

# サケ科魚類の新しい養殖対象種についてⅡ

## ～異質三倍体ニジマスの成長と成熟状況について～

高橋一孝

2007年に作出した雌雄混合型異質三倍体ニジマス（雌ニジマス，雄マスノスケ）の成長と成熟状況について、前報<sup>1)</sup>に引き続き検討した。また、ニジマス四倍体との交配により作出した魚についても予備的に検討したので、その結果を報告する。

### 材料及び方法

2007（H19）年11月1日（試験区）と12月4日（大量処理区）に作出したニジマス雌とマスノスケ雄の異質三倍体（以下ニジノスケという）の0年魚の成長について原則として毎月1回、1年魚は年4回魚体測定した<sup>1)</sup>。対照としてニジマスを用いた。試験区は2009年2月19日に1年魚の成熟状況を、4月20日に奇形魚の調査を行った。また、12月18日には全数取り上げし、2年魚の大きさと成熟状況を調査するとともに、ニジマス2年魚とも比較した。一方、大量処理区は、2009年12月21日に2年魚100尾の体重、成熟状況、奇形等を調査した。さらに、2008年11月7日に前報と同じ方法で作出したニジノスケ2年魚の成熟状況についても、2010年12月22日に併せて調査した。2011年1月5日と12日には水温処理による倍数化処理とニジマス四倍体との交配による方法でニジノスケを作出し、発眼率、ふ化率、三倍体化率、奇形率を常法により求めた。

0年魚の飼育は、26×40×有効水深16cm（16.6L）と64×44×同23cm（65L）のプラスチック水槽を用い、1年魚は屋内コンクリート池（1.5×4.8×有効水深0.43m）、2年魚は屋外コンクリート池（1.5×9×0.45m）（3×9×0.45m）で行った。稚魚の給餌は、市販の配合飼料を自動給餌器（フードタイマー）で1日6回適量行い、成魚は手撒きにて1日3回行った。飼育水温は周年12℃の地下水を掛け流す流水式とした。

### 結果及び考察

#### 1 0, 1年魚の成長

0年魚の成長及び収容尾数の変化をそれぞれ図1, 2に示す。0年魚の成長は各区の収容密度を一定にしていなかったため厳密には比較できないが、試験区の場合対照区のニジマスより劣っていた。1年魚の成長は途中の8月24日には逆転し、12月15日のニジノスケはニジマスより大きかった。試験区と対照区の収容密度は1月17日時点では3倍の違いがあったが、7月14日以降はほぼ同じ密度となった。一方、大量処理区の採卵日は試験区より1ヶ月遅かったが、4月16日に選別作業で小型魚を間引き、大型魚（2,479尾，2.6g）のみ残し、飼育を続けた。その結果11月19日には26.7gとなり、試験区に追いついた。その後も、大量処理区の成長は良くなかったが、12月中旬には167gに達し、最終的には三者の中で最も成長が良かった。

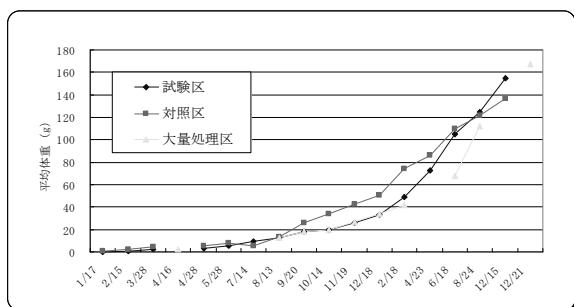


図1 0年魚の成長

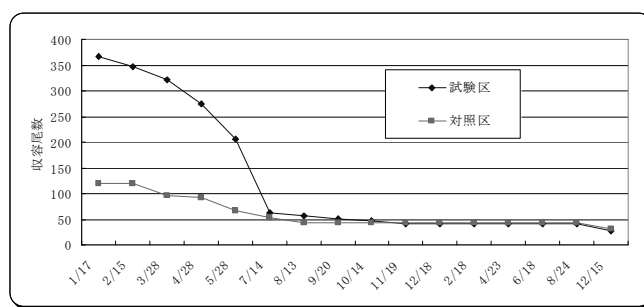


図2 収容尾数の変化

## 2 1年魚の取り上げと成熟状況

2009年2月19日における1年魚の魚体測定結果を表1に示す。試験区のニジノスケは体重が39.9gに達し、GSIは平均0.03%と生殖腺は未発達であった。25尾中4尾(16%)で奇形の発生が見られ、頭部の変形が多かった(図3)。4月20日に大量処理区の奇形について調査したところ、2,313尾のうち133尾は奇形であった(奇形率5.8%)。任意の29尾について精査したところ頭部の上顎欠損が44.8%と最も多く、次いで下顎捻転、躯幹部つまりが多かった(表2, 図4)。また、生殖腺は10尾解剖したところ殆どの魚がひも状(GSI 0.04%)で、透明なピンク色であった(図5)。卵母細胞が見られなかったことから、三倍体化している可能性の高いことが推察された。一部生殖腺の頭部側末端部が肥大化している個体も見られた。奇形魚の除去作業は屋内の飼育池で行ったため日中でも薄暗く、軽微な奇形魚は見落としの可能性が考えられた。この作業中、ニジノスケはニジマスに比べ、鼻上げしやすく酸欠に弱い傾向が認められた。

6月3日にニジノスケの外観をニジマスと比べると、ニジノスケは体側にパーも見られ、ニジマスと大きな違いは見られなかった(図6,7)。なお、試験区のニジノスケは2008年12月18日に全数を解剖して試験を終了した。

表1 1年魚の魚体測定

| 項目   | TL(cm) | BL(cm) | BW(g) | GSI(%) | 肥満度  | 備考     |
|------|--------|--------|-------|--------|------|--------|
| 平均値  | 16.0   | 13.7   | 39.9  | 0.03   | 15.5 | 奇形魚数4尾 |
| 最大値  | 17.6   | 15.2   | 66.1  | 0.13   | 18.8 | 頭部変形   |
| 最小値  | 14.6   | 12.4   | 27.9  | 0.02   | 13.0 | 出現率16% |
| 標準偏差 | 0.7    | 0.7    | 7.3   | 0.02   | 1.4  |        |
| 測定数  | 25     | 25     | 25    | 25     | 25   |        |



図3 1年魚の魚体測定 (2009.2.19)



図4 奇形魚調査 (2009.4.20)



図5 生殖腺 (2009.4.20)

表2 奇形魚の状況

| 区分       | 出現数<br>(尾) | 同比<br>(%) |
|----------|------------|-----------|
| 調査尾数 (尾) | 29         | 100.0     |
| 上顎欠損     | 13         | 44.8      |
| 下顎捻転     | 8          | 27.6      |
| 躯幹部つまり   | 7          | 24.1      |
| 尾部つまり    | 2          | 6.9       |

体重 : 40.3±11.1g



図6 ニジノスケ1年魚 (2009.6.3)

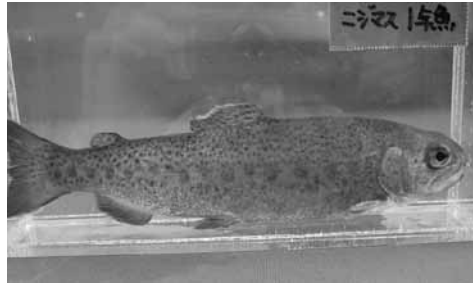


図7 ニジマス1年魚 (2009.6.3)

### 3 2年魚の成長、成熟状況

2年魚の成長、成熟状況について、表3,4, 5に示す。ニジノスケは平均体重155g, 肥満度13.9, GSI 0.11%であったのに対し、ニジマスはそれぞれ136g, 15.5, 0.11%であった。両種ともこの時点ではほぼ同じ飼育密度で飼っており、平均体重、GSIに有意差は見られなかった(t検定,  $p < 0.01$ )。肥満度は両種に明らかに違いがあり、ニジノスケの方が痩せ身であった(t検定,  $p < 0.01$ )。一方、ニジノスケの大量処理区は、平均体重が167gと試験区と有意差がなかったが、肥満度は試験区と明らかな有意差があった(t検定,  $p < 0.01$ )。そこで、再度ニジマスと大量処理区を比較したところ、有意差が見られ( $p < 0.05$ )、ニジノスケはニジマスより痩せ身であることが明らかとなった。ニジノスケには背鰭に黒点があり、尾鰭には黒点がなかった。幼魚期の外観はマスノスケよりニジマスに酷似するといえる。

ニジノスケ大量処理区の任意の100尾について麻酔をしながら奇形の調査を行ったところ、前回目視で奇形魚を除いたにも拘わらず、18%程度の奇形が出現した。内訳は頭部が55%と最も多く、次いで鰓蓋部が多かった(表6)。

成熟状況は両種とも1尾ずつ放精する雄魚が出現した。ニジノスケの殆どは、生殖腺はひも状で、未発達であったが、1尾だけ成熟した(図8,9)。本種の作出方法が雌雄混合型であるために出現したのか、あるいは他水槽からの混入によるものなのか(体側の虹色が顕著で大きさも明らかに異なるため、ニジマスのトビである可能性も捨てきれない)、この時点では不明であった(図10,11)。一方、対照区のニジマスでは成熟した個体は1尾であり、通常ドナルドソン系ニジマスの成熟は忍野系より遅い2年魚から始まるが(30~50%程度)、本試験では成長が悪かったため、出現率(3.2%)が低下したものと思われる。

表3 ニジノスケ2年魚の魚体測定

| 項目   | TL(cm) | BL(cm) | BW(g) | GSI(%) | 肥満度  | 備考   |
|------|--------|--------|-------|--------|------|------|
| 平均値  | 24.8   | 21.6   | 155   | 0.11   | 13.9 | 1尾排精 |
| 最大値  | 40.0   | 34.7   | 727   | 1.83   | 17.4 |      |
| 最小値  | 20.5   | 17.4   | 69    | 0.03   | 12.8 |      |
| 標準偏差 | 3.7    | 3.3    | 120   | 0.34   | 1.0  |      |
| 測定数  | 27     | 27     | 27    | 27     | 27   |      |

表4 ニジマス2年魚の魚体測定

| 項目   | TL(cm) | BL(cm) | BW(g) | GSI(%) | 肥満度  | 備考   |
|------|--------|--------|-------|--------|------|------|
| 平均値  | 23.2   | 20.5   | 136   | 0.17   | 15.5 | 1尾排精 |
| 最大値  | 29.1   | 24.9   | 249   | 1.80   | 18.0 | 雄20尾 |
| 最小値  | 17.3   | 15.4   | 53    | 0.01   | 11.9 | 雌11尾 |
| 標準偏差 | 2.4    | 2.1    | 41    | 0.33   | 1.3  |      |
| 測定数  | 31     | 31     | 31    | 31     | 31   |      |

表5 ニジノスケ2年魚（大量処理区）の魚体測定

| 項目   | BL(cm) | BW(g) | 肥満度  | 備考      |
|------|--------|-------|------|---------|
| 平均値  | 22.2   | 167.4 | 15.1 | 奇形魚数18尾 |
| 最大値  | 26.2   | 278   | 17.4 | 出現率18%  |
| 最小値  | 16.2   | 60    | 13.1 |         |
| 標準偏差 | 1.8    | 40.4  | 1.0  |         |
| 測定数  | 100    | 100   | 100  |         |

表6 奇形魚の内訳

| 区分      | 出現数<br>(尾) | 同比<br>(%) |
|---------|------------|-----------|
| 調査尾数(尾) | 100        | 100.0     |
| 頭部      | 10         | 55.6      |
| 鰓蓋      | 6          | 33.3      |
| 鰓蓋・顎    | 1          | 5.6       |
| 尾鰭捻転    | 1          | 5.6       |



図8 ニジノスケ2年魚 (2009. 12. 21)



図9 ニジノスケ生殖腺



図10 ニジマス2年魚 (2009. 12. 21)



図11 ニジマス生殖腺



図12 成熟したニジノスケ2年雄魚

その後、年級が1つ下の群（2008年作出群）における2年魚の魚体測定結果を表7に示す。平均体重は80gと前述の試験魚よりかなり小さかった。飼育密度や給餌量の違いによるものと考えられた。成熟状況を表8、奇形魚の状況を表9に示す。ニジノスケは明らかな成熟雄魚が8尾（13.1%）出現した。体色は黄土色で、放精する個体はいなかったが、GSIは0.91~5.95%（平均3.09）であった（図12）。したがって、雌雄混合型の場合、成熟する雄魚が出現することから、不妊魚を作出するためには他のサケ科魚と同様に全雌型を作出する必要があるものと考えられた。

成熟雄魚と未熟魚の平均体重は有意に未熟魚の方が大きかった（t検定， $p < 0.05$ ）。肥満度及びGSIは有意に成熟雄魚の方が高かった。なお、奇形魚の出現割合は4.8%で、尾鰭捻転が多かった。出現率は試験区16%、大量処理区18%に比べてかなり低かった。

表7 2年魚（2008年作出群）の魚体測定

| 項目   | TL(cm) | BL(cm) | BW(g) | 肥満度  | GSI  |
|------|--------|--------|-------|------|------|
| 平均値  | 20.0   | 17.4   | 79.8  | 14.3 | 0.59 |
| 最大値  | 26.8   | 23.6   | 202.3 | 20.5 | 5.95 |
| 最小値  | 12.2   | 10.1   | 19.7  | 11.5 | 0.02 |
| 標準偏差 | 3.4    | 3.1    | 38.2  | 1.6  | 1.46 |
| 測定数  | 61     | 61     | 61    | 61   | 21   |

表8 成熟状況

| 区分   | 出現数<br>(尾) | 同比<br>(%) |
|------|------------|-----------|
| 成熟雄魚 | 8          | 13.1      |
| 未熟魚  | 53         | 86.9      |
| 合計   | 61         | 100.0     |

表9 奇形魚の状況

| 区分       | 出現数<br>(尾) | 同比<br>(%) |
|----------|------------|-----------|
| 調査尾数 (尾) | 61         | 100.0     |
| 奇形尾数 (尾) | 3          | 4.8       |
| 上顎欠損     | 1          | 33.3      |
| 尾鰭捻転     | 2          | 66.7      |

#### 4 3年魚の成長

ニジノスケ大量処理区の3年魚の成長は、2010年5月10日に428g、10月15日に840gであった。詳細は今後取りまとめる予定である。

#### 5 ニジノスケ作出方法の検討

2011年1月にマスノスケ雄魚の精子を用いて、異なる2つの方法でニジノスケを作出した。結果を表10,11に示す。水温処理による方法では、発眼率28.5%、ふ化率25.5%であったのに対し、四倍体との交配による方法では、発眼率18.2%、ふ化率16.8%と水温処理の方の成績が良かった。三倍体化率は両者とも100%であったが、奇形率は水温処理0%に対し、交配63.6%とかなり高かった(図13)。今回は供試卵が異なり、試験回数も1回ずつと少ないため、両者の成績については判断しがたく、さらに検討を要するものと考えられた。

表10 水温処理によるニジノスケ(2011.1.5作出)

| 供試卵数<br>(粒)      | 発眼卵数<br>(粒) | 発眼率<br>(%) | ふ化尾数<br>(尾) | ふ化率<br>(%) | 調査尾数<br>(尾) | 三倍体魚<br>数(尾) | 三倍体化<br>率(%) | 奇形魚数<br>(尾) | 奇形率<br>(%) | 平均体重<br>(g) |
|------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|-------------|
| 11,533           | 3,285       | 28.5       | 2,941       | 25.5       | 30          | 30           | 100          | 0           | 0          | 0.34        |
| ♀ニジマス3尾、♂マスノスケ3尾 |             |            |             |            | 3/15調査      |              |              |             |            |             |

表11 交配によるニジノスケ(2011.1.12作出)

| 供試卵数<br>(粒)      | 発眼卵数<br>(粒) | 発眼率<br>(%) | ふ化尾数<br>(尾) | ふ化率<br>(%) | 調査尾数<br>(尾) | 三倍体魚<br>数(尾) | 三倍体化<br>率(%) | 奇形魚数<br>(尾) | 奇形率<br>(%) | 平均体重<br>(g) |
|------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|-------------|
| 2,324            | 422         | 18.2       | 391         | 16.8       | 31          | 31           | 100          | 20          | 63.6       | 5.19        |
| ♀ニジマス2尾、♂マスノスケ3尾 |             |            |             |            | 6/30調査      |              |              |             |            |             |



図13 交配ニジノスケ(上の2尾は頭部の奇形が顕著)

#### 要約

- 雌雄混合型異質三倍体ニジマス(ニジマス雌とマスノスケ雄の交配種、仮称ニジノスケ)の成長と成熟状況について検討した。
- 0年魚の成長はニジマスよりやや劣ったが、1年魚の成長は逆転しニジマスより大きかった。
- 1年魚の体重39.9gに達したが、生殖腺のGSIは平均0.03%と未発達であった。大量処理群の奇形率は5.8%と試験区より低かった。この原因として、供試卵の違いや小型魚を間引いた影響が考えられる。

4. 2年魚(2007年作出群)の体重は155gで、生殖腺は未発達であった。一方、2008年作出群は体重80gとさらに小型であったが、成熟した雄魚が8尾(13.1%)出現した。雄魚の体色は黄土色で、放精する個体はいなかったが、生殖腺は乳白色をしており、GSIは平均3.1%であった。
5. 不妊魚作出のためには、雌雄混合型ではなく全雌型を作出する必要があるものと考えられた。
6. 3年魚の体重は840gであった。
7. 水温処理による作出方法では発眼率28.5%、ふ化率25.5%であったのに対し、交配による方法では、発眼率18.2%、ふ化率16.8%と水温処理の方の成績が良かった。三倍体化率は両者とも100%であったが、奇形率は水温処理0%に対し、交配63.6%とかなり高かった。

## 文 献

- 1) 高橋一孝(2009)：サケ科魚類の新しい養殖対象種について、ニジノスケ・サクラヒメ異質三倍体の作出。山梨県水産技術センター事業報告書、第36号、1-5。