

ろ過装置を用いたスルメイカの活魚輸送法について

石井 洋

Live Fish Transportation Method Using
filtering system of Japanese Common Squid *Todarodes pacificus*.Hiroshi ISHII[#]

はしがき

本県の一本釣漁業を主とする沿岸漁業経営体において、夏期のスルメイカ (*Todarodes pacificus*) 漁は重要な漁業の一つとなっている。しかし、主漁場である三浦半島南西沖では、7月下旬から10月上旬にかけて24以上を越える高水温により、操業船によるスルメイカ(以下、イカという)の活魚輸送は24ではへい死率が0~24%、28では39%以上¹⁾となり、最悪の場合全滅させてしまうことがある。三崎魚市場では、活イカは鮮イカの約2倍の高値で扱われており、へい死率の上昇はそのまま収入の減少となって現れる。夏期のイカ漁の収入増及び経営安定化につながる一手段として、低へい死率の活イカ輸送方法を確立する必要がある。

そこで、安価で簡便な低へい死率の活イカ輸送方法を確立するため、簡易冷却魚艙(以下、冷却魚艙という)を試作し、活イカ輸送の船上試験を1994年の8~9月にかけて行ったところ冷却魚艙の効果が認められた。

しかし、船上試験で使用した氷は、操業当たり125~250kgであることから、イカ釣漁業者の積み込みの負担を考えると受け入れがたい量であった。漁業者の要望が、100kg以下の氷を用い、へい死率10%以下で20kgのイカを輸送できる方法であることから、本試験は氷使用量100kg以下、へい死率10%以下の活イカ輸送方法を確立することを目的とした。氷使用量の減少は、冷却魚艙内の汚染を希釈する注水が冷却能力の減少によりその量が制限され、水質悪化をきたす。その影響を最小限にすべくろ過装置を付け加えた冷却魚艙を開発し試験を行ったところ、好結果を得たので報告する。

材料及び方法

冷却魚艙の構造

- ・魚艙内設置型ろ過装置を用いた冷却魚艙

魚艙内設置型ろ過装置(以下、前期型ろ過装置という)を用いた冷却魚艙(以下、前期型冷却魚艙という)は、泡沫分離法とフィルターろ過を備えた前期型ろ過装置を

取り付けした氷入れを魚艙内に設置した構造である(図1)。前期型ろ過装置は、泡沫分離装置、フィルターろ過の順番で冷却魚艙水を循環させることによりフィルターへの負荷を軽減できる。また、エアストーンから発生する気泡の滞留時間が長いいため、酸素供給効率が良い等の特徴を持っている。

泡沫分離装置は、エアストーンから発生する気泡の界面に、有機物や微細なけん濁物が濃縮されて水面に上昇して泡を形成する作用²⁾を利用し、その容易に消えない泡(以下、安定泡沫という)を分離除去するもので、その上部にあるホースから安定泡沫を排出し、冷却魚艙水をろ過する。

フィルターろ過装置は、上層から順に、マイククリーンフィルター(アース株式会社)、ポリエステルマット(アース株式会社)、サランロック(旭化成工業株式会社、CS-100)、サンゴ砂の4種類のろ材を用いている。サランロック、サンゴ砂は、イカが排出する固形物をろ過し、ポリエステルマット、マイククリーンフィルターは主にすみをろ過する。

冷却魚艙水は、フィルターろ過装置上部に取り付けたポンプ(4200l/時)で強制循環する。泡沫分離装置の下部開口から入りそれを通過し、フィルターろ過装置に入り下層から上層に流れる。ポンプから排出され氷投入槽で氷と混ざり、その吐出口から排出される。氷を直接冷却魚艙に投入するため、氷の冷却熱量は、融解熱80Kcal/kgと0から20までの融解後奪う熱量の計約100Kcal/kgとなる。

氷投入槽は、上面が開いており、その中に氷を入れることにより漁船の動揺による氷の冷却魚艙外への流出を防止し、冷却魚艙水温を均一化するためのものである。

- ・船上設置型ろ過装置を用いた冷却魚艙

船上設置型ろ過装置(以下、後期型ろ過装置という)を用いた冷却魚艙(以下、後期型冷却魚艙という)は、冷却魚艙内に設置したエアストーンから発生する気泡が、有機物や微細なけん濁物を含んだ冷却魚艙水を濃縮し安

く任意の水温に冷却することができる。氷を熱交換器に投入するため、氷の冷却熱量は、融解熱 80 Kcal / kg と、0 から 5 ~ 6 までの融解後奪う熱量の計 85 ~ 86 Kcal / kg となる。熱交換器、圧力式ろ過装置から損失する熱量を試算したところ、外気温 35 の場合、約 1 kg / 時の氷を損失する。

両冷却魚艙の換水方法は、スカッパーを閉め、ポンプにより新鮮海水を注水し、魚艙口から排水する。常時、魚艙口の立ち上がり部分まで水位があることにより、冷却魚艙水量の増加及び冷却魚艙水の動揺を抑える効果が期待できる。

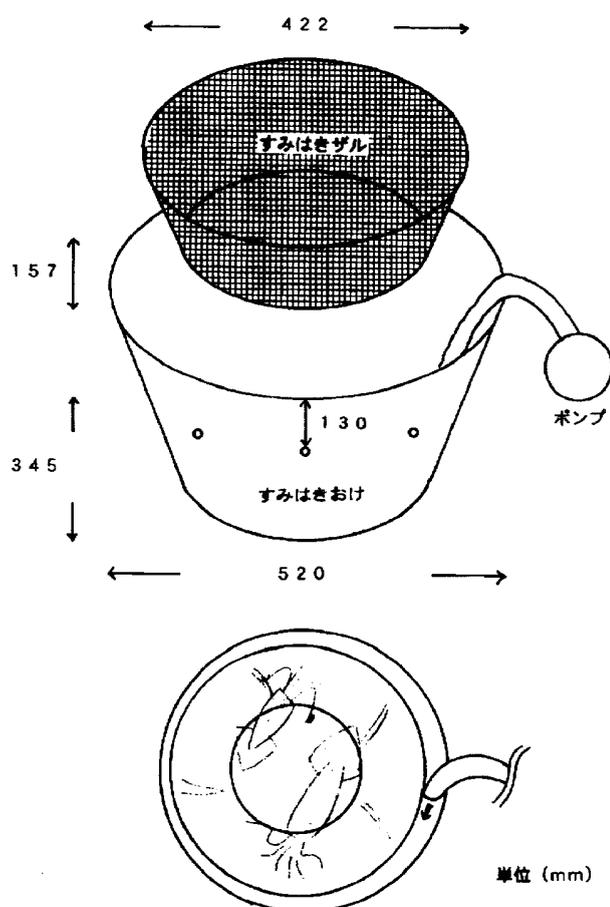


図3 すみはきザル模式図

すみはきザル

すみはきザル（以下、ザルという）は、すみはきイケス¹⁾より針から外したイカを入れやすく、かつ容易にイカを冷却魚艙に移すことができるように改良したものである（図3）。ザル（外径 422 mm、高さ 157 mm、目合い 2 mm 角）は、海水をポンプで注水し、排水孔からオーバーフローさせるすみはき桶（外径 520 mm、高さ 345 mm）（以下、桶という）に入れて使用した。桶内の水位は、イカが桶から飛び出さないように側面に排水孔を開け、桶の縁より 130 mm 低くした。すみが海水で希釈されたのを確

認後、ザルを用いて冷却魚艙に移した。

試験方法

・前期型冷却魚艙

1995 年 9、10 月に計 6 回、長井町漁業協同組合所属の宝誠丸、勝洋丸の魚艙（618 l）、（466 l）を図 1 に示すように前期型冷却魚艙に作り替え、活イカ輸送試験を行った。宝誠丸のフィルターろ過装置は、容積 26.3 l であり、マイクロフィルター 3500 cm²、ポリエステルマット 13650 cm²、サラロック 1400 cm²、5 kg のサンゴ砂を充てんした。冷却魚艙循環速度は、ろ過水量が 50 l / 分であることから、1 回転時間が約 12 分であった。

勝洋丸のフィルターろ過装置は、容積 20.4 l であり、マイクロフィルター 2100 cm²、ポリエステルマット 8190 cm²、サラロック 800 cm²、4 kg のサンゴ砂を充てんした。冷却魚艙循環速度は、ろ過水量が 50 l / 分であることから、1 回転時間が約 9 分であった。

魚艙水の冷却に真水氷を使い、4 時間で冷却魚艙 1 杯分（換水率 25 %）の海水を注水して活イカを輸送し、水揚げ時に活イカ尾数とへい死イカ尾数を調べた。操業開始までに冷却魚艙内に海水及び砕氷を入れ、冷却魚艙の水温を約 20 に下げた。同水温を保つために、砕氷を 20 分間隔でステンレス製のスコップを用い、2 ないし 3 kg 氷投入槽に入れた。同スコップは、事前に計測した結果、0.98 ± 0.12 kg の氷を 1 回で投入できることから、1 回 = 1 kg とした。

沿岸定線観測結果によると、三浦半島南沖の塩分濃度は 33‰ 以上である。活イカ輸送に与える影響が殆どないと言われている 30‰¹⁾ まで、同海水を希釈する真水氷を冷却魚艙に投入した場合、冷却魚艙水温は表層水温より 8 下げることができる。真水氷を用いて冷却魚艙水温を 20 に保つには、表層水温は 28 以下であれば良いことになる。

試験に使用したブローワーは、2400 l / 時（水深 1 m にエアストーンを設置した場合）の空気吐出風量があり、計算上必要な酸素を供給できる¹⁾。

操業開始後、20 分おきに冷却魚艙の水温、溶存酸素量、pH 値とアンモニア量を測定し、水質の変化を調べた。冷却魚艙内の水色、イカの行動、操業手順の観察を随時行った。水温、溶存酸素量は水質測定器（セントラル科学株式会社、UK-2000 型）のセンサーを冷却魚艙の底面に設置し測定した。魚艙水温平均値は、測定した冷却魚艙水温の平均値を用いた。pH 値は pH メーター（セントラル科学株式会社、CP-20 型）のセンサーを表層に入れ測定した。アンモニア量（UIA）は Ammonia card（Aquachem 社）を表層に入れ測定した。冷却魚艙内の水色を観察するために、白色のポリエチレン製ピーカー（直径 150 mm × 高さ 175 mm）に冷却魚艙水を満水にしてその

色を目視し、これと同条件の海水の色と比較した。同時に、魚艙口から冷却魚艙内の水色を目視した。

・後期型冷却魚艙

1996年8月に計3回、長井町漁業協同組合所属の文盛丸に、図2に示すように後期型ろ過装置、熱交換器を据え付け、魚艙(575l)に仕切板、ポンプ、エアストーンを取り付け冷却魚艙に作り替え、活イカ輸送試験を行った。冷却魚艙循環速度は、ろ過水量が45l/分であることから、1回転時間が約13分であった。換水率25%の冷却海水を注水して活イカを輸送し、水揚げ時に活イカ尾数とへい死イカ尾数を調べた。操業開始までに冷却魚艙内に海水及び真水砕氷を入れ、冷却魚艙の水温を約20に下げた。同水温を保つために、真水砕氷を入れた熱交換器に冷却魚艙に注水する海水を通過させ、その水温を下げた。熱交換器には、操業開始時に20~30kgの砕氷を入れ、氷が溶けたつど10~20kg補充した。

試験で行った換水方法、使用したブロー、ザル等は前述と同様である。

冷却魚艙の水質測定、観察は前述と同様である。

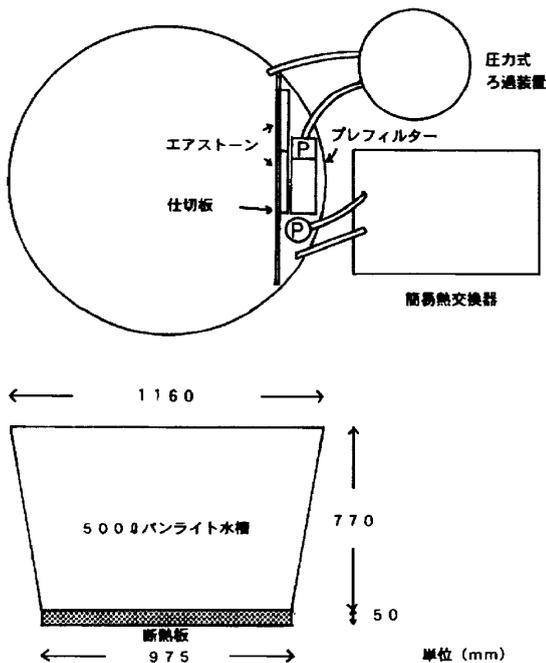


図4 水槽模式図

1996年9月24日、漁業調査船さがみの船上に図4に示すように500lのパンライト水槽(以下、水槽という)、後期型ろ過装置、熱交換器を設置し、無注水による活イカ輸送試験を行った。水槽循環速度は、ろ過水量が72l/分であることから1回転時間が約7分であった。活イ

カ輸送能力を調べるため、試験終了時に活イカ尾数とへい死イカ尾数を調べた。操業開始までに水槽内に海水及び真水砕氷を入れ、その水温を20以下に下げた。同水温を保つために、真水砕氷を入れた熱交換器に、水槽内の海水を4200l/時のポンプを使い循環させた。熱交換器には、操業開始時に20kgの砕氷を入れた。

試験で使用したブロー、ザル等は前述と同様である。冷却水槽の水質測定、観察は前述と同様である。

結果

表1 活イカ輸送試験におけるイカのへい死率

日付	漁船名	ろ過装置	平均		換水率		水温		漁獲尾数	へい死尾数	へい死率	
			海水温(℃)	(%)	量(kg)	量(kg)	最低(℃)	最高(℃)				
9月12日	宝盛丸	前期型	23.2	29	57	20.0	19.8	20.4	13.5	28	1	4
9月25日			23.7	25	58	19.7	19.5	20.2	18.0	52	17	33
9月28日			23.8	25	64	19.7	19.2	20.2	21.2	59	26	44
9月14日	勝洋丸	前期型	23.5	26	62	19.6	19.4	20.0	6.3	21	1	5
9月21日			24.5	26	53	19.4	18.8	20.2	13.3	53	8	15
10月4日			22.8	26	48	19.8	19.7	20.1	14.4	36	1	3
8月20日	文盛丸	後期型	25.7	25	114	18.8	18.7	18.9	11.0	43	0	0
8月29日			24.9	25	92	19.7	19.1	20.3	9.0	40	0	0
8月30日			24.8	25	96	19.7	19.0	20.6	13.0	37	0	0
9月24日	さがみ	後期型	23.2	0	45	18.5	18.3	18.6	3.5	16	0	0

$$\text{へい死率}(\%) = (\text{へい死尾数} / \text{漁獲尾数}) \times 100$$

冷却魚艙及びろ過装置を用いた活イカ輸送試験におけるイカのへい死率との関係を表1に示す。

前期型冷却魚艙を用い、魚艙水温20.4以下で活イカを輸送した。漁獲尾数が36尾以下では、へい死率は5%以下であり、52尾を超えた場合15~44%であった。

後期型冷却魚艙を用い、魚艙水温20.6以下で活イカを輸送した。漁獲尾数が43尾以下では、へい死率は0%であった。

後期型ろ過装置を用い、魚艙水温18.6以下で無注水活イカ輸送を行ったところへい死率は0%であった。

前期型冷却魚艙の氷使用量は、海水温が23.2~24.5の範囲において64kg以下であった。宝盛丸(魚艙容積618l)では、操業開始前に投入した氷の量は23~25kgであった。以降、20分に1回2~6kgの氷を投入した。勝洋丸(魚艙容積466l)では、操業開始前に投入した氷の量は16~20kgであった。以降、20分に1回2ないし3kgの氷を投入した。

後期型冷却魚艙の氷使用量は、海水温が24.8~25.7の範囲において114kg以下であった。文盛丸(魚艙容積575l)では、操業開始前に投入した氷の量は冷却魚艙に32~48kg、熱交換器に20~30kgであった。以降、1時間から1時間40分に1回10~30kgの氷を熱交換器に補充した。

無注水による活イカ輸送の氷使用量は、海水温が23.2において45kgであった。操業開始前に投入した氷の量は、水槽(500l)に25kg、熱交換器に20kgであった。

表1に示すように、氷を使うことにより冷却魚艙水温は、前期型冷却魚艙の場合、魚艙水温の変動幅1.4以内で約5℃、後期型冷却魚艙の場合、魚艙水温の変動幅0.2℃以内で約7℃下げることができた。冷却魚艙の損熱は、前期型冷却魚艙の宝盛丸の場合、試験に用いた氷の冷却熱量の約2割、勝洋丸約3割、後期型冷却魚艙の文盛丸の場合約2割であった。

表1に示すように、換水率は、9月12日のバルブの調節不良による29%を除くと25~26%であった。前期型ろ過装置は操業中に目詰まりしなかった。泡沫分離装置上部のホースから排出されるすみを含んだ黒い泡は、イカの吐くすみで冷却魚艙内が汚れると発生し、入港時まで発生し続けた。氷投入槽にもその泡が発生したため、くみ取り排出した。9月21日、25日、28日の試験では、操業中に冷却魚艙の底がすみ汚染により見えなくなり、入港時まで冷却魚艙水に着色があった。

イカは、数尾が鰭を水面に突き出して泳ぎ、他の数尾が底に並んで静止していた。全般に冷却魚艙内に平均的に分布せず、その両端に集中した。底に静止しへい死イカの触腕に吸着されたイカは、そのイカに吸着されたまま浮上するが、遊泳できずに底に沈んだ。へい死イカの鰓を観察したところ、すみの付着が見られる個体が半数近く存在した。

9月25日、28日の試験では、帰路、冷却魚艙水が漁船の動揺であふれ、水位が魚艙口より下がり、冷却魚艙水が激しく揺れた。その後白いメレンゲ状の泡沫が魚艙口からあふれだし、冷却魚艙内の観察が困難になった。換水率25%の注水量では、帰路中に魚艙口まで水位を復帰できなかった。

10月4日の試験では、イカは冷却魚艙内で1尾もすみを吐くことはなく中層を遊泳していた。外套膜の表皮の一部が剥離し白変している個体が3尾漁獲されたが、冷却魚艙内で衰弱したため、取り除き漁獲尾数に入れなかった。

後期型ろ過装置は、操業中に目詰まりすることはなく、ろ過圧力0.15kg/cm²と安定していた。8月20日、29日の試験では、操業中に冷却魚艙の底がすみ汚染により見えなくなることなく、安定泡沫の発生もなかった。30日の試験では、操業開始約40分後には冷却魚艙の底が見えなくなったことから、圧力式ろ過器の逆洗が不十分であると考え、漁船に設置してある散水ポンプを使い約9分間試験を中断し逆洗を行った。エアストーンから発生する泡は、水面ですみを含んだ黒い安定泡沫となり、魚艙口から流れ出した。逆洗後も、冷却魚艙水に着色が見られたが、入港時にはそれが見られず、イカは中層を遊泳し底に静止することはなかった。

さがみの船上に水槽を設置し、無注水活イカ輸送試験を行った結果、後期型ろ過装置は、操業中に目詰まりす

ることはなく、ろ過圧力0.15kg/cm²と安定していた。エアストーンから発生する泡は、水面ですみを含んだ黒い安定泡沫となり、流れ出すことなく水槽一面に蓄積した。操業終了時まで水槽水に着色がみられ、操業終了後40分経過してもわずかに認められた。イカは、水槽に入ると16尾ともすみを吐き、他のイカが吐いたすみの影響ですみを吐くことがあった。底に静止したイカは、イカの投入、船の揺れ等の刺激があると遊泳し、また底に静止する行動を繰り返した。

溶存酸素測定値(表2)は、前期型冷却魚艙の最低値が5.60mg/l、酸素飽和量に換算すると72%以上、後期

表2 活イカ輸送中に測定したpH、溶存酸素量の最低値

日付	漁船名	pH		溶存酸素量 (mg/l)	
		開始時	最低値	開始時	最低値
9月12日	宝盛丸	故障		8.12	6.12
9月25日		8.40	7.45	9.40	7.38
9月28日		8.45	7.40	9.16	5.60
9月14日	勝洋丸	8.35	7.30	8.74	7.46
9月21日		8.40	7.40	8.09	6.45
10月4日		8.45	7.55	10.41	6.74
8月20日	文盛丸	8.35	7.55	9.43	8.61
8月29日		8.35	6.75	8.64	7.80
8月30日		8.30	故障	8.47	7.75
9月24日	さがみ	8.30	7.90	8.40	8.11

型冷却魚艙の最低値が7.75mg/l、100%以上、水槽内の最低値が8.11mg/l、102%以上の値を示した。9月28日の試験では、試験開始3時間後ブロー不良による空気吐出風量の減少で、5.60mg/lまで低下し、20分後には7.08mg/lまで回復した。

pH値(表2)は、前期型冷却魚艙の場合7.30~8.45、操業開始1時間後の低下量が、最大0.45/時であった。後期型冷却魚艙の場合8月20日に7.55~8.35であった。しかし、29日では操業開始時に8.35であったのが、20分後7.70まで低下した。30日も同様に、8.30が40分後に7.00まで低下した。無注水による活イカ輸送試験では、ろ材を新品と交換した圧力式ろ過装置を用い、7.90~8.30であった。

アンモニア量は、8月29、30日に、約0.02ppm観測された。

ザルに一度入れることにより、冷却魚艙内で粘性の高いすみを吐くイカを大幅に減らすことができた。ザル内ですみを吐いたイカが冷却魚艙内ですみを吐くことがあった。ザルですみを吐かないイカは、冷却魚艙内で粘性の高いすみを吐くが、粘性の高いすみは、微細気泡が付着しその浮力で水面に浮上し多くは流れ去った。しかし、一部は、船の動揺による攪拌で冷却魚艙水に溶け込んだ。釣漁具を投入してから底に着くまでの時間で、ザル内のイカを冷却魚艙に移すことができた。粘性の高いすみは、

ザルを取り上げるとき目合いを通過せずその表面に付着した。

イカは、頭部から水中に入ると、尾部を水面から出し鉛直状態で漂うことがあった。著者は、自力で反転し空気を出し潜行できない個体をつかみ、反転させ空気を抜いた。9月25日の試験では、魚艙口に直立状態でへい死していたイカ3尾を観察したところ、外套膜内に空気が溜まっていた。

考 察

冷却魚艙の冷却能力

前期型冷却魚艙は、水温 20 以下¹⁾を保っており、冷却能力、安定性とも活イカ輸送において十分である。しかし、氷の投入を 20 分毎に行えば魚艙水温の変動幅は狭く安定するが、漁業者が行う場合では、氷の投入を操業の合間に行うことから不定期となり、魚艙水温の変動幅は広くなると考えられる。氷使用量は、64kg 以下であり、目標値の 100 kg 以下であった。

後期型冷却魚艙は、水温 21 以下¹⁾を保っており、冷却能力、安定性とも活イカ輸送において十分である。氷投入回数は 3 ~ 4 回であり、かつ氷の投入が不定期にできるため、前期型冷却魚艙に比べ操業中の作業が少ない。氷使用量は、114kg 以下であり、目標値の 100 kg を 1 割以上越えたことになる。実用化するには、冷却魚艙以外の魚艙にホースを入れ、魚艙を熱交換器とする方法がコスト面、設置場所の面で有効と考えられる。熱の移動を計算すると、ほぼ同容量の文盛丸の後期型冷却魚艙と宝誠丸の前期型冷却魚艙の損失率に差がないことから、圧力式ろ過装置、熱交換器による氷の損失量は、他の損失量に比べわずかであると言える。

冷却魚艙の活イカ輸送能力

宝誠丸による活イカ輸送試験の結果、へい死率は、52 尾(18kg)、59 尾(21.2kg)の漁獲量において、33.44%と高かった。同水温における活イカ輸送のへい死率は、魚艙のスカーパーを閉めてポンプにより魚艙内の海水交換を行う漁船の場合、0 ~ 6%である¹⁾。また上記の漁獲量は平均的な値と言え、へい死原因となるほど多くない。溶存酸素測定値の最低値 7.38, 5.60 mg/l は酸素利用限度³⁾以上であり、以下の結果から推定するとへい死原因の主因と言えない。9月29日に宝誠丸で前期型冷却魚艙を用いた活イカ輸送試験を行ったが、操業中にブローが停止してしまい試験は中止となった。停止から 20 分後の溶存酸素測定値は、5.56 mg/l であった。測定後、ポンプにより 4200l/時の注水を行った結果、漁獲尾数 20 尾のうち 19 尾を活イカとして水揚げできた。

5 秒間空中露出させた場合のイカの酸素消費量を測定したところ、 $2111 \pm 473.5 \text{ mg/kg} \cdot \text{時}$ (水温 16.5)と

なり、同水温の酸素消費量 $694 \text{ mg/kg} \cdot \text{時}$ ⁴⁾の約 3 倍になった。空中露出後、冷却魚艙に入れたイカは酸素消費量が増加し、すみが鰓に付着¹⁾したことによる酸素交換効率減少の影響を強く受けたと考えられる。桜井は、すみが鰓表面に付着して呼吸困難をきたし、イカが衰弱へい死する⁵⁾と述べており、冷却魚艙におけるへい死主原因はすみの存在と考える。本試験では、鰭を水面に突き出し泳ぐ、また底に静止したイカが観察されたことから、すみによる水質悪化に対する忌避反応と推測され¹⁾、上述の内容を裏付けていると言える。

筆者は、前報¹⁾ですみがイカに与える影響調査をした結果、すみ溶液中でイカが 6 時間生存したことを述べた。空中露出等により酸素消費量を増加させたイカが、すみの影響をどのように受けるのか調査し、その結果を用いてろ過器に必要とされるすみの過速度を推定する必要がある。

底に静止したイカは、へい死イカの触腕に絡まり、その負担で遊泳することが不可能になる。へい死率が 33.44%であった試験日、波高が 1 m 近くあり冷却魚艙水が揺れ、底に静止したイカは底面と激しく擦れ合い、衰弱へい死したと考えられる。底に静止、触腕に絡まる、擦れる、衰弱へい死を繰り返した結果、上記の高へい死率になったと考えられる。へい死イカ及び底に静止したイカの体表面の粘液物質⁶⁾が剥離し、大量のメレンゲ状の泡沫を発生させたことが擦れの激しさを示している。

魚艙内に水入れを取り付けたことにより、底に静止したイカの密度が高まり、へい死個体の触腕と接する確率が上昇したことも高へい死率の原因の一つではないかと考えられる。

勝洋丸による活イカ輸送試験の結果、へい死率は、53 尾(13.3 kg)の漁獲量において 15%と高かった。試験日の海面が穏やかで、メレンゲ状の泡沫の発生もなかったことから、擦れの影響は前述の試験日に比べ少なかったといえる。しかし、冷却魚艙内の水質、イカの行動から推測すると、海況によってはへい死率が 3, 4 割となりうる。

前期型冷却魚艙は、漁獲尾数 37 ~ 51 尾の試験結果がなく不明であるが、52 尾以上の活イカを輸送することができないと言える。

後期型冷却魚艙を用いた活イカ輸送試験の結果、へい死率は、37 ~ 43 尾、9 ~ 13kg の漁獲量において 0%であった。同尾数の場合は、活イカ輸送が可能と言える。前期型冷却魚艙において高へい死率であった、52 尾以上の活イカ輸送試験はできなかった。漁獲尾数 40, 43 尾を漁獲した後期型冷却魚艙は、安定泡沫の発生しない極めて良好な水質を保っていたことから、52 尾以上漁獲した場合、前期型より水質の良い状態で活イカ輸送を行え、結果として前期型以下のへい死率を保てると思われる。

圧力式ろ過装置は、2回以降の冷却魚艙のpH値が、操業開始後短時間で大幅に低下していることから、ろ材に付着したすみや排出物等の洗浄が不十分であったと言え、3回目にろ過不足をおこしたことも洗浄不足による考えると、使用後の洗浄がろ過能力に大きく影響すると言える。同試験日にアンモニアが微量ながら測定されたことも洗浄不足であったことを裏付けている。

泡沫分離装置を付けず、魚艙口から安定泡沫をオーバーフローさせる方法は、安定泡沫をくみ取る必要もなく、魚艙内に取り付ける装置も必要ないなど簡便である。

無注水による活イカ輸送試験の結果、16尾がすみを吐いてはいるが、イカの行動、ろ過能力から判断すると、後期型ろ過装置は、無注水活イカ輸送を行う能力がないといえる。また、安定泡沫だけ排出することはできず少量とはいえ冷却魚艙水が流失する。さらに船の動揺で冷却魚艙水が流失することにより、それらの結果冷却魚艙水の水位低下が生じ冷却魚艙水の動揺を抑える効果が得られなくなる。

すみはきザル

すみはきザルは、扱いが簡易であり、漁業者の負担も軽微であるためイカが漁獲後吐く粘性の高いすみ¹⁾の処理方法として有効である。ザルの目合いは、2mm角より大きいザルが市販されているため、すみが付着する問題は解決できる。イカは、冷却魚艙に移動する時に空気中に出る。そのため、外套膜内に空気が入り、冷却魚艙に投入後、尾部を水面から出し上下に運動することがある。これは、正常な遊泳とは言えず速やかに空気を除去する必要がある。このような状態にならないように、ザルから移す場合は、尾部を下にして入れなければならない。

冷却魚艙の経済性

後期型冷却魚艙は、材料費が約39万円である。使用年数を5年とし、夏期に水温が26℃を越える期間に30回操業した場合、操業当たりの費用は、2600円となる。大板1枚(130kg)の氷を使用し1枚1400円とした場合、その総額は4000円となる。魚艙のスキャパーを閉めてポンプにより魚艙内の海水交換を行う漁船の場合、ポンプ(16000円)を上記と同じ回数使用し、酸素ポンプ(充てん費用4000円)を10回で使いきる場合、操業当たりの費用は510円となる。その差額3490円は、1500円/kgの活イカがへい死し、750円/kgの鮮イカとして水揚げした4.7kgに相当する。魚艙水温の違いによるへい死率は、 $D = 11.8T - 289.5$ (D:へい死率(%), T:魚艙水温(°C))の式¹⁾を用いると、26℃の場合17.3%となり、27.2kg漁獲した場合4.7kgはへい死するということになる。27.2kg以上の漁獲量があり、活イカ単価が1500円/kg以上、鮮イカ単価が750円/kg以下の場合に、冷却魚艙を使用した金銭的メリットが発生する。

夏期における沿岸イカ釣漁船1日1隻当たりの平均漁

獲量が20kg¹⁾であることから、27kgのイカを毎日漁獲することは難しいと言え、漁獲量の増減、氷代の上昇、活イカ単価の変動と、冷却魚艙を用いた活イカ輸送は、現状では殆ど収入増をもたらさない。しかし、冷却魚艙は、低へい死率活イカ輸送を可能にするとともに、冷却魚艙内を遊泳する活きのよいイカを水揚げできる。後期型冷却魚艙で輸送したイカを市場に水揚げし、その後のへい死率、販売先の評判を調査したところ、活魚業者は、冷却を行わず輸送したイカは、トラック輸送時にへい死することがあり、全滅したこともあった。このイカはトラック輸送時のへい死がなく、得意先の評判も良かったと述べた。このことから、冷却魚艙による活イカ輸送は、品質の高い活イカを供給できると言える。

謝 辞

長井町漁業協同組合小型出漁船団部会の飯山健一氏、小杉大氏、小島瀧夫氏、進藤勝洋氏、竹内誠三氏をはじめとする皆様には調査に協力していただくとともに有益なご助言をいただいた。イカの活魚輸送には、活魚浦島(有)、岬水産(株)の皆様にご協力いただいた。また、指導普及部の笠原定夫普及担当部長、池田文雄副技幹、杉浦暁裕主査、漁業調査船さがみの乗組員のみなさまにも有益なご助言、ご協力をいただいた。あわせて、深く感謝する。

引用文献

- 1) 石井洋(1996): スルメイカの活魚輸送法について、神奈川県水産総合研究所研究報告第1号, 69 - 76
- 2) 佐野和生(1990): 活魚大全, フジ・テクノシステム, 東京, 318 - 320
- 3) 鈴木恒由(1991): イカ, 成山堂書店, 217 - 219
- 4) 鈴木恒由(1990): スルメイカの酸素消費量について(要約), 日本海ブロック試験研究集録第17号, 30 - 31
- 5) 桜井泰憲・池田譲(1992): スルメイカの生態研究における飼育実験法, イカ類資源・漁海況検討会議研究報告(平成4年度), 51 - 69
- 6) 田中武夫(1958): イカ肉の利用加工に関する組織学的及び組織科学的研究 - イカ肉の組織学的特性, 東海区水産研究所研究報告(第20号), 82