

## 昇温による成長促進効果を評価する

私たちは、通産省資源エネルギー庁から委託を受け、将来の海域環境に調和した発電所のあり方を考える上で、発電所の持つ最適化要素を科学的に実証する調査を平成5～11年度にかけて行いました。その中で、温排水による魚類の成長促進効果に注目して行った調査の一部について紹介いたします。

発電所は冷却水として多量の海水を取水し、その海水は約7℃昇温した温排水として再び海に放水されます。一方、海生生物と水温との一般的な関係から、適度の昇温は成長および成熟を促進する効果があることがわかっています。そのため、発電所の温排水を利用した種苗生産や養魚の試験が各地で行われています。魚類の養殖事業に昇温による成長促進効果を活用するためには、どれだけ有効であるかを事前に予測・評価することが重要となります。

### 魚の成長を予測する

魚の成長には、大きさ、温度、餌の量が大きく係わってきます。成長を予測するためには、魚の成長とこれらの要因との関係が判っていることが必要です。

魚の成長を表現するモデルにはいくつかの種類がありますが、飼育管理下においてある期間の成長量を予測する場合には、生理学的要素を反映したエネルギー収支に基づく成長モデルが適しています。しかし、モデル中の諸係数を設定するためには多くの実験データが必要となるため、モデルの適用は難しいのです。

魚が摂取した餌のエネルギーの内、一部は糞(a)や尿(b)などとして排泄されてしまい、一部は呼吸(c)や熱(d)として失われ、それらの残りが成長分となります。

魚の成長を予測するためには、上記a,b,c,dの各要素について、魚の大きさ、温度、餌の量との関係を調べて、定式化する必要があります。

本調査では温水性のマダイと冷水性のクロソイを試験対象種として選定し、水温、給餌レベルを複数段階設定して、体重別に飼育実験を実施しました。また、排泄されるエネルギーの割合を測定する実験も行いました。それらのデータを基にして、Kitchellら(1977)を参考にした成長モデルの係数を設定しました。図1は、初期体重約60gのマダイ幼魚に配合飼料を飽食量与えて飼育した場合の成長経過です。写真1は、マダイ未成魚に対して実施した飼育試験の給餌風景です。

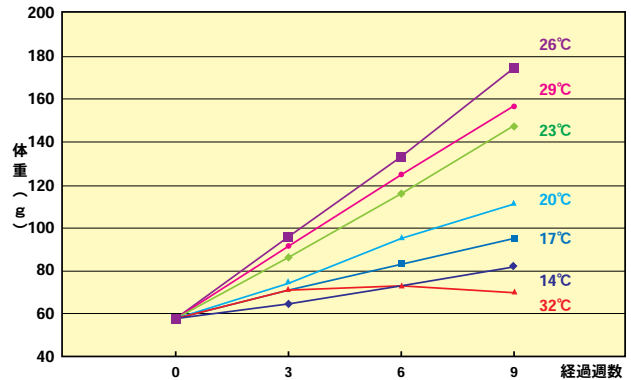


図1 マダイ幼魚(体重60g)に飽食量を給餌した場合の水温段階別の成長経過



写真1 マダイ未成魚(体重200g)を用いた飼育試験の給餌風景

また、水温の上昇する春から夏にかけてと、水温の下降する秋から冬にかけての時期に、昇温段階別の飼育試験を実施し、成長モデルの計算結果と比較したところ、良い再現性が確認されました。

成長モデルの計算例を、日間増重率と体重および水温の関係として示しました。図2はマダイに対して計算した例、図3はクロソイに対して計算した例です。

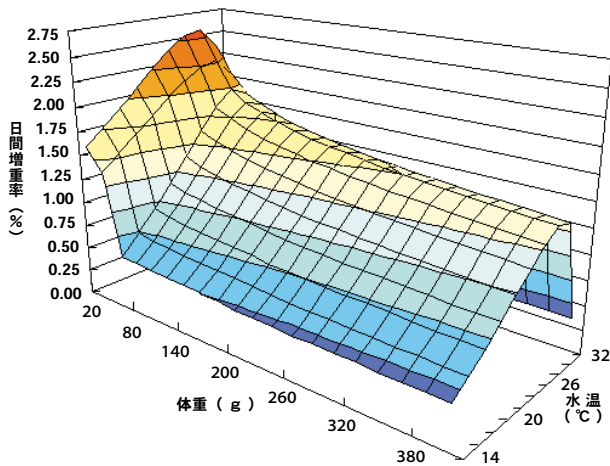


図2 マダイの日間増重率と体重・水温の関係  
(飽食量を給餌して飼育する場合)

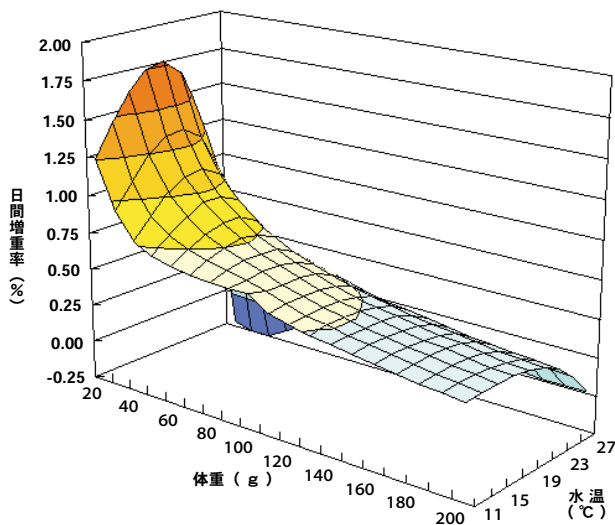


図3 クロソイの日間増重率と体重・水温の関係  
(飽食量を給餌して飼育する場合)

### 成長モデルの利用

この成長モデルでは、飼育密度や水温以外の水質条件が良好であると仮定した上で、初期体重、給餌レベルおよび水温条件を設定することにより、飼育期間に対する魚の大きさや、摂餌量を予測することができます。

マダイについて、環境水温条件から6℃昇温条件までを設定して成長予測を行った例を図4に示しました。昇温によって飼育水温が対象種の成長最適温度に

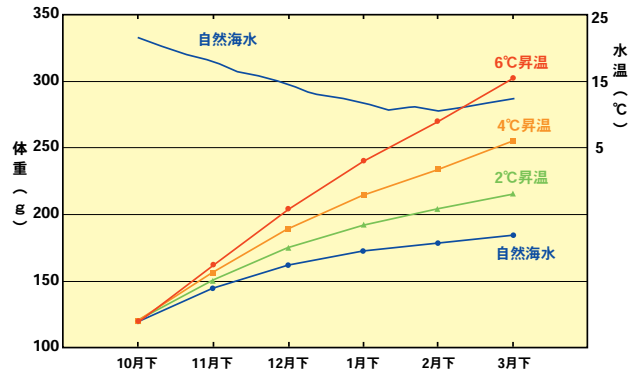


図4 自然海水温度から6℃昇温条件において、飽食量の80%の給餌率でマダイを飼育した場合の成長予測(初期体重120g、自然海水温度を新潟海域の10月下旬～3月下旬と想定した場合)

近づくと方向にシフトする場合には、成長促進効果が期待できます。成長効率の良い温度帯で飼育することは、目標サイズまでの飼育期間を短縮し、餌の総量を減らすメリットがあります。与える餌の総量が減ることは、経費削減と同時に、環境への負荷を軽減することにつながります。成長モデルを利用することで、これらの効果を具体的な数値として示すことができます。

また、調査の一環として、各地の養殖現場の聞き取り調査を行うなかで、パソコンを利用した養殖管理が普及しつつあると感じました。養殖期間中、同一の餌を与えるとして、生産原価をある価格に想定すると、与える餌の総量を求めることができます。その限られた餌を養殖期間中どのように配分して与えたら最大の増重が得られるかという問題は、経営上も、環境への負荷を軽減する上でも重要なことです。成長モデルの利用は、その場合の事前検討にも有効な手段となると思います。

(中央研究所 海洋生物グループ 渡辺幸彦)

### 参考文献

Kitchell,J.F., Stewart,D.J. and Weinger,D.(1977). Applications of bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J.Fish.Res.Bd.Can.*,34:1922-1935.