のデータを用いて主成分分析を行った。

その結果、アワ、キビ、モロコシ、モチムギの中では、「ミート・ミレット」と呼ばれるモロコシ飯の物性が加熱挽肉と最も近いことが明らかとなった。モロコシ飯のなかでも、加水量1.6倍で調製したものが、いずれの挽肉とも物性が近かった。

4種雑穀の中で、挽肉の物性に最も似ていたモロコシで調製した挽肉料理の嗜好性を検討するために、モロコシを24時間水浸漬後、加水量1.6倍として電気炊飯器で炊いて飯を調製した。このモロコシ飯を挽肉の代替として用い、コロッケ、タコライス、麻婆豆腐、餃子、ミートスパゲティ、ドライカレー、和風ハンバーグ、ハンバーグを調製した。それぞれの料理のおいしさの要因である外観、におい、味、テクスチャーの好ましさは7段階尺度評価法で、料理としての受容度は9段階の嗜好意欲尺度法により官能評価を行った。パネルは、大妻女子大学食物学科の学生および教員15名とした。

その結果、コロッケは、外観、味、テクスチャーともに最も好ましいと評価され、嗜好意欲尺度の評点が最も高かった。一方、ハンバーグは、味とテクスチャーの評価が低く、嗜好意欲尺度の評点が最も低かった。料理に占める挽肉の割合が高く、肉本来のうま味とテクスチャーを味わう料理ではモロコシを用いた料理の受容度が低下することが分かった。

嗜好性を官能評価により評価した結果、8種類の挽肉料理の中で、受容度が最も低かったハンバーグについて、モロコシの添加量がハンバーグの品質特性に及ぼす影響を検討した。基準ハンバーグは、牛挽肉100%で調製した。モロコシは、挽肉の25、50および75%を代替した。調製したハンバーグの重量保持率、形状変化率、色の測定、レオナーによる破断試験および官能評価を行った。

その結果、ハンバーグでは、挽肉の25%までをモロコシに代替するならばハンバーグの品質に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

本研究より、雑穀の中でも、モロコシ飯のつぶつぶ感やもちもちした弾力は、加熱挽肉に似ており、挽肉料理の挽肉の代わりにモロコシ飯を利用した料理の嗜好性は高いことが明らかとなった。このようなモロコシの調理特性と嗜好性は、雑穀が有する今日的な栄養的価値や生理機能性に加えて、雑穀の新たな価値観を明示するものである。

## はじめに

アワ・ヒエ・キビなどは、イネ科の穀類のなかでも比較的小粒で、原始的な焼き畑農法でも栽培可能であり、コメやコムギなどととも古代の主要作物であった。しかし、稲作や麦作の普及に伴い、コメやコムギが穀類の主役の座を占めるようになると、アワ・ヒエ・キビなどは、雑穀として位置づけられるようになった。

このような雑穀は、飯、パン、麺などの主食として利用する場合は、コメやコムギに比べて味が劣るとされ、生産量も消費量も減少してきた。しかし、近年、現代の食生活において不足しがちなカルシウムや鉄などのミネラルや食物繊維などの栄養素を、精白米や精白小麦よりも多く含む優れた食品として、雑穀が見直されている。また、雑穀は、食物アレルギーの原因になりにくく、貴重な抗アレルギー食品でもある。さらに、モロコシ、ハトムギ、アマランサス、キノアなどの雑穀には、活性酸素を取り除き生活習慣病を抑える抗酸化作用やコレステロール低下などの機能特性も期待されている。

雑穀の栄養性や機能特性に注目して、雑穀を積極的に取り入れた食生活が推奨されている。外食や中食産業では、雑穀を米に混ぜた飯を提供することで、ミネラルや食物繊維の不足を補おうと試みている。しかし、飯をはじめとする主食の量が減少している現代の食生活において、雑穀を主食として摂取することには限界がある。

ある種の雑穀は、雑穀粒のつぶつぶ感やもちもちした弾力が挽肉の外観やテクスチャーに似ているといわれている。このような雑穀の調理特性を活かし、挽肉料理に雑穀を用いて、嗜好性が高い料理を作ることが可能になれば、肉を用いた場合よりも脂肪を抑え、現代人が不足しがちなミネラルや食物繊維を補足することができる考える。雑穀を主食として利用するのではなく、雑穀の調理特性に着目した、新たな雑穀の利用法を提案するために、本研究を行った。

本研究では、まず、文献調査により、世界各地域において雑穀をどのように食べてきたのかを整理した。また、雑穀の栄養性と機能特性に関して報告されているエビデンスをまとめた。次に、数種の雑穀を用いて調理特性を検討し、その物性が挽肉と最も似ている雑穀を選択した。さらに、選択した雑穀を用いて様々な挽肉料理を調製し、それぞれの料理の品質と嗜好性を検討し、雑穀の新たな調理的価値を提示した。

## 雑穀とは

日本雑穀協会では、雑穀は時代背景や主食の変化につれ、捉えられ方が変わってきたと説明している。そこで、まず、雑穀とは何を指すのかを整理する。阪本は、雑穀とはアワ・キビ・ヒエなどの総称で、小さな穎果を付け、おもに乾燥したサバンナの生態条件の地域で栽培化され、夏作物として栽培される一群のイネ科穀類であると定義している<sup>1)</sup>。従って、イネ、トウモロコシ、コムギ、オオムギなどの麦類は含まれないことになる。小原は、禾穀類(イネ・ムギなど)、シユク穀類(ダイズ、アズキなど)およびタデ科の作物(ソバなど)を総称して穀類と呼び、このうちコムギ、オオムギ、コメおよび大豆などは、世界的に多量に生産され、先進国の主要食糧として重要視されているので、これらの穀類を除いた残りの穀類を雑穀と称している<sup>2)</sup>。すなわち、アワ、ヒエ、シコクビエ、トウジンビエ、キビ、モロコシ、

トウモロコシ、エンバク、ライムギ、ライコムギ、ハトムギ、テフ、ソバなどが雑穀である。今回の調査では、イネ科のコメ、コムギ、オオムギなどの麦類、トウモロコシ、アワ、キビ、ヒエ、シコクビエ、モロコシ、タデ科のソバ、ヒユ科のアマランサス、アカザ科のキノアを穀類とし<sup>3)</sup>、そのなかで生産量が多いコメ・コムギ・トウモロコシを除いた穀類を雑穀と定義した。

## 雑穀の食文化

アワ、キビ、ヒエ、インドビエ、ハトムギは、アジアを起源とし、モロコシ、シコクビエ、ドウジンビエは、アフリカを起源とし、各地の新石器時代の文明を支えた重要な食糧であった。今日、雑穀の生産量は、穀類の生産量全体からみると極めて少ないが、発展途上国では、重要な食糧である。雑穀が各地域の生活の中でどのように利用され、どのような雑穀食文化が築かれているかについて文献調査を行った。資料は、編集当時の世界各地の食生活を網羅し、現在の食事文化に通じる基本的な情報が記載されていると考えられる週刊朝日百科『世界の食べもの』<sup>4)</sup>とした。記事の中から雑穀を使った料理を抽出し、地域別に雑穀の種類、利用形態、料理名、調理方法を整理・分類し、雑穀調理の特徴を検討した。

日本以外の世界の雑穀料理を粉食と粒食という利用形態でまとめた(表1.および表2.)。その結果、粉食としての利用に関しては、ヨーロッパでは、ライムギ、オートムギ、オオムギの粉でパンを焼き、粉粥を作っていた記述が多く出現した。アフリカ、インドなどの熱帯地域では、モロコシ、シコクビエの粉でパンを焼き、粉粥を作っていた。アビシニア高原のテフは、栽培の歴史は古い但现在でも特定の地域

表1. 雑穀の粉食としての利用(世界)

国名・地域	穀類の種類	料理名	国名・地域	穀類の種類	料理名
フランス	ソバ	ギャレット	インド	モロコシ等	ローティー(パン)
	ライムギ	パン		シコクビエ	ドーサイ(パン)
	ライムギ	香料入りパン		シコクビエ等	イットウ(おねり)
	オートムギ	ブイ(粥状)		モロコシ等	粉粥
ポーランド	ライムギ	パン	オオムギ	サットウ(麦こがし)	
アイルランド	オートムギ	オートブレッド、オートケーキ	アフガニスタン	キビ・アワ	クルシク(平パン)
	オートムギ	ポリッジ	カザフスタン	オオムギ	マクシム(雑炊)
アルメニア	ゴミ(キビ)	粥	マリ	トウジンビエ	トー(おねり)
	ソバ	粉粥	タンザニア	モロコシ	ウガリ(固ゆで)
	ライムギ	黒パン	モロコシ	ウジ(粥)	
エストニア	ライムギ	豚肉入りライムギ皮のピローグ	モロコシ	カテ(パン)	
フィンランド	ライムギ	カリヤランピーラッカ(パイ)	エチオピア	テフ	インジェラ(平焼き)
ノルウェー	オオムギ	フラットブロエー(平焼き)	中国	ユウマイ	ユウ麵
	ライムギ	レフサ(平焼き)		ソバ	チャオ麵
デンマーク	ライムギ	パン	コウリヤン	ガオリヤン麵	
ドイツ	ライムギ	黒パン	アワ	煎餅(ジェンピン)	
ネパール	オオムギ	ツァンパ(麦こがし)	コウリヤン	餅(ピン)	
西アジア	シコクビエ	ディロ(おねり)	朝鮮	ソバ	冷麵
アフリカ	ソバ	アルー・コ・ロティ(平焼き)			



表2. 雑穀の粒食としての利用 (世界)

国名・地域	穀類の種類	料理名	国名・地域	穀類の種類	料理名
フランス	オートムギ	ブイイのスープ	インド	トウジンビエ	サッジェ・アンナ (飯)
イタリア	エンマーコムギ	ミネストローネ	エジプト	モロコシ	ピラフ
	オオムギ	飯		オオムギ	ファルク (粥)
ポーランド	ソバ	ロールビーフの粒ソバ添え		オオムギ	マハシ・ハンマム (鳩料理)
	オオムギ	カーシャ入りスープ	アメリカ	ワイルドライス	粥・シチュー
	オオムギ	カシャンカ (腸詰)		オートムギ	シリアル
アルメニア	ゴミ (キビ)	粥	ニュージーランド	オートムギ	粥・シチュー
ウクライナ	ソバ	カーシャ (粒粥)	中国	コウリヤン	飯
エストニア	オオムギ	牛乳スープ	台湾	アワ	粥・シチュー
ロシア	ソバ	カーシャ (粥)		アワ	雑煮
インド	モロコシ等	飯		アワ	ちまき
	コドラ (ビエ)	コドラ飯		オオムギ	雑穀飯

だけに局限されているが、エチオピアでは、水で溶いて発酵させたインジェラという平焼きパンが作られていた。アジアでは、アワ、キビ、ヒエなどの粉でパンや餅 (ピン) を焼いたり、そばがきのようなおねりを作ったり、ソバをはじめとしたユウマイやコウリヤン (モロコシ) での麺の利用も見られた。

世界の粒食としての利用に関しては、それぞれの地域で収穫された雑穀を飯、粥などの主食として利用することが世界共通であった。フランスのオートムギのブイイのスープ、イタリアのエンマーコムギのミネストローネ、ポーランドのオオムギのカーシャ入りスープなどのように、雑穀粒をスープの具として利用している地域も多く見られた。ポーランドのカーシャ入りスープは、骨付き肉、セロリ、ポロネギ、ニンジンなどを入れて煮た汁に、オオムギのカーシャ (ゆでたもの) を入れた料理である。ぷりぷりしたオオムギの食感がおいしいと記述されていた。また、ポーランドのカシャンカは、豚の皮や内臓にゆでたオオムギやソバの実を入れ、豚の血、胡椒、マジヨラムを加えて混ぜ、豚の腸に詰めてから塩を加えた熱湯でゆでたソーセージのような詰め物であった。エジプトでは、マハシ・ハンマムといい、鳩の臓物を取り出し、その中に裸麦 (オオムギ) を砕いたフリーク、香辛料、パセリなどを混ぜ合わせた具を入れ、リキュールをかけて、湯の中で煮た料理が出現した。カシャンカやマハシ・ハンマムのような料理は、雑穀を主食として捉えるのではなく、食材の一つとして副食 (おかず) に利用しているところがユニークであると思われる。

次に、日本における雑穀料理を粉食と粒食という利用形態でまとめた (表3. および表4.)。その結果、日本における雑穀の粉食としての利用に関しては、ソバ粉利用の記述の出現が多く、麺、団子などに利用されていた。宮崎のいわしのそばだご汁は、ソバの団子ではなく、いわしのすり身にそば粉をまぶしてゆでたものをそばの団子と呼んでいる。鹿児島県のがねは、正月料理の一つであり、ゴボウ、ニンジン、サツマイモの太めのせん切りを、黒砂糖や塩で味をつけたソバ粉の衣で揚げた料理である。雑穀を用いた料理が、行事食として位置づけられている点で、鹿児島のがねは、特異であると思われる。

粒食としての利用に関しては、オオムギをはじめとしてキビやアワなどの飯としての利用の記述が多く出現した。山形の酒田では、ソバの実をゆでて、十回以上水洗いして殻を取り除いたむきソバの実を、鶏挽肉などで作った汁に入れて、冷たくして食べるむきそばが、夏のおもてなし料理として出現した。また、徳島祖谷の郷土料理のソバ米雑炊も、ゆでて殻を除いたソバを鶏肉、ちくわ、ニンジンの汁に入れて食べる料理であり、山形のむきそばと似た料理であった。これらのソバの実の料理は、プチプチした食感が今日でも好まれている。

表3. 雑穀の粉食としての利用 (日本)

県名	穀類の種類	料理名	県名	穀類の種類	料理名
北海道	ソバ	そば	山梨	オオムギ	おあんびん (焼き団子)
	ソバ	そばずし		オオムギ	こうせん
	アワ・キビ	シト (団子)	静岡	ソバ	せりそば
	キビ	コサヨ (粉粥)		北陸	ソバ・ヒエ
岩手	ソバ	わんこそば	福井	ソバ	おろしそば
	ソバ	そばかけ	京都	ソバ	にしんそば
	ソバ	柳ぱっと	兵庫	ソバ	奈佐そば
	ソバ	うちわ餅	島根	ソバ	出雲そば
福島	ソバ	そばねり (かいもち、ねりっこ)	岡山	タカキビ (モロコシ)	高きび団子
茨城	ソバ	けんちんそば	徳島	ソバ	祖谷そば
長野	ソバ	信州そば	大分	ソバ	そばまんじゅう
	ソバ	お煮かけ		宮崎	ソバ
	ソバ	すんきそば	鹿児島	ソバ	がね (カニ)
	ソバ	そばがき			
	ソバ	そばまんじゅう			
	ソバ	うすやき			

表4. 雑穀の粒食としての利用 (日本)

県名	穀類の種類	料理名	県名	穀類の種類	料理名
山形	ソバ	むきそば	神奈川	オオムギ	おぼく (大麦飯)
岩手	アワ・オオムギ	三穀めし		モチキビ	きびふかし
	オオムギ	麦飯	三重	オオムギ	麦飯
栃木	オオムギ	麦飯 (ばくめし)	徳島	ソバ	そば米雑炊
宮崎	オオムギ	むっけ汁 (麦粥汁)	鹿児島	アワ	粟ん納豆

資料調査の結果、粉食としての利用は、インド以西ではパン様食品、東アジアでは麺、団子としての利用が多かった。粒食としての利用は、いずれの地域でも飯・粥としての利用が多かった。このような雑穀のパン、麺、飯などの主食としての利用が、雑穀はコメやコムギの代替品であるという概念の形成に関わっていると推測される。オオムギのぷりぷりした食感、ソバの実のプチプチした食感は、嗜好性が高い。このような食感を活かした雑穀の利用法に着眼することで、雑穀は、コメやコムギの代替食品であるという価値観や、雑穀はおいしくないというイメージの払拭につながるのではないかと考える。

2014年および1964年の穀類の生産量<sup>5)</sup>を表5.に示した。この50年間に、世界では、コメ、コムギ、トウモロコシ、オオムギ、モロコシの生産量は増大している。一方、オートムギ、ライムギ、ソバの生産量は減少している。さらに、キビ、アワ、ヒエは、Milletに分類されており、シコクビエやテフなどを含むが、世界の生産量に大きな変動はみられなかった。2014年の世界の穀類の生産量は、トウモロコシ(1,037,791,518トン)、コメ(741,477,711トン)、コムギ(729,012,175トン)がその90%を占めていた。オートムギ、ライムギ、ソバ、キビ・ヒエ・アワなどMilletの生産量は、穀類全体の1%前後と僅かであった。2014年、Milletの生産量が最も多かった国は、インド(11,420,000トン)であり、次いでニジェール(3,321,753トン)、中国(2,344,200トン)、マリ(1,715,044トン)の順であった。

表5. 世界および日本の穀類の生産量 (トン)

	世界の生産量		日本の生産量	
	2014年	1964年	2014年	1964年
コメ	7. 415. E+08	2. 629. E+08	1. 05. E+07	1. 64. E+07
コムギ	7. 290. E+08	2. 688. E+08	8. 52. E+05	1. 24. E+06
トウモロコシ	1. 038. E+09	2. 152. E+08	189	8. 38. E+04
オオムギ	1. 445. E+08	9. 552. E+07	1. 70. E+05	1. 20. E+06
オートムギ	2. 272. E+07	4. 324. E+07	347	1. 21. E+05
ライムギ	1. 524. E+07	3. 267. E+07	Data not available	1560
ソバ	1. 924. E+06	2. 201. E+06	3. 11. E+04	2. 71. E+04
ヒエ・アワ・キビ	2. 838. E+07	2. 729. E+07	233	4. 17. E+04
モロコシ	6. 894. E+07	4. 504. E+07	Data not available	920

日本の場合は、1964年から2014年の50年間に、日本の主要食糧であるコメの生産量をはじめほとんどの穀類の生産量が大きく減少している。これは、日本人が主食として食べる飯の量が減少していることが要因である。近年、雑穀を入れた飯が流行しているが、日本のキビ、アワ、ヒエ類の生産量は、2014年に233トンであり、この生産量は世界ランク77番目であった。ソバ以外の雑穀の生産量は決して多くない現状である。

このように、コメ、コムギ、トウモロコシの主要穀類以外の雑穀の生産量は世界的にみても少なく、日本における生産量はさらに微少であった。

### 雑穀の栄養価と機能特性

穀類の成分を表6. に示した<sup>6)</sup>。日本人の主食である白飯の材料である精白米は、アワ、ヒエなどの雑穀に比べて、たんぱく質、脂質、灰分が少ない。玄米のぬか層や糊粉層を削ってこのような成分を取り除くので、精白米の白飯は、雑味のない飯のおいしさを有する。これに対して、特有の風味を有する

表6. 穀類の成分 (可食部100g当たり)

	エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物	食物繊維	灰分	葉酸
	kcal	g	g	g	g	g	μg
精白米 (うるち米)	358	6.1	0.9	77.6	0.5	0.4	12
玄米	353	6.8	2.7	74.3	3.0	1.2	27
薄力粉 (一等)	367	8.3	1.5	75.8	2.5	0.4	9
アマランサス	358	12.7	6.0	64.9	7.4	2.9	130
アワ	367	11.2	4.4	69.7	3.3	1.4	29
オートミール	380	13.7	5.7	69.1	9.4	1.5	30
オオムギ (米粒麦)	343	7.0	2.1	76.2	8.7	0.7	10
キビ	363	11.3	3.3	70.9	1.6	0.7	13
ソバ (全層粉)	361	12.0	3.1	69.6	4.3	1.8	51
ハトムギ	360	13.3	1.3	72.2	0.6	0.2	16
ヒエ	366	9.4	3.3	73.2	4.3	1.3	14
モロコシ (精白粒)	364	9.5	2.6	74.1	4.4	1.3	29
ライムギ (全粒粉)	334	12.7	2.7	70.7	13.3	1.4	65

雑穀は、概してたんぱく質、脂質、灰分を多く含有する。アマランサス、オートミール、キビ、ソバ、ハトムギ、ライムギは、100g 当たり10g 以上のたんぱく質を含有する。また、玄米、アマランサス、アワ、オートミール、ソバ、ヒエ、モロコシ、ライムギは、1.0g 以上の灰分（ミネラル）を含有する。ビタミンに関しては、成長や妊娠の正常な維持に必要とされる葉酸を、玄米、アマランサス、アワ、オートミール、ソバ、モロコシ、ライムギが、精白米や薄力粉の2倍以上を含有する。さらに、アマランサス、オートミール、オオムギ、ソバ、ヒエ、モロコシ、ライムギは、100g 当たり4g 以上の食物繊維を含有する。このように、雑穀の特徴的成分であるミネラルや食物繊維は、現代の食生活において不足しがちな食品成分であり、雑穀の積極的な摂取は、今日的な食生活の課題を解決する一助と考えられる。

1980年以降、疾病の予防や健康の維持・増進といった生体の調節機能に関与する食品の機能性成分に関する研究が始まった。食の健康志向に伴い、食品の機能性が注目されるようになり、今日では食品の栄養性に加え、機能性への関心が高まっている。

山梨県桐原村は、昭和43年に東北大学近藤正二名誉教授らにより日本有数の長寿村との折り紙をつけられた<sup>7)</sup>。鷹嘴テル等は、その長寿村桐原地区の食生活を中心として食生活と長寿に関する疫学的調査や医学的検査、栄養学的実験を試み、長寿の要因としてオオムギを中心とした雑穀の食習慣を指摘した<sup>8)</sup>。さらに、雑穀の特徴的成分である食物繊維に着目し、食物繊維の多量摂取により便秘予防、肥満予防、糖尿病予防、脂質代謝調節による動脈硬化予防、大腸がん予防などの生理学的効果を報告している<sup>9)</sup>。オオムギは、水溶性食物繊維を多く含み、その大部分が $\beta$ -グルカンである。2013年、公益財団法人日本健康・栄養食品協会により、オオムギ由来の $\beta$ -グルカンの血中コレステロール正常化、食後血糖値の上昇抑制作用について肯定的な根拠があると認められた<sup>10)</sup>。オートムギも $\beta$ -グルカンを含み、1日3g以上のオートムギ由来 $\beta$ -グルカンを摂取すると、冠状動脈疾患のリスクを下げるという臨床試験結果が報告されており<sup>11)</sup>、血糖値やコレステロール値の調節にオートムギ $\beta$ -グルカンが影響していると考えられている。

西澤等は、ラット及びマウスに20%キビたんぱく質飼料を20日間自由摂取させ、キビたんぱく質には、血中のHDL-コレステロール濃度を顕著に上げる作用があることを報告している<sup>12)</sup>。また、アマランサス、キヌア、モロコシ、ハトムギ、ヒエ、アワ、キビなどは、抗酸化能が期待されるポリフェノールの給源としても重要である。さらに、アマランサス添加パンは、アレルギー治療中に摂取可能なパンであることが報告されており<sup>13)</sup>、アマランサスの抗アレルギー食品としての可能性も期待される。

このように、雑穀には、現代人が不足しがちなミネラルや食物繊維が豊富に含まれるだけでなく、肥満予防、動脈硬化予防、大腸がん予防などの生理学的効果のエビデンスが次々に報告されている。

## 数種雑穀の調理特性の検討

雑穀の調理特性を活かした嗜好性の高い新たな雑穀の調理方法を提案することは、現代の日本人が切望する栄養性と機能性を有する雑穀の消費拡大につながる。そこで、コメやコムギの代替として飯、パン、麺などの主食の材料として雑穀を利用するのではなく、雑穀特有のプチプチした、あるいはぷりぷりした食感に着目し、雑穀を挽肉料理の食材として利用することを検討した。

まず、粒度の異なるアワ、キビ、モロコシ、モチムギを試料として（写真1.）、雑穀の吸水率、加熱後の飯の水分含量、測色色差計による色の測定およびレオナーによるテクスチャー試験を行い、



4種雑穀の調理特性を把握した。さらに、4種の雑穀の中で最も挽肉の物性に近い雑穀を特定するために、4種雑穀から調製した飯および加熱した3種挽肉（牛肉、豚肉、鶏肉）の色とテクスチャー特性のデータを用いて主成分分析を行った。

その結果、アワ、キビ、モロコシ、モチムギの中では、「ミート・ミレット」と呼ばれるモロコシ飯の物性が加熱挽肉と最も近いことが明らかとなった。モロコシ飯のなかでも、加水量1.6倍で調製した試料が、いずれの挽肉とも物性が似ていることが明らかとなった。



写真1. 各種雑穀  
① アワ ② キビ  
③ モロコシ ④ モチムギ

## モロコシで調製した挽肉料理の嗜好性と栄養性

雑穀の中でも、プチプチした食感が強く、最も挽肉の物性に似ていたモロコシ飯を用いて様々な挽肉料理を調製して、その嗜好性を官能評価により検討した。

モロコシを24時間水浸漬後、加水量1.6倍として電気炊飯器で炊いて飯を調製した。このモロコシ飯を挽肉の代替として使い、コロッケ、タコライス、麻婆豆腐、餃子、ミートスパゲティ、ドライカレー、和風ハンバーグ、ハンバーグを調製した。料理のおいしさの要因である外観、におい、味、テクスチャーの好ましさは7段階尺度評価法で、料理としての受容度は9段階の嗜好意欲尺度法により官能評価を行った。パネルは、大妻女子大学食物学科の学生および教員15名とした。

その結果、コロッケは、外観、味、テクスチャーともに最も好ましいと評価され、嗜好意欲尺度の評点が最も高かった。コロッケに次いで、嗜好意欲尺度が他高かったのは、タコライスであった。麻婆豆腐、餃子、ミートスパゲティ、ドライカレーのテクスチャーの評価が低値であったが、嗜好意欲尺度の評点は、コロッケ、タコライスと同程度であった。一方、和風ハンバーグとハンバーグは、味とテクスチャーの評価が低く、嗜好意欲尺度の評点がコロッケやタコライスより有意に低かった。料理に占める挽肉の割合が低く、調味料や香辛料の風味を利用した料理、あるいは挽肉の結着性を利用しない料理では、モロコシを用いた挽肉料理の嗜好性は高かった。しかし、料理に占める挽肉の割合が高く、肉本来のうま味を味わう料理、あるいは挽肉の結着性を利用した料理ではモロコシを用いた料理の受容度が低下することが分かった。

次に、モロコシを用いて調製した各種挽肉料理の栄養性を評価するために、モロコシで作った料理の栄養成分を挽肉で作った料理の栄養成分に対する各成分の変化率で比較した。その結果、エネルギー量はほぼ同程度であった。炭水化物が増加し、たんぱく質や脂質が減少した。ミネラルの中ではカルシウムの増加率が高く、ビタミンのなかでは葉酸の増加率が高値であった。さらに、現代人に不足しがちな食物繊維は、挽肉をモロコシに変えることで麻婆豆腐やコロッケのようにモロコシの使用量が少ない料理でも1.3倍に増加した。モロコシの使用量が多い和風ハンバーグ、ハンバーグでは、食物繊維量は挽肉の場合より1.6倍、2.2倍と激増した。

これらの結果から、挽肉の代わりにモロコシを用いて挽肉料理を作れば、嗜好性をある程度維持しながら、肉を食べることによる動物性脂肪の摂取を抑制することができる。さらに、モロコシを挽肉料理の材料として利用することにより、肉などの動物性食品の多量摂取に伴う肥満、動脈硬化、大腸がんなどを予防する生理学的効果がある食物繊維を補給できることが分かった。

## モロコシを用いたハンバーグの品質特性

挽肉料理のうち、料理に占めるモロコシの割合が少ない料理の嗜好性は高かったが、モロコシの割合が多いハンバーグの嗜好性は有意に低値であった。そこで、受容度が低かったハンバーグについて、モロコシの添加量がハンバーグの品質特性に及ぼす影響を検討した。基準ハンバーグは、牛挽肉100%で調製した。挽肉の25、50および75%をモロコシ飯で代替した。ハンバーグパテの作り方は常法<sup>14)</sup>に準じて調製したが、モロコシ飯は粘りが生じすぎないように最後に加えて均質に混ぜ、30gを直径50mmの円盤状に成形し、230℃のオーブンでハンバーグの中心部が75℃に達するまで、7分間加熱して試料を調製した。調製したハンバーグの重量保持率、形状変化率、色の測定、レオナーによる破断試験および官能評価を行った。

重量保持率、色調、破断応力そして官能評価の結果から、挽肉の25%までをモロコシで代替するならばハンバーグの品質に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

## まとめ

アワ・ヒエ・キビなどの雑穀は、現代の食生活において不足しがちなカルシウムや鉄などのミネラルや食物繊維などを豊富に含み、その栄養的価値が見直されている。また、雑穀は、生活習慣病予防の生理学的効果を有しており、活性酸素を取り除く抗酸化作用や抗アレルギー食品としても期待されている。

このような雑穀の栄養性や機能特性に注目して、雑穀を積極的に取り入れた食生活を提案することを目的として、雑穀の調理特性を利用した挽肉料理の嗜好性・栄養性および機能性に関する研究を行った。

その結果、雑穀の中では、モロコシ飯の物性が加熱挽肉の物性に最も似ていることが明らかとなった。また、モロコシ飯を使って様々な挽肉料理を調製したところ、本来挽肉の使用量が少ない料理の場合は、モロコシで代替しても嗜好性が高いことが分かった。また、モロコシを挽肉料理の材料として利用することにより、肉などの動物性食品の多量摂取に伴う肥満、動脈硬化、大腸がんなどを予防する生理学的効果がある食物繊維を補給できることが分かった。ハンバーグのように肉の使用量が多い料理では、肉の全量をモロコシで代替すると嗜好性が低くなるが、肉の25%をモロコシで代替した場合には、ハンバーグの品質および嗜好性は肉100%のハンバーグと同程度であることが示された。

本研究の結果から、雑穀を米や小麦の代替として飯、パン、麺のような主食として利用するのではなく、副食であるおかずの食材として活用することの可能性が示唆された。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、助成を賜りました公益財団法人アサヒグループ学術振興財団、研究内容に関して専門的なご助言をいただきました専攻委員ならびに役員の皆様へ深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 阪本寧男著(1998),「全集 日本の食文化 第三卷米・麦・雑穀・豆」,吉賀登、石川寛子監修,雄山閣,東京,p.135
- 2) 小原哲二郎著(1981),「雑穀」,樹村房,東京,p.i
- 3) 農山漁村文化協会編者(2010),「地域食材大百科第1巻穀類、いも、豆、種実」,農山漁村文化協会,東京,pp.3-198
- 4) 「週刊朝日百科 世界の食べもの 全14巻」,朝日新聞社(1980-1982)
- 5) FAOSTAT ,<http://www.fao.org/faostat/en/#data> (2017/11/30)
- 6) 文部科学省編集(2016),「日本食品標準成分表 2015年版(七訂)」,全国官報販売協同組合,東京,pp.36-45
- 7) 古守豊甫(1992),「長寿村の短命化の現況」,東医大誌,50(3),524
- 8) 鷹觜テル,及川桂子,赤沢典子,古守豊甫(1977),「食生活と長寿に関する研究」,岩手大学教育学部研究年報,37,177-224
- 9) 鷹觜テル,及川桂子,赤沢典子,古守豊甫(1977),「食生活と長寿に関する研究(第2報)」,岩手大学教育学部研究年報,41,109-137
- 10) 青江誠一郎(2016),「穀類に含まれる食物繊維の特徴について」,日本調理科学会誌,49,297-302
- 11) Thies,F., Masson,L.,F.,Boffetta,P.and Kris-Etherton,P. (2014),「Oat and CVD risk markers: a systematic literature review」,Br. J. Nutr.,112,S19-S30
- 12) 西沢直行(2003),「雑穀の機能性と利用」,日作東北支部報,46,95-98
- 13) 新藤由喜子,青島郁子,飯田文子,満川元行(1992),「アレルギー患者が摂取可能なアマランサスパンの製造とその評価」,日本家政学会誌,43,15-21
- 14) 香西みどり,綾部園子編著(2017),「流れと要点がわかる・調理学実習」,光生館,東京,p.93