



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高層湿原の水環境と保全
Author(s)	堀田, 暁子; 川村, 哲司; 南出, 美奈子 他
Description	第3回衛生工学シンポジウム (平成7年11月9日 (木) -10日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 都市・水・室内等の環境 . 4-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 3, 203-207
Issue Date	1995-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7910">https://hdl.handle.net/2115/7910</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	3-4-6_p203-207.pdf



## 4-6 高層湿原の水環境と保全

堀田暁子 (北海道大学 工学部)  
川村哲司  
南出美奈子 (北海道大学 工学部)  
斉藤寛朗 (北海道大学 工学部)  
橘 治国 (北海道大学 工学部)

### 1. 緒言

夕日で赤く染まる湿原は感動的である。湿原は不毛とも言える泥炭地に発達するが、これが幸いにも人間による開発を遅らせ、今も自然の美しさをとどめている。泥炭地は、低温・過湿の自然条件のため植物が分解されずに堆積した植物遺体の土壌層で構成され、その広さと層の厚さから、人の進入を拒んできた。湿原の自然のすばらしさは景観ばかりではなく、この土地を中継地とする渡り鳥の大群、眼を近づけると湿原独特の動植物など、興味深いものばかりである。湿原には手つかずの貴重な生態系が存在する。

北海道に存在する多くの湿原は、農業を中心とした土地開発や道路網の整備、さらには観光開発によるレジャー施設の建設によって、徐々にその貴重な自然の姿を失いつつある。北海道北部に位置するサロベツ湿原もその例外ではない。大規模な農地造成や草地化による湿原の乾燥化は、保全されている湿原にもさまざまな影響を与えはじめた。湿原や周辺水域からの排水は、湿原の地下水位の低下を招き、高層湿原の代表的な植物であるミズゴケ群落にササの進入が見られるなど、自然の植生の変貌が心配されている。サロベツ湿原は昭和49年に国立公園に指定され、その中で遮水壁の施工や湿地溝ダムの設置など、地下水位を維持し、湿原を守るためのさまざまな試みがなされるようになった。しかし湿原の植物の生理や、地形、水文・水環境などの基本的特性や影響因子についての情報が不足しており、保全対策の効果を評価することが困難である。著者らは、湿原の自然生態系を維持し、また改変された植生の回復方法の提案を念頭に、その基礎調査として湿原の地下水の水質調査を行っている。本報告では、湿原の地下水と周辺の湖沼や河川の水質調査に基づき、湿原地下水の水質の特徴を整理し、その植生との関連や、自然状態を維持するための方策について検討した。

### 2. 調査水域 サロベツ湿原

サロベツ湿原は、北海道北部宗谷地方に位置し、利尻礼文サロベツ国立公園に指定されている面積約23000haというわが国有数の高層湿原である。湿原には、高層湿原特有のコケ類であるミズゴケなどが繁茂し、その遺体が泥炭として一年に約1mmづつ堆積していくと言われている。サロベツ湿原の泥炭層は4~5mであるので、本湿原はおよそ4000~5000年かけて形成されたのであろう。また、エゾカンゾウやタチギボウシなどの華やかな花も見られる。しかし、最近の農地造成のための周辺の泥炭層の乾燥化によって、保全地区の地下水位の低下やササの進入といった生態系の変化が問題になっている。

### 3. 調査期間と調査地点

本報告では、1993年3月~1994年11月に実施した

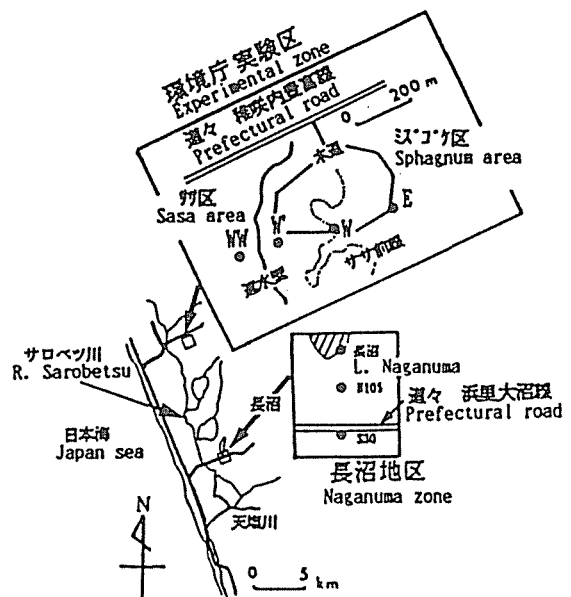


図1 調査地域概況と調査地点

12回の調査結果に基づいて解析する。調査の対象としたサロベツ湿原の概況を図1に示した。主要な調査地点を、図1の環境庁実験区(湿原中央部)の4ヶ所(E、W、W'、WW)とし、必要に応じ長沼地区(南部)の3ヶ所(長沼、N105、S30)と湿原の西部を流れるサロベツ川(開運橋で採水)を地点に加えた。環境庁実験区では、地下水を表層から2mの深さまで採取した。図2に最近の地下水位(北海道大学農学部井上京助手観測資料による。)を示したが、各地点の水位はE→WW方向(東→西)に低下している。E地点では高層湿原特有のミズゴケ等が認められるが、W地点でササの侵入が認められるようになり、WW地点付近一帯は一面ササで覆われ、中間湿原の様相を呈するようになる。WWとW'地点の間には、地下水位低下を防止するための遮水壁が設置されている。(1991年設置、現在効果を追跡中。)〔結論において、地下水水質を植生と関連して一般的に評価する場合、E地点周辺の湿原をミズゴケ区、WW地点周辺をササ区と呼ぶ。〕長沼地区は、長沼(湿原内の小沼、約0.25km<sup>2</sup>)とその南に接する湿原域で、水位が高くミズゴケとササの両種を認めることができる。S30地点は草地下が始まっており、土砂の搬入やササその他の植物の進入がみられる。

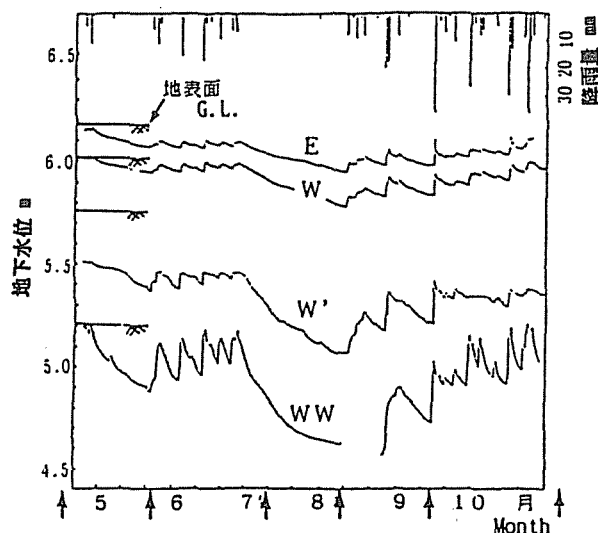


図2 サロベツ湿原の地下水位(1992年)

#### 4. 結果

##### 4.1 サロベツ湿原地下水と周辺水域の平均的水質

表1に湿原地下水および周辺水域の平均的水質を示した。pHは湿原地下水で4.7~5.0と低く、高層湿原特有の値である。またミズゴケが繁茂する表層水のみではさらに4.4と低下する。栄養塩については、例えばDNで1.10~3.34mg/lと土壤間隙水と比較すると低いが、ミズゴケ区→ササ区方向にその濃度が増す傾向が認められた。さらに無機態窒素(TIN)濃度については、ミズゴケ区で低く、乾燥化の進んだササ区で高くなる傾向が認められた。これは後述する。泥炭の性状(分解度や無機物質の混入)が、湿原地下水に与える影響が大きいといえる。また両地点で、有機物(COD、TOC)が高濃度であり、主要無機イオン(Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>)やケイ酸イオン濃度が低い。TODは図3に示すようにフミン酸と相関があり、地下水に含まれる有機物は泥炭の分解物であることがわかる。比色ケイ酸(SiO<sub>2</sub>)は、その平均濃度がミズゴケ区試料で3.7mg/lとササ区試料(10.5

表1 サロベツ湿原地下水と周辺水域の水質(平均値)

		雨水	実験区	長沼区					サロベツ川
		1992/11/1	全試料 n=98	E地点 n=30	WW地点 n=20	長沼 n=8	N105 n=16	S30 n=6	n=5
pH		4.7	4.8	4.7	5.0	5.0	5.0	5.0	7.3
EC	μS/cm	33.6	82.6	77.4	95.5	72.0	88.7	72.0	202.6
DN	mg/l	0.53	1.91	1.10	3.40	0.64	2.01	1.98	2.05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	mg/l	0.21	0.56	0.13	1.50	0.04	0.59	0.28	0.24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	mg/l	0.000	0.004	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	mg/l	0.13	0.003	0.001	0.011	0.000	0.036	0.007	1.369
TIN	mg/l	0.34	0.57	0.13	1.51	0.04	0.63	0.30	1.60
DP	mg/l	0.001	0.007	0.006	0.013	0.006	0.014	0.038	0.064
DRP	mg/l	0.000	0.001	0.001	0.005	0.001	0.003	0.014	0.041
Na <sup>+</sup>	mg/l	2.4	6.4	6.1	7.3	7.8	8.9	10.8	20.1
K <sup>+</sup>	mg/l	0.0	0.9	0.8	1.2	0.3	0.8	0.9	4.2
Ca <sup>2+</sup>	mg/l	0.2	0.9	0.9	0.8	0.9	1.2	2.1	7.0
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	0.2	1.0	1.0	0.8	1.0	1.1	1.7	3.8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	2.3	1.0	0.5	1.9	1.5	1.1	2.8	11.6
Cl <sup>-</sup>	mg/l	4.5	15.2	14.6	16.9	16.7	17.8	16.6	26.5
4.3Bx	meq/l	0.110	0.096	0.061	0.172	0.055	0.074	0.161	0.751
SiO <sub>2</sub>	mg/l	0.0	6.0	3.9	10.5	2.4	4.0	3.1	12.8
TOC	mg/l	0.5	29.7	26.8	38.0	9.0	29.7	35.8	8.2
COD	mg/l	0.7	41.4	39.1	46.8	13.8	39.5	47.9	10.9
Humic acid	mg/l	0.0	37.4	34.8	46.3	10.6	33.2	37.5	4.9

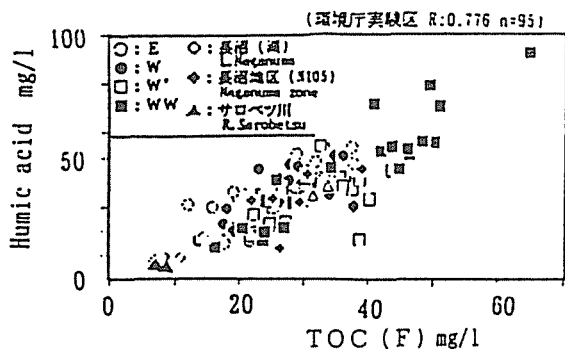


図3 有機炭素(TOC)とフミン酸の関係

mg/l) よりかなり低濃度であり、また下層方向に濃度が上昇することがわかった。SiO<sub>2</sub>の濃度変化の原因は、土壌からの溶出分と推測されるが、ササやミズゴケの珪酸に対する摂取能力と関連し、明確ではない。いずれにしても環境庁実験区を代表とするサロベツ湿原の高層湿原域の地下水は、植物遺体から形成され、いわゆる土壌からの溶出成分量が極めて少ないといえる。

長沼では、主要無機イオン濃度が低く、また栄養塩類や有機物濃度も低いことから、泥炭浸出水の雨水による希釈が水質形成に大きな影響を与えているといえる。S30地点ではDPやDRP濃度が高くこれはこの地区への土壌の搬入と草地化の影響と思われる。周辺のサロベツ川は、pH7.3でCODも10.9mg/lと湿原の約1/3であり主要無機イオン濃度も増加することから、他水系からの水の流入の影響が強い水域であると推測される。

#### 4.2 高層湿原地下水の涵養水

図4に、主要一般無機イオン濃度から計算したキーダイヤグラムを示した。湿原地下水、特に表層水質(0, 0.5m, ○□印)と長沼の組成が雨水(◎印)の組成に近い。湿原の表層地下水が雨水に近い化学組成であることは、筆者らが現在調査している北海道月形町の月ヶ湖湿原でも確認した。湿原の地下水は、深いほど、またササ区の方にアルカリ度(4.3Bx、炭酸イオン)と1価の陽イオンの割合が増し、雨水組成と異なってくるのがわかる。これは、深層ほど泥炭分解物が溶出することと、ササ区での泥炭の乾燥化の進行が原因であろう。S30地点は、4.3Bxの割合が高く草地下によって湿原表層水の特徴を失いつつある。また湿原周辺を流れるサロベツ川の水質は、湿原地下水と異なった水質環境であることもわかる。サロベツ湿原の地下水は雨水によって涵養され、特にミズゴケなどがみられる湿原の表層地下水は雨水そのものに近いことがわかった。湿原地下水は、深層にいくにつれ雨水に徐々に植物の分解産物が溶け込んだものといえる。

#### 4.3 高層湿原地下水の水質分布とその特性

図5は、代表水質成分についてその濃度(平均値)変化を示したものである。窒素については、溶存態窒素(DN)濃度がW', WW地点で深さ方向に増加しており、増加分の多くが無機態窒素(DIN)であることがわかる。水位の低下や水体の停滞によって、生物体や有機態成分の分解が進行していると推測される。リンについても同様な傾向が認められるが、窒素ほど顕著には認められない。一般無機成分としての4.3Bxは、E~WW方向に、また深さ方向に濃度が増し、微生物による有機物の分解作用に対応した変化といえる。SiO<sub>2</sub>はササ区で、深さ方向にかなりの高濃度となった。ササの侵入域には、土壌の混入があるものといえる。すな

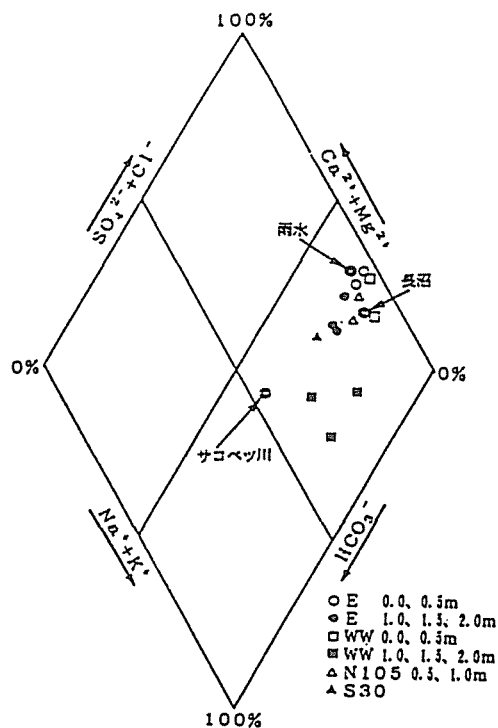


図4 主要無機イオンによるダイヤグラム

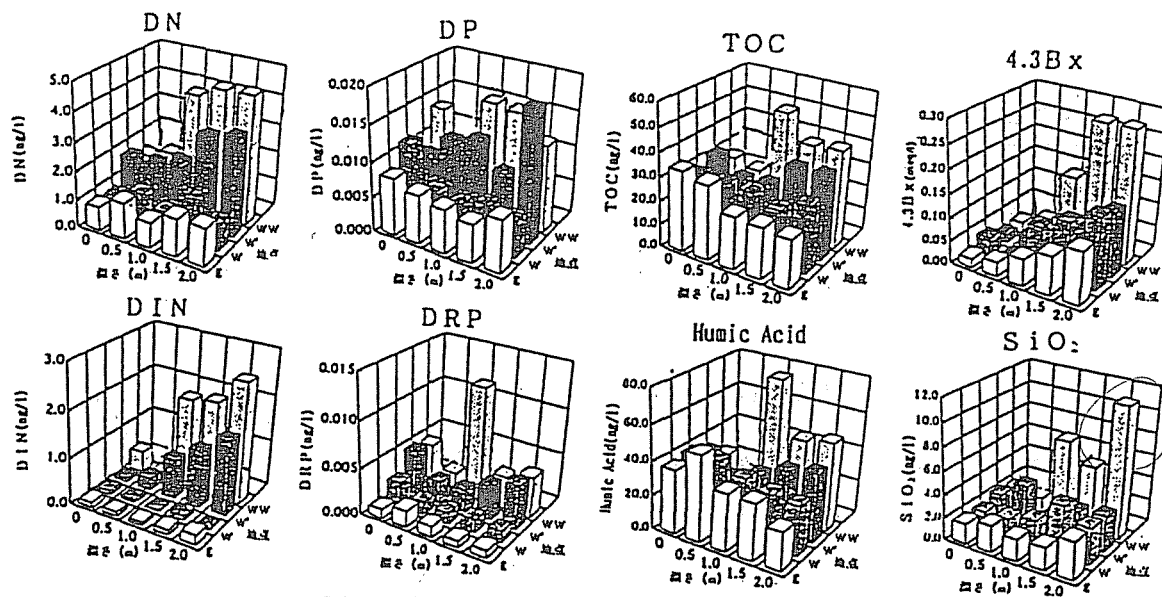


図5 代表水質成分の地点変化(平均値)

わちササの侵入域周辺は、湿地溝や旧河道であった可能性が推測される。なおフミン酸やCOD (F) で代表される有機成分は、W' WWにかけて、また深さ方向に濃度が増加する傾向が認められた。徐々に泥炭が分解・溶出していることがわかる。しかし、表2より、栄養塩類およびCODなどの湿原の生物活動と関連した成分については、ECに代表される主要無機イオンとは強い相関がなく、湿原表層を涵養した水は、通常の地下水にみられるような地質的要因による水質変化をあまり受けず、泥炭からの溶出によってのみ徐々に変質してゆくことがわかる。言い換えれば、湿原は降水によってのみ涵養され、周辺の土地からの地表水や排水の流入の影響がない、すなわち化学的影響が少ないところで発達するといつてよい。

表2 主要成分の濃度相関マトリックス

	EC	4.3Bx	SiO2	TUC(F)	Fe	DN	DP
EC	1						
4.3Bx	0.191	1					
SiO2	0.374	0.446	1				
TUC(F)	0.333	0.472	0.527	1			
Fe	-0.208	-0.183	-0.078	-0.169	1		
DN	0.413	0.587	0.492	0.592	-0.478	1	
DP	-0.006	0.366	-0.017	0.344	-0.265	0.433	1

#### 4.4 栄養塩類の形態と周辺環境

図6にDN濃度とTIN/DN、DP濃度とDRP/DPの関係を示した。両者ともその濃度は、ミズゴケ区→ササ区方向、および深層方向に増加する。また、ミズゴケ区ではTIN/DN割合も低いが、ササ区ではその割合が9割に達することもある。表3をみると特にササ区の深層とサロベツ川でDONとDOPの割合が低く、ササ区では地下水位の低下により乾燥化が

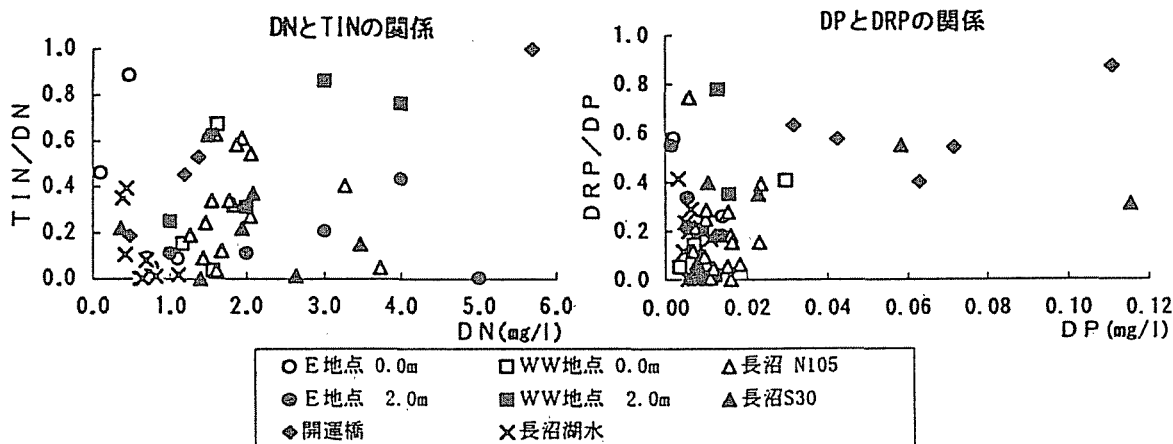


図6 全栄養塩類に占める無機態栄養塩類の割合

すみ、泥炭の有機態栄養塩類の分解が進行していると言える。長沼とN105地点は、ミズゴケ区と同様の結果であり、S30は表3からDOPの占める割合が他地域に比較し低い。自然の湿原は有機体栄養塩類の占める割合が多いが、地下水位の低下による乾燥化や草地化といった人為改変の影響により徐々に栄養塩類の無機化が進行する。

表3 全栄養塩類濃度に占める有機態栄養塩類の割合

	実験区				長沼区		S30	長沼	サロベツ川
	ミズゴケ区		ササ区		N105				
	0.0m	2.0m	0.0m	2.0m	0.5m	1.0m			
DONの割合 (%)	73.2	83.1	71.2	45.5	76.9	55.7	83.8	91.3	44.3
DOPの割合 (%)	82.1	83.2	80.2	66.4	81.2	81.4	69.2	84.5	39.7

## 5. 結論

著者らは、サロベツ湿原を対象にその保全を念頭にした調査を行ってきた。その結果、湿原の植生に影響を与える地下水の水質について以下のような結論を得た。

ミズゴケなどの植物が繁茂する自然の状態の高層湿原は雨水によって涵養されており、湿原地下水は、雨水が浸透していく過程で泥炭から栄養塩類や有機物が浸出し、特異な水質を形成する。しかし周辺の土地開発による乾燥化や土壌の混入などの環境の変化は、地下水のイオン組成変化や栄養塩類の無機化を引き起こし、水質はもちろん植物生態系にも影響を与える。

以上の結果を基本に、サロベツ湿原の保全を考えてみた。第1点は、まず現在の高層湿原の生態系が守られている地点（ミズゴケ区）に見られるように、雨水涵養システムを破壊しないことである。すなわち、湿原を貧栄養に保つよう、また泥炭の無機化が進行しないように水位を高められる構造にすることである。地下水位を高めることを目的に河川水を湿原内に導水することは、湿原の栄養塩類濃度を増すことになるためさけるべきである。このためには現在試みられている遮水シートの埋め込みとともに、基本的には湿原の地下水位の低下が起こらぬよう、道路整備や観光開発に一層の注意が必要である。栄養塩を多く含む土粒子の道路からの舞上がりは、長い視点では避けなければならない。

この研究を行うにあたり、環境庁自然保護局、北海道大学農学部、北海道大学地球環境科学研究科、豊富町（清水保寿氏）をはじめ諸機関の多大な協力を得ました。ここに記して謝意を表します。