

# 物理的衝撃及び鰓の損傷が与えるホタテガイへの影響

小泉慎太郎・吉田雅範

## 目 的

ホタテガイの健康状態や種苗性の指標として異常貝出現率が有効であるが、異常貝の発現過程に関する研究は少ない。これまでの知見<sup>1,2)</sup>では、貝殻の欠刻、変形、内面着色の発現は、外套膜の損傷によるものとされてきたが、それ以外の要因の有無を探るため、室内試験で内面着色の発現を再現した。

## 材料と方法

試験は2020年8月3日～28日（26日間、以下、夏季試験）と同年12月24日～2021年1月25日（33日間、以下、冬季試験）に行い、夏季試験は半成貝（2019年産貝）15個体、冬季試験は新貝（2019年産貝）90個体を用いた。夏季試験は2020年7月27日に平内町東田沢沖、冬季試験は同年12月23日に久栗坂実験漁場のホタテガイ養殖施設から採取した外見上異常がない個体を供試貝とし、試験開始時に供試貝全個体の殻長と全重量を測定した。夏季試験では半成貝15個体のうち各3個体を、外套膜等への傷や落下の衝撃を与えない「対照区」、右殻側外套膜を閉殻筋（貝柱）付近までホタテヘラで剥離させた「剥離区」、高さ50cmからコンクリートブロックに1回落下させた「コンクリート1回区」、10回落下させた「コンクリート10回区」、30回落下させた「コンクリート30回区」として設定した（表1、図1）。冬季試験では新貝90個体のうち各10個体を、上記と同様の5試験区に設定した他、高さ50cmから厚さ3mmのFRP板に1回落下させた「FRP1回区」、厚さ3mmのゴムマットを敷いたFRP板に1回落下させた「ゴムマット1回区」、厚さ30mmの木材に1回落下させた「木材1回区」、貝殻を敷いた上に1回落下させた「貝殻1回区」として設定した（表1、図1、2）。なお、貝を落下させた試験（以下、落下試験）は、右殻側を底面にした状態で自重落下させた。落下高さの50cmは、丸籠（直径60cm）を揺すって貝を取り出す作業や、貝を丸籠に収容する作業を想定して設定した（図3）。試験区作成後、ろ過海水をかけ流しにした研究所内の250ℓFRP水槽に収容し（図4）、無給餌で飼育した。試験期間中、1～8日に1回、死貝の有無を確認した他、水槽内に自記水温計（Onset Computer社、HOB0 Pendant Logger）を取り付け、毎時水温を測定した。

試験終了時に各試験区の貝を水槽から引き揚げ、貝殻から軟体部を取り除いた後、内面着色の有無を確認し、内面着色発現割合を算出した。なお、へい死が見られた試験区については、死貝の内面着色の有無も確認し、内面着色発現割合に含めた。

表 1. 試験の概要

	供試貝	供試貝数(個体)	試験区
夏季試験 (8月)	半成貝 (2019年産貝)	3	対照区
		3	剥離区
		3	コンクリート1回区
		3	コンクリート10回区
		3	コンクリート30回区
冬季試験 (12月～1月)	新貝 (2019年産貝)	10	対照区
		10	剥離区
		10	コンクリート1回区
		10	コンクリート10回区
		10	コンクリート30回区
		10	FRP1回区
		10	ゴムマット1回区
	10	木材1回区	
	10	貝殻1回区	

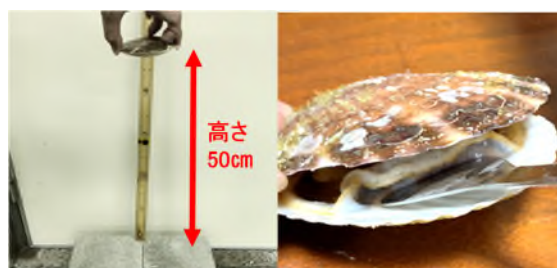


図 1. 落下試験（左）と剥離区（右）



図 2. 落下試験の床面



図 3. 丸籠を使用する作業（左が丸籠からの貝の取り出し、右が丸籠への貝の收容）



図 4. 研究所内の 250LFRP 水槽

## 結果と考察

### 1. 夏季試験

#### (1) 供試貝と飼育水温

試験開始時の供試貝測定結果を表 2 に、試験期間中の飼育水温の推移を図 5 に示した。殻長は 88.3mm、全重量は 68.5g だった。水温は、19.1~19.9℃だった。

表 2. 試験開始時の測定結果

測定年月日	殻長(mm)		全重量(g)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2020.8.3	88.3	3.6	68.5	8.6



図 5. 試験期間中の水温の推移

#### (2) へい死及び内面着色発現状況

個体別のへい死及び内面着色発現状況を表 3 に、試験終了時におけるへい死率と内面着色発現割合を図 6 に示した。

へい死率は、対照区と剥離区で 0%、コンクリート 1 回区で 67%、10 回区で 100%、30 回区で 33%であり、落下試験でのみへい死が見られた。コンクリート 1 回区では試験開始 18 日目と 25 日目、コンクリート 10 回区では 3 日目、9 日目、23 日目、コンクリート 30 回区では 9 日目に各 1 個体のへい死が確認された。

内面着色発現割合は、対照区では 0%だったが、剥離区で 100%、コンクリート 1 回区、コンクリート 10 回区で 33%、コンクリート 30 回区で 67%だった。剥離区では、外套膜を傷つけていないにも関わらず、

鰓付近に内面着色が形成されたことから（図 7）、ホタテヘラで鰓の一部（鰓葉懸垂膜）を損傷させた影響で内面着色が発現したと考えられる。鰓葉懸垂膜には出鰓静脈や入鰓静脈などの血管が走行しており<sup>3)</sup>、血管の損傷によって血液が流出し、内面着色として発現したと考えられる。

落下試験では全試験区において、鰓や中腸腺付近に内面着色が形成され、落下回数が多いほど濃い褐色を呈した他、10 回区では殻辺縁部、30 回区では蝶番付近にも内面着色が形成され（図 8）、外套膜や鰓などの臓器を直接傷つけなくても内面着色が発現することを確認した。落下床面と衝突した右殻側だけではなく、左殻側にも内面着色が形成されたことから、落下による物理的衝撃が貝全体に加わり、複数の血管や臓器が損傷した可能性がある。内面着色は発現してから徐々に濃い色を呈すること<sup>2)</sup>がわかっているが、同じ経過日数で観察した落下試験の内面着色は、落下回数が多いほど濃い褐色を呈したことから、落下回数が多いほど損傷が激しく、出血量が多くなることで濃い色の内面着色が形成されたと考えられる。このような鰓や中腸腺付近の内面着色は、耳吊り養殖貝や籠養殖貝でも確認されており<sup>4,5)</sup>、実際の養殖現場で見られる異常貝を再現することができた。

表 3. 個体別のへい死及び内面着色発現状況、試験区別のへい死率と内面着色発現割合（○は内面着色発現あり、×は内面着色発現なし、日数はへい死確認日）

試験区	個体番号			へい死率 (%)	内面着色発現割合 (%)
	No.1	No.2	No.3		
対照区	×	×	×	0	0
剥離区	○	○	○	0	100
コンクリート1回区	× 18日目	× 25日目	○	67	33
コンクリート10回区	× 3日目	× 9日目	○ 23日目	100	33
コンクリート30回区	× 9日目	○	○	33	67

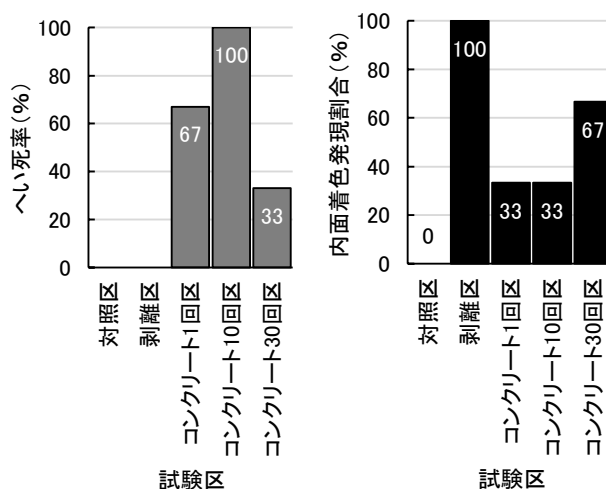


図 6. 試験終了時におけるへい死率と内面着色発現割合



図 7. 剥離区の内面着色発現個体（右殻）

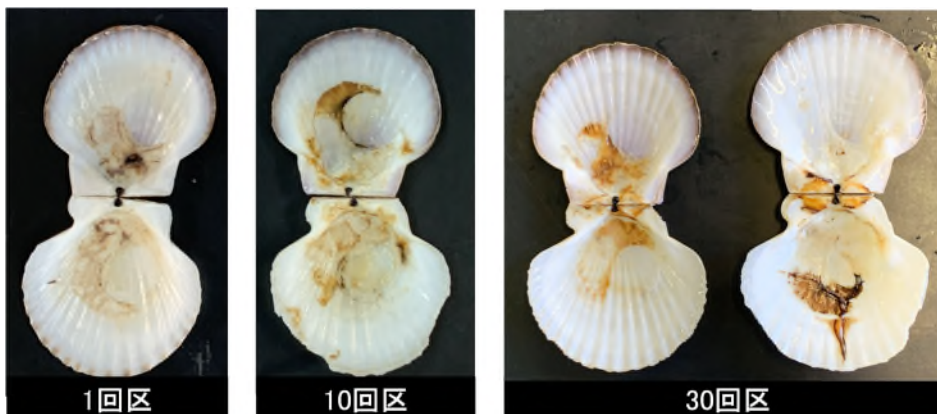


図 8. コンクリート1回区、10回区、30回区の内面着色発現個体

## 2. 冬季試験

### (1) 供試貝と飼育水温

試験開始時の供試貝測定結果を表4に、試験期間中の飼育水温の推移を図9に示した。殻長は110.5mm、全重量は158.6gだった。水温は、5.1~8.8℃だった。

表4. 試験開始時の測定結果

測定年月日	殻長(mm)		全重量(g)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2020.12.24	110.5	6.8	158.6	29.4



図9. 試験期間中の水温の推移

### (2) へい死及び内面着色発現状況

個体別のへい死及び内面着色発現状況を表5に、試験終了時における内面着色発現割合を図10に示した。

へい死率は、コンクリート30回区で90%、それ以外の試験区で0%だった。コンクリート30回区の死貝は、落下の衝撃で貝殻が割れていた個体が多く(図11)、試験開始2日目に8個体、12日目に1個体のへい死が確認された。

内面着色発現割合は、剥離区で100%、コンクリート10回区で80%、コンクリート30回区で10%であり、それ以外の試験区は0%だった。コンクリート30回区では試験開始2日目に8割がへい死したこともあり、内面着色発現割合が10%と低かった。剥離区は夏季試験同様、鰓付近に内面着色が形成された(図12)。コンクリート10回区(図13)及びコンクリート30回区(図14)についても夏季試験同様、鰓や中腸腺付近に内面着色が発現した。なお、落下回数1回の試験区では内面着色が発現せず、落下させる床面の素材の違いによるホタテガイへの影響を比較することができなかった。

冬季試験で見られた内面着色は、夏季試験よりも薄い褐色を呈した他、夏季試験はコンクリート1回区でも内面着色が発現したが、冬季試験では発現しなかった。この要因として、水温20℃より5℃の方が内面着色発現まで日数を要し、内面着色は発現してから徐々に濃い色を呈すること<sup>2)</sup>がわかっていることから、夏季試験と冬季試験の飼育水温の違いが挙げられる。また、冬季試験は夏季試験よりも大型の貝を使用しており、衝撃に対する耐性が強かった可能性がある。

表5. 個体別のへい死及び内面着色発現状況、試験区別のへい死率と内面着色発現割合(○は内面着色発現あり、×は内面着色発現なし、日数はへい死確認日)

試験区	個体番号										へい死率(%)	内面着色発現割合(%)
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10		
対照区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0
剥離区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	100
コンクリート1回区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0
コンクリート10回区	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	0	80
コンクリート30回区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	90	10
FRP1回区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0
ゴムマット1回区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0
木材1回区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0
貝殻1回区	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0

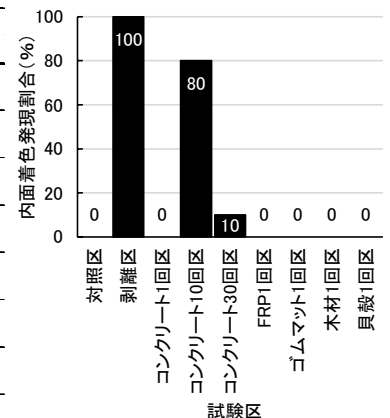


図10. 試験終了時における内面着色発現割合

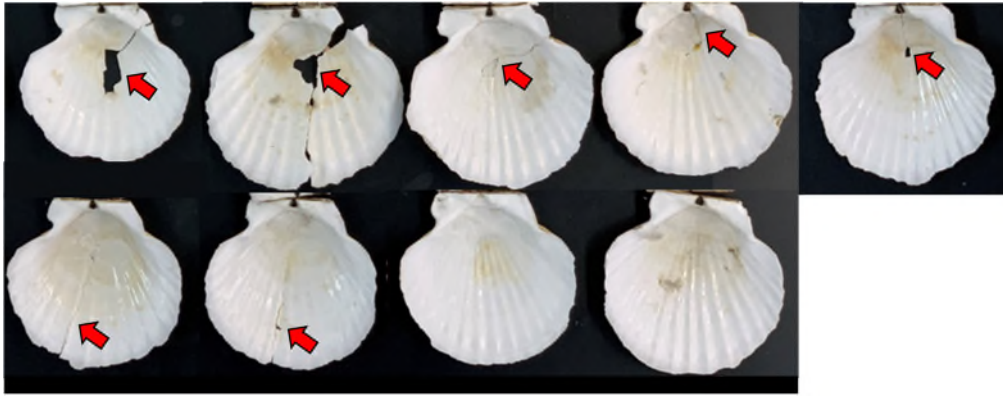


図 11. コンクリート 30 回区の死貝（右殻、矢印は貝殻の割れている位置を示す）

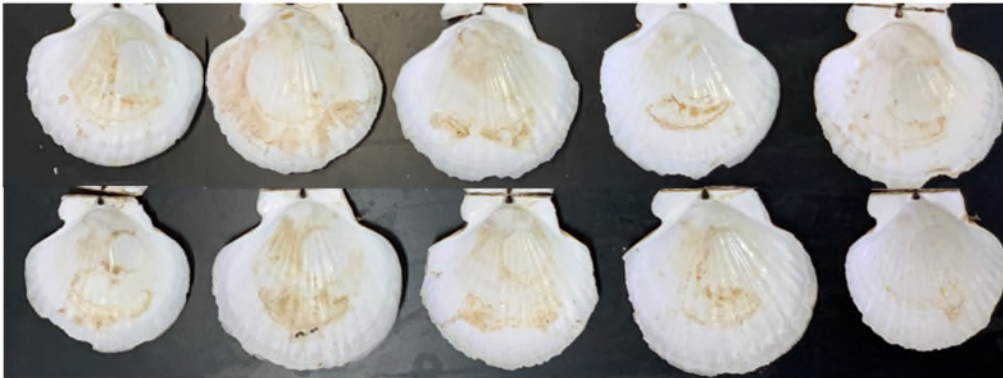


図 12. 剥離区の内面着色発現個体（右殻）



図 13. コンクリート 10 回区の内面着色発現個体



図 14. コンクリート 30 回区の内面着色発現個体

### 3. まとめ

これまでの知見<sup>1,2)</sup>では、貝殻の欠刻、変形、内面着色の発現は、外套膜の損傷によるものとされてきたが、本研究により鰓の損傷や物理的衝撃によっても内面着色が発現することを明らかにした。また、試験期間中におけるへい死は、落下試験のみで見られたことから、ホタテガイは物理的衝撃を受けることでへい死に至ることがわかった。ホタテガイ養殖における付着物除去作業の際に貝殻洗浄機械を使用することで、ホタテガイに強い衝撃が加わり、その後の異常貝及びへい死率の増大、成長不良に繋がること<sup>5)</sup>からも、これまでの養殖作業方法や貝の取り扱い方を見直し、ホタテガイに強い衝撃を与えないよう配慮する必要がある。

異常貝がへい死に関連することはこれまでの研究から明らかとなっているが、鰓や中腸腺付近の内面着色がへい死と関連があるのかは不明であることから、今後検証していく必要がある。さらに、どの臓器が物理的衝撃によって損傷を受けるのか、組織学的観察によって明らかにする必要がある他、落下させる床面の素材の違いによるホタテガイへの影響を検証するため、コンクリート以外の試験区についても落下回数を増やして再試験する必要がある。

### 文 献

- 1) 東北大学理学部付属臨界実験所(代表 長内健治)(1979)異常ホタテガイ発生機構の基礎的研究. 青水増事業概要, 8, 100-123.
- 2) 小泉慎太郎・吉田達(2021)ホタテガイの内面着色発現と外套膜修復過程の組織学的観察. 2019年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 490-499.
- 3) 山元憲一・半田岳志(2015)ホタテガイの鰓構造. 水産大学校研究報告, 63(3), 189-208.
- 4) 小泉慎太郎・吉田雅範(2022)耳吊り掃除時期の検討. 2020年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 374-379.
- 5) 小泉慎太郎・吉田達・吉田雅範(2022)機械による付着物除去作業が与えるホタテガイ新貝への影響. 2020年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 396-399.