

## 大沼研究発表会&第128回ウェットランドセミナー

日時：2017年2月26日（日）13時半～16時半

場所：大沼国際セミナーハウス（第一研修室）

### ● プログラム

#### 口頭発表

13:30 開会

13:40 ビオトープに設置した浄水発生土を活用したリンの吸着と脱離

小林 淳哉 (函館工業高等専門学校)

14:00 珪藻化石による駒ヶ岳1640年噴火以後の大沼・小沼の環境変遷

蒲生 元樹,佐々木 一郎,岡島 洋平,黒柳 萌々子,鴈澤 好博 (北海道教育大学)

14:20 石狩低地帯南部の湖沼において1984～2009年の間に水生植物群落の変化をもたらした要因について。

櫻井 善文,矢部 和夫 (札幌市立大学)

14:40～15:40

ポスターセッション

15:40 つながる人と湿地～湿地間のネットワークの重要性

牛山 克巳 (宮島沼水鳥・湿地センター)

16:00 渡島大沼において2015年9月に発生した湖水の乳白色化現象の解明

小林 淳希,宮下 洋平,大洞 裕貴,仲村 康秀,今井 一郎 (北大院水産)

16:20 総評

16:30 閉会

#### ポスターセッション

①. 蓴菜沼の植物プランクトン制限要因

嶋津 桃子,川村 樹,田中 邦明 (北海道教育大学)

②. シラルトロ湖における水生植物の栄養塩吸収による湖内環境の変化

今村 源太,岩松 典子,吉田 磨 (酪農学園大学)

③. 駒ヶ岳大沼・小沼の形成史

岡島 洋平,黒柳 萌々子,鴈澤 好博 (北海道教育大学)

・口頭発表

ビオトープに設置した浄水発生土を活用したリンの吸着と脱離

\*小林 淳哉 (函館工業高等専門学校)

1. 背景・目的

函館高専では大沼への流入河川(荏瀬川)のリンの一層の削減を目的に研究を進めている。一方、函館市では河川水を浄水としており、粘土成分等を凝集・ろ過するプロセスで浄水発生土が年間 1,500m<sup>3</sup> 生じており、浄水発生土の有効活用が求められている。浄水プロセスは、凝集剤としてポリ塩化アルミニウム(PAC)を用いているために、浄水発生土にはアルミニウムがわずかに存在する。アルミニウムはリンとの反応性があることがわかっているため、浄水発生土でリンが吸着できれば、リン吸着後の浄水発生土が農業用・園芸用土としても活用できる可能性がある。

荏瀬川を引き込み、ヨシなど水生植物を繁茂させた既設の調整池(以後ビオトープ)がすでに造成されているが、ここに浄水発生土を一定期間設置し、リンの吸着性能を調べ、そこから

リンを回収する方法を検討した。

2. 結果と考察

5月～7月に実際にビオトープに設置した。浄水発生土によるリン吸着率は73～83%と十分高い吸着能を維持した。

吸着したリンを回収できれば、価格高騰が続いている肥料のリンの確保につながる。すなわち、農業で散布したリンを回収し、また利用可能にするという理想的な物質循環が可能になる。実験では、浄水発生土に吸着したリンの約60%が回収できた。実験室での実験では、浄水発生土1kgには約9gまで吸着できたので、浄水発生土1kgからは理論上5.4g程度の回収になる。

標準的な牧草地へのリンの施肥濃度は6-10kg/10アールであるから、10アール分の必要リン量を回収するためには、浄水発生土を約1t強設置するとよい計算になる。

## 珪藻化石による駒ヶ岳 1640 年噴火以後の大沼・小沼の環境変遷

\*蒲生 元樹,佐々木 一郎,岡島 洋平,黒柳 萌々子,鴈澤 好博 (北海道教育大学)

### [はじめに]

珪藻は 5-500  $\mu\text{m}$ ほどの微細藻類で、淡水域から海域にわたり広く生育しており、細胞膜は高度に珪酸化されている為、化石として残りやすく、水質環境によって生息する種や個体数が変化することからも、珪藻分析は古環境の復元に有効な手段である (安藤,1990)。

本調査地域である渡島大沼は、北海道南部の渡島半島に位置する 1640 年の駒ヶ岳の噴火時に発生した山体崩壊による岩屑なだれ堆積物によって、折戸川の流れが堰止められてできた堰止湖である。現在大沼・小沼は狭戸で繋がっているが、面積や流入河川の有無など大沼・小沼で異なる。湖が形成される際、水域や水質環境の変化や、周辺河川からの影響など珪藻分析を行い明らかにすることとした。

### [分析方法]

大沼・小沼の湖底試料は金沢大学が 2012 年 6 月にボーリング調査で採取したものを使用し、河川の珪藻試料は河川の岩石や礫の付着物を歯ブラシで擦り取採取した。それぞれの試料に過酸化水素処理を行い全量が 100ml 程度になるように希釈し、試料 0.5mL 程度から永久プレパラート作製した。作製したプレパラートは光学顕微鏡 400 倍で、珪藻化石を境下で 200 個計測するまで鑑定した。

### [結果と考察]

珪藻分析から以下の 3 点を明らかにした。1 点目は、珪藻を好酸性種・好アルカリ性種・不定性種に区分し、その産出珪藻割合から大沼・小沼の 1640 年以降の変化を読み取った。その結果、大沼・小沼は 1856 年を境に酸性寄りの中性からアルカリ性寄りの中性に水質が変化したこと、小沼は大沼に比べやや酸性寄りであったことが明らかとなった。2 点目は、水の流動性である。珪藻種は、止水域や流れの緩い水域を好む浮遊性種と流水域を好み湖底や川底の礫や水草に付着する付着性種に区分される。大沼では 1856 年頃を境に付着性種が減少し浮遊性種の増加が見られた。一方、小沼では 1856 年よりも前に付着性種が減少し浮遊性種が増加する。小沼の方が大沼に比べ早期に止水域に近い環境になったと考えられる。狭戸付近に分布する 1640 年岩屑なだれが小沼への河川の流入を妨げていることが大きな原因と考えられる。3 点目は汚濁度である。産出した珪藻のうち 4 種が好汚濁性種であり、これらは 1929 年前あるいはそれ以前から増加する。大沼・小沼の水路開発など人間の影響は特に明治中期以降と考えられるが、その事実とよく符合しているように思われる。以上より、大沼・小沼は、酸性度、流水環境、汚濁度は時代とともに変遷するとともに、両湖沼間でも異なった変遷をたどったと見られる。

石狩低地帯南部の湖沼において 1984～2009 年の間に水生植物群落の変化をもたらした要因について

\*櫻井 善文, 矢部 和夫 (札幌市立大学)

北部日本のウトナイ湖 (42° 42' N, 141° 42' E) において、25 年間の水生植物群落の変化を把握し、群落の分布に影響を及ぼすと考えられる 21 項目の湖内における物理化学的因子の中から、正準対応分析 (CCA) により、湖内の群落変化をもたらしうる潜在要因を特定した。更に、25 年間の物理化学的因子と群落の対応関係を検証した。最も顕著な群落変化は、スギナモ群落の減少とセキショウモとホザキノフサモの 2 群落の増加だった。CCA の結果では、最も重要な因子は有義波高 (SWH) であり、水深 (WD)、全窒素 (T-N)、溶存酸素 (DO)、pH、塩化物イオン (Cl)、透明度、泥の厚さ (MT) および浮遊物質 (SS) がこれに続くことが示された。スギナモ群落の分布は、T-N と Cl に対して正の相関を示し、SWH、WD、DO、および pH とは負の相関を示した。これらの因子はすべてセキショウモ群落とホザキノフサモ群落の分布に対しても相関を示したが、それらの相関の正負はスギナモ群落とは逆であった。SS と透明度は 3 つの群落の分布のいずれ

とも相関を示さなかった。25 年間で WD と T-N は増加したが、年最大風速と Cl は減少した。DO の変化は  $2\text{mg l}^{-1}$  以下であり、pH はほとんど変化しなかった。各因子と群落との間にみられる相関の正負と 25 年間の主要な因子変化の傾向から、水生植物群落の変化の主要因は、WD と Cl であると考えられた。Cl は濃度が低かったことから、水生植物群落の変化には影響を及ぼしていない。なお、水生植物の生育に影響を及ぼす他の因子として、攪乱頻度の変化、競争排除、動物による被食等があげられるが、洪水頻度や攪乱頻度は変化がなく、定期的に攪乱を受けていること、ホザキノフサモについては藍藻類に対するアレロパシーが報告されているものの他の水生植物への抑制効果は報告されていないこと、捕食者である水鳥は水生植物の生長が終了してから飛来すること、コイは漁獲高が 1988 年以来大きく変化していないことなどから、ウトナイ湖における 25 年間の水生植物群落の大きな分布変化は WD の増加により生じたと結論される。

## つながる人と湿地～湿地間のネットワークの重要性

\*牛山 克巳 (宮島沼水鳥・湿地センター)

国内のラムサール湿地における日常的なワイズユースや湿地 CEPA 活動は、地方自治体や NGO など地域における団体・機関がそれぞれの発意と力量に応じて行われていることが多い。ほとんどの湿地において人員や予算は非常に限られており、それぞれ苦勞を抱えつつ、創意ある活動を展開している現状と言えるだろう。しかし、人員等の不足に加え、湿地担当者の専門性などの能力も様々であることから、湿地が抱える課題に対して必ずしも十分な対応ができていないことが多い。そこで、湿地担当者が横のつながりを持つことで、互いの知識や経験を共有し、それぞれ

の湿地における活動の底上げが可能になると考えられる。こうした湿地間ネットワークは単なる湿地担当者の「お悩み相談」の場としてだけでなく、共通する課題や興味に対する協働、企業や学会など関連団体との連携の場としても機能することができる。本発表では、Wetland Link International、北海道ラムサールネットワーク、石狩川流域 湿地・水辺・海岸ネットワークなど多様な湿地間ネットワークの事例を紹介し、湿地間ネットワークが効果的に機能する仕組みや方法について考えたい。

## 渡島大沼において 2015 年 9 月に発生した湖水の乳白色化現象の解明

\*小林 淳希,宮下 洋平,大洞 裕貴,仲村 康秀,今井 一郎 (北大院水産)

### 1. はじめに

渡島大沼では湖水の富栄養化が進行し、植物プランクトンの藍藻類が形成するブルーム（アオコ）が毎年夏季に確認されている。アオコは悪臭や景観の悪化、藍藻毒の産生による生態系への悪影響が懸念されるため、その対策は急務である。筆者らは渡島大沼の植物プランクトン群集の動態を明らかにするために、2015 年 5 月より結氷期を除いて毎月調査を行った。

調査の過程において、2015 年 9 月 17 日に、アオコの発生により緑色を呈していた水面が、突如として広範囲に渡って乳白色に転じる現象が発生した。この正体不明の着色域の形成は、これまで渡島大沼において認知されていなかった為、漁業関係者や観光船業者をはじめ周辺の人々に強い衝撃と不安を与え、漁業や観光等の主要産業や生態系への影響が懸念された。そこで、本研究では突如発生した乳白色着色水の原因解明を目的として生物学的な調査研究を行った。そして研究を通じて明らかになった着色域の形成要因とその発生機構を報告する。

### 2. 材料と方法

乳白色の着色域が発生した 2015 年 9 月 17 日、及び消失した 20 日に、着色域の形成が顕著であった大沼公園の船着き場 (OP) と東大沼キャンプ場 (OC) において着色水の採水を行った。試水は生試料とグルタルアルデヒド固定試料（終濃度 1%）に分け、顕微鏡下で各種の観察を行った。水理環境については、水温、pH の現地測定に加え、栄養塩、クロロフィル *a* 及びフェオフィチンの測定を行った。植物プランクトンについては、藍藻類以外は殆ど観察されなかった為、藍藻類の変動に着目して示した。

### 3. 結果と考察

着色水より溶藻性原生生物 *Asterocaelum* sp. が形成する浮遊性のシストが大量に見出され（最高  $6.1 \times 10^5$  cysts mL<sup>-1</sup>）、これらが実質的に乳白色の着色水を形成していたことが明らかになった。直前にアオコを形成していた窒素固定能を有する藍藻 *Dolichospermum planctonicum* は着色水の発生を境に激減し、一方で *Microcystis* spp. が増加して優占種が交替した。また観察の過程において、*Asterocaelum* sp. のシスト中に *Do. planctonicum* に特徴的なアキネートが高頻度に見出された。生試料の観察では、*Do. planctonicum* を摂餌する *Asterocaelum* sp. が確認された。以上の結果から、湖水中に高密度に存在していた *Do. planctonicum* を *Asterocaelum* sp. が摂餌し、増殖後に形成した大量のシストが湖面を覆うことにより乳白色の着色域が形成されたと結論できる。

2015 年夏季に広範囲に渡って着色水が形成された原因として、例年と異なり湖水が強い窒素制限条件下にあり、*Asterocaelum* sp. の摂餌対象である *Dolichospermum* 属の増殖が促進されたことが考えられる。渡島大沼では 1990 年にも *Asterocaelum* sp. による同様の着色現象が確認されており、直前には今回と同様に *Do. planctonicum* のアオコの発生が確認されている。

### 4. 今後の展望

本研究の結果、湖水の乳白色化現象は、藍藻 *Do. planctonicum* 主体のアオコに伴って発生することが確認された。引き続き栄養塩等の水理環境や植物プランクトンのモニタリングを行うことにより、アオコと合わせて今回の乳白色の着色水の発生予測を行うことが可能になると思われる。

## 蓴菜沼の植物プランクトン制限要因

嶋津 桃子,川村 樹,田中 邦明 (北海道教育大学)

はじめに

蓴菜沼は北海道渡島大沼湖沼群のうち最も自然環境が保全された面積 0.66km<sup>2</sup> の小湖沼で、栄養塩濃度では富栄養湖に近い中栄養湖とされているが、植物プランクトン発生量が少なく、とくに夏期に COD が高く、水が褐色となるため、フミン酸が湖水中の栄養塩類を吸着して貧栄養化させる腐植栄養湖であるとも言われる。また、集水域内に高速道路とトンネルの建設計画があり、将来における人為的生態系攪乱の危惧もある。

そこで本研究では、蓴菜沼の水理環境、フミン酸、栄養塩類、植物プランクトンの季節変化を調査するとともに、夏と秋に栄養塩類とフミン酸を添加したボトル垂下実験を実施し、蓴菜沼の植物プランクトンの制限要因について検討し、動植物プランクトンが少ない原因の解明を試みた。

調査地点と調査項目

調査は 2016 年 5 月 30 日から 11 月 13 日まで毎月 1 回の頻度で実施し、蓴菜沼の 4 地点で、水温、DO (溶存酸素)、pH、ORP (酸化還元電位)、EC (導電率) を測定し、栄養塩類、フミン酸の測定のために深度 1 m ごとの採水と底質および表層水中のプランクトンの採取を行った。

蓴菜沼の水理環境

少の 30 日を示したことから、湖水へのフミン酸供給源とし、秋はおもに湿原から、春は底質からの溶出が大きな役割をもつと考えられた。

ボトル垂下実験からみた制限要因

蓴菜沼における植物プランクトンの制限要因を明らかにするため、動物プランクトンのみを濾過除去した湖水にリン・窒素、フミン酸、鉄 (ニトロプルシドナトリウム) の試薬をそれぞれ添加したペットボトルを湖中央部の水深 1m に 1 週間垂下して培養し、植物プランクトンの増殖割合を細胞数と光合成色素で比較した。

その結果、リン・窒素添加群のみコントロール

最深部の湖中央部では、どの季節でも明瞭な水温躍層はみられないが、夏期には化学躍層が形成され、水深 2m より底層で酸欠となり、底質付近では DO5%未満であった。酸化還元電位は 6 月、8 月、9 月に表層付近で低く、還元性を示した。電気伝導度 EC は 7 月に中層で低くなり、腐植栄養湖の指標となる EC20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を下回っていたが、pH はどの地点でも 6.5~8.4 を示し、典型的な腐植栄養湖のように pH5.0 を下回ることはなかった。

栄養塩濃度からみた制限要因

栄養塩類については、湖中央部において DIN、DIP とともに 7 月の中層を除いて少なく、DIN : DIP 比から、5、6 月の底層ではリン制限、他の時期では窒素制限となって植物プランクトンの増殖を阻害していることが、クロロフィル a、フェオフィチン、植物プランクトン細胞数の少なさから読み取れた。

フミン酸濃度は、湖中央部では底層付近および底質間隙水中で高く、とくにヒシが枯死する 9 月に高くなり、有機物の微生物分解による底質から湖水へのフミン酸の溶出が考えられた。また、湿原から流入するフミン酸が湖水全体のフミン酸を置換するのに要する日数の試算では、9 月で最にくらべて有意に高い増殖効果がみられ、鉄添加群では有意な抑制効果 (図 18)、フミン酸添加群ではコントロールに比べて効果が不明瞭 (図 17) であった。

このことから蓴菜沼の植物プランクトン制限要因はおもにリン・窒素などの基礎的栄養塩類であり、少なくともフミン酸によるキレート作用によって鉄不足がおこり、制限要因となっている可能性は低いものと考察された。

参考文献

1. 北海道環境科学研究センター(2005), 『北海道の湖沼』 じゅんさい沼, p.236.

## 発表要旨

- 2.佐々木琢磨(2015),「渡島大沼湖沼群の小沼及び蓴菜沼における水質環境の季節変化」,平成 26 年度卒業論文,北海道教育大学函館校田中研究室.
- 3.織田さやか・國島岳(2016),「渡島大沼湖沼群における蓴菜沼の植物プランクトン制限要因に

ついて」,平成 27 年度卒業論文,北海道教育大学函館校田中研究室.

- 4.水越亨(2010),「渡島蓴菜沼のジュンサイ生産で問題とされる生育衰退原因と改善に関する一考察」,北農, 77-1, pp.30-37.

## シラルトロ湖における水生植物の栄養塩吸収による湖内環境の変化

今村 源太,岩松 典子,吉田 磨 (酪農学園大学)

シラルトロ湖は釧路湿原北東部に位置する湖面積1.8 km<sup>2</sup>、平均水深1.5 mの浅い海跡湖である。水生植物であるヒシの分布拡大により他の水生植物種の減少が示唆されている。ヒシは湖沼において栄養塩の吸収を行い水環境の悪化を防ぐ効果がある。シラルトロ湖では降水量が多い月に釧路川から栄養塩を含んだ河川水や土砂の逆流が起こることが分かっており、それに伴うヒシ群落の拡大が示唆された。そこで本研究ではシラルトロ湖において栄養塩の季節変化とヒシの有無による水環境の動態を明らかにし、ヒシによる湖内環境への影響を考察することを目的とした。

本研究における測点は28点でその内11点で採水、採泥をした。その結果9月の硝酸+亜硝酸(NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>)濃度は、南部で0.015 μM以下であるが、水深の深い場所では0.015 μM以上であった。

シラルトロ湖では水深の浅い南部においてヒシが繁茂しており、9月は南部のほぼ全域がヒシに覆われていた。そのため南部では栄養塩の吸収が活発に起き、栄養塩濃度が低くなったと考えられる。湖内において栄養塩濃度が最も高かったのは釧路湿原からの流入河川であり、栄養塩が湿原から河川へと溶出し、流入していると考えられる。また、最大流入河川であるシラルトロエトロ川では0.015 μM以下の濃度を示しており、栄養塩の流入はなかったと考えられる。湖内の栄養塩はヒシが繁茂している夏季より秋季の方が高く逆相関の関係にあることから、ヒシの繁茂によって富栄養化を抑制していると考えられる。しかしヒシ群落の拡大による水生植物の多様性の低下や、枯死したヒシの堆積による浅底化も懸念されていることから今後ヒシの管理が重要である。



## 駒ヶ岳大沼・小沼の形成史

岡島 洋平,黒柳 萌々子,鴈澤 好博 (北海道教育大学)

### 【はじめに】

渡島大沼周辺の湖沼は、1640年の北海道駒ヶ岳の噴火の際に山体崩壊が発生し、流下した岩屑なだれ堆積物によって折戸川を堰きとめたために形成されたとされる。しかし、このことに関し、地形学や地質学的研究は十分とは言えない。そこで本研究は①大沼形成要因の解明、②形成から現在までの大沼の歴史の検討を目的とした。

### 【調査・研究方法】

大沼・小沼・折戸川周辺において、地質調査、空中写真判読、LP地図の分析、ピット調査、テフラ分析の主に5つを行った。

### 【大沼形成要因の解明】

折戸川蛇行部に1640年の岩屑なだれ堆積物が密集して配列しており、また3~4mの巨大な岩屑なだれ堆積物がko-hの火砕流を被うことが確認された。地質・地形調査から、大沼は1640年の岩屑なだれ堆積物が折戸川を堰き止められ形成され、折戸川は岩屑なだれ堆積物の先端部に沿って大きく蛇行したと考えられる。

### 【形成～現在の大沼の歴史の検討】

折戸川河口に水成層露頭を確認した。この露頭は1640年以降のテフラをすべて保存しており、古老の口伝にある1765年・1784年噴火のテフラもここで今回初めて確認された。テフラの間には厚い粘土が堆積し、Ko-c1テフラは流水の影響を受けたラミナ構造が明瞭であり、ここは1856年ま

で湖水面下にあったと考えられる。したがって、1640~1856年の間、河床面は現在より2m程度高い標高130mラインであったと考えられる。また小沼西側砂崎において半島地形を検討したところ、1800年に作成された伊能忠敬の小図とLP地図比較では、LP地図の南側平坦部が伊能図には描かれていないことが明らかになった。このことは、この平坦部が1800年当時湖水面下に水没していたことを示唆している。つまり、1800年当時湖水面は現在より2m程度高かったことが示された。さらに大沼湖岸では131mと132mを境に旧汀線が明瞭に発達しており、水位が現在の130mより1m程度以上上昇していたと考えられる。

これとは別に、1856年噴火のテフラが従来の見解より広く分布し、総噴出量は従来0.25km<sup>3</sup>から倍の0.50km<sup>3</sup>程度であることが明らかになった。

### 【まとめ】

現在の大沼は、北海道駒ヶ岳の1640年の山体崩壊により発生した岩屑なだれ堆積物が折戸川本流を堰き止め、大沼の水位は最大2m程度上昇しました。その後、1856年以降最大2m程度水位が下がり、現在の大沼が形成された。水位が低下した要因は1856年の噴火の影響あるいは人為的なことが要因の可能性がある。