

《短 報》

ホンモロコ、キンギョの自発摂餌試験

梅沢一弘*・福田一衛**

Studies of self-feeding system for the cultivation
of Honmoroko(*Gnathopogon caerulescens*) and Goldfish

Kazuhiro UMEZAWA and Kazue FUKUDA

埼玉県内の養殖場では自動給餌機が普及している。自動給餌機は24時間タイマーと組み合わせることで、指定した時間に一定量の餌を給餌できるため省力化が図られるが、水温など環境の変化によって魚の摂餌量が増減した場合、給餌量の過不足や残餌による水質の悪化を起す懸念がある。

近年、魚の健康状態の維持と生産性の向上のため、魚の食欲を直接検知して給餌機を作動させる自発摂餌の研究が進み、マダイやブリなどの海水魚やニジマス、食用コイなどの淡水魚でも実用化が試みられ一定の成果が見られている(古川・山下, 2009. 神原ら, 2009. 小西浩司, 2008)。また、養殖では生産費に占める飼料費の割合が高いことから効率の良い給餌方法が求められている。

そこで、県内で養殖されているキンギョやホンモロコなど、小型のコイ科魚類で使用できる自発摂餌システムの開発を行い飼育試験を行ったので報告する。

自発摂餌に関する試験を行うに当たり、群馬県水産試験場の皆様から多大な御協力と御助言をいただいたことに感謝申し上げます。

材料および方法

ホンモロコとキンギョ(リュウキン, ワキン)を用いて自発摂餌システムを用いた飼育(自発摂餌区)と、従来から行われている、自動給餌機の稼働時間をタイマーで制御するタイマー給餌飼育(タイ

マー給餌区)との間で比較試験を行った。

1 自発摂餌システム

淡水魚で用いられている自発摂餌センサーは、紐の先端についているビーズを魚が啜って引くことでスイッチが入るプルダウン式だが、ホンモロコとキンギョでプルダウン式を試みたところ、魚が継続してビーズを引くことがなかった。

このため、魚が水面直下の浮きを突くことでスイッチが入るプッシュ式センサーを開発して使用したところ確実な動作が確認されたので、試験にはプッシュ式のセンサーを用いた。

プッシュ式センサーは、先端に直径10mmの浮きを付けた真鍮の針金(2mm)をマイクロスイッチ(OMRON ss-01GL)で挟んだもので、魚が浮きをつつくと針金が左右に振れてマイクロスイッチが起動する仕組みとなっている。センサーの信号は、一定時間通電するタイマー(OMRON H3CR)とリレーを組み込んだコントロールユニットに送られ給餌機が稼働する(島ら, 2002)。

2 給餌方法

自発摂餌区では、スイッチ1回当たりの報酬量として給餌機を10分稼働させた。魚は、24時間摂餌するが明期を中心に摂餌することや夜間は残餌が多いことから(松岡栄一ら, 2003. 栗山ら, 2011)6:00から16:00の間に給餌が行われるように設定した。なお、給餌機が稼働している間に魚がスイッチ

を入れても不感作とし、10分間の稼働時間が終了してから新たにスイッチが入ることにより次の給餌が始まるようセットした。

タイマー給餌区の給餌量は、1日当たり飼育量の5%を基準とした。給餌量は10日ごとに飼育魚をサンプリングし(n=30)魚体重の平均を求め、飼育尾数を乗じることで飼育量を推定して補正を行った。給餌は9時から16時の間に4回に分け、1回当たり給餌機が1~1.5時間稼働するようタイマーをセットした。給餌機は自発摂餌区、タイマー給餌区とも送風機で飼料を散布するタカラ製作所のFF20型自動給餌機を用い、飼料は市販のコイ用配合飼料「日清丸紅飼料株式会社 鯉稚魚用 C-2 (CP45%)」を使用した。



図1 自発摂餌システムセンサー

3 ホンモロコの飼育試験

(1) 供試魚

供試魚は当研究所で2011年4月19日に採卵し、4月26日にふ化させ、自動給餌機で給餌管理をしたホンモロコ0年魚(平均体重0.78g)10,000尾を用いた。

(2) 飼育方法

飼育は12.0m×7.5m、水深0.9mの3面コンクリート池を用いた。飼育水は井戸水を用い止水飼育とし、7月8日から10月17日までの101日間飼育を行った。試験期間中の飼育水温は32.4℃から17.4℃の間であった。

4 キンギョの飼育試験

(1) リュウキン

a 供試魚

当研究所で2011年5月13日に採卵し、5月19日にふ化させ、自動給餌機で給餌管理を続け7月26日に第1選別を行ったリュウキン0年魚(平均体重1.7g)の選別群3,200尾を使用した。

b 飼育方法

飼育は10.0m×5.0m、水深0.6mの3面コンクリート池を用いた。飼育水は井戸水を用い止水飼育とし、8月2日から9月13日までの43日間飼育を行った。

(2) ワキン

a 供試魚

当研究所で2010年4月7日に採卵し、4月12日にふ化させ、自動給餌機で給餌管理したワキン(平均体重4.0g)3,000尾を使用した。

b 飼育方法

飼育は10.0m×5.0m、水深0.6mの3面コンクリート池を用いた。飼育水は井戸水を用い止水飼育とし、7月9日から8月30日までの53日間飼育を行った。

結果及び考察

1 ホンモロコの飼育試験

飼育結果を表1に示した。試験開始時に0.78gであった供試魚の平均体重は試験終了時に自発摂餌区で6.9g、タイマー給餌区で5.1gとなり自発摂餌区がタイマー給餌区に比べ良好な成長を示した。取上げ重量では自発摂餌区60.5kg(672.2g/m²)、タイマー給餌区47.2kg(524.4g/m²)であった。期間中の給餌量は自発摂餌区104.2kg、タイマー給餌区で90.4kgとなり自発摂餌区がタイマー給餌区に比較し1.15倍の餌を給餌することができた。飼料効率では自発摂餌区が51.6%、タイマー給餌区が44.4%となり自発摂餌区がタイマー給餌区と比較して高い結果となった。

両区から10日おきに魚体測定を行い(n=30)成長の推移を調べたところ、飼育後20日目頃から自発摂餌区の成長がタイマー給餌区より高い値を示していた(図2)。

図3に、自発摂餌区の1日当たりの給餌量と給餌

率の変化を示した。給餌率は、1日当たりの給餌量と、成長の推移から回帰式 ($y=0.057x + 0.843$ $R^2=0.975$) を求め1日当たりの飼育量を推定した値から求めた。

1日当たりの給餌量は、試験開始1ヶ月後に最高2,000gとなった。給餌量の変化では7月19日から8月8日までの間に500gから2,000gへと20日間でほぼ4倍に増えていた。また、給餌率は8月5日の8.5%が最高となり、その後減少を続け試験終了時には2.4%であった。

表1 ホンモロコの飼育結果

	自発摂餌	タイマー給餌
放養重量 (kg)	7.8	7.8
放養平均体重 (g)	0.78	0.78
取上重量 (kg)	60.5	47.2
取上平均体重 (g)	6.9	5.1
処理重量 (kg)	1.0	0.7
増重量 (kg)	53.7	40.1
給餌量 (kg)	104.2	90.4
飼料効率 (%)	51.6	44.4
日間給餌率 (%)	4	4

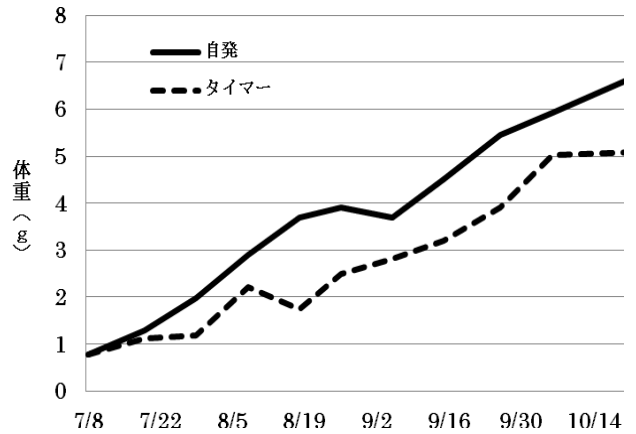
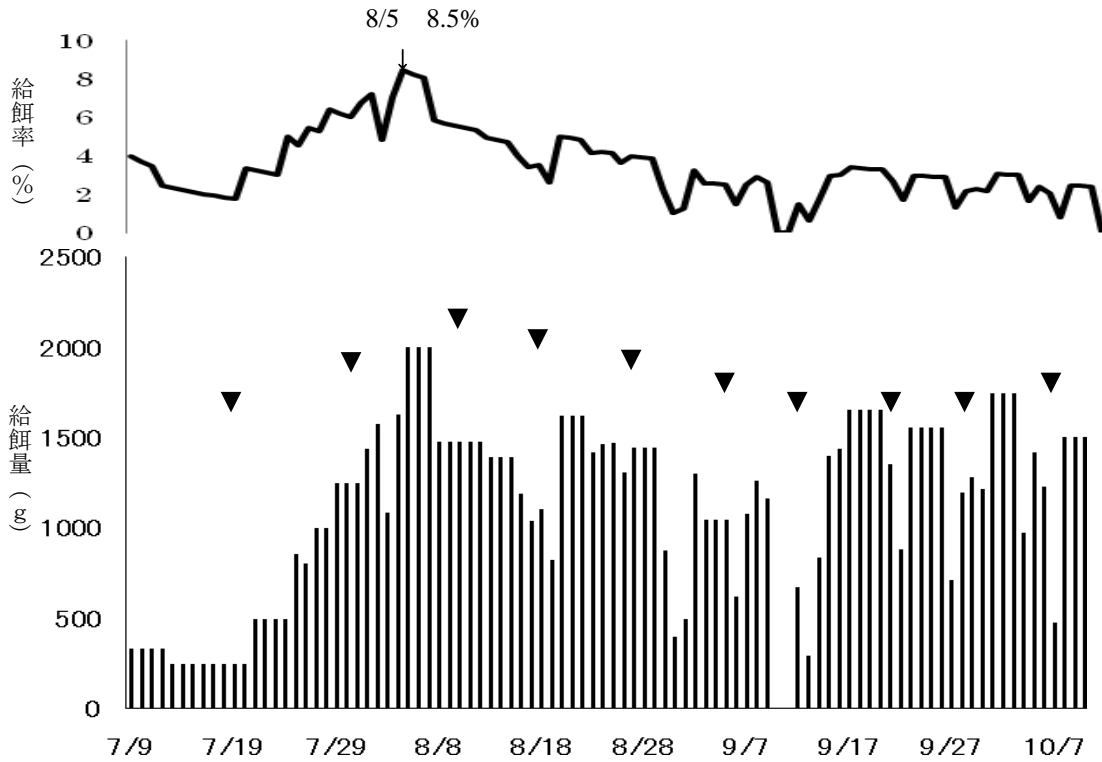


図2 ホンモロコの成長の推移



▼：サンプル日

図3 自発摂餌によるホンモロコの1日当たりの給餌量と給餌率

2 キンギョの飼育試験

(1) ワキン

飼育結果を表2に示した。試験終了時の供試魚の平均体重は、自発摂餌区 28.5 g、タイマー給餌区 16.9 gであった。取上げ重量は自発摂餌区 80.5 kg (1,610 g/m²)、タイマー給餌区 53.5 kg (1,071 g/m²) となり、両区とも 1 m²当たりの取上げ量が 1,000 g 以上の良好な生育を示した(渡辺, 1984)。総給餌量は自発摂餌区 77.9 kg、タイマー給餌区 46.8 kg と自発摂餌区がタイマー給餌区に比較し 1.66 倍の餌を給餌することができた。飼料効率では自発摂餌区が 88.1%、タイマー給餌区 89.1% となり両区に差は見られなかった。

魚体測定 (n=30) から、成長の推移を図4に示した。8月10日頃から自発摂餌区の成長がタイマー給餌区より高い値を示していた。今回の結果から自発摂餌はタイマー給餌に比較し、魚に多くの飼料を食べさせることができ、ワキンを早期に成長させるのに有効な給餌方法であると考えられた。

表2 ワキンの飼育結果

	自発摂餌	タイマー給餌
放養重量 (kg)	11.9	11.9
放養平均体重 (g)	4.0	4.0
取上重量 (kg)	80.5	53.5
取上平均体重 (g)	28.5	16.9
増重量 (kg)	68.6	41.6
給餌量 (kg)	77.9	46.8
飼料効率 (%)	88.1	89.1
日間給餌率 (%)	4.2	3.2

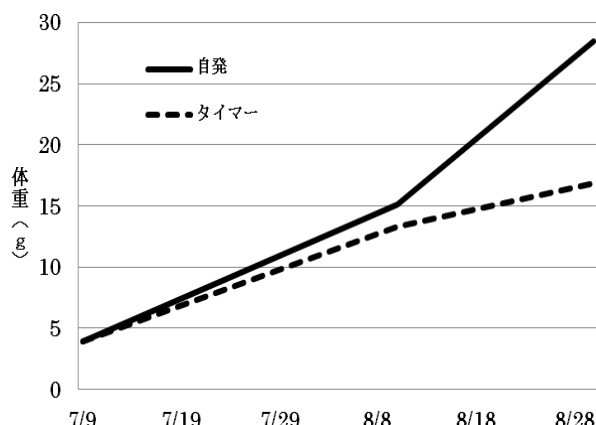


図4 ワキンの成長の推移

(2) リュウキン

飼育結果を表3に示した。試験期間中の総給餌量は自発摂餌区 30.4 kg、タイマー給餌区で 19.7 kgとなり自発摂餌区がタイマー給餌区に比較し約 1.54 倍の餌を給餌することができた。

試験終了時の供試魚の平均体重は自発摂餌区 8.9 g、タイマー給餌区で 5.0 g となり自発摂餌区の成長が良かった。飼料効率は自発摂餌区 56.9%、タイマー給餌区 54.5% となり両区ともほぼ同じであった。

魚体測定 (n=30) から、成長の推移を図5に示した。リュウキンの飼育試験においても自発摂餌区の成長がタイマー給餌区より高い値を示しており、試験の比較的早い時期から自発摂餌区の成長が高かった。

表3 リュウキンの飼育結果

	自発摂餌	タイマー給餌
放養重量 (kg)	5.3	5.3
放養平均体重 (g)	1.7	1.7
取上重量 (kg)	20.5	16.1
取上平均体重 (g)	8.9	5.0
処理重量 (kg)	2.1	0.0
増重量 (kg)	17.3	10.8
給餌量 (kg)	30.4	19.7
飼料効率 (%)	56.9	54.5

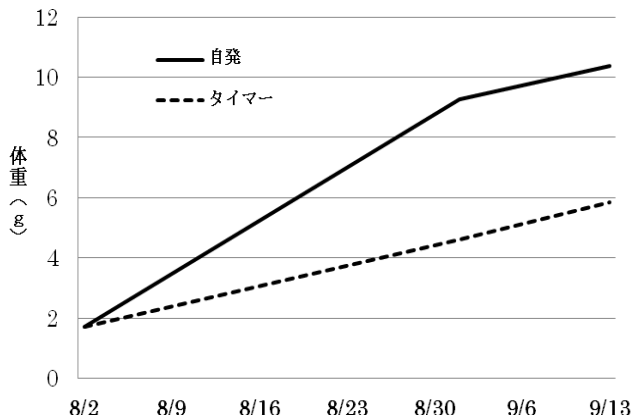


図5 リュウキンの成長の推移

3 自発摂餌とタイマー給餌

今回試験を行ったホンモロコとキンギョ（ワキン、リュウキン）における飼育試験では、自発摂餌区がタイマー給餌区に比べ、成長が早く、より多くの餌を魚に与えることができた。

ホンモロコの自発摂餌区では、1日当たりの給餌量が急激に増える期間があることがわかった。これに対し、タイマー給餌区では10日毎に飼育魚のサンプリングを行い、飼育量の変化を推定し給餌量の補正を行っているが、ホンモロコの1日当たりの摂餌量の増加に対応できていないことが考えられる。日間給餌率は両区とも4%と変わらず、給餌量、飼料効率とも自発摂餌区が高いことから、このような要因が成長の差につながったと考えられる。

ワキンの8月10日以降の成長に差が見られたことも、この期間にワキンの摂餌要求量が増え、自発摂餌では応えられたが、タイマー給餌では応えられなかったことによるものと考えられる。

また、1日当たりの給餌量の変化から、サンプリングを行った翌日に給餌量が減少することや、休日など池の周辺に人が立ち寄らない状況では給餌量が増加することから、魚が水温など池水環境以外に周辺の環境の変化によっても摂餌量を変えていることが伺えた。

これらの環境の変化は、ほぼ同じ条件の隣池で

行ったタイマー給餌区においても予想されることで、自発摂餌であれば魚の摂餌活動が不活発になっても、魚が要求する量だけの摂餌となるが、タイマー給餌では摂餌活動が不活発であっても一定量の餌が給餌されるため残餌が発生した可能性がある。

自発摂餌システムを用いた給餌管理方法の利点としては、水温や止水養魚における溶存酸素量などの水質変化に伴う魚の摂餌要求量の増減に対応できることや、少量の餌が常に必要な無胃魚であるホンモロコやキンギョに対し、常に餌が食べられる状況を確保出来ることが挙げられる。

自発摂餌はタイマー給餌に比べ魚を早く成長させることができるが、キンギョなどの観賞魚では魚の大きさだけで市場価値は決まらない。

今後、自発摂餌システムの実用化に向け、1回当たりの報酬量の調整や、摂餌を休止する時間を設けるなど、魚の成長を制御し市場の要求に応えられる給餌管理方法の検討も必要になる。

さらに、今回用いたプッシュ式の自発摂餌センサーでは、浮きを水面直下に固定して設置するため、養魚池の水位変動への対応が困難となる。このため、水位変動が常時起こる養魚池ではセンサーをフロートに乗せるなど水位変動にも対応できる改良が必要である。

引用文献

- 古川清・山下光司(2009): マダイ養殖における実用規模自発摂餌給餌システムの開発, 日本水産学会誌, 74(5), 775-778
- 神原淳・日高磐夫・田畑満生(2009): 自発摂餌式給餌法によるブリ0歳魚および1歳魚の成長, 57(2), 219-226
- 小西浩司(2008): 淡水魚養殖における自発摂餌型給餌システムの実用化, 日本水産学会誌, 74(5), 904-905
- 栗山功・宮本敦史・田中真二・土橋靖史康(2011): 自発摂餌システムを用いたマハタ養殖の試み, 三重水研報, 20, 9-22

埼玉農総研研報(12)47-52, 2013

島隆夫・小西浩司・古坂博文・山本剛史・鈴木伸
洋(2002)：普及型自動給餌機を用いた自発給餌
型給餌装置の制作，水産増殖，50，441-442
松岡栄一・星野勝弘・新井正尚(2003)：コイの自発

摂餌試験－Ⅱ，群馬水試研報，9，51-54
渡辺国夫(1984)：観賞魚（キンギョ，ニシキゴイ）
の養殖に関する一検討，埼玉水試研報，43，
10-24