

昆布巻きサバ棒寿司の冷解凍熟成技術

Influence of Freeze-Defrost Treatment on the Flavor of Rod Shaped Mackerel Sushi

小谷幸敏・加藤愛・本多美恵・内田茂樹*

Yukitoshi Kodani, Ai Kato, Mie Honda and Shigeki Uchida

食品開発研究所 食品加工科、*株式会社 米吾

昆布巻きサバ棒寿司を一定の条件で冷解凍することによって、昆布のグルタミン酸ナトリウムとサバのイノシン酸が相互に成分移行を起こして混ざり合い、それぞれの素材でうま味の相乗効果（熟成）が起こることが判明した。

1. はじめに

鳥取県における昆布巻きサバ棒寿司の製造は、江戸の中期廻船問屋を営む米屋吾左衛門が船子に振舞ったサバの鮓(すし)で、オニギリが起源であると言われており、昭和53年にサバの昆布巻き寿司として米子駅の駅弁として発売され、地元だけではなく全国の量販店、通信販売を通して販売されている。

もともと駅弁として消費期限の短い商品として販売されていたが、平成9年より鳥取県食品加工研究所（現（地独）鳥取県産業技術センター食品開発研究所）の指導の下に開発された独自の冷解凍技術¹⁾（特許第3656775号）の導入により、課題となっていた品質の不安定さ、過酷な深夜労働、労働の平準化等が解決され、計画生産、計画出荷、生産量の増大につながった。

このような中で、製造直後の製品より冷解凍処理した製品のほうが美味しい、という意見が工場関係者から多く寄せられたとのことであり、その現象の把握と原因について研究を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 供試材料

昆布巻きサバ棒寿司の冷解凍処理：特許第3656775号の手法により、急速冷凍後凍結保管したものを調査日に加温解凍し、成分含有量並びに官能検査を行い、製造直後の昆布巻きサバ棒寿司（製造日は異なる）と比較を行った。成分分析には各3本を使用し、官能検査には各2本を使用した。

2.2 成分測定

2.2.1 サンプルング方法

昆布巻きサバ棒寿司を図1のように分割してサンプルングし、それぞれについてイノシン酸、遊離アミノ酸、グルタミン酸含有量を測定した。なお、それぞれの重量割

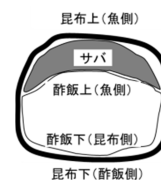


図1 昆布巻きサバ棒寿司のサンプルング部位

合は、昆布上（魚側）約8%、サバ約36%、酢飯上（魚側）約24%、酢飯下（昆布側）約24%、昆布下（酢飯側）約8%であった。

2.2.2 イノシン酸の測定

5%過塩素酸抽出液を高速液体クロマトグラフ法により定量した。

2.2.3 遊離アミノ酸およびグルタミン酸の測定

5%過塩素酸抽出液をアミノ酸自動分析装置により分別定量を行った。

2.2.4 うま味強度の算出

次式によりうま味強度²⁾を算出した。

$$\text{うま味強度} = u + 1200uv$$

u ：グルタミン酸ナトリウム濃度（%）

v ：イノシン酸（IMP・Na₂・7.5H₂O）（%）

なお、冷解凍の有無による比較を行うに際して、同一の個体を比較することができず、それぞれの個体により成分含有量の差が発生したため、製造直後の固体の成分含有量を基準として、冷解凍によるそ

それぞれの成分の部位別移行割合を考慮して算出した。

2.3 官能評価

パネル7名により厚さ約1 cmの輪切りにした昆布巻サバ棒寿司に醤油を付けて食べ、冷解凍の有無による違いを筆記する方式により行った。

3. 結果と考察

3.1 冷解凍によるイノシン酸含有量の変化

昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別イノシン酸含有量の変化を表1に示した。

この結果、各部位の濃度については、製造直後の試料と冷解凍処理後の試料が同一ではないことから、寿司全体の部位別含有割合の変動により比較を行ったところ、製造直後のイノシン酸は、大半がサバ部に含まれていた（全体の93.9%）が、冷解凍処理により昆布上（魚側）（製造直後0.2%→冷解凍処理後1.1%）、酢飯上（魚側）（製造直後5.8%→冷解凍処理後16.9%）に移行することが確認された。

表1 昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別イノシン酸含有量の変化

部 位	製造直後			冷解凍処理後			差し引き (mg/寿司 100g)	寿司全体 割合 差し引き (%)
	(mg/ /100g)	(mg/寿司 100g)	寿司全体 割合(%)	(mg/ /100g)	(mg/寿司 100g)	寿司全体 割合(%)		
昆布上(魚側)	0.22	0.02	0.2	2.06	0.17	1.1	0.15	0.9
サバ	21.32	7.68	93.9	35.63	12.83	78.3	5.15	-15.7
酢飯上(魚側)	1.99	0.48	5.8	7.70	1.85	16.9	1.37	11.1
酢飯下(昆布側)	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0
昆布下(酢飯側)	0.00	0.00	0.0	0.13	0.01	0.3	0.01	0.3

3.2 冷解凍による遊離アミノ酸含有量の変化

昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別遊離アミノ酸含有量の変化を表2に示した。

この結果、製造直後の遊離アミノ酸は、イノシン酸と同様にサバ部に最も多く含まれており（全体の76.1%）、冷解凍処理により昆布上（魚側）（製造直後6.5%→冷解凍処理後8.7%）、酢飯上（魚側）（製造直後8.7%→冷解凍処理後12.8%）に移行することが確認された。

表2 昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別遊離アミノ酸含有量の変化

部 位	製造直後			冷解凍処理後			差し引き (mg/寿司 100g)	寿司全体 割合 差し引き (%)
	(mg/ /100g)	(mg/寿司 100g)	寿司全体 割合(%)	(mg/ /100g)	(mg/寿司 100g)	寿司全体 割合(%)		
昆布上(魚側)	286	22.9	6.5	304	24.3	8.7	1.4	2.2
サバ	740	266.4	76.1	554	199.5	71.6	-66.9	-4.4
酢飯上(魚側)	126	30.3	8.7	149	35.7	12.8	5.3	4.1
酢飯下(昆布側)	50	11.9	3.4	28	6.6	2.4	-5.3	-1.0
昆布下(酢飯側)	235	18.8	5.4	156	12.5	4.5	-6.3	-0.9

3.3 冷解凍によるグルタミン酸含有量の変化

昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別グルタミン酸含有量の変化を表3に示した。

この結果、製造直後のグルタミン酸濃度が最も高いのは昆布部で約90~100 mg/100 g含まれており、サバ部では最も少ない13 mg/100 gであり、前述の部位別遊離アミノ酸含有量の結果とは大きく異なった。

冷解凍処理による変化については、昆布や酢飯の初発濃度が異なっていた可能性があり、製造直後より冷解凍処理後のほうが、全体的には濃度が低下しているように思われたが、全体割合で比較すると、初発濃度の低かったサバ部で増加が最も大きく（製造直後12.4%→冷解凍処理後21.1%）、製造直後に最も濃度が高かった昆布部より成分の移行が起こったことが推察された。

表3 昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別グルタミン酸含有量の変化

部 位	製造直後			冷解凍処理後			差し引き (mg/寿司 100g)	寿司全体 割合 差し引き (%)
	(mg/ /100g)	(mg/寿司 100g)	寿司全体 割合(%)	(mg/ /100g)	(mg/寿司 100g)	寿司全体 割合(%)		
昆布上(魚側)	89.4	7.16	19.1	76.7	6.13	21.0	-1.0	1.9
サバ	13.0	4.66	12.4	17.2	6.18	21.1	1.5	8.7
酢飯上(魚側)	32.7	7.84	20.9	23.2	5.56	19.0	-2.3	-1.9
酢飯下(昆布側)	40.6	9.74	25.9	21.3	5.11	17.4	-4.6	-8.5
昆布下(酢飯側)	101.6	8.12	21.7	78.7	6.29	21.5	-1.8	-0.2

3.4 冷解凍によるうま味強度の変化

イノシン酸等のヌクレオチドは、ヒト等の味受容膜に結合すると、旨み成分であることが知られているグルタミン酸ナトリウムの受容体への親和力が増すため、うま味の相乗効果が発生する²⁾とされていることから、グルタミン酸濃度とイノシン酸濃度より、前述2.2.4に示した数式により、うま味強度を算出し、結果を表4に示した。

この結果、冷解凍処理により昆布上（魚側）、サバ、酢飯上（魚側）それぞれの部位で、うま味強度が約2～3倍に上昇することが分かった。

表4 昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による部位別うま味強度の変化

部 位	うま味強度*	
	製造直後	冷解凍処理後
昆布上（魚側）	0.14	0.50
サバ	0.59	1.35
酢飯上（魚側）	0.17	0.43
酢飯下（昆布側）	0.05	0.05
昆布下（酢飯側）	0.12	0.19

うま味強度*= $u+1200uv$

u =グルタミン酸ナトリウム濃度(%)

v =イノシン酸($\text{IMP}\cdot\text{Na}_2\cdot 7.5\text{H}_2\text{O}$)(%)

3.5 冷解凍による官能の変化

昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による官能の変化を表5に示した。

この結果、様々なコメントがあり、断定的な差異を見出すことは出来なかったが、総合的な印象としては、製造直後の昆布巻サバ棒寿司はサバ等の食感がしっかりしていて鮮度感があるものの、酢の香りや味が強くやや馴染んでいないと判断する評価者が多い傾向が見られた。一方、冷解凍処理したものは相対的にサバの食感がやや柔らかく、ご飯の粒感も少なくなつて潰れやすくなつたと評価される一方で、ねっとり感があつて味や香りが馴染んでいると評価していると思われる記述が多く、先の成分分析結果と合わせて判断すると、味や香りの熟れ（なれ）が起こっているのではないかと考えられた。

表5 昆布巻サバ棒寿司の冷解凍による官能の変化

評価者	評価者の意見
製造直後(A)の方が良いと評価した者	・Aはしっかりとっている。サバの小ささが少なく、なじんでいる
	・Aは酢の味わいが酢飯によく残っていて、魚の脂を甘く感じさせる。ほのかに甘く美味しい
	・Aの魚肉の硬さ、歯切れが良い
	・Aの方がご飯が柔らかい
	・Aの方が魚の食感がしっかりしていて好き
	・Aのサバはバサつき感が少ない。鮮度感があり、味がある
	・Bの方が塩辛く感じる
	・Bは全体的にねっとりした感じがある。ご飯が粒感が少なく、つぶれやすい
	・Bはバサツとしている。サバはサバくさい
	・Bはアミン臭、脂臭があり、バサつき感が少しある。
冷解凍処理(B)の方が良いと評価した者	・Aは酢が強い。サバの中で酢がしみていないように感じる
	・Aの方が酢の味が強い
	・Aはサバの身がべとついた感じのところ、キシキシした食感のところがあってあまり好きではない
	・Aの方が魚が酸っぱい
	・Bはねっとりした感じがあり、ご飯が甘い
	・Aの方が酢が強かった
	・Aの方は酸っぱいところと甘いところがある
	・Aの方がサバがバサツいている
	・Aの方が悪くなっている感じがした
	・Aのサバは少し魚臭があり

A: 製造直後の昆布巻サバ棒寿司

B: 冷解凍処理した昆布巻サバ棒寿司

古来、鮓は魚、塩、米飯を用いて乳酸発酵により製造されるものであり、熟れ鮓と呼ばれているものが発祥であり、保存食として伝承されてきた³⁾。しかし、現在は、一般に刺身や握り寿司で見られる鮮度感が重要視されていることや食品衛生法により賞味期限表示が義務づけられていることなどから、鮓等の一部の熟れ鮓以外は、酢酸を使用して保存性を高めた即席鮓が大半を占めている。

今回特許第3656775号により冷解凍処理を行った昆布巻サバ棒寿司は、冷解凍によりグルタミン酸ナトリウムとイノシン酸を多く含む素材が相互に成分移行を起こして混ざり合うことによって、うま味の相乗効果を引き出す、あたかも熟成させたような製品にすることができる手法であることが明らかになり、これが、製造直後の製品より冷解凍処理した製品のほうが美味しいという意見が工場関係者から多く寄せられた原因となったのではないかと考えられた。

この冷解凍によって起こった熟成現象は、従来、保存技術として行われていた冷解凍は、食品加工技術としても活用できる可能性があることから、筆者らはこれを冷解凍熟成技術と呼ぶことにした。

この冷解凍熟成技術は、従来、製造後管理された温度下で一致時間寝かせるといった通常の熟成とは異なり、微生物増殖等のリスクはなく、安全な熟成方法として活用できるものと思われた。

ただし、劣悪な冷解凍は素材が本来持っている特性を著しく劣化させてしまうことはよく知られることであり、一定の管理の下で始めて起こりうる現象であろうと思われ、素材ごとにその処理条件は大きく異なるものであろうと思われる。

この冷解凍熟成技術は、従来、製造後管理された温度下で一定時間寝かせるといった通常の熟成とは異なり、微生物増殖等のリスクはなく、安全な熟成方法として活用できるものと思われる。

4. おわりに

昆布巻きサバ寿司を冷解凍して、官能検査を行うとともに部位別に成分含有量の測定し、製造直後の昆布巻サバ棒寿司と比較検討を行った。

- (1) 製造直後の昆布巻きサバ寿司のイノシン酸および遊離アミノ酸は、サバ部に最も多く含まれており、冷解凍処理により昆布上（魚側）、酢飯上（魚側）に移行することが確認された。
- (2) 製造直後の昆布巻きサバ寿司のグルタミン酸濃度が最も高いのは昆布部で、サバ部では最も少なく、前述の部位別遊離アミノ酸含有量の結果とは大きく異なった。
- (3) 昆布巻きサバ寿司の冷解凍処理によるグルタミン酸含有量の変化については、初発濃度の低かったサバ部で増加が最も大きく、製造直後に最も濃度が高かった昆布部より成分の移行が起こったことが推察された。
- (4) 昆布巻きサバ寿司の部位別のグルタミン酸濃度とイノシン酸濃度より、うま味強度を試算したところ、冷解凍処理により昆布上（魚側）、サバ、酢飯上（魚側）それぞれの部位で、うま味強度が約2～3倍に上昇することが分かった。
- (5) 製造直後の昆布巻サバ棒寿司はサバ等の食感がしっかりしていて鮮度感があるものの、酢の香りや味が強くやや馴染んでいないと判断する評価者が多い傾向が見られた。
- (6) 冷解凍処理による官能の変化については、冷解凍処理したものは相対的にサバやご飯の粒感が少なくなって潰れやすくなったと評価された一方で、ねっとり感があって味や香りが馴染んでいるとの評価が多かった。

- (7) 以上の結果より、昆布巻きサバ寿司の冷解凍は、グルタミン酸ナトリウムとイノシン酸を多く含む素材が相互に成分移行を起こして混ざり合うことによって、うま味の相乗効果を引き出す、あたかも熟成させたような製品にすることができる手法であることが明らかになり、これが、製造直後の製品より冷解凍処理した製品のほうが美味しいという意見が工場関係者から多く寄せられた原因となったのではないかと思われた。
- (8) この冷解凍によって起こった熟成現象は、従来、保存技術として行われていた冷解凍は、食品加工技術としても活用できる可能性があることから、筆者らはこれを冷解凍熟成技術と呼ぶことにした。
- (9) この冷解凍熟成技術は、従来、製造後管理された温度下で一定時間寝かせるといった通常の熟成とは異なり、微生物増殖等のリスクはなく、安全な熟成方法として活用できるものと思われる。

文 献

- 1) 内田雄一朗；食品の冷凍保存・解凍方法，特許第3656775号，特許公報（2005）.
- 2) 須山三千三、鴻巣章二編；水産食品学，恒星社厚生閣，p. 83，（1989）.
- 3) 村田道代ほか；魚博士が教える魚のおいしさの秘密，はまの出版，p. 173-194（1999）.