

魚類養殖漁場環境調査緊急雇用創出事業

羽生和弘・土橋靖史

目的

県内の魚類養殖漁場の適正利用を推進するため、漁場の環境特性を調査し、漁場の適正な利用方法を提案する。

方法

1. 平均流速と水深

県内のマダイ養殖漁場9漁場（計14地点）において、Yokoyama *et al.* (2004) と羽生ら (2011) の方法に従い、平均流速 V_c (cm/s) と水深 D_I を各地点で調査した。すなわち、 V_c は、石膏球（ドリスジャパン製）1個を固定した金属製の台（高さ1m）を各地点の海底直上1mに2～3日間沈め、式（1）、（2）、（3）により算出した。

$$W_h = \sqrt{W_0 - W_s} - \sqrt{W - W_s} \quad (1)$$

$$V_p = \frac{W_h(-8.29T + 583)}{h} - 0.099T - 3.21 \quad (2)$$

$$V_c = 0.486V_p + 1.29 \quad (3)$$

ここで、 W_0 は測定前石膏球湿重量（g）、 W_s は石膏球支持棒重量（g）、 W は測定後石膏球湿重量（g）、 h は石膏球設置日数（日間）、 T は石膏球回収時水温（℃）を表す。

調査は、各地点で7～12月の間に計6回実施し、以下の解析では、地点ごとに求めた V_c と D_I の平均値を使用した。

2. 漁場の適正な利用方法

1) 適正生簀面積率の推定

羽生ら (2011) の評価モデルを生簀面積 A_Y (m^2) に関する式に変形して、式（4）を得た。

$$A_Y = \text{Exp} \left(\frac{\text{Ln}(Y) + 26.699 - 0.681\text{Ln}(F)}{1.768} - 2.274\text{Ln}(M) + 0.951\text{Ln}(D_I) + 4.380\text{Ln}(V_c/100) \right) \quad (4)$$

ここで、 Y は生簀直下の底泥における酸揮発性硫黄量

(AVS) の目標値 (mg/g) を表し、 F は羽生ら (2011) で示されている日間給餌率幾何平均値 1.33 (%)、 M は冬季に生簀を漁場外へ移動しないことを示すダミー変数 $\text{Exp}(1)=2.72$ を表す。

A_Y は、AVSが目標値に等しいときの“半径100m以内に入る生簀面積”の推定値であるから、AVSの目標値 Y を達成するための生簀面積率限界値 R_Y は、式（5）で推定できる。

$$R_Y = \frac{A_Y}{100^2 * 3.14} \quad (5)$$

本事業では、 V_c 、 D_I および式（4）、（5）を用いて、9漁場（計14地点）について Y を 2.5, 1.5, 0.2 としたときの $R_{Y=2.5}$ 、 $R_{Y=1.5}$ 、 $R_{Y=0.2}$ を算出した。加えて、過去に調査した24漁場（計30地点）についても同様に $R_{Y=2.5}$ 、 $R_{Y=1.5}$ 、 $R_{Y=0.2}$ を算出した。

現行のマダイ養殖の生簀面積率限界値 R_p は、県内一律で“漁場面積の15分の1以下=0.067”と規定されている。この R_p を R_Y が下回った漁場では、 R_p が過大である可能性が高い。そこで、そのような地点数を Y の設定値ごとに集計し、現行の R_p の妥当性について検討した。

2) 適正な生簀間隔

A_Y とAVSの関係より、生簀は漁場内で可能な限り互いに離して配置することが望ましい。ここで、漁場面積と生簀の形状が正方形であると仮定し、生簀1辺の長さを L_C (m)、その端から隣接する生簀の端までの最短距離すなわち生簀間隔を L_D (m) と表すと、生簀1台単位で R_Y を守るための条件は、式（6）で表される。

$$\frac{L_C^2}{(L_C + L_D)^2} \leq R_Y \quad (6)$$

L_D について整理すると、

$$L_D \geq L_C \left(\frac{1}{\sqrt{R_Y}} - 1 \right) \quad (7)$$

式（7）を満たす L_D が適正生簀間隔であり、その限界

値を L_Y (m) と表すと、 L_C と R_Y が定まれば、 L_Y は一意に定まる。例えば、 L_C が 7m、 R_Y が現行 R_P の 0.067 のとき、 L_Y は 20m と計算できる。本事業では、漁場ごとに求めた $R_{Y=2.5}$ 、 $R_{Y=1.5}$ 、 $R_{Y=0.2}$ および $L_C=7$ を式 (7) に代入し、 $L_{D=2.5}$ 、 $L_{D=1.5}$ 、 $L_{D=0.2}$ の漁場 (地点) 間の相違を確認した。

結果および考察

1. 平均流速と水深

今回調査した地点の V_c は、最小が 4.1 cm/s、最大が 8.7 cm/s、幾何平均値が 5.8cm/s であった。 D_I は、最小が 11.6m、最大が 32.6m、幾何平均値が 18.2m であった。

2. 漁場の適正な利用方法

1) 適正生簀面積率の推定

$R_{Y=2.5}$ は最小が 0.025、最大が 0.643 であり、 R_P を下回った地点数は、44 地点中 7 地点 (16%) であった。 $R_{Y=1.5}$ は最小が 0.019、最大が 0.482 であり、 R_P を下回った地点数は、44 地点中 8 地点 (18%) であった。 $R_{Y=0.2}$ は最小が 0.006、最大が 0.154 であり、 R_P を下回った地点数は、44 地点中 35 地点 (80%) であった。すなわち、 R_Y は漁場 (地点) 間で大きく異なり、現行よりも厳しい R_P を設定する必要のある漁場も存在すれば、逆に現行 R_P が厳しすぎる漁場も数多く存在することがわかった。

2) 適正な生簀間隔

$L_{D=2.5}$ は、最小が 2m、最大が 37m、中央値が 11m であった。 $L_{D=1.5}$ は、最小が 3m、最大が 44m、中央値が 13m であった。 $L_{D=0.2}$ は、最小が 11m、最大が 83m、中央値

が 29m であった。すなわち、 $L_{D=2.5}$ 、 $L_{D=1.5}$ 、 $L_{D=0.2}$ は漁場 (地点) によって大きく異なり、生簀間隔は漁場 (地点) ごとに、適正に保つ必要があることがわかった。

過去の AVS の調査によれば、 R_Y が R_P を下回っている漁場でも、実際の AVS が環境基準値や目標値 (Y) を下回っている漁場が数多く存在する。これは、廃業等により実際の生簀面積率が低下し、 R_P だけでなく R_Y をも下回っているためと考えられる。すなわち、本事業により、いくつかの漁場では現行 R_P が過大で妥当性に欠くとの結果が得られたが、廃業等が理由で実際の AVS が Y を下回っている漁場については、 R_P を見直す緊急性は低いと考えられる。一方、 R_Y が R_P を下回り、実際の AVS が Y を上回っている漁場については、 R_P を小さく設定して実際の生簀面積率を低下させる、生簀間隔を適正值まで広げる、定期的に生簀移動を実施する、といった対策が必要である。そのような漁場については、今後、本事業の推定結果を参考にして、行政、漁業者および漁業協同組合等が協議し、対策を講じて行く必要がある。

参考文献

- Yokoyama *et al.* (2004) Estimation of the assimilative capacity of fish-farm environments based on the current velocity measured by plaster balls. *Aquaculture* 240: 233-247.
- 羽生ら (2011) 三重県南部のマダイ養殖漁場の底質に対する養殖強度と環境特性の影響. *日本水産学会誌* 77: 181-187.