

北海道渡島大沼及び五稜郭外堀における 植物プランクトン群集の動態に関する研究

【背景および目的】

渡島大沼はその美しい景観から重要な観光地となっており、1958年には北海道初の国定公園、2012年にはラムサール条約登録湿地に指定された。五稜郭も国の特別史跡に指定されており、函館を代表する憩いの場として観光客のみならず住民にも広く親しまれている。しかし、これらの水域では藍藻類のブルームであるアオコが発生し問題となっている。アオコが発生すると、湖面が緑色に着色し景観を損ねるほか、有毒種の場合は藍藻毒の産生により生態系や水産業に悪影響をもたらす。したがって湖沼においては、アオコの発生状況の把握は経済的や生態系保全等の観点から必要不可欠である。そこで本研究では、湖沼の植物プランクトンの出現の実態を把握するため、渡島大沼及び五稜郭外堀において湖水中の植物プランクトンと湖底泥中の植物プランクトン休眠期細胞のモニタリングを実施し、両者の通年変化と関係性を明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】

試料の採取は渡島大沼及び五稜郭外堀において、2017年の5-9月にかけて毎月1回行った。渡島大沼では、Stn. 3 (大沼湖心)、Stn. OP (大沼合同遊船株式会社の船着き場) 及び Stn. 5 (小沼) の3地点、五稜郭外堀では Stn. 1 (裏門橋、水草あり)、Stn. 2 (二の橋、水草なし) の2地点において試料の採取を行った。水理環境として、水温、透明度、pH、酸素飽和度 (DO%)、溶存酸素 (DO mg L⁻¹)、各栄養塩濃度、クロロフィル *a* 濃度、フェオフィチン濃度を測定した。採水にはバケツ及びバンドン採水器を用いた。渡島大沼の Stn. 3 では 0, 5, 8 m の3層、小沼の Stn. 5 では 0, 2 m の2層、Stn. OP 及び五稜郭外堀では表層から採水した。湖水中の植物プランクトンについては、湖水試料を速やかにグルタルアルデヒドで固定後 (終濃度 1%)、倒立顕微鏡下で観察し同定・計数を行った。湖底堆積物試料は、エクマンバージ採泥器を用いて採取し、表層 0-3 cm の堆積物を試料とした。湖底堆積物中の植物プランクトンは MPN 法を用いて、休眠期細胞数の密度をモニタリングした。培地は C 培地を元に、珪藻を発芽させるために珪素を添加した C + Si 培地、及び珪藻の増殖阻害剤として GeO₂ を 5 ppm になるように添加した C + Ge 培地を用いた。培養条件は温度 25°C、光強度 100 μmol photons m⁻² sec⁻¹、明暗周期 14 h L: 10 h D とし、1週間後に倒立顕微鏡下で観察を行った。

【結果】

渡島大沼では、7-9月には全定点で DIN:DIP が比 16 を下回り、窒素制限の環境条件であった。クロロフィル *a* 濃度は大沼湖心の Stn. 3 では 0.85-12.3 μg L⁻¹、小沼の Stn. 5 では 1.78-8.08 μg L⁻¹、Stn. OP では 2.25-11.8 μg L⁻¹ で推移し、最大濃度は9月 Stn. 3 の表層で観察された。湖水中の植物プランクトン細胞密度は Stn. 3 では 5.4 x 10³-4.7 x 10⁴ cells mL⁻¹、Stn. 5 では 6.2 x 10³-3.3 x 10⁴ cells mL⁻¹、Stn. OP では 5.0 x 10³-6.5 x 10⁴ cells mL⁻¹ の範囲で推移していた。Stn. 3 では5月に緑藻類が優占したが、6月からは藍藻類が増殖し始め、7-9月には各層で優占した。Stn. 5 では5-6月に珪藻類の優占が認められたが、7-8月は藍藻の優占が観察され、9月は湖底で珪藻類が優占していた。Stn. OP では5月は緑藻類が優占し、6月に一度藍藻類が優占した。7月には一度珪藻類が優占し、8-9月は再び藍藻類が優占した。藍藻

類の細胞密度は 9 月に Stn. 3 の表層で最大値 (3.6×10^4 cells mL⁻¹) を示し、藍藻の *Aphanocapsa* spp., *Microcystis wesenbergii* が優占していた。

五稜郭外堀では調査期間中、DIN は 0.25-1.30 μ M, PO₄-P は 0.08-0.16 μ M で推移し、両地点で期間を通して DIN:DIP 比は 16 を下回り、窒素制限の環境条件であった。クロロフィル *a* 濃度は 2.02-22.43 μ g L⁻¹ で推移し、最大値は 7 月の Stn. 1 で観察された。湖水中の植物プランクトン細胞密度は、Stn. 1 で 3.4×10^4 - 4.8×10^4 cells mL⁻¹ と安定した推移を示した。一方、水草のない Stn. 2 では 9.6×10^3 - 2.1×10^5 cells mL⁻¹ と密度の変化が大きかった。両地点とも 5 月は *Aulacoseira* spp. 及び *Melosira* spp. といった珪藻類が優占し、7-9 月は藍藻類が優占していた。藍藻類では *Cylindrospermopsis* spp. が高密度で観察され、最大値は 7 月に Stn. 2 において 2.0×10^5 cells mL⁻¹ の密度で観察された。

湖底泥中の植物プランクトン休眠期細胞は両地点で大きな相違が見られず、 3.8×10^5 - 1.4×10^6 MPN g⁻¹ wet sediments で推移していた。2 地点ともに (Stn. 2 の 5 月, 9 月を除き) 珪藻類の *Aulacoseira* spp., *Melosira* spp. 及び *Fragilaria* spp. が多くを占める傾向が認められた。また水草のない Stn. 2 は Stn. 1 と比較して藍藻類の割合が大きく、6 月に 3.0×10^5 MPN g⁻¹ wet sediments が観察された。藍藻類は *Aphanocapsa* spp. と水柱では観察されなかった *Merismopedia* spp. が多く観察された。

【考察】

渡島大沼は雪解け水の流入により、春季に豊富な NO₃-N が流入すると報告されている。今回の調査でも 5-6 月に高い値が観察された。渡島大沼の水中の植物プランクトンは、春季に緑藻と珪藻が優占し、夏季に藍藻類が優占した。7-9 月は DIN が大変低い濃度を示し、*Microcystis* 属の中でも窒素欠乏状態に強い *M.wesenbergii* が優占し、また維持されたと考えられる。

五稜郭の水中の植物プランクトンは、水草のある Stn. 1 と水草のない Stn. 2 の間で夏季において大きな相違が確認された。総細胞数に注目すると Stn. 2 では 5 月には 10^3 cells mL⁻¹ オーダーの密度であったが 7-8 月に 10^5 cells mL⁻¹ のオーダーまで増加した。一方、Stn. 1 は通年で 10^4 cells mL⁻¹ オーダーの密度であり、分類群組成の変化はあるものの全細胞数には大きな変化が見られなかった。また夏季の Stn. 2 では藍藻類の *Cylindrospermopsis* spp. が細胞数の 95% 以上を占めいた。これは Stn. 2 が調査期間を通して窒素制限下であったため、窒素固定能を持つ本属が卓越したと考えられる。さらに Stn. 1 では、通年でハスが繁茂し、夏季にはヒシが大規模に繁茂し水面の多くが覆われていた。一方 Stn. 2 は通年で水生植物が観察されなかった。水生植物は栄養塩や光を巡って、植物プランクトンと拮抗関係にあるほか、アレロパシー効果や水生植物由来の殺藻細菌の存在も指摘されている。したがって五稜郭外堀における地点間の植物プランクトン組成の違いも水生植物の影響を反映していると考えられる。湖底堆積物中の植物プランクトン休眠期細胞と水中の植物プランクトンは、5-6 月においては分類群組成に類似点が見られたものの、水中で藍藻類が優占した 7-9 月では関連性は見られなかった。