

# ポンプ式揚魚装置の現地試験

## Test of Fish Pumping System

大島 浩\*  
Hiroshi Ōshima

坂本 正克\*\*  
Masakatsu Sakamoto

水田 英直\*\*  
Hidenao Mizuta

### 要 旨

日立ブレードレスポンプを使用して、漁船から体長約 600 mm のスケソウダラを陸揚げし、トラックに積み込む装置を製作し、現地試験を行なった。試験の結果、予想どおりの成果を得るとともに、将来の問題点を解明することができた。

### 1. 緒 言

最近の人手不足の傾向は、漁業界においても例外ではなく、その合理化、省力化が進められている。その一つの手段としてポンプによる揚魚方法が注目されてきた。すなわち漁場で捕獲した魚の網から漁船内への積み込み、または、漁港での漁船から陸への揚魚に魚ポンプを利用することにより、作業の能率化と作業人員の削減を図ろうとするものである。

魚ポンプの利用は、昭和9年ごろイワシやニシンが盛んにとれたころ、北海道や樺太、朝鮮などで実用に供されていたとのことである<sup>(1)</sup>。戦後ニシン漁業で、わく船(舟の下に50~100 tの網袋を海中に下げ、この中にニシンを入れておく)よりのくみ上げに遠心形の水用ポンプを用いた例がある。このため魚体の損傷や土木用ホースの取り扱いの不便さなどフィッシュポンプというものに対する漁業者の印象が悪く、ニシン漁業の衰微とともに全く省みられなくなった。

一方外国では、すでにかかなり広く普及しており、西ヨーロッパ、南アメリカおよびソ連などで盛んに実用されている。わが国でもこれらの例に刺激され、10年前から各種の実験が行なわれるようになった。

そのころ日立製作所が、魚の輸送用として開発した斜流ブレードレスポンプは、この用途には最適のものと認められており、ソ連などにも輸出の実績があり<sup>(2)</sup>、性能上世界の最高水準をいっているものと思われる。それにもかかわらず、魚ポンプの利用がわが国に普及しない原因として、二つの点が考えられる。まず第1に、わが国では昔から尾頭つきの魚の見かけを非常に重んずる習慣があり、それが魚の価格に直接反映するために、ポンプ中を魚が通過することに極度に神経質であった。専門の学者の意見では肉の品質という点では、ポンプ式揚魚のほうが、従来のタモなどを利用する方法より

すぐれているとのことであるが、長い間の食習慣は容易に改めえないようである。第2に、魚ポンプ自体の有利性は一応認められながらも、ポンプの前後につく機器の取り扱いの不便さが、問題になる点である。

第1の点は用途がスケソウダラなど、すり身にしてカマボコなどの原料とされる場合にはすぐにでも適用可能ではないかと考えられる。第2の点は、従来あまり力を入れなかったメーカー側にも一端の責任があると考えられる。

これらの点にかんがみ、今般、北海道立稚内水産試験場の協力のもとに、吸込管から脱水装置、トラックへの積込装置までを一つにまとめた新しいポンプ式揚魚装置による現地試験を実施した。

### 2. 揚魚ポンプについて

従来形の魚ポンプは、図1に示すような2枚羽根のノックログ形ポンプ、または図2に示すような普通形のブレードレスポンプが利用されていたが、魚体の損傷の点で完全なものではなかった。魚は幅にくらべて長さの長いものである。果実などのように円形に近いものは無事に運べても、魚となると無事運べるとは限らない。図3に示す日立斜流ブレードレスポンプ<sup>(3)</sup>は、この点を完全に解決したポンプである。このことはソーセージの破損率を試験した図4の結果からも明りょうに知ることができる。

日立斜流ブレードレスポンプの羽根車を模型的に示すと図5のようである。すなわち羽根車は、ただ1本のホース状の通路を経て斜め外側に排出する。羽根車の実際の形状は図3に示すとおりである。魚ポンプを斜流ブレードレス形とした理由は、通路がただ1本の同一断面を有するので、魚がつかまったり、切断したりするおそれのないほか、口径の3倍程度の細長い魚類が無理なく通過できるためである。すなわち、普通形ブレードレスポンプでは、水平にはいっ

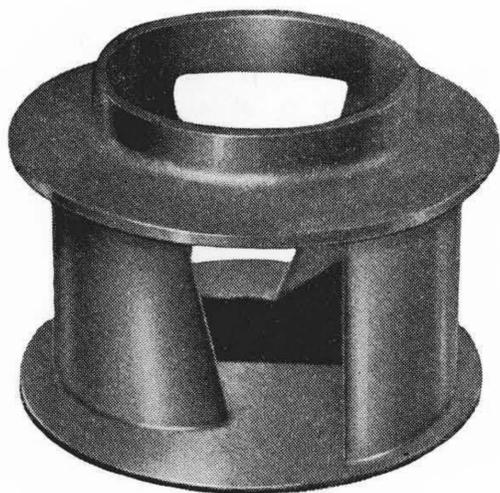


図1 2枚羽根インペラ

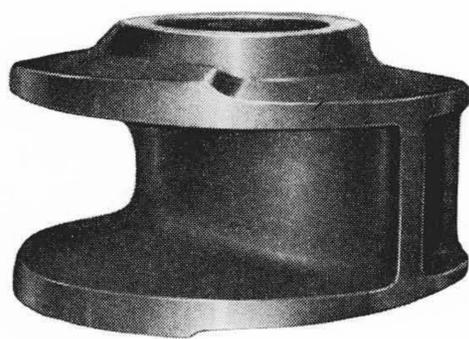


図2 ブレードレスポンプインペラ

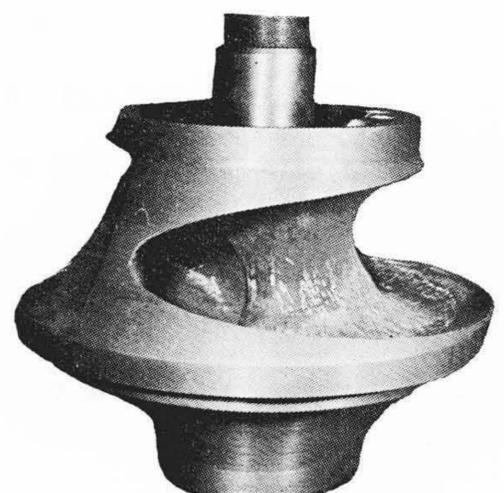


図3 斜流ブレードレスポンプインペラ

\* 北海道立稚内水産試験場

\*\* 日立製作所亀有工場

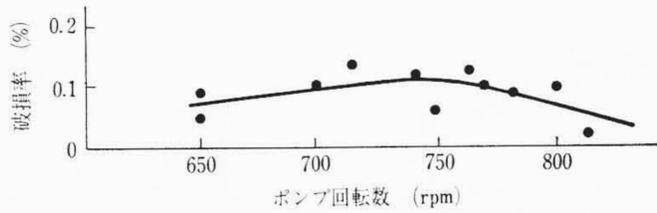
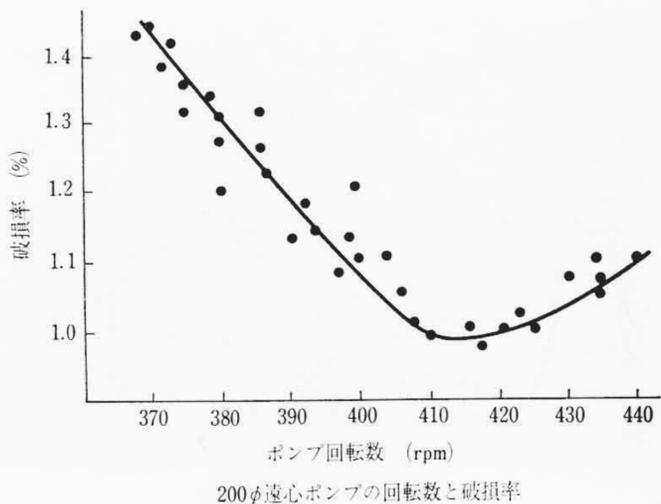


図4 破損率の比較

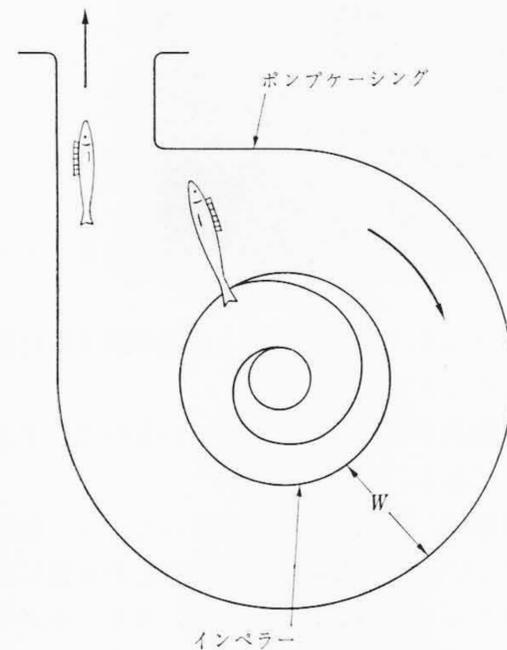


図6 斜流ブレードレスポンプケーシング

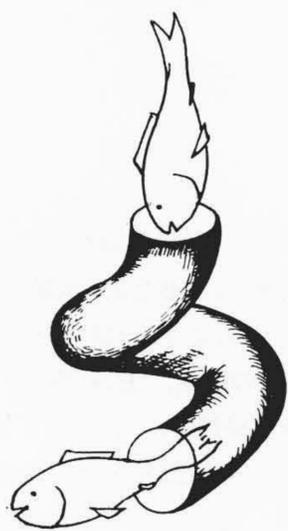
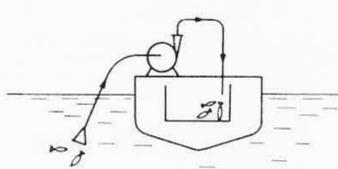
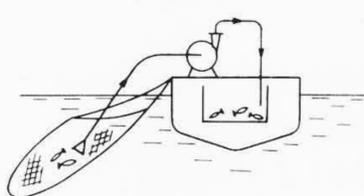


図5 斜流ブレードレスポンプインペラの通路

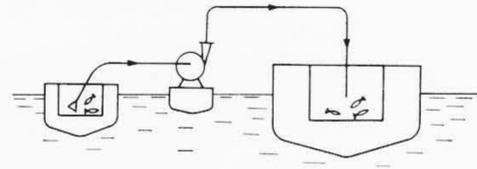
(1) 網なし漁法



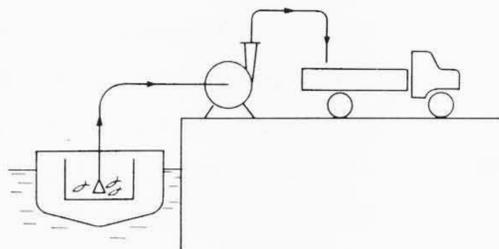
(2) 網から漁船へ



(3) 小形の漁船から母船へ



(4) 漁船からの陸揚げ



(5) 陸揚げ後の運搬

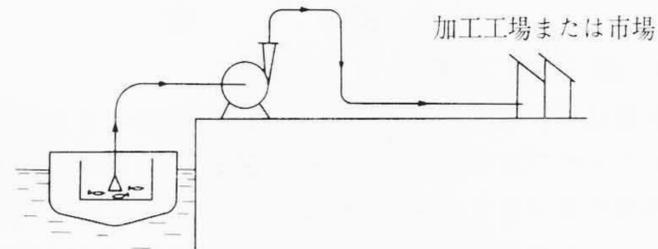


図7 魚ポンプの利用法

てくる通路がつる巻状からうず巻状に移る境目のところの曲率半径が小さいため、魚のような細長い形状のものは通過困難であるので、この欠点を改良したのが斜流ブレードレス形羽根車で、これによって、初めて口径の3倍近い魚をポンプ輸送できるようになったわけである。羽根車から出た魚は、うず巻室を経て吐出管へ運ばれるが、日立魚ポンプでは、このうず巻室の形状にも特別の考慮が払われている。図6に示すようにうず巻室の奥行Wを特別深い特殊寸法としている。これは羽根車を出かかった魚が半身をとび出しかかった状態で回転しながら、頭部をケーシング壁に突き当てて、損傷する危険をなくしたものである。

このポンプの完成によって、たとえば口径 250 mm のポンプおよびパイプで、体長 600 mm もあるスケソウダラを運ぶことが可能になったわけである。

### 3. 揚魚方法とその問題点

漁業におけるポンプの利用方法として次の分野が考えられる(図7参照)。

#### (1) 網なし漁法

海に泳いでいる魚を直接ポンプで漁船まで吸い揚げる方法。

#### (2) 網から漁船へ

魚は網で取り、網の中の魚を吸い揚げて、漁船の船倉(漁倉)へ入れる。

#### (3) 小形の漁船から母船へ

小形の漁船から母船への積み替えに利用する。

#### (4) 漁船からの陸揚げ

漁倉にある魚を陸揚げし、水切りしたのち、トラックなどに積み込む。

#### (5) 陸揚げ後の運搬

陸揚げ後、岸壁から市場または加工工場までの運搬をパイプ輸送で行なう。

#### (6) 加工工場における輸送

#### (7) 加工後の製品の輸送

上記のうち、(1)の網なし漁法については、ソ連のカスピ海のキリカという魚に対し行なわれている。わが国でも10年ほど前に、釧路沖などでサンマについて行なわれたが、魚の集中性が悪く、海

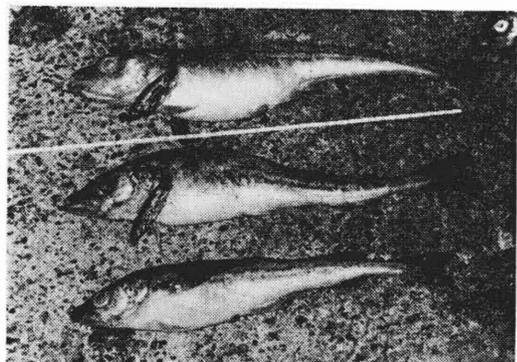


図8 スケソウダラ

水中の魚の量が少なく、集魚に対する研究が残された問題で実用化は困難であるとのことである。

現在ポンプ式揚魚の研究対象となっているのは、主として(2)、(3)および(4)である。

ポンプ式揚魚法は、機械化の原則に従って、同一魚種を大量に扱わうことが望ましい。そのためには稚内などで大量に水揚げされるスケソウダラやホッケが望ましい。かつ、スケソウダラなどは現在でもばら積みされておりポンプ式揚魚法には適している。スケソウダラには鮮度保持のために、過冷却予冷方式<sup>(4)</sup>が採用されるようになり、この面からもポンプ式揚魚法が要求されるようになった。

実際にポンプ式揚魚を行なう場合、問題になることは次の諸点である。

- (1) 吸込口に水をうまく供給，混合および吸い込みさせる点にくふうを要する。
- (2) 吸込管を船倉の中に差し込むことが容易でなければならない。従来のゴムホースでは，予想外にたわみ性がなく，かつ重いので，取り扱いがきわめてめんどうである。
- (3) 吐き出した魚の脱水が能率よく行なわれなければならない。

以上の点に留意し，本試験に使用した装置を製作した。

## 4. 装置

### 4.1 概要

本装置はスケソウダラを漁船の船倉から陸揚げする装置として計画されたものである。スケソウダラ(図8)は体長600mm，体径100mm程度の魚でカマボコの原料または飼料などに用いられ，その子はタラコとして珍重される。スケソウダラはいずれにしる，つぶして使われるので魚体の損傷はそれほど重視されないうえ，その漁獲量もまとまっているので本装置の対象魚として適当と考えたものである。

本装置は接岸係留された魚船の船倉内に吸上管をそう入し，海水をポンプで船倉内に給水，魚と海水の混合液としてこれを魚ポンプにて吸い揚げる。吸い揚げられた混合液は脱水スクリーンにて魚と海水が分離され，海水は海へ放流，魚はトラック上に積み込むようにするものである。このような機能を果たすため本装置は概略次のような各部よりなる。(a)吸込管部 (b)魚ポンプ部 (c)脱水槽，機械室部 (d)補給水ポンプ部 (e)操作機器部

### 4.2 各部機器

この分類に従って各部の説明をすることとする図9は装置の外観である。

#### (a) 吸込管部

吸込管部とは船倉内にその先端を入れ，魚と海水の混合液を魚ポンプまで導く管である。従来吸込管としてはサクシオンホースと呼ばれる金属線のコイルを心としたゴムホースが用いられていた。しかしサクシオンホースは柔軟性に乏しく，かつ重量が大きいため150mm以上ではその取り扱いが著しく困難である。本装置の対象とするスケソウダラの大きさから管径は10インチ

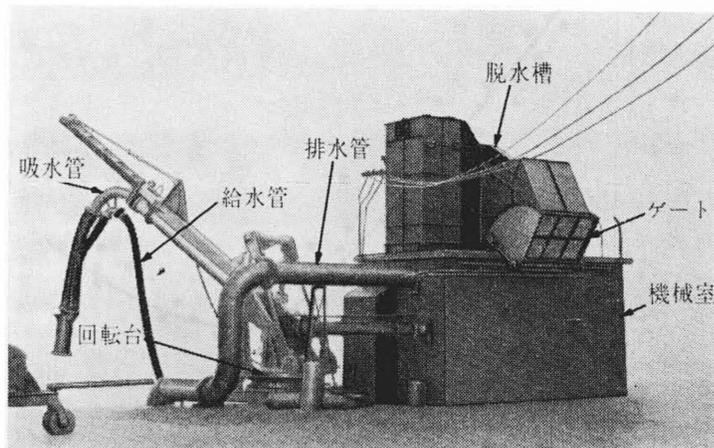


図9 揚魚装置

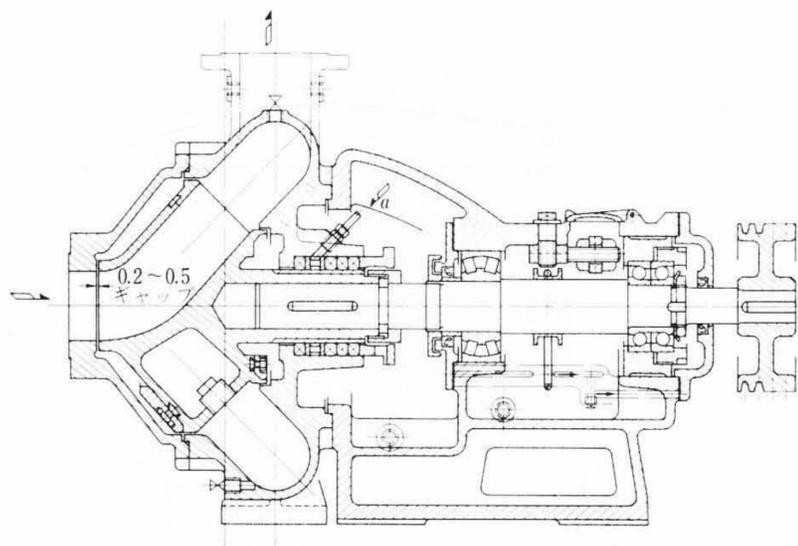


図10 斜流ブレードレスポンプ説明図

(250mm)となりサクシオンホースでは全く使用に耐えない。今回は，主管を二重管としてスライド可能とし，また俯仰回転が可能となるような回転台上にこれを設置し，油圧によりこれら进行操作できるようにした。すなわち，左右各50度の回転，上50度，下10度の俯仰，2,500mmストロークの前後の移動を，油圧シリンダにより行なわせるようにした。固定部分と可動部分とは，特別の蛇腹(じゃばら)状ゴムホースにより接続した。スライド部分のシール方法については，負圧に耐えられるよう二つのU形パッキンを用い，その間に封水を供給した。吸込管には倉内へ海水を供給する給水管も取り付け，一つの動作で2本の管の船倉へのそう入を行なわせるようにした。

#### (b) 魚ポンプ部

本装置の心臓部である魚ポンプには，前述の魚体輸送に最適な日立斜流形ブレードレスポンプを用いた(図10)。魚ポンプの口径は輸送する魚体の体長の1/3以上必要とされておりスケソウダラの体長600mmより考えて，ポンプの口径を250mmとした。

電動機+流体継手+減速機+魚ポンプの順に接続され駆動される。流体継手は可変速形とし，油圧シリンダの操作により魚ポンプ回転数を調節できるようにした。これは，その使用状態での最適の回転数にて魚ポンプを運転するためである。魚ポンプの吐出管はまっすぐ上に伸び脱水スクリーンの上に突き出している。その先端に油圧シリンダにより作動される弁がついている。この弁は，魚ポンプ起動後30秒にて自動的に開き，魚ポンプが停止すれば閉じるようになっている。

魚ポンプの仕様は，下記のとおりである。この仕様は魚と海水の比を1:5とし，1t/minの揚魚能力を有するように定めたものである。

口径形式	250 mm BLS-OV-GH
仕様	6 m <sup>3</sup> /min × 10 m × 600 rpm × 37 kW (600~300 rpm 変速)

(c) 脱水槽, 機械室部

魚ポンプ部および後述の各機器を納めるため機械室を設け, 風雨から機器を保護することとした。

機械室上部には, 魚ポンプから吐き出された魚と海水を分離し, 魚をトラックに積み込む脱水槽部が設けられている。脱水スクリーンの形状については, 魚体がこの上を滑降することが条件の一つであり, ステンレス鋼棒を流れ方向に 30 度の傾斜で並べるバースクリーンを採用した。30 度の角度を定めるにあたり, スケソウダラと肌の状態の類似しているハタハタ(体長 150 mm 程度)を用い実験した。25 度以下の傾斜では流下しないことも確認された。スクリーン上で分離された海水は下部の水槽に集められ, 海へ放流される。魚はスクリーン上をすべってゲートを経てトラック上に積み込まれる。トラックの入れ替えのときには, このゲートを

閉めて魚の落下を防ぐのである。スクリーンの幅は 900 mm, 平均長さは 3,500 mm である。

(d) 補給水ポンプ部

主として船倉内へ海水を給水するためのポンプであるが, このほか魚ポンプの封水, クーラ用冷却水などに用いられる。通常の両吸込ポリュートポンプを用いている。満水用に液封形回転真空ポンプを用いた。このポンプはバルブの切り換えにより魚ポンプの満水用にも用いられるものである。補給水ポンプの吐出側には, 油圧シリンダにより作動される流量調整用の弁を設け, 船倉内へ給水量を調節するようにしてある。

補給水ポンプ仕様 口径形式 200φ×160φ DV-CH  
5 m<sup>3</sup>/min×19 m×1,500 rpm (SS)×22 kW  
真空ポンプ 口径形式 32φ NE-CH  
最大風量 1.1 m<sup>3</sup>/min 最大真空度 500 mmHg

(e) 操作機器部

可能な限り人手を減らすとの考え方から大部分の操作はひとりで船上から船倉内を監視しながら操作できるようにしてある。前述の機器は電気または油圧により作動され, その操作の押ボタンは, 可搬式の操作箱(図 11)にまとめられている。起動当初の操作を除いたほかは, 全くこの操作箱により操作される。油圧ユニットは, 油圧ポンプ, 油圧切換弁などをひとまとめにして機械室内に納められている。使用油圧は 70 kg/cm<sup>2</sup> である。各機器間の系統図を図 12 に示す。

5. 実験結果と検討

以上の装置を稚内港の岸壁に設置し, 船倉より揚魚する実験を行った。昭和 41 年 11 月 11 日にはホッケ(体径 40 mm, 体長 300 mm 程度フィッシュミール用魚)を約 4 t, 12 月 13 日にはスケソウダラ 10 t を揚魚した。

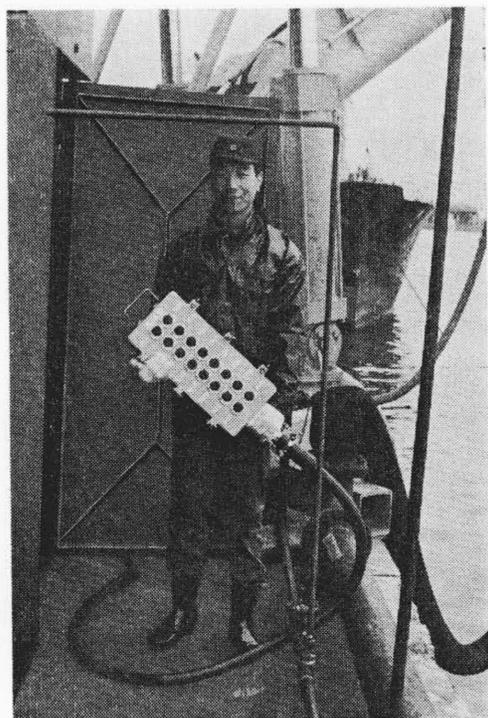


図 11 操作箱

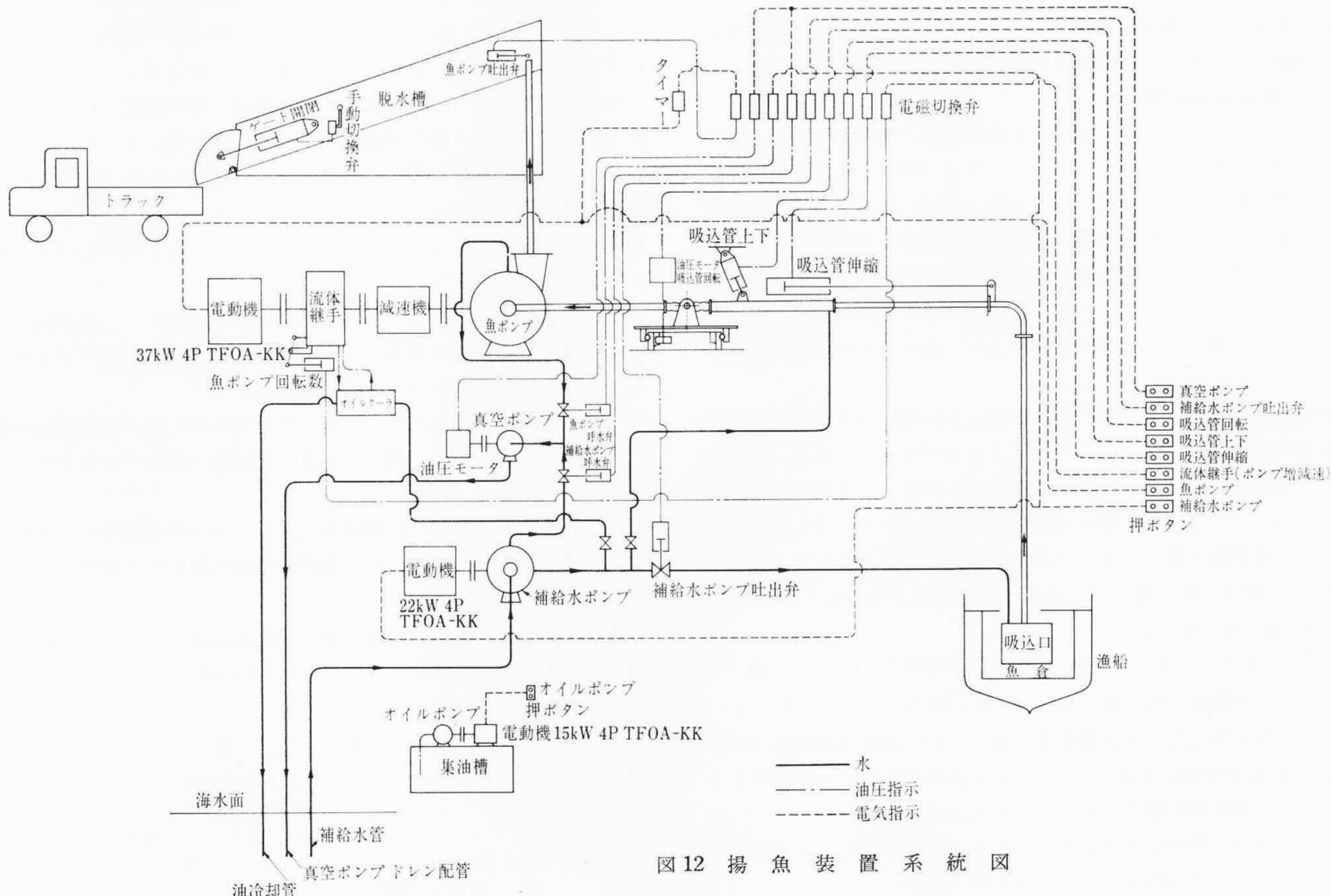
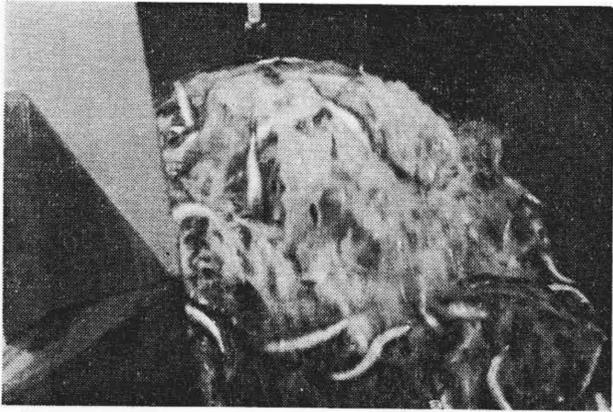


図 12 揚魚装置系統図



魚ポンプ吐出口から出て脱水スクリーンに放出されるところ

図13 揚魚状況

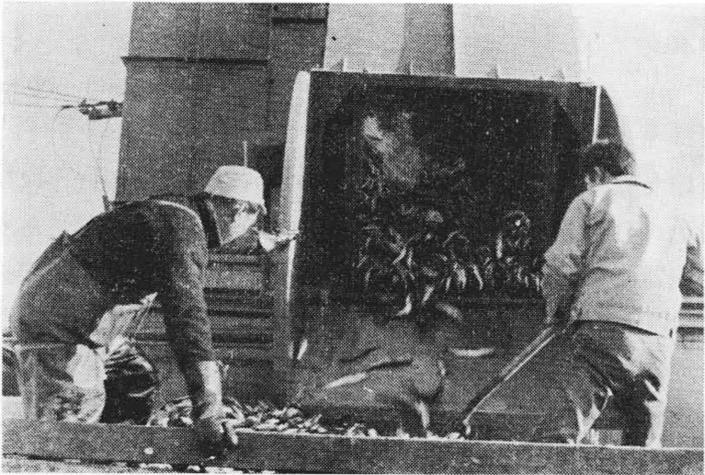


図14 脱水、積込状況 (手前はトラック)

### 5.1 機器の作動

漁船からの実験に先だち海水だけの運転を行なった。油圧ポンプ起動に続き、吸水管の左右上下前後への移動はスムーズに行なわれた。補給水ポンプの満水起動も約1.5分、魚ポンプ満水起動も約2分にて終了する。魚ポンプ吐出弁の作動も好調であった。魚ポンプ稼働中の吸込管の移動も順調であった。ただし、補給水からの給水量を調整する弁は期待どおりに調整ができなかった。ストローク50mmで全開から全閉まで行なうため、その中間の流量に保持することが困難であった。これは今後の問題として残る。

### 5.2 魚体損傷の問題

従来より魚ポンプを利用すると魚体が損傷されるといわれ、この点が大きな問題の一つとなっていた。今回の実験ではホッケのときは、魚体の損傷はなく期待どおりであったが、スケソウダラの場合は、全体の4~5%の魚に頭部切断、内臓摘出などの現象がみられた。この損傷は、船の動揺に対し吸込口が追従できず、船底と吸込口との間で押しつぶされたことが、一つの原因である。さらに、魚ポンプの空気吸引により揚魚が中断され、魚ポンプ内で魚体がかき回されたためと考えられる。

空気の吸引はやはり、船の動揺に吸込口が追従できず、吸込口端が船倉内の水面上に露出することにより生ずるものである。したがって、魚体損傷の問題は、吸込口を船側に固定し、陸側とはフレキシブルホースなどにより動揺を吸収させれば解決できるものと考えられる。連続揚魚時の魚体には損傷がほとんど見あたらなかった事実からも、揚魚中断が起こらなければ良好な結果を得られると思われる。

### 5.3 揚魚能力

ホッケ、スケソウダラいずれの場合も、平均約0.4 t/minの能力を示した。この値は平均の値であり、好調に揚魚しているときは1 t/min近い値を示していると観察された。0.4 t/minは当初の予定能力1 t/minを大幅に下回っているが、これは次のような理由により安定した連続吸引が保てなかったことによる。すなわち、一つには操作員の操作不慣れによるもの、一つには船の動揺により空気を吸引し、揚魚が中断されることによるものである。

実験にあたって操作員は、その操作に習熟しているとはいえ、そのために起動、吸込管の移動、操作に円滑さが欠け、平均的揚魚能力を低下させている。しかし、時間を与えることによりこの問題は解決されると思われる。船の動揺による揚魚の中断は前述のとおりである。

### 5.4 脱水

トラックに魚を積んでから計量するため、魚体と海水との分離は重要な問題となる。魚体と魚体との間に存在する海水は、ほとんどスクリーンにて脱水できた。今回の仕様に対してスクリーンの面積は十分であることが確認された。海水は一部トラック上部に流入したが、これは脱水槽の形状の不備から越流したもので、越流を防止するよう改造することは容易である。

### 5.5 満水操作

試験時しばしば空気吸引により運転停止となったが、再起動時の満水操作が期待どおり行なえないことが生じた(この操作の不具合が揚魚能力の低下をきたしている原因ともなっている)。これは真空ポンプ保護用に取り付けてあるストレーナの目づまりによるものである。1回目の起動時には問題ないが、2度、3度とくり返すうちに満水不能となる。ストレーナの使用自体に問題があるので、ストレーナなしで満水操作が行なえるような方式に変える必要がある。真空槽の利用は、その一方法である。

### 5.6 耐寒設備

今回の設備は耐寒性について考慮されていない。耐寒設備については改めて考えることにしてある。実験中油圧機器のうち作動不良を生ずるものもあったが、これは気温低下による油の粘度増加によるものであった。また各機器、配管などにも凍結を生じ、起動に際して不具合を生じている。使用場所によっては、耐寒について十分な考慮が必要である。

## 6. 結 言

今回の実験により、おおむね予想どおりの効果を得ることができた。すなわち、水の供給および吸い込み、吸込管の船倉へのそう入および脱水など細かい点を除いてうまくいったと考える。

今回の実験により、今後改善すべき点は、船の動揺に対する追従性の改善である。今回の実験場所が、特に波の荒いところではあったが、実用化の際は当然よく考慮しなければならない。対策として船体に吸込口を固定させ、たわみ性のゴムホースでつなぐということまたは、ポンプを立形のつり下げ方式とし、船倉の中につり下げることが考えられよう。

ポンプ式揚魚法の将来の方向として吐出管を延長し、魚の加工工場まで運搬することは容易であり、これにより非効率なトラックへの積み替え作業も省きうると考えられる。

また、今回の実験は岸壁に定置して行なわれたが、それぞれの船に設置することにより、網から船倉への運搬と陸揚げを兼用することが望まれる。

いずれにしろ、今回の実験結果により、ポンプ式揚魚法の本格的普及が望まれるが、そのための需要者側の熱意を特に期待する次第である。

終わりに臨み、本実験に協力願った北海道立稚内水産試験場岩垂場長はじめ、関係各位ならびに、稚内市のお世話になったかたがたに心から感謝申しあげる。

### 参 考 文 献

- (1) 村山: Fish Pump 利用による漁業合理化に関する研究
- (2) ヴェ・ペ・トロフィモフ: 日立製作所のフィッシュポンプの試験;「ルイブノエ・ハジャイストボ」(1966-2)
- (3)(4) 大島浩: フィッシュポンプによる魚の陸揚げと魚の鮮度;「漁港」(1967-4)