

## ウグイすり身の加熱温度・時間とゲル化の関係

中村靖人・山本晋玄・白板孝朗・山日達道

ウグイ *Tribolodon hakonensis* は日本国内に広く分布し、淡水域で生活するものと海に下る降海型が知られており、淡水のものは地域的に川魚料理等の材料に利用されているが、海面においてはウグイを専門とする漁業はなく、刺し網や定置網などでの混獲で漁獲されるのみで、ほとんど利用されていない。青森県下北地域においても春季に定置網で漁獲されるが、水揚げされることなく再放流され、操業の障害にもなっている。

本研究は、加工利用度の低いウグイについて、練り製品原料としての可能性を検討するため、加熱温度・時間とゲル化の関係を明らかにすることを目的として実施した。

### 材料と方法

#### 1. 試験期間

平成16年7月15日～平成17年3月31日

#### 2. すり身の製造

原料は平成15年4月9日に青森県大畑沖の定置網で漁獲された死後硬直前のもの（平均尾叉長253mm、平均体重193.3g）を $-45^{\circ}\text{C}$ で凍結後、 $-25^{\circ}\text{C}$ で平成16年7月14日（462日冷凍貯蔵）まで貯蔵したものをを用いた。

すり身の製造に際しては、原料を流水解凍し、頭部及び内臓を除去後、二枚開きとし、採肉機で落とし身を取り、0.3%食塩晒し（15分4回）を行い、加圧脱水後、真空攪拌機でショ糖3%、ソルビトール3%、重合リン酸塩0.3%を添加混合し、 $-45^{\circ}\text{C}$ で一晩凍結後、 $-25^{\circ}\text{C}$ で冷凍貯蔵した。これを試験前日から $-5^{\circ}\text{C}$ に品温を調整し、試験直前に裏ごし機にかけ、筋等を除去して使用した。製造したすり身の一般成分を表1に示した。

表1 ウグイすり身の一般成分

pH	水分 (%)	粗タンパク質 (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)
6.7	79.3	13.8	0.3	0.7

#### 3. 肉糊の調製及び加熱

前述のように製造したすり身を、 $2^{\circ}\text{C}$ に調整した低温室内において、食塩を魚肉重量の3%添加し、さらに防腐のためアジ化ナトリウムを魚肉1kgあたり25mM添加し、高速真空攪拌機（ステファン社製UM-12）で5分間塩ずりを行った。なお、一連の試験で試料の水分が一定になるように、塩ずりの際に必要な応じて加水を行った。

以上で得られた肉糊を折径48mmの塩化ビニリデンチューブに充填し、各温度に設定した恒温水槽で加熱（24時間以降は恒温機により空気中で加熱）し、経時的にその一部を取り出し、物性を測定した。また、この時、別に一部を $90^{\circ}\text{C}$ の水中で30分加熱し、二段加熱ゲルとして同様に物性を測定した。

#### 4. 物性の測定

加熱後のゲルは、試料の中心温度がほぼ20℃以下になるまで氷水中で冷却し、さらに20℃の水中で試料全体の温度を約20℃で均一にしてから物性の測定を行った。なお、10℃一段加熱の試料については加熱後直ちに測定を行った。測定にあたっては、試料を長さ25mmの円柱状に切断し、押し込み試験により破断強度と凹みの大きさを測定した。測定には(株)レオテック製RT-2010D・D-CWを使用し、5mm球形プランジャーによりテーブルスピード6cm/minで測定した。

本試験では、最初に破断が起きたときの加重を破断強度としたが、肉糊がゲル化する以前及びゲルが崩壊した場合には破断が起きないため、このような場合には、試料にプランジャーを10mmまで進入させた時の最大荷重を測定値とした。

## 5. 色調の測定

試料を厚さ15mm以上になるように平滑に切断し、切断面の色調をミノルタ製色彩色差計 CR-3000によりL\*、a\*、b\*値で測定した。測定は試料片3個について行ない、その平均値を測定値とした。

## 結 果

図1に各加熱温度における加熱ゲルの破断強度の経時変化を示した。一段加熱では30℃以下の低温度帯でも明瞭なゲル化が見られ、破断強度は低い温度ほどゆるやかに増加し、5日～30日で最大値に達した後低下した。一方、40℃以上では速やかなゲル化がみられ、10分(80℃、90℃)から6時間(40℃)で最大となり、その後低下した。特に60℃では破断強度が最大値に達した後のゲルの脆弱化が顕著であった。一段加熱ゲルの各温度における最大破断強度を見ると、60℃以下の温度帯では202～370gであり、70℃以上の温度帯ではやや低下していた。最大破断強度に達するまでの時間は、30℃以下の温度では5日以上と長いですが、加熱温度が高いほど短く60℃以上では30分以内に最大値となった。

次に、前述のゲルを90℃・30分再加熱したゲル(二段加熱ゲル)の破断強度の変化を図2に示した。50℃以上の温度帯では加熱時間30分以下の短いものを除き、再加熱による破断強度の増加はみられず、同程度もしくは若干低下していた。一方40℃以下では、塩ずり後の試料を再加熱の条件(90℃・30分)で加熱した際の破断強度(199.3g)と比較しても(図3)、再加熱による明瞭な破断強度の増大がみられた。一段加熱ゲルと二段加熱ゲルの各温度帯における最大破断強度(図6)をみても40℃以下で二段加熱ゲルの破断強度が一段加熱ゲルを上回っており、加熱温度が低いほどその傾向は顕著であった。

また、各温度における試料が破断したときの凹みの大きさを図4、5に示した。一段加熱ゲルでは10～30℃の温度ではゲル化に伴って増加し、4時間(30℃)～30日(10℃)でピークとなり、その後低下していたが、40℃以上では加熱時間が長いほど凹みの大きさが減少していた。二段加熱ゲルでは40℃以下の温度帯で凹みの大きさが一旦増加した後減少し、50℃以上で加熱時間が長いほど減少していた。さらに凹みの最大値(図7)をみると、加熱温度が低いほど弾力がある傾向があり、一段加熱の50℃以下では12.0～13.5mmであった。

さらに、加熱温度と時間によるゲルの色調の変化を図8に示した。明度(L\*値)については、53.2～70.1とゲル化に伴い明度が上昇していた。色度については、a\*値が-2.2～0.8とあまり変化がなく、b\*値は0.1～7.7とゲル化に伴ってわずかに上昇する傾向がみられた。

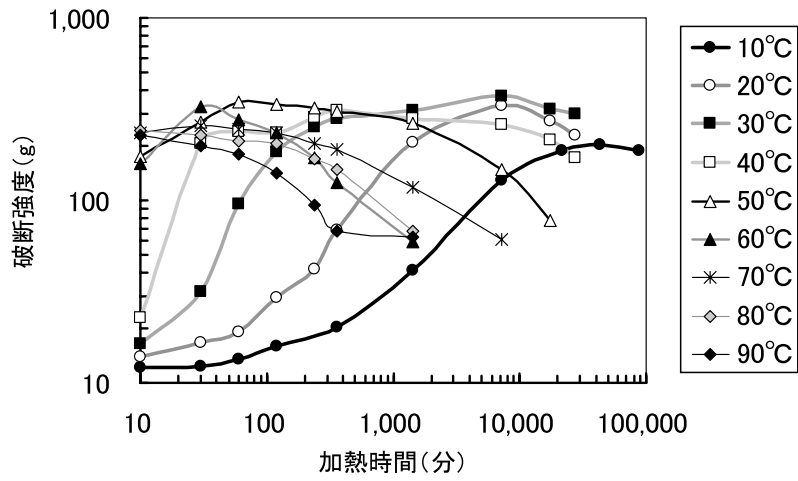


図1 ウグイスリ身の加熱時間、温度と破断強度

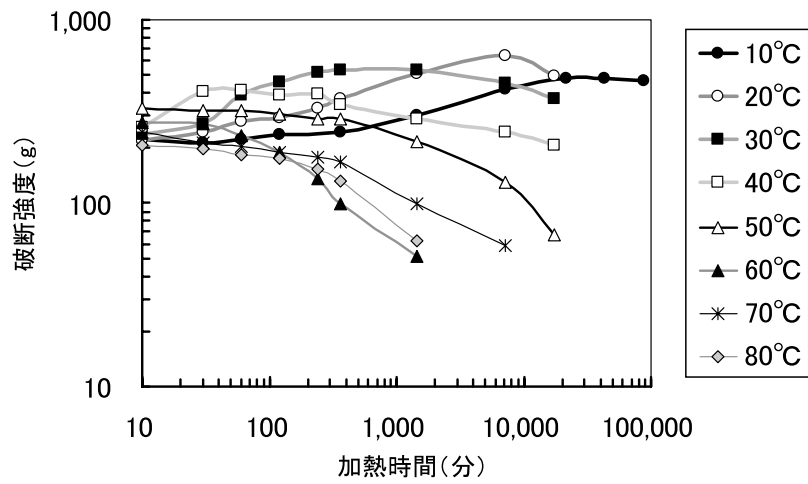


図2 ウグイスリ身二段加熱ゲルの加熱時間、温度と破断強度

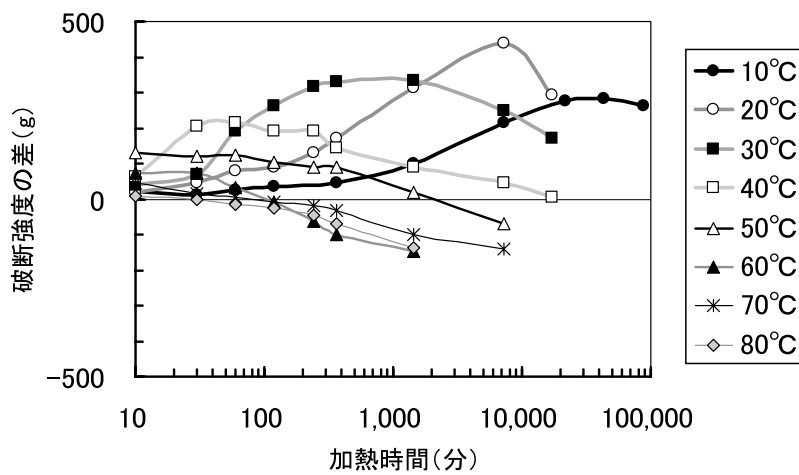


図3 90°C・30分加熱ゲルの破断強度を0とした場合のウグイスリ身二段加熱ゲルの破断強度

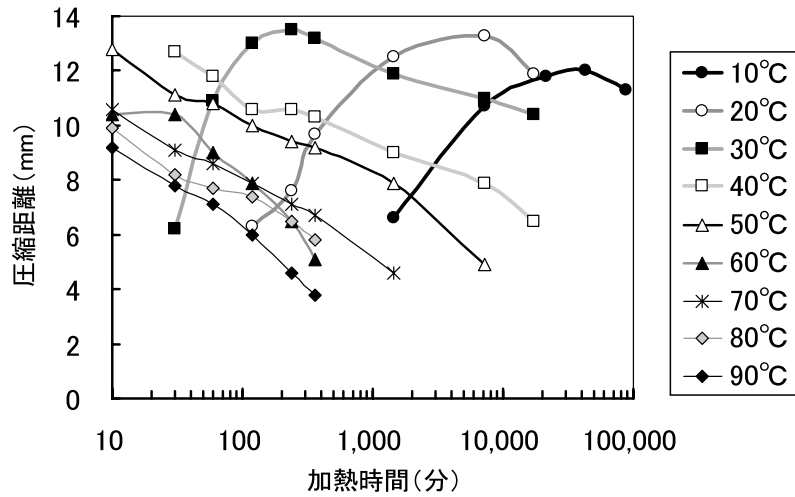


図4 ウグイスリ身の加熱時間、温度と破断した際の凹みの大きさ

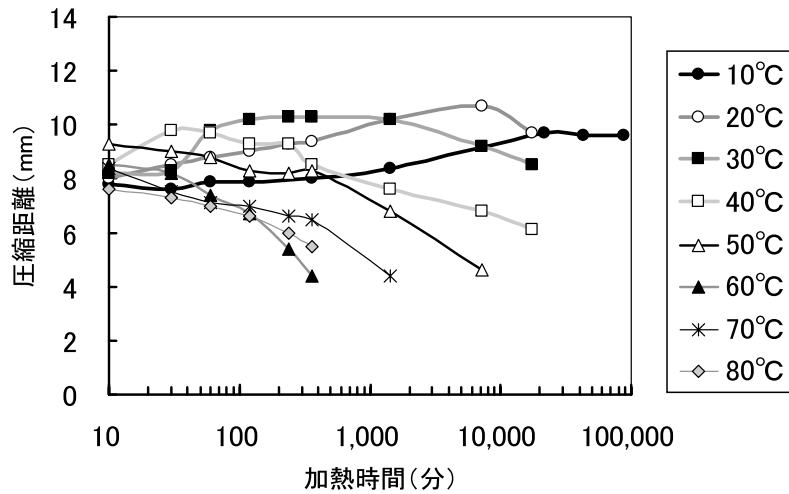


図5 ウグイスリ身二段加熱ゲルの加熱時間、温度と破断した際の凹みの大きさ

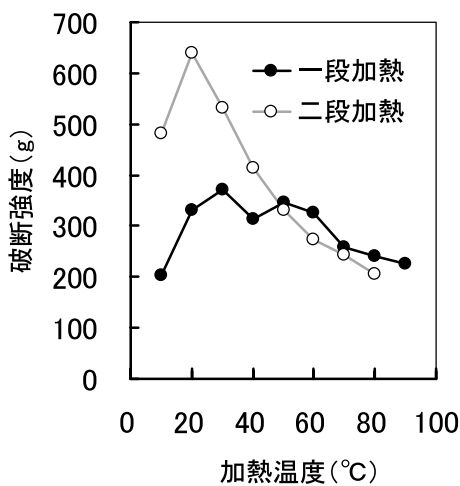


図6 各加熱温度におけるウグイスリ身加熱ゲルの最大破断強度  
(加熱時間は温度により異なる)

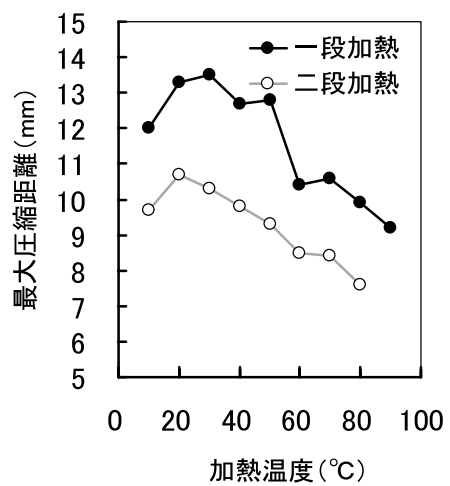


図7 各加熱温度において加熱ゲルが破断した際の凹みの最大値  
(加熱時間は温度により異なる)

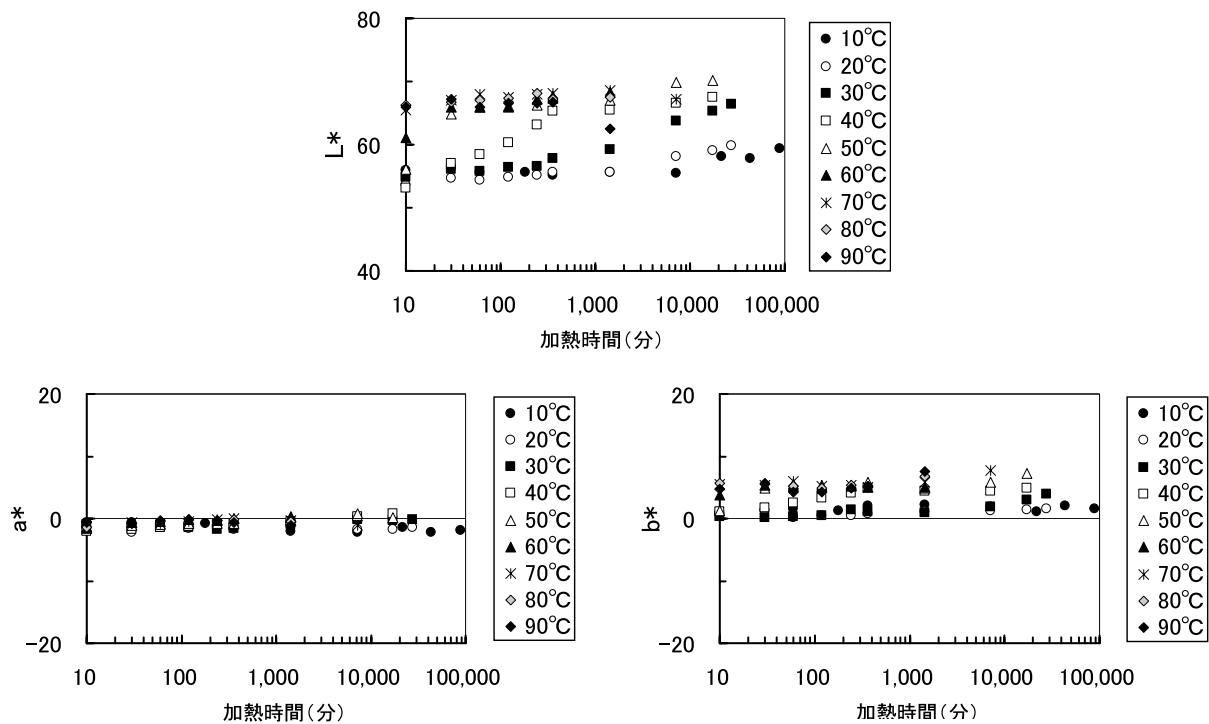


図8 ウグイスり身加熱ゲルの色調の変化

### 考 察

淡水魚のゲル化特性については、これまでいくつかの報告があり、その多くの魚種が坐りにくいことが報告されているが、福田ら<sup>4)</sup>は中国のコイ科魚類であるハクレン、コクレンに座りの特性が認められ、戻りの現象が見られることを報告している。本研究において製造したウグイスり身は、30℃以下の低温でも弾力に富んだ（最大圧縮距離13.5mm）ゲルを形成する能力をもち、座りの現象が見られるとともに、それらのゲルを再加熱することによる破断強度の明確な増大効果も認められた。さらに水晒しによりウグイ特有の生臭さもほとんどなくなったことから、ゲル強度はあまり強くないものの、練り製品原料として十分利用可能な特性を持っているものと思われた。ウグイスり身の最も破断強度の高いゲルが得られる座り加熱条件は20℃で1～12日、30℃で4時間から1日であり、これらを参考にして実用上の最適な加熱条件を決めていく必要があると思われた。

また、本研究におけるウグイスり身の特性を志水ら<sup>5)</sup>による魚種毎の坐りやすさ、戻りやすさの分類にあてはめると、実験方法が異なるため単純に比較できないものの、ウグイは座りやすい魚種であると思われた。また、戻りに関しては、明らかに戻りの現象は見られるものの、その変化は比較的ゆるやかであり、戻りにくい魚種に分類されると思われた。

なお、本研究では生鮮原料を定時に入手できないことから長期間冷凍貯蔵した原料を使用しており、生鮮原料を使用した場合よりもゲル形成能が低下している可能性があり、今後の検討が必要であると考えられる。

## 文 献

- 1) 永峰文洋, 松原久, 石川哲, 福田裕: サケ、スケトウダラおよびマイワシの落し身とすり身の加熱温度・時間とゲル化. 青水加研報, 昭和60年度, 61-71 (1986).
- 2) 永峰文洋, 松原久, 山日達道, 福田裕: マイワシすり身のゲル化特性. 青水加研報, 昭和61年度, 37-41 (1987).
- 3) 西岡不二男: 冷凍すり身の品質検査基準. 日水誌, 60, 281-284 (1994).
- 4) 山澤正勝, 関伸夫, 福田裕 編: かまぼこ その科学と技術. 恒星社厚生閣, 51-63 (2003).
- 5) 志水寛, 町田律, 竹並誠一: 魚肉肉糊のゲル形成特性に見られる魚種特異性. 日水誌, 47, 94-104 (1981).