

水産加工シリーズ

冷凍秋サケの「身溶け」を見解け！

キーワード：秋サケ、ブナ化、凍結、解凍、肉質軟化、色調、プロテアーゼ

はじめに

秋サケは北海道にとっても馴染みの深い魚であり、秋を代表する味覚のひとつです。近年、秋サケは海外（主に、中国）への輸出が活発化しているため、冷凍品（冷凍ドレスなど）として処理される量が増加する傾向にあります。

冷凍秋サケには、以前から解凍後に筋肉が軟らかくなり、ひどいときにはペースト化する個体がしばしばみられます。この現象は「身溶け」あるいは「ジェリーミート」と称され、秋サケ流通・加工上の大きな問題となっています（写真1）。

なぜ、凍結・解凍した秋サケの身が溶けるの？

産卵期サケの肉質軟化のメカニズムはすでに明らかにされています。

産卵のために母川に帰ってくる秋サケは、ブナ化(性成熟)に伴って体成分や体表色に変化し¹⁾、同時に筋細胞の間に食細胞が誘導・活性化されることが報告されています²⁾。この食細胞にはカテプシンLと呼ばれるタンパク質分解酵素（プロテアーゼ）が含まれています。肉質軟化はこのカ



写真1 サケの肉質軟化
左、正常肉；右、軟化肉（身溶け）

テプシンLの作用によって筋肉構造タンパク質が分解された結果であると考えられています³⁾。

それでは、凍結・解凍が肉質軟化にどう影響するのでしょうか。これについては、秋サケを凍結した場合、氷結晶の生成によって損傷した食細胞から筋肉組織中にカテプシンLが遊離し、鮮魚の状態に比べて筋肉タンパク質の分解が著しく促進されるため、肉質が軟化すると考えられています⁴⁾。

身溶けになる秋サケとは

凍結・解凍した秋サケのすべてが「身溶け」になるわけではありません。先述したように、「身溶け」は筋肉中のプロテアーゼ活性が上昇した魚体に多く見受けられます。性成熟の異なる秋サケのプロテアーゼ活性を雌雄別に調査した結果を図1に示します。プロテアーゼ活性は、Aブナ（体

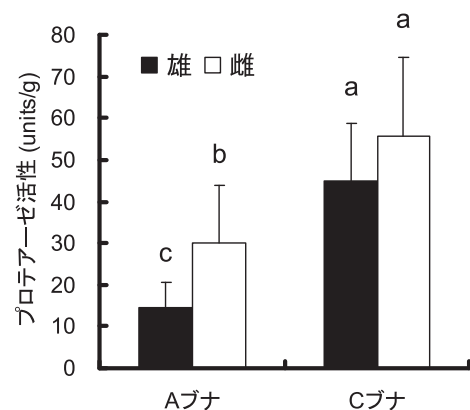


図1 秋サケのプロテアーゼ活性は平均値±標準偏差を示す (n=15)。異なる文字間で有意差 (p<0.05) あり。

表は銀白色ですが、わずかに婚姻色が見られるもの)よりも性成熟の進んだCブナ(婚姻色が強く、体表が黒みを帯びてきたもの)の方が有意に高くなりました。これは性成熟の進行によって筋肉中のプロテアーゼ活性が上昇するためであると考えられます。また、雌雄でプロテアーゼ活性を比較すると、雌の方が雄よりも高い傾向があり、Aブナでは有意差もみられました。過去の研究においても雌は雄よりもプロテアーゼ活性が高いことが報告されており⁵⁾、雌と雄とでのプロテアーゼの活性化機構に違いがあるのかもしれない。

身色と肉質の関係

性成熟の進行に伴い、秋サケ筋肉特有の色調(赤橙色)が退色する(白くなる)ことが知られています。これは筋肉中に存在するカロテノイド色素(主に、アスタキサンチン)が減少するためです。そこで性成熟に伴って変化する身色と肉質の関係を把握するため、雌雄別秋サケ筋肉のカロテノイド含有量とプロテアーゼ活性を調査しました(図2)。その結果、雄については両者の間に負の相関関係が認められましたが、雌では認められませんでした。業界関係者からも、身色の赤いものは身溶けの割合が低く、白いものに多いという傾向はあるが、必ずしも一致しないとの声があります。今回の結果からも、雄では身色から肉質軟化の起こりやすさのある程度は推測できそうですが、雌では身色からの判別は難しいと考えられます。

身溶けは防げるか!?

冷凍秋サケで起こる身溶けは、内在性プロテアーゼによる筋肉タンパク質の分解によるものです。プロテアーゼ活性の高い冷凍秋サケは、解凍

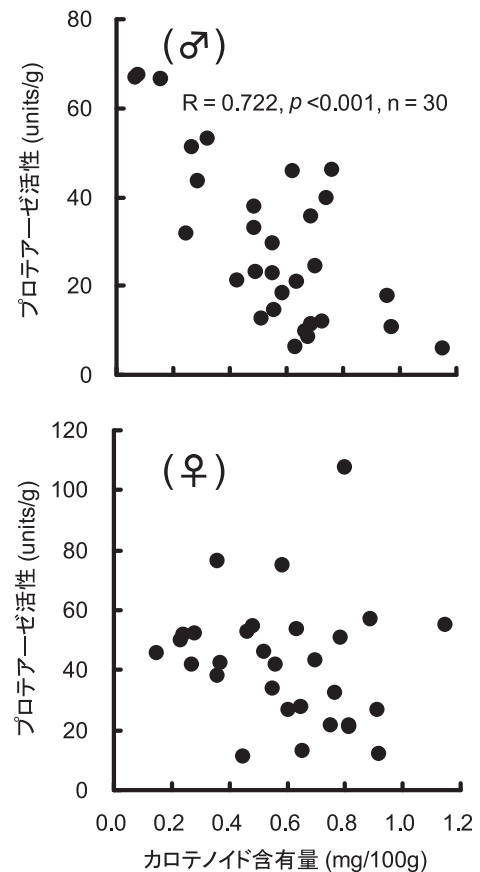


図2 秋サケのカロテノイド含有量とプロテアーゼ活性の関係

後に低温で保存していても、タンパク質の分解はゆるやかに進行するため、身溶けを完全に防止することはできません。したがって、身溶けをできるだけ進行させないように、取り扱うことが重要になります。解凍方法については、特に解凍しにくい形態(ドレス等)の場合、所要時間の要する低温空気解凍のような方法では、解凍中に身溶けが発生するおそれがあります。低温かつ迅速に解凍できる流水解凍のような方法が適していると考えられます。また、解凍後は品温を低く保ち、素早く加工(処理)し、長時間の冷蔵保存は避けることが望ましいです。

おわりに

冷凍秋サケの品質を保証していくためには、解凍後の「身溶け」が予測される個体を判別する必

要があります。とくに生鮮状態で判別することによって、仕向けを変更するなど、その後の対応が可能となります。しかしながら、現在のところ、身溶けを簡易かつ迅速に判定できる方法はありません。将来的には身溶け個体の検知技術開発が望まれます。

本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「サケ輸出促進のための品質評価システムの開発と放流技術の高度化」の助成を受けて行われました。

参考文献

- 1) 羽田野六男, ブナ化と成分変化, 「秋サケの資源と利用」, 座間宏一・高橋裕哉編, (恒星社厚生閣, 東京), 55, 68-83 (1985).
- 2) Yamashita, M. and Konagaya, S., Immunohistochemical localization of cathepsins B and L in the white muscle of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in spawning migration: probable participation of phagocytes rich in cathepsins in extensive muscle softening of the mature salmon. *J. Agric. Food Chem.*, 39, 1402-1405 (1991).
- 3) 山下倫明, 産卵期サケの肉質軟化機構に関する研究, 日水誌, 60, 439-442 (1994).
- 4) Yamashita, M. and Konagaya, S., Participation of cathepsin L into extensive softening of the muscle of chum salmon caught during spawning migration, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1271-1277 (1990).
- 5) 安藤清一, 羽田野六男, 秋サケの筋肉の劣化と婚姻色の発現, 化学と生物, 24, 792-798 (1986).

(秋野 雅樹 網走水試加工利用部

報文番号 B2331)