

大型クラゲの行動および分布を調べる方法

本多直人（資源環境部・海洋動態グループ）

【はじめに】

大型クラゲ（エチゼンクラゲ）が日本沿岸に大量に来遊すると、水産業は多大な被害を受ける。被害を軽減するためには、大型クラゲの出現時期や経路などの輸送予測および駆除などの対策が必要である。そのために本種の行動特性および分布状況は重要な情報となる。例えば、魚とクラゲの混獲に起因する漁業被害を軽減するためには、それぞれの行動の違いに関する情報が役立つ。効果的な駆除や輸送予測には、分布特性に関する情報が必須である。しかしながら、大型クラゲの大量出現は近年まで稀であったので生物的な知見が少なく、それらを調べる方法も確立されていなかった。プランクトンとはいえ活発に遊泳し、傘径1.5m以上と規格外に巨大になる本種の調査には、おのずと独自の手法が必要となる。これまでに著者が手掛けてきた、大型クラゲの行動および分布を詳細に調べるための手法と、それによって明らかとなったことを紹介する。

【行動を調べる】

遊泳速度計測 大きなクラゲの遊泳速度を水槽内で計測するのは困難であるため、海中での計測を行った。水平方向の速度を計測する場合は流れの影響を受けやすく、誤差が大きくなるが、鉛直方向の流速は極めて小さいため、鉛直移動時に速度の計測が可能と考えた。水中観察から、大型クラゲが外部刺激により下向きに逃避する性質を確認したので、威嚇されて鉛直下向きに潜行する個体と同深度を保ちながらスキューバ潜水により追跡し、深度変化を記録することで遊泳速度を計測した。その結果、傘径1.5mの大型個体の遊泳速度は約 0.15 ms^{-1} であった。この速度では強い流れに逆らう移動はできない。魚類と大型クラゲの行動

の違いを利用して混獲を軽減するためにも、大型クラゲよりも魚類の行動を制御する方が効果的であるといえる。

電子標識による追跡 大型クラゲは標識等を装着できる十分な大きさを有するが、漁獲対象でないため、再回収が必要なデータロガーによる行動調査は不向きである。そこで、再回収を必要としないポップアップアーカイバルタグ（PAT）および超音波ピングを用いて追跡した。PATには深度、温度、照度センサが内蔵されており、データを人工衛星に送信する。超音波ピングには深度センサが内蔵されており、受信機を設置した船舶で追跡することにより、リアルタイムで詳細な観測ができる。これらをスキューバ潜水によりクラゲにケーブルタイで巻き付けた（図1）。日本海における調査の結果、大型クラゲは海面から深度100m以深までを遊泳しており、季節とともに北上しながら徐々に深く遊泳する傾向があった。また、頻繁に鉛直移動を繰り返しており、昼から夕方方に浅く、深夜から未明に深くなる日周性が確認された。このような情報は、時空間的な獲り分けや輸送予測の検討に役立つ。

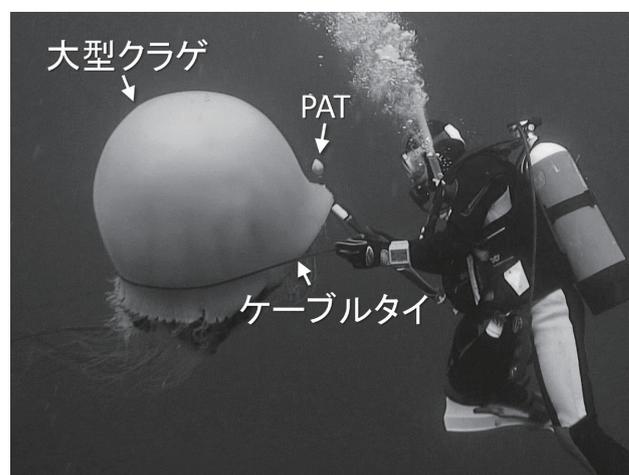


図1 大型クラゲへの電子標識の取り付け

【分布を調べる】

上向き曳航カメラによる観察 クラゲの分布を迅速に調べる方法として目視調査が一般的であるが、定量性は必ずしも高くない。そのため、表層の分布を定量的かつ容易に調べる手法として、下から海面方向を観察する曳航式カメラ（TULCam）を開発した（図2）。このカメラは、①目視のように海面反射や泡立ち等で見えにくくなることなく、安定して観察できる。②上向き観察によって浮遊するクラゲが影状になり、輪郭が際立ち視認しやすくなる。③映像は光ケーブルで船上に送信することでリアルタイムに確認できる。④曳航速度、深度および画角を把握しておけば、映像上で実際のクラゲの分布深度および傘径を求められる。などの利点を持つ。速力約7ノットで観察した実験では、同時に実施した目視調査の10倍以上の大型クラゲを計数できた。効率の良い観察方法であり、映像の自動解析法の開発も進められている。

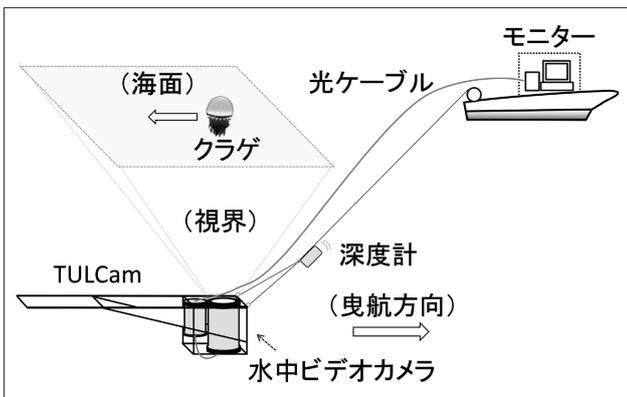


図2 曳航式上向きカメラ TULCam

水中カメラによる網内観察 前述したように大型クラゲは海面付近のみにいるわけではないので、中層トロール網の傾斜曳による採集も分布把握に有効である。ただし、どの深さでクラゲが入網したかわからない。そこで、網に水中ビデオカメラと深度計を取り付けて、入網するクラゲと採集深度を把握する方法を考案した（図3）。コードエンドを開放したまま観察すれば、大量入網で破網や目詰まりを起こす恐れもなく長時間の曳網観察が可能である。これにより撮影された映像と深

度データから、深度別にクラゲの個体数密度が求められた。その結果、日中に効率よく駆除漁具を曳網する深度は40m以浅が望ましいことがわかった。

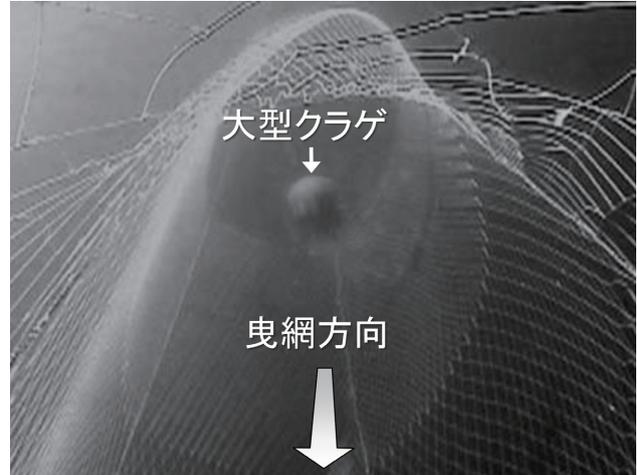


図3 網内を通過する大型クラゲ

音響カメラによる観察 夜間や濁水中では、超音波による観察が有効である。近年は高解像のソナーが開発され、超音波カメラまたは音響カメラと呼ばれている。使用した音響カメラ（Sound metrics, DIDSON）では図4のように大型クラゲが鮮明に映り、拍動がわかるほどの動画が得られた。映像から距離や傘径の計測も容易であるため、曳航しながら下方向を観察する方法で、水平および鉛直分布を調べることができる。昼夜に渡る観測により、群れの鉛直分布にも日周期性があることが確認された。なお、この手法はより小型のクラゲ類の観測にも応用が進んでいる。

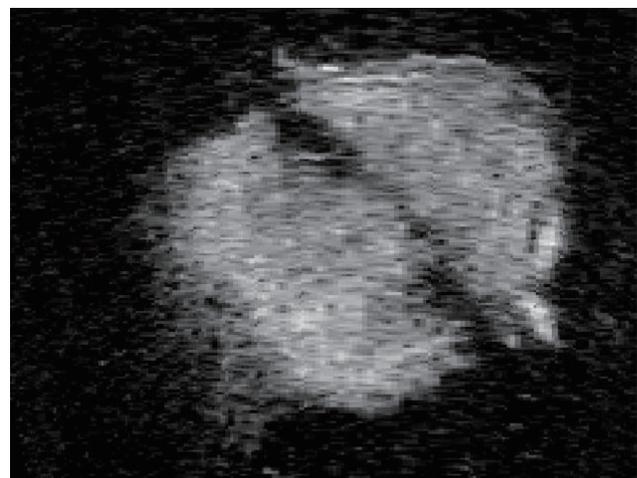


図4 DIDSONで撮影された大型クラゲ

【日本海の大規模クラゲ分布モニタリング】

日本海区水産研究所では、毎年秋に日本海沖合の広域に複数の定点を設けて、大規模クラゲの分布状況および生息環境を調べている。主な観測手法は、目視、音響観測および水中カメラを装着した中層トロール網による傾斜曳である（図5）。試料採集のため網のコッドエンドは閉じるが、曳網時間を短くして大量入網による破網リスクを減らしている。

TULCamと音響カメラによる観測がない場合は、水中ビデオカメラの鉛直観察と計量魚群探知機によって迅速な分布確認を行う。魚群探知機の観測では、超音波の発信間隔およびパルス長を可能な限り短くして、なるべく遅く航走することで、図6のような単体影像を得ることができる。他の観察で種判別さえできていれば、それを計数することで深層の分布を迅速に求められる。以上の観測手法を組み合わせることで、大規模クラゲの正確な分布を広域で把握して、輸送予測及び被害軽減に役立てている。

【おわりに】

調査機器類は年々小型化し、高性能となっている。上述した方法も最新機器類に更新することで、さらなる調査精度の向上を期待したい。

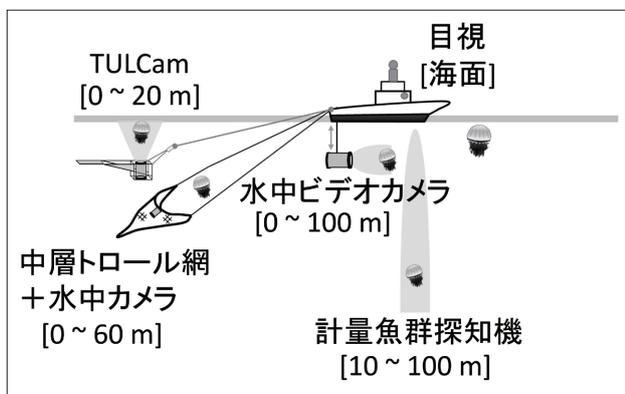


図5 日本海沖合における大規模クラゲ分布調査法

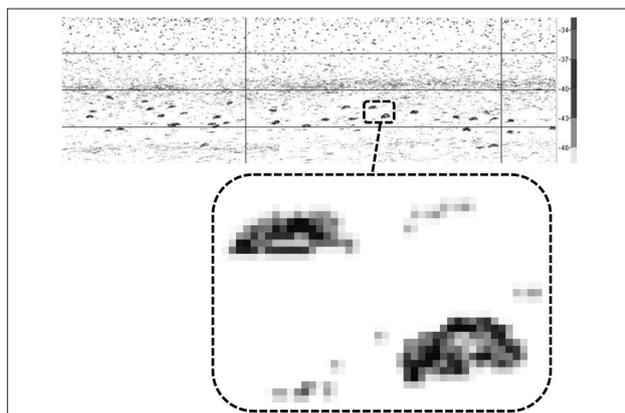


図6 魚群探知機による大規模クラゲの単体影像