

## エゾイワナ *Salvelinus leucomaenis leucomaenis* 大型魚における適正給餌率の検討について

君島 裕介\*1

### Study on Optimum Feeding Ratio for Large Sized White Spotted Chars ( *Salvelinus leucomaenis* )

Yusuke KIMIJIMA \*1

キーワード : エゾイワナ, イワナ, 大型魚, 適正給餌率, ライトリッツの給餌率表

近年, 日本人の一人当たり魚種別購入量の1位が「サケ」になるなど, 鮭鱒類の消費需要が高まっている。特に生食用については, 大部分を海外からの輸入に頼っており, 我が国の輸入水産物の上位を「サケ・マス類」が占めている状況が続いている<sup>1,2)</sup>。そのような状況の中で, 国内の養魚場では, 本来は塩焼き等で供されていた魚種を大型魚まで育てて刺身商材として出荷することへの需要が高まっている<sup>3,4)</sup>。

イワナ養殖発祥の地である宮城県においても, 刺身商材の需要に応える形で全雌三倍体イワナ (伊達いわな) が商品化される<sup>5)</sup>等, 大型魚の効率的な生産に向けた取り組みが行われている。

鮭鱒類の生産現場となる国内の養魚場では, 1日あたりの適正給餌量の目安として1959年に発表されたライトリッツの給餌率表<sup>6)</sup> (以下, 「標準給餌率表」という) が開発から約60年を経過した現在でも広く用いられている。

標準給餌率表はニジマス *Oncorhynchus mikiss* を標準として開発されたが, 他の *Oncorhynchus* 属魚類でもサケ *O. keta*<sup>7)</sup>, アマゴ *O. masou kawamurae*<sup>8)</sup> 等で適正給餌率の検討が行われている。本研究の対象としたサケ科に属する *Salvelinus* 属のイワナ *S. leucomaenis* の適正給餌率については, 体重約2g, 約40g及び約70gの小型個体を中心に調べられているが<sup>9,10,11)</sup>, それ以上の大型個体の適正給餌率については明らかにされておらず, 実際の

養魚の現場で活用する為の十分な知見が集積されていないといえない。

また, 飼料については標準給餌率表が開発された当時はドライペレットが使われていたが, 1988年頃にマス類の養魚用の飼料の主流はエクストルーダー処理により製作された多孔質の固形配合飼料(以下, 「EP飼料」という)に代わった<sup>12,13)</sup>。EP飼料ではエクストルーダー処理の過程で, 粘結剤として用いられる澱粉質がほぼ全て糊化されて消化吸収率が高くなり, ニジマスにおいてエネルギーとしての利用効率が改善されることがわかっている<sup>14)</sup>。

これらのことから, 飼料の質が向上した近年においてイワナ大型魚の適正給餌率については知見が十分になく, またそれを解明しイワナ養魚の現場で活用することは養殖振興の一助になると考えられたことから, 本研究では標準給餌率表に記載のない体重190g以上のイワナ大型魚の適正給餌率について標準給餌率表を基に検討を行った。

### 材料と方法

当場で継代飼育している体重190g以上の栗駒系イワナ (亜種エゾイワナ *S. leucomaenis leucomaenis*) 2歳魚を供試魚とした。試験水槽に移動後に 1か月程度, 標準給餌率表に従った給餌を行い, 環境馴致を行って

\*1水産技術総合センター内水面水産試験場

から、飼育試験を実施した。試験期間は令和4年2月14日から令和4年4月25日までとし、イワナの成熟により摂餌量が低下することは無かった。試験には黒色の200L円形水槽（モリマーサム樹脂工業（株）製SPE-200）を使用した。水槽の側面底部には直径3.5cmの穴を開け、塩化ビニール製パイプを取り付けて排水可能とし、流水飼育を行った。また、馴致期間中に、給餌者の姿に供試魚が警戒して摂餌に影響があったことから、水槽上面の半分を遮光幕で覆った。

試験には、日本農産工業（株）製のます類育成用EP配合飼料（粒径約5mm）を用いた。飼料の成分量を表1に示した。給餌は、月～金曜日までの週5日、各日2回から4回に分けて行った。

飼育にあたっては標準給餌率表から算出した給餌量の0.8倍量を給餌する試験区（以下、「0.8倍区」という）、1.0倍量を給餌する試験区（同「1.0倍区」）、1.2倍量を給餌する試験区（同「1.2倍区」）及び飽食給餌を行う試験区（同「飽食区」）の4試験区を設けた。各試験区で20個体を用い、試験開始時には各試験区間で試験魚の体重が同条件となるよう選別し、平均体重196-197g、変動係数7.07-7.99とした。

給餌にあたり規定量を食べさせられなかった場合は、翌日以降の給餌量に追加した。また、残餌が発生

表1 飼料に記載された成分量

|       |          |
|-------|----------|
| 粗たん白質 | 45.0% 以上 |
| 粗脂肪   | 8.0% 以上  |
| 粗繊維   | 3.0% 以下  |
| 粗灰分   | 15.0% 以下 |
| カルシウム | 2.00% 以上 |
| りん    | 1.20% 以上 |

した場合は残餌を回収し、その粒数に相当する給餌量を週内での給餌で補完した。なお、摂餌不良により規定量を給餌しきれない場合は、摂餌量から差し引いた。

魚体重量の測定を毎週月曜日に行い、週単位で給餌量を補正した。また、体重測定は試験魚にオイゲノールを主成分とするFA100で麻酔処置をしてから鰓蓋内の水を切り、タオルで体表の水分を拭き取ってから1個体毎に行った。なお、測定日にも餌止めは行わず、当日の午後から補正した量で給餌を行った。各試験区での水槽位置による影響を考慮し、測定後に水槽の位

置を順に入れ替えた。

成長後の目標平均体重を250gに設定し、すべての試験区が目標平均体重に達した10週間後まで飼育試験を行った。また、試験期間中の飼育水温は6.4～7.0℃（平均6.4℃）であった。

体重と日間成長率の関係及び体重と飼料効率の関係の分析では、週単位で日間成長率及び飼料効率を算出し、当該週の月曜日に測定した平均体重と翌週に測定した平均体重の中間値を、対応する平均体重として用いた。

日間成長率(%)は、次式により算出した。

$$\text{日間成長率 (\%)} = \{100 \times (W_1 - W_2)\} / (W_1 \times D)$$

W<sub>1</sub> : 開始時の体重(g)

W<sub>2</sub> : 終了時の体重(g)

D : 飼育日数

また、試験終了時の各区の試験魚の体重について、一元配置分散分析を行ったうえで各区の有意差検定にはBonferroni法による多重比較を行った。有意水準は5%とした。

## 結果

### 1 摂餌量の変化

飼育試験の概要を表2、各試験区の摂餌量の変化を図1に示した。試験期間中、全ての試験区で死亡魚はなかった。

制限給餌区では、1.2倍区で第1週目に摂餌量が規定量を下回ったが、第2週目以降は全ての試験区で規定量と同量の摂餌となった。また、飽食区では、摂餌量が大きく変化した。第1週目は制限給餌区の設定上限である標準給餌率表の1.2倍量を下回ったが、第2週目以降はそれより多い量を摂餌し、摂餌量は標準給餌率表の1.3～1.9倍で推移した。

### 2 成長速度

各試験区の体重の推移及び各区の試験魚の体重の多重比較検定の結果について図2に示した。平均体重は全ての試験区で試験終了まで増加し続けた。

体重と日間成長率の関係を図3に示した。制限給餌区では体重の増加と日間成長率の関係に一定の傾向はみられなかった。一方、飽和給餌区では体重255gまでは

体重の増加とともに日間成長率が増加したが、その後は緩やかに減少した。

### 3 飼料効率

試験全体を通しての飼料効率は、0.8倍区で97.1%、1.0倍区で98.6%、1.2倍区で96.3%、飽食区で91.1%であった(表1)。

各試験区の体重195gから255gにかけての飼料効率の推移を図4に示した。摂餌が安定した第3週以降は概ね60%から120%の間で推移した。体重の増加に伴う増減傾向はみられなかった。

### 4 体重の変動係数

試験期間中における各試験区での体重の変動係数の推移を図5に示した。試験終了時には、制限給餌を行った3試験区で7.77-8.11と、試験開始時(7.07-7.99)とほとんど変化がなかったが、飽食給餌区で13.69と大幅に増加した。

## 考 察

水温15°C以下の山地溪流部に生息するエゾイワナ<sup>15)</sup>において、水温6~7°Cは養殖水温として一般的でなく限定的な知見ではあるが、第1週目に発生した摂餌不良以降、試験期間を通して規定量を給餌したところ、試験全体を通して全試験区で90%以上の高い飼料効率を示した。また、飽食区では第2週目以降の摂餌量は標準給餌率表の1.3~1.9倍で推移した。

イワナの飽食量については、1年魚(体重約40-70g)で標準給餌率表の1.2倍量程度であろうとしている報告<sup>10)</sup>があり、本試験の2歳魚の結果は同様の傾向を示した。一方で、第2週目以降は1.2倍区の試験魚は規定量を完食しているほか、飽食区では最大で標準給餌率表の2倍量程度を摂餌した週もあり、多量給餌への馴致によって飽食量が増加する可能性が考えられた。

成長速度については、本試験では給餌量が多いほど成長速度も大きい結果になった。鈴木ほか(1989)では、体重約40gの個体を用いた試験において本試験と同様の結果となっているが、約70gの個体を用いた試験では、1.2倍区の方が1.0倍区よりも成長速度が低下したと報告している。しかし、飽食量に近い1.2倍区において残餌が目立ったとの記述があり<sup>10)</sup>、給餌量と摂餌量に差が生じたことが原因である可能性が考えられる。本

試験の結果から、残餌が出ないように給餌を行い、適切に摂餌量を把握したうえで給餌量を増やすことで、短期間で飼育魚を成長させることが可能であることが示唆された。

飼料効率について、イワナ稚魚期(2g-20g程度)では標準給餌率表の0.8倍量以下の給餌、幼魚から成魚(40g-100g程度)では標準給餌率表に沿った給餌が有効であるとされてきた<sup>9,10,11)</sup>。190gから250gまでの大型のイワナを用いた本試験では、標準給餌率表の0.8倍量の制限給餌から飽食給餌まで全ての試験区で飼料効率は90%を上回り、良好な結果となった。飼料効率が高かった順に並べると、1.0倍区、0.8倍区、1.2倍区、飽食区となり、標準給餌率表に従った給餌量が最も飼料効率が高かった。また、最大で標準給餌率表の1.9倍量を摂餌した飽食区でも90%以上の飼料効率を示したことは、飼料の質の改善による効果と考えられる。

個体間の体重の分散については、鈴木ほか(1989)では標準給餌率表0.6~1.2倍の範囲では給餌量が多いほど個体間の体重の分散が少なかったことを報告している。本試験では、0.8倍区~1.2倍区の範囲での制限給餌では体重の変動係数は低位で推移し、個体間の体重の分散が抑えられたが、飽食給餌では試験期間を通して変動係数は増加し、個体間の体重の分散は大きくなった。これは、飽食量には個体差があり、飽食給餌によって個体間の摂餌量の差が生じたことが要因と考えられる。また、飽食給餌区の摂餌量が標準給餌率表の1.3~1.9倍で推移していることから、個体間の体重の分散を抑制する給餌量の閾値は標準給餌率表の1.2倍程度であることが推定される。養魚場等で均一の規格のロットを生産する場合には、この量を超えず給餌することで個体間に体重差が生じないようにする必要がある。

以上の結果から、標準給餌率表に記載のない体重190g以上の大型イワナでも、水温6~7°Cでは標準給餌率表に従った給餌率であれば、0.55%の日間成長率を確保でき、飼料効率が良好であり、個体間の体重の分散を抑えることができることがわかった。

## 要 約

ライトリッツの標準給餌率表に記載のない体重190g以上のイワナ大型魚を用いて、水温6~7°Cで標準給餌率表の0.8倍量、1.0倍量、1.2倍量、飽食量を給餌し、飼育試験を行い、その適正給餌率について知見を得た。

- 1) 飽食量は標準給餌率表の1.2倍量程度であったが、多量給餌への馴致によって飽食量が増える可能性がある。
- 2) 成長速度は給餌量が多いほど大きくなることから、適切に給餌量を増やすことにより短期間で飼育魚を成長させることが可能であることが示唆された。
- 3) 飼料効率は全ての給餌量区で90%を上回り、1.0倍量、0.8倍量、1.2倍量、飽食の順に成績が良かった。

- 4) 個体間の体重の分散は制限給餌では抑制されたが、飽食給餌では分散は大きくなる傾向を示した。
- 5) 1) ~4) から、6~7°Cの飼育水温で体重190g以上のイワナ大型魚は、ライトリッツの給餌率表に従った給餌によって成長速度を確保でき、飼料効率が良好で、個体間の体重のばらつきを抑えることができることがわかった。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり宮城県水産技術総合センター内水面水産試験場の職員の皆様には研究についてのご助言やご指導をいただき、また、飼育管理及び測定補助等について多大なご助力をいただきましたことについて、この場をお借りして感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 平成29年度水産白書. 平成30年5月, 水産庁漁政部, 124-125
- 2) 令和3年度水産白書. 令和4年6月, 水産庁漁政部, 50-51
- 3) 長田隆志(2018)「ご当地サーモン」の急増と差別化の課題, 養殖ビジネス, 694, 4-7.
- 4) 佐野雅昭 (2019) 日本におけるサーモン養殖展開の機序、特徴、展望, 地域漁業研究, 59 (3), 117-128
- 5) 上田賢一・佐藤好・遊佐和洋・鈴木貫治・西川正純・熊谷明・永島宏 (2014) 伊達いわな(全雌三倍体イワナ)の商品化に向けた取組について, 宮城県水産研究報告, 14, 69-72
- 6) Earl LEITRITZ (1959) Trout and Salmon Culture (Hatchery Methods), Fish Bulletin, 107, 88-91pp.
- 7) 箕輪ゆい・伴真俊・福澤博明・中島歩・八重樫博文 (2019) サケの給餌率に関する検討, 北海道区水産研究所, SALMON情報, 13, 23-26
- 8) 徳原哲也・桑田知宣 (2002) アマゴの育種に関する研究-VIII 12代スマルト選抜を行った魚の生物学的特性, 岐阜県淡水魚研究所研究報告, 47, 1-4
- 9) 長沢静雄・佐藤脩・佐野秋夫・高田寿治 (1980) 7. エゾイワナ給餌率比較試験, 昭和55年度福島県内水面水産試験場事業報告書, 10-14
- 10) 鈴木邦雄・田中深貴男・田中繁雄 (1989) 荒川系イワナ1年魚の適正給餌率について, 埼玉県水産試験場研究報告, 48, 66-71
- 11) 鈴木邦雄・田崎志郎・野村博 (1991) 荒川系イワナ稚魚 (2g級) の適正給餌率について, 埼玉県水産試験場研究報告, 50, 81-84
- 12) 日本の魚類養殖と配合飼料 (社) 日本養魚飼料協会40年史. 平成19年10月, 株式会社緑書房, 60-66pp.
- 13) 山本剛史・三浦正之 (2022) ニジマス、マス類, 養殖ビジネス, 745, 86-91
- 14) 竹内俊郎・鄭寛植・渡辺武 (1990) エクストルーダー処理した炭水化物原料のニジマスおよびコイに対する有効性, 日本水産学会誌, 56 (11), 1839-1845
- 15) 宮城の淡水魚. 平成16年3月, 宮城県内水面水産試験場, 10-12pp.

表 2 飼育試験の概要

| 実験区            | 制限給餌区               |                     |                     | 飽食給餌区         |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
|                | 0.8倍区<br>標準給餌率表×0.8 | 1.0倍区<br>標準給餌率表×1.0 | 1.2倍区<br>標準給餌率表×1.2 | 飽食区           |
| 開始時平均体重 ± S.D. | 195.9 ± 13.84       | 197.1 ± 15.74       | 196.9 ± 14.65       | 197.1 ± 15.19 |
| 開始時変動係数        | 7.07                | 7.99                | 7.44                | 7.71          |
| 終了時平均体重 ± S.D. | 253.5 ± 20.55       | 273.3 ± 21.45       | 286.7 ± 22.26       | 313.1 ± 42.86 |
| 終了時変動係数        | 8.11                | 7.85                | 7.77                | 13.69         |
| 放 養 量 (g)      | 3,917               | 3,941               | 3,938               | 3,941         |
| 増 重 量 (g)      | 1,153               | 1,524               | 1,795               | 2,321         |
| 日間成長率 (%)      | 0.42                | 0.55                | 0.65                | 0.84          |
| 日間摂餌率 (%)      | 0.43                | 0.56                | 0.68                | 0.92          |
| 給 餌 量 (g)      | 1,187.6             | 1,545.9             | 1,863.6             | 2,548.8       |
| 餌 料 効 率 (%)    | 97.1                | 98.6                | 96.3                | 91.1          |

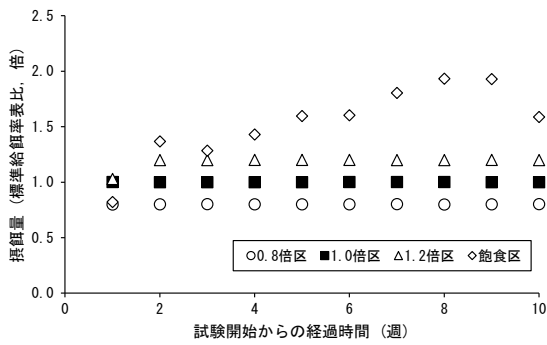


図 1 摂餌量の推移

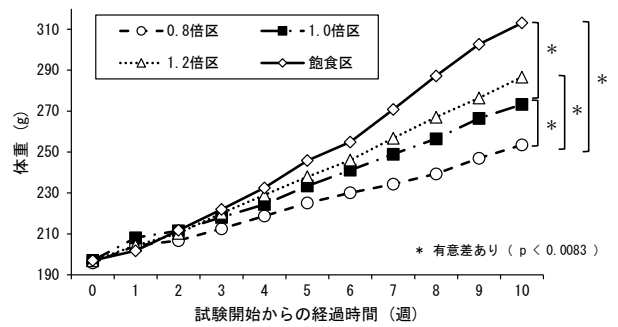


図 2 体重の推移

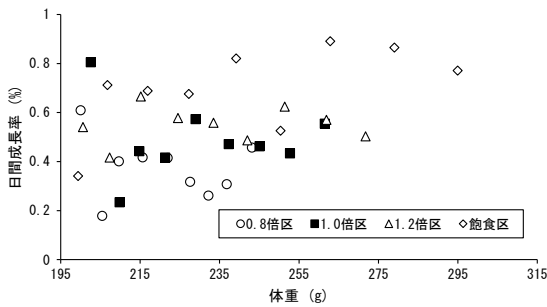


図 3 体重と日間成長率の関係

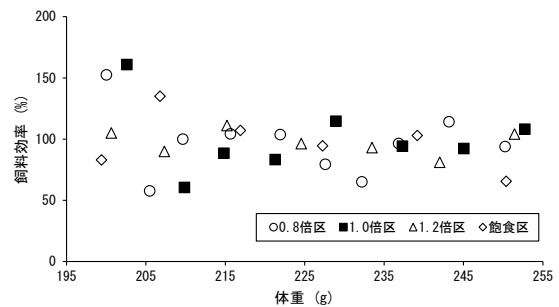


図 4 体重と飼料効率の関係

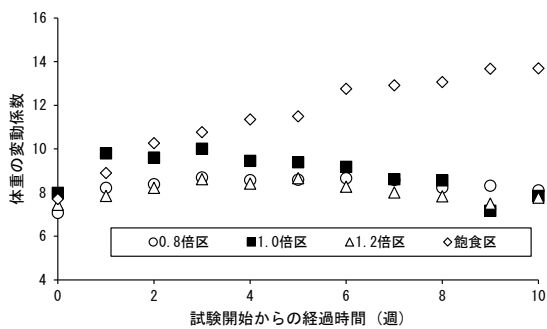


図 5 体重の変動係数の推移

君島