

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。

1. パイプ加熱部への「送り水」の使用頻度と加熱後シラスの品質について

昨年度の試験において、シラス煮熟工程におけるパイプ式通電加熱装置の導入の検討を試みたところ、少ない量の送り水で魚体の損傷もなく、十分に加熱処理を行うことができることが示唆された。

そこで、今年度は、送り水を循環式にした場合の加熱シラスの品質に与える影響について検討を加えた。

【方 法】

材料

2011年10月27日に本県志布志湾沿岸域で漁獲されたシラスを用いた。なお、加熱試験は漁獲当日に実施し、各種分析は、加熱後のサンプルを分析当日まで-80℃で冷凍保管したものをを用いた。

(1)通電加熱条件

通電加熱は、写真1, 2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。加熱部は、パイプ径15A(17.5mm)のパイプ式通電加熱装置（写真2）を用い、シラスの送りポンプには、ロックヒルポンプ(写真3)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（以下、「送り水」という）の量を原料シラスの1/2量とし、「送り水」の塩分濃度は2%に調整して使用した。「送り水」は延べ3回転使用し、使用回数ごとに加熱シラスと排水の一部をサンプリングし、イノシン酸及びエキス態窒素濃度を調べた。また、加熱シラスについては、色調についても調べた。

(2)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より分析した。加熱シラスについては、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。

イノシン酸：0.6M 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 μm 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。

*) 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業



写真1 通電加熱電源装置



写真2 パイプ式通電加熱装置



写真3 ロックヒルポンプ

【結果及び考察】

加熱シラス中のイノシン酸濃度およびエキス態窒素濃度をそれぞれ、図1,3に示す。イノシン酸濃度は、通常の通電加熱時（図中表記は初回）に $11.87 \pm 0.24 \mu \text{ mol/g}$ （乾物換算）であったものが、排水された送り水を再度使用した場合（図中表記は2回）では、 $12.82 \pm 1.45 \mu \text{ mol/g}$ 、さらに排水された送り水を再使用した場合（図中表記は3回）では、 $12.30 \pm 0.18 \mu \text{ mol/g}$ となり、使用回数とイノシン酸濃度において有意な差は認められなかった。

また、エキス態窒素濃度は、通常の加熱時（図中表記は初回）に $1.13 \pm 0.07\%$ （乾物換算）であったものが、排水された送り水を再度使用した場合（図中表記は2回）では、 $1.32 \pm 0.05\%$ 、さらに排水された送り水を再使用した場合（図中表記は3回）では、 $1.17 \pm 0.11\%$ となり、イノシン酸同様に使用回数において有意な差は認められなかった。このことから、送り水を複数回使用することになる循環水方式にしたとしても加熱後シラスの旨味成分には特段影響を与えないことが判明した。

一方、排水された送り水に含まれるイノシン酸及びエキス態窒素濃度を測定し、複数回数使用による煮熟工程上の影響について検討を行った。その結果を図2,4に示す。イノシン酸濃度は、通常の通電加熱時（図中表記は初回）に $0.99 \pm 0.03 \mu \text{ mol/g}$ であったが排水された送り水を再度使用した場合（図中表記は2回）では、 $0.98 \pm 0.02 \mu \text{ mol/g}$ と変化は認められなかった。しかし、さらに排水された送り水を再使用した場合（図中表記は3回）では、 $1.31 \pm 0.05 \mu \text{ mol/g}$ と有意($p < 0.01$)に高くなった。同様に排水中に含まれるエキス態窒素濃度については、通常の通電加熱時（図中表記は初回）に $0.08 \pm 0.01\%$ であったが排水された送り水を再度使用した場合（図中表記は2回）でも濃度に変化は認められなかった。さらに排水された送り水を再使用した場合（図中表記は3回）では、 $0.12 \pm 0.01\%$ と有意($p < 0.01$)に高くなり、イノシン酸と同様の傾向を示した。

送り水に使用する水中に含まれるイノシン酸やエキス態窒素濃度が使用回数とともに増加したことは、送り水中の導電性物質の増加を示している。そのため、排水された送り水の再使用の回数が増加すれば、パイプ加熱部の導電率が上昇し、被加熱体であるシラスよりも送り水の方により通電されることになる。送り水の方により通電がなされれば、シラスの加熱が充分に行われかねないことから、加熱条件の見直しも必要となり得る。以上のことから、送り水を循環式にした場合における適性使用回数は、送り水中のイノシン酸やエキス態窒素の上昇が認められない2回程度であると示唆された。

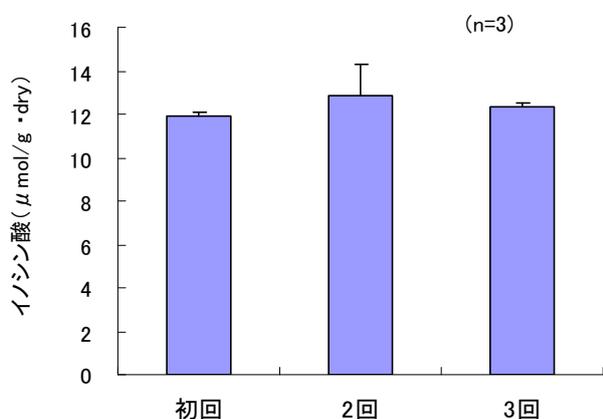


図 1 送り水の使用回数と加熱シラスのイノシン酸濃度の関係
 平均値 ± 標準偏差

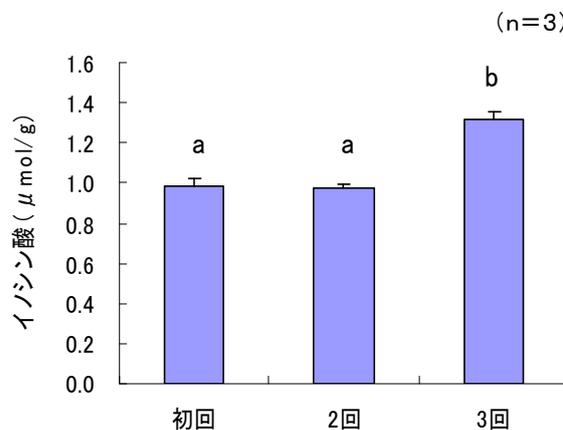


図 2 送り水の使用回数と煮熟水中のイノシン酸濃度の関係
 (異符号間での有意差 $p < 0.01$ を表す) 平均値 ± 標準偏差

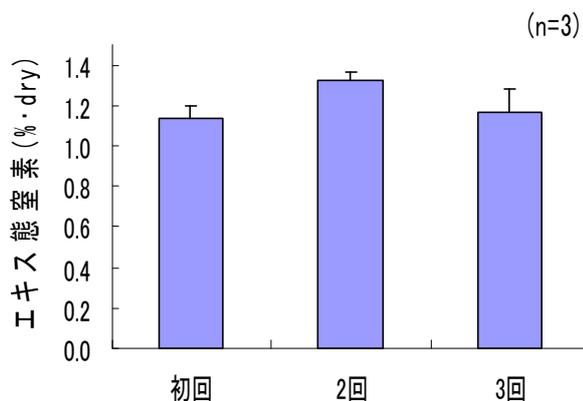


図 3 送り水の使用回数と加熱シラスのエキス態窒素濃度の関係
 平均値 ± 標準偏差

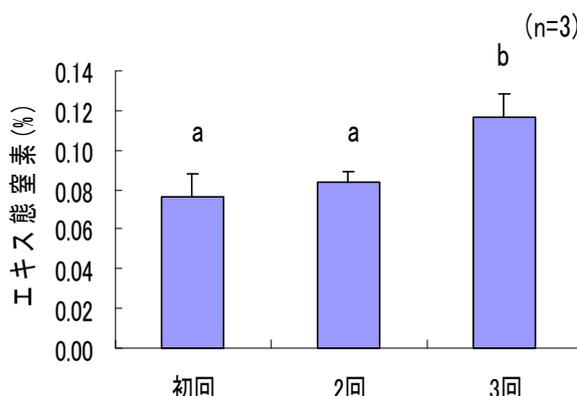


図 4 送り水の使用回数と煮熟水中のエキス態窒素濃度の関係
 (異符号間での有意差 $p < 0.01$ を表す) 平均値 ± 標準偏差

2. パイプ式通電加熱における加熱シラスの品質について

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た。さらに、不十分な加熱処理により発生する加熱後の身崩れ防止を目的として、加熱処理温度と処理時間が加熱後シラスに与える影響を検討し、瞬間通電加熱を行う際、加熱後シラスの品質が保持され得る温度条件を明らかにした。

【方法】

材料

2011年2月22日に本県志布志湾沿岸域で漁獲されたシラスを当センターに搬入後、直ちに下記の条件

で加熱処理を行った。

加熱条件

60 , 70 , 80 , 90 の各温度につき、加熱時間を20秒、40秒、60秒、120秒とした。その後直ちに、SDS-PAGE に付した。また、処理後の魚体の一部を5 で7日間保存し、保存期間中のタンパク質の分解の程度を SDS-PAGE に付し確認した。

分析方法

SDS-PAGE：加熱処理したシラスにトリクロロ酢酸を少量入れ、酵素等を失活させたうえで、アセトン洗浄後、SDS-UM で溶解し、電気泳動に付与した。なお、泳動ゲルは市販の10%ゲル (e-パジェル E-T10L;アトー(株)製) を用いた。

【結果及び考察】

得られた SDS-PAGE を図5に示す。各温度における加熱直後の状態は、処理時間の短長に拘わらずバンドの消失は確認されなかった。一方、冷蔵保管後の状態は、加熱温度70 で120秒を除く70 温度帯及び60 加熱温度のすべての処理時間でミオシン重鎖のバンドが消失していた。また、80 温度帯においても処理時間の短い40秒以下ではミオシン重鎖のバンドが薄くなる等、酵素が残存している可能性が示唆された。なお、80 60秒以上または、90 20秒以上の処理であれば、バンドの消失も確認されなかった。このことから、瞬間加熱では、80 で60秒以上の処理時間または90 であれば、20秒以上の処理時間であれば、タンパク溶解等を引き起こさず品質を保持できるものと示唆された。

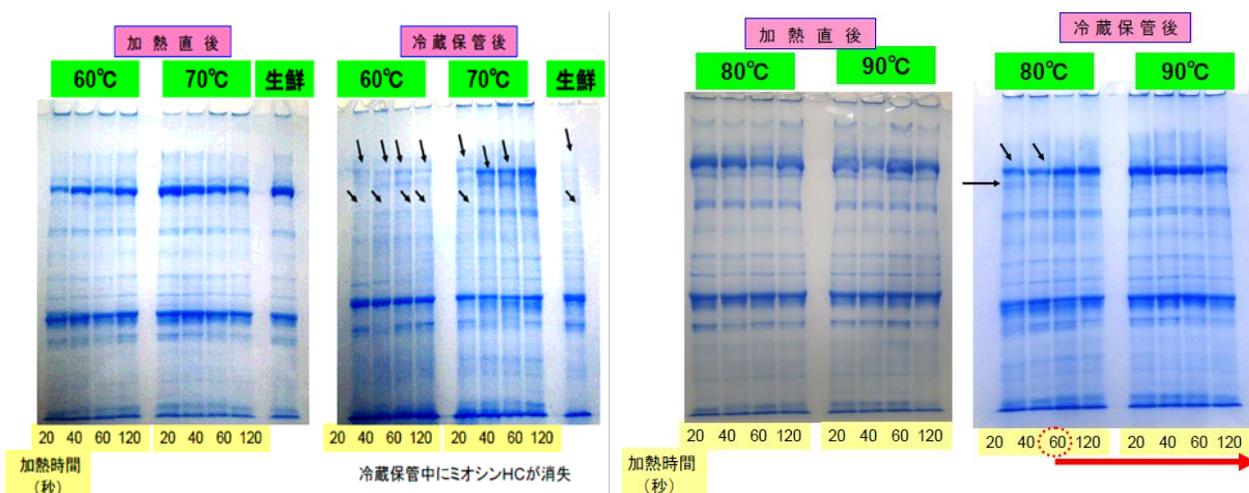


図5 加熱処理シラスの SDS-PAGE