

羽田ミヤコタナゴ生息地保護区における水温変動がマツカサガイに与える影響調査

水温の日変動を与えたマツカサガイの生残と産卵利用状況(平成27年度)

誌名	栃木県水産試験場研究報告
ISSN	13408585
著者名	網川,孝俊
発行元	栃木県水産試験場
巻/号	60号
巻号補足	
掲載ページ	p. 59-61
発行年月	2017年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



羽田ミヤコタナゴ生息地保護区における水温変動がマツカサガイに与える影響調査

ー水温の日変動を与えたマツカサガイの生残と産卵利用状況ー（平成 27 年度）

綱川孝俊

目 的

近年の羽田生息地では、約 20 年前に比べ 5 月から 9 月における高水温期が長期化し、かつ水温の大きな日較差（1 日の最高水温と最低水温の差）も頻繁に観測されている状況にあり、在来のマツカサガイだけでなく、2014 年に羽田生息地と同じ水系の水路から移植したマツカサガイの死亡も相次いで確認されている。¹⁾そこで、水温の日較差や高水温の影響によりマツカサガイが死亡するのか、あるいは死亡に至らなくともミヤコタナゴの産卵母貝としての機能が低下するのかを実験室内で検証した。

I 水温変動によるマツカサガイの生残試験

材料および方法

羽田生息地における水温変動の特徴 2014 年および 2015 年に羽田生息地においてマツカサガイの死亡が確認された時期は概ね 6 月から 9 月であり、その期間における平均水温は約 25℃、日較差 5℃ 以上の日が 2 日に 1 度以上の頻度で起こっていた。そのうち、日較差 10℃ 以上の日はおよそ 4 日に 1 度の頻度で観測された。日較差 15℃ 以上を観測した日の水温の変動範囲はおよそ 16℃ から 31℃ であった。また、日較差が 5℃ でも、30℃ から 35℃ と高水温の範囲で変動する日もみられた。

水温変動によるマツカサガイの生残試験 ー日較差 5℃ および 10℃ の影響ー 試験は 2015 年 7 月 10 日から 8 月 7 日までの 28 日間行なった。水温 25℃ 一定（以下、日較差 0℃ 区）を対照区とし、試験区として日較差 5℃ 区（22.5℃ から 27.5℃ の日変動）および 10℃ 区（20.0℃ から 30.0℃ の日変動）を 120 cm 水槽内で再現した。羽田生息地と同じ水系の水路に生息する水温変動の影響を受けていない（日較差が 5℃ 以下で、最高水温が 29℃ 以下）と考えられるマツカサガイ（以下、同水系産）を 15 個体ずつ各試験区に収容し、死亡状況を観察した。供したマツカサガイの大きさは概ね殻長 47 mm から 70 mm の範囲とし、試験区間で差が生じないようにした（One-way ANOVA, $p = 0.99$ ）。28 日間の変動スケジュールは、日較差 0℃ 区では 25℃ 一定、日較差 5℃ 区および 10℃ 区では、日変動

を 4 日間与えた後に 3 日間を 25℃ 一定とするサイクルを 4 回（計 28 日間）行った。

最過酷水温条件下によるマツカサガイの生残試験 ー日較差 15℃ および高水温下における日較差 5℃ の影響ー 試験は 2015 年 9 月 29 日から 10 月 8 日までの 10 日間行った。日較差 0℃ 区を対照区とし、日較差 15℃ 区（16.0℃ から 31.0℃ の日変動）、高水温下日較差 5℃ 区（30.0℃ から 35.0℃ の日変動）を 120 cm 水槽内で再現した。同水系産 15 個体を各水槽に収容し、死亡状況を観察した。供したマツカサガイの大きさは、概ね殻長 48 mm から 70 mm の範囲とし、試験区間で差が生じないようにした（One-way ANOVA, $p = 0.99$ ）。10 日間の変動スケジュールは、日較差 0℃ 区は 25℃ 一定、日較差 15℃ 区では、日変動を 3 日間与えた後に 25℃ 一定を 4 日間、その後日変動を 3 日間とした。また、高水温下日較差 5℃ 区は 10 日間連日変動させた。

結 果

日較差 0℃ 区、5℃ 区、10℃ 区、最過酷水温条件の日較差 15℃ 区および高水温下日較差 5℃ 区のいずれにおいても、試験期間中に死亡したマツカサガイはいなかった。

II 水温変動を経験したマツカサガイの産卵利用試験

材料および方法

I の試験で日較差 0℃、5℃、10℃ を経験したマツカサガイを用いて、ミヤコタナゴの産卵利用に差が出るかについて検証した。45 cm 水槽に各水温変動を経験したマツカサガイをそれぞれ 1 個体ずつとミヤコタナゴの雄雌 2 ペアを収容し、水温 20℃、明：暗＝16：8 h で 10 日間産卵させた。試験水槽は繰り返しとして 10 水槽設けた。産卵期間終了後、マツカサガイを 1 個体ごとに仕切って水槽に収容し、38 日後まで卵の排出と稚魚の浮上を観察した。その後、排出卵数と浮上稚魚数から産卵数を計数し、産卵利用状況を比較した。なお、各水槽に使用したミヤコタナゴの全長は、雄が平均 47.0 mm から 51.0 mm、雌が平均 41.5 mm から 45.5 mm と水槽間で差はなかった（One-way

ANOVA, それぞれ $p = 0.82, 0.75$)。また, 各日変動を経験させたマツカサガイの殻長は各水槽間で揃えた (Two-way ANOVA, $p = 0.53$)。

同様の試験を日較差 0°C , 15°C , 高水温下日較差 5°C を経験したマツカサガイにおいても実施した。卵の排出と稚魚の浮上を観察した期間は産卵終了日から 42 日後までとした。また, 各水槽に使用したミヤコタナゴの全長は, 雄が平均 49.0 mm から 53.0 mm, 雌が平均 45.0 mm から 49.5 mm と水槽間で差が生じないようにした (One-way ANOVA, それぞれ $p = 0.96, 0.49$)。また, 各日変動を経験させたマツカサガイの殻長は各水槽間で揃えた (Two-way ANOVA, $p = 0.13$)。

結果および考察

日較差 0°C , 5°C , 10°C を経験したマツカサガイにおいて, ミヤコタナゴの産卵数が最も多かったのは日較差 0°C 区の貝で, 10 水槽中 7 水槽で産卵数が最多となった。産卵に利用されなかった水槽はわずか 2 水槽のみであった (表 1)。また, 平均産卵数は日較差 0°C 区の貝が 2.0 個と最も多く, 5°C 区の貝との間には有意な差はなかったものの, 10°C 区の貝との間には有意な差が確認された (Dunnett's test, $p < 0.01$)。さらに, 日較差 10°C 区の貝では稚魚が確認されなかった。よって, 水温の大きな日較差を経験したマツカサガイほど産卵母貝としてミヤコタナゴの選択性が低下し, 浮上稚魚数も少なくなると考えられた。

日較差 0°C , 15°C , 高水温下日較差 5°C を経験したマツカサガイを用いた試験では, ミヤコタナゴの産卵数が最も

多かったのは日較差 0°C 区の貝で, 7 水槽中 5 水槽で産卵数が最多となった。産卵に利用されなかった水槽はわずか 1 水槽のみであった (表 2)。また, 平均産卵数は日較差 0°C 区の貝が 2.4 個と最も多く, 15°C 区の貝と高水温下日較差 5°C 区の貝との間に統計的な有意差は認められなかったものの (Dunnett's test, $p > 0.05$), 水温変動を経験したマツカサガイで産卵数が少ない傾向がみられた。さらに, 平均稚魚数については, 日較差 0°C 区の貝が 0.4 個体であったのに対し, 15°C 区の貝と高水温下日較差 5°C 区の貝では共に 0.1 個体とやや少なかった。よって, 前試験同様に, 日較差 0°C 区の貝に比べ, 水温変動を経験したマツカサガイはミヤコタナゴの産卵母貝として利用されにくくなると考えられた。

Ⅲ 水温変動を経験したマツカサガイにおける懸濁物質取込量の比較試験

材料および方法

I と II の試験の結果, 水温変動を経験したマツカサガイは死亡しなかったものの, 産卵母貝としてミヤコタナゴの選択性が低下することが確認された。この原因として, 水温変動の影響によるマツカサガイの濾水量の低下が考えられた。二枚貝の濾水量や入出管からの流量はヨーロッパタナゴが産卵母貝を選択する際の重要なファクターであり, 濾水量や入出管からの流量が多い二枚貝へ選択的に産卵することが明らかにされている。²⁾ その理由として, 濾水量や入出管からの流量が少ない二枚貝では, 鰓内部に取り込まれる酸素量が低下することで産着卵の発生に負の影響を及ぼすためと考察されている。²⁾ そこで, ここでは

表 1 水温の日較差 0°C , 5°C および 10°C を経験したマツカサガイにおける産卵利用状況

供試マツカサガイ	試験水槽毎の産卵数 (稚魚数)										合計	産卵数最多水槽数	平均産卵数	平均稚魚数
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩				
日較差 0°C 区貝	1	5 (1)	0	2	0	3 (3)	2	4 (2)	2	1	20 (6)	7	2.0	0.6
日較差 5°C 区貝	2	1	1	2 (1)	0	0	2 (1)	0	0	0	8 (2)	4	0.8	0.2
日較差 10°C 区貝	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	4 (0)	2	0.4	0

・黒塗りは, 試験水槽内で産卵数が最多のマツカサガイを示す。

・平均産卵数および平均稚魚数は, それぞれマツカサガイ 1 個体あたりの産卵数および浮上稚魚数を示す。

表 2 水温の日較差 0°C , 15°C および高水温下日較差 5°C を経験したマツカサガイにおける産卵利用状況

供試マツカサガイ	試験水槽毎の産卵数 (稚魚数)							合計	産卵数最多水槽数	平均産卵数	平均稚魚数
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦				
日較差 0°C 区貝	5	1	3 (2)	3	2	3 (1)	0	17 (3)	5	2.4	0.4
日較差 15°C 区貝	0	2 (1)	0	2	2	1	0	7 (1)	2	1.0	0.1
高水温下日較差 5°C 区貝	0	0	1 (1)	2	1	1	2	7 (1)	1	1.0	0.1

・黒塗りは, 試験水槽内で産卵数が最多のマツカサガイを示す。

・平均産卵数および平均稚魚数は, それぞれマツカサガイ 1 個体あたりの産卵数および浮上稚魚数を示す。

水温変動がマツカサガイの濾水能力に影響を与えるかについて調べた。まず、500 mLの水を入れた15水槽それぞれに懸濁物質として1,000 mgのカオリン（Wako）を添加した懸濁物質溶液（2.0 g/L）を調製した。そこへI試験で水温の日較差（0°C、15°Cおよび高水温下日較差 5°C）を経験させたマツカサガイ各5個体（産卵利用試験には使用しなかった個体）をそれぞれ1個体ずつ収容して2時間静置した後、40 mLを採水して濾過・乾燥した。40 mL中に含まれるカオリン重量を測定後、500 mL中の推定残量を導き、添加量（1,000 mg）から推定残量を差し引くことで各個体のカオリン取り込み量を算出し、群間で比較した。なお、各水槽にはカオリンの沈殿を抑えるためエアレーションを施した。

結果および考察

カオリン取込量（5個体の平均 ± 標準偏差）は日較差 0°C 区の貝で 197.5 ± 65.1 mg と最も高く、日較差 15°C 区の貝で 122.5 ± 35.1 mg、高水温下日較差 5°C 区の貝で 108.8 ± 49.3 mg と水温変動を経験した個体で低かった（図1）。特に、高水温下日較差 5°C 区の貝は日較差 0°C 区の貝に比べて有意に低かった（Dunnett's test, $p < 0.05$ ）。このことは、10日間という短期的な日変動であってもマツカサガイの濾水能力が低下することを示唆しており、その結果、産卵母貝としてミヤコタナゴから選択されにくくなることは十分に考えられる。

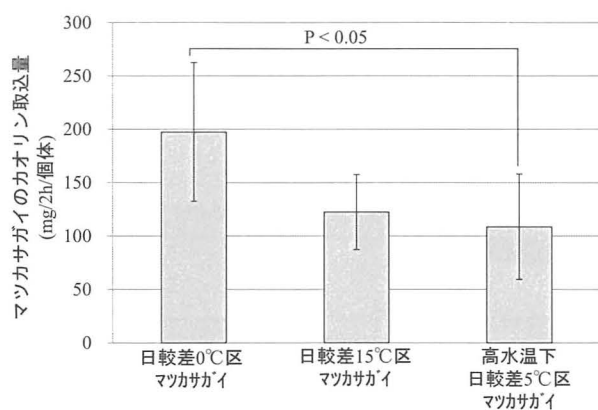


図1 異なる水温変動を経験したマツカサガイのカオリン取込量
エラーバーは標準偏差を示す。

総合考察

本研究において、水槽内のマツカサガイは羽田生息地で5月から9月に観測されるような水温の日較差（5°C、10°C、15°C、高水温下日較差 5°C）の影響で死亡することは無かった。しかし、水温変動の影響によりマツカサガイの濾水能力が低下し、それに伴い産卵母貝としてミヤコタナゴに選択されにくくなることが示唆された。すなわち、死亡要因は水温変動だけでなく、水の濁りや水質、餌環境などが複合的に作用していると推察されるが、少なくとも羽田生息地における水温変動の問題が解決されない以上、今後ミヤコタナゴやマツカサガイの放流を行っても、ミヤコタナゴの生息数の増大、あるいは安定化が期待できるほど良好に再生産が行われない可能性がある。現に、羽田生息地では2014年と2015年の2カ年連続で6月から10月にかけて、羽田産マツカサガイと羽田生息地に移植した同じ水系に生息するマツカサガイが死亡している状況にある（p. 55-56 参照）。また、2013年以降2カ年にわたり計1,700個体ものミヤコタナゴを放流しているにも関わらず、生息数は年々減少している（p. 49-51 参照）。近年の羽田生息地は約20年前に比べ5月から9月における高水温期間が長期化しており、大きな水温変動の観測頻度も多く、かつその日較差も大きくなっている（p. 57-58 参照）。よって、これらの水温変動の影響を改善するためにも、安定した流量の確保を目的とした湧水源の整備、泥除去による羽田沼の水深の確保等の対策が必要である。

引用文献

- 1) 綱川孝俊, 石川孝典, 阿久津正浩. 羽田ミヤコタナゴ生息地保護区におけるマツカサガイへの産卵および稚魚の浮上状況. 栃木県水産試験場研究報告. 2016. 59: 51-52.
- 2) Mills SC, Reynolds JD. Mussel ventilation rates as a proximate cue for host selection by bitterling, *Rhodeus sericeus*. *Oecologia*. 2002. 131: 473-478.

(指導環境室)

調査試験報告要旨

羽田ミヤコタナゴ生息地保護区における水温変動がマツカサガイに与える影響調査－水温の日変動を与えたマツカサガイの生残と産卵利用状況－（p59-61）

水温の日較差や高水温下での変動がマツカサガイに与える影響を水槽内で確認しました。その結果、いずれの水温条件下でも死亡はみられませんが、水温一定で飼育したマツカサガイに比べて厳しい水温変動を経験したマツカサガイは、ミヤコタナゴの産卵に利用されない傾向がありました。また、厳しい水温環境を経験したマツカサガイは、濾水量が低下していることが確認されました。マツカサガイは今回の水温変動の影響では死亡に至らないものの、濾水量が低下しミヤコタナゴの産卵に利用されにくくなることが示唆されました。