

9264 塩蔵用塩の品質と魚肉の風味・歯ごたえの関係に関する研究

助成研究者:坂口 守彦(京都大学 農学部)

〔研究目的〕 水産食品の塩蔵に際しては、食塩は単に静菌剤としてだけでなく独特の風味や歯ごたえを付与し得るものとしても機能している。しかし、これまでに水産物の風味や歯ごたえに及ぼす塩の影響に関してはほとんど解明されていない。本研究においては種々の品質の塩を用いて簡単な魚肉の塩蔵品モデルを作成したのち、呈味および歯ごたえ試験ならびに呈味に関係する成分（遊離アミノ酸と核酸関連物質）の分析を行って用塩による差異を明らかにしようとした。

〔研究方法〕 マダイ *Pagrus major* およびハマチ *Seriola quinqueradiata* の背肉（普通肉）片をとり、5種の市販塩（日本タバコ産業より入手）の溶液（10%）に24時間浸漬したのち、同温度で48時間乾燥した。本品を遊離アミノ酸および核酸関連物質の分析に用いた。また、これを約5分間加熱したのち、呈味試験（塩味、旨味、「こく」、総合風味など）と歯ごたえ試験に付し、結果を塩の種類ごとに比較した。

〔研究結果〕 5種の塩（精製塩、並塩、さしすせそと、メキシコ塩およびマクレオド塩）を用いて調製したマダイ肉の塩蔵品について風味試験を行った結果、塩味と旨味はどの塩を用いた場合にもほとんど差がないことがわかった。一方、「こく」と総合風味については精製塩を用いて作ったものよりも他の塩を用いたものの方が優れていた。しかし、他の塩を用いた場合には相互の間の風味の違いを検出することができなかった。歯ごたえ試験を行った結果でも塩の違いによる歯ごたえ（硬さ）の差はほとんどないことがわかった。さらに、ハマチ肉の塩蔵品についても呈味・歯ごたえ試験を行ったが、風味および歯ごたえともに、どの塩を用いた場合にもほとんど差が見られなかった。

上記の異なった5種の塩を用いて作ったマダイおよびハマチ肉の塩蔵品に含まれる遊離アミノ酸を分析した結果、マダイの遊離アミノ酸の中ではタウリンが著しく多く、次いでセリン、グリシン、アラニン、リシンなどが比較的多いことがわかった。しかし、いずれの塩を用いて作ったものも遊離アミノ酸の組成はほぼ同じであった。ハマチの遊離アミノ酸の中ではヒスチジンが圧倒的に多く、ついでリシン、グリシン、アラニン、タウリン、グルタミン酸などが比較的多かった。ハマチにおいても、いずれの塩を用いたものも遊離アミノ酸の組成に大きな違いは見られなかった。核酸関連物質を分析した結果、いずれの塩を用いて調製したのものにもIMPとイノシン(HxR)が多量に見いだされたが、両魚種ともに核酸関連物質の組成に大きな違いはないことがわかった。

9264 塩蔵用塩の品質と魚肉の風味・歯ごたえの関係に関する研究

助成研究者:坂口 守彦(京都大学 農学部)

研究目的

食品の塩蔵は、主に食塩による水分活性の低下によってもたらされる静菌効果を期待する伝統的な貯蔵法のひとつである。しかし、塩蔵過程において塩は単に静菌剤として機能しているのではなく、食品を生のまま貯蔵したのでは望みえない独特の風味や歯ごたえを付与し得るものである。とくに塩蔵品のなかでも魚の一夜干しは静菌効果よりも、むしろ魚肉の風味や歯ごたえの改変効果を目的として塩を使用している典型的な例といえる。最近の研究^{1, 2)}では、食塩はズワイガニの風味の発現に必須の成分であるとされ、グリシンのようなアミノ酸のもつ甘味を増強する作用があることが明らかとなった。しかし、これまでに水産物の風味や歯ごたえに及ぼす塩の影響に関してはほとんど解明されていない。古くは魚肉の塩蔵に用いられた塩は、岩塩を含めて海水の濃縮によって得られたもので、塩化ナトリウム以外の塩類(共存塩類)もかなり含まれていると考えられ、これを用いた塩蔵品は風味や歯ごたえの点で、精製塩を用いたものよりも格段に優れているとされている。そこで、本研究においては種々の品質の塩を用いて簡単な魚肉の塩蔵品モデルを作成したのち、呈味や歯ごたえ試験およびに呈味に関係する成分(遊離アミノ酸、核酸関連物質など)やタンパク態窒素の分析を行って用塩による差異を明らかにしようとした。

研究方法

実験材料として、京都市内の魚店からきわめて鮮度の良好な養殖マダイ *Pagrus major* 5尾(体重900-1050g)およびハマチ *Seriola quinqueradiata* 5尾(体重1,100-1,250g)を購入し、ただちに背肉のみを採取した。普通肉のみについて縦・横・高さがそれぞれ約1cmとなるよう細切し、4-5℃の塩溶液(10%)に約24時間浸漬した。塩は組成の異なるもの5種を用いたが、いずれも日本たばこ産業より入手した(Table-1)。その後この肉片をろ紙(アドバンテックトーヨー No.3)上に置いて余分な水分を除いたのち、ただちにガラス製シャーレ(直径14.5cm)上に移し、上記の温度で48時間強制送風しつつ乾燥した。本品を塩蔵品モデルとして以下の呈味および歯ごたえ試験ならびに遊離アミノ酸および核酸関連物質の分析に用いた。

呈味試験に際しては、本品を調理用オーブン(200W)で約5分間穏やかに加熱したのち、7名のパネラーにたいして各人に上記の肉片を与えた。呈味試験に際しては、精製塩を用いたものを基準(0点)として塩味、旨味、「こく」(濃厚感)および総合風味の強度(それぞれ最も強いものを2点、最も弱いものを-2点とする)を記述させた。歯ご

たえ試験に際しても同様に、精製塩を用いたものを基準（0点）として与えた肉片の硬さ（それぞれ最も高いものを2点、最も低いものを-2点とする）について記述させた。

遊離アミノ酸を定量するため上記の肉片5gを精秤し、つづいて等量の10%トリクロロ酢酸（TCA）で抽出した。抽出はさらに5%TCAで2回くり返し、pH 2.2のクエン酸緩衝液を加えたのち全容を50mlに定容した。この一定量をアミノ酸自動分析計（日立835型）にかけて定量した。

核酸関連物質の定量に際しても同様に上記の肉片5gを精秤し、その後等量の10%過塩素酸（PCA）で抽出した。抽出はさらに5%PCAで2回くり返し、つづいて全抽出液を5N KOHによって中和し、このとき生成する過塩素カリウムの沈殿を除去した。これを少量の0.5N KOHによってpH 6.5-7.5に調整したのち、全容を50mlとした。この一定量を高速液体クロマトグラフ（東京理科 PLC-50型）にかけて定量したが、カラムは Chemcosorb 7-0DS-Lを用い、その他の分析条件はRyder³⁾の方法に拠った。

全窒素、非タンパク態およびタンパク態窒素の定量に際しては、背肉（普通肉）15gを採取し、これに0.5%塩溶液45mlを加えてホモジナイズしたのち10分間煮沸した。その後12,000×gで15分間遠心したのち、得られた上清を45mlに定容し、この溶液中に含まれる窒素量をケールダール法によって測定し全窒素量とした。つぎに、この溶液一定量に10%TCAを等量添加し、生じた沈殿を同様に遠心除去して得られた上清に含まれる窒素量を非タンパク態窒素量とした。このようにして求めた全窒素量から非タンパク態窒素量を減じたものをタンパク態窒素量とした。

研究結果および考察

すでに塩蔵によって魚肉のテクスチャーが改変されることが明らかになっているが⁴⁾、塩蔵用塩の品質によってそのテクスチャーのみならず、風味がどのような影響を受けるのかは不明である。本研究では、5種の塩（精製塩、並塩、さしすせそと、メキシコ塩およびマクレオド塩）を用いたが、精製塩はきわめて純度が高いもので、共存成分として微量のKが含まれているにすぎない。また並塩にはKが、メキシコ塩にはSO₄とKが、マクレオド塩にはSO₄が比較的多いこと、“さしすせそと”にはこの他に炭酸マグネシウムおよび磷酸ナトリウムも含まれていることがわかっている（Table-1）。

上記の異なった塩を用いて調製したマダイ肉の塩蔵品について呈味試験を行った結果はTable-2に示してある。マダイでは、塩味と旨味はどの塩を用いた場合にもほとんど差がないことがわかった。一方、「こく」と総合風味については精製塩を用いて作製したものよりも他の塩（並塩、せそと、メキシコ塩およびマクレオド塩）を用いたものの方が優れているという結果が得られた。パネラーの中には、「こく」という風味の属性とともに「まろやかさ」が、他の塩を用いたとき増加すると報告したのも認められた。おそらく、このような「こく」や「まろやかさ」の増加が、総合風味の増加に有効に働いたもの

と考えられる。このように本実験において精製塩と他の塩との間の違いは明確になったものの、他の塩を用いた場合には相互の間の風味の違いを検出することができなかった。

種類の異なった塩を用いて作製したマダイ肉の塩蔵品について歯ごたえ試験を行った結果は Table 2 に示してある。どの塩を用いた場合にも歯ごたえ（硬さ）にはほとんど差がないことがわかった。

つぎに、上記の異なった塩を用いて作製したハマチ肉の塩蔵品について呈味試験を行った（Table-2）。ハマチでは、塩味、旨味、総合風味および歯ごたえにはどの塩を用いた場合にもほとんど差がなかった。上述のとおりマダイでは「こく」や総合風味に明瞭な差が観察された。この原因については明らかでないが、両魚種の間で肉に含まれるさまざまな呈味成分、ミネラル組成、筋肉の物性などが異なるためであると考えられる。

呈味試験で旨味、「こく」、総合風味などに差が無いと判定されても、成分には差違がみとめられる可能性があるので、上記の異なった5種の塩を用いて作ったマダイおよびハマチ肉の塩蔵品に含まれる遊離アミノ酸と核酸関連物質を分析した。まず、マダイの遊離アミノ酸の中ではタウリンが著しく多く、次いでセリン、グリシン、アラニン、リシンなどが比較的多かった（Table-3）。しかし、いずれの塩を用いて調製したのも遊離アミノ酸の組成はほぼ同じであった。ハマチの遊離アミノ酸の中ではヒスチジンが圧倒的に多く、次いでリシン、グリシン、アラニン、タウリン、グルタミン酸などが比較的多いことが明らかとなった（Table-4）。ハマチにおいても、いずれの塩を用いて作ったものも遊離アミノ酸の組成に大きな違いは見られなかった。一般に魚肉の旨味の強さは、遊離アミノ酸のうちではグルタミン酸の含量に依存するところが大きいと考えられるが、前述のとおり呈味試験の結果、マダイ、ハマチともに旨味の強さにはいずれの塩を用いて作ったものにも有意な差が認められなかったので、分析結果は同試験の結果をよく支持するものといえよう。

上記の異なった5種の塩を用いて作ったマダイおよびハマチ肉の塩蔵品に含まれる核酸関連物質を分析した結果は Table-5 に示した。いずれの場合にもIMP とイノシン（HxR）が多量に見いだされたが、両魚種ともに、いずれの塩を用いて作ったものも核酸関連物質の組成に大きな違いはなかった。魚肉の旨味の強さは、グルタミン酸の他にIMPの含量にも依るところが大きい。前述のとおり呈味試験の結果、マダイ、ハマチともに旨味の強さにはいずれの塩を用いたものにも差が見られなかったので、ここでも分析結果は同試験の結果をよく支持するものと判断された。最近、大羽⁶⁾は魚肉中においてこれらの化合物の生成に関与する酵素の活性がCaCl₂ や MgCl₂ によって阻害されることを報告している。マダイ、ハマチともにHxR やヒポキサンチンの量に5種の塩による違いを見いだすことはできなかったので、用塩中に含まれる上記の塩類はほとんど影響しなかったものと推察される。

マダイでは、呈味試験の結果、塩味と旨味はどの塩を用いた場合にもほとんど差がない

が、「こく」と総合風味については精製塩を用いて作製したものよりも他の塩を用いたものの方がいずれも優れているという結果が得られたので、全窒素、非タンパク態およびタンパク態窒素量を測定した(Table-6)。その結果、全窒素量には精製塩を用いて作製したものよりも他の塩を用いたものの方に明らかに多いことがわかった。一方、非タンパク態窒素にはほとんど差が無かった。したがって、タンパク態窒素に比較的大きい差異が見られることとなった。タンパク質自体には旨味はなくとも旨味成分と共存することによって「こく」が発現し、その結果総合風味に違いが表れたとも考えられる。

精製塩と他の塩との間の性質の違いは、共存する成分のそれによるものであるが、そのような共存成分の食品の味質に及ぼす影響については不明の部分が多いが、荒川⁶⁾は、共存成分が食肉製品の味質に塩味以外の複雑な効果(まろやかさ、後味のよさなど)をもたらすことを報告している。また、森ら⁷⁾はアジの塩干品を作る際に天然苦汁を添加した塩を用いると、無添加のものよりも製品の外観のみならず、おいしさ、総合的な味などが良好となると報告している。本研究においても、マダイでは精製塩よりもその他の塩を用いた方が「こく」や総合風味に優れることが明らかとなったが、今後は共存する成分のなかで、具体的にどの成分が有効であるかについて検討を加える必要がある。

今後の課題

水産物は一般にきわめて多岐にわたる無機成分を含む系から構成されているから、共存成分を含む塩が添加されても全体としてどの程度の寄与となるか不明である。その意味で今後は無機成分の分析を行わなければならない。また、共存成分によって製品の風味や外観が向上するとしても、上記の例のようにその効果の発現は魚種によって異なるので、今後さらにこうした観点から詳細な解析が必要と思われる。

参考文献

- 1) T. Hayashi, K. Yamaguchi and S. Konosu, J. Food Sci., 46, 479-483, 493 (1981).
- 2) T. Ugawa, S. Konosu, and K. Kurihara, Chemical Senses, 17, 811-815 (1992).
- 3) J. M. Ryder, J. Agric. Food Chem., 33, 678-680 (1985).
- 4) 豊原治彦, (財)ソルト・サイエンス研究財団平成3年度助成研究報告集 II 生理学食品科学編, p.437-447.
- 5) 大羽和子, (財)ソルト・サイエンス研究財団平成3年度助成研究報告集 II 生理学食品科学編, p.141-150.
- 6) 荒川信彦, (財)ソルト・サイエンス研究財団平成2年度助成研究報告集 II 生理学食品科学編, p.115-126.
- 7) 森 洋治, 黒川孝雄, 浦川 孝, 平成5年度水産利用加工全国会議資料, p.99-102.

Table-1. Mineral component in different types of salt (%)*

	Salt types				
	Purified	Ordinary "Sashisuse"	Mexican	Macleod	
Cl	0.65	59.50	60.22	58.85	59.45
SO ₄	0	0.01	0.02	0.22	0.14
Ca	0	0.06	0.02	0.07	0.05
Mg	0	0.08	0.01	0.03	0.03
K	0.01	0.20	0.08	0.20	0.02
Na	39.33	38.26	38.98	38.12	38.51
NaCl	99.97	97.26	99.08	96.91	97.90
UM	0	0	0	0.02	0.01

UM, insoluble matter

* donated by Japan Tobacco Inc.

"Sasisuse" contains magnesium carbonate (0.38%) and sodium phosphate (0.27%) as additional components.

Table-2. Sensory evaluation of the muscle of red seabream and yellowtail soaked in different types of salt solution

		Salt types			
		Purified	Ordinary	"Sashisuse"	Mexican
RED SEABREAM					
Saltiness	0	0.2±0.21	0.1±0.46	-0.1±0.26	0.1±0.36
Umami	0	0.4±0.37	0.6±0.42	0.3±0.21	0.3±0.40
Thickness	0	0.9±0.26*	1.0±0.11*	0.9±0.20*	1.1±0.29*
OTQ	0	0.8±0.13*	0.9±0.26*	1.2±0.31*	1.0±0.17*
Hardness	0	0.2±0.20	-0.1±0.35	0.3±0.45	0.1±0.24
YELLOWTAIL					
Saltiness	0	0.2±0.23	-0.1±0.19	0.2±0.33	0.1±0.24
Umami	0	0.2±0.44	0.3±0.33	-0.1±0.21	0.1±0.33
Thickness	0	0.1±0.12	0.4±0.50	0.2±0.27	0.1±0.10
OTQ	0	-0.1±0.16	0.1±0.18	0.2±0.37	0.1±0.49
Hardness	0	0.2±0.21	0.1±0.30	-0.2±0.39	-1.0±0.12

OTQ, overall taste quality

sensory score, mean±SD ; n=7

*, p < 0.05

Table-3. Content of free amino acids in the red seabream muscle soaked in different types of salt solution (mg/100 g dried muscle)

	Salt types				
	Purified	Ordinary	"Sashisuse"	Mexican	MacLeod
Taurine	143.5	136.0	134.2	140.0	134.2
Aspartic acid	1.3	1.6	1.3	1.2	1.3
Threonine	3.1	3.2	3.1	3.2	3.3
Serine	13.3	12.4	13.2	11.1	13.2
Asparagine	1.3	2.1	1.9	2.1	2.0
Glutamic acid	6.4	9.1	7.1	5.8	6.5
Proline	0.4	0.2	1.2	2.2	1.1
Glycine	10.3	16.6	11.1	10.1	9.9
Alanine	25.5	26.2	24.4	31.0	26.5
Valine	1.4	4.7	2.9	4.9	2.2
Methionine	1.1	1.8	0.1	1.1	0.1
Isoleucine	1.0	2.4	2.8	1.2	2.0
Leucine	3.7	2.5	4.9	3.1	2.8
Tyrosine	2.2	1.8	2.7	1.1	2.0
Phenylalanine	1.0	1.2	4.5	2.0	1.9
β -Alanine	3.1	2.3	2.4	2.9	1.9
Histidine	2.6	4.7	4.6	3.9	4.1
1-Methylhistidine	0.1	0.9	0.9	0.1	0.4
Ornithine	3.3	2.6	3.1	4.0	3.9
Lysine	18.1	9.6	17.7	16.7	18.5
Arginine	1.2	2.1	1.0	1.9	1.6

Table-4. Content of free amino acids in the yellowtail muscle soaked in different types of salt solution (mg/100 g dried muscle)

	Salt types				
	Purified	Ordinary	"Sashisuse"	Mexican	Macleod
Taurine	20.3	26.0	19.2	20.0	24.2
Aspartic acid	1.4	1.6	1.8	1.5	1.6
Threonine	8.1	7.5	3.8	9.2	7.8
Serine	9.4	10.2	10.0	9.1	8.4
Asparagine	1.7	0.9	1.8	1.1	1.9
Glutamic acid	14.3	10.5	12.2	13.7	15.1
Proline	0.1	0.2	0.7	0.2	1.2
Glycine	17.1	16.6	12.0	18.0	19.1
Alanine	22.1	26.1	27.5	21.8	26.6
Valine	4.4	4.6	5.9	4.0	3.2
Methionine	3.0	2.8	3.1	2.2	3.1
Isoleucine	4.8	4.3	3.8	4.4	5.0
Leucine	7.7	5.6	6.1	5.1	4.9
Tyrosine	6.2	5.9	6.7	7.7	6.0
Phenylalanine	2.1	0.9	3.1	4.0	3.7
β -Alanine	2.0	2.3	2.4	3.1	2.8
Histidine	625	647	651	679	701
1-Methylhistidine	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4
Ornithine	7.1	6.6	8.0	4.9	5.9
Lysine	54.1	39.7	47.3	55.7	56.0
Arginine	0.9	1.1	1.2	1.3	1.6

Table-5. Content of ATP and its related compounds in the muscle of red seabream and yellowtail soaked in different types of salt solution (μ moles/ g dried muscle)

	Salt types				
	Purified	Ordinary	"Sashisuse"	Mexican	Macleod
RED SEABREAM					
ATP	0.36 \pm 0.11	0.13 \pm 0.03	0.16 \pm 0.06	0.13 \pm 0.02	t
ADP	0.11 \pm 0.09	0.09 \pm 0.04	0.10 \pm 0.09	0.07 \pm 0.02	0.12 \pm 0.05
AMP	t	t	t	t	0.05 \pm 0.04
IMP	5.88 \pm 0.33	5.76 \pm 0.24	5.77 \pm 0.07	5.82 \pm 0.12	6.04 \pm 0.45
HxR	1.43 \pm 0.31	1.34 \pm 0.12	1.56 \pm 0.20	2.01 \pm 0.09	1.00 \pm 0.08
Hx	0.35 \pm 0.12	0.35 \pm 0.09	0.43 \pm 0.08	0.60 \pm 0.04	0.39 \pm 0.07
YELLOWTAIL					
ATP	0.67 \pm 0.19	0.23 \pm 0.07	0.34 \pm 0.16	0.22 \pm 0.09	0.40 \pm 0.08
ADP	0.07 \pm 0.02	0.08 \pm 0.01	0.05 \pm 0.03	0.04 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01
AMP	0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	0.03 \pm 0.02	0.04 \pm 0.04
IMP	3.23 \pm 0.43	3.46 \pm 0.09	3.55 \pm 0.15	4.22 \pm 0.64	3.13 \pm 0.46
HxR	1.98 \pm 0.30	1.88 \pm 0.16	2.21 \pm 0.33	1.17 \pm 0.21	2.00 \pm 0.17
Hx	0.67 \pm 0.09	0.45 \pm 0.01	0.99 \pm 0.10	0.40 \pm 0.03	0.51 \pm 0.08

Values are expressed as mean \pm SD; n=5

HxR, inosine; Hx, hypoxanthine; t, trace amount

Table-6. Contents of total, nonprotein and protein nitrogen in the muscle of red seabream dissolved in different types of salt solution (mg/100 g wet muscle)

	Salt types				
	Purified	Ordinary	"Sashisuse"	Mexican	Macleod
Total					
nitrogen	222 \pm 0.3	251 \pm 0.2*	332 \pm 0.6**	306 \pm 0.1**	303 \pm 0.1**
Nonprotein					
nitrogen	193 \pm 0.1	166 \pm 0.1	166 \pm 0.1	198 \pm 0.1	198 \pm 0.1
Protein					
nitrogen	29	85	166	108	105

Values are expressed as mean \pm SD; n=4

*, p < 0.05

** , p < 0.01

Effects of Various Salts on Flavor and Texture Quality
of Fish Meats

Morihiko SAKAGUCHI

Faculty of Agriculture, Kyoto University

Summary

Muscle pieces of red seabream Pagrus major and yellowtail Seriola quinqueradiata were soaked in solutions of various types of commercial salt and tested organoleptically for flavor and texture quality. Contents of free amino acids, nucleotides and soluble protein nitrogen were compared in the muscle pieces treated with the different types of salt. There was little difference in saltiness, umami and texture (hardness) among the red seabream muscle treated with all types of salt, while significant difference was detected in thickness and overall flavor quality between purified and all other types of salt. Any flavor and texture attributes in the yellowtail muscle did not differ between these salt types used.

The muscle of red seabream was rich in taurine, serine, glycine, alanine and lysine; little difference was observed in amount of these free amino acids among the muscles with these salt types. The muscle of yellowtail was greatly abundant in histidine, followed by lysine, glycine, alanine, taurine and glutamic acid, while little difference of content was found among the muscles. IMP and inosine occurred in large quantities in the muscle of both red seabream and yellowtail; the difference was statistically insignificant among the muscles with the salt types. The muscle of red seabream soaked in purified salt solutions showed higher levels of soluble protein nitrogen than that done in the other types. This evidence suggests that the difference in thickness and overall flavor quality partly arised from the difference in quantity of soluble protein.