

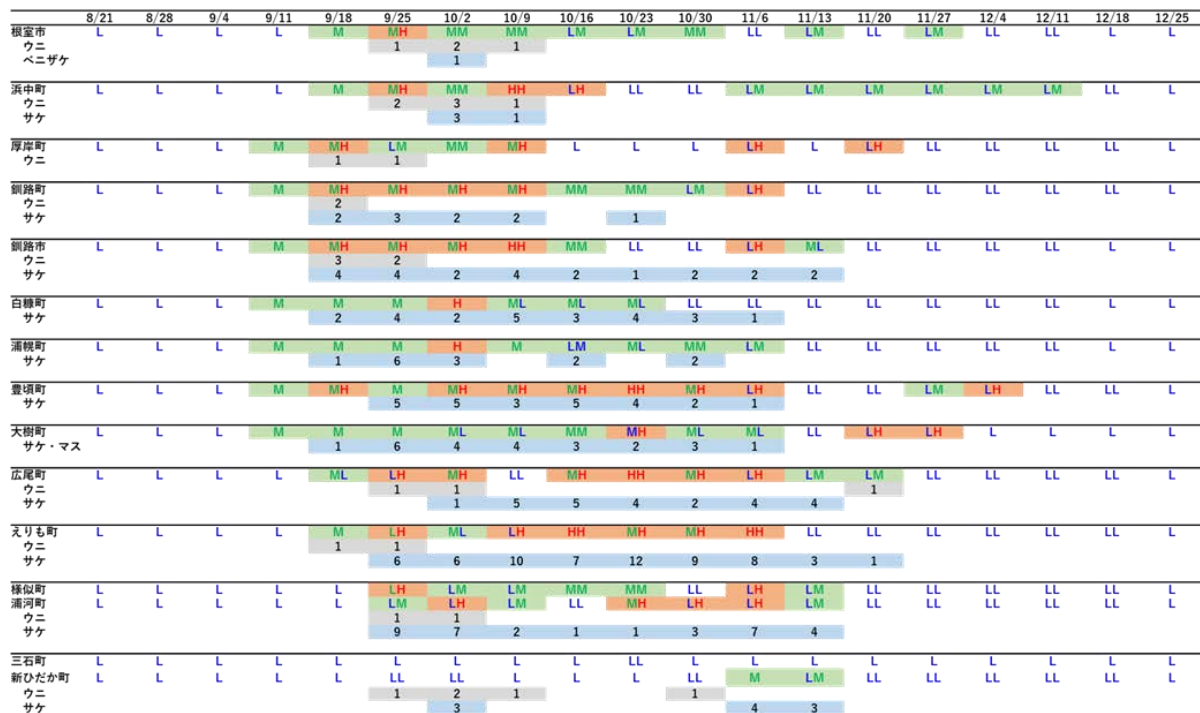


図 11 衛星観測からの推定および採水・検鏡調査（北海道集計）に基づく *Karenia* 属プランクトン細胞密度レベルの推移とウニおよびサケ・マス類のへい死報告件数の市町村・週別の推移。

L：低位 (< 10 cells / mL) , M：中位 (10-100 cells / mL) , H：高位 (> 100 cells / mL) .

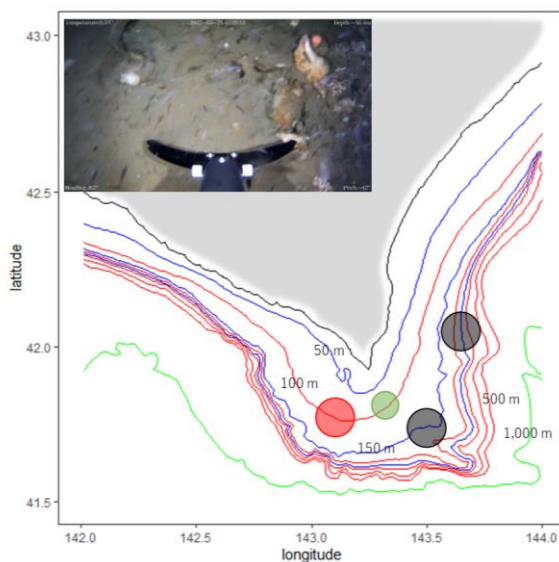


図 12 えりも町沖における 2022 年 2・3 月および 3 月の調査におけるエゾボラ等のツブ類の確認状況と調査の様子。

(○：2 月の生貝確認海域、○：9 月の生貝確認海域、○：確認できなかった海域)

表2 えりも町沖ツブ漁場海域の海底土壌サンプルの分析結果

底質項目	えりも町沖（ツブ漁場）	比較例：ホタテ漁場
	平均（最小-最大）	平均（最小-最大）
土粒子の密度（g/cm ³ ）	2.63 (2.61-2.65)	2.70 (2.67-2.74)
石分（>75 mm, %）	0 -	0 -
礫分（2~75 mm, %）	0 -	42.6 (0-93.4)
砂分（0.075~2mm, %）	43.0 (33.9-56.6)	56.6 (6.3-99.1)
シルト分（0.005-0.075mm, %）	51.2 (38.5-58.8)	0.8 (0.3-1.4)
粘土分（<0.005mm, %）	5.8 (4.2-7.4)	0 -
最大粒径（mm）	1.67 (0.85-2.00)	21.5 (2.00-53.00)
均等係数U _c	7.29 (3.37-9.39)	5.73 (1.57-10.00)
強熱減量（%）	5.11 (3.88-6.00)	
土壌pH	7.89 (7.62-8.06)	

【結果概要】

K. selliformis の培養株および天然赤潮海水を用いた曝露試験によって、シロサケを含む複数の魚類、エゾバフンウニやヒメエゾボラ、マガキなど幅広い分類群の無脊椎動物、さらにはコンブを含む海藻類に対する *K. selliformis* 細胞の有害性が確認され、衰弱や障害、さらにはへい死が生じることが明らかとなった。ただし、十脚類のホッカイエビやハナサキガニ、鰓脚類のアルテミアでは顕著なへい死が確認されなかった。

広範な対象生物種・分類群において *K. selliformis* 細胞密度別のへい死率等が整理され、また、サケ・マス類やウニ類では 2021 年秋の *K. selliformis* 細胞密度の推移と漁業被害報告件数との関連性が明確となったことから、今後の赤潮発生時のリスク評価に資する情報が集積された。ただし、*K. selliformis* に対する感受性は対象生物種やその体サイズ・年齢によって変化するとともに、*K. selliformis* の有害性はその増殖活性などによって変化することも明らかとなった。また、へい死に至らずとも一時的に付着力を喪失し、打ち上げや不適な生息場への流失、体の損傷が生じ間接的なへい死につながった可能性も推察されたことから、リスク設定においては、感受性や有害性の変化に加え各生物の生息場や生態的な特性にもとづく判断が不可欠である。

一方、モデル生物や血球を用いた試験によって、*K. selliformis* による生物被害発生機序の一端が解明され、特性が異なる複数の有害因子が存在する存在が示唆された。なお、*Karenia* 属プランクトンにおいて知られている既知毒は機器分析において検出されず、細胞毒性試験において非常に高い細胞毒性が認められた。これらのモデル生物への毒性と溶血活性および細胞毒性物質との関連性は引き続き検討が必要である。

以上のことから、2021 年秋季の道東太平洋赤潮に際して当該海域の浅場沿岸域で確認された漁業被害は、赤潮によって引き起こされたものが相当数含まれていると判断される。また、一部海域の深場漁場では、2021 年秋以降に底性生物の大量へい死やエゾボラ等の漁獲対象のツブ類の資源減少または分布の縮小が生じたことも確認された。曝露試験によってツブ類の一種のヒメエゾボラが *K. selliformis* に感受性を持ちへい死に至ることが確認されたが、現状では深場への *K. selliformis* の到達と被害発生機序が不明であるため、赤潮による

影響か否かの判断はできず、さらなる検討が必要な状況にある。

【参考文献】

- Hasegawa N, Watanabe T, Unuma T, Yokota T, Izumida D, Nakagawa T, Kurokawa T, Takagi S, Azumaya T, Taniuchi T, Kuroda H, Kitatsuji S, Abe K (2022) Repeated reaching of the harmful algal bloom of *Karenia* spp. around the Pacific shoreline of Kushiro, eastern Hokkaido, Japan, during autumn 2021. *Fisheries Science* 88:787–803.
- Kathleen S. R, Bert L, Robert E. G, Daniel G. B (1994) Brevetoxin B: Chemical modifications, synaptosome binding, toxicity, and an unexpected conformational Effect. *J. Org. Chem.* 59, 2107-2113.
- 美坂正, 安東祐太朗 (2021) 北海道太平洋沿岸で発生した大規模有害赤潮について. 試験研究は今, No.943.
- 紫加田知幸, 湯浅光貴, 北辻さほ, 長谷川夏樹, 鶴沼辰哉, 山崎康裕, 西槇俊之 (印刷中) *Karenia selliformis* の毒性と鉛直移動特性. 水産海洋研究.
- Takagi S, Kuroda H, Hasegawa N, Watanabe T, Unuma T, Taniuchi Y, Yokota T, Izumida D, Nakagawa T, Kurokawa T, Azumaya T (2022) Controlling factors of large-scale harmful algal blooms with *Karenia selliformis* after record-breaking marine heatwaves. *Frontiers in Marine Science* 9. DOI: 0.3389/fmars.2022.939393.
- Tetsuya S, Masayuki S, Lincoln M, Heinrich F. K, Takeshi Y (1995) Gymnodimine, a new marine toxin of unprecedented structure isolated from New Zealand oysters and the dinoflagellate, *Gymnodinium* sp. *Tetrahedron Letters*, 36(39), 7093-7096.
- Zou Y, Yamasaki Y, Matsuyama Y, Yamaguchi K, Honjo T, Oda T (2010) Possible involvement of hemolytic activity in the contact-dependent lethal effects of the dinoflagellate *Karenia mikimotoi* on the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Harmful Algae* 9(4): 367-373.