

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 —

島田秀昭・吉本真紀・中田晴彦*¹・楠本功一*²・今村順茂*³

Effects of Environmental Hormones on Rock Shells Collected from Kumamoto Coastal Waters : Information for Environmental Education

Hideaki SHIMADA, Maki YOSHIMOTO, Haruhiko NAKATA*¹, Koichi KUSUMOTO*²
and Yorishige IMAMURA*³

(Received October 3, 2005)

We have previously reported that the practice using rock shells is useful for environmental education in lower secondary school. To obtain further information about collecting rock shells, we investigated the effects of environmental hormones on rock shells collected from the Kumamoto and Fukuoka coastal waters. The rock shells with imposex were still found in Kumamoto coastal waters, even though the number of rock shells with imposex showed a tendency to be decreased. The occurrence of imposex was observed for rock shells inhabiting in harbor but not for these inhabiting in the sea shore. In the present data for investigation, there were many rock shells that were difficult to determine the sex.

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、海洋に生息する巻貝に作用し、雌に雄の生殖器官が形成される形態異常(インポセックス)を引き起こすことが知られている¹⁾。日本全国の巻貝を対象に行った過去の調査では、ほとんどの地点からインポセックスの検体が観察され、その深刻な汚染影響が報告されている¹⁾。また、昨年熊本県沿岸の6地点より巻貝を採集し調査したところ、港湾周辺の検体から高い頻度で生殖異常が観察された²⁾。これらの結果は、日本沿岸における有機スズ(トリブチルスズ)汚染が、その使用禁止から10年以上経過したにもかかわらず、未だに顕著であることを示している。

このような巻貝のインポセックスに関する調査研究は、試料採集が容易なことや、異常が肉眼で観察できることから、その実施には高度な技術を必要としない。そこで、中学校理科の環境教育教材として、巻貝の生

殖異常を調べる実験の有用性について検討を試みた^{2,3)}。その結果、実験に参加した約9割の生徒がその内容に強い興味・関心・意欲を示すことがわかった^{2,3)}。また、本実験は生徒自身が実際に化学物質の影響を目で見て確かめられることから、巻貝は身近で起きている環境問題の深刻さを認識するのに適した教材であると考えられた。さらに今後は、熊本県内の学校において本実験の有効的な活用が期待されるが、実際にこの種の環境教育を行うには、現場で指揮を取る教員に有用な情報(試料採集に適した地点および時期や生殖異常の経時変化など)をさらに充実させる必要がある。

そこで本研究では、環境教育教材としての情報収集を目的として、熊本県沿岸およびその周辺域における巻貝の生殖異常について調査を行った。さらに本調査において得られた結果をもとに、有機スズ化合物による熊本県海域の汚染状況について考察を加えた。

*¹ 熊本大学大学院自然科学研究科

*² 八代市立第一中学校

*³ 熊本大学大学院医学薬学研究部

実験方法

調査対象の巻貝（主にイボニシ・レイシガイ）は肉食性で、カキやフジツボ類が付着する岩場やコンクリート製の護岸およびテトラポット周辺に生息している。巻貝は、6月後半から8月中旬にかけて繁殖期を迎え、その期間中、雌の卵巣は成熟を示す鮮やかな黄色を呈することが知られている。このため、雌雄判定の正確さを期すために、試料採集は繁殖期に行うのが望ましい。今回の調査では、平成17年7月上旬から下旬にかけて、熊本県沿岸の5地点（熊本港、赤瀬海岸、観音岬、三角港、水俣港）および福岡県三池港よりそれぞれ40～50個体の巻貝を採集した（図1）。試料は、各地点間の個体サイズ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℃で冷凍保存した。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。次に各個体について生殖腺の色が黄色のものを雌とし、これにペニスが観察された検体をインボセックスと判定した。また、雄およびインボセックスの雌のペニス長を測定し、各地点の平均ペニス長を計算した。インボセックスの出現率は次の式より算出した。

$$\text{出現率 (\%)} = \frac{\text{ペニスを有する雌の個体数}}{\text{雌の総個体数}} \times 100$$

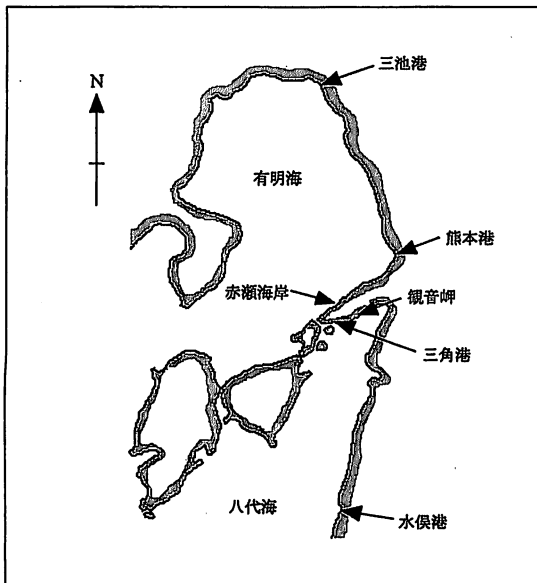


図1 試料の採取地点

結果と考察

各地点より採集した巻貝の性別、試料数、外部計測値およびインボセックスに関するデータを表1に示す。巻貝の性別は、三池港を除く全ての地点において雄よりも雌の個体が多かった。ところが、三池港、観音岬および水俣港の検体には、生殖腺の色を基にした雌雄判別が困難なものが多く見られた。これらは概ね、ペニスがない、あるいはその痕跡しか認められないものの、雌の特徴である黄色の生殖腺が観察できない場合が多かった。このことは、調査した雌が成熟しておらず生殖腺の色が変化する前の生育段階であったこと、あるいはすでに産卵が終了していた可能性を示している。

昨年の調査では、生殖腺の色が原因で雌雄の判別が不可能だった個体は、赤瀬海岸で39中2、砂月海岸で48中3と極めて僅かであり、その他の地点においては全く見られなかった。また、2001年に有明海沿岸の巻貝の生殖異常を調査した際も、雌雄判定が困難な個体はほとんど見られなかった⁴⁾。

なぜ今年の調査では雌雄判別が困難な巻貝が数多く見られたのか、現段階でその理由や背景を正確に把握するには至っていない。ただし、今回の調査地点のうち、三池港、赤瀬海岸および三角港ではいずれも同日（2005年7月1日）に試料を採取しており、赤瀬海岸と三角港の検体はほぼ全てが雌雄の判別が可能であったことから、試料の採集時期がその原因である可能性は低いと考えられる。したがって、巻貝を取り巻く複数の環境要因（海水温・海水中水素イオン濃度・気温・餌生物の量・台風などによる生育場所の物理的変化など）が試料の採集地点ごとにそれぞれ異なっており、これらが複合的に巻貝の成長や雌の成熟および産卵時期に影響を与えていることが推察された。

巻貝を用いた環境学習においては、雌雄の正確な判定が重要な要素となる。このため、来年以降の課題として、様々な環境要因が巻貝の産卵時期に与える影響についても検討する必要がある。

巻貝の殻高、殻幅および重量を各地点間で比較したところ、いずれも赤瀬海岸の検体が全般に大きい傾向を示したが、その他は概ね同程度であった（表1）。インボセックス出現率は港周辺の個体で高く、その値は水俣港（83.9%）、三角港（32.1%）、熊本港（6.7%）の順であった。一方、赤瀬海岸および観音岬の検体では、この種の異常は全く観察されなかった。インボセックスの原因物質は、船底防汚塗料などに使われるトリブチルスズやトリフェニルスズなどの有機スズ化合物であることが報告されている⁵⁾。したがって、今回調査を行った巻貝のインボセックス出現には、船舶

表1 巻貝の採取地点、性別、試料数、外部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 (%)
三池港	不明	33	28.8 ± 2.0	16.7 ± 1.3	3.8 ± 0.8	—	—
熊本港	♂	9	27.4 ± 2.3	16.3 ± 1.0	3.4 ± 0.8	16.4 ± 3.5	—
	♀	30	27.0 ± 1.8	17.0 ± 1.1	3.4 ± 0.8	0.5	6.7
赤瀬海岸	♂	8	32.8 ± 1.8	20.1 ± 1.3	6.0 ± 1.3	20.4 ± 3.3	—
	♀	32	33.5 ± 2.6	20.0 ± 1.9	6.3 ± 1.7	検出されず	0
観音岬	♂	5	24.4 ± 3.6	15.1 ± 1.8	2.8 ± 1.0	10.9 ± 6.6	—
	♀	14	25.2 ± 2.5	15.4 ± 1.7	2.8 ± 0.9	検出されず	0
	不明	21	26.0 ± 3.4	15.5 ± 1.8	3.0 ± 1.0	—	—
三角港	♂	11	28.2 ± 2.3	17.4 ± 1.0	3.9 ± 0.9	16.3 ± 3.4	—
	♀	28	28.5 ± 2.1	18.0 ± 1.2	4.2 ± 0.9	0.7 ± 0.3	32.1
	不明	1	28.0	18.3	4.3	—	—
水俣港	♂	12	26.7 ± 2.8	15.9 ± 1.6	3.0 ± 0.8	14.8 ± 3.0	—
	♀	31	28.3 ± 2.0	16.9 ± 1.3	3.6 ± 0.8	0.8 ± 0.4	83.9
	不明	7	28.9 ± 2.2	17.3 ± 1.3	3.5 ± 0.9	—	—

*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

由来の有機スズ化合物が関与している可能性が高いと考えられる。

熊本港、三角港および水俣港における巻貝のインボセックス出現率をこれまでに報告された値と比較し、その経時変化を調べた(図2)。その結果、過去4年間で熊本港と三角港の検体のインボセックス出現率は著しく減少していることが明らかになった。とくに、平成13年から16年の間の減少率は顕著であり、これらの地点では有機スズ汚染がかなり改善された様子がうかがえた。一方、水俣港の試料は、昨年および今年の調査でいずれも80%を超す高いインボセックス出現率を示しており、本地点は他の場所と質的・量的に異なる有機スズ化合物の汚染暴露を受けている可能性が考えられた。

熊本港、三角港および水俣港における雌の偽ペニス長の経時変化を図3に示す。雌の偽ペニス長は、全ての場所において昨年の値より減少しており、その傾向は三角港において顕著であった。巻貝の偽ペニスの長さは、その体内に残留する有機スズ濃度に比例することが知られており、本結果から熊本沿岸の有機スズ汚染は収束方向に進んでいる様子がうかがえた。ところが、水俣港の巻貝の偽ペニス長は、熊本港および三角港のそれとほぼ同程度であるにもかかわらず、インボセックス出現率は極めて高い傾向が得られた(図2)。このことは、水俣港周辺における有機スズ汚染が小規模ながら現在も継続している可能性を示唆しており、今後もさらなる調査が必要と思われる。

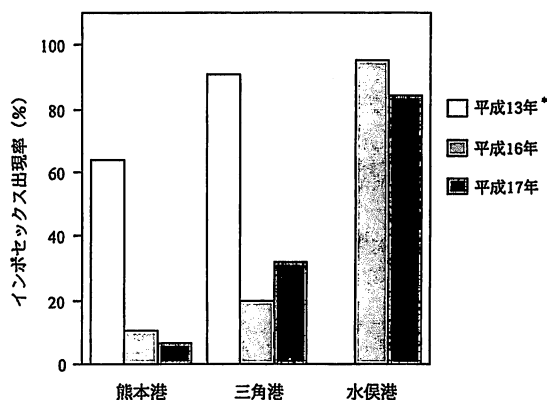


図2 インボセックス出現率の経時変化
*：文献4より引用

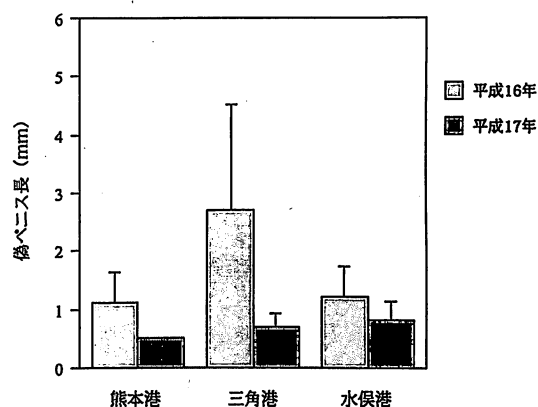


図3 イボニシ(♀)の偽ペニス長の経時変化

まとめ

昨年に引き続き、熊本県沿岸の巻貝を対象に有機スズ化合物による生殖異常に関する追跡調査を行った。その結果、港周辺より採集した巻貝から高い頻度でインポセックスが観察された。しかし、その発現率は熊本港と三角港において、過去数年間で明らかな減少を示した。これらの地点では、昨年に比べて雌の偽ペニス長も小さくなっており、有機スズによる汚染が徐々に改善されている様子がうかがえた。一方、水俣港の巻貝の場合、偽ペニス長は他の地点のそれと同程度であったが、インポセックス出現率は極めて高い傾向が観察された。このことは、水俣港周辺における有機スズの汚染が現在も継続している可能性を示している。

今年の調査において、雌雄判別が困難な巻貝が数多く存在する地点があった。今のところ、その原因を把握するには至っていないが、巻貝の産卵に影響を与える複数の環境要因が各地点でそれぞれ異なっていた可能性がある。学校現場における巻貝を用いた環境学習は、雌雄の正確な判定が重要な要素となるため、今後は巻貝の産卵時期と海水温や気温との関係など、さらに詳細な情報提供が必要と思われる。

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) 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). 本論文を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1報) とする.
- 3) 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).
- 4) 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).
- 5) Horiguchi T, Shiraishi H, Shimizu M, Yamazaki S, Morita M. Imposex in Japanese gastropods (neogastropoda and mesogastropoda): Effects of tributyltin and triphenyltin from antifouling paints. Mar. Pollut. Bull. 31, 402-405 (1995).