

い生残率であつたが僅か14尾収容したためであろう。2回目は115尾収容し10時間後75%、15時間後65%その後死亡率が26時間後全て死亡した。バカジヤコは1回目51尾収容したところ1時間20分後50%生残で6時間後2%生残であった。ミズンは1回目8尾収容した51時間後の取上時まで生残した。トウゴロイワシ類はヤクシマイワシ主体に18尾収容し取上時17尾生残した。

3 蓄養・活力試験

(1) 強制循環方式による餌料イワシの保持

静岡県水産試験場々長 五十嵐 正 治

カツオ1本釣漁業は、活きたイワシを漁場に運び、撒餌として使用して操業する。漁獲量は漁場で使用出来るイワシの量に左右されるので、船内の限られた魚倉になるべく多量のイワシを活かして運ぶために、カツオ漁業者は苦心を払っている。

特に近年南洋方面に漁場が開発拡大されているので、この運搬に格段の考慮が払われ、ポンプにより魚倉の水を交換する方法が採用され、強制循環方式と称して、新造の大型カツオ船では広く使用されるようになって来ている。

ポンプによる換水方法の発想は旧くからあり、昭和8年刊行の水産試験場報告第3号に、高山伊太郎他9名が、富士丸を改造して行なった結果を、餌料イワシ活魚倉の換水装置試験として発表している。

この報告書では緒言のなかで、漁場に達するまでの餌料イワシのロスが30%に及び、その金額は当時の金で100万円に及んでいることを指摘し、漁船の大型化による船体、機関の進歩は著しいが、この面の改良が進まないために、優秀な装備が機能を発揮出来ないことを憂え、更に漁獲量が漁場での餌料イワシの量に比例するので、斃死対策が漁獲増大を意味することを指摘し、最後に南方の遠隔地漁場の積極的開発のためには必須の条件であることを強調している。

本文には図1の改造図1が示してあるが、この方法は現在行なわれている方法と基本部分では全く同一の方法で、当時の研究の高さと、先見の明には頭の下がる思いがする。

このような提言と研究結果が最近まで実用化されなかった理由は、戦争による一般産業の進歩の停滞が大きい、カツオ漁業が人海戦術に頼る経営思想に支配されていた面もあったことは否定出来ない。

それが近年急激に活用されるに至ったのは、南洋漁場の開発拡大による技術改善の要求の増大と、労働事情の変化による経営思想の変革によるものと考えられる。

1) 餌料イワシ使用の現況

表1に大型船の聞取り結果を示した。190吨型カツオ船の南洋漁場操業の場合の積込量は350~380杯で、1杯の数量は水共計るので実数は不定であるが、関東では4~6kg

であるから、1.8 屯程度で、近海の場合は 400~450 杯積むので 2 屯以上となる。これを 50~60 m² の魚倉に収容するので 1 m² 当り 40 kg 近く収容することとなる。

小型船では、宮崎県の 60 屯の船で近海で 100 杯、台湾方面で 90 杯積んでいる。九州では餌料を漁船側で積むので 1 杯の量が多く 8 kg 程度は入れるので、800 kg となる。これを 5 屯程度の魚倉 4 コに収容するので、m² 当り 40 kg となっている。

このように密度高く収容したイワシを活かすには、多量の酸素を必要とするので、自然換水では魚倉の底に栓穴を数個明けて、ここを通して換水している。

栓穴を通しての換水は、船が進行している時や、波により船が動揺する時は効果的に行なわれるが、停止している時は悪くなるので、餌料イワシ積込後は走っていなければならないか、撒水機のポンプで注水しなければならない。

表1 餌料イワシ積込状況

屯数	魚倉容積と数	漁場	餌さ場	積込数	餌の大きさ	魚倉の方式
193t	47m ² 9t4 11t1	内南洋	神奈川県佐島	370杯	1.5~3匁	自然換水
192	55 11t5	"	熊本県天草	260	1.2~1.3	強制循環
192	65 13t5	三陸沖	神奈川県佐島	378	1.3~3	"
193	55 13t1 12t1 10t3	内南洋	長崎県宮の浦	380	1~2	"
191	56 12t3 10t2	三陸沖	神奈川県佐島	350	2~3	"
192	56 14t4	"	"	340	2~2.5	自然換水
232	50 10t5	内南洋	神奈川県下浦	350	1.5~2	"
193	52 14t4	"	千葉県館山	380	1.5~2	強制循環

調査月日 9月上旬

注：この時期には静岡県下に餌料なし

1杯は1斗バケツ1杯（水込みで実数量不定4~6kg、熊本県長崎は6~8kg）

また、静かな海では換水率が下がるので、栓の外口に抵抗板を付けるとか、オサと称する受水板を栓口から外に出して補っている。

船が大型化すると魚倉が深くなって換水が悪くなり、また動揺による活力低下が長期航海では死につながる結果になるので、南洋漁場の操業の本格化につれて、新造のカツオ船にポンプ換水方式即ち強制循環方式が急速に採用されるようになった。

2) 強制循環方式の概要

清水の造船所で開発された形式が多く用いられているが、この形式は図1に示したものと類似のものである。

簡単に説明すると、機関室のポンプで船底より海水を汲上げ、各魚倉に配管されたパイプで注水する。魚倉の排水は魚倉のハッチを高くして、ここに排水孔を作り甲板上の水路に流すもので、注水管は魚倉の底に導かれている。

魚倉の底の栓穴はもちろん閉じられているが、簡易な方法として栓穴の一部を明けて排水すると死魚の投棄が容易に出来て古い船や、小型船では効果的である。

排水孔をハッチに設けることは、魚倉内を水で満たせるので、水量が多く出来る他に、水面が小さくなって水の動揺が防止出来る効果がある。

三保造船所がこの方法の難点である死魚の取出しを底に溜りを設け、ここにパイプを甲板より下げてハッチの排水孔との水位差で取出すことを考案して実用新案を受けているのは面白い着想で、ピリジポンプで吸出すことも実用化されている。

魚倉内に注水する量はイワシの収容量によって、次の計算によって計画される。

$$\text{注水量} = \frac{\text{イワシの酸素消費量} \times \text{収容量}}{\text{海水中の酸素量} - \text{イワシの安全限界量}}$$

イワシの酸素消費量は色々の資料に示されている。我々も沼津で実際に使用する状態でカタチイワシについて実験を行なった。1kg当1時間300~200ccで、魚の活動状態で左右されるように見られた。即ち魚の収容直後のように活発に動く時は多く、安定すると減少する。また水中の酸素量が少なくなると減少する傾向が見られたが、設計としては多い量の300ccを基準とすべきである。

海水中の溶存酸素量は、餌さ場のある沿岸では水の汚れて少ない所もあるが、一般に外海は飽和に近いと見て良い。海水中での酸素の飽和量は塩素量と水温によって変る。水温の高い程少ない。

外海の塩分量を1.9‰とした時の温度別の飽和量は表2のようになっている。

魚は海水中の酸素の全てを使うことは出来ない。ある量以下になると死ぬ。これが致死限界量で、これより多い所で安全限界量を決めておく。

実験では2cc/lとなると群集性を欠き、1cc/lに近づくと呼吸数が多くなり、0.7cc/lになると急激に死に始める。従って1cc/lを致死限界量として、2cc/lを安全限界量とした。

この基準に従って400kg収容する魚倉の注水量を計算すると次のようになる。

$$300\text{cc} \times 400\text{kg} \div (5.03\text{cc} - 2.00\text{cc}) = 40,000\text{ l}$$

即ち、毎時40屯となるので、これに対応するポンプを設ければ良い。漁船の場合は海面と魚倉表面との差が少ないので、揚程が小さく、パイプ配管の抵抗ロスを注意すれば低馬力のポンプで足りるはずである。

この計算は酸素の出入りを注水と魚の呼吸の面のみから見たものであるが、他にも関係す

表2 酸素飽和量塩分1.9‰の場合

温度	飽和量
18℃	5.56cc/l
20	5.38
22	5.20
24	5.03
26	4.96
28	4.69
30	4.52

注) 1. 1 lの中のcc数で示す。

2. ‰は海水1kg中に含まれる塩類の総和をグラム数で表わした記号。

るものがある。

入る点では水面から空気中の酸素の溶け込みがあるが、魚倉では表面積が少ないので、無視出来る量である。

出の方では水の汚れが大きい。汚れを浄化するのに酸素が消費され、その量は汚れが強い場合は魚の消費する量より大きな場合がある。また分解の過程で出来るアンモニアは毒として働く。水の汚れについて魚倉の実験はないが、漁場汚染防止のために定められた水産用水の基準では、アンモニアの基準は 1.0 ppm (pH 8.0 の場合) で、有機物の汚れを示す B.O.D または C.O.D は B.O.D として (20 度、5 日間の数値) 5 ppm となっている。

この汚れの原因となるのは、魚の排出物、死んだ魚、餌をやる場合の残餌で、微細な浮遊物や水に溶けたものは、水と共に排出する以外にないが、死んだ魚や大きな沈殿性の物は計画的に取出すことが大切である。

自然換水ではせん穴から出るが、強制循環方式では前に書いた三保造船所の方法の他色々の工夫がなされている。

強制循環方式には酸素出入の問題の他に、設計上注意すべき点が数点ある。

一つは泡の問題である。酸素の補給方法として泡を噴出させる方法が観賞魚では多く用いられているが、イワシではこの利用は危険である。実験中の死魚を見るとエラに泡の付着しているものがある。死後付着したものか確認出来ないが、アメリカの資料でも指摘されており、他の観察でも魚倉内の表面に泡のある層が 1 m 近く出来たことがあったが、ここにはイワシは全く入って来なかった。従って、魚倉内への泡、特に微細な泡の混入には注意すべき点である。

二つは流れの早さである。あまり遅いと水の平均的な交換が十分に行なわれず好ましくない。しかし、早過ぎると魚がこれに抵抗して泳ぐために体力を消耗して、長期の航海では斃死の原因となる。イワシの泳ぐ速度は、静かに泳いでいる時で 1.2 cm 毎秒程度であるから、この辺を目安として定めるべきである。

三つは、明るさである。15 W 蛍光灯で常時明るくした水槽 (A 槽) 暗闇にした水槽 (B 槽)、自然のままの水槽 (C 槽) で 5 日間飼育した結果では、斃死率が A、C の水槽では 9% であったのに対して、B の水槽では 53% と非常に大きかった。カタクチイワシの特徴と関係も考えられるが、暗闇では魚が表面近く密集して、擦れと、部分的な酸素不足を起すものと想像される。A、C の水槽では斃死率では差がないが、粗脂肪量は A が C より多いので、体力の消耗が少ないと考えられるので、水中集魚燈等で常時明るくする方が好ましい。

四つは衝激を与えないようにすることである。イワシは非常におびえやすく、衝激を与えると壁面に衝突して吻端に出血させるものや、体に擦れが出来て死につながるものが多い。

擦れについては収容時に大量に出て、斃死の原因となっているので、薬による治療を計画したが実施していない。養魚では効果が出ているので使用して見たい。

以上が現在の強制循環方式の概要である。

3) 強制循環方式の改良

近年南洋漁場への出漁船が増加するにつれて、赤道を越して操業し好成績を上げるものが現われ、南へ南への希望が強まって来ている。ここに水温という大きな問題が起り、強制循環方式の改良が求められて来た。

日本産イワシの耐え得る限界は、水温上昇の早さで変るが、急上昇の場合には27度という数字が示されている。航海中に観察した結果では、28度に上昇後三日で半数が、また5日で全滅している。操業船の状態を見ても、28度以上の高温帯の隻数が急減することより28度を限界と予想している。これ以上の水温帯を通るには急いで通過するか、冷凍機で冷却することが必要となって来る。

しかし、現在の換水方式では外海水の取入れ量が多く冷却出来ないので取入れ量を少なくする必要がある。富士丸の魚倉を用いての実験では、取水量を毎時1屯とした場合は、同船の冷凍機で27度のものを22度まで下げることが出来た。

この結果により、魚倉内の水を循環落下させることにより酸素を補給し活かすことを考え実験を行なったが、水中の汚れが取れず十分に酸素が補給出来ぬ上に、魚の呼吸によるpHの酸性化により失敗した。

本年度はノズルで細い管内に水を噴出させると、外気導入管のある場合は外気を吸入して細い泡を作り酸素を多量に補給することに着目して、図2のような補給装置を作り実験した。陸上の1屯水槽ではイワシを20kg入れた実験で酸素量が3.5cc程度に安定して保ち得C.O.Dも2ppm以下で、pHも変化しない好結果を得たので、図3のような大型の装置を富士丸に設置して南方漁場での実験を行なったが、死魚の取出し方法が悪く、死魚が装置内に多量に入り失敗する結果となった。

しかし、陸上の実験で成功を見ているので、死魚の取出し、換水パイプ配管、装置の改善により実用化可能と考えている。

広域の変化する漁場で、安定した操業を確保するためには、餌料イワシを安全に運搬する方法を確立しなければならない。このためには従来の自然換水方法では、既に旧く昭和8年に指摘されているように達成することは出来ない。このため強制循環方式が実用化され、先覚者が求めた形で南洋漁場の操業が安定して来たことは喜ばしいことである。更にこれを改良し赤道帯からこの以南の広大な漁場の開発が急速に進められることが望まれる。