

水中音響技術による密漁対策 IoT サービス

石原 寛 稲葉 稔智
石野田 和英

近年、アワビ、ナマコなどの高級食材を狙った密漁は、その態様が悪質化するとともに組織化・大規模化が進んでいる。夜間に無灯火の船で移動し、潜水器を用いてダイバーが密漁を行うなど手口も巧妙化している。密漁対策のさまざまな課題に対応するためOKIが検討を進めている水中音響技術を用いた密漁監視サービスを紹介する。

密漁対策の状況

水産庁の平成29年の海上犯罪取締りの状況資料によると、平成29年の密漁事犯は2,629件発生している¹⁾。密漁の形態としては、漁業者によるもののほか、資金確保を目論む暴力団などによる組織的なものなど、多岐にわたり、特に、アワビ、わかめ、いせえびなどの水産動植物を採捕する漁業権を侵害する事犯が前年の880件から121件増加の1,001件となっている。

図1に、密漁されたナマコの例を示す。



図1 密漁されたナマコ¹⁾

このため、密漁被害の発生している自治体や漁業協同組合では、漁業協同組合の職員によるパトロールや監視カメラなどを用いて密漁を監視している。

近年では、監視効率の向上や監視員などの人件費を低減するため、監視カメラの画像をAI技術を用いて自動解析するようなシステムの導入も進められている²⁾。

青森県陸奥湾では15台の監視カメラを設置し、AIがカメラの画像から漁船か密漁船かを判断している。密漁船と判断すれば、自動的に関係漁業協同組合に警報が発信される。また、ドローンを用いた密漁監視サービスも検討されている³⁾。

密漁対策に用いられるセンサー

アワビやナマコなどの密漁は、反社会的勢力が組織的に実施している。密漁の発見や摘発を免れるために、夜間にダイバーが陸から漁場に侵入して密漁する。密漁物は無灯火の小型船で離れた地点まで運び、待機している車に積み替えて逃走する。このため、密漁者の検挙や密漁物の押収は極めて困難な状況にある。密漁被害を低減するには、密漁を開始したダイバーを早期に発見し、迅速に警告や取締まりを実施して密漁を未然に阻止することが重要である。

密漁対策にはさまざまな監視センサーが用いられている。主な監視センサーの種類と能力（監視対象、監視可能範囲及びコスト）を表1に示す。

表1 密漁対策センサーの種類と能力比較

センサー種類	監視対象		監視範囲	コスト
	船舶	ダイバー		
光学カメラ	○	×	狭 広	低 高
赤外線カメラ	○	×	狭 広	低 高
レーダー	○	×	広	中
アクティブソナー	×	○	広	高
磁気センサー	○	×	狭	高
LiDAR	○	×	狭	中

光学カメラは監視センサーとして広く用いられている。赤外線カメラは船舶が放出するエンジンなどの排気熱や密漁者の体温を検知するため、夜間でも有効な手段となる。

レーダーは、船舶や航空機が周辺の航行船舶（航空機）などを監視するセンサーとして広く用いられ、密漁監視にも利用されている。光学カメラでは不得手な夜間でも検知能力は劣化せず、少数のセンサーで広域を監視できる。

アクティブソナーは、水中侵入監視用のセンサーとして諸外国のメーカーで商品化されている⁴⁾。海中に設置した水中音響センサーからパルス音を送信し、海中から侵入してくるダイバーや水中スクーターからの反射音を検知する。送信されたパルス音は、海面の波や海底の凹凸でも反射波が生じる。このような反射波はダイバーなどの水中目標の判断を困難にするため、送信する方位を水平方向に限定し、海面の波や海底の凹凸にはパルス音が届かないような工夫がされている。海面上の船舶を検知できないため、監視カメラやレーダーなど、海面上の船舶を検知できる監視センサーと組み合わせた運用が必要となる。

また、パルス音を送信するためのエネルギーが必要なため低消費電力化が困難で、バッテリーによる長期間の運用はできない。このため、ケーブルで給電と信号伝送を行う方式が一般的に用いられている。底引き網漁法が行われている漁場では、ケーブルを埋設したり保護構造物を取り付けたりするなどの対策が必要となる。漁場を荒らしたり、設置コストがかさんだりするため、底引き網漁法が行われている漁場では不向きである。

そのほか、船舶の船体やエンジンの磁性体を検知する磁気センサーや、レーザー光を照射して周囲の物体を検知するLiDARセンサーなどが考えられるが、検知範囲が数十mから数百m程度と狭く、広い漁場の監視には不向きである。

現状、密漁船と密漁ダイバーの両方を監視するセンサーは見受けられない。また、ダイバーを監視できるセンサーとしてアクティブソナーが商品化されているが、高額なため、海軍や港湾施設の監視など特殊用途での利用に留まっている。多くの漁場では海上を監視するセンサーだけで監視している。

OKIの密漁監視サービス

OKIでは、さまざまな漁場環境や漁法に柔軟に適應できる水中音響技術を用いた密漁監視サービスを検討している。OKIが検討している密漁監視サービスの概要を図2に示す。密漁を監視したい漁場に設置する水中音響センサーと、クラウドサーバーに構築する漁場情報データベース、密漁を検知して通報するソフトウェアで構成される。

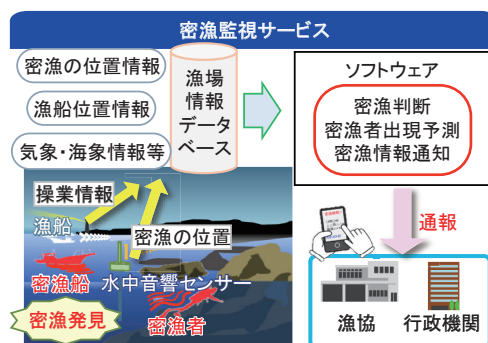


図2 密漁監視サービスの概要

密漁を監視するセンサーは、パッシブソナーと呼ばれる海中音を受信する水中音響センサーを使用する。密漁船の放射するエンジン音やスクリュー音、ダイバーの呼吸音などを検知するため、昼夜を問わず、海面上の船舶と水中に潜水しているダイバーの両方を検知できる。

OKIはパッシブソナーの技術ノウハウを数多く蓄積している。ダイバーの検知範囲はアクティブソナーには及ばないが、蓄積した技術ノウハウを活用すれば数百m程度の検知距離が期待できる。また、ダイバーよりも放射音の大きい小型船では1km程度の検知距離が期待できる。

パッシブソナーは低消費電力化が容易でありバッテリーで長期間運用できる。底引き網漁法の漁場ではブイ方式としてバッテリーで電源を供給し、センサーデータを無線で伝送することでケーブルを不要とし、漁場の環境に合わせた対応が容易にできる。

水中音響センサーは、小型船やダイバーの検知範囲が重なるように、数百m～数kmの間隔で漁場に配置する。密漁ダイバーは漁場に設置した水中音響センサーのいずれか一つのセンサーで検知し、密漁船は隣接する二つのセンサーで検知できるように配置した例を図3に示す。

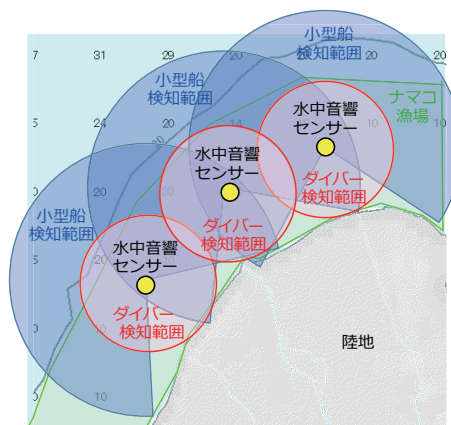


図3 水中音響センサーの配置例

水中音響センサーは、密漁船や密漁ダイバーの音を聞き分け、音の方向を計測できる。複数の水中音響センサーで同じ目標を検知していれば、各センサーが計測している方位線の交点を検知目標の位置として計測できる。水中音響センサーによる目標検知の様子を図4に示す。

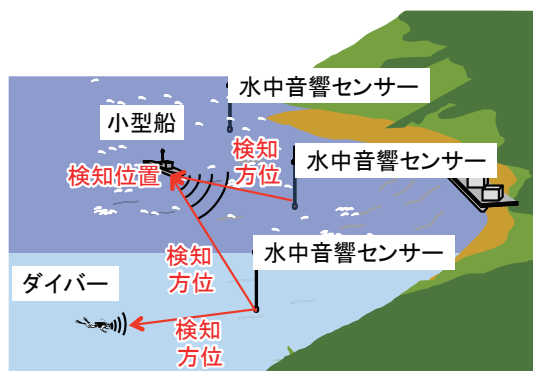


図4 水中音響センサーによる目標検知

水中音響センサーが検知した目標情報（検知時刻、検知方位又は検知位置など）のほか、漁業協同組合から提供される操業中の漁船の操業情報（操業場所や操業時間、漁期など）、海上保安部や警察署から提供される密漁取締情報などを収集してクラウドサーバー上に漁場情報データベースを構築する。

正規操業の漁船に混じって密漁船が侵入しているような漁場では、操業中の漁船に位置情報を発信できる情報端末（スマートフォンなど）を搭載し、漁船の位置情報も漁場情報データベースに収集する。

構築した漁場情報データベースのデータを分析し、操業漁船のいない漁場に侵入してきた船舶やダイバー、操業漁船に混じって侵入している船舶などを検知する。検知目標の動きから、密漁のために漁場に留まっている船舶やダイバー、密漁ダイバーや密漁物を運ぶために侵入してきた船舶などを判断し、あらかじめ設定しておいた通報先に密漁を通報する。密漁の検知から通報までのプロセスをソフトウェアが自動的に行うことで、密漁監視に要する監視員などの人的コストや労力を削減することができる。

沿岸漁場のナマコなどの水産物は、海上が時化（しけ）ると海底の砂に潜ってしまうためダイバーによる密漁は困難になる。また、潮位や夜間の明るさと関係する月齢、水温などでも漁場は変化する。密漁者は漁場の状況を熟知している者の手引きで、密漁しやすい場所と時間を決めていると言われている。また、漁場への関心が薄れるお祭りやイベントなども考慮していると考えられる。

これら地域情報、密漁と関連性の高い気象・海象などの情報も自治体や公共機関から収集して漁場情報データベースに蓄積し、密漁の発生頻度との相関性を分析することで、密漁の発生しやすい状況を判断し密漁トレンド情報や密漁予報などの情報を提供することもできている。

密漁監視サービスの実現に向けて

OKIは、総務省が実施しているIoTサービス創出支援事業（平成30年度予算）に農林水産業分野で「水中音響活用による密漁対策IoTサービス」を提案し、委託先候補の一つに選定された⁵⁾。OKIが事業主体となり、矢口港湾建設株式会社及び北海道増毛町とコンソーシアムを結成し、増毛町周辺のナマコ漁場で実証試験を実施する計画である。密漁者の漁場への侵入を水中音響センサーで早期に発見し、速やかに密漁取締りなどを対処することで密漁被害の低減を目指していく。

密漁者に迅速に対応するには、密漁情報を通知するべき機関や、通知を受信した各機関がどのような対処を実施する必要があるか、あらかじめ検討しておくことが重要となる。海上保安庁や警察署などの取締り機関、漁業協同組合や地方自治体、学識経験者などによる有識者会議を開催し、対処方法を協議する予定である。

密漁の通報ルール（通報先、通報ルート、通報手段など）、密漁者への取締りと警報手段、漁業従事者や地域住民に対する密漁情報の周知と注意喚起の方法など、各機関が対処すべき行動を協議し、協議結果をガイドラインとして整備していく。

最後に

多くの漁場では、漁業関係者が目視で密漁者を監視している。密漁の多くは発見が困難な夜間に発生し、監視員の体力的な負担も大きい。密漁を発見しても密漁者から逆に攻撃されるといった事例も発生している。

監視カメラやレーダー、水中音響センサーなどの監視システムを活用することで監視に要する人的負担は大きく軽減できるが、監視システムの導入・普及はあまり進んでいない。監視システムの導入コストや維持コスト、監視システムの表示画面を監視する監視員の人件費など、監視システムの導入に必要なコストが高額で、導入に見合う効果が期待できないことが要因と考えられる。

密漁被害の低減には、監視システムへの投資に対する経済的効果が十分に得られ、監視に必要な人件費などの

コストも低減できるサービスが求められている。海洋分野のSDGs達成を支援し、漁業関係者の期待に応えられるサービスの実現に向けて、一日でも早くサービス提供できるよう開発を推進していく。◆◆

■参考文献

- 1) 海上保安庁平成29年の海上犯罪取締状況、<https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/post-449.html> (2018年9月18日)
- 2) 水産庁平成29年度水産白書第1部第3節ICTの活用(4) 多様な漁業分野におけるICTの活用、http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h29_h/trend/1/t1_1_3_4.html (2018年9月18日)
- 3) ミツイワ、ドローンによる漁業密漁の監視抑止にNTTコムウェアの画像認識AI「Deeptector®」を採用、<https://www.mitsuiwa.co.jp/2018/03/28/1947/> (2018年3月28日)
- 4) Sentinel IDS Diver Detection Sonar System、<https://www.sonardyne.com/product/sentinel-diver-detection-sonar/> (2018年9月18日)
- 5) IoTサービス創出支援事業に係る委託候補先の決定、http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02ryutsu02_04000299.html (2018年9月18日)

●筆者紹介

石原寛：Hiroshi Ishihara. 情報通信事業本部 IoTアプリケーション推進部
稲葉稔智：Toshinori Inaba. 情報通信事業本部 社会インフラソリューション事業部ソリューション開発部
石野田和英：Kazuhide Ishinoda. 情報通信事業本部 ディフェンスシステム事業部 SE第一部