

大型クラゲの大きさと深さを船上からはかる方法

本多直人（資源環境部・海洋動態グループ）



航走する船の上からビデオカメラで海面の大型クラゲを観察することで、個体の大きさと浮遊深度を計測する方法を考案しました

【大型クラゲの分布を把握する】

日本海は、東シナ海から対馬暖流によって傘径が1mを越える大型クラゲが来遊する海域です。年によって来遊状況は大きく変化しますが、大型クラゲが大量に出現すると、定置網などに入網して漁具を損傷させたり、網の中で他の魚類を傷めたりすることによって、水産業に甚大な被害を与えます。大型クラゲによる被害を軽減する対策を検討するうえで、日本海における本種の分布状況を把握しておくことは大変重要となります。大型クラゲは海面のみに浮遊しているわけではないため、詳細に大型クラゲの分布を把握するためには、網による採集や水中カメラおよびソナーや魚群探知機といった超音波測器による観測方法で表層から深い海中まで分布を把握することが必要です。そのため、日本海区水産研究所では毎年調査船を用いて前述のような観測方法で大型クラゲの分布を詳細に調べています。ただし、これらの方法で調査を実施するには多大な労力や費用がかかるため、調査できる範囲や期間が限られてしまいます。一方、航走する船の上から海面を目視してクラゲの分布を調べる方法も広く用いられており、この手法は広域を短時間で連続的かつ容易に調査できる利点があります。日本海区水産研究所でも、前述した調査船を用いて日本海の沖合域で大型クラゲ調査を実施する際、航走中は常に調査員が目視観測を行っています。また、民間のフェリーに乗船して航路上で海面を目視して大型クラゲの分布を広範囲に把握する調査も毎年継続して実施しています。しかしながら、目視では天候や

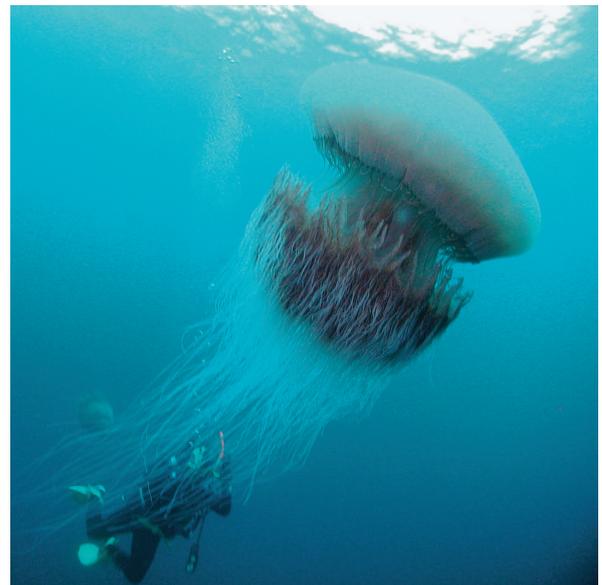


図1. 大型クラゲ（エチゼンクラゲ）

観測者の視力の違いにより見え方が一致しないことやどの深さまでクラゲが見えているのかははっきりしないことなどから、クラゲの大きさや個体数密度の把握に一定の誤差が混入することは避けられないことです。そこで本研究では、観測者毎の差を無くし、大きさ、深度の推定誤差を小さくすることを目標として、船上からビデオカメラで海面を観察することにより、浮遊している大型クラゲの深さおよび個体の大きさを推定する方法を考案しました。

【ビデオ映像による計測方法】

観察対象物までの距離やその大きさを映像から計測する場合には、2台のカメラを用いて対象物を立体視するステレオ撮影手法が一般的ですが、

ここで用いる手法では1台のカメラだけで距離と大きさを計測します。その原理を以下で説明します。例えば、走っている電車の窓から外を眺めた場合、手前のものは素早く通り過ぎ、遠くの景色はゆっくりと窓の外を流れていきます。すなわち、視界を素早く通り過ぎるものが近く、ゆっくりと通り過ぎるものが遠いという推測ができます。これと同じ理由で、船の航走中にビデオで撮影された海面の映像において対象物（大型クラゲ）が画面上を通り過ぎる時間を計測することで、カメラから大型クラゲまでの距離が算出できます。カメラから海面までの距離はカメラを設置している位置と観察方向の角度により決まっていますので、これを前述の方法で求められた距離から差し引くことで大型クラゲが浮遊している深さを求めることができます。なお、カメラの視程は空中と水中を経由し、それらの屈折率により実際のクラゲは視程の直線上に位置するわけではないため（図2）、それを考慮して深さを算出する必要があります。そして深さが求められたら、映像上の見かけの大きさから実際のクラゲの大きさを求めることができます。

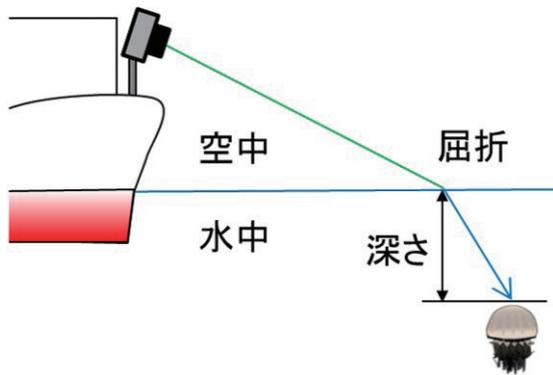


図2. カメラから水中のクラゲまでの視程

【フェリー観測での実験】

この方法の有効性を確認するための実験は、平成28年7月に日本海西端の対馬海峡を横断する国際フェリー（ニューかめりあ）で大型クラゲ目視調査時に実施しました。この船は、福岡県の博多港から韓国の釜山港までを約5時間で結んでおり、日本海区水産研究所では長年にわたりこの船

で毎年初夏から秋にかけてほぼ2週間毎に大型クラゲの目視調査を継続しています。

実験では市販品の小型ビデオカメラを船の側面の手すりに固定して、目視観測と同時に海面を撮影しました（図3）。調査終了後に撮影された映像を再生しながらビデオモニター画面上で大型クラゲの位置座標を解析することで、大型クラゲの実際の深さおよび大きさを推定しました。実際の映像例を示します（図4）。図中で船の進行方向は画面の左側で、海面の映像が右に流れていきます。画面上に現れたクラゲ個体の位置座標を時刻毎に記録することで通過速度が求められますので、それを基に深さを算出します。そして、クラゲの大きさを画面上の位置座標で計測して（図5）、その値と深さの情報から実際の大きさを比例計算で求めます。

夏季の1航海中に撮影した映像から、約70個体の大型クラゲが観察されました。前述した計測方法により推定された大型クラゲの深さは約0～7mとなり、平均で約1.7mの深さにいた大型クラゲがビデオカメラで撮影されていたこととなります。この深さは、過去の研究で推定された目視深度の限界値と比較しても、ほぼ妥当な値と考えられました。また、映像から計算された大型クラゲの傘径（クラゲの傘部分の直径）は約30～90cm、平均で約50cmとなりました（図6）。この値も、同時期の同海域における大型クラゲの大きさとして妥当な値でした。



図3. 船に設置した小型ビデオカメラ

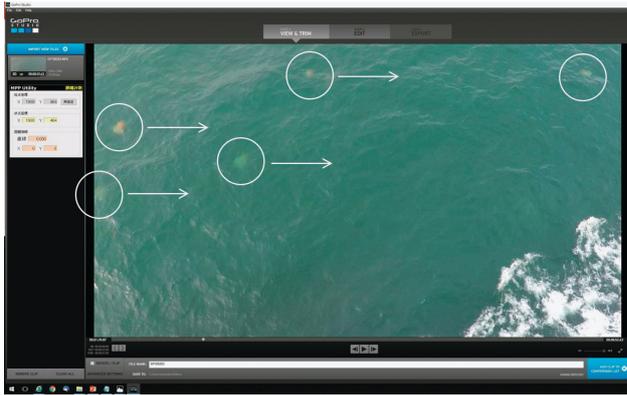


図4. ビデオモニター画面上的大型クラゲ
白丸の中が大型クラゲ。左端から現れ、
画面を横切る時間を計測。



図5. 大型クラゲの大きさを計測中のビデオ
モニター画面
白枠は拡大図。

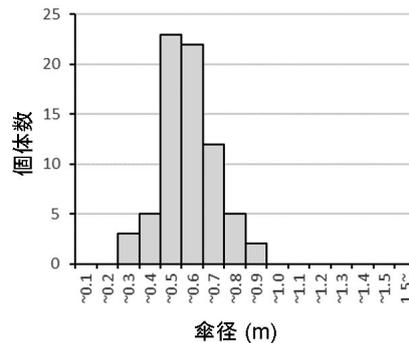


図6. ビデオ映像から求めた大型
クラゲの傘径分布

【手法の実用化に向けて】

以上の結果より、ビデオカメラによる大型クラゲの深さおよび大きさの計測方法の有効性が確認されました。ただし、実際に目視で確認できたクラゲの数と比較すると、今回ビデオカメラで確認できた数は6割程度にとどまりました。実際の目視ではカメラの観察範囲以上の大型クラゲも計数した可能性も考えられますが、カメラによるクラゲの検出率はまだ目視に劣ることも事実ですので、さらなる検出率の向上は必要です。技術の進歩によりカメラやビデオモニターの性能は年々良くなっていますので、解像度やフレームレート

(1秒間に出力できる映像の数)の高い最新の製品を適用することで、検出率を向上させる余地はあります。また、ビデオカメラの設置方法の工夫や、海面のぎらつきを抑える適切なフィルターの採用などで見えやすさの改善を施せば、結果として深度や大きさの計測精度もさらに向上させることが期待できます。さらに、ここで紹介した手法を自動で解析できるプログラムを適用できれば、調査の実施がより容易となります。今後は、小型のクラゲ類や他の生物、海洋ゴミなど浮遊物の計測への応用も検討したいと思います。