

タイラギ, アカガイに対する産卵誘発方法としての 止水と紫外線照射海水の効果

松田 正彦, 藤井 明彦

Effects of Using Non-circulated and Ultraviolet-irradiated Seawater
Together with Thermal Stimulus for Inducing Spawning by Pen shells,
Atrina pectinata, and Ark shells, *Scapharca broughtonii*

Masahiko Matsuda and Akihiko Fujii

Stimulus experiments were conducted to find an effective method for inducing spawning by Pen shells, *Atrina pectinata*, and Ark shells, *Scapharca broughtonii*. The effects of a thermal stimulus plus two experimental stimuli, non-circulated seawater and ultraviolet-irradiated seawater, alone or together, were tested. The thermal stimulus consisted of heating seawater from 22~24°C to 28~29°C over one hour. Some shells were kept in non-circulated seawater for 12 hours before the thermal stimulus. Seawater was irradiated with ultraviolet rays at 930,000 $\mu\text{w}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ at a wave length of 253.7 nm.

With the thermal stimulus, using either non-circulated seawater or ultraviolet-irradiated seawater was more effective for Pen shells, while ultraviolet-irradiated seawater was more effective for Ark shells, than the thermal stimulus alone. However, the thermal stimulus together with both stimuli was the most effective method of inducing spawning in the two species, based on high spawning rate and the production of fertilized eggs necessary for seed production.

二枚貝は外観から生殖巣が確認できないため、安定した採卵ができない種類が多い。本研究で取り上げた2種についても、タイラギ *Atrina pectinata* は採卵と幼生飼育が難しく、稚貝を生産するにいたっていない¹⁻³⁾。また、アカガイ *Scapharca broughtonii* は1千万オーダーの稚貝を生産できる飼育技術は確立されているが、産卵誘発時の親貝の反応率が低いなど計画的な採卵には課題⁴⁾を残している。

そこで、これら2種について安定した採卵を行う上で重要となる産卵誘発刺激について検討した。本研究では通常用いられている温度刺激に、サザエに効果が認められている止水^{5, 6)}と腹足類や数種二枚貝類に効果が認められている紫外線照射海水⁷⁻¹¹⁾を

組み合わせて実験を行ったところ、好結果が得られたので報告する。

材料と方法

産卵誘発実験は、温度刺激に止水と紫外線照射海水 (UV海水) を組み合わせて行った。組み合わせは温度刺激に止水およびUV海水をそれぞれ単独で組み合わせた区 (止水区, UV区) と両者を組み合わせた区 (併用区) を設けて、供試したタイラギとアカガイの反応率を比較した。

温度刺激は、採卵用水槽 (20 l容アクリル製角型水槽) に、タイラギは1個体ずつ、アカガイは2~

4 個体ずつ収容して行った。水温は海水温調機（山一製作所株式会社製，TS-2200ESO-6H，加熱 6 kw，冷却 2.2kw）を用いて，タイラギは過去に採卵例がある佐賀県栽培漁業センターの方法³⁾を，またアカガイは山口県内海栽培漁業センターの方法⁴⁾を参考に，Fig. 1 A, B に示したように変化させた。昇温は 22~24℃から 28~29℃まで約 60 分かけて行い，タイラギでは 2~3 時間，アカガイでは 4 時間一定温で保持した後，昇温前の水温まで約 60 分かけて降温した。なお，タイラギについては，この温度変化を 2 度繰り返した。通常種苗生産を行う現場では，採卵用水槽に多数の親貝を収容して誘発を行うことが多く，反応が早い雄個体の精子は他の個体の反応を促す¹²⁾と考えられているため，放精された精子懸濁液また

は放精がなかった場合は，切開して取り出した精巢の懸濁液を昇温中に採卵用水槽に添加した (Fig. 1)。

止水は温度刺激を行う前日に供試貝を 30 l 容ポリカーボネート製水槽などに海水 1 l 当たり供試貝の重量が 30~50g になるよう収容し，20:00 から翌日の 8:00 までの 12 時間，無通気の止水状態で静置した。なお，この間の水温は，ウォーターバスや室温によって自然海水とほぼ同様の温度 (23~25℃) に調節した。

止水終了後，供試貝は直ちに採卵用水槽に収容し，温度刺激を開始した。

UV 海水は，紫外線殺菌装置（千代田工販株式会社製，FLONLIZER，定格出力 420w，公称殺菌処理能力 31m³/h）を用い，流量 1,000 l/h の海水に波

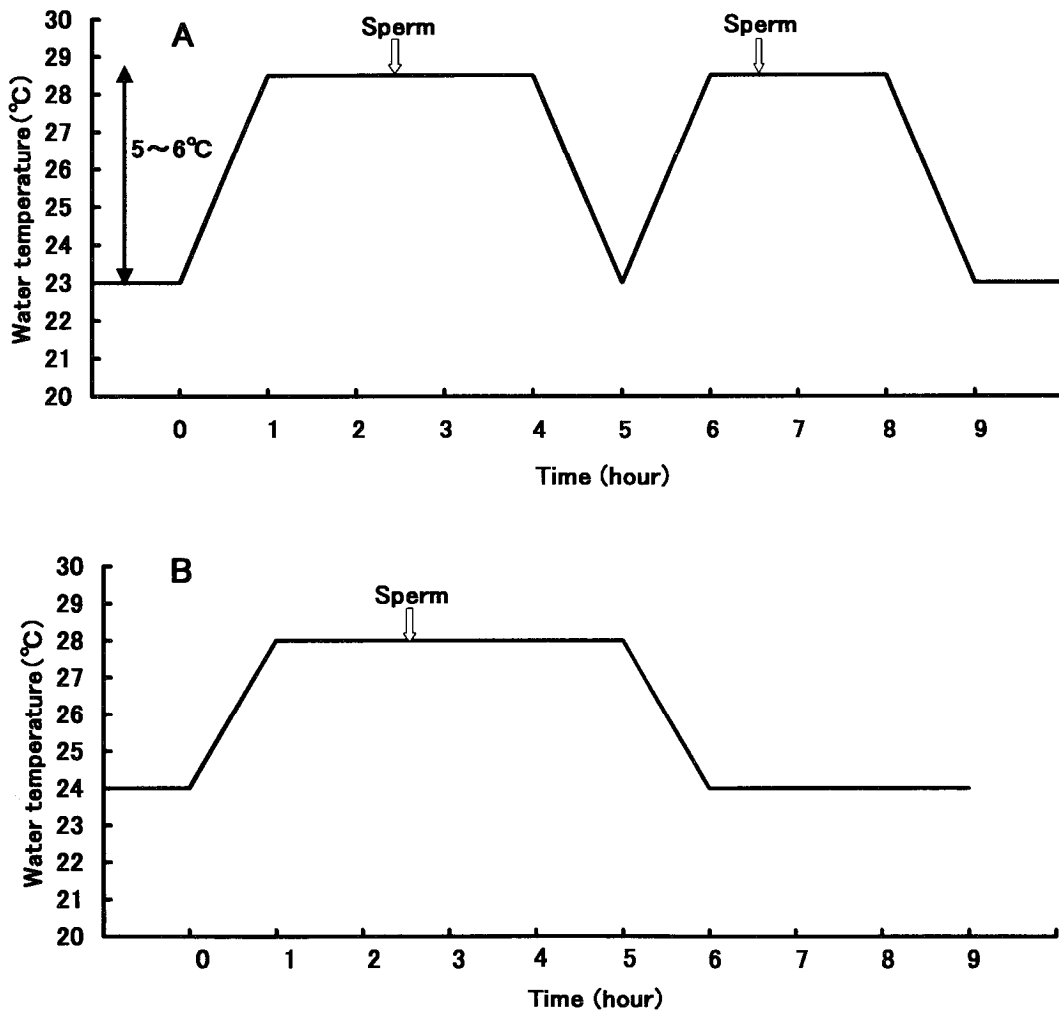


Fig. 1. Changes of water temperature on thermal-stimulus used for Pen shells, *Atrina pectinata*(A) and Ark shells, *Scapharca broughtonii*(B).

長253.7nmの紫外線によって約930,000 μ w-sec/cm²のエネルギーを与えたものである。

反応率は温度刺激終了後、タイラギでは9時間後、アカガイでは5時間後までに、放卵・放精が認められた(反応)個体数を供試個体数で除して求め、各反応個体については放卵・放精開始時刻をその都度記録した。

得られた卵は総数を計数するとともに随時受精させ、2時間後に受精率をさらに24時間後にふ化率を、それぞれ200個体の卵をサンプルとして調べた。

タイラギ 実験は1997年と1998年の7～9月の間にいった。

供試貝は両年とも6月に福岡県大牟田市地先で採取されたもので、1997年は平均殻長177.0mmの50個体、1998年は平均殻長180.4mmの146個体である。これらは実験に供するまで真珠籠に収容して長崎県総合水産試験場の海面筏に垂下して養成した。実験にはこれらの中からアコヤガイ用開口器を用いて、生殖巣の色調(雄:乳白色、雌:赤橙色)により雌雄を判別し、生殖巣の厚みのあるものを選んで用いた。

まず実験1として、温度刺激にUV海水を単独で組み合わせた区(UV区)と止水とUV海水の両者を組み合わせた区(併用区)を、次いで実験2として、止水を単独で組み合わせた区(止水区)と併用区をそれぞれ比較した。

実験1は1997年7月19日、7月28日と1998年7月22日、8月1日の4回、各区合計40個体を用い、実験2は1998年8月19日、8月25日、9月3日の3回、各区合計60個体を用いていった。

なお、温度刺激の効果を確認するため上述の実験とは別に温度刺激のみで1997年8月4日と1998年8月8日に合計30個体を用いて産卵誘発実験を行った。アカガイ 実験は、1998年と1999年の7月に行った。

供試貝は、1998年4月に山口県平生町地先で採

取された平均殻長95.8mmの62個体、1999年6月まで香川県詫間町で養殖された平均殻長70.8mmの80個体を用いた。これらは実験まで、陸上水槽(1t)で *Pavlova lutheri*, *Chaetoceros gracilis*, *Nannochloropsis oculata* 等の餌料藻を給餌して養成した。

なお、アカガイは生殖巣が筋肉中に内包され外部から観察できないため、実験には雌雄の判別を行わずに用いた。

1998年は供試した個体数が62個体と少なかったため、まず実験1として7月1日にUV区と併用区を設けて比較し、次いで実験2として2週間後の7月14日に、実験1の供試個体のうち60個体を経産の有無等を考慮して二分し、止水区と併用区を設けて比較した。

さらに上述の実験1のUV区と実験2の止水区の個体では反応が認められなかったため、前者は1週間後、後者は翌日に併用区と同じ刺激を再度施し、採卵を試みた。

1999年は実験3として、1998年の結果を再確認するため、7月22日に供試貝80個体を止水、UV、併用および温度刺激のみの(対照区)の4区に分けて反応率を比較した。

結 果

タイラギ 実験1および2の産卵誘発実験の結果をTable 1に示した。実験1では、雌雄ともに反応し受精卵が得られたのはUV区が4回の実験の内1回のみであったが、併用区は4回すべてで反応した。反応率はUV区で雄が平均21.1%(0～50.0%)、雌が平均9.5%(0～33.3%)であったのに対し、併用区では雄が平均47.4%(20.0～75.0%)、雌が平均28.6%(16.7～40.0%)と高かった。また、総産卵数はUV区で429万個、併用区で9,521万個であった。

Table 1. Results of the stimulus experiments for inducing the spawning on Pen shells, *Atrina pectinata*.

Experiments	Stimuli	Date	No. of used shells		No. of spawned shells		Spawning rate(%)		No. of spawned eggs($\times 10^4$)
			Male	Female	Male	Female	Male	Female	
1	TS* ¹ +UV* ²	'97 July19	4	6	2	2	50.0	33.3	429
		'97 July28	5	5	0	0	0.0	0.0	-
		'98 July22	5	5	2	0	40.0	0.0	-
		'98 Aug.19	5	5	0	0	0.0	0.0	-
		Average					21.1	9.5	Total
	Total		19	21	4	2			429
	NC* ³ +TS+UV	'97 July19	4	6	3	1	75.0	16.7	810
		'97 July28	5	5	2	2	40.0	40.0	5,794
		'98 July22	5	5	3	2	60.0	40.0	2,370
		'98 Aug.19	5	5	1	1	20.0	20.0	547
Average						47.4	28.6	Total	
Total		19	21	9	6			9,521	
2	NC+TS	'98 Aug.19	10	10	6	1	60.0	10.0	1,367
		'98 Aug.25	10	10	8	8	80.0	80.0	9,122
		'98 Sep. 3	10	10	8	5	80.0	50.0	2,369
		Average					73.3	46.7	Total
		Total		30	30	22	14		
	NC+TS+UV	'98 Aug.19	10	10	3	1	30.0	10.0	1,140
		'98 Aug.25	10	10	10	9	100.0	90.0	21,371
		'98 Sep. 3	10	10	8	7	80.0	70.0	4,347
		Average					70.0	56.7	Total
		Total		30	30	21	17		

*1 Thermal-stimulation

*2 Ultraviolet ray-irradiated seawater

*3 Non-circulated seawater

実験2では、いずれの区ともに3回の実験すべてで受精卵を得ることができた。反応率は止水区で雄が平均73.3% (60.0~80.0%), 雌が平均46.7% (10.0~80.0%), 併用区で雄が平均70.0% (30.0~100%), 雌が平均56.7% (10.0~90.0%)と差はなかったが、総産卵数は止水区が12,858万個であったのに対し、併用区が26,858万個と多かった。

なお、各実験で得られた卵の受精率は97.0~100%, ふ化率は96.9~100%の範囲にあり、いずれも高い値を示した。

さらに、1997年と1998年に1回ずつ温度刺激のみの実験を行ったが、反応は認められなかった。

温度刺激を開始して放卵・放精を始めた個体の反応時間には実験区や雌雄によって大きな差は認められなかった。ここで反応個体の反応開始時間と累積反応個体率(累積反応個体数を全反応個体数で除した率)について、いずれの実験でも反応率が高かった併用区の実験1と2の結果をまとめたものを Fig. 2

に示した。温度刺激を開始して早い個体は72分後、遅い個体は520分後に反応が認められ、個体によって反応開始時間には大きな差があった。ただ1回目の温度刺激を終了した5時間(300分)後には反応個体の73.6%が反応を開始した。

アカガイ 実験1~3の産卵誘発実験の結果を Table 2に示した。すべての実験で反応が認められたのは併用区で、反応率と総産卵数は実験1が64.5%, 46,641万個、実験2が26.7%, 2,000万個、実験3が50.0%, 1,525万個と、実験1の供試個体を再度用いた実験2の反応率はやや低かったが、実験1, 3の反応率は高かった。一方、UV区では実験1では反応が認められなかったが、実験3では反応があり、反応率と産卵数は40.0%, 1,346万個と併用区に比較して、ほぼ遜色ない結果であった。なお、止水区や対照区では反応が認められなかった。

さらに、実験1, 2で反応が認められなかったUV区と止水区の個体を確認のため併用区の方法で誘発

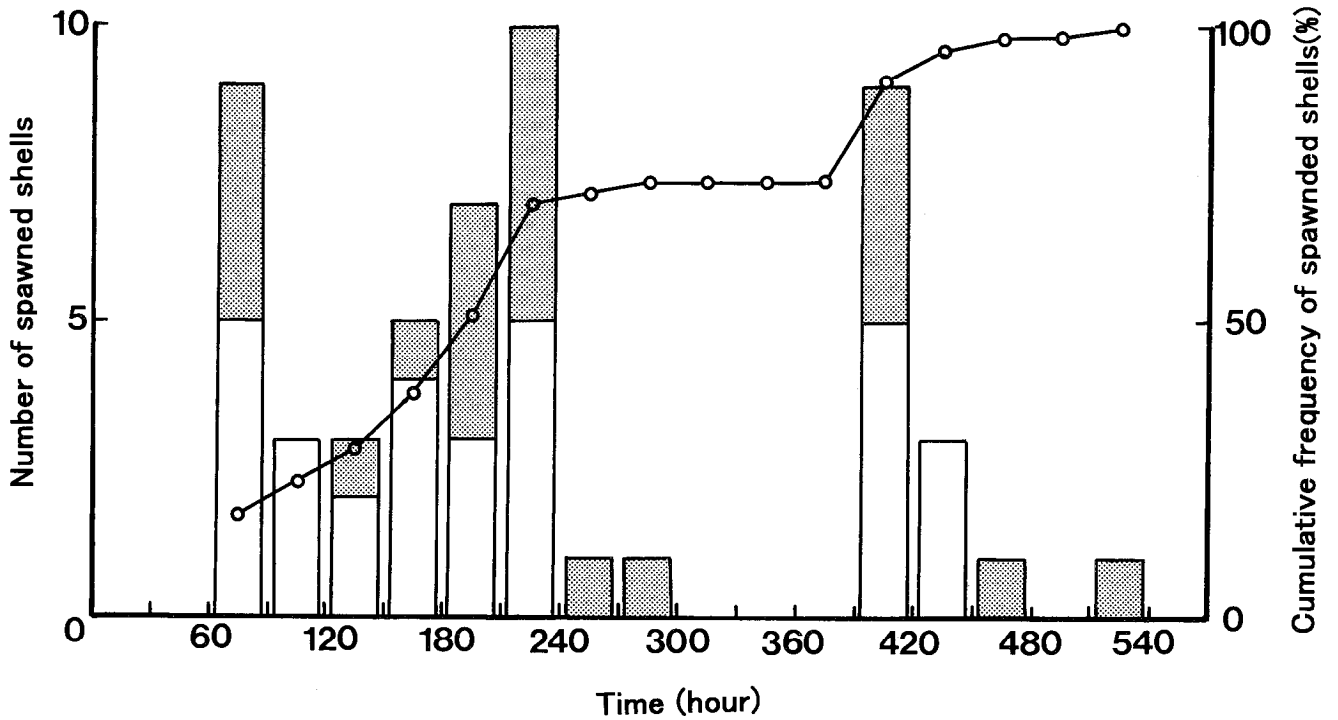


Fig. 2. Responded times and cumulative frequency of spawned shells on stimulus experiments used non-circulated seawater and ultraviolet rays-irradiated seawater combined with thermal-stimulus on Pen shells, *Atrina pectinata*. □, male. ■, female.

Table 2. Results of the stimulus experiments for inducing the spawning on Ark shells, *Scapharca broughtonii*.

Experiments	Stimuli	Date	No. of used shells	No. of spawned shells		Spawning rate(%)	No. of spawned eggs($\times 10^4$)
				Male	Female		
1	TS ^{*1} +UV ^{*2}	'98 July 1	31	0	0	0.0	-
	NC ^{*3} +TS+UV	"	31	15	5	64.5	46,641
2	NC+TS	'98 July 14	30	0	0	0.0	-
	NC+TS+UV	"	30	5	3	26.7	2,000
3	TS+UV	'99 July 22	20	3	5	40.0	1,346
	NC+TS	"	20	0	0	0.0	-
	NC+TS+UV	"	20	6	4	50.0	1,525
	TS(Control)	"	20	0	0	0.0	-

*1 Thermal-stimulation

*2 Ultraviolet ray-irradiated seawater

*3 Non-circulated seawater

した結果，前者は54.8%（採卵数6,571万粒），後者は26.7%（雄のみ）が反応した。

各実験で得られた卵の受精率は96.5~100%，ふ化率は90.0~100%の範囲にあり，いずれも高い値を示した。

温度刺激を開始して放卵・放精を開始した個体の反応時間は，実験区によって大きな差は認められなかったが，雌雄では雄が雌より10~30分程度早く反

応を開始する傾向があった。アカガイについても，反応個体の反応開始時間と累積反応個体率（累積反応個体数を全反応個体数で除した率）について，いずれの実験でも高い反応率を示した併用区の実験1~3の結果をまとめたものを Fig. 3 に示した。温度刺激を開始して反応が早い個体では雄は30分，雌は55分後，遅い個体では雄は165分，雌は180分後に反応が認められ，反応個体はすべて3時間（180分）後

には反応した。アカガイについても反応開始時間には個体によって差があったが、前述のタイラギに比べて小さかった。

考 察

本実験の結果から、タイラギとアカガイでは、温度刺激に止水やUV海水を組み合わせることで誘発効果が認められ、特に両者を組み合わせた併用区ではすべての実験で高い反応率が得られた。ただ、温度刺激にタイラギでは止水やUV海水、アカガイではUV海水を単独で組み合わせたものでも、併用区と遜色ない反応率が得られる場合があった。この点については、実験を行った時期によって親貝の成熟状態が異なり、刺激に対する反応も異なるものと考えられたが、今回の実験ではこの点について十分に追試できなかった。しかし、いずれの実験でも高い反応率が得られたのは併用区であり、産卵誘発刺激として止水とUV海水の組み合わせは簡易な方法で

あることから有効な方法と考えられた。

タイラギについては温度刺激として佐賀県栽培漁業センターの方法³⁾を参考に反復刺激を採用したが、本研究の併用区では1回目の温度刺激で70%以上の個体が反応し、数千万オーダーの受精卵が得られたことから、温度刺激は1回で種苗生産に必要な卵を得ることが可能と思われた。一方、アカガイについても、温度刺激を開始して3時間後にはすべての反応個体が放卵・放精し、従来長時間⁴⁾を要した採卵作業が短縮できるものと考えられた。

著者らは本方法をクマサルボウ *Scapharca globosa ursus* に用いて好結果(未発表)を得ており、簡易な方法である点から他の二枚貝類にも応用範囲は広いと考えられた。

なお、これら刺激の誘発機構については、UV海水に関連したアワビ類とホタテガイの研究^{14,15)}はあるが、止水では不明であり、今後の課題と考える。

謝 辞

本研究にあたり、供試したタイラギおよびアカガイの採集・購入にご協力をいただいた福岡県水産海洋技術センター有明海研究所の本田一三所長他職員の方々と山口県内海栽培漁業センターの角田信孝科長に深謝する。

文 献

- 穂山展志・前川兼佑：タイラギ *Atrina pectinata japonica* (REEVE) その他二枚貝の人工採苗に関する予察的研究. 山口内海水試調研業績, 13 (1), 81-91 (1963).
- 2) 濱本俊策・大林萬鋪：タイラギの人工採卵と幼生飼育に関する問題点. 栽培技研, 13 (2), 13-27 (1984).

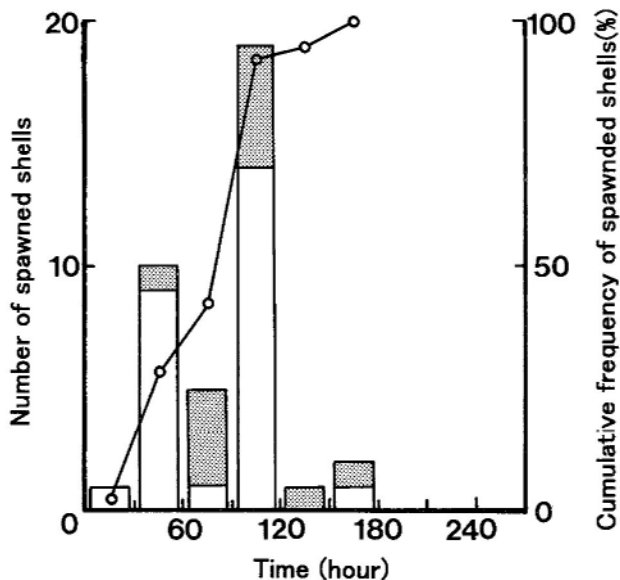


Fig. 3. Responded times and cumulative frequency of spawned shells on stimulus experiments used non-circulated seawater and ultraviolet rays-irradiated seawater combined with thermal-stimulus on Ark shells, *Scapharaca boughtonii*. □, male. ■, female.

- 3) 伊東義信・野田進治・伊藤史郎：タイラギ種苗生産試験（56～58年度）。佐賀栽漁セ事報，昭和55-58年度，28-41（1985）。
- 4) 大橋裕・河本良彦：アカガイ種苗の量産化にともなう技術的開発。山口内海栽漁セ栽培漁業技開報，6，80-135（1980）。
- 5) 岡部三雄：サザエの産卵誘発方法について。京都海洋セ研報，6，1-5（1982）。
- 6) 石田修・林俊裕・山田創一：夜間止水を取り入れたサザエの産卵刺激方法の検討。千葉水試研報，54，25-28（1996）。
- 7) 菊地省吾・浮永久：アワビ属の採卵技術に関する研究 第2報 紫外線照射海水の産卵誘発効果。東北水研報，33，79-86（1974）。
- 8) 浮永久・菊地省吾：紫外線照射海水のホタテガイ *Patinopecten yessoensis* (JAY) に対する産卵誘発効果。東北水研報，34，87-92（1974）。
- 9) 椎原宏・武田年秋：ヒオウギガイの種苗生産Ⅱ 1977年の量産試験ならびに紫外線照射海水による産卵誘発。大分水試調研報，10，67-72（1978）。
- 10) 西広富夫：トリガイの人工採苗に関する研究Ⅰ 産卵誘発と初期発生。京都海洋セ研報，4，13-17（1980）。
- 11) 西広富夫：イタヤガイ *Pecten(Notovola) albicans* (SHRÖTER) の産卵誘発とふ化について。京都海洋セ研報，5，47-50（1981）。
- 12) Galtsoff, P. S.: Physiology of reproduction of *Ostrea virginica*. I. Spawning reactions of the female and male. Biol. Bull., 74, 461（1938）。
- 13) 管野尚：温度の反復刺激による二枚貝の産卵誘発。東北水研報，20，114-120（1962）。
- 14) Morse, D.E., Duncan, H., Hooker, N. and Morse, A.: Hydrogen peroxide induces spawning in mollusks with activation of prostaglandin endoperoxide synthetase. Science, 196, 298-300（1977）。
- 15) Matsutani, T. and Nomura, T.: Pharmacological observations on the mechanism of spawning in the scallop *Patinopecten yessoensis*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 52 (9), 1589-1594（1986）。