

濁りと網視程距離の関係

津田 裕一

(環境グループ)

近畿大学水産研究所

クロマグロ *Thunnus orientalis* 養殖における稚魚期の高い減耗の原因の一つに、衝突死による大量弊死があげられる。衝突死は、クロマグロが光に対する驚愕反応やストレスにより突進遊泳を引き起こして水槽や生簀網に衝突して斃死する現象である。陸上水槽による飼育期には、150 Lux 以上の光の常照による照度変化の低減と、早期に海上生簀へ沖出しをおこない広い空間利用を提供することで、高い生残率を維持できるようになった。しかし、海上生簀に移した後の成育過程でも、海洋の濁りや昼夜・雷光などによる水中光の変化によって、生簀網へ衝突してスレや斃死する現象が多発する。この問題は、養殖クロマグロの親魚までの低い生残率の根幹をなしており、他の主要養殖魚に比べて、安定した持続的養殖を困難にしている。

生簀内で遊泳するクロマグロが、生簀網を視認して衝突を回避出来るか否かは、水中光の消散が強く関係していると考えられる。一般に、魚類の視覚とは光のコントラストの差によって認識されるため、クロマグロも水中光により障害物や餌を認識していると考えられる。特に、海中の濁りの変化は水中光の減衰に関係するため、濁りによって水中光の到達範囲も変わり、クロマグロの視認距離も変化すると考えられる。濁りと衝突との間には、なんらかの関係があると考えられる。網へのスレや衝突は、常時視認可能であった生簀網が濁りによ

り視認できなくなることに対する反応と、生簀網視認距離が短くなり網への接近が高まった結果、生簀網を回避できずに網と接触すると考えられる。しかし、濁りが生簀網視認距離にどのように影響するのかは明らかでない。本研究では衝突死防止のための基礎実験として、海洋の濁りと視程の関係に注目し、クロマグロの視程を水中ビデオカメラの視程に置き換えて、濁りと視程距離の関係を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

水中視程距離の測定 実験は、2009年7月に近畿大学水産研究所白浜実験場にある地先で行った。水中ビデオカメラ(HDR-XR520V; SONY製)とステンレス製の枠(縦30cm, 横30cm)に生簀網(クロマグロ沖だし用黒網(90節))を取り付けた専用の視程測定装置を作成した(Fig. 1.)。

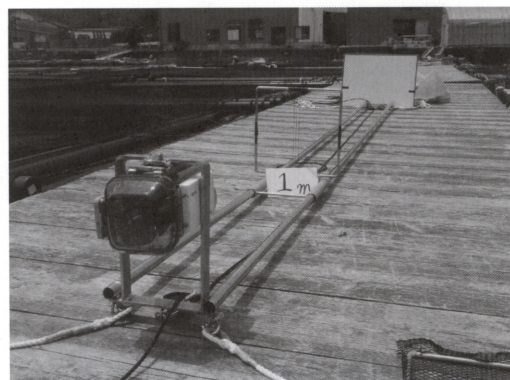


Fig. 1. 視程測定装置(水中では上下反対向きに設置)
水中では物体は屈折率の差により陸上と比べ

て4/3倍の大きさで見える。この現象を利用して、陸上で基準となるビデオカメラの視程距離の式をつくった。陸上でビデオカメラから枠を10cm間隔で遠ざけて3.8mまで撮影した。各距離における画像上(2304×1296pixel)での枠の横幅(pixel)を測定して、その縮小率から視程距離Pを求めた。

$$P = 87702 w^{-1.018} (R^2=0.916) \dots (1)$$

ここで、W:撮影した枠の横幅(pixel)である。これを4/3倍したものが水中視程距離となる(式(2))。

$$P = 87702 w^{-1.018} \times 3/4 \dots (2)$$

また、陸上でビデオカメラで網目を識別できる最大距離は、2.4mであった。

この結果を応用して、同装置を海中水深1,2,3mに設置して、ビデオカメラから生簀網を徐々に遠ざけていき画面上で網目が識別出来なくなった時の枠の横幅を測定した。これを、式(2)に代入してビデオカメラの水中視程距離を決定した。

濁りの測定 濁りの指標として、透明度と光の消散係数を用いた。透明度は透明度板を用いて測定した。消散係数Kは、各水深の下向きの照度を照度計(LI-1400 data Logger; LI-COR製)で測定して求めた。

$$K = \ln I_{(z)} / I_0 \times (-1/Z) \dots (3)$$

ここで、K:消散係数、Z:水深(m)、 $I_{(z)}$:水深Z(m)での下向き照度、 I_0 :水深0mの下向き照度を示される。透明度と視程は原理的には同じ考え方で表現可能であり、濁り(濁度)の関数となる。

クロマグロ生簀における透明度とクロマグロ死亡数 実際に飼育しているクロマグロ生簀における濁りと視程距離の関係を明らかにするために、

2009年8月30日から2009年11月30日に、白浜実験場の沖クロマグロ生簀(島島クロマグロ生簀:長さ7m,深さ8mの角生簀)で照度と透明度を測定した。照度は、海中の下向き照度を10mまで1m間隔で測定した。透明度は、透明度板を用いて測定した。さらに、日毎の生簀内のクロマグロの死亡数を計測した。

結果と考察

ビデオカメラの水中視程距離と消散係数の関係を図2に示す。ビデオカメラの水中視程距離は、消散係数の増加に応じて指数関数的に減少した。最も消散係数が高かった7月6日(3.30)は前夜に降雨があり、照度測定時の透明度は0.4mであった。

地先より沖にある島島クロマグロ生簀は、地先に比べて透明度が高かった。島島クロマグロ生簀

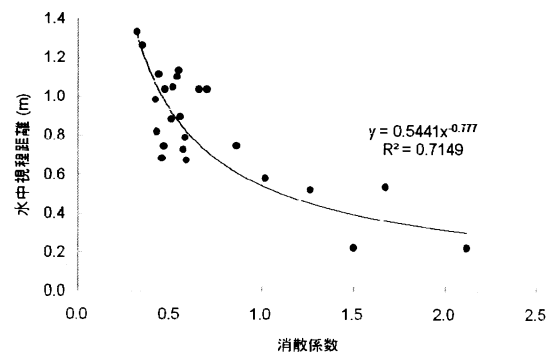


Fig. 2. ビデオカメラの水中視程と消散係数の関係

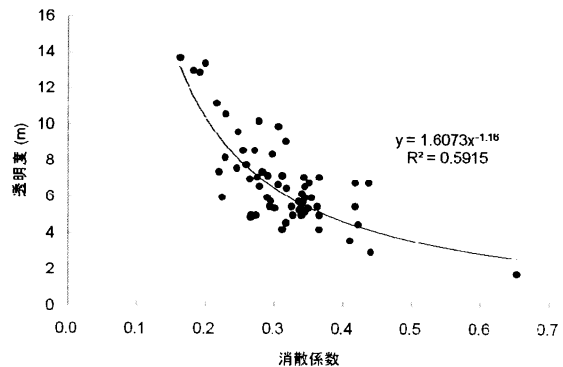


Fig. 3. 島島クロマグロ生簀における透明度と消散係数の関係(2009年9月1日~11月30日)

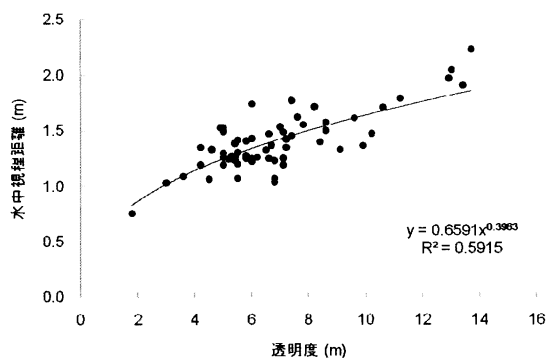


Fig. 4. 島島クロマグロ生簀における透明度とビデオカメラの水中視程距離の関係

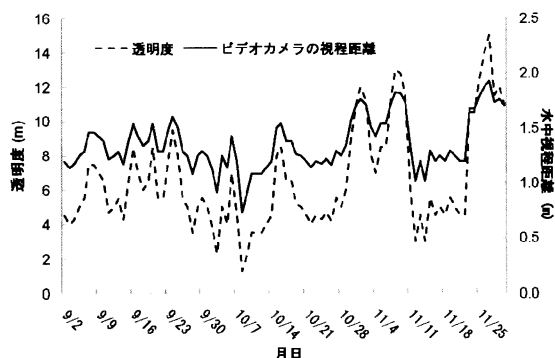


Fig. 5. 島島クロマグロにおける透明度とビデオカメラの水中視程距離の時系列変化

マグロ生簀における透明度と消散係数の関係を図3に示す。消散係数の増加に伴い、透明度は急激に減少した。

Fig. 2とFig. 3の関係から、島島クロマグロ生簀における透明度と水中視程距離を推定した(Fig. 4)。水中視程距離は、透明度の減少にともない低下した。水中視程距離は、指数関数的に減少することから、透明度の低い時の変化がより水中視程距離に大きく影響する。

Fig. 5に、島島クロマグロ生簀における透明度とビデオカメラの視程距離の関係を示す。期間中の

透明度の最低は1.3 m、最高で15 mであった。水中視程距離は、透明度と連動して増減し、透明度が最高値に最長の1.93 mを記録し、透明度が最低値で最短の0.73 mと約1/3になった。水中視程距離の変動は、Fig. 4の関係から、透明度が高い時に比べて低い時の方が大きくなる。例えば、透明度が高い時期の11月1日から11月4日では、5 mの透明度の低下に対し水中視程距離の低下は0.3 mであるが、透明度が低い時期の10月6日から10月8日では、5.7 mの透明度の低下に対して、水中視程距離の低下は0.7 mと大きくなった。

生簀内ではクロマグロが自身の位置を特定する物体が無い、外壁である生簀網を認識しながら巡回遊泳する。したがって、遊泳時の個体と網との距離を考えると、例えば濁りが高い場合には、網を認識するために網近くを遊泳し、網への衝突に対する回避距離が短くなり衝突の確率があがるだろう。また、その影響は濁りが高く網認識が難しい時に大きい。本研究では、濁りとビデオカメラと視程距離との関係を明らかにした。ビデオカメラの視程距離をクロマグロの視程距離に直接対応させることはできないが、クロマグロも水中の光によって物体を認識することから、クロマグロの視程距離も濁りにより影響を受けるだろう。今後は、濁りと生簀内のクロマグロの行動との関係を明らかにする必要がある。