札幌市平岡公園における人工湿地の緑化

Planting of Mire Grasses in an Artificial Wetland of Hiraoka Park, Sapporo City, Northern Japan

矢部 和夫* 関沢さくら** 北原 陽介*

Kazuo YABE Sakura SEKIZAWA Yosuke KITAHARA

Abstract : We made an artificial wetland at Hiraoka Park in Sapporo, planting mire grasses there. Water tables from ground surface (upward +) ranged from -10 to 5 cm and kept stable except for the 10 to 30 cm-deep rise caused by heavy rains. The hydrochemical conditions of the wetland, such as flooding, neutral pH (6.0<), and high salinity (EC: 14 to 28 mS/m) were suitable not for bog plants but for fen plants. Seven grasses were transplanted both in a ground surface (0 cm plot) and in a 10 cm high hummock of coconut mat at each of the 40 sites. *Sphagnum palustre* and *Menyanthes trifoliata* grow better in the 0 cm plot, whereas others did not differ between both plots. Both fen and bog grasses could grow at some specific sites in the wetlands along the gradients of water level and pH. Most trees, weeds and naturalized plants were invaded exclusively in the arid area, whereas 7 mire plants also occurred in some places of the wetland. 15 out of 19 mire plants germinated from seeds sown in the wetland in late autumn. A germination test revealed that many of the plants needed a cool and wet treatment. Therefore, planting an artificial wetland with fen plants can be promising.

Keywords: mire grasses, *Sphagnum palustre*, water level, acidity, germination test, transplanting

キーワード: 湿原植物 オオミズゴケ, 水位, 酸性度, 発芽試験, 植栽試験

1. 目的と背景

泥炭地湿原はヨシスゲ群落とスゲーミズゴケ群落に大別され (Nakamura *et al.* 2002⁵⁾), その遷移は非常にゆっくりとヨシスゲ群落からスゲーミズゴケ群落に向かう。北海道の低地にはかつて広大な湿原が分布していたが, このような湿原の大半は1960年代の大規模農業開発によって消失した。日本の低地のなかで最もスゲーミズゴケ群落の規模が大きかった石狩湿原でも, この時期の開発と, その後の都市域の拡大によって, 湿原のほとんどすべてを失った (矢部 1993⁷⁾)。

これまで日本南部の無機質土壌型の湿原が分布する地域で, 人工湿地緑化に関する研究は多数行われてきたが (波田他 1995²⁾, 日置他 1998⁴⁾), 北海道を中心とする北方の泥炭地湿原の群落をつくることを目指した緑化は, ほとんど行われていない。札幌市平岡公園には, 現在人工湿地造成地の土流側の泥炭地にヨシ優占群落が発達しており, そこでは遊歩道を散策しながら, この群落を眺望することができる。そこでこの人工湿地の緑化は, 公園内の湿地景観を多様にするために, ヨシ優占群落とは異なる泥炭地型の湿原群落を形成することを目指している。

この人工湿地を対象とした水文化学環境調査, 湿原植物の植栽試験と播種試験, および湿地内への侵入植物調査を行ったので, この結果を報告する。また, これらの結果に基づき, 今後の緑化の方向性も検討する。

2. 人工湿地の概要

湿地造成区域の基盤工事は2000年2月に完了した。人工湿地は, 小川の末端に創った池に隣接しており, 池は水位が一定に保たれるように流入部と流出部に堰が設けられている。湿地の基盤は, 底にベントナイト遮水シート (パラシール STD, Paramount T. P., INC. USA) を張り, その上に厚さ30 cmの火山砂利 (樽前-a火山礫) を敷き詰めている。表面は厚さ2 cmのココナツ繊維の植生マット (BonTerra CJ2 USA) で覆われている。湿地表面は, 全体が池の水位と同じ高さになるような平坦

地として計画されたが, その後融雪氾濫によって浸食され, 池に向かって緩やかに傾斜した。この湿地の水は, 池の水 (P), 川の水 (R), 降水, および B-21 (湿地内湧水 Si) に流入させている沢の水 (So) が混合されたものである。

人工湿地内に7 m間隔で40箇所に調査定点を設けた。各定点には地表面区と10 cm隆起した区 (-10 cm区) の一組の調査区 (0.81 m² × 2) を設置した。地表面区は湿地表面であり, -10 cm区は幅0.3 × 0.3 mで厚さ10 cmのヤシマット (ピオシスマット BM-2-DXL, トコス, 東京) 9枚からなっている。-10 cm区は, 湿原に見られるミズゴケハンモック (ミズゴケ遺体の堆積によりできた丘状の起伏) を模倣したものである。

3. 調査方法

(1) 定点観測

40 調査定点で水文化学環境を測定し (2001 年), 湿生植物の植栽試験を行い (2000~2001 年), 侵入植物の調査も行った (2001 年)。湿地基盤が堅い火山礫のため, 人が歩くことで表面が踏み固められることはなかったが, 定着した植物への踏圧を回避するために, 各定点への調査用の動線として長板を敷いた。

(i) 水位

各調査定点に水位観測管 (直径5 cm, 長さ50 cm) を, 管口から10 cm残して垂直に埋設した。各定点で2001年4月から9月の間に, 1カ月間隔で5回, 管口からの水位を測定した。得られた水位から管口の高さを差し引き, 地表面水位を求めた。地表面水位は地表面より低ければマイナス, 高ければプラスとした。また, レベル測量を行い, A0の地表面に対する各定点の地表面標高を求めた。この他に, 池の水位変動を自記水位計 (MC1000W, 光進電気, 仙台) で記録した。

(ii) 水質

水位観測と並行して, 各定点の観測管から5回採水し, 現場で pH と EC (電気伝導度) をそれぞれ pH メーター (HM12-P, 東亜, 東京) と EC メーター (CM14-P, 東亜, 東京) で測定

*札幌市立高等専門学校インダストリアルデザイン学科 **札幌市環境局緑化推進部

した。測定前に観測管内の水を全て排水し、その後新たに溜まった水を採水した。この時、湿地に流入する川 (R)、池 (P)、沢 (So) と湿地内湧水 (Si) の水についても、その pH と EC を測定した。得られた EC 値から水素イオン (pH) に由来する EC 値を引いて、塩類量の指標とした (Sjörs 1952⁹⁾)。

(iii) 植栽試験

ヨシースゲ群落およびスゲ・ミズゴケ群落に見られる湿生植物を業者 (松下興産 札幌) から購入し、2000 年 7 月に、各定点の調査区に試験植栽した。植栽種はワタスゲ、サギスゲ、モウセンゴケ、ミカヅキグサ、オオミズゴケ、ミツガシワとヤチスゲの 7 種であり、地表面区と -10 cm 区にそれぞれ 1 株ずつ植栽した。2001 年 9 月に各種の生育状態を調べるために、茎数 (ミツガシワについては茎長) を測定した。なお、このときまでに洪水で 3 定点の植物が流亡したので、測定は 37 定点で行われた。

(iv) 侵入植物

2001 年 9 月に湿地内の各定点付近の地表面に 1*1 m² の方形区を設置し、区内に出現した種とその被度 (%) を記録した。調査定点数は、洪水によって植生マットが破壊された 2 定点を除く 38 定点であった。

(2) 発芽試験

石狩地方とその近隣の自生地から、2001 年の夏から秋に 19 種の湿生種の種子を採集し、人工湿地と室内で発芽試験を行った。

泥炭を詰め、5~10 個程の種子を蒔いたピートポット (直径 6 cm、深さ 5.5 cm) を、2001 年 11 月に人工湿地に 3 cm 程残して埋めた。積雪下で越冬後、それぞれの種について、2002 年 7 月に 5 個のポットのうち何個で発芽個体がみられたかを調べ、これを発芽ポット率とした。なお、モウセンゴケとエゾシロネは

10 ポット用いた。

現地播種と並行して、2002 年 7 月に室内で発芽試験を行った。1 種あたり 50 粒の種子を蒔いた、十分に吸水したピート板 (13*18 cm、乾燥時の厚さ 7 mm) を 2 個ずつ用意し、1) 室温処理と 2) 低温湿潤処理 (インキュベーターで 2℃、3 週間) + 室温処理の 2 つの条件で発芽を比較した。両者とも 1 ヶ月以上発芽状況を観察し、発芽率 (%) を求めた。

4. 結果

(1) 地表面標高、pH、電気伝導度

人工湿地の地表面は、湿地縁部 (左上) から池側 (右下) に向かって緩やかに傾斜しており、地表面標高は、湿地縁部 (A ライン及び -14 cm と -7 cm のライン) で、池側より 15 cm 程度高くなっていた (図-1 上)。この結果、地表面水位は、湿地縁部では -5 cm 以下と低くなっているのに対し、池側では 5 cm 以上冠水していた。池の水位変化を見てみると、春期はほぼ安定していたが、その後 6 月に水位が低下した。7 月以降は、降雨時の水位上昇とその後の水位低下をくり返した。大雨によって 8 月 23 日に 10 cm (A0 の地表面水位として)、8 月 27 日に 6.4 cm の高水位がそれぞれ数時間観測された。その後 9 月 11 日に 10 cm 以上の高水位が 1 日続き、この間に最高で 27.2 cm に達した。この際ほとんどの湿生植物は、短期間ではあるが完全に水没した。これらの水位上昇は、人工湿地の下流にある三里川の氾濫によって、三里川の水が湿地内への逆流した事が原因であった。

平均 pH は湿地縁部の A ラインで 6.50 以下の低い値を示し、右下の池側で 7.01 以上の高い値を示した (図-1 中)。湿地に流入する川や沢の水 (Si, So, R, P) は、pH6.76 以上であった。平均 EC 値は、定点間で 14.3~29.1 mS/m の大きな変動を示し、湿地内の区域間で一定の傾向を示さなかった (図-1 下)。流入水のうち特に沢の水 So は、11.3 mS/m という他よりも低い EC 値を示した。

(2) 植栽試験

-10 cm 区と地表面区に植栽した 7 種の植物の生存率 (全定点のうち生存が確認された定点の割合) を比較すると、ヤチスゲ、ワタスゲ、サギスゲとミツガシワは、モウセンゴケ、ミカヅキグサとオオミズゴケよりも高い生存率を示した (表-1)。7 種のうち 5 種は、両区の間で成長や生存率に差はなかったが、オオミズゴケとミツガシワの 2 種は、地表面区の方がより旺盛に成長し、生存率も高かった (表-1)。

水位と水質指標に対する植栽種の成長をみると、平均水位に対して、-10 cm 区ではミツガシワが冠水地 (0.1~5.0 cm) で最大の成長を示した (表-2)。一方、オオミズゴケ、モウセンゴケとミカヅキグサは、冠水地では生育しなかった。

地表面区では、オオミズゴケは最乾地 (<-10 cm) で最も良く成長し、ヤチスゲは、汀線際の非冠水地 (-4.9~0 cm) で最も良く成長した。ミツガシワは、冠水地で最も成長が良かった。有意差はみられなかったが、モウセンゴケとミカヅキグサは最乾地 (<-10 cm) で良く生育し、サギスゲとワタスゲは汀線際 (-

地表面標高 (cm)		-21	-14	-7	0	7	14	21	28	35	42	49
A					3	3	3	3	3	4	3	2
B		2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	
C		2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	
D		3	2	2	1	1	1					
E			3	2	2	1						
F				1	1							

1: <-10.0>, 2: -9.9~5.0, 3: -4.9~0.0, 4: 0.1~5.0

pH		-21	-14	-7	0	7	14	21	28	35	42	49
A					2	1	1	1	1	1	2	2
B	Si 4	3	3	3	2	2	3	4	3	3	2	
C		4	3	4	5	5	5	5	5	5	4	
D		3	4	4	5	5	5					
E			3	4	4	5						
F				4	5							
So 4							R 5					P 5

1: <6.25, 2: 6.26~6.50, 3: 6.51~6.75, 4: 6.76~7.00, 5: 7.01<

ECcal (mS/m)		-21	-14	-7	0	7	14	21	28	35	42	49
A					4	1	1	3	3	2	4	4
B	Si 3	4	3	1	4	4	2	2	2	2	0	
C		2	4	3	2	2	2	1	1	4	1	
D		2	4	1	2	3	2					
E			1	4	3	3						
F				1	2							
So 0							R 2					P 2

0: <13.9, 1: 14.0~15.9, 2: 16.0~17.9, 3: 18.0~19.9, 4: 20.0<

図-1 人工湿地の地表面標高、pH と電気伝導度

表-1 -10 cm 区と地表面区の成長の違い

ミツガシワは茎長を測定した。有意差は t-検定による。

	平均本数		有意差	生存率 (%)	
	-10cm 区	地表面区		-10cm 区	地表面区
ワタスゲ	0.7±2.2	11.1±30.8	p < 0.05	10.8	24.3
ヤチスゲ	19.1±14.5	14.8±12.3		89.2	78.4
サギスゲ	12.6±15.5	16.5±21.2		78.4	64.9
ワタスゲ	38.1±33.7	25.5±28		75.7	67.6
ミツガシワ	5.4±11.5	14.7±20.9	p < 0.01	32.4	64.9
モウセンゴケ	2.6±4.6	2.4±7.2		45.9	24.3
ミカヅキグサ	3.5±6.3	1.8±4.8		32.4	21.6

表-2 平均水位に対する試験植栽の結果

表中の各種の数値は茎数（平均±S.D.）を示す（ミツガシワは茎長）。有意差はANOVAによる。数値の右側に付記した同一のアルファベットは有意差がないことをしめす（Tukey検定）。

	-10 cm区 水位 (cm)				
	<-10.0	-9.9~-5.0	-4.9~-0.0	0.1~5.0	有意差
オオミズゴケ	2.3±4.3	0.2±0.6	0.4±1.4	0.0	ns
ヤチスゲ	15.0±6.9	16.7±15.6	25.7±16.7	13.0±9.0	ns
サギスゲ	2.3±2.5	10.5±14.0	18.6±14.2	20.0±28.3	ns
ワタスゲ	39.3±26.9	45.2±33.6	38.7±39.0	13.0±26.0	ns
ミツガシワ	0.4±1.1a	1.5±5.2a	4.6±6.3a	29.8±19.9b	p<0.001
モウセンゴケ	2.8±3.0	3.9±6.0	2.2±4.5	0.0	ns
ミカヅキグサ	0.0	6.6±8.4	4.0±5.7	0.0	ns

	地表面区 水位 (cm)				
	<-10.0	-9.9~-5.0	-4.9~-0.0	0.1~5.0	有意差
オオミズゴケ	47.5±53.6a	0.6±1.7b	1.8±6.4b	0b	p<0.001
ヤチスゲ	8.6±7.6a	15.3±11.7ab	21.8±12.6b	2.8±5.5a	p<0.05
サギスゲ	1.5±2.5	17.8±16.3	26.2±28.1	11.3±13.5	ns
ワタスゲ	25.9±40.2	27.6±20.3	31.3±27.9	0.0±0.0	ns
ミツガシワ	0.8±2.3a	8.6±12.4a	16.9±8.9a	53.5±40.5b	p<0.001
モウセンゴケ	3.9±3.9	3.8±11.8	1.0±3.6	0.0	ns
ミカヅキグサ	5.3±8.5	1.6±3.8	0.5±1.4	0.0	ns
定点数	8	12	13	4	

4.9~0 cm) で良く生育する傾向があった。オオミズゴケ、ワタスゲ、モウセンゴケとミカヅキグサは、冠水地で消失した。

ミツガシワは、-10 cm 区と地表面区のいずれも pH が最も高いところ (>7.01) で成長がよく、オオミズゴケは、最低の pH (<6.25) を示す地表面区で、最も良く成長した (表-3)。ミカヅキグサは、-10 cm 区の pH6.26~6.50 の区域で、最大の成長を示した。EC は、全ての種の成長の有意差をもたらさず、成長調節因子とはなっていないかった。

(3) 侵入植物

最高の頻度で出現した優占種は、冠水地ではヘラオモダカであり、湿潤地 (平均水位 0.0~-7.4 cm) ではタマガヤツリであった。また、乾地 (<-7.5 cm) では、セイヨウタンポポ、イ、イヌビエ、ナガバヤナギが、高頻度で出現した (表-4)。

人工湿地に侵入した主要な種 (出現頻度 11.2%以上) のうち、乾地では帰化植物の侵入が多く (11 種, 32.4%)、在来種ではあるが耕地雑草的な中性植物であるノゲシ、オオブキ、アキメヒシバとツメクサも出現した。また、木本植物のヤナギ属 3 種、シラカバとハンノキが出現した。これに対し、冠水地と湿潤地では、帰化植物は、コヌカグサとヌカキビがそれぞれ 1 種ずつしか出現せず、また、中性の耕地雑草や木本は出現していなかった。表-4 にあげた種のうち、特にヨシースゲ群落に自生する湿原種として、冠水地ではコホタルイとヤナギトラノオが出現し、湿潤地ではハリコウガイゼキショウ、オオカワズスゲとミカヅキグサが出現した。また、乾地に出現した湿原種は、エゾミソハギ、オオカワズスゲとハンノキであった。

(4) 発芽試験

人工湿地に播種した 19 種のうち、15 種が発芽した (表-5)。室内播種の結果と比較すると、15 種のうち 9 種は低温湿潤処理によって発芽が促進されたが、コバノギボウシとコガネグキは、低温湿潤処理をしなくとも発芽した。また、アブラガヤとツリフネソウは、現地播種で発芽したにもかかわらず、室内では発芽しなかった。なお、サワギキョウとハリコウガイゼキショウの室内播種は行われなかった。ウメバチソウ、エゾイヌゴマ、エゾカンゾウとエゾリンドウは、現地播種では発芽しなかったが、このうちのエゾイヌゴマとエゾリンドウは、室内播種の低温湿潤処理で発芽した。

5. 考察

植栽した 7 種の湿原種のうちヨシースゲ群落だけに見られる種

表-3 pH に対する試験植栽の結果

表中の各種の数値は茎数 (平均±S.D.) を示す (ミツガシワは茎長)。有意差はANOVAによる。数値の右側に付記した同一のアルファベットは有意差がないことをしめす (Tukey検定)。

	-10 cm区 pH					
	<6.25	6.26-6.50	6.51-6.75	6.76-7.00	7.01<	有意差
オオミズゴケ	1.8±4.5	0.4±0.9	1.0±2.4	0.0	0.0	ns
ヤチスゲ	16.0±6.0	27.4±19.4	21.2±17.7	12.2±13.7	18.3±10.0	ns
サギスゲ	3.0±2.4	17.8±19.8	10.4±10.5	9.0±10.7	22.5±22.8	ns
ワタスゲ	35.7±22.1	42.0±40.5	55.5±39.9	23.5±24.4	22.5±25.1	ns
ミツガシワ	0.0ab	3.6±8.0ab	1.7±3.4a	5.8±8.2ab	15.9±19.9b	p<0.05
モウセンゴケ	2.2±3.3	1.8±2.5	4.1±4.5	4.2±8.4	0.3±0.7	ns
ミカヅキグサ	0.0±0.0a	11.6±10.6b	2.8±4.7a	2.5±4.2ab	3.1±5.8ab	p<0.05

	地表面区 pH					
	<6.25	6.26-6.50	6.51-6.75	6.76-7.00	7.01<	有意差
オオミズゴケ	63.3±53.1a	0b	2.0±6.6b	1.0±2.4b	0b	p<0.001
ヤチスゲ	10.3±7.8	20.2±15.0	16.6±11.9	15.8±15.5	11.4±12.4	ns
サギスゲ	2.0±2.8	10.2±13.6	19.3±18.9	10.8±10.6	31.5±32.4	ns
ワタスゲ	14.8±16.9	31.6±14.7	40.2±36.9	22.2±24.2	10.4±19.9	ns
ミツガシワ	1.1±2.7a	4.4±4.3a	11.1±12.3a	13.1±12.1ab	37.9±31.7b	p<0.01
モウセンゴケ	4.8±4.1	1.0±2.2	1.3±3.7	6.8±16.7	0.0	ns
ミカヅキグサ	2.8±4.5	0.0	3.8±7.4	0.8±2.0	0.0	ns
定点数	6	5	12	6	8	

はサギスゲであり、スゲーミズゴケ群落だけに見られる種はオオミズゴケとワタスゲである。また、モウセンゴケ、ミカヅキグサ、ミツガシワとヤチスゲは、いずれの群落でも出現する。

人工湿地の平均水位と平均 pH の間には強い相関 ($r = 0.851$, $p < 0.001$) がみられたが、この主な原因は冠水地の浅い表層水中で繁茂した藻類の光合成作用のためである。スゲーミズゴケ群落の代表的な優占種の一つであるオオミズゴケは、長期の水没条件下では生育できないので (Daniels & Eddy 1990¹³), 平均水位 0 cm 以上の地区で消滅した。

ミズゴケ属植物の生育は、pH を始めとする水質環境に強く影響される (Haraguchi 1996³³)。非冠水地では、オオミズゴケは、もっとも酸性で乾燥したところの地表面区で繁茂した。この場所ではオオミズゴケは、氾濫による数時間程度の水没で、水没による酸素呼吸を抑制する効果が考えにくい状況でも一時的に衰弱し、また、湧水 (Si) の周りでは、水没していなくてもシュートの基部が表層水と接触しただけで枯死した。以上のことから、オオミズゴケの成長にとって水文環境よりも pH の方が重要であり、表

表-4 冠水地 (平均水位: >0.1 cm)、湿潤地 (0.0~-7.4 cm) と乾地 (<-7.5 cm) での侵入種の出現頻度の違い

冠水地 (n=5)	出現頻度 (%)	乾地 (n=16)	出現頻度 (%)
ヘラオモダカ	80.0	セイヨウタンポポ*	80.0
エゾノサヤナグサ	60.0	イ	66.7
ガガバ	40.0	イヌビエ	66.7
コヌカグサ*	40.0	ナガバヤナギ	66.7
タマガヤツリ	40.0	イヌコリヤナギ	60.0
アゼナ	20.0	オオカナダオトギリ*	60.0
イ	20.0	シロツメクサ*	60.0
コホタルイ	20.0	ノゲシ	60.0
セリ	20.0	エゾミソハギ	53.3
ヒルムシロ	20.0	オオブキ	53.3
マツバ	20.0	タマガヤツリ	53.3
ミズハコベ	20.0	ヘラオオバコ*	53.3
ヤナギトラノオ	20.0	オオカワズスゲ	46.7
		クサイ	46.7
湿潤地 (n=18)	出現頻度 (%)	ヌカキビ*	46.7
タマガヤツリ	72.2	ヒメチチコグサ	46.7
ミズハコベ	61.1	エゾノカワヤナギ	40.0
イヌビエ	50.0	アキメヒシバ	33.3
ヌカキビ*	38.9	オオアワダチソウ*	33.3
ヘラオモダカ	33.3	クサヨシ	33.3
アゼナ	27.8	コヌカグサ*	33.3
スカシタゴボウ	27.8	ツメクサ	33.3
イ	22.2	カヤツリグサ	20.0
クサイ	22.2	イチゴツツギ属 sp.	20.0
ハリコウガイゼキショウ	22.2	ブタナ*	20.0
オオカワズスゲ	16.7	ホソバヌカデ	20.0
カワラスガ	16.7	アメリカセンダングサ*	13.3
クサヨシ	16.7	カモガヤ*	13.3
ホソバヌカデ	16.7	シラカバ	13.3
ミカヅキグサ	16.7	スカシタゴボウ	13.3
		セリ	13.3
		ハンノキ	13.3
		ヒメクグ	13.3
		ヒメムカシヨモギ*	13.3

*: 帰化種

表-5 現地播種と室内播種による発芽状況の比較

種名	現地での発芽 ポット率(%)	室内での発芽率(%)	
		室温	低温湿潤処理 +室温
アキノウナギツカミ (白花)	100	0	42
アブラガヤ	100	0	0
エゾアカバナ	100	4	92
コバノギボウシ	100	56	54
サワギキョウ	100	-	-
ツリガネニンジン	100	2	14
ハリコウガイゼキショウ	100	-	-
ミカヅキグサ	100	0	4
モウセンゴケ	90	0	6
アキノウナギツカミ (紅花)	80	0	10
コガネギク	80	12	14
ヤチヤナギ	80	0	2
エゾシロネ	70	0	10
クサレダマ	60	0	28
ツリフネソウ	60	0	0
ナガボノシロワレモコウ	60	38	66
ウメバチソウ	0	0	0
エノイヌゴマ	0	0	2
エゾカンゾウ	0	0	0
エゾリンドウ	0	0	22

層水と最も接触しにくい最乾地で旺盛に繁殖した可能性が高い。

オオミズゴケがもっとも繁茂する中性の最乾地では、地表面区と比較して、ヤシマツ上で、その成長が著しく抑制されていた。ミズゴケ属の植物は、他の植物より耐乾性が乏しく、ミズゴケ種間での耐乾性の違いが、生育地のハンモック-ホロウ間の水分傾度上の分布を決定する(Yabe & Uemura 2001¹⁰⁾)。ヤシマツ上では、典型的なハンモック種ではないオオミズゴケ(Daniels & Eddy 1990¹⁾)は、乾燥のためにその生育が抑制されたものと考えられる。

ミツガシワは、冠水条件と中性の水質で繁茂し、ヤシマツ上より、地表面区の方が生育は良好であった。この種は、地下水涵養性や降水涵養性という水質の違いと関係なく、湿原内の冠水した小池で優占する。このため、ミツガシワの生育にとって、冠水条件がより重要であると思われる、この結果、ヤシマツ上より水位の高い地表面で、より旺盛に繁茂した。

ヤチスゲとサギスゲは湿原内で広範囲な水位環境に出現し、浅い冠水地で優占する(Yabe & Onimaru 1997¹⁰⁾)。両種は人工湿地内でも冠水部を含め広範囲に生育し、このうちヤチスゲは最も生育が良好であった汀線際の非淡水部が生育適地である。ワタスゲ、モウセンゴケとミカヅキグサは冠水地では絶滅する。

以上のように植栽した7種のうち、サギスゲを除く6種は生育地が限定されている。今後の緑化に際しては、人工湿地のなかでそれぞれの種が要求する水位や水質環境に湿原種を導入することが重要である。

人工湿地では帰化植物、耕地雑草や木本の侵入は、ほとんど平均水位が-7.5 cm以下の乾地でしか起こらなかった。従って、地表面の起伏を水面から±5 cm程度の範囲に留めることができれば、これらの植物の侵入を抑制することができる。

草丈の低い湿原の草本が被陰圧をうけない状態を保つために、高茎のヤナギ属とクサヨシを除去した。また、生育が特に優勢だったセイヨウタンポポ、イヌビエとアメリカセンダングサを除草した。これらの除去作業は他の植物を攪乱しないように、草の勢いを抑制する程度にとどめ、できるだけ短時間でおこなっている。

ヨシ-スゲ群落に自生する7種の湿原種が、人工湿地に出現した。このうちヤナギトラノオとエゾミソハギは、周辺緑化用の個体から増えたものであり、ミカヅキグサは、導入個体の種子が発芽したものである。他の4種は、周囲から種子が供給されたものとみなされる。人工湿地の周りにはヨシ優占群落以外の湿原がなく、多くの湿原種の種子供給は閉ざされているため、近隣の湿原

から採取した種子で緑化をはかることは、特に重要なこととなる。播種試験では大半の植物が発芽したので、今後の播種による人工湿地緑化の可能性が示された。

人工湿地と隣接する池の水位は、流出口の堰の高さによって決められているので、平水時では安定していたが、下流にある三里川の氾濫によって、人工湿地は年に数回、短時間だけ水没した。スゲーミズゴケ群落の酸性度はpH5.5以下であり(Nakamura et al. 2002⁵⁾)、ECは6 mS/m以下(矢部他 2001⁹⁾)である。しかし人工湿地のpHは6以上であり、ECは14~28 mS/mである。湿地に供給される川水はCl⁻ (21 mg/L)、SO₄²⁻ (17 mg/L)、Na⁺ (16 mg/L)、Ca²⁺ (11 mg/L)の濃度が高く、また、沢水はCa²⁺ (5 mg/L)が川より少なかったが、他の塩類は川と同程度の濃度であった(矢部 2002⁸⁾)。従って、人工湿地の水文化学環境は明らかにスゲーミズゴケ群落の成立環境に適していない。

氾濫と塩類流入が防げないという現在の体制でも、ヨシ-スゲ群落であれば、その成立は可能である。人工湿地の火山礫層は、深根性のヨシの生育が抑制されることをねらって厚さ30 cmに制限されている。今後の緑化の目標は、上流部の高基なヨシ優占群落とは異なる、ヤチスゲ、サギスゲやミカヅキグサなどが優占する短茎の草原をつくることである。

謝辞

この研究は札幌市から受託を受けて、公園緑化協会の作業・管理上の支援を受けながら、市民グループの「平岡どんぐりの森」や「北海道モウセンゴケくらぶ」と協力して行っている。ここに記して謝意を述べる。

引用文献

- 1) Daniels, R. E., & Eddy, A. (1990): Handbook of European *Sphagnum*: Institute of Terrestrial Ecology, HMSO, London.
- 2) 波田善夫・西本孝・光本信治 (1995): 岡山県自然保護センター湿生植物園 1. 基盤地形の造成と植生移植の方法: 岡山県自然保護センター研究報告 (3), 41-56
- 3) Haraguchi, A. (1996): Effect of pH on photosynthesis of five *Sphagnum* species in mires in Ochishi, northern Japan: Wetlands 16, 10-14
- 4) 日置佳之・田中隆・塚本吉雄・田中真澄・裏戸秀幸・養父志乃夫 (1998): 湿地バイオトープ計画のための土地環境ポテンシャル評価手法に関する研究: ランドスケープ研究 61 (5), 523-528
- 5) Nakamura, T., Uemura, S. & Yabe, K. (2002): Hydrochemical regime of fen and bog in north Japanese mires as an influence on habitat and above-ground biomass of *Carex* species: Journal of Ecology 90, 1017-1023
- 6) Sjors, H. (1952): On the relation between vegetation and electrolytes in Swedish mire waters: Oikos 2, 241-258
- 7) 矢部和夫 (1993): 北海道の湿原「生態学からみた北海道 東正剛・阿部永・辻井達一編」: 北海道大学図書刊行会, 40-52
- 8) 矢部和夫 (2002): 平岡公園における湿地緑化に関する研究: 2001年度札幌市環境局緑化推進部業務委託
- 9) 矢部和夫・中村隆俊・河内邦夫 (2001): 冷温帯歌才湿原におけるイボミズゴケの生育する水文化学環境: ランドスケープ研究 64 (5), 549-552
- 10) Yabe, K. & Onimaru, K. (1997): Key variables controlling the vegetation of a cool-temperate mire in northern Japan: Journal of Vegetation Science 8, 29-36
- 11) Yabe, K. & Uemura, S. (2001): Variation in size and shape of *Sphagnum* hummocks in relation to climatic conditions in Hokkaido Island, northern Japan: Canadian Journal of Botany 79, 1318-1326.