

マガレイ稚魚の成長に及ぼす給餌間隔の影響

佐藤敦一*, 杉本 卓*

Effects of feeding intervals on the growth of the juveniles of Brown Sole *Pleuronectes herzensteini*.

Nobukazu SATOH*, Takashi SUGIMOTO*

This experiment was conducted to evaluate the growth, the feed conversion efficiency (total coefficient growth / total estimated uptake×100), the time-related changes of the uptakes during rearing periods, the rate of decreasing body weight by starvation at three different feeding intervals; everyday (group A), every other day (group B) and every third day (group C) of the juvenile brown sole *Pleuronectes herzensteini*.

The growth of group A or B was greater than that of group C, and there was not significantly difference in the growth of group A and B. On the other hand, in the feed conversion efficiency, group C was the first value among experimental groups, group B was the second value among them. The time-related changes of the uptakes for rearing periods of group B or C were usually found to be more than those of group A. In the rate of decreasing body weight by starvation, group B or C was remarkably less than group A.

These results show that it is effective technique for the culture of the juvenile of brown sole to feed every other day. And in this experiment we showed that it was possible to decrease the amount of 25% in the total amount of feeding by using the way.

キーワード：マガレイ，給餌間隔，配合飼料，飼料転換効率，絶食

まえがき

現在，えりも町をはじめとした北海道内の各町や漁業協同組合が主体となってマガレイ種苗生産が試みられており，これらの機関を始めとした道内各地からマガレイの種苗生産技術の改善について強い要望が出されている。

マガレイ種苗生産技術開発における大きな問題点としては，生残率の向上，有眼側体色異常（白化）防除，そして中間育成技術の基礎となる稚魚期の成長に関する知見が乏しいこと等が挙げられる。

一方，稚魚期の成長についてサクラマスでは，1日置き給餌試験を行い，1日置きに1回給餌した区は，毎日1回給餌した区と試験終了時の体重で差が認められないことが明らかにされている¹⁾。

そこで，本試験では，種苗生産されたマガレイ稚魚を

用いて低水温条件のもとでの給餌間隔や給餌量と成長との関係について検討を行い，稚魚の飼育管理条件の効率化につながると思われる知見が得られたので報告する。

材料および方法

試験に用いた稚魚は，平成10年6月に苫小牧市で漁獲された天然親魚から，自然産卵法により採卵し，ふ化した仔魚から種苗生産して得られたものである。試験水槽には，100ℓ透明ポリカーボネート水槽を使用し，1試験区あたり2水槽とした。使用海水は，ろ過海水を使用した。各水槽には，平均体重16.1g，平均全長102.6mmの稚魚を8尾ずつ収容した。試験水温は，9℃（8.6～9.4℃）に設定し，換水量は1日10回転とし流水方式で飼育した。試験期間は，平成11年2月10日から4月17日の66日間とした。

試験区は，10gずつ毎日給餌するA区（総給餌量660

報文番号 A372 (2004年1月19日受理)

*北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe, Hokkaido, 041-1401, Japan)

g), 15g ずつ1日置きに給餌するB区(総給餌量495g), 20g ずつ2日置きに給餌するC区(総給餌量440g)の合計3区とした。

各区の試験飼料には, 日清製粉(株)製のおとひめ3号(直径1.5mm, 長さ1.5mm)を使用した。

本試験での摂餌量は, 全区で給餌24時間後までに摂餌した量とした。給餌は午前の1回とし, 全量を与えた。水槽の底掃除は給餌24時間後に行い, 残餌を全て回収した。残餌は, 試験期間中適宜サンプリングを行い, -30℃の冷凍庫で保存し, 各区の摂餌量解析用サンプルとした。

摂餌量は, 給餌量と水分含量で補正した残餌量の差として求めた。なお, 残餌の水分含量は, ピンセットで糞を除いた後, 105℃における常温加熱乾燥法で求めた。また, 給餌前における試験飼料の水分含量は, 6.8%であった。このようにして残餌サンプリング日ごとに得られた摂餌量を平均し, 平均摂餌量とした。そして, この値を基に, 各試験区の推定総摂餌量を求めた。

また, 飼料転換効率は, 一般的には, 総増重量を総給餌量で除した割合であるが, 本試験では, 総増重量を推定総摂餌量で除して求めた。

66日間の給餌間隔別試験を行った後, 各区の稚魚を8尾ずつ100ℓ透明ポリカーボネート水槽に収容し, 平成11年4月20日から5月24日まで35日間飢餓状態とし, 各区の稚魚の体重減少率を求めた。

結 果

1. 全長および体重の変化

各区の全長および体重の推移を Fig. 1 に示す。

試験期間中, 全長と体重は全区とも同様の変化を示した。しかし, 試験終了時の飼育日数66日目では, 全長, 体重ともにC区がA, B区と比べて劣った。A区とB区の間では差が認められなかった(ダンカン多重比較検定, 有意水準5%)。

2. 飼料転換効率および増重量

飼料転換効率 (Table 1, Fig. 2) は, A区が試験区間で最も低く, C区が最も高かった (Z検定 有意水準5%)。

増重量 (Fig. 3) は, A区とB区では差が認められず, C区が最も低かった (Z検定 有意水準5%)。

3. 総給餌量および推定総摂餌量, 摂餌率

各区の総給餌量および推定総摂餌量は, 給餌回数の多い毎日給餌区が最も高く, C区が最も低かった (Table 2, Fig. 4)。

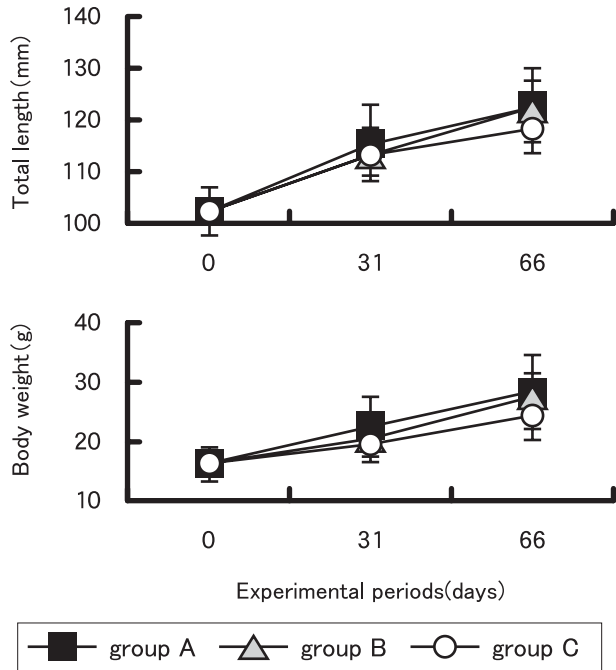


Fig.1 Growth curves of juveniles in brown sole *Pleuronectes herzensteini*. Symbols and vertical bars represent means \pm SD.

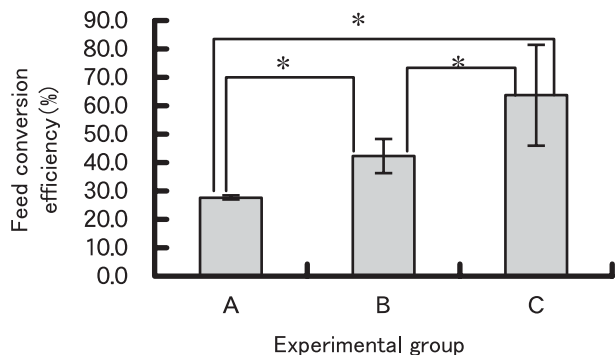


Fig.2 Comparison of feed conversion efficiency among experimental groups. *indicates significant difference ($p < 0.05$).

Table 1 Comparison of feed conversion efficiency among experimental groups.

Experimental groups	①	②	②/①×100
	total estimated uptake (g)	total coefficient of growth(g)	feed conversion efficiency (%)
group A	267.3	75.2	28.1
	370.3	100.8	27.2
group B	190.3	72.8	38.3
	222.2	104.0	46.8
group C	108.1	83.2	77.0
	145.8	75.2	51.6

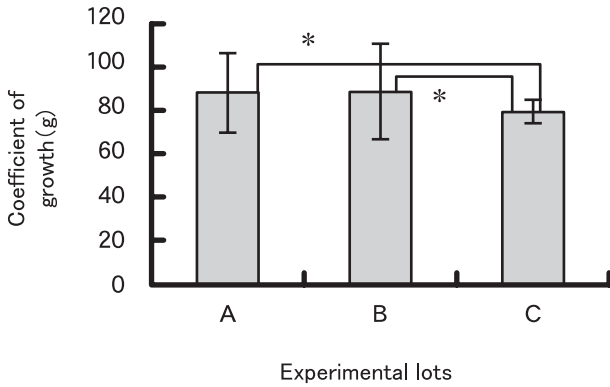


Fig.3 Comparison of coefficient of growth among experimental groups.
*indicates significant difference ($p < 0.05$).

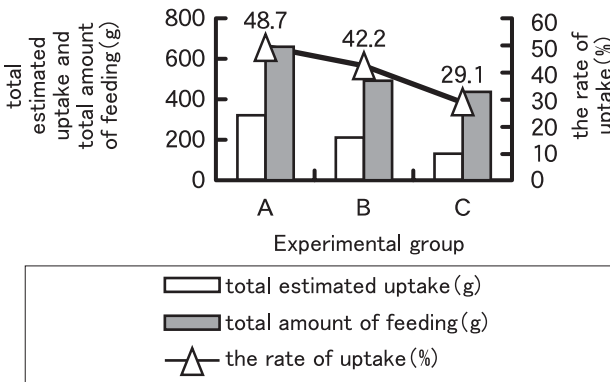


Fig.4 Total estimated uptake, total amount of feeding and the rate of uptake.

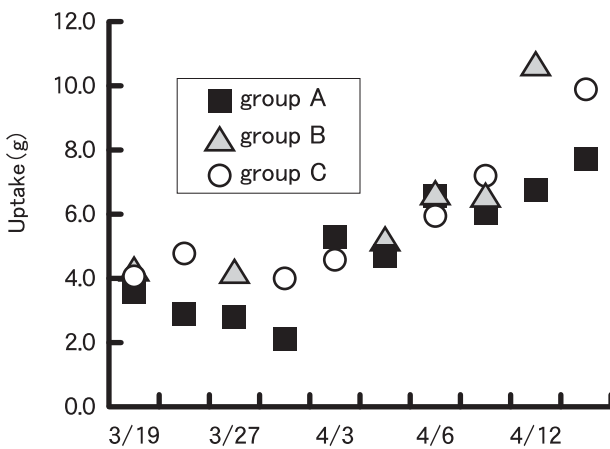


Fig.5 Changes of uptake for rearing period.

摂餌率(推定総摂餌量/総給餌量)では、A区が48.7%、B区が42.2%、C区が29.1%と、毎日給餌区と1日置き給餌区に比べ、2日置き給餌区が明らかに低かった。(Table 2, Fig. 4)。

4. 摂餌量および平均摂餌量

給餌ごとの摂餌量は、飼育期間中、4月3日と6日で2日置き給餌区が毎日給餌区よりごくわずかに劣るものの、毎日給餌区よりも1日置き給餌区および2日置き給餌区の方が高くなる日が多かった (Fig. 5)。各区の平均摂餌量 (Fig. 6) は、A区よりB区およびC区の方が高かった (Z検定 有意水準5%)。なおB区とC区との間では、有意差が認められなかった (Z検定 有意水準5%)。

5. 絶食に伴う体重の減少率

絶食に伴う体重の減少率 (Fig. 7) は、A区が最も高く、BおよびC区が同じであった。なお、絶食に伴う斃死個体は全試験区で見られなかった。

考 察

試験終了時における全長および体重は、毎日給餌区と1日置き給餌区の間では、総給餌量が1日置き給餌区の方が少なかったにもかかわらず、両者に差が認められなかった。2日置き給餌区は、他の2区と比較し有意に成長が劣った。

また、飼料転換効率は、毎日給餌区、1日置き給餌区、2日置き給餌区の順に高くなった。本試験で求めた飼料転換効率は、推定総摂餌量に対する総増重量の比であり、給餌間隔を開けることで摂取エネルギーの体成長への転

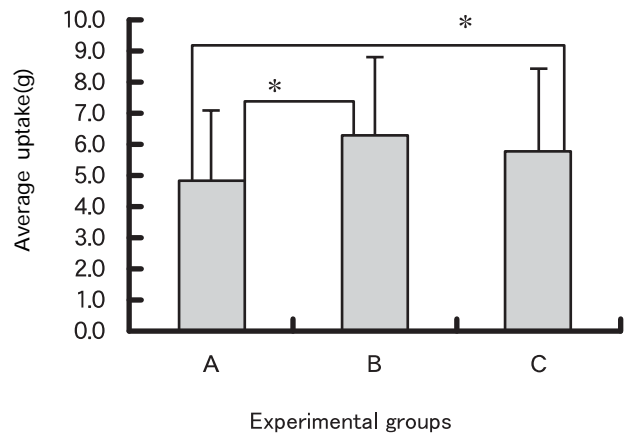


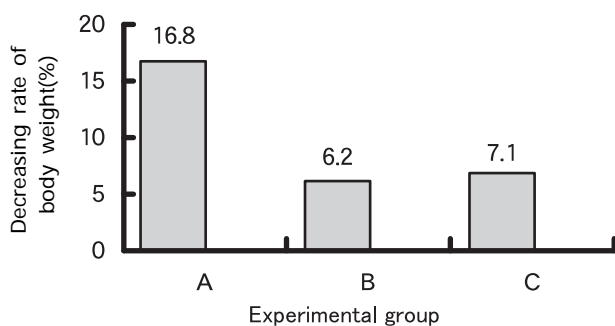
Fig.6 Comparison of the average uptakes during rearing period among experimental groups.
*indicates significant difference ($p < 0.05$).

Table 2 The time-related changes of the uptakes during rearing periods among experimental groups

sampling date	group A			group B			group C		
	amount of feeding (g)	amount of remainig feed (g)	uptake* ¹ (g)	amount of feeding (g)	amount of remainig feed (g)	uptake (g)	amount of feeding (g)	amount of remainig feed (g)	uptake (g)
3/19	10	6.4	3.6	15	10.7	4.3	20	15.9	4.1
3/22	10	7.1	2.9				20	15.2	4.8
3/27	10	7.2	2.8	15	10.8	4.2			
3/28	10	7.9	2.1				20	16.0	4.0
4/3	10	4.7	5.3				20	15.4	4.6
4/4	10	5.3	4.7	15	9.7	5.3			
4/6	10	3.4	6.6	15	8.3	6.7	20	14	6.0
4/10	10	3.9	6.1	15	8.3	6.7	20	12.7	7.3
4/12	10	3.2	6.8	15	4.2	10.8			
4/13	10	2.2	7.8				20	10	10.0
average uptake (g)			4.9			6.3			5.8
feeding periods (day)			66			33			22
total estimated uptake (g)			321.4			209.0			128.2
total amount of feeding (g)			660			495			440
the rate of uptake (%) ^{*2}			48.7			42.2			29.1

*1 average uptake between two tanks

*2 total estimated uptake / total amount of feeding × 100

**Fig. 7** Decreasing rate of body weight by starvation.

換割合が高くなることを示唆している。

総給餌量は、毎日給餌区に対して1日置き給餌区が75%、2日置き給餌区では67%、推定総摂餌量では同様に1日置き給餌区が65%、2日置き給餌区では40%であった。これは、毎日給餌区に比べ35%少ない推定総摂餌量の1日置き給餌区でも十分な成長が得られ、総給餌量も25%節約できることを示している。一方、2日置き給餌区の推定総摂餌量は、他区と比べて明らかに少なく、飼料転換効率が最も高かったにもかかわらず、摂餌量が不足し、増重量が他区より小さくなったものと考えられる。

給餌ごとの摂餌量は、試験期間中、1日置き給餌区および2日置き給餌区が毎日給餌区よりもほぼ高くなる傾向を示し、平均摂餌量は、1日置き給餌区および2日置き給餌区が毎日給餌区よりも有意に高かった。本試験と同様な水温条件下で行われた天然マガレイ稚魚を用いた

飼育試験で、4日間の飢餓期間を設定すると、投餌を始めた1日目、2日目の摂餌量が3日目以降と比較し、高くなる傾向が認められている²⁾。このことは、2日目までは飢餓状態に起因する摂餌が続くが、3日目には飢餓状態から脱出し、摂餌量が減少したものと考えられる。本試験の場合、給餌24時間後に水槽の底掃除を行った。従って、1日置きおよび2日置き給餌区はそれぞれ最低24時間、48時間の絶食期間を与えたこととなり、絶食期間のない毎日給餌区との摂餌量の差をもたらした原因と考えられる。また、本試験での1回あたりの給餌量は、各区とも異なっていたが、いずれの区も平均摂餌量で10g以下、給餌ごとの摂餌量も4月12日の1日置き給餌区、4月13日の2日置き給餌区で10g台であったことを除いて、8g未満であった。このことから、本試験における給餌量は、各区とも十分に試験魚の摂餌要求量を満たしていたと考えられる。さらに、絶食期間が長くても1回あたりの摂餌量には限界があることを示している。

これらのことから、給餌間隔を1日置きないし2日置きと開けることにより、給餌ごとの摂餌量が増加するとともに摂取エネルギーの体成長への配分率が高まり、飼料転換効率が上昇したものと考えられる。しかし、2日置き給餌区は他の給餌区に比べて、推定総摂餌量が明らかに劣っており、1日1回の摂餌では、2日間の絶食に対して十分摂取エネルギーを補給できる条件が与えられなかったものと推察される。

試験終了後に実施した絶食に伴う体重変化に関する試験結果では、毎日給餌区の体重減少率が他区と比較して

明らかに高く、1日置き給餌区と2日置き給餌区の間には差が認められなかった。これは、前者と後2者との間に絶食に伴う代謝や試験終了時の体成分組成及び行動活性等に相違があったことを示唆している。ヒラメでは、1日、2日、4日と絶食期間を設定したのち給餌すると、絶食期間の長さにより、摂餌行動パターンに差が生じることが明らかにされており、そのパターンの違いが被食される危険性に影響すると推察されている³⁾。今後、給餌方法と稚魚の行動活性の関係について調べ、放流するに当たって適正な質を種苗に付与する給餌方法を検討する必要がある。

本試験の結果から、マガレイ稚魚の場合もサクラマスと同様、1日置き給餌でも毎日給餌と同等に成長することが明らかとなった。さらに、総給餌量を25%減少できたことが特筆される。また、2日置き給餌区は他の区より成長が劣るものの、飼料転換効率が最も優れており、1日置き給餌区の1.5倍であった。従って、1回の摂餌量に限界があることを考慮しなければならないが、1日の給餌回数を増やすか、2日の絶食には2日給餌するなど、総摂餌量を増やすことができれば、毎日および1日置き給餌区に劣らぬ成長を得る可能性も残されている。

キジハタを用いた飼育試験^{4,5)}では、1日の給餌回数が成長や飼料転換効率に影響し、胃内における飼料の残存状態の差異がそれらに影響することが示唆されている。また、胃内容物の滞留状態が、飼育水温に依存することが知られている⁶⁾。

今後、総給餌量をいかに抑え、1回の摂餌率を高めるために、活発な摂餌行動を引き起こすような飼育条件を明らかにする必要がある。そのためには、水温条件や給餌間隔、給餌回数、胃内容物の滞留状態等をさらに検討する必要がある。

要約

毎日給餌区、1日置き給餌区、2日置き給餌区の計3区に給餌間隔を設定し、低水温条件下でのマガレイ稚魚の成長、飼料転換効率、増重量、摂餌量、絶食に伴う体重の変化について比較検討を行い、マガレイ稚魚の成長に対する給餌間隔の影響を調べた。

1. 試験終了時の全長、体重は、2日置き給餌区が毎日

給餌区および1日置き給餌区より劣った。

2. 飼料転換効率(総増重量/推定総摂餌量)は、2日置き給餌区が最も高く、1日置き給餌区が続き、毎日給餌区が最も低くなった。
3. 増重量は、2日置き給餌区が最も低く、1日置き給餌区と毎日給餌区では差が認められなかった。
4. 給餌ごとの摂餌量および平均摂餌量では、1日置き給餌区および2日置き給餌区が毎日給餌区より高くなる傾向が認められた。
5. 絶食に伴う体重の減少率は、毎日給餌区が1日置き給餌区および2日置き給餌区より高かった。
6. これらのことから、給餌間隔を1日置きにしても毎日給餌する場合と同様に成長し、総給餌量も25%低減され、マガレイ稚魚飼育における1日置き給餌の有効性が確認された。

謝辞

本試験を行うにあたり、採卵用親魚の搬入等にご協力いただいた苫小牧漁業協同組合の吉田昭二氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) 小林美樹：サクラマスに対する給餌法の改善—隔日給餌による効果—。魚と水, 35, 1-11 (1998)
- 2) 高橋豊美, 富永 修, 前田辰昭：マガレイおよびマコガレイの摂餌と生残に及ぼす水温の影響。日水誌. 53(11), 1905-1911 (1987)
- 3) T. Miyazaki, R. Masuda, S. Furuta, K. Tukamoto : Feeding behaviour of hatchery-reared juveniles of the Japanese flounder following a period of starvation. *Aquaculture* 190 (2000) 129-138
- 4) 萱野泰久, 丁 達相, 尾田 正, 中川平介：キジハタ稚魚に対する至適給餌頻度。水産増殖. 38(4), 319-326 (1990)
- 5) 萱野泰久：キジハタ稚魚の摂餌量および胃食塊の経時変化。水産増殖. 40(4), 377-381 (1992)
- 6) 竹内俊郎：“3. 消化と栄養”。魚類生理学。東京, 恒星社厚生閣, 1991, 67-101