

# 定置網運搬船の魚倉内における漁獲物冷却処理

上野 陽一郎  
久田 哲二  
熊木 豊  
河 岸 賢

京都府内の3大型定置網漁場において、定置運搬船魚倉内における漁獲物の冷却処理について調査を行ったところ、漁獲物の冷却状況に大きな違いが認められた。効果的な冷却がなされなかったと判断された2事例では、運搬船帰港後、フィッシュポンプによる水揚げが開始されて初めて漁獲物の温度が急激に下降した。これは、フィッシュポンプによる漁獲物の吸い込みに伴って魚倉内が攪拌されたためと考えられた。このことから、効果的な冷却ができなかった原因は、氷の使用量不足ではなく、魚倉内容物の攪拌が充分でなかったためと考えられた。

漁獲物は、致死条件や致死後の温度環境によりその鮮度が大きく変わる（望月ほか，1994，1999）ことから、鮮度保持のためには、漁獲時に適正な冷却処理を行うことが極めて重要である。したがって、漁獲物を鮮魚で出荷する場合、通常、漁獲時に漁獲物に対して「締め」と呼ばれる鮮度保持のための処理が行われる。定置網の場合、大量の漁獲物を短時間で処理する必要があり、氷等で冷却した定置網運搬船（以下、運搬船）の魚倉内の海水に漁獲物を浸漬することによって処理するのが一般的な方法である。その際には、漁獲物に見合った量の氷や冷海水を用いることと、魚倉内の上下層の水温差を無くすこと等が重要であるとされている（林，1996，2000）。現在、京都府内の定置網では、海水または冷海水に砕氷を入れ、その中に漁獲物を浸漬して冷却処理する方法が主流である。さらに、漁獲物の一層の高鮮度化を図るため、2003年には府内の2経営体において滅菌冷海水・流動海水氷製造装置が導入され、流動海水氷を用いた漁獲物の冷却処理が開始された。しかし、これまでに京都府における定置網漁獲物の冷却処理の実態に関する調査事例はなく、こうした冷却処理が漁獲物の鮮度保持のために適切になされているかどうかについては明らかにされていない。そこで、定置網漁獲物の冷却処理の現状を把握するために調査を行った結果、冷却処理に関する課題と改善点などが明らかになったので報告する。

## 方法

京都府内の運搬船魚倉内における漁獲物の冷却処理方法は、以下の3つに大別される。すなわち、魚倉内に海水と砕氷を入れ、その中で漁獲物を冷却する方法（以下、海水・砕氷処理）、魚倉内に冷海水と砕氷を入れ、その中で漁獲物を冷却する方法（以下、冷海水・砕氷処理）および魚倉内に冷海水、砕氷および流動海水氷を入れ、その中で



漁獲物を冷却する方法（以下、流動水処理）である。本報では、これらの冷却処理方法について、具体的事例を調査した。なお、冷海水とは、海水を通常 1~3°C まで冷却したものであり、流動海水氷とは、海水をシャーベット状に凍らせたもので、真水の氷と若干塩分濃度の高い冷海水とで構成されており、氷の粒が数 mm 以下と小さいため流動性が高い。

海水・砕氷処理の事例については2003年6月11日に有限会社成生水産の小崎漁場、冷海水・砕氷処理の事例については同年7月1日に伊根漁業協同組合（現伊根浦漁業株式会社）の割栗漁場、流動水処理の事例については同年7月9日に同漁業協同組合の鋤崎沖漁場において調査を行った。

漁獲物の種類および量については京都府漁業協同組合連合会の漁獲統計資料を用いた。漁獲時に運搬船の1つの魚倉に当該漁場の漁獲物がすべて収容された場合には、上記漁獲統計資料の漁獲量を魚倉に収容した漁獲物の量として扱った。ただし、漁獲量が多かったため、使用した魚倉が2倉におよんだ流動水処理の場合は、漁獲物収容完了後の運搬船の魚倉内における漁獲物、海水および氷の混合物（以下、魚倉内容物）の深さを両魚倉について測り、上記漁獲統計資料の漁獲量を深さの割合で按分することにより魚倉に収容した漁獲物の量とした。

砕氷の使用重量については、使用重量が判明している場合を除き、魚倉への砕氷投入に用いた籠の数量から推定した。また、流動海水氷の使用量については、注水ホースからの吐出量から推定した。流動海水氷は氷と冷海水との混合物であるため、流動海水氷中の氷の含有率を30%として氷の重量を別途求めた。さらに、魚倉内に収容された漁獲物重量に対して使用された氷の総重量の比率（以下、氷使用率）を求めた。冷海水・砕氷処理で使用された冷海水は 2.6°C、流動水処理で使用された冷海水は 2.0°C、流動海水氷は -2.1°C であった。

漁場海水温および気温 調査開始時に、各漁場の 15 m 深の海水温をデジタル式温度計（佐藤計量器製作所社製 SK-1250MC）により測定し、漁場海水温とした。また、運搬船帰港時の気温をデジタル式温度計（同社製 SK-250WP）あるいは自記式小型温度計（アレック電子社製 MDS、以下、小型温度計）により測定した。

魚体内温度 漁獲物された魚体の腹腔内温度を魚体内温度とした。魚体内温度の測定には自記式ボタン型小型温度計（AES LABORATOIRE 社製 TOMPROBE、以下、ボタン型温度計）を用い、測定間隔は1分間とした。供試魚の採取は、揚網作業が最終段階に入って船上から魚体をすくい取れるようになった時点でタモ網により行った。採取

Table 1. Outlines of catch and the cooling handling at survey set net fishing ground

Date	Management (Fishing ground)	Cooling elements	Species	Catch in kg	Quantity of ice in kg	The using rate <sup>a</sup> of ice for catch	Sea water temperature <sup>b</sup> at the fishing ground in °C	Temperature <sup>c</sup> at the fishing port in °C
June 11 2003	Naryu Suisan Co, Ltd. (Kosaki)	Crushed ice and seawater	Japanese jack mackerel <sup>d</sup>	838	640	0.53	18.4	20.0
			Japanese amberjack <sup>e</sup>	232				
			The others	140				
				Total 1,210				
July 1 2003	Ine Fishery Coop. (Wariguri)	Crushed ice and cold seawater	Japanese anchovy <sup>f</sup>	945	1,090	1.15	21.4	21.3
			The others	<1				
				Total 945				
July 9 2003	Ine Fishery Coop. (Sukizakioki)	Crushed ice, cold seawater and the flow seawater ice	Japanese anchovy	930	1,000 (Crushed ice) 360 (Ice in the flow seawater ice; 1,200)	0.98	21.9	21.1
			Flyingfish <sup>g</sup>	299				
			Japanese jack mackerel	121				
				31				
				Total 1,381				

a, Quantity of ice divided by catch; b, At 15m layer; c, The time in which the carrier boat returned to the fishing port; d, *Trachurus japonicus*; e, *Seriola quinqueradiata*; f, *Engraulis japonicus*; g, *Cypselurus hiraii* and *C. heterurus doederleini*.

した魚の中から供試魚を選定し、魚体の腹部を肛門から頭部に向かって1.5 cm程度切開してボタン型温度計を腹腔内に挿入した。その後、供試魚を数尾ずつまとめてポリエチレン製の網袋（脚長約8 mm）に収容し、直ちに魚倉内容物の上層（魚倉内容物の表面から下方に約20 cm）および下層（魚倉底から上方に約20 cm）に設置し、魚体内温度を測定した。ただし、魚倉内容物が少なかった海水・砕氷処理では、下層にのみ設置して測定した。

海水・砕氷処理ではマアジ *Trachurus japonicus*（平均尾叉長；30.0 cm，平均魚体重；381.4 g）10尾を供試魚として用いた。また、冷海水・砕氷処理および流動氷処理ではツクシトビウオ *Cypselurus heterurus doederleini*（平均尾叉長；27.3 cm，平均魚体重；243.9 g および平均尾叉長；26.8 cm，平均魚体重；227.2 g）を供試魚として用い、冷海水・砕氷処理は魚倉内容物の上層に4尾，下層に3尾，流動氷処理は上層および下層にそれぞれ3尾ずつ上記の方法で設置した。なお、いずれの処理においても、運搬船の帰港後、魚倉から漁獲物の水揚げが半分程度終了した時点で供試魚を魚倉より回収した。これらの供試魚から得られた魚体の腹腔内温度については、設置層ごとに平均値を求め、魚体内温度とした。

**魚倉内温度および魚倉内容物の観察** 運搬船の魚倉に漁獲物が収容され漁港で水揚げされるまでの魚倉内容物の温度を魚倉内温度とした。魚倉内温度の測定は、前述の供試魚を収容したポリエチレン製の網袋内に小型温度計を同封し、1分間隔で測定した。ただし、魚倉内容物が少なかった海水・砕氷処理では下層のみの測定とし、供試魚を魚倉内に設置した数分後に、供試魚のすぐ傍に小型温度計を設置して温度を測定した。なお、いずれの処理においても、運搬船の帰港後、魚倉から漁獲物の水揚げが半分程度終了した時点で小型温度計を魚倉より回収した。

また、各処理事例ごとに運搬船帰港時の魚倉内容物の状態について、目視による観察を行った。

## 結果

今回行った3回の調査の概要を Table 1 に示した。海水・砕氷処理における漁獲物の主体はマアジであり、次いでブリ *Seriola quinqueradiata* が多かった。魚倉に収容された漁獲物の量は1,210 kgであり、使用した砕氷の重量は640 kgと推定された。氷使用率は0.53であった。冷海水・砕氷処理における漁獲物の主体はカタクチイワシ *Engraulis japonicus* であった。魚倉に収容された漁獲物の量は945 kgであり、使用した砕氷の重量は1,090 kgであった。氷使用率は1.15であった。流動氷処理における漁獲物の主

体はカタクチイワシであり、次いでトビウオ類（ホソトビウオ *C. hiraii* およびツクシトビウオ），マアジの順に多かった。魚倉に収容された漁獲物の量は1,381 kgであり、砕氷および流動海水氷の使用量はそれぞれ1,000 kg および1,200 kg，流動海水氷中の氷の含有量は360 kgと推定された。氷使用率は0.98であった。

**漁場海水温および気温** 調査開始時の漁場海水温は、海水・砕氷処理の小崎漁場が18.4°C，冷海水・砕氷処理の割栗漁場が21.4°C，流動氷処理の鋤崎沖漁場が21.9°Cであった。また、帰港時の港岸壁における気温は、それぞれ20.0，21.3，21.1°Cであった。

**魚体内温度および魚倉内温度ならびに魚倉内容物の状態** 漁場においてボタン型温度計を腹腔内に挿入した供試魚を魚倉内に設置した時点から、帰港後、魚倉からそれらを回収するまでの魚体内温度および魚倉内温度の変化を Fig. 1~3 に示した。

海水・砕氷処理について見ると (Fig. 1)，魚体内温度は、測定開始直後から回収時まで緩やかに降下を続け、回収時は0.0°Cになっていた。魚倉内温度は測定開始直後から概ね2°C以下で推移しており、回収時の温度は-0.1°Cであった。運搬船帰港時の魚倉内容物は、目視観察によると、砕氷が表面にわずかに認められる程度にまで融解している状態であった。

冷海水・砕氷処理について見ると (Fig. 2)，魚体内温度は、上層では、測定開始直後から急激に降下し、測定開始から34分後には3.2°Cまで降温した。その後、緩やかな

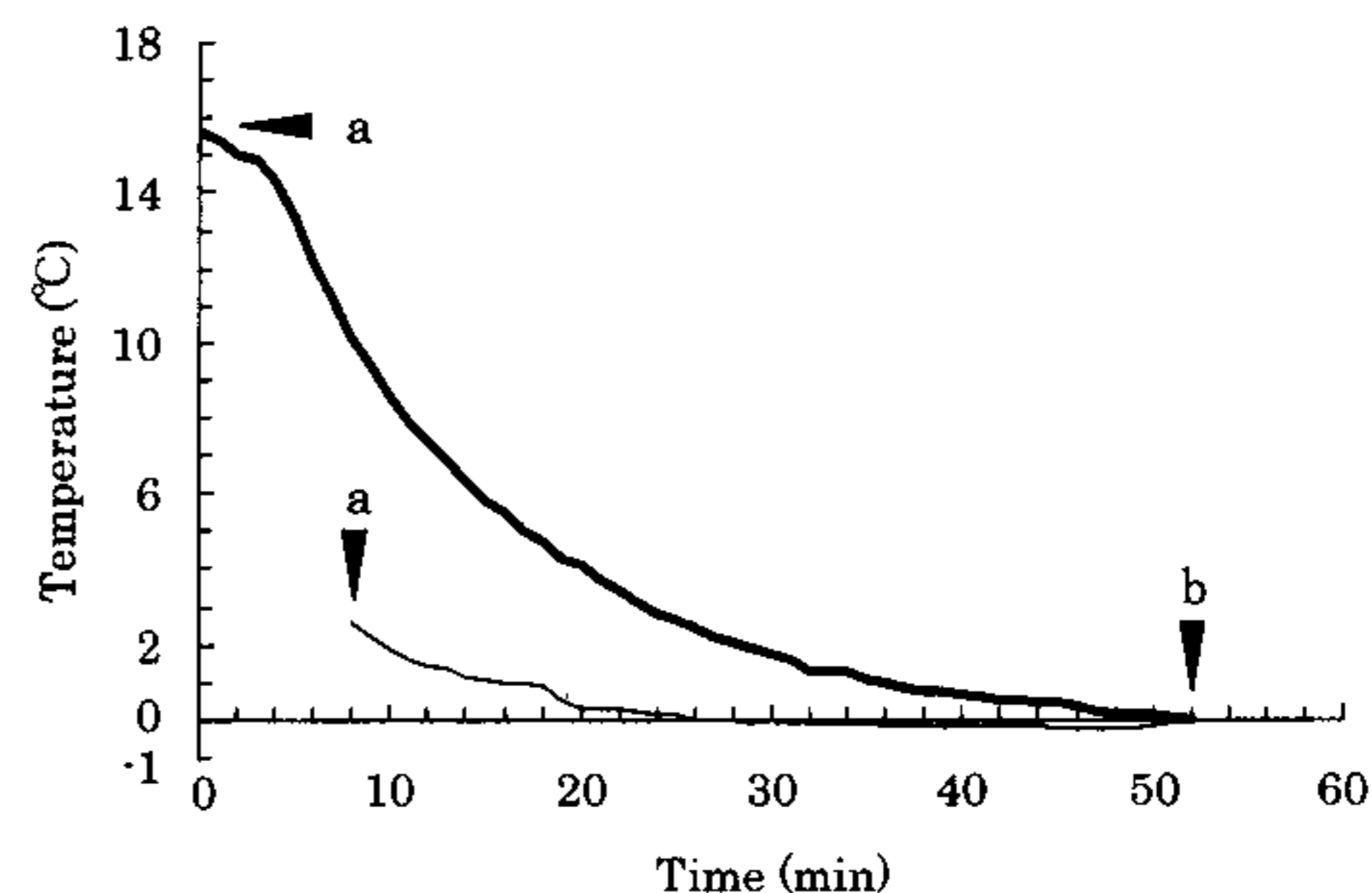


Fig. 1. Changes in peritoneal cavity temperature of the fish (bold line) and the contents temperature (thin line) in the fish hold at Kosaki set net fishing ground on June 11, 2003. a, The start of the measurement of peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature; b, The end of the measurement of peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature.

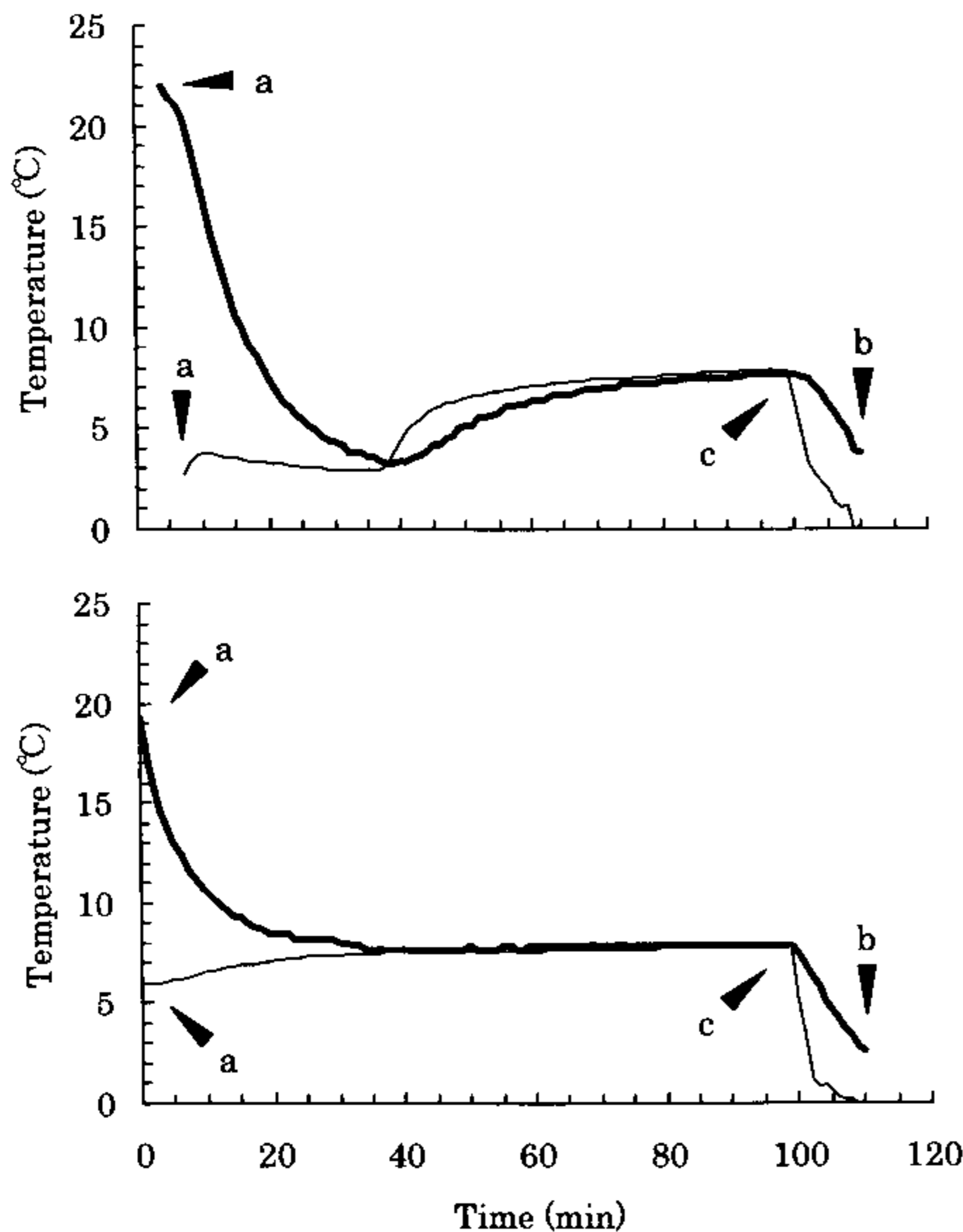


Fig. 2. Changes in peritoneal cavity temperature of the fish (bold line) and the contents temperature (thin line) in the fish hold at Wariguri set net fishing ground on July 1, 2003. The upper panel indicates the upper layer of the contents in the fish hold and the lower panel indicates the lower layer of the contents in the fish hold. a, The start of the measurement of peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature; b, The end of the measurement of the peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature; c, The start of the catch landing work using the fish suction pump.

上昇を示し、測定開始から89分後には最高の7.7°Cまで昇温した。そして、運搬船が帰港し、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると同時に急激に降下し、回収時には上層の魚体内温度は3.8°Cとなっていた。一方、下層では、魚体内温度は測定開始直後から急激に降下し、測定開始から35分後には7.7°Cまで降温したが、その後はほぼ一定温度で推移した。上層と同様に、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると同時に急激に降下し、回収時には下層の魚体内温度は2.6°Cとなっていた。魚倉内温度は、上層では、測定開始直後から32分後までは4°C以下で推移したが、その後上昇に転じ、測定開始から89分後には最高の7.9°Cまで昇温した。そして、運搬船が帰

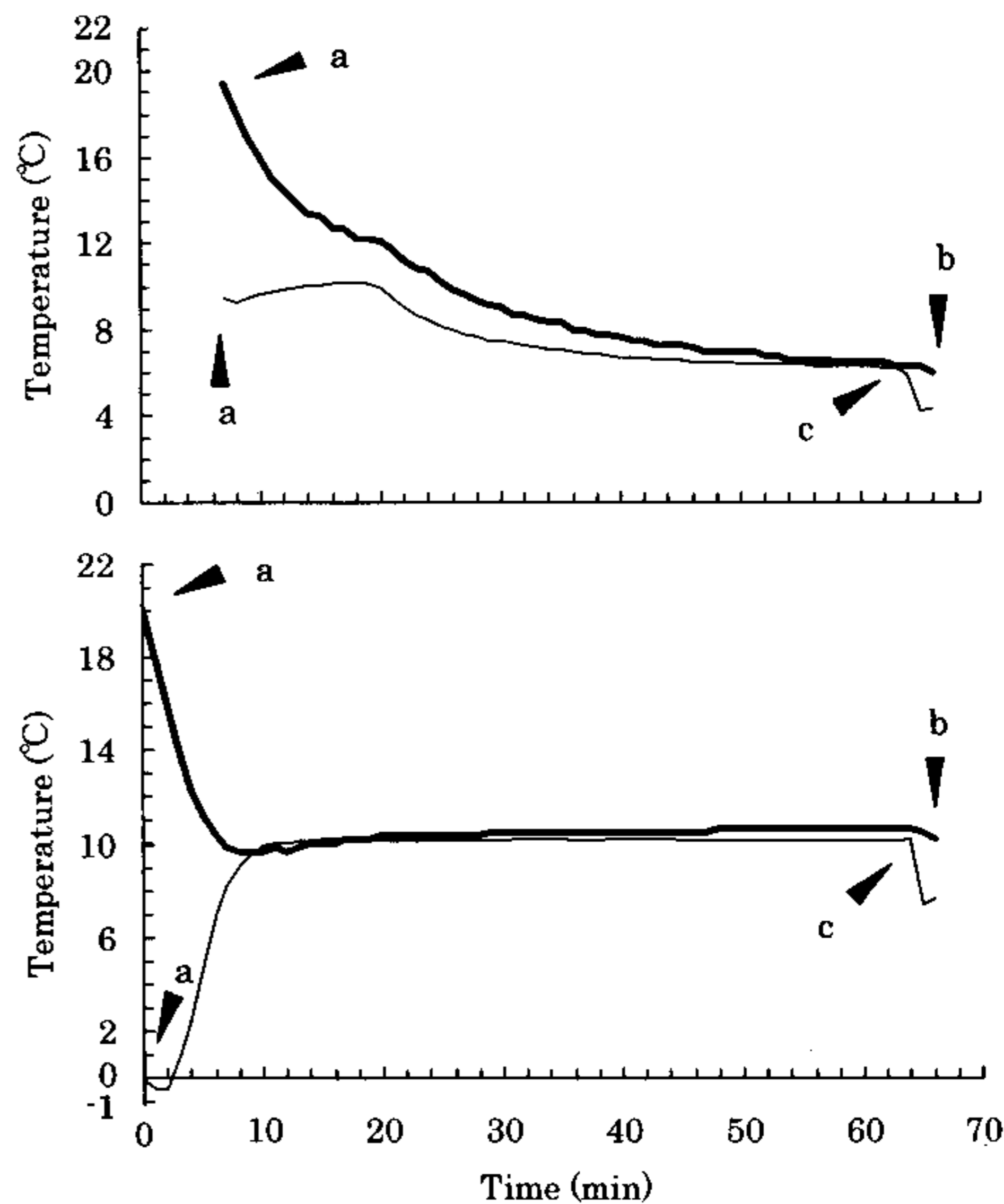


Fig. 3. Changes in peritoneal cavity temperature of the fish (bold line) and the contents temperature (thin line) in the fish hold at Sukizakioki set net fishing ground on July 9, 2003. The upper panel indicates the upper layer of the contents in the fish hold and the lower panel indicates the lower layer of the contents in the fish hold. a, The start of the measurement of peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature; b, The end of the measurement of the peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature; c, The start of the catch landing work using the fish suction pump.

港し、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると同時に急激に降下し、回収時には上層の魚倉内温度は0.2°Cまで降温していた。一方、下層では、魚倉内温度は測定開始直後には6°C程度であったが、その後きわめて緩やかに上昇し、測定開始から89分後には最高の7.9°Cまで昇温した。上層と同様に、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると同時に急激に降下し、回収時には下層の魚倉内温度は0.1°Cまで降温した。運搬船帰港時の魚倉内容物は、目視観察によると、砕氷および再氷結により砕氷同士が結合してできたと思われる直径十数cm～数十cmの水塊が表面を覆っている状態であった。

流動水処理について見ると (Fig. 3), 魚体内温度は、上

層では、測定開始直後から回収時まで緩やかに降下を続け、運搬船が帰港し、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まった後も大きな温度変化は認められなかった。回収時の上層の魚体内温度は 6.0°C であった。一方、下層では、魚体内温度は測定開始直後から急激に降下し、測定開始から 8 分後には 9.7°C まで降温した。その後、極めて緩やかに上昇し、測定開始から 48 分後には最高の 10.7°C まで昇温した。そして、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると若干降下し、回収時の下層の魚体内温度は 10.2°C であった。魚倉内温度は、上層では、測定開始直後は 9.5°C であったが徐々に上昇し、測定開始から 10 分後には最高の 10.2°C まで昇温した。その後、緩やかに降下していたが、運搬船が帰港し、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると同時に急激に降下し、回収時には上層の魚倉内温度は 4.3°C まで降温した。一方、下層では、魚倉内温度は測定開始直後には -0.1°C であったが急激に上昇し、測定開始から 13 分後には最高の 10.2°C まで昇温した。上層と同様に、フィッシュポンプによる漁獲物の水揚げが始まると同時に急激に降下し、回収時には 7.7°C まで降温した。定置運搬船帰港時の魚倉内容物は、目視観察によると、砕氷および再氷結により砕氷同士が結合してできたと思われる直径十数 cm～数十 cm の氷塊がいくつか表面に見えている状態であった。

## 考察

海水・砕氷処理では、魚倉内温度が常に 2°C 以下に保たれ、魚体内温度も緩やかに下降して魚体回収時には 0°C であったことから、漁獲物は効果的に冷却されていたものと考えられた。一方、冷海水・砕氷処理では、魚倉内温度は最終的に上下層とも 0°C 付近まで降温していたものの、途中、両層ともに最高 8°C 近くまで昇温していた。また、魚体内温度は、上下層ともに魚体回収時には 4°C 以下にまで下降していたが、途中、最高 8°C 近くまで昇温していた。以上のことから、冷海水・砕氷処理では、海水・砕氷処理に比べ漁獲物は効果的に冷却されていなかったと考えられた。流動氷処理では、上層で魚倉内温度が 8°C まで降温するのに測定開始から 19 分間を要し、下層では測定開始直後と終了直前を除く大部分の間で約 10°C という高い値を示していた。さらに、最終的に上層で約 4°C、下層で約 8°C までしか降温しておらず、前述の 2 処理と比較してかなり温度が高かった。また、魚体内温度は、最終的に上層で約 6°C、下層で約 10°C であった。以上のことから、流動氷処理では、前述の二つの処理と比べ漁獲物は効果的に冷却されていなかったと考えられた。さらに、高鮮

度の漁獲物を得るためには、漁獲物の K 値の推移から魚倉内の温度を 8°C 以下に保持することが必要である（林，1996）とされている。したがって、流動氷処理での漁獲物の冷却は不十分であったと考えられた。

一般に、漁獲物の冷却が充分に行われない原因として、冷却源である氷の使用量不足、魚倉内容物の攪拌不足、あるいは両方の不足が考えられる。氷使用率は、冷海水・砕氷処理および流動氷処理では 1.15 および 0.98、海水・砕氷処理では 0.53 であり、冷海水・砕氷処理および流動氷処理は海水・砕氷処理の約 2 倍の値であった。海水・砕氷処理では、漁獲物が二つの処理例のうち最も効果的に冷却されていたと考えられたことから、冷海水・砕氷処理および流動氷処理の水使用量が不足していた可能性は極めて低い。

そこで、冷海水・砕氷処理および流動氷処理の両事例で、フィッシュポンプによる水揚げ開始後に、魚倉内温度が急激に降下した点に注目した。フィッシュポンプによる水揚げは、吸入ホース先端を魚倉内に挿入して魚倉内容物を吸い上げるにより行う。この時、吸入ホースの先端によって魚倉内容物が直接攪拌されるほか、吸入口からの漁獲物、海水および氷の吸入によって魚倉内の他の漁獲物、海水および氷も移動すること、さらにはフィッシュポンプにつながる漁獲物自動選別機からの冷海水の還流により、冷媒となる冷海水が循環して魚倉内容物は大きく攪拌される。このことから、冷海水・砕氷処理および流動氷処理で見られた急激な降温は、魚倉内容物水揚げ作業に伴う攪拌が原因である可能性が極めて高い。また、仮に氷の量が不足していたならば、攪拌による急激な降温は考えられないことから、前述のとおり、冷海水・砕氷処理および流動氷処理の水使用量が不足していた可能性は低い。したがって、冷海水・砕氷処理および流動氷処理において効果的な冷却がなされなかった原因は、魚倉内容物の攪拌不足であると考えられた。このことは、漁獲物に対する氷の使用量が必要量を満たしていても、氷は比重が軽いためそのままの状態では魚倉内容物の表面付近に存在することになり、攪拌がなされなければ氷による十分な冷却効果は期待できないことを示唆している。

次に、冷海水・砕氷処理および流動氷処理では水揚げに伴う攪拌後、急激な降温を示したが、海水・砕氷処理では特にこうした攪拌が行われなかったにも関わらず効果的に漁獲物が冷却されていた理由について、氷の使用実態から考察する。海水・砕氷処理では、帰港時には魚倉内容物中の氷がほとんど融解していた。これは、冷海水ではなく海水を使用していたため砕氷の融解が速やかに進行したためと考えられた。その結果、魚倉内容物はほぼ漁獲物と海水のみという状態、すなわち、充分量の冷媒である冷却され

た海水中で、漁獲物が比較的自由に移動できるという状態になっており、波浪や航行による船体の揺れに伴い漁獲物の冷却が促進されたものと考えられた。これに対し、冷海水・砕氷処理および流動氷処理では、帰港時に十数 cm から数十 cm の氷塊が魚倉内容物の表面に多く認められた。これは、海水・砕氷処理の約 2 倍量の氷が使用されていたため、氷が魚体の移動を阻害し、魚倉内容物の攪拌が妨げられたのではないかと考えられる。なお、帰港時に魚倉内に残っている氷は通常そのほとんどが廃棄されることから、氷の過剰な使用は無駄な支出を増やすことにもなる。

高鮮度の漁獲物を得るためには魚倉内の上下層の水温差を少なくすることが必要であり、魚倉への漁獲物収容量の多少および魚倉水深の浅深等が水温差の発生原因である(林, 1996)とされている。こうした魚倉内での水温の上下差は、今回の結果から、魚倉内容物の厚みが増すほど攪拌がなされにくい状態となるため発生するのではないかと考えられる。

今回、安価で簡便な方法である海水・砕氷処理では、冷海水・砕氷処理や最新の流動氷処理と比較して漁獲物が最も効果的に冷却されていた。これは、冷却処理という観点から魚倉内容物の管理、すなわち漁獲物の魚倉収容量に対する氷の使用量および魚倉内容物の攪拌が適切に行われた結果であると考えられた。これらのことは、最新の海水流

動氷を用いた場合でも魚倉内容物の適切な管理がなされなければその効果が期待できないことを示唆している。

漁獲物冷却のために魚倉内容物を攪拌する具体的な方法として、1つの魚倉に漁獲物や氷を過剰に収容しないことに加えて、大きな氷塊はできるだけ細かく砕くこと、道具による魚倉内容物の攪拌あるいはポンプによる冷海水の強制循環等を行うことが挙げられる。今後、魚倉に対する漁獲物、海水、氷等の適正収容量および割合等を明らかにし、魚倉内での漁獲物の具体的な冷却手法を確立することが必要であろう。

## 文 献

- 林 陽子. 1996. 定置網の鮮度向上試験. 水産海洋研究, **60**(2): 172-175.
- 林 陽子. 2000. 魚の収容に伴う水温上昇について. 神奈川水研研報, **5**: 49-54.
- 望月 聡・佐藤安岐子. 1994. マアジ筋肉の死後変化に及ぼす致死条件と貯蔵温度の影響. 日水誌, **60**(1): 125-130.
- 望月 聡・上野洋子・佐藤公一・樋田宣英. 1999. マサバ筋肉の死後変化に及ぼす致死後の貯蔵温度の影響. 日水誌, **65**(3): 495-500.

## Synopsis

### The Problems of Cooling of Catches in the Fish Hold of Carrier Boats in Set Net Fishing Grounds

Yoichiro UENO, Tetsuji HISADA, Yutaka KUMAKI and Masaru KAWAGISHI

In set net fishing, cooling the catch in the fish hold of carrier boats at set net fishing grounds is important to maintain the freshness of the catch. Our surveys, which measured the peritoneal cavity temperature of the fish and the contents temperature in the fish hold on a carrier boat using a small recording-type thermometer, were carried out at three large scale set net fishing grounds off Kyoto Prefecture on Jun. 11, Jul. 1 and 9, 2003.

The results indicated that one catch was cooled efficiently, but the other two catches were cooled imperfectly. It transpired that the cause of such inferior cooling effect was not lack of ice, but insufficient stirring of the contents in the fish hold. It was concluded that the use of too much ice, as well as overlarge lumps of ice, prevented circulation of the cold seawater that keeps the fish cool.