

15 海洋学とマグロの生態学

出所: M. Blackburn: Oceanography and Ecology of Tunas.

Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 1965, 3. 299-322

マグロ類は大洋水域および沿岸水域に住む大へん活動的なサバ族の魚種であり、その産業的価値のせいで広大な海域にわたって人間に探し求められている。マグロの分布、数量の変化を記述し、理解し、予察するのにマグロの環境研究をねらう海洋調査が期待される。このような調査は日本では1930年代の初期に始つたといえるが、米国では1950年代の初期に始つた。それ以来方々の国で年々盛んになつた。研究は純海洋学の貢献にすこぶる成果を得た。たとえば太平洋赤道潜流の発見 (Cromwell, Montgomery & Stroup, 1954) があり、それが他の人をして新しい潜流をみつけるのに成功を生ましめる結果となつた。この綜述を書くのに「世界鯨類および関連魚種生物学に関する科学会議報告(3巻)1963」(FAO刊)

1962年7月加州ラホヤで開かれたマグロ会議の報告に、マグロ生態学の領域の総説ではHoward(1963)矢部、藪田、上柳(1963)、Brock(1964)のが役立つた。

(1) 学名(省略)

(2) 鯨の空間的分布の限界

一魚種の現われる時空的限界と鯨の数量のこの限界内でどのように変化するかを知る、マグロ分布の理解に大かたの過去現在のマグロ関係の海洋学研究が向けられていた。種(サブポピュレーション、レース)の分布を知り且つ理解することが一層望ましい。

(3) 成熟マグロ類深さ別分布限界

鉛直の方向のマグロ分布の知見は不完全であるが、その多くはマグロ類の漁業の既知又は推定された漁獲深度によつてゐる。漁業は表層の釣(曳縄釣り、生餌釣り)、表層網漁(巾着網表層下の釣(浮延縄)の三つが主である。大がいの沿岸鯨漁は表層の釣漁及び網漁による。そして沖合鯨漁の多くは表層下釣漁、延縄による。鯨が元来深い方にいたものが網漁では70m深位でもとれているが、どこまで深くいるかは未だ明かでない。延縄の場合餌を鉤につけて数時間海中にさげたままである。鉤のかかつてゐる深さは大へん変化があり、縄の構成、張力又はたるみ、風や流れの影響でちがうが、一般にはよくわかつてゐない。さらに複雑なのは漁具を下げ上げする間にも魚が罹ることである。鉤は大がい80~140m深にぶらさがる(藪田、上柳、1953)、最深160m深(矢部、藪田、上柳、1963)。

前記4魚種(クロマグロ、ビンナガ、キハダ、メバチ)は少くとも0~150m深の鉛直範囲にある。この範囲は水域により同じでないだろう。メバチ、ビンナガ、キハダは延縄でとれるのは表層で釣れるのより大型、高令の傾向がみられる(Alverson & Peterson, 1963; Clemens 1963; 上村、本間 1963; 三村ら 1963; Postel, 1963; Schaefer Broadhead & Orange, 1963; 吉田、大津 1963)。

魚探はまだ鯨の表層下出現検知にすこぶる有用が証明されたとはいえない。西村実(1963)は100m以浅西太平洋の色々な深度での魚探影像でクロマグロ、ビンナガ、キハダを同定した。木村、岩下、服部(1952)もこの種の同定した。

(4) 区域別の成熟鮪分布限界

鮪を3群に分けて、(i) 多少とも連続して主要大洋、陸岸速くの水域を含む、に現われる魚種クロマグロ、ピンナガ、メバチ、キハダ、カツオ；(ii) 岸から200～300哩以上のところには稀な種類、T. atlanticus, T. tonggol, E. alletteratus, E. affinis, E. lineatus, 及び Auxis thazard；(iii) 一魚種 Allothunnus fallai (分布よくわかつてないが(i)(ii)とはちがう)。

クロマグロはすべての鮪類のうち最も極の側に分布し、反熱帯分布をもち岸に最も近く来る。本種は多少とも連続的に東大西洋で $70^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{S}$ に現われ、西部大西洋では 50°N , あたり $\sim 30^{\circ}\text{S}$ に、熱帯の出現は比較的深い方(表層下の釣漁)で多分温帯水域よりも数少ない。地中海、黒海でも現われる。クロマグロは北太平洋東部では $57^{\circ}\sim 23^{\circ}\text{N}$ に出現、西部北太平洋では $48^{\circ}\sim 16^{\circ}\text{N}$ 、中央部北太平洋では $41^{\circ}\sim 6^{\circ}\text{N}$ (山中ら、1963)。南太平洋の出現域はすべてチリ、ニュージーランド沖とも及び豪州東岸、南岸沖とも $30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{S}$ である(Bell, 1963; Laevastu & Rosa, 1963; Robins, 1963; 矢部、藤田、上柳、1963)。知られたクロマグロ分布はそれ故太平洋のどの部分での熱帯水域を横切つて連続でない。

クロマグロは豪州西岸に沿って遠く北方の南回帰線(Tropic of Capricorn)まで、さらに北方の 10°S まで東インド洋の下層延縄漁のより深い方で現われる。標識放流により北大西洋横断クロマグロ移動を(Mather, 1962)および北太平洋横断移動を明らかにした。

ピンナガは多少とも $56^{\circ}\text{N}\sim 37^{\circ}\text{S}$ (大西洋東側、 $42^{\circ}\text{N}\sim 32^{\circ}\text{S}$ (大西洋西側)の間に連続的に現われるが、熱帯地方では温帯より比較的深い方に現われる(延縄漁)。地中海で現われるが、黒海では現われない。太平洋北限は 58°N (東側)および 45°N (西側及び中央)。南限は近似的にクロマグロと同じよう。これら限界は多少とも西太平洋で連続、熱帯出現は温帯水域よりも深く、数も少ないが、ずっと東太平洋ではそうでなく魚種は熱帯水域では記録されない(須田、1963; 須田、小藤、久米、1963; 吉田、大津、1963)。本種はインド洋の大部分、 30°S 以北に現れる。熱帯大西洋及び北太平洋のと似た下層の鉤深。 10°S 以南に最も多い(須田、小藤、久米、1963; 吉田、大津、1963)。標識放流実験でピンナガが北太平洋を横断できることを証明した(Ganssle & Clemens, 1953)。

カツオの分布は広く、ピンナガのそれに似た極側の限界をもつ(西部南大西洋と東部北太平洋、および地中海の出現を除く)。二つの分布は、カツオが熱帯に分布数量の中心をもち、むしろそこに連続分布するようにみえるので、いくらちがつている(他の大洋域はまだ余りカツオの搜索をしていないから除く)(Jones & Silas, 1963; Postel, 1963; Waldron, 1963)。

ピンナガはカツオより深い方までひろがる。標識放流実験は東部熱帯太平洋及び中央熱帯太平洋との間のカツオの移動を明らかにした(Broadhead & Barrett, 1964)。

メバチ及びキハダはカツオ及びピンナガのようにずっと北方まではひろがらない。北限は東部北大西洋約 40°N ; 東部北太平洋ではメバチ及びキハダは 42°N と 35°N あたりまで記

録された。東部南太平洋でメバチは約 2° S、キハダは 3° Sまで発見される。西部南太平洋およびインド洋では各魚種(メバチ、キハダ)南限は約 3° S; ほかの所で各魚種の極側の限界はカツオ、ピンナガのそれの 5° ぐらいの緯度の範囲内にある。

グループ(ii)のマグロは(i)のマグロほど環境との関係は調べられていないし、分布もずつと簡述されている。彼らは陸塊列島の周りに現われ緯度 3° N \sim 3° Sで、Euthynnus alletteratus と Auxis thazard は地中海にみられ、時には欧州海岸沖合 50° N以北で記録される。E. affinis と A. thazard はグループ中の最も大洋性のメンバーと考えられる。両種とも相互に離れた大洋真中の島群中にみられるからである。

(iii)の Allothunnus fallai はニュージーランド、タスマニア、南阿周辺水域、緯度 3° \sim 5° Sあたりからとカリフォルニア沖 3° 4° Nあたりにのみ記録された。

(5) マグロ卵、稚仔、幼魚分布限界

卵は識別に困難で、幼魚は収集に骨が折れる。未成熟魚分布の情報は大きたラーバに基く。矢部、巖田、上柳(1963)は定まつたマグロ類カツオ、キハダ Euthynnus ...小マグロといわれるのと Auxis thazard の世界的分布図を图示した。

マグロ稚仔の鉛直分布は最も綿密に松本(1958)、ストラスパーク(1960)、クラウエ(1963)は熱帯太平洋300m以浅の各深度での動物プランクトン曳網と一しよにした。松本、クラウエはどの種のラーバも50m以深(松本)又は水温躍層下方(15 \sim 48m深, Klaue)に出現した証拠は何もない。ストラスパークは70 \sim 130m深より60m以浅にずつと多くのキワダ、カツオの稚仔を得た。彼は又カツオのラーバ1尾を得た(水深140 \sim 200m深で)。

(6) 海洋性状、鮪分布の判定

(a) 水温 宇田(1957)、Laevastu & Rosa(1963)がマグロ魚種別の現われる水温範囲を発表した。例えばキハダマグロは 18° \sim 31° Cの間に出現、商業的に漁獲可能な濃密さでは 20° \sim 28° C(Laevastu & Rosa 1963)はキハダと表面水温図(米海軍水路部、1944)で大たい間ちがないとみられる。(i) 下限 18° \sim 20° C水帯の時に上下に漁があり、(ii) 上限 28° \sim 31° Cの時に上下みる。(iii) 釣獲深度の表層下水温では 28° C以上にはならず、 20° C以下にもならないとみられるが、現在まだ証明されていない。(i)は米国側太平洋岸でうまく証明された。東太平洋1955年寒冷年、1957 \sim '59年温暖年と等温線の位置は月々、年々変わるが、漁場北限位置も同様に変わる(Radovich, 1961, '63; Blackburnら、1962; Broadhead & B Barrett, 1964)。一般にアンゴラからの漁況データからも証明される(Viela & Frade, 1963)。(ii)は一般に東部熱帯太平洋表層釣漁でのBroadhead & Barrett(1964)で支持される。この水域では表面水温 28° C以上は最高温月ですらふつう余り広く出ない。しかし1957 \sim '59年の高温年代には 30° C乃至以上の暖水域が広く且長期現われ、その中にキハダは普段当海区で同シーズンに漁られるが、多くとられるのは稀である。一方 Blackburn(1963)はキハダの高温の生じた区域の部分にわた

り数量変化を調べ、1957～'59年と他の年の間の数量的差異をはつきり示す証拠を得なかつた。多分キハダの相当量漁獲できる限界水温 (limiting temperature for fishable abundance) は少なくとも30℃で、28℃ではあるまい。(iii)の近似的テストは太平洋表層下延縄漁のキハダの分布範囲限界と夏季平均太平洋100m深20℃等温線位置 (Muromtsev, 1958) とをくらべて得られる (須田、小藤、久米、1963)。両者の一致はかなりよいが、20℃等温線の低温側の数カ所に少数だがキハダが漁れていることは明らかである。多分これら水域の漁獲は100mに達しない釣獲深度でなされたものだろう。

ビンナガは水温範囲。Laevastu & Rosa (1963) は14°～23℃出現水温とし、15°～21℃を漁業支持するにたる数量出現水温とした。表層ビンナガ分布範囲の温帯水域に限られる事実と広く合致する。前述(i)(ii)も大かた欧州南西沿岸 (Le Gall, 1949; Postel 1963)、日本東沖 (宇田1935; 宇田、徳永1937; 井上1958; Van Campen, 1960) と米国西岸沖 (Alversen 1961; Clemens 1961, 1963; Hester, 1961; Radvich, 1961, 1963; Johnson, 1962, 1963) で確証された。米国西岸沖でビンナガ漁の北限、南限が高温年には低温年よりずつと北に起る。適水温範囲は魚体の大きさによつても変異する (井上, 1958; Clemens, 1961)。

北米西岸沖でキハダは限界等水温線を季節的におつて動き、最初北上し、後に南下する。ビンナガは等温線をおつて北上するだけで沖へ出てしまひ (他の適水温域へ) 太平洋を横切る東西回遊系に参加する (Clemens 1963; 吉田、大津1963) ので、キハダ生活史と対応的でない。ビンナガは日本側でも季節的に南にもどつて動く等温線に伴わぬが、欧州では伴つている。太平洋でのビンナガ表層下延縄漁の分布限界はキハダ (上述(iii)) のと近似的に同様な限界水温とくらべられる。ビンナガのたくさんいる水域と100m層の夏季平均水温15°～21℃の水帯とくらべると広く合致するが、ビンナガの15℃等温線より低温側でとれる少数水域もあるし、多くの区域で (特に西部熱帯太平洋で) 21℃等温線の高温側でとられている。この見かけ上の“冷水域”漁獲は実際は100mより浅いところだとれたのだろう。又見かけ上の“暖水域”域漁獲のあるものは、たしかに全部ではないが、100m層21℃の図示されない冬季下限内に来るものかも知れない。ビンナガが150m深ですら25℃もの高い平均水温で現われている水域のあるからにはビンナガの上限水温は多分上に示された23℃より高いだろう。

ビンナガは速く東部熱帯太平洋に現われることを知られていない。前述限界値より表面水温すべて高く、下層延縄釣獲深度水温が低過ぎることから説明できよう。

クロマグロと水温の関係は欧州沖、北米東岸、西岸、日本、豪州沖で調べられた (Bell, 1963; Hester, 1961; Radvich, 1961, 1963; Robins, 1963; Tiews 1963; 山中ら1963)。熱帯インド洋100m層水温 (延縄漁場) は表層漁業の範囲と一致する (山中、安楽, 1959, 1961)。

カツオの場合海区によつて限界水温が変異する。Laevastu & Rosa (1963) に

によると出現 $17^{\circ} \sim 28^{\circ}\text{C}$ にみられ、 $19^{\circ} \sim 23^{\circ}\text{C}$ が実際漁業成立水温とされる。これら水温範囲の上限はカツオの東部熱帯太平洋で多年にわたる分布変化とかなりよく合うことがわかつた (Blackburn ら、1962; Blackburn 1963; Broadhead & Barrett, 1964)。一つの例外は異常な大型カツオの出現と関連した。一方カツオは南インド沖で定期的に $27^{\circ} \sim 30^{\circ}\text{C}$ でとれている (Jones & Silas, 1963)。漁獲可能カツオの下限約 20°C は東部熱帯太平洋の北端ときれいに合う (Blackburn ら、1962) が、この分布域南端の漁は時にずつと冷たい水で好漁する (Broadhead & Barrett 1964)。さらに Robins (1952) は南東豪州水域中のカツオの主な濃密集団は岸に沿って順々に $16^{\circ} \sim 18^{\circ}\text{C}$ 等温線帯とともに南北移動することを示した。このカツオは商業的に漁っていない (需要がないから) が、時々すこぶる大群をみる。カツオと水温の関係はこのほか高山、池田、安藤 (1934); 宇田 (1938)、Radovich (1961, 1963) や Postel (1963) などが調べた。これら研究から水温は多くのマグロ類の分布限界決定に大きな直接的即時の役割を演じていると考えてよいあらゆる理由がある。さらに研究を進めて特別な濃密群を限定する等温線の同定を改善し、おそらく特別な大いさの魚体群乃至年令階級群を方々の水域と深度で規定する等温線同定が必要となる。コントロールされた水温条件下の捕獲マグロについての実験が疑問点を解くのに有用であり、魚によつてある水温を避けることの生理学的説明を与えるに有用なものとなる。

一方マグロ数量多寡が上に定義した水温の限界範囲内で差異のあることは、ある認め得る程度にまで水温の差のあることによつて直接決定される。この数量はふつう単位努力当り漁獲で例えば鈎100本当り釣獲尾数とか、1日漁獲当りのトン数とかで測定される。 1° 柵目のような小区域の数からの数量測定が大きな海区の図にコントロールをかくと、結局の分布は一時にはすこぶる斑点状、特に表層魚についてはそうだが— 適当水温範囲の等温線の同時分布との明かな関連性を示すことはめつたにみられない。Broadhead & Barrett (1964) はこのよい例を与えた。この水温の役割の差— マグロ分布限界を決定するがこれら限界内の数量多寡による分布の変化するパターン (模様) を決定しないこと— は中村 (1951) らが認め、一般に合致している。

(b) 塩 分

塩分とマグロ分布の関係は、マグロに塩分が即時直接的影響を示唆するようなくあいに特性化することは水温とはちがつて実際上できない。マグロはしばしば沿岸水、淡水の多量に流入水域にはごく少なくなることから低塩分が原因となり得るが、透明度のような他の性質も実際にはそのような場合の限定因子になるだろう。Postel (1963) はカツオがギニア湾でしばしば表面塩分 $32 \sim 35\%$ で多量出現するが $32 \sim 22\%$ ではわずかしみられぬことを示した。この水域には著しい流入淡水があつてしばしば海が濁る。一方矢部、安楽、森 (1953) は若マグロの大量 (クロマグロその他マグロ) 出現は降雨で塩分低下 (31.2%) で濁度ましたのに余り変らなかつたと報告している。地中海、黒海でクロマグロが外海塩分の全世界範囲に相当する中 ($18 \sim 38\%$) に平気で現われている (Tiews, 1963)。塩分測定はマグ

ロの関連する海洋特性を示し、検知するのに重要だが塩分自身はマグロ分布の分布範囲又は限界としての直接影響については何も知られていない。

(c) 溶在酸素量

酸素濃度の変化の鯨分布の影響は全く何もわかっていない。Barrett & Connor (1962) はこれら濃度は極く暖水域でも鯨の生理的要求量を余りこえないだろうとのべた。もし酸素がマグロ分布を制限するならば、それはおそらく鉛直面においてであろう。このような状態は溶在酸素 $1 \text{ ml} / \ell$ 以下の水の見出される 150 m 深までで—特に東部熱帯太平洋で濃度がふつう 100 m 深あたりに零にもなる場所であろう (Richards, 1957)。この分布は東部熱帯太平洋表層下延縄漁業のマグロの限られた分布と関係をもつだろう。しかし鯨の現れる深度を推定することは困難で、水温の沿直分布は少くともうまく観測を説明するようみえる。

(d) 透明度

透明度が重要なのはマグロはごく接近してエサを目でみて見つけるというたくさんの証拠があるからである (Magnuson 1963)。濁った水のところでは効果的に摂餌できないだろう。しかし一方では余り透明な水域ではわづかの食餌しか含まぬ傾向がある。定量的研究はごく少ない。Murphy (1959) はピンナガが表層釣法 (生餌に対する反応を真似た擬似釣法に対する視覚的反応による) の濁水中で捕獲するのがより困難であつたことを見出した。Laevastu & Rosa (1963) 及び矢部、藪田・上柳 (1963) は透明度 $15 \sim 35 \text{ m}$ という良好又は好適鯨漁況下の数字を与えておる。低い透明度は植物プランクトン大繁殖又は陸水流出に関連し、沿岸水域に限られるものではない。ある透明度測定 (多分 Berge 法 1963 年による) の航走中のルーチンの読取に対する鯨海洋学計画の一部になるとみられる。

(e) 磷酸塩—リン濃度、基礎生産及び生物相の現在生産量

最近これらの図の好例は、Reid (1962) の太平洋 $P_{04} - P$ (0 m 及び 100 m 層) と $0 - 150 \text{ m}$ 層の動物プランクトン分布図である。Bogorov & Ras (1961) はインド洋の $0 - 100 \text{ m}$ 層の動物プランクトン分布を示した。又 Hela & Laevastu (1962) は世界の推定基礎生産 ($\text{g C} / \text{m}^2 / \text{年}$) 分布及び推算動物プランクトン生産現在量 ($0 - 300 \text{ m}$ 層) を示す。これらの図は低い温帯海及び極海、ならびに東部境界流域内 (そこでは物理的なプロセスが周期的に海水の成層をこわし、表層の透光層を下方からの栄養塩で更新さす) で最高値を示す。最低値は亜熱帯内で起り大洋の西側での熱帯水域内の値はかなり低い。

マグロは肉食動物で、一部大型動物プランクトン (ユーファウジア類のような) を摂餌するが、更にもつと多く特により大形でより活動性のあるマイクロネクトン (微小遊泳動物) とよぶ動物 (魚類、軟体動物、甲殻類で最大の大いさ $1 - 10 \text{ cm}$ 位のもの) を餌にたべる。(堀田、小川、1955; King & 池原、1956; 渡辺 1958; Alverson, 1963; Clemens & Iselin 1963; Thomas & Kumaran 1963; Waldron &

King, 1963)。鮪はそれの現われる水域に利用できるマイクロネクトンと大型動物プランクトンの非常に多様な種類を食べるということに以上の著者は大がいに一致しているが、どれだけ選択的に鮪の摂餌するかを示すためのそれらの種の海中分布のデータは不足である。鮪のいる区域内にいる潜在的餌料種のうちから確かにある選択がある (King & Iversen 1962) が、このうちのあるものは鮪が認める能力のないせいもある (例えば夜間 myctophid)。そこにある種類の餌をつかまえる能力において種の間には差異があろう。例えばユーファウジアはカツオに多く利用されるがキハダにたべられることは稀である。

マイクロネクトン (微小遊泳動物) の現在量の世界的又は大洋の広にまたがる図面はこれまでなかつた、鮪にたべられる全体又は一部にしても。しかしそれは植物、動物プランクトンを摂餌する以上、多分これらの性質と $P_{0.4}$ 、 $-P$ のように一般に分布されよう。……こうして鮪は食餌の多量と予想される海区のあるものにもみ鮪が現われる (大洋の東側と寒冷水域の縁辺)。又食餌の多分少ないところの海区にも大がいに現れる。鮪分布の限界を定める水温の見かけの影響を考えると驚くことはない。これら限界内では鮪の数量は食餌の多寡に比例して場所場所で変化すると予想されよう。

(7) 若魚分布に影響する諸性質

これには何も情報なく、幼期の分布知識も不完全である。鮪稚仔のとられた多くの区域は熱帯域である。多くのしかし全部でないが、低い動物プランクトンの現存量、低 $P_{0.4}$ 、 $-P$ 濃度で特性づけられた海洋の部分。鮪稚仔の食餌については有用情報が余りない。Klaue (1963) は水温躍層の中や下の水温がラーバの鉛直分布を限定するだろうと考えた。

(8) 分布と数量の決定者としての大洋の特色とプロセス

(a) 表層海流

大洋の東側はすこぶる広い温帯水の帯とすこぶる狭い熱帯水の帯で特性づけられる。大洋の西側は熱帯水の広い帯と、温帯水の狭い帯で、高緯度の冷水の急激な転移を示している (Brock, 1959)。このことから何故 20°C 以上の暖水とキハダの漁獲可能な濃度の区域は西部太平洋のように東部太平洋では赤道の東側で極に向つてずつと速くまで広がらないか説明される (Schaefer, Broadhead & Orange, 1963)；そしてクロマグロは $10^{\circ} \sim 12^{\circ}\text{C}$ の表面等温線によつて制限され西部北大西洋におけるより東部でずつと北方へひろがつている理由が説明できる (Tiews, 1963)。一般にマグロは海流軸に沿うて分布され、隣接水域より非常に大量で分布すると考えられた。

このように想定した成熟鮪の子午線方向 (南北方向) の流れとの関連の諸例はガルフストリームとクロマグロ、キハダ (Rivas, 1955; Squire, 1963; Tiews, 1963) 及び黒潮とクロマグロおよびカツオ (川奈, 1934; 佐々木, 1939; 今村, 1949; 中村, 1951; Waldron, 1963; 山中ら, 1963) が特別に引用された。向極のガルフストリームと黒潮の海流の北限は、マグロをしてその魚群の移動を進めるようになる

が、果してマグロが分布北限に向つて移動する。他の海流系が同じ種類の季節的向極移動を卓越風に対して逆にもどつた。例えばキハダ、カツオはカリフォルニア海流に対して移動する。次にもつと大きな理由はマグロが力強い泳者であることで、時速75Km/時に上ることが短期見出された(Walters, Fierstine, 1964)で速さ2.7Km/時以上に上ることが平均の標識魚の大洋横断の旅として計算された。

想定されたマグロ成魚の東西の帯状海流との関連性の例はビンナガの場合北太平洋の色々な流動との関係を伴い、カリフォルニア流とカツオとの関連、キハダやメバチと熱帯太平洋中の色々な海流の関係もしらべる。北太平洋ビンナガについては(多くの研究者は単一種間ポピュレーションとする)かなり複雑なその生活史の間の海洋運動のパターンを示している。このパターンの一部は表層海流パターンと一致する(北赤道海流、黒潮、北太平洋流、カリフォルニア海流を含む一大反時計廻り旋流)が他の部分はそうでない、北赤道海流には大かた産卵成魚とごく若年魚が棲む(Clemens, 1963; 須田, 1963; 吉田、大津, 1963)。

経験的にカツオはカリフォルニア海流統流のその海区を洗う夏季ハワイ漁業でそれと南に位置する夏季に比しずつと多量に見出される。ハワイ周辺の表面塩分はの場合前者が後者より低い。数年間にわたり夏季の状況が予察でき、早春表面水温の時間的変化率(°C/月)がハワイで負から正值に変化したときに関係する。これの早いときカリフォルニア海流の統流水及びカツオの大量が次の夏に現われた。Seckel(1963)はこの仕事をしたが、これらの特色がどのように内部に関連するか知らぬといつておる。ハワイではカツオはある程度は周年おるが、大型魚の特定季節的出現に上記があてはまる。

中村(1954)は仮説を出して、異なる種の鮪が異なる海流又は海流系中に分布中心をもつ傾向があるとした。キハダとメバチが中部および西部太平洋中でこれを例証する。キハダは南赤道海流域に最も多く、メバチは北赤道海流域に最も多い(上村、本間1963)。しかし状況は時々まるでちがつていることが見出された(中村、山中、1959)。インド洋では同じ2つの魚種の最大数量に対する緯度範囲の間に大きな差がない(三村ら1963)。

(b) 水塊

山中・安楽(1959、1961)はインド洋の水塊分析した。延縄漁の主な魚種はキハダで、そのうちのあるものはビンナガで、水塊は季節、区域で起りかたがちがう。水塊と鮪分布の因果関係をはつきりいうのは尙早である。よく知られた潮境(水塊境界)を標識魚の横断する運動の証拠がある。キハダはこのような潮境を熱帯水からカリフォルニア海流の中へ水温上昇と共に東部太平洋中で動いていつた。(Schaefer Chatwin, Broadhead 1961)。

(c) 前線(潮境)

前線は広くマグロその他の浮魚の生態学中ですこぶる重要だが、めつたにうまく定義されないし、生物相への影響はむしろよくわかつていない。漂流する又は弱い遊泳力の生物群(動物プランクトン)は両側から収束線に集つて来、そこでたまる。しかし一つのタイプの

水が前線で最近湧昇したとき相接近してこれらのプロセスが現われる。(Griffith 1963; 宇田 1958)。同じことが前線域で前線に沿うて反時計廻りの渦巻形成されるのが暖かい黒潮冷たい親潮の間にみられる(宇田、石野 1958)。

実際前線又は前線系でマグロと動物プランクトン両方の多寡を調べたのは少ない。マグロ動物プランクトンはふつう漁船、海洋調査船で、時々採集している。黒潮と親潮の前線帯では動物プランクトンなど両側よりプランクトンが多い。そしてマグロもそこでは多い。もつと狭い潮境域は中部太平洋で南赤道海流と赤道反流の間に現われる。ここでは動物プランクトンの現在量が高い(しかし南赤道海流自身内ほど動物プランクトン高くない)。そしてキハダの数量は他の緯度でよりこの潮境で高い。しかしキハダの数量の多いことはフロント(前線)のところの動物プランクトンに関係していると思えないが、南赤道海流の動物プランクトンによると思われる。Griffiths(1963)は全動物プランクトン現在量(0—300m、斜曳でサンプル)及び葉緑素aが低カリフォルニア沖の狭い潮境で両側の水域より高いことを見出した。Robins(1952)カツオのより多くの漁獲を得たのは小さい潮境をよこぎつたときであった。潮境は大かた日記表面水温計(サーモグラフ)でわかる。流木のような浮流物シオヌに集まる。マグロは時に流木と関連してあらわれるが、流木の下のかげにいる可食動物にひきよせられて集まるという一つの説がある(Magnuson 1963; Schaefer, Broadhead, Orange 1963)。潮境の水温急昇 $1.5^{\circ}\text{C}/1$ 哩当りなどが致命的で、Strasburg(1959)のみたようなハワイ水域観測中大量の Auxis thazard のプランクトンの稚仔(ラーバ)が捕獲前死んだ例がある。マグロと餌料生物の潮境における観測調査がもつと必要である。

(d) 湧 昇

マグロの分布、数量の調査ははつきり、マグロの食物網('Food web')中の生物を通して湧昇状態とむすびついていることをCromwell(1953), Sette(1955), King & Hida(1957)がまとめた。

中部太平洋の海区赤道附近で南赤道海流とその北方 3°C の収束線又は前線帯をみる。湧昇は赤道に沿うて起り、水は P_0 、 $-P$ 及び動物プランクトンに富んでいる。キハダはそこに現れるか、収束線ほど多くない。そこでは湧昇水がコレオリの力で北上に向い、より暖く P_0 、 $-P$ はより貧弱で、やゝ動物プランクトン少ない。高温で非生産の東行赤道反流の南側に対してシンク(沈降)がある。

“肥沃中心からのマグロの変位は、動物プランクトンとマグロの間の一つ乃至以上の栄養水準のはいるためとみられ、これらの発達が時間の経過を含む、マグロの地理分布がこの時間のズレに対応し肥沃化源中心からの空間変位を示した。”(Murphy & Shomura, 1958)。この仮説の唯一の切実な弱点はメバチの大へんちがつた分布を説明できないことである。メバチは中部太平洋でキハダと同じ様な食餌をたべる(King & 池原 1956)。

沿岸湧昇域にもマグロ分布をみる。Forsbergh(1963)。はほとんど有意義な正相関を

パナマ湾(1—4月湧昇盛期)動物プランクトンと同区域のカツオの単位努力当り漁獲4—6月(5年間記録)との間に得た。Dejaeger(1963)はマグロ4種の南阿沖での分析数量の季節的变化を示した。最も多量な魚種はクロマグロ、それは湧昇のないときの方があるときよりずつと大量に現われた。これは湧昇のあつた時、所から小さい生物群が変位することで観測結果を説明できる。南阿の湧昇水は甚はだ低温(9℃ぐらい)で、このような水温変化は真剣に非熱帯湧昇域中のマグロ生態学研究にとり入れねばならない。

(e) 水温躍層地形学

(i) サーモクライン(水温躍層)は洋の東側で浅く西側では深い(貿易風が表層水を西方へおしやるから)。

(ii) 北半球では海流の右側か左側より高い値を示す。南半球では反対。

(iii) 日時の地方風応力と共に変わり、風強くなるとずつと深度をます。

(iv) サーモクラインは低緯度でみかけ上密度、塩分、リン酸塩等不連続変化面と同じ(混合層100m位)

(v) 基礎生産は混合水層の栄養塩を減少させ低くなる。

(vi) 豊富栄養塩水がサーモクラインを横切つて上昇することがないならば。

Cromwell(1958)はサーマル・アンチクライン、リッジ、ドームというサーモクラインの隆起を示した。Costa Rica 沖のサーマルドームでは混合層はくりかえし栄養塩豊生物繁殖をみる。(Blackburn1962)

(f) 対流と転倒(Mc Gary, Graham 大津)

(g) 島嶼およびバンク(堆)省略

宇田、石野(1958)	King & Hida(1957)
Jones(1962)	Bennet & Schaefer(1960)
Alverson(1963)	渦流漁場

(9) 鯖の分布(低栄養水準に関連した)の注意、省略

(10) 主要な分布と数量の時間的变化

北太平洋黒潮親潮の相対的消長変化とカツオ、ビンナガの分布と数量変化が伴うことを示した。Uda(1962), Fridriksson(1949) クロマグロのアイスランドで来遊増加記録が暖化期(1920年ごろ以降大西洋—北極圏に)にみられた。数量(Abundance)は全ポピュレーションの数量又は重量(あるいは種間ポピュレーション、サブポピュレーション、レースの数重量)を全範囲の区域に考え、このような Abundance の変化(漁によるものを除いて)を考えると幼魚の生残の年令階級間の変化をあらわすと考えられる。この問題は従来マグロについて余り研究されていない。何故ならば過去にはポピュレーション同定や成魚年令決定や、幼期サンプリングなどの困難があつたからで、ある魚種についてはこれらの困難はしだいに克服されつつある。この意味の Abundance の変化をあらわす状況が日本のクロマグロ漁況にみられる。広くいつてクロマグロ生産は1930年代は好漁、1940年代甚だ

不漁、そして1950年代は好漁に転じておる(中村1951; 宇田1957; 山中ら1963)。

海洋のある何かの変化する性状又は特質がごく若いクロマグロの生残に影響しそれが時間的に変化してこのように後れた年に成魚の数量的に変化したものと思われる。

(1) 他 の 調 査

集団を維持したり集団にいたる魚の行動を水槽実験することも価値がある(Magnuson 1963)。1ポピュレーション内の年令階級間の生長率を変える環境の役割の研究もやらねばならない、ポピュレーションや年令階級を同定する困難はあるにしても。Serventy (1956)は試行的成果をクロマグロについて出している。Robins(1963)はその年令同定を疑問視している。(宇田 道隆)

16 プランクトンサンプラーの流体力学シンポジウム

ICES-SCOR-UNESCOの動物プランクトン法の作業委員会は、よりよいサンプリングの方法はサンプラーの流体力学をもつと良く理解することにあると考えて、1966年2月シドニーでの会議の前に本題のシンポジウムを開くことになった。2月10日~16日の間、実演、テスト(シドニー大学機械工学科および航空工学科で)を行ない、シンポジウムの主体をなす論文発表及び討論はCSIROの漁業及び海洋学部で行なわれる。プランクトンネットの濾過係数の実験を水槽と風洞で煙を使つてやつた。目がつまるとどのように減るか流線を写真にとつて示した。ある臨界速度をこえると濾過係数は曳速と無関係になる。この臨界速度は網目の大きいさの関数で、目の細かいほどその値は大きい。濾過係数は網の長さにより補償される。濾過面積減少は単位濾過面積当りに増加した流れにより補償される。網の周りの水の流れかたか濾過に重要な役をする。

(宇田 道隆)