

### 1) はじめに

シジミは、「疲労回復、オルニチンの力」といったサプリメントの宣伝文句で分かるように、近年、一つの水産物に留まらず、健康食品の代表的存在となっている。本稿では栄養的にも食品的にも注目されているシジミについて、基礎生物的な項目にまで掘り下げて、その意義について紹介する。内容は、主にこの分野の第一人者の中村幹雄氏(2018)の『シジミ学入門』(日本シジミ研究所、発行)に拠るところが最も多いが、ごく最近の情報も盛り込んでおり、あくまでも文責は東京湾で5年間以上、シジミを調査してきた自分にある。

### 2) 日本に生息するシジミ属 (*Corbicula*)

シジミと単に呼んだが、実はそのような種の二枚貝がいるわけではなく、様々な種をまとめた属の名称である。ただ、国産で食用となるほぼ100%は、ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) (写真左) という日本から九州、サハリン、朝鮮半島の河口域(感潮域)に生息する汽水種(以下、本種と略す)であるので、シジミと言えば本種のことをほぼ指す。本種は、2020年の内水面漁業の全漁獲量(2万1,745t)の3分の1以上を越える8,894tの漁獲量で、サケ・マス類よりも多い最大の内水面(陸水域)における漁獲種である。日本在来種として他に、琵琶湖水系原産のセタシジミ (*Corbicula sandai*)、日本各地のきれいな河川の中・上流域、水田の用水路などに見られる純淡水種のマシジミ (*Corbicula leana*) が知られるが、近年、共に激減しており、産地周辺以外で流通することは少ない。

### 3) シジミ属の外来種

最近、アサリにおいて、輸入品を熊本産と偽る産地偽装が大きな社会問題となっており、本種でも国産の価格(100g当たり200円~250円)の10分の1に満たない輸入品(ロシア産で20円弱)が出回る現状の中で、アサリほど有名ではないが同様な深刻な問題が存在する。本種は国内で1990年代まで数万t前後の安定した漁獲が続いたが、以降、水質悪化・土木工事などによる環境悪化が恐らく影響して減少傾向が顕著になり、2010年代以降は1万tを大きく下回る漁獲になった。その不足を補うように



1990年代に中国(特に江蘇省から浙江省にかけての中国東部の淡水の太湖)を中心に、一部、朝鮮半島の汽水域なども含め1万t以上と、当時の日本の全漁獲量に匹敵する、あるいはそれを越える大規模な輸入があり、次いでこれらの輸入先も21世紀初頭には環境破壊や北朝鮮への貿易制裁などの影響で輸入が激減して、

2010 年代以降は主にロシア沿海州の河口域を中心に、一部、台湾を含めて数千 t レベルの輸入が続いている。2019 年の貿易統計で約 3,436 t の輸入が確認されており、国内漁獲量の半分以下には収まっている。この点は全国の漁獲量 (7,072t) の 4 倍以上の輸入量 (30,419t) となるアサリほど深刻ではない。コロナ禍などで、現在はさらに本種の輸入量が激減している可能性がある。ウクライナ情勢の激化で新しい輸入先が現在、必死に模索されていることだろう。一方、1990 年代になってマシジミより殻表に黄色度が強く、殻内面は紫色にならない淡色のタイワンシジミ (*Corbicula fluminea*) (写真右) が日本各地の汚れた淡水河川を中心に多く見つかるようになった。この外来 (移入) 種は、台湾というよりは、かつて多量の輸入があった中国大陸に由来するところが多いと推測され、マシジミより水質汚濁に耐性があり、高成長で繁殖力が高く、日本に限らず南北アメリカ、ヨーロッパにも分布を急速に拡大していて、在来のマシジミとの交雑、遺伝子汚染が危惧されている。他にも報告はまだ少ないものの外来のシジミ属が国内で複数種、見つかっていて、あいまいな形態的特徴だけでなく遺伝的な分析がないと種の識別が難しい状況にある。

#### 4) シジミ属各種の繁殖様式

ヤマトシジミは雌雄異体で 1 回に数十万個と多量の卵、精子を放出し、体外受精し、1~3 週間ほどのベリジャー幼生という浮遊幼生期を経過して、成体と同様な体制となるほふくする足を持つ D 型仔貝に変態して着底し、以降、底生生活するようになる。一方で、マシジミは染色体を全て放出した卵と減数分裂を経なかった 3 倍体の精子とが受精する雄性発生性の雌雄同体であるのに加え、殻内に産出された卵は鰓で保育され (ふ化前に体外へ放出される観察例もある)、卵内で浮遊幼生期を経過して D 型仔貝でふ化する直達発生である。したがって、分散能力に劣る一方で、他家受精に限らず自家受精も可能であるなど、少数個体で繁殖を維持できるような小河川の閉鎖的環境に適合した性質を持つ。タイワンシジミもほぼ同様の繁殖様式のようなのだが、2 倍体、4 倍体の変異も見つかっており、いずれも減数分裂をしない精子をつくる雌雄同体である。なお、セタシジミはヤマトシジミと同様、卵を放出する体外受精だが、これも D 型仔貝でふ化する直達発生である点で、マシジミ的な性質をあわせ持つ。

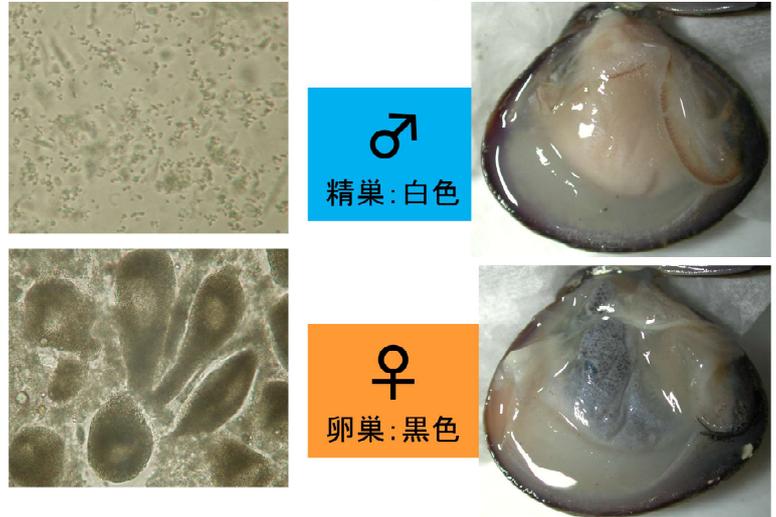
#### 5) ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) の漁業、その生態 (分布、繁殖、成長、寿命、食性)

以降、ヤマトシジミに限って説明する。本種は、国内の漁獲量の約 40% が宍道湖のある島根県、約 30% が小川原湖のある青森県、十数% は利根川・涸沼のある茨城県、約 7% が網走湖のある北海道となり、4 道県だけで全体の約 95% に達する。10°C 以下と水温さえ低ければ淡水から海水まで広い耐性を持つ広温性であるが、高温時はストレスで生息可能な塩分範囲 (最適塩分) は 1.5psu~22psu (20 分の 1 から 3 分の 1 海水の範囲) が狭まる。浮遊幼生は生息できる塩分範囲がさらに狭く、海水に近い濃度で生残率が悪く、5psu 付近で最も生残率が高まる。1 日 2 回の潮汐を通じ激しく塩分が変動する汽水域での生息は後述する浸透圧調整などにより生理的に大きな負担を伴い、純粋な海水、淡水域に比べて生息できる生物種数は大変限られ、汽

水域は単調な生物群集となる。ただ、同時に汽水域は大型肉食動物が少ない天敵の少ない安全な場所ということもでき、加えて陸と海が接する生産性に富んだ富栄養環境でもあり、本種が国内の内水面で最大の漁獲種になることを可能にしている。

本種は多くの二枚貝と同様、殻の形態だけで雌雄の判別は困難であるが、開殻し、軟体部（可食となる肉の部分）の腹部を観察すれば、温暖な時期に黒い卵巣（写真下）、乳白色の精巣（写真上）が明らかで、調理したもので簡単に識別できる。宍道湖では 4～6 月に殻の大きさに対する軟体部重量（身入り）が増加し、7 月から 10 月にかけて減少傾向に転ずる。水温 25℃以上になり、大型の卵細胞や精子が多数みられる成熟期個体が多い 7 月から 9 月にかけて主な産卵期である。北の地方に行くほど水温の影響で産卵開始

### ヤマトシジミの軟体部、雌雄



時期がやや遅れる傾向がある。本種の殻長・重量の成長が良好なのは 5～10 月にほぼ限られ、夏に生まれた個体は 1 年経った翌夏に 15mm 前後に達し、成熟可能になる。以降は年を経るほど成長は 1 年に数 mm 以内と緩やかな成長しかできないことが、経月的な採集による大きさのモードの組成の変遷から類推される。通常は 10 年程度の寿命、最大サイズは殻長 40mm 程度と言われるが、ごくまれであるものの東北地方では少なくとも 20 年以上経過した 50mm 以上の個体が見つまっている。

本種は植物プランクトンやデトリタス（生物の死骸・分解物などの有機物の総称）など水中に浮遊する懸濁物を入水管から殻内に取り入れ、鰓で濾して食物にしている。陸水は富栄養化の原因物質となる栄養塩の窒素やリンが日々、流入してしばしば水質汚濁につながるが、本種が水中の有機懸濁態を体内に取り入れ、やがて漁獲により陸揚げされることは、食料となる恩恵に加え、水域の浄化につながる。宍道湖に生息する本種の全個体が、僅か 3 日ほどで全ての湖水をろ過できる能力があることが試算されている。

### 6) ヤマトシジミの体成分と浸透圧調節

海洋や陸水の硬骨魚類では、腎臓に加え、鰓にある塩類細胞の働きで、環境に応じ体内の水分や食塩（塩化ナトリウム）の量を増減させ、体液を海水の 3 分の 1 に近い濃度（生理食塩水）に維持して体の体積を一定に保つ浸透圧調節を行っている。しかしながら、腎臓を持たない水生無脊椎動物では、水と食塩の内外への輸送を補う形で、 $K^+$ 、糖・多価アルコール類・遊離アミノ酸類、メチルアンモニウム類などといったオスモライト（浸透圧有効物質）が大きな役割を果たし、これらが体内で増減することで浸透圧調節を可能にしている。本種では、水分・食塩を中心とした調節ができず体液と環境水とが等しい塩分濃度になってしまう広

塩性の浸透順応型である。高塩分環境下で体内の特に遊離アミノ酸総量やそのうちでもアラニン、グリシン、グルタミン酸や、たんぱく質を構成しないタウリン、オルニチンなどを増加させ浸透圧を高めて体内水分を保持させる一方で、低塩分下で遊離アミノ酸を浸透圧維持と無関係な高分子のペプチドなどに変換させるなどして減少させることで浸透圧を低下させ、体内への水分の侵入を防ぐ調節を可能にする。ハマグリやアサリでは、通常のアラニンよりたんぱく質を構成しない D-アラニンが多く含まれ浸透圧に貢献することが知られており、L 型と D 型のアラニンどうしの変換を触媒するアラニンラセマーゼが。本種で検出されていることから、この酵素がオスモライトの増減による浸透圧調節に寄与している可能性がある。解硬（筋肉が死後硬直を経て軟らかくなること）・熟成することでたんぱく質が分解して生成する遊離アミノ酸は、うまみ成分にもなるので、調理前の砂出しの際には、オスモライトを減少させてしまう真水ではなく、増加を促す 3 分の 1 海水を用いることが奨励される。

#### 7) ヤマトシジミの体成分とその特殊な代謝

さらに、あらゆる生物が呼吸によるエネルギー生成をする上で不可欠な糖質が、植物に比べ動物では僅かである。例えば、ヒトでは体内糖質が体重の僅か 1%ほどで、大部分はグリコーゲンとして存在しており、半日ほどで枯渇してしまう量の糖質しか、その強い還元性によるせいなのか、一度に貯蔵することができない。一方で本種は軟体部重量当たりでグリコーゲン量が年平均で 7%以上と多く、全体的に二枚貝は糖質が豊富な動物である。底生で遊泳が苦手な移動性に劣る二枚貝は、貧酸素環境にさらされると酸素消費量を低下させ、嫌気代謝（酸素を使わないエネルギー代謝）に切り替えてグリコーゲンを代謝させ、コハク酸やアラニンなどを生成し、さらに無酸素状態が進行するとプロピオン酸と酢酸系の代謝を新たに導入してエネルギーを獲得すると言われる。砂出し後、乾かないように布などに包んで冷蔵させることは、嫌気代謝を促し、コハク酸など有機酸や、アラニンなど遊離アミノ酸、イノシン酸など核酸関連化合物といった種々のうまみ成分の蓄積につながる。さらに冷凍保存は細胞の損傷を伴うので、これらの成分の増加が確認されている。

#### 8) ヤマトシジミの旬、今後の課題

シジミの美味しい時期、つまり旬は、水産物としては珍しく年に 2 回ある。糖質をエネルギー源に代謝が活発になりたんぱく質生成が活発化する 4~6 月の肉厚な、あるいは 7~9 月の産卵期のものは土用シジミ、越冬のために川（湖）底の土に深く潜行して代謝が抑えられ、身がしまっていてグリコーゲンなど栄養成分が蓄積する 12~2 月、あるいは 1 月~4 月は寒シジミと言われる。ただ、産卵期にあたる土用シジミは資源保護の観点から多量の漁獲は不適で、真夏を中心に禁漁期を設けている地域もある。以上のように、ヤマトシジミの体成分の季節的变化は古くから研究されているものの、生物学的な意味付けまでは、まだ未解明な点が多く、肝心のその栄養的効能についても、含まれている成分から効果が推定されているだけで、シジミの摂食によるヒトへの効果が直接的に確認されている事例は、大変、限られ、今後の研究の進展が待たれる。