



表-1 泥炭湿原の種類と特徴

湿原	主な優占植物	基盤となる泥炭
フェン(≒低層湿原)	ヨシ、スゲ	低位泥炭
中間湿原	ワタスゲ、ヌマガヤ	中間泥炭
ボッグ(≒高層湿原)	ミズゴケ	高位泥炭

層を形成しながら発達したものである。

泥炭層は、その層が形成された時代の周囲地盤との位置関係によって高位泥炭、中間泥炭、低位泥炭の大きく3つに分類される(表-1)。高位泥炭は周辺の地形より比高が高いところに形成されるため、雨水が水分の供給源となり、独特な植生景観の高層湿原(ボッグ)を作り出す(図-3)。雨水は空気中の二酸化炭素が溶け込むことから弱酸性であり、雨水涵養性である高位泥炭地は酸性に傾く。

また、高位泥炭を基盤として生育するミズゴケ属(図-4)の細胞は水素イオンを放出する作用がある。

こうした相乗効果で酸性に保たれた土壌では微生物が生息しにくいために分解されにくくなり、高層湿原の湿生植物に適した物理環境が保持されると共に、ヤナギ類や外来種にとっては生息しにくい環境となる。

石狩川下流幌向地区(夕張川右岸KP5.5付近)は泥炭採取後7年が経過しているが、高位泥炭が残っている部分ではpH4.0~5.0という酸性を示す地点もある。ここには毎年ヤナギ類の種子が飛来しても発芽しないため、樹木や外来種が生えていない状態が持続している(図-5)。

しかし、高位泥炭地であっても排水が促進された箇所では、表層地下水位の低下によって泥炭層の乾燥・分解が進行し、ヤナギ類やオオアワダチソウ等の外来草本植物の侵入・定着が生じている(図-6)。泥炭は一旦分解してしまると物性が変化し、保水力が弱まってしまう。

## (2) 泥炭を用いた高水敷樹林化抑制対策に必要な条件

「石狩川下流幌向地区自然再生」の取り組みにおいて高層湿原再生の目標としている環境条件(図-7)を手本とし、高水敷で泥炭を用いた樹林化抑制対策を行う場合に必要となる条件を整理した。

### a) 表層地下水位の維持と遮水

本来、高層湿原は周囲よりも高い位置に形成されるが、高水敷は堤防よりも低い位置にあるために堤防側から栄養塩を含んだ表層水や地下水が流れ込む。また、築堤等の構造物によって湿潤な土壌は不安定で好ましくない。このため、泥炭層の下方と横方向にあらかじめ粘性土を敷設し、湿潤に保ちたい(樹林化を抑制したい)部分と周辺地盤とを縁切りする必要がある。

### b) pH、電気伝導度

高層湿原植生を再生するために目標とする環境条件として、泥炭層内のpH(水素イオン濃度指数)は5以下、電気伝導度(EC)は0.1mS/cm以下としている。『北海道



図-3 低層湿原(フェン)と高層湿原(ボッグ)の景観<sup>2)</sup>



イボミズゴケ ムラサキミズゴケ ウロコミズゴケ

図-4 高層湿原(ボッグ)の基盤を形成するミズゴケ属



図-5 湿潤状態が維持されている高位泥炭地の様子(平成27年5月、泥炭採取後7年目)



図-6 乾燥化した高位泥炭地に侵入したヤナギ(平成27年6月、泥炭採取後7年目)

### 高層湿原植生の再生目標となる環境条件

- 表層地下水位の年変動幅: 0.3m 以内
- 水素イオン濃度指数(pH): 5 以下
- 電気伝導度(EC): 0.1mS/cm 以下

図-7 高層湿原の再生目標となる環境条件<sup>3)</sup>

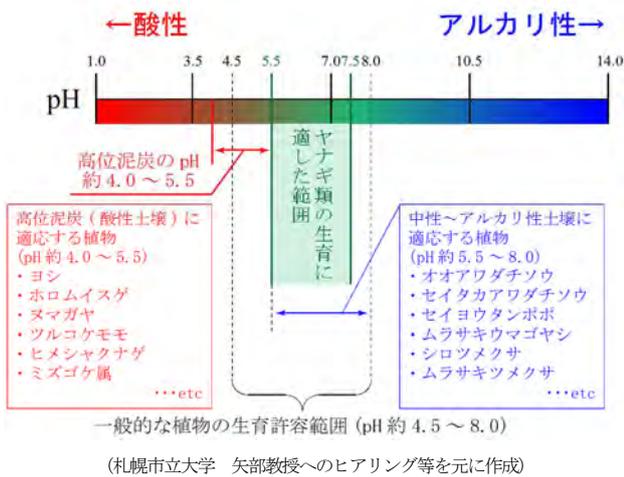


図-8 土壌の水素イオン濃度指数 (pH) と生育植物

におけるヤナギ栽培マニュアル』<sup>4)</sup>によると、ヤナギ類の生育環境として望ましい土壌 pH は 5.5~7.5 の範囲とされていることから、高層湿原環境に近づけることでヤナギの生育に適さない環境になることがわかる (図-8)。

### c) 電気伝導度

土壌の電気伝導度は肥料等の栄養塩類の濃度の指標とされている。0.1mS/cm以下となる環境条件下では、一般的な植物の生育に必要な養分が不足するとされており、外来種の侵入抑制も期待できる。

## 3. ヤナギ種子発芽抑制試験

### (1) 試験の概要

湿潤に保たれている高位泥炭地ではヤナギ類の種子が着床しても生育しないことを確認するため、同一の降雨・日照条件下で高位泥炭と粘性土の試験区にヤナギ種子を播種し、発芽状況を観察する試験を行った。

試験地は夕張川 KP6.0 右岸高水敷の高位泥炭採取跡地とし、5月下旬、0.3m×0.3mの方形区を表-2に示す3通りの土質とビニールシートによる遮水あり・無しの2パターンで計6ケース設定し、さらに誤差を少なくするため各3組設置した (図-9)。各土質については層厚約0.2mで置き換えた。置き換えに使用する土は江別太遊水地掘削で発生したものを使用し、高位泥炭、高位泥炭と粘性土の混合土壌、および粘性土の3種類とした。

各試験区に夕張川流域においてあらかじめ採取しておいたヤナギ類の種子を定量ずつ播種し (図-10)、灌水した後は自然状態の降雨に任せた。6~10月までをモニタリング期間とし、月1回、定期的な発芽及び実生の生存、生長状況等の確認、計測を実施した。

### (2) 試験結果

図-11 に試験開始後の経過を示す。写真からも明らかであるが、粘性土の割合が高いほどヤナギの生存、生育がよく、高位泥炭ではヤナギの生存は観られなかった。

表-2 ヤナギ種子発芽抑制試験のパターン

排水条件	土壌条件	泥炭	泥炭+粘性土混合	粘性土
ビニールシート敷設		3 反復	3 反復	3 反復
ビニールシート無し		3 反復	3 反復	3 反復

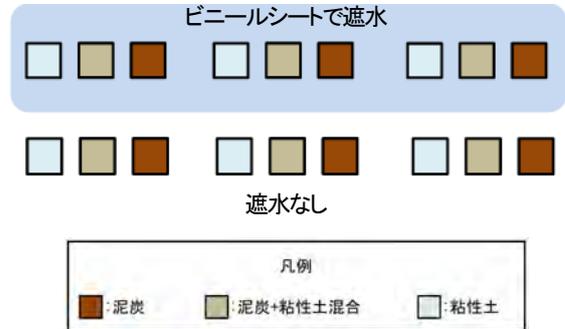


図-9 ヤナギ種子発芽抑制試験配置図



図-10 ヤナギ種子の播種直後の状況

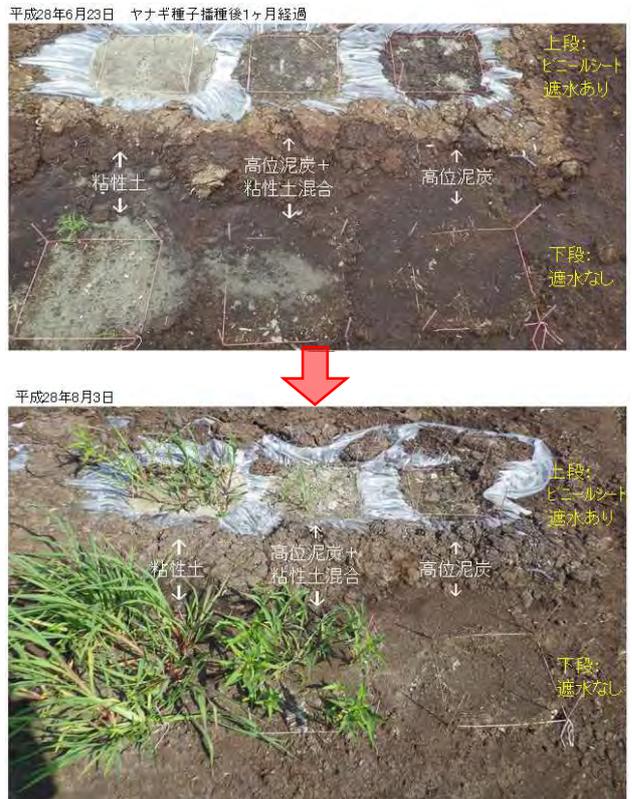


図-11 ヤナギ種子発芽抑制試験の経過

また、粘性土の混じる箇所ではヤナギのほか外来草種の定着も確認した。本試験結果より、同一の降雨・日照条件にあっても高位泥炭はヤナギの発芽抑制に有効であることがわかった。

#### 4. 泥炭を用いた高水敷樹林化抑制試験

##### (1) 試験の概要

平成28年10月、夕張川右岸高水敷KP5.0付近に泥炭を用いた高水敷樹林化抑制試験地を造成した(図-12、図-13)。

試験に使用する泥炭は、千歳川右岸に整備中の江別太遊水地で発生する掘削残土を使用した(図-14)。

試験地は平成21年まで泥炭採取に使用されていた場所であり、現在の表層部分は粘性土混じり泥炭または高位泥炭である。

また、高水敷の一部を湿潤な状態に保つこととなるため、堤防からは十分に離れた位置とした。

##### (2) 比較条件の設定

試験地の基盤として使用する泥炭は、前述のヤナギ種子発芽抑制試験結果のとおり、pHや電気伝導度の条件を考慮すると高位泥炭が望ましい。しかし、現在も掘削工事が進む江別太遊水地において、高位泥炭層だけを選択して掘削することは施工性の面から難しい。

また、カナダにおける湿原再生の事例によれば、低位～中間泥炭であっても雨水涵養と地下水位条件を整えることで高層湿原の環境へ近づけることができる<sup>5)</sup>。高位泥炭だけではなく、有機質土混じり泥炭でも樹林化抑制が可能となれば、掘削残土の利活用の幅も大いに広がる。よって、試験では有機質土混じり泥炭を基盤として敷き均すこととした。

表-3に試験のパターン一覧を示す。「A：遮水対策を実施するケース」と「B：遮水対策を実施しないケース」の大きく2つに区分しており、初期条件と泥炭の敷き均し厚等の条件を変えた25m×25mの方形区を計8区画



図-12 泥炭による高水敷樹林化抑制試験箇所位置図

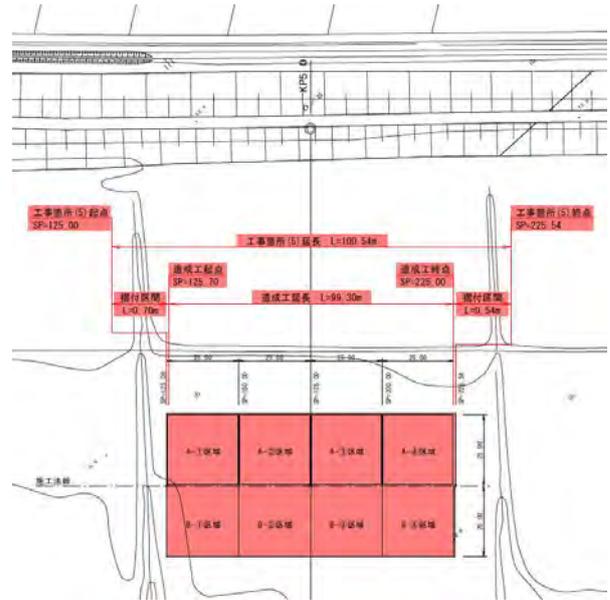


図-13 試験地平面図(夕張川右岸 KP5.0 付近)



図-14 江別太遊水地内の掘削で発生した泥炭

表-3 泥炭による樹林化抑制試験のパターン

I: 遮水対策を実施するケース					II: 遮水対策を実施しないケース				
ケース	A-①	A-②	A-③	A-④	ケース	B-①	B-②	B-③	B-④
遮水条件	遮水層・遮水壁設置	遮水層・遮水壁設置	遮水壁設置	遮水壁設置	遮水条件	放置	放置	放置	放置
初期条件	裸地	裸地	ヤナギ繁茂箇所	ヤナギ繁茂箇所	初期条件 <td>裸地</td> <td>裸地</td> <td>ヤナギ繁茂箇所</td> <td>ヤナギ繁茂箇所</td>	裸地	裸地	ヤナギ繁茂箇所	ヤナギ繁茂箇所
表土処理	掘削(70cm) 遮水壁(粘性土)設置 遮水層(粘性土)設置	掘削(50cm) 遮水壁(粘性土)設置 遮水層(粘性土)設置	ヤナギ伐倒(除根あり) すき取りあり 遮水壁(粘性土)設置	ヤナギ伐倒(除根せず) すき取りなし 遮水壁(粘性土)設置	表土処理 <td>掘削(50cm)</td> <td>掘削(20cm)</td> <td>ヤナギ伐倒(除根あり) 掘削(30cm)</td> <td>ヤナギ伐倒(除根せず) すき取りなし</td>	掘削(50cm)	掘削(20cm)	ヤナギ伐倒(除根あり) 掘削(30cm)	ヤナギ伐倒(除根せず) すき取りなし
泥炭敷設量	泥炭敷設 敷設面積: 560m <sup>2</sup> 敷設量: 230m <sup>3</sup> 平均厚: 40cm	泥炭敷設 敷設面積: 560m <sup>2</sup> 敷設量: 120m <sup>3</sup> 平均厚: 20cm	泥炭敷設 敷設面積: 570m <sup>2</sup> 敷設量: 175m <sup>3</sup> 平均厚: 30cm	泥炭敷設 敷設面積: 600m <sup>2</sup> 敷設量: 175m <sup>3</sup> 平均厚: 30cm	泥炭敷設量	泥炭敷設 敷設面積: 570m <sup>2</sup> 敷設量: 240m <sup>3</sup> 平均厚: 40cm	泥炭敷設 敷設面積: 570m <sup>2</sup> 敷設量: 120m <sup>3</sup> 平均厚: 20cm	泥炭敷設 敷設面積: 583m <sup>2</sup> 敷設量: 180m <sup>3</sup> 平均厚: 30cm	泥炭敷設 敷設面積: 612m <sup>2</sup> 敷設量: 185m <sup>3</sup> 平均厚: 30cm

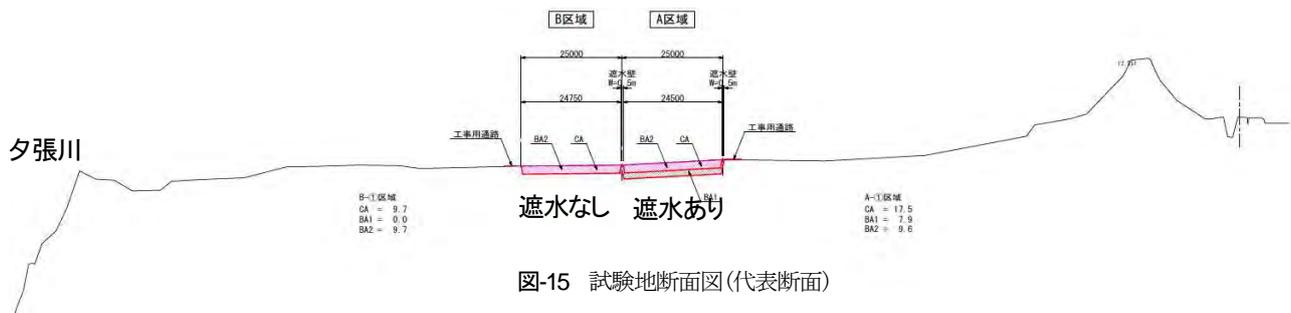


図-15 試験地断面図(代表断面)

設定した。

もともと裸地の状態の箇所については、敷均し厚と遮水条件を変えた場合について比較する（各ケース①、②）。また、既にヤナギ等が生育している区画についてはすき取りを行い、除根したケースと除根しないケースについて、それぞれ遮水条件を変えて比較する（ケース③、④）。遮水には江別太遊水地で発生した難透水性の粘性土を使用し、各試験区を仕切る畦としても使用することとした。

図-15は代表断面の横断面図である。高水敷上の地下水の流れは堤防から川側へ流れていると推定されるため、堤防に近い方を遮水あり、夕張川に近い方を遮水なしの区画とした。



図-16 試験地造成状況（遮水用の粘性土敷設）

### (3) 試験地の造成

図-16は「A：遮水対策を実施するケース」遮水用の粘性土を敷設している状況である。各試験区を区切る畦と一体で施工し、畦の上部は通路として確保するため、仕上げの段階で防草シートを敷設した。

図-17はヤナギを抜開後、除根しないケース（A-④）の区画で、抜開後（泥炭を敷き均す前）の状況である。A-④、B-□についてはすき取りを行わないので、地山が不陸な状態のまま泥炭の敷き均し厚を平均30cmと設定して造成した。



図-17 試験地造成状況（ヤナギ抜開、除根なし）

### (4) モニタリング計画

図-18は試験地造成完了後の全景である。試験地に隣接するヤナギ林からヤナギ種子が飛散することを見込んでいる。試験地は基盤に有機質土混じり泥炭を使用しているため、当初はヤナギが発芽することを想定しているが、平成29年度以降は発芽状況や表層地下水の水位、pH、電気伝導度の変化等についてモニタリングを実施し、施工方法の有効性や発芽抑制状況を検証していく予定である。

また、抜開前のヤナギの位置についてはGPSで把握しているため、モニタリング中にヤナギ等の樹木が生えてきた場合、抜開前のヤナギ類の位置と比較し、除根の有無や遮水の有無について効果を検証する。



図-18 試験地造成完了

## 5. まとめ

泥炭は、軟弱地盤として築堤等の治水工事や農地開発を進める上での長年の課題であったが、かつての石狩平野に広がっていた湿原環境が現在の治水上の課題の解決策となる可能性がある。

泥炭の化学的特性を活用した樹林化抑制試験は札幌開発建設部としては前例のない実験的な試みであるが、高水敷における樹林化抑制技術として期待できると共に、江別太遊水地から発生する掘削残土の活用方法の一つとして期待している。

平成28年度に行ったヤナギ種子発芽抑制試験では、同一の降雨・日照条件において高位泥炭が他の土質よりもヤナギ発芽抑制に有効であることを確認することができた。また、夕張川高水敷に樹林化抑制試験地を造成することができた。

平成29年度以降は、樹林化抑制試験地のモニタリングを行い、施工方法の有効性や発芽抑制状況を検証していく予定である。

**謝辞：**本稿の作成にあたり、写真やデータを提供して頂いた(株)エコテック坂元 直人氏、新庄 久尚氏、(株)西江建設の青木 功氏に心から感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 国土庁土地分類図（土壌図）昭和 47～50 年調査をもとに作成
- 2) 石狩川下流幌向地区自然再生ワークショップ：幌向地区自然再生実施計画書、平成 26 年 3 月
- 3) 坂元直人、渡辺雅裕、新庄久尚、笹森健太、矢部和夫（2014）：石狩川下流泥炭採取跡地における湿原植生再生モニタリング、日本湿地学会 2014 年度大会ポスター講演
- 4) 国土交通省 北海道開発局：北海道におけるヤナギ栽培マニュアル、平成 22 年度版
- 5) Line Rochefort（2015）：The Peatland Ecology Research Group (PERG) Full professor, Researcher、ヒアリングによる