

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6報)

—教材に適したイボニシの採取場所—

島田秀昭・古見義矢

Effects of Environmental Hormones on Rock Shells Collected from Kumamoto Coastal Waters (VI): Suitable Points for Collection of the Rock Shells as Teaching Materials

Hideaki SHIMADA, Yoshiya FURUMI

(Received October 1, 2013)

Previously, we reported that the practice using imposex-exhibiting rock shells is useful for environmental education. Thus, in the present study, to find the suitable points for collection of the rock shells, we investigated the sexual abnormalities of the rock shells inhabiting in Kumamoto harbor. The imposex-exhibiting rock shells were found in 9 of 17 harbors investigated. Furthermore, since a high occurrence of imposex was found in a several harbor of Kumamoto coastal waters, the contamination of organotin compounds may still remain at hazardous levels in the harbors.

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

はじめに

船底防汚塗料などとして1960年代から広く世界中で使用されてきた有機スズ化合物は、海洋に生息するイボニシなどの巻貝に作用し、雌に雄の生殖器が形成される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⁾。本化合物は生態系への影響が大きいことから、1980年代以降多くの国でその製造および使用が規制されている。しかし、1990年から1996年にかけて日本各地において行われた調査結果によると、インボセックスを発現したイボニシは97地点中94地点で観察され、全国的な汚染の実態が明らかになった¹⁾。さらに、本研究室で実施した最近の調査でも、熊本県内の港において高い割合でインボセックスの発現が認められ、有機スズ化合物による海洋汚染が現在においても継続している様子が明らかになった²⁻⁶⁾。

本研究室では、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について検討してきた。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、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、小中学校

や自然体験学習会など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^{2, 7-13)}。さらに、この実験を通して児童・生徒は、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、イボニシは環境教育を行う上で有用な教材であることがわかった^{2, 7-13)}。

これまで行ってきた授業実践における生徒の様子や、実験終了後に行ったアンケート調査の結果から、イボニシを用いた実験を行う場合、正常な個体のみで行うよりも、正常な個体とインボセックスを発現した異常な個体の両方を用いて行った方が、生徒に与えるインパクトは大きく、環境保全の重要性を認識させる上でより効果があるものと考えられる。熊本県内には小規模の漁港が多数存在し、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、熊本県沿岸においてインボセックスを発現した試料の採取に適した場所を見出す目的で、県内の17の港において本巻貝の生殖異常調査を行った。

実験方法

2012年7月から8月にかけて、三池港、長洲港、高道港、横島港、熊本港、赤瀬港、三角港、串港、合津港、八代港、本渡港、姫戸港、金焼港、大道港、中田港、牛深港および水俣港より、それぞれ12～48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°C 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、生殖腺の色が黄色の個体を雌とし、これにペニスを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

三池港、長洲港、高道港、横島港、熊本港、赤瀬港、三角港、串港、合津港、八代港、本渡港、姫戸港、金

焼港、大道港、中田港、牛深港および水俣港においてイボニシの生殖異常の調査を行った。各港より採取したイボニシの性別、試料数、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。

今回調査した17の港の中で、三池港、長洲港、高道港、熊本港、本渡港、大道港、中田港および水俣港ではインボセックスを発現したイボニシは確認されなかった。しかし、その他9の港（横島港、赤瀬港、三角港、串港、合津港、八代港、姫戸港、金焼港および牛深港）ではインボセックスを発現したイボニシが確認され、有機スズ化合物による海洋汚染が熊本県沿岸で継続している実態が明らかになった。中でも、串港、合津港、八代港および姫戸港では90%以上の高い割合で生殖異常のイボニシが認められ、深刻な汚染影響が推察された。

次に、今回の調査結果と過去の調査結果を比較して各港におけるインボセックス出現率の経年変化について検討した。三角港における2004年の調査ではインボセックス出現率は20%（平均偽ペニス長：2.8mm）

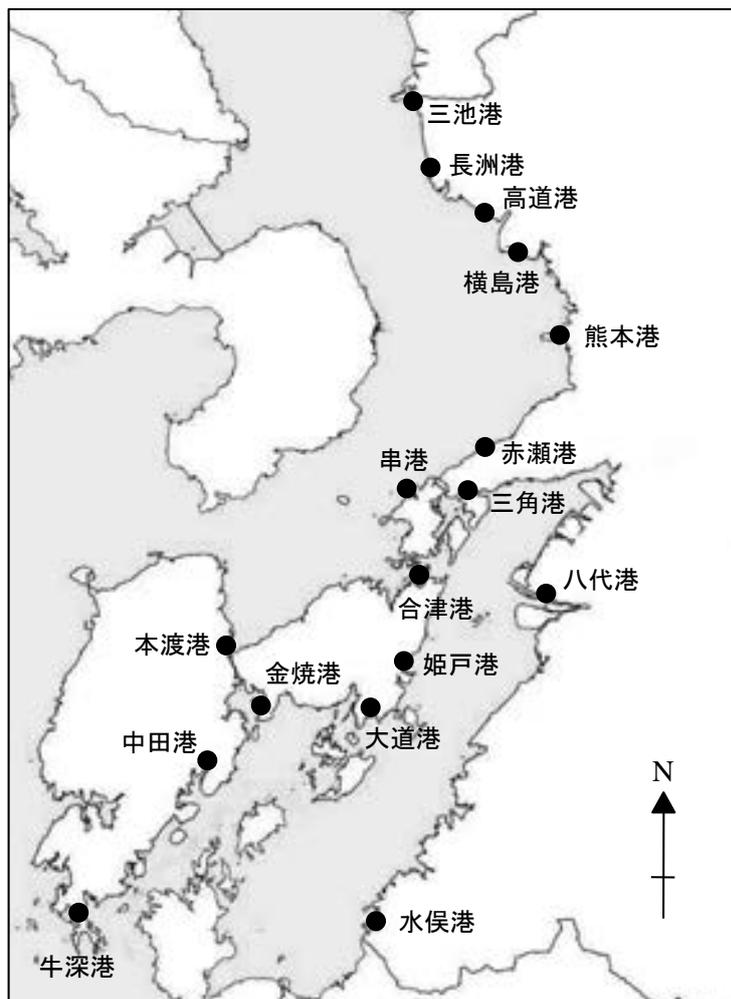


図1 試料の採取地点

表1 イボニシの採取場所、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

採取場所	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	♂	6	29.0 ± 1.5	18.2 ± 0.6	4.4 ± 0.5	22.6 ± 3.4	-
	♀	32	29.8 ± 2.1	18.4 ± 1.4	4.5 ± 0.9	-	0
長洲港	♂	9	25.0 ± 1.4	15.7 ± 1.1	2.9 ± 0.5	17.7 ± 3.0	-
	♀	27	26.6 ± 2.1	16.6 ± 1.1	3.4 ± 0.7	-	0
高道港	♂	8	26.8 ± 2.4	16.6 ± 1.2	2.9 ± 0.8	20.9 ± 5.6	-
	♀	34	27.9 ± 2.4	16.6 ± 1.1	3.2 ± 0.7	-	0
横島港	♂	24	33.1 ± 2.9	19.3 ± 1.7	5.3 ± 1.5	26.8 ± 5.5	-
	♀	16	35.2 ± 3.7	20.7 ± 1.6	6.5 ± 1.9	1.8 ± 0.5	25
熊本港	♂	18	29.8 ± 3.3	18.1 ± 2.0	4.4 ± 1.3	20.5 ± 4.2	-
	♀	23	30.0 ± 4.2	18.1 ± 2.1	4.3 ± 1.7	6.6 ± 1.5	0
赤瀬港	♂	10	27.7 ± 3.4	17.2 ± 1.9	3.5 ± 1.1	19.4 ± 2.7	-
	♀	32	27.5 ± 2.6	17.3 ± 1.2	3.4 ± 0.9	1.7 ± 0.7	63
三角港	♂	15	30.2 ± 1.8	18.8 ± 0.9	4.9 ± 0.9	27.9 ± 3.0	-
	♀	31	31.5 ± 1.6	19.8 ± 1.4	5.5 ± 0.9	1.4 ± 0.5	35
串港	♂	25	28.0 ± 2.9	17.9 ± 1.8	3.7 ± 1.0	18.8 ± 5.3	-
	♀	16	27.2 ± 3.1	17.4 ± 1.5	3.5 ± 1.0	4.3 ± 2.5	93
合津港	♂	25	26.2 ± 3.0	16.6 ± 1.6	2.9 ± 0.9	13.8 ± 0.4	-
	♀	22	27.3 ± 2.9	16.9 ± 1.7	3.1 ± 1.2	7.6 ± 3.6	100
八代港	♂	25	27.4 ± 2.3	16.8 ± 1.4	3.2 ± 0.8	17.1 ± 3.6	-
	♀	23	28.6 ± 2.9	17.8 ± 1.6	3.8 ± 1.0	6.7 ± 4.5	100
本渡港	♂	13	25.9 ± 2.7	16.5 ± 1.3	2.9 ± 0.8	19.7 ± 3.3	-
	♀	21	26.4 ± 2.5	16.9 ± 1.5	3.1 ± 0.9	-	0
姫戸港	♂	23	31.1 ± 3.8	18.6 ± 2.1	4.7 ± 1.8	19.5 ± 6.8	-
	♀	23	31.4 ± 3.9	19.1 ± 2.3	5.1 ± 1.8	3.8 ± 2.0	91
金焼港	♂	a7	21.9 ± 1.5	14.3 ± 0.9	1.5 ± 0.3	7.3 ± 4.3	-
	♀	14	23.7 ± 2.8	15.6 ± 1.8	2.0 ± 0.7	2.4 ± 1.0	71
大道港	♂	10	21.4 ± 3.4	14.1 ± 2.0	1.7 ± 0.8	5.1 ± 2.7	-
	♀	a2	17.2 ± 1.6	11.5 ± 0.6	0.8 ± 0.2	-	0
中田港	♂	20	27.4 ± 1.5	15.4 ± 1.2	3.1 ± 0.5	10.7 ± 3.0	-
	♀	14	26.4 ± 1.9	15.1 ± 2.0	3.0 ± 0.8	-	0
牛深港	♂	20	25.4 ± 2.5	16.7 ± 1.7	3.3 ± 0.9	17.8 ± 5.9	-
	♀	24	27.0 ± 3.7	17.3 ± 2.8	3.9 ± 1.6	1.5 ± 0.7	25
水俣港	♂	19	27.2 ± 2.7	17.0 ± 1.7	3.3 ± 0.9	18.6 ± 4.9	-
	♀	20	27.8 ± 2.0	17.5 ± 1.2	3.5 ± 0.7	-	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。

であり、2008年と2010年の調査ではインボセックス出現率はそれぞれ18%（平均偽ペニス長：0.5mm）および14%（平均偽ペニス長：0.5mm）であった^{2,6,14)}。今回の調査でもインボセックス出現率は35%（平均偽ペニス長は1.3mm）と比較的低い値で推移しており、程度は小さいものの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。

串港における2007年、2008年および2010年の調査では、インボセックス出現率はそれぞれ93%、100%および100%と極めて高い値を示した^{5,6,14)}。今回の調査でもインボセックス出現率は93%と高い値を示し、また平均偽ペニス長も4.3mmと長く、有機スズ化合物による汚染が継続している可能性が示唆された。

合津港では、2010年の調査の結果、インボセックス出現率は100%（平均偽ペニス長：4.8mm）を示した¹⁴⁾。今回の調査でもインボセックス出現率は100%と高い値を示し、平均偽ペニス長（7.6mm）も今回生殖異常が認められた他の港のものと比較して最も長く、本港における有機スズ化合物による深刻な汚染が継続している可能性が示唆された。

八代港では、2010年の調査の結果、100%のインボセックス出現率（平均偽ペニス長：3.4mm）が確認された¹⁴⁾。今回の調査でもインボセックス出現率は100%であり、また平均偽ペニス長も6.7mmと高い値を示したことから、本港においても依然として深刻な有機スズ化合物汚染が継続している可能性が考えられた。

一方、今回の調査でインボセックスが確認されなかった大道港では、2010年の調査ではインボセックス出現率は100%であった¹⁴⁾。これは有機スズ化合物による汚染が低減した可能性も考えられるが、同じ湾内においても試料の採取場所により値の変動が大きい例も報告されており¹⁵⁾、今後さらなる調査が必要と考えられる。

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^{3,4)}、2010年¹⁴⁾および今回の調査結果から、県内においても未だ巻貝の生殖異常が高頻度で観測される場所が多く存在することが明らかとなった。今回新たにインボセックスを発現した個体が確認された横島港や再度その存在が明らかとなった港においては、今後モニタリング調査を継続する必要がある。

以上の結果から、生殖異常のイボニシは、横島港、赤瀬港、三角港、串港、合津港、八代港、姫戸港、金焼港および牛深港において採取できることがわかった。したがって、熊本県の教師が環境教育に用いる生殖異常のイボニシを採取する場所としては、90%以上の

雌がインボセックスを発現しており、偽ペニス長も比較的長く、さらに生息個体数が多い串港、合津港、八代港および姫戸港が適していると考えられる。

まとめ

熊本県沿岸の17の港においてイボニシの生殖異常調査を行った。その結果、9の港において生殖異常（インボセックス）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。県内において高頻度でインボセックスが観察される場所が他にも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) 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).
- 3) 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).
- 4) 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).
- 5) 島田秀昭, 松田幸喜, 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4報) - 教材に適したイボニシの採取時期と場所 -. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 56, 47-51 (2007).
- 6) 島田秀昭, 田中智文, 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5報) - 教材に適したイボニシの採取時期と場所 (2) -. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 57, 27-32 (2008).
- 7) 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).
- 8) 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).
- 9) 田中 均, 島田秀昭, 鳴海里加, 林 智洋, 本多栄喜, 村本雄一郎, 福田貴文, 上田陽一郎. 地域と連携した理科授業実践. 熊本大学教育実践研究, 26, 89-95 (2009).
 - 10) 島田秀昭, 田中 均, 井上貴裕, 山岡勇介, 井上潤一, 三宅 安. 地域と連携した理科授業実践 (第2報) -天草市の小・中学校における環境教育および地学実習-. 熊本大学教育実践研究, 27, 111-116 (2010).
 - 11) 正元和盛, 島田秀昭, 飯野直子, 芹田 陽, 三宅安, 山岡勇介, 井上貴裕, 田中 均. 地域と連携した理科授業実践 (第3報). 熊本大学教育実践研究, 28, 97-105 (2011).
 - 12) 田中 均, 島田秀昭, 飯野直子, 渡邊重義, 三宅安, 西村幸太, 渡瀬洋平. 地域と連携した理科授業実践 (第4報). 熊本大学教育実践研究, 29, 131-137 (2012).
 - 13) 飯野直子, 島田秀昭, 田中 均, 三宅由洋, 内田晁雄, 西村幸太, 渡瀬洋平, 三宅 安, 増永眞一郎, 佐藤洋一. 地域と連携した理科授業実践 (第5報). 熊本大学教育実践研究, 30, 85-91 (2013).
 - 14) 岩永拓実. 環境教育を目的とする教材システムの構築-教材として用いるイボニシの採取場所-. 平成22年度熊本大学教育学部卒業研究報告.
 - 15) 谷口千歳, 宮原正太郎. 福岡市の沿岸部におけるイボニシの形態調査について. 平成13年度福岡市保健環境研究所報. 福岡市保健環境研究所, pp. 66-68 (2001).