

## 給餌・無給餌によるハマチ群の見かけの酸素消費量<sup>\*1</sup>

門脇 秀策<sup>\*2</sup>・中藺 貫幸<sup>\*2</sup>・加世堂照男<sup>\*2</sup>

### Apparent Oxygen Consumption of Yellowtails *Seriora quinqueradiata* on Feeding and Non-feeding Days<sup>\*1</sup>

Shusaku KADOWAKI<sup>\*2</sup>, Tsurayuki NAKAZONO<sup>\*2</sup> and Teruo KASEDO<sup>\*2</sup>

#### Abstract

In order to determine the oxygen budgets of cultured yellowtail, their apparent oxygen consumption, AOC, was observed in an outdoor concrete tank. The results obtained of feeding and non-feeding days are compared.

AOC on the feeding day were calculated to be  $221 \pm 37$  ml/kg·hr on the average; 248 ml/kg·hr as an active rate, and 180 ml/kg·hr as a standard rate. AOC on the non-feeding day was observed to be  $141 \pm 24$  ml/kg·hr on the average; 201 ml/kg·hr maximum, and 88 ml/kg·hr minimum. The AOC rate on the feeding day was 1.5 times higher than that of the rate on the non-feeding day.

It is interesting to note that a circadian rhythm of AOC on the feeding day showed a single mode in the daytime after feeding, but the rhythm on non-feeding day was observed to be double mode at around sunrise and sunset.

#### はじめに

近年、ハマチやマダイなどの浅海養殖漁業の発展はきわめて著しいが、一方ではそれが自家汚染をまねく一因にもなっている(平田・田中, 1978)。それで著者らは、養魚に関する技術体づくりを目途として、これまで浅海養魚場における給餌と環境との関わりについて検討を加えてきた(門脇・他 1978 a, b; 1980 a, b)。そして養魚に伴う漁場の酸素収支の解明が飼育管理技術の向上に役立つことがわかった(平田・他 1981, 井上 1977)。

その漁場における酸素収支には、養魚自体の酸素消費もさることながら、養魚に伴う懸濁性の残餌や排泄物等の分解による酸素消費も考慮しなければならない。しかし浅海養魚場では、気象や海象などの自然的要素や、生簀養魚という人為的要素がそれぞれ複雑に関連するので、養魚場における酸素収支の仔細な解明は至難である。

それで、本実験では、陸上タンクを海面生簀のモデルとみなし、給餌と無給餌、あるいは活動時と非活動時などによる養成ハマチ群の「見かけの酸素消費量」(Apparent Oxygen

<sup>\*1</sup> 鹿児島大学水産学部附属水産実験所業績 19号 (Contribution No. 19 from Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ.)

<sup>\*2</sup> 鹿児島大学水産学部附属水産実験所 (Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ., Azuma-cho, Izumi-gun, Kagoshima 899-14 Japan)

Consumption, 以下 AOC 量とよぶ) について調べた。その結果, 給餌・無給餌による AOC 量の違いや, その AOC 量からみたハマチの日周性についても若干の知見が得られたので, その概要を報告する。

本文に入るに先立ち, 本文の御校閲を賜った鹿児島大学平田八郎教授に対して深謝の意を表す。また, 本実験の一部は全日本かん水養魚協会からの奨学研究費(代表者, 八木庸夫教授)によっておこなったものであり, 関係各位に厚くお礼を申し上げる。

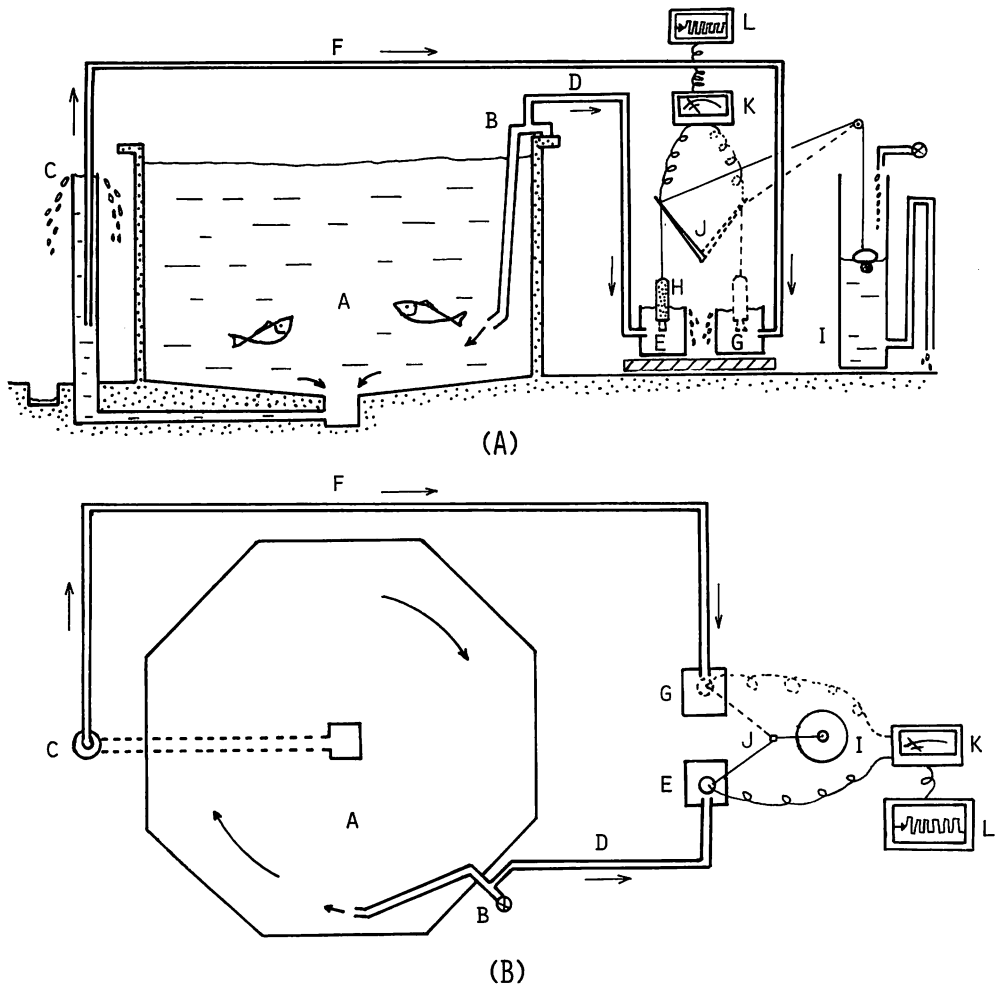


Fig. 1. Schematic diagrams of the culture tank set with an apparatus for continuous records of fish metabolism by a single oxygen electrode. The figures (A) and (B) show a cross-section and plane view of apparatus, respectively. A; 30 m<sup>3</sup> concrete tank, B; inlet pipe, C; outlet pipe, D; inlet tube, E; inlet oxygen box, F; outlet tube, G; outlet oxygen box, H; oxygen electrode, I; pipet cleaner, J; lift, K; oxygen meter and L; recorder.

### 材料および方法

実験水槽は、Fig. 1 に示すように、水深 1.6 m、面積 17.5 m<sup>2</sup> のコンクリート製の屋外八角水槽である。その中に供試魚として、30尾のハマチ（平均魚体重 767 g）を移し入れた。その水槽での馴致飼育は、冷凍サバのミンチ肉を 2~3 日毎に給餌しながら、16日間おこなった。

飼育水の注入は、水槽内での回流を促すために、水槽側面の中層から一定方向に流入させた。換水は 1 時間に 0.45 回の割合でおこなった。AOC 量の測定は、門脇・他 (1980 a) の方法によっておこなった。すなわち、注水と排水との酸素量は同一の酸素電極（水中スターラー付 YSI-57 型）を用いて 10 分間交互に記録した。

なお、AOC 量は下記の式で算出した。

$$AOC = \frac{(O_1 - O_2) \cdot V}{W}$$

AOC: 見かけの酸素消費量 (ml/kg·hr)

O<sub>1</sub> : 注水の酸素量 (ml/l)

O<sub>2</sub> : 排水の酸素量 (ml/l)

V : 1 時間当りの換水量 (l/hr)

W : 総魚体重量 (kg)

実験 I は、無給餌状態におけるハマチ群の AOC 量について調べた。AOC 量の測定は 32 時間絶食させたのちに開始した。その実験期間中の飼育水温は 19.0~19.6°C であり、注入水の酸素飽和量は 93~95% であった。

実験 II は、給餌日におけるハマチ群の AOC 量について調べた。給餌は、160 時間絶食状態のハマチに、午前 10 時から 11 時のあいだ数回にわたって、残餌を招かないように観察しながらおこなった。AOC 量の測定は給餌前 6 時間、給餌中 1 時間および給餌後 22 時間の合計 29 時間にわたっておこなった。その間の飼育水温は 18.2~19.2°C であり、注入水の酸素飽和量は 94~98% であった。

### 結果および考察

無給餌日の AOC 量は、81~201 ml/kg·hr の範囲であり、その平均値は 141 ± 24 ml/kg·hr であった。また給餌日のそれは、168~311 ml/kg·hr の範囲であり、その平均値は 221 ± 37 ml/kg·hr であった。このことから、給餌日におけるハマチ群の AOC 量は、無給餌日のそれに比べて約 1.5 倍も高いことがわかった。そのような無給餌日と給餌日との AOC 量の差は、給餌日におけるハマチの摂餌に伴う活動代謝量の増加や、餌の消化・吸収によるハマチの特異動的作用、さらに排泄物や残餌による飼育水の酸素消費などに起因するものと考えられる。

無給餌日 (実験 I) および給餌日 (実験 II) におけるハマチの AOC 量の日周変化は、Fig.

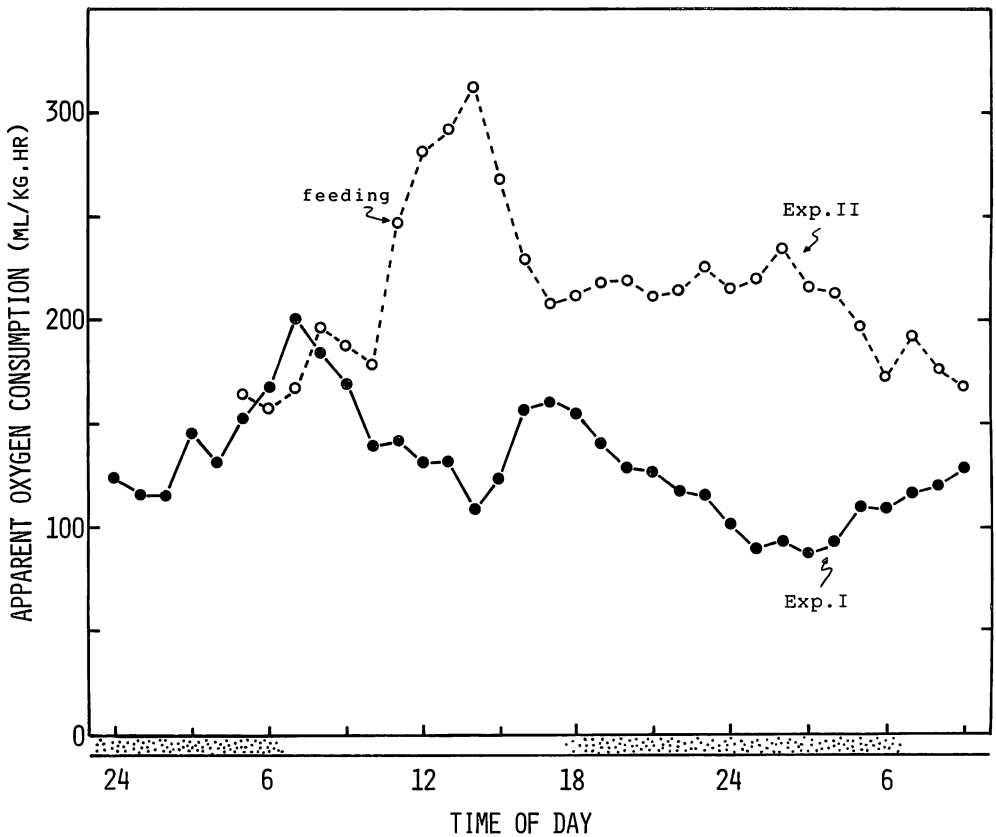


Fig. 2. Daily variations of apparent oxygen consumption of yellowtails on feeding (experiment I) and non-feeding (experiment II) days.

2ならびに Table 1 に示した。まず、無給餌日についてみると、Fig. 2 の実線部で示した如く、AOC 量は日の出と日没の前後にそれぞれピークが現われ、そのリズムパターンは双峰形を示した。しかも、日の出前後におけるハマチ群の AOC 量は日没前後のそれに比べて約 25% 高い値を示した。

つぎに、給餌日の AOC 量の日周変化は、Fig. 2 の破線部で示した。その図から、給餌直前のハマチの AOC 量は 178 ml/kg-hr であったが、給餌を開始すると、摂餌活動の増加に伴い、その AOC 量は 248 ml/kg-hr に急上昇した。この値はハマチの摂餌に伴う活動代謝量を示すものと考えられる。

しかし、AOC 量の最大値は、摂餌活動時よりもむしろ摂餌後 3 時間経過して出現した、このことは、ハマチが餌を消化・吸収するのに必要とするエネルギー代謝によるものではなからうか。また、排糞は飽食後 5 時間頃に黄色便を確認したことから、餌の消化・吸収は摂餌後 4~5 時間かけておこなわれたものといえる。さらに、本実験の排糞パターンは、古川 (1966) がハマチにイカナゴのミンチ肉を給餌した例と類似していた。従って、飽食後 4 時

Table 1. Apparent oxygen consumption (ml/kg·hr) of yellowtails on feeding and non-feeding day.

time of day	'Non-feeding'		'Feeding'	
	Nov. 27-28		Dec. 2-3	
00	124	103		215
01	116	90		219
02	116	93		234
03	145	88		215
04	133	93		213
05	153	110	164	196
06	180	109	158	171
07	201	116	166	191
08	184	120	195	175
09	169	129	186	168
10	139		178	
11	141		*248	
12	131		281	
13	131		291	
14	109		311	
15	124		268	
16	156		229	
17	159		208	
18	155		211	
19	140		218	
20	129		219	
21	126		211	
22	118		214	
23	115		225	

\* food supplied

間までの平均 AOC 量は  $288 \pm 18$  ml/kg·hr であり、そのような高い値は特異動的作用 (WARREN and DAVIS 1967) に関与するものと考えられる。

また、図中の破線部で示す給餌後 5~17 時間までの AOC 量は  $218 \pm 8$  ml/kg·hr と比較的安定した値を示した。この値には、ハマチの呼吸による酸素消費量に加えて、糞尿による水中溶存酸素量の消費も含まれている。今回の実験で求めた AOC (見かけの酸素消費量) は、養魚に伴う「飼育用水の酸素要求量」を表わしているといえよう。しかし、そのような安定した値はハマチの平常時の AOC 量も考えられるので、飼育換水率の差に伴う糞尿の水槽内滞留等に関する吟味も必要と思われる。

実験 II の結果から給餌日の標準代謝量は、摂餌前 1 時間および摂餌後 18~22 時間とみなされるので、その値は  $180 \pm 11$  ml/kg·hr と算定された。この値は本実験とほぼ同温・同魚体重でえられた安静時の酸素消費量 (長崎水試 1966) の値とよく一致した。

なお、今回調べた AOC 量には、空気中からの酸素溶入や植物プランクトンによる酸素需給などの諸要因が総合的に加味されているので、今後それらの要因について検討を重ねたい。

### 引用文献

- 古川 厚 (1966): ハマチ餌料, 特にその消化を中心にして. 水産増殖, 臨 6, 51-61.
- 平田八郎・門脇秀策・稲塚洋一朗 (1981): 養殖場の物質収支. 「はまち養殖経営指導関連調査委託事業報告書」, 全国かん水養魚協会, 13-25.
- ・田中淑人 (1978): 鹿児島湾 '77 年型種 赤潮に関する諸問題. “鹿児島湾における赤潮の研究”, 1-9 (鹿児島漁連, 鹿信漁連, 鹿大水, 鹿児島).
- 井上裕雄 (1977): 養殖場環境の管理, “浅海養殖と自家汚染” 88-108 (恒星社厚生閣, 東京).
- 門脇秀策・中菌貫幸・加世堂照男 (1978, a): 浅海養殖漁場における DO の航走連続記録-I. 2・3 の記録例とその解析, 特に DO と養魚密度. 鹿大水紀要, 27, 273-282.
- ・———・———・平田八郎 (1978, b): 浅海養殖場における DO の航走連続記録-II. 給餌にともなう浮遊懸濁物の拡散. 鹿大水紀要, 27, 283-290.
- ・———・——— (1980, a): 同一電極法による魚介類の酸素消費量の連続測定装置. 鹿大水紀要, 29, 203-208.
- ・———・———・山下八百喜・平田八郎 (1980, b): 浅海養殖漁場における沈降性物質と給餌量ならびに餌質との関係. 鹿大水紀要, 29, 217-224.
- 長崎県水産試験場 (1966): 活魚輸送技術報告-III. (総括), 1-67.
- WARREN, C. E. and G. E. DAVIS (1967): Laboratory studies on the feeding, bioenergetics, and growth of fish. “The Biological Basis of Freshwater Fish Production” 175-214, ed by Gerking, Blackwell, Oxford.