

ホテル厨芥等の養殖漁業用飼料化による地域内循環システムに関する研究

田中真二・羽生和弘

目的

ホテル厨芥を養魚用飼料として利用し、生産された養殖魚を厨芥排出者が買入れる地域内循環システムを構築することにより、廃棄物のリサイクルと地域産業の活性化に資する。

材料および方法

1. ホテル厨芥物ミンチ配合MPの長期間投与による影響

1) 試験飼料

ホテル厨芥ミンチの配合割合の異なる3種類のモイストペレット (MP) を試験飼料とした。(表1)。なお、用いた厨芥ミンチはホテルの厨房で魚とエビを調理した際の残渣をミンチ化処理したものである。1区は対照飼料とし、厨芥を配合せず、市販の合成アスタキサンチン製剤をアスタキサンチン濃度20ppmになるように添加した。2～4区の飼料は冷凍カタクチイワシの一部を厨芥ミンチに置き換えた飼料とし、厨芥配合率は2区で10%、3区と4区で20%とした。飼料の一般成分をみると、厨芥物の配合割合が高いほど粗脂肪と粗灰分の割合が高く、水分の割合が低かった。

表1 長期試験の飼料の組成と一般成分 (%)
(10ロットの平均値)

試験区	1区	2区	3, 4区
カタクチイワシ	50	40	30
厨芥ミンチ	0	10	20
マッシュ	50	50	50
総合ビタミン剤*	0.5	0.5	0.5
アスタキサンチン*	0.002	0	0
粗タンパク質	29.2	28.6	29.3
粗脂肪	5.4	5.8	6.4
粗灰分	7.7	7.8	8.3
水分	41.7	41.4	39.8

*: 外割添加

2) 長期飼育試験

試験には体重約400gのマダイ1歳魚を用いた。平成16年7月22日に海面筏に4面の網生簀(3×3×3m)を設置し、1～3区は185尾の、4区は100尾のマダイをそれぞれ収容し、翌年7月14日まで358日間飼育した。給餌は12月までは5回/週(月～金曜日)、1

～7月は4回/週(月、火、木および金曜日)とした。給餌量は金曜日に飽食量とし、翌週の月～木曜日はこの7割量とした。試験期間中の2m層の水温は14.2～28.6℃(平均20.7℃)であった。

試験開始時、9月21日、12月17日、3月17日および7月14日に各区の全魚体重を測定し、飼育成績を算出した。また、試験開始前に母群から、9月24日、12月15日、3月16日および7月13日に各試験区から6尾を無作為に採取し、魚体精密測定、血液検査および色調測定を行い、各項目の測定値についてTukey-Kramerの方法により有意差の検定を行った($\alpha=0.05$)。また、試験開始時から終了時までの各区の累積死亡率についても、Tukeyの多重比較法により有意差を検定した($\alpha=0.05$)。

2. ホテル厨芥物ミンチをMPに配合した場合の色揚げ手法

1) 試験飼料

試験飼料は表2に示すとおりで、1区は前記の長期試験と同様に合成アスタキサンチン製剤を添加した対照飼料とした。2区の飼料は厨芥物ミンチを20%配合し、1区と同濃度の合成アスタキサンチン製剤を添加した。3区の飼料は厨芥物ミンチ20%に加え、天然色素源としてアスタキサンチンを含むオキアミを20%配合した。

飼料の一般成分をみると、長期試験と同様に、厨芥物ミンチを含む2区と3区の飼料は1区に比べて粗脂肪と粗灰分の割合がやや高く、水分がやや低かった。また、2区の飼料は他区より粗タンパク質の割合がやや低かった。

表2 色揚げ試験の飼料の組成と一般成分 (%)
(2ロットの平均値)

試験区	1区	2区	3区
カタクチイワシ	50	30	10
厨芥ミンチ	0	20	20
オキアミ	0	0	20
マッシュ	50	50	50
総合ビタミン剤*	0.5	0.5	0.5
アスタキサンチン*	0.002	0.002	0
粗タンパク質	30.1	28.9	30.1
粗脂肪	5.9	6.7	6.5
粗灰分	7.5	8.4	8.5
水分	41.4	39.8	39.1

*: 外割添加

2) 飼育試験

飼育試験には前記長期試験の1～3区の供試魚（2歳魚）を用いた。すなわち、長期試験終了後の平成17年7月15日から8月17日までの約1カ月間、1区のマダイには長期試験の1区と同じ組成のMPを、2、3区のマダイには長期試験の3区と同じ厨芥物ミンチ20%配合MPをそれぞれ給餌し、馴致飼育した。8月18日に2区と3区の条件を統一するためにマダイを半数ずつ入れ替え、12月20日まで125日間色揚げ試験を行った。試験開始時の供試尾数は1区と2区が69尾、3区が68尾であり、体重は約1.5kgであった。給餌は4回/週（月、火、木および金曜日）とした。給餌量は金曜日に飽食量とし、翌週の月～木曜日はこの7割量とした。試験期間中の2m層の水温は15.2～26.4℃（平均22.5℃）であった。

試験開始時および12月20日に各区の全魚体重を測定し、飼育成績を算出した。また、試験開始時、10月20日および12月16日に各試験区から6尾（2区と3区は試験開始時のみ各区3尾ずつを合わせて6尾とした）を無作為に採取し、前記の方法により色調を測定したほか、12月16日の採材魚については、前記の方法により魚体精密測定および血液検査を行った。各項目の測定値についてTukey Kramerの方法により有意差の検定を行った（ $\alpha=0.05$ ）。

結果および考察

1. ホテル厨芥物ミンチ配合MPの長期間投与による影響

飼育成績（通期）を表3に示す。厨芥物を20%配合した3区と4区では、対照区である1区より日間給餌率が高く、試験終了時の平均体重も重かった。増肉係数には厨芥物の配合割合との関連はみられなかった。死亡率は4区が他区よりやや低かったものの、有意差は認められなかった。このように、厨芥物ミンチの配合による、摂餌性、増肉係数および生残への悪影響は全く認められず、成長は厨芥物の配合によりむしろ改善されることが示唆された。

魚体の精密測定により求めた肝臓、脾臓および消化管の体重比は、いずれの測定時でも試験区間に有意差は認められなかった。また、いずれの試験区の魚も、外見および内臓の肉眼観察、腸管の病理組織学的検査において異常は認められなかった。血液検査でも、ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、総タンパク、グルコース、総コレステロール、リン脂質およびトリグリセリドの測定値に試験区間の有意差は認められなかった。

マダイ体表の色調の測定結果を図1に示す。1区のa値（赤色の強さ）は試験開始から2カ月間で顕著に上昇し、これ以降も2～4区との間に有意差が認められた。

表3 長期試験のマダイの飼育成績（通期）

試験期間：7月22日～7月14日(358日間), 水温：14.2-28.6℃(平均20.7℃)				
試験区(厨芥物配合割合)	1区(0%)	2区(10%)	3区(20%)	4区(20%)
供試尾数	185	185	185	100
平均体重(g)				
開始時	397	395	397	389
終了時	1500	1516	1571	1539
補正増重量(kg)	133.79	141.27	146.26	84.85
補正増重率(%)	182.2	193.3	199.1	218.1
給餌量(乾物kg)	294.47	298.71	316.98	183.60
給餌日数	183	182	182	182
日間給餌率(乾物換算%)				
給餌日数1日あたり	1.15	1.14	1.19	1.24
飼育日数1日あたり	0.59	0.58	0.60	0.63
増肉係数(乾物換算)	2.20	2.11	2.17	2.16
死亡率(%)	38.4	34.1	37.3	28.0

2～4区では、試験終了までa値の上昇は認められなかった。b値（黄色の強さ）およびC値（彩度： $\sqrt{a^2 + b^2}$ ）も1区は常に他区に比べて高値を示した。L値（明るさ）については、12カ月後に1区がやや低値を示した。これはa値の顕著な上昇によるものと考えられる。このように、1区のマダイでは、合成アスタキサンチンにより試験開始から2カ月間で色調が改善されたが、2～4区では、厨芥物ミンチ中のエビ殻による色調の改善効果は認められなかった。

以上の結果から、ホテル厨芥物ミンチをMPに対して20%まで配合しても、マダイの飼育成績や健康度には悪影響を及ぼさないことが確認され、ホテル厨芥物の飼料としての有用性が確認された。しかし、厨芥物ミンチ中のエビ殻による色調の改善効果は認められず、何らかの色素源を添加する必要性が示された。なお、本試験では、低密度飼育による体表の美しさ（体表の傷が少ないこと、良好な体色）と健康度の向上効果を期待して、3区と同じ厨芥物ミンチ20%配合MPを給餌し、飼育密度を1～3区の約半分にした4区を設定した。しかし、今回の検査諸項目において、4区の測定値の向上は認められず、本試験の設定条件（飼育尾数、生簀の大きさ）では低密度飼育の効果は認められなかった。

2. ホテル厨芥物ミンチをMPに配合した場合の色揚げ手法

飼育成績を表4に示す。2区と3区の補正増重率は対照区である1区よりやや高かった。増肉係数は2区が他区よりやや優れていた。死亡率（主にエドワジエラ症による）は試験区間でほとんど差が認められなかった。このように、厨芥物ミンチとオキアミの配合による、飼育成績への悪影響は全く認められなかった。

魚体の精密測定および血液検査では、3区のリン脂質が1区より有意に高かった他には顕著な差は認められず、厨芥物ミンチおよびオキアミの投与によるマダイの健康状態への悪影響は認められなかった。

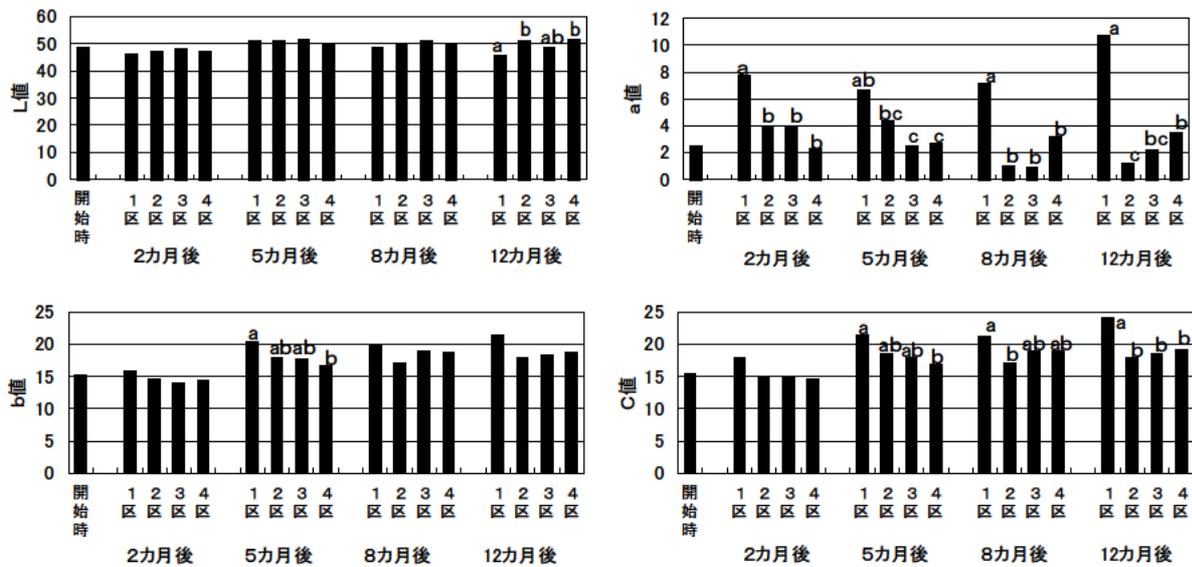


図1 長期試験マダイの体表の色調測定結果
(各測定時毎のデータについて、異符号間に有意差あり)

表4 色揚げ試験のマダイの飼育成績

飼育期間：8月18日-12月20日(125日間)
水温：15.2-26.4℃(平均22.5℃)

試験区	1区	2区	3区
供試尾数	69	69	68
平均体重(g)			
開始時	1504	1559	1554
終了時	2180	2347	2213
補正増重量(kg)	42.38	47.80	44.22
補正増重率(%)	40.8	44.4	41.8
給餌量(乾物kg)	82.40	85.80	87.32
給餌日数	63	63	63
日間給餌率(乾物換算%)			
給餌日数1日あたり	1.05	1.04	1.08
飼育日数1日あたり	0.53	0.52	0.55
増肉係数(乾物換算)	1.94	1.79	1.97
死亡率(%)	13.0	13.0	10.3

マダイ体表の色調の測定結果を図2に示す。予め合成アスタキサンチンで色揚げを施していた1区では、a値は試験開始時(8月)の12.3から2カ月後(10月)には10.9、4カ月後(12月)には8.9と徐々に低下した。前の長期飼育試験においても冬季から春季にかけてa値がやや低くなる傾向がみられていることから、季節的な変動により、高いa値は維持できなかったのかもしれない。これに対し、本試験から合成アスタキサンチンによる色揚げを開始した2区では、試験開始時に3.0であったa値は2カ月後には6.8に上昇し、4カ月後でも6.6と2か月後とほぼ同じ値を維持した。また、本試験からオキアミによる色揚げを開始した3区では、試験開始時に3.0であったa値は2カ月後に5.0、4カ月後に6.1と徐々に上昇した。過去に天然マダイを測定した例では、

a値が7、L値が50、b値が15、C値が17程度であったことから、4カ月後における2区と3区のマダイの色調(a値：6.6と6.1、L値：43.0と44.3、b値：16.0と15.6、C値：17.4と16.9)は、a値とL値が若干低いものの、天然マダイと比べてもあまり遜色はないものであると考えられる。このように、ホテル厨芥を20%配合したMPを給餌する場合、通常のイワシ類主体のMPと同様に、合成アスタキサンチン製剤あるいはオキアミを配合することにより、色揚げが可能であることが確認された。

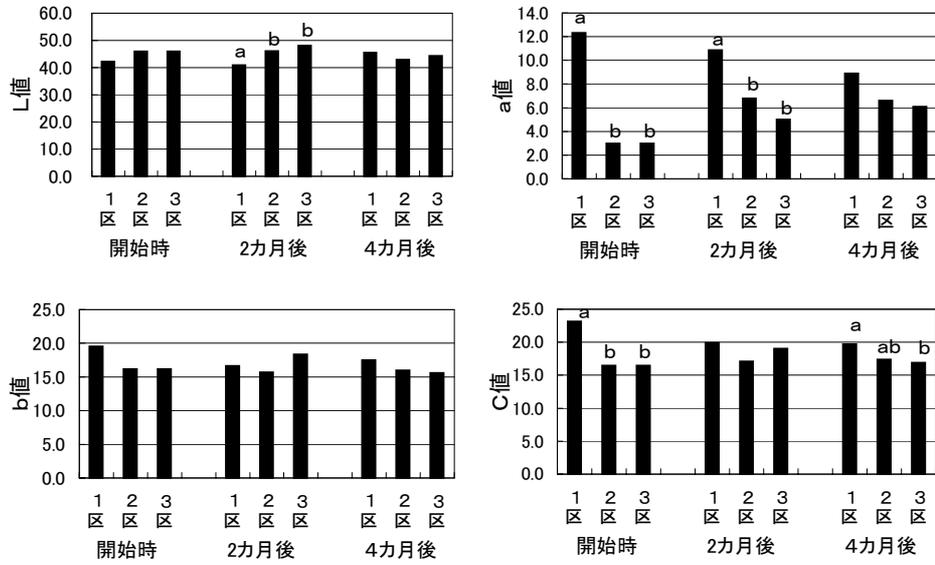


図2 色揚げ試験マダイの体表の色調測定結果
(各測定毎のデータについて、異符号間に有意差あり)