

スルメイカの活魚輸送法について

石井 洋[#]

Live Fish Transportation Method 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* 以下、イカという) 漁は、活イカとして水揚げした場合値段が高く、またサバ漁が不漁の場合の代替魚種となり、重要な漁業である。

主漁場である三浦半島南沖では、一都三県漁海況速報¹⁾によると、7月下旬から10月上旬にかけて活イカ輸送にとって限界といわれる24℃以上²⁾の高水温になり、通常の魚船による輸送ではへい死イカの割合が高く、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をもたらす。そのため、夏期のイカ漁の収入増およ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の確立が必要とされている。

現在 漁業者の間では 夏期の高水温を乗り切るため、氷を使って海水温を下げたり、酸素ポンペを積んで魚船に酸素を吹き込んだり工夫しているが、完全ではなく、イカの大量へい死という問題は解決に至っていない。

近年、小型漁船用の海水冷却装置も各種発売されているが、三浦半島の漁船は、数隻が搭載しているにとどまっている。機械本体を機関室に設置するため、場所的に搭載が困難な漁船がある。また、設置費込みで約100万円の投資が必要で、かつ高水温の日が前述したとおり年2ヵ月半と短いため、冷却装置の効果を理解しても経済的に採算がとれないと判断し、普及していない。

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、操業船における同種のへい死率の現状を知るとともに、すみはき対策や氷を用いた簡易冷却魚船(以下、冷却魚船という)を試作し、活イカ輸送の船上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

1 通常の操業中のへい死率調査

調査方法

1994年6月～10月の間、漁業者が記録した操業日毎の操業終了時魚船水温、活イカ水揚げ重量、へい死イカ重量からへい死率を計算し魚船水温とへい死率の関係を推定した。へい死イカ重量は、その月に漁獲されたイカ20～50尾を計量し平均重量を求め、その値に尾数をかけて算出した。

本県漁船の活イカ輸送が、主に図1に示すような次の2方法で行われているため、その両方からデータを得た。

A丸：魚船のスキャパーを開けて海水交換を行うタイプ。

B丸：魚船のスキャパーを閉めてポンプ(4200l/h)で海水を注水し、魚船の口からオーバーフローさせるタイプ。酸素ポンペにより酸素の富化を行う。

2 冷却魚船による活イカ輸送試験

冷却魚船の構造用

用いた冷却魚船は、図2に示す通り、エアリフター式ろ過装置(以下、ろ過装置という)と氷入れを魚船に取り付けた簡易な構造である。ろ過装置は、エアストーンから発生する気泡に伴う水流を利用してウールマット(150mm×240mm)でイカすみ、排出物をろ過するとともに、吐出口から出る水流で冷却魚船内に流れを作る機能を持つものである。気泡は酸素補給の他に、冷却魚船内に溶解するすみ、有機物や微細なけん濁物を除去する泡沫分離³⁾の効果も期待できる。

魚船の四隅とプラスチック板との間にろ過装置を設置した。流れが冷却魚船内をスムーズに流れるように、また、イカが流れに乗り壁面に衝突する回数を減らすため、四隅をプラスチック板でおおい、レースウェイ型とした。

氷入れ(縦540mm、横115mm、高さ600mm)は塩化ビ

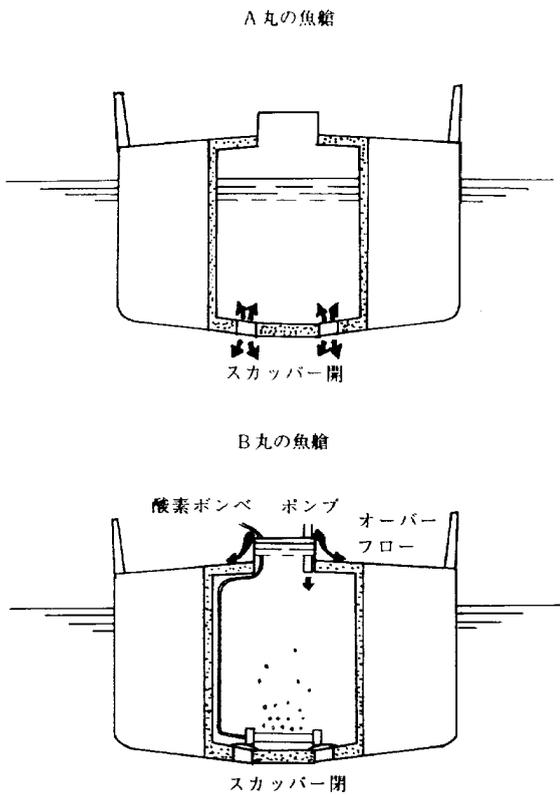


図1 通常の漁船の魚倉模式図

ニル製で、上面と底面が開口しており、魚倉口に据え付け使用した(図2)。中に氷を入れ海水を冷却するとともに、漁船の動揺による氷の冷却魚倉外への流出防止や、

冷却魚倉水温を均一化するためのものである。用いた氷は、1本9.6kg(400mm×240mm×100mm)の直方体で海水と真水をそれぞれ凍らせた2種類である。

イカが、魚倉内に収容後即座に吐くすみは、多量で粘性が高くなる過装置だけでは処理できない。そこで魚倉に収容する前、前処理としてすみを吐かせるすみはきイケス(縦330mm、横400mm、高さ850mm)を作成、船の側面に設置した(図3)。同装置は、プラスチック容器(縦250mm、横300mm、高さ150mm)の上側に6節、12節の網地を取り付けた釣り下げ型のイケスである。プラスチック容器は、イカを海水とともに冷却魚倉に移すための容器で、イカに触れることなくかつ空気中に出さないためイカへの負担が減らせる。

試験方法

活イカ輸送試験は、8月4日から9月20日までの計8回、長井町漁業協同組合所属の宝誠丸(4.45t)の魚倉(縦710mm、横1260mm、高さ820mm、容積680l)を図2に示すように冷却魚倉に作り替え、行った。8月5日~26日は海水氷、9月2日~20日は真水氷を用い、注水量を以下のとおり2段階に替え、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。冷却魚倉の海水温は、あらかじめ操業開始までに3~5本の氷を入れて下げた。冷却魚倉の水温を保つために、海水の注水量が2時間で冷却魚倉1杯分の時(注水量340l、換水率50%)は20分に1本の間隔で氷を氷入れに入れ、海水の注水量が1時間で冷却魚倉1杯分の時(注水量

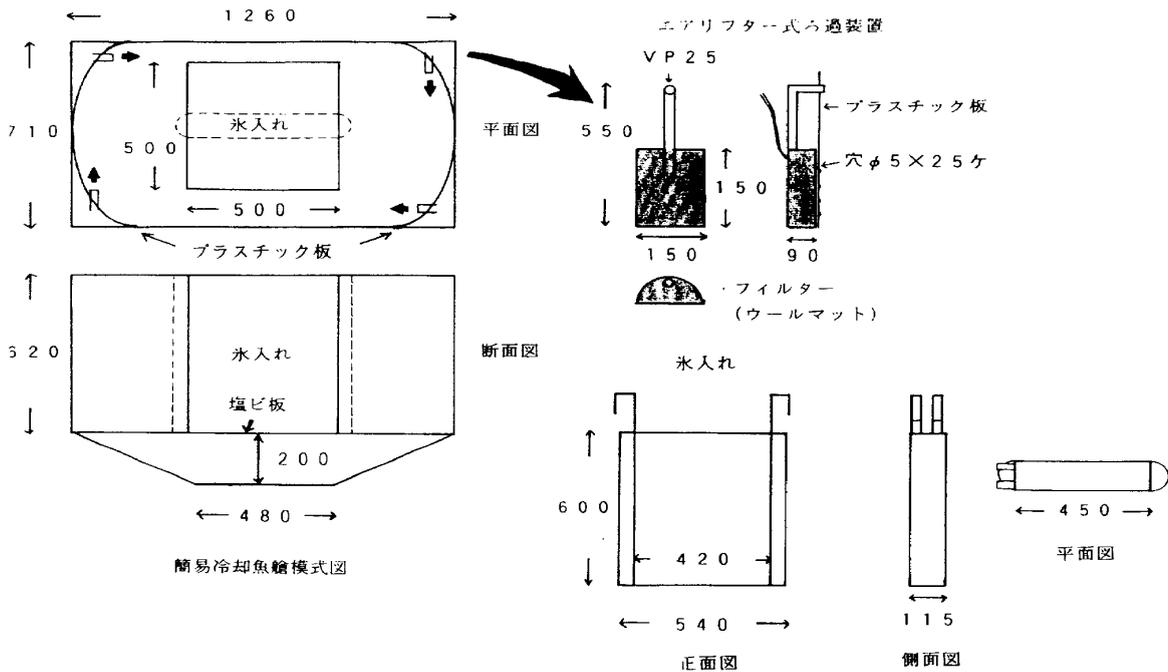


図2 簡易冷却魚倉模式図(mm)

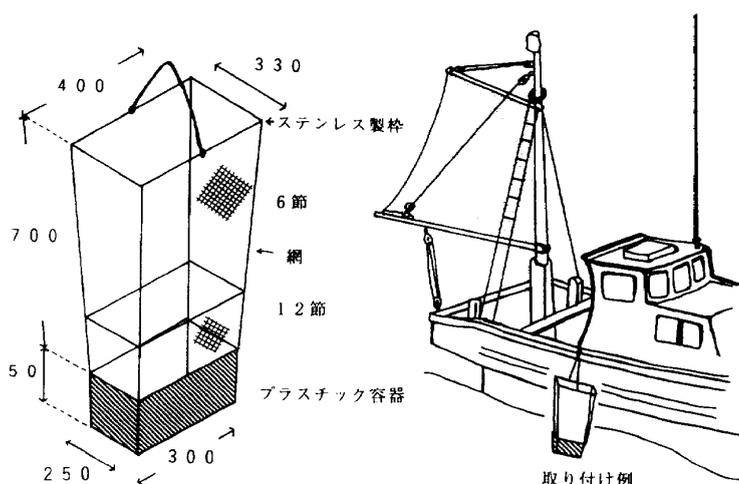


図3 すみはきイケス模式図と取り付け例 (mm)

680l, 換水率 100%) は 10 分に 1 本の間隔で入れた。真水氷を用いた場合、塩分濃度が 30%以上であれば活イカ輸送に与える影響は殆どない(桜井, 私信)ことから、冷却魚艙内の海水が 30%以下に希釈されない真水氷の量を計算し用いた。この場合、冷却魚艙は、塩分量 33%, 密度 1.02 g/cm^3 から求めると、注水量が 340 あるいは 680l/h であれば海水温より約 8℃ 低く保つことができる。

換水方法は、魚艙のスキャパーを閉めポンプにより新鮮海水を注水し、魚艙口から排水した。常時、魚艙口の立ち上がり部分まで水位があるため、スキャパーを開けた場合と比べ、冷却魚艙水の増量効果および、冷却魚艙内の海水の動揺を抑える効果が得られた。

漁獲したイカはただちにすみはきイケスに入れ、吐いたすみで海水で希釈されたのを確認後、仕掛けを下ろしている間に同プラスチック容器の海水とともに冷却魚艙に移した。

注水中の溶存酸素量だけでは、輸送するイカの呼吸量を満たすことが不可能な場合があるため、ブLOWERによる酸素補給を行った。必要とする吹き込み空気量は、酸素移動効率 5.0%⁴⁾、イカの酸素消費量 0.82 g/kg/h ⁵⁾ および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の 20kg/日から求めると、1640l/h である。試験には 2400l/h (水深 1 m にエアストーンを設置した場合) のブLOWERを用いたため、酸素不足になる恐れはない。

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。平均魚艙水温は、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 (NH_4^+) は Ammonia card (Aquachem 社) を表層に入れ測定した。

活イカ水揚げ量は、その日水揚げされたイカ 10 尾の平均重量を求め、その値に尾数をかけて算出した。

3 粘性の低いすみがいかに死に与える影響を把握する陸上試験

イカは鰓表面にすみが付着して呼吸困難をきたす²⁾といわれているが、魚艙内がすみで黒くなくてもへい死しないという漁業者もいる。そこで 10 月 13 日から 26 日にかけて、粘性の低いすみがいかに死に与える影響を調べるため、図 4 に示す冷却水槽(以下、水槽という)を用いて屋内試験を行った。

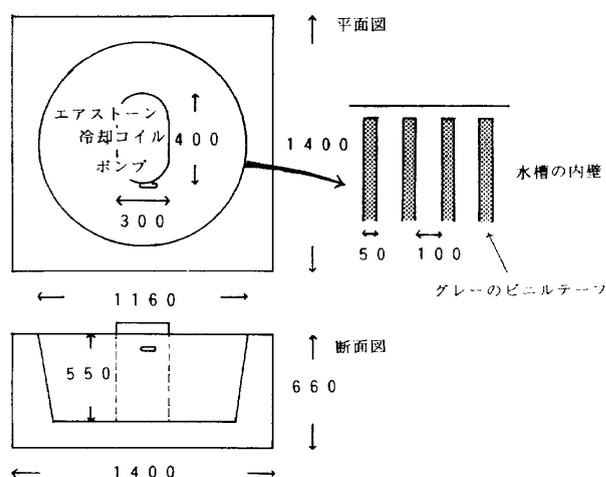


図4 冷却水槽の模式図 (mm)

冷却水槽の構造

水槽は図4に示すとおり、500lのプラスチック製水槽（直径1160mm、深さ550mm）の外周を断熱し、塩ビ製の筒（縦400mm、横300mm、高さ600mm）を中心に設置したものである。その筒の内部に400Kcal/hの投げ込み式冷却装置2機の冷却コイル、エアストーン、循環ポンプを取り付けたことにより、水温調節、酸素供給と水槽内に水流を作る機能をもつものである。また、水槽上面を透明なビニルシートでおおい飛び出しを防ぐとともに、水槽の内壁には、幅50mmのグレーのビニルテープを100mm間隔で縦に貼りイカが壁面を視認しやすいようにし、ぶつからないように配慮した。

試験方法

凍結保存したすみを溶かした、下記に示すすみ溶液濃度が1/2, 1, 2倍の3種類の溶液ならびに無添加海水を入れた水槽に、イカをそれぞれ3尾（収容率約0.2%）入れた。船上試験の結果から、各試験日の平均魚籠水温の平均が20.3であったことから水槽水温を20に設定し、操業時間が概ね5時間であることから、止水で6時間行動を観察するとともに、試験終了後、イカを取り上げ鰓に付着したすみを観察した。すみの影響により水質が変化するか否かを調べるため、濃度1倍のすみ溶液を冷却水槽に作り、イカを入れずに、pH値とアンモニアを測定した。

鰓の浄化能力を調べるために、すみ溶液の濃度2倍の水槽に3尾入れ、6時間後に1尾のイカの鰓と、その後新鮮な海水に入れ換えた水槽で22時間止水で飼育したイカの鰓とを比較し、付着したすみの量の違いを観察した。

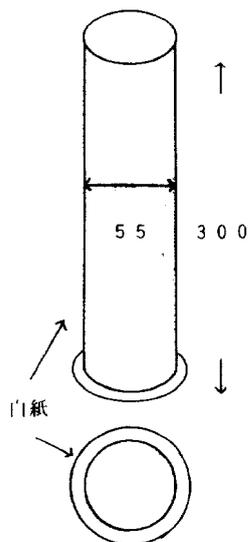


図5 すみ濃度判定器 (mm)

基準にした1倍すみ溶液の色は、船上試験時にすみ濃度が高まった冷却魚籠内の溶液を、大日本インキ化学工業株式会社発行の色再現のための基本スケールであるカラーチャート⁶⁾で調べたところ、Y30%・B60%の色と近似していたため、これを基準の色とした。カラーチャートと比べる際、メスシリンダーの側面と底面に白紙を貼ったすみ濃度判定器（直径55mm、高さ300mm）にすみ溶液を入れ（図5）、それを日中、屋外でのぞき判断した。1倍すみ溶液を作るため、水槽にすみを徐々に溶かしたところ16gでこの色と同色になった。そこですみ溶液の濃度を無添加、1/2倍（すみ湿重量8g/500l）、1倍（16g）、2倍（32g）の4段階に設定した。

結果

1 通常の操業中のへい死率調査

通常の操業調査結果から得られた魚籠水温とへい死率の関係を輸送方法別（A丸、B丸）に示すと図6のとおりである。

A丸の場合、へい死率は魚籠水温23.3で0%が見られ、24では14~24%となり、25を超えると24%以上と増加していた。23以下については資料がなく不明であった。

B丸の場合、魚籠水温20~22で30%以上の高へい死率が出現した日は、6月23日から7月1日の6日間であり、漁業者の観察結果によるとこの日の帰港時には赤潮が出現していた。当時の神奈川水試の調査⁷⁾によると、6月24日横須賀市秋谷沖、同市芦名沖で夜光虫の一種であるNoctiluca scintillans、6月30日三浦市南下浦沖で赤潮の出現が報告されている。そこでこの高へい死率を赤潮の影響と見て除くと、へい死率は魚籠水温が25以下の場合0~6%であるが、25以上にな

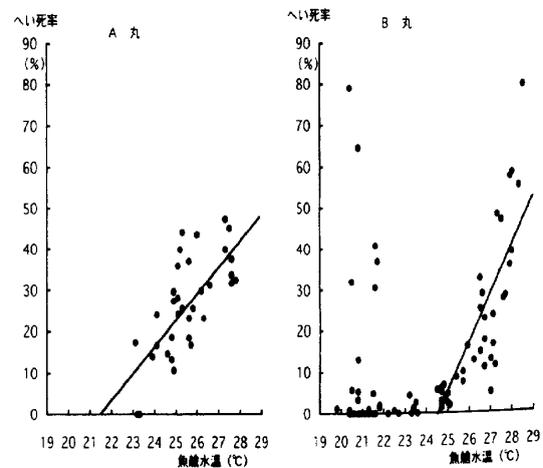


図6 通常の操業船における魚籠水温とへい死率の関係（輸送方法別）

ると増加し始め、28 で39%以上となった。B丸のへい死率は、魚艙水温が28 を越えると、A丸の資料がなく比較できないが、25~27 ではA丸と比べ10~35%で約15%以上低く、へい死に対する効果はB丸の方に認められた。

それぞれの回帰直線を求めると次式が得られた。

A丸： $D = 6.5T - 139.7$ ($r = 0.71$)

B丸： $D = 11.8T - 289.5$ ($r = 0.82$, 24 以上の資料を使用)

D：へい死率(%) T：魚艙水温()

r：相関係数

これらの式から、へい死率が0%の水温は、A丸21.5、B丸24.5と推定された。

しかし、図6に見られるごとくへい死率がほぼ0%の値が出現しているのは、A丸は23.3でB丸は24.7で、A丸は22~23が、B丸は約25がへい死率0%か否かの境界と思われる。

2 冷却魚艙による活イカ輸送試験

冷却魚艙による水温、注水量と氷の質によるイカのへい死率との関係を表1、図7に示す。

表1に示すように、氷を使うことにより冷却魚艙の水温は、平均海水温度から注水量680l/h(換水率100%)の場合7~8、340l/h(換水率50%)の場合約5下げることができた。

図7によると、へい死率は魚艙平均水温が17.9(注水量680l/h)の0%から、22.5(同340l/h)の40%まで増加していた。21以上の場合、へい死率は28~40%と高かったが、18~21の場合、一例を除くと0~7%と低かった。

表1 冷却魚艙水温、注水量、氷の質によるイカのへい死率

日付	平均海水温()	注水量(l/h)	氷使用量(kg)	氷の質	平均魚艙水温()	水揚げ量(kg)	漁獲尾数(尾)	へい死尾数(尾)	へい死率(%)
8月4日	27.2	680	0.0	-	27.3	0.0	19	15	79
8月12日	27.3	680	249.6	海水氷	22.1	5.5	18	5	28
8月19日	27.5	680	230.4	海水氷	20.5	11.1	45	8	18
8月26日	26.8	680	240.0	海水氷	19.8	13.5	52	2	4
9月2日	26.0	680	240.0	真水氷	17.9	17.0	50	0	0
8月5日	27.4	340	153.6	海水氷	22.5	2.7	15	6	40
9月9日	25.6	340	124.8	真水氷	20.8	12.2	39	2	5
9月20日	24.3	340	134.4	真水氷	18.7	9.8	30	2	7

へい死率(%) = (へい死尾数 / 漁獲尾数) × 100

真水、海水氷による違いの試験結果を同じく図7に示した。真水氷の場合は、平均魚艙水温が21未満であればへい死率7%以下で輸送でき、海水氷の場合は、20未満であれば4%で輸送できたが、20.5以上となると

18%を超えており、へい死率の差は海水氷と真水氷の差によるのか不明であった。

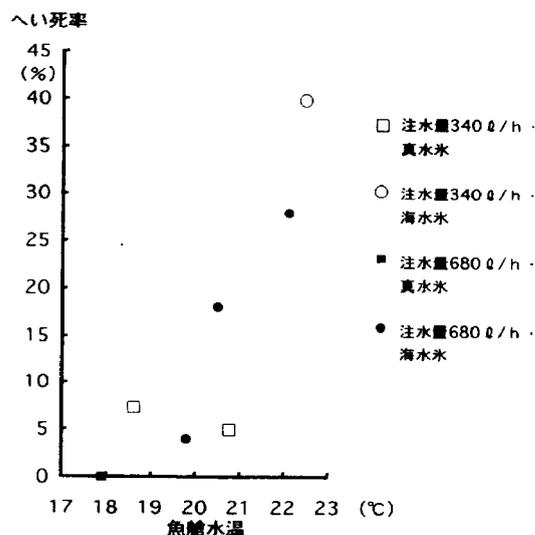


図7 冷却魚艙水温、注水量、水の質によるイカのへい死率

漁獲したイカをすみはきイクスに入れ、すみを吐かせることより、冷却魚艙内で粘性の高いすみを吐くイカは大幅に減少した。しかし、同イクスですみを吐いたイカも冷却魚艙内ですみを吐くことがあり、漁獲尾数が増加するにつれ1倍すみ溶液なみに溶け込んだ。

すみはきイクスですみを吐かないイカが、冷却魚艙内で粘性の高いすみを吐くが、このすみは、微細気泡に付着しその浮力で水面に浮上した。注水量680lの場合、魚艙からすみやかに流れ出し、溶け込むことはなかった。しかし、注水量340lの場合、流れ出すまで時間がかかり、一部船の動揺の搅拌で冷却魚艙内に溶け込んだ。

溶け込んだすみは、泡沫分離効果により黒い泡として表面に集められ、船の動揺により魚艙口から流れ去った。いずれの注水量でも、市場到着時には冷却魚艙内は透き通っていた。

活イカ輸送中へい死したイカの鰓を観察したところ、すみはほとんど付着していなかった。

すみはきイクスは、水深180~200mの漁場で操業中、仕掛けを投入してから底に着くまでの間に、イカを冷却魚艙に移すことができた。しかし、水深100~120mの漁場の場合、イカを冷却魚艙に移した後で仕掛けを投入した。

イカは、冷却魚艙の中層を遊泳しているため、底層でへい死したイカの触腕に絡み合っている通称イカダンゴと呼ばれる、だんご状にかたまることはなかった。

いずれの試験も、冷却魚艙の溶存酸素測定値(表2)が5.1mg/l、酸素飽和量に換算すると65%以上の値を示したことから、溶存酸素量は酸素利用限度⁸⁾以上であったといえる。

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	pH		溶存酸素量 (mg/l)	
	開始時	最低値	開始時	最低値
8月4日	8.30	8.25	8.80	7.71
8月5日	8.25	7.95	7.80	6.48
8月12日	8.15	7.85	8.20	6.10
8月19日	8.40	7.50	9.70	5.10
8月26日	8.05	7.45	10.00	9.49
9月2日	8.25	7.35	6.86	5.70 *
9月9日	8.20	7.40	8.30	7.60
9月20日	8.40	7.55	8.19	8.19

* ハンディータイプの溶存酸素計を使用

活イカ輸送尾数が30尾を超えた8月19日,26日,9月2日,9日,20日,軟体動物では,衰弱死亡が生ずるとされているpH値7.6以下⁹⁾が測定され(表2),9月2日にはpH値7.35になった。しかし,平均魚籠水温が20.5のへい死率18%の場合を除くと,いずれもへい死率10%以下であるので,へい死率に対するpH値の影響はなかった。

3 粘性の低いすみがいかにへい死に与える影響を把握する陸上試験

各すみ溶液濃度の水槽にイカを入れその影響を観察したところ,すみ無添加の場合では中,低層を遊泳し,濃度1/2倍のすみ溶液ではかろうじて水槽の底が見える濃度であったがイカの遊泳を把握できた。しかし,1倍,2倍の試験区では底が全く見えず,1倍では殆ど動きを把握できなかった。2倍では,鰓を水面から出しバタバタさせながら泳ぎ,その後底に沈んでいくという行動を繰り返していた。また水面から飛び出し,水槽上面のビニルシートに当たる行動も観察できた。2倍のすみ溶液を新鮮な海水と交換すると,水槽内を遊泳し,2倍のすみ溶液で見られたような鰓を水面から出しバタバタさせながら泳ぎ,その後底に沈んでいくという行動をとらなかった。どの試験区のイカも試験中の6時間以内にへい死することはなかった。

試験終了後解剖し鰓を観察すると,全てのすみ溶液試験区のイカの鰓表面に,すみは塊となって付着していた。イカの鰓は,櫛鰓で多数の薄板からなる構造¹⁰⁾をしており,この薄板間にもすみは付着していた。目視観察によるとすみの付着量は,すみ溶液の濃度に比例していた。

濃度2倍のすみ溶液で6時間行動を観察した後,新鮮な海水で22時間飼育したところ,鰓に付着したと思われるすみはわずかに薄板間に確認できるまで落ちていた。

考 察

低へい死率で活イカ輸送を行える魚籠水温

魚籠のスカッパーを開けて海水交換を行うA丸のへい死率は,22~23以下で0%となる。また魚籠のスカッパーを閉めてポンプで海水を注水するB丸のへい死率は,25以下でほぼ0%となる。この値は,桜井他の報告文献にある活イカ輸送の限界水温である24とほぼ一致する。三浦半島南沖では7~10月にかけて,海水温が24以上になるため,へい死率を0%にするには魚籠水温を,A丸では22~23,B丸では25以下にする必要がある。

冷却魚籠による活イカ輸送試験結果では,氷により水温を低下させ,すみはキケスを用いてすみの影響を少なくし,海水を換水し水質の悪化等を除いたところ,へい死率は,魚籠水温21以下では0~7%と低かった。通常の漁船の場合,針がかりによる傷,漁獲時の水温の急上昇による衰弱,他の魚による食害等の影響による魚籠内でのへい死率は概略10%と推定され,この0~7%はへい死率0%と同等と見て良い。

B丸では水温が約25以下ではへい死率がほぼ0%にも関わらず,本結果では水温が22.1(注水量680l/h),22.5(同340l/h)でもへい死率はそれぞれ28%40%であった。本試験の冷却魚籠の高へい死率は,B丸の注水量(4200l/h)と比べ少ないため,漁獲集中時にみられる水質悪化の影響を強く受けたことによる。すなわち,この水温帯では水の交換の影響の方が大きいものと考えられ,本試験で行った方法により冷却する場合,冷却魚籠水温は,上記の影響を抑えるために21以下にすべきである。

真水氷を用いた場合,注水した総海水量を溶けた真水量で希釈したと仮定すると,冷却魚籠の塩分濃度低下量は,注水量680l/hの場合2.2%,注水量340l/hの場合2.0%となる。主漁場である三浦半島南沖の沿岸定線観測結果によると,水面下5mの塩分濃度が,33.6~34.1%の範囲にあることから,冷却魚籠の塩分濃度は31.4%以上に保たれていたと推定できる。このことから,海水氷と真水氷の違いによるへい死率の差は,無いと考えられ,活イカ輸送試験結果も資料が少ないながらもその傾向を示していた。

イカすみの処理方法

すみ濃度2倍の試験で見られた鰓を水面から出しバタバタさせながら泳ぐ,飛び出す等の異常な行動は,すみに対する忌避反応と考えられる。これらの行動は,酸素消費量の増大,すれによるへい死,飛び出しによるへい死の原因とり,結果的にへい死率の上昇をもたらす。冷却魚籠内をこの濃度以下に保つためには,魚籠に収容す

る前、本試験で初めて行った前処理としてすみはきイケスを用いるか、B丸のように多量の注水を行いすみを流してしまう2方法が現在考えられる。しかし、多量の冷却海水を氷を用いて作るのは不可能なため、すみはきイケスによる処理は安価で漁業者が行える方法といえる。

しかし、すみはきイケスを用いても冷却魚艙内のすみ汚染を完全に防ぐことはできない恐れがあるため、このすみ汚染の影響を調べた。すみはきイケスで1度吐いた、粘性の低いすみがイカへい死に与える影響を把握する陸上試験の結果では、イカは、粘性の低い溶液中で6時間生存し、また活イカ輸送試験中にへい死したイカの鰓にすみが付着していないことから、すみはきイケスの使用は、有効なすみの処理方法といえる。

イカは、呼吸のための海水交換を外套の収縮運動で行い、鰓に付着したすみを流出できる。またすみの影響を受けた後22時間生存することから、すみの影響を受けていても、陸上トラック輸送、陸上畜養できると考える。

冷却魚艙の構造

通常、イカの触腕はへい死しても吸着能力があるため、生きてイカに吸着しその負担でへい死させ、またこの繰り返しでついにはへい死イカどうし絡まったイカダンゴを作ることがある。冷却魚艙内のイカは底にかたまることなく、中層を遊泳しているため、へい死イカが底に存在しても触腕に絡まることはなかった。これは、イカを遊泳させる装置である水流作成装置、レースウェイ型の魚艙により水流を作ったためと考えられる。

イカの魚艙内収容率は運搬時間や酸素補給装置にもよるが、3～5%が限度である¹¹⁾。冷却魚艙の容積は554l、その5%は約28lであり、活イカ輸送試験時の収容量が17kg以下であることから、容積不足の影響はなかった。

漁獲尾数が30尾を超えた試験日の冷却魚艙のpH値は7.35まで低下しており、主漁場である三浦半島沖の沿岸定線観測結果のpH値8.1～8.5に比べ低かった。pH値の低下は、呼吸による炭酸ガスの蓄積により低下する¹²⁾とされているので、この炭酸ガスの蓄積が原因と考えられる。軟体動物では飼育海水のpH値が7.6以下になると衰弱死亡が生ずるとされている⁹⁾。しかし、pH値7.6以下の影響は、へい死率18%の1回を除くといずれも10%以下であり、6時間以内の輸送において無視できると考えられる。

冷却魚艙の経済性

活イカ輸送試験で使用した氷を保管するクーラーは、注水量680l/hの場合、60l型クーラーを5個、70l型を3個、注水量340l/hの場合、60l型クーラーを5個である。船上の大半をクーラーで占め、かつ1人で持ち込むことを考えると、注水量680l/hの活イカ輸送は現

実的とはいえない。経済性の検討は、注水量340l/hの場合で行うことにする。

注水量340l/hの場合は、1本の9.6kgの氷を20分おきに入れ、1操業当たり約130kg使用する。これは約2900Kcal/hの冷却能力に匹敵する。この冷却能力は、漁船搭載型海水冷却装置（以下、冷水機という）の小型クラスに匹敵する。このクラスの冷水機は、設置費込みで約65万円である。沿岸漁業改善資金の償還期限が7年となっているため、年数を7年、年50回使用すると仮定した場合、1操業当たりの償却費（1860円/日）がほぼ大板1枚（130kg）の氷代（1800円/本）と同じ額になる。操業回数が年50日に満たない漁船であれば氷による冷却のほうが安価であるといえる。

漁獲量の多寡、活イカと鮮イカの価格差、氷代の変動等の不安定要素が存在するなかで冷却魚艙を使用しても大幅な収入増は見込めない。しかしながら、海水温が22～23より低い日は、A丸のように、魚艙のスキャパーを開けて海水交換を行う。23～25の日は、B丸のように、魚艙のスキャパーを閉めてポンプ（4200l/h）で海水を注水し、ブローラーを用いて酸素を富化する。同水温以上の日は、冷却魚艙を用い340l/hの注水を行い、1本9.6kgの氷を20分おきに入れ、魚艙水温を21以下にすることによりイカの大量へい死を防ぐことができ、収入を安定させることができる。

今回の活イカ輸送試験に用いた氷の量は、注水量340l/hの場合、60l型クーラー5個分であり、船上に保管する場所、漁業者1人で積み込む労力を考えると、簡便に扱える量ではない。今後は、安価で効率の良い過システムを開発し、すみ、排出物の希釈に必要な注水量を減らす。また、魚艙水温が21以上でもへい死率を10%以下に保てる活イカ輸送法を開発し、氷の使用量を簡便に扱える量に減少させる必要がある。

通常の操業中のへい死率調査で、B丸に魚艙水温20～22で高へい死率が見られた。これが出現した日は赤潮の出現日と一致していたことから、赤潮が原因であると考えられる。漁場で赤潮に遭遇した場合の赤潮対策は考えられないが、帰港中に遭遇した場合、赤潮通過中は注水を止めブローラー、もしくは酸素ポンペを用い酸素を富化する。

謝辞

長井町漁業協同組合小釣研究会（現、長井町漁業協同組合小型出漁船団部会）の飯山健一氏、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、指導普及部の杉浦暁裕主査、吉田洋一非常勤嘱託にも有益なご助言、ご協力をいただいた。あわせて、深く感謝する。

引用文献

- 1) 東京都・千葉県・神奈川県・静岡県水産試験場 (1990 - 95): 1989 - 1994 年度一都三県漁海況速報
- 2) 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
- 3) 佐野和生 (1990): 活魚大全, フジ・テクノシステム, 東京, 318 - 320
- 4) 佐野和生 (1990): 活魚大全, フジ・テクノシステム, 東京, 321 - 323
- 5) 鈴木恒由 (1990): スルメイカの酸素消費量について, 日本海ブロック試験研究集録第17号, 30 - 31
- 6) GE企画センター (1992): D I C G R A F - G カラーチャート, 大日本インキ化学工業株式会社, 3
- 7) 山田佳昭 (1995): 平成6年度業務概要, 神奈川県水産総合研究所, 32 - 34
- 8) 鈴木恒由 (1991): イカ, 成山堂書店, 217 - 219
- 9) 島崎健二・桜井泰憲 (1990): 平成元年度スルメイカ人工飼育技術開発研究事業経過報告, 函館市水産連合協議会, 2 - 3
- 10) 窪寺恒己 (1991): イカ, 成山堂書店, 37 - 38
- 11) 鈴木恒由 (1991): イカ, 成山堂書店, 227 - 229
- 12) 内田博道 (1990): 活魚大全, フジ・テクノシステム, 東京, 442 - 444