

函館湾における水柱及び海底堆積物中に存在する植物プランクトンの季節変動

(卒業論文発表練習)

沿岸域に生息する植物プランクトンは海洋生態系の基礎生産者として重要な役割を担い、季節変動することが知られている。とりわけ珪藻類には、増殖に不適な環境を乗り越える生活史戦略として、休眠期細胞を形成する種が存在する。海底に堆積している休眠期細胞は、水柱の植物プランクトン群集のブルーム形成時のシードポピュレーションとしての役割を果たすと考えられる。このことから、水柱の植物プランクトン群集の動態を明らかにするうえで、水柱及び海底堆積物の両者を観察し、比較することは大変大きな意義があるといえる。

北海道南部に位置する函館湾は、津軽暖流の影響を受けている、最大水深約 60 m の半閉鎖性水域である。ここでは古くからホッキガイやホタテガイなどの漁業が盛んに営まれている。しかしながら函館湾に着目すると、植物プランクトン群集に関する知見は乏しく、海底堆積物について調査した例は皆無である。本研究では、函館湾における植物プランクトンの季節変化について、水柱及び海底堆積物中の植物プランクトンの同定・計数を行い、本湾における植物プランクトン群集の季節変化を明らかにし、その要因について考察することを目的とした。また、本調査の期間中、北海道で初めて観察された *Karenia mikimotoi* について、その出現パターンを報告し、増殖要因について考察した。

2015 年 5-12 月の期間、函館市国際水産・海洋総合センターの岸壁 (以後海洋センターと呼ぶ; 水深約 10 m) において、採水と採泥を行った。海水試料はポリバケツ及びバンドーン採水器を用いて月に 2-3 回、海底泥はエクマンバージ採泥器を用いて月に 1 回を目安に採取した。ただし、採泥時には沿岸に係留している北海道大学水産学部附属練習船「おしよる丸」もしくは「うしお丸」の甲板にて行った。

2015 年 7 月 24 日及び 10 月 6 日には、久根別川、大野川及び茂辺地川のそれぞれ沖合 1 km 地点 (水深約 15 m) において、採水と採泥を行った。ただし、大野川、茂辺地川の沖合では、地盤が岩盤のため採泥が出来なかった。

海水試料は、表層、5 m、10 m (海洋センターのみ 9 m) の各層から 1 L 採取し、直ちに水温と塩分を計測した。また、表層の光強度及び透明度の測定も行った。得られた試料は研究室にて Chl. *a* 及びフェオフィチン、栄養塩の測定を行った。植物プランクトンの同定と計数の際は、未固定サンプル及び PHEM 固定液で固定した固定サンプルを倒立顕微鏡下で観察した。特に細胞壁をもたない渦鞭毛藻類に関しては、可能な限り未固定サンプルで観察したが、同定が難しかったものはカルコフルオル染色液にて染色し、青色励起光を当てて倒立顕微鏡下にて観察した。

海底堆積物試料は、表層から 2 cm ずつに分割し、軟膏瓶に入れて冷暗所で 1 ヶ月以上保存した。その後、0-2 cm 深の泥について、MPN 法によって植物プランクトン休眠期細胞の密度を推定した。まず、海底堆積物試料をよく攪拌した後、1.0 g を滅菌濾過海水に 0.1 g mL⁻¹ になるように懸濁し 10⁰ 希釈とした。これを改変 SWM-3 培地を用いて順次 10 倍希釈していき、10⁻¹-10⁻⁶ 希釈までの希釈懸濁液を作成した。続いて、各希釈段階の懸濁液について 1 mL を、5 区画ずつ 48 ウェルマイクロプレートに接種した。培養は、温度 15°C と 20°C の 2 段階設け、光強度約 50 μmol photons m⁻² s⁻¹、明暗周期 14 h L: 10 h D の条件下で行った。た

だし、鞭毛藻類シストの推定時には、珪藻類の増殖を阻害するために GeO_2 (1 mg L^{-1}) を添加した同培地を使用した。温度 15°C で培養したものは、培養開始から 10 日後、 20°C で培養したものは 7 日後に倒立顕微鏡下で観察を行った。栄養細胞が観察された区画を陽性とし、各希釈段階の陽性数の組み合わせから最確表を基に、海底堆積物 1 g 中に存在する発芽・復活が可能な珪藻類休眠期細胞数及びシスト ($\text{MPN g}^{-1} \text{ wet sediments}$) を求めた。

海洋センター岸壁における水柱の植物プランクトン群集の季節変化については以下の通りである。植物プランクトン細胞密度は、表層で 4.5×10^1 – $3.1 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ 、5 m 層で 1.0×10^1 – $2.8 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ 、9 m 層で 5.0×10^0 – $1.4 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ の範囲で変動した。主要な植物プランクトンの優占種の季節変化をみると、全層で同様の変化を示した。すなわち夏期のブルーム時には *Chaetoceros* spp. が優占し、ブルーム衰退時には *Pseudo-nitzschia* spp. の占有率が増加した。今回の特異な現象としては、9–11 月になると珪藻類に替わって渦鞭毛藻類である *K. mikimotoi* が占有し、本種による赤潮が形成されたことが挙げられる。本種赤潮の衰退後は再び珪藻類 *Skeletonema* spp. が優占し、赤潮は終わった。

K. mikimotoi が北海道で観察されたのは今回が初めてである。本種は比較的高水温下で大量増殖することが知られているが、本調査時の水温が、表層で 10.2 – 15.3°C 、5 m 層で 11.4 – 15.6°C 、9 m 層で 11.6 – 15.6°C と比較的低い範囲で推移していた時に、*K. mikimotoi* の細胞密度は、表層で 104 – $630 \text{ cells mL}^{-1}$ 、5 m 層で 5 – $272 \text{ cells mL}^{-1}$ 、9 m 層で 0 – 8 cells mL^{-1} の範囲で変動していた。

堆積物試料中の植物プランクトン休眠期細胞は、 6.9×10^3 – $9.4 \times 10^4 \text{ MPN g}^{-1} \text{ wet sediments}$ の範囲で検出された。また、休眠期細胞の構成種に季節性は見られなかった。

7 月に行った湾内調査では、植物プランクトン細胞密度は、表層で 5.4×10^2 – $3.1 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ 、5 m 層で 2.4×10^2 – $2.8 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ 、9 m 層で 8.9×10^1 – $1.3 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ の範囲で分布していた。堆積物試中の休眠期細胞密度は 2.0×10^4 – $1.7 \times 10^5 \text{ MPN g}^{-1} \text{ wet sediments}$ の範囲で検出された。10 月に行った湾内調査では、植物プランクトン細胞密度は、 7.4×10^1 – $3.6 \times 10^2 \text{ cells mL}^{-1}$ 、5 m 層で 6.9×10^1 – $4.6 \times 10^2 \text{ cells mL}^{-1}$ 、9 m 層で 3.2×10^1 – $3.4 \times 10^2 \text{ cells mL}^{-1}$ の範囲で分布していた。またこの時、湾内にて *K. mikimotoi* による赤潮形成初期個体群と思われるものが観察された。堆積物中の休眠期細胞密度は 1.5×10^4 – $3.2 \times 10^4 \text{ MPN g}^{-1} \text{ wet sediments}$ の範囲で検出された。

函館湾で、発生した夏期の珪藻ブルームは栄養塩の枯渇により衰退したと考えられた。この際形成された休眠期細胞が沈降・堆積した結果、ブルーム衰退後の海底表層堆積物で高密度に検出されたと考えられた。また、沿岸域は水深が浅く、風や潮流、船の往来により海底表層堆積物が巻き上げられるため、休眠期細胞が有光層に持ち上げられて発芽・復活しやすい環境にある。したがって、本海域の海底堆積物はシードポピュレーションとしての機能を果たしていると考えられる。また、北海道で初めて観察された *K. mikimotoi* は瀬戸内海や九州沿岸を中心に魚介類を大量斃死させ、巨額の漁業被害をもたらす有害渦鞭毛藻類である。本種の函館湾への加入経路として、対馬海流による運搬を推測した。分布の様子から大野川付近で初期個体群を形成し、湾内全域に広がったと考えられた。*K. mikimotoi* は栄養細胞で越冬することが、水温 5°C 以下では死滅する知られており、函館湾において来年以降も出現する可能性は小さい。しかしながら、対馬海流によって春–夏に運ばれて来れば、その後の増殖によって再度赤潮を形成する可能性があることから、注意が必要である。

各務 彰記