

ミヤコタナゴ自然採卵による増殖試験 -

産卵母貝の配置及び親魚密度の相違による産卵行動と産卵効率の比較検討

勝呂 尚之

Metropolitan Bitterling Breeding Trial by Natural Egg Collection -
A comparative study of spawning behavior and breeding efficiency using
different distributions of spawning medium and different densities of parent fish

Naoyuki SUGURO*

A B S T R A C T

With the aim of developing a breeding method by efficient natural egg collection with a view to restoring the habitat of metropolitan bitterling, we used 6t indoor RC tanks and, continuing on from last year, conducted studies on the method of distributing the spawning medium and the density of parent fish. We also made visual observations of the territorial and spawning behaviors of the parent fish.

We noticed that some male parent fish have territories consisting of one to six separate sections, which are dotted around and of which the fish concerned has sole possession. The majority of such territories, however, had only one or two sections, regardless of the density of parent fish. From these observations, it was inferred that the territorial range of this fish species would seem to be about 1~2 m².

The largest number of juveniles was obtained from the third section of the second scattered distribution (stocked with 24 parent fish), which was the section where group spawning was observed at the highest frequency. The breeding efficiency was also high for this section. This outcome suggests that the breeding efficiency of this species is closely related to group spawning.

はしがき

ミヤコタナゴ *Tanakia tanago* は、小型のコイ科に属する淡水魚である。関東地方に広く分布していたが、都市開発に伴う環境破壊により減少し、現在の確実な自然生息域は栃木県や千葉県等のごく限られた水域だけになってしまった。動物地理学上重要なため、1974年に国指定の天然記念物となり、関係の自治体等を中心に保護活動が行われている(多紀, 1994¹⁾)。

残念ながら神奈川県自然水域からは、横浜市権田池を最後に姿を消してしまった(岡, 1980²⁾) が、神奈川県淡水魚増殖試験場(現水産総合研究所内水面試験場, 以下、試験場)では、権田池産の生残個体から繁殖に成功して人工受精による繁殖手法で、継代飼育を行ってきた(勝呂, 1995)³⁾。また、二枚貝を使用した自然採卵による繁殖研究も行われ(岡・三栖, 1981)⁴⁾(戸井田・岡, 1987)⁵⁾(戸井田, 1988)⁶⁾(戸井田, 1989)⁷⁾(栃木県水産試験場, 1974)⁸⁾、最近は今まで注目されなかったカワシジユガイ *Margaritifera laevis* の有用性が示された(秋山・今井・小笠原, 1994)⁹⁾。試験場でも

屋内RC水槽(勝呂, 1998)¹⁰⁾や屋外生態試験池(勝呂・戸田, 1998)¹¹⁾を使用して、繁殖試験を実施してきた。今後、本種を自然水域に放流し生息域を復元するためには、さらに効率的な自然産卵の技術を開発する必要がある。前報(勝呂, 1998)¹⁰⁾では、二枚貝を入れた産卵礁を池中央にまとめて配置した集中配置型から、最も多くの稚魚が得られた。また、産卵効率は親魚の放養数に反比例し、密度の低い区で最も高かった。本研究では、これらの結果の追試のため、さらに詳細な比較検討を行うとともに、本種の水槽内における産卵行動を観察したので報告する。

なお、報告に先立ち、データ収集や資料整理に御協力いただいた日本大学農獣医学部水産学科の平山裕氏、北海道産のカワシジユガイを御提供頂いた標準サーモン科学館の市村正樹氏に感謝します。また、御校閲を引き受けていただいた試験場の花本栄二場長に深謝します。

材料および方法

本試験では、産卵母貝にカワシジユガイを使用し、

配置方法と親魚密度により、ミヤコタナゴのなわばり形成や産卵行動がどのように行われたか等を目視観察した。また、親魚の産卵終了後、カワシンジュガイを他の水槽に移収し、浮上稚魚の計数を行い、その結果について各試験区ごとに比較検討を行った。

供試魚及び供試貝

供試魚は、試験場が継代飼育を行っている権田池産のミヤコタナゴ1歳魚を親魚として使用し、1回目と2回目で親魚を交換し、同じ設定で2回の試験を実施した。

1回目の試験は、雄36尾(体長 46.7 ± 6.8 mm, 体重 2.7 ± 1.0 g, 数値は平均値 \pm 標準偏差で示す。), 雌36尾(体長 35.0 ± 2.8 mm, 体重 1.1 ± 0.3 g), 2回目は雄36尾(体長 49.5 ± 3.4 mm, 体重 3.0 ± 0.5 g), 雌36尾(体長 39.9 ± 1.7 mm, 体重 1.3 ± 0.1 g)の合計144尾を用いた。

供試貝は、北海道産のカワシンジュガイを1回目(殻長 101.3 ± 16.0 mm), 2回目(殻長 109.6 ± 13.1 mm)とも18個, 合計36個を使用した。

試験水槽

試験場の希少魚保護試験室にある6tRC池(縦2.8m \times 横1.8m \times 深さ1.2m)を3面使用し、ろ過槽(縦3.3m \times 横1.5m \times 深さ1.3m)にろ材(球形セラミック 半径1cm)を充填した循環ろ過式(循環回数 9.6回/日)で試験を行った(図1)。

試験区の設定

ミヤコタナゴ用の産卵礁は、図1に示すように、青色の塩化ビニル製洗面器(直径30cm \times 深さ15cm)に砂を約5cmの深さに敷き、その中にカワシンジュガイを収容したものである。

試験区の設定は、ミヤコタナゴの放養数を変えて3区設定し、1区は雄6尾, 雌6尾の合計12尾, 2区は雄12尾, 雌12尾の合計24尾, 3区は雄18尾, 雌18尾の合計36尾とした。1回目, 2回目の試験とも前半と後半で産卵礁の配置を変え、前半は6つの産卵礁を1m間隔(産卵礁の中心間の距離)に設置した散在配置, 後半は6つの産卵礁を池中央にまとめた集中配置とした。(図1)。

なわばりおよび産卵行動の観察

各試験区において9時, 13時, 16時の1日3回, なわばりの形成と産卵行動について, 目視による観察をそれぞれ10分間行った。屋内の照明は8時30分に点灯し, 19時に消灯した。

なわばりは, 雄が同じ産卵礁を占有し, 接近した池の雄を追い払う chasing (秋山・小笠原, 1991^{1,2}) を指標とした。産卵行動については, 雄の誘導 leading (秋山・小笠原, 1991^{1,2}) に対し雌が応じ, ペアで産卵が行われたものと推察された場合を1回のペア産卵として計数した。また, 複数の雌雄が貝の回りに集合して, 順次, 産卵を行ったと推察された場合を, 1回の集団産卵として計数した。

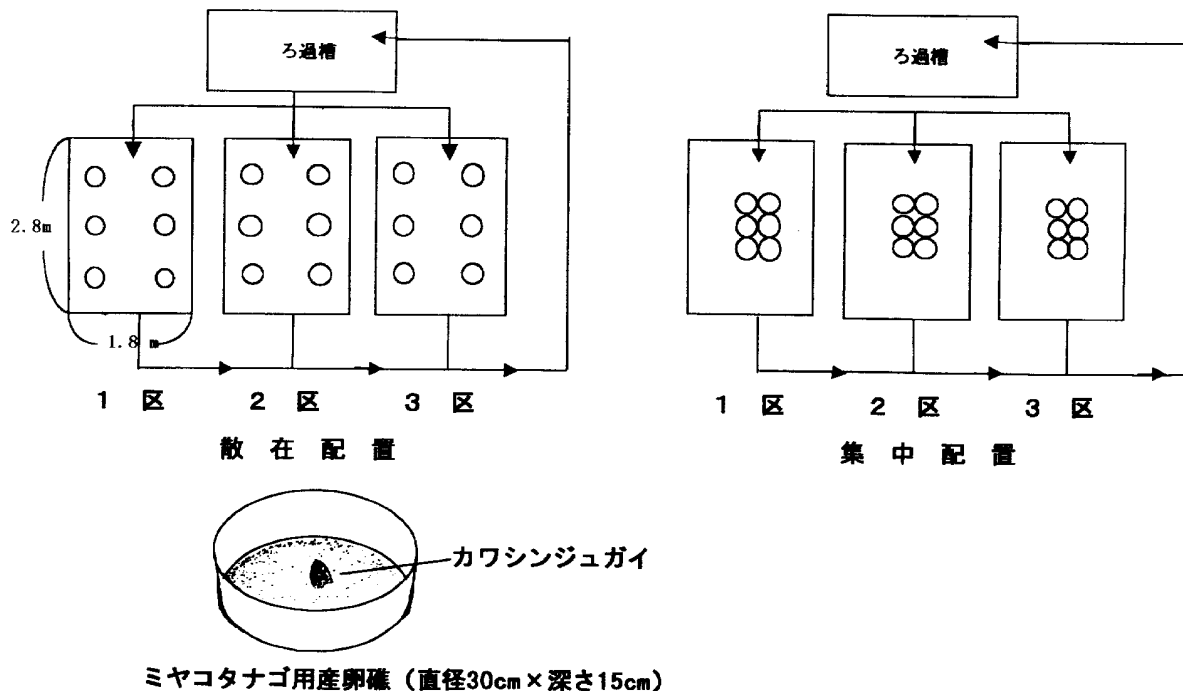


図1 ミヤコタナゴ産卵礁とその散在配置および集中配置の設置状況

また、時間経過によるなわばりの変化と産卵行動の変化を観察するため、8月20日に7時から19時まで1時間ごとに目視による観察をそれぞれ10分間ずつ行った。

水温測定

各試験区を代表して1区の水温を9時と13時に電子水温計(佐藤計量器 MFG.CO" LTD)で測定した。また、取り上げた二枚貝を収容した100IFRP水槽の水温測定も同様の方法で実施した。

試験期間

1回目は、1997年5月22日～6月13日(散在配置)、6月18日～7月15日(集中配置)、2回目は、1997年7月16日～8月4日(散在配置)、8月11日～8月29日(集中配置)に繁殖試験を実施し、なわばり行動と産卵行動の観察を行った。浮上稚魚の計数は貝を移収後の翌日から30日間実施した。

浮上魚の計数

1回目と2回目とも散在配置と集中配置の試験終了時に、RC水槽よりカワシンジュガイを回収し、各試験区ごとに、円形の100IFRP水槽(直径60cm×深さ40cm)に、手綱(タフネット Lサイズ細目)に入れ個体識別を行って収容した。飼育水は河川伏流水を使用し、7ml/分で注水した。水槽の底には底面が隠れる程度に泥を敷いた。二枚貝回収から1ヵ月間、毎日9時と16時の2回、浮上稚魚の計数を行った。方法は手綱(縦10cm×横10cm)で浮上稚魚を採集しながら計数した。

結 果

試験水槽の水温

6t RC水槽の水温は1回目の散在配置期間が17.9～21.3で、平均値は20.5±0.7で、(平均値±標準偏差)、集中配置期間が21.1～27.1で、平均値は24.0±0.7であった。2回目の散在配置期間が24.0～27.0で、平均値は25.7±0.7、集中配置期間が24.7～28.1で、平均値26.9±0.7であった。

雄のなわばり範囲と形状

観察された雄のなわばり形状について図2に示した。また、なわばり形状とそのべ観察数を、散在配置について図3に、集中配置について図4にそれぞれ示した。

散在配置では、1～6個の産卵礁をなわばりとし、なわばり形状は、2個の場合が2種類、1個、3個、4個および6個はそれぞれ1種類の合計6種類が観察された。観察されたなわばりの中では、1回目および2回目ともに各区で1個の場合が多く、次いで1回目の3区以外は、2個が多かった。観察されたなわばりの延べ数は、1回目、2回目ともに、1区>2区>3区で、親魚数の増加により、減少する傾向があった。

集中配置では、1～6個の産卵礁をなわばりとし、5

個の場合が3種類、2～4個が2種類ずつ、1個と6個が1種類ずつ、合計11種類が観察された。1回目および2回目ともに、親魚数の多い3区では観察されたなわばり形状は少ないが、親魚の少ない1区や2区では、1個から6個まで多様ななわばりが形成された。観察されたなわばりののべ数は、1回目、2回目ともに、1区>2区>3区で、散在配置と同様、親魚数の増加により減少する傾向があった。

時間ごとの比較では、散在配置および集中配置ともに9時、13時、16時と時間の経過とともに、なわばり数は減少した。8月20日の1時間ごとの観察からは、各区とも7時が最大で19時が最小であった。19時以降、消灯後はなわばりは解消し、各個体とも群れとなって静止していた。

以上、6t池におけるミヤコタナゴのなわばりは、散在配置の場合は1～3個を占有する個体が多く、集中配置の場合は1個が多かった。これらのなわばりの延べ数は両配置ともに親魚数の増加により、むしろ減少した。

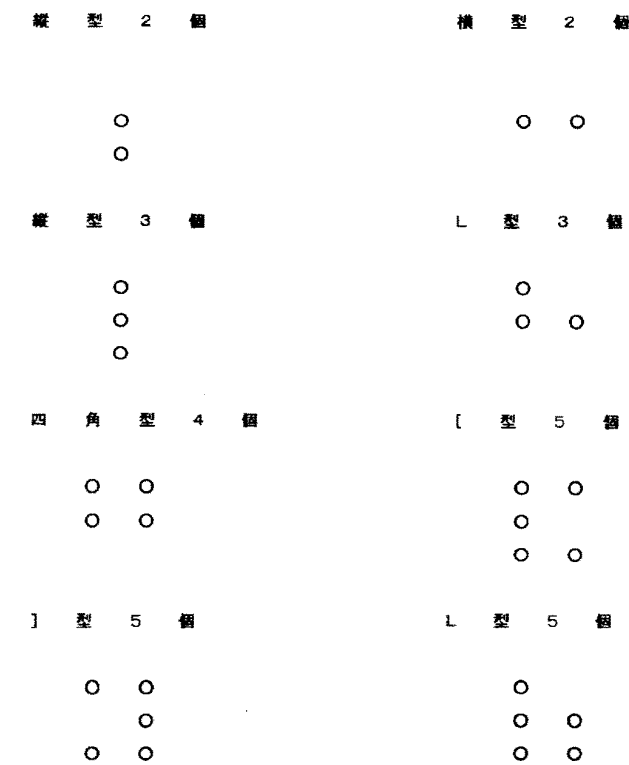


図2 ミヤコタナゴ自然産卵試験において観察されたなわばり形状

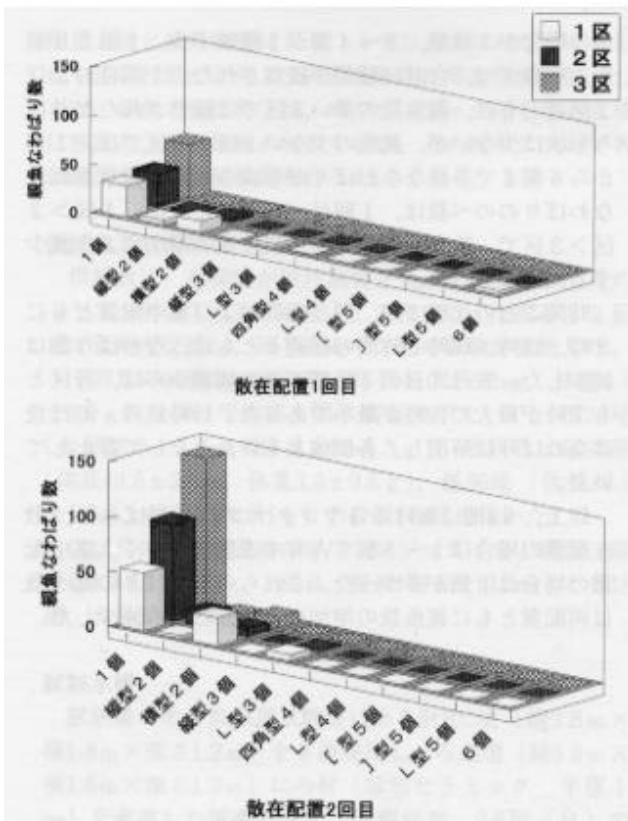


図3 散在配置における親魚のなわばり形状と占有産卵礁数

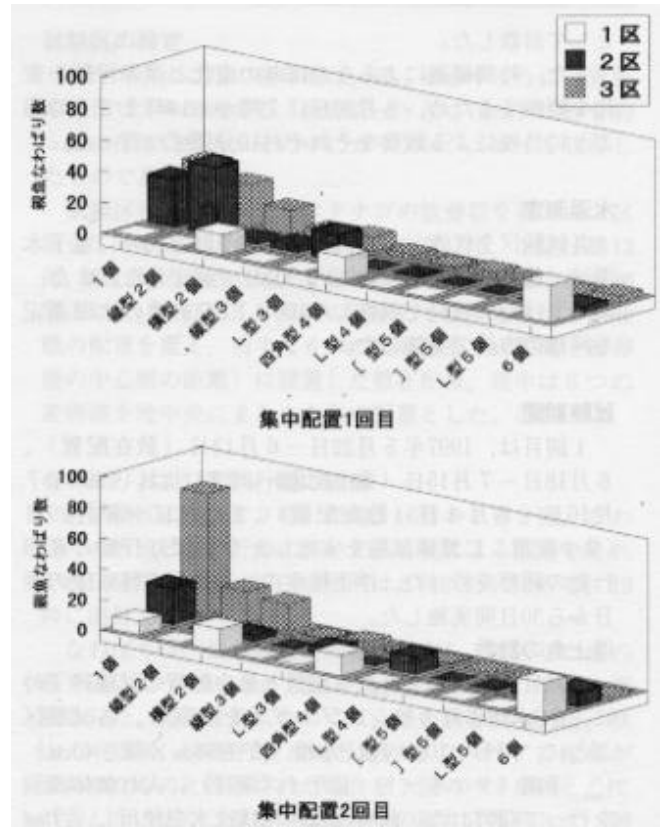


図4 集中配置における親魚のなわばり形状と占有産卵礁数

産卵行動

観察された産卵行動の様式と観察数を各区ごとに図5に示した。1回目は散在配置と集中配置ともに各区でペア産卵のみが観察された。2回目は、散在配置と集中配置ともに、1区ではペア産卵のみが、2区と3区ではペア産卵と集団産卵の両方が観察された。産卵行動数は1回目の集中配置を除くと親魚密度が高いほど増加した。また、各配置とも1回目より2回目の試験期間の方が、産卵行動が活発であった。

産卵に参加した親魚尾数を各区ごとに第6図に示した。参加した親魚数も産卵行動数と同様の傾向があった。

集団産卵に参加した親魚は5尾から18尾まで観察された。雌雄比は雌：雄 = 1：1（雌雄各3尾、4尾、9尾）から1：7（雌1尾・雄7尾）まで多様であったが、雌が多いケースは観察されなかった。

時間による産卵行動数は、特に図示しなかったが、1回目の散在配置を除くと各区とも9時がピークで13時、16時と時間の経過とともに減少した。1回目の散在配置だけは16時に産卵行動が多かった。

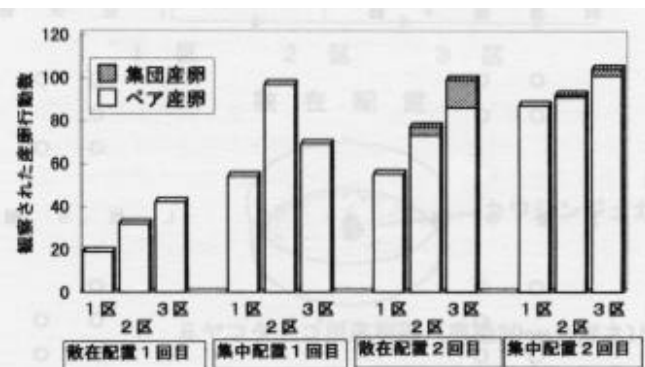


図5 ミヤコタナゴ自然産卵試験 - ・各試験区において観察された産卵様式と産卵行動数

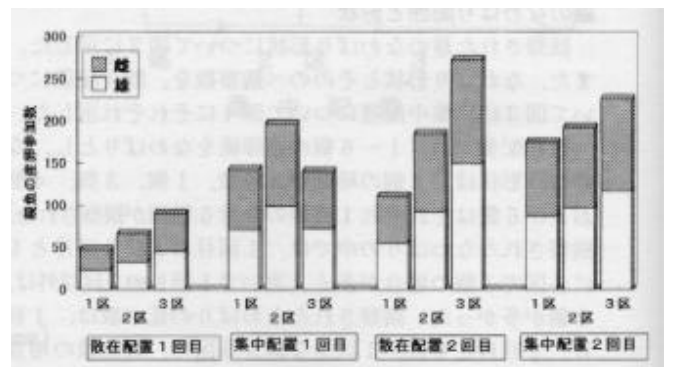


図6 ミヤコタナゴ自然産卵試験 - ・各試験区において産卵に参加した親魚数

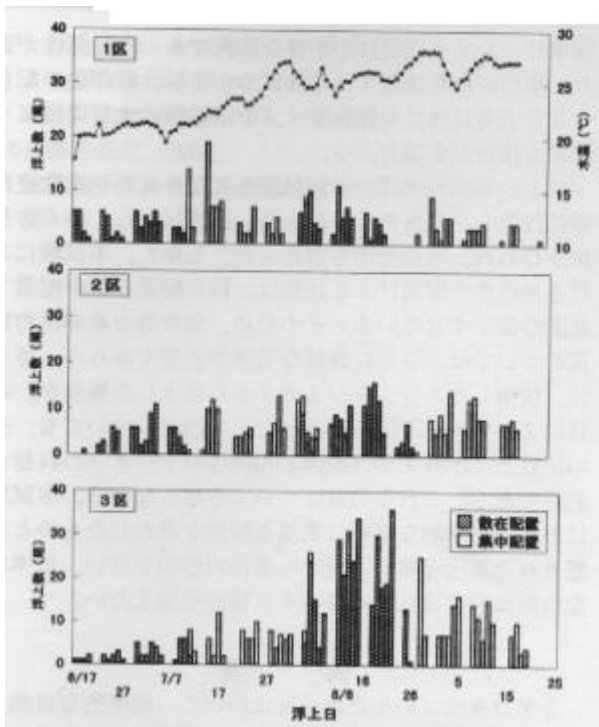


図7 ミヤコタナゴ自然産卵試験 - 各試験区における日別浮上稚魚数

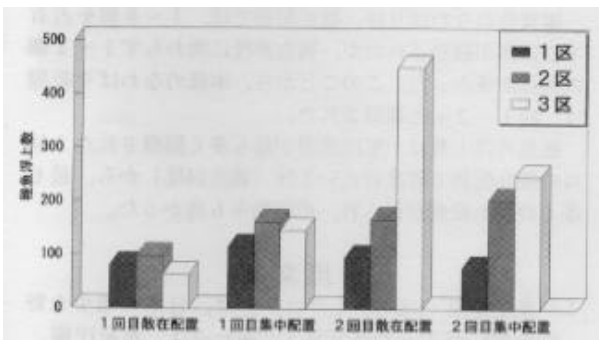


図8 ミヤコタナゴ自然産卵試験 - 各試験区における浮上稚魚数

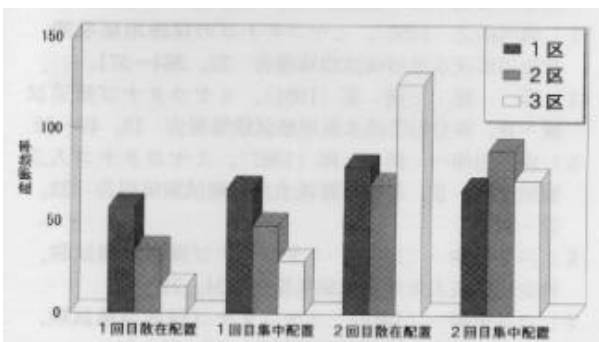


図9 ミヤコタナゴ自然産卵試験 - 各試験区における産卵効率 (1日当たりの平均浮上稚魚数 / 雌親魚数 × 100)

稚魚浮上状況

稚魚の日別の浮上結果を、各区ごとに図7に示した。

1回目の散在配置1区は1日あたり最大6尾、2区は11尾、3区は6尾が浮上した。集中配置の1区は、1日あたり最大18尾、2区は14尾、3区は10尾が浮上した。1回目は両配置で各区とも、特に大量の稚魚が浮上した日は観察されなかった。

2回目の散在配置1区は1日あたり最大11尾、2区は16尾、3区は32尾が浮上した。集中配置の1区では1日あたり最大9尾、2区は14尾、3区は14尾が浮上した。2回目の特徴は、散在配置の3区が際立って多くの浮上稚魚が見られた点である。1日あたり20尾以上浮上した日が8日間もあった。

浮上数の合計を図8に、また、産卵効率 (1日当たりの平均浮上数 / 使用した雌親数 × 100) を図9にそれぞれ示した。1回目の散在配置では、浮上数は2区 (97尾) > 1区 (80尾) > 3区 (63尾), 集中配置では、2区 (162尾) > 3区 (147尾) > 1区 (115尾), 2回目の散在配置では、3区 (451尾) > 2区 (168尾) > 1区 (96尾), 集中配置では、3区 (248尾) > 2区 (204尾) > 1区 (77尾) であった。各区の浮上数において比較を行ったところ、全てにおいて有意差が認められた (t 検定 P < 0.05)。

1日あたりの平均浮上数は、ここでは特に図示しなかったが、1回目の散在配置は、2区 (4.2尾) > 1区 (3.5尾) > 3区 (2.7尾), 集中配置は、2区 (5.8尾) > 3区 (5.3尾) > 1区 (4.1尾) であった。2回目の散在配置は、3区 (12.6尾) > 2区 (8.4尾) > 1区 (4.8尾), 集中配置は、3区 (13.1尾) > 2区 (10.7尾) > 1区 (4.1尾) であった。産卵効率は、1回目の散在配置は、1区 (58) > 2区 (35) > 3区 (15), 集中配置は、1区 (68) > 2区 (48) > 3区 (29) であった。2回目の散在配置は、3区 (125) > 1区 (80) > 2区 (70), 集中配置は、2区 (89) > 3区 (73) > 1区 (68) であった。

また、本試験において浮上数の計数を実施した9時と16時では、各区ともに90%以上が9時に計数された。このことから、ミヤコタナゴの稚魚が浮上する時間は、夕方16時から翌朝9時の間にあり、日中の浮上は少ないことがわかった。

各産卵礁別の浮上稚魚数について、特に図示しなかったが、散在配置では、0~179尾、集中配置では、0~96尾で、かなりばらつきがあった。産卵礁の位置による浮上数の比較配置ごとに検討したが、特に相関関係は見いだせなかった。

考 察

本試験の散在配置におけるなわばりの観察から、ミヤコタナゴ雄のおよそのなわばり面積を算出した。産卵礁を1個占有した場合、隣の産卵礁との中間地点までをなわばり範囲とし、なわばり形状は計算の容易さから概ね正方形とする。この時、各産卵礁の中心間の距離が1m

であることから、なわばり面積は、 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m} = 1.0\text{m}^2$ となる。散在配置の場合は、雄親魚により1~6個の占有が確認されたので、なわばり面積は1~6 m^2 の範囲となる。中には、6個の産卵床を順番に見回る特別な個体も確認されたが、親魚密度に関わらず1個か2個を占有する個体がほとんどであった。このことから、複数の親魚が存在する場合の本種のなわばり面積は、概ね1~2 m^2 程度である。他方、集中配置では6個の産卵礁すべてを占有する場合もかなり観察された。この場合、どこまでをなわばりと判断するのが困難であるためここでは考察しない。

なわばり面積は、親魚密度が高くなるほど減少する傾向が見られたが、これは言い換えると、雄どおしの競争が激しくなるため、大きななわばりの形成が困難になる。逆に密度の低い1区では散在配置も集中配置でも、6個すべての産卵礁が優位な個体によって独占されることがあった。この場合、特定の雄しか遺伝子を残せないで、遺伝的な多様性の確保が必要な希少種の継代飼育には、あまり望ましい状況ではない。

これらの状況を考慮すると、散在配置の3区が最もなわばり数が多く、しかも1個体が多くの産卵礁を占有することがない。なわばりの状態からのみ判断すると、本試験では散在配置の3区が、ミヤコタナゴにとって遺伝的な多様性を残す理想の状態であると言える。

浮上稚魚数を各区で比較すると1回目の試験では散在配置、集中配置ともに3区よりも2区の浮上数が多くなり、産卵効率は親魚密度を上げるほど減少した。これに対し2回目の試験では散在配置、集中配置ともに親魚密度に比例して浮上数も増加し、特に散在配置の3区が最も浮上数が多く、また産卵効率も高かった。この2回目の結果は、産卵効率と親魚密度が反比例した前回の試験(勝呂, 1998)¹⁰⁾とは異なる。

この原因については、集団産卵と関係している可能性が推察される。本試験において産卵効率が高かった区はすべて集団産卵が観察され、最も浮上数が多かった2回目の散在配置3区は、集団産卵の観察数が最高の試験区であった。観察された集団産卵は、参加する尾数が多いほどパニック状態となり、次々と産卵が行われる。この集団産卵を効率的な産卵方法の一つと見なし、その頻度が浮上数に直接影響を与えたものと推察された。

集団産卵を誘発する条件として、2回目の散在配置および集中配置における1区と2区の親魚数に着目した。前者ではペア産卵のみが行われ、後者ではペア産卵と集団産卵が観察されているからである。1区の親魚数は12尾、2区は24尾であるから、この親魚数の間に集団産卵が行われる親魚密度の必要条件があるものと思われる。

また、同じ試験設定で実施された1回目は散在配置および集中配置ともに集団産卵は観察されなかった。1回目と2回目は親魚の大きさおよび試験期間中の水温が多少異なり、2回目に使用した親魚サイズが大きく、試験期間の水温がかなり高い。そのため、ミヤコタナゴの産

卵条件として1回目は不十分な状況であった可能性があり、集団産卵を誘発する条件については、産卵礁の配置や親魚密度以外にも親魚サイズや水温等の水質環境についても検討が必要である。

以上、本試験では、前回試験と異なり産卵礁を散在配置に設置し、親魚密度の最も高い試験区から、多くの稚魚が得られ、産卵効率も高かった。しかし、本試験における産卵礁の配置による比較は、散在配置と集中配置で試験時期がずれている。そのため、効率的な産卵礁の配置については、さらに詳細な追試が必要であろう。さらに、使用したカワシンジユガイから浮上した稚魚が、各貝によってかなり違いがあった。この点についても、貝の活性とミヤコタナゴ産卵の相関等のデータの收拾が必要である。これらの点について考慮しながら、本試験において効率的な増殖に重要な役割を果たしたものと推察された集団産卵を誘発する条件の解明を行い、効率的な自然産卵方法についてさらに検討を加えたい。

摘 要

ミヤコタナゴの生息地復元に向けて、効率的な自然採卵による増殖手法を開発するため、屋内の6 t R C水槽を使用し、昨年に引き続き産卵母貝の配置方法および親魚密度について検討を行った。また、親魚のなわばり行動や産卵行動についても観察を行った。

雄親魚のなわばりは、散在配置では、1~6個を占有する個体が観察されたが、親魚密度に関わらず1~2個の個体が多かった。このことから、本種のなわばり範囲は、約1~2 m^2 と推察された。

稚魚の浮上数は、集団産卵が最も多く観察された2回目の散在配置で密度の高い3区(親魚24尾)から、最も多くの浮上稚魚が得られ、産卵効率も高かった。

引用文献

- 1) 多紀保彦(1994), ミヤコタナゴ, 日本の希少な野性生物に関する基礎資料, 364~371, 水産庁編, 696pp.
- 2) 岡 彬(1980), ミヤコタナゴ人工繁殖試験 - , 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 17, 101~105.
- 3) 勝呂尚之(1995), ミヤコタナゴの保護増殖事業, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 32, 364~371.
- 4) 岡 彬・三栖 実(1981), ミヤコタナゴ繁殖試験 - , 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 18, 49~52.
- 5) 戸井田伸一・岡 彬(1987), ミヤコタナゴ人工繁殖試験 - , 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 23, 32~34.
- 6) 戸井田伸一(1988), ミヤコタナゴ保護増殖試験, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 24, 21~22.
- 7) 戸井田伸一(1989), ミヤコタナゴ保護増殖試験, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 25, 52~53.
- 8) 栃木県水産試験場(1974), ミヤコタナゴおよびイトヨ実態調査報告書 - .
- 9) 秋山信彦・今井秀行・小笠原義光(1994), ミヤコタ

- ナゴの産卵基質として用いたカワシンジュガイの有効性，水産増殖 42 (2) ， 231 ~ 238.
- 10) 勝呂尚之 (1998) ，ミヤコタナゴ自然採卵による増殖試験 - ，神奈川県水産総合研究所研究報告 3 ， 85 ~ 91.
- 11) 勝呂尚之・戸田久仁雄 (1998) ，生態試験池を使用したミヤコタナゴの自然繁殖試験，水産増殖 46 (1) ， 37 ~ 46.
- 12) 秋山信彦・小笠原義光 (1991) ，ミヤコタナゴの繁殖行動，神奈川県自然保全研究会報告書 10 ， 13 ~ 18.