

殺菌冷海水使用による定置網漁獲物の鮮度保持効果

岡本 満¹・石原成嗣²・堀 玲子³・井岡 久¹

Freshness maintenance effect of sterilized cold seawater on set net fishery catches

Mitsuru OKAMOTO, Seiji ISHIHARA, Reiko HORI and Hisashi IOKA

Abstract: We investigated the freshness maintenance effect of applying sterilized cold seawater to set net fishery catches in 36 regions off the coast of Shimane Prefecture. The number of bacteria in seawater can be reduced through the use of a sterilized cold seawater supply unit, and washing catches in this sterilized cold seawater reduced surface bacteria counts. The freshness of horse mackerel caught by most set nets was better after the introduction of the sterilized cold seawater supply unit, indicating that the freshness of catches is biochemically and microbiologically improved through its use. However, it is necessary to confirm the proper use of sterilized cold seawater because improvement in freshness was not observed at some set nets.

キーワード：殺菌冷海水，食中毒細菌，鮮度保持，定置網漁獲物，K値

はじめに

島根県は1,027kmの長大な海岸線を有し、複雑な海岸線がある島根半島地域や隠岐地域を中心として定置網漁業が盛んである。2009年の島根県の定置網漁業漁獲量は4,784トン¹⁾で、沿岸における基幹漁業となっている。

しかしながら、近年の漁獲量減少や魚価低迷が漁業経営を圧迫しており、漁獲物鮮度の底上げによる付加価値向上が重要な課題になっている。「鮮度」の指標はK値に代表される生化学的鮮度と一般生菌数などによる衛生学的鮮度があるが、近年の食品に対する安全・安心への意識の高まりにより、衛生学的な鮮度評価が重要になってきた。

2001～2004年にかけて、県下25ヶ所の漁港で漁獲物の鮮度向上を目的とした殺菌冷海水供給装置が導入された。本装置は海水をポンプで汲み上げセラミック濾材で濾過し、紫外線を照射したのち冷却装置内を循環させ0℃まで冷却しタンクに貯蔵しておくものである。²⁾

定置網漁業では、出港直前に殺菌冷海水を漁船の魚槽に積み込み、漁場で漁獲物を直ちに冷却する。

一般的に、魚介類は死直後から低温で貯蔵するほどK値の上昇が抑制されるが、³⁾冷海水の使用によって漁獲物を効率的に冷却できることから、従来の海水氷の使用に比べて高い鮮度保持効果が期待される。また、船上における冷却だけでなく荷捌所などにおける漁獲物の洗浄や冷却に用いることで、腸炎ビブリオ *Vibrio parahaemolyticus* を始めとする食中毒原因細菌の低減、増殖抑制、二次汚染防止の効果も期待される。

また、漁業集落排水施設が稼働している漁港では港内の水質が改善していると推測されるが、横山ら⁴⁾は日本各地4漁港の海水の細菌を調査した結果から、港内海水の使用にあたって殺菌対策が必要であることを指摘しており、漁港付帯設備として殺菌冷海水供給装置の導入と活用は、今後必須の課題でもある。

本調査では、殺菌冷海水の効果実証を行い適切な使用について提言することを目的として、殺菌冷海水供給装置の導入前と導入後における県内各地の定置網で漁獲されたマアジ *Trachurus japonicus* とブリ *Seriola quinqueradiata* の鮮度と微生物数を調査した。

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 総合調整部 General Coordination Division

³ 現所属：島根県浜田水産事務所 Shimane Hamada Regional Office of Fisheries Affairs, Kataniwa Hamada 697-0041, Japan

試料および方法

島根県内の A から AJ の延べ 36 地区の定置網を対象とした。

殺菌冷海水供給装置の効果実証試験 2001 年 9 月から 2002 年 8 月の間に、県内 3 地区 (D, F, H) の殺菌冷海水供給装置について、殺菌前と殺菌後の漁港内海水を滅菌ポリエチレン瓶に採取し、一般生菌数と大腸菌群及び腸炎ビブリオの有無を調べた。測定方法は「食品衛生検査指針 微生物編」⁵⁾ に従った。すなわち、一般生菌数は標準寒天培地平板 (極東製薬工業) に滅菌コンラージ棒で 35°C・48 時間塗抹培養し、培地上に現れた集落を計数した。大腸菌群は乳糖ブイヨン発酵管 (極東製薬工業) に接種し 35°C・24 時間でガス発生を認めたものについて、1 白金耳量を BGLB 発酵管 (極東製薬工業) に接種し 35°C・48 時間培養でガス発生を認めたものから、1 白金耳量を EMB 寒天培地平板 (極東製薬工業) に 35°C・24 時間画線培養後、金属光沢～暗紫赤色の集落が認められたものを陽性とした。腸炎ビブリオは、海水を吸引濾過した 0.45 μm フィルター (HAWP, Millipore) を 100ml のアルカリペプトン水 (日水製薬) に入れ 37°C・8 時間培養後、食塩ポリミキシンブイヨン (日水製薬) に移し 37°C・18 時間培養し、その 1 白金耳量をクロモアガー・ビブリオ寒天培地平板 (関東化学) に 37°C・18 時間画線培養し分離された紺色コロニーのうち、①オキシダーゼテスト (和光純薬工業) が陽性、②いずれも 37°C・18 時間で、0%、10% 塩化ナトリウム加ブイヨン (Difco Nutrient Broth) で生育せず、3%、8% 塩化ナトリウム加ブイヨンで生育が確認できるもの、③ 1% 塩化ナトリウム加 TSI 寒天培地 (日水製薬) で 37°C・24 時間培養後、斜面が赤色で高層が黄色となるものを陽性とした。

殺菌冷海水の洗浄効果実証試験 2001 年 9 月にブリ若齢魚 (ツバス) を用いた。漁獲後直ちに無処理海水又は殺菌冷海水に浸漬し、帰港後に無洗浄、無処理海水洗浄、殺菌海水洗浄を行い、それぞれ体表細菌数を調査した。魚体表面の 100cm² を検体輸送用試験管付綿棒 (日本綿棒「メンティップ CTB-1512A」) で拭き取り、氷冷滅菌生理的食塩水に懸濁させて持ち帰り分離培養に供した。方法は殺菌冷海水供給装置の効果検証試験に準じた。

殺菌冷海水供給装置導入前調査 1999 年 4 月～6 月、県下 25 地区の定置網で漁獲されたマアジ (平均体長 185 ± 28 mm, 平均体重 117 ± 46g) を定置

ごとに箱単位で買い取り、その中から無作為に 5 尾を抽出し、市場での競り時間にあわせて K 値分析用試料とした。

K 値の測定は、背部普通筋肉 2g を 10% 過塩素酸でホモジナイズ、遠心分離により除タンパクした上澄みを pH7 前後に調整したものを高速液体クロマトグラフ (島津製作所製 検出器, SPD-10Avp; 移動相, 100mM リン酸-トリメチルアンモニウム緩衝液 / アセトニトリル = 100/1; カラム, 信和化工 STR-ODS II (150L × 4.6 mm I.D.); 移動相流速, 1ml/min; カラム温度, 40°C; 検出波長, 254nm) で ATP 関連化合物を定量分析した後、イノシン (HxR) およびヒポキサンチン (Hx) の化合物総量に対する百分率として算出した。

殺菌冷海水供給装置導入後 1 回目調査 2005 年 6 月～7 月に、県内 21 地区の定置網で漁獲されたマアジを箱単位で買い取り、市場での競り時間にあわせて無作為に 5 尾を抽出し K 値を測定した。測定方法は殺菌冷海水供給装置導入前調査に準じた。また、魚体表面の一般生菌数、大腸菌群、腸炎ビブリオを調査した。魚体表面の片身を検体輸送用試験管付綿棒 (日本綿棒「メンティップ CTB-1512A」) で拭き取り、氷冷滅菌生理的食塩水に懸濁させて持ち帰り分離培養に供した。測定方法は殺菌冷海水の洗浄効果実証試験に準じた。

殺菌冷海水供給装置導入後 2 回目調査 2007 年 7 月に、県内 27 地区の定置網で漁獲されたマアジ (平均尾叉長 199 ± 29 mm, 平均体重 117 ± 46g) を箱単位で買い取り、その中から無作為に抽出した 5 尾について、官能評価 (眼球色, 体色, 粘液, 臭気) を行うとともに魚体温を測定した。測定方法は殺菌冷海水供給装置導入前調査に準じた。また、3 尾について K 値を測定するとともに、魚体表面の一般生菌数、大腸菌群、腸炎ビブリオの調査を行った。一般生菌数、大腸菌群、腸炎ビブリオとも、スタンプ培地 (デンカ生研「DD チェッカー」) で体側表面をスタンプし、37°C で 18 時間～24 時間培養後の集落を計数した。K 値の測定方法は殺菌冷海水供給装置導入前調査に準じた。

結果および考察

殺菌冷海水供給装置の効果検証試験 結果を表 1 に示した。殺菌冷海水供給装置の殺菌処理によって一般生菌数は平均 4,734cfu/100ml から平均 198cfu/100ml に低減され、殺菌効率は平均 90.5% を示した。

表 1. 殺菌冷海水供給装置の殺菌効果

採取日	定置網名	一般生菌数 (cfu/100ml)		殺菌効率 (%)	大腸菌群*		腸炎ビブリオ*		漁業集落排水施設*2
		殺菌冷海水	無処理海水		殺菌海水	無処理海水	殺菌海水	無処理海水	
2001/9/25	H	700	3,100	77.4	—	—			無
2001/11/30	D	1,720	1,830	6.0	—	+			無
	H	115	1,500	92.3	—	+			無
2001/12/24	D	23	1,750	98.7	—	—			無
	F	1	132	99.2	—	—			有
2002/1/21	D	75	1,018	92.6	—	—			無
	F	64	603	89.4	—	—			有
	H	98	4,600	97.9	—	—			無
2002/2/12	D	135	7,420	98.2	—	—			無
	F	45	790	94.3	—	—			有
	H	27	1,115	97.6	—	—			有
	D	84	1,180	92.9	—	—			無
2002/3/26	F	0	447	100.0	—	—			有
	H	108	233	53.6	—	—			有
2002/5/22	D	57	9,875	99.4	—	+	—	—	無
	F	1	413	99.8	—	—	—	—	有
	H	933	52,500	98.2	+	+	—	—	有
2002/6/17	D	35	1,850	98.1	—	—	—	—	無
	F	2	3,700	99.9	—	—	—	—	有
	H	69	2,500	97.2	—	—	—	—	有
	D	170	1,373	87.6	—	—	—	+	無
2002/7/24	F	233	2,732	91.5	—	—	—	+	有
	H	139	7,200	98.1	—	—	—	—	有
	D	109	5,082	97.9	—	+	—	—	無
2002/8/28	F	11	5,047	99.8	—	—	—	—	有
	H	185	5,082	96.4	+	+	—	+	有
漁業集落排水施設	無平均	277	3,382	86.6					
	有平均	130	5,892	93.9					
平均		198	4,734	90.5					

* (+)陽性, (-)陰性

漁業集落排水施設の稼働に着目すると、殺菌冷海水供給装置による殺菌前の一般生菌数は稼働中の漁港内海水のほうが多かったものの、未稼働の殺菌効率86.6%に対して稼働中の殺菌効率が93.9%であったことから、漁業集落排水施設の浄化処理によって漁港内海水の懸濁物が低減され殺菌冷海水供給装置による殺菌効率が上がったことが一因と推測された。

しかし、一般生菌数、大腸菌群、腸炎ビブリオともに漁業集落排水施設の稼働との対応関係は必ずしも認められず、2002年3月のHのように漁業集落排水施設が稼働しているにもかかわらず殺菌冷海水供給装置による殺菌効率が54%にとどまった例もあり、閉鎖的な漁港内海水には生活排水以外にも河川水、水温、天候、潮流などの諸条件が関与していると推察された。また、腸炎ビブリオは殺菌冷海水供給装置による殺菌後には検出されなかったが、大腸菌は2002年5月と8月のHで殺菌冷海水供給装置による殺菌後も検出された。これらについては定

量試験を行っていないので詳細な原因は不明である。

以上の結果から、殺菌冷海水供給装置による海水の殺菌についてはより効率を高めるための検討が必要であるものの、全体的には良好に殺菌されていることが明らかとなった。

殺菌冷海水の洗浄効果実証試験 ブリ体表の殺菌冷海水による魚体表の洗浄効果を表2に示した。船上で無処理海水に浸漬し帰港後、洗浄なしの場合、一般生菌数が多く 10^4 を超えた。また、船上で無処理海水に浸漬し帰港後、無処理海水で洗浄した場合、一般生菌数は少なかったが腸炎ビブリオが検出さ

表 2. 殺菌冷海水のブリ体表細菌洗浄効果

船上浸漬海水	帰港後の洗浄海水	一般生菌数	腸炎ビブリオ
無処理海水	無し	10,520	—
無処理海水	無処理海水	60	+
殺菌冷海水	殺菌冷海水	40	—
無処理海水	殺菌冷海水	200	—

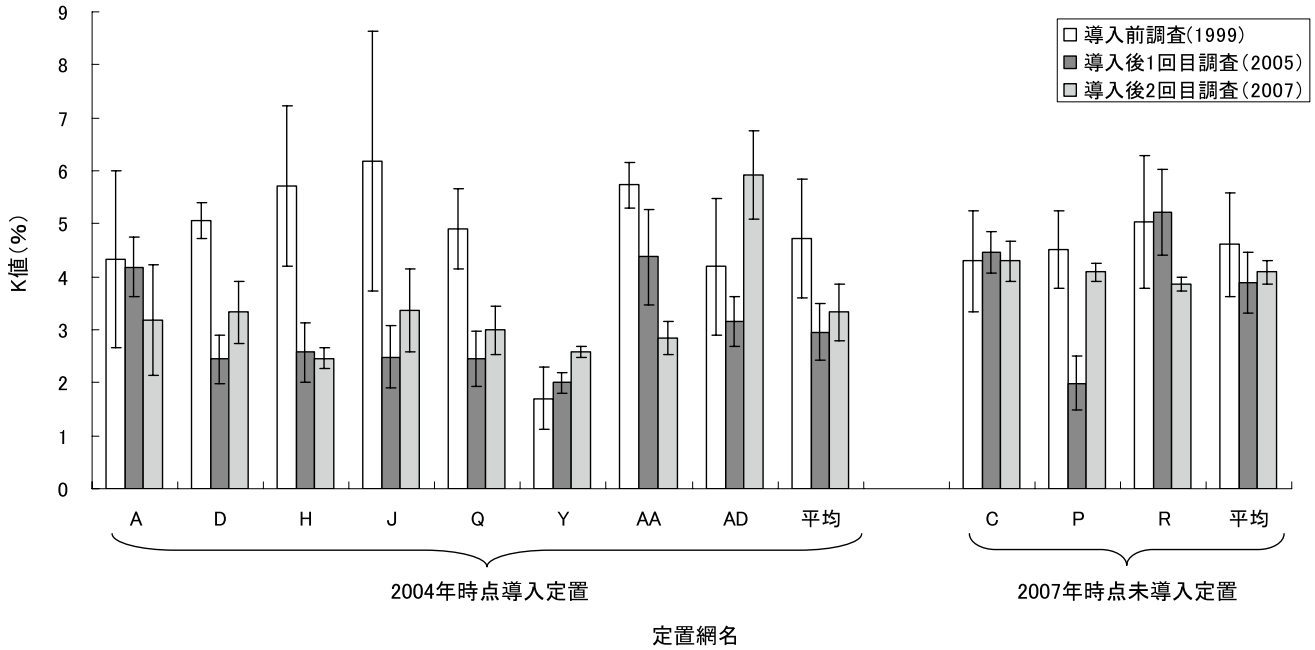


図1. 2004年時点の殺菌冷海水供給装置導入定置網の導入前（1999年）、導入後1回目調査（2005年）、導入後2回目調査（2007年）におけるマアジK値と、2007年時点の未導入定置における同時期のマアジK値の比較（上下線は標準偏差を示す 1999・2005：n=5 2007：n=3）

れ、漁港内海水に腸炎ビブリオの存在が示唆された。一方で、船上から殺菌冷海水のみを使用した場合、海水の種類に関わらず、腸炎ビブリオが検出されず一般生菌数も少なかった。以上の結果から殺菌冷海水を使った漁獲物の洗浄は、体表付着細菌の低減に有効であると考えられた。

殺菌冷海水供給装置導入前調査・導入後調査のK値 殺菌冷海水供給装置導入前、導入後1回目、2回目の3調査全てでデータを得ることができた定置網別のマアジK値を図1に示した。各調査における平均値±標準偏差は、2004年時点における導入定置網では導入前調査の対象定置網の4.7±1.1%に対し、導入後1回目調査の対象定置網が3.1±0.5%、導入後2回目調査の対象定置網が3.4±0.5%と、導入後は導入前に比べて低下傾向が認められた。一方で、2007年時点における未導入定置網では導入前調査の対象定置網の4.8±1.0%に対し、導入後1回目調査の対象定置網が3.6±0.7%、導入後2回目調査の対象定置網が4.0±0.2%と、同様に低下傾向が認められた。

K値について、導入定置網と未導入定置網ごとに、導入前に対する導入後1回目、導入後2回目の百分率を図2に示した。1回目調査、2回目調査とも導入定置網のK値が未導入定置網のK値より約20%

低かった。

以上から、殺菌冷海水使用による漁獲物K値の低減効果が示唆された。しかしながら、定置網個別(図1)では、導入定置網のD, H, J, Q, AAで導入前から導入後にかけて大幅なK値の低下が認められた

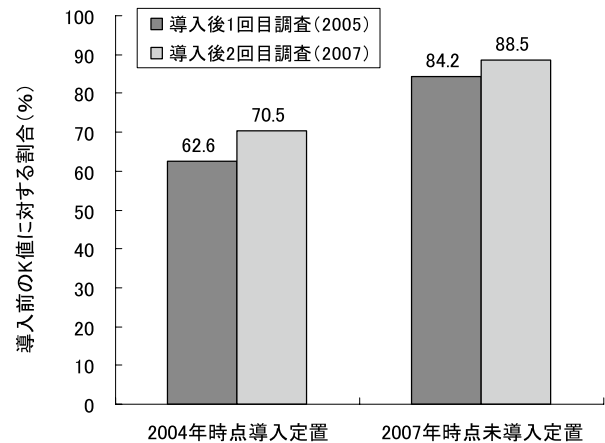


図2. 2004年時点の殺菌冷海水供給装置導入定置網の導入前（1999年）に対する導入後1回目調査（2005年）、導入後2回目調査（2007年）のマアジK値平均値の百分率と、2007年時点の未導入定置における同時期のマアジK値平均率の百分率の比較。

が、逆に Y, AD では導入前から導入後に K 値の上昇が認められたことから、一部導入定置網において殺菌冷海水が効果的に使用されていないことが示唆された。

殺菌冷海水装置導入後 2 回目調査の詳細 表 3 に 2 回目調査の詳細を示した。一般生菌数 100 以下、大腸菌、腸炎ビブリオともに未検出、K 値は 3% 以下と、全項目において高鮮度と判断された定置網が D, H, V, X, Y, AI の 6 箇所あり、これらは全て殺菌冷海水供給装置を導入していた。また、一般生菌数が 100 以下の定置網が D, H, T, V, X, Y, AI, AJ の 8 箇所あり、これらも全て殺菌冷海水供給装置を導入していた。

しかし、殺菌冷海水供給装置導入定置網については、AA を除き体温が低く保たれていたものの、一般生菌数が 300 以上もしくは大腸菌、腸炎ビブリオが検出されたところもあり、殺菌冷海水が有効に活用されていない可能性が示唆された。また、Z, AA,

AC, AD, AE の 5 定置網では競りまでは蓋のない木箱に入れてあり、氷はほとんど使用されておらず、体温は 10 ~ 20℃ を超えていた。さらに、一般生菌数も多く AC を除く 4 定置網では体表のスレも著しかった上、Z は体表の粘液量も多かった。これらのうち、AA では殺菌冷海水供給装置を導入していたことから、殺菌冷海水の導入以前に基本的な鮮度管理に問題があることが示唆された。

なお、AA は殺菌冷海水供給装置導入前から導入後にかけて K 値の低下が認められ (図 1)、長期的には殺菌冷海水による冷却の効果が示唆されたが、殺菌冷海水供給装置導入後 2 回目調査では他の殺菌冷海水供給装置導入定置に比べて漁獲物の外観が良くなく魚体温が高く一般生菌が多かった (表 3)。このため、本調査後に AA の漁労作業から競りまでを現地調査したところ、漁場から漁港までが近すぎ、魚槽内で魚体温が下がらず、盛夏にもかかわらず木箱に入れ、氷をかけずに競りまで放置していたこと

表 3. 殺菌冷海水導入後 2 回目調査の詳細

定置名	殺菌冷海水の導入	体温 (°C)	官能評価			体表細菌数			K 値 (%)	水使用	魚箱の種類
			体色	粘液量	その他	一般生菌数*1	大腸菌*2	腸炎ビブリオ*2			
A	○	4.7	良	少		++++			3.2	○	発泡
B	○	3.5	良	少		++++			3.4	○	発泡
C		3.9	良	少		++++			4.3	○	発泡
D	○	1.8	良	少		++			3.3	○	発泡
E	○	3.4	良	少		++++			5.2	○	発泡
G	○	2.2	良	少		+++	+	+	2.6	○	発泡
H	○	2.2	良	少		++			2.5	○	発泡
J	○	4.5	良	少		++++			3.4	○	発泡
L		4.9	良	少		+++			2.9	○	発泡
P		4.6	良	少		+++			4.1	○	発泡
Q	○	1.9	良	少		+++			3.0	○	発泡
R		2.9	良	少		+++	+	+	3.9	○	発泡
S	○	4.7	良	少		+++			3.6	○	発泡
T	○	5.3	良	少		++			3.2	○	発泡
U	○	2.3	良	少		+++			2.8	○	発泡
V	○	3.8	良	少		++			1.8	○	発泡
X	○	4.8	良	少		++			2.4	○	発泡
Y	○	6.0	良	少		++			2.6	○	発泡
Z		21.0	不良	多	スレ	++++	+	+	6.1		木
AA	○	14.5	不良	少	スレ	++++			2.8		木
AC		10.6	不良	少		++++	+		1.3		木
AD	○	16.7	不良	少	スレ	++++			5.9	○	木
AE		18.3	不良	少	スレ	++++			5.3		木
AG	○	5.6	良	少		++++		+	2.9	○	発泡
AH		4.2	良	少		++++		+	2.3	○	発泡
AI	○	4.1	良	少		++			2.7	○	発泡
AJ	○	2.0	良	少		++		+	1.9	○	発泡

*1 集落数 30~100 (++)、101~300 (+++)、301~ (++++)

*2 1個でも集落が認められれば (+)

が分かった。同様に他の鮮度が良くなかった定置においても、魚槽における冷却の不徹底と水揚げ後の冷却の不徹底が鮮度低下の要因であることが示唆された。その一方で、殺菌冷海水供給装置未導入にも関わらず魚体温やK値を低く保っている定置もあったことから、殺菌冷海水を使用しなくても水を十分に使って漁場から競りまでの冷却を徹底すれば高鮮度を保てること分かった。

以上から、AAについて殺菌冷海水供給装置導入後から経年的にK値が低くなっているにも関わらず、導入後2回目調査で漁獲物の状態が良くなかった原因としては、供試魚の大きさ、調査当時の水温や気温、競りまでの経過時間、研究室までの輸送状況など、3回の調査の条件の違いが推測された。このため、K値だけではなく外観、魚体温、細菌数など、総合的に漁獲物の鮮度を判断する必要があることが示唆された。

まとめ 生化学的鮮度を保つためには漁獲物の低温管理が必須であり、衛生学的鮮度を保つためには低温管理に加えて清浄な海水での洗浄処理も必須である。今回の調査では、殺菌冷海水による船上での冷却によって、漁獲物の生化学的鮮度であるK値を低く保つことが示唆された。衛生学的鮮度については、多くの漁港では水揚げ後の漁獲物の洗浄に漁港内の海水を用いざるを得ないが、紫外線による殺菌によって大幅な細菌数の低減が可能であることが分かった。また、漁業集落排水施設による浄化処理の有効性も示唆された。しかし、殺菌冷海水の使用にあたっての課題も同時に明らかとなった。

漁獲物の低温管理にあたっては、小林ら⁶⁾はイカを用いた試験で、小林、小玉⁷⁾はクロソイとヒラメを用いた試験で、小玉ら⁸⁾はクロソイを用いた試験で、それぞれ外気温よりも日射量のほうが魚体温に及ぼす影響が大きいことを報告している。このことから、水揚げから流通まで漁獲物を直射日光に極力晒さないことも必要と考えられる。今回の調査では競りまで蓋のない木箱に入れていた定置網に体温が高い例が多かったが、殺菌冷海水の効果をより高めるためには、漁獲物の温度低下を確認した上で水を敷いた発泡スチロール箱に入れて蓋をしておくなど、温度上昇を防ぐための対策が必要と考えられた。

衛生学的鮮度の指標となる体表細菌では、一般細菌数の低減に対する殺菌冷海水の効果が示唆されたことから、生化学的鮮度と衛生学的鮮度の両方を保持するためには、殺菌冷海水の使用が従来の水氷以上に有効と考えられた。しかし、今回の調査では

殺菌冷海水供給装置導入定置網でも一般細菌数が多く、大腸菌や腸炎ビブリオが検出されるなど、鮮度面に問題のある例も認められた。

一般細菌や大腸菌は汚染指標菌であり、生活排水や動物のふん便などによる水域の汚染や食品の非衛生的な取扱いや不適切な温度管理によって増える可能性が高い⁵⁾が、今回検出された定置でも同様な原因が推察された。腸炎ビブリオは島根県沿岸域の海水、⁹⁻¹²⁾底泥、¹¹⁻¹²⁾漁獲物¹⁰⁻¹²⁾から夏期から秋期にかけて検出されており、TDH(耐熱性溶血毒)産生性やTRH(TDH類似毒)産生性などヒトに対して病原性を持つタイプも確認されている。¹¹⁻¹²⁾腸炎ビブリオは温度30～37℃、pH8.0の至適環境の対数増殖期で10～13分ごとに分裂して急激に増殖する⁵⁾が、殺菌冷海水の使用によって漁獲物表面の菌体を除去するとともに、低温に保つことで水揚げ後の増殖を抑制することが可能である。以上から、殺菌冷海水の有効活用のためには、漁獲量、外気温、水温などの状況に応じて氷を追加する等の対策が必要であると考えられた。

また、笠井ら^{13,14)}は漁港外よりは漁港内奥に向かうほど海水の一般細菌数が増えること、福島¹²⁾は島根県においてTDH及びTRH産生性腸炎ビブリオが河口付近の汽水域や漁港などの砂や泥の中で長期にわたり定着し温暖な時期に増殖すること、鈴木ら¹⁵⁾は塩分濃度とふん便性大腸菌数の間に中位の負の相関があること、横山ら¹⁶⁾は河口域に近いほど大腸菌あるいは大腸菌群が高い値を示したことをそれぞれ報告していることから、特に河口近くの殺菌冷海水供給装置未導入の定置では漁港内海水の使用を控えるべきである。

以上から、殺菌冷海水の効果的な使用のための留意点は以下のとおりである。

- ① 天候、海水温などを考慮し、十分な量の殺菌冷海水を使用する。漁獲物が多い時は、氷を追加して魚体温を低く保つ。
- ② 水揚げ作業では漁獲物を可能な限り直射日光に晒さずに、選別等は殺菌冷海水で洗浄しながら行う。
- ③ 選別後は直ちに殺菌冷海水に浸漬するか、十分な氷とともに発泡箱に入れる。
- ④ 殺菌冷海水供給装置で処理しない漁港内の海水は使用しない。

また、海水および殺菌冷海水の各細菌数のモニタリングや濾材のメンテナンスなど殺菌冷海水供給装置の日常管理に加え、「地域水産総合衛生管理対策

基本計画策定の手引き」の「環境・衛生管理型漁港の理念」¹⁷⁾で示されているとおり、「水産物の鮮度保持」だけでなく施設、設備、器材、従業員の足指の消毒、異物混入防止などの「作業環境の清潔保持」も必須であろう。

謝辞

本報告のデータを取得するにあたり、検体提供を快諾いただいた島根県漁業協同組合連合会（当時）、県内各沿海漁業協同組合の皆様には厚くお礼申し上げます。また、検体の収集にご協力いただいた歴代の水産業普及員の諸氏に感謝する。

文献

- 1) 平成 21～22 年 第 57 次島根農林水産統計年報。中国四国農政局島根農政事務所，松江，2011.
- 2) 殺菌冷海水供給装置【ウオクール】 | 事業内容 | 法人のお客様 | 島根電工株式会社，http://www.sdgr.co.jp/corporate/newbusinessst/new01_1.html
- 3) 岩本宗昭:魚類の“生き”の保持に関する研究. 島水試研報, 6, 1-59 (1989).
- 4) 横山 純, 笠井久会, 森 里美, 林 浩志, 吉水 守: 漁港で利用される海水の細菌学的調査: 日水誌, 76, 62-67 (2010).
- 5) 食品衛生検査指針 微生物編 (厚生省生活衛生局監修), 社団法人 日本食品衛生検査協会, 東京, pp425. 1990.
- 6) 小林 圭, 小玉茂義, 廣部俊夫: 屋根付岸壁における水産物の鮮度保持に関する現地調査について. 第 52 回北海道開発技術研究発表会 (2009).
- 7) 小林 圭, 小玉茂義: 屋根付岸壁における水産物の鮮度保持. 第 53 回北海道開発技術研究発表会 (2010).
- 8) 小玉茂義, 小林 圭, 佐藤 仁, 岩倉祐二: 屋根付岸壁における水産物の鮮度保持について その 1～現地調査～. 平成 22 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 195-196 (2010).
- 9) 石原成嗣, 井岡 久, 開内 洋: 石見海域漁場保全調査 (食中毒原因細菌調査). 平成 15 年度島根県水産試験場事業報告, 28 (2004).
- 10) 福島 博: 島根県における腸炎ビブリオおよびビブリオ・バルニフィカス感染症予防に関する研究 I. 佐陀川における生態調査および島根県東部で漁獲された魚介類における分布調査. 島根保環研所報, 44, 73-82 (2002).
- 11) 福島 博: 島根県における腸炎ビブリオおよびビブリオ・バルニフィカス感染症予防に関する研究 II. 島根県沿岸における腸炎ビブリオおよびビブリオ・バルニフィカスの分布調査. 島根保環研所報, 45, 51-62 (2003).
- 12) 福島 博: 島根県における腸炎ビブリオおよびビブリオ・バルニフィカス感染症予防に関する研究 III. 島根県沿岸における TDH および TRH 産生性腸炎ビブリオの分布調査および市販貝類における汚染調査. 島根保環研所報, 45, 63-72 (2003).
- 13) 笠井久会, 中村哲士, 吉水 守: 砂原漁港の細菌学的調査. 北大水産彙報, 53, 69-73 (2002).
- 14) 笠井久会, 杉山絵美, 吉水 守: 衛生管理型標津漁港の細菌学的調査. 日水誌, 70, 60-65 (2004).
- 15) 鈴木祥広, 花ヶ崎宣昌, 高橋寛敬, 古川隼士, 吉田照豊: 青島漁港周辺水域の細菌学的調査. 水環境学会誌, 30, 597-601 (2007).
- 16) 横山 純, 笠井久会, 古屋温美, 吉水 守: 大腸菌の漁港内分布に及ぼす漁港形状の影響. 日水誌, 77, 409-415 (2011).
- 17) 地域水産総合衛生管理対策基本計画策定の手引き. 水産庁漁港漁場整備部, 東京, 2005, p7.