

# 自発摂餌システムを用いた養殖魚の飼育技術開発

栗山 功

## 目的

残餌削減や給餌の効率化が期待される自発摂餌システムを養殖現場へ導入するため、海面生け簀での飼育試験を中心としたデータの収集を行う。

## 方法

### 1. 海面生け簀における自発摂餌飼育試験

尾鷲水産研究室試験筏へ自発摂餌システムを3台設置して自発摂餌区とし、対照区として手給餌区を1区設けた。生け簀には3m×3m×3mの小割りを用いた。供試魚には、前年度に自発摂餌システムによる報酬量試験で用いたマハタ1歳魚を用い、各区300尾を収容した。

餌にはマダイ用EPを用い、自発摂餌区では終日摂餌可能な状態とした。手給餌区では1日1回飽食量を給餌し、休日には前週の給餌量を参考に給餌量を設定して午前中に自動給餌機を用いて給餌した。試験期間中には光強度ロガー、水温ロガーにより光強度と水温を測定した。また、毎月1回総魚体重を測定し飼育成績を求めた。

また、本飼育試験では、昨年度の実験結果からマイクロスイッチを利用した引っ張り型の給餌スイッチでは、誤作動や耐久性に問題が見られたため、摂餌スイッチについての改良を行いながら試験を実施した。

摂餌スイッチには改良型のマイクロスイッチ（オムロン製D2V-5L2-1C2）タイプと光ファイバーセンサー（キーエンス製FS-V30）タイプ、改良型マイクロスイッチの検出部に近接スイッチ（キーエンス製EM-108M）を用いたタイプの計3タイプを使用した（図1）。

試験開始時には各試験区とも従来型の摂餌スイッチを使用していたが、2006年3月8日から自発摂餌3区で、4月7日から自発摂餌1区で摂餌スイッチを光ファイバーセンサータイプへ変更した。自発摂餌2区では11月2

日に近接センサータイプへスイッチの変更を行った。

飼育試験は2006年1月30日から実施し、自発摂餌3区は10月31日の測定時まで、自発摂餌1区は12月26日の測定時まで、自発摂餌2区と手給餌区は2007年3月27日まで継続した。飼育成績に関しては、自発摂餌1区2区及び手給餌区の2006年1月30日～12月26日の331日間で算出し比較した。

### 2. 残餌の発生条件に関する試験

#### 1) 給餌回数あたりの残餌発生率の検討

500Lアルテミア培養水槽を用いた残餌回収水槽（図2-1）へ、マハタ1歳魚10尾を収容した。そこへマダイ用EP（ノヴァEP3）を一定数投入し、発生する残餌の数を数えた。給餌1回あたり投入数は10個、20個、30個、40個の4段階で設定し、全ての餌が捕食されるか水槽から回収されたことを確認してから、次の餌を投入した。また、投入した全ての餌が残餌となった時点で終了とした。試験開始前には3日間の絶食期間を設け、前回の給餌の影響を無くすようにした。

#### 2) 明るさと残餌の関係の検討

海面試験において、夜間に摂餌を行うと飼料効率が低下する傾向が見られたことから、明るさと残餌の発生について検討を行った。

飼育棟内に図2-2のような実験区画を作成し、遮光幕により外部からの光の侵入を遮断した。区画内は投光器を設置し、変圧器で明るさを調整して任意の照度に調整した。照度の設定は0lx、1lx、3lx及び10lxとし、24時間連続3日間一定照度を維持した。また、各照度での試験は3日間のインターバルをおいて実施し、自然状態の明暗周期下で摂餌リズムを正常に戻した。



マイクロスイッチタイプ



光センサータイプ



近接スイッチタイプ

図1 自発摂餌スイッチ



2-1 残餌回収水槽



2-2 実験区画

図2 残餌回収水槽と実験区画

実験水槽には実験 2-1)で用いた残餌回収水槽を用い、室内用自発摂餌システムを水槽上部に設置し、マハタ稚魚 50 尾を收容した。餌にはマダイ用 EP を用い、時刻制限を設けずに自由に摂餌させた。

## 結果と考察

### 1. 海面生け簀における自発摂餌飼育試験

#### 1) スイッチの検討

マイクロスイッチタイプでは、前年度までにスイッチ本体の改良を行ったことから作動不良は見られず、安定した作動状況であった。また、同様の機構を持つ近接センサータイプでも作動は良好であり、誤作動は見られなかった。一方、光ファイバーセンサータイプでは、誤作動と考えられる異常な給餌や、感度設定の難しさから作動不良や異常作動が多発した。

誤作動の原因としては生け簀内に侵入したビニルや海藻などの浮遊物がセンサーに付着したことと、マハタが摂餌と関係なくセンサー部に体を接触させる行動が観察されることからその際に誤ってセンサーが作動していると推測された。さらに、センサー先端部から赤い光が照射されることから、夜間にはよく目立つために、通常ではあまり確認されなかった夜間に摂餌するようになった。

このように光ファイバーセンサーは耐久性があるものの、マハタの摂餌に確実に対応することが難しいことや、後述するように残餌の発生しやすい夜間の摂餌頻度が上がることから、マハタ用の摂餌スイッチとしては不向きであった。

以上のことから、マイクロスイッチと近接センサーを使った、引っ張り型の摂餌スイッチが作動良好であり、より防水性や耐久性の高い近接センサータイプがマハタ用摂餌スイッチとして適切と考えられた。

#### 2) 飼育成績

本飼育試験ではスイッチ試験を合わせて実施したため、その作動状況が飼育成績に大きく影響を与えていた。全

飼育期間における飼育成績を表 1 に示す。摂餌スイッチに作動状態の安定しなかった光ファイバーセンサーを用いた 1 区、3 区の飼育成績はマイクロスイッチを用いた 2 区よりも飼育成績が低下した。

一方で安定して作動していた自発摂餌 2 区の飼育成績を手給餌区と比較すると、成長では手給餌区にやや劣るものの、餌料効率が良く、効率的な給餌が行われていた。

ここで、昨年度行った報酬量の検討試験を含めて、約 2 年間にわたる自発摂餌 2 区と手給餌区における総給餌量と総増重量を図 3 へ示す。増重量はそれほど変わらないが、給餌量は自発摂餌区の方が少なく、増肉係数は自発 2 区 1.63、手給餌区 1.87 となり、自発摂餌システムの方が効率良く給餌できたと考えられた。

表 1 海面自発摂餌飼育試験飼育成績

試験区	1区	2区	4区
開始時 尾数	300	300	300
平均体重(g)	696.3	705.3	704.3
総重量(kg)	208.9	211.6	211.3
終了時 尾数	229	222	222
平均体重(g)	1018.8	1026.1	1065.3
総重量(kg)	233.3	227.8	236.5
補正増重量(kg)	85.88	85.8	94.9
補正増重率(%)	41.1	40.5	44.9
給餌量(kg)	267.7	167.5	212.8
日間成長率(%)	0.1	0.1	0.1
日間給餌率(%)	0.3	0.2	0.3
増肉係数	3.1	2.0	2.2
飼料効率(%)	32.1	51.2	44.6
死亡率(%)	5.67	8.00	8.00

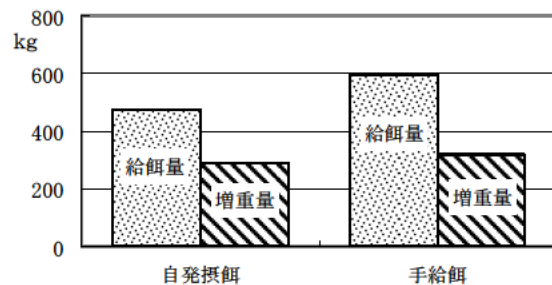


図3 自発摂餌区と手給餌区の給餌量と増重量の比較

### 2. 残餌の発生条件に関する試験

#### 1) 給餌個数あたりの残餌発生率の検討

完全に摂餌しなくなるまで給餌したときの残餌の割合は、1 尾あたり 1 個では、総給餌量の 11%と 15%、2 個の場合には 33%と 19%、3 個の場合には 25%と 38%、4 個の場合には 46%と 43%であった。給餌個数が増えるに

従って、残餌の発生率が高くなっており、残餌の発生を抑えながら完全に飽食させるためには、より細かな給餌量の調整が必要と考えられ、一定量で給餌し続ける自動給餌機の限界が推察された。

## 2) 明るさと残餌の関係

図4へ残餌の発生率と照度の関係について示す。照度

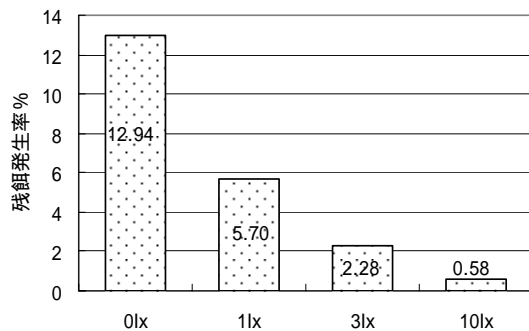


図4 残餌発生率と照度

が高くなるに従って残餌の発生率が低下した。確実な餌の捕捉にはそれなりの明るさが必要であり、本実験の結果では、0lxにおいて給餌された餌の約13%が残餌となっていたことから、夜間に自発摂餌をさせると、同様に1割以上が残餌になる可能性がある。自発摂餌システムの実用化の際には夜間の給餌を抑制するために、摂餌可能な時間帯に制限を加える方が給餌の効率が良くなると考えられた。

平成16年度から開始した海面での自発摂餌システムを用いた飼育試験の結果から、自発摂餌システムによる給餌のみでマハタを体重100gから1kgまでに成長させることができた。また、手給餌よりも少ない餌でほぼ同等の成長を得ることができ、本システム導入による給餌量削減効果が期待された。

今後は、実用化へ向けた養殖規模での実用化試験を実施し、夜間の給餌制限や実用に合わせたシステムの改良等を行い、自発摂餌システムの普及を目指す必要がある。