

超音波及び光学手法を用いた広域モニタリングの概念設計

Concept Design of Wide Area Monitoring by Ultrasonic Wave and Optical Method

澤田 信一 [1]; 田中 浩一郎 [2]; 倉田 孝男 [3]

Shinichi Sawada[1]; Koichiro Tanaka[2]; Takao Kurata[3]

[1] I H I ; [2] IHI; [3] IIC

[1] IHI; [2] IHI; [3] IIC

<http://www.ihico.jp>

MH21におけるメタンハイドレートの開発現場周辺にあって広域でメタンの漏洩を監視するためのモニタリングシステムについて示した。この漏洩メタンの広域検知法としては、将来の海洋産出を想定し、水中では超音波を利用し、海上ではメタンガスの吸光特性を利用したメタンガス検知法を対象とし、その概念を示した。

超音波を利用した海底からのガス漏洩の観測については、数多くの報告があり、海中における広域ガス漏洩モニタリングとして可能性の高い手法である。最近の報告例から黒海クリミア半島沖およびノルウェー沖の泥火山の火口から放出されるメタンの柱状噴出（ブルーム）、オホーツク海西部の海底において広範囲に観測されたメタンブルーム、日本海直江津沖の窪地から立ち上がるブルーム等についての調査報告をレビューし、使用された超音波センサーと得られたブルームの音響映像について調査した。その結果、観測船の船底に装備されたエコーサウンダー等の超音波センサーにより、海底火山等、海底から立ち上がるメタンブルームの存在を検知できることが分かった。音響映像として観測されるブルームの視覚調査から、ブルームはミリオーダーの多数の気泡により構成されており、超音波センサーはこうした気泡からの散乱波を主に捉えていることが確認でき、ガス漏洩の検知に超音波利用が有効であることが分かった。一方、既存の各種超音波センサーについても調査した。音響ビームを機械式または電子式に走査し、周囲の気泡等の音響散乱体の位置情報を示す周囲監視ソナーや、移動体に搭載し、移動しながら主に海底面の情報を音響映像として表示できるサイドスキャンソナーおよび移動しながら海中の音響散乱体の位置情報を表示するエコーサウンダー等について調査を行ない、センサーの種類ごとに気泡検知手法の概念および長短所を整理した。これらの結果を踏まえ、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）のフェーズ2で予定されている海洋産出試験時の広域モニタリングシステムとして用いられる超音波センサーについて概念設計を実施した。この超音波センサーは、試験海域の海底に設置される中層フロートブイに取り付けられる計画である。したがって、超音波センサーとしては固定状態で周囲を監視できる形式のものとなり、既存の超音波センサーの中ではフォーワードルッキングソナーや音響レーダー等の周囲監視ソナーが対象となると想定している。周囲監視ソナーを中層フロートブイに設置し、例えば音響ビームを水平方向に形成し、ビームを走査することで水平面内において気泡群の存在位置を検出することを可能とする計画である。

一方、気中におけるレーザーの吸光特性を利用したメタンガスの検出についても、要素技術が確立され、実用段階であり、海上における広域ガス漏洩モニタリングとして可能性のある手法である。気相におけるメタン検出器には多くの種類があるが、広域を一括して検出できる方法は光による方法に絞られる。その中でも運用方法、検出範囲および感度を考慮すると、海洋プラットフォーム上にレーザーレーダ本体を設置して、灯台のように光を回転させながら、周囲のメタン濃度を監視する方法が最適と考えられる。そこで、海上プラットフォームでの使用を念頭に、メタン検出用ライダーシステムの調査を実施した。海外製では英国 spectrasynce 社の ESS システムおよび米国 LASEN 社の LIDAR システムについて、国内では各メーカー、各大学が提案するそれぞれのシステムについて、それぞれ技術仕様、実績について調査した。調査の結果から、現状、国内では商用化されていないため、海外の商用システムから選定することを計画している。上記のメタン検出技術を応用して海上における広域メタン濃度監視システムの概念をまとめた。海底から漏洩したメタンは海水と混合しながら上昇し、海面の広い範囲から大気中に放出されると想定される。したがって、距離分解能よりも広域での監視能力と検出感度の方が重要視される。海上の濃度分布を計測するためには二次元スキャンニングによる濃度分布の取得が必要であるのでレーザー光の走査機構が必要となる。また、海底から漏洩したメタンは、海流の影響を受けて上昇し、プラットフォームから離れた海面に到達することが想定される。従って、センサーを設置する位置は海流を考慮して決定する必要がある。さらに、海底からの漏洩とともにプラットフォーム近傍における漏洩についても検討した。プラットフォーム近傍からの漏洩は施設の問題（配管等からの漏洩）を想定しており、遠方に比べて速い応答性が要求される。システムを洋上に設置する場合の課題としては、1) 波による動揺への対策、2) 海水のしぶき、暴風雨への対応があり、これについて検討した。