

れわれにとつてほとんど未利用な資源として残されているわけであり、上述の繁殖域に関する知見とともに、今後、成魚の分布、漁場形成について調査を推進することにより、この有望な資源の利用の道が開けるであろう。

これまで、マグロ研究を通して未利用資源という事に関して、生物群集のいくつかを見て来たが、それではこれが果して将来マグロ類に代り得るかどうかと云つた事について、多少検討してみたいと思う。

とは云つても、この問題はバイオロジストだけでは手に負えない問題でもある。例えばこれから先、経済の状態がどうなるのか、嗜好の変化、食品の利用の仕方の変化その他種々の条件を考えに入れなければならないだろうと思う。そこで、ごく常識的にいまあつてみたいいくつかの魚の将来性についての憶測をしてみると、

1. まづ、大変悲観的な結論になるが、マグロと等価のものはない。(高級食品としてそのまま利用し得る肉質、大きな魚体を持ち、適した漁法も現在考え得るといつた意味から)。
ガストロもアロツナスもマグロの次にはなり得ても同列には並べ難いと考えられる。
2. しかし、これらの中で最も有望なもの(又は、現実的なもの)としては、カツオとサンマの類があげられると思う。
3. しかし、他の魚種についてその将来性を全て悲観的にみるほどの理論を現在我々が持つてゐるわけでもないで、今後ともこれらの魚類には注目して研究を続けて行く必要はあるだろうという風に考えている。

4 マグロ類人工増殖の可能性*

**
井 上 元 男
(東海大学海洋学部)

1 ま え が き

近年、わが国のマグロ漁業は年々釣獲率の低下から操業が長期化するなど種々困難に直面している。また、マグロ資源に対する世界的風潮として漁獲制限とか、資源の保全が問題視されている¹⁾。このような背景にあつて著者は長年、カツオ、マグロ漁場の合理的開発の^{2), 3), 4), 5), 6), 7), 8), 9), 10)}研究を押し進めてきた。しかし、この間、マグロ類を積極的に殖やす研究を進めねばならないと考えた。このため著者は1961年頃より日米のサケ、マスふ化放流事業を視察し、マグロ類人

* 本報告は1969年2月、水産庁遠洋水産研究所主催マグロ漁業研究協議会のシンポジウム及び同年9月水産海洋研究会、三崎遠洋漁業研究会主催、マグロ座談会に発表したものに加筆したものである。

** CMST, Tokai Univ.

工増殖の可能性を検討してきた。

今、すこし、サケ、マスについてふれるならば、大回遊する遠洋性魚類人工増殖の典型的な例はサケ、マスのふ化放流事業にみられる。サケ、マスの人工ふ化がはじめて行なわれたのは1757年で、オーストリアの陸軍士官Jacobi¹¹⁾によつてマスの人工ふ化放流が創始された。米国では1867年にコネチカットシヤド及び1868年に大西洋サケについて人工ふ化実験が成功した。1872年に太平洋岸にはじめてサケのふ化場が建設された。¹²⁾そして、近年には日米ソ加によりサケ、マス稚魚放流は年間約12億尾北太平洋に放流されている。加えて、漁獲制限(年間約2億1千万尾程度に押える)を協定し、資源の増殖と保護を実施している。このような態勢に比べればマグロ類は増殖、保護の面においてサケ・マスに100年遅れているといえよう。

僅に東部太平洋米州機構の国々において、キハダ資源の保全が問題視され、Dr. Shaeferらの研究結果からキハダの漁獲制限が行われているにすぎない。そして、マグロに関心をいだく各国は漁獲制限のみによりマグロ資源の保全を行なおうとする世界的な風潮にある。したがつて、サケ、マスのように積極的にマグロを増殖しようとする気運にないのが現状といえよう。

1965年来、著者らは^{14), 15), 16), 17), 18), 19), 20), 21), 22), 23), 24), 25), 26), 27),}マグロ類の人工増殖に関する一連の研究計画を押し進めてきている。すなわち、マグロ類の親魚養成を目的とするカツオ・マグロ類の活魚輸送や飼育による生態、研究、マグロ類の人工ふ化直後の稚魚の餌作りを目的とするクロレラーコペポダーウミミジンコ、ワムシ等の動植物プランクトンの大量培養に関する研究、カツオ、マグロ誘引に關与する環境の研究、サバ科魚類の精子急速凍結保存に関する研究等である。

マグロ類の人工ふ化に直接関係する研究としてはメバチに対する木川²⁸⁾(1953)、Kume²⁹⁾(1962)があるにすぎず、この面の研究が極めて遅れている。近縁のサバScomber caliaの人工ふ化放流はEarll(1880)が始めて米国で行なつた。すなわち、船上で授精を行ない、ふ化槽に45万粒收容し、ふ化率75%で体長4mmの稚魚を毎年1,700万尾放流したといわれる(田村)。

マグロ類の生活を人間の管理化におく研究はTester^{30), 31)}ら(1952)によつて始められ、カツオ*Katsuwonus pelamis*、キハダ*Thunnus albacares*、Little tunnyについてはMiyake³²⁾(1952)、Clemens(1956)、Nakamura(1962) Barret and Connor³⁵⁾(1962)、Joseph and Barrett³⁶⁾(1963)、Magunason^{37), 38)}(1965)らによつて飼育による主として習性研究が前進した。わが国では著者ら(1967)¹⁸⁾が始めてカツオ、キハダ、メバチ*T. odesus*、クロマグロ *T. thynnus* ソウダガツオ*Auxis tapeinosoma*、ヤイトEuthynnus *affinis*、ハナガツオ *Sarda orientalis*の長時間飼育を行つた。

本報告は既往の調査研究結果と著者らの研究からマグロ類の人工増殖が可能があり、効果のあがるふ化放流事業を興しうるとみられる幾多の知見をえたので、こゝに発表するものである。

2 マグロ類人工増殖の可能性

1) 回収率の高いキハダ、カツオ

マグロ類が人工ふ化放流されなかつた理由としては、成熟した雌雄のマグロ類が同時に入手することが極めて困難であることや既往のマグロ類の標識放流の再捕率が低い（従来ビンナガ³⁹⁾ 1~2%、キハダ5~6%、須田）、サケ、マス放流事業ですら回帰率が低いなどのことから経済的に見て放流効果が疑問視されていたためであろうと思われる。

しかし、近年、米国I. A. T. T. C.（全米熱帯マグロ委員会）の行なつたキハダ標識放流の再捕結果から見て、1955~1963年に至る標識キハダの再捕率は17.3%であり、特に1963年は62.5%にも達している。また、カツオは通年で5.4%、1963年は43.1%と高い回収率をしめしていることが注目される。特に高い回収率を示したのは湾やバンク（瀬）周辺で、このことから米国のキハダの漁獲の大半をしめる体長100cm以下（2才以下）の若年魚は一度あるバンクや湾内や沿岸水域を生活領域とすると約1年位その海域に滞留することがわかる。このような習性からキハダは或定まつた海域に放し飼いにすれば再び高率な回収が見込まれる。

2) 外敵から逃れられる遊泳スピード

標識放流の回収率の高いことはカツオ、マグロ類を或る程度の大きさに育てあげれば、外敵からおそわれずに人間によつてのみ有効に回収されることを意味する。

マグロ類を捕食する天敵についての研究は矢部⁴¹⁾らの研究があり外敵としてはクロカジキ *Makaira mazara*、キハダ、シイラ、メバチがあげられている。そして、40航海にわたるこれら外敵の胃内容物調査結果から、ビンナガ、メバチ、キハダ等は体長が25cm以上に達すれば殆どクロカジキ、キハダ、シイラ等によつて食害されることがないようである。したがつてマグロ類の幼魚を体長25cm程度の大きさにまで育成させれば、これらの幼魚は外洋に放流して外敵から捕食されることは殆どないものと思われる。

これらの大きさに稚魚を成長させるのにどの位の日数を必要とするか研究がなく明らかではない。僅にClemens（1956）が第3のマグロともいわれるスマ *Euthynnus lineatus* の後期稚魚の船上飼育実験があるのみである。それによると体長2.5cmのものが約10日間で体長が6.5cmと2.6倍、体重にして約11倍の成長をすることを明らかにした。Tester は10.4×8.2×1.1mの角型のコンクリート水槽内でキハダを飼育し、体重2.2kgのもの4.98kgまでにするの7ヶ月を要した。すなわち、1ヶ月に平均0.4kg増加することがわかつた。又、Nakamura は径7.9m、深さ1.2mの円型タンク内でカツオ、を飼育した結果、体重0.9kgのものを1.86kgにするのに約2ヶ月かゝるといふ。以上は断片的であるが人工管理下においてマグロ類の幼魚が短期間で成長することがわかる。一方、藤田⁴²⁾らの年令と体長の研究成果から逆算して体長25cm程度にするにはマグロ類稚魚を3~6ヶ月間育成すれば良いと思われる。体長25cm以上になつたカツオ、マグロ類は外洋で外敵に遭遇した場

合非常なスピードで逃れることは既往の研究からうかがわれる。すなわち、渡辺(1942)⁴⁸⁾ Magunason(1963)³⁷⁾は海洋中におけるカツオの遊泳スピードが約14Ktを出すと測定しており、StrasburgとYuen(1958)⁴⁴⁾は索餌行動時には最高25Ktを出すと観測している。又、YUEN(1966)⁴⁵⁾はキハダのスピードは10.9Ktに達すると述べている。

これらのスピードとカツオ、マグロ類を捕食する外敵の遊泳スピードを比較すると、カジキが20Kt、イルカ10Kt、一部のサメが10.5Ktを出すことが分つており、前述したカツオ、マグロ類の外敵としてはカジキ類、および同族であるマグロ類の成魚が遊泳スピードの上から、カツオ、マグロ類の幼魚を捕食する能力を持つことがわかる。

3) 高い産卵性能

マグロ類の親魚からは平均500万粒の卵がえられる。仮にサケ、マスのお化のようにお化の生残率を80%にすれば親魚30尾から1億2千万尾がお化されるわけである。

マグロ類の人工お化に関して久米はインド洋の船上でお化実験を行い21時間ではお化を完了した。漁業者、福久丸鈴木氏⁴⁸⁾や聖竜丸山下氏⁴⁹⁾も船上でメバチの人工受精をしており、2昼夜以内にお化が完了することを確めた。このことは近縁のキハダにとつてもお化を時間でお化が行われる可能性を示すものと思われる。

サケ、マス親魚の一尾から平均2500粒しか産卵せず、お化が完了するまでに約3ヶ月を要するのにくらべて、マグロ類は極く短時間で驚異的な生産力を発揮することがわかる。大型のマグロ類の中には径1mmほどの卵を1000万粒も産卵するものもある。木川(1964)⁵⁰⁾によれば体長158cmのミナマグロ *Thunnus thynnus maccoyii* は1400~1500万粒の卵を持つという。したがって、大型の親魚が養成されればそれだけ莫大な数の産卵お化が行なわれることを意味する。

4) 親魚の養成は可能

マグロ類の生物的最小成体は *Sella* により大西洋のクロマグロは体長97.5cm体重15kg(8才魚)で成熟すると述べている(丸川)⁵¹⁾、北太平洋のクロマグロについては明らかではない。中村によればキハダについて中村(1939)は体長100cm内外を最小成体と推定し、他の研究者は最小成体は60cm以上に達したらばなるといわれているので、おそらく60~100cm内外と幅があるようである。また、Yuen and June(1957)は尾叉長約70cmになれば、最小成体に達するものがあるが、メスの大部分は120cmに達するまでは産卵能力を持たぬものであろうとしている。

メバチについてはYUEN(1955)⁵²⁾は体重約14~20kgのものが最小成体であろうと述べている。

木川(1953)は南部マーシャル群島近海のメバチの最小成体を体長100cm内外とし、Kume(1962)は人工お化に尾叉長92cmのメスを用いている。したがって、体長90~

100 cmがメバチの最小体とみなされる。

ビンナガの最小成体については上柳、Otsu and Uchida、Otsu and Hansenの研究があるが総じて体長約90 cm位位であらうとみられている(中村)。また、石井、井上(1956)は珊瑚海のビンナガ(体重20.6 kg)にかなり発達した卵巣を見ておりこの程度の魚体は産卵に關与するものとみている。

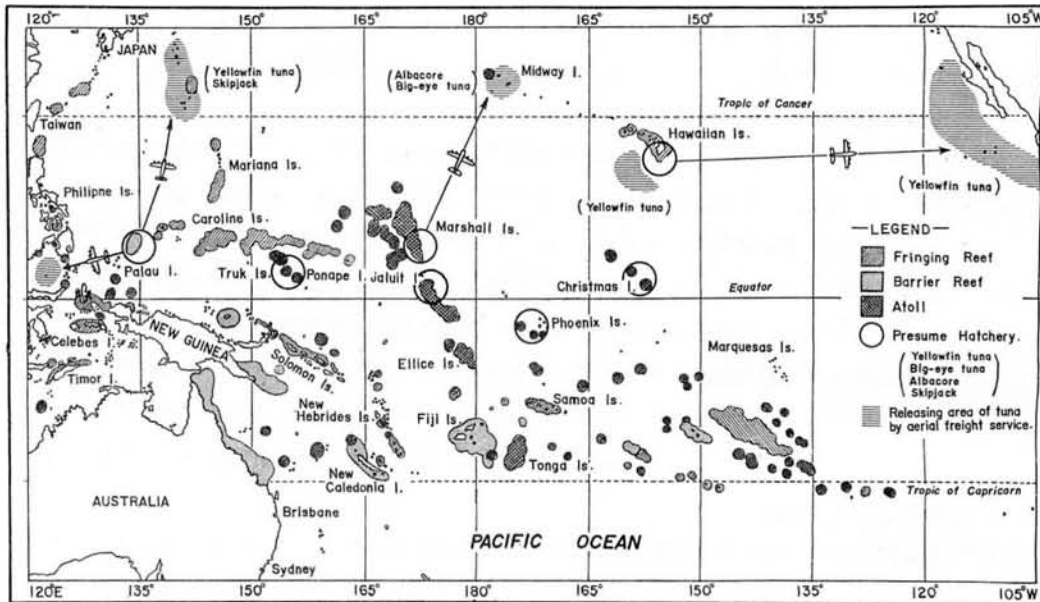
ビンナガ、メバチを除き、小型から大型までのキハダ、クロマグロはわが国沿岸の定置網に入るので採捕可能である。ビンナガ、メバチ、キハダは日本近海で生かして採捕することが可能である。これらの活魚輸送はTester, Barret and Connor, Joseph and Barrett Nakamura、井上らの研究からみて可能なことである。井上らはマグロ類の輸送には従来からの船底からの自然換水を利用した活魚輸送方法が最も簡易な輸送であることを見出した。この方法はマグロ類を海面イネスへ収容する方法として最上のもと思われる。そして、飼育に難易の順位をつけるとすればカツオーハガツオーソウダガツオークロマグローメバチキハダの順になるとした。ビンナガの飼育はまだ試みられていないが、著者はさして困難ではないものと思つている。

長期間にわたるキハダの飼育は先に述べたように米国においてTesterにより、7ヶ月、Nakamuraによりカツオについて陸上タンク内で5.5ヶ月の飼育を可能にさせた。海面イネス内でマグロ類を飼育することを、井上らは考え、1968年7-9月の間、妻良湾で実験を行つたが、台風、異常海況などの影響でまだ成功してはいない。しかしこのことも1952年頃静岡県三津の水族館の網でかこつた海や同県由比の定置網中で体重2.2-2.6 kg大のクロマグロの幼魚を約1ヶ月間飼育*してありそれほど困難なものでもないと思われる。問題はどこで親魚用のマグロを採捕し、どのようにして長期間飼育するかということである。わが国の地理的位置として越冬飼育出来る種は低温に強いクロマグロかビンナガで、その他は温度調節をしたOceanariumによつて長期間飼育するより他はない。この点、マグロ類は熱帯、亜熱帯海域の島々や未利用なAtoll(環礁)中のLagoon(礁湖)をマグロ類稚魚、幼魚、親魚の育成場として活用し、長期間飼育することが最も理想的であると思われる。また、この際のマグロの採捕には大謀網などの定置網が利用されることが望ましい。

5) 親魚養成による人工ふ化

大型マグロ類を養成し、成熟させ人工ふ化を行なうことはまだ何処でもなされていない。しかし、このことは決して不可能を意味するものでない。このことを可能にするには産卵期間近い親魚の養成を通じ、或は、ブリのように人工的にホルモン注射などして雌雄を成熟させ、人工授精により交配させることが最も近道であらう。何故ならば洋上においては、マグロ類が雌雄同時に成熟した生殖巣をもつて漁獲されることは極めて稀れである。将来、著者ら

* 三津水族館長花島治作氏、はごろも罐詰株式会社志田文治氏談



第1図 太平洋におけるマグロ類の想定孵化場 (Yongeの珊瑚礁図の改図)

Hypothetical tuna hatcheries in the Pacific

(1968年)がサバについて行つたように急速凍結によつてマグロ類の精子の保存がなされれば人工授精は更に容易なものとなると思われる。しかし、船上でのふ化はチャンスと場所が限定され、大量に人工授精をするのに能率的ではないように思える。

したがつて、マグロの人工ふ化放流事業を行なうにはサケ、マスのようにふ化場建設が必要である。そして、親魚の養成や人工ふ化の環境条件として、産卵場に近しい熱帯、亜熱帯海域がふ化場の立地条件をかかえているといえよう。

6) マグロ類のふ化場、成育場

マグロ類の人工ふ化場(ハッチャリー)、稚魚幼魚の成育場(フィッシュファーム)の太平洋の候補地としては、日本本土(クロマグロ)、小笠原諸島(ピンナガ、キハダ)、沖縄列島(キハダ、カツオ)、台湾(カツオ、キハダ)、フィリピン(キハダ、カツオ)、バラオ(キハダ、カツオ)、トラック(ピンナガ、メバチ、キハダ、カツオ)、ボナベ(トラックと同じ)、ヤルート(キハダ、カツオ)、インドネシア諸島(カツオ、キハダ、メバチ)、マーシャル群島(メバチ、ピンナガ)、ハワイ(カツオ、キハダ、メバチ)、中南米(キハダ、カツオ)等があげられる。(第1図参照)

成育場としては熱帯海域に何千と存在し、殆ど活用されていない環礁内のLagoon(礁湖)を利用すべきであろう。この太平洋熱帯海域のLagoonの漁業開発は1962年来S. P.

C. (South Pacific Commission) の会議で取り上げられてはいるが現在まで大した研究はなされていない。マグロ類の成育場として活用されればこれらの珊瑚礁の島々はマグロ類の大増養殖場として、また、マグロ漁業の基地として利用されるものと思われる。

7) ふ化場、成育場の必要性

前にも述べたようにマグロ類の産卵性能は非常に高いにもかかわらず、何故マグロ類は海一面に増加しないのであろうか、著者はそれは次のことが自然まかせに放置されているためであろうと考える。すなわち、

- (1) ふ化後の稚魚の餌不足
- (2) 海況変化等により稚魚の生活不適環境への流失
- (3) 同族および外敵による食害

である。

(1)(2)についてはメバチのふ化直後の体長は約1.5 mmであることが久米の実験により明らかにされている。このように小さなマグロ類の天然餌料としてはサバ科魚類の食習性として小型動物プランクトン特に橈脚類(コペポダ)が考えられる。サバの場合、ふ化後の天然餌料としてミクロコペポダやコペポダノウブリウス、他にダイアトム(珪藻)の餌をとる。一般的にサバの幼期時代の生産率を左右する条件としては、ふ化直後の発育に必要なミクロコペポダの分布と稚仔魚の分布が一致するかしないかということが大きくひびくと考えられている。おそらくサバ科であるマグロ類の稚魚の生産率も同様な条件により大きく変わるものと推察される。

マグロ類の産卵海域とみなされる西部熱帯海域の既往のプランクトン調査⁵¹⁾から見て、水域により大きな違いのあることがわかる。例えば、バラオーニューギニア間の0~50mのプランクトン採集量は0.1~8.8 cc、トラック、ヤップ、パラオ、ウルシ島附近では0.2~1.6 ccと極めて低い(大正13年、南洋庁水試瑞鳳丸、大正14年軍艦満州)。ただ、群島が密集するマラッカ海、セレベス海では2.2~7.3 ccとプランクトン量は圧倒的に多くなる。又、孤島の場合は沿岸から沖合にかけてプランクトン量は少くなる傾向が見られた。

このことから西部太平洋熱帯海域においてはマグロ類稚魚—幼魚の天然餌料の生産の場として、地形的に小孤島周辺よりもニューギニア、ボルネオ等の大きな島々の周辺海域が高い生産力を持つことを示している。また、沿岸を除く海洋においては10 μ 以下の径の微小植物プランクトンは少く、大部分は10~300 μ と大きい。したがって、40~70 μ 程のミクロコペポダのノーブリウスに対しては餌となる植物プランクトンの径が大きすぎる嫌いがある。このようなことからミクロコペポダ等が海洋で大繁殖しえない理由があるように思える。しかし、ミクロの動植物プランクトンの調査も不十分なので、今後更に調査されねばならない。

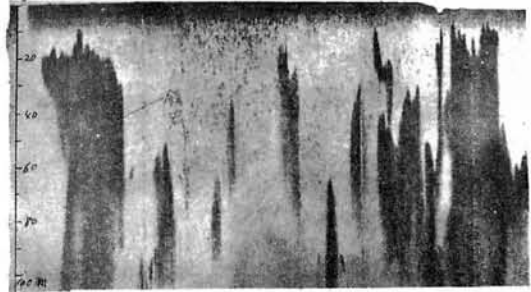
以上のことからふ化後の稚魚がミクロコペポダ等の動物プランクトンの濃密な環境にとどまれば生残率は高く育つが、海流により貧栄養な沖合水塊に押流されればふ化後数日にして大

多数が死亡してしまうことになる。

(3)の理由は同族及び外敵による食害が大きいということである。外敵としてカジキ、キハダ、メバチ、カツオ、シイラ等があることは先にも述べたが、同族が如何に多くの同族を食害する一例として、青木、井上はトラック島近海の体長50-60cmのカツオは1尾で体長4-5cmのカツオの稚魚[?]を53-80尾も飽食していることを認めた。したがって以上の3点に対し、ふ化場、成育場の建設のような人工的対策がたてられればおそらくマグロ類の飛躍的増産は可能となること疑いのないことであろう。

8) マグロ稚魚の保全対策

(1)-(3)の対策として、著者らは次のような研究を始めた。(1)に対しては、クロレラの持つ優れた特色(光合成能が著しく高く、栄養価が高い)をマグロ類等の重要水族の人工ふ化の際の餌作りの面に生かすよう計画した。^{*}1966年には高塩な海水(S最高36.9%)に馴化させた極く微小径(約2μ)の海水馴化クロレラの人工培養に成功した。そして、1cc中の海水中に約1億1千万個体の細胞が含まれる海水クロレラ液を作ることが出来た。このようなクロレラ液を薄め細胞個体数0.5-1.0×10⁷/ml程度にしたものを餌として与えればArtemia salina, Tisbe furcata他 Copepoda 各種, シオミズツボムシ Brachionus plicatilis, 海ミジンコ Diaphanosoma sp. 等の動物プランクトンの大量培養を可能にすると思われる実験に成果をみた。一例は体長夫々1.0, 0.7mmの雌雄のT. furcata1つがいを用い、200cc管ビン内の100ccクロレラ液の止水水中で20日間の飼育から276尾の再生産をえた。また、同じ方法でDiaphanosoma sp. 10尾から11日で800尾の再生産をえた。これらの飼育密度は鶴田、千葉らがマグロ漁場での調査した結果のコペポダの数の平均0.128/l²に比べて見て非常に高い個体数密度であることがわかる。体長が2-3cm程度になれば、冷凍魚の肉片でも育成出来ることはClemons³³⁾の実験が教えている。更に大きな体長に育てる段階では亜熱帯海域

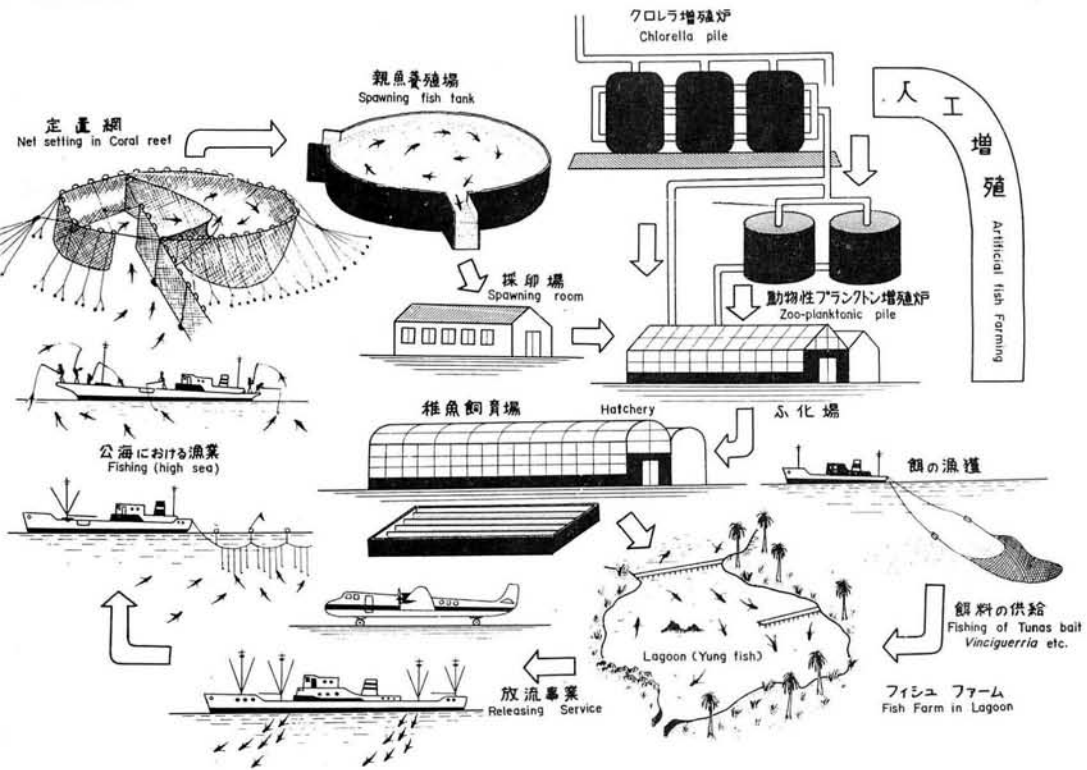


第2図 マグロ類の餌料として考えられる未利用な Vinciguerria nimbaria の巨大な群(魚探記録) Distribution of small fish Vinciguerria nimbaria that may be collected by trawl for food.

* クロレラ液をマグロ類の人工ふ化の餌料にしようとする著者の計画は最近、米国熱帯大西洋水産研究所(TABL)のDr. HoudeらによつてEuthynnus alletteratus(スマの一種)に属するもの人工ふ化によつて立証された。Fishing News International 1969年7月号

に未利用な状態で豊富に存在し、カツオ、ビンナガが好食する *Vinciguerrria nimbarrina* (第2図参照) や南方海域のイワシ類、イカ類が餌資源の対象となる。これらの天然餌料はトロール網や集魚灯と棒受網にて漁獲することは可能である。これらをとつて与えるのが有利であろう。

(3)の対策としては漂流木に対するカツオ、マグロの追従性を応用することである。このためには稚魚期のマグロ類の漂流物に対する習性研究を推進せねばならない。何故ならば近年、日本近海に何千、何万とカツオ、マグロを伴ってくる漂流木は主としてフィリピン群島および以南からのものと思われるラワン材が最も多い(井上⁵⁹⁾)。したがって稚魚、幼魚期にラワン材などを利用した人工漂流木にマグロ類を追従させる学習をつけさせるようにすればLagooon中で放し飼いの飼育することが出来ると思われる。以上(1)~(3)の対策を模式的にあらわせば第3図のようになる。



第3図 マグロ類ふ化放流未来図

Tuna farm operation would work along lines described in the author's diagram.

9) マグロ類の放し飼い漁業

Lagoon の中で体長20cm程度に育成し外敵から逃れ切れるくらいの遊泳スピードを持つたマグロの幼魚は漂流木とともに外洋に放流される。この木付のマグロ群は操業において最も効率の高い漁獲対象であることが良く知られている。こうして黒潮や季節風によつて漂流木とともに太平洋を何年も回遊し始める。

また、別な幼稚魚の輸送方法として航空機や船を利用することが考えられる。この場合、体長10cm前後の稚魚を外敵がすくなく、天然餌料の豊富な太平洋の処々の水帯に放流すれば良いであろう。マグロ類は雑食性で、かつ、0~500m間に出現をみる第1、第2水温躍層周辺の莫大な天然餌料である浅海、深海性魚類、イカ、タコ類、Copepodaなどの動物プランクトン等を捕食して成長するであろうことは著者²⁾や他の研究者の研究から明らかである。したがつて、大型のマグロにして採捕するには何年間か太平洋に放し飼いにすることが最も経済的であり、可能性のあることであろう。

3 あとがき

これらのことを実現させるためにはマグロ類を漁獲し利益をうける国々がこのマグロのふ化事業および放し飼い事業を育成強化するより経済、研究、技術の面で協力し合う必要がある。そしてふ化放流および放し飼い事業の運営管理は国連事業として国際協力の形で行なわれることが望ましい。わが国のマグロ漁業の恒久的繁栄を願うばかりでなく、今世紀の課題である世界人口急増に伴う食糧不足をも解決するために、このマグロ類の人工増殖事業はもつと積極的に実現に向つて前進せねばならぬものであろう。

この一文がマグロ類の増産を願う多くの人々の関心を一層深め、国連や各国が強調する海洋食糧増産計画に幾らかでも寄与するようになれば著者の望外の喜びである。

終りに臨み、著者の一私案であるプランに対し、一早く各国の学者、研究者に紹介の労をとられた米国大使館 Dr. C. E. Atkinson, Mr. H. Jona, 元FAO水産開発課長、現遠洋水産研究所海洋部長山中一郎博士、本学教授、宇田道隆博士の御好意と御支援に対し、特記して心から深謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 大山竜蔵・三村皓哉(1964): 1962年アメリカ合衆国のキハダマグロ規制法制定の経過、海外水産叢書5, 1-57.
- 2) 井上元男(1965): 北西部太平洋の海況とビンナガの回遊生態、漁場動態に関する研究 東海大水研報告2(1): 1-99.
- 3) 井上元男(1965): 北緯40度線のビンナガ鮪漁場、水産海洋研究会報, 6, 79-85.

- 4) 井上元男(1965):ビンナガの集合、移動に關与する黒潮流域の海況、同会報7, 53-59.
- 5) 井上元男、岩崎行伸、山内稔、天野良平(1965):昭和37年度、印度洋、太平洋鮪漁場図、東海大水研、1-144.
- 6) 井上元男(1966):第2躰層とマグロ漁場、水産海洋研究会報、8, 38-40.
- 7) 井上元男(1966):北西部太平洋の夏ビンナガの開発、同会報、9, 54-61.
- 8) 井上元男、天野良平、岩崎行伸、吉田一雄(1966):太平洋北中央、南中央海嶺上のカツオ、キメジ新漁場の開発、東海大海洋研、漁業資料、15, 1-14.
- 9) 井上元男(1966):Lift system によるカツオ、マグロ釣りの自動化、鮪漁業(51):24-25.
- 10) 岩下光男、井上元男、井桁勇三、吉田一雄、天野良平、児玉孝吉(1967):カツオ竿釣機械の試作と試験結果、東海大紀要、211-219.
- 11) 田村正(1956):水産増殖学、紀元社、東京、302-303.
- 12) 日本水産資源保護協会(1964):米国ワシントン州におけるサケ・マス資源保護事業、サケ・マス人工ふ化事業を中心として 1-44.
- 13) M. B. Schaefer(1962):Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1961.
I. A. T. T. C. Annual reports 1961. 44-103.
- 14) 井上元男、岩崎行伸、青木光義、天野良平、村居田鶴夫(1965):外洋性魚類の麻醉輸送の試み、日本水産学会40年度秋季大会、発表要旨、154, 18.
- 15) 井上元男(1966):マリンクロレラの微小化方法、41年度特願第064924.
- 16) 井上元男(1966):太平洋マグロ増産への設計、東海大学新聞100号記念誌、133-137.
- 17) M. Inoue (1967):Planning for increased tuna production in the Pacific (translated by H. Jona, American Embassy, Tokyo)
- 18) 井上元男、天野良平、岩崎行伸、青木光義(1967):飼育によるマグロ類の生態研究——長時間飼育と生態観察、東海大紀要、海洋、2, 197-209.
- 19) 井上元男、青木光義(1967):Marine Chlorella によるCopepoda sp. の大量培養について、42年度、日水学会、発表要旨228, 27.
- 20) 井上元男、青木光義、田中洋一(1968):クロレラ、エリブソイデアの海水馴化について、日水学会誌34(5)378-384.
- 21) M. Inoue, R. Amano, Y. Iwasaki and M. Yamauti(1968):Studies

- on environments alluring skipjack and other tunas—II
On the driftwood accompanied by skipjack and tunas.
Bull. Jap. Soc., Sci. Fish. 34(4)283-287.
- 22) M. Inoue, R. Amano, Y. Iwasaki and M. Yamauti (1968): Studies
on environments alluring skipjack and other tunas—III
Tagging experiments on the experimental driftwoods
as part of ecological study of tunas. Bull. Jap. Soc.,
Sci. Fish. 34(4)288-294.
- 23) 井上元男、青木光義、田中洋一(1968): 海水馴化クロレラを餌料とした海産枝角類
Diaphanosoma sp.)の増殖、日水学会年会発表要旨、243, 29-30.
- 24) 井上元男、田中洋一(1968): 海面波浪利用による海水馴化クロレラの増殖、43年
日水学会例会発表。
- 25) 井上元男、田中洋一、青木光義(1969): 培養方法を異にした海水馴化クロレラの培養
44年度、日水学会発表要旨、223, 25-26.
- 26) 井上元男(1969): 海水馴化によるLagoon及び内湾の水産開発、国際黒潮共同調査
関係 C. S. K. 水産海洋研究班報告 42-44.
- 27) 青木光義、井上元男、浜田幹彦、宮崎郁夫(1969): 交流60 cycleによるサバ、カ
ツオ、メバチの感電麻痺の試み、44年 日水学会年会発表要旨371. 60-61.
- 28) 木川昭二(1958): 南部マーシャル群島近海におけるメバチの産卵、南海区水産研究所
業績(1), 1-10.
- 29) S. Kume(1962): A note on the artificial fertilization of
bigeye tuna, *Parathunnus mebachi* (KISHINOUE), Rep.
Nankai Reg. Fish. Res. Lab. №15, 79-84.
- 30) A. L. Tester(1952): Establishing tuna and other pelagic
fishes in ponds and tanks. U. S. Fish and Wildl. Ser.,
Spec. Sci. Rep., Fish. (71).
- 31) A. L. Tester, P. B. Van Weel, and S. C. Hsiao(1952): Reaction
of tuna and other fish to stimuli—1951. U. S. Fish and
Wildl. Ser., Spec. Sci. Rep. Fish(91).
- 32) I. Miyake (1952): Observation on sound production and
response in tuna. Spec. Sci. Rep. Fish. (91)59-68.
- 33) H. B. Clemens(1956): Rearing larval scombrid fishes in
shipboard aquaria. Calif. fish and Game, 42(1)69-79.
- 34) E. L. Nakamura(1962): Observations on behavior of skipjack

- tuna, *Euthynnus pelamis*, in Captivity. *Copeia*, 3, 499-505.
- 35) I. Barret and A. B. Connor(1962): Blood lactate in Yellowfin tuna, *Neothnnus macropterus*, and Skipjack, *Katsuwonus pelamis*, following Capture and Tagging. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 6(6):234-236.
- 36) J. Joseph and I. Barrett(1963): The schooling behavior of Pacific yellowfin and skipjack tuna held in a bait well. *Calif. Fish. Game*, 49(1)1.
- 37) J. J. Magnason(1963): Tuna behavior and physiology, a review *FAO Fish Rep.* 3(6)1057-1066.
- 38) J. J. Magnason(1965): Tank facilities for tuna behavior studies. *Progres. Fish. Cult.*, 27(4)230-233.
- 39) 須田明(1961): マグロ標識放流調査、南海水研、マグロ研究パンフレット Ⅵ6. 1-5.
- 40) I. A. T. T. C. (1964): Annual report for the year 1963, 12-53.
- 41) 矢部博、上柳照治、木川昭二、渡辺久也(1958): 胃内容物中に出現するマグロ類の幼魚、南海水研報、8, 31-48.
- 42) 藪田洋一(1961): マグロ類の年令と成長、南海水研、マグロ研究パンフレット Ⅵ7. 1-6.
- 43) 渡辺信雄(1942): カツオの魚体密度、体温および遊泳速度に関する一測定、日水学会誌、11(40)146-148.
- 44) D. W. Strasburg and H. S. H. Yuen(1958): *Proc. Indo-Pacific Fish. Coun.*, III, 84-89.
- 45) *Bureau Comm. Fish*(1966): Circular, 243, 7-8.
- 46) 谷川英一、田村正、金森政治、新川伝助(1966): 水産学通論、恒星社厚生閣、東京。
- 47) 川本信之(1966): 魚類生理生態学、恒星社厚生閣、東京。
- 48) 焼津漁業協同組合(1964): 組合便り、73号。
- 49) 山下橋(1968) メバチマグロの人工受精放流を励行しよう。航跡 144. 145号
- 50) 木川昭二(1964): インドマグロ(*Thunnus thynnus maccoyii*) 卵巢の産卵数、南水研報告、Ⅵ20, 27-34.
- 51) 丸川久俊(1940): 海洋学上より観たる南洋群島の水産、南洋水産叢書、Ⅵ8, 103-111
- 52) 中村広司(1965): 世界のマグロ資源-I、水産研究叢書、10, 36-61.
- 53) H. S. H. Yuen(1955): Maturity and Fecundity of bigeye tuna

in the Pacific, Spec. Sci. Rep., Fish. 150, 17-20.

- 54) 上柳昭治(1957):西部太平洋におけるピンナガの産卵
- 55) 石井一美, 井上元男(1956):珊瑚海のピンナガマグロの卵巣に関する二、三について
日水学会誌, 22(2) 89-93.
- 56) 井上元男, 青木光義, 田中洋一:急速凍結によるサバ精液の保存, 未発表
- 57) 青木光義, 井上元男:トラックーニューブリテン島海域のカツオ、キハダ漁場開発調査、未発表
- 58) 鶴田新生・千葉卓夫(1954):中部太平洋鮪漁場のプランクトンについて、水産講習所
研究報告, 3(3), 47-53.
- 59) 井上元男, 天野良平, 岩崎行伸(1963):カツオ、マグロの誘引に關与する環境の研究
—I、本邦近海の海象とカツオ・マグロを伴う漂流物について、東海大水研報告
1(1), 12-22.

5 マグロ延縄漁業維持のための海洋学の役割

宇田道隆
(東海大学)

1. マグロ漁業は資源量が全般的にみて乱獲気味となり、衰退に向い、管理を必要とする情勢となった。既に大西洋に、続いてインド洋、太平洋に資源を保護するための条約が結ばれつつある。経済的に省力化を要すると共に、保蔵の改善、魚価を利用価値増大して高め、漁業の高効率化によつて、資源を減らすことなく、積極的に増殖することによつて漁業の安定化を図らねばならない。
カツオは世界的に未利用潜在資源が広く残されていて、最近これの開発に方々の国が積極的に当る傾向を示している。
2. マグロ延縄漁場は水温 10°C (時に 8°C ぐらいまで漁れる)以上の三大洋の暖水全域にまたがる。平面的にみて未利用水域はまだ残されているが、利用可能密度の低い所が多い。鉛直的にみると魚探で厚さ500~600m深までというが、魚種の確認がないものが多い。深層マグロを餌で表層へひき上げてとる人々も在る。まづ平均的に300m以浅とみてもよい。
3. カツオ、マグロ漁場形成と探索、利用
索餌回遊中に分布の最も濃厚なるものは前線(シオザカイ)付近であるが、その中で特に濃い場所は渦流域で、北半球では反時計廻り、南半球では時計廻りの渦流の所に当る。
 - 1) 熱帯海、赤道反流南北前線 — "赤道湧昇"冷水隆起のRidging, Domingキハダ、メバチ漁場(例えばMindanao Dome, Costa Rican Dome)
 - 2) 南半球亜熱帯前線.....ミナミマグロ(クロマグロ)漁場
 - 3) 北半球亜寒帯前線.....(例、親潮前線等).....クロマグロ、カツオ、ピンナガ、カジキ