ゴナトロピン投与ドジョウの自然産卵を利用した採卵と粗放的稚魚飼育に関する研究

野口　大悟・樋口　正仁・山田　和雄

Studies on the collection of fertilized eggs using natural spawning of the dojo loach (*Misugurnus anguillicaudatus*) treated with gonadotropin and the extensive breeding of loach young

Daigo NOGUCHI, Masahito HIGUCHI and Kazuo YAMADA

キーワード：ドジョウ，自然産卵，ホルモン剤

ドジョウ養殖では、人工採卵法が一般的に行われている。ドジョウの人工採卵では、雌親魚に排卵誘発ホルモン剤を注射して搾出した未受精卵と、雄親魚から摘出した精巣より調整された希釈精液とを媒精することにより､受精卵を得ている。しかし、この方法には、高度な技術と多くの作業が要求されるとともに、高い受精率が得にくいなどの課題がある。

新潟県では、ドジョウは食用に加えて、佐渡島で行われているトキの野生復帰事業の餌として使用されている。佐渡島では、平成11年度から中国のトキを親とした人工繁殖が行われ、平成20年９月には野生復帰を目指した第１回目の放鳥が行われた。放鳥されたトキが生活するには、トキの餌場となる休耕田や用水路に十分量のドジョウが確保されていることが必要があり、そのためのドジョウ増養殖技術の普及が求められている｡加えて、佐渡島におけるドジョウの増養殖は、地域住民が主体となって行われているため、技術的な取り組み易さが求められている。そこで、本研究では、ホルモン剤で自然産卵を誘発する採卵方法(以下、自然採卵法）が、従来の人工採卵法よりも簡便な採卵技術として実用可能なのかを検討した。さらに、稚魚飼育時の作業量の低減を図るため、給餌作業を省略した粗放的な稚魚飼育試験を実施し、稚魚の成長量および歩留率を把握した。

材 料 と 方 法

１．自然採卵法による種苗生産試験

（１）親魚の養成

採卵には､平成13年度から19年度に産まれた(１～７歳）新潟県佐渡島産の親魚を用いた。親魚は１年を通じて土を敷設した屋外池で飼育し、４月から11月には十分量の給餌を行い、12月から３月の越冬期間は給餌を行わなかった。飼育水には、地下水を用い、微注水により飼育した。池内での自然産卵を防止するため、水温が上昇してドジョウの活動が活発になる５月にトラップなどにより親魚を全て取り上げ、雌雄の選別を行い、それぞれを異なる池に収容した。その後、雌雄ともに十分量の給餌を行い、採卵に備えた。

（２）自然採卵法による採卵と仔稚魚飼育

採卵は、平成20年６月９日から９月11日までの期間に合計14回行った。

１）雌親魚の選別とホルモン処理

まず、トラップを用いて雌を飼育している池から雌親魚候補を捕獲した。６月から８月までの採卵では、取り上げた個体を水温を25℃に保ったFRP水槽へ収容し、約６日間の恒温飼育を行った。温度処理の後、魚類・甲殻類麻酔剤ＦＡ100（田辺製薬株式会社製）で麻酔を施し、腹部が膨み、柔らかくなった個体を選抜した。選抜された親魚については、体重を計測した。１回の採卵に用いる雌親魚数は、使用する産卵水槽の容量に見合った卵量を確保する観点から、産卵水槽１m^2当たり20尾を目安とした。選抜した雌親魚には、体重１

ｇ当たり10単位の注射用胎盤性性腺刺激ホルモン動物用ゴナトロピン5000(あすか製薬株式会社製)を総排泄孔の前部より腹腔内注射した。ホルモン剤の投与は、14時から16時の間に行った。

２）雄親魚の選別

雄親魚については、親魚候補をトラップで捕獲後、無麻酔下で各個体を背側から観察し、胸鰭が大きく、背鰭基部付近の体側部にある膨らみがしっかりと発達している個体を選抜し親魚とした。

３）産卵水槽と親魚の収容

産卵水槽にはFRP水槽（水槽容積：800L、底面積：1.2m^2）を用い、水温は25℃に保った。産卵後に卵を傷つけずに親魚のみを取り上げるため、水槽内にナイロン製モジ網（目合い：６㎜）で作製した網生け簀を、塩化ビニル製パイプ（φ32㎜）で作製した枠型の固定具を用いて、水槽底面との間隔が約10cmになるように設置した（図１）。設置した網生け簀内に選抜などの事前処理を施した雌雄の親魚を１：２の比率で収容した（図１）。

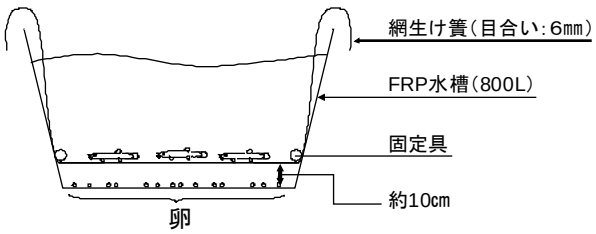

図１　ドジョウ産卵水槽の模式図

４）ふ化までの管理

産卵後の産卵水槽は、親魚を取り上げた後、引き続きふ化水槽および仔稚魚養成水槽として使用した。取り上げた雌親魚は体重を測定し、産卵前の体重との差から産卵水槽全体の産卵重量を推定した。産出卵の発眼率は、区画法により算出した。ふ化までの飼育水温は常温とし、水槽内への注水は行わなかった。また、卵への水カビの付着を抑制するため、２～３個のエアストーンで強度のエアレーションを施して飼育水の循環性を高めた。

５）仔稚魚の飼育と取り上げ

給餌は、ふ化仔魚の遊泳を確認した時点から行った。初期餌料として、培養したワムシおよび初期飼料協和Ｎ250（協和発酵バイオ株式会社製）を１日に数回給餌した。稚魚の成長に応じて、培養したミジンコおよび鯉稚魚用Ｃ－１（日清丸紅飼料株式会社製）も給餌した。飼育水へは、微量の地下水を注水した。また、水質悪化を抑制するため、水槽の底に溜まった残餌は、エアレーション用チューブによるサイフォンもしくは鯉用の稚魚選別網を用いて適宜除去した。稚魚が全長１～２cm（ふ化後１～２ヶ月）に成長した時点で水槽からの取り上げを行った。この時の取り上げ尾数を推定卵数で除した値を歩留率とした。推定卵数は、大分県内水面漁業試験場（現大分県農林水産研究センター水産試験場内水面研究所）のデータ[1),2)]に基づき、卵１ｇを2,800粒として算出した。

２．粗放的飼育試験

試験は、コンクリート製の屋外池３面（試験区Ａ、試験区Ｂ、対照区）を使用して平成20年10月３日から12月２日までの60日間行った。試験区Ａおよび試験区Ｂの池（底面積：50.3m^2）には土を敷設し、稚魚の放流前に鶏糞散布による施肥を１回行い、ワムシやミジンコなどの餌料生物を発生させた。対照区の池（底面積：5.0m^2）では土を敷設せず、稚魚を放す前から取り上げまでの期間、タマネギ用ネットに入れた醤油糟による施肥を行い、餌料生物を発生させた。

供試魚には、９月13日にふ化した20日齢の稚魚（平均全長：11.0㎜）を用いた。試験区Ａに1,000尾、試験区Ｂに2,000尾、対照区に7,159尾を放流した。試験区Ａおよび試験区Ｂでは、稚魚放流後に給餌および追肥は行わず、粗放的に飼育した。それに対し、対照区では、初期飼料協和Ｎ250および鯉稚魚用Ｃ－１による１日数回の給餌を行い、非粗放的に飼育した。

試験区Ａおよび試験区Ｂでは、放流後21日目、33日目、42日目、53日目、61日目に、30尾を無作為抽出して全長と体重を計測した。また、放流後60日目に池上げによる取り上げを行い、生残率を算出した。対照区では、放流後26日目に池上げによる取り上げを行い、生残率の算出と28尾の全長と体重の計測を行った。

結 果

１．自然採卵法による種苗生産試験

産卵は、雌親魚にゴナトロピンを注射し、産卵水槽に収容した日（以下、収容日）の深夜から翌朝にかけて行われ、雄が雌を追いかける追尾行動や雄が雌の体に巻き付く産卵行動が観察された（図２）。収容日翌日の正午近くまで産卵が続く場合もあったが、午後以降に産卵が行われることはなかった。産出卵のほとんどは、水槽の底に沈降し、一部の卵は水槽壁に付着していた。それに対し、網生け簀への付着はほとんど確認されなかった。

本試験での採卵重量や歩留率を、当場で平成16年度から平成19年度までに人工採卵法によって行われた試験結果とともに表１に示した。

自然採卵法では、産卵後に雌親魚の体側後部に生じる産卵痕の状態および腹部の張り具合から産卵の有無を判別し、産卵個体は166尾、未産卵もしくはほとんど産卵していないと判別された個体は141尾であった。その結果、ゴナトロピンを投与した雌親魚のうち産卵した個体の割合は54.6%となり、採卵尾数１尾当たりの平均採卵重量は、2.7g/尾であった。

本試験では、産卵終了時から仔魚がふ化するまでの期間の水温は、20.7～26.0℃で推移し、平均発眼率は、31.8%（10.5～72.9%）であった。仔魚のふ化は、すべての採卵で、親魚収容日の翌々日に確認され、ふ化の２日後に仔魚の浮上が確認された。本試験での稚魚の取り上げ尾数は55,238尾、歩留率は4.5%であった。

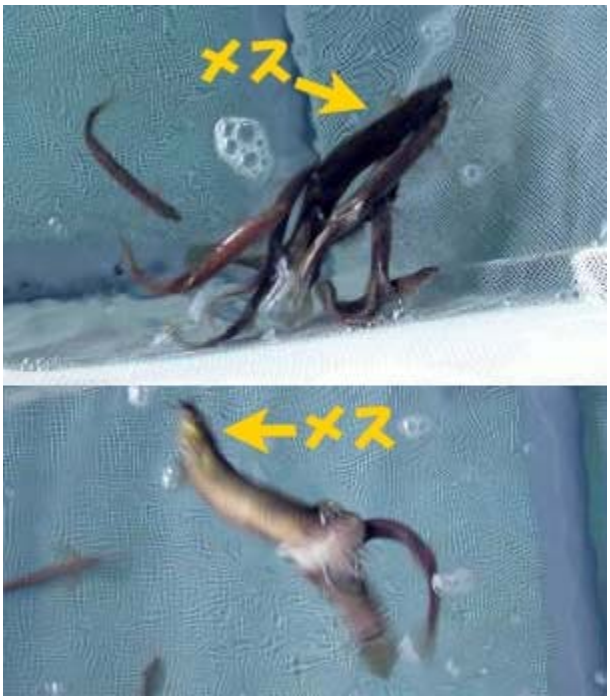

図２　ドジョウの産卵水槽内での追尾行動（上）および産卵行動（下）

２．粗放的飼育試験

試験区および対照区での平均全長と平均体重の

表１　平成16～20年度ドジョウ採卵および仔稚魚飼育実績

	人工採卵法				自然採卵法
	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
採卵期間	6/16-9/7	6/9-7/5	5/23-7/4	5/22-9/11	6/9-9/11
注射尾数*1	281尾	306尾	415尾	991尾	304尾
採卵尾数*2	209尾	157尾	146尾	398尾	166尾
採卵率*3	74.4%	51.3%	35.2%	40.2%	54.6%
採卵重量*4	163.7ｇ	157.6ｇ	169.3ｇ	472.2ｇ	442.4ｇ
採卵重量/尾	0.8ｇ	1.0ｇ	1.2ｇ	1.2ｇ	2.7ｇ
取り上げ尾数	10,956尾*5	77,068尾	71,907尾	56,393尾	55,238尾
歩留率*6	2.4%*5	17.5%	15.2%	4.3%	4.5%

＊1：選抜後にゴナトロピンを注射した雌親魚尾数
＊2：自然採卵法では産卵したと判別された尾数、人工採卵法では卵を搾出できた尾数
＊3：ゴナトロピンを注射した尾数に対する採卵尾数の割合
＊4：自然採卵法では雌親魚の産卵前後の体重差から算出した推定値、人工採卵法では搾出卵の実測値
＊5：屋内のFRP水槽で１～２ヶ月飼育した後、屋外池で１～３ヶ月飼育した時点（全長３～６㎝）での値
＊6：歩留率（%）＝取り上げ尾数÷推定卵粒数（採卵重量(ｇ)×2,800）×100

表２　粗放的飼育におけるドジョウ稚魚の成長推移

計測日		10/3	10/24	10/29	11/5	11/14	11/25	12/3
放流後日数（日目）		0	21	26	33	42	53	61
水温（℃）*1		18.3	18.1	12.7	11.0	10.9	7.6	6.2
平均全長	対照区	11.0	－	23.6	－	－	－	－
(mm)	試験区Ａ	11.0	34.2	－	42.0	48.4	52.8	53.0
	試験区Ｂ	11.0	35.3	－	43.6	46.9	47.7	48.9
平均体重	対照区	0.01*2	－	0.09	－	－	－	－
(ｇ)	試験区Ａ	0.01*2	0.27	－	0.41	0.61	0.81	0.79
	試験区Ｂ	0.01*2	0.25	－	0.44	0.52	0.59	0.58
日間成長量	試験区Ａ	1.10		0.65	0.71	0.40	0.03	
(mm/日)	試験区Ｂ	1.16		0.69	0.37	0.07	0.15	

＊1： 午前10時に試験区Ａで計測　　＊2： 文献[3] からの参考値

推移を表２および図３に表した。

１）試験区と対照区の比較

比較には、対照区の取り上げ時の放流後日数と最も近い日数である放流後21日目の試験区の値を用いた（表２、図３）。全長および体長のいずれにおいても、区間の母平均に有意差が認められ（ANOVA：P<0.001）、２つの試験区の値が対照区と比較して有意に大きかった（Bonferroni法：P<0.001）。

２）試験区Ａと試験区Ｂの比較

同一日の試験区Ａと試験区Ｂの間で比較した結果、42日目まで平均全長および平均体重に有意差は見られなかった（ｔ検定：P>0.05）。53日目以降では、平均全長、平均体重ともに試験区Ａの値が有意に大きかった（ｔ検定：P<0.05）。

稚魚放流密度と、放流数に対する取り上げ時の生残率を表３に示した。放流密度が低かった試験区Ａの生残率が、試験区Ｂより有意に大きかった（Fisherの正確確率検定：P<0.001）。また、飼育期間が短かった対照区の生残率（90.6%）は、２つの試験区よりも高かった。

表３　粗放的飼育ドジョウの放流密度と取り上げ時の生残率

	放流密度	取上数	生残率
対照区	1431.8尾/m²	6,488尾	90.6%
試験区Ａ	19.9尾/m²	749尾	74.9%
試験区Ｂ	39.8尾/m²	1,234尾	61.7%

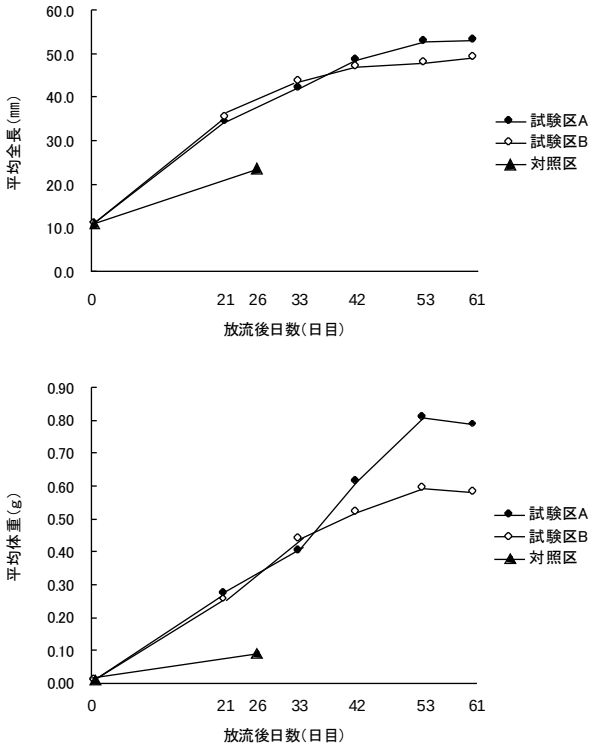

図３　粗放的飼育におけるドジョウ稚魚の成長推移

考 察

１．自然採卵法による種苗生産試験

ドジョウ養殖における課題の一つに、一般的に行われている人工採卵作業が煩雑であることがあげられ、ドジョウ養殖の普及には、簡便な採卵技術の開発が求められている。

本研究で行った自然産卵を利用した採卵法（自然採卵法）では、人工採卵法で行われている希釈精液の作製や媒精作業が必要でなく、採卵作業の工程や使用器材が少なくなっている（図４）。

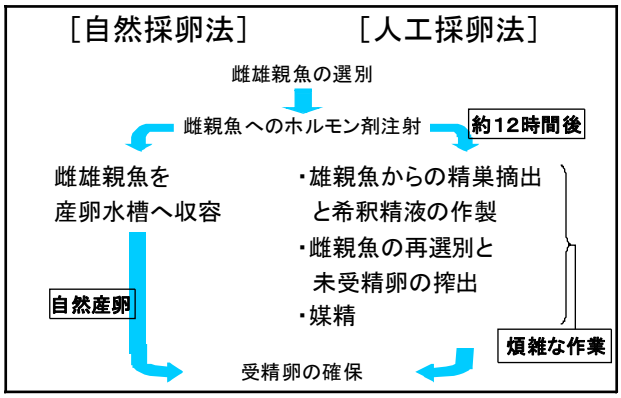

図４　自然採卵法と人工採卵法の比較

一方、自然採卵法の実用性の検証には、作業量だけではなく、人工採卵法に対する採卵効率の比較も必要となる。そこで、自然採卵法と人工採卵法の種苗生産効率に関して、本研究では二通りの比較を行った。

まず、ゴナトロピン投与雌に対して産卵または採卵できた雌の割合を比較した。今回行った自然採卵法による試験では、産卵した個体の割合は、54.6％であった（表１）。それに対し、平成16年度から19年度にかけて本場で行われた人工採卵における採卵個体の割合の平均値は50.3％（35.2～74.4％）であり（表１）、自然採卵法の値は、人工採卵法の値の変動域に含まれた。

次に、産卵または採卵できた雌１尾当たりの平均ふ化仔魚数を推定して比較した。

自然採卵法で産卵した雌１尾当たりの平均ふ化仔魚数を推定すると、今回、自然採卵法で行った試験での採卵率は53.6％、平均採卵重量が2.7ｇ/尾であり（表１）、卵１ｇを2,800粒で換算すると、平均産卵数は7,560粒/尾となった。ふ化率は調査していなかったが、発眼した卵のほとんどがふ化するものと仮定して、平均発眼率（31.8％）を乗じると、自然採卵法による採卵尾数１尾当たりの平均ふ化仔魚数は2,404尾と算出された。

一方、人工採卵法において採卵できた雌１尾当たりの平均ふ化仔魚数を推定すると、採卵尾数１尾当たりの平均採卵重量が最も多かったのは、平成18、19年度の1.2ｇであり（表１）、平均採卵数は3,360粒/尾となった。人工採卵法の平均ふ化率は、採卵時の親魚の成熟状態や親魚養成時の条件などによって大きく変動するが、昭和63年度に大分県内水面漁業試験場（現大分県農林水産研究センター水産試験場内水面研究所）から報告されているデータ[2]からは63.3％と算出され、鈴木（1974）[4]は60.4～66.6％、鈴木・三矢（1964）[5]は60.7～66.0％と報告している。これらのことから、人工採卵法における平均的なふ化率は60～70％であるとみなし、人工採卵法での採卵尾数１尾当たりの平均ふ化仔魚数を算出したところ、2,016～2,352尾となった。

比較したいずれの方法においても、今回行った自然採卵法の採卵効率は、人工採卵法と比べて著しく劣るものではなく、人工採卵法と同程度の効率が期待される可能性が考えられた。

以上のことから、自然採卵法は、作業量が少ないにもかかわらず、人工採卵法に劣らない採卵効率であると推測され、簡便な採卵方法として利用可能であると考えられた。加えて、自然採卵法における採卵尾数１尾当たり採卵重量は、人工採卵法の2.3倍であったことから、自然採卵法では、本研究で算出された値以上の採卵効率が期待できる可能性もある。今後は、ゴナトロピン投与雌に対する採卵雌の割合が高くなる親魚養成技術や、高いふ化率が得られる産卵や受精卵の管理技術を確立することで、採卵作業のさらなる効率化が図れると考えられた。

２．粗放的飼育試験

稚魚の生産に関わる作業量の低減を図るため、本試験では給餌作業を行わない飼育条件下における生産状況の把握を行った。

ドジョウは、一般的に水温が15℃以上になると摂餌活動が活発化し、冬期に水温が５～６℃以下になると底泥に潜り冬眠する[3]。秋期において施肥によって発生させた生物餌料のみで粗放的に飼育した場合のドジョウ稚魚は、水温の低下とともに成長速度は徐々に低下するが、旬平均水温が10.6℃に低下した11月中旬過ぎまで成長することが報告されている[6]。この報告と、本試験におけ

る飼育水温の推移から、放流後42日までは成長が可能と考えられた。しかし、両試験区とも53日まで成長が認められ、飼育水温は46日まで９℃以上を維持した。そこで、53日までの範囲で試験区間の平均全長の日間成長量を比較した。その結果、19.9尾/m²の放流密度では放流後42日まで0.65mm/日以上（平均日間成長量：0.91mm/日)、試験区Ｂでは33日まで0.69mm/日以上（平均日間成長量：1.02mm/日）の成長を示し、それ以降は成長速度が大きく低下する傾向が認められた(表２､図３)。景山（2005）[7]から稚魚期における日間成長量の目安を算出したところ､受精後10日（全長：15mm）から26日までの16日間、ミジンコと配合飼料を併用して飼育した稚魚では、0.94mm/日となった。よって、試験区Ａの42日まで、試験区Ｂの33日までの成長は概ね良好であったと考えられる。

一方、２つの試験区のいずれでも、経時的な成長の鈍化が認められた。成長が鈍化した要因として､水温の低下と餌料不足が考えられる。ここで、２つの試験区の水温や水質に著しい差異はなかったと推測されることから、飼育密度が高い試験区Ｂの成長が試験区Ａに比べてより鈍化したのは、試験区Ｂの飼育水中の餌料生物の減少量が大きかった可能性が考えられた。

以上のことから、ワムシやミジンコなどの餌料生物が十分に増殖され、放流密度が少なくとも40尾/m²以下であれば放養後30日程度は人工飼料を給餌しなくても稚魚は成長すると考えられた。

一般に、仔稚魚の成長速度は水温によって異なることが知られ、成長速度が速い時は、多くの餌料が必要となる。本試験は、ドジョウ仔稚魚の本来の成長期とは異なる秋に行っており、通常の成長期とは異なった水質環境であった可能性も考えられる。今後、稚魚生産作業の簡便化を図るには、放流密度や水質環境と稚魚の生産性の関係解明および、配合飼料の給餌技術の確立に取り組む必要があると考えられた。

要 約

ゴナトロピンを投与したドジョウの雌親魚を雄親魚と共に網生け簀に収容した結果、産卵行動が観察され､収容日の翌日には受精卵が確認された。

自然産卵を利用した採卵方法（自然採卵法）は、従来の人工採卵法に比較して簡便であり、同程度の採卵効率が得られると推測された。

人工飼料の給餌を行わない飼育（粗放的飼育）下での稚魚の成長を調べた結果、その日間成長量は、稚魚放流密度が19.9尾/m²では試験開始後42日まで0.65mm/日以上であり、39.8尾/m²では33日まで0.69mm/日以上であった。

謝 辞

本研究を実施するにあたり貴重なご意見を頂戴した、大分県農林水産研究センター水産試験場内水面研究所景平真明主幹研究員に深謝します。

文　献

１）大分県内水面漁業試験場：ドジョウ採卵飼育試験．大分県内水面漁業試験場事業報告 昭和60年度．13-14(1987)

２）大分県内水面漁業試験場：ドジョウの種苗生産試験．大分県内水面漁業試験場事業報告 昭和63年度．１－５(1990)

３）石田力三：“ドジョウ” 養魚講座５ ヘラブナ・ドジョウ・スッポン・ブラックバス.第12版.東京，緑書房，1971，109-188

４)鈴木亮：ドジョウ親魚の飼育環境と採卵成績.水産増殖．22(２)，72-77(1974)

５）鈴木亮,三矢和夫：マドジョウの養殖に関する２,３の実験.日本水産学会誌．30(２)，137-140(1964)

６）大分県内水面漁業試験場：ドジョウの種苗生産．大分県内水面漁業試験場事業報告 平成３年度．７－９，105(1993)

７）景平真明：“19.ドジョウ”水産増養殖システム２ 淡水魚．初版．東京，恒星社厚生閣，2005，211-225