

アユ熟れ鮭の熟成過程の解明

アユ熟れ鮭研究会

背景と目的 アユは秋から春にかけての半年を海で、春から秋にかけての半年を川で過ごす1年魚であり、富山県では釣りなどの遊漁で親しまれているとともに、古来より刺身や塩焼だけでなく、干物、甘露煮、なれずしなどの加工品としても利用されてきた。また、なれずしはフナ鮭に代表される乳酸発酵により保存性を高めた発酵食品であり、塩漬けにした魚を米飯とともに漬け込み熟成させて作られる。富山県のアユ熟れ鮭は江戸時代に将軍吉宗がその味を称賛し、富山藩定番の献上品になるなど富山の名産品であった。しかし、明治以降、鉄道等の輸送力と冷蔵能力の向上に伴って、人の嗜好がなれずしからマス鮭のような早ずしに移っていったため、現在では高齢の川漁師が細々と自家用を製造するのみであり、このままでは、富山県のアユ熟れ鮭の消滅も時間の問題となっている。

このことから、アユ熟れ鮭の製法や原料の違いによる各種成分の変化を調べ、食品として安全で美味しい理由を明確にし、アユ熟れ鮭を作るためのマニュアルを作成することで、伝統食品であり、優れた発酵食品であるアユ熟れ鮭の維持と普及に貢献する。

平成 25～29 年度の成果の概要

アユ熟れ鮭熟成過程の解明 富山県に伝承される製造方法では乳酸発酵が順調に進んでいること、本漬け 40 日後頃が食べ頃とされることを解明し、製造方法をマニュアル化した。

麴の有無による違い 麴を入れる製造方法では、熟成初期から速やかに乳酸発酵が促進され、安全性・保存性が向上するとともに、味、香りとも良好ななれずしとなると考えられた。

夏アユ、落ちアユの違い 落ちアユでは呈味（食味）成分が多く、「なれずしが好き」である人の評価が高かったが、「なれずしが嫌い」である人は夏アユを好む傾向が見られた。

熟成温度の違い より高温である方が熟成の進行が速いが、低温でも 40 日程度の熟成で食べ頃となり、季節や食したい時期に応じて熟成温度を使い分けることがよいと考えられた。

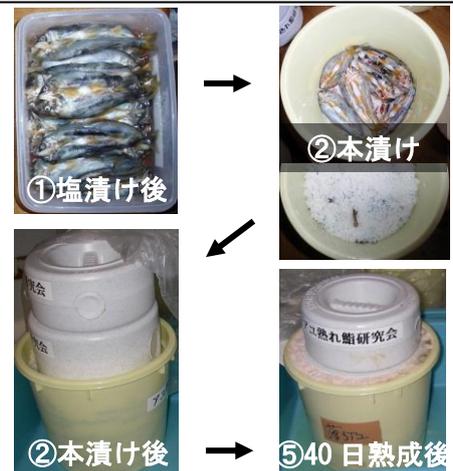
唐辛子の有無による違い 各種成分は変わらなかったものの、唐辛子無しで熟成した場合、好ましくない酵母が生育したことから、唐辛子はなれずし製造の成功率を上げていると考えられた。

重石の有無による違い 重石の有無にかかわらず乳酸発酵は進行したが、重石無しの場合には米飯が液状化し異なる様式で発酵が進んだと考えられた。重石は 6～12kg であればほぼ同じ品質であった。

平成 30 年度の実施内容 熟れ鮭を養殖アユで製造した場合、天然アユとどのような違いが生じるのか、成分等を比較する（実験 1）。また、熟れ鮭を冷凍保存した場合、乳酸菌等がどう変化するのか保存性を明らかにする（実験 2）。さらに、日本で有名な、なれずしにはフナ鮭や飯鮭があるが、これらと成分等を比較することで、富山県のアユ熟れ鮭の独自性を明らかにする（実験 3）

アユ熟れ鮭の製造方法と発酵の仕組み

- ① 漁獲したアユを内臓除去、背開きし冷蔵庫で 20 日間塩漬け
 - ② 米飯、米麴、唐辛子、塩出ししたアユを交互に樽に敷き詰め、重石を乗せ常温で熟成（本漬け：10～11 月）
 - ③ 麴が米飯を分解して生成した糖を栄養として乳酸菌が増殖
 - ④ 乳酸菌が乳酸を生成し、pH が低下することで保存性が向上
 - ⑤ アミノ酸など各種成分の増加により食味が向上
- 本漬け 40 日後頃が食べ頃となる（12～1 月）



実験 1. 原料アユの天然・養殖の違いが成分に与える影響

目的と方法 アユ熟れ鮭を製造する際に、天然アユまたは養殖アユを用いた場合の各種成分の違いを調べるため、平成 30 年 7 月 2 日に富山市の神通川で漁獲した天然アユ、および、平成 30 年 7 月 4 日に富山漁協から譲り受けた養殖アユを用い、2 樽のアユ熟れ鮭を同時に本漬けた。8、40、80 日間熟成後それぞれの違いを比較した。

結果と考察

(1) **pH の変化** 浸出液の pH は本漬け開始からいずれの試験区においても速やかに低下し、本漬け 8 日後の時点で pH4 となり、その後も本漬け 80 日後まで pH4 台を維持した。天然、養殖の違いによる差はみられなかった (表 1)。

表 1. pH の変化

	天然	養殖
8日後	4.0	4.0
40日後	4.0	4.1
80日後	4.4	4.4

(2) **乳酸菌数の変化** 乳酸菌数はいずれの試験区においても本漬け開始から速やかに増加し、本漬け 8 日後には 10^8 個/g となり、40 日以降も 10^7 個/g を維持した。この乳酸菌の動向は天然、養殖のいずれにおいても同様であり、いずれの試験区においても速やかに乳酸発酵が進行したものと考えられた (表 2)。

表 2. 乳酸菌数の変化

	天然	養殖
8日後	4.3×10^8	3.6×10^8
40日後	1.8×10^7	2.1×10^7
80日後	3.8×10^7	3.4×10^7

(3) **各種成分生成量** 乳酸は本漬け 8、40、80 日後のいずれにおいても両試験区で生成量は同程度であった (図 1)。遊離アミノ酸についてもいずれの経過日数においても両試験区で生成量は同程度であった (図 2)。各種成分の生成量は天然、養殖の違いによる差は生じないものと考えられた。

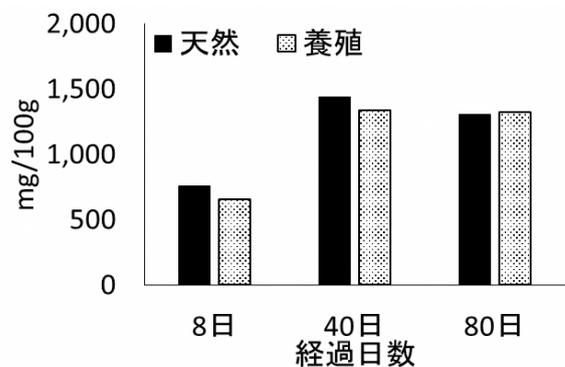


図 1. 乳酸量の変化

以上の結果から、富山県における伝統的なアユ熟れ鮭の製造方法においては、使用する原料アユが天然か養殖かにかかわらず、乳酸発酵は同様に進行し、熟成していたことがわかった。このことから、同製造方法においては、使用する原料魚の漁獲時期が同一であれば、天然、養殖にかかわらずなれずしはほぼ同じ品質で熟成するものと考えられた。

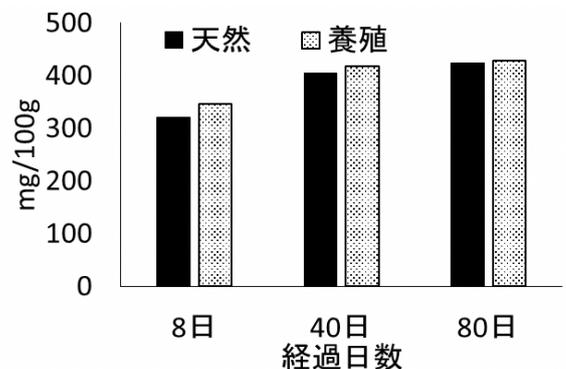


図 2. 遊離アミノ酸量の変化

実験 2. アユ熟れ鮭において冷凍保存が与える影響

目的と方法 アユ熟れ鮭を大量に作製した場合、冷凍して保存する必要がある。しかし、冷凍によってアユ熟れ鮭の乳酸菌や呈味成分がどのように変化するかについてはこれまで調べられた例がない。そこで、冷凍がアユ熟れ鮭に及ぼす影響について調べるため、平成 26 年に作製し、本漬け 40 日時点（平成 27 年 1 月 7 日）で -80°C で冷凍保存したアユ熟れ鮭（「夏アユ」および「落アユ」の 2 試験区）を 3 年 3 ヶ月（平成 30 年 4 月 24 日）で解凍して、乳酸菌数および呈味成分を分析し、冷凍前における分析結果との違いを比較した。

結果と考察

(1) **乳酸菌数** 冷凍前において夏アユには 10^7 個/g、落アユには 10^8 個/g の乳酸菌が検出されたが、冷凍および解凍を経ていずれの試験区も 10^5 個/g となった（表 1）。

(2) **各種成分量** 乳酸量および遊離アミノ酸量はいずれの試験区でも解凍後において減少していた。また、乳酸量、遊離アミノ酸量ともに落アユにおいてその減少幅が大きかった（図 1、2）。

以上、十分に発酵したアユ熟れ鮭を用いて分析を行ったが、乳酸菌数、呈味成分のいずれにおいても、冷凍前と比較して減少するとの結果が得られた。乳酸菌数が減少したことについては、微生物を凍結する際、凍結濃縮による脱水や細胞内外の氷結晶により微生物の細胞が損傷するとされており、その影響があったものと考えられた。また、損傷の程度は冷却速度に影響されると言われており、本試験で用いた冷凍庫よりも冷却力の弱い家庭用の冷凍庫によりアユ熟れ鮭を冷凍することを想定した場合、乳酸菌が凍結の過程で一定数死滅することは免れない可能性が示唆された。また、乳酸および遊離アミノ酸といった呈味成分が減少したことについては、解凍を冷蔵庫（ 5°C ）による緩慢解凍によって行ったことにより、過程で生じたドリップ中に成分が流出してしまった可能性が考えられ、アユ熟れ鮭をより高品質のまま喫食するには流水等による急速解凍も検討する必要があると考えられた。

表 1. 乳酸菌数の比較

	夏アユ40日	落アユ40日
冷凍前	7.4×10^7	3.5×10^8
解凍後	1.1×10^5	1.1×10^5

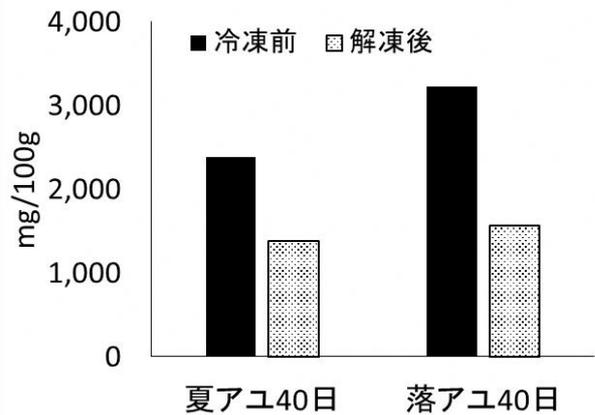


図 1. 乳酸量の比較

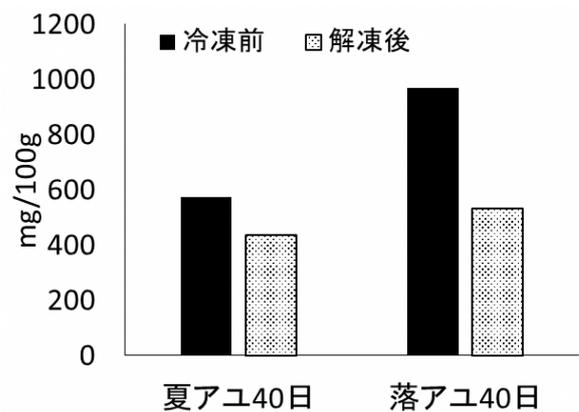


図 2. 遊離アミノ酸量の比較

実験 3. 富山県のアユ熟れ鮓とその他熟れ鮓との成分等の比較

目的と方法 日本で有名ななれずしとしては、アユ熟れ鮓の他、琵琶湖周辺のフナ鮓、北海道のサケ飯鮓などがある。そこで本試験では、富山県のアユ熟れ鮓が他地域のアユ熟れ鮓や、フナ鮓および飯鮓等とどう違うのかを成分等を比較することにより明らかにし、「富山県のアユ熟れ鮓」の独自性を明らかにする。また、参考までに、乳酸菌を多く含むことで知られているヨーグルトや乳酸菌飲料の乳酸菌数を測定し、各種なれずしとの比較を試みた。

結果と考察

(1) pH pHは3.9~4.4(表1)といずれの製品においても酸性であり、発酵により蓄積する乳酸等の有機酸による影響と考えられた。

(2) 生菌数 乳酸菌数は富山アユ熟れ鮓で 10^8 個/g、滋賀アユ熟れ鮓で 10^9 個/g、根室サケ飯鮓で 10^3 個/g、滋賀フナ鮓で 10^5 個/g、ヨーグルトと乳酸菌飲料でそれぞれ 10^8 個/gであった。また、一般生菌数はいずれの製品でも乳酸菌数と同程度であったことから、乳酸菌が優占していると考えられた。真菌数は、富山アユ熟れ鮓で 10^5 個/g 検出された。これは原材料に使用する麴に由来するものと考えられた。その他の製品では、真菌数は非常に少ないか、検出されなかった(表1)。

(3) 各種成分量 有機酸量は滋賀フナ鮓で 3,000mg/100g を超え、有意に多く検出された。富山アユ熟れ鮓、滋賀アユ熟れ鮓、滋賀フナ鮓では乳酸が最も多く検出され、他には主に酢酸が検出された。有機酸のうち富山アユ熟れ鮓では乳酸が、根室サケ飯鮓では酢酸が9割以上を占めた(図1)。遊離アミノ酸量は根室サケ飯鮓、滋賀フナ鮓で他2製品よりも多かった(図2)。

以上の結果から、富山アユ熟れ鮓はヨーグルトや乳酸菌飲料に匹敵する乳酸菌数を含有することが分かった。加えて、他地域のアユ熟れ鮓と異なり、発酵過程で麴を使用することから製品中に麴由来の菌が多く生残していること、全有機酸のうち乳酸がほとんどを占めることが特徴として挙げられた。以上により、「富山県のアユ熟れ鮓」の独自性が明らかになった。

表 1. pH および生菌数の比較

pH					
富山アユ熟れ鮓	滋賀アユ熟れ鮓	根室サケ飯鮓	滋賀フナ鮓	ヨーグルト	乳酸菌飲料
4.4	4.1	4.2	3.9		

乳酸菌数					
富山アユ熟れ鮓	滋賀アユ熟れ鮓	根室サケ飯鮓	滋賀フナ鮓	ヨーグルト	乳酸菌飲料
3.2×10^8	4.0×10^9	6.3×10^3	2.0×10^5	9.1×10^8	7.4×10^8

一般生菌数					
富山アユ熟れ鮓	滋賀アユ熟れ鮓	根室サケ飯鮓	滋賀フナ鮓	ヨーグルト	乳酸菌飲料
2.1×10^8	3.7×10^9	2.2×10^4	9.7×10^4	1.1×10^9	8.2×10^8

真菌数					
富山アユ熟れ鮓	滋賀アユ熟れ鮓	根室サケ飯鮓	滋賀フナ鮓	ヨーグルト	乳酸菌飲料
5.5×10^5	7.0×10	1.3×10	-	-	-

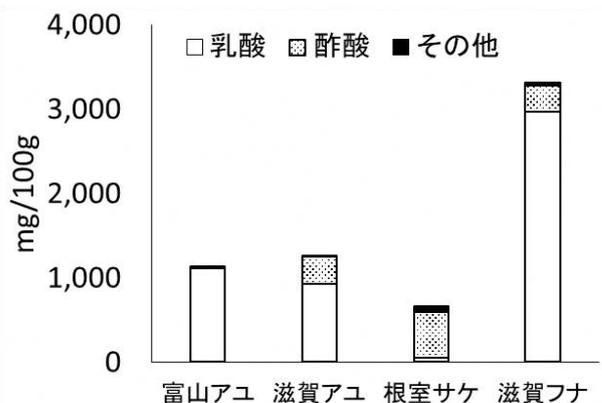


図 1. 有機酸量の比較

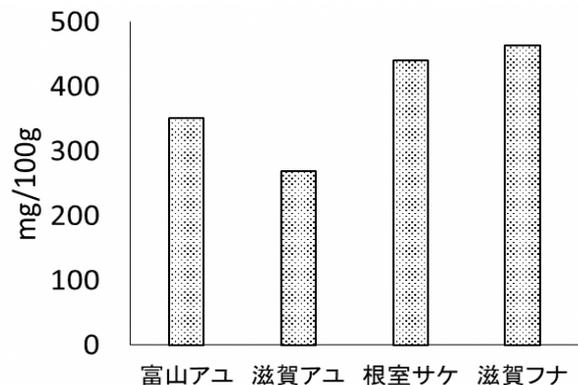


図 2. 遊離アミノ酸量の比較