HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道産低利用魚種のすり身化およびホッケの加熱ゲル形成能の再評価に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	蛯谷, 幸司
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第12211号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61575
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Koji_Ebitani_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）　　氏名：蛯谷　幸司

学 位 論 文 題 目

北海道産低利用魚種のすり身化およびホッケの加熱ゲル形成能の再評価に関する研究

北海道では沖合底びき網漁により多くの魚種が漁獲されるが、目的の魚種以外の魚類も混獲という形で漁獲されている。商品価値の低い魚種が多く，海中還元されてしまうこともまれではない。限られた水産資源利用の観点からは問題が多い現実である。このように状況において，未利用魚種に関しては，あらたな資源としての有効利用が、また、すでに資源として利用されている魚種に関しては，さらなる高度利用を求められている。

第 1 章では，比較的多量混獲されるウロコメガレイ，オオナゴ，オクカジカのすり身原料として特性を明らかにした。加熱ゲル形成能を有するタンパク質であるミオシンの熱安定性について、これら 3 種をスケトウダラを対照に評価した。その安定性は 3 魚種ともスケトウダラとほぼ同じ程度であった。

3 魚種の筋肉はどのようなゲル化特性を持つか検討した。ウロコメガレイのすり身は，予備加熱中にミオシンの架橋反応が認められ，予備加熱の導入により加熱ゲルの物性は顕著に増加する坐り効果が期待できる魚種であることがわかった。一方，オクカジカとオオナゴについては予備加熱の効果は認められず，坐り効果が期待できない魚種であると判断された。ウロコメガレイの予備加熱温度はスケトウダラすり身と基本的に同じであった。カレイ類からの採肉では扁平な魚体と周辺の鰭由来の異物混入が問題となったが、ゲル化特性にほとんど影響を与えなかったので，すり身のゲル化特性に関してはその混入は無視できた。

第 2 章では，すでに北海道で製造されるスケトウダラ以外の冷凍すり身の大部分を占めているホッケすり身を再評価した。特に，原魚の鮮度がどの程度ゲル化特性に影響を与えるかについて検討した。ホッケすり身は，坐り効果が認められず，白色度も低いため，揚げかまぼこ製品や魚肉ソーセージなど，これらの性質が問題とならない製品に広く活用されてきた。市場に流通している数種の市販ホッケ冷凍すり身のゲル化特性を調べたところ，これまでの評価通り，どのすり身にも「坐り効果」は認められず，低品質のすり身と認めざるえないものであった。

ホッケ魚肉のミオシンの安定性はスケトウダラより不安定であることがわかった。すり身製造では北海道各地で漁獲し、数日経過したものをまとめて使用している。低鮮度の原魚を用いることが低品質のホッケすり身の原因であろうと推察した。漁獲当日に市場から購入したホッケを材料にしても，坐り効果は確認されなかった。また、保管中に緩やかなミオシン変性が検出され，これに対応して，直加熱ゲルの物性は低下した。

第 3 章では，ホッケをすり身とせず、落し身のまま利用することを想定し、死後硬直に達する前のさらに高鮮度のホッケを用いて再検証した。すると，このような高鮮度の落とし身から作った肉糊を 25°C

で予備加熱すると，著しいミオシンの架橋反応が検出された。加温 1 時間以内に，高分子架橋体に変化していることを認めた。これは，ホッケ肉糊の加温でミオシン架橋反応が検出されることを示した最初の例である。また，ミオシン HC への MDC の取り込みも認められたので，内在性 TGase が活性を発現していることを確認した。ホッケ肉中の TGase 活性を最大限に利用するには，落とし身をそのまま利用する方が良いと判断した。

高鮮度のホッケ落とし身を 5°C で貯蔵すると，翌日(保管期間 1 日)にはミオシン架橋体の形成と MDC 取り込み(いずれも TGase 活性の指標)は大きく激減し，短期間での TGase 失活が示された。貯蔵数日後のホッケを原料としたので、坐り効果を持たないすり身が生産されたと思われる。ホッケ保管中の TGase 活性の急激な消失は，内因性プロアーゼによる TGase の分解によるものではなく、酵素そのものの不安定が理由であると考えられた。

ホッケ TGase の安定性はスケトウダラ TGase とほとんど差が認められなかった。スケトウダラすり身製造ではホッケに比べより高鮮度のものが使用されていることが、スケトウダラの陸上すり身で小さいながら「坐り効果」が認められる理由であろうと推察した。ミオシンに架橋が起きるかどうかは TGase 活性の高さに加え，基質であるミオシンの性質もよっても影響を受ける。そこで，ホッケ TGase をホッケ、スケトウダラの Mf に作用させたところ，どちらの Mf に対しても同じように作用させたのでホッケミオシンの特性は関与していないと考えられた。

貯蔵初期にミオシンの架橋反応が失われる現象は他の魚種でも認められるか検討した。アイナメ，ケムシカジカ，ブリの落とし身には架橋反応が認められた。しかし，アイナメ，ケムシカジカの架橋反応は貯蔵 1 日で大きく減少した。温帯産魚であるブリでは，ミオシンの架橋反応は同じ温度条件では数日間維持されたので， TGase の安定性が高いことが示された。魚種によるミオシンの安定性，TGase の安定性が最適坐り温度を決定していると考えられる。

第 4 章では，高鮮度なホッケ落とし身の有しているミオシン架橋反応および坐り効果を長期間維持するための手段について検討した。この不安定さを克服する手段として，ミオシン変性を抑制するソルビトールの利用を考えた。ソルビトールを添加すると，1 日貯蔵後でも架橋反応が維持されるように変わった。さらに，TGase 粗酵素液を用いた実験から，ソルビトール濃度依存的に失活は抑制され，失活速度の対数値とソルビトール濃度の間に直線関係を示した。ここから得られた抑制の程度は，ミオシンに対する変性抑制程度とほぼ同じであった。そこで、高鮮度ホッケ落とし身の優れたゲル化能を維持したまま長期貯蔵する方法として，冷凍すり身に準じ、落とし身に 10%のソルビトールを添加して，-25°C，-80°C5 か月までで貯蔵したが，坐り効果はほとんど低下することなく維持された。

高鮮度ホッケ落とし身の非常に高い TGase 活性あるいは架橋反応能を有効に利用する一つの試みとして，坐り効果を示さない市販冷凍すり身に落とし身を混合し，ゲル物性改善が得られるかについて検討した。ホッケ TGase はいずれのすり身(スケトウダラ，ホッケ，ナカヅカ)の Mf に対して架橋反応を起こした。ホッケ落とし身混合により，スケトウダラ，ホッケすり身では破断強度の上昇が認められたが，ナガヅカのすり身に対しては全く向上効果付与はなく，その効果は絶対的なものでなく、混合するすり身中のミオシンの変性の度合いが影響しているのかもしれない。

これまで，その肉糊が坐り作用を示さないことから，スケトウダラ冷凍すり身に比べてホッケ冷凍すり身は著しく低く評価されてきた。本研究において，ホッケは本来スケトウダラと同等以上の優れた坐り効果を示すが、不安定さゆえに TGase 活性を利用できないできたことを明らかにした。このようなホッケの結果を踏まえて未利用魚の利用に臨むべきであることを示している。