

大阪湾におけるサツキマス (降海型アマゴ) の生態について

辻野耕實・大道 斉*¹・阪上雄康*¹・亀井 誠*²・内藤 馨*³・上原一彦*³

Ecological Study on Amago Trout, *Oncorhynchus masou macrostomus*, in Osaka Bay

Koji Tsujino, Hitoshi Daido, Yuko Sakagami, Makoto Kamei,
Kaoru Naito and Kazuhiko Uehara

はじめに

1937年の統計によれば、溯河アマゴと考えられる溯河マス類の漁獲量は南日本の太平洋に注ぐ河川で120トンあり、そのうちの74トンが淀川水系で漁獲されている¹⁾。また、1923~1925年の統計には、大阪府においてもマス類漁獲量が計上されており、昔は大阪府も含めて淀川水系で多くのサツキマスが生息していたことが推察される。しかし、その後の河川ダムの建設によりサツキマスの降海と溯河のサイクルが断ち切られたこと¹⁾、さらに水質汚濁等も影響しマス類は減少、近年では淀川水系でサツキマスはほとんど漁獲されなくなった。

一方、1970~1973年の長良川でのアマゴ放流調査から、スモルト化した養殖アマゴが河川放流後に降海し、翌春海中生活を終え溯河してくること、さらにこれがいわゆる「カワマス (本報告ではサツキマス)」と同一であることが岐阜県水産試験場により明らかにされた^{2,3)}。この発見により、産卵場と海とが隔離された河川においてもスモルト化した養殖アマゴを下流部や河口部などで放流することにより、カワマスの増産を図ることの可能性が示唆され、愛知県、岐阜県、三重県、京都府などで事業化される

ようになった¹⁾。

このような背景から、1990年より大阪府農林水産部 (現環境農林水産部) 水産課によりスモルト化した養殖アマゴを淀川に放流し、海域における漁業振興が進められてきたが、1992年からはさらにサツキマスの自然繁殖できる河川環境づくりを目指し、大阪府立水産試験場、大阪府立淡水魚試験場を含めた3機関共同で、種苗放流、海域での漁獲、生態調査および河川域での移植、産卵調査を4カ年計画で実施した。

本報告はこのうち海域におけるサツキマスの生態について報告するものである。

方 法

1. 種苗の放流

放流時期、放流尾数、放流魚の全長、放流時等の環境を表1に示した。放流魚は奈良県宇陀郡御杖村および京都府北桑田郡美山町産のスモルト化したアマゴで、1990~1992年は現地から活魚トラックで運搬後、淀川河口堰下 (河口より約9km上流) に直接放流した。また、1993年以降は同所で生け簀 (4×4×4m) により約1週間汽水馴致および母川記憶

*¹ 大阪府環境農林水産部水産課

*² 大阪府環境農林水産部水産課, 現関西国際空港株式会社

*³ 大阪府立淡水魚試験場

表1 スモルト化アマゴの放流時期、放流尾数、放流魚の全長および放流時等の環境

放流年月日	入手地	放流尾数	平均全長と標準偏差mm	汽水馴致期間および放流時の		備考
				水温 ℃	塩分 psu	
1990. 11. 18	奈良県	1万尾	—	—	—	直接放流
1991. 12. 17	奈良県	1万尾	—	—	—	直接放流
1992. 12. 11	奈良県	1万尾	166±16	—	—	標識装着, 直接放流
1993. 11. 26	京都府	1万尾	182. 4±13. 9	14. 4~18. 1	11. 0~18. 6	脂鱗切除, 汽水馴致
	奈良県	1万尾	168. 3±21. 6	13. 0	19. 0	脂鱗切除, 汽水馴致
1994. 12. 14	奈良県	1万尾	164. 6±16. 0	11. 5~12. 2	20. 8~23. 6	脂鱗切除, 汽水馴致
1995. 12. 14	奈良県	1万尾	150. 6±17. 5	10. 5~13. 0	11. 0~18. 6	脂鱗切除, 汽水馴致
1996. 12. 18	奈良県	1万尾	—	—	—	脂鱗切除, 汽水馴致

*奈良県：奈良県宇陀郡御杖村産 京都府：京都府北桑田郡美山町産

した後、放流した。放流尾数は、1993年を除き、各年ともほぼ1万尾であった。（1993年は2万尾）

2. 採捕魚に関する情報

調査期間は1991~1997年で、採捕魚に関する情報収集は漁業者からの採捕報告によった。採捕報告書にはサツキマスの採捕年月日、採捕場所、漁具、全長、脂鱗の有無が記載されている。また、1993年以降はできるだけ魚体も入手し、全長、体重、性、生殖腺重量、胃内容物の種類および重量を1mmあるいは0.1g単位で測定した。

結果および考察

1. 成長

大阪湾で漁獲されたサツキマスの全長と体重の関係を図1に示した。図から全長（TL:mm）と体重（BW:g）とはべき乗式で近似でき、 $BW=5.602 \cdot 10^{-7} TL^{3.540}$ の関係式が得られた。この式から、全長200mmの魚体で体重78g、300mmで329g、400mmで911gと計算される。（以下、体重表記の報告書との比較には上記の式を用い、全長を体重に変換した。）

採捕日別のサツキマスの全長を図2に示した。採捕報告書にも採捕魚の全長が記載されているが、ここでは1993~1997年に筆者らが行った測定データのみを使用した。図から判るように採捕魚の全長は同年、同時期に採捕された魚体でも大きく異なり、最大で100mm程度の差がみられた。そのため放流年による成長の違いは明らかではないが、各時期における漁獲最大個体（成長の良い個体の比較）では年による

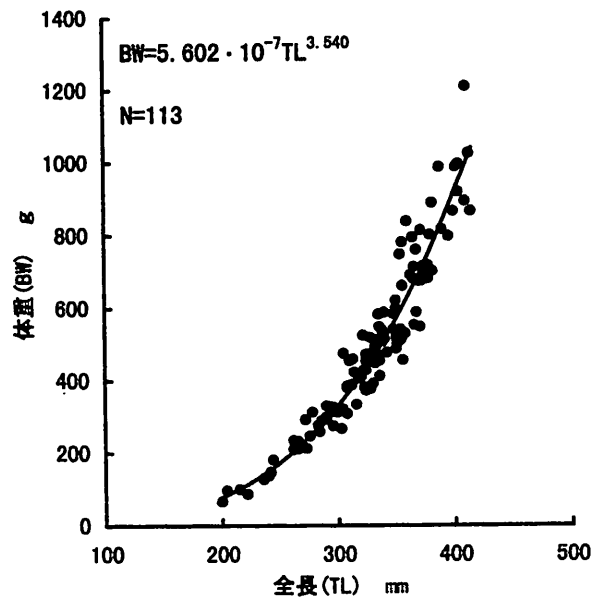


図1 サツキマスの全長と体重の関係

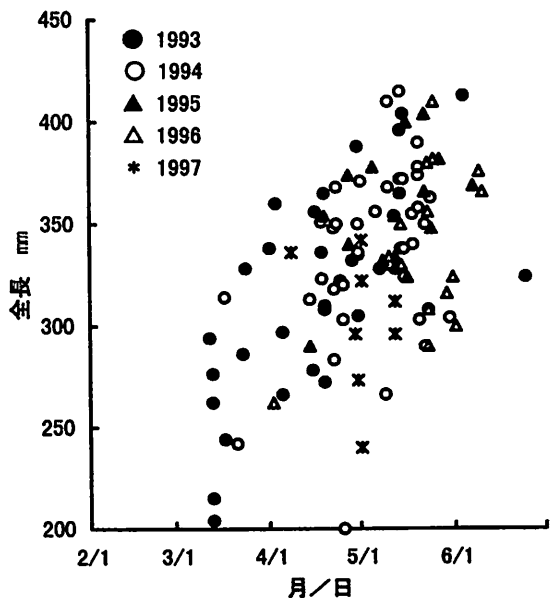


図2 年別、採捕日別のサツキマスの全長

差はほとんど認められなかった。各時期の全長の間点を結んだ線、これを平均的な成長と考えると、サツキマスは大阪湾で3月初めには全長約250mm (体重170g)、4月初めには約300mm (330g)、5月初めには約340mm (510g)、6月初めには約370mm (690g) となり、非常に成長の速いことが判る。この成長は橈藻⁴⁾よりやや小さいが、伊勢湾⁵⁾や海水飼育結果⁶⁾とほぼ同じで、周防灘⁶⁾よりかなり大きなものである。

なお、本報告での放流群の大きさは伊勢湾⁵⁾よりもやや小さいが、他の海域^{4,6)}とは大きな違いはなかった。

2. 性比, 成熟

1993~1997年に測定したサツキマス (112尾) のうち、雌雄の判明したものは雌が82尾、雄が27尾で、雌が圧倒的に多く、雌雄判明個体の75.2%を占めた。また、脂鱗切除個体 (放流群) のみでは雌の割合は64.7%と、採捕魚全体でみたときよりもやや低かった。このようなサツキマス雌の割合が雄よりもかなり高い傾向は伊勢湾や三河湾 (同81.6~88.9%) でも同様にみられるが、長良川ではスモルト化した天然魚の雌の割合は地中養殖魚に比べてやや低い (同70%)¹⁾ こととは逆の結果であった。

上記期間中に漁獲されたサツキマスの生殖腺重量は最大で体重の1.8%、大部分のものは1%以下で、すべて未成熟の状態であった。サツキマスは完全に河川生活期に入った時点から生殖腺が急速に発達する¹⁾ため、海域あるいは河口域で漁獲された本報告の供試魚は生殖腺が発達する前段階のものであると考えられる。ちなみに、溯河魚では6月下旬の生殖腺重量は体重の3.2%、7月下旬には4.8%¹⁾、さらに放卵期 (10月上~下旬) には平均熟度が19.6%となる³⁾。

3. 食 性

大阪湾でサツキマスが主に何を捕食しているかを判断する指標として、捕食頻度 {全捕食魚個体数 (A) に対するある餌料種 (i) を捕食していた魚の個体数 (B) 割合、すなわち餌料種 i に対する捕食頻度は $B/A \times 100$ で計算される。なお、捕食魚

とは開腹時胃内容物の存在が確認された個体をいう。} を求め、図3に示した。サツキマスの胃内からは魚類、多毛類、甲殻類、貝類、海藻など多様な種類が認められたが、捕食個体の90%以上が魚類を摂餌しており、他の種類を摂餌している個体は少なかった。また、魚類を捕食している個体ではイカナゴを摂餌しているものが最も多く (約50%)、次いでカタクチイワシ (約30%) であった。大阪湾で同じく春季に漁獲されるサワラはイカナゴを最も多く捕食しており、次いでタチウオ、マイワシ、カタクチイワシが多い⁷⁾。サツキマスも概ねサワラの食性と一致し、大阪湾内では魚食性の高次捕食者であることが推察される。また、各魚種の生態や近年の漁獲量から判断して、サワラやサツキマスの胃内容物組成は春季の大阪湾における遊泳性魚類の海中資源量を、体高の高いコノシロを除いて、概ね反映しているものと考えられる。

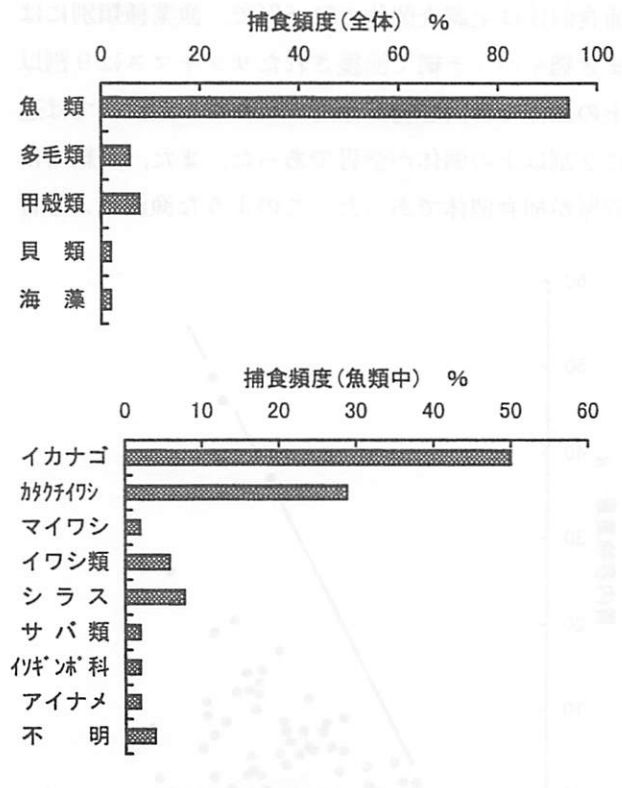


図3 サツキマスの捕食頻度*

*捕食魚の全個体数(A)に対するある餌料種(i)を捕食していた魚の個体数(B)割合
餌料種 i に対する捕食頻度 = $B/A \times 100$ で計算される

サツキマスの食性について、伊勢湾や三河湾では12月下旬から3月上旬までは主として甲殻類のラスパンマメガニ、カニの幼生、エビ類などを捕食し、3月中旬になるとイカナゴやイワシ類が主体となる¹⁾。京都府沿岸ではサツキマスは降海後主に魚類を摂餌し、その中でもカタクチイワシの摂餌率が高く²⁾、愛媛県燧灘でもサツキマスはイワシを捕食しているものが最も多い³⁾と報告されている。本報告で得られた供試魚は大部分が3月中旬以降のものであることを考えると、サツキマスの食性は、イカナゴ現存量の多寡により胃内容物の優占度に若干の差異はみられるが、いずれの海域ともほぼ同様であると考えられる。

サツキマスの全長と胃内容物重量の関係を図4に示した。サツキマスは全長が大きくなるほど、最大胃内容物量も大きくなる。採捕魚の最大捕食量は全長300mm（体重330g）で約30g（体重の約9.1%）、400mm（910g）で約50g（同5.5%）と推定され、伊勢湾¹⁾や京都府沿岸²⁾などと同様の結果であった。捕食個体は全調査個体の51.5%で、漁業種類別にはまき網やパッチ網で漁獲されたサツキマスは9割以上の個体で胃内容物が確認されたが、定置網では逆に9割以上の個体が空胃であった。また、刺網では57%が捕食個体であった。このような漁法による胃

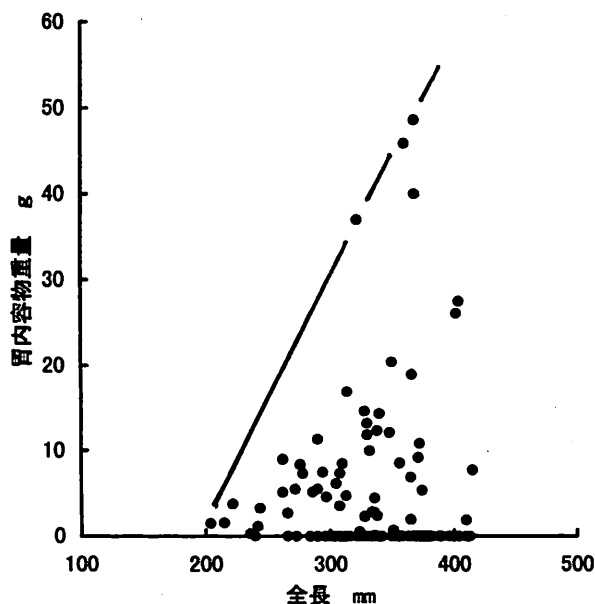


図4 サツキマスの全長と胃内容物重量の関係

内容物量の相違は伊勢湾でもみられ、摂餌から網揚げまでの時間が大きく関係する⁴⁾と考えられる。

なお、本報告では飽食個体の出現割合が極めて少ないが、これは摂餌の活発となる4、5月には空胃個体の多い定置網での漁獲物が大部分であったことによる。

4. 移動、回遊

1) 漁獲時期と漁獲位置

サツキマスの年別、旬別、漁法別の漁獲尾数を図5に、旬別の漁獲位置（1991～1997年の集計）を図6に示した。サツキマスは1、2月の漁獲報告はほとんどなく1993年1月中旬に1尾漁獲されたのみである。多くは3月中旬から漁獲され始めるが、最初はパッチ網などのやや沖合で操業する漁具で漁獲される。3月下旬から4月上旬になると沿岸域で操業する刺網や定置網でも漁獲され始め、その後漁獲尾数は増加する。最も多く漁獲される時期は、年により若干差異はみられるが、4月下旬から5月下旬で、6月になると漁獲尾数は急速に減少し、6月中旬以降はほとんど漁獲されなかった。

次にサツキマスの漁獲位置をみると、1月中旬、3月中旬はやや沖合域でのみ漁獲されるが、3月下旬になると沿岸域でも漁獲されはじめるようになる。4月中旬には沖合域よりも沿岸域の方が多くなり、4月下旬になると大部分のものが沿岸域で漁獲された。また、4月下旬には淀川河口域での漁獲が多くなるとともに、淀川河口堰での採捕も報告されており、4月下旬時点で既にサツキマスが淀川に溯上を始めていることが判る。さらに、5月中旬には淀川河口堰で5尾の漁獲報告があり、この時期に盛んに淀川を溯上していることが窺える。5月下旬には大部分のものが淀川～大和川河口で漁獲され、6月下旬以降は海域での漁獲報告はなく、ほぼサツキマスは河川への溯上が完了したと考えられる。

2) 大阪湾および淀川の水溫

図7にサツキマスの漁獲報告の多かった1993、1994年と平常の大阪湾湾口部、湾中央部、湾奥部（淀川河口沖）および淀川（河口より約11km上流）の水溫変化を示した。大阪湾の3海域の平均水溫を

比べると、湾口部では2月～5月まで他の2海域より高い傾向にあるが、湾中央部と湾奥部では2月～6月まで水温の差はほとんどみられない。サツキマスが主に漁獲された湾奥部の平均水温は、漁獲され始めた3月中旬には概ね9.0～9.3℃、最も多く漁獲された4月下旬から5月中旬には11.8～14.9℃、初めて河口堰で漁獲された4月下旬には11.8～12.7℃、ほとんど漁獲されなくなる6月中旬には17.3～18.3℃であった。また、年別には1993年は各海域とも2、3月には平年より高く、5、6月にはやや低い。1994年は2～6月まで概ね高めで経過している。

一方、淀川の水温は2、3月初めにはそれぞれ6.6～6.7℃、7.0～7.8℃と湾奥部に比べて低めであるが、4月上旬には約13℃、5月中旬には約20℃と、3月下旬頃から湾奥部より高めに推移している。この河川内の水温と湾奥部の水温が逆転するころ（海水温の上昇開始期とはほぼ同時期）からサツキマスは沿岸部の刺網等で主に漁獲されるようになる。また、サツキマスが盛んに溯河していると考えられる5月中旬には既に河川内の水温の方が湾奥域よりもかなり高かった。

3) 大阪湾におけるサツキマスの移動、回遊と溯河要因

既述のことより、大阪湾におけるサツキマスの移動、回遊を図8のようにとりまとめた。このようなサツキマスの移動様式は伊勢・三河湾¹⁾や若狭湾⁹⁾ともよく一致していた。

サツキマスの溯河について、伊勢・三河湾では河川への溯上は河川水温が海水温を上回る頃から始まること^{1,2)}を、若狭湾では河川水温が海水温より高くなる時期は溯上準備期と一致することから、河川水温と海水温の関係が溯上の重要な要因である⁹⁾ことを報告している。同じようなことはアユでも報告¹⁰⁾されており、アユの溯上は河川水温と海水温が接近した頃行われることが判っている。このように河川水温と海水温の関係に注目すると、大阪湾においても河川水温と海水温の一致する時期にサツキマスは接岸行動を起こすことから、溯上準備期に入ると解釈できるし、河川水温が海水温よりもすでに高く

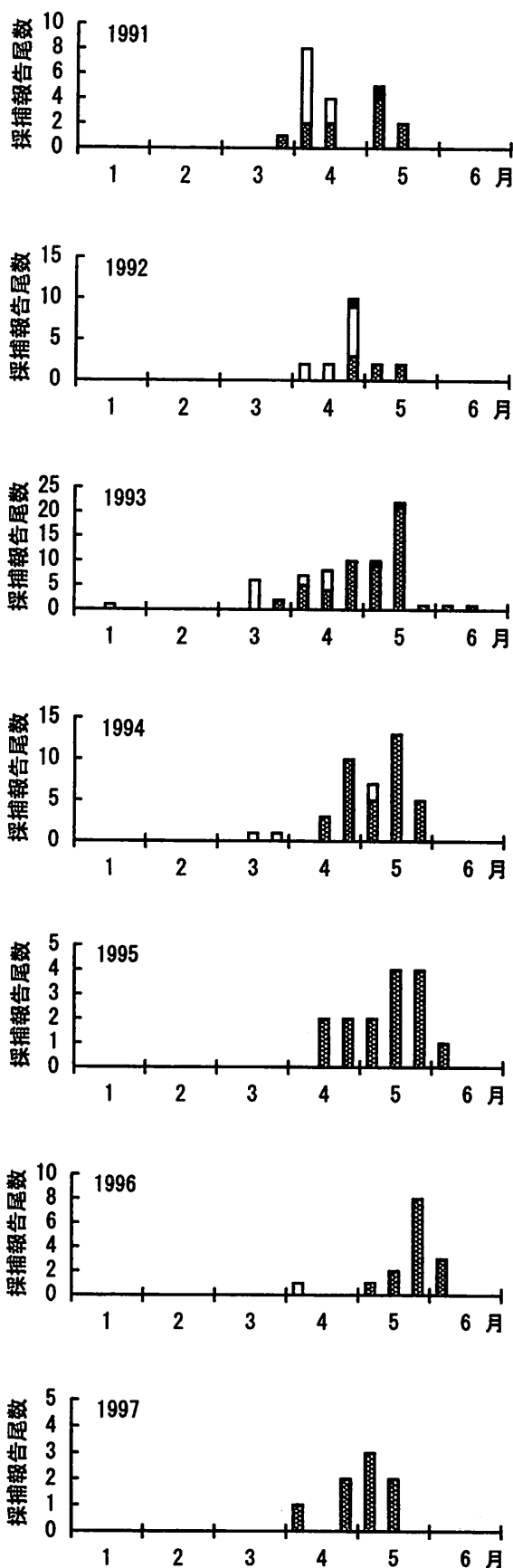


図5 サツキマスの年別、旬別、漁法別の採捕尾数
白抜き：バッチ網 網掛け：刺網、定置網 黒塗り：その他

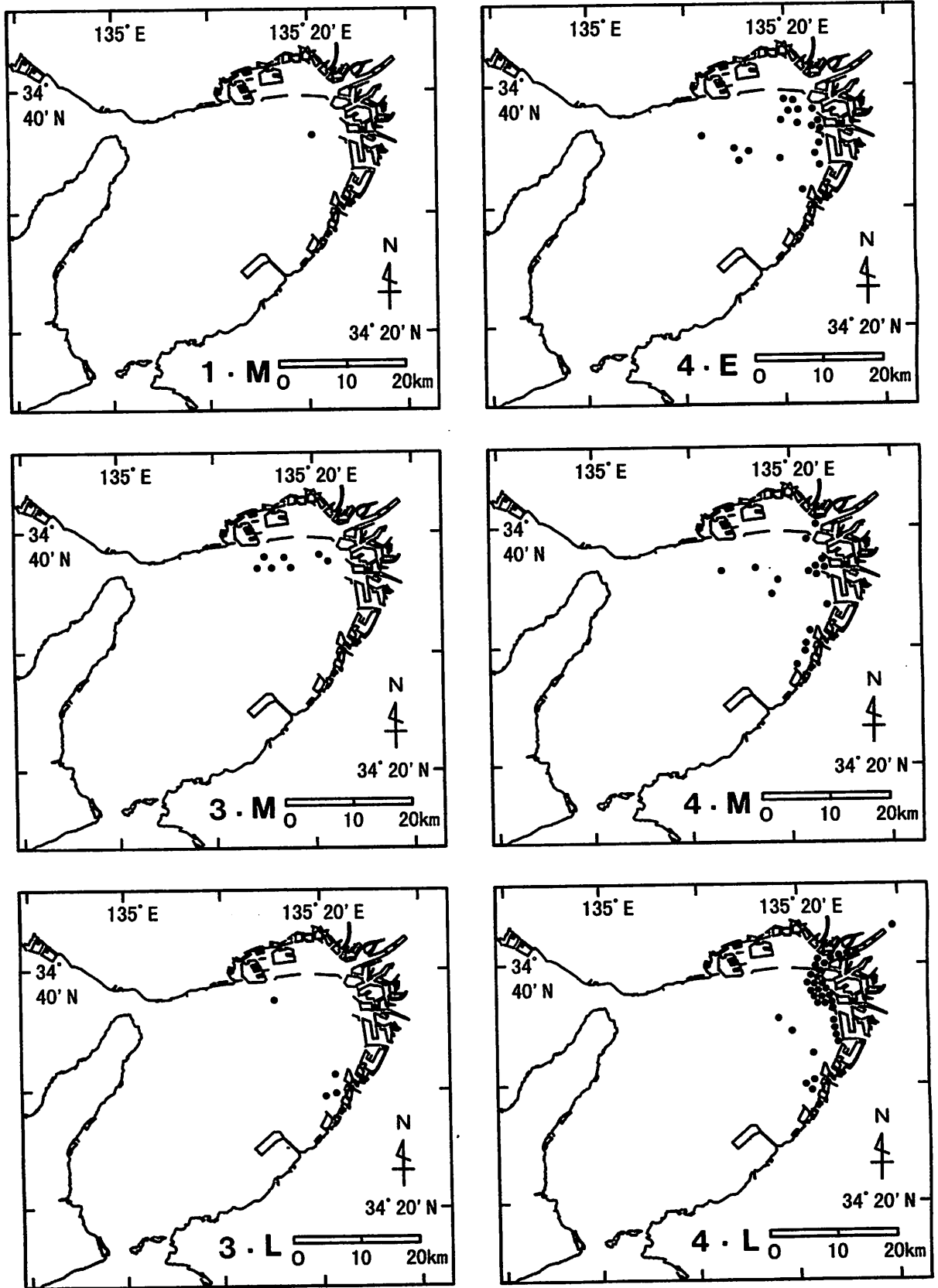


図6 サツキマスの旬別漁獲位置
 図中の数字は月、Eは上旬、Mは中旬、Lは下旬を表わす。

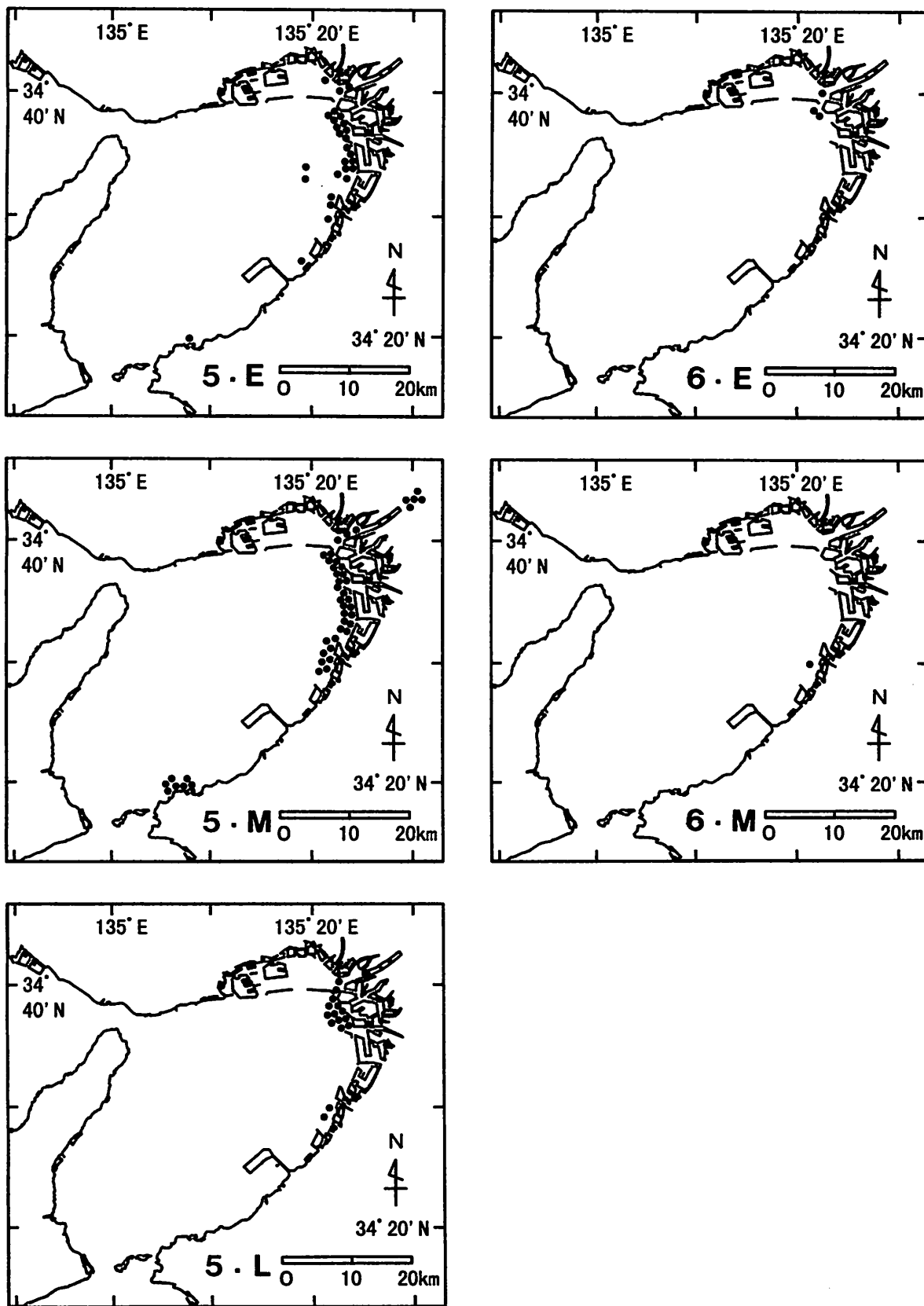


図6 サツキマスの旬別漁獲位置 (続き)
図中の数字は月, Eは上旬, Mは中旬, Lは下旬を表わす。

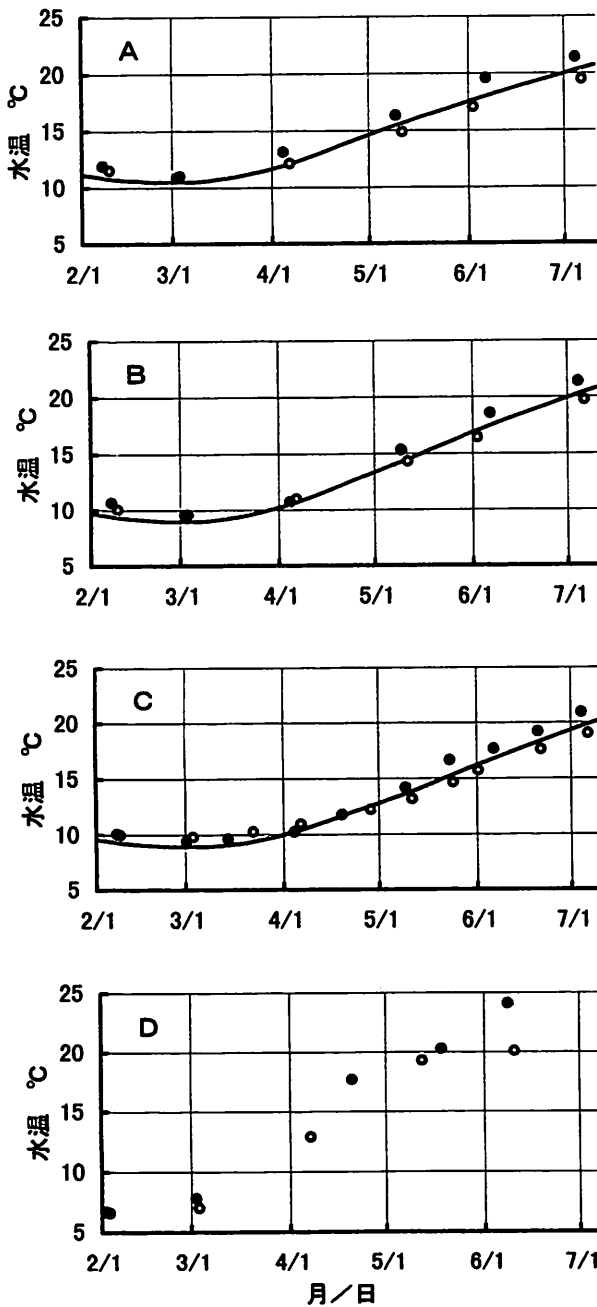


図7 大阪湾^{*1}および淀川^{*2}の水温

A：湾口部 B：湾中央部 C：湾奥部
 D：淀川（河口から約11km上流，西日本旅客鉄道赤川鉄橋）
 実線：平年値 ○：1993年値 ●：1994年値
^{*1}大阪府立水産試験場事業報告，底層水温
^{*2}大阪府下河川等水質調査結果報告書（大阪府）

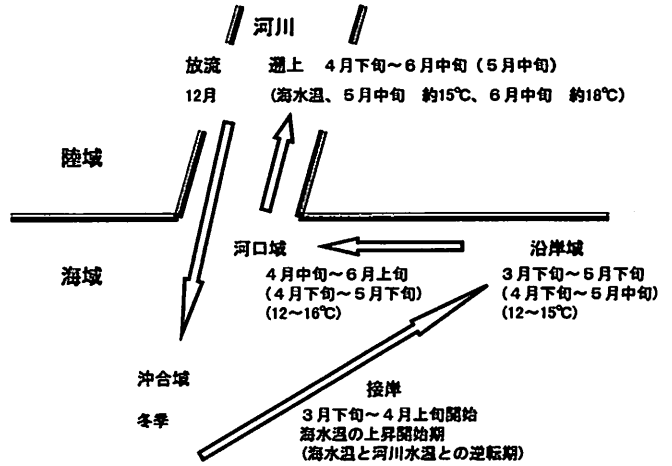


図8 サツキマスの移動模式図

括弧内は盛期とその時の水温

なった時期に溯河盛期を迎えることも伊勢・三河湾，若狭湾の状況とよく一致する。

しかしながら，逆にサツキマスの溯河が河川水温と海水温の関係のみで行われると仮定すると，冬季にやや沖合域で生息しているサツキマスがどのようにして河川水温と海水温の一致する時期を察知できるのか疑問が生ずるし，河川水温が海水温よりもすでに高くなった時期に溯河盛期を迎えることは，アマゴ（サツキマス）は河川上流域の水温の低い水域が主分布域であることを考えると不自然である。すなわち，河川水温と海水温の関係というのは，サツキマスの溯河や溯上準備期における環境の目安としての意味はあるが，必ずしも行動の必然性を説明できるものではないと思量される。

今，サツキマスの溯河に関する知見を整理してみると，(1)サケやマス類には陸封型のほかに大規模な溯河回遊をする多くの降海型がある¹¹⁾。(2)サツキマスは陸封型であるアマゴの降海型で，降海したサツキマスは海中の豊富な餌料を得ることによりアマゴより体長が大きくなり¹²⁾，また1尾あたりの産卵数も多くなる¹²⁾。(3)海域でのサツキマスの成長は水温が上昇する3月以降急激に速くなり，5月の溯河前に最大に達する¹⁾。(4)溯河は成長や栄養状態のよいものから先に行われる¹⁾が，溯河せず海域に留まった群は，海水温が19℃以上¹⁾（海水飼育の結果では上限は18℃⁹⁾）になるとほとんどへい死する。(5)一

方、溯上したサツキマスは上流域に向かうが、堰やダムのため溯河できなくなったサツキマスは水温が24℃以上になる7月上旬から冷水の流入するところに集まり、冷水の流入のない河川では、8月頃には多くのものがへい死する⁹⁾という。

このように、サツキマスは降海することにより、生息環境の多様性や種保存に対する有利な形質を得る(特に、大型化=産卵数の増大に関しては溯河直前に大きい)反面、もともと冷水性であるサツキマスにとって水温の上昇は生命をも奪う大きな環境要因であり、水温耐性は海水では淡水の場合より低い⁹⁾(本文中の既述の数字から単純計算すると5℃以上の差がある)ため、特に海水温の上昇に対しては敏感に応答していることが推察される。

このような観点から大阪湾におけるサツキマスの節目の行動を見ると、(1)沖合域から沿岸域への移動(接岸行動)は海水温の上昇し始める時期と一致する、(2)サツキマスが海域で漁獲されなくなる(河川内への移動が完了する)6月中旬の湾奥部の水温は約18℃で、既述の海水中における温度耐性とほぼ一致する、(3)年別には春季に水温の低かった1993年の方が1994年よりも遅くまで大阪湾で漁獲されていたこととも一致している。すなわち、サツキマスのこれらの行動は主に海水温変動に支配され、サツキマスの海水における温度耐性が淡水に比べて低いため、海水温の上昇による海域での生息環境の悪化がサツキマスを河川域に移動させる主な要因になっているものと推察される。

そして、一度河川内に入ったサツキマスは、今度は河川水温により支配され、水温のより低い上流域を目指して溯上していくのであろう。

おわりに

著者らは本報告により大阪湾におけるサツキマスの成長、成熟、移動に関する生態的な概略は把握できたものと考えている。しかし、種苗放流事業で最も重要となる放流魚の採捕量などには言及できず、残念ながら現段階では不完全な報告といわざるを得ない。この大きな原因として採捕報告率の低さがあ

る。採捕報告は一部の漁業協同組合に集中し、過日他の漁業協同組合などからの聞き取りから未報告の件数がかかなりあることが判った。さらに脂鱸の有する個体(天然魚と判定される)の割合が高く、脂鱸の切除が不完全であったのか、本当に天然群がそれほど生息しているのか判断に苦慮した。今後これらの問題を踏まえて、放流効果なども明らかにしていきたい。

謝 辞

本研究を行うにあたり、採捕報告や採捕魚を提供していただいた漁業者および関係漁業協同組合の職員の方々に深謝の意を表します。また、放流種苗の脂鱸切除に協力いただいた水産課有志の方々ならびにアマゴ養殖場職員の方々に感謝いたします。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会(1985)降海性アマゴの増殖。水産増養殖叢書, 34, 101pp.
- 2) 本荘鉄夫(1974)長良川の溯河マス中に発見した標識アマゴ。岐阜水試研報, 19, 63-65.
- 3) 本荘鉄夫(1977)アマゴの増養殖に関する基礎的研究。岐阜水試研報, 22, 1-103.
- 4) 河野慈敬・市川 衛(1990)降海性アマゴ放流試験。昭和63年度愛媛水試事報, 90-96.
- 5) 上松和夫・荒木育生・紀 有文・本荘鉄夫(1973)アマゴの海水飼育について。水産増殖, 21(3), 100-104.
- 6) 藤村治夫(1970)山口県錦川におけるアマゴの生態について。水産増殖, 17(3), 101-112.
- 7) 増成伸文(1996)瀬戸内海東部域におけるサワラの食性。本四架橋漁業影響調査報告, 67, 222-247.
- 8) 京都府立海洋センター(1982)降海型アマゴ(サツキマス)の増殖。季報, No.12, 1-15.
- 9) 浜中雄一・大橋 徹・清野精次(1980)若狭湾における降海型アマゴの研究-I 遡上と水温。京都府海洋センター研報, 4, 52-56.
- 10) 楠田理一(1963)海産稚アユの遡上生態-I.

- 大雲川における遡上群の日周変化. 日水誌, 29(9), 817-821.
- 11) 落合 明・田中 克 (1986) 魚類学 (下), 恒星社厚生閣, 東京, 1140pp.
- 12) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (1984) 日本産魚類大図鑑. 東海大学出版会, 東京.