

浅海養殖漁場における DO の航走連続記録-I^{*1}

2・3の記録例とその解析, 特にDOと養魚密度

門 脇 秀 策^{*2}・加世堂 照 男^{*2}
中 藺 貫 幸^{*2}

Continuous Records of DO Contents by Cruising in the Coastal Culture Farms-I^{*1}

Relation Between DO Content and
Fish Density in Cages

Shusaku KADOWAKI, Teruo KASEDO
and Tsurayuki NAKAZONO

Abstract

The present experiment was made to record DO contents in the surface seawater by cruising around the fish cages in order to find oxygen consumption of red seabream cultured.

A small boat (0.2 t) was employed for DO recording by cruising at 3 kt speed. DO meter (YSI model 57) was set at an inlet of fish stock tank of the boat. The DO variation was recorded by an universal pen recorder (YEW model 3047) on the floor of the boat.

When the boat was sailing from the offshore into the fish cages, DO content in the water decreased gradually in the range of 0.2 to 0.8 ppm. The rate of DO decline was closely related to the population density of red seabream cultured in cages.

1. ま え が き

近年, 養魚に伴う自家汚染の度合が進行するにつれて, 養殖漁場の環境をより積極的かつ迅速に管理することが必要になってきた.

井上 (1977) は養殖漁場管理の一策として生簀内外におけるDO収支を検討すべきであると強調している. 一方, 平田ら (1978 a・b) はマグロ漁場においてDOの航走連続記録を試みたところ, その方法は極めて簡便であり, かつ, その精度が高いので, 漁場探索の有力な手になりなると推論している.

それで, 本実験は井上 (1977) の概念に平田・他 (1978 a) の手法を導入し, 浅海養殖漁場における生簀群の酸素消費について検討したものである.

*1 鹿児島大学水産学部附属水産実験所業績5号 (Contribution No. 5 from Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ.)

*2 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)

本文に入るに先立ち、本調査に対して、貴重な御助言を賜った北海道大学・小林新二郎名誉教授、鹿児島大学水産学部・平田八郎助教授ならびに川村軍蔵博士に深謝の意を表す。また、本調査に多大の御協力をいただいた鹿児島大学水産学部大学院生の P. GABASA, 児玉正俊, 前香二, 山内達也の各氏, ならびに同学部四年生の槇田隆史氏に厚くお礼申しあげる。

2. 養殖漁場の概況

調査対象の養殖漁場は鹿児島県の北端、長島に所在する鹿児島大学水産学部附属水産実験所の地先海面である。そこから熊本県天草群島南部までの海域には3つの小島が点在しており、波浪は比較のおだやかなところである。また、その海域は東シナ海と不火知湾との瀬戸になっており、その潮流は3~4ktにも及ぶことがある。さらに、漁場の水深は15~20mにすぎないこともあって、そこでの海水交流は顕著である。従って、井上・他(1970)の区分によれば、本漁場は典型的な小海峡利用型といえる。なお、底質は主として粘板岩と砂岩とからなっており、その沿岸受光帯にはアマモ場が形成されている。

また、本漁場の面積はおおよそ10haにすぎないが7m角の金網生簀が302個も設置されており、四季を通じて約360tのマダイやハマチが養殖されている。経営体数は18業者であり、その養魚餌料の大半はイワシ巻網との兼業によって自給生産されている。

3. DOの航走連続記録法

調査用船は長さ5.4m、重さ0.2tのグラスファイバーボート(12sp 船外機付ヤマハ W-19SF型)であり、観測中における巡航速度はおおよそ3ktとした。

DOメーター、DOセンサーおよびその記録計は平田・他(1978a・b)の報告とほぼ同様に、それぞれ、YSI-57型、YSI-5739型および横河3047型を用いた。DOの感度域は1ppmのDO量を記録紙で24mm幅とし、記録計の巻き取り速度は1cm/minに設定した。また、船上における発電は出力0.25kwのホンダE300型機を用いておこなった。

DOの航走連続記録はFig. 1に示した如く、表層固定式でおこなった。その測定方法は船内

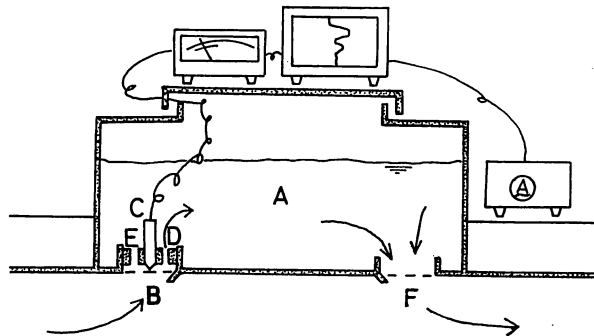


Fig. 1. Schematic view of continuous DO recorder. A: alive fish stock tank, B: water inlet, C: DO sensor, D: gum bung, E; small openings and F: water outlet.

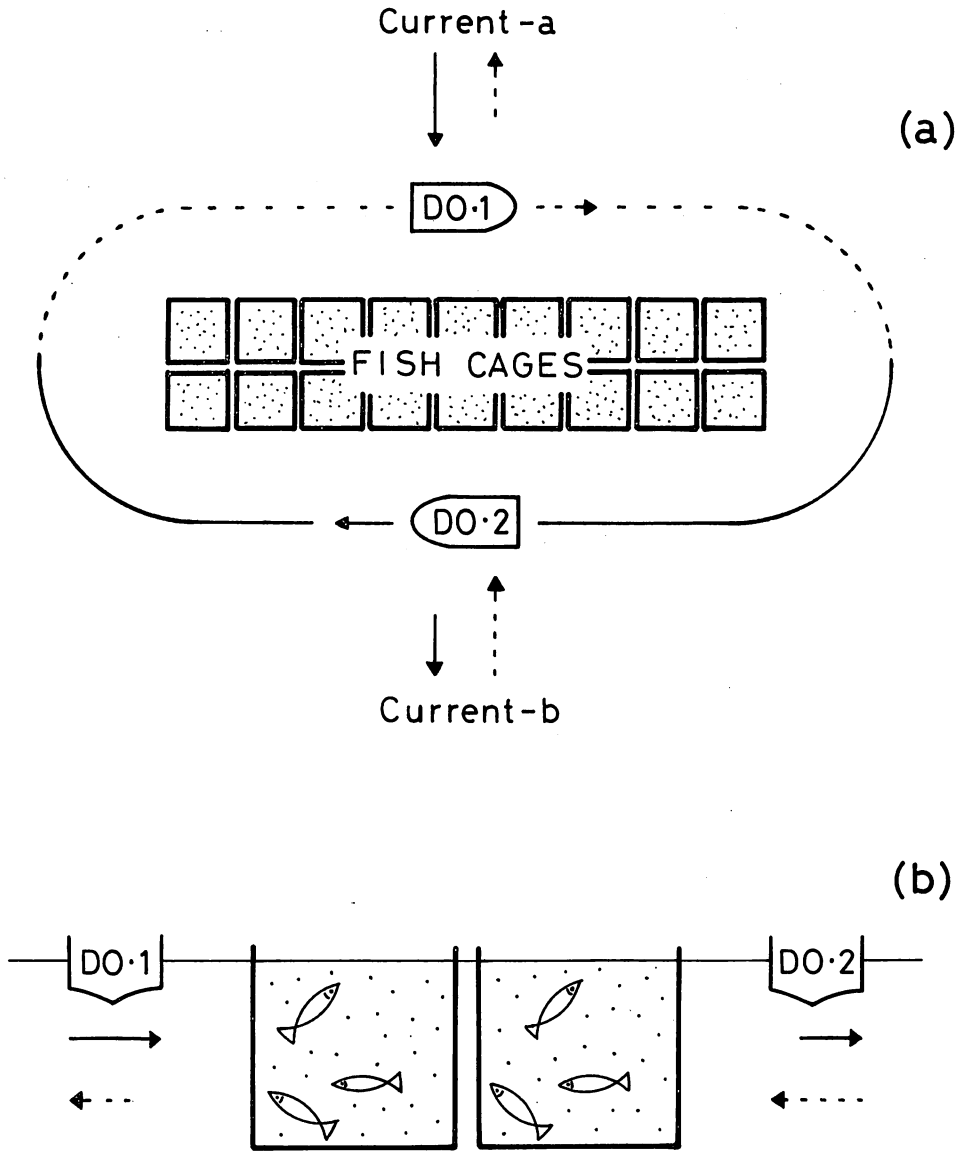


Fig. 2. Schematic diagram of DO measurement by cruising near fish culture cage. DO consumption (DO·3) of the cage is estimated by a following formula: $DO\cdot1 - DO\cdot2 = DO\cdot3$. (a): plane view of DO measurement by cruising, (b): cross section of DO measurement by cruising.

活魚槽 (A) の入水口 (B) に DO センサー (C) をゴム栓 (D) で固定し、その栓に穴 (E) をあけて、航走に伴って海水が連続的に流入し、出水口 (F) より流出するよう工夫した。

DO の調査航路は Fig. 2-a に示す様に、生簀から 2.5 m 離れた潮の上流側と下流側とでおこなった。そして、それぞれの DO 量を Fig. 2-b に示した如く、DO·1 および DO·2 と

して、生簀群のDO消費量は「 $DO \cdot 1 - DO \cdot 2 = DO \cdot 3$ 」として算出した。

4. 結果および考察

Fig. 3 は日中における潮汐の干満差に伴うDO変化の記録例である。その図に示した a, b, c および d は、それぞれ、満潮時、下げ潮中期、干潮時および上げ潮中期に調査した結果である。これらの図から、生簀周辺におけるDO変化は極めて多様性に富んでいることがうかがえる。

その変化を解析するために、DOの記録値を読みとると、Fig. 4 および Fig. 5 のように整理することができる。Fig. 4 の点線および実線は、それぞれ、Fig. 2 の概念図に示した

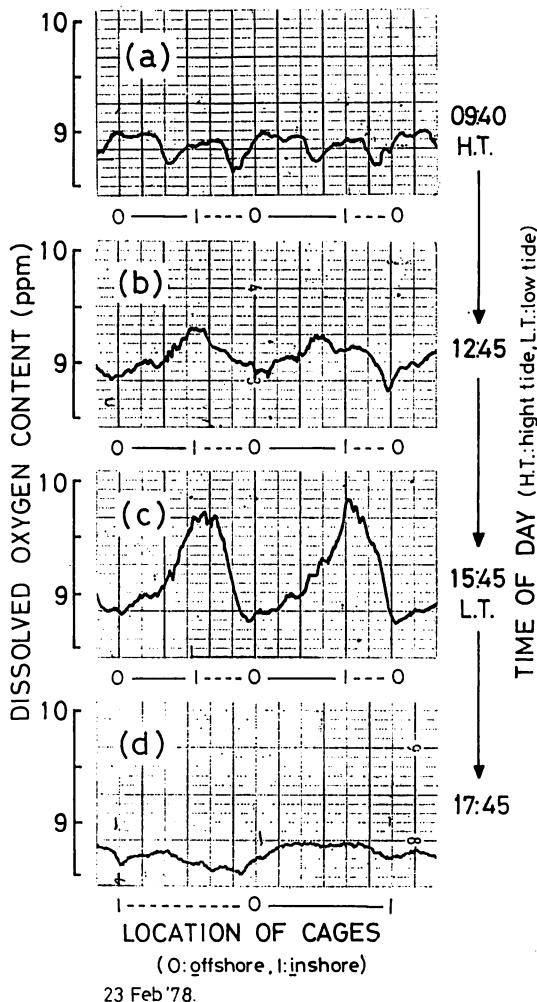


Fig. 3. Examples of continuous DO records by cruising in 0 m depth. (a): high tide, (b): middle of ebb tide, (c): low tide and (d): middle of full tide.

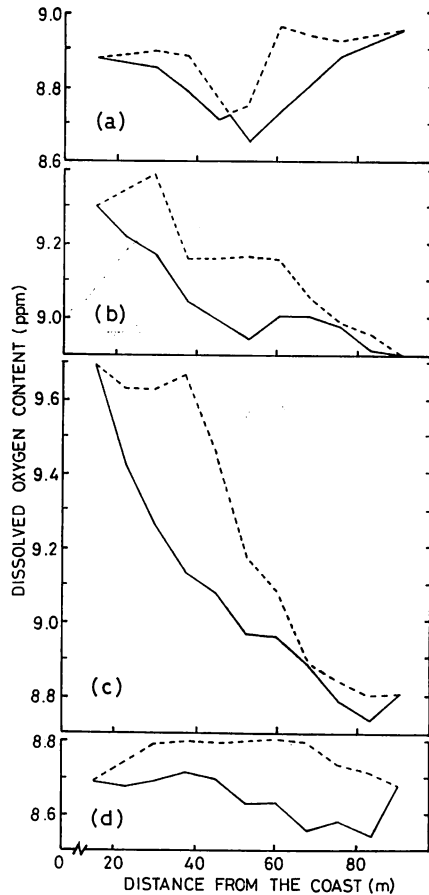


Fig. 4. Variation of DO content from inshore to offshore around the cages. Straight line is outlet, dotted line is inlet. The results of a, b, c and d were calculated after Fig. 3.

DO・1（生簀の上流側）とDO・2（生簀の下流側）に相当するものである。さらに、Fig. 4から、 $DO \cdot 1 - DO \cdot 2 = DO \cdot 3$ 、つまり生簀群の酸素消費量を求め、その結果は Fig. 5と Table 1 に示したとおりである。この表から、潮汐別による生簀の酸素消費量を調べてみると、満潮時におけるその消費量は平均 76 ppb/cage にすぎなかったが、干潮時のそれは、およそその3倍量に相当する 204 ppb/cage と、最も高い値が得られた。また、下げ潮時や上げ潮時における生簀の酸素消費量は 123~133 ppb/cage（平均 128 ppb/cage）であり、前2者の平均値 140 ppb にほぼ近い値が算出された。

このことは、本調査方法がマクロなとらえかたをしたのにもかかわらず、それによって得られた資料は、比較的微細な解析にも活用し得るものと考えられる。従来、養殖生簀の酸素消費量について多くの試みがなされているが（井上, 1965・1977; 橘高, 1959）、それらの方法は、静的な観測にすぎない。筆者らも、在来法に準じた定点的な調査をおこなってみたが、生簀周辺には魚の施回などによって複雑な対流が生ずるので、得られた資料の解析は至難であっ

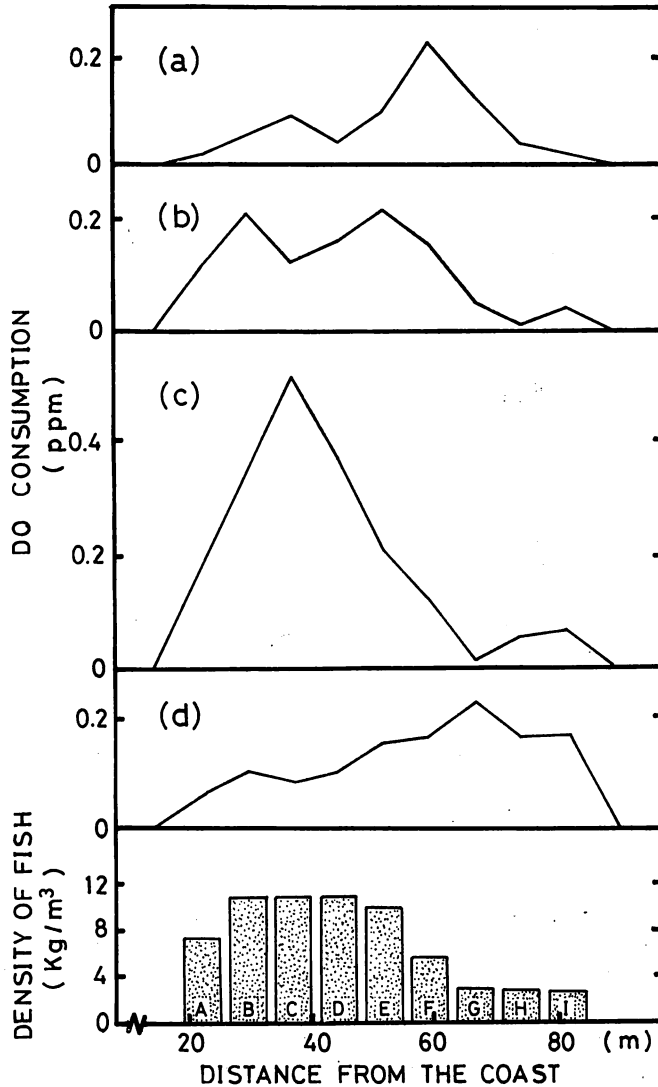


Fig. 5. Variation of DO consumption in each tide. The results of a, b, c and d were re-calculated after Fig. 4.

た。それらに対して、今回試みたDOの航走連続記録は、より簡便で、かつ精度も高いので、今後、養殖漁場の環境管理の面にも適用し得るものと思われる。

次に、魚の収容密度と生簀の酸素消費量との関係について検討してみると、Fig. 6に示した如く、特に、干潮時においてそれらの間に高い相関が示された。つまり、魚の収容密度が、 6 kg/m^3 の場合には $50 \sim 60 \text{ ppb}$ 程度の消費であったが、収容密度が増加するにつれて、DOの消費量も増大し、 22 kg/m^3 の収容密度でのその値は $300 \sim 500 \text{ ppb}$ という高い値が算出された。

しかし、満潮時における魚の収容密度と酸素消費量との関係には、それ程顕著な関相はみら

Table 1. DO consumption around fish cages in each tide.

| Cage (mark) | Location from the coast (m) | DO consumption | | | | | Density of fish (kg/m ³) |
|-------------|-----------------------------|----------------|-------------|-----------|-------------|------------|--------------------------------------|
| | | High (ppb) | H → L (ppb) | Low (ppb) | L → H (ppb) | mean (ppb) | |
| A | 21 | 21 | 117 | 171 | 54 | 91 | 17.6 |
| B | 29 | 57 | 217 | 342 | 100 | 179 | 22.2 |
| C | 37 | 92 | 127 | 517 | 80 | 203 | 22.6 |
| D | 45 | 44 | 163 | 369 | 98 | 169 | 22.3 |
| E | 53 | 57 | 220 | 203 | 154 | 158 | 20.0 |
| F | 61 | 225 | 161 | 113 | 163 | 166 | 11.6 |
| G | 69 | 132 | 48 | 8 | 225 | 103 | 6.3 |
| H | 77 | 42 | 10 | 54 | 158 | 66 | 6.3 |
| I | 85 | 21 | 43 | 63 | 163 | 73 | 6.3 |
| mean | | 76 | 123 | 204 | 133 | 134 | 15.0 |

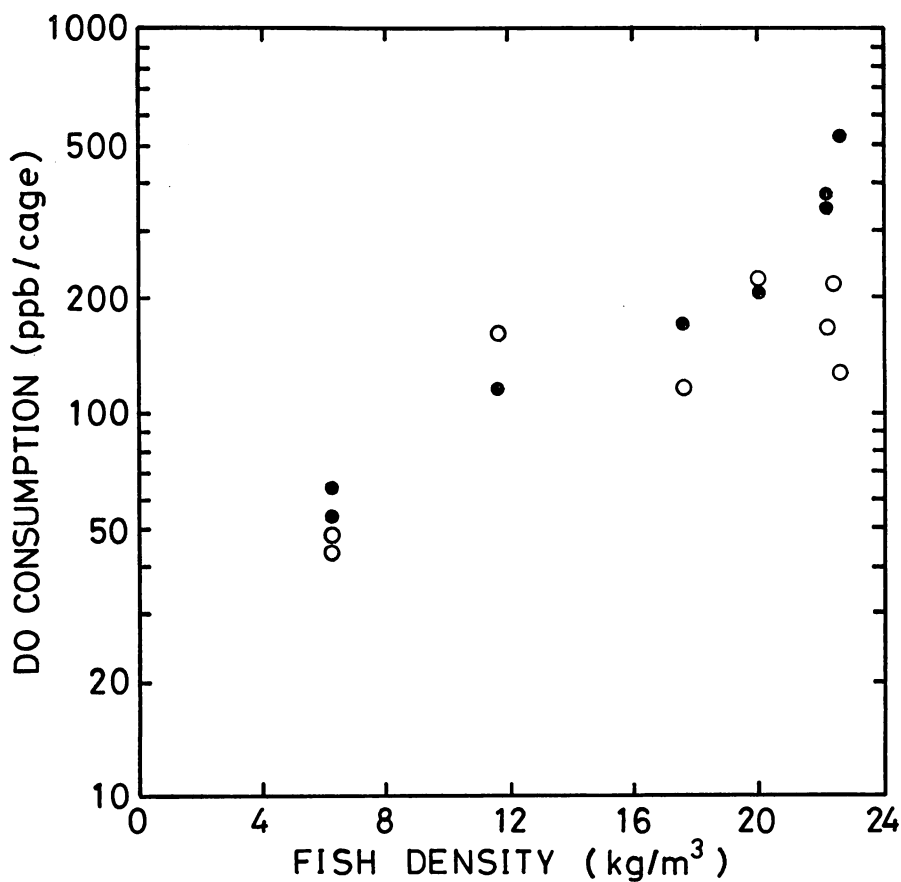


Fig. 6. Relation between fish density and DO consumption. Open and closed circles indicate the relations in high and low tide, respectively.

れなかった。それは、潮汐が満ちている時には、有効水量が増えているためと思われる。なお、浅海養殖漁場におけるDOの低下は以上に述べた養魚密度のほかに、浮遊懸濁物やバクテリアとの関係も考えられるので、今後、その点について検討を加えたい。

文 献

- 平田八郎・山口照男・植田総一・門脇秀策・東川勢二 (1978 a): 赤道周辺海域におけるDOの航走連続記録一I. 低酸素帯の検出方法とその分布. 日水誌, 44, 819-821.
- 平田八郎・山口照男・植田総一・門脇秀策・東川勢二 (1978 b): 赤道周辺海域におけるDOの航走連続記録一II. 低酸素帯と懸濁物質ならびにマグロ類の釣獲率との関係. 日水誌, 44, 823-826.
- 井上裕雄 (1965): 浅海養魚施設における海水の交流と放養密度について, 水産増殖, 臨時号, 4, 61-77.
- 井上裕雄・田中啓陽・福田 清 (1970): 浅海養魚場における海水の交流について一II. 田浦ハマチ養魚場場合. 日水誌, 36(8), 776-782.
- 井上裕雄 (1977): “浅海養殖と自家汚染”. 88-108, (恒星社厚生閣, 東京, 日本).
- 橘高二郎 (1959): ハマチの養殖について. 水産増殖, 7(1), 7-30.