

ブリの成熟・排卵誘導におけるHCG投与時の卵径と排卵時間、卵量および卵質との関係

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	中田,久 中尾,貴尋 荒川,敏久 松山,倫也
発行元	日本水産學會
巻/号	71巻6号
掲載ページ	p. 942-946
発行年月	2005年11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



ブリの成熟・排卵誘導における HCG 投与時の 卵径と排卵時間、卵量および卵質との関係

中田 久,^{1a*} 中尾 貴尋,^{2b} 荒川 敏久,^{1c} 松山 倫也²

(2005年2月28日受付, 2005年6月1日受理)

¹長崎県総合水産試験場, ²九州大学大学院農学研究院

Effects of oocyte diameter on ovulation time, quantity and quality of eggs in
yellowtail *Seriola quinqueradiata* in inducing ovulation with HCG

HISASHI CHUDA,^{1a*} TAKAHIRO NAKAO,^{2b}
TOSHIHISA ARAKAWA^{1c} AND MICHIIYA MATSUYAMA²

¹Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nagasaki 851-2213, ²Faculty of Agriculture, Kyushu University,
Fukuoka 812-8581, Japan

Effects of initial oocyte diameter on ovulation time, quantity and quality of eggs in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, in inducing ovulation with HCG were examined. After measuring the oocyte diameter through ovarian biopsy, all fish (n = 33) were divided into three groups according to their oocyte size: 650-700, 700-750, and 750-800 μm , and injected with HCG (500 IU/kg BW). Ovulation was induced in All the fish of the three groups, and the relationship between elapsed time until ovulation (T, hr) and oocyte diameter (D, μm) was represented as follows: $T = -0.082D + 105.99$ ($R^2 = 0.51$). 530 thousand eggs per fish could be obtained from fish with oocyte diameter over 700 μm , while only half the number of eggs could be collected from fish with oocyte diameter of 650-700 μm . High fertilization rates of over 90% could be obtained from all three groups regardless of the initial oocyte diameter when the artificial insemination had been performed just after ovulation. However, the hatching rates rose with the increase of initial oocyte diameter. Thus, measuring the initial oocyte diameter before the HCG injection enables estimation of the ovulation time, number and quality of ovulated eggs in yellowtail.

キーワード：HCG, 種苗生産, 排卵時間, ブリ, 卵径, 卵質, 卵量

我々はブリ *Seriola quinqueradiata* の養殖用人工種苗の安定供給を目的として、平成9年度からブリ親魚の早期における成熟促進と採卵技術の開発研究を行ってきた。¹⁻³⁾ その中で、各種ホルモン投与方法による成熟・排卵誘導効果を検討した結果、採卵量や卵質、およびホルモン投与時の作業性等を総合的に考慮した場合、HCG (human chorionic gonadotropin, ヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン) によるプライミングや GnRHa (des-Gly¹⁰, [D-Ala⁶]-LHRH ethylamide, 合成黄体形成ホルモン放出ホルモン) コレステロールペレットと比較して、

HCG の1回投与が最も簡便で有効な成熟・排卵誘導方法であることを確認した。¹⁾ また、人工授精を行った際の卵質(受精率、ふ化率等)は、卵が排卵されてからの経過時間、すなわち卵巣腔内の滞留時間に依存しており、排卵後6時間以内に人工授精を行えば良質な受精卵が得られることを明らかにした。²⁾ これは、本種の種苗生産において良質受精卵を安定して確保するためには、媒精適期を逃さずに人工授精することが必要で、そのためには排卵時刻の予測が不可欠であることを示している。さらに、ブリの研究に先立つトラフグの排卵誘導

* Tel : 81-957-64-0487. Fax : 81-957-64-6304. Email : chuda012017@pref.nagasaki.lg.jp

^a 現所属：長崎県南水産業普及指導センター (Nagasaki Prefectural Southern District Fisheries Extension Advisory Center, Shimabara, Nagasaki 855-0043, Japan)

^b 現所属：中部飼料株式会社研究技術部大井川試験場 (Oigawa Fisheries Laboratory, Department of Research and Development, CHUBU SHIRYO CO., LTD, Oigawa, Shizuoka 421-0204, Japan)

^c 現所属：長崎県庁 (Nagasaki Prefectural Government, Nagasaki 850-8570, Japan)

技術の開発過程において、我々は、ホルモン投与（この場合、GnRHα コレステロールペレットを使用）から排卵までの時間はホルモン投与時の卵径と密接に関係しており、ホルモン投与時の卵径を把握することで個体の排卵日を高い精度で予測できることを明らかにした。^{4,5)}したがって、ブリにおいてもホルモン投与から排卵までの時間がホルモン投与時の卵径に依存している場合、ホルモン投与時の卵径を測定することにより個体の排卵日や排卵時刻の予測が可能となると考えられる。

ブリでは、卵径 700~800 μm で卵黄形成がほぼ完了するため、我々は、通常卵径が 700 μm 以上に達した個体を選別し、HCG の 1 回投与を行うことで成熟および排卵を誘導している。しかし、卵径 700 μm 以下の個体でも HCG の 1 回投与により排卵が誘導できれば、採卵用親魚の養成期間の短縮とそれに伴う採卵の早期化が期待され、生産経費の軽減や種苗供給の早期化等に繋がる経済効果も少なくないと考えられる。しかし、多くの魚種で、卵黄形成終了以前の個体にホルモンを投与した場合、排卵が起こっても人工授精により得られた受精卵の卵量や卵質に問題の多いことは、生産現場では経験的に良く知られている。したがって、HCG 投与時の卵径が、人工授精後の卵量および卵質に及ぼす影響をブリで解明することは、ブリの種苗生産事業を展開する上で極めて重要である。HCG 投与時の卵径と卵量および卵質との関係が明らかになれば、事前に親魚の卵径を測定することにより、成熟・排卵誘導が可能な個体の選定や、目標とする採卵量に対する使用親魚数の決定等が可能になると考えられる。

本研究では、ブリ養成親魚を用いた人工授精による採卵技術の向上を目的として、HCG 投与時の卵径が排卵時間、卵量および卵質に及ぼす影響を調べた。

試料および方法

親魚養成 実験には長崎県総合水産試験場でモジャコから養成した満 3 歳魚（雌：33 個体、雄：10 個体）を使用した（Table 1）。通常の飼育管理は海面生け簀で行い、試験開始前に環境調節による親魚の成熟促進のため、2000 年 11 月 28 日に陸上水槽（100 kL）へ飼育密度 3 kg/kL で収容し、同年 12 月 1 日から HCG を投与

するまでの期間、長日（16L8D：電照時間 6：30-22：30）および加温（19°C 一定）条件で飼育した。餌料には、サバ・オキアミ・イカ・配合飼料（はまちモイスト FUNE、日清飼料）を 2：1：1：4 の割合で調整し、総合ビタミン剤（モア健康プラス BM、エーザイ）、アスタキサンチンオイル（天然アスタ 1200 レッド、日本ファインフーズ）およびフィードオイル（A オイル、ツルレーシチン工業）を添加したモイストペレットと、ビタミン E 剤（ユベラニコチネート、エーザイ）およびビタミン C カプセルを詰め込んだイカの切り身を用い、週 3 回飽食量を給餌した。

供試魚の選定と HCG 投与 2001 年 1 月 31 日、2 月 7 日、および 2 月 13 日に、親魚に麻酔（2-フェノキシエタノール、200 ppm）を施し、カニューラにより卵巣卵を採取し大型卵 30 個の卵径を測定した。卵径測定結果に基づき、650~700 μm の個体 11 尾（1 月 31 日）、700~750 μm の個体 13 尾（2 月 7 日）、および 750~800 μm の個体 9 尾（2 月 13 日）を供試魚として選定した（Table 1）。供試魚の選定後、同日に背筋部に HCG（500 IU/kg BW、帝国臓器製薬）を注射により投与した。HCG は 0.6% NaCl 溶液で溶解し、供試魚への注入量が 0.2 mL/kg となるように調整した。また、1 月 31 日に排精が活発な雄 10 尾を選定し、雌と同様に HCG（500 IU/kg BW）を背筋部に注射投与した。

排卵確認と人工授精 排卵の確認は、HCG 投与後 36, 42, 48, および 54 時間目に供試魚を麻酔した後、腹部触診およびカニューレーションにより行い、生殖口から卵の流出が初めて確認された時間を排卵時間とした。排卵確認後、腹部の圧迫により卵を搾出し、さらに開腹して卵巣を摘出した後、搾り残した卵を採取した。1 個体から得られた卵に対して雄 2 尾から採取した精液を用い、直ちに乾導法による人工授精を行った。

浮上卵率、受精率およびふ化率 人工授精により得られた卵は洗卵した後、容積法（700 粒/mL）により浮上卵と沈下卵を計数し、浮上卵率を算出した。受精率は、人工授精 4 時間後の 16~32 細胞期（水温 19°C）に、浮上卵約 100 粒のうち発生が進んでいる個体の割合で、またふ化率は、浮上卵約 200 粒のうちふ化した個体の割合で算出した。卵のふ化管理は、供試魚毎に約 200

Table 1 Fish used in the present study

Experimental group	Sex	Number of fish	Fork length (mm)	Body weight (kg)	Oocyte diameter (μ)	Date of HCG injection in 2001	
Initial oocyte diameter (mm) :	650-700	♀	11	718 \pm 8.6*	8.76 \pm 0.3	675 \pm 4.3	31 Jan
	700-750	♀	13	733 \pm 3.7	9.39 \pm 0.2	726 \pm 3.6	7 Feb
	750-800	♀	9	732 \pm 6.4	9.34 \pm 0.3	770 \pm 5.5	13 Feb
		♂	10	726 \pm 4.5	8.82 \pm 0.2	—	31 Jan

* Mean \pm SEM

粒の浮上卵を 500 mL ビーカーに収容し, 水温 19~20 °C のウォーターバスおよびエアーストーンによる微通気条件下で行った。供試魚グループ間の浮上卵率, 受精率およびふ化率は, 一元配置分散分析 (one-way ANOVA) および Tukey-Kramer test により有意差を比較した。

結 果

HCG 投与時の卵径と排卵時間との関係 卵径のグループ別に, HCG 投与後の経過時間と排卵個体数との関係を示した (Fig. 1)。卵径 750~800 μm の 9 個体では, HCG 投与 36 時間後に 1 個体, 42 時間後に 6 個体, および 48 時間後に 2 個体が排卵していた。卵径 700~750 μm の 13 個体では, HCG 投与 42 時間後に 4 個体, および 48 時間後に 9 個体が排卵が確認された。また, 卵径 650~700 μm の 11 個体では, HCG 投与 48 時間後に 5 個体, および 54 時間後に 6 個体が排卵が確認された。これらの結果から, 卵径が 750~800 μm の個体では HCG 投与 42 時間後に, 700~750 μm の個体では 48 時間後に排卵が集中し, 卵径が 650~700 μm の個体では, 排卵は 48 時間以降に起こることが明らかとなった。

Fig. 2 に全ての供試魚 (N = 33) を対象にして, HCG 投与時の卵径と排卵時間との関係を示した。卵径と排卵時間には明瞭な負の相関が認められ ($p < 0.001$), 排卵時間 (T, hour) と卵径 (D, mm) は,

$$T = -0.082D + 105.99 (R^2 = 0.51)$$

の関係式で表わされた。

HCG 投与時の卵径と卵量および卵質との関係

Table 2 に, 排卵直後に行った人工授精による採卵結果を卵径グループ別に示した。卵径 700~750 μm および 750~800 μm の個体からの総採卵数は 1 尾当たり 52.8 万粒であったが, 卵径 650~700 μm の個体の卵数はそれらの約半分の 25.5 万粒であった。また, 浮上卵率と受精率はいずれの卵径グループでも 90% 以上の高い値を示し, グループ間で差は認められなかった。一方, ふ化率は, 卵径 650~700 μm, 700~750 μm および 750~800 μm のグループ別にそれぞれ, 51.7%, 61.0% およ

び 69.6% を示し, HCG 投与時の卵径が大きいほど高くなる傾向があり, 卵径 650~700 μm および 750~800 μm のグループ間で有意差が認められた ($p < 0.05$)。結果的に, 受精卵数は卵径 650~700 μm, 700~750 μm お

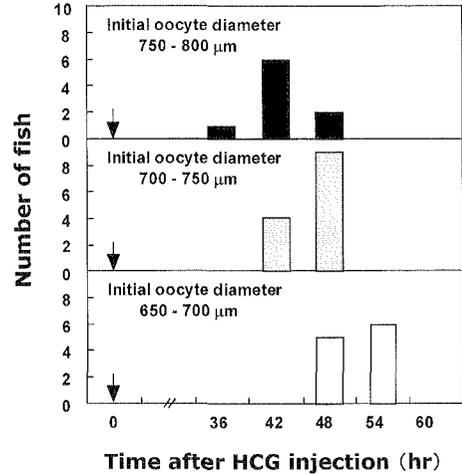


Fig. 1 Ovulation time (hr) after HCG injection in cultured yellowtail with different initial oocyte diameter (μm). Arrows indicate HCG injection (500 IU/kg BW).

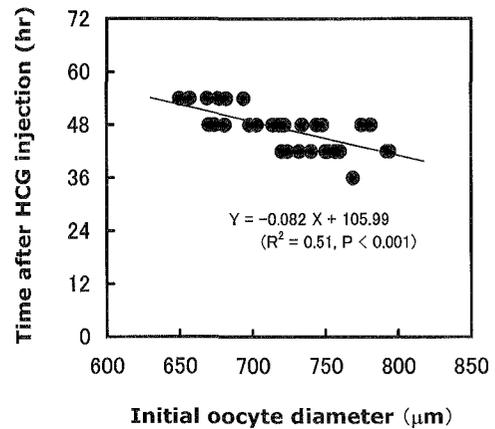


Fig. 2 Relationship between initial oocyte diameter (μm) at the time of HCG injection and ovulation time (hr) in artificial insemination in cultured yellowtail.

Table 2 Result of artificial insemination of the eggs from yellowtail with different initial oocyte diameter in HCG injection

Experimental group	Number of fish	Number of eggs per fish (×10 ⁵)			Buoyancy rate (%)	Fertilization rate (%)	Hatching rate (%)
		Total eggs collected	Floating eggs	Fertilized eggs			
Initial oocyte diameter (mm) : 650-700	11	255 ± 53*	249 ± 54	234 ± 52	94.9 ± 1.8	93.6 ± 2.4	51.7 ± 4.6
700-750	13	528 ± 48	518 ± 48	485 ± 45	98.0 ± 0.4	94.0 ± 1.7	61.0 ± 3.3
750-800	9	528 ± 84	517 ± 84	484 ± 74	97.6 ± 0.7	94.7 ± 1.5	69.6 ± 4.8

* Mean ± SEM

よび 750~800 μm のグループ別に、1尾当たりそれぞれ 23.4 万粒、48.5 万粒および 48.4 万粒となった。

考 察

本研究により、HCG 投与によるブリの成熟・排卵誘導において、HCG 投与時の卵径と排卵が起こるまでの時間との間には負の相関関係があり、HCG 投与直前の卵径を計測することで、排卵時刻をある時間範囲で正確に予測できることが明らかとなった。すなわち、卵径 750~800 μm の個体では HCG 投与 36~48 時間後に排卵が起こり、42 時間後に集中すること、また 700~750 μm の個体では 42~48 時間後に排卵が起こり、48 時間後の方が排卵する個体が多いこと、一方、卵径 650~700 μm の個体では、排卵は 48~54 時間後に起こり、卵径 700 μm 以上の個体と比較して排卵が 6~12 時間遅れること、などが明らかとなった。これまで筆者らは、ブリの排卵された卵には媒精適期があり、排卵後 6 時間以内に人工授精を行えば良質受精卵を確保できることを報告した。²⁾ 本研究により、卵巣卵径を計測することで、当該個体の HCG 投与から排卵までの時間が予測できるようになったため、今後は排卵が予想される時刻に最適なタイミングで人工授精が実施できることとなる。すなわち、HCG の投与日時に依存して人工授精に適した日時が決まるので、実際の種苗生産現場においては、人工授精を行いたい時刻に応じて、HCG 投与から排卵までの時間を親魚の卵巣卵径に基づき予測することで、HCG 投与の実施時刻を設定することが可能となる。例えば、卵径 750~800 μm の個体を用いた場合、排卵は HCG 投与の 42 時間後に集中するので、HCG を 16 時頃投与すれば排卵は 2 日後の 10 時頃に集中して起こることが予想され、現場担当者の意向に沿った作業スケジュールが計画可能となる。さらに、媒精は排卵直後に行われるため、良質な受精卵を大量に確保でき、それに引き続き受精卵のふ化管理および仔稚魚の飼育についても行程表を計画的に準備することができる。

卵黄形成がほぼ終了した卵径 700 μm 以上の 2 グループでは、それぞれ 1 個体当たり 52.8 万粒の排卵した卵が得られたが、卵径 650~700 μm のグループでは約半数の 25.5 万粒であった。これは、卵径 650~700 μm の個体における成熟卵数が、卵径 700 μm 以上の個体の約半数であったことを意味する。一般に硬骨魚の卵成熟においては、脳下垂体から分泌された生殖腺刺激ホルモン (GTH) の作用により、卵黄形成が終了した卵を包む濾胞細胞で卵成熟誘起ホルモン (MIH) の合成が促進される傍ら、卵細胞の細胞膜では MIH 受容体の形成が誘導され、濾胞細胞より分泌された MIH が MIH 受容体と結合することにより卵成熟のためのシグナル伝達は進行すると考えられている。⁶⁻⁸⁾ 本研究のような飼育環境

下でのブリは成熟しにくいことから、最終成熟を促す脳下垂体からの GTH の分泌が起こらず、そのため MIH 合成および MIH 受容体の形成が行われていないことが窺われる。ちなみに、我々はすでに、ブリの MIH はサケ科魚⁹⁾やメダカ¹⁰⁾と同じ 17,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one (17,20 β -P) であることを証明するとともに、^{11,12)} 卵黄形成が終了した養成ブリに HCG を投与することにより、濾胞細胞による 17,20 β -P の産生と、17,20 β -P に特異的親和性を示す膜結合型ステロイド受容体の形成を卵の細胞膜分画で確認している。^{12,13)} 我々は、飼育環境下にあるブリに卵成熟を誘起させるために外来の GTH である HCG を投与しているが、GTH に対する卵の感受性、すなわち GTH を投与することにより成熟する卵の能力は、卵黄形成終了前に獲得されることが数種の魚種における濾胞付き卵細胞を用いた in vitro 実験で報告されている (シロギス *Sillago japonica*,^{6,14)} トビヌメリ *Repomucenus beniteguri*,⁶⁾ ササノハベラ *Pseudolabrus japonicus*¹⁵⁾)。このような卵黄形成終了前の卵を in vitro で HCG などの GTH と共に培養すると卵成熟が起こるが、MIH と共に培養しても成熟しない。すなわち GTH と共に培養した場合、MIH 合成と MIH 受容体形成が促され、その結果成熟するのに対し、MIH のみでは、MIH 受容体が形成されないため卵成熟が起こらないことによる。また、それより若い卵黄形成中の卵 (第二次卵黄球期、あるいは卵黄形成中期) では GTH と共に培養しても成熟は起こらない。^{6,14,15)} したがって、ブリの卵径 650~700 μm の卵は、GTH に対する感受性を獲得しつつある卵で、全ての卵が GTH 感受性を持っていないため、卵黄形成が終了したグループ (卵径 700 μm 以上) と比較して成熟卵数が少なかったものと考えられた。

しかしながら、卵黄形成が終了していない卵径 650~700 μm の個体でも、成熟卵数こそ少ないものの、HCG の 1 回投与により全個体で排卵を誘導させることができた。さらに、得られた卵は、媒精適期に人工授精を行った結果、種苗生産用として十分利用可能であった。卵径 650~700 μm の親魚が卵黄形成を終了するまでには、あと 1 週間程度必要であることから、そのような個体を採卵用親魚として使用すれば、卵黄形成完了後の個体 (卵径 700~800 μm) を用いる場合に比べ 1 週間程度早く採卵できる。我々は卵黄形成を開始した個体に対してコレステロールベレットなどにより GnRHa の徐放的投与を行うと、卵黄形成が促進され採卵時期が 1~2 週間程度短縮できることを確認している (未発表資料) 予め GnRHa を徐放投与した後、卵黄形成完了前に HCG 投与を行うことで 2~3 週間程度の採卵の早期化が期待される。卵量の少なさは、多数の良質親魚を確保し、成熟を同調させることにより容易に補完できよ

う。長崎県下の種苗生産業者がブリの種苗生産を行う場合、事業規模からみて1業者につき必要とされる受精卵は100~150万粒と試算され、卵径700 μm 以下の卵黄形成完了前の個体を用いる場合、7尾前後の雌親魚を使用すれば目的の受精卵は十分確保できると考えられる。

ブリの人工授精卵における卵質は排卵後の経過時間に依存するため、²⁾今回、人工授精は全ての個体で排卵直後(排卵後6時間以内)に行ったところ、浮上卵率および受精率は、HCG投与時の卵径に関係なくいずれのグループでも安定して高い値(93.6~98.0%)を示した。一方、ふ化率は、卵径650~700 μm 、700~750 μm および750~800 μm のグループ別にそれぞれ、51.7、61.0%および69.6%を示し、HCG投与時の卵径が大きいほど高くなる傾向があった。ブリの受精卵は水温20°Cで管理した場合60~70時間でふ化するが、受精後約50時間で沈降を始め、管理水槽の底面に密集する。密集した卵のほとんどがふ化しないまま死滅するため、沈降と密集を防止するような措置(例えば底面に勾配をつけた容器を使用し、エアレーションと注水により適度な水流を発生させる)を施せばふ化率は格段に向上されよう。今回のピーカーでのふ化試験では、ふ化率は51.7~69.6%であったが、実際の種苗生産現場においては、今後、上記のような受精卵の沈降防止等の管理を徹底することで、ふ化率の向上とふ化仔魚の大量確保が期待される。

以上、本研究により、ブリの排卵誘導におけるHCG投与時の卵径と排卵時間、卵量および卵質との関係が明らかとなった。すなわち、親魚の卵径を指標にすることでHCG投与から排卵までの時間、卵量および卵質が予測できるようになり、HCG投与から排卵するまでの時間を予測することで、人工授精を最適なタイミングで実施でき、良質受精卵を安定的かつ計画的に確保できる途が拓かれた。さらに、HCG投与時の卵巣卵径に基づいて当該個体から得られる卵量と卵質を予測できるようになることで、実際に使用する個体の選定と使用数量の決定が容易となる。本研究を含む我々の一連の研究¹⁻³⁾により、ブリの種苗生産において、良質受精卵を安定的かつ計画的に得る技術的基盤は整ったと考えられる。今後は、これらの採卵技法を種苗生産現場へ普及させることにより、天然種苗に依存しないブリの完全養殖の確立を図りたい。

文 献

- 1) 中田 久, 今吉隆志, 荒川敏久, 松山倫也. ブリ養成親魚の排卵誘導におけるホルモン投与法の検討. 九大農学研究院学芸誌 2001; **55**: 169-177.
- 2) 中田 久, 中尾貴尋, 荒川敏久, 松山倫也. ブリの人工授精における排卵後経過時間と受精率との関係. 日本誌 2001; **67**: 874-880.
- 3) 中田 久, 中尾貴尋, 荒川敏久, 松山倫也. 養成ブリ2歳魚に対するHCG投与の排卵誘導効果. 水産増殖 2002; **50**: 235-236.
- 4) 松山倫也, 中田 久, 池田義弘, 田中宏之, 松浦修平. 各種ホルモン投与法により誘起された養成トラフグの成熟, 排卵過程. 水産増殖 1997; **45**: 67-73.
- 5) 中田 久, 松山倫也, 池田義弘, 松浦修平. トラフグ養成親魚からの採卵技法の開発. 日本誌 1997; **63**: 728-733.
- 6) Zhu Y, Kobayashi M, Furukawa K, Aida K. Gonadotropin develops sensitivity to maturation-inducing steroids in the oocytes of the daily spawning teleost, tobiumeri-dragonet *Repomucenus beniteguri* and kisu *Sillago japonica*. *Fish. Sci.* 1994; **60**: 541-545.
- 7) Patino R and Thomas P. Effects of gonadotropin on ovarian intrafollicular processes during the development of oocyte maturational competence in a teleost, the Atlantic croaker: Evidence for two distinct stages of gonadotropic control of final oocyte maturation. *Biol. Reprod.* 1990; **43**: 818-827.
- 8) 松山倫也, 太田耕平. 性ステロイドホルモン. 魚類の配偶子形成機構—水産における基礎と応用—. 月刊海洋 2000; **32**: 81-89.
- 9) Nagahama Y and Adachi S. Identification of maturation-inducing steroid in a teleost, *Oncorhynchus rhodurus*. *Dev. Biol.* 1985; **109**: 428-435.
- 10) Fukada S, Sakai N, Adachi S, Nagahama Y. Steroidogenesis in the ovarian follicle of medaka (*Ohyzias latipes*, a daily spawner) during oocyte maturation. *Develop. Growth Differ.* 1994; **36**: 81-88.
- 11) Rahman MA, Ohta K, Chuda H, Nakano S, Maruyama S, Matsuyama M. Gonadotropin-induced steroidogenic shift towards maturation-inducing hormone in a marine carangids, *Seriola quinqueradiata* (Japanese yellowtail) during final oocyte maturation. *J. Fish Biol.* 2001; **58**: 462-474.
- 12) Rhaman MA, Ohta K, Chuda H, Yoshikuni M, Nagahama Y, Matsuyama M. Steroidogenesis and membrane receptor for $17\alpha, 20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one in ovaries of yellowtail. Proceedings of the 4th Int. Symp. Fish Endocrinology, Seattle, 2000; 72.
- 13) Ohta K, Rhaman MA, Chuda H, Yoshikuni M, Nagahama Y, Matsuyama M. Maturation-inducing hormone and its membrane receptor in ovaries of Japanese yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. *Fish. Sci.* 2002; **68**(Suppl 1): 686-689.
- 14) Kobayashi M, Aida K, Furukawa K, Law YK, Hanyu I. Development of sensitivity to maturation-inducing steroids in the oocytes of the daily spawning teleosts the kisu, *Sillago japonica*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 1988; **72**: 264-271.
- 15) Matsuyama M, Morita S, Nasu T, Kashiwagi M. Daily spawning and development of sensitivity to gonadotropin and maturation-inducing steroid in the oocytes of the bamboo leaf wrasse *Pseudolabrus japonicus*. *Env. Biol. Fish.* 1998; **52**: 281-290.

1) 中田 久, 今吉隆志, 荒川敏久, 松山倫也. ブリ養成親魚の排卵誘導におけるホルモン投与法の検討. 九大農学