

計の収集はしかし多くの地域で大いに改良できよう。このことはIBPがFAO水産部と領ち
合目標の一つである。漁業統計からえられた abundance の推算は、魚卵、稚仔魚調査
を含む他の方法でチェックすべきである。未開拓水域内で、このような調査は音響的方法で
捕われるべきである。両法は海洋生物研究所の研究船から水産研究所によると同様に用いられ
よう。この部分のプログラムの詳しい枠（綱領）はIBP参加の研究所の目標による。及び
FAOプログラムの発達による。

生物地理学、上記生物生産の研究は最も重要な種と群聚の分布、数量の基本知識なくしては
価値も限定されよう。ある水域でこの知識は存在又はその基礎がおかれているが、他の水域で
は分類形態学の最基本問題の解決が必要となる。こうしたわけで、そして各々の海況がそれ
自身の地域的問題を提供するプログラムの本章は標準法で攻撃するに amenable でない。
作業は異なる種類の相対数量を決定するに十分な定量基盤をもつべきである。

補助プログラム

主要な海洋生物学的要素のどれかの空間的・時間的変異の解析に対する基本的資料を提供するよ
うに上記の現場観測の各種を設計する。その結果は例えば多変統計法により解析に用いられる。
海洋生産力の数学的モデルの公式化とテストに必要な主要事項の何を供与するだろう。

このようなプログラムの弱点は現在も知識に基く仮定の上のみ設計され得ることと、その
結果が支配的でないかも知れないこと 又は少くともそれだけの因子でなく、選び出されたパ
ラメーターでのみ解釈され得るということである。（中略）。第一の栄養塩としての窒素の研究
は硝化バクテリアの知識と切り離せない現場のポピュレーションの研究、実験室内の物質転化の
研究をも含む。栄養塩は海中で化学的方法で推論されるが、生物に全部用いられ得るものかを知
る必要がある。生物学的にテストか試験分析が要る。（後略）。

（宇田道隆抄訳）

9 魚群数量の直接迅速推定

出所：FAO.ACMRR/3/WP18.1965年3月1日 Rept. of Working
Party on Direct & Speedier Estimation of Fish Abund-
ance

B.B.Parrish (Convenor), D.H.Cushing, L.S.Midttun, V.Valdez
F.Gneri, G.L.Kesteven, ほかFAOメンバーが2種の方法、(a)音響学的又は光学的
検知器による直接推算法、(b)卵、稚仔による産卵生産の推定に基く間接法、について検討した。

1) 直接法 漁場での調査及び未開発魚群の探索に用いられる（ふつうの魚探と水平魚探を用い
る）。音響測深機は19世紀末に航海用に発明された、第1次大戦に Langevin と
Florisson が超音波発振器を導入。魚探として1930年代に英国の Ball と
Hodgson、ノルエーの Bokn と Oscar Sund が試用、人為反響を魚群とした。第
2次大戦後広く魚探が用いられ、ソナーを水平魚探に戦後特にノルエーで試用された。

1950年代の進歩は "Rept. on Echo-Sounding & ASDIC for Fishing Purposes" (ICES WG, 1954, Hodgson & Fridriksson)

魚群量推定を系統的エコー調査で求め、エコー(反響)密度中心の産業的漁獲との相関をしらべる試みは Runnetrom (1941)がノルウェー西岸沖の大西洋系スカンデナヴィア鯨の産卵集群について、Cushing (1952)が北海中、南部鯨について、Krefftt & Schuler (1951)、Craig & Parrish (1952)が北海北部ニシンについて、Richardson (1950, 1951)がスプラットについて、Tester (1943)及び Hourston (1953)が太平洋ニシンについて行つた。これら調査は明らかに少なくとも浮魚について魚探(音響測深機)が定量的器具として有用なことを証明し、底魚群の数量推定への応用研究を刺戟した。それは浮魚判別より技術的に困難だが、狭音束、高度分解機器使用により克服されている。

- (1) 主問題 (a) 標的(target)の同定……捕獲してみるか、水中カメラ、水中テレビ使用が必要になる。異なる魚種は局地的に群形成の異なることが魚探記録に出るし、特別な環境条件に反応して記録される。
- (b) 標的の計数……まづ音響システムを検定する(トランスデューサーへの入力、標準的からの反射又は音響の出力を測る)。最小の標的の検知され得る最大距離は採集システムの範囲で、これが採集容量を限定する。底の調査を考えると一通達(海底床より1~2m)中の採集容量は通達軸にごく近い区域に限定せられる。かような限界は Sector Scanner を用いて克服される(固定多回路トランスデューサー使用、ベアリング内を掃測する)。計数には、1) 単一通達中の魚の在否を推知するのが最も容易 2) 個々の標的の数を知ること。前者は記録紙上の個体を数えること(Hyllon, Midttun & Saetorsdal 1961)。魚が群をなすとき、エネルギー反射のぐあいが後論される。多様標的の取扱ひ実験ルール。小形魚には周波数を増しパルス長を短くして各個を計数するよう設計する。
- 3) Sector Scanner 使用し、掃束をよこぎつて、方向性の誤差を消去して個体が計数される。
- (c) 調査手法 鉛直水平魚探で調べ、水平通達は水中の熱学的層重で変えられ、それはソーナーの有効範囲に影響するが、海況がわかれば決定できる(付録1)。もしこれらの水層がずつと同じ深度であれば、ソーナーは幅3Km位の水帯を捜査できる。一方音響測深機(普通魚探)はもつともつと幅狭い、時には30mに足らぬぐらいのわずかの水容積をサンプルする。調査プラン(魚の分布)にはこのことを念頭におくべきである。底魚調査の場合サンプルされた水容積は通常軸付近の区域に限定されているのである。魚の固定するにも単位漁獲努力と魚の標的からうけた電気容量との関係を確立するにも魚を捕獲する方法がある。これから捕獲難易度を見積り、その関係式から変異度も見積り得、漁具又は音響測器でサンプルした単位容積について出せる。全調査水域内の数量推算の変異は捜査した単位容積の数と、単位容積当りの魚の平均の数の関数である。

(2) 諸方法の現状

浮魚底魚に対する比較検定のない機具によるエコー調査は多くの国々で相対的数量を推測する在否手法に基いて用いられ成功している。もつと手のこんだ個々の又は多数の標的を数える調査は検定された機具で絶対数量を推算する目的で方々の国で行なわれた(付録Ⅲ)。高い分解能、セクター・スキヤナーと他の機具(目下開発中)が将来、数量推算に用いられよう。

2) 直接水中光学的方法

定着、広棲生物の限定された状態のは除いて直接水中光学的方法(自由に泳ぐ潜水者による直接目視、水中潜水体からの目視、写真撮影及びテレビによるを含む)を魚数量推算に用いることは、音響的方法により記録された濃度の生物の同定と密度(単位容積内の数として)の"局所"情報を与えるのに役立つ、続けられよう。(付録Ⅳ)。

カメラは比較検定の為の既知の標的につけた電子的フラッシュをもち、この目的に最も有用な器具であろう。実体写真カメラをこの使用のため開発は多くの例において固定と計数を助けるだろう。映画撮影と水中テレビは状態によつてダイバーによりうまく使え、浅い水中ならカメラがあつてもなくてもやれる。しかし有人水中潜水体に音響的、光学的方法を併せてやればこの目的のため将来ずつと広い場合に使うのにすこぶる有望である。

3) 空中からの調査

空中からの観測は各瞬間に一目で広域をしらべ、時には船上の観察者よりずつと深く見ることが出来る長所をもっている。さらに一定の時間内に海面の観測者が横切り得るよりずつと広大な区域を航空中の観測者は横切つてゆくことができる利点がある。海面に群をなす魚の現われるある特殊な状況でこれらの利点からはつきりきまつた区域内の魚群体の数量を信頼できる見積がやれる。

しかしもつと度々航空調査の主な価値は海面船舶の操業に役立つことにある。ある場合には、海面集群魚の出現の決定を含んで、一区域の主特徴を確める探索作業にそれはよく用いられて来た。他の場合には、海面観測作業を指導し補助するのに航空観測が用いられるのが例であつた。

第一、海面に群れる魚によつて占められる面積の決定のため、それは魚によつて占居されていない区域で船舶活動時間の使用を減す助けになる。第二に、魚群の分布と海況の総観図を供与するに役立つ。第三に、海面の船を魚の濃密な中心に導くのに役立つ。

これらの主な貢献が海面操業の効率を増し、海面操業のコスト低減に役立つ。しかし航空調査はまたこれだけで魚群量推算の資料を貢献することになる。(詳細は付録Ⅴ)。

4) 間接法

魚卵、稚仔魚調査 Hensen は魚の産卵期に初期浮遊卵の最適な定量サンプリングが産卵魚群ポピュレーションの絶対数量のよい推算を与えるのに用い得ることを示唆した最初の人であつた。このような多数の調査がその後行われたが、大かた浮遊卵をもつ魚種に対してであり、

それらは A. Saville (1964): Estimation of the abundance of a fish from egg and larval surveys. Rapp. Cons. Explor. Merl 55: 164-70 が総述した。この作業は開発された魚のポピュレーションについてなされ、主目的は漁獲サンプリング法(例えば Sette & Ahlstrom, 1956; Beverton & Holt, 1957)から魚群数量見積りをチエツクすることであつた。稚仔魚数量調査もまた用い得るが、ここでは卵・稚仔期の死亡率が絶対数量推算の精度を制限する。Cushing と Bridger (印刷中)は南部北海ニシン稚仔魚量と魚群体密度と相関づけ、魚群ストック数量の推算値と相関づけた。

English (1964) はこれらの方法で卵生産総量を推算誤差の源に注意し、推算精度は厳密にある状況に限定されると結論した。

これらのストック量推計法は多分漁業の全くなされてない水域では最大の価値あるものであろう。ここでは産卵期の魚探反響調査と併せ、魚の数は反響音像の平均のサイズ(大きさ)に帰せられよう。そこで海上調査法は二重の目的に役立つ。

この方法で魚群量 (Stock abundance) を推計するのに、孕卵度と性比が必要となる。

熱帯水域では孕卵度推算は魚が次々系列的の産卵者であろうからなかなかむづかしい。実際産卵期は時間的に幅広い。Androv 及 dos Santos Pinto (1957) はマイワシの時系列産卵を扱う一法を案出した。

ある水域の主要問題は、特に未開発域では卵、稚仔の属する魚種の判定である。そのような場合卵濃密域付近の漁獲サンプリングはしばしば探し求め得る産卵生産物の判定に専門家の助力に知見を与えることができよう。魚卵は適当な大きさのネットで採集できるが、精密な定量的な作業には稚仔魚は高速ネットでとらねばならぬ。あるマグロの後期稚仔は neuston ネットでうまくとれる。高速サンプラーと neuston ネットのおかげでサンプリングするのに船は停止させなくてもよい。卵、稚魚調査を用いることは未開発水域で魚探エコー調査の支えになる。これから孕卵度、性比もうまく見積られ、サンプリング目的のため適当な魚獲もでき、卵稚魚の同定もその後でできる。卵、稚仔魚調査は絶対数量の推算を与えるのに用い得るが、後者の実質的な過小見積りはサンプリングのときに起る死亡率を考えないと起り得るから注意すべきである。

5) 結論と勧告

相対的又は絶対的な魚の数量を直接・間接推算する方法を本作業委員会で考察して、音響的魚群探知手法が最も有望なることと共に、探査的な資源測定調査上、開発された魚群体の詳細なポピュレーション研究に最も広い応用をもつことを知つた。

現行の商業的音響探知機器は比較検定したときは相対数量の推計を与え得るし、他の密度測定方法(例えば写真撮影)と組み合わせた時はまた絶対数量の大きさばな推算が得られる。このような方法は未開発水域への探索調査にも、既開発水域での漁船団又は研究船にも応用できる。

しかし、絶対数量推算にはもつと専門化した直接機器（高分解能もの）と計算システムを併せて必要とされる。高周波、狭ビーム音響測深機（魚探機）、セクター・スキヤナー、FMスキヤナーを含むは開発中で、ある国々で使用されつつある。魚数量推算に大きい将来性をもつため、本作業委員会は、それらの開発と今後の操業的試験を、場所的にできるだけすること奨励されることを勧告する。FAOの現場プログラムにできるだけ多くの機会をこの目的のため与えられるよう配慮をつづけて望ましい。魚の数量推計のためのこのような機器の使用と併せてさらに次のような研究が特に望ましい。

- (a) 個体及び魚群（あらゆる方向の）標的強度をちがつた魚体の大きさ、魚種について行なり。
- (b) 標的強度、周波比、ウキブクロ共鳴に基く方法をつかつて魚のサイズをきめる音響学的方法
- (c) 海底の反響から魚の標的識別
- (d) 音響機器による探知魚群の写真撮影法による同定。

音響魚群探知機器の水産研究に使用が急速に発展生長と共に、魚群ストック評価問題に関係してそれらの原理、特性と使用法につきもつとよい知識を知らせる必要が漁業科学者に対して起つている。それで本委員会はFAOがこれらの手法と応用のよりよい理解を促進する手段を講じ、『音響法による魚群数量直接推計』に関するシンポジウムを開催、セミナーを開くこと、コンサルタントに頼んで、音響機器の物理的原理と水産作業への応用の講習手引書をつくつてもらい刊行すること、ICESやFAOでやつている資源解析のと同様に漁業科学者のための講習会をひらくことを勧告する。

エコー調査法の適用につき、すべてのサンプリング法とともに調査設計の問題が起る。

範囲、強度、効率でそれは数量推算のコストと精度にも関係する。かような調査法の設計の何らの理論的、統計的取扱は従来えられておらぬので、本作業委員会はさらに、本研究が統計的基礎の上になされ、特に設計因子を引用し、推計の変異（バリエーション）を見積ることを求める。

音響魚探法はすべての状況で精密な魚数量推算に適用できるものではない。特別な適用できない場合は浮魚が表層に生活している場合、貝類のような底生々物が海底に生活している場合などである。第一の場合には航空調査で時々精密に絶対相対の数量（海面船舶によるサンプリングと併せて）を与えるし、第二の場合でも写真撮影法、直視観測法でやれる。卵、稚仔調査は探索作業に価値あり、産卵魚の密度中心を図示するに役立つ。孕卵度、性比をうまく漁獲サンプリングから見積れるなら、産卵魚の絶対数量がよく立案した卵調査で得られる。

（宇田道隆）

10 遠洋漁業と捕鯨の航海運行への気象サービス

出所：H.Kristjonnsson(FAO)—High Sea Fishing & Whaling, WMO.
Third Informal Planning Conf.—WWW Fixed & Mobile Ship
st. & Met. Service to Shipping, Geneva, 29 Aug.—4 Sept