

水温と光周期調整によるブリ(*Seriola quinqueradiata*)の早期自然採卵試験

誌名	熊本県水産研究センター研究報告
ISSN	09181210
著者名	木村,武志 菊川,里香 山下,幸久 倉田,清典 藤田,忠勝 浜田,峰雄
発行元	熊本県水産研究センター
巻/号	6号
掲載ページ	p. 39-44
発行年月	2004年3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



水温と光周期調整によるブリ (*Seriola quinqueradiata*)

の早期自然採卵試験

木村武志・菊川里香・山下幸久・倉田清典・藤田忠勝

浜田峰雄

Experiment of Spawning in Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) by

Manipulation of Water Temperature and Photoperiod.

Takeshi Kimura, Rika Kikukawa, Yukihisa Yamasita, Kiyonori Kurata,

Tadakatu Fujita, Mineo Hamada

キーワード：ブリ、産卵制御

緒言

養殖ブリは平成13年に全国で153,075トン(平成13年漁業養殖業生産統計年報ブリ類)が生産され、日本における海産養殖魚の58%を占める生産量第1位の魚種である。また本県においても、5,121トン(同年報)と、海面養殖魚種の35%を占めている。しかし、その種苗は、東シナ海で2~3月に天然に発生した稚魚を5~6月に日本沿岸で採捕して用いられており、年毎の好不漁に左右されている。また、流れ藻に着生する他魚種の幼稚魚で、同時に採捕され利用されないまま放棄される魚種があることや、十分な再生産を行う前に出荷されることから、天然ブリ資源の減少の一因となる等の問題がある。

このため養成親魚から採卵し、人工種苗を生産することで養殖用種苗の一部を確保することは持続的な養殖推進や、資源管理上において重要な意義を持っている。このため養成した親魚から受精卵を得る必要があるが、本県の天然海域がブリの産卵水温である19~20℃に達するのは5月下旬から6月となり、本県における天然稚魚採捕時期と重なり、養成親魚を用いて早期に採卵させることは、養殖用人工種苗としての利用を図るために必要な事項である。これまで、(社)日本栽培漁業協会等では、ブリ人工種苗生産を実施するに当たり、1月下旬から2月上旬にかけて養成親魚から採卵する早期採卵法を確立してきた¹⁾。これは水温と光周期を制御し、熟度が適期になった時点でHCGを用いて排卵促進を行い、人工搾出で卵を得るという手法である²⁾。これは一時期に少ない親魚から多量の受精卵を得るには有効な手法であるが、養殖用種苗を大量に生産するために、多数の親魚を扱う場合には作業的

負担が大きいと考えられる。このため(社)日本栽培漁業協会の手法を参考に、水温と光周期の制御によって、水槽内で1月下旬から2月上旬の早期自然産卵により受精卵を得る試験を実施したので報告する。

材料及び方法

試験期間 平成11年度から平成14年度にかけて4回の試験を、いずれも11月上旬から翌年の3月中旬にかけて実施した。

供試魚 4回の試験のいずれも、県内の養殖業者によって飼育された養殖3年目のブリ(平均尾差長60~65cm)を年毎に購入して用いた。4月~5月にかけて腹部を圧迫し、精液が搾出された個体を雄として、雌雄20尾ずつを購入した。試験に用いるまでは、(財)熊本県栽培漁業協会牛深事業場の7×7×5m(水深)の底面に金網を設置した海面生け簀でモイストペレットを用いて飼育を行った。

早期採卵方法

①成熟促進

牛深事業場の海面水温が19℃台に下降した11月上旬に、図1に示す、水産研究センターの100kLコンクリート楕円形循環水槽に移送し、試験終了の3月まで19℃台の水温を維持した。搬入の際に、平成11年~13年の試験においては、LHRHを背筋部に1mg/尾を目安に、コレステロールペレットを作成して埋め込んだ。併せて、11月~12月は午後10時まで、1月以降は午前0時まで40W蛍光灯8本での電照による長日処理を行った。

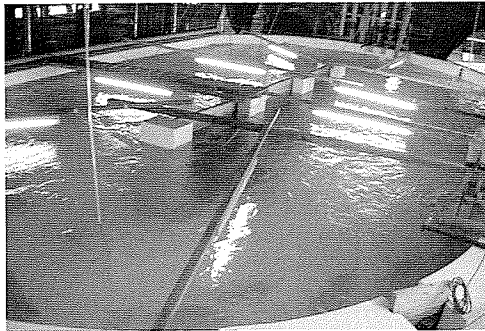


図1 陸上100kL コンクリート製楕円循環水槽

②産卵促進

陸上水槽に搬入後、一月毎にカニューレにより卵巣内卵を取り出し、20個程度について卵径を測定し、直径が700 μm を超えた時点で、飼育水温を一時的に低下させる産卵刺激を実施した。この刺激により受精卵が得られない場合は600IU/kg・魚体重を目安に、HCGを背筋部に打注し、産卵を促した。

飼育餌料及び給餌方法 陸上水槽に収容するまでは表1に示すモイストペレットにより飼育を行い、収容後は、甲殻類の割合を5%程度増量したモイストペレットにより飼育を行った。給餌は原則として、海面飼育中は週2日間、陸上水槽に収容後は週のうち6日間行い、1日1回、凍結状態のまま飽食量を午前中に与えた。用いた餌料の一般成分分析結果を表2に示した。

表1 モイストペレットの内容

原材料	割合 (%)
アミ	57.8
アジ	14.4
イワシ	7.2
市販配合飼料	19.3
フィードオイル	0.5
総合ビタミン剤	0.8

表2 モイストペレットの一般成分分析結果

成分	割合 (%)
水分	71.3
タンパク質	19.0
脂質	3.0
炭水化物	2.3
灰分	4.4

※ 計算上のC/P比は61.0であった

飼育時の管理及び測定項目 給餌の前の午前9時及び午後4時の2回、水温・溶存酸素・pHを測定した。給

餌後は、排水バルブから約1/3量を排水し、換水を行った。注水量は加温設備の関係上、4回転程度とし、砂濾過器を用いた循環水を併用して用いた。

卵巣内卵の成熟度確認のため、水槽収容時と1月毎にカニューレによる卵巣内卵径調査と体重・尾叉長の測定を行った。その際にハダムシ (*Benedenia seriolae*) の寄生が見られた場合にはプラジクアンテル製剤を規定量投与した。また週に2~3回程度、サイフォンを利用した底掃除を行い、糞等の沈殿物の除去を行った。

結果

親魚の成長 各年度毎の親魚の陸上水槽収容後の成長について表3に示した。飼育期間中に、体表のスレや、飛び出しによる数尾の斃死が発生した他は、異常な斃死は発生しなかった。収容時の肥満度は16~17の間であったが、飼育が進むにつれて、産卵時の目標とする肥満度20に近づいた。平成11及び12年度は雌雄ともに、1月17日に肥満度20に達したが、平成13及び14年度は20未満であった。また雌・雄数の変動は収容時に明確に雌雄の判別がつかなかったが、卵巣内卵の確認によって判別されたことによるものである。平成14年度の試験において産卵が終了した以降の肥満度が19から16へ急激に低下することが観察された。

卵巣内卵の成熟度 各年度毎のカニューレによる卵巣内卵径の変化を表4に、平成14年度試験の結果を図2に示した。

いずれの年度も11月の水槽収容から、順調に卵巣内卵径は拡大し、収容から2ヶ月後の1月に、第三次卵黄球期と考えられる600~700 μm になった。その後卵径は縮小に移行し、退行の状態が伺われた。

摂餌量の変化 全試験期間を通じて、基本的に図3に示す平成14年度試験の摂餌量の変化と同様の傾向を示した。飽食量を給餌したことにより、成熟に伴う摂餌量の低下が明確に観察された。平成14年度試験では、12月下旬に摂餌量は最大となり、総魚体重の約6.7%を摂餌した。それ以降減少していき、卵巣内卵径が600~700 μm を示し、一時的な水温低下刺激を実施した1月中下旬以後は急激に減少し、産卵中は総魚体重の約2.2%と、最大時の30%程度の摂餌状況となった。

環境変化 4回の試験中の飼育環境変化はほぼ同傾向を示した。

図4に平成14年度試験の水温変化を示した。水温は温

水ボイラ配管を用いて 19°C で一定になるように加温を実施したが、能力的に 18.7°C ~ 20°C の範囲で変化した。

表 3 ブリ親魚の成長状況

平成 11 年度		11月26日	12月20日	1月17日	
雌	尾数	15	15	15	
	平均尾叉長(cm)	69.8	70.5	71.2	
	平均体重(g)	5,763	6,671	7,206	
	平均肥満度	16.9	19.0	20.1	
雄	尾数	18	18	18	
	平均尾叉長(cm)	68.6	69.1	70	
	平均体重(g)	6,550	7,241	6,925	
	平均肥満度	17.2	22.3	20.1	
平成 12 年度		11月28日	12月27日	1月16日	
雌	尾数	21	21	21	
	平均尾叉長(cm)	76.9	76.9	76.9	
	平均体重(g)	8,114	9,125	9,605	
	平均肥満度	17.8	19.1	21.5	
雄	尾数	14	14	14	
	平均尾叉長(cm)	74.3	77.2	77.3	
	平均体重(g)	7,210	8,822	9,550	
	平均肥満度	17.6	20.1	20.6	
平成 13 年度		11月27日	12月27日	1月29日	2月12日
雌	尾数	19	17	16	16
	平均尾叉長(cm)	72.2	73	73.0	73.5
	平均体重(g)	6,607	6,674	7,448	7,256
	平均肥満度	17.6	17.1	19.2	18.2
雄	尾数	17	17	18	18
	平均尾叉長(cm)	71.7	72.4	72.6	72.2
	平均体重(g)	6,490	6,621	7,432	7,126
	平均肥満度	17.6	17.5	19.4	18.8
平成 14 年度		11月27日	12月25日	1月27日	3月14日
雌	尾数	17	16	14	14
	平均尾叉長(cm)	73.9	74.3	74.6	75.2
	平均体重(g)	6,750	7,161	7,917	6,945
	平均肥満度	16.7	17.5	19.0	16.3
雄	尾数	20	20	22	21
	平均尾叉長(cm)	73.4	73.8	73.8	74.5
	平均体重(g)	6,424	6,724	7,449	6,566
	平均肥満度	16.2	16.7	18.5	15.9

表 4 卵巣内卵径の変化

年度	調査日	卵径 (μm)
平成 11 年度	11月26日	92~118
	12月20日	
平成 12 年度	11月28日	115 (207)
	12月27日	
平成 13 年度	11月27日	152.9
	12月27日	
平成 14 年度	11月27日	167.6 (163.0)
	12月25日	
	1月27日	657 (785.5)
	3月14日	
	2月13日	583 (800)
	2月12日	
	3月14日	249.5 (772.5)

○は最大値

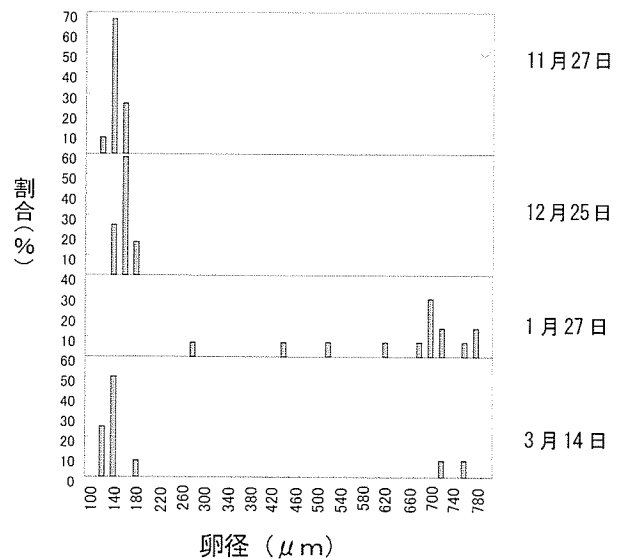


図 2 カニキュレによる卵巣内卵径の変化

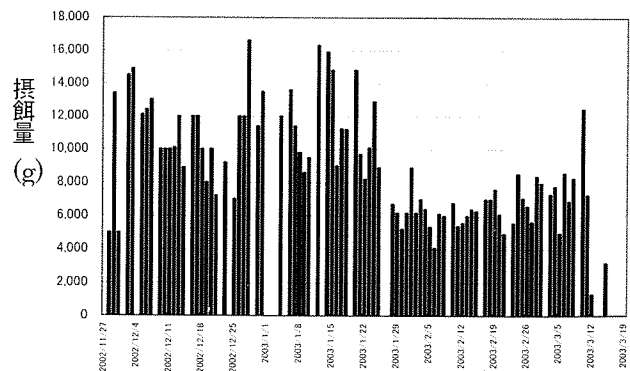


図 3 試験期間中の摂餌量の変化

飼育環境の変化としては、pHと溶存酸素量の低下が給餌後に見られ、最低値でpHが7.50、溶存酸素が6.2ppmとなった。平成13年度試験で給餌時間を中心とした経時的な水質変化について分析した値を表5に示したが、摂餌時の食べこぼしや排泄物により、飼育水から腐敗臭がしたり、透明度の低下を招く濁りが発生するなど、かなりの水質悪化が認められた。このため、状況に応じて換水量を増加し、溶存酸素の低下はY社製酸素発生装置を用いて改善を図ったところ、環境悪化を原因とする摂餌不良や異常な遊泳を示すことはなかった。

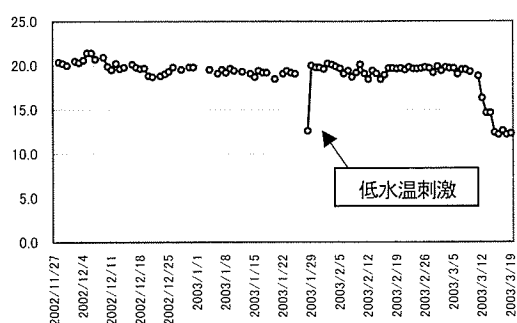


図4 平成14年度試験の飼育水温変化

産卵量及びふ化率 産卵は表6に示すように、平成11、平成13及び平成14年度試験で観察された。

平成11年度試験の産卵は、1月17日～18日の一

時的な水温低下刺激実施後から7日目に始まり約10日間継続した。期間中の総採卵量は浮上卵が 103×10^4 粒、沈下卵が 70×10^4 粒で、卵の観察結果からほぼ100%受精卵であった。受精卵は平均の卵径が1.12mm、油球1個で、1月30日の受精卵のふ化率は50%と低調であった。しかし、ふ化率はブリ受精卵の特徴である、卵発生段階での比重変化に伴う沈降³⁾の影響で明らかな値を求めることができなかったと考えられる。

平成12年度は、11年度の再現を行うため、1回目の一時的な水温低下刺激を1月16日に試みたが、産卵が観察されず、1月29日に再度同様の刺激を与えたが、やはり産卵は観察されなかった。このため2月中旬にHCGを打注し、人工搾出を試みたが 1×10^4 粒程度の受精卵が得られたにすぎなかった。

平成13年度は一時的な水温低下刺激を1月29日～30日にかけて行ったが、10日間経過しても産卵行動が観察されなかったため、刺激後12日目の2月12日にカニューレにより卵巢内卵径を調査したところ、卵径が小さくなり、卵の退行が考えられた。そのためHCGを打注したところ、打注翌日に産卵行動を開始し、2月21日までの9日間継続した。期間中の総採卵量は浮上卵が 291×10^4 粒、沈下卵が 246×10^4 粒で、受精卵の卵径は1.19～1.26mmで、観察結果からほぼ100%受精卵であり、ふ化率は2月13日が67.9%、14日が58.9%であった。

表5 給餌前後の飼育水の水質変化 ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{+NO}_2\text{-N}$ の単位は $\mu\text{g-at/l}$)

	時刻	D. O. (mg/l)	水温 (°C)	pH	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	$\text{NO}_3\text{+NO}_2\text{-N}$
給餌前	9:53	6.6	19.5	7.84	23.05	3.48	25.48
給餌	9:58						
給餌直後	10:20	6.8	19.5	7.77	22.88	3.84	24.72
換水終了時	11:03	5.9	19.5	7.76	22.72	3.81	24.08
満水時	16:53	6.8	19.6	7.80	88.90	4.60	48.30
生海水	15:43	8.5	11.7	8.35	1.36	0.58	5.42
濾過海水	15:45	7.1	11.9	8.38	0.66	0.58	5.95

表6 各年度毎の産卵状況

試験年度	低水温刺激日	産卵開始日	産卵終了日	産卵日数	浮上卵数 (万粒)	沈下卵数 (万粒)	ふ化率 (%)
平成11年度	1月17～18日	1月25日	2月4日	10日	103	70	50 (1月31日)
平成12年度	1月16～17日	産卵なし					
	1月29～30日	産卵なし					
平成13年度	1月29～30日	産卵なし					
	2月12日 HCG打注	2月13日	2月21日	9日	291	246	67.9 (2月13日)
平成14年度	1月27～28日	2月3日	3月3日	30日	592	846	40～90

平成 14 年度は、陸上水槽搬入時の LHRH 投与は、卵巣内卵の成熟度が卵黄形成の中期以前であることから考えて、その効果が期待できないと判断し⁴⁾、供試魚への投与は行わなかった。他はこれまでと同様の管理を行った。その結果、図 5 に示すように、1 月 27 日～28 日にかけて一時的な水温低下刺激を実施したところ、1 週間後の 2 月 3 日から産卵が始まった。産卵は 3 月 3

日まで 1 ヶ月間続き、その間 16 回の産卵が見られた。この産卵期間の間に得られた卵は、浮上卵 592×10^4 粒、沈下卵 846×10^4 粒であり、合計 $1,439 \times 10^4$ 粒であった。単純に総産卵数を雌親魚数で割った数値は $1,000 \times 10^4$ 粒程度となり、これは魚体重が 10kg 前後のブリにおいては 1 尾当たりの産卵数が $100 \sim 200 \times 10^4$ 粒と報告があることや、産卵終了後の雌親魚の約 8 割の肥満度が低下していることから、ほぼ全ての雌親魚が産卵に参加していると考えられた。また、

(社) 日本栽培漁業協会と長崎県総合水産試験場で検討したふ化率算出のための卵管理法⁵⁾を用いて、受精卵のふ化率を求めたところ、40%～90%の間で変化した

が、産卵期間や浮上卵の割合との間に関連は見られなかった。

考 察

4 年間における 4 回の試験で、産卵が観察されたのは 3 回であった。産卵行動が観察されなかった平成 12 年度の試験は、雌 21 尾、雄 14 尾と、雄が少ない状態であったことがその要因と考えられ、自然産卵を行わせるには、飼育期間中の減耗を考慮し、あらかじめ雄を多めに用いることが重要であると考えられた。

また、4 年間の試験期間中、水温と光周期の調整のみにより自然産卵が観察されたのは平成 14 年度試験のみで、平成 13 年度試験においては一時的な水温低下刺激のみでの産卵行動誘発には至らず、HCG の投与を行った。

ここで水温低下刺激時の水温変化の差異について、平成 11、13、14 年度の比較を行った。各年度の一時的な水温低下刺激時の水温の経時変化を表 7 に、平成 13、14 年度試験の水温変化を図 6 に示した。これによると、平成 14 年度試験では、 12°C まで水温が低下しているのに対して、平成 13 年度試験は水温が 15°C までしか低下しておらず、また、最低水温の時間帯も 15 時間と短く、供試魚への十分な刺激が与えられていないと考えられた。また平成 11 年度は水温は

15°C までしか低下させなかったものの、 15°C の時間帯が 17 時間と長く、このことが産卵誘発につながったと考えられる。しかし、この一時的な水温低下刺激の有効性については、低下させる最低水温と最低水温の維持時間について十分な検討を行う必要がある。

この水温低下刺激は、魚類の排卵誘発に利用される HCG (human chorionic gonadotropin) と同等の働きをするが、その効果は HCG が数十時間で排卵に至らせるのに対し、水温刺激の場合はほぼ 1 週間を要することから、緩やかな排卵促進作用と考えられる。このことから、刺激を行う前後の供試魚体内で排卵に関与する生殖腺刺激ホルモンの動向等の供試魚体内の変化を詳細に検討する必要があると考えられる。

本試験で開発された手法は、これまで (社) 日本栽培漁業協会等で実施されてきた、HCG を用いた早期搾出法に比べ、

- ① 薬剤を用いない
- ② 搾出法に比べ自然産卵であるため作業性が良い
- ③ 魚体への負担が軽い

の 3 点において優れていると考えられる。①については、薬剤の使用について法的な規制が厳しくなる中で、有効と考えられる。また、②については、今後、人工種苗としての優位性を高めるためにマダイで行われているような、選抜育種による高成長品種を開発することが考えられるが、近交弱勢を防ぐためにも多数の親魚を用いねばならないと考えられ、自然産卵による本手法は、各親魚間の成熟度合いが同調すればほぼ用いる全親魚が産卵に参加する等、遺伝的多様性及び採卵作業性の面から有効であると考えられる。

また、卵質については今回の試験では十分な検討ができなかったが、親魚の成熟への影響や、ふ化率のみならず、種苗生産時に発生する形態異常魚防止対策も含めて、高度不飽和脂肪酸を含む良質なフィード・オイルの餌料への利用と、受精卵への影響を検討することが必要であると考えられる。

養殖用種苗として優位性を目指し、(社) 日本栽培漁業協会ではさらに早期の 12 月に受精卵を得る手法の開発に成功している (参考: 平成 15 年 4 月 9 日水産庁プレスリリース)。しかし本県における現場海水温を考慮した種苗生産を実施する場合に、2 月中下旬以前の早期採卵は必要ないと考えられる。これは本県において現場海水の水温が $19 \sim 20^{\circ}\text{C}$ に達するのは 5 月中下旬であることから、ブリの種苗生

産期の水温（20℃程度）からスムーズに沖出しするためには2月中下旬の採卵で十分であることによる。陸上水槽と現場水温の差が大きい場合には、水温馴致時の摂餌低下及びビルナウイルスによる腹水症の発生が危惧され、養殖用種苗として優位であるとは考えづらい。それより形態異常発生率の低減及び集群性を中心にした摂餌性と成長性の向上といった、種苗の質的な優良化を図ることが重要と考えられる。

要約

ブリ親魚を用いて、水温と光周期の調整のみにより自然産卵が誘導できた。その手法は、以下のようにまとめられる。

- ① 然水温が19℃に低下する11月上旬に陸上水槽に収容し、19～20℃の水温で飼育する。
- ② 陸上水槽収容後、12月までは日没から午後10時まで、1月以降は午前零時まで電照による長日処理を行う。

- ③ 1月に肥満度を20に近づけるように給餌を行う。
- ④ 卵巣内卵径が600～700μmになり摂餌量が低下したら、飼育水温を12℃まで低下させる。
- ⑤ 飼育水温低下刺激は、13時間かけて12℃まで低下させ、12℃を7時間程度維持し、さらに8時間かけて19～20℃に上昇させる。
- ⑥ 水温低下刺激後、約1週間で産卵が始まるが、産卵行動が観察されない場合は、HCGを打注することにより、自然産卵が誘発される。

謝辞

本試験を実施するにあたり、供試魚搬入から、陸上水槽搬入までの海面生け簀における飼育管理にご協力いただいた（財）熊本県栽培漁業協会職員の皆様にお礼申し上げます。

文献

- 1)～5)
 社団法人日本栽培漁業協会（1999）：栽培漁業技術シリーズ No.5 ブリの親魚養成開発技術

表7 各年度の低水温刺激状況

試験年度	刺激時の最低水温（℃）	最低水温保持時間（h）	*水温刺激にかかった時間（h）
平成11年度	15	17（16:00～9:00）	27（13:00～翌日16:00）
平成12年度	15	17（16:00～9:00）	27（13:00～翌日16:00）
平成13年度	15	15（21:00～12:00）	27（15:00～翌日17:00）
平成14年度	12	7（4:00～10:00）	27（12:00～翌日20:00）

15℃以下の時間帯は18時間

*水温低下を開始して、元の水温に戻るまでの時間

図6-1 低水温刺激中の水温変化（平成13年度試験）

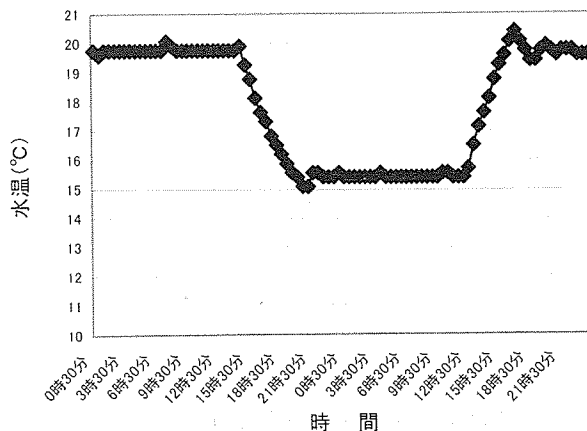


図6-2 低水温刺激中の水温変化（平成14年度試験）

