

釧路湿原内の腐植栄養湖赤沼における水質と植物プランクトンの季節変化

千賀 有希子* 照井 滋晴** 野原 精一***
 広木 幹也*** 渡辺 泰徳*

キーワード：腐植栄養湖、溶存有機物、腐植物質、栄養塩、植物プランクトン

1. はじめに

釧路湿原東部に位置する達古武沼、塘路湖、シラルト口湖などの湖沼群では、近年、富栄養化が進行していると報告されている (Takamura et al., 2003; 高村ら, 2007; 中川ら, 2007)。富栄養化の要因として、湿原周辺の農地開発、キャンプ場などのレクリエーション施設の排水、温泉水を含む還元的な被圧地下水による負荷、降雨や融雪に伴った釧路川増水時における濁水逆流による負荷などが指摘されている (三上ら, 2007)。

釧路湿原西部に位置する赤沼は、面積約10ha、平均水深1.9mの浅い湖で、湖水は腐植物質を含んでいるため茶褐色を呈している。平水時は流入および流出河川は存在せず、湖水は地下水の影響も受けるが、主に降水と蒸発によって維持されていると言われている (木塚ら, 2007)。赤沼周辺はミズゴケによる高層湿原が発達しており、国立公園の中でも「特別保護地区」に指定されている場所で、一般市民の出入りは規制されており、赤沼に対する直接的な人為影響は少ないと考えられる。

我々は、釧路湿原湖沼への栄養塩負荷および栄養塩負荷が赤沼の水質と植物プランクトンに与える影響を解析するために、窒素、リン、有機物を主とする水質特性およびプランクトン相のモニタリングを開始した。本論文では、モニタリング初期の2010年5月から12月までの水質と植物プランクトンの季節変化を報告する。

2. 方法

2-1. サンプルング

赤沼表層水の採水は、2010年5月から12月までの間、定期的に赤沼南岸 (N43°06'27.8", E144°21'27.5") から行った。表層水は岸から手を伸ばし直接2Lポリビン

に採水した。11月27日および12月22日における採水は、赤沼表層に出来た7~15mm程度の薄い水を割って行った。試水は、ただちに冷蔵保存して実験室に送った。また、採水後、現場において表層水の水温と溶存酸素濃度 (DO, DO-24P, 東亜 DKK) および pH (WM-22EP, 東亜 DKK) を測定した。

2-2. 化学分析と植物プランクトンの計数

化学分析用の試水は、450 で2時間加熱前処理をしたグラスファイバーろ紙 (GF/F, Whatman) でろ過し、分析するまで -30 で冷凍保存した。ろ過後のろ紙は、懸濁物量とクロロフィル *a* 濃度の測定に使用した。懸濁物量は、ろ紙を80 で1晩乾燥し重量を測定した後、あらかじめ測っておいたろ紙のみの重量を差し引くことにより、水1L中に含まれる懸濁物量を算出した。クロロフィル *a* 濃度は、ろ紙上の色素を99.8%メタノールを用いて抽出後、蛍光光度計 (TD-700, Turner Designs) によって定量した。

ろ液中の溶存有機炭素濃度 (DOC) は全有機態炭素計 (TOC-5000A, Shimadzu) で定量した。また、芳香族化合物や不飽和二重結合をもつ化合物が紫外線領域 250~280nm に大きな吸収を持つ (矢部, 1980) ことから、水中に含まれる腐植物質量の目安として260nmにおける吸光度 (ABS_{260}) の測定も行った (UVmini1240, Shimadzu)。アンモニア態窒素濃度 (NH_4^+ N) はインドフェノールブルー法 (Sagi, 1966)、亜硝酸態窒素濃度 (NO_2^- N) はナフチルエチレンジアミン法 (Bendschneider and Robinson, 1952)、硝酸態窒素濃度 (NO_3^- N) はヒドラジン法 (Mitamura, 1997; Seike et al., 2000)、リン酸態リン濃度 (PO_4^{3-} P) はモリブデンブルー法 (Murphy and Riley, 1962) でそれぞれ測定した。

* 立正大学地球環境科学部環境システム学科

** NPO 法人環境把握推進ネットワーク PEG

*** 国立環境研究所

500ml 植物プランクトン計数用試水は、ルゴール溶液で固定後、3日間静置して沈殿させ25~100mlまで濃縮した。植物プランクトンの計数および種の同定は Fuchs Rosenthal 計数盤を用い、顕微鏡下で400倍の倍率で行った。

3. 結果

Table 1 に、現場で日中に測定した水温、DO および pH の値を示した。赤沼表層水の水温は1.5~24.9 の間で変動し、7月21日、8月17日および28日に高く、12月22日に最も低い値となった。6月から12月までの間で DO は7.5~15.4mg l⁻¹の間で変動し、観測期間を通じて大気平衡値を大きく下回することはなかった。また、8月17日および28日の DO は、大気平衡値を大きく上回り、過飽和となっていた。pH は、7月21日、8月17日および28日以外は、中性付近で変動した。7月21日、8月17日および28日の pH は、9 付近で変動し、湖水がアルカリ性側にシフトしていることが示された。

懸濁物質量は、5月4日から7月21日にかけて緩やかに増加してゆき、8月28日に約70 mg l⁻¹と最も高い値を示し、9月27日から12月22日にかけては緩やかに減少した (Fig. 1a)。クロロフィル a 濃度も懸濁物質量と同じ傾向を示し、8月28日に約242 μg l⁻¹と高い値を示した (Fig. 1b)。懸濁物質量とクロロフィル a 濃度は良い正の相関を示した ($r = 0.96, p < 0.001, \text{Fig. 2}$)。

DOC は、5月4日から8月28日にかけて増加し、8

月28日に約27mgC l⁻¹と最も高い値を示し、その後12月22日にかけて緩やかな減少傾向にあった (Fig. 3a)。ABS₂₆₀は、8月17日まで緩やかな増加傾向にあり、その後12月22日までは0.495~0.556の間の吸光度を変動した (Fig. 3b)。DOC と ABS₂₆₀は正の相関を示した ($r = 0.72, p < 0.05, \text{Fig. 4}$)。

NH₄⁺ Nは、9月27日に約280 μgN l⁻¹、10月26日に約123 μgN l⁻¹と高かったが、その他の月は約50~80 μgN l⁻¹の間を変動した (Fig. 5a)。NO₂⁻ Nは、観測期間中検出限界以下であった (Fig. 5a)。NO₃⁻ Nは、約50~80 μgN l⁻¹で推移し、観測期間中大きな変化はなかった (Fig. 5a)。PO₄³⁻ Pは、9月27日において最も高く約24 μgP l⁻¹であったが、5月4日および11月27日において検出限界以下であり、その他の月は検出されたが約3~8 μgP l⁻¹と低い値であった (Fig. 5b)。

観測期間中に計測できた植物プランクトンは23分類群であり、藍藻類5分類群、珪藻類9分類群、緑藻類7分類群、渦鞭毛藻類1分類群、黄緑色藻類1分類群であった (Table 2)。植物プランクトンは、5月4日、5月24日および6月14日においては珪藻類 *Aulacoseira granulata* や *Melosira varians* が多くを占め、その他は

Table 1. Water temperature (WT), dissolved oxygen level (DO) and pH in the surface water of Lake Akanuma. Measurement was carried out during daytime hours (10:00 - 15:00).

	WT ()	DO (mg l ⁻¹)	pH	
		(%) [*]		
4 May	13.3	7.06		
24 May	14.1	7.04		
14 Jun.	19.3	8.5	96	7.43
21 Jul.	24.4	7.5	91	9.73
17 Aug.	24.9	10.0	123	9.35
28 Aug.	24.5	12.1	147	9.44
27 Sep.	15.0	9.3	95	7.00
26 Oct.	11.4	11.0	104	7.98
27 Nov.	4.3	13.7	109	7.45
22 Dec.	1.5	15.4	113	7.45

* : The level of DO in the air saturated water is denoted as 100%

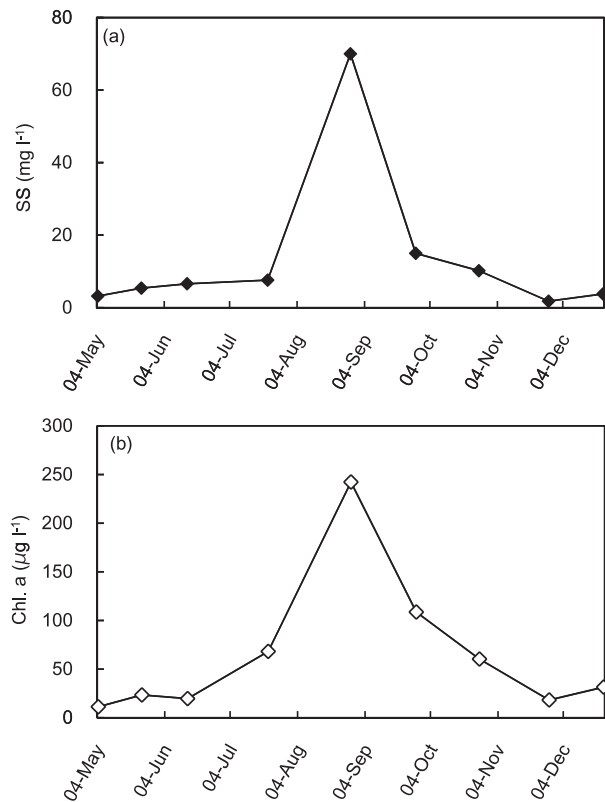


Fig. 1. Seasonal variations in (a) the amount of suspended solids, (b) the concentration of Chlorophyll a.

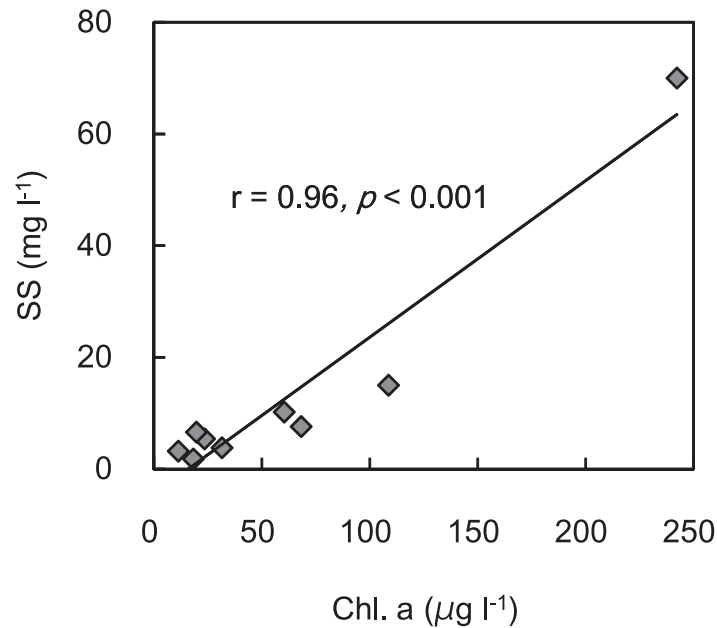


Fig. 2. Relationship between the concentration of chlorophyll a and the amount of suspended solids.

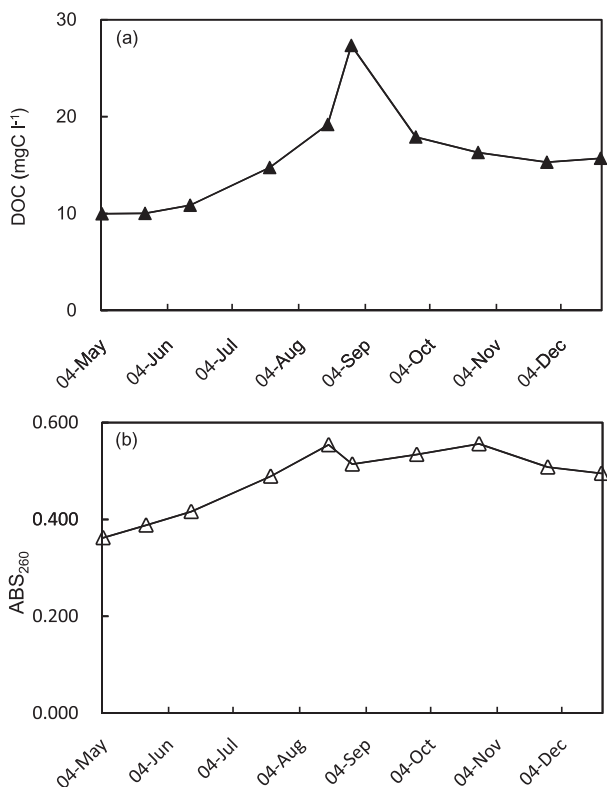


Fig. 3. Seasonal variations in (a) dissolved organic carbon concentration, (b) absorbance at 260nm.

珪藻類 *Asterionella formosa*、*Fragilaria* spp.、*Gomphonema* sp.、*Synedra* spp.、*Navicula* spp. および *Urosolenia* sp.、緑藻類 *Chlamydomonas* sp. や *Scenedesmus quadricauda*、渦鞭毛藻類 *Peridinium*

spp. などが観られた。7月21日および8月28日には珪藻類は観られず、藍藻類の *Anabaena smithii* が大きく優占しており、いわゆるアオコ現象が観られた。その他には、緑藻類 *Chlamydomonas* sp. が観られた。9月27日においては *Anabaena smithii* の出現は観られなかったが、藍藻類 *Chroococcus* sp. や *Coelosphaerium* sp. の群体が観られた。また、*Aulacoseira granulata* や *Melosira varians* が出現し大きな割合を占めていた。その他に *Chlamydomonas* sp. が観られた。10月26日には9月27日と同じく *Aulacoseira granulata* や *Melosira varians* が優占していたが、藍藻類 *Microcystis aeruginosa* や *Coelosphaerium* sp. の群体が観られた。その他には珪藻類 *Asterionella formosa* や *Synedra* spp.、緑藻類 *Chlamydomonas* sp.、*Scenedesmus quadricauda*、*Staurastrum* spp. および *Ankistrodesmus falcatus*、渦鞭毛藻類 *Peridinium* spp. が観られた。11月27日および12月22日においては、珪藻類 *Asterionella formosa* が優占しており、その他には珪藻類 *Melosira varians* および *Diatoma* sp.、*Navicula* spp.、緑藻類 *Chlamydomonas* sp.、*Scenedesmus quadricauda*、*Closterium* spp. および *Cosmarium* sp.、渦鞭毛藻類 *Peridinium* spp. が観られた。また、12月22日においては、黄緑色藻類 *Botryococcus braunii* の群体が観られた。11月27日および12月22日には、藍藻類は観られなかった。

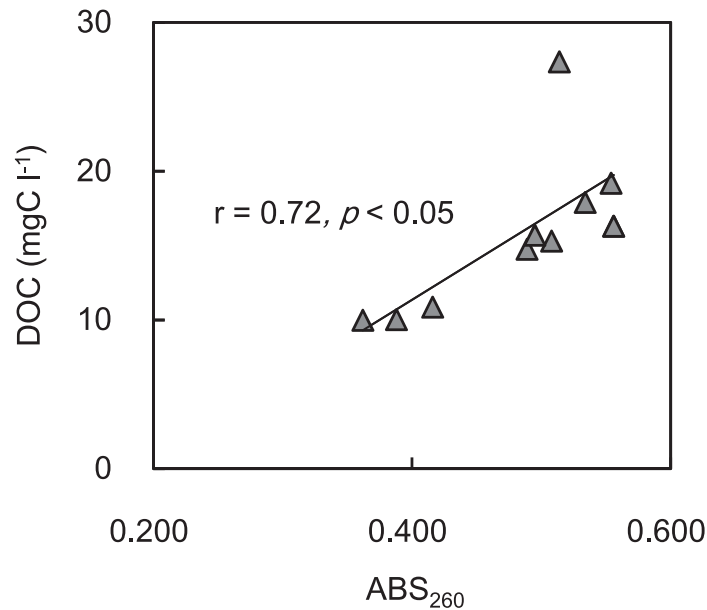


Fig. 4. Relationship between the absorbance at 260nm and dissolved organic concentration.

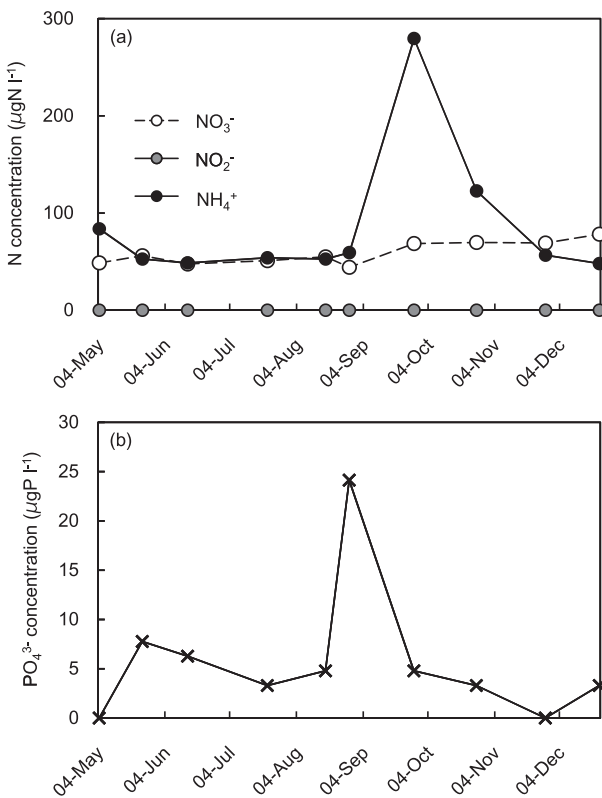


Fig. 5. Seasonal variations in (a) inorganic nitrogen concentrations (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), (b) inorganic phosphorous concentration (PO_4^{3-}).

4. 考察

4-1. 水質

温暖地にある湿原湖沼では、夏に水面が約30℃の高温水にさらされることも珍しくない(野崎ら, 1998)が、

赤沼は寒冷地に位置するため、夏においても約25℃を超えることはなかった (Table 1)。また、毎年、赤沼表層は11月から3月まで結氷する。これも寒冷地に存在する湖沼の特徴である。

赤沼湖水は、年間通して茶褐色を呈しており、260nmに大きな吸収を示した (Fig. 3b) ことから、腐植物質を多く含んでいると考えられた。一般的に腐植物質を多く含む湖水は pH 5 ~ 6 を示すことが多い(野崎ら, 1998)が、赤沼の pH は7.00 ~ 9.73と中性からアルカリ性を示した (Table 1)。pH が9以上を示した7、8月は、クロロフィル *a* 濃度が高く (Fig. 1b)、藍藻類 *Anabaena smithii* が大発生しアオコ現象が観られた月と一致する (Table 2) ことから、pH の上昇はこれらの藻類の光合成によるものであると考えられた。また、日中の表層水中の DO は、ほぼ大気平衡値が大気平衡値以上であった。大気平衡値を大きく上回っていた8月は、藍藻類 *Anabaena smithii* の大発生した時期であり、盛んに光合成が行われていたことが伺えた。赤沼表層水中の pH および DO は、多くの湖沼と同じように季節的な藻類出現に大きく支配されていた。

赤沼表層水の懸濁物質量は、クロロフィル *a* 濃度と良い正の相関を示した (Fig. 2)。この結果は、懸濁物のほとんどが藻類で占められていることを示している。赤沼には流入河川がない(木塚ら, 2007) ことから、赤沼の懸濁物のほとんどは藻類で構成された懸濁態有機物であると考えられた。

DOC は、春から夏に上昇傾向にあり、その後秋から

Table 2. Composition of dominant phytoplankton communities in Lake Akanuma between May and December 2010.

		Cell density ($\times 10^3$ cells ml^{-1} or $\times 10^3$ colonies ml^{-1})								
		4	24	14	21	28	27	26	27	22
		May	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep	Oct.	Nov	Dec
Cyanophyceae	<i>Microcystis aeruginosa</i> *	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.4	nd	nd
	<i>Anabaena smithii</i>	nd	nd	nd	56.6	132.6	nd	nd	nd	nd
	<i>Chroococcus</i> sp.*	nd	nd	nd	nd	0.3	2.5	nd	nd	nd
	<i>Coelosphaerium</i> sp.*	nd	nd	nd	nd	nd	1.1	1.2	nd	nd
	<i>Aphanocapsa</i> sp.*	nd	nd	nd	0.2	nd	nd	nd	nd	nd
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	0.2	0.5	0.7	nd	nd	7.5	3.4	nd	nd
	<i>Melosira varians</i>	2.0	6.0	3.3	nd	nd	12.7	3.4	0.5	0.1
	<i>Asterionella formosa</i>	nd	0.1	nd	nd	nd	nd	0.1	3.9	7.8
	<i>Diatoma</i> sp.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.1	nd
	<i>Fragilaria</i> spp.	nd	0.2	0.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Gomphonema</i> sp.	nd	nd	0.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Synedra</i> spp.	0.1	0.1	0.1	nd	nd	nd	0.2	nd	nd
	<i>Navicula</i> spp.	nd	nd	0.1	nd	nd	nd	nd	nd	0.1
	<i>Urosolenia</i> sp.	nd	0.1	0.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Chlorophyceae	<i>Chlamydomonas</i> sp.	0.2	0.3	0.2	0.2	2.1	1.6	0.1	0.1	0.3
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0.1	0.1	0.2	nd	nd	nd	0.7	0.2	0.3
	<i>Coelastrum microporum</i> *	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.1
	<i>Closterium</i> spp.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.2	0.5
	<i>Cosmarium</i> sp.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.4	nd
	<i>Staurastrum</i> spp.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.1	nd	nd
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.1	nd	nd
Dinophyceae	<i>Peridinium</i> spp.	0.1	nd	nd	nd	nd	nd	0.1	0.6	0.6
Xanthophyceae	<i>Botryococcus braunii</i> *	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.1

*: $\times 10^3$ colonies ml^{-1}

冬にかけて減少した (Fig. 3a)。赤沼には流入河川が存在しないことから、DOCの増減は主に微生物による湖内の有機物分解に依存しているものと考えられる。春から夏にかけての水温の上昇とともに微生物の分解活性が高まり、秋から冬にかけての水温の下降により活性が低くなったと考えられた。また、DOCは ABS_{260} に正の相関を示した (Fig. 4)。このことから、赤沼のDOCの大部分は腐植物質で占められていると推察された。また、8月のプロットを除くと、DOCは ABS_{260} により良い正の相関を示した ($r=0.96$, $p<0.001$)。前述したように8月は、アオコ現象が観られた月である。一般的に植物プランクトンは、従属栄養細菌に容易に分解される有機物を細胞外に排出する (渡辺, 1990)。8月に大発生した藍藻類 *Anabaena smithii* の細胞外有機排出物によ

て、8月のDOCの構成物質は、他の月と異なっていたのかもしれない。

$\text{NH}_4^+ \text{N}$ は秋に高くなる傾向が観られ (Fig. 5a)、 $\text{PO}_4^{3-} \text{P}$ は8月28日に最も高い値を示した (Fig. 5b)。 $\text{NH}_4^+ \text{N}$ については、夏の藍藻類の大発生が終わり、藻類による可給態窒素 $\text{NH}_4^+ \text{N}$ 要求性が弱まったものと考えられる。しかしながら、 $\text{PO}_4^{3-} \text{P}$ のピークについては、現段階で原因は解らなかった。 $\text{NO}_3^- \text{N}$ は、季節的な変化をほとんど示さなかった (Fig. 5a)。観測期間中、 $\text{NO}_2^- \text{N}$ は全く検出されなかった (Fig. 5a)。また、赤沼のこれらの栄養塩濃度は釧路湿原東部に位置する達古武沼、塘路湖、シラルト口湖などの湖沼群や赤沼周辺の土壌間隙水と比べると低かった (Takamura et al., 2003; 高村ら, 2007; 橘ら, 2002; Senga et al.,

2011)。特に PO_4^{3-}P は、8月28日のデータを除くと非常に低く、藻類の増殖はリン律速になりやすい環境であると推察された。しかしながら、夏のクロロフィル a 濃度および藍藻類の計数を考慮すると、湖内には相当量の窒素とリンが存在すると考えられる。赤沼の富栄養化の進行を議論するためには、湖内全体の窒素、リン収支を明らかにする必要がある。今後は、さらなるモニタリングにより、栄養塩の収支を算出し、赤沼の水質の変遷を議論する必要がある。

4 - 2. 植物プランクトン

ミズゴケで形成される高層湿原内の地糖などでは、植物プランクトン群集は、種組成と現存量はともに珪藻類および緑藻類が中心であると報告されている (金網, 1962; 渡辺ら, 1995)。赤沼においても、7, 8月を除くと、珪藻類と緑藻類が中心であった。しかしながら、夏の赤沼表層水中では、藍藻類 *Anabaena smithii* が大発生し、アオコ現象となった。一般に高層湿原における湖沼の湖水は、降水に由来することが多く、貧栄養である。赤沼においてアオコ現象が観られたことは、珍しいケースであると考えられた。釧路湿原東部に位置し流入河川と流出河川が存在する達古武沼の植物プランクトンの種構成は、解氷直後の春に黄金色藻、初夏にアオコを形成する藍藻類、晩夏に緑藻類、秋に珪藻類が優占したと報告されている (中川ら, 2007)。本研究は、解氷直後のサンプリングは行っていないが、夏に藍藻類が、秋に珪藻類が優占するという点で一致が観られる。今後、赤沼が富栄養化した場合、植物プランクトンの種構成は富栄養化した達古武沼に近づくかもしれない。

また、達古武沼においてもアオコを形成した藍藻類は、*Anabaena smithii* や *Anabaena viguieri* など *Anabaena* 属であるとされる (Takamura et al., 2003; 高村ら, 2007; 中川ら, 2007)。夏の水温が25 以上にならない北海道の湖沼では、藍藻類は *Microcystis* 属よりも *Anabaena* 属の方が多く発生するとされる (日野, 1995)。その他に、*Aphanocapsa* 属は高い濃度の栄養塩が供給される環境下で、*Chlamydomonas* 属は水柱の攪乱が大きい環境下で、*Peridinium* 属は貧 - 中栄養なリン制限の環境下でそれぞれ出現するとされている (Reynolds, 1984; Kawabata and Hirano 1995)。現段階で、赤沼の植物プランクトンの種構成を水質によって十分に説明出来なかった。今後も赤沼のモニタリングを続けることにより、水質と植物プランクトンの種構成との関係を解析していく必要がある。

5. まとめ

腐植栄養湖赤沼において、2010年5月~12月まで、表層水の水質と植物プランクトンの季節変化を観察した。赤沼の表層水は、茶褐色を呈しており、約10~27mgC l^{-1} と高いDOC濃度で変動した。DOCは水温の上昇に伴って高くなり、夏に最も高かった。またDOCのほとんどは腐植物質で占められていると推察された。クロロフィル a 濃度は懸濁物質と良い相関を示し、赤沼の懸濁物質のほとんどがプランクトンで構成されていると考えられた。 NH_4^+N は約280~123 $\mu\text{gN l}^{-1}$ と秋に高く、その他の月は約50~80 $\mu\text{gN l}^{-1}$ の間を変動した。 NO_3^-N は、ほとんど季節変化を示さず約50~80 $\mu\text{gN l}^{-1}$ の間で推移した。 NO_2^-N は、観測期間中に全く検出されなかった。 PO_4^{3-}P は、8月28日のデータを除くと非常に低く約3~8 $\mu\text{gP l}^{-1}$ の間で変動した。赤沼のこれらの栄養塩濃度は、同じく釧路湿原内に存在し富栄養化が進行している達古武沼、塘路湖、シラルト口湖などの湖沼群と比べると低かった (Takamura et al., 2003; 高村ら, 2007)。植物プランクトンは7, 8月を除くと、珪藻類と緑藻類が優占していた。7, 8月はクロロフィル濃度が高く、藍藻類が大発生しており、いわゆるアオコ現象が観測された。今後も富栄養化による腐植栄養湖の環境変動を理解するためには長期的モニタリングが必要である。

謝 辞

本研究は、環境省地球環境保全等試験研究費「湿原流域の変容の監視手法の確立と生態系修復のための調和的管理手法の開発」(研究代表者: 神山 和則)、文部科学省科学研究費若手研究(B)「沿岸域における異化型硝酸還元過程の解明に関する研究」(研究課題番号: 20710011, 研究代表者: 千賀有希子)による研究成果の一部である。

参考文献

- Bendschneider K, Robinson RJ (1952) A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J Mar Res* 11:87-96
- 日野 修次 (1995) 北海道における水の華の発生状況. 国立環境研究所資料, F-72-94: 62 - 67
- Kawabata Z, Hirano Y (1995) Growth pattern and cellular nitrogen and phosphorous contents of the dinoflagellate *Peridinium penardii* (Lemm.) Lemm. causing a freshwater red tide in a reservoir. *Hydrobiol.* 312: 115-120
- 金網 善恭 (1962) 深泥池の陸水学的研究. 陸水学雑誌. 23: 113 - 132

- 木塚 俊和, 山田 浩之, 平野 高司 (2007) 泥炭池湖沼である釧路湿原赤沼の水文環境. 第29回陸水物理研究会要旨集.
- 三上 英敏, 石川 靖, 上野 洋一 (2007) 達古武川上流部湿地帯における水質環境特性. 陸水学雑誌. 68 : 65 - 80
- Mitamura O (1997) An improved method for the determination of nitrate in freshwaters based on hydrazinium reduction. *Memoirs of Osaka Kyoiku University, Ser III* 45: 297-303
- Murphy J, Riley JP (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31-36
- 中川 恵, 高村 典子, 金 白虎, 辻 むね, 五十嵐 聖貴, 若菜 勇 (2007) 達古武沼における植物プランクトンの季節変化と水平分布. 陸水学雑誌. 68 : 109 - 121
- 野崎 健太郎, 辻 彰洋, 神松 幸弘, 石川 俊之, 山本 敏哉 (1998) 中池見湿地 (福井県敦賀市) における浮遊藻群落の季節遷移とその特徴. 陸水学雑誌. 59 : 329 - 339
- Reynolds CS (1984) *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sagi T (1966) Determination of ammonia in sea water by the indophenol method and its application to the coastal and off-shore waters. *Oceanogr Mag* 18:43-51
- Seike Y, Oka H, Mitamura O, Okumura M, Fujinaga K, Senga Y (2000) A pretreatment method for the determination of nitrate in brackish water and seawater based on the hydrazinium reduction technique. *Limnology* 1:129-132
- Senga Y, Hiroki M, Nakamura Y, Watarai Y, Watanabe Y, Nohara S (2011) Vertical profiles of DIN, DOC and microbial activities in the wetland soil of Kushiro Mire, northeastern Japan. *Limnology* 12: 17-23
- Takamura N, Kadono Y, Fukushima M, Nakagawa M, Kim B-H (2003) Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes. *Ecol Res* 18: 381-395
- 高村 典子, 中川 恵, 若菜 勇, 五十嵐 聖貴, 辻 むね (2007) 達古武沼の水質特性および水質分布に影響する要因について. 陸水学雑誌. 68 : 81 - 95
- 橘 治国, 中村 信哉, 中川 亮 (2002) 釧路湿原温根内地区の地下水質と土壌. 辻井 達一, 橘 ヒサ子 (編著) 「北海道の湿原」, pp. 9 - 12, 財団法人前田一步園財団
- 渡辺 信, 真山 茂樹, 野崎 久義 (1995) 宮床湿原における底生藻類群集の特性と多様性. *藻類*. 47 : 9 - 18
- 渡辺 泰徳 (1990) 水界食物連鎖の新しいイメージ. - 見えてきた微小プランクトン -. *遺伝*. 44 : 23 - 26
- 矢部 禎昭 (1980) COD 及び排出量の測定技術. *用水と廃水*. 22 : 11 - 19

Seasonal variations of water quality and phytoplankton communities in dystrophic Lake Akanuma, Kushiro Mire, northern Japan

SENGA Yukiko*, TERUI Shigeharu**, NOHARA Seiichi***, HIROKI Mikiya***, WATANABE Yasunori*

*Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

**Environment grasp promotion network-PEG, NPO

***National Institute for Environmental Studies

Abstract:

In dystrophic Lake Akanuma, Kushiro Mire, we investigated the seasonal variations of the water quality and the phytoplankton communities from May to December 2010. Brownish - colored water in surface of Lake Akanuma contained high dissolved organic carbon (DOC). The major fraction of DOC would be a humic substance. Nutrient concentrations (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- and PO_4^{3-}) in Lake Akanuma were lower than those in Lake Takkobu, Toro, Shirarutoro, the east side of Kushiro Mire. In summer, water bloom was observed. The concentration of chlorophyll *a*, hence, was highest in summer. A clear seasonal variation of phytoplankton communities appeared in this lake, Bacillariophyceae and Chlorophyceae were dominant in spring, autumn and winter, *Anabaena smithii* in summer.

Keywords: dystrophic lake, dissolved organic matter, humic substance, nutrients, phytoplankton