

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：14201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500759

研究課題名（和文） 水産発酵食品『なれずし』に含まれる風味物質が嗜好性に及ぼす影響

研究課題名（英文） The effect of flavor and taste in *narezushi* (fermented fish) on preferability

研究代表者

久保 加織 (KUBO KAORI)

滋賀大学・教育学部・教授

研究者番号：10190836

研究成果の概要（和文）：滋賀県の伝統的発酵食品であるふなずしの熟成過程における有機酸、揮発性成分、匂い成分、酸性プロテアーゼ活性、たんぱく質とペプチド、および遊離アミノ酸、脂質の変化を測定し、脂質以外の成分や酵素活性が飯漬け初期に急激に変化するとともに、その後の飯漬け期間中にもゆっくりと変化することを明らかにした。一方、20歳代前半の女性を被験者とした官能評価により、ふなずしの摂食経験が嗜好性を向上できること、ふなずしに関する情報の付与はふなずしに対する総合評価を有意に好転させることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The chemical compositions (organic acid, volatile element, sniffing, acid protease activity, protein, peptide, free amino acid, lipid) of *funazushi*, Japanese traditional fermented sushi in Shiga, were analyzed. Most elements except lipid changed rapidly into the first stage of the rice pickle, and slowly afterwards. On the other hand, we used a sensory assessment and clarified that the tasting experience of *funazushi* was able to improve the preference and information about *funazushi* also affected its overall preferability.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学、食生活学

キーワード：食嗜好と評価、食品成分、食文化、伝統食

1. 研究開始当初の背景

日本では、古くから、地域の産物を発酵食品に加工することで、保存性を高めるとともに、嗜好性の高い食品に変えて利用してきた。特に魚は、古来、日本人にとって貴重なタンパク質源であったが、そのままでは保存性が低いため、様々な形で加工さ

れてきた。なかでも最も古くから伝わるのが魚を飯とともに発酵させる「なれずし」への加工である。「なれずし」は、東南アジアから稲作の伝来とともに伝わった食品で、現在の「すし」の原型であり、今も各地でその地域特有の魚を用いた「なれずし」が伝わり、日常食や祭り・神事に欠かせない

食文化的価値の高い食品である。魚は「なれずし」に加工されることで長期間保存することができるようになるだけでなく、保存中の発酵作用によって血圧低下作用の発現やγ-アミノ酪酸生成など、高い栄養価と各種機能性が報告されており、単なる魚の伝統食品ではなく、我々が積極的に摂取するに値する食品である。

しかし、「なれずし」は、熟成中に付与される独特の風味によって、最近の若い世代を中心とした人々には受け入れられにくく、喫食機会さえほとんどない。そのため、「なれずし」を我々の生活に積極的に活用し、伝承していくためには、「なれずし」のヒトの嗜好への影響について明らかにし、一方で喫食機会を与える必要があると考え、本研究に着手した。これまでの研究で、「なれずし」は、発酵過程に関わる菌種の違いなどによって、同じ魚種を材料にしても風味が異なり、初心者を受け入れやすさに違いがある一方、「なれずし」に対する嗜好には、食経験が影響することを明らかにしてきた。このような「なれずし」の嗜好性に関する研究を「なれずし」成分に着眼した食品側と食経験・知識といったおいしさの背景的要因に着目した人間側の双方向から詳細に検討することによって、「なれずし」の成分とヒトの嗜好との関連性が解明できると考える。

2. 研究の目的

(1) 「なれずし」の嗜好性成分の検討

なれずしの遊離アミノ酸、旨味増強ペプチド、有機酸、揮発性成分について検討する。これまでの研究の結果、なれずし熟成中に核酸系旨味物質は分解され、味に関与しないことが明らかになり、微生物による熟成過程での D-アミノ酸や旨味増強ペプチドの味への影響が大きいことが示唆されている。一方、揮発性成分の検討結果から、有機酸を分析して揮発性成分との相互作用を明らかにすることが風味を解明する上で重要であると判断したため、これらの物質を重点的に検討する。

(2) 官能評価による検討

なれずしの嗜好性成分とヒトの嗜好との関係を検討する。なれずしへの好みには食経験が影響することが示唆されるため、食経験によって嗜好がどう変化するか、特に食経験により嗜好性が高まることを「なれ」としてこれについて検討する。

(3) 伝承に関わる調査

「なれずし」を伝承する意味を整理し、発信する情報を精査する。

(4) 伝承のための実証研究

(1)～(3)で得られた知見をもとに、「なれずし」を効果的に伝承するには、人々に食経験や情報をどのように与えるべきかについて実証研究を行う。

3. 研究の方法

(1) 試料

嗜好性成分の分析に用いた試料は、滋賀県内の水産業者から購入した生ふな、塩ふなおよび塩ふなを研究室で一定期間飯漬けしたふなずしとした。飯漬けは、塩ふな5匹と塩ふな重量の3.5倍の飯(2.1%の塩化ナトリウム混合)を用いて行い、飯漬け温度は最初の60日間は30℃、その後の60日間は20℃、さらにその後の60日間は10℃とした。

官能評価には、大津市内のふなずし専門店から購入したふなずしを用いた。

(2) なれずしの嗜好性成分の分析とその生成機構の解明

① 酸性プロテアーゼ活性とたんぱく質、ペプチド、アミノ酸の分析

酸性プロテアーゼ活性は Anson 法、アミノ酸はアミノ酸分析計により分析した。低分子ペプチドは、除たんぱく後の試料の加水分解前後のアミノ酸量から算出した。たんぱく質の変化は、ポリアクリルアミドゲル電気泳動により分析した。また、プレカラム誘導体化法による HPLC 分析により、D-アミノ酸を分析した。

② 有機酸分析

有機酸は、電気伝導度検出による HPLC により分析した。

③ 揮発性成分分析および匂い分析

試料の揮発性成分を SPME ファイバーに 40℃で 60 分間吸着させ、GCMS 分析および後鼻腔経由での匂い嗅ぎによる GC 分析を行った。

④ 脂質分析

脂質は、Brigh & Dyer 法により抽出し、BF₃によってメチル化後、ガスクロマトグラフィーによって脂肪酸を分析した。また、TBARS 値を測定し、脂質酸化について検討した。

(2) なれずしの官能評価

① 予備実験

官能評価で使用する用語決定のための基礎データを得るため、滋賀大学教育学部に在籍するふなずしに関する基礎知識を持ち、かつ、ふなずしの摂食経験が 2 回以上ある 20 歳代前半の 28 名を被験者とした官能評価を実施した。

② 本実験

同志社女子大学生活科学部食物栄養科学科に在籍する20歳代前半の女性69名を対象とした。評価項目は、風味に関する項目「生臭さ」、「乳製品様のフレーバー」、「酸味を感じるフレーバー」と嗜好に関する項目「摂食前に感じるにおいの好ましさ」、「摂食中に感じるにおいの好ましさ」、「味の好ましさ」と「総合評価」の計7項目とし、7段階評点法により評価した。

全員に第1回官能評価を実施し、その結果を鑑みて、被験者をなれずしに対する評価に偏りのない4グループに分類した。4グループは、試食・ミニ講義受講群、試食のみ群、ミニ講義受講のみ群、対照（試食なし、ミニ講義なし）群に振り分け、試食群にはふなずし1切れを週1回、6週間喫食させた。ミニ講義は、ふなずしの歴史・食文化的意味・製造法・栄養・機能性などに関する約7分間のプレゼンテーションをスライドショー形式（音声付）で提示した。すべての試食とミニ講義受講終了後、全員に、第2回官能評価を実施した。

4. 研究成果

(1) なれずしの嗜好性成分の分析とその生成機構の解明

① なれずし熟成中の酸性プロテアーゼ活性とたんぱく質等の変化

酸性プロテアーゼ活性は、飯漬け直後が最も高く、その後、低下することが明らかになった。また、多くのタンパク質が飯漬け数日間のうちに分解されることがポリアクリルアミドゲル電気泳動により認められた。

低分子ペプチドは、飯漬け2日目までに急激に増加し、その後は徐々に低下した。飯漬け104日目まで残存していた低分子ペプチドの構成アミノ酸はグルタミン酸が最も多く、次いで、アスパラギン酸、アルギニン、グリシンなどが多かった。

遊離アミノ酸量は、飯漬け6日目以降、飯漬け期間が長くなるにつれて増加し、ヒスチジンを除くすべてのアミノ酸が飯漬け中に増加した。このような飯漬け中のタンパク質の分解が、ふなずしの呈味性に大きく影響していると示唆された。

また、ふなずし中のγ-アミノ酪酸とD-セリン、D-アラニン、D-アスパラギン酸、D-グルタミン酸の存在も明らかになった。

② 有機酸分析（図1）

塩漬けふなを飯漬けすると、6日目から9日目の間に乳酸、酪酸、酢酸、コハク酸、ギ酸が増加した。乳酸はその後の飯漬け中にも徐々に増加を続け、100日で0.88%に達した。飯漬け100日目には乳酸と初期に増加のみられた有機酸の他にもシュウ酸やピログルタミン酸が微量に検出された。pHは有機酸の増加に伴い、塩漬けふなの6.0から4.4にまで

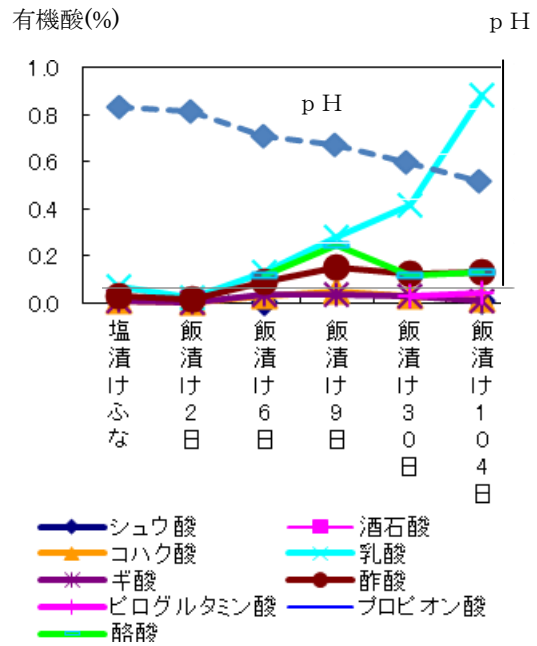


図1 塩ふな飯漬け中のpHと有機酸の変化

低下し、嗜好性と保存性に大きく寄与すると考えられた。

③ 揮発性成分分析および匂い分析

塩漬けふなの揮発性成分をGCMSで分析した結果、33個のピークが出現し、なかでもヘキサナールや1-ペンテン-3-オール、2-エチルフラン、プロパナール、1-オクテン-3-オールのピークは大きかった。GC-0分析では、ヘキサナールは草、2-エチルフランはぶどう、プロパナールはチーズケーキの匂いとして感知され、その他にも24種類の様々な匂いが感知された。

揮発性成分は飯漬け6日目以降、塩漬けふなのそれとは大きく変化し、特に酪酸と酪酸のエステル類のピークの出現や増加などが顕著であった。飯漬け6日目以降で肉エキスの匂いがするブタナールと石づききのこの匂いがするヘプタジエナールが検出されなくなり、発酵臭をもつ酪酸エチルと酪酸、3-メチル-1-ブタノール、酸臭をもつ酢酸が新たに検出されるようになった。有機酸分析で酢酸は、すべての期間で検出されたが、6日目以降で70mg%を超える濃度に達したことで揮発性成分としても検出されるようになったと考えられる。

さらに9日目以降、柑橘臭をもつヘプタナールが検出されなくなり、乳製品臭をもつ酢酸プロピルやイソ吉草酸が検出されるようになった。その後、180日目までに3-ヒドロキシブタナールや乳酸エチル、フェニルエタノールなどの発酵臭をもつ物質のピークが出現した。

④ 脂質成分の飯漬け中の変化（表1）

脂質のTBA値は、塩漬けふな、飯漬けふな

表 1 塩ふな飯漬け中の主な脂肪酸（1%以上）の割合と TBARS 値

	塩漬け		飯漬けふな	
	ふな	2日	6日	104日
14:0	2.6	2.8	2.8	3.3
16:0	21.0	21.6	21.5	22.4
16:1	10.1	6.9	12.7	9.0
18:0	4.7	3.0	3.5	4.3
18:1n9	21.0	16.7	19.8	17.1
18:1n7	7.6	10.7	9.7	4.5
18:2	2.5	3.2	2.7	6.9
20:4n6	4.5	6.3	4.8	3.8
20:5n3	6.8	9.1	7.9	7.5
22:5n3	2.9	3.1	2.0	2.0
22:6n3	7.1	5.9	5.2	7.0
TBARS 値	1.1±0.0	1.3±0.1	1.4±0.1	1.6±0.3

ともに約 $1 \mu\text{mol/kg}$ であり、脂質酸化は塩漬けや飯漬け中にほとんど進んでいないと考えられた。脂肪酸組成も塩漬けふなと飯漬けふなの間に大きな違いはみられず、いずれにも n3 系多価不飽和脂肪酸が豊富に含まれていた。

(2) ふなずしの嗜好性に及ぼす食経験と情報の影響

ふなずしの生臭さは、特に摂食中において味のおいしさに関与し、ふなずしを嫌いと感じる要因の1つであると考えられた。ふなずしの総合評価には、摂食前のおいよりも摂食中のおいと味のおいしさとの相関が高かった。

ふなずしの摂食経験を増やすと、摂食経験が無かった時には不快に感じていた摂食中の風味に対しても嗜好性を向上させることができ、総合評価も向上させることができた。さらに、ふなずしに関する情報を付与することによって、風味に対する嗜好性を上昇させることはできなかったが、総合評価を有意に好転させることが明らかになった。

以上の結果から、日本の代表的ななれずしの一つであるふなずしの脂質面での栄養価の高さが明らかになるとともに、熟成中の嗜好性成分の変化を明らかにすることができた。さらに、官能評価を実施することにより、ふなずしの食経験やふなずしに関する情報がふなずしの嗜好性を向上させることが可能であることも明らかになった。

「なれずし」は日本人が古くから伝承してきた優れた魚の貯蔵食品であり、微生物やその発酵産物による機能性も明らかになりつつあるが、現在、若い世代には受け入れられにくく、このままでは伝承が危ぶまれる。本研究により明らかになったなれずし熟成中の嗜好性成分変化を若い世代から受け入れられやすい嗜好性をもつ「なれずし」のか開発に応用していきたいと考えている。さらに、「なれずし」伝承の意義を発信することと若い世代の「なれずし」の喫食機会を増やし、人々の「なれずし」へのイメージを好転させ、消費拡大と伝承を目指すプログラムの整備を検討している。

アジアの気候・風土に根ざして発展してきた米と魚を中心とした伝統食を再認識し、さらなる伝承につながる重要な意味を持つと考える。さらに、本研究の成果は、「なれずし」以外の伝統的水産発酵食品や、調味料として今後の利用が期待される魚醬への応用により、水産資源の活用や嗜好性の高い食品の開発や伝承にも繋がると期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

① 真部真里子、梅田奈穂子、磯部由香、久保加織、食経験と情報がふなずしの嗜好性に及ぼす影響、日本家政学会誌、63、査読有、in press

〔学会発表〕(計6件)

① 小寺真実、森沙織、真部真里子、水谷萌、竹田有友子、谷川友紀、磯部由香、久保加織、ふなずしの製造工程における匂い成分の変化、日本調理科学会平成24年度大会、2012.8.24-25、秋田大学

② 梅田奈穂子、小寺真実、真部真里子、磯部由香、久保加織、ふなずしの製造工程における成分変化、日本調理科学会平成24年度大会、2011.8.30、高崎健康福祉大学

③ 真部真里子、梅田菜穂子、坂本あずさ、浦山祐子、八木梢、磯部由香、久保加織、食経験と知識がふなずしの嗜好性に及ぼす影響、日本家政学会第63回大会、2011.5.29、和洋女子大学

④ 磯部由香、吉田和代、中田理恵子、桑守香織、真部真里子、久保加織、ふなずしの呈味成分の生成、日本家政学会第63回大会、2011.5.29、和洋女子大学

⑤ 梅田菜穂子、真部真里子、磯部由香、久保加織、ふなずしに対する嗜好に及ぼす食経験の影響、日本調理科学会近畿支部第37回研究発表会、2010.7.3、大阪夕陽丘学園短期大学

⑥久保加織、藤井慶子、安藤真美、中田理恵子、堀越昌子、ふなずしのラジカル捕捉活性能と γ -アミノ酪酸含量、日本家政学会第 61 回大会、2009. 8. 31、武庫川女子大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久保 加織 (KUBO KAORI)
滋賀大学・教育学部・教授
研究者番号：10190836

(2) 研究分担者

真部 真里子 (MANABE MARIKO)
同志社女子大学・生活科学部・教授
研究者番号：50329968

磯部 由香 (ISOBE YUKA)
三重大学・教育学部・准教授
研究者番号：80218544