

# ホタテガイ稚貝に対する高水温の影響

野呂恭成

## 目 的

本邦におけるホタテガイ分布の南限は富山湾と千葉県で、漁業生産が多いのは北海道と東北地方である<sup>1)</sup>。東北地方の主要なホタテガイ生産海域である陸奥湾は、日本海を北上する対馬暖流から分枝した津軽暖流の影響下にあり<sup>2)</sup>、開口部が狭い内湾性の地形で、年間の水温変化が大きく<sup>2)</sup>、特に夏季には、年、地域、水深によってはホタテガイの生理に影響を及ぼす水温となることから、夏季の海洋環境からみるとホタテガイ生産海域の南限と言える。このような海洋環境下で、陸奥湾では高水温が原因と考えられるホタテガイの大量へい死が発生している<sup>3)、4)</sup>。ホタテガイの生理に及ぼす水温影響については多くの報告があるが<sup>5)</sup>、稚貝の水温に対する詳細な反応やへい死に至る経過についての観察例は少ない。

一方、1990年夏季に陸奥湾では高水温となり、9月上旬には主に陸奥湾の湾口部の旧平館村から旧蟹田町（現在の外ヶ浜町）、蓬田村にかけて稚貝採取をおこなったホタテガイ稚貝のへい死が発生した<sup>3)</sup>。へい死の特徴は①養成籠の上層のものほど（垂下水深の浅いものほど）へい死率が高い<sup>6)</sup>、②へい死個体や生存個体の貝殻内側先端に外套膜の後退した痕跡が観察された<sup>3)</sup>、などである。湾口部の平館ブイの水温観測では、8月下旬から水温は急激に上昇し始め、15m層の日平均水温が23℃を越えた日が41日間、24℃を越えた日が23日間続いた<sup>3)</sup>。そこで、このような高水温がホタテガイの稚貝にどのような影響を与えるのかについて検討するため、室内試験によりホタテガイ稚貝の大きさと水温条件を設定し、貝殻の開閉や触手などの生理反応とへい死状態などを観察した。

## 材料と方法

ホタテガイ稚貝の大きさ別の水温の影響を検討するため、殻長15mmサイズと25mmサイズの2区分と飼育水温を20℃から28℃まで2℃段階に5区分を設定した。試験は1990年10月25日～11月10日に実施し、試験に供したホタテガイ稚貝は1990年冬季～春季に産卵され、採苗器に付着後採取し、パールネットに収容、飼育したもので、試験区分、試験期間、供試貝の大きさ、試験期間中の水温を表1に示した。試験は容量14リットルのスチロール水槽に濾過海水を入れ、ホタテガイ稚貝を各20個体ずつ収容した（図1）。水槽内にヒーターを入れサーモスタットで水温調整をし、水槽底からエアレーションを行い、1日毎に水温を調整した海水と交換した。稚貝は、生死、貝殻の開閉の状態、外套膜先端の位置、触手の状態、足糸の状態についてそれぞれ1日毎に5日目まで観察した。稚貝の生死は、貝殻を大きく開けているもので、解剖針で外套膜を刺激しても反応のないものをへい死個体とした。足糸の分泌と水槽底面への付着状況は、毎日の飼育水換え時に観察した。へい死個体は換水時に計数し取り除いた。試験終了後、貝殻先端内側において外套膜が後退した痕跡の有無を肉眼で観察した。

表1 試験区分毎の試験期間、殻長および飼育水温

試験区分	試験期間	殻長(mm)	試験期間中の水温範囲(°C)
15mmサイズ	1990.11.5～ 1990.11.10	平均殻長15.6mm 範囲:12.0～18.6mm	20°C区(19.6～19.7)
			22°C区(21.6～22.0)
			24°C区(23.8～24.0)
			26°C区(25.6～25.9)
			28°C区
25mmサイズ	1990.10.25～ 1990.10.30	平均殻長25.4mm 範囲:21.5～30.6mm	20°C区(19.7～20.0)
			22°C区(21.9～22.1)
			24°C区(23.6～24.1)
			26°C区(25.8～26.2)
			28°C区

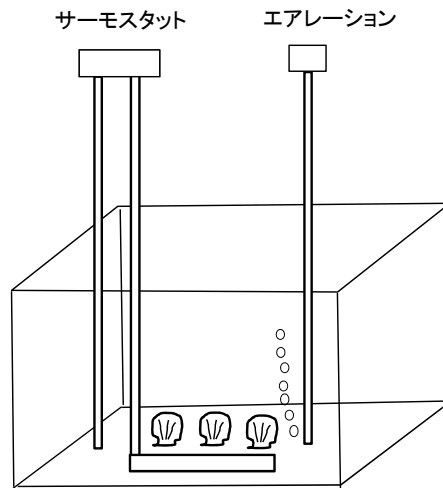


図1 実験装置

## 結 果

図2に殻長15mmサイズ区、殻長25mmサイズ区のへい死率の推移を示した。各サイズ区とも28℃では試験開始直後から稚貝は大きく殻を開け、1日経過後の観察ではすべての個体がへい死していた。26℃では、どちらのサイズ区でも3日目以降へい死個体があらわれ、5日目には15mmサイズ区で30%、25mmサイズ区で85%のへい死率となった。24℃では15mmサイズ区で3日目以降へい死個体があらわれ、5日までのへい死率は10%であり、25mmサイズ区では5日目までの観察ではへい死個体は観察されなかった。22℃、20℃では5日目までへい死個体はなかった。

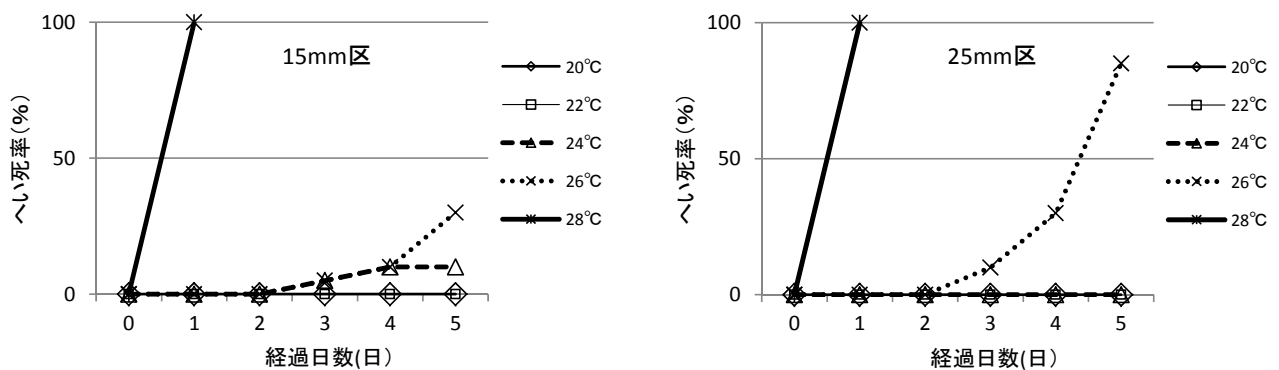


図2 各水温のへい死率の推移

表3、4にそれぞれ15mmサイズ区、25mmサイズ区の稚貝の反応の観察結果を示した。貝殻の開閉では、20~24℃ではかるく開いていたが、26℃では一部大きく開いている個体が観察された。外套膜の反応は、水温が高くなるにつれて貝殻先端よりも突き出ているものが貝殻の縁へ、さらに貝殻先端より内側に引っ込むようになった。26℃ではその傾向が顕著であった。触手の反応は、26℃では縮めている個体が見られ、24℃以下では拡げていた。足糸を分泌して付着している個体は、15mmサイズ区の方が25mmサイズ区よりも多く、15mmサイズ区では20~24℃では半数程度が分泌、付着していたが、26℃では時間経過とともに分泌、付着個体は少なくなった。貝殻に外套膜後退痕跡が観察された個体数を水温別に表4に示した。25mmサイズ区では後退痕跡が多く、特に24℃、26℃で多く観察された。一方、15mmサイズ区では22℃と26℃で各1個体ずつ観察されただけであった。

表2 高水温に対する稚貝の反応(15mmサイズ)

経過日数	水温 (°C)	貝殻			外套膜			触手		足糸分泌	
		閉じてい る	軽く開い ている	大きく開 いている	引っ込ん でいる	縁にある	突き出て いる	縮めている る	拡げている る	あり	なし
1日	20		++++				++++		++++	+++	+
	22		++++				++++		++++	++	++
	24		++++				+	+++	++++	++	++
	26		++++				+	+++	+	+++	++
	28 *										
2日	20		++++				++++		++++	++	++
	22		++++				++++		++++	+++	+
	24		++++				+	+++	++++	++	++
	26		++++			+	+	++	+	+++	+
	28 *										
3日	20		++++				++++		++++	++	++
	22		++++				++++		++++	+++	+
	24		++++				+	++++	++++	++	++
	26		++++			+	+	++	+	+++	++++
	28 *										
4日	20		++++				++++		++++	++	++
	22		++++				++++		++++	++	++
	24		++++				+	+	++	+++	+
	26		+++	+		+	++	+	+++		++++
	28 *										
5日	20		++++				++++		++++	++	++
	22		++++				++++		++++	++	++
	24		++++				++	++	+	+++	+
	26		+++				++	+	++	+	+++
	28 *										

\* 28°Cは1日後まですべてへい死

表3 高水温に対する稚貝の反応(25mmサイズ)

経過日数	水温 (°C)	貝殻			外套膜			触手		足糸分泌	
		閉じてい る	軽く開い ている	大きく開 いている	引っ込ん でいる	縁にある	突き出て いる	縮めている る	拡げている る	あり	なし
1日	20		++++				++++		++++	+	+++
	22		++++				++++		++++		++++
	24		++++					++++	++++	+	+++
	26		+++	+			+++	+	++	++	++++
	28 *										
2日	20		++++				++++		++++		++++
	22		++++				++++		++++	+	+++
	24		++++					++++	++++		++++
	26		+++	+		+	+++		+	+++	++++
	28 *										
3日	20		++++				++++		++++	+	+++
	22		++++				++++		++++	+	+++
	24		++++					++++	++++		++++
	26		++++			+	+++		+	+++	++++
	28 *										
4日	20		++++				++++		++++	+	+++
	22		++++				++++		++++	+	+++
	24		++++					++++	++++	+	+++
	26		++	+		+	++		++	+	+++
	28 *										
5日	20		++++				++++		++++	+	+++
	22		++++				++++		++++	+	+++
	24		++++				++++		++++		++++
	26		+			+			+		+
	28 *										

\* 28°Cは1日後まですべてへい死

表4 外套膜の後退痕跡のある個体数

水温(°C)	15mmサイズ区	25mmサイズ区
20	0/20	1/20
22	1/20	0/20
24	0/20	7/20
26	1/20	5/20
28	0/20	2/20

## 考 察

ホタテガイ稚貝の水温耐性について、佐藤ら<sup>7)</sup>は殻長 10mm～21.5mm の稚貝では全数へい死に要する日数は 25～26°C で 17 日、丸<sup>8)</sup>は殻長 14.0～20.3mm の稚貝では全数へい死に要する日数は 28°C で 16 時間、27°C で 2 日、26°C で 5 日、24°C で 8 日であったのに対し、22°C では 8 日で 10% 余りがへい死し、20°C、18°C では 8 日経過してもへい死がみられなかったと報告している。本研究では 24°C では一部個体で通常とは異なる反応やへい死が見られ、26°C では時間経過とともに外套膜後退や触手を縮めるなどの反応が顕著になり、へい死する個体が多くなり、28°C では 1 日以内に全個体がへい死することが判明し、各水温でのへい死率は丸<sup>8)</sup>の結果とほぼ同様であった。

高橋<sup>9)</sup>は稚貝の成長段階に応じて稚貝の生態を付着生活期、底生生活への移行期、底生生活期に分け、殻長 6～12mm の付着稚貝は付着生活期に当たり、付着能力は強いが安定できる環境では付着しない貝が現れるとし、丸<sup>8)</sup>は殻長 14.0mm～20.3mm の稚貝を用いた結果、足糸の付着率は水温が高くなるにつれて低下すると報告している。一方、榊・佐藤<sup>10)</sup>はホタテガイ採苗器中で流し網に付着している個体とタマネギ袋に落下した個体の殻長組成を調べ、陸奥湾西湾の青森市久栗坂沖では落下群がわずかに小さく、陸奥湾東湾の川内町沖では明瞭な差が見られなかったとし、付着稚貝の落下要因にはホタテガイ自体の生理的变化によるものの他に、水温、波浪、震動などの外部からの物理的要因も考えられるとしている。本試験においてサイズと水温条件を設定し足糸での水槽底面への付着状況を観察した結果、殻長 15mm サイズ区の方が殻長 25mm サイズ区より足糸の分泌、付着割合が高かったほか、20～24°C では水温による影響は明瞭でないが、26°C 以上では付着割合が少なくなっていた。このことから、採苗器や養成籠内で大型稚貝の足糸付着割合が低下する要因は、試験に用いたサイズの場合、水温 20°C～24°C では成長に伴う足糸の分泌、付着能力の低下によるもので環境水温による影響は少なく、26°C では高水温による影響と考えられた。

水温が高いほど外套膜が後退し、外套膜後退痕跡割合が高くなることから、外套膜後退痕跡が稚貝のへい死原因の推定に利用できると考えられた。外套膜後退痕跡が形成される詳細なメカニズムについては不明であるが、通常貝殻先端より突き出ている外套膜が、高水温などの障害により後退し、外套膜からの分泌物が貝殻表面に不規則な形で付着したものと考えられる。実際、高水温が原因と考えられている 1990 年の陸奥湾西湾での稚貝大量へい死では、多くの稚貝で外套膜後退痕跡が観察されている<sup>3)</sup>。また、長期の飼育観察でも、高水温時のへい死個体で外套膜後退痕跡が観察されている<sup>11)</sup>。一方、表 4 で示されるように必ずしも高水温で飼育した個体のみで観察されていないことや、長期の無投餌飼育において全ての個体で外套膜後退痕跡が観察されるなど<sup>12)</sup>、その形成要因は不明な点が多いことから、今後、形成メカニズムについて調べる必要がある。

## 文 献

- 1) 蔵田護 (2003) ホタテガイ。「漁業生物図鑑 新 北のさかなたち」(水島敏博・鳥澤雅監修), 北海道新聞社, 北海道. pp. 290-295.
- 2) 大谷清隆・仲村俊毅 (1985) 第 5 章陸奥湾Ⅱ物理. 日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会沿岸海洋研究部会編), 東海大

学出版会，東京，pp.178-186.

- 3) 田中俊輔・須川人志・佐藤恭成・蛭名政仁・相坂幸二・対馬誠・三津谷正・松原久・山中崇裕・中村靖人・関野哲雄・佐藤敦・苫米地昭一・佐藤直三・二木幸彦・中浜義則・永峰文洋・榊昌文・黄金崎栄一・金田一拓志（1992）平成2年夏期にみられたホタテガイ稚貝の大量へい死について．青水増事業報告，162-168.
- 4) 小谷健二・田中淳也・吉田達・工藤敏博・松尾みどり・川村要（2012）：平成22年夏季から秋季に発生した養殖ホタテガイ大量へい死について．平成22年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，374-393.
- 5) 財団法人海洋生物環境研究所（1991）ホタテガイ．沿岸至近域における海生生物の生態知見 貝類・甲殻類・ウニ類編，財団法人海洋生物環境研究所，185-219.
- 6) 田中俊輔・須川人志・佐藤恭成・蛭名政仁・相坂幸二（1992）ホタテガイの垂下水深と稚貝の生き残り．青水増事業報告，173.
- 7) 佐藤敦・尾坂康・永峰文洋・川村要（1977）ホタテガイの環境条件に対する耐忍試験．青水増事業報告，6，47-50.
- 8) 丸 邦義（1985）ホタテガイの発育初期における温度と比重耐性．北水試報告，27，55-64.
- 9) 高橋克成（1985）ホタテガイの行動について（2）．成長に伴う稚貝の付着能力と底質に対する選択性的変化．青水増養殖研究所事業概要，14，296-306.
- 10) 榊昌文・佐藤恭成（1990）ホタテガイ付着稚貝の研究（その1）．青水増事業報告，19，135-139.
- 11) 関野哲雄・須川人志（1992）高水温下におけるホタテガイ稚貝の成長．青水増事業報告，21，81-84.
- 12) 田中俊輔（1992）無投餌飼育がホタテガイ稚貝の成長に及ぼす影響．青水増事業報告，21，169.