木曾三川感潮域のヤマトシジミの漁場形成と個体群動態

水野 知巳,^{1*} 南部 亮元,² 関口 秀夫²

(2004 年 7 月 12 日受付, 2004 年 10 月 29 日受理)

¹三重県科学技術振興センター水産研究部, ²三重大学生物資源学部Population Dynamics of the Brackish Water Clam *Corbicula japonica*
in Kiso Estuaries, Central JapanTOMOMI MIZUNO,^{1*} RYOGEN NANBU² AND HIDEO SEKIGUCHI²¹Fisheries Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center, Suzuka, Mie 510-0243, ²Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507, Japan

Commercial individuals of *Corbicula japonica* were mainly collected in downstream areas of the Ibi/Nagara Estuary and in upstream areas of the Kiso Estuary. Abundance of these commercial individuals increased from spring to early summer and then decreased from autumn to winter for both estuaries. Based on cohort analysis using shell length data, annual catch yields of the clam were sustained by new recruits every year: increase of the abundance of commercial individuals by new recruits from spring to early summer, and then decrease of the abundance due to the decline of new recruits by fishing mortality from autumn to winter.

キーワード：ヤマトシジミ, 漁場形成, 漁獲量変動, 木曾三川

本邦水域には3種のシジミ類(セタシジミ, マシジミ, ヤマトシジミ)が生息しており, セタシジミ *Corbicula sandai* とマシジミ *C. leana* は淡水産であり, ヤマトシジミ *C. japonica* は汽水産である。¹⁾ これら2種の淡水産のシジミ類は本邦水域の固有種であるが, ヤマトシジミは本邦に加えて朝鮮半島にも分布しており, 東アジアの固有種である。ヤマトシジミは北海道から九州まで広く分布しているが, 琉球列島からは生息が報告されていない。²⁾ 汽水産のヤマトシジミはこれら淡水産の2種とは初期生活史が著しく異なっており, ヤマトシジミが浮遊幼生期をもつものに対して, 淡水産の2種は浮遊幼生期をもたない。^{3,4)}

農林水産省の平成13年漁業・養殖業生産統計年報によれば, 本邦のシジミ類の漁獲量は内水面漁業の総漁獲量の約29%を占め, 内水面漁業の中ではその漁獲量是一位である。シジミ類の漁獲量の99%は汽水産のヤマトシジミである。²⁾ 1960年代から1980年代には年間50,000トン前後あった本邦のシジミ類の漁獲量は, 2001年には年間20,000トン前後まで減少し, それは特に利根川や宍道湖において著しい(Fig. 1)。ヤマトシジミ漁業は汽水域でおこなわれ, 湖沼では宍道湖(島根

県), 十三湖・小川原湖(青森県)が, 河川では木曾三川(三重県, 岐阜県, 愛知県), 利根川(千葉県, 茨城県)が主漁場である。木曾三川のヤマトシジミの年間漁獲量は約2,000トンであり, 木曾三川は本邦では宍道湖に次ぐヤマトシジミの産地である。

木曾三川のヤマトシジミの年間漁獲量は, 1955年から1970年代半ばには5,000トン前後と安定していたが, 1975年以降漁獲量が急増し1980年には約10,000トンを記録した(Fig. 1)。この漁獲量増加は, 1970年前後には2,000トンから3,000トン程度漁獲されていたハマグリ漁獲量が1975年頃から急減し, 漁獲努力がヤマトシジミ漁業のみに集中したこと起因している。ところが, 1980年代後半からヤマトシジミの年間漁獲量は減少に転じ, 1990年代には5,000トンを割り込み, 2002年には2,000トンにまで減少している。ヤマトシジミの漁獲量の減少要因としては, 漁獲圧力の増加のほか, 浚渫, 埋め立て, 河口堰の建設等による汽水域の減少, 貧酸素水塊の遡上による大量斃死等が挙げられているが,^{2,5)} いずれも推測や憶測に留まり, 既存資料の解析あるいは現場調査に基づいた確たる結論は得られていない。このようにヤマトシジミ漁獲量が減少していく中

Fig. 1 Interannual variation in catch yields of the clam *Corbicula japonica* in Japan (upper) and Kiso estuaries (lower), central Japan. Tone, Shinji and Kiso indicate three of the largest fishing grounds of the clam in Japan.

で、実効性のある資源管理や漁場保全の方策を検討する必要性が高まっているが、そのためには、まず、木曽三川におけるヤマトシジミの漁場形成機構や漁獲量の変動要因の解明が不可欠である。

一般に、ヤマトシジミを含む海産無脊椎動物は生活史の初期に浮遊幼生期を持ち、長短さまざまな浮遊生活期を経て底生生活に入り、成長して漁獲対象となる。このような一連の幼生加入過程を考慮すれば、海洋環境が浮遊幼生や着底過程に大きな影響を及ぼすために、親資源量とそれに由来する加入量との間に密度依存的生存過程は成り立ちがたく、加入量とそれに由来する親資源量との密度依存的生存過程が前者に比べて成り立ちやすいと言える。⁶⁾ 漁獲量の変動機構を把握しようとする場合には、第一にこの変動に関与している成長段階を明らかにし、次にその成長段階の資源量を決定している機構や要因を究明することが不可欠である。⁶⁾ 具体的には、ヤマトシジミ漁場全域を網羅する測点を設け、各成長段階（浮遊幼生、着底稚貝、稚貝、大型個体、漁獲個体）の密度変動を追跡し、各成長段階の変動機構の解析によって、ヤマトシジミ漁獲量（資源量）の年変動が生活史のどの成長段階で決定され、それにどのような要因が関与しているかを解明しなければならない。しかしながら、ヤマトシジミの生理的特性、分布、成長、産卵期は数多く報告されているものの、^{7,8)} ヤマトシジミの幼生加入過程の視点から、具体的には浮遊幼生の着底から稚貝に至

るまでの一連の過程を扱った研究例が少なく、^{9,10)} 幼生加入過程の視点からヤマトシジミ漁獲量の変動機構を把握しようとする試みはこれまで行われていない。さらに、木曽三川においては、ヤマトシジミの各成長段階の分布に関する知見は、木曽川河口域で行われた Sekiguchi *et al.*⁹⁾ と Nanbu *et al.*^{11,12)} のみである。これらの研究によれば、汽水域に生息するヤマトシジミ母貝から産み出された浮遊幼生は一旦は隣接する浅海域に輸送されそこに分散するが、上げ潮とともに再び汽水域へ回帰し、そこに着底する。しかし、ヤマトシジミの漁獲量あるいは資源量変動の機構解明に必須の知見であるにもかかわらず、ヤマトシジミの浮遊幼生や着底稚貝の出現期間や量の時空間的変動についての知見は、木曽三川以外の水域に関しても、Nanbu *et al.*^{11,12)} を除けばまったくない。

本研究の目的は、木曽三川の漁場全域でのヤマトシジミ漁獲個体の密度変動と時空間分布を明らかにし、これらの解析結果を Nanbu *et al.*^{11,12)} が明らかにしたヤマトシジミの幼生加入過程と照合しつつ、ヤマトシジミ漁獲量および資源量の変動機構を明らかにすることである。

試料と方法

調査地の概要 調査地である木曽三川（揖斐川、長良川、木曽川）は本邦中央部の濃尾平野の西端に位置し、伊勢湾の湾奥に流入する一級河川である（Fig. 2）。また、木曽三川は日本有数の大型河川であり、その流量は伊勢湾に流入する一級河川の総流量の約8割を占める。木曽川は流程227 km、流域面積5,275 km²、年間流量は $8,379 \times 10^6$ m³ であり、一方、揖斐川は流程121 km、流域面積1,840 km²、年間流量は $2,582 \times 10^6$ m³ である。揖斐川と長良川は別々の河川であるが、下流域において合流しているため、この区域においては揖斐・長良川と呼ばれている。しかし、1995年に揖斐・長良川の河口から5 kmの地点に河口堰が建設されたために、それは揖斐・長良川の合流点の長良川側に相当するが、長良川は塞き止められた。

木曽三川河口域の干満差は最大で約3 mあり、感潮域は揖斐川では河口から上流に25 kmから30 kmまで、木曽川では河口から上流26 kmにある木曽大堰までである。揖斐川および木曽川の底質は、河口から上流5 kmまでの区域および滞筋では泥質であるが、それより上流域では砂質となっている。特に揖斐川と合流している長良川河口堰直下の下流部では、その底質はシルト・クレイ含有量50%以上の泥質となっている。¹³⁾ 揖斐・長良川および木曽川の感潮域の下流域では、後に述べるように、そこはヤマトシジミの生息域であるが、毎年、夏季から秋季にかけて伊勢湾の湾奥からの貧酸素水塊の遡上により、底層の溶存酸素量が低下している。そ

Fig. 2 Study area and location of sampling stations in the Kiso Estuaries, central Japan. Dotted areas: tidal flats; open circles: sampling stations; solid bars with numerals: distance (km) from the river mouth; solid lines stretching from the river mouth to the seaward: protection bank for flood tide.

の結果、ときには大量のベントス、とくにヤマトシジミの大量斃死が観察されている。⁵⁾ 揖斐・長良川および木曾川の感潮域の下流域では、塩分は冬季には概ね安定しているが、梅雨時期あるいは台風の襲来等に起因する高降雨の時期である6月から9月にかけては、河川流量の変動が著しい。それに応じて塩分の変動も激しく、感潮域の底層塩分は5 psu 未満から30 psu 以上にも及ぶ。¹³⁾ 一方、水温には明確な季節変動が認められ、揖斐・長良川および木曾川感潮域の下流域の底層水温は夏季の7月から8月のほぼ30℃から1月から2月の10℃未満の範囲を変動している。¹³⁾

調査定点と採集方法 調査は2001年5月から2003年3月までの約2年間にわたって月1回の頻度で揖斐・長良川および木曾川の感潮域で行われた。揖斐・長良川および木曾川の感潮域を河口から上流に向かってそれぞれ、1 km, 3 km, 5 km, 7 km, 9 km, 12 km 地点に採集定点を設け、さらに揖斐・長良川においては、河口から海側に向かって1 km 地点にある人工干潟にも定点を設けた (Fig. 2)。これらの定点はいずれも、ヤマトシジミ漁場として操業されている区域に含まれる。

Fig. 3 Fishing gear used to collect commercial individuals of the clam *Corbicula japonica*.

ヤマトシジミの採集にはジョレン (間口 50 cm, 袋網の菱目目合い 12 mm) を用い (Fig. 3), 各定点の水深 3 m までの浅場においてジョレンの 100 m 曳きを 1 回行った。したがって、1 回のジョレン作業は 50 m² の面積中のヤマトシジミを、またジョレンの入口下端には 7 cm 長の突起がついているので最大 7 cm 深までの底土中のヤマトシジミを採集している。各定点で採集されたヤマトシジミの個体数の計数および全重量の測定後、一定点あたり 200 個体から 500 個体のヤマトシジミを無作為に抽出し、これらの個体の殻長をノギスを用いて 0.1 mm 単位で測定した。

コホート分離 ヤマトシジミの漁獲個体群の動態を解析するため、採集したヤマトシジミ試料の殻長頻度分布を基にしてコホート (同時発生群) の分離を行った。揖斐・長良川と木曾川それぞれの全採集定点の試料を用いて殻長頻度分布を河川別に作成した。殻長頻度分布は多峰型になるので、この多峰型の殻長頻度分布を赤嶺¹⁴⁾の手法を用いて複数の単峰型の正規分布に分解し、これをコホートとみなした。殻長頻度分布をコホートに分離した例を Fig. 4 に示す。次に、各正規分布の平均殻長と標準偏差および個体数密度を求め、各正規分布の平均殻長の推移をもとに、各コホートの成長曲線を求めた。この解析を踏まえて、ヤマトシジミの漁獲個体群への加入時期、コホートの継続期間、各コホートの密度変動を明らかにした。

漁獲資料の収集と整理 揖斐・長良川と木曾川の感潮域において、ヤマトシジミ漁業は主に 3 漁業協同組合 (赤須賀, 伊曾島, 木曾岬) によっておこなわれている。これら 3 漁業協同組合のヤマトシジミの漁獲資料を収集し、月別の出漁日数と出漁隻数、1 日当たりの平均漁獲量等の資料を整理し、1 日 1 隻当たりの漁獲量をもとに月別の平均値を算出し、これを CPUE (単位努力当たり漁獲量) とした。木曾岬および伊曾島の 2 漁業組

Fig. 4 Shell length histogram of the clam *Corbicula japonica*. Solid curved lines: fitted cohorts lines.

合は木曽川感潮域のみを漁場としているに対して、赤須賀漁業組合は揖斐・長良川と木曽川の両感潮域を漁場としている。このため、赤須賀漁業組合の漁獲資料の整理にあたっては、国土交通省¹⁵⁾が同漁協の約8割の漁業者を対象に全操業日に行っている操業場所および漁獲量の聞き取り結果をもとに、漁獲量および操業隻数を河川別に配分し、これをもとにCPUEを河川別に算出した。

結 果

ヤマトシジミ漁獲個体の密度の時空間分布 (Fig. 5) 揖斐・長良川においては、調査期間を通じて漁獲個体は出現した。2001年には、漁獲個体は河口から上流1 km～上流7 kmの区域に5月から11月まで50 inds./m²以上の密度で分布し、特に5月から9月までは河口から上流3 kmを中心に密度は100 inds./m²を超えた。2002年には、漁獲個体は河口から上流3 km～上流7 kmの区域に3月から10月まで50 inds./m²以上の密度で分布し、特に4月から8月までは河口から上流3 km～上流5 kmを中心に密度は100 inds./m²を超えた。

木曽川においては、調査期間をとおして漁獲個体は出現した。2001年には、漁獲個体は河口から上流9 km～上流12 kmの区域に6月から10月まで50 inds./m²以上の密度で分布し、特に6月から9月までは河口から上流9 km～上流12 kmを中心に密度は100 inds./m²を超えた。2002年には、漁獲個体は河口から上流7 km～上流12 kmの区域に5月から10月まで50 inds./m²以

Fig. 5 Spatio-temporal variation in density of commercial individuals of the clam *Corbicula japonica* for the Ibi/Nagara Estuary (upper) and Kiso Estuary (lower). Dots: sampling time/location; numerals: density as individual number per m²; dotted areas: higher density areas.

上の密度で分布し、特に5月から9月までは河口から上流9 km～上流12 kmを中心に密度は100 inds./m²を超えた。

ヤマトシジミ漁獲個体のコホートと各コホートの密度変動 (Figs. 6, 7) 揖斐・長良川においては、漁獲個体には5つのコホート (A-E) が確認された。コホートAは2001年5月下旬から9月下旬に出現し、このときの平均殻長は18.8 mmから22.3 mmであった。コホートBは2001年5月下旬から2002年10月中旬に出現し、このときの平均殻長は14.8 mmから22.1 mmであった。コホートCは2001年6月下旬から2002年12月中旬に出現し、このときの平均殻長は13.0 mmから19.5 mmであった。コホートDは2002年1月下旬から2003年3月中旬に出現し、このときの平均殻長は12.9 mmから16.7 mmであった。コホートEは2003年1月中旬から2003年3月中旬に出現し、このときの平均殻長は13.5 mmから14.0 mmであった。

Fig. 6 Cohorts of commercial individuals of the clam *Corbicula japonica* identified for the Ibi/Nagara Estuary. Upper figure: cohorts (A-E) identified; solid and open circles/triangles with vertical bars; mean and standard deviation of shell lengths. Lower figure: temporal changes of density of commercial individuals. Symbols are the same as in the upper figure.

調査を開始した2001年5月下旬以降、コホートAの密度が低下しており、密度が最大になる時期は不明である。平均殻長が5月に18.8 mmであったことから推測すれば、コホートAは2000年以前に漁獲個体群に加入したコホートであり、漁獲や死亡によって密度が減少したと考えられる。コホートBとコホートCはそれぞれ2001年の新規加入群と考えられるが、それぞれのコホートは2001年6月下旬と2001年8月下旬に密度が最大になり、その後密度が低下した。コホートDは2002年の新規加入群であり、2002年6月下旬に密度が最大になった。一方、2003年1月中旬に出現したコホートEは新たに漁獲個体群に加入しつつあるコホートである。

上記のコホート解析の結果を踏まえてFig. 5を見れば、いくつかの興味深い事実が浮かび上がる。両年とも、主に春季から夏季に出現する漁獲個体の高密度は、いずれも新規加入群（2001年はコホートBとコホートC, 2002年はコホートD）によって形成されている。もっとも、2002年の場合は2001年の新規加入であるコホートCもこれに寄与している。このコホートCの密

Fig. 7 Cohorts of commercial individuals of the clam *Corbicula japonica* identified for the Kiso Estuary. Upper figure: cohorts (F-J) identified; lower figure: temporal changes of density of commercial individuals. Symbols are the same as in Fig. 6.

度は、2001年の夏季から冬季に急激に低下し、翌年の春季から夏季に再び上昇している。ヤマトシジミ漁獲個体の底土中の生息水深が冬季に深くなることから推測すれば、¹⁶⁾ 冬季に生息水深が深いために生き残ったコホートCの個体が、春季から夏季に再び生息水深が浅くなったために、漁獲対象となったためである。一方、夏季から冬季に見られる漁獲個体密度の急激な減少はこれらの新規加入群と前年由来のコホート（2001年はコホートA, コホートBとコホートC, 2002年はコホートCとコホートD）の密度の急激な低下に起因している。

木曽川においては、漁獲個体には5つのコホート（F-J）が確認された。コホートFは2001年5月下旬から7月下旬に出現し、このときの平均殻長は18.7 mmから21.1 mmであった。コホートGは2001年5月下旬から2002年8月下旬に出現し、このときの平均殻長は15.8 mmから22.6 mmであった。コホートHは2001年7月下旬から2003年3月中旬に出現し、このときの平均殻長は13.8 mmから19.1 mmであった。コホートIは2002年2月下旬から2003年3月中旬に出現し、このときの平均殻長は13.2 mmから14.9 mmであった。コホートJは2003年3月中旬に出現し、このときの平均殻長は12.2 mmであった。

Fig. 8 Spatio-temporal variation in density of commercial individuals belonging to the cohorts A-D of the clam *Corbicula japonica* identified for the Ibi/Nagara Estuary. Dots: sampling time/location; numerals: density as individual number per m^2 ; dotted areas: higher density areas.

調査を開始した2001年5月下旬以降、コホートFの密度は低下しており、密度が最大になる時期は不明であるが、平均殻長が5月に18.7 mmであったことから推測すれば、2000年以前に漁獲個体群に加入したコホートであり、漁獲や死亡によって密度が減少したと考えられる。コホートGは、2001年5月時の殻長が15.8 mmであることを考慮すれば、2001年の漁獲加入群というよりも2000年の漁獲加入群である可能性が高く、調査期間内では2001年6月下旬に密度が最大となった。コホートHは2001年の漁獲加入群であると考えられ、2002年8月下旬に密度が最大となった。コホートIは2002年の漁獲加入群であり、2002年は6月下旬に密度が最大となった。コホートJは新たに2003年の漁獲個体群に加入しつつあるコホートである。

上記のコホート解析の結果を踏まえてFig. 5を見れば、いくつかの興味深い事実が浮かび上がる。主に春季から夏季に出現する漁獲個体の高密度は、2001年は前年までに加入したコホート（コホートFとG）および新規加入のコホートHによって、2002年は前年加入のコホートHと新規加入のコホートIによって形成され

ている。このコホートHの密度は、2001年の夏季から冬季に急激に低下し、翌年の春季から夏季に再び上昇している。このことは、前述したように冬季に生息水深が深いために生き残ったコホートHの個体が、春季から夏季に再び生息水深が浅くなり漁獲対象になったことを意味している。一方、夏季から冬季に見られる漁獲個体密度の急激な減少は、2001年は前年由来のコホートGと新規加入のコホートH、2002年は前年由来のコホートHと新規加入のコホートIの急激な密度低下に起因している。

ヤマトシジミの各コホート密度の時空間分布 (Figs. 8, 9) 揖斐・長良川においては、コホートAは河口から上流1 km～上流9 kmの区域に2001年5月から9月まで5 inds./ m^2 以上の密度で分布し、特に2001年5月には河口から上流3 kmを中心に密度は50 inds./ m^2 を超えた。コホートBは河口から上流1 km～上流12 kmの区域に2001年5月から2002年4月まで5 inds./ m^2 以上の密度で分布し、特に2001年5月から8月まで河口から上流3 kmを中心に密度は50 inds./ m^2 を超えた。コホートCは河口から上流1 km～上流12 kmの区

Fig. 9 Spatio-temporal variation in density of commercial individuals belonging to the cohorts F-I of the clam *Corbicula japonica* identified for the Kiso Estuary. Symbols are the same as in Fig. 8.

域に2001年6月から2002年10月まで5 inds./m²以上の密度で分布し、特に2001年7月から8月まで河口から上流3 kmを中心に密度は50 inds./m²を超えていた。コホート D は河口から上流1 km～上流12 kmの区域に2002年3月から2002年12月まで5 inds./m²以上の密度で分布し、特に2002年5月から7月まで河口から上流3 km～上流5 kmを中心に密度は50 inds./m²を超えた。

木曽川においては、コホート F は河口から上流1 km～上流12 kmの区域に2001年5月から7月まで5 inds./m²以上の密度で分布し、特に2001年5月には河口から上流7 kmを中心に密度は25 inds./m²を超えた。コホート G は河口から上流3 km～上流12 kmの区域に2001年5月から12月まで5 inds./m²以上の密度で分布し、特に2001年6月から9月には河口から上流9 km～上流12 kmを中心に密度は50 inds./m²を超えた。コホート H は河口から上流3 km～上流12 kmの区域に2001年7月から2002年11月まで5 inds./m²以上の密度で分布し、特に2001年8月から9月には河口から上流9 km～上流12 kmを中心に密度は50 inds./m²を超えた。コホート I は河口から上流3 km～上流

12 kmの区域に2002年3月から2003年3月まで5 inds./m²以上の密度で分布し、特に2002年5月から9月には河口から上流7 km～上流12 kmを中心に密度は50 inds./m²を超えた。

ヤマトシジミの漁獲統計資料の解析 (Fig. 10) 揖斐・長良川においては、2001年度 (2001年4月から2002年3月) には、月間漁獲量は5月から9月に100トンを超え、最大月間漁獲量は7月の178.9トンであった。月間漁獲量は8月以降に減少し、12月から翌年の3月には50トン未満となり、最小月間漁獲量は1月の13.4トンであった。2002年度 (2002年4月から2003年3月) には、月間漁獲量は5月から8月に100トンを超え、最大月間漁獲量は7月の148.0トンであった。漁獲量は8月以降に減少し、10月から翌年の3月には50トン未満となり、最小月間漁獲量は1月の12.4トンであった。CPUEの変動は漁獲量の変動とほぼ連動しており、2001年度のCPUEの最高値は6月の178.1 kg/day/unit、最低値は2月の46.4 kg/day/unitであり、一方、2002年度のCPUEの最高値は7月の187.3 kg/day/unit、最低値は1月の40.5 kg/day/unitであった。

木曽川においては、2001年度には、月間漁獲量は5

Ibi/Nagara R.

Kiso R.

Fig. 10 Temporal changes of CPUE, monthly catch yield and commercial individual density of the clam *Corbicula japonica* for the Ibi/Nagara Estuary (upper) and Kiso Estuary (lower). Data on CPUE (solid circles) and monthly catch yield (open circles) were compiled based on statistical data for catch yields from fishermen's unions. Data on commercial individual density are average data for all sampling stations for each river.

月から10月には100トンを超え、6月から8月には200トンを上まわり、最大月間漁獲量は7月の279.0トンであった。漁獲量は8月以降に減少し、12月から翌年の3月には50トン未満となり、最小月間漁獲量は1月の2.7トンであった。2002年度には、漁獲量は5月から10月に100トンを超え、最大月間漁獲量は6月の169.6トンであった。月間漁獲量は7月以降に減少し、12月から翌年の3月には50トン未満となり、最小月間漁獲量は1月の1.6トンであった。CPUEの変動は漁獲量の変動とほぼ連動しており、2001年度のCPUEの最高値は8月の473.8 kg/day/unit、最低値は2月の53.7 kg/day/unitであり、2002年度のCPUEの最高値は7月の244.6 kg/day/unit、最低値は1月の39.9 kg/day/unitであった。揖斐・長良川と木曽川の年間漁獲量は、2001年度にはそれぞれ1002.2トンと1237.9トン、2002年度にはそれぞれ774.4トンと1026.4トンであり、各年度とも木曽川の方が年間200トン以上多かった。

前述したように、揖斐・長良川と木曽川の両河川において、5月から8月にかけての月間漁獲量は100トン以上であるのに対して、12月から翌年3月までの冬季の月間漁獲量は50トン未満と減少する。特に1月から2月の月間漁獲量は極端に少なく、揖斐・長良川では20トン以下、木曽川では5トン以下である。漁獲量の減少が揖斐・長良川よりも木曽川において顕著であるが、これは、木曽川のみを漁場とする木曽岬漁協と伊曾島漁協の漁業者が、10月から翌年3月までの間、シジミ漁業からノリ養殖に労働力を移行するためである。

本調査で実際に採集した漁獲個体密度は、揖斐・長良川においては、2001年度には7月に最大値の75.2 inds./m²、3月に最低値の4.4 inds./m²、2002年度には6月に最大値の56.5 inds./m²、1月に最低値の11.0 inds./m²となった。木曽川においては、2001年度には8月に最大値の81.6 inds./m²、3月に最低値の11.9 inds./m²、2002年度には6月に最大値の66.8 inds./m²、11月に最低値の13.9 inds./m²となった。すなわち、漁獲個体密度も、漁獲量やCPUEと連動して春季から夏季に増大し秋季から冬季に減少する傾向が見られた。

では、なぜ、2001年、2002年の両年とも、揖斐・長良川、木曽川の両河川において、漁獲量が春季から夏季に増大し、秋季から冬季に減少するのだろうか。漁獲個体の高密度分布域は、6月から9月までの期間、揖斐・長良川では河口から上流3 kmを中心に、木曽川では河口から上流7 km～12 kmを中心に形成されている。このような春季から夏季の高密度分布域の形成は、漁獲個体のコホート解析によれば (Figs. 6, 7), 春季から夏季に出現する漁獲個体密度の急増は新規加入群のコホート (揖斐川2001年のコホートBとC, 揖斐川2002年のコホートD, 木曽川2001年のコホートH, 木曽川2002年のコホートI) の高密度によって形成されている。これら、新規加入群のコホートは、前年度に加入したコホートと比較して高密度であり、したがって各年の漁獲個体群を支えているのはその年の新規加入群である (Figs. 6, 7)。

一方、秋季から冬季、特に11月から3月までの期間、揖斐・長良川と木曽川の両河川では漁獲個体密度が低下する。秋季から冬季の漁獲量の減少は、この新規加入群の密度低下によって引き起こされている。この秋季から冬季の漁獲個体密度の低下は、漁獲個体のコホート解析によれば (Figs. 6, 7), 新規加入群のコホートと前年加入群のコホートの急激な密度低下に起因している。漁獲個体群の資源量を指標するCPUEも秋季から冬季に低下していることから判断すれば、漁獲個体密度の低下と漁獲量の減少は主に漁業に起因する減少である。

考 察

揖斐・長良川と木曽川それぞれのヤマトシジミ漁獲量は冬季に著しく減少しているが、漁獲量とともにCPUEも同様に減少していることから判断すれば (Fig. 10), この漁獲量の減少は両河川でのシジミの資源量の減少を反映している。

では、なぜヤマトシジミの漁獲量あるいは資源量は冬季に激減するのであろうか。この現象は次の2つの作業仮説のどちらかによって説明できるであろう。ひとつは、「ヤマトシジミの生息深度が冬季に深くなり、漁獲効率が低下するため、見かけ上、冬季の漁獲量あるいは資源量が減少する」(仮説1), と説明する仮説である。他は、「春季から夏季に加入した新規加入群が漁獲量を支えているが、これらの新規加入群が漁獲その他の死亡によって順次減耗していき、次の新規加入群が加入する直前の冬季に漁獲量あるいは資源量が極小となる」(仮説2), と説明する仮説である。

2001年の新規加入群であるコホートC (揖斐・長良川) とコホートH (木曽川) の密度は、2001年の夏季から冬季に急激に低下し、翌年の春季から夏季に再び上昇している (Figs. 6, 7)。このことは、底土中のヤマトシジミの生息水深は夏季よりも冬季に深くなるが、¹⁶⁾ 冬季に生息水深が深いために漁獲を免れ、生き残ったコホートCとコホートHの個体が、翌年の春季〜夏季に再び生息水深が浅くなったために漁獲され漁獲量の増加に結びついたと考えられる。もっとも、2002年の漁獲量あるいは資源量は主として新規加入群であるコホートD (2002年の平均密度 20.8 inds./m²) とコホートI (2002年の平均密度 25.7 inds./m²) によって支えられているので、前年の生き残りであるコホートC (2002年の平均密度 4.6 inds./m²) とコホートH (2002年の平均密度 3.8 inds./m²) の個体が2002年の漁獲量に占める割合は低い (Figs. 6, 7)。したがって、上記の仮説1によって一部は説明できるが、ほぼすべては上記の仮説2によって説明できると考えられる。

ヤマトシジミの漁獲量あるいは資源量の変動機構を把握するためには、毎年、加入してくる新規加入群の変動を支配している機構を解明しなければならない。本研究と同じ場所で同時期に、Nanbu *et al.*^{11,12)} はヤマトシジミの幼生加入過程の解明に取り組んでおり、各成長段階 (浮遊幼生, 着底稚貝, 稚貝, 大型個体) の密度の時空間変動を把握するとともに、殻長頻度分布をもとにコホート解析を行っている。以下において、本研究とNanbu *et al.*^{11,12)} で得られた結果を照合するが、これによってさらに新しい知見が得られるであろう。本調査期間である2001年5月から2003年3月までに見られる漁獲個体のコホートの中で、揖斐・長良川ではコホート

DとコホートEが、木曽川ではコホートIとコホートJが、それぞれ大型個体 (ここでは殻長1 mm以上12 mm未満の稚貝と定義) のコホートと対応していた。具体的には、揖斐・長良川の漁獲個体のコホートDは、2001年5月に平均殻長6.4 mmだった大型個体のコホートが2002年1月〜7月にかけて漁獲個体加入了たものであり、漁獲個体のコホートEは、2001年5月には平均殻長3.3 mm, 2002年5月には平均殻長7.5 mmだった大型個体のコホートが2003年1月以降加入したものである。同様に、木曽川の漁獲個体のコホートIは、前年2001年6月に平均殻長8.1 mmだった大型個体のコホートが2002年2月から7月にかけて漁獲個体加入了たものであり、漁獲個体のコホートJは、2001年5月には平均殻長2.7 mm, 2002年5月には平均殻長6.4 mmだった大型個体のコホートが2003年1月以降加入したものである。

これら4つの漁獲個体と大型個体のコホートの対応を見る限り、大型個体に達したコホートはすべて漁獲個体への加入に成功している。また、揖斐・長良川、木曽川の両河川においては、ヤマトシジミの着底稚貝が漁獲個体へ加入するまでには少なくとも2年間の期間を要する。残念なことに、本調査期間中に出現した着底稚貝のコホートいずれについても、漁獲個体のコホートの形成に寄与するか否かは、調査期間が短いために、継続調査の解析結果をまたなければならない。そのためには、さらに調査を継続し、実際に漁獲個体群への加入に成功したコホートごとの各成長段階 (浮遊幼生, 着底稚貝, 稚貝, 大型個体, 漁獲個体) の密度変動を追跡し、各成長段階の変動機構の解析を行う必要がある。

謝 辞

ヤマトシジミの採集に際し、様々な便宜を図って下さった赤須賀漁業協同組合の秋田清音組合長、水谷隆行氏を初めとする多数の漁業者の皆様には厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Harada R, Nishino M. Differences in inhalant papillae among the Japanese species of *Corbicula* (Mollusca: Bivalvia). *Publs. Seto Mar. Biol. Lab.* 1995; **36**: 389-408.
- 2) 中村幹雄. 1. ヤマトシジミの生態学的特性. 「日本のシジミ漁業その現状と問題点」(中村幹雄編) たちばな書房, 松江. 2000; 1-17.
- 3) 関口秀夫. 木曽川におけるヤマトシジミの幼生加入過程. *月刊海洋* 1996; **28**: 157-165.
- 4) Kimura T, Soutome Y, Sekiguchi H. Larval development of the brackish water clam *Corbicula japonica* with note on larval and post-larval shell morphology. *Venus* (in press).
- 5) 津田平蔵, 河合 博. 木曽三川河口域における貝類の衰弱・斃死原因について. 三重県伊勢湾水試事報 1978; 72-83.

- 6) 関口秀夫, 石井 亮. 有明海の環境異変—有明海のアサリ漁獲量激減の原因について—. 海の研究 2003; **12**: 21–36.
- 7) 田中弥太郎. ヤマトシジミ稚仔期の形態および生理的特性について. 養殖研研報 1984; **6**: 23–27.
- 8) 中村幹雄. 宍道湖におけるヤマトシジミと環境との相互関係に関する生理生態学的研究. 博士論文, 北海道大学, 函館. 1997.
- 9) Sekiguchi H, Saito H, Nakao H. Spatial and temporal distributions of planktonic and benthic phases of bivalves in a tidal estuary. *Benthos Res.* 1991; **40**: 11–21.
- 10) 五月女祐里奈. 河口域におけるヤマトシジミの幼生加入過程. 修士論文, 三重大学, 津. 1997.
- 11) Nanbu R, Yokoyama E, Mizuno T, Sekiguchi H. Spatio-temporal variations in density of different life stages of a brackish water clam *Corbicula japonica* in Kiso estuaries, central Japan. *Fish. Sci.* 2004a (to be submitted).
- 12) Nanbu R, Yokoyama E, Mizuno T, Sekiguchi H. Larval settlement and recruitment of a brackish water clam *Corbicula japonica* in Kiso estuaries, central Japan. *Fish. Sci.* 2004b (to be submitted).
- 13) 水野知巳. 13. 木曾三川. 「日本のシジミ漁業その現状と問題点」(中村幹雄編) たたら書房, 松江. 2000; 152–167.
- 14) 赤嶺達郎. Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラムの検討. 日水研研報 1985; **35**: 129–160.
- 15) 国土交通省. 中部地方ダム・河口堰管理フォローアップ(堰部会) 平成 14 年次報告書. 2002; **6**: 28–31.
- 16) Goshima S, Ikegawa M, Sonoda T, Wada S. Seasonal vertical migration within sediment by the brackish water clam *Corbicula japonica*. *Benthos Res.* 1999; **54**: 87–97.