

熊本県沿岸域の巻貝における環境ホルモンの影響評価 (第3報)

— 環境教育の教材として用いるイボニシの採取時期について —

島田秀昭・上村 彩・今村順茂*¹・中田晴彦*²

Effects of Environmental Hormones on Rock Shells Collected From Kumamoto Coastal Waters (III) : Suitable Period for Collection of Rock Shells Used as Teaching Materials

Hideaki SHIMADA, Aya UEMURA, Yorishige IMAMURA *¹ and Haruhiko NAKATA *²

(Received October 2, 2006)

We have previously reported that the practice using rock shells is useful for environmental education. In this practice, the precise distinction of the sex of rock shells is very important. However, our preceding study demonstrated that there are many rock shells that are difficult to determine the sex. The purpose of the present study was to obtain information about a suitable period for collection of female rock shells inhabiting in Kumamoto harbor, by examining the maturity of their ovary. As a result, the maturity of the ovary in female rock shells was observed during periods from beginning of June to the end of August. In addition, since imposex in female rock shells inhabiting in the Kumamoto coastal waters was not found, it is likely that the contamination of organotin compounds is improved.

Key words : environmental education, teaching material, rock shell, environmental hormone

はじめに

環境汚染物質の一つである有機スズ化合物は、イボニシなどの巻貝に作用して、インボセックスと呼ばれる生殖異常を引き起こすことが知られている¹⁾。日本沿岸の巻貝を対象に行った過去の調査では、多くの地点でインボセックスを発症した個体が観察され、その深刻な汚染影響が報告されている¹⁾。2001年に熊本県沿岸においても同様の調査が行われた結果、港湾周辺の巻貝を中心に高い頻度で生殖異常が観察された²⁾。有機スズ化合物(トリブチルスズ)の使用が禁止されて10年以上経過したにもかかわらず、巻貝に深刻な汚染影響が確認されたことは、本物質が水圏環境中で分解され難いことや、船底塗料などで過去に使用されたものが未だに海洋へ流入している可能性を示している。

イボニシのインボセックスを調べる実験は、試料採取が容易なことや、異常が肉眼で観察できることに加え、その実施には高度な技術や特殊な器具を必要とし

ない。そこで、2003年6月に熊本市内の中学校の協力を得てイボニシの生殖異常を調べる実習を行い、その環境教育教材としての有用性を検討した。その結果、大部分の生徒が実習内容に強い興味を示し、環境学習の継続を希望した³⁾。さらに、化学物質による海洋汚染を身近な問題として認識し、自然保護の意識が高まった様子が見られたことから、イボニシが環境教育を行う上で有用な教材であることがわかった。

一方、2004年および2005年にイボニシの生殖異常について追跡調査を行った際、試料採取の時期に関する新たな問題が生じた。これまでイボニシの採取は、雌の生殖腺の色が鮮やかな黄色になり、明瞭な性差が確認できる6~7月に行ってきた。ところが、2005年に三池港や観音岬で採取した大部分のイボニシには黄色の生殖腺が認められず、雌雄判別の困難さからインボセックスの確認ができなかった⁴⁾。この理由として、何らかの環境要因によりイボニシの生殖時期が例年に比べ前後にずれたことが考えられた。

学校現場の教員がイボニシを教材にした環境教育を

*¹ 熊本大学大学院医学薬学研究部

*² 熊本大学大学院自然科学研究科

行うには、試料採取時の留意点やインポセックスの現状および経年変化に関する最新情報が必要である。特に、イボニシを採取する場所と時期の決定は、実習の成否に直結する重要事項である。

そこで本研究は、イボニシの採取に適した時期を把握する目的で、サンプリング場所を熊本港に絞り、雌の卵巣の成熟度合いを経時的に調べた。さらに、熊本県沿岸およびその周辺域における本巻貝の生殖異常について継続調査を行った。

実験方法

1) イボニシの採取時期の検討

2006年5月から9月にかけて、熊本港において約2週間おきにそれぞれ20～30個体のイボニシを採取した。試料間のサイズにバラツキが生じないように、殻高が30 mm前後のものを選んで採取し、実験に用いるまで-20℃で保存した。試料は、殻高、殻幅および重量を測定後、プライヤーを用いて殻を破壊した。生殖腺の色が鮮やかな黄色の個体を雌と判定し、その結果を雌の総数に占める成熟雌の割合で表記した。

2) 環境ホルモンの影響調査

2006年6月6日に熊本県沿岸の4地点（熊本港、住吉海岸、三角港および水俣港）と、6月9日に福岡県大牟田市の三池港よりそれぞれ40個体のイボニシを採取した。試料の採取地点を図1に示す。試料はほぼ同一サイズのものを選択し、実験に用いるまで-20℃で保存した。前述したように、生殖腺の色が鮮やかな黄色のものを雌とし、これにペニスが見られた個体をインポセックスと判定した。

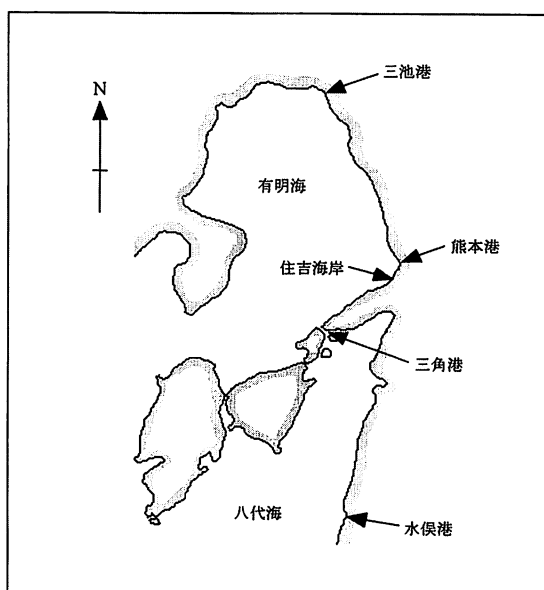


図1 試料の採取地点

結果と考察

本年5月から9月にかけて熊本港で採取した雌のイボニシについて、総数に占める成熟雌の割合を調査日ごとに示した（図2）。調査を開始した5月2日では、全ての試料において卵巣の成熟は全く認められなかったが、2週間後の16日には成熟雌の割合が24%に増加した。さらに2週間後の5月30日には93%の雌が成熟を示し、6月12日の段階ではすべての雌が性成熟に達していることがわかった。雌の高い成熟率は8月末まで認められたが、9月中旬においてその割合は顕著に減少し、9月末では成熟雌は僅かであった。また、9月に採取した試料には、生殖腺の黄色が薄く小さく変化する様子も見られた。

以上の結果から、熊本港のイボニシを教材として利用する場合には、6月上旬から8月下旬が試料採取期間として適切であると考えられた。

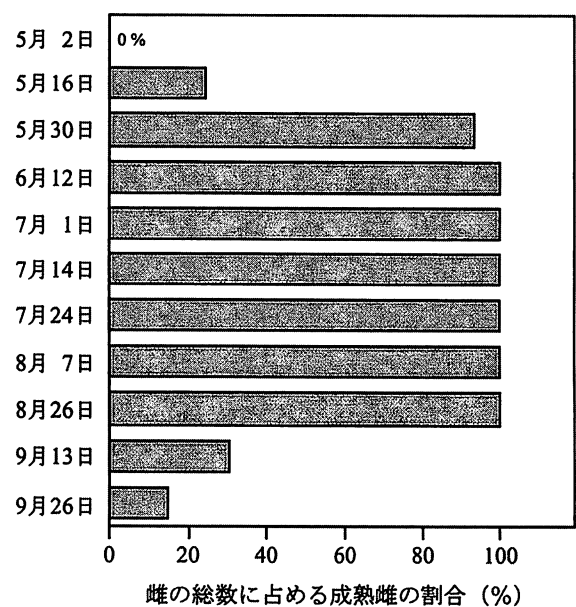


図2 熊本港におけるイボニシ雌卵巣の成熟率の経時変化

5月から9月にかけて採取したイボニシの各種計測値を表1に示す。9月26日に採取した雄のイボニシの平均ペニス長は4.7 mmであり、それ以前に採取した試料と比較して明らかに小さな値を示した。この理由については明らかではないが、巻貝の繁殖時期がほぼ終了したことで、雌の生殖腺の色が変化するのと同様に、雄の生殖腺にも変化を生じる可能性が考えられた。一方、殻高や重量などその他の計測値においては、採取時期による顕著な差異は見られなかった。

イボニシの生殖異常の調査は、雌雄の判別が可能

表1 熊本港におけるイボニシの採取日、性別、試料数および各種計測値

採取日	性別*	試料数	殻高 (mm)	殻幅 (mm)	重量 (g)	ペニス長 (mm)
5月 2日	♂	4	28.2 ± 1.8	16.5 ± 2.5	3.5 ± 0.6	15.9 ± 3.5
	不明	16	27.4 ± 1.9	16.9 ± 1.5	3.3 ± 0.8	—
5月16日	♂	3	28.1 ± 2.4	16.4 ± 1.5	3.4 ± 0.5	11.0 ± 3.0
	♀	17	32.1 ± 3.2	18.3 ± 1.8	4.8 ± 1.2	—
5月30日	♂	6	29.6 ± 2.8	16.7 ± 0.8	3.9 ± 0.6	19.6 ± 2.8
	♀	14	30.5 ± 5.2	17.6 ± 2.0	4.6 ± 1.5	—
6月12日	♂	7	28.2 ± 1.0	16.5 ± 0.6	3.4 ± 0.4	21.2 ± 4.1
	♀	13	30.0 ± 2.2	17.8 ± 1.7	4.2 ± 1.1	—
7月 1日	♂	4	30.0 ± 1.4	16.9 ± 1.4	3.8 ± 0.4	22.9 ± 3.4
	♀	16	28.5 ± 2.1	18.0 ± 1.2	4.2 ± 0.9	—
7月14日	♂	6	27.5 ± 3.4	15.6 ± 2.3	3.2 ± 1.2	17.8 ± 3.8
	♀	14	30.3 ± 2.0	17.5 ± 1.7	4.5 ± 1.4	—
7月24日	♂	10	27.7 ± 3.5	16.7 ± 3.7	3.1 ± 1.5	13.0 ± 3.5
	♀	10	27.9 ± 3.2	16.5 ± 1.4	3.5 ± 0.9	—
8月 7日	♂	8	27.8 ± 1.5	16.3 ± 1.1	3.2 ± 0.5	19.0 ± 3.1
	♀	12	28.1 ± 2.3	16.5 ± 1.3	3.4 ± 0.9	—
8月26日	♂	13	29.2 ± 2.5	16.7 ± 1.2	3.6 ± 0.8	20.1 ± 3.7
	♀	17	32.6 ± 2.9	18.5 ± 1.5	4.9 ± 1.1	—
9月13日	♂	10	28.5 ± 3.1	16.5 ± 1.7	3.5 ± 1.1	9.4 ± 6.3
	♀	20	31.3 ± 2.8	17.7 ± 1.3	4.4 ± 1.2	—
9月26日	♂	17	30.7 ± 2.8	17.1 ± 1.7	4.1 ± 1.2	4.7 ± 1.5
	♀	13	30.6 ± 2.9	17.7 ± 2.0	4.0 ± 1.2	—

* ♂はオス様個体を示す

表2 イボニシの採取地点、性別、試料数および各種計測値

採取地点	性別*	試料数	殻高 (mm)	殻幅 (mm)	重量 (g)	ペニス長 (mm)
三池港	♂	5	24.3 ± 4.0	14.1 ± 2.6	2.5 ± 1.3	15.3 ± 1.9
	♀	4	22.8 ± 2.2	14.0 ± 2.5	2.3 ± 0.6	—
	不明	31	21.0 ± 2.5	12.8 ± 1.2	1.7 ± 0.5	—
熊本港	♂	23	23.5 ± 2.4	14.6 ± 1.0	2.2 ± 0.6	17.6 ± 4.3
	♀	17	25.5 ± 2.2	16.0 ± 1.7	2.7 ± 0.7	—
住吉海岸	♂	14	28.2 ± 3.5	16.3 ± 2.1	3.5 ± 0.7	16.2 ± 4.8
	♀	20	28.6 ± 2.4	16.5 ± 1.8	3.6 ± 0.8	—
	不明	6	26.9 ± 5.6	15.5 ± 3.3	3.1 ± 1.0	—
三角港	♂	8	22.1 ± 0.7	14.1 ± 0.7	2.0 ± 0.3	16.5 ± 3.3
	♀	32	24.2 ± 2.0	15.6 ± 2.4	2.5 ± 0.7	—
水俣港	♂	17	27.4 ± 3.3	16.3 ± 2.2	3.5 ± 1.2	19.9 ± 3.6
	♀	21	28.2 ± 2.4	17.1 ± 1.3	3.6 ± 0.8	—
	不明	2	30.5 ± 2.9	19.7 ± 2.9	4.0 ± 0.7	—

* ♂はオス様個体を示す

時期に行う必要がある。そこで熊本港のイボニシの性成熟が確認された6月上旬に、熊本港に加えて三角港、住吉海岸、水俣港および三池港より試料を採集し、雌雄の判別を試みた。その結果、熊本港と同様に三角港より採取したイボニシは、すべて雌雄判別が可能であったが、三池港より採取したイボニシでは40個体中31個体(78%)で雌雄の判別が困難であった。これらは、雌の特徴である黄色の生殖腺が確認できず、ペニスがないか、あるいはそれが認められても短いものが大部分を占めた。このような性別不明の個体は、僅かではあるが住吉海岸および水俣港においても観察された。これは、イボニシを採取した時点において雌の卵巣が十分に成熟しておらず、生殖腺の色が黄色になる前の未成熟段階であったか、あるいはすでに産卵が終了していた可能性が考えられる。しかし、三池港においてイボニシを採取する際、その周辺に卵は見当たらなかったことから、後者の可能性は低いと思われる。昨年の調査においても、三池港で採取した全ての試料(33個体)が雌雄の判別が不可能であった⁴⁾。なぜ三池港において雌雄判別が困難なイボニシが数多く見られたのか、その理由は現段階では不明である。ただし、三池港は環有明海で大型船舶の出入りが最も多い港の一つであり、2001年の調査ではインボセックスの出現率が高く、巻貝に残留するトリブチルスズ濃度も高値であった²⁾。したがって、三池港は汚染調査を実施するフィールドとしての価値は高く、今後は三池港周辺のイボニシを対象に雌の性成熟時期を調査する必要がある。

以上のように、6月上旬に採取したイボニシは、三池港以外の地点では雌雄の判別が可能であることがわかった。これは、熊本港で実施した試料採取時期の検討結果が、他地点においても参考になり得ることを示しており、来年度以降に調査を行う際の有用な知見になると思われる。

昨年の調査結果では、水俣港、三角港および熊本港における巻貝のインボセックス出現率は、それぞれ84%、32%および6.7%であった⁴⁾。しかし今年の調査結果では、これらの全ての地点においてインボセックスの個体は観察されなかった。我々は、2001年から2004年にかけて、熊本港および三角港のインボセックス出現率は顕著な減少を示し、有機スズ化合物による有明海の汚染が次第に収束する様子が見られることを報告したが⁴⁾、今年の調査結果からその傾向がさらに強まっている可能性が考えられた。ただし、有機スズ化合物は底泥に吸着しやすいことが知られており、九州北部においては現在でも修船所がある漁港の底質

から極めて高濃度のトリブチルスズが検出されている⁵⁾。台風や豪雨などの大規模な環境変化により海底が攪拌され、粒子に吸着した有機スズ化合物が海水中に再溶出し、巻貝に作用することも予想され、今後も経時的なモニタリング調査を継続する必要がある。

まとめ

2006年5月から9月の間、約2週間おきに熊本港よりイボニシを採取し、雌の成熟時期に関する調査を行った。その結果、6月初旬から8月下旬に採取した雌のイボニシの生殖腺はいずれも鮮やかな黄色を示し、雌雄の判別が容易であることがわかった。本知見は、学校現場の教員がイボニシを教材にした環境教育を行う際の有用な情報になると思われる。

さらに、6月初旬に熊本県沿岸の4地点と福岡県の有明海沿岸の1地点よりイボニシの採取を行い、有機スズ化合物による生殖異常に関する調査を行った。その結果、昨年まで港周辺より採取した本巻貝に観察された生殖異常(インボセックス)が今回の調査では認められず、有機スズ化合物による汚染が収束している様子が見られた。ただし、底泥には比較的高濃度の有機スズ化合物が残留し、自然災害などで海水中に再溶出して巻貝に作用することも考えられ、今後も経時的なモニタリング調査を継続する必要がある。

参考文献

- 堀口敏宏. 有機スズ化合物と海産巻貝類の生殖異常. 科学 68, 546-551 (1998).
- 中田晴彦, 小林悟, 平山結加里, 境泰史. 有明海沿岸の貝類を用いた有機塩素化合物, 多環芳香族炭化水素および有機スズ化合物の汚染モニタリングとトリブチルスズによる巻貝生殖器官への影響. 日本水産学会誌 70, 555-566 (2004).
- 島田秀昭, 楠本功一, 中村恭介, 中田晴彦. 熊本県沿岸域の巻貝における環境ホルモンの影響評価とその環境教育教材としての有用性. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 53, 45-50 (2004).
- 島田秀昭, 吉本真紀, 中田晴彦, 楠本功一, 今村順茂. 熊本県沿岸域の巻貝における環境ホルモンの影響評価(第2報) - 環境教育教材としての情報収集 -. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 54, 99-102 (2005).
- 桑原和子, 内田美希, 福田真弓, 李政勲, 高良真也, 長江真樹, 征矢野清, 石橋康弘, 有菌幸司, 高尾雄二. 九州北部沿岸河口域の底質中有機スズ化合物濃度. 第15回環境化学討論会講演要旨集, 650-651. (2006).