

急速凍結法によるウマヅラハギの品質保持効果

佐合 徹^{*} , 石川智子^{*} , 栗田 修^{*} , 藤原孝之^{*}

Effect of Quick-Freezing on Keeping the Freshness of *Thamnaconus modestus*

Toru SAGO , Tomoko ISHIKAWA , Osamu KURITA and Takayuki FUJIWARA

1. はじめに

三重県は長い海岸線を有し、大小の河川が注ぎ遠浅の砂浜が広がる伊勢湾地域など、変化に富んだ海域、地勢のもとで、多様な水産業が営まれており、全国でも有数の水産県として知られている。一方で、種類によって水産物の水揚げ時期が限定されるため、漁獲した後の品質をできるかぎり長く保持することが求められる。水産物の品質を保持するには、品質の変化（腐敗といった微生物による作用、酵素による分解などの作用、酸化などの化学作用、乾燥などの物理作用）を抑える必要があり、冷凍が最も有効な技術の一つである¹⁾。冷凍技術においては、氷結晶の生成・成長による組織破壊を防ぐために、凍結する際に最大氷結晶生成温度帯を短時間に通過することが重要と考えられている²⁾。そのため、従来の冷気を利用した凍結法ではなく、磁場・電場を利用した急速凍結法³⁾、インジェクション法⁴⁾、不凍タンパク質の利用⁵⁾、液体を冷媒とした槽に浸漬するリキッドフリーザーによる凍結法⁶⁾といった技術が提案されている。それらの中でもリキッドフリーザーによる凍結法は、熱交換効率が最も良く、試料を急速に凍結できるといわれている⁶⁾。しかしながら、このリキッドフリーザーによる凍結法がどの程度組織破壊の抑制に対して有効であるかは検討されていない。

そこで本報では、三重県で新たな養殖魚種として注目されており、三重県水産研究所尾鷲水産研究室

より供試品として入手可能であったウマヅラハギを用いて、リキッドフリーザーによる凍結法の品質保持効果を確認するとともに、評価手法についても検討した。

2. 実験方法

2.1 ウマヅラハギ切り身の調製

三重県水産研究所尾鷲水産研究室にて養殖したウマヅラハギは、内蔵を除去後、3枚におろして背側および腹側に切り分けた。切り身を冷蔵10℃以下にて1日保管した後、ポリエチレン製厚さ0.03mmのフィルムに背側、腹側の切り身を1枚ずつ入れて減圧包装した。

2.2 ウマヅラハギ切り身の凍結、貯蔵および解凍方法

凍結、貯蔵および解凍条件を、それぞれ2水準設定し、それらを組み合わせて、合計8種のウマヅラハギ切り身試料(n=4)を調製した。各処理条件は次のとおりである。

凍結方法

減圧包装した切り身を、急速凍結機（リキッドフリーザー-TUST-30, テクニカン）またはメディカルフリーザー（RS-MT40C, 日立製作所）にて3時間冷凍した。急速凍結機は冷媒であるエタノール製剤（テクニカンフロースン液 80, テクニカン）を-40℃に冷却して使用した（以後、この処理を「急速凍結」という）。液体の冷媒を用いることで、通常の冷凍装置に比べ急速な冷凍が可能である。メディカルフリーザーは気体の冷媒を利用する機器であり、-30℃に設定して使用した（以後、「通常凍結」

^{*} 食と医薬品研究課

という)。

貯蔵方法

凍結後の切り身を-40℃の低温冷凍庫(NF-400SF3,日本フリーザー),または-20℃の低温試験装置(MC-810,エスペック)にて14日間貯蔵した。

解凍方法

貯蔵後の切り身を,氷水(4℃以下)に浸漬,または室温(15℃)に15時間静置し,解凍した。解凍時間は,氷水に浸漬した際に切り身が完全に溶解する時間とした。

2.3 解凍後のウマヅラハギの品質評価

解凍後の切り身について,ドリップおよび色彩の調査,並びに官能評価を以下の方法により行った。

ドリップ

解凍後のフィルム内の切り身の浸出液を捨て,ペーパータオルにて切り身表面の浸出液をふき取ってから重量を測定し,以下の式よりドリップ率を求めた。

ドリップ率(%) =

$(\text{解凍前重量} - \text{解凍後重量}) / \text{解凍前重量} \times 100$

色彩

凍結前,解凍後の切り身表面の色彩を分光測色計(CM-5,コニカミノルタセンシング)により測定した。

官能検査

急速凍結と通常凍結で処理した切り身(ともに貯蔵温度-40℃、氷水解凍)を解凍後,厚み5mmに包丁でスライスして官能検査に供した。10名の検査員に,通常凍結品または急速凍結品を供し,これを基準とした場合の他方の透明性,弾力性,生臭さおよび甘みを評点法⁷⁾にて相対的に評価させた。なお,検査員には各試料がいつれの検体であるかは知らせしていない。

3. 結果と考察

3.1 ドリップ

凍結,貯蔵および解凍方法の異なる切り身のドリップ率の違いを図1に示す。

凍結方法および貯蔵温度が同じ場合は,室温解凍より氷水解凍の方が,切り身のドリップ率が低かった。この原因は,室温解凍より氷水解凍の方が,解

凍時に起こりうる筋肉細胞組織の破壊を軽減したことと考えられる⁸⁾。

氷水解凍した切り身間では,通常凍結より急速凍結の方が切り身のドリップ率が低かった。これは,急速凍結を行うことで,切り身の最大氷結晶生成温度帯を短時間で通過できたことによると考えられる。

今回の実験においては,貯蔵温度の違いによる切り身のドリップ率の差はなかった。貯蔵期間が十分ではない可能性があり⁹⁾,今後,貯蔵期間をさらに長くして,切り身のドリップ率の変化を追跡する必要がある。

以上のことより,ウマヅラハギの品質を保持するためには,凍結技術だけでなく適切な解凍を行うことも重要であると考えられた。

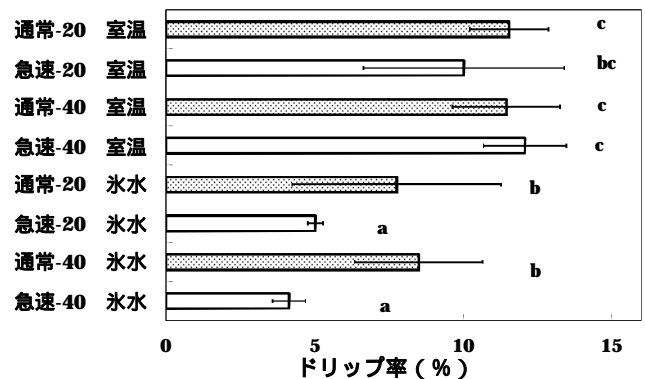


図1 凍結・解凍後のウマヅラハギ切り身のドリップ率

平均値±標準偏差(n=4), a~c:異なる符号間には,最小有意差法の結果,5%水準で有意差がないことを示す。

通常:通常凍結(-30℃),急速:リキッドフリーザー(-40℃)による急速凍結

-20℃, -40℃:貯蔵温度

室温,氷水:解凍方法

3.2 色彩

凍結前と凍結解凍後の色差を表1に示す。

室温解凍より氷水解凍の方が,切り身の色差が小さかった。氷水解凍はドリップ率も低かったことから(図1),室温解凍より品質保持効果が高いと考えられた。

氷水解凍の場合においては,通常凍結と急速凍結の切り身の色差に違いはなかった。一方で,室温解凍の場合においては,-40℃にて貯蔵した際に通常凍結と急速凍結の切り身の色差に違いが見られ,ド

リップ率(図1)とは異なる結果となった。

貯蔵温度は、切り身の色差に影響はなく、ドリップ率(図1)と同様の結果であった。

今回の試験において色彩による品質保持効果の確認は困難であった。

表1 凍結・解凍に伴うウマツラハギ切り身の色差

		色差				
		ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	
通常-20	室温	10.4	2.2	2.4	10.9	bc
急速-20	室温	10.5	1.7	3.2	11.4	c
通常-40	室温	8.0	1.8	0.2	8.3	b
急速-40	室温	12.9	1.8	2.7	13.5	c
通常-20	氷水	2.4	1.1	1.1	3.8	a
急速-20	氷水	3.5	1.2	0.3	4.2	a
通常-40	氷水	1.1	0.9	0.1	2.0	a
急速-40	氷水	4.5	1.1	0.1	4.9	a

平均値 (n=4), 処理名, a~c: 図1に同じ

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

凍結前: $L^* = 40.5$, $a^* = -1.4$, $b^* = -3.9$

3.4 官能検査

貯蔵温度-40, 氷水解凍とし, 凍結方法のみ異なる切り身の解凍品を官能検査した結果を表2に示す。通常凍結切り身と比較した場合の急速凍結切り身の相対評価結果は, 透明度, 弾力性, 生臭さ及び甘みのいずれの項目においても有意差はなかった。

供試した2切り身間にはドリップ率の違いが認められ, 物理的な差があることが示唆されたが(図1), 官能的に明らかに違いのわかる差は見られなかった。

表2 通常凍結に対する急速凍結したウマツラハギ切り身の官能検査値

	透明度	弾力性	生臭さ	甘み
平均値	0.10	0.70	-0.20	0.20
	ns	ns	ns	ns

通常凍結切り身と比較した場合の急速凍結切り身の相対的評価の平均値(ともに, -40 貯蔵, 氷水解凍)。評価尺度は以下のとおり。

透明度 3: かなり良い, 2: 良い, 1: やや良い, 0: 同じ, -1: やや悪い, -2: 悪い, -3: かなり悪い
弾力性, 生臭さ, 甘み 3: かなり強い, 2: 強い, 1: やや強い, 0: 同じ, -1: やや弱い, -2: 弱い,

-3: かなり弱い

ns: t-検定の結果, 5%水準で有意差なし。

4. まとめ

ウマツラハギ切り身を用いて, 貯蔵温度および解凍法の違いを加味した条件で, リキッドフリーザーによる急速凍結法が品質保持に及ぼす影響を検討した。室温解凍より氷水解凍の方が試料のドリップ率が低く, 色彩変化も小さかった。さらに氷水解凍の場合は, 通常凍結よりリキッドフリーザーを用いた急速凍結の方がドリップ率が低く, 好ましい結果であった。ただし, 官能検査の各項目では急速凍結と通常凍結との違いは認められなかった。また, 貯蔵温度がドリップ率と色差に及ぼす影響は認められなかった。

以上のことから, リキッドフリーザーによる凍結法は, ウマツラハギの品質保持に一定程度有効であることが認められた。3種類の品質評価法(ドリップ率, 色彩, 官能検査)の中で, 凍結法による違いが最も強く認められたのはドリップ率であり, リキッドフリーザーは切り身の色彩や味より, 物理的な品質の保持に有効であることが推察された。なお, 凍結技術に加えて解凍技術も重要であることが示された。

多様な魚種(赤身, 白身, 大型魚, 小型魚)によって, 凍結・貯蔵・解凍における試料の反応が異なる可能性がある¹⁰⁾ので, 今後は, 他の魚種についても同様の検討が望まれる。

謝辞

供試試料を提供いただいた三重県水産研究所尾鷲水産研究室の方々にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) “おいしさを科学する 冷温”。ニッスイ GLOBAL, 44, (2002)
- 2) 田中和夫ほか: “食品冷凍工学改訂版”。恒星社厚生閣. p151-158(1986)
- 3) 吉本亮子ほか: “魚類の冷凍に対する交流電場の影響”。徳島県工業技術センター, 20, p15-19 (2011)
- 4) 開内 洋ほか: “インジェクション法を利用した魚肉への冷凍耐性付与技術の開発”。島水試研報 12, p13-23 (2005)

- 5) 西宮佳志ほか：“不凍蛋白質の大量精製と新たな応用開拓”. *Synthesiology*,1(1),p7-14 (2008)
- 6) 前田俊道ほか：“脱血処理したアルコールブライン凍結刺身は高品質の生鮮調理食材として期待できるか”. 平成 20 年度日本調理科学会大会要旨集, p13(2008)
- 7) 古川秀子：“おいしさを測る-食品官能検査の実際”. 幸書房. p136 (1994)
- 8) 阿部周司ほか：“凍結魚肉の解凍条件が解凍後の魚肉に与える影響 解凍速度と解凍魚肉タンパク質の変性度およびドリップ流出量との相関”. 日本冷凍空調学会論文集, 26(2), p149-158 (2009)
- 9) 小嶋秩夫ほか：“凍結まいわし,まさば及びさんまの品質におよぼす貯蔵温度の影響”. 日本冷凍空調学会論文集, 2(1), p23-34(1985)
- 10) 萩原知明ほか：“水産物の品質・鮮度とその高度保持技術”. 恒星社厚生閣, p129-132(2004)