

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 - (通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化)*)

保聖子, 前野幸二

【目的】

通電加熱は、電気抵抗体である食品に電気を流すことで、食品自身が自己発熱する加熱方法である。そのため、従来のような加熱媒体（煮熟水）がほとんど不必要となる。そこで、従来大量の煮熟水を必要としたシラス加工に通電加熱技術を導入し、煮熟水へのエキス流失の少ない旨みの多いシラス干し加工品の開発を行うとともに、瞬間殺菌技術の応用による生鮮シラス流通促進のための殺菌条件を検討する。

1. 原料となる生鮮シラス冷蔵保管中の品質

【目的】

瞬間殺菌技術の応用による生鮮シラス流通促進のための殺菌条件を検討するにあたり、生鮮シラスの冷蔵保管中の品質に関する基礎知見を得るために試験を実施した。

【実験方法】

材 料

供試魚は平成 22 年 11 月～12 月にかけて本県沿岸域で漁獲されたシラスを用いた。氷蔵で当センターまで搬入し、直ちに保存袋に小分けし、5℃及び 0℃の 2 種類の温度帯でそれぞれ 72 時間後まで保管した。その間適宜サンプリングを行い、試験に供した。

また、保存試験の比較対照として、同時期に本県沿岸域で漁獲されたキビナゴについても同様に試験に供した。

なお、シラス及びキビナゴ共に試験開始時点で漁獲後 5 時間経過していた。

分析方法

シラス及びキビナゴを各約 10g づつ氷冷下、4 倍量のリン酸緩衝液 (pH7.5) でホモジナイズ (10,000rpm*2min) し、4℃にて 5,000rpm * 20min 遠心分離を行った。遠心分離後、上清と沈殿画分に分離し、沈殿画分を再度 4 倍量のリン酸緩衝液 (pH7.5) で前述同様にホモジナイズならびに遠心分離を行い上清を得、得られた 2 回分の上清を水溶性タンパク質とした。

また、水溶性タンパク質を抽出した後の沈殿物に氷冷下、5 倍量の 0.6M KCl-リン酸緩衝液 (pH7.2) を加えホモジナイズ (10,000rpm*2min) し、4℃にて 5,000rpm * 20min 遠心分離を行った。遠心分離後、上清と沈殿画分に分離し、沈殿画分を再度 5 倍量の 0.6M KCl-リン酸緩衝液 (pH7.2) で前述同様にホモジナイズならびに遠心分離を行い上清を得、得られた 2 回分の上清を塩溶性タンパク質とした。

なお、得られた水溶性タンパク質及び塩溶性タンパク質の定量は、Bradford 法を応用した BIO-RAD 社製のプロテインアッセイ (測定波長 595nm) による比色法によりタンパク質量を定量し、抽出に要した魚体重量比として算出した。

*) 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 ((独) 水産大学校委託事業)

【結果及び考察】

0, 4 保管における水溶性タンパク質は、時間経過と共に増加し、その一方で、塩溶性タンパク質は減少した(図 1,2)。

また、保管温度における水溶性タンパク質と塩溶性タンパク質の増減を検証したところ、水溶性タンパク質については 0 保管より 4 保管の方が増加することが確認された。一方、塩溶性タンパク質は 0 保管より 4 保管の方が減少することが確認された。このことから、より低温で保管する方が魚体タンパク質の可溶化を抑制できることが示唆された。(図 1,2,3)

さらに 4 保管中におけるキビナゴとシラスの水溶性タンパク質及び塩溶性タンパク質の増減を検証したところ、キビナゴは水溶性タンパク質及び塩溶性タンパク質ともに、ほとんど変化が見られないのに対しシラスのそれは大きいことが確認された。(図 4, 5, 6)

以上のことから、シラスは冷蔵保管中に何らかの要因により塩溶性タンパク質が溶解し水溶性タンパク質へと分解されているものと推察された。

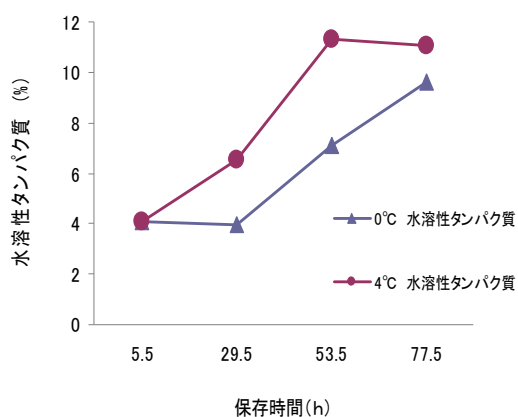


図1. 生シラス冷蔵保管中の水溶性タンパク質の変化

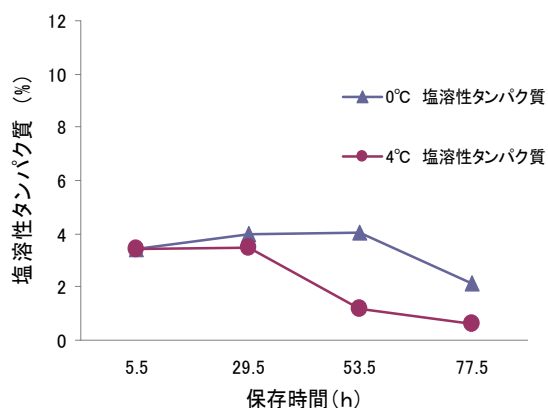


図2. 生シラス冷蔵保管中の塩溶性タンパク質の変化

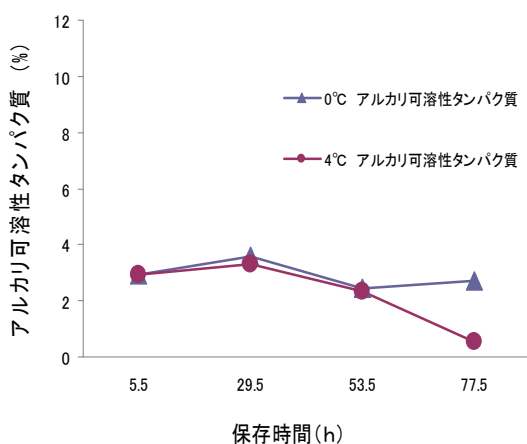


図3. 生シラス冷蔵保管中のアルカリ可溶性タンパク質の変化

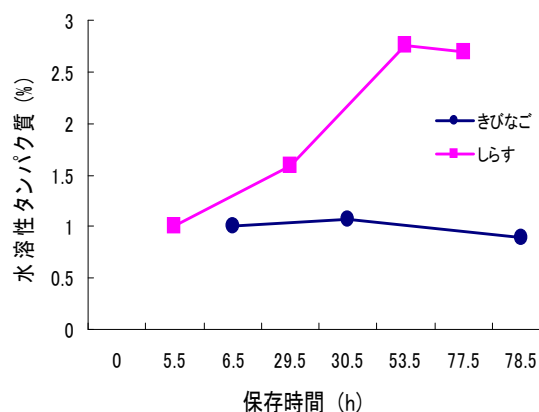


図4. 4°Cにおける水溶性タンパク質の変化

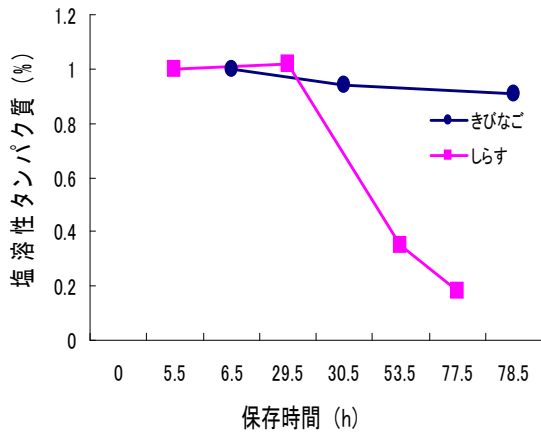


図5. 4℃における塩溶性タンパク質の変化

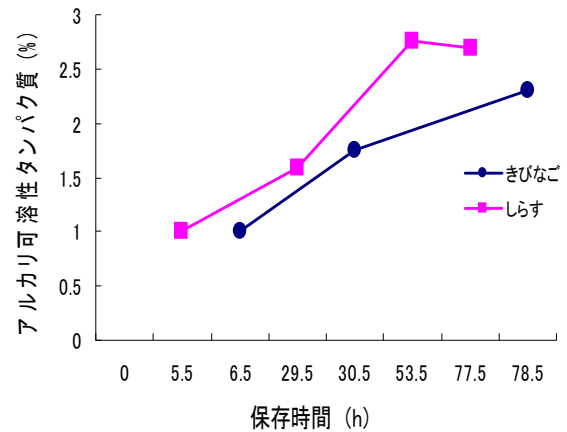


図6. 4℃におけるアルカリ可溶性タンパク質の変化

2. 加熱時間が加熱後シラスの品質に与える影響について

【目的】

昨年度の試験において、通電加熱を行うことで、加熱時におけるエキス成分の流出を抑制することが可能となることを明らかにした。しかしながら、加熱部の形状によっては一部魚体が損傷を受けることも判明した。そこで、魚体へのダメージを限りなく少なくするために加熱を極めて短時間に行い所定の加熱温度に達するまでの時間（以後達温という）とその後の温度保持は加熱シラスの品質に与える影響を検討した。

【実験方法】

材料

2010年9月に本県湾沿岸域で漁獲された3.3～3.7cmのシラスを用いた。なお、加熱試験は漁獲当日に実施し、各種分析は、加熱サンプルを分析当日まで-70℃で冷凍保管したものをを用いた。

通電加熱

通電加熱は、写真1に示す通電加熱装置（（株）フロンティアエンジニアリング製）を用いて行った。加熱部である100mm角水槽型対面電極装置（写真2）にシラスを入れ、出力電圧を80～250Vの間で可変させ、85℃達温速度並びにその後の温度保持と加熱シラスのエキス成分との関係を調べた。また、その際の一般生菌数についても調べ瞬間加熱における殺菌効果についても検討を加えた。

分析方法

エキス態窒素：25%トリクロロ酢酸を加えホモジネートし、遠心分離により得られた上清をケルダール法にて分析した。あらかじめ算出しておいた水分量を用いて乾物換算し表した。

一般生菌数：サンプルを滅菌したリン酸緩衝液でホモジネートし、滅菌希釈水で適宜希釈し



写真1 通電加熱電源装置



写真2 水槽型通電加熱装置

使用した。培地には標準寒天培地を用い混釈法で 35 48hr 培養した後形成したコロニー数を計測した。

【結果及び考察】

当該機器の設定条件の下での出力電圧とシラス魚体が 85℃ に達するまでの速度との関係は下記のとおりであった(図 1)。

加熱シラスに含まれるエキス態窒素量は、達温までの時間が短いほど多いことが確認された。また、この時の一般生菌数は、達温までの時間が長い方が菌数が少なかったが、達温時間 60sec における細菌数が多く加熱ムラの発生も否めないことから、再度試験を行い確認する必要がある(図 2)。

達温後の保温の影響については、85℃の状態が継続されることでエキス態窒素の含有量が減少することが明らかになった(図 3)。

3. パイプ式通電加熱における加熱シラスの品質について

【目的】

脆弱な魚体であるシラスへのダメージを軽減するための手法の一つとして、パイプ式通電加熱装置の導入を試み、パイプ式通電加熱装置を用いて加熱する場合におけるシラスの品質に与える影響を検討した。

【実験方法】

材料

2010 年 11 月 26 日に本県湾沿岸域で漁獲されたシラスを用い、直ちに通電加熱試験を実施した。また、各種分析は、加熱サンプルを分析当日まで-70℃で冷凍保管したものをを用いた。

通電加熱

通電加熱は、写真 1 に示す通電加熱装置((株)フロンティアエンジニアリング製)

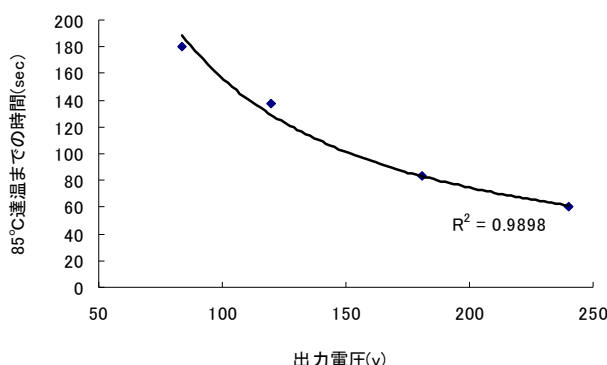


図 1 出力電圧と魚体加熱速度の関係

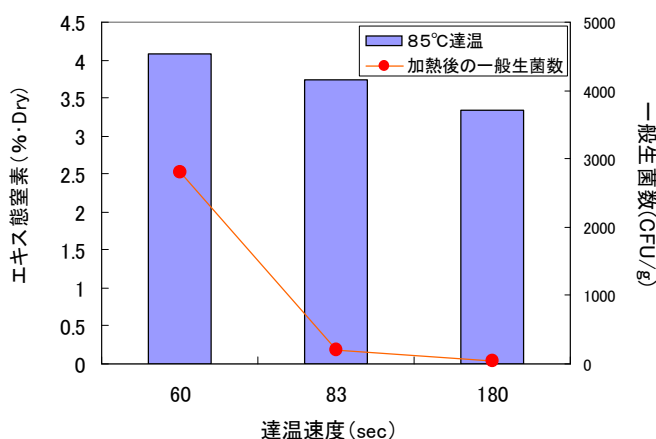


図 2 エキス態窒素及び一般菌生数と達温速度の関係

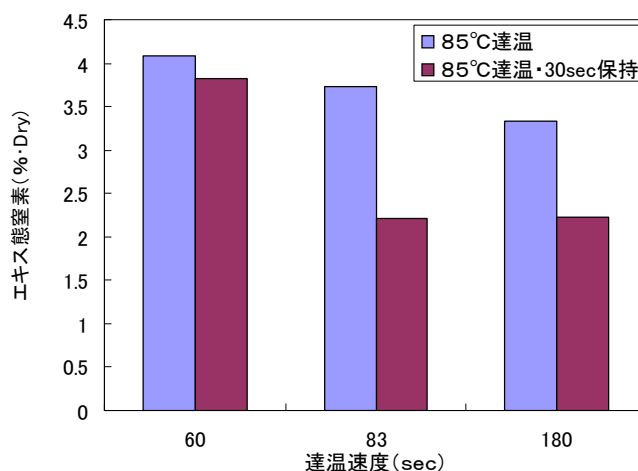


図 3 達温後の加温保持がエキス態窒素に与える影響

を用いて行った。加熱部は、パイプ径 15A(17.5mm)のパイプ式通電加熱装置(写真3)を用い、シラスの送りポンプには、ロックヒルポンプ(写真4)を使用し、90 18 秒間の通電を掛け加熱試験を行った。試験の設定条件としては、ポンプ送りに必要な「水」の量を3種に設け、そのときの加熱シラスの性状について分析を行った。また、加熱時間が極めて短時間であるため、加熱時間と自己消化酵素失活状態の関係についても検討を加えた。

分析方法

イノシン酸：0.6mol/L 過塩素酸を加えホモジネートし、遠心分離により得られた上清を2M 水酸化カリウム溶液で中和し抽出液を得た。抽出液は0.45 μ m フィルターで濾過した後、高速液体クロマトグラフで分析した。

エキス態窒素：前述同様

一般生菌数：前述同様

自己消化酵素失活：シラスをトリクロロ酢酸で固定し、アセトン洗浄後、SDS-UM で溶解し、電気泳動に付与した。

【結果及び考察】

パイプ式通電加熱により処理されたシラスはこれまでの水槽型装置と比べ、外観の損傷が少なかった。また、ポンプで原料となるシラスを送り込む際に用いる「水」を全く使用しない場合は、シラスがパイプの形状のまま円柱状に固まって排出されてしまうことが確認された(写真5)。「水」の量をシラス重量の1/4 ~ 1/2 にすることで、シラス自体の形状を損傷することなく加熱できることが確認された(写真6,7)。



写真3 パイプ式通電加熱装置



写真4 ロックヒルポンプ



写真5 水 0

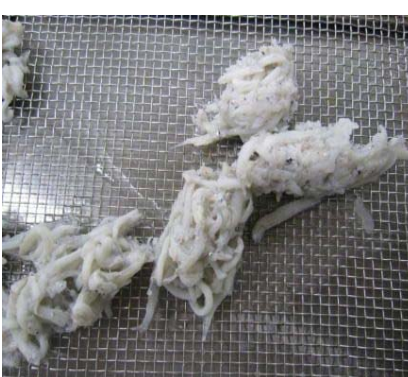


写真6 水 1/4



写真7 水 1/2

パイプに送り込むための「送り水」をシラス重量に対して 0, 1/4, 1/2 に可変し加熱を行ったところ、エキス態窒素は「送り水」の量が 0, 1/4, 1/2 の順に少なくなる傾向にあった(図 4)。この結果は昨年度までの試験結果と同様の傾向であった。18 秒という極めて短時間であっても、シラスと「水」が接している状況では水中へエキス成分は流失していることが示唆された。

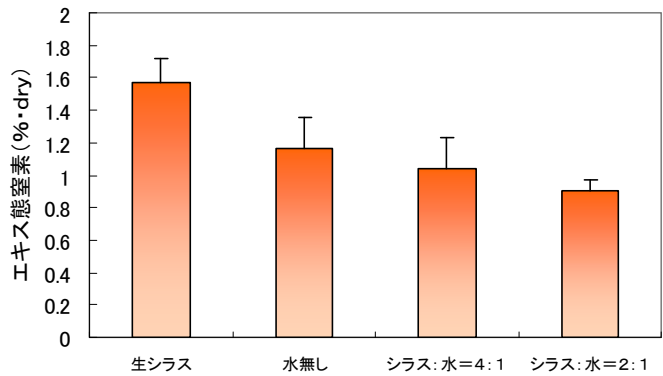


図 4 「送り水」量と加熱処理後のエキス態窒素の関係

一方、同様の条件下でのイノシン酸含有量は、水の量が増加してもイノシン酸が減る傾向は認められなかったことから極めて短時間に加熱を行うことで、「送り水」の量に関係なくイノシン酸を保持できることが確認された(図 5)。

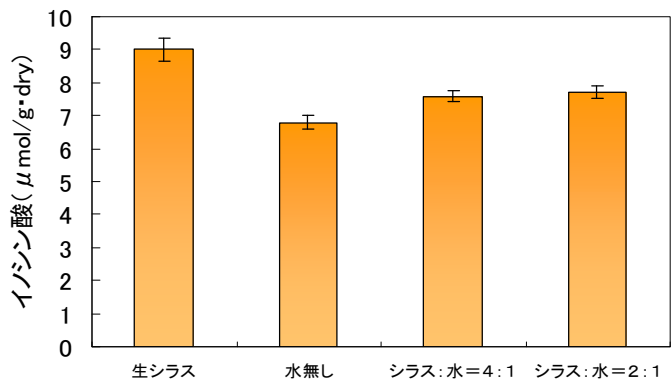


図 5 「送り水」量と加熱処理後のイノシン酸の関係

また、瞬間加熱であることより懸念されるシラスの殺菌については、十分にその効果を発揮できていた。さらに、瞬間的加熱であるために懸念される自己消化酵素の失活状況について、加熱時間を 50 から 10 刻みに 100 まで 6 つの温度で調べたところ、図 6 のように加熱直後はタンパクの分解は確認されなかったが、冷蔵保管中に加熱温度 70 以下ではタンパク質のミオシンとトロポミオシンの消失が見られることから、80 以上の加熱が有効であると示唆された(図 7)。

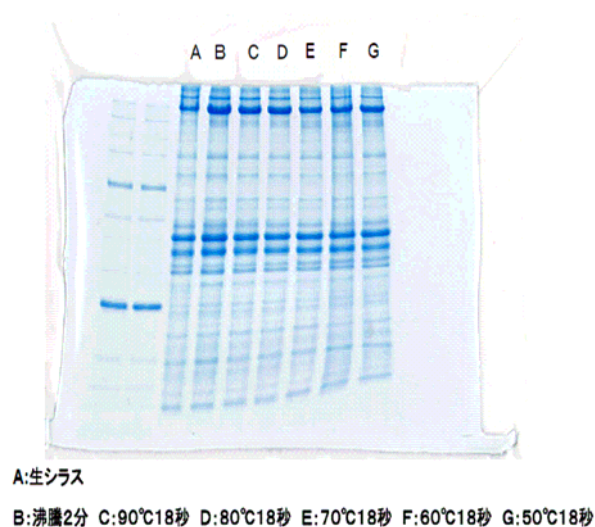


図 6 加熱直後の SDS-PAGE

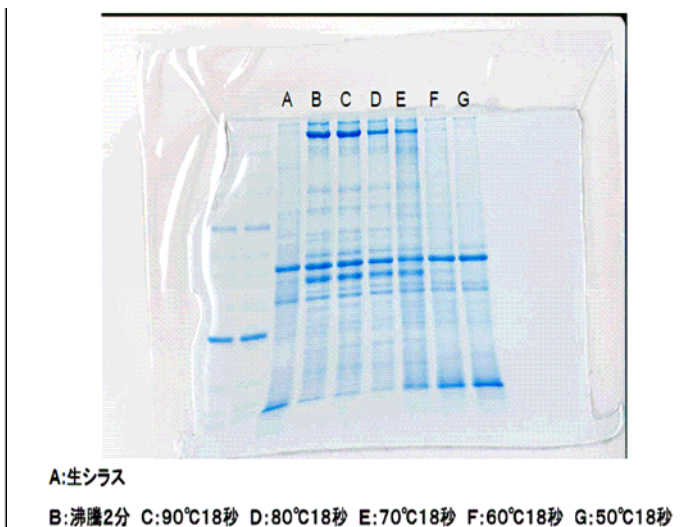


図 7 加熱後冷蔵保管中の SDS-PAGE