

サザエの産卵誘発方法について

岡 部 三 雄

A Method for Inducing the Spawning of Top-shell, *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT)

MITSUO OKABE

Synopsis

Top-shells, *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT), were examined to find an effective method for inducing the spawning. The response to three stimulations; (A) warming, (B) irradiation, (C) non-circulation of sea water in the night time, was assessed by the occurrences of ejaculating and/or spawning shells in percentage. Because of the low responses to each stimulus separately, shells were substitutionally given the four stimuli, which were (A), (B), (C)+(A), and (C)+(B).

A high response was recorded as 80% in a case of (C)+(B), 23.1% in total occurrence, but some shells responded to the other stimuli in low percentage. When the stimuli (A), (B) and (C)+(A) were heaped up to the same shell, the stimulus (C)+(B) was ineffective.

重要な漁業資源であるサザエ Top-shell, *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT) は、高い需要が続く下で、本府におけるその資源量の減少が危惧され、今後人工種苗による資源増殖の必要が一層高まることが予想される。

本種の種苗生産技術は、寺尾他 (1969)、松岡 (1975 a, b)、梶川 (1981)、中久他 (1981)、翠川 (1982) 等により報告されているが、いずれも安定した方法には至っていない。種苗の大量生産技術を確立するには、採苗技術、稚貝の飼育管理技術等開発すべき点は多くあるが、まず安定した産卵誘発方法の確立が不可欠である。

阿井 (1965) は産卵誘発方法として温度刺激が有効であると報告している。また、吉田他 (1965) は夜間多量のホンダワラ類を与え、エアレーションをした夜間止水と換水による温度刺激が有効であると述べている。その他の方法として、干出と温度刺激 (寺尾他, 1969; 中久他, 1981)、夜間止水と反復温度刺激 (松岡, 1975 a)、夜間止水、干出、温度刺激 (梶川, 1981) が報告されている。近年、翠川 (1982) は産卵誘発の方法として、加温、干出、紫外線照射海水、冷水、生殖巣切片、海藻汁を用いたが、いずれの刺激が産卵に有効に作用したかは明らかでない。以上のように、様々の方法が試みられているが、いずれの産卵誘発試験も特定の条件下でその有効性が認められるものの、再現性のある条件の下で産卵

を安定的に誘発する刺激要因として用いることは困難と思われる。

本研究では、産卵誘発要因として加温、紫外線照射海水、夜間止水を採用した。この3要因を単独あるいは組み合わせ、サザエの産卵誘発刺激としての有効な方法を比較した。その結果、紫外線照射海水と夜間止水を組み合わせた方法で高い誘発率が得られた。さらにこの手法によって再現性の高い採卵を行うことができた。

本稿をとりまとめるにあたり、この研究の機会を与えていただいた京都府立海洋センター所長塩川司博士、および本文の校閲をしていただいた同センター海洋調査部長篠田正俊博士、また、供試貝の提供に御協力いただいた京都府蒲入漁業協同組合各位、以上の方々には、ここに記して謝意を表する。

材料および方法

供試貝は1981年3月京都府伊根町蒲入地先水域より採捕されたもので、300 l 容コンクリート水槽 (70 × 80 × 60 cm³) を用いて、主としてアオサを投与して飼育された。その平均殻高は 58 mm (48~67 mm) であった。産卵実験用水槽として、56 l 容アクリル水槽 (28 × 85 × 35 cm³) を4水槽 (A槽, B槽, C槽, D槽) 用いた。実験開始の3日前にあらかじめ供試貝を20個体ずつ各水

槽に収容し、正常に摂餌することを確認した後、実験を開始した。実験期間中は、餌料として夜間のみアオサを投与した。また残餌や糞等の汚れを除くため、毎朝飼育水を完全に排水し、約10分間で実験水槽内の清掃をおこなった。

産卵の誘発刺激は次の3つの方法を用いて行われた。すなわち、(1)加温刺激；ヒーターを用いて約150 l/hrの流水の状態飼育水温よりも約3℃上昇させる、(2)紫外線照射海水刺激；約150 l/hrの流水に対して波長253.7 nmの紫外線によって約270,000 $\mu\text{w}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ のエネルギーが与えられたもの、(3)止水刺激；供試貝が正常に摂餌できる範囲内で軽くエアレーションを行い夜間止水の状態にし、翌朝換水する。実際に供試貝に与える刺激は、止水刺激を複合した実験区を作ったので、次の4方法であった。すなわち、(a)加温のみ、(b)紫外線照射海水のみ、(c)止水+加温、(d)止水+紫外線照射海水である。この(c)と(d)の実験区においては、夜間止水の状態から翌朝換水した後、ただちに加温あるいは紫外線照射海水による誘発刺激が与えられた。これら2つの刺激を与えた時間は3～4時間であった。また、(a)～(d)の4刺激がA～D槽の全てに行われるように、2日毎に順次方法を切り換えた。この実験に先立ち、A、B両槽においては、(a)と(b)の誘発効果をそれぞれ単独に比較した。なお、実験期間中の水温と7月17日については、清掃直前のA槽(止水)とC槽(流水)のpHと容存酸素量の測定を行った。

本実験において、海水の加温には1 kw テフロンヒーターを用い、また海水への紫外線照射は紫外線流水殺菌装置(千代田工販 K.K. 製ステリトロン SF-INSM 2基)によって行われた。

結 果

A～D各水槽別に、産卵誘発に反応し生殖素の放出が確認された個体数(反応個体数)をFig. 1に示した。7月7日から11日までの5日間、A槽とB槽にそれぞれ(a)加温と(b)紫外線照射海水による刺激を用いたが、3日目にA槽で雄が1個体放精し、4日目にB槽で雌が1個体放卵したのみで、有効な誘発はほとんど認められなかった。しかし続く8日間のA～Dの全槽で、夜間止水を加えた場合に、有効な誘発が認められた。特に、1日目に夜間止水と紫外線照射海水を組み合わせたD槽で、誘発開始後15分～1時間30分の間に雄雌合わせて16個体が生殖素を放出し、一連の実験の中で最も高い誘発率の80%を示した。このD槽においては、雄の放精も激しく、飼育水が白濁するほどの顕著な誘発効果であった。一方、

夜間止水と加温を組み合わせたC槽では、雄雌各1個体が生殖素を放出したのみで誘発率も10%と低かった。また、A槽とB槽では、7月7日から11日にかけて用いた誘発方法を引き続き行ったが、両槽とも生殖素の放出は見られなかった。2日目も同様にD槽とC槽で生殖素の放出が見られたが、誘発率はそれぞれ25%、5%と前日より減少し、誘発開始から生殖素の放出に要した時間も増加の傾向を示した。すなわち、D槽においては、前日に大部分の個体が放出したため、2日目は生殖素を放出し得る個体(特に雌)が少なかったと考えられる。また、C槽においては、2日間の連続した刺激による誘発効果の増大は見られなかった。3日目には、夜間止水を組み合わせた方法によってA、B両槽で、2個体ずつが生殖素を放出し、誘発率は10%であった。このA、B両槽の個体は4日目も生殖素を放出したが、誘発率はともに5%と前日よりさらに減少した。4日目のD槽とC槽では、放出個体は見られなかった。5日目には、夜間止水と紫外線照射海水を組み合わせたC槽でのみ生殖素の放出が見られた。このC槽においては、雄の放精により飼育水が白濁し、誘発率は35%と比較的高い値を示した。また、夜間止水の間にも少量の放卵が見られ、刺激を与えた後、生殖素の放出を開始するまでに要した時間も10～30分と短時間であった。したがって、夜間止水の誘発効果がこの日のC槽の個体には大きかったと考えられる。続く6日目にもC槽で放精が見られたが、誘発率は10%と前日より減少した。また、同日にはB槽とD槽においても生殖素の放出が見られたが、誘発率は共に5%と低かった。7日目にはA槽、B槽共に誘発率は15%であり、8日目にはA槽でのみ生殖素の放出が見られたが、誘発率は5%であった。

(a)～(d)の方法によって生殖素の放出が確認された延個体数と誘発率(誘発延個体数/供試延個体数)をTable 1に示した。(d)止水+紫外線照射海水の組み合わせが

Table 1 The number and percentage of responded shells by each stimuli.

Stimuli	Responded Shells	
	Number	Percentage
(a) Warming	1	0.6
(b) Irradiation	0	0
(c) Non-circulation + Warming	10	6.3
(d) Non-circulation + Irradiation	37	23.1

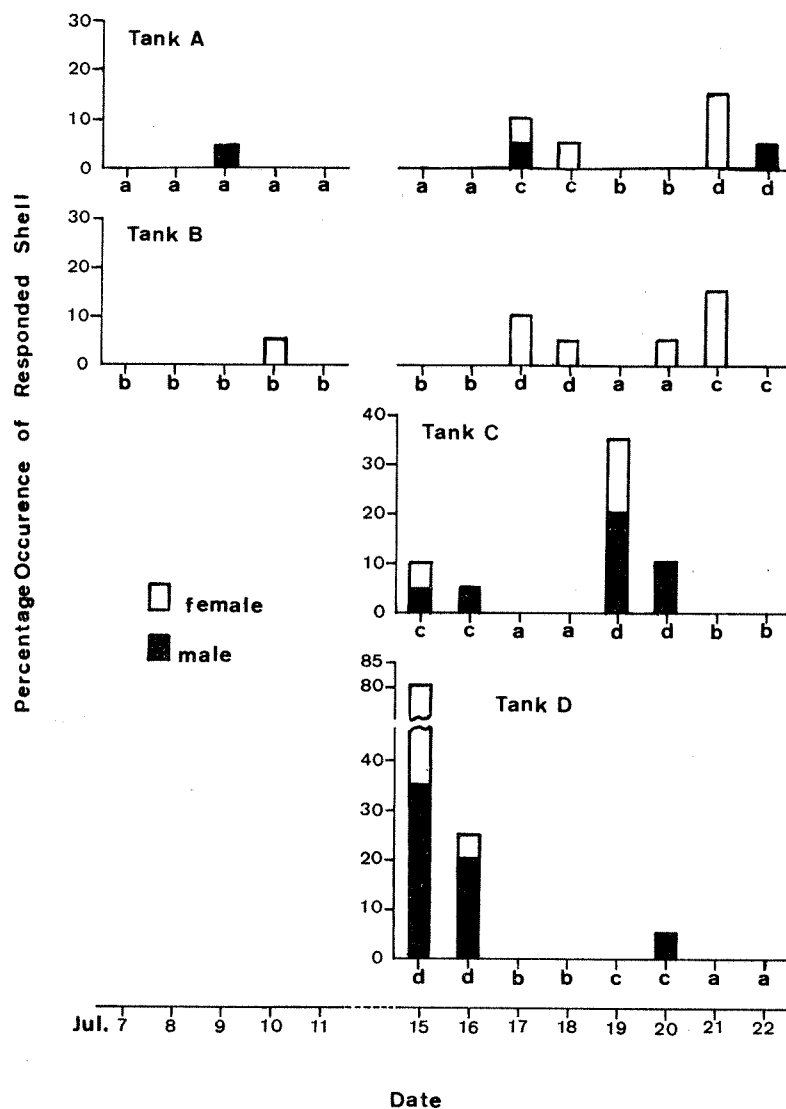


Fig. 1 The percentage occurrences of responded shells by four stimuli; (a) warming, (b) irradiation, (c) non-circulation of sea water in the night time and warming, (d) non-circulation of sea water in the night time and irradiation.

23.1%と最も高い誘発率となり、(c)止水+加温の組み合わせは6.3%と低かった。加温または紫外線照射海水による単独の刺激では、7月7日から11日の結果も含めて、ほとんど効果は見られなかった。

考 察

松岡(1975a)は夜間止水によって昼夜の温度差を利用し、12時間単位の温度刺激が有効であると報告してい

る。吉田他(1968)は、①夜間止水から新鮮な海水に変えることによる水質刺激、②換水による温度刺激(2~3℃程度の昇温)、③水替えに伴う10数分の干出刺激、④水槽内をタワシで洗うため母貝をはがしたり転がしたりする物理的刺激的の4つの刺激の混合により、確実に採卵できると述べている。本実験のC槽における夜間止水(7月18日夜から19日朝)で、この間の水温変化の幅は約0.4℃であり、その変化は自然水温と大差はなく、換

水による温度変化も -0.3°C と僅かであった。また、夜間止水時と流水時の水質を、7月17日における換水直前のB槽(夜間止水)とD槽(流水)で比較すると、pHではそれぞれ7.68と8.18、酸素飽和度ではそれぞれ86%(23.5 $^{\circ}\text{C}$)と93%(22.9 $^{\circ}\text{C}$)となり、夜間止水時に飼育環境が悪化する傾向が見られた。水替えに伴う干出刺激と物理的な刺激等はA~D各槽とも同様に行われている。以上のことから、夜間止水の實質の刺激は松岡(1975a)が述べている温度差の効果ではなく、吉田他(1968)が報告しているように水質変化による効果と考えられる。今回の実験では、夜間止水のみの区を設けなかったが、誘発効果の高さとしては夜間止水15.3%、紫外線照射海水11.6%、加温3.4%の順と考えられる。しかしながら前述したように、紫外線照射海水単独では誘発効果はほとんど見られず、夜間止水と組み合わせることによって顕著な誘発効果を示した。

このように2つの刺激を併用することによって、高い効果を得ることができる理由は次のように推察される。サザエの産卵期について網尾(1955)は、秋冬あるいは初夏とするもの等異論は多いが、山口県吉見産の40mm以上の個体は生殖腺が夏季5~8月頃に著しく発達し、また多量の生殖素がかなり長期間に亘って存在するので、その産卵は多回に亘るものではなからうかと報告している。生殖腺の発達が著しい期間が長く、産卵も多回に亘るのであれば、成熟から産卵にかけての過程も複雑と考えられる。例えば、生殖腺の成熟を促進する要因と、放精放卵を直接引き起こす要因が、質的あるいは時間的に異なっており、両者が適度に組み合わせることにより、生殖素の放出が行われるのではなからうか。中久他(1980)、翠川(1981)は産卵誘発を行った翌朝または翌々朝に放精放卵が見られた事例を報告している。したがって、生殖細胞の成熟が進行し、放精放卵が行われる状態になるまでにはほぼ一晩を要し、それは夜間止水の状態によって効果的に促進され、その後、紫外線照射海水等による刺激が放精放卵を誘発すると推察される。

また、2日を単位とした今回の産卵誘発において、1日目と2日目の誘発率を比較すると、7月19日、20日を除いて生殖素の放出が見られたすべての場合で、1日目の誘発率は2日目のそれを上回った。さらに、7月15日から22日までにおけるA~D各槽の誘発率を高い順にみると、D槽13.8%、C槽7.5%、A、B槽4.4%となる。これはB槽を除くと(d)夜間止水+紫外線照射海水の組み合わせを用いた順序と一致する。すなわち、夜間止水と紫外線照射海水の組み合わせが安定した採卵方法として

Table 2 The case of spawning by the stimuli; non-circulation of sea water in the night time and irradiation with ultraviolet rays.

Date	No. of Shells Used	No. of Responded Shells	% of Responded Shells	No. of egg collected ($\times 10^3$)
Jul. 1	50*	0	0	0
2	*	?	?	132
3	*	14 (M3 F11)	28.0	1,820
12	*	19 (M4 F15)	38.0	3,800
23	20*	7 (M6 F1)	35.0	?
25	*	4 (M3 F1)	20.0	?
26	*	3 (M1 F2)	15.0	207
27	*	3 (M0 F3)	15.0	1,423
28	*	1 (M1 F0)	5.0	0
Aug. 9	**	2 (M2 F0)	10.0	0
10	**	4 (M3 F0)	20.0	?
11	**	4 (M4 F0)	20.0	0
18	**	2 (M2 F0)	10.0	0
19	**	0	0	0
25	46*	0	0	0
30	*	0	0	0
31	20**	1 (M1 F0)	5.0	0
Sep. 1	**	2 (M2 F0)	10.0	0
9	**	1 (M1 F0)	5.0	0
17	**	0	0	0
18	33*	26 (M2 F24)	78.8	7,468
25	130**	16 (M6 F10)	12.3	1,467
26	80*	?	?	11,527

*: Shell collected from sea in March, 1981

** : from sea in August, 1982

M: Male, F: Female

有効であることを示すと同時に、A槽とB槽に対して7月7日から11日にかけて5日間刺激が与えられていたことを考え合わせると、誘発効果の低い刺激を与えることが、誘発刺激に対するサザエの感受性を弱める方向に作用することを示唆している。確実に採卵するためには、安定した状態で飼育された親貝に対して、効果的な方法を少ない回数で済ませることが必要と思われる。

なお、B槽と7月18日のA槽において、生殖素の放出が確認されたのは雌のみであったが、いずれの場合も得られた卵の大部分は受精していた。雄の放精が薄弱であったため確認されなかったものと思われる。菊地他(1974)はエゾアワビ *Haliotis discus hannai* INO について卵が確実に受精するためには、7~10万個/mlの精虫濃度が必要であると報告している。今回の実験におけ

る精虫濃度は不明であるが、肉眼的に判断すると、アワビよりも低濃度で高率な受精が可能ではないかと思われる。

今回の一連の実験以外に、夜間止水と紫外線照射海水の組み合わせを用いて行った産卵誘発の事例を Table 2 に示した。供試貝は本実験に用いた親貝と同時に蒲入地先水域より採捕されたものと、本年8月初旬に同地先水域で採捕された直後のものを使用した。長期間飼育された親貝は8月にはまったく誘発されなかったが、7月3, 12, 27日と9月18, 26日の計5回にわたって大量に採卵することができた。特に9月26日には最も多い11,527千粒の卵が得られたが、ふ化率が9.7%と極端に悪く、取り扱いその他に今後の問題を残した。採捕して間もないサザエも、8月には雄の放精が見られたものの、大量の卵が得られたのは9月25日であったが、誘発率は低かった。サザエが採捕されてから安定的に誘発されるまでに要する期間の検討も、親貝飼育の省力化を考える上で今後に残された問題点と思われる。

要 約

サザエの産卵誘発方法として加温刺激、紫外線照射海水刺激、夜間止水刺激を単独あるいは組み合わせて比較検討した。

1. 最も高い誘発率が得られたのは、夜間止水と紫外線照射海水の組み合わせの23.1%であり、次に夜間止水と加温の組み合わせの6.3%であった。加温と紫外線照射海水の単独による刺激はそれぞれ0.6%、0%と低かった。

2. 誘発効果の低い刺激を与えることはサザエの感受性を弱める可能性があり、採卵にあたっては、効果的な方法を少ない回数ですませることが必要と思われる。例えば、いかなる任意の刺激も与えないで、夜間止水と紫外線照射海水を組み合わせた刺激を与えると、80%の誘発率を得ることができた。

文 献

- 寺尾百合正・角田 信・中村達夫. 1969. IIIサザエの種苗生産研究. 山口外海水試事報, 昭和44年度: 24-27.
- 松岡祐輔. 1975 a. サザエの種苗生産研究(1)産卵誘発と産卵期について. 京水試報, 昭和47年度: 132-139.
- 松岡祐輔. 1975 b. サザエの種苗生産研究…II. 京水試報, 昭和48年度: 199-201.
- 梶川 晃. 1981. サザエの種苗生産について. 鳥取水試報, 第23号: 23-30.
- 中久喜昭・小島 博. 1981. サザエの種苗生産研究—1 産卵誘発試験—1. 徳島水試事報, 昭和55年度: 113-116.
- 翠川忠康. 1982. サザエ種苗生産試験. 和歌山水増試報, 第13号: 45-48.
- 阿井敏夫. 1965. サザエの産卵と発生—II. 産卵誘発と幼生の発達. 日水試30(2): 105-112.
- 吉田昭喜知・土屋文人・金山笙人・大久保久直. 1968. サザエ人工採苗育成試験. 新潟水試事報, 昭和43年度: 469-480.
- 網尾 勝. 1955. サザエ *Top-shell*, *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT)の成長並びに棘の消長に就いて. 農水講研報, 第4巻, 第1号: 57-68.
- 菊地省吾・浮 永久. 1974. アワビ属の採卵技術に関する研究第3報精虫濃度と受精率の関係. 東北水研報, 第34号: 67-71.