

学 位 論 文 題 名

高水分活性型スモークサーモンの品質劣化制御と
微生物生態学的研究

学位論文内容の要旨

最近の消費者志向から水分量の多いソフトタイプの食品が多く販売されており、スモークサーモンについても同様の傾向にある。このようなスモークサーモンは生肉に近い水分量であることから水分活性（ A_w ）も高いため、その貯蔵性は極めて低く、冷蔵または凍結貯蔵し、流通・販売しなければならない。したがって、温度管理は重要であり、品温上昇は品質劣化を速める大きな要因であるが、現在の物流拠点での温度管理が十分でないことが指摘されている。しかし、このような懸念があるにも関わらず製品の品質にどのような変化が起こり得るのかについて公表されている知見はほとんどない。したがって、製造物責任（PL）法が適応されている現在、製造・販売過程での貯蔵中の品質劣化について明らかにしておくことは、食品の安全面からも重要な課題であり強く望まれている。さらに平成9年から実施される期限表示は、その表示によって製造者（または販売者）が消費者に対して、製品の品質保証をすることであり、その根拠を科学的に裏付ける必要がある。そこで本研究は特に A_w の高い（H- A_w 型）スモークサーモンを実験対象として、微生物生態学的視点から品質劣化の要因を明らかにしその制御法について検討した。

本論文では、第一章において A_w の異なる2グループのスモークサーモンを調製して、それらを異なる温度で貯蔵し、その間の化学的成分、生菌数、菌相および官能評価の変化から品質劣化の要因を検討した。第二章では、使用した輸入原料の特性がどの程度製品に反映しているかについて検

討した。第三章では、現在市販されているスモークサーモンの菌相について調べ、市販品の問題点を指摘した。第四章では、スモークサーモンの品質劣化要因を制御して貯蔵性を向上する方法を検討した。得られた結果は以下のとおりである。

第一章においてAwが0.93以上で0.96未満(L-Aw型)と0.96以上(H-Aw型)の2種類のスモークサーモンを調製し、スライス後に真空包装して20、10および5℃で貯蔵した。

全貯蔵期間を通じて生菌数およびVB-N値は貯蔵温度の高い場合で変化が速いこと、またこれらの指標はH-Aw型スモークサーモンで常にL-Aw型のものよりも大きく品質劣化の進行が速いことが確認された。総合的な官能評価からH-Aw型のものでは10℃貯蔵の可食期間は20日間であったが、食感から「好ましい」とされる期間は10日未満であった。貯蔵終了時の菌相を比較すると、H-Aw型のスモークサーモンでは各貯蔵温度区とも Lactobacillus 属が優勢であったが、10℃以上の貯蔵区では貯蔵中期に Enterobacteriaceae が多数を占めていた。また、L-Aw型では20℃貯蔵で Streptococcus 属が、5および10℃貯蔵では Lactobacillus 属が優勢であった。このように貯蔵温度とAwは生菌数と菌相に影響し、その結果として官能評価およびVB-N量の差異として認められるに至ると推察されたことから、貯蔵温度とAwはスモークサーモンのシェルフライフに強く関連していることが明らかであった。現在の物流温度管理状況を考慮すると、実用的には10℃貯蔵で「好ましい」とされる保存期間を20日間程度にまで延長しなければ消費者に対して十分な品質保証を図ることができない。この目標達成のためには温度管理を厳密にし、Pseudomonas 属、Moraxella 属、Enterobacteriaceae などグラム陰性菌を抑制することの重要性を指摘した。

第二章では、輸入原料とそれから調製した製品の一般成分分析の比較から、製品は生サーモンの原料特性をよく反映していることを示した。また、細菌の増殖とは関係なく筋肉に内在するプロテアーゼによって、貯蔵期間を通して遊離ペプチド量が増加することが解った。

第三章では市販品におけるAw、生菌数および菌相について比較検討した。Awはいずれの企業（5社）の製品もほとんどが0.97以上であり、第一章で調製したH-Aw型に相当していることが解った。菌相から比較すると乳酸菌（Streptococcus属およびLactobacillus属）はほとんどの製品から検出され、細菌相の50%以上を占めるものが全体の73%あった。また、スモークサーモンの貯蔵中の品質劣化に関係すると考えられたEnterobacteriaceaeも製品中に広く分布し、67%の製品で存在が確認された。このように市販品においても高率にEnterobacteriaceaeが検出されたことから、これを抑制することが製品の品質を維持するうえでも重要であることを指摘した。

第四章では、生サーモンに近いH-Aw型スモークサーモンの風味や食感を保持したままでEnterobacteriaceaeなどによる品質劣化を抑制して、10℃貯蔵で「好ましい」状態が20日程度維持できるよう貯蔵期間の延長を図るために、まずガス置換包装（含気包装、N₂包装、CO₂包装、真空包装）を試みた。官能評価による可食期間は含気包装区で10日未満、N₂包装区で20日以内、CO₂包装区と真空包装区は30日間以上であった。N₂包装区および真空包装区では、それぞれ臭いおよび食感の評価が10日目以降で低下が著しかった。CO₂包装区は全体に評価が高く、30日間の貯蔵期間を通して食感は「好ましい」と評価された。菌相については、いずれの試験区でもEnterobacteriaceaeが優勢となる傾向であったが、可食期間の短い含気包装区とN₂包装区のほうが可食期間の長いCO₂包装区と真空包装区よりも早い時期にEnterobacteriaceaeが主要菌相となった。CO₂包装区の10日目では、Lactobacillus属が優勢となっていたが、これは肉表面にCO₂が吸着して、一時的にpHが低下したためと思われる。しかし、貯蔵期間を通してEnterobacteriaceaeを抑制することはできなかった。また、添加物の併用については期待された成果は得られなかった。これらの結果を考えると、肉質を変質させない程度に製品のpHを下げることでLactobacillus属が優勢となるような環境を設定して、Enterobacteriaceaeを抑制しながらスモークサーモンの貯蔵期間の延長を図り得る可能を示した。

次いでこれらの事実に基づいて、乳酸菌の添加および pH 調整の組み合わせによる貯蔵実験（10℃貯蔵）を試みた。調味液の pH を 5 に調整した場合、生菌数の増大は抑制され乳酸菌の添加の有無にかかわらず官能評価による貯蔵性は優れていたが、乳酸菌を加えた場合では色調と食感で劣っており、「好ましい」とされた期間は約15日間であった。乳酸菌を加えない場合では、「好ましい」と評価された期間は25日であり、しかも5・30日の貯蔵期間中Enterobacteriaceaeは検出し得なかった。したがって、調味液の pH を調整することが、官能評価も高く腐敗活性の強いEnterobacteriaceaeの発育を抑制することができ、H-Aw型スモークサーモンの貯蔵期間を延長する方法として有効であることが解った。本研究で得られたこれらの成果は日付表示変更の移行期間が終了する平成9年4月からのスモークサーモンの品質保持期限の期限設定における重要な基礎データとなるものと考えている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 信 濃 晴 雄
副 査 教 授 絵 面 良 男
副 査 教 授 猪 上 徳 雄

学 位 論 文 題 名

高水分活性型スモークサーモンの品質劣化制御と 微生物生態学的研究

最近の消費者志向から水分量の多いソフトタイプの食品が多く市販されており、スモークサーモンについても同様の傾向にある。このようなスモークサーモンは水分活性 (A_w) が高いため、貯蔵性も低く、冷蔵または凍結貯蔵し、流通・販売しなければならない。したがって、温度管理は重要であるが、温度が製品の品質にどのような変化を起こし得るかについて公表されている知見はほとんどない。したがって、製造物責任 (PL) 法が適応されている現在、製造・販売過程での貯蔵中の品質劣化を明示し、製造者 (または販売者) が消費者に対して、製品の品質を保証し、その根拠を科学的に裏付ける必要がある。そこで本研究では、特に A_w の高い (H- A_w 型) スモークサーモンを実験対象として、微生物生態学的視点から品質劣化の要因を明らかにし、その制御法の検討を行っている。

まず、 A_w が 0.93 以上で 0.96 未満 (L- A_w 型) と 0.96 以上 (H- A_w 型) の 2 種類のスモークサーモンを調製し、スライス後に真空包装して 20、10 および 5℃ で貯蔵 (30 日間) し、生菌数および VB-N 値を観察し、その結果、これらの指標は H- A_w 型スモークサーモンで常に L- A_w 型のものよりも大きく品質劣化の速いことを述べ、総合的な官能評価では H- A_w 型では 10℃ 貯蔵の「好ましい」とされる期間が 10 日未満であることを示している。また、貯蔵終了時の菌相は、H- A_w 型のスモークサーモンでは各貯蔵温度区ともに *Lactobacillus* 属が優勢であったが、10℃ 以上の貯蔵区では貯蔵中期に *Enterobacteriaceae* が多数を占め、一方、L- A_w 型では 20℃ 貯蔵で *Streptococcus* 属が、5 および 10℃ 貯蔵では *Lactobacillus* 属が優勢であることを認めており、貯蔵温度と A_w は生菌数と菌相に影響し、スモークサーモンのシェルフライフに強く関連していることを確認している。

次に、市販品の A_w 、生菌数および菌相を比較検討しているが、 A_w はいずれの企業 (5 社) の製品もほとんどが 0.97 以上であり、菌相については乳酸菌 (*Streptococcus* 属および *Lactobacillus* 属) がほとんどの製品から検出され、細菌相の 50% 以上を占めるものが全体の 73% に達することを観察して

いる。また、スモークサーモンの貯蔵中の品質劣化に関係すると考えられたEnterobacteriaceaeも製品中に広く分布し、67%の製品に存在が確認された。このように市販品においても高率にEnterobacteriaceaeが検出されたことから、これを抑制することが製品の品質を維持するうえでも重要であることを指摘している。

また、生サーモンに近いH-Aw型スモークサーモンの風味や食感を保持したままEnterobacteriaceaeなどによる品質劣化を抑制して、10℃貯蔵で「好ましい」状態が20日程度維持できるよう貯蔵期間の延長を図るために、まずガス置換包装(含気包装、N₂包装、CO₂包装、真空包装)を試みている。官能評価による可食期間は総合的にCO₂包装区の評価が高く、30日間の貯蔵期間を通して食感は「好ましい」と評価された。菌相については、いずれの試験区でもEnterobacteriaceaeが優勢となる傾向であったが、含気包装区とN₂包装区のほうが可食期間の長いCO₂包装区と真空包装区よりも早い時期にEnterobacteriaceaeが主要菌相となることを明示している。CO₂包装区の10日目では、*Lactobacillus*属が優勢となっていたが、これは肉表面にCO₂が吸着して一時的にpHが低下したためと推察している。なお、添加物の併用については期待された成果は得られていない。

次いで、これらの実験結果を基に乳酸菌の添加およびpH調整の組み合わせによる貯蔵実験(10℃貯蔵)を行っているが、調味液のpHを5に調整した場合、生菌数は抑制され、乳酸菌の添加の有無にかかわらず官能評価による貯蔵性は優れていたが、乳酸菌を加えた場合は色調と食感で劣り、「好ましい」とされた期間は約15日間であることを述べ、乳酸菌の添加についてはその種類、量など残された課題としている。なお、乳酸菌を加えない場合は、「好ましい」と評価された期間は25日間であり、しかも5-30日の貯蔵期間中、Enterobacteriaceaeは検出し得なかった。したがって、調味液のpHを調整することが、官能評価も高く、腐敗活性の強いEnterobacteriaceaeの発育を抑制し、H-Aw型スモークサーモンの貯蔵期間を延長する有効な方法であることを明示している。

以上の成果は、食品製造学の分野、特に燻製食品の品質劣化防止とその製造技術の面に貢献するとともに、また閉鎖的な食品業界の製造技術に対して新たな方向付けを行ったことを評価し、審査員一同は本論文が博士(水産学)の学位を受けるに相当な内容を有するものと認定した。