

スラリーアイスを用いた魚介類の鮮度保持試験

増養殖環境課 荻田淑彦

1 はじめに

国内の水産業は、冷凍技術が進んだことから安価な輸入品に押され、漁業・養殖業などの水産関連の業界は厳しい状況におかれているが、国内の利点を生かし、魚介類の鮮度を保ち高い価値を維持したまま消費者に提供する魚介類供給システムの研究開発はあまり行われていない。

しかし、近年の研究において生鮮食品の鮮度保持には、氷結するまでの温度と0℃の間の領域である氷温温度帯で冷却・保存することで、長期間にわたり新鮮な味や風味、食感を保持できることが分かっている。そこで、海洋深層水研究所および水産試験場は、これまでのスラリーアイスの基礎研究を元に漁獲時や保管輸送等それぞれの場面で鮮度保持に最適な条件を検証し、必要とされるスラリーアイスの塩分や温度帯を決定し、漁業の現場利用を想定したスラリーアイス使用法について研究を行った。

2 実験方法

(1) 養殖ブリの冷却・輸送試験

冷却試験は、養殖ブリ（5Kg程度）を対象に、現在主流となっている水氷（砕氷＋海水）とスラリーアイスとの冷却特性を比較するとともに、冷却条件の違いによる魚肉の状態評価（色差計による色測定）を行った。冷却は、現場でスラリーアイスと砕氷を入れたクーラーボックスに活締めしたブリを各8尾投入して行い、冷却水温、魚体温を測定した。冷却水温はオンセット社製ロガーを用い、クーラーの底と水面付近の水温を測定した。魚体温はそれぞれのクーラーボックス内のブリ2尾の肛門から温度センサーを挿入し測定した。

輸送試験は、保冷水として砕氷およびスラリーアイスを用い、ブリをスチロール箱に詰め、クール便（冷蔵）で2日間かけ宿毛市→東京→須崎市水産試験場のコースで行い、到着後食味試験により、魚の評価を行った。また、K値測定は、この時にサンプリングした魚肉を凍結し、後日セントラル科学株式会社製鮮度計KV-202を用いて行った。魚体色等の測定はミノルタ株式会社製色彩色差計CR-300を使用した。

試験に使用したスラリーアイスは、養殖業者の作業場において製氷、魚の取り上げ時に使用したものは海水2：水道水1で混ぜ製氷したもの（-1.9℃）、輸送用は海水と水道水を同量混ぜ製氷したスラリーアイス（-1.2℃）の水分をザルで切って使用した。

(2) キビナゴの保管・輸送試験

キビナゴ保管試験は、中型まき網で漁獲されたキビナゴを、漁協女性部等の協力で実際に郵パック（ふるさと小包）で使われている発泡スチロール箱に詰め、翌日まで保管したものについて鮮度評価を行った。保管は、大型のクーラーボックスで行い、模擬輸送として食味試験当日の午前中3時間半自動車に乗せ走行した。評価方法は、すくも湾漁協で行った食味試験および魚肉のK値測定で、試験区として、砕氷と塩を使った現在行われている方法を2種類（塩量の違い）とスラリーアイス2種類（スラリーアイス・ザルを使い水切りしたスラリーアイス）の4試験区とした（表1）。

輸送試験は、すくも湾漁協よりふるさと小包出荷時に、スラリーアイスで箱詰めしたものと、砕氷と塩を使った現在行われている方法で箱詰めしたものを高知県東京事務所まで郵送、東京で食味試験を行い評価した。

保管及び輸送中のスチロールクーラー内温度は、オンセット社製ロガーで測定した。

スラリーアイスを用いた魚介類鮮度保持

試験に使用したスラリーアイスは何れの試験でもすくも湾漁協で海水と水道水を同量混ぜ製氷したものを使用した。

表 1 キビナゴ保管試験の試験区分

試験区	下氷 g	上氷 g	塩	食味区
郵パック 1 (砕氷+塩)	1,200	600	27g	A
郵パック 2 (砕氷+塩)	1,200	600	9g	B
スラリーアイス	2,200	850		C
スラリーアイス水切り	2,200	700		

3 実験結果および考察

(1) 養殖ブリの冷却・輸送試験

① 冷却試験 (冷却水温変化)

活締めしたブリは、5分程度でスラリーアイス、水氷それぞれのクーラーボックスに8尾投入した。それぞれのクーラーボックス内の冷却水温(図1)は、ブリ投入の直後に下層で上昇がみられたが、スラリーアイスの方が水温上昇は少なく、20分経過時に0℃を越えたものの、その後-1.5℃程度に下がり、上下の温度差は1℃以内であった。水氷では上の水温は-1℃付近で安定していたが、下では水温の上昇が見られ最高4℃であった。

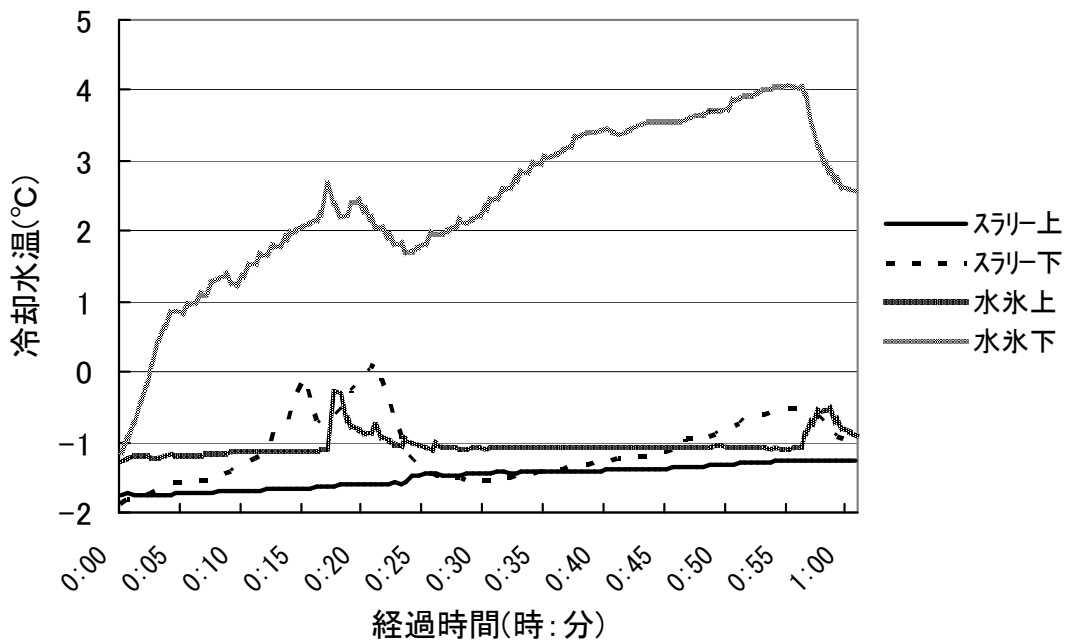


図 1 クーラーボックス内の冷却水温

② 冷却試験 (魚体温変化)

冷却時の魚体温変化(図2)は、水氷よりスラリーアイスで冷却速度が速い傾向がみられ、測定開始時の魚体温を基準とするとスラリーアイス冷却のブリでは水氷冷却の魚よりも30分経過時点で1.3℃、50分後には2℃魚体温を下げる事ができた。

これより、活締めの大型魚でもスラリーアイスの温度設定を水氷よりも低い-1.9℃とすることで速く魚体を冷却できることが確認された。

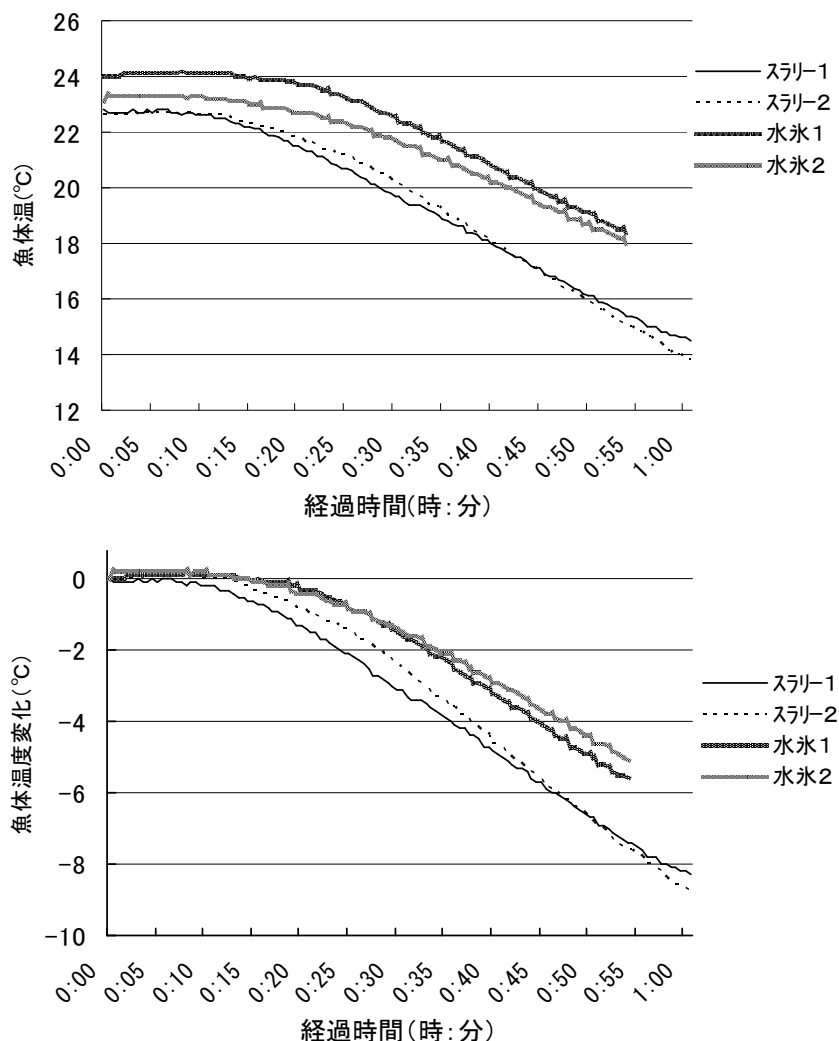


図2 冷却時の魚体温変化

③食味試験

食味試験は輸送試験で宿毛から発送し、東京到着後、水産試験場に送り返された漁獲後2日経過したブリを使用して行い、体長及び体重は表2に示した。スラリーアイス冷却→スラリーアイス輸送はスチロール箱に亀裂が入り水漏が見られたため試験区からはずし、A（スラリーアイス冷却→砕氷輸送）、B（水氷冷却→砕氷輸送）、C（水氷冷却→スラリーアイス輸送）の3試験区を設定した。

表2 食味試験に使用したブリの体重および体長

No.	A スラリーアイス冷却→砕氷輸送			B 水氷冷却→砕氷輸送			C 水氷冷却→スラリーアイス輸送		
	体長(cm)	体重(g)	肥満度	体長(cm)	体重(g)	肥満度	体長(cm)	体重(g)	肥満度
1	63.8	4,560	17.6	65.0	4,910	17.9	64.6	5,275	19.6
2	64.8	4,960	18.2	65.2	5,430	19.6	66.8	5,845	19.6
平均	64.3	4,760	17.9	65.1	5,170	18.7	65.7	5,560	19.6

肥満度 = 体重(g) ÷ 体長(cm)³ × 1000

スラリーアイスを用いた魚介類鮮度保持

食味試験のパネラーは、水産試験場職員および当コンソーシアム関係者計 20 名で、年齢構成は 51 歳以上が約 6 割、性別では女性が 3 割であった。

それぞれの項目（外観・脂ののり・旨み・歯ごたえ）について 5 段階で評価してもらい、総合評価では、一番良いと思うものを選んでもらった。

食味試験結果は、歯ごたえで B（水氷冷却→砕氷輸送）と C（水氷冷却→スラリーアイス輸送）に 0.5 点差があった以外はほぼ同じ結果で、総合評価にも区間差は見られなかった（表 3）。

表 3 食味試験結果

年齢構成（才）	～20	21～30	31～40	41～50	51～	
	0 人	1 人	7 人	1 人	11 人	
アンケート項目	A		B		C	
	合計得票	平均得点	合計得票	平均得点	合計得票	平均得点
外 観	72	3.8	67	3.5	67	3.5
脂ののり	70	3.9	64	3.6	66	3.7
旨 味	68	3.6	66	3.5	65	3.4
歯ごたえ	64	3.4	59	3.1	69	3.6
総合評価 刺身	A スラリーアイス冷却→砕氷輸送 30%		B 水氷冷却→砕氷輸送 25%		C 水氷冷却→スラリーアイス輸送 25%	
			わからない 20%			

④鮮度分析（K 値測定）

K 値測定には、食味試験で使用したブリの魚肉を冷凍保管したものを使用した。各試験区で K 値は低い値で保たれており、差は見られなかった（表 4）。

表 4 食味試験結果

試 験 区	K 値
スラリーアイス冷却 → 砕氷輸送	5.5
スラリーアイス冷却 → スラリーアイス輸送	5.7
水氷冷却 → 砕氷輸送	4.7
水氷冷却 → スラリーアイス輸送	5.2

⑤魚体及び肉色の変化

色の測定は、胸鰭直上の側線および魚肉の白身について行った（表 5）。

側線の色はスラリーアイス冷却より水氷冷却のブリの黄色が鮮やかで、白身ではあまり差が見られなかった。平成 18 年度の試験では、スラリーアイスで冷却した魚の白身が、やや黄色っぽく見えることがあったが、今回の試験ではこの傾向は見られず、目視でも色の違いは分からなかった（図 3）。

表5 色彩色差計の測定結果

	側 線			白 身		
	L *	a *	b *	L *	a *	b *
スラリーアイス冷却当日	47.0	-8.0	17.1	46.0	2.7	2.2
水氷冷却当日	49.7	-6.8	25.2	43.6	1.4	1.1
スラリーアイス冷却2日目	46.4	-5.5	16.5	43.0	2.5	1.5
水氷冷却2日目	46.8	-5.3	20.9	42.5	2.3	1.3
スラリーアイス冷却3日目	44.8	-3.9	14.4	43.8	3.0	2.0
水氷冷却3日目	48.4	-5.6	19.5	45.1	2.0	1.4



左 スラリーアイス冷却

右 水氷冷却

図6 2日後のブリ魚肉

(2) キビナゴの保管・輸送試験

①食味試験結果

食味試験のパネラーは、すくも湾漁協職員、宿毛漁業指導所職員および当コンソーシアム関係者計22名で、年齢構成は20歳から40歳が7割以上を占め、性別では女性が3割であった。

すべての項目（外観・旨み・歯ごたえ）で、スラリーアスの評価が高く、総合評価でも8割近いパネラーがスラリーアスで保管したキビナゴを評価した（表6）。漁協女性部の方が刺身を作っているとき、スラリーアスで保管した魚の身がしっかりしているとの感想も得られた。

キビナゴ担当漁協職員からは、鮮度はスラリーアスが良くし目の濁りもみられないという評価であったが、体表の鱗がはがれている状態はプロ（魚商人など）が見る時に「魚体が擦れるのではないかと懸念するのではとのことであった。

また、スラリーアスの場合、箱を開けたときの血の色が、郵パックの主な顧客であると考えられる一般消費者に悪い印象を与える（クレームの対象となる）という指摘を受けた（図4）。

東京への輸送試験においても、スラリーアスと砕氷で外観上ははっきりした違いがみられ（図5）、食味試験でもスラリーアスで輸送したキビナゴの評価が高く、食味試験に協力していただいた料理人の方から、明らかにスラリーアスのキビナゴは鮮度が良く刺身にできるが、砕氷の物は店としては刺身では出せないとの評価が得られた。

表6 食味試験結果

年齢構成 (才)	~20	21~30	31~40	41~50	51~	
	0人	7人	8人	3人	2人	
アンケート項目	A 砕氷 (塩 1.5%)		B 砕氷 (塩 0.5%)		C (スラリーアイス)	
	合計得票	平均得点	合計得票	平均得点	合計得票	平均得点
外 観	58	2.9	55	2.8	78	3.9
旨 味	55	2.8	60	3.0	72	3.6
歯ごたえ	56	2.8	58	2.9	75	3.8
総合評価 刺身	A 砕氷 (塩 1.5%) 14%		B 砕氷 (塩 0.5%) 0%		C (スラリーアイス) 77%	
	C スラリーアイス 77%		わからない 9%			



図4 翌日のスチロールクーラーの様子 (左 スラリーアイス 右 砕氷)



図5 東京到着時のキビナゴの外観 (左 スラリーアイス 右 砕氷)

②スチロールクーラー内温度

スチロールクーラー内温度 (図6) は、宿毛市での試験時にスラリーアイス試験区は2つともほぼ同じ温度であったが、郵パック1 (塩 1.5%) では2日目の昼近くまで-2℃以下となっており、食塩の量に違いがある郵パック2 (塩 0.5%) とはスチロール下部で1℃以上の温度差があった。

東京輸送試験時のスチロールクーラー内の温度 (図7) は、スラリーアイスの試験区は上下ともほぼ同じ温度であったが、郵パックは初期には下部で-2.5℃以下となった。

東京到着時 (翌日夕方) の氷残量 (表7) は、箱詰め時と比較して砕氷で72%、スラリーアイスで57%であり、鮮度保持に必要な量が残っていたことから、今回の郵パック輸送中の温度管理はキビナゴの東京輸送には十分であると考えられた。

以上の結果から、キビナゴのような鮮度落ちが早い魚の保管・輸送にはスラリーアイスの温度帯および、傷を付けにくい特性が生かされ、魚がスラリーアイス中に浮いている状態が有利に働くものと考えられた。

表7 東京輸送試験時の氷量 (g)

保冷氷	キビナゴ	箱詰時 (宿毛)			東京到着時		
		下氷	上氷	氷合計	溶けた水	氷残量	氷残率
スラリーアイス	1,600	2,230	530	2,760	1,180	1,580	57%
砕氷	1,600	1,100	700	1,800	510	1,290	72%

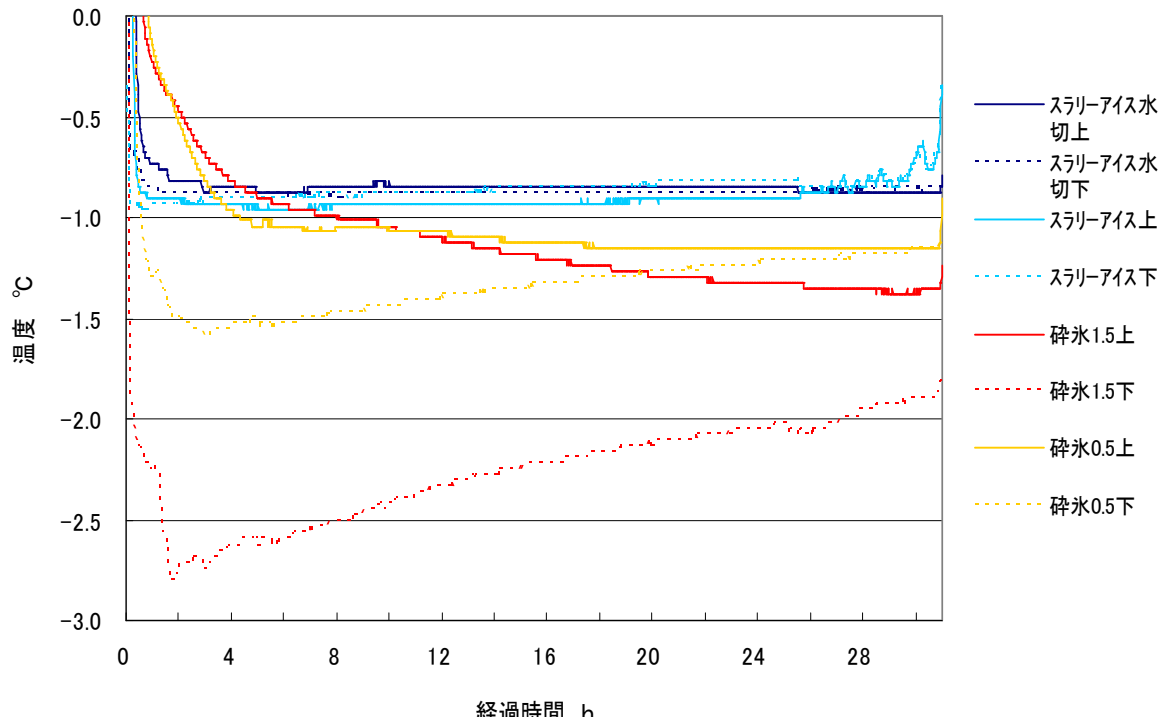


図6 スチロールクーラー内の温度 (宿毛市)

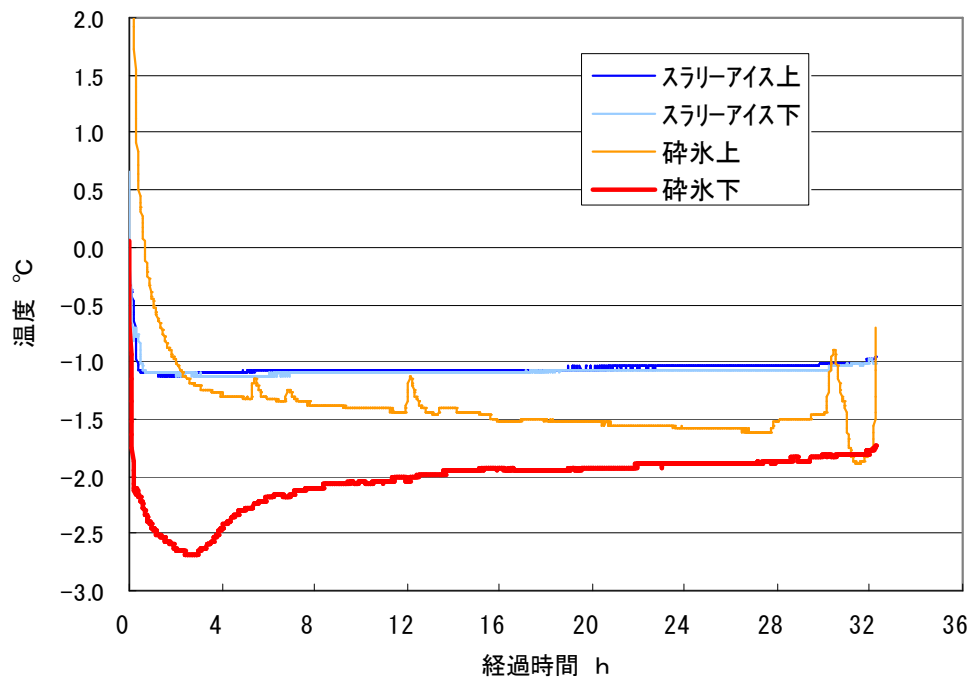


図7 スチロールクーラー内の温度 (東京輸送)

スラリーアイスを用いた魚介類鮮度保持

③鮮度分析（K値測定）

宿毛での食味試験時にサンプリングしたキビナゴのK値測定を行った（表8）。スラリーアイスで保管したキビナゴの方が若干鮮度がよい結果であった。

表8 キビナゴK値測定結果

保管方法	K値（漁獲翌日）
スラリーアイス	15.0
スラリーアイス水切り	15.1
郵パック1（塩分1.5%）	18.6
郵パック2（塩分0.5%）	17.6

4 まとめ

(1)養殖ブリの冷却試験では、活締めした場合としない場合で水氷とスラリーアイスの冷却特性が異なった。

活締めを行わないブリについては、10分以上魚が水氷中で暴れ、鰓を通過する冷海水量が多いためか、魚体冷却では水氷の方が速い傾向が見られたが、長時間苦悶（水氷中で暴れる）するために身の鮮度低下が速いと考えられ、食味試験での評価はスラリーアイスの方が高い結果となった。

活締めした5Kg程度の養殖ブリは、スラリーアイスと水氷を同じ水温（-1.5℃程度）にした場合には魚体冷却速度にあまり差は見られないが、スラリーアイスの水氷より低めの-2℃程度にすると冷却速度が上がることを確認された。

(2)キビナゴは、クール便（冷蔵）での輸送時にスラリーアイスを利用した場合の優位性が証明された。

スラリーアイスを使用する問題点としては、砕氷を使った場合よりスチロール箱が重くなることと、蓋を開けたときの見栄えが良くないことであるが、スーパー等への送りに使用した場合には、担当者への説明があれば問題ないと考えられる。