

研究テーマ	魚肉の貯蔵・加工中に起こるイノシン酸の分解とイノシン酸分解酵素活性の種特異性
研究期間	平成 23 ～ 24 年度
主たる研究者	【学部・学科】 海洋生物資源学部 海洋生物資源学科 【職・氏名】 教授 大泉 徹
<p>○研究目的</p> <p>うま味の強い水産加工品を製造するための加工技術上のポイントを明らかにすることを目的として本研究を実施した。魚介類の死後、酵素の作用により ATP から、ADP と AMP を経て生成するイノシン酸が、グルタミン酸との味の相乗作用を通じて、水産物のうま味に寄与することはよく知られている。イノシン酸は時間の経過とともに、不味成分であるイノシンおよびヒポキサンチンに変化する。一般に ATP からのイノシン酸の生成は速やかに起こることから、魚肉中のイノシン酸の含量を高めるためには、イノシン酸からイノシンへの変化を抑制することが重要である。このような背景から、前年度は福井県特産の水産加工品の原料として重要な魚種を含む8魚種について、イノシン酸をイノシンに変化させる酵素（イノシン酸分解酵素）の特性を比較検討した。その結果、魚種によってイノシン酸分解酵素活性のレベルが大きく異なるだけでなく、それらの食塩濃度に対する依存性にも魚種特異性が見られることを明らかにした。しかしながら、これらの結果は、魚肉ホモジネートを粗酵素として用いて得られたものであり、実際に魚肉中で起こるイノシン酸の分解については、イノシン酸分解酵素活性の特性をふまえて、さらに詳細に検討することが必要である。そこで、24年度は、イノシン酸分解酵素の活性レベルと食塩濃度依存性が異なるマアジとアカガレイを用いて、魚肉中のイノシン酸含量の変化に及ぼす温度と食塩の影響を検討するとともに、マアジ魚肉の乾燥にともなうイノシン酸含量の変化についても、検討を行った。</p> <p>○研究成果</p> <p>(1) 魚肉中のイノシン酸の分解速度</p> <p>食塩無添加および0.5 または 2.0 mol/kg の食塩を含むマアジ魚肉を 20℃で貯蔵して、一定時間ごとにイノシン酸の含量を測定した (図 1A)。0.5 mol/kg の食塩を含む魚肉では、食塩無添加魚肉よりもイノシン酸がやや緩やかに減少するが、2.0 mol/kg の食塩を含む魚肉では、食塩無添加魚肉よりもイノシン酸が速やかに減少することが示された。魚肉中で起こるイノシン酸の分解の進行を速度として解析することは、イノシン酸の残存量の予測と制御にきわめて重要である。そこで、図 1A の結果から、イノシン酸の分解速度を算出する試みを行った。すなわち、図 1A の縦軸をイノシン酸含量の対数値に書き換えて、図 1B とした。図 1B によると、食塩含量にかかわらず、イノシン酸含量の対数値と貯蔵時間との間には、直線に近似した関係が成立することが示された。このような関係は貯蔵温度にかかわらず認められたことから、これらの直線の勾配からイノシン酸の分解速度を算出した。アカガレイ魚肉についても、貯蔵温度と食塩含量にかかわらず、イノシン酸含量の対数値と貯蔵時間との間に直線関係が成立したので、それらの関係からイノシン酸の分解速度を算出した。</p>	

(2) 魚肉中のイノシン酸の分解速度に及ぼす貯蔵温度と食塩含量の影響

マアジ魚肉中のイノシン酸の分解速度に及ぼす貯蔵温度と食塩含量の影響を検討した(図2)。食塩含量にかかわらず、魚肉中のイノシン酸の分解速度は温度の上昇とともに増大したが、とくに20°C以上で大きく増加する傾向を示した。また、貯蔵温度にかかわらず、0.5 mol/kgの食塩を含む魚肉のイノシン酸の分解速度は食塩無添加魚肉のそれよりも小さいことが示された。一方、2.0 mol/kgの食塩を含む魚肉のイノシン酸の分解速度は、15°C以下では食塩無添加魚肉よりも小さいが、20°C以上では、食塩無添加魚肉よりも著しく大きいことが示された。アカガレイ魚肉中のイノシン酸の分解速度に及ぼす貯蔵温度と食塩含量の影響を同様に検討した(図3)。その結果、食塩無添加のアカガレイ魚肉中のイノシン酸の分解速度は、マアジのそれらよりも200~400倍大きく、イノシン酸がきわめて分解しやすいことが確かめられた。また、アカガレイの場合も、食塩含量にかかわらず、貯蔵温度の上昇とともにイノシン酸の分解速度が大きく増大したが、いずれの貯蔵温度でも、食塩含量の増加とともにイノシン酸の分解速度は著しく減少した。そこで、図2および図3の結果から、イノシン酸の分解速度の対数値を貯蔵温度(絶対温度の逆数値)に対してプロットして(アウレニウスプロット)図4とした。図4によると、絶対温度の逆数値とイノシン酸の分解速度の対数値の間に成立する直線の勾配はマアジ>アカガレイであり、マアジでは貯蔵温度を低下させることにより、イノシン酸の分解が強く抑制されるが、アカガレイでは、貯蔵温度を低下させても、イノシン酸の分解はあまり抑制されないことが示唆された。一方、アカガレイでは、貯蔵温度にかかわらず、食塩の添加によりイノシン酸の分解速度が大きく減少し、2.0 mol/kgの食塩の存在下のイノシン酸分解酵素活性は、マアジ魚肉中のそれらと類似していた。このことから、アカガレイ魚肉中のイノシン酸の分解を抑制するためには、食塩の添加が有効であることが推察された。

(3) 魚肉中のイノシン酸分解速度と魚肉ホモジネートのIMP分解酵素活性との関係

上記の傾向は、全体として23年度に検討した魚肉ホモジネートのイノシン酸分解酵素活性の特性を反映していた。すなわち、マアジよりも酵素活性レベルの高いアカガレイでは魚肉中のイノシン酸分解速度も大きかった。また、魚肉中のイノシン酸の分解速度に及ぼす食塩の影響についても、両魚種の酵素活性の食塩濃度依存性と対応していた。但し、アカガレイでは、魚肉中のイノシン酸の分解に対する食塩の抑制効果が、酵素活性に対する食塩の阻害効果を大きく上回ることが示された。

(4) 魚肉の乾燥にともなうイノシン酸の分解に及ぼす乾燥温度と食塩含量の影響

マアジ魚肉を、1.0 Mまたは3.0 Mの食塩溶液で塩漬して魚肉中の食塩含量を0.5 mol/kgまたは12.0 mol/kg前後に調節した後、未塩漬魚肉とともに、20°Cまたは35°Cで乾燥し、乾燥にともなうイノシン酸含量の変化を検討した(図5)。乾燥中の魚肉の中心温度は10°C前後から乾燥の進行とともに上昇し、乾燥後期には設定温度よりも2~3°C低い温度で推移した。また、乾燥にともなう水分減少により、魚肉中の食塩含量も大きく増加した。このように温度と食塩含量が複雑に変化するにもかかわらず、イノシン酸の分解は、乾燥温度が高いほど、また食塩含量の高い塩漬魚肉で、速やかに進行することが示された。このような傾向は、魚肉中のイノシン酸の分解速度に及ぼす温度と食塩の影響を検討した結果とよく対応していた。

以上のように、魚肉中のイノシン酸分解酵素活性には著しい魚種特異性が見られるが、水産加工品中のイノシン酸含量を高めるためには、加工中の温度と魚肉中の食塩含量を制御することがポイントであることが明らかとなった。例えば、マアジのようにイノシン酸分解速度の温度依存性が大きい魚種では、低温で加工することにより、イノシン酸含量の増加が期待できる。一方、アカガレイのように魚肉中のイノシン酸の分解が食塩によって強く抑制される魚種では、可及的速やかに魚肉中の食塩含量を上昇させることが必要である。

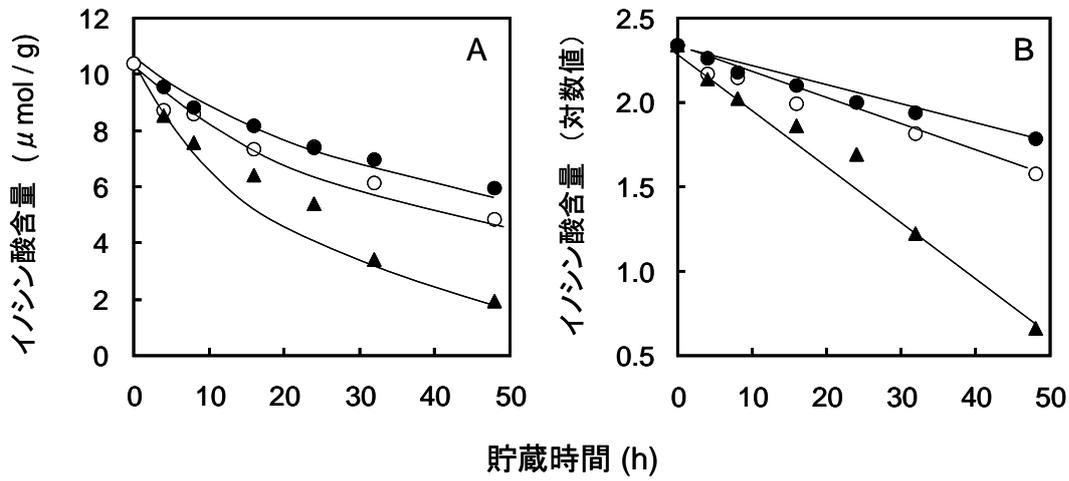


図1 食塩含量の異なるマアジ魚肉の貯蔵にともなうイノシン酸含量の変化
 A:イノシン酸含量と貯蔵時間との関係
 B:イノシン酸含量の自然対数値と貯蔵時間との関係
 貯蔵温度:20°C 食塩無添加(○),
 0.5 mol/kg 食塩添加魚肉(●), 2.0 mol/kg食塩添加魚肉(▲)

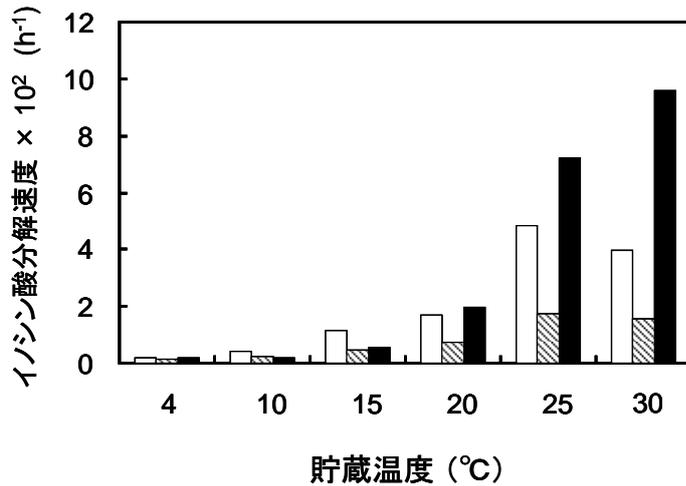


図2 マアジ魚肉中のイノシン酸分解速度に及ぼす貯蔵温度と食塩含量の影響
 食塩無添加魚肉 □ 0.5 mol/kg 食塩添加魚肉 ▨
 2.0 mol/kg 食塩添加魚肉 ■

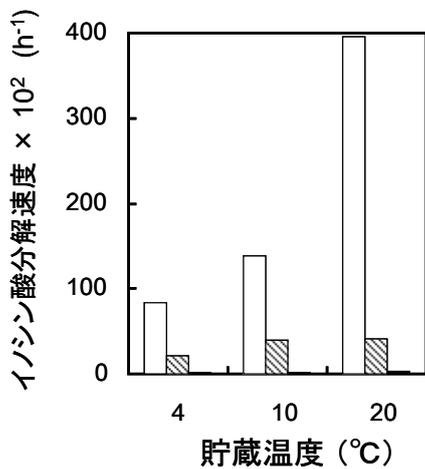


図3 アカガレイ魚肉中のイノシン酸分解速度に及ぼす貯蔵温度と食塩含量の影響
 食塩無添加魚肉 □
 0.5 mol/kg 食塩添加魚肉 ▨
 2.0 mol/kg 食塩添加魚肉 ■

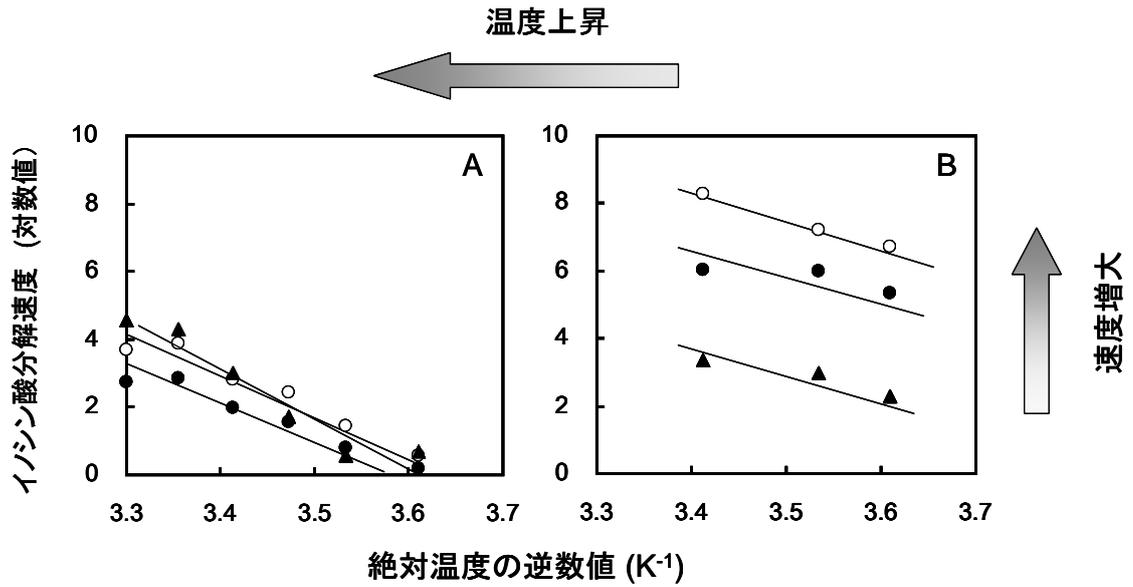


図4 魚肉中のイノシン酸分解速度のアウレニウスプロット
 A:マアジ B:アカガレイ 食塩無添加(○),
 0.5 mol/kg 食塩添加魚肉(●), 2.0 mol/kg食塩添加魚肉(▲)

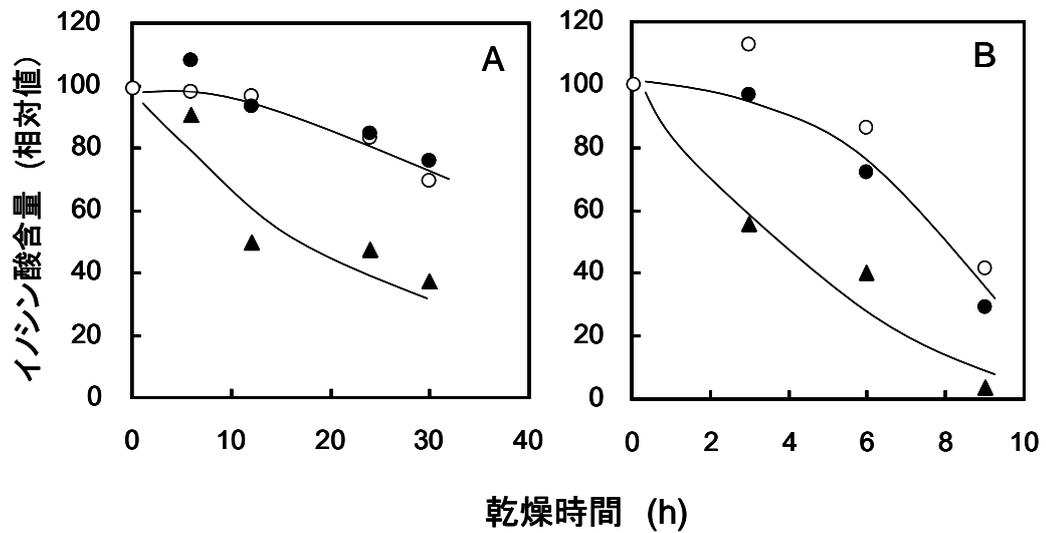


図5 マアジ魚肉の乾燥にともなうイノシン酸含量の変化に及ぼす
 乾燥温度と食塩の影響
 乾燥温度: 20°C(A), 35°C(B)
 未塩漬魚肉(○), 1.0 M 塩漬魚肉(●), 3.0 M 塩漬魚肉(▲)