

# 魚類養殖試験 - I

## 魚の自発摂餌を利用した給餌量削減システムの開発

栗山 功・田中真二・井上美佐・西村昭史

### 目的

近年、環境問題に関する社会的な関心が高まるとともに海域における環境保全が強く求められている。魚類養殖業は残餌や魚からの排泄による自家汚染という問題を抱えており、海面を適正に使用し、漁場環境を保全する責任を負っている。そこで魚類の生物時計に基づく自発的な摂餌欲求に合わせた給餌量削減システムを開発することで、必要最小限の給餌量で効率の良い養殖生産が期待できる。平成10年度に行った、屋外に設置した大型水槽での実験結果から、ブリが速やかに自発摂餌を行い、自発摂餌装置による飼育が十分可能であったことから、本年度は試験設定を海面小割生け簀に移し、より養殖現場に近い形の試験を設定し、ブリの摂餌パターンの解析を行った。本研究は三重大学生物資源学部水族生理学研究室と共同で行った。

### 材料及び方法

供試魚には平成11年6月に入手したブリを用いた。試験開始時の平均体重は約100gであった。試験区は2区

設け、各区200尾ずつ収容した。

図1に小割生け簀と給餌システムの模式図を示す。小割生け簀は2.5m×2.5m×2.5mのものを用いた。給餌機には平成10年度に用いたものと同じスターナー社（スウェーデン）製のニジマス用自発摂餌装置を用いた。この給餌装置は給餌機の作動スイッチとなる引っ張り方式のセンサーと給餌機本体、及びセンサー感度、給餌時間、給餌可能時刻などの調整のできるコントローラー、給餌時刻を記録するデータロガーとから構成されている。

センサーの先には、先端にオレンジ色のプラスチックの球（直径約8mm）のついたステンレス製の釣り用ワイヤー約20cmを付け、ブリがその球の部分引っ張るとセンサーが作動するようにした。給餌機および給餌スイッチは生け簀のほぼ中央に設置した。

平成10年度の試験の際にはフードタイマーによる条件付けを行なったが、ブリは速やかに自発摂餌を開始した。そのため特に条件付けを行わなくても良いと判断して、今回の試験では条件付けを行わなかった。

供試魚への給餌は全て自発摂餌によって行った。給餌

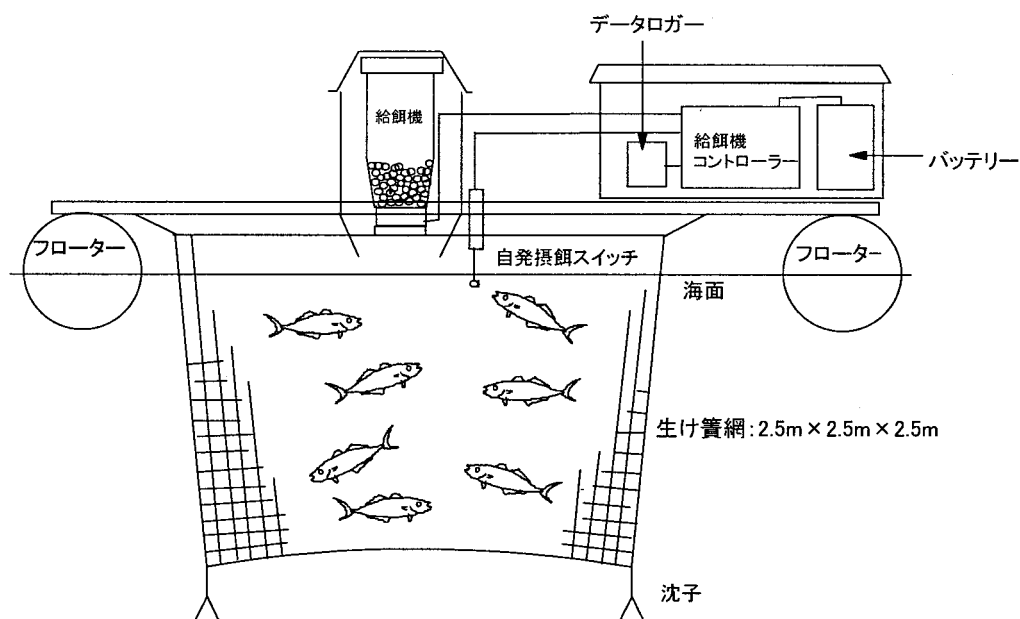


図1 自発摂餌システム模式図

器への餌の補給は随時行い、補給した餌の量を記録し、魚体測定時に給餌機内に残っている餌を回収してそれまで補給した餌の量から引くことで総給餌量を求めた。魚体重測定は試験開始時及び終了時と、約1ヶ月毎に行った。また、スイッチ1回当たりの給餌量は試験開始時には1回のスイッチ操作で1尾当たり0.5個のペレットが給餌されるように設定したが、魚体重測定時に魚の成長に合わせて変更した。

また、1時間おきに水深0.5m、4mの水温測定をした。さらに、10分おきに照度データロガーによる光強度を測定した。

## 結 果

### 1. 飼育成績

飼育期間は8月3日から12月16日の137日間であった。試験開始から1回目の体重測定までを第1期（8月3日から9月2日）とし、同様に体重測定から次の体重測定までを第2期（9月2日から10月11日）、第3期（10月12日から11月18日）、第4期（11月19日から12月16日）とした。試験開始直後に類結節症による斃死がみられ、その後連鎖球菌症による斃死がみられた。いずれも投薬などの対処は特に行わなかった。飼育成績を表1に、水深0.5mの水温推移を図2に示す。飼育成績は1、2区とも良い結果は得られなかった。特に第1期の成長は悪く、その原因は日間給餌率が1区で1.39%、2区で1.14%と低いことから、餌不足であると判断された。そこで給餌機の設定を変更してスイッチ1回当たりの給餌量を、1日にスイッチを50回作動させると飼料メーカーの給餌率表の80%が給餌されるように変更したところ、第2期には日間給餌率が1区、2区とも2%台に増加し、日間成長

率も改善された。しかし、第3期以降、水温の低下とともに日間給餌率、日間成長率が低下していき、第4期では成長が停滞した。

### 2. 自発摂餌

自発摂餌装置を海面に設置する場合、風や波などの影響でスイッチが誤作動する恐れがあったので、試験を開始する前の約2ヶ月間、自発摂餌装置を筏に設置し、風や波によるスイッチへの影響を調べたが誤作動などの問題はみられなかった。

今回は自発摂餌スイッチへの条件付けを行わなかったが1、2区とも速やかに自発摂餌が開始された。各区の期間毎の給餌機起動回数と光強度の関係を図3に示す。1区、2区とも基本的に同じ摂餌パターンを示し、試験開始直後の第1期には昼夜を問わずに摂餌活動を行い、第2期以降徐々に日の出、日の入りの時間帯に集中して摂餌する傾向がみられた。

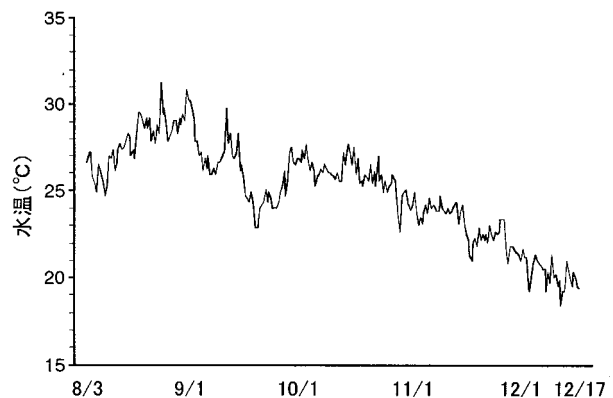


図2 試験期間中の0.5m層の水温変化

表1 飼育成績

第1期				第2期			
試験区		1区	2区	試験区		1区	2区
開始時	尾数	200	200	開始時	尾数	179	179
	平均体重(g)	101.3	100.8		平均体重(g)	158.1	122.9
	総重量(kg)	20.3	20.2		総重量(kg)	28.3	22.0
終了時	尾数	179	179	終了時	尾数	163	172
	平均体重(g)	158.1	122.9		平均体重(g)	300.0	258.7
	総重量(kg)	28.3	22.0		総重量(kg)	48.9	44.5
	補正増重量(kg)	10.8	4.2		補正増重量(kg)	24.3	23.8
	補正増重率(%)	53.09	20.60		補正増重率(%)	85.87	108.18
	給餌量(kg)	11.0	7.8		給餌量(kg)	32.9	29.4
	日間成長率(%)	1.35	0.60		日間成長率(%)	1.54	1.80
	日間給餌率(%)	1.39	1.14		日間給餌率(%)	2.08	2.22
	飼料転換効率(%)	97.6	53.1		飼料転換効率(%)	73.9	81.1
	増肉係数	1.02	1.88		増肉係数	1.35	1.23
	死亡率(%)	10.5	10.5		死亡率(%)	8.9	3.9
飼育期間は8/3～9/2までの31日間				飼育期間は9/3～10/11までの39日間			
第3期				第4期			
試験区		1区	2区	試験区		1区	2区
開始時	尾数	163	172	開始時	尾数	159	169
	平均体重(g)	300.0	258.7		平均体重(g)	383.0	325.4
	総重量(kg)	48.9	44.5		総重量(kg)	60.9	55.0
終了時	尾数	159	169	終了時	尾数	158	163
	平均体重(g)	383.0	325.4		平均体重(g)	394.6	349.7
	総重量(kg)	60.9	55.0		総重量(kg)	62.4	57.0
	補正増重量(kg)	13.4	11.4		補正増重量(kg)	1.9	4.0
	補正増重率(%)	27.40	25.62		補正増重率(%)	3.04	7.27
	給餌量(kg)	34.1	31.5		給餌量(kg)	17.5	17.9
	日間成長率(%)	0.63	0.60		日間成長率(%)	0.10	0.24
	日間給餌率(%)	1.61	1.65		日間給餌率(%)	0.98	1.08
	飼料転換効率(%)	39.3	36.2		飼料転換効率(%)	10.5	22.4
	増肉係数	2.54	2.76		増肉係数	9.48	4.47
	死亡率(%)	2.5	1.7		死亡率(%)	0.6	3.6
飼育期間は10/12～11/18までの38日間				飼育期間は11/19～12/16までの29日間			
全期間							
試験区		1区	2区				
開始時	尾数	200	200				
	平均体重(g)	101.3	100.8				
	総重量(kg)	20.3	20.2				
終了時	尾数	158	163				
	平均体重(g)	394.6	349.7				
	総重量(kg)	62.4	57.0				
	補正増重量(kg)	50.3	43.4				
	補正増重率(%)	248.4	215.1				
	給餌量(kg)	95.5	86.5				
	日間成長率(%)	0.81	0.76				
	日間給餌率(%)	1.54	1.51				
	飼料転換効率(%)	52.7	50.1				
	増肉係数	1.90	2.00				
	死亡率(%)	21.0	18.5				
飼育期間は8/3～12/16までの137日間							

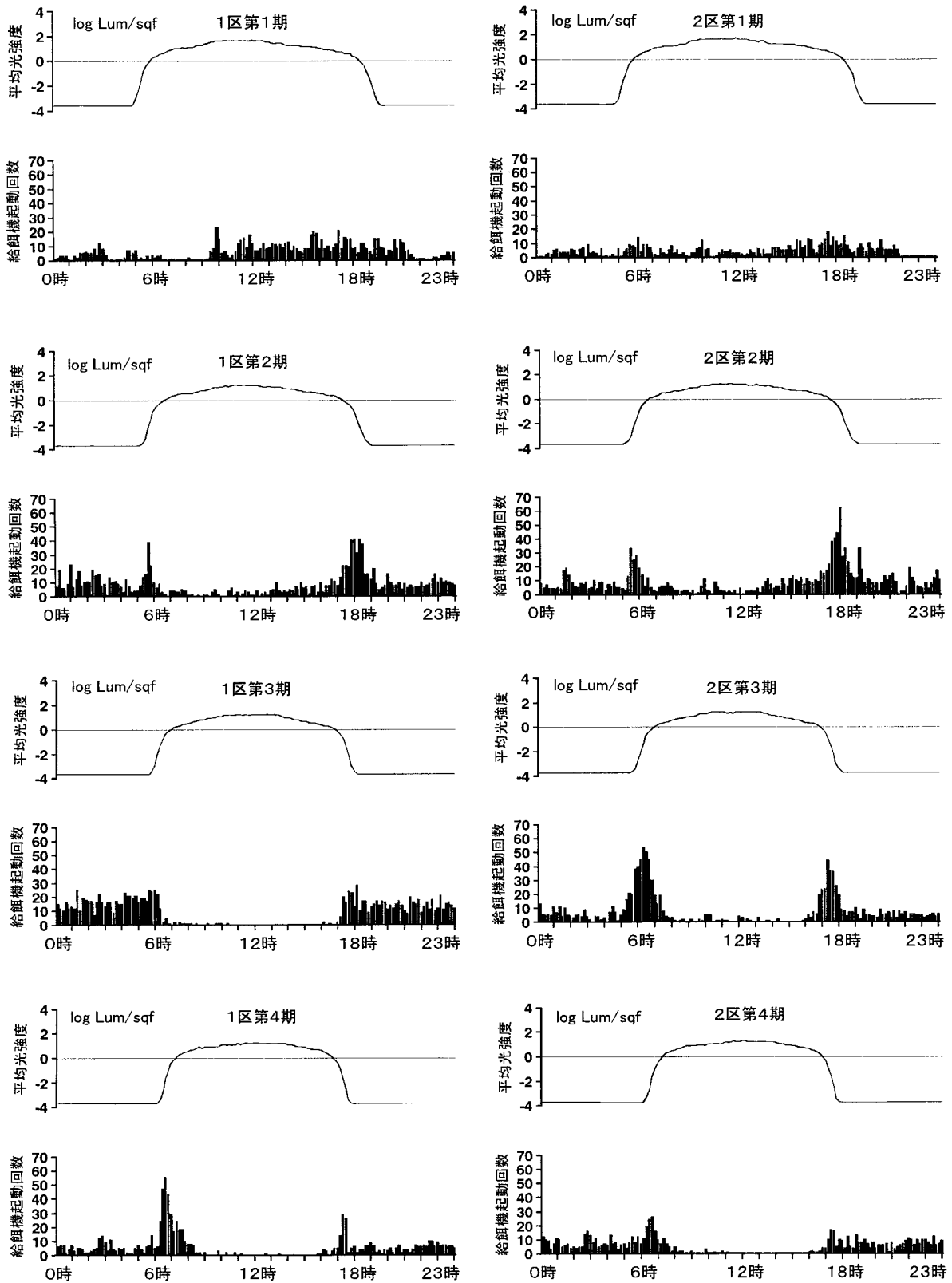


図3 1区及び2区の各期間毎の光の強さと給餌機起動回数の関係

## 考 察

昨年行った屋外大型陸上水槽での試験の結果と同様に、ブリは海面生け簀においても夜間摂餌型を示し、特に光が変化する時間帯に摂餌活動を行っていることがわかった。三重大学において1才魚を用いて行った同様の試験でも同じ結果が出ており、ブリの摂餌リズムに作用する要素として光の強さが大きく関わっていると考えられる。しかし、このような摂餌パターンを示すのは第2期以降で、第1期では昼夜の区別なく摂餌を行っていた。摂餌リズムの変化した原因は现阶段では不明である。来年度以降解明していきたい。

飼育成績は通常の飼育成績と比較して低いものであった。成長が悪かった原因として、日間給餌率が低いことが上げられる。今回の試験では全試験期間の飼育成績をみると1区、2区とも1.5%と低くなっており、餌の量が不足したために成長が低く抑えられたと考えられる。自発摂餌システムでは魚が食べたいときに食べたいだけの餌が給餌されるようになっているので、全ての個体が給餌機スイッチを学習していれば餌不足による成長の低下

は起こらないと考えられる。しかし、実際にはスイッチを作動させる魚とそうでない魚があり、スイッチを作動させない魚は十分な餌を食べることができなかったと推測される。ただし、スイッチを作動させる魚の割合は不明であり、今後検討していく必要がある。低い飼育成績のもう一つの原因として、残餌が発生していたことが考えられる。これは昨年度に三重大学の行った実験の結果、ブリが夜間に摂餌を行うと残餌が発生することが確認されている。今回の試験においても日の出日の入りの時間を中心としているが、かなり暗い時間帯にも摂餌しており、残餌の発生があったと考えられる。また、第3期以降徐々に摂餌回数、給餌量が減少し、第4期ではほとんど成長していない。原因の1つは水温の低下と考えられるが、通常の手給餌による飼育ではこれほどの摂餌量の低下は起こらない。そのため、他の原因も関係していると思われるがそれについては不明である。

今後は引き続きブリの基本摂餌パターンの解明を中心に残餌の抑制、飼育成績の向上とよりブリに適したスイッチの開発を目指す。