

【審査論文】

現在の千葉県産市販「イワシの卵の花漬け・イワシのゴマ漬け」の 食品的位置づけ

古本美栄、角野 猛、小田中南弓、中島 肇

Food microbiological and chemical analysis of commercially available sardine in okara paste (iwashi unohana-zuke) and sardine in sesame (iwashi goma-zuke).

KOMOTO Mie, SUMINO Takeshi, ODANAKA Nami, NAKAJIMA Hadjime

要旨

千葉県九十九里海岸地域の郷土料理に「イワシの卵の花（おから）漬け」、「イワシのゴマ漬け」がある。古い資料では発酵食品であるナレズシ系の食品と思われる記述もあるため、現在千葉県内で市販されている商品を食品科学的に分析した。第一段階の分析として市販「イワシの卵の花漬け」4品を対象に微生物分析を行ったところ、発酵食品レベルの乳酸菌は検出されなかったが、イワシに由来するn-3系脂肪酸が多いことが明らかとなった。第二段階目の分析として、「イワシのゴマ漬け」10品について有機酸分析を行ったが、主要な有機酸は酢酸であり、2品でトレースレベルの乳酸が検出されたが乳酸発酵をした食品ではなかった。さらに、遊離アミノ酸分析を行ったところ、調味料としてアミノ酸を添加していない商品でも食酢由来と思われるグルタミン酸が検出された。

以上の結果から、現在市販されている「イワシの卵の花漬け」および「イワシのゴマ漬け」は、乳酸発酵タイプのナレズシ系から派生した、酢締めしたイワシと卵の花またはゴマを混合して製造するハヤズシ系の食品であることが示唆された。

キーワード：イワシの卵の花漬け・イワシのゴマ漬け・有機酸・乳酸菌・発酵食品

1. 諸言

食品としての魚類は、他の食品に比べて腐敗しやすいという特徴がある。コールドチェーンや養殖技術が発達する以前では、農産物や畜産物のように「家畜化」されていない魚類は、消費できない量の収穫物を獲得した場合、何らかの加工を施した水産加工品として保存性をあげることが不可欠であった²⁾。中尾は¹⁴⁾、日本国内で食品の加工・調理を科学的なアプローチから考察した最初の書籍ともいえる「料理の起源」において、日本の魚の保存形態として、①水分活性を低下させる乾燥・塩蔵系、②食塩を加えたのち魚類等の内在酵素によって酵素分解を行う塩辛系、③米に代表される穀物由来のでん粉を加えることで「飯の乳酸発酵による防腐力」を利用したナレズシ系、に分類している。日本では米を炭素源として加え、「鮎（ふな）ずし」を起源とするナレズシ系の食品が現在でも作られている。中尾¹⁴⁾は、ナレズシ系から派生し、乳酸発酵の代わりに「植物性の酸（酢酸）」を米飯に使用した江戸前の「握りスシ」に代表される食品を

ハヤズシ系と呼んでいる。

その後、石毛ら⁷⁾ および藤井³⁾ は食文化研究から、乳酸発酵食品のうち、加賀の「カブラズシ」、飛騨の「ニンズシ」、秋田の「ハタハタズシ」、北海道の「イズシ」のように魚に米以外の野菜やコウジ(麴)を使って漬けた食品を、朝鮮半島から伝来したものであるためキムチ系(イズシ系と同義であるとの記載がある)とし、中国本土から伝来したナレズシ系と区別した。乳酸菌は炭素源となる糖類を資化して乳酸を生成する微生物であることから、炭水化物をほとんど含まない魚類を用いて乳酸発酵で保存するためには、どのタイプの炭素源を有する植物原料を加えるという点は現在の科学の視点からも合理性がある。2006年には乳酸菌の一種である*Lactobacillus amylophilus* (現在の分類名は*Amylolactobacillus amylophilus*) GV6株から生でん粉を直接分解し乳酸菌が利用可能なグルコースを産生する酵素(amylopullulanase)が同定され³¹⁾、以降、他の乳酸菌種でも生でん粉分解活性を有する遺伝子の存在が示されている¹¹⁾。日本への来歴から区分されたナレズシ系とイズシ系であるが、乳酸発酵食品として、乳酸菌が利用可能な炭素源の供給という点からもナレズシ系とイズシ系の区分は合理的である。つまり、生でん粉分解酵素を有し米を直接利用するタイプの乳酸菌が増殖するナレズシ系、単糖含む野菜やコウジが分解した単糖類を炭素源として利用するタイプの乳酸菌が増殖するイズシ系、という区分である。

千葉県九十九里海岸地域の漁師の網元では、酢締めしたイワシとおからからつくる「からずし」と呼ばれる料理が、正月二日に船出を祝って行う漕い出の祝い膳として提供されていたことが記されている^{16, 17, 18)}。また、イワシを使った料理として、酢漬のイワシにすし飯、トウガラシやショウガを加え10日から半月してから食する「まぶりずし」、すし飯を新鮮なイワシに詰め半月から20日くらいを食べてもらうとする「くさりずし」(「早ずし」として、食酢に漬けたイワシを使用すると2日以降食することが可能という記載もある)、塩漬のイワシを炒りゴマ、ショウガ、ユズと漬け込み1週間もたてば食べられるとする「ゴマ漬け」(酢漬のイワシを漬けた早漬の記載もある)、2週間ほどするとおいしくなるという塩漬イワシを大根と漬けた「鹿島漬け」、とあるようにナレズシ系またはキムチ系(イズシ系)の発酵食品、一部はハヤズシ系であることを示唆する記述がある^{10, 17)}。前述の石毛ら⁷⁾ および藤井³⁾ は、ナレズシ系は水田稲作に伴って中国から北九州に入り、西日本に広がったものであるのに対し、「キムチ系」は朝鮮半島経由で北陸から北海道に広がっていることを指摘している。興味深いことに、彼らの分類では関東は「酢飯を使用したスシ」が分布するハヤズシ系の地域とされている。千葉県九十九里海岸地域の郷土料理として現在販売されている「イワシの卵の花漬け」や「イワシのゴマ漬け」の化学分析や微生物分析による食品的位置づけを明らかにする研究は、我々の知る限り行われていない。

本研究では、現在市販されている、「イワシの卵の花漬け」や「イワシのゴマ漬け」を入手し、食品的位置づけを明らかにするための栄養成分を含む化学成分分析と微生物試験を行った。これらの結果に文献調査結果を総合し、現在販売されている、「イワシの卵の花漬け」や「イワシのゴマ漬け」が、ナレズシ系またはキムチ系(イズシ系)の乳酸発酵食品か、食酢を使ったハヤズシ系の食品¹⁴⁾であるかを検証した。

2. 材料および方法

2-1 材料と分析計画

分析は「イワシの卵の花漬け」を第一段階で、「イワシのゴマ漬け」を第二段階で実施した。第一段階の分析では一般分析、各種生菌数測定、脂肪酸組成分析、遊離アミノ酸分析を、第二段階では有機酸、遊離アミノ酸分析を行った。分析対象の商品に記載された食品表示等の概要を表1に示した。

2-2 「イワシの卵の花漬け」を対象とした第一段階の分析

2-2-1 試料の調製と栄養成分等分析

表1 本実験に使用した市販「イワシの卵の花漬け」および「イワシのゴマ漬け」の食品表示概要

種類	番号	保存方法	調味に関連する原材料						
			食酢	調味料 (アミノ酸等)	砂糖	塩	唐辛子	生姜	その他
卵の花漬け	U1	冷蔵	+	+	+	+	+	+	黒胡麻、生姜、柚子 生姜、胡椒、胡麻 生姜、胡椒、胡麻
	U2	冷凍	+		+	+	+	+	
	U3	冷凍	+	+	+	+	+	+	
	U4	冷凍	+		+	+	+		
ゴマ漬け	G1	冷蔵	+		+	+	+		甘味料(ソルビトール)
	G2	冷蔵	+	+		+	+	+	
	G3	冷蔵	+		+	+	+	+	
	G4	冷蔵	+		+	+	+	+	
	G5	冷蔵	+	+	+	+	+	+	
	G6	冷蔵	+	+	+	+	+	+	
	G7	冷凍	+*		+	+	+	+	
	G8	冷凍	+		+	+	+	+	
	G9	冷凍	+		+	+	+	+	
	G10	冷凍	+		+	+	+	+	

*)りんご酢

市販品1包全量をアルコール噴霧で消毒したフードプロセッサーで粉碎し、その一部をサンプリングして分析を行った。一般成分分析は日本食品標準成分表に準じた方法で¹³⁾、実際の測定は江東微生物研究所食品分析センターへ依頼して実施した。また、遊離アミノ酸は、粉碎試料を遠心分離（15000rpm、15分）した。上清液中の遊離アミノ酸量測定を江東微生物研究所食品分析センターへ依頼した。脂肪酸分析も江東微生物研究所食品分析センターに依頼し、クロロホルム-メタノール混液抽出、メチルエステル化、FID検出器によるガスクロマトグラフィーで分析した。デカン酸（C10:0）からドコサヘキサエン酸（C22:6 n-3）までのメチルエステル化誘導体として検出したピーク面積比による脂肪酸組成比のデータとして入手した¹³⁾。本研究では、このピーク面積値から算出した脂肪酸組成比に、一般成分分析による脂肪量を乗じた値を、見かけの脂肪酸量として算出した。

2-2-2 微生物試験

一般細菌数は、標準寒天培地（日水製薬製）を用いて、35℃、48時間培養後、発育コロニー数を測定した。乳酸菌数は、BCP加プレートカウント寒天培地（日水製薬製）を用いて35℃、72時間培養後、黄変したコロニー数を計測した。

大腸菌群は、デソキシコレート寒天培地（日水製薬製）を用いて、35℃、24時間培養後、赤色コロニー数を測定した。なお、赤色コロニーが認められた場合は乳糖ブイヨン培地、EMB培地を用いて大腸菌群の確認試験を行い、反応性が無かったものを大腸菌群陰性とした。

2-3 「イワシのゴマ漬け」を対象とした第二段階の分析

2-3-1 試料の調製と有機酸分析

市販試料からゴマや他の固形物を取り除き、イワシの部分だけを取り出した。アルコール噴霧で消毒したフードプロセッサーで粉碎し、その一部をサンプリングして分析を行った。有機酸量は日本食品標準成分表分析マニュアル2015（七訂）分析マニュアル¹³⁾に記載されているbromothymol blue（BTB）ポスト

カラム法によって分析を行った。

2-3-2 遊離アミノ酸測定

第二段階の遊離アミノ酸測定は4-fluoro-7-nitrobenzofurazan (NBD-f, Dojindo製) 誘導体法を用いた。GL770システム (GLサイエンス) を用い、InertSustainSwift[®] C18 (5 μ m, 4.6 \times 250 m) を分離カラム、0.1% TFA存在下の水-アセトニトリルのグラジエントをキャリアーとし、蛍光検出器 (FL7753、励起波長470 nm、蛍光波長530 nm) にて測定を行った。アミノ酸混合標準液H型 (富士フィルム和光純薬製) を用い、外部検量線法で遊離アミノ酸を定量した。

3. 結果および考察

3-1 「イワシの卵の花漬け」を対象とした第一段階の分析

供試したサンプルの一般成分とpHを表2に示した。水分量は商品間のバラツキが大きく、45.3%が最も少なく、63.1%が最も高かった。同様に、たんぱく質、脂質、炭水化物量も商品間のバラツキが大きかった。食塩相当量は、(0.8～1.8)g/100gであり、角野ら²⁷⁾が、典型的な魚の発酵食品として報告している、いずれで1.4～4.5%、切込みで5.3～8.1%という値に比べると1.8%のU3を除いて少なかった。また、商品のpHは、全てpH4.6以下で、3.9から4.3であった。また、「イワシの卵の花漬け」の一般生菌数、大腸菌群数、乳酸菌数を表3に示した。一般生菌数は(1.2～14.0) $\times 10^2$ cfu/gで、大腸菌群は全て陰性であった。また、BCP加プレートカウント寒天培地で測定した乳酸菌数は、(1.4～5.2) $\times 10^2$ cfu/gであった。供試した4つのサンプルのpHは低かったが、原材料に食酢が記載されていること、サンプル中の乳酸菌数が低いことから、今回入手した市販「イワシの卵の花漬け」は酢締めしたイワシにおからを加えたナレズシ系であり、乳酸発酵ではなく食酢の添加によりpHが低下した可能性が高いと判断した。この結果は、魚類に米を添加するナレズシ系の場合と異なり、おからはでん粉含量が少なく (日本食品標準成分表2020年版 (八訂)¹²⁾ 収載の乾燥おから中のでん粉含量は生おからからの計算値で0.4%)、でん粉の供給源とはならないことと一致するものである。

表2 「イワシの卵の花漬け」の一般成分およびpH

試料	水分 (g/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	炭水化物 (g/100g)	灰分 (g/100g)	食塩相当量 (g/100g)	pH
U1	50.5	19.6	5.4	23.0	1.5	1.0	4.01
U2	45.3	13.5	2.8	37.3	1.1	0.8	4.03
U3	54.6	18.9	9.7	14.3	2.5	1.8	4.30
U4	63.1	18.2	1.9	15.2	1.6	1.0	3.86

表3 「イワシの卵の花漬け」中の一般細菌、乳酸菌数、大腸菌群数

試料	一般細菌数(cfu/g)	乳酸菌数(cfu/g)	大腸菌群
U1	2.3×10^2	2.2×10^2	陰性
U2	7.0×10^2	5.2×10^2	陰性
U3	1.4×10^3	1.5×10^3	陰性
U4	1.2×10^2	1.4×10^2	陰性

総遊離アミノ酸量は、イワシの卵の花漬け100g当たり、U1が117mg、U2が57mg、U3が325mg、U4が129mgであり、原材料表示欄に調味料（アミノ酸等）と記載されているU3が最も多かった（図1）。遊離グルタミン酸量は調味料を添加しているU3が最も高かったが、総遊離アミノ酸量に対するグルタミン酸の割合は、U1が6.0%、U2が10.5%、U3が7.7%、U4が7.0%で、一括表示欄にアミノ酸を添加していることが記載されているU3において遊離のグルタミン酸の割合が多いというわけではなかった。角野²⁸⁾は、乳酸発酵食品である「馴れずし（ナレズシ系）」に分類される、ぶりを使った、「かぶらずし」および「大根ずし」中の遊離アミノ酸を測定し、遊離グルタミン酸が平均でそれぞれ総遊離アミノ酸の12.6%、11.7%であったと報告している。今回分析した、「イワシの卵の花漬け」の総アミノ酸中のグルタミン酸の割合は、最高でもU2の10.5%であり、角野の分析した「馴れずし（ナレズシ系）」のレベルまではたんぱく質の分解は進んでいないことが明らかとなった。このことも、今回使用した「イワシの卵の花漬け」はおからを加えた乳酸発酵食品ではないとする微生物試験の結果と一致した。一方、U3では遊離ヒスチジン量が140mg/100gであり、他の3品に比べて高かった。遊離のヒスチジンからは、ヒスチジンデカルボキシラーゼを有する微生物の増殖がある場合、ヒスタミンが生成されるため⁸⁾、U3を発酵食品として長期保存する場合にはヒスタミン生成のリスクがあることが示唆され、これらの食品が冷凍保存で販売されている理由の一つであると思われた。また、グルタミン酸からグルタミン酸脱炭酸酵素の作用で生成するγ-アミノ酪酸はU1で1.0mg/100g検出されたが、他のサンプルは検出されなかった。U1で検出された一般細菌数や乳酸菌数は10²cfu/gレベルであり、γ-アミノ酪酸が検出された理由については、再現性を含めて今後の検討課題である。

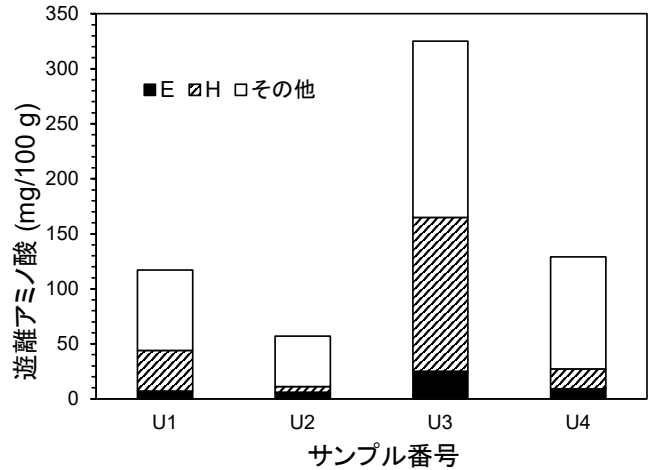


図1 イワシの卵の花漬け中の遊離アミノ酸含量
E、グルタミン酸； H、ヒスチジン

表4 「イワシの卵の花漬け」中の見かけの可食部脂肪酸量*

	見かけの可食部脂肪酸含量(g/100g)				
	U1	U2	U3	U4	
飽和脂肪酸	C10:0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C12:0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C14:0	0.4	0.1	0.6	0.1
	C15:0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C16:0	1.4	0.7	1.9	0.5
	C17:0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C18:0	0.3	0.1	0.3	0.1
	C20:0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C22:0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C24:0	0.0	0.0	0.0	0.0
一価不飽和脂肪酸	C14:1	0.0	0.0	0.0	0.0
	C15:1	0.0	0.0	0.0	0.0
	C16:1	0.1	0.2	1.1	0.1
	C17:1	0.0	0.0	0.0	0.0
	C18:1 n-9	0.7	0.2	0.9	0.1
	C20:1	0.2	0.0	0.2	0.0
	C22:1	0.0	0.0	0.0	0.0
多価不飽和脂肪酸	C18:2 n-6	0.3	0.2	0.2	0.1
	C20:2 n-6	0.0	0.0	0.0	0.0
	C22:2	0.0	0.0	0.0	0.0
	C18:3 n-3	0.1	0.0	0.0	0.0
	C18:3 n-6	0.0	0.0	0.0	0.0
	C20:3 n-6	0.0	0.0	0.0	0.0
	C20:4 n-6	0.0	0.0	0.1	0.0
	C22:4 n-6	0.0	0.0	0.0	0.0
	C20:5 n-3	0.4	0.4	1.8	0.2
	C22:5 n-3	0.1	0.0	0.1	0.0
C22:6 n-3	1.2	0.7	2.1	0.5	

*)脂質がトリアシルグリセロールのみから構成されると仮定し、クロロホルム-メタノール法で抽出した脂質を構成する脂肪酸の比率をもとに見かけの脂肪酸量を計算した。

「イワシの卵の花漬け」の栄養学的特徴を明らかにする目的で、可食部100g当たりの見かけの脂肪酸量を表4に示した。イワシ由来のn-3系脂肪酸である、イコサペンタエン酸、ドコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸の合計値は可食部100g当たり、U1が1.7g、U2が1.2g、U3が4.1g、U4が0.8gであった。n-3系脂肪酸合計値のバラツキは、「イワシの卵の花漬け」に使用したイワシの量の違いに加え、イワシ自体に含まれるn-3系脂肪酸含量の変動によるものと思われる。イワシ自体に含まれる脂質量と脂肪酸組成が大きく変動することは古くから知られている²¹⁾。また、ポルトガルで行われているイワシの養殖における研究においては、n-3系脂肪酸含量がイワシのライフサイクルや養殖時の環境や投与する餌の影響も受けるという報告¹⁾もあり、「イワシの卵の花漬け」に含まれるn-3系脂肪酸は、変動が大きいことは食品として摂取する際には考慮すべき視点である。

中尾¹⁴⁾ がナレズシ系と一括りにしたものを、石毛ら⁷⁾ および藤井³⁾ は、魚類に米を添加する中国本土から伝搬したナレズシ系と野菜やコウジを添加し朝鮮半島経由で伝搬したキムチ系（イズシ系）に分けているが、両者とも北九州から北海道にかけての日本海側に分布していることが示されている。乳酸発酵ではなく食酢を使い保存性を高めたハヤズシ系はこれらの乳酸発酵食品から派生したという見解は中尾¹⁴⁾ の指摘と一致しているが、関東地方にはハヤズシ系が分布する地域で、乳酸発酵食品分布地域ではないことを石毛ら⁷⁾ および藤井³⁾ は述べている。一方、房総半島の漁業技術のいくつかは、黒潮の流れと同じルートをとって紀伊半島から伝搬されたとのこと^{6, 18)} が指摘されている。千葉県九十九里海岸地域に他の関東地域に存在しない「くさりずし」に代表される典型的なイズシ系食品があることを説明するためには、黒潮ルートでの伝搬を考えることは自然である。さらに、おからが乳酸発酵食品と結びついた理由の一つとして、おからを増量剤として米に加えた「かて飯」²⁴⁾ の存在が関係していると我々は考えている。実際、淡野²⁹⁾ は、調味したおからの上に酢締めした魚を握り寿司のようにのせた郷土食いずみや（丸ずし）や類似の「おからずし」が西日本を中心に広く分布していると報告している。奥光²⁰⁾ もイワシとおからを使った料理の一つとして「おからませずし」を紹介している。乳酸発酵の炭素源として、でん粉をほとんど含まないおからは米のような利点はないため、「イワシの卵の花漬け」のようなハヤズシ系食品が、黒潮ルートで千葉県九十九里海岸地域に直接伝搬したのか、「くさりずし」に代表される乳酸発酵食品が千葉県九十九里地域に伝搬した後に派生したのかについては、現段階では不明である。乳酸発酵食品としての「イワシの卵の花漬け」の来歴については上記のような考察が可能ではあるが、現在市販されている製品は乳酸発酵食品ではなく、食酢を利用したハヤズシ系の食品であることが今回の実験から明らかとなった。

一方、食品加工の視点からは、おからは水分を含んだ状態で産出するため（生のおからの水分含量は成分表収載値¹²⁾ で75.5%）腐敗しやすいという欠点がある。おからの保存は、以前より問題となっており、1981年には*Bacillus cereus*による嘔吐性食中毒の原因食品となった例も報告されている²³⁾。おからを衛生的に利用するための工夫として、乳酸発酵を利用した研究も行われていたが^{4, 30)}、現在実用化されているものはなく、現在では、乾燥した食品として流通していることが多い。市野⁵⁾ は、文献調査と長野市北部で実際に卵の花漬けを作っている家庭でヒアリングを行い、おからは腐敗しやすいため、おから漬けは、ぬか漬けや粕漬のように日常的に使用されているものではないことを確認している。

「かて飯」としておからを米の一部代替として使用していた江戸時代の人々には当然知られてはいなかったが、おからは、たんぱく質、脂質、食物繊維、水溶性のビタミンB群、脂溶性のビタミンEやKといった栄養成分だけではなく、丸大豆自体の含量よりは少ないが、フラボノイド系色素で女性ホルモン様活性を有するファイトエストロジェンと呼ばれるイソフラボン含有しており、食資源としては有用である^{25, 32)}。

一方、調理や加工面の機能として、清水²⁴⁾は塩分除去や脱臭効果を、中村¹⁵⁾は魚や鳥の肉の退色防止の機能があることを報告している。さらに、日本食品標準成分表2020年版(八訂)¹²⁾によると(おから・生・索引番号4051)、水分7.1%を含む乾燥物中で、食物繊維43.6%(うち不溶性食物繊維42.1%)、たんぱく質23.1%、脂質13.1%を含むだけではなく、B群のビタミン(B₁、B₂、ナイアシン、B₆、葉酸)、脂溶性のビタミンE、Kを豊富に含む。

最後に、「イワシの卵の花漬け」中のイワシとおからの混合比について簡単に考察する。イワシに含まれる炭水化物は、日本食品標準成分表2020年版(八訂)においても0.3%(かたくちイワシ・生・索引番号1077)である¹²⁾。表1に示した原材料表示より、U1からU4の主要原材料は、イワシとおからであることから、「イワシの卵の花漬け」に含まれる炭水化物はおから由来であると仮定し、イワシとおからの割合を求めた。固形分中の炭水化物量から、「イワシの卵の花漬け」U1からU4における、固形分中のイワシの比率を算出すると、0.54、0.32、0.69、0.59であった。原材料表示では、使用重量の多い順に記載するルールとなっており、固形物換算でのイワシの含量が半分以下の商品では原材料として、水分含量の少ない乾燥おからを使用している可能性が示唆された。

今回の研究結果からは、現在千葉県九十九里海岸地域で販売されている「イワシの卵の花漬け」という商品は、発酵食品ではなく、酢締めしたイワシとおからを組み合わせたものである可能性が高いことが明らかとなった。最近では、技術開発が進み、乾燥おからという保存性を高めた形態でも市販されるようになってきているので、酢絞めのイワシを使った「イワシの卵の花漬け」は、伝統的な食品という価値以外に、n-3系脂肪酸や食物繊維、イソフラボンといった栄養学的な優位性がある食品として利用が広がる可能性がある。

3-2 「イワシのゴマ漬け」を対象とした第二段階の分析

「イワシの卵の花漬け」4品を対象とした第一段階の分析結果から現在の市販品は発酵食品ではない可能性が高いこと、購入した10品全てで食酢が原材料として表示されていることから、第二段階の分析では微生物試験を行わず、その代わりに発酵最終代謝産物である有機酸の定量を行った。さらに、「イワシの卵の花漬け」と比較するために味に関与する遊離アミノ酸量の分析も合わせて行った。「イワシの卵の花漬け」と異なり「イワシのゴマ漬け」に含まれるゴマの量が少なかったため、第二段階の分析では、イワシ自体に含まれる有機酸と遊離アミノ酸量を測定することとした。

市販品10品の有機酸量を図2に示した。分析した10品のイワシ部分に含まれる有機酸の主要成分は酢酸で100g当たり0.1%から0.3%の間であった。その他の有機酸を含む商品は2品であり、G3は乳酸(0.04%)、酒石酸(0.04%)、クエン酸(0.08%)を、G9は乳酸(0.04%)、コハク酸(0.04%)、酒石酸(0.04%)が検出されたが、日本食品成分表2020(八訂)炭水化物成分表編のルールに則るとG3のクエン酸が0.1%と記載される以外は、Trと表記されるレベルの量であった。Trレベルの乳酸が検出された理由として、小泉⁹⁾らの報告にあるように、原料であるアルコールの発酵時

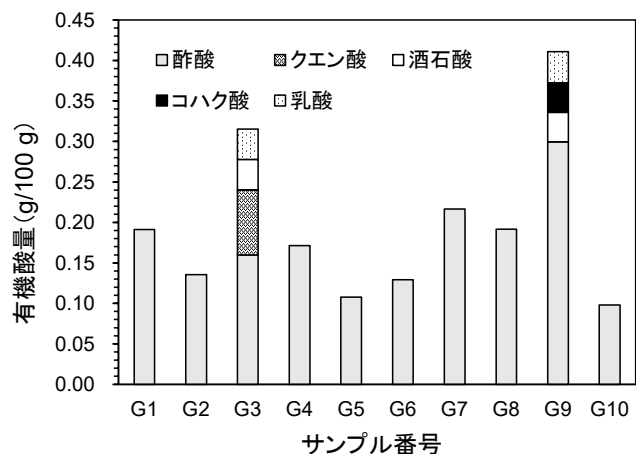


図2 イワシのゴマ漬けイワシ部分の有機酸含量

に生成したものが検出されたと考えられる。今回分析した「イワシのゴマ漬け」は、乳酸発酵食品ではなく食酢を用いたハヤズシ系¹⁴⁾の食品であることが明らかとなった。

図3に「イワシのゴマ漬け」10品の遊離アミノ酸を、グルタミン酸、ヒスチジン、その他の遊離アミノ酸として示した。この測定においては、標準物質としてたんぱく質の加水分解後に生成するアミノ酸量を定量するためのアミノ酸混合標準液H型を用いたため、その他のアミノ酸にはグルタミンとアスパラギンは含まれていない。うま

み成分である遊離のグルタミン酸は商品によるバラツキが大きく最少であるG10の0.2mg/100gからG1の225mg/100gまでと大きな開きがあった。原材料表示で調味料（アミノ酸等）という表示のある商品はG2、G5、G6であったが遊離グルタミン酸量はそれぞれ、120、65、18mg/100gであり、副原料として調味料を加えたものが必ずしも遊離グルタミン酸量が多いわけではなかった。ヒスタミン中毒のリスクにつながる遊離ヒスチジン量は、最少のG10（0.1mg/100g）から最大のG6（99mg/100g）の間であった。

遊離アミノ酸や酢酸以外の乳酸、酒石酸、クエン酸、コハク酸といった有機酸が食酢に含まれることは過去に報告されており^{9, 22)}、今回「イワシのゴマ漬け」で検出されたものは、原材料表示にある食酢由来であると判断した。以上の結果から、現在千葉県九十九里海岸地域の郷土料理として市販されている「イワシのゴマ漬け」は、全て酢締めをしたハヤズシ系であることが食品科学的に明らかになった。さらに、一部の商品では酢酸以外の有機酸を含むものやグルタミン酸含量の多い食酢を用いて味の工夫をしている可能性が示唆された。

千葉県九十九里海岸地域の郷土料理として「イワシの卵の花（おから）漬け」、「イワシのゴマ漬け」があるが、現在でも市販されている。古い資料では乳酸発酵食品であるナレズシ系またはキムチ系（イヅシ系）の食品と思われる記述もあるため、微生物測定、遊離アミノ酸および有機酸測定を組み合わせる現在の市販品が発酵食品なのか、ハヤズシ系の食品なのか、を検討した。その結果、乳酸発酵を行っている判断できる製品は無く、現在市販されている「イワシの卵の花漬け」や「イワシのゴマ漬け」は、ハヤズシ系の食品として販売されていることが明らかとなった。

参考文献

- 1) Bandara, N.M., Marçalo, A., Cordeiro, A.R., Pousão-Ferreira, P. (2018) Sardine (*Sardina pilchardus*) lipid composition: Does it change after one year in captivity? Food Chem 244, 408-413
- 2) 藤井健夫 (2001) 魚の発酵食品、成山堂書店、東京、pp 5-14
- 3) 藤井健夫 (2001) 魚の発酵食品、成山堂書店、東京、pp 85-90
- 4) 日渡美世、加納早緒里、加藤文雄 (2015) 乳酸発酵によるオカラの腐敗防止方法の開発、日本食品科学工学会誌、62、572-578
- 5) 市野富士子 (1999) 今に生きるおからを使った保存方法-おから漬けについての一考察、長野女子短期大紀要、7、39-48
- 6) 石井進 (2000) 風土と人間-半島、また島としての房総、「新版 千葉県歴史」、石井進、宇野俊一、山川出版社、東京、pp 4-5
- 7) 石毛直道、ケネス・ラドル (1990) 魚醬とナレズシの研究-モンスーン・アジアの食文化-、岩波書店、東京、pp1-28

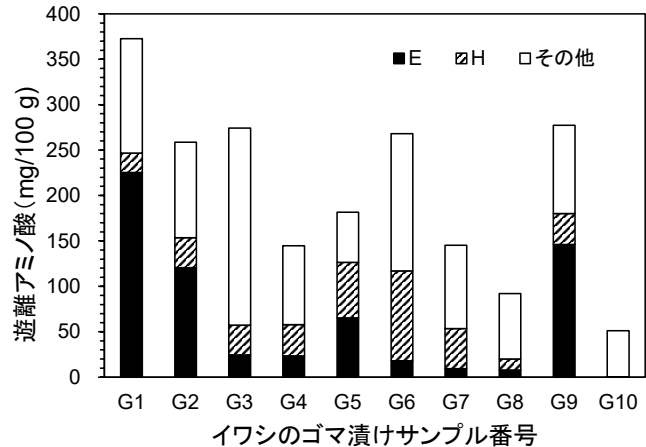


図3 イワシのゴマ漬けイワシ部分の遊離アミノ酸含量
E、グルタミン酸； H、ヒスチジン

- 8) 木村メイコ、舊谷亜由美、福井洋平、柴田由起、根井大介、矢野豊、里見正隆 (2015) 魚醤油発酵時のヒスタミン蓄積に関わる原因菌の同定および乳酸菌発酵スターター接種によるヒスタミン蓄積抑制効果について、日本水産学会誌、**81**、97-106
- 9) 小泉幸道、上原康浩、柳田藤治 (1987) 特殊食酢類の一般成分・無機成分・遊離アミノ酸・有機酸について、日本食品工業学会誌、**34**、592-597
- 10) 松下幸子 (1974) いわしの郷土料理の系譜、日本調理科学会誌、**7**、164-168
- 11) Gänzle, M.G., Follador, R. (2012) Metabolism of oligosaccharides and starch in lactobacilli: a review. *Frontiers Microbiol.* **3**, article340 (<https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00340>)
- 12) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会、日本食品標準成分表2020年版 (八訂)
- 13) 文部科学省科学技術・学術政策局政策課資源室監修 (2016) 日本食品標準成分表2015年版 (七訂) 分析マニュアル・解説、建帛社、pp 220-222
- 14) 中尾佐助 (1972) 料理の起源、日本放送出版協会、pp 138-148
- 15) 中村泰彦 (1975) おから漬けの肉食劣化阻止作用、鹿児島大学教育学部研究紀要、**26**、11-21
- 16) 日本の食生活全集千葉編集委員会 (1989) 九十九里海岸の食、日本の食生活全集⑩聞き書 千葉の食事、高橋在久、小田井淑江、藤枝文子、龍崎英子編、社団法人 農山漁村文化協会、東京、pp 23-25
- 17) 日本の食生活全集千葉編集委員会 (1989) 九十九里海岸の食 黒潮育ちのいわしでつくるくさりずし、日本の食生活全集⑩聞き書 千葉の食事、高橋在久、小田井淑江、藤枝文子、龍崎英子編、社団法人 農山漁村文化協会、東京、pp 47-49
- 18) 農山漁村文化協会 (2004) 祭りと行事のごちそう、ふるさとの家庭料理、社団法人 農山漁村文化協会編、東京、pp 29
- 19) 小川直之 (1999) 民俗文化と地域、「千葉県の歴史 別編 民俗 I (総論)」、財団法人 千葉県史料研究財団、千葉県、pp 504-505
- 20) 奥本光魚 (1982) 味と料理150、社団法人 農山漁村文化協会、東京、pp 123-126
- 21) 大鶴勝、藤井美由紀、石永正隆、鬼頭誠 (1984) 魚の脂肪酸組成-山口県近海産魚の脂肪酸組成-、日本農芸化学会誌、**58**、35-42
- 22) 櫻川昭雄、中根美紀 (2004) セチルトリメチルアンモニウムイオン被覆カーボンカラムを用いる食酢中の有機酸のイオンクロマトグラフィー、分析化学、**53**、851-856
- 23) 三瓶憲一、小岩井健司、内村真佐子、堀川彰臣 (1982) *Bacillus cereus*による食中毒(昭和56年)、食品衛生学雑誌、**6**、505-507
- 24) 清水祥子 (1999) 翻刻「江戸時代料理法本集成」に見るおから料理、長野女子短大紀要、**7**、31-38
- 25) 清水祥子 (2001) おから料理を考える、日本調理科学会誌、**34**、342-344
- 26) Stanojevic, S.P., Barac, M.B., Pesic, M.B., Jankovic, V.S., Vucelic-Radovic, B.V. (2013), Bioactive Proteins and Energy Value of Okara as a Byproduct in Hydrothermal Processing of Soy Milk. *Agr. Food Chem.* **61**, 9210-9219
- 27) 角野猛、日野明子、金成朋恵、会田久仁子、角野幸子、山田幸二 (1997) いずしおよび切り込みの細菌汚染、食塩濃度、水分活性および遊離アミノ酸組成について、日本調理科学会誌、**30**、31-36
- 28) 角野猛 (2004) 日本、中国、韓国及び東南アジアの伝統塩蔵発酵食品に関する総合的研究、日本調理科学会誌、**37**、124-134
- 29) 淡野寧彦 (2017) 愛媛県の郷土食いずみや (丸ずし) の歴史と地域的受容・継承形態、愛媛大学社会共創学部紀要、**1**、83-91
- 30) 竹中哲夫、越後多嘉志 (1992) 乳酸発酵おからの貯蔵性と成分変化、日本食品低温保蔵学会誌、**18**、112-115
- 31) Vishnu, C., Naceena, B.J., Altaf, Md., Venkateshwar, M., Reddy, G. (2006) Amylopullulanase - A novel enzyme of *L. amylophilus* GV6 in direct fermentation of starch to L(+) lactic acid. *Enzyme Microbial. Technol.* **38**, 545-550
- 32) Vong, W.C., Liu, S.-Q. (2016) Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. *Tr. Food Sci. Technol.*, **52**, 139-147

古本 美栄 (和洋女子大学 大学院 総合生活研究科 博士後期課程、
服部栄養専門学校 栄養科 教授)

角野 猛 (東都大学 管理栄養学部 教授)

小田中南弓 (和洋女子大学 家政学部 健康栄養学科 助手)

中島 肇 (和洋女子大学 大学院 総合生活研究科 教授)

(2021年11月16日受理)