

## 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4報)

—教材に適したイボニシの採取時期と場所—

島田秀昭・松田幸喜・今村順茂\*<sup>1</sup>・中田晴彦\*<sup>2</sup>

### Effects of Environmental Hormones on Rock Shells Collected from Kumamoto Coastal Waters (IV): Suitable Period and Points for Collection of Rock Shells Used as Teaching Materials

Hideaki SHIMADA, Koki MATSUDA, Yorishige IMAMURA<sup>1</sup> and Haruhiko NAKATA<sup>2</sup>

(Received October 1, 2007)

Previously, we 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. Thus, in the present study, to obtain the information about a suitable period for collection of female rock shells inhabiting in Kumamoto harbor, we examined the maturity of their ovary. The maturity of the ovary in female rock shells was observed during periods from beginning of May to the beginning of September. Since a high occurrence of imposex was found in a harbor of Kumamoto coastal waters, it is likely that the contamination of organotin compounds still remains at hazardous levels in the harbor.

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

#### はじめに

有機スズ化合物は、かつて船底防汚塗料などとして広く世界中で使用されてきたが、海洋環境への影響が懸念され、現在では多くの国でその製造および使用が規制されている。本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報告されている<sup>1)</sup>。過去の調査によると、このインボセックスを発現したイボニシは日本各地の沿岸において広く観察されており、全国的な汚染実態が明らかになった<sup>1)</sup>。また、2001年に行われた熊本県沿岸における調査でも、港湾周辺のイボニシを中心に高い頻度で生殖異常が観察された<sup>2)</sup>。しかし、その後の熊本県沿岸における調査では、インボセックスを発現したイボニシの個体数は年々減少する傾向が認められた。また昨年の調査では、インボセックスの個体は全く確認できず<sup>3-5)</sup>、有機スズ化合物による海洋汚染の終息が窺えた。

これまで著者らは、イボニシの生殖異常の調査と並行して、小中学校における環境教育教材としてのイボ

ニシの有用性を検討してきた。その結果、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、実施の際に高度な技術や特殊な器具を必要としないことから、環境教育教材として有用であると考えられた。実際、小学校および中学校において行った授業実践では、多くの児童・生徒がイボニシを用いた実験に強い興味・関心を示した<sup>3,6,7)</sup>。さらに、授業後の児童・生徒に、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<sup>3,6,7)</sup>。

実験に用いるイボニシは、雌雄の判別が容易となる繁殖期に採取しておく必要がある。これは繁殖期を迎えた雌のイボニシは、生殖腺の色が鮮やかな黄色を示し、小中学生でも簡単に雌雄を判別することが可能なためである。ところが、熊本県沿岸においてイボニシの産卵期を詳細に調査した例は少なく、その実態は明らかになっていない。また、有機スズ化合物による海洋汚染は全国的に低減しているものの、現在でも小規

\*<sup>1</sup> 熊本大学大学院医学薬学研究部

\*<sup>2</sup> 熊本大学大学院自然科学研究科

模な漁港を中心に重度な汚染の存在が報告されている<sup>8)</sup>。熊本県内には規模の小さな漁港が多数あり、その場所の巻貝を対象に調査を行えば、有機スズ化合物による新たな汚染実態が把握できる可能性がある。さらに、この種の情報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に有効に利用されることが期待できる。

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ため、サンプリング場所を熊本港に設定し、雌の卵巣の成熟度を経時的に調べた。さらに、熊本県沿岸におけるイボニシの生殖異常の現状調査とインボセックスを発現した試料が採取可能な場所を見出すため、県内4箇所の港湾において本巻貝の生殖異常調査を行った。

### 実験方法

#### 1) イボニシの採取時期の検討

2007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21～28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30mm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) イボニシの生殖異常調査

6月30日に上天草市大矢野町の串港と、7月12、13および18日に水俣港、三角港および熊本港よりそれぞれ25～40個体のイボニシを採取した。さらに2007

年8月2日に串港湾内の6地点と湾外の1地点よりそれぞれ24～29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採取し、実験に用いるまで-20℃で保存した。前述のように、生殖腺の色が鮮やかな黄色のものを雌とし、これにベニスが観察された個体をインボセックスと判定した。

### 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、その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、すでに採取した全ての試料において卵巣の成熟が認められた。この高い成熟率は9月5日の調査まで認められたが、20日では75%に減少した。昨年の調査では、5月2日における成熟雌の割合は0%であり、5月16日においても24%と低く、すべての試料に卵巣の成熟が認められたのは6月12日であった<sup>5)</sup>。したがって、今年は昨年と比較して卵巣の成熟は1ヶ月もしくはそれ以上早まったことがわかった。また、昨年において100%の成熟率が見られたのは8月26日までであり、9月13日では成熟雌の割合は30%に著しく減少した<sup>5)</sup>。今年は9月20日においても成熟雌の割合は75%と比較的高かったことから、今年は雌の成熟が早くなっているのみならず、その期間も昨年より長くなっていることがわかった。これらの原因として、海水温や気候の変化などが考えられるが、より正確な

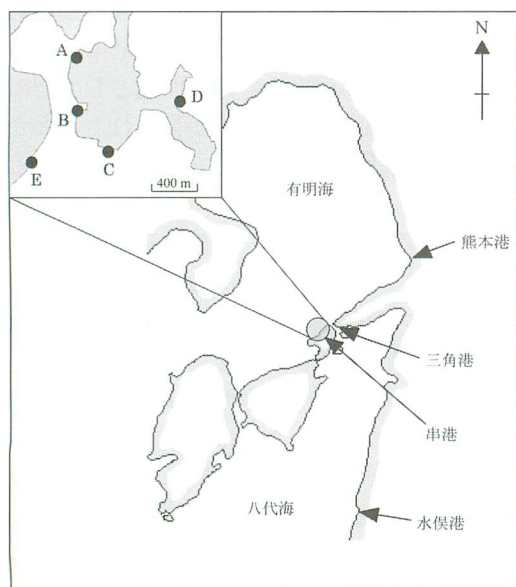


図1 試料の採取地点

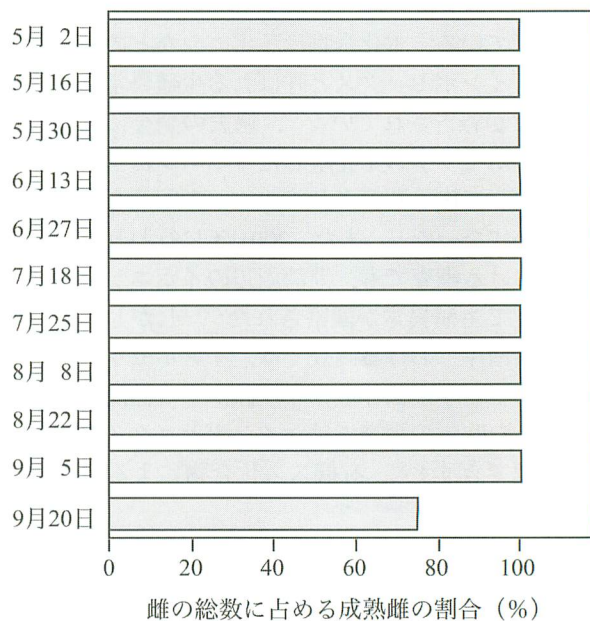


図2 熊本港におけるイボニシ雌卵巣の成熟率の経時変化

採取時期を把握するために継続的な調査が必要である。

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20日に採取した雄のイボニシの平均ペニス長は3.5 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。この現象は昨年調査においても認められており、巻貝の産卵時期がほぼ終了したことで、雌の生殖腺の色が変化すると同様に、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。また、5月16日の調査において生殖異常の個体が1匹だけ確認されたが、その他の調査日においては全く確認されなかった。

イボニシの生殖異常の調査は、雌雄の判別が可能な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月下旬から7月中旬にかけて、熊本港に加えて三角港、水俣港および串港より試料を採集し、雌雄の判別を試みた(表2)。その結果、熊本

港、三角港および串港より採取したイボニシは、すべて雌雄の判別が可能であったが、水俣港より採取したイボニシでは26個体中3個体(12%)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、ペニスがないものであった。昨年の調査でもこのような性別不明の個体は、僅かではあるが水俣港においてのみ観察された<sup>5)</sup>。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。

以上のように、今回6月下旬から7月中旬に採取したイボニシは、いずれの地点においても雌雄の判別が可能であった。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、今後調査を継続する際の有用な知見になると思われる。

今回の調査の結果、水俣港、三角港および熊本港に

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	♂	13	30.3 ± 1.8	16.6 ± 1.7	4.1 ± 0.7	12.9 ± 2.6
	♀	12	32.0 ± 1.7	18.2 ± 1.5	4.8 ± 1.0	—
5月16日	♂	6	34.1 ± 3.0	19.9 ± 1.4	5.9 ± 1.8	14.6 ± 2.7
	♀	21	34.7 ± 2.2	19.9 ± 0.9	6.2 ± 1.0	2.0
5月30日	♂	6	32.8 ± 1.7	18.5 ± 0.9	5.1 ± 0.9	19.1 ± 1.6
	♀	19	34.2 ± 2.2	19.7 ± 1.3	5.9 ± 1.3	—
6月13日	♂	11	33.7 ± 1.8	19.8 ± 1.6	5.3 ± 0.9	17.9 ± 2.1
	♀	14	33.9 ± 2.2	19.9 ± 1.5	5.7 ± 1.3	—
6月27日	♂	12	32.8 ± 2.0	18.3 ± 2.5	5.0 ± 0.9	15.3 ± 3.2
	♀	13	34.1 ± 1.8	20.1 ± 1.4	6.0 ± 1.1	—
7月18日	♂	10	33.4 ± 2.6	18.8 ± 1.1	5.0 ± 0.8	15.4 ± 3.7
	♀	16	34.8 ± 2.8	20.2 ± 1.6	6.0 ± 1.5	—
7月25日	♂	16	30.1 ± 1.5	17.1 ± 1.1	3.8 ± 0.5	14.6 ± 6.3
	♀	12	31.4 ± 2.2	17.7 ± 0.9	4.5 ± 0.9	—
8月8日	♂	12	31.3 ± 2.5	17.8 ± 1.2	4.3 ± 1.0	15.6 ± 7.3
	♀	14	32.2 ± 2.2	18.1 ± 1.3	4.8 ± 1.1	—
8月22日	♂	7	29.8 ± 3.2	16.8 ± 1.8	4.1 ± 1.3	21.1 ± 2.7
	♀	15	31.3 ± 3.8	17.8 ± 2.2	4.6 ± 1.7	—
9月5日	♂	11	32.3 ± 2.6	17.8 ± 1.5	4.7 ± 1.2	15.8 ± 6.9
	♀	15	35.2 ± 2.4	19.5 ± 1.1	5.8 ± 1.0	—
9月20日	♂	9	31.5 ± 3.5	17.9 ± 1.7	4.4 ± 1.4	3.5 ± 0.7
	♀	9	35.1 ± 3.7	19.4 ± 2.1	5.8 ± 1.5	—
	不明	3	31.8 ± 1.5	18.6 ± 1.3	4.3 ± 0.4	—

\* ♂はオス様個体を示す

おける巻貝のインボセックス出現率は、いずれの地点においても0%であった。昨年の調査においても、これら全ての港においてインボセックスの個体は全く観察されなかった<sup>5)</sup>。しかし、今年から新たに調査を開始した串港では、インボセックス出現率は86%と著しく高く、本港においては未だ有機スズ化合物による汚染が継続している可能性が考えられた。そこで串港に生息するイボニシについてさらに詳細な調査を実施した。試料の採取は、図1に示すように湾内A～Dの4地点と、対照区として湾外E地点の計5地点で行っ

た。その結果、表4に示すように湾内の4地点すべてにおいて90%以上の高いインボセックス出現率が観察された。湾外のE地点では0%であった。

これまで熊本県内沿岸域における巻貝の生殖異常は、次第に収束する様子が見られることを報告してきたが<sup>4,5)</sup>、今年の調査結果から、県内においても未だ巻貝の生殖異常が高頻度で観察される場所が存在することが明らかとなった。串港以外にも高頻度でインボセックスが観察される場所が存在することが予想されるため、今後もモニタリング調査を継続する必要がある。

表2 イボニシの採取地点、性別、試料数、各種計測値ならびにインボセックス関連データ

採取地点	性別*	試料数	殻高 (mm)	殻幅 (mm)	重量 (g)	ペニス長† (mm)	インボセックス 出現率 (%)
熊本港	♂	10	33.4 ± 2.6	18.8 ± 1.1	5.0 ± 0.8	15.4 ± 3.7	—
	♀	16	34.8 ± 2.8	20.2 ± 1.6	6.0 ± 1.5	—	0
三角港	♂	12	29.4 ± 2.5	17.9 ± 1.2	4.9 ± 1.1	18.9 ± 3.8	—
	♀	15	30.5 ± 2.9	18.9 ± 1.7	5.5 ± 1.6	—	0
串港	♂	26	24.2 ± 3.4	13.9 ± 3.2	2.4 ± 0.8	7.9 ± 2.3	—
	♀	14	25.7 ± 4.2	14.9 ± 1.7	2.5 ± 0.8	6.0 ± 2.2	86
水俣港	♂	10	28.2 ± 3.2	16.7 ± 1.7	3.5 ± 0.9	11.5 ± 5.0	—
	♀	13	30.3 ± 3.6	17.7 ± 2.1	4.2 ± 1.4	—	0
	不明	3	30.7 ± 3.2	18.2 ± 2.1	3.9 ± 0.8	—	—

\*♂はオス様個体を示す。†メスの値はインボセックスが観察された個体のみを示す。

表3 串港におけるイボニシの性別、試料数、各種計測値ならびにインボセックス関連データ

採取地点	性別*	試料数	殻高 (mm)	殻幅 (mm)	重量 (g)	ペニス長† (mm)	インボセックス 出現率 (%)
A	♂	14	31.0 ± 1.6	18.4 ± 1.2	4.8 ± 0.7	18.9 ± 1.7	—
	♀	15	31.8 ± 2.3	18.7 ± 1.3	5.1 ± 1.0	3.7 ± 1.8	93
B	♂	10	32.1 ± 2.0	18.4 ± 1.2	5.0 ± 0.9	18.6 ± 2.6	—
	♀	15	31.4 ± 4.2	18.3 ± 2.0	4.7 ± 1.6	5.8 ± 2.8	93
C	♂	10	27.4 ± 2.1	16.2 ± 1.1	3.3 ± 0.8	11.0 ± 4.7	—
	♀	18	28.9 ± 2.8	16.9 ± 1.8	3.9 ± 0.9	6.6 ± 3.2	94
	不明	1	26.7	15.3	2.7	—	—
D	♂	11	34.0 ± 2.7	19.7 ± 1.8	6.0 ± 1.7	20.4 ± 2.7	—
	♀	13	35.4 ± 5.8	20.7 ± 4.1	7.4 ± 3.9	3.5 ± 1.4	92
E	♂	10	33.5 ± 2.2	19.2 ± 1.1	5.3 ± 0.9	20.0 ± 5.5	—
	♀	18	33.6 ± 3.2	19.6 ± 1.7	5.4 ± 1.5	—	0

\*♂はオス様個体を示す。†メスの値はインボセックスが観察された個体のみを示す。

## まとめ

2007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昨年に引き続き行った。その結果、今年は5月初旬から9月上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、昨年に比べ産卵期の早期化および長期化が窺えた。

さらに、熊本県沿岸の4地点において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、今年から新たに調査地点に加えた港から採取したイボニシにおいて高い割合で生殖異常（インポセックス）が認められ、有機スズ化合物による汚染が未だ継続している様子が明らかとなった。学校現場においてイボニシを用いた授業実践を行う場合、正常な個体のみで行うよりも生殖異常の個体も用いた方がよりインパクトのある授業になるものと思われる。県内において他にも高頻度でインポセックスが観察される場所が存在することが予想されるため、今後もモニタリング調査を継続する必要がある。

## 参考文献

- 1) 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).
- 2) 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).
- 3) 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).
- 4) 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).
- 5) 島田秀昭, 上村 彩, 今村順茂, 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 (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-. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 55, 15-18 (2006).
- 6) 島田秀昭, 川辺理恵, 楠本功一, 中村恭介. 有明海の巻貝を利用した環境教育実践から生じた問題点とその改善策の検討. 理科の教育 54, 634-637 (2005).
- 7) 島田秀昭, 鳴海里加. イボニシを用いた環境教育に関する研究. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 55, 19-22 (2006).
- 8) 高尾雄二, 桑原和子, 李政勲, 福田真弓, 大園明寛, 征矢野清, 長江真樹, 高良真也, 有蘭幸司. 漁港底質から高頻度で検出される高濃度有機スズ化合物. 第16回環境化学討論会講演要旨集 88-89 (2007).