

飼料の形態および組成がブリの消化過程に及ぼす影響*¹

益 本 俊 郎・美 馬 孝 好*²・細 川 秀 毅・示 野 貞 夫

(高知大学農学部栽培漁業学科)

1. はじめに

従来からブリ養殖飼料として生餌が多用されているが、近年のマイワシの不漁による餌代の高騰や、生餌の給与時に溶出するドリップや残餌の環境負荷の問題から、配合飼料への転換が望まれている。しかし、配合飼料は依然として生餌に匹敵する成長や飼料効率をあげられず、配合飼料への転換はスムーズにっていないのが現状である。本実験では、これら生餌と配合飼料の給与による成長差がそれぞれの消化吸收過程の違いに起因するのではないかと考え、モイストペレットとドライペレットの2つの形態の配合飼料と生餌の消化吸收過程を比較し、今後の飼料開発に役立てる目的で行った。また、近年注目されている魚粉代替源の大豆油粕添加の影響についても合わせて調べた。

2. 材料および方法

2-1. 飼料

試験飼料の組成を表1に示した。飼料にはモイストペレット(MP)として沿岸魚粉を主なタンパク質源としたMPFM、沿岸魚粉の20%を大豆油粕でおきかえたMPSBM、ドライペレット(DP)

表1. 飼料の配合組成および一般成分(%)

Ingredients	MPFM	MPSBM	DPSBM	RF
Brown fish meal	72	60.1	60.1	—
Soybean meal	0	20	20	—
Defatted rice bran	8.1	0	0	—
Sardine	—	—	—	100
Communal ingredients *	19.9	19.9	19.9	—
Total	100	100	100	—
Pollock liver oil	10	10	10	—
Water	40	40	—	—
Moisture	31.5	30.9	5.4	73.1
General composition on dry matter basis				
Crude protein	50.9	48.5	49.7	59.4
Crude lipid	15.7	14.7	13.9	20.8
Crude sugar	16.1	17.4	17.8	2.9

* Communal ingredients are: α — corn starch, 10; vitamin mix, 3; mineral mix, 2.5; CMC — Na, 3.5; guar gum, 0.5; feeding stimulants, 0.4.

* 1 養魚飼料のタンパク質源— XXIII.

* 2 現在の所属 徳島県立水産高等学校.

として MPSBM と同じ組成の DPSBM, ならびに生餌 (RF) としてマイワシ *Sardinops sagax melanosticta* の切り身の 4 飼料を用いた。なお、消化率測定のために、両モイストペレットには外割で 0.5%, ドライペレットには内割で 0.5% の酸化クロムを添加した。

2-2. 供試魚および試験方法

供試魚には、高知県水産試験場の小割網生簀 (3.4×3.4×3.5m) で上記飼料で 8 週間飼育した平均体重 612–772 g のブリ *Seriola quinqueradiata* を用いた。24 時間絶食させた供試魚に 10 月 23 日午前 7 時に、飽食給与し、給与直後から 2 時間ごとに、8 時間にわたって 5 尾ずつ取り上げ、胃と小腸の内容物ならびに血液を採取した (実験時の水温 21.5–23.2℃)。消化管内容物はプールして –20℃ で、血液は個体別に遠心分離して血清を採取し、–80℃ でそれぞれ保存した。

2-3. 分析方法

胃と小腸の内容物については湿重量、乾重量 (110℃ で 24 時間) および一般成分を常法に従って測定した。血清の遊離アミノ酸は Goodwin ら¹⁾の方法で、グルコース、遊離脂肪酸およびトリグリセライド含量は市販キット (和光純薬製) 法でそれぞれ定量した。タンパク質および糖質の消化率については既報^{2–4)}の間接法に従い測定した。

3. 結 果

胃内容物重量の経時変化を図 1 に示す。給餌直後の胃内容物重量には区間差があり、MPFM および RF 区ではかなり少なかった。どの飼料区でも、胃内容物重量は経時的に減少したが、配合飼料区では 2 時間以内にかなり減少したのに対し、RF 区では 2 時間以降に徐々に減少した。胃内容物の減少率は、摂餌量の多い区ほど大きい傾向にあった。

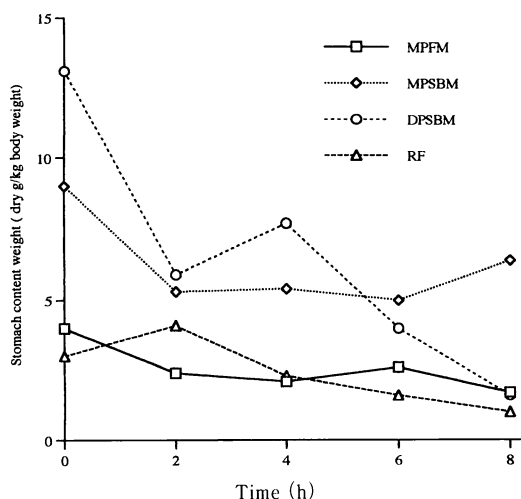


図 1. 胃内容物の乾燥重量の推移。

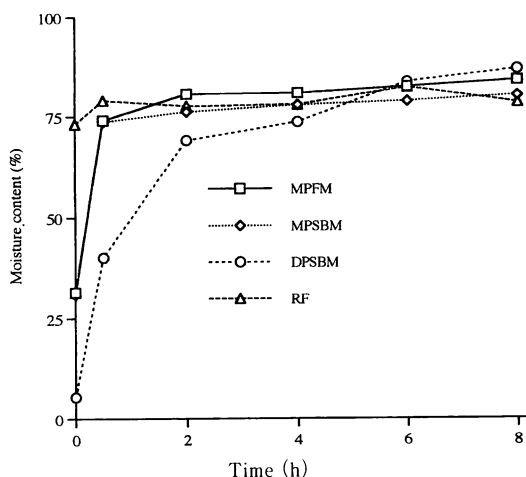


図 2. 胃内容物の水分含量の推移。

胃内容物の水分含量の変化を図 2 に示す。RF 区の水分は 80% と終始一定だったが、配合飼料のそれは飼料形態により異なった。すなわち、水分を約 30% 含む MP 飼料区では、胃内容物は摂餌直後に吸水して 70% まで上がり、その後も一定だったが、水分含量が約 5% の DP 飼料区では、胃内

容物の水分含量は給餌直後に40%, 2時間後には69%まで上昇し, その後は80%前後だった。これら配合飼料の胃内での形状は飼料の吸水とともに変化した。すなわち, MP 飼料区ではその組成に関わらず, 摂餌直後からペレットの形状が失われカユ状になった。DP 飼料区も, 水分含量が70%近くなった摂餌2時間後にはMPほどではないが, ペレットの形状がかなり失われ, 摂餌6時間後には, 配合飼料の形態, 組成に関わらずカユ状を呈していた。一方, RF区では, 摂餌6時間後でも切り身の形状が残っており, 生餌と配合飼料の胃内での形状変化の違いが明らかだった。

腸内容物重量の経時変化を図3に示す。内容物量は全配合飼料区で2時間まではほぼ同じ傾きで上昇したが, MPSBM区とDPSBM区では4時間目に, 摂餌量が少なかったMPFM区では2時間目に頂点に達し, その後はほぼ一定であった。一方, RF区の腸内容物量は, 配合飼料区のそれに比べると著しく少なく, また経時的に徐々に増加し, 6時間目で最大に達してその後減少し, 摂餌量がほぼ同じであったMPFM区とは異なる変化を示した。

腸内容物におけるタンパク質と粗糖質の消化率の経時変化を図4および5に示す。MPFMのタンパク質消化率は終始80%と最も高く, MPSBMとDPSBMのそれは58%から前者は上昇, 後者は減少傾向にあった。

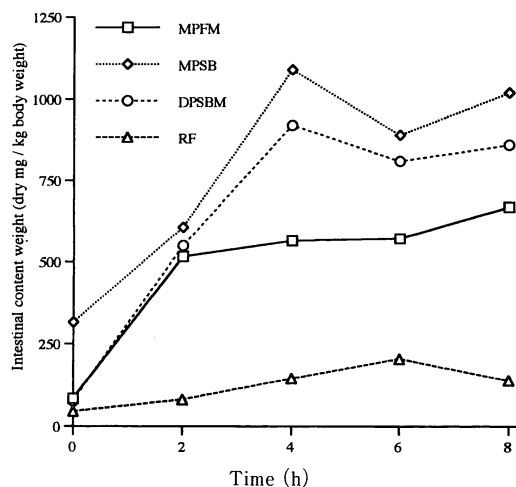


図3. 腸内容物の乾燥重量の推移。

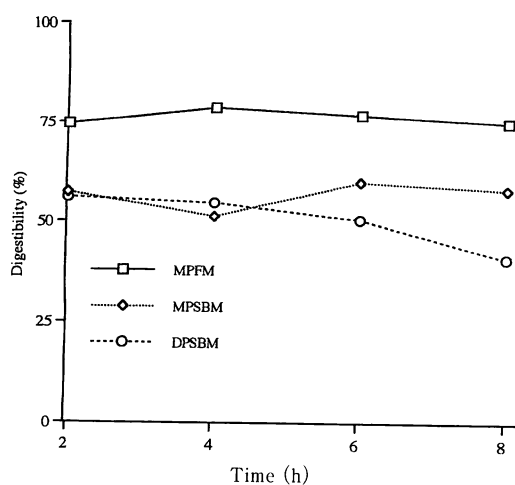


図4. 腸内容物におけるタンパク質消化率の推移。

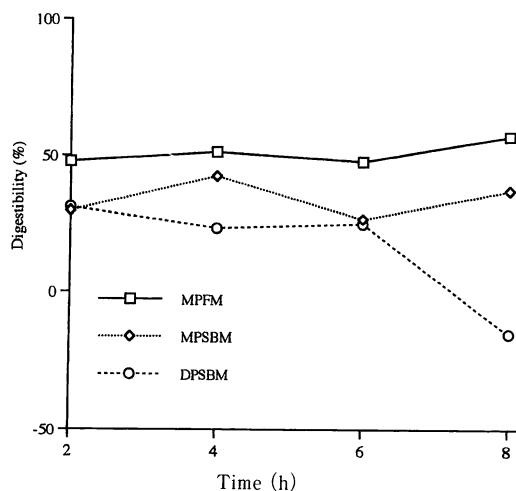


図5. 腸内容物における糖質消化率の推移。

血清の遊離アミノ酸 (FAA), グルコース, 遊離脂肪酸 (NEFA) およびトリグリセライド (TG) 含量のいずれの項目においても経時変化に著しい区間差は認められなかった。

4. 考 察

今回の実験では等給餌を計画したが、試験区間に摂餌量の違いが生じた。これは、今回の実験では通常より早い時間に給餌したので、摂餌が不活発だったためだと思われる。摂餌量が多かった MPSBM 区や DPSBM 区では、消化率が低かったが（図 4，5），これは、胃で吸水してカユ状になり、多量の胃内容物が腸内容物を圧迫し、腸からの排泄を促進したためだと思われる。一方、摂餌量の少なかった MPFM 区では胃から腸への流入量が他の配合区より少なく（図 1，2），胃内容物の腸への移行と腸からの排泄のバランスがとれ、消化率が高かったと考えられる。

配合飼料組成が同じで形態が異なる DPSBM と MPSBM では、4 時間以降の消化率に差があった。DPSBM の消化率は 4 時間以降低下したが（図 4，5），これは、DPSBM の胃からの消失率が MPSBM より速やかであり、かつ 4 時間以降も続いたので（図 1），腸内容物は MPSBM と同様のレベルであったにもかかわらず、多くの腸内容物は未消化のまま押し出された可能性がある。一方、MPSBM は胃からの消失量は 2 時間以降も一定だったため（図 2），消化率に変化がなかったと推察される（図 4，5）。

同じ形態の MP でも、大豆油粕を添加した MPSBM の消化率は無添加の MPFM のそれより低かった（図 4，5）。今回の実験では、両者の摂餌量が異なるので、上述のような摂餌量の影響も考えられるが、大豆油粕の消化率が低いことは、それを単独に強制投与した実験³⁾、あるいは飼料に添加した実験⁵⁾でも報告され、大豆油粕中の消化阻害物質の影響が示唆されている⁶⁾。

胃からの消失速度は配合飼料に比べて生餌で遅かった。生餌は水分含量を多く含むので、胃に入る量は乾燥重量換算では配合飼料に比べ少なく、配合飼料のように胃から内容物が押し出されるようには腸へ移行しない。さらに、生餌には骨格などの大きな組織片があり、配合飼料のように簡単に消化管を通過できない。そのため、ほぼ同じ摂餌量であった MPFM に比べ、RF の胃からの消失時間は遅く腸への流入量が少なかったと思われる。天然餌料の骨格の存在が消化率に影響して、天然餌料をそのまま与える方がペースト状あるいは他に加工するより消化率が高く、固形状態であることの重要性が指摘されている⁷⁾。ブリでも生餌の切り身はミンチより胃の滞留時間が長いことや、魚粉よりミンチのタンパク質消化率が高いことが報告されている³⁾。今回の実験で RF 区の腸内容物が 6 時間でピークになるのは、大きな固形物であった生餌が消化され徐々に腸に移行したためであると思われる。このような天然餌料のゆっくりとした消化管通過形態は、飼料の消化吸收の時間を延長することになり、このような消化吸收形態が理想的だと考えられ、今後の配合飼料製造の示唆になるとと思われる。

以上の実験結果から、配合飼料の消化吸收形態と生餌のそれとは異なることがわかった。配合飼料の消化吸收形態を生餌に近づけるためには、適当なバンダーあるいは加工処理をして長時間形状を保たせること、あるいは過給餌を避けること、などにより胃での滞留時間を延ばし腸への急速な流入を避けることが必要ではないかと考えられる。

5. ま と め

形態や飼料組成の異なる各種配合飼料の消化吸收過程について調べ、生餌のそれと比較した。飼料形態や組成を問わず配合飼料は、胃中で吸水とともに形状が崩壊し、胃から腸へ速やかに移行したが、生餌の腸への移行は遅かった。大豆油粕添加によりタンパク質と糖質の消化率は低下し、大

飼料の形態および組成がブリの消化過程に及ぼす影響

豆油粕に存在する消化阻害物質の影響が示唆された。今回の実験から、生餌に近い消化吸收過程を配合飼料で得るためには、1) 過給餌を避け、2) 適当なバンダーあるいは加工処理などをしてマトリックスを形成し胃での滞留時間を伸ばし腸への急速な移行を避けること、などが必要だと推察された。

文 献

- 1) Goodwin, J. F.: The colorimetric estimation of plasma amino nitrogen with DNFB. *Clin. Chem.* 14, 1080–1090 (1968) .
- 2) 示野貞夫, 竹田正彦, 滝井健二, 小野利和: ブリ幼魚における生餌および配合飼料の消化と血漿成分の経時変化. 日水誌, 59, 507–513 (1993).
- 3) 示野貞夫, 関信一郎, 益本俊郎, 細川秀毅: ブリ稚魚における加熱および無加熱大豆油粕の消化と血清成分の経時変化. 日水誌, 60, 95–99 (1994).
- 4) Takii, K., S. Shimeno, M. Nakamura, Y. Itoh, A. Obatake, H. Kumai, M. Takeda.: Evaluation of soy protein concentrate as a partial substitute for fish meal protein in practical diet for yellow-tail. Proc. Third Int. Symp. on Feeding and Nutrition in Fish. Toba Aug. 28–Sep. 1., Japan, 1989 pp. 281–288.
- 5) 示野貞夫, 美馬孝好, 益本俊郎, 松下至, 渡辺浩一: ブリ稚魚における大豆油粕配合モイストペレット飼料の消化と血清成分の経時変化. 水産増殖, 43, 185–190 (1995).
- 6) 示野貞夫, 細川秀毅, 山根玲子, 益本俊郎, 上野慎一: ハマチに対する大豆油粕栄養価の加熱時間に伴う変化. 日水誌, 58, 1351–1359 (1992).
- 7) Jobling, M.: Gastrointestinal overload - A problem with formulated feeds? *Aquaculture*, 51, 257–263 (1986) .