

特集 海生動物行動実験装置

生け簀による野外実験 - 大型ブリの水温に対する行動反応の解明 -

三浦雅大^{*1 §}・藤澤俊郎^{*1}・山田 裕^{*2}・原 猛也^{*1}

Field Experiment by Using Fish Farming Net Cage
- Behavioral Response of Large-sized Yellowtail
Seriola quinqueradiata to Water Temperature -

Masao Miura^{*1 §}, Toshio Fujisawa^{*1}, Hiroshi Yamada^{*2} and
Takeya Hara^{*1}

要約: 漁獲サイズの大型魚類の温排水に対する行動反応を把握するため, 大型生け簀を用いた野外実験手法を考案し, ブリを対象として実験を行った。直径12m, 深さ8~9mの円筒形生け簀を発電所温排水拡散域内外にそれぞれ設置し, 生け簀内におけるブリの行動を比較した。温排水拡散域外の生け簀内は, 水温の鉛直的な変化が乏しく, ブリは表層から底層の広い範囲を遊泳する場合が多かった。一方, 温排水拡散域内の生け簀内は, 温排水によって水温の鉛直勾配が発達し, ブリは生け簀内の特定の層を遊泳した。すなわち1月の低水温期には, 水温躍層よりも浅い水温の高い層を集中的に遊泳し, 8~9月の高水温期には, 水温躍層よりも深い水温の低い層を選択的に遊泳する傾向があった。

キーワード: ブリ, 行動反応, 温排水, 生け簀, 野外実験

まえがき

発電所温排水による沿岸水温の上昇と, それによる周辺漁場からの魚類の逸散に関する漁業者の懸念は根強い。公益財団法人海洋生物環境研究所では, このような温排水による水温上昇が魚類の行動に及ぼす影響を予測・評価するために, これまで多くの海産魚類について, 室内実験によって温度反応行動の基礎的知見を蓄積してきた(土田, 2002)。しかし, 室内の試験装置に収容できる供試魚のサイズが限定されるうえに, 発育・成長に伴って選好温度が変化する例(McCauley and Read, 1973; Otto *et al.*, 1976; Kwain and McCauley, 1978; Reynolds and Casterlin, 1978; Coutant, 1987; 土田・田端, 1997)が報告されている。これらを

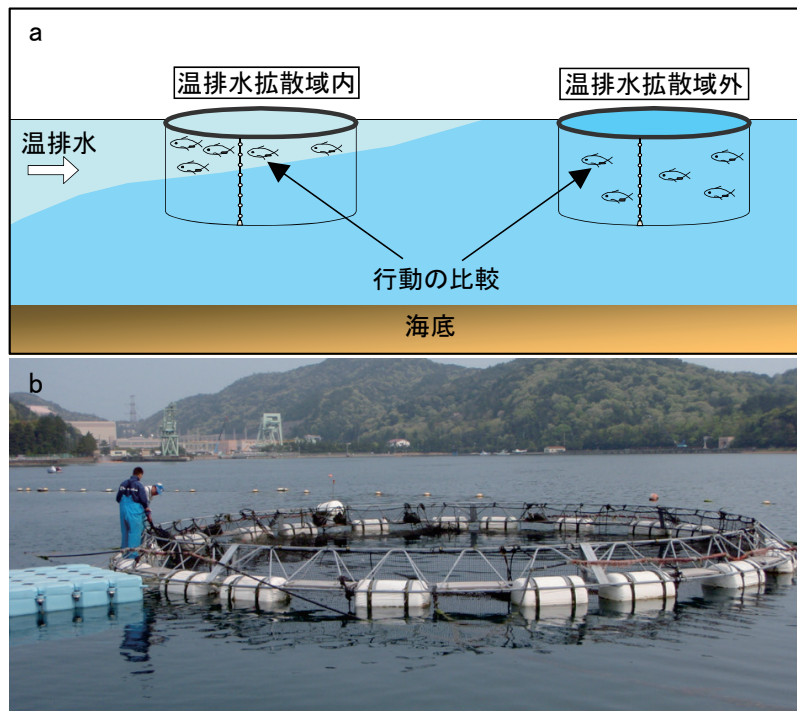
考慮すると, 大型の魚種については, 室内実験による小型個体の結果のみに基づいて, 実際の海域において漁獲対象となる成魚サイズの個体の行動を予測・評価するのは不十分であると考えられる。そこで, 漁獲サイズの大型魚類の温排水に対する行動反応を把握するため, 大型生け簀を用いた野外実験手法を考案した。そのイメージを第1図aに示した。この実験装置は, 発電所前面の表層に温排水による昇温が発生している海域(温排水拡散域内)に, 大型の生け簀(以下, 試験生け簀とする)を設置して, その内部に供試魚を収容した場合, 供試魚が表層の昇温層に対して選好あるいは忌避のいずれの行動反応をとるかを, 温排水による昇温が発生していない対照区(温排水拡散域外)における行動との比較を通して確認しよ

(2014年1月7日受付, 2014年3月6日受理)

*1 公益財団法人海洋生物環境研究所 中央研究所 (〒299-5105 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300番地)

§ E-mail: m-miura@kaiseiken.or.jp

*2 公益財団法人海洋生物環境研究所 事務局 (〒162-0801 東京都新宿区山吹町347番地 藤和江戸川橋ビル7階)



第1図 大型生け簀を用いた野外実験の概要。a: 野外実験のイメージ, b: 試験生け簀の外観。

うというものである。

なお、本報告は、海洋生物環境研究所が経済産業省から受託した「大規模発電所取放水影響調査」の事業成果（海洋生物環境研究所，2007）の一部を許可を得て公表するものである。

装置および方法

実験海域 実験海域として、温排水拡散域内については、福井県敦賀市の浦底湾内の日本原電株式会社敦賀発電所1号機放水口前面海域（福井県水産試験場の前面）を、対照区の温排水拡散域外については、敦賀半島の反対側に位置する美浜町丹生湾内を選定し、それぞれ試験生け簀を設置した。

試験生け簀 試験生け簀は円形で、直径12mの強化スチール製枠を使用した（第1図b，第2図a）。網は目合い4.5cmのポリエチレン製とし、底網までの深さは9mとした。ただし、対照区（温排水拡散域外）においては、海底に設置された魚礁に接触しないよう深さ8mとした。なお、試験生け簀周辺の流れの上流側と下流側の2ヶ所において、生け簀上部の鉄枠から垂下したロープに海面下5mまでは0.5m毎、それ以深は1m毎の水深別に水温ロガー（Onset社製，Tidbit）を取り付けた（第2図a）。実験期間中は、10分間隔で水温の鉛直分

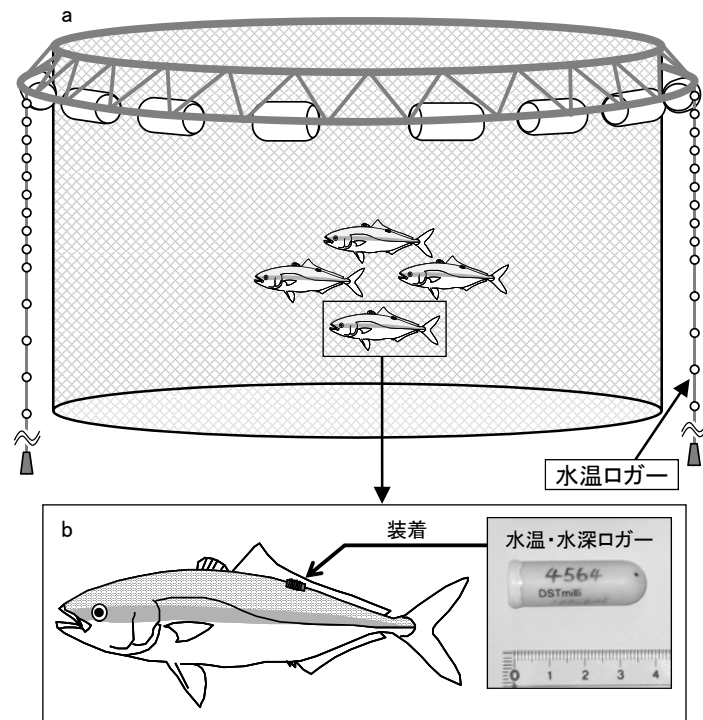
布を測定し、2ヶ所の測定値の平均を生け簀内の水温とした。

供試魚 この試験生け簀を用いて、2002～2005年にブリ *Seriola quinqueradiata* を対象として実験を実施した。ブリは、福井県敦賀市、美浜町等の定置網で漁獲され、その後数週間から数ヶ月間蓄養されていたものを入手した。一回の実験に使用する供試魚数は、温排水拡散域内外の各生け簀に5～13個体ずつとした。供試魚の平均尾叉長は80.3 cm，平均体重7,480gであった。

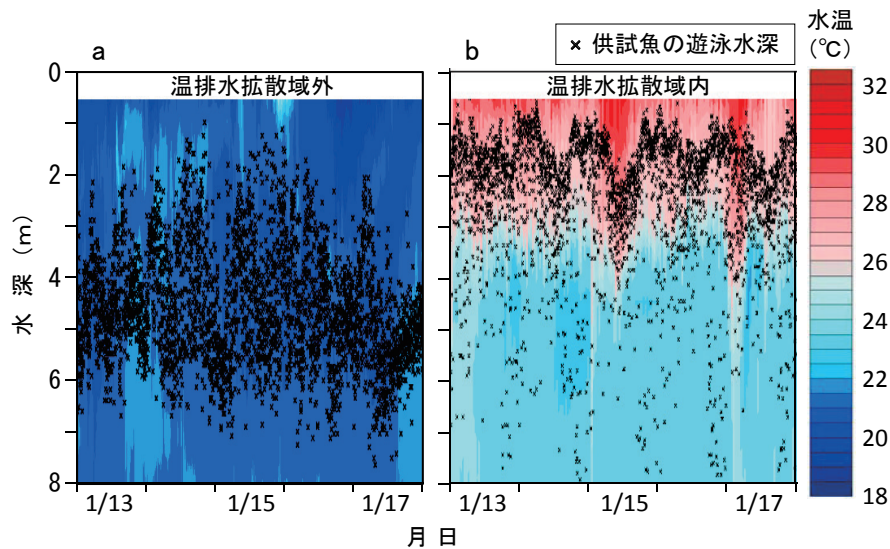
行動実験 水温条件の変化と温排水に対する行動反応の変化の関係を把握するため、低水温期の1月と高水温期の8～9月に実験を実施した。なお、一回の実験の期間は約2週間とし、その間供試魚への給餌は行わなかった。生け簀内の水温の鉛直分布に対して、供試魚がどの水深・水温の層を遊泳していたかを把握するために、データロガー（Star-Oddi社製，DST milli）を供試魚の第二背鰭基底部に装着し（第2図b），1～2分間隔で水温と水深を記録した。

結果および考察

第3，4図に、1月（低水温期）および8～9月（高水温期）の温排水拡散域内外の試験生け簀内にお



第2図 試験生け簀の概要。a: 試験生け簀と測器の配置，b: 水温・水深ロガーを装着した供試魚。

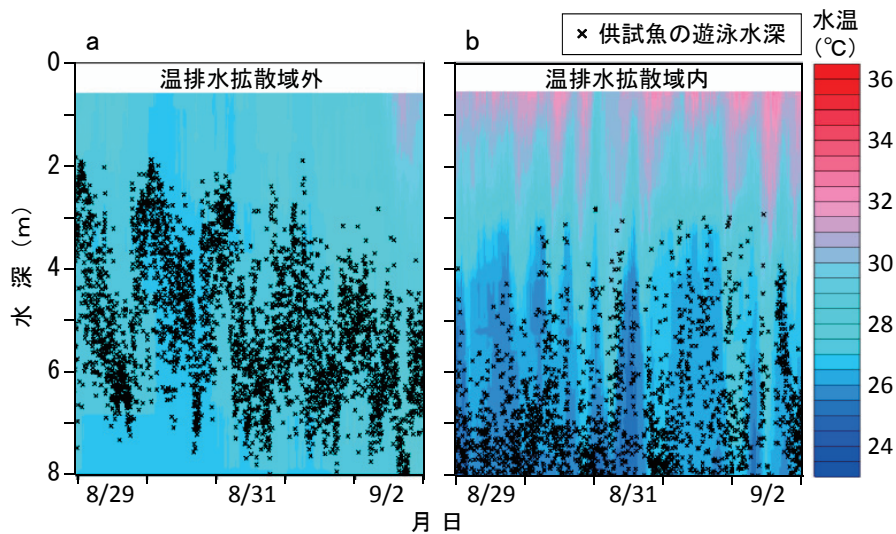


第3図 1月の試験生け簀内の水温の鉛直分布とブリの遊泳水深。a: 温排水拡散域外，b: 温排水拡散域内。

ける水温の鉛直分布とブリの遊泳水深を示した。なお、図中の遊泳水深については、試験生け簀内のブリは群れて遊泳する場合が多く、遊泳水深の個体差があまり無かったので、各個体の平均値を示した。1月の温排水拡散域外の試験生け簀内では、水温の鉛直的な変化が乏しく、ブリは中層を中心に広い範囲を遊泳した(第3図a)。一方、1月の温排水拡散域内の試験生け簀内では、温排水によって表層の水温が上昇し、海面下3～4m付近

に水温躍層が見られ、ブリは水温躍層よりも浅く水温の高い層を主に遊泳した(第3図b)。

8～9月の温排水拡散域外の試験生け簀内では、1月の結果と同様に水温の鉛直的な変化が乏しく、ブリは広い範囲を遊泳した(第4図a)。8～9月の温排水拡散域内の試験生け簀内では、温排水によって水温の鉛直勾配が発達し、海面下3～5m付近に水温躍層が見られる場合が多く、ブリは1月の結果とは逆に、温度躍層より深く水温の低い層



第4図 8～9月の試験生け簀内の水温の鉛直分布とブリの遊泳水深。a: 温排水拡散域外, b: 温排水拡散域内。

を主に遊泳した（第4図b）。

以上の結果から、温排水拡散域内の試験生け簀内において、ブリは温排水によって生じた水温の鉛直勾配の中の特定の水温帯を選択して遊泳する傾向を示し、冬期の低水温条件下では温排水による水温上昇を選好し、夏期の高水温条件下ではそれを忌避するものと考えられた。したがって、生け簀を用いた野外実験によって、漁獲対象サイズのブリの温排水による水温上昇に対する行動反応の把握が可能であることが推察された。なお、本装置では、光等の水温以外の環境要因の影響を防ぐ工夫について検討の余地が残されているが、生け簀を用いた野外実験は、大型魚類の行動に対する温排水影響を検討する有効な手法と言えよう。

謝 辞

本実験の実施に関してご協力頂いた、日本原子力発電株式会社および同社敦賀発電所、福井県水産試験場、福井県漁業協同組合連合会、敦賀市漁業協同組合、美浜町漁業協同組合の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

Coutant, C.C. (1987). Thermal preference: when does an asset become a liability? *Env. Biol. Fish.*, **18**,

161-172.

海洋生物環境研究所 (2007). 平成18年度大規模発電所取放水影響調査（大型魚類温排水影響基礎調査）最終とりまとめ. 海洋生物環境研究所, 東京, 1-63.

Kwain, W. and MacCauley, R.W. (1978). Effects of age and overhead illumination on temperature preferred by underyearling rainbow trout, *Salmo gairdneri* in a vertical temperature gradient. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **35**, 1430-1433.

MacCauley, R.W. and Read, L.A.A. (1973). Temperature selection by juvenile and adult yellow perch (*Perca flavescens*) acclimated to 24 °C. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **30**, 1253-1255.

Otto, R.G., Kitchel, M.A. and Rice, J.O. (1976). Lethal and preferred temperature of the alewife (*Alosa pseudoharengus*) in Lake Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **105**, 96-106.

Reynolds, W.W. and Casterlin, M.E. (1978). Ontogenetic change in preferred temperature and diel activity of the yellow bullhead, *Ictalurus natalis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **59A**, 409-411.

土田修二 (2002). 沿岸性魚類の温度選好に関する実験的研究. 海生研研報, No.4, 11-66.

土田修二・田端重夫 (1997). イシダイ幼稚魚の成長に伴う選好温度の変化. 日水誌, **63**, 64-69.