

3. 広里地区

3-1 広里地区自然再生事業について

目 標： 農地跡地 1960年代後半（＝広里地区の農地造成前）の姿に再生する。
ハンノキ林 調査結果を踏まえ、検討する。

3-2 モニタリング調査結果について

3-2-1 広里地区概要図（図1）



3-2-2 地盤掘り下げ試験

1) 16年度結果概要

- ・平成15年度では各掘り下げ区での平均水位は標準区と同等となったが、平成16年度は掘り下げ試験区では標準区に比べやや低い値を示す傾向が認められた。
- ・平成16年度の降水量の減少が、上述の水位低下に強く作用したと考えられる。
- ・各掘り下げ区での水位変動は大きな値をとった。これは平成15年度と同様の傾向である。
- ・平成16年度の降水量の減少が、上述の水位低下に強く作用したと考えられる。
- ・各掘り下げ区における土壌水 Ca^{2+} , NH_4^+ , TDN 濃度がリファレンスや無処理区よりかなり高い値となった。これは平成15年度と同様の傾向である。
- ・ヨシ播種区ではヨシの拡大・生長が認められた。
- ・出現種数・植被率も平成15年度に比べ増加した。
- ・掘り下げ区と標準区の植生には、依然として大きな相違が認められた。

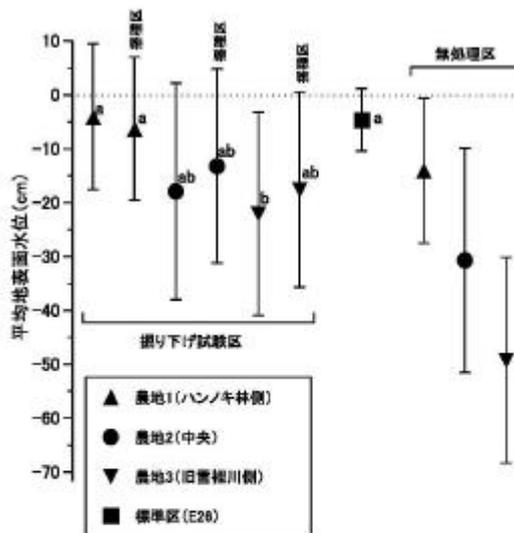


図1. 地盤掘り下げ試験による2004年度平均地表面水位の変化

(図中の値は6月から11月までの平均値±標準偏差を表す。各掘り下げ試験区と標準区(E17,E20,E23,E28,E29)の計7地区の平均地表面水位に対し、Repeated-Measures ANOVAを行ったところF=6.177,P<0.0001となり有意な差が認められた。図中の異なるアルファベットは、Scheffe's multiple-comparison testによりそれら7地区の平均地表面水位にp<0.05の有意な差が認められたことを示す。)

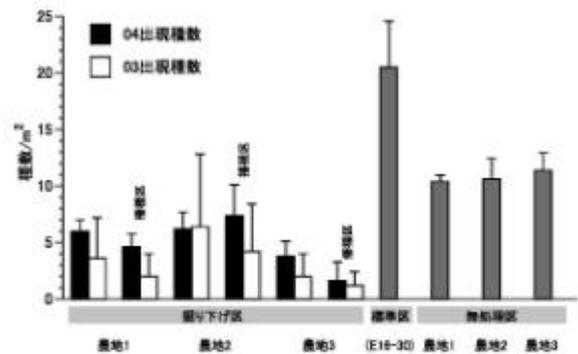


図3. 2004年度と2003年度の掘り下げ試験区及び標準区・無処理区における調査コードラート内の出現種数

(標準区及び無処理区については2001年度のデータを使用)

2) モニタリングにおける注目点

- ・ 水位変動の違いが今後の植生再生にどの程度影響するのか。水位変動を無視して植生再生は可能か、無視できないのならばどのような制御がどの程度必要となるのか。
- ・ 土壌水の Ca^{2+} , NH_4^+ と TDN 濃度についても上述の点に注目。
- ・ ヨシ播種による植生再生効果の経過観察。
- ・ 掘り下げによる植生再生にはおおよそどの程度の時間が必要なのか。
- ・ エゾシカによる踏圧攪乱が植生の再生に今後どのように影響するのか。

3) 平成17年度モニタリング項目

- ・ 植生調査 (7-8月: 1回、45地点)
- ・ 水位観測 (6-11月: 毎月1回、60地点)
- ・ 連続水位観測 (6-11月、12地点)
- ・ 土壌水質調査 (7月、13項目、48地点)
- ・ 連続地温観測 (6-11月、9地点)
- ・ 連続気温観測 (6-11月、1地点)

3-2-3 ハンノキ伐採試験

(1) 植生

1) 16年度結果概要

- ・ 低木林において、伐採処理による下層植生の種数増加が認められた。(図7)
- ・ 高木林において、伐採処理によるムジナスゲ現存量の増加とヨシ現存量の低下が認められた。(図8、9)
- ・ 植生・水位・水質間の対応関係に大きな変化は見られなかった。

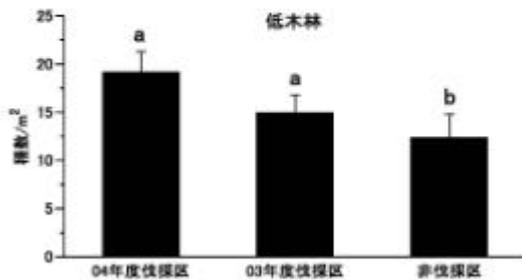
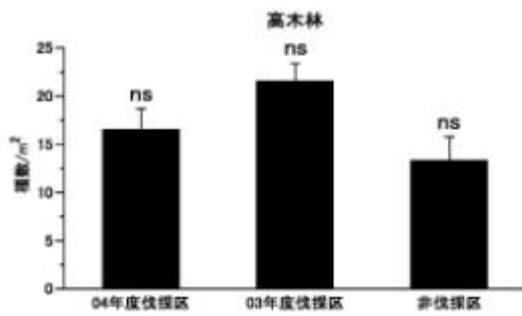


図7. ハンノキ林伐採試験区および非伐採区の調査コドラートにおける出現種数
(表中の異なるアルファベットは、Scheffé's multiple-comparison testにより各平均値に $p < 0.05$ の有意な差が認められたことを示す)

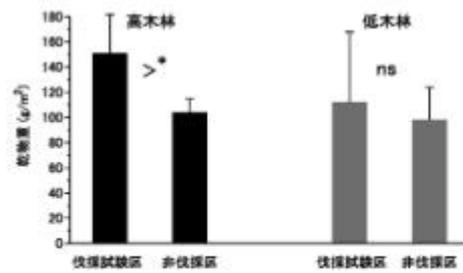


図8. ハンノキ伐採試験区と非伐採区におけるムジナスゲ秋期地上部の乾物重量

* $p < 0.05$ by t-test

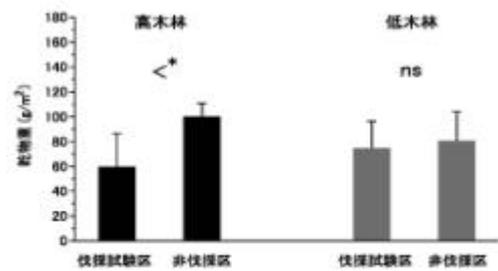


図9. ハンノキ伐採試験区と非伐採区におけるヨシ刈り取り秋期地上部の乾物重量

* $p < 0.05$ by t-test

2) モニタリングにおける注目点

伐採を行った初年度では下層植生に大きな変化が見られなかったが、伐採後2年目にあたる昨年度の調査では、下層植生の種数や現存量に変化が生じており、今後もさらに伐採の影響が現れることが予想される。従って、下層植生の変化について、さらに数年間にわたり追跡することで伐採による影響を評価する必要がある。

3) 平成17年度モニタリング項目

- ・ 植生調査 (7-8月: 1回、10地点)
- ・ ムジナスゲ、ヨシ刈り取り (11月: 1回、20地点)

(2) 土壌水質調査

1) 16年度結果概要

ハンノキ伐採により、植生や微気象には著しい変化が認められたが、土壌水質では僅かに変化が認められただけで、それほど大きな変化は見られなかった。(表1)

2) モニタリングにおける注目点

土壌水質の変化はハンノキからヨシ等の草本植生が繁茂するという植生の変化と関連が強い可能性がある。このようなことから、ハンノキ伐採に伴う湿原環境の変化を適正に評価するために、今後の植生変化と並行して土壌水質を調査する必要がある。

3) 平成17年度モニタリング項目

試験地：ハンノキ高木林，低木林ともに，伐採区，非伐採区の4プロット

土壌水の採取：1回につき上記の各プロット5ヶ所。計20点

採取回数：7月と11月の2回

年間採取点数：40点

測定項目：pH，EC，TN， NH_4^+ ， NO_3^- ，TP， PO_4^{3-} ， K^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Na^+ ， Cl^- ， SO_4^{2-}

その他必要な調査：地下水位（4プロット）と降水量の自記観測

萌芽の刈り取り（6～8月の1回）

表1. ハンノキ伐採試験区における土壌水質の季節変化
(分散分析とSheffe's test, $p < 0.05$).

	EC	pH	TN	TP	NO_3^- -N	NH_4^+ -N	org-N	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}
高木林非伐採区													
2003年6月			bc	ab				bc					
2003年8月			c	b				c					
2003年11月			abc	ab				abc					
2004年7月			ab	ab				ab					
2004年11月			a	a				a					
高木林伐採区													
2003年6月		a	ab		a			ab		a			
2003年8月		ab	b		a			b		bc			
2003年11月		ab	ab		a			ab		ab			
2004年7月		c	ab		ab			ab		bc			
2004年11月		bc	a		b			a		c			
低木林非伐採区													
2003年6月			ab					a		a			
2003年8月			b					c		ab			
2003年11月			ab					abc		ab			
2004年7月			ab					ab		b			
2004年11月			a					ab		ab			
低木林伐採区													
2003年6月	a		ab					bc	a	a	ab	ab	c
2003年8月	a		b					c	ab	ab	a	a	ab
2003年11月	a		ab					bc	ab	ab	ab	ab	a
2004年7月	b		ab					ab	b	b	b	b	bc
2004年11月	ab		a					a	ab	ab	ab	ab	bc

3-2-4 微気象観測

ハンモックの結果のみで、蒸発散量ならびに地中温度の視点から低木林、高木林の伐採区、非伐採区を位置づけし、伐採の影響を考察すると、

- ・高木林では伐採により地中温度が低下し、蒸発散量が増加する。
- ・低木林では伐採により地中温度が増加し、蒸発散量が低下する。
- ・つまり高木林では伐採により乾燥し、逆に低木林ではハンノキの蒸発散によって乾燥する（図15）。
- ・地中温度に関しては、伐採によって日射が地表面に到達しやすくなり、地中温度が上昇すると考えていたが、そうした傾向は低木林で見られたものの高木林では検出されなかった。
- ・低木林と高木林では全く異なる傾向を示した。

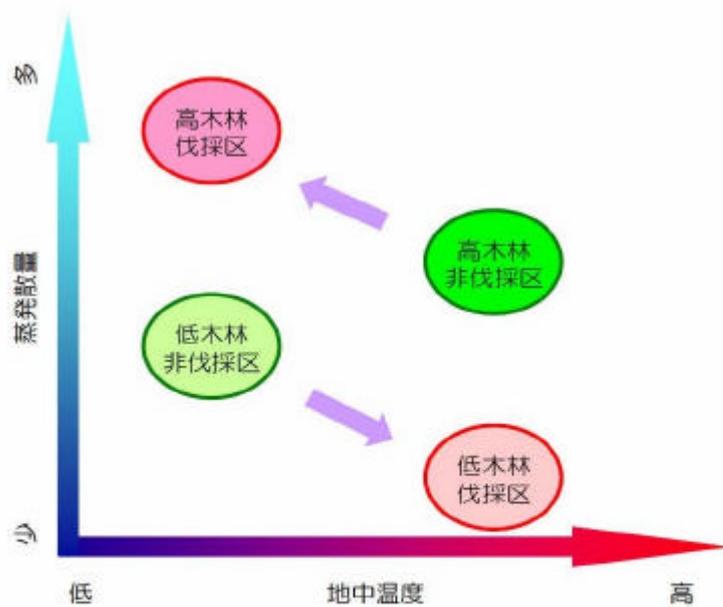


図-15. 結果のまとめ(ハンモックのケース). 各試験区の蒸発散量の相対については, 地下水位および土壌の体積含水率から推測.

1) モニタリングにおける注目点

ハンノキ非伐採区と伐採区における基礎的な微気象観測を実施し, 主に地温プロファイル, 蒸発散量に着目して, ハンノキ伐採が地表面熱収支・蒸発散に及ぼす影響を, モニタリングする。

2) 平成17年度モニタリング項目

- 地下水位 (5月- 各区1地点)
- 降雨 (5月- 代表地点1地点)
- 地温 (5月- 各区1地点, 4深度, 各区のハンモック・ホローの2地点)
- 正味放射量 (5月- 低木林伐採区, 非伐採区の2地点)
- 気温・相対湿度 (5月- 各区1地点)
- 蒸発散量 (5月- 各区1地点)
- 蒸発散量 (5月- 低木林非伐採区1地点)
- 風向風速 (5月- 低木林非伐採区1地点)
- 土壌水分 (5月- 各区1地点, 4深度)

3-2-5 既設ライン調査

1) モニタリングにおける注目点

- ・地盤掘り下げ区試験区との比較のため、標準区5地点のモニタリングを継続する必要がある。
- ・広里地区全体のモニタリングとして、Bライン及びEラインの6地点について継続する必要がある。

<平成17年度モニタリング項目>

- ・水位観測 (6-11月: 毎月1回、4地点)
- ・連続水位観測 (6-11月、7地点)

- ・土壌水質調査（7月、13項目、4地点）
- ・地温観測（6-11月、7地点）

3-3 その他調査

3-3-1 プラントオパール分析

土壌中に集積したイネ科植物のプラントオパール（植物珪酸体）を分析、解析した。標準区周辺（Eライン上）における湿生植物群落の変遷をプラントオパール定量分析から整理した。

1) 結果概要

- ・現在、ハンノキ-ムジナスゲ群落が成立している立地において、約50年前までは、ムジナスゲ-ヨシ群落と同程度のヨシが繁茂していたと考えられる。
- ・現在、ムジナスゲ-ヤチヤナギ群落が成立している立地では、約50年前までは、ムジナスゲ-ヨシ群落よりもヨシが繁茂していたと考えられる。
- ・現在、ムジナスゲ-ヨシ群落（標準区）が成立している立地では、約50年前とヨシの絶対量は変わっていないと考えられた。
- ・現在、イワノガリヤス群落およびイワノガリヤス-イヌスギナ群落が成立している立地では、約50年前もヨシがほとんど生育していなかったと考えられる。
- ・今回、湿生植物のうちムジナスゲ、ハンノキおよびヨシの植物ケイ酸体に着目して検討を進めたが、ムジナスゲについては検出できず、またハンノキについては根茎のみの検出だった。よって植物ケイ酸体分析のムジナスゲおよびハンノキへの応用は難しい。ハンノキについて植物ケイ酸体分析の応用が難しいと判断した理由として、根茎は泥炭の不覚まで伸長するため、根茎由来のケイ酸体では、いつの時期（時代）に成立したか判断できないことがあげられる。
- ・今回、多くの植物ケイ酸体が検出されたが、攪乱をうけた立地では年代が推定できないことから農地跡地への応用は難しい。

3-3-2 ハンノキ調査

広里地区のハンノキ及びハンノキ林に関する情報を取得した。

- (A) 既存資料を活用してハンノキ林の過去と現在の状態を比較
- (B) 現状と植物体に残る生長の履歴（年輪など）から変化をみる
- (C) ハンノキ林が急速に拡大したとわかっている場所の植生構造や立地条件を調べる
- (D) 次世代を担う幼個体が分布する場所の植生構造や立地条件及び侵入経路を調べる

3-3-3 旧雪裡川生物調査

広里地区では旧農地区域周辺の水位上昇が湿地植生の再生に有効とされており、水位上昇の一手段として旧雪裡川の堰止めが検討されている。本調査は、堰止めによる水生生物への影響を評価・検討するための基礎資料を得ることを目的とした。

(1) 結果概要

1) 動植物の分布

- ・平成 15 年秋、平成 16 年春に行った調査の結果、魚類 16 種、底生動物 48 種、植物 40 種の生息・生育が確認された。
- ・着目すべき動植物としては、魚類ではイシカリワカサギ、マルタ、エゾウグイ、ヤチウグイ、イトヨ(日本海型)、エゾトミヨなど 6 種、植物ではエゾノミズタデ、ノダイオウ、フタマタイチゲ、ネムロコウホネ、マツモ、ホザキシモツケ、ゴキヅル、エゾナミキノウ、タヌキモ、イヌイトモ、リュウノヒゲモ、イトモ、ヒンジモ、ミクリ、エゾミクリなど 13 種、底生動物ではマルタニシ、モノアラガイ、ミズグモ、オオコオイムシなど 4 種が認められた。

2) 物理化学環境

- ・潮汐流による水位の変化は、下流から上流に向けて小さくなる。
- ・EC は下流から上流にむけて低くなる傾向にある。この EC 濃度の変化は塩分濃度の変化によるものと考えられる。

表 3-3-1 A-F 区間における水質・底質の現状

地点	新雪裡橋からの距離(m)	低水位 (cm)	高水位 (cm)	流速 (m/s)	DO (mg/l)	EC (mS/m)	全リン (mg/l)	全窒素 (mg/l)	底質
A	3900	158	0.002	1.23	1.23	19.6	0.009	0.50	厚い
B	3300	129	0.005	2.46	2.46	21.0	0.013	0.43	
C	2600	160	0.024	4.24	4.24	33.5	0.026	0.62	
D	1900	131	0.063	4.24	4.24	33.0	0.043	0.70	
E	1100	165	0.166	5.70	5.70	41.8	0.049	1.20	
F	200	159	0.101	5.13	5.13	100.7	0.054	0.80	

DO、EC、流速、底質状況は魚類調査時に記録したもので、値は地点毎の平均値である。

注：

水位、全リン、全窒素は「平成 15 年度 自然再生事業広里地区自然環境調査(その 3)業務報告書」より

3-4 湿原区域新設調査ライン（Gライン）における植生と環境の対応関係

広里地区湿原区域に新設されたGラインにおける植生と水文学環境の現況を把握し、ハンノキ林をはじめとする湿原区域内の植生分布特性を整理することで、ハンノキ林増加原因の究明へ向けた基礎的知見を得ることを目的とした。

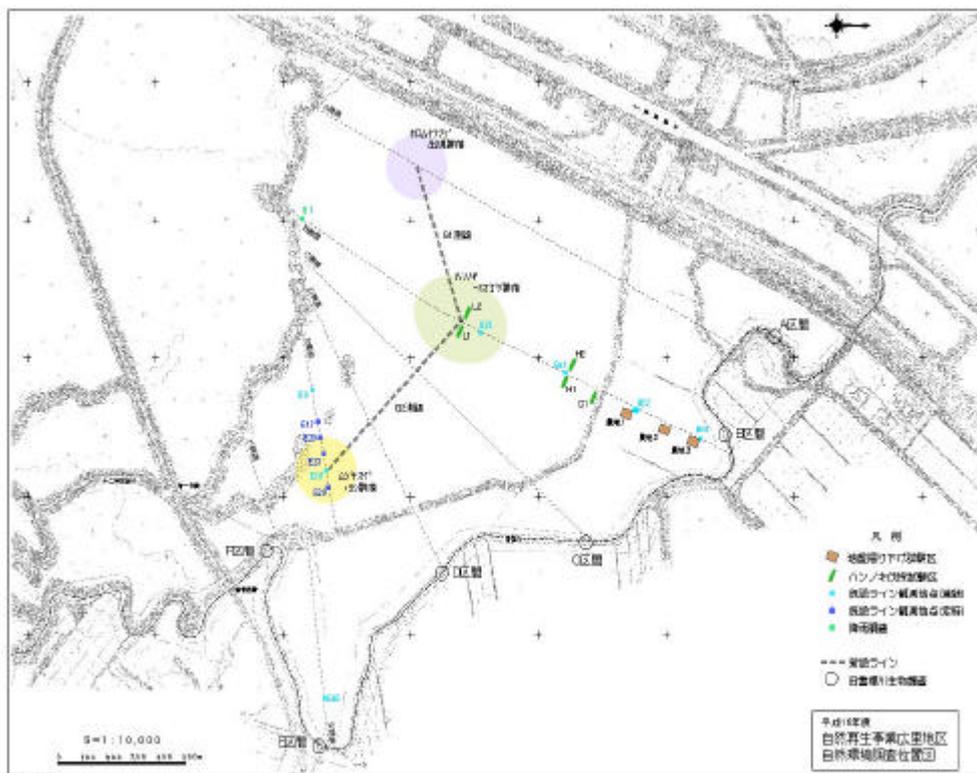


図7

< Gライン追加の背景 >

広里地区のハンノキ林では大きな増水が無く冠水期間が短いという特徴が明らかにされている。このことから、ハンノキ林の増加原因を考察する上で、湿原区域内での水位環境変化がその一つの可能性として示唆された。しかし、実際に計測された水位は、一般の健全な草本優占型湿原で普通に認められる水位とほぼ同じレンジに収まっているとも考えられ、ハンノキ急増原因を特定するにはさらに多様な植生・環境データの蓄積が必要であると結論された。

そこで、広里地区の湿原区域内に分布する未調査の植生タイプを含め、なおかつハンノキ群落から湿原性草本群落へ自然に移行する部分を捉えた調査ラインを新たに設定し、環境特性から見たハンノキ林分布の特徴をよりの確に表現することを試みた。

3-4-1 植生

Gライン上の48調査定点は、ホロムイツツジを含む1つの植生タイプと、ホロムイツツジを含まない3つの植生タイプに大きく二分された。後者の3つの植生タイプは、ハンノキを有する2つの植生タイプと、草本植物が優占する1つの植生タイプに分けられた。

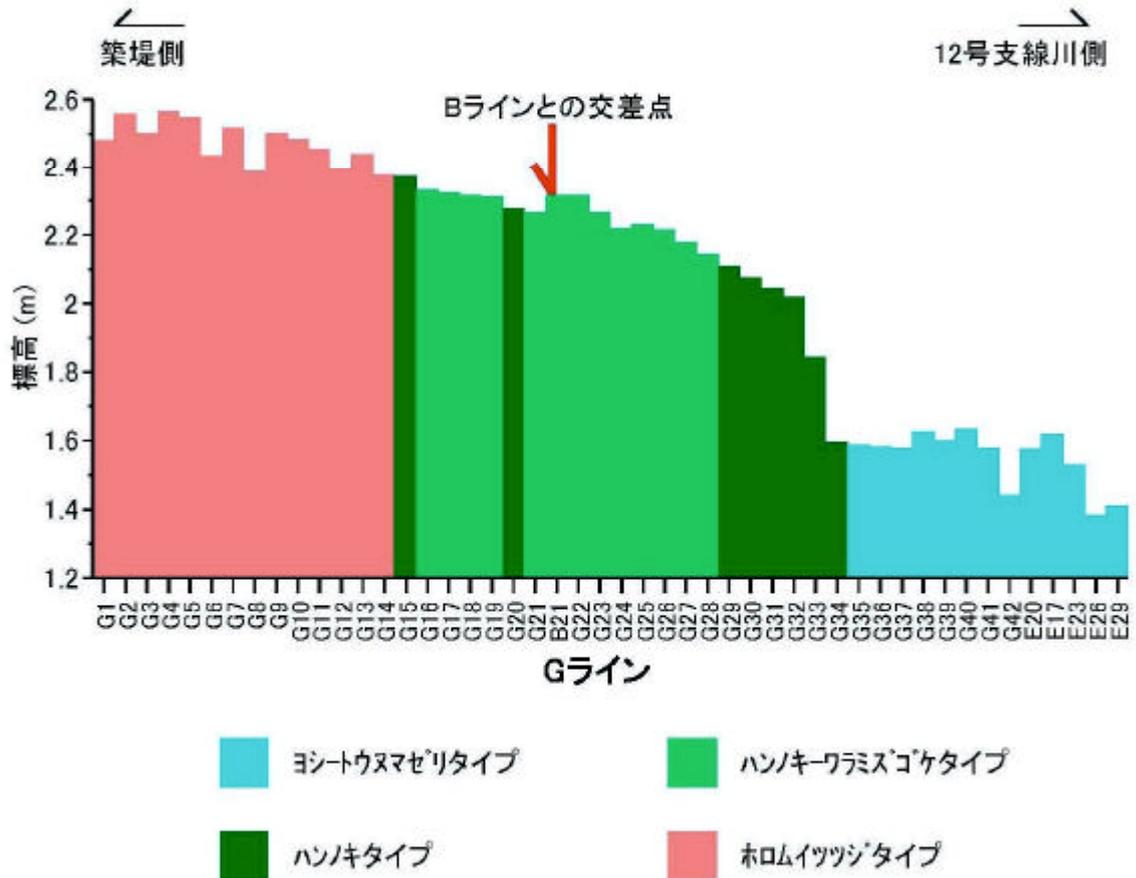


図2. Gライン上に分布する植生タイプと各プロットの標高

3-4-2 植生と環境要因の対応 1 (CCA)

調査ライン上で得られた植生データと環境要因データとの対応関係を評価するために、各調査地点の植生・環境データを用いて CCA を行った。(図 3)。

低塩類濃度・低い地表面水位環境ではホロムイツツジタイプが分布し、ヨシ-トウヌマゼリタイプ・ハンノキタイプ・ハンノキ-ワラミスゴケタイプは塩類濃度・地表面水位の高い環境に分布することが、G ライン上での最も主要な傾向として特徴づけられた。そして、窒素養分に富む環境ではハンノキタイプ・ハンノキ-ワラミスゴケタイプが分布し、それらの植生タイプと比べ相対的に窒素養分に乏しい環境では、ヨシ-トウヌマゼリタイプが分布する傾向にあることが二番目の大きな特徴として示された。

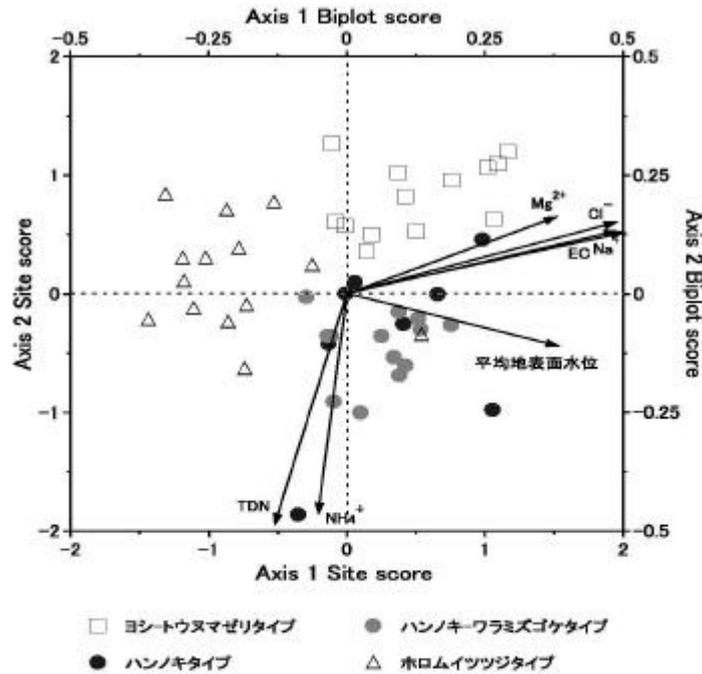


図3. Gライン上の調査プロットより得られたデータを用いたCCA展開図

(図中の各環境ベクトルはbiplot scoreの絶対値が0.35以上を示したのものについてのみ表示した。Axis1は全分散の13.7%、Axis2は11.7%を説明し、モンテカルロテストにおいてそれぞれ $p < 0.05$ を示した。TDN: 全窒素濃度)

3-4-3 植生と環境要因の対応 2 (塩類環境・窒素環境・水位環境)

CCA 第一軸で最も強く反応した土壌水中の Na^+ 濃度と、第二軸で最も強く反応した TDN 濃度に沿った各植生タイプの分布特性を図 4 に示した。 Na^+ 濃度 30mg/L をおおよその境界として、 Na^+ 低濃度環境へホロムイツツジタイプが明瞭に分離された。さらに、 Na^+ 高濃度環境エリアでの植生タイプの分離として、おおよそ TDN1mg/L 以下の環境にヨシ-トウヌマゼリタイプが集中的に分布した。その結果、ハンノキタイプ・ハンノキ-ワラミズゴケタイプは、 Na^+ 30mg/L 以上・TDN1mg/L 以上の環境下で出現する傾向にあることが特徴づけられた。

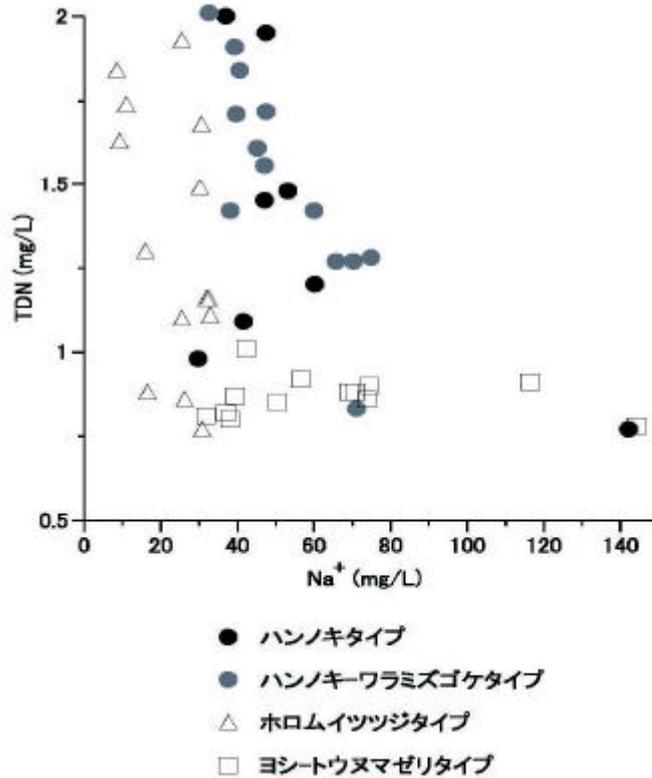


図4. 土壌水中の Na^+ 濃度と全溶存態窒素(TDN)濃度に沿った各植生タイプの分布特性

(7月の水質データを用いた)

(1) 塩類環境

塩類環境は G ライン上の植生分布パターンと最も密接に対応し、特にホロムイツツジタイプが塩類濃度の低い環境 (Na^+ 約 30mg/L 以下) で特徴的に出現することが明らかにされた。

ホロムイツツジタイプの主要構成種であるホロムイツツジやオオミズゴケは、一般に栄養塩類が豊富に存在しない立地(高層? 中間湿原)に分布するといわれており、そのような異常な高濃度塩類の影響を免れることで当地区に存続できた種である可能性が高い。また、 $\text{Na}^+ \cdot \text{Cl}^-$ 濃度と地盤標高・標高水位との関係からは、概ね地盤標高・標高水位の低い部分で塩類濃度が高い傾向にあり、 $\text{Na}^+ \cdot \text{Cl}^-$ 濃度が低いレベルに保たれている立地は、標高水位がおおよそ 2.3m 以上となる定点に集中している。よって、こうした塩類環境に関わるいくつかの条件が、広里地区の高標高部分に集中分布するホロムイツツジタイプの地理・環境分布パターンを決定していると考えられる。一方、ハンノキを含む植生タイプやヨシ-トウヌマゼリタイプは、異常な高濃度塩類の影響を強く反映した発達経緯をもつ可能性が考えられる。

(2) 窒素環境

ハンノキ林内の土壌水で TDN や NH_4^+ 濃度が高くなる傾向は(図4) これまでの広里地区調査でも報告されている。

窒素環境特性はハンノキやヤチヤナギの有無に大きく依存しており、図4で示されたような各植生タイプの分布と窒素環境との対応関係は、ハンノキやヤチヤナギの分布による結果を表したものであるといえる。従って、この調査地区内での窒素環境特性は、分布パターンを決定づける要因について示唆したものではないと思われる。

(3) 水位環境

これまで広里地区で行われた調査から、ハンノキ林をはじめとする湿原区域内的の植生分布パターンと水位環境との密接な関連性が指摘されている。

水位環境特性から各植生タイプの特徴を整理すると、長期間冠水状態に晒される立地にムジナスゲ・ヨシ優占タイプ、冠水期間の短い立地にハンノキタイプ(ミズゴケ有り)、冠水期間が短いことに加え乾燥期に大きな水位低下が起こる立地にハンノキタイプ(ミズゴケ無し)・ホロムイツジタイプがそれぞれ位置づけられる。このような関係がもたらされた原因として、冠水環境下でのハンノキ実生の更新阻害(発芽阻害や幼稚樹の枯死)や、一時的な強い乾燥によるミズゴケの生育阻害・枯死等が考えられ、前述した塩類環境特性だけでなくこうした水位環境特性の違いも各植生タイプの分布に強く影響を及ぼしていると思われ。

ただし、2002年度の広里地区調査においても指摘されているように、今回の全体的な水位特性(バリエーション)に関しても、一般の健全な草本優占型湿原で普通に認められる水位バリエーションのレンジにほぼ収まっていると思われる。

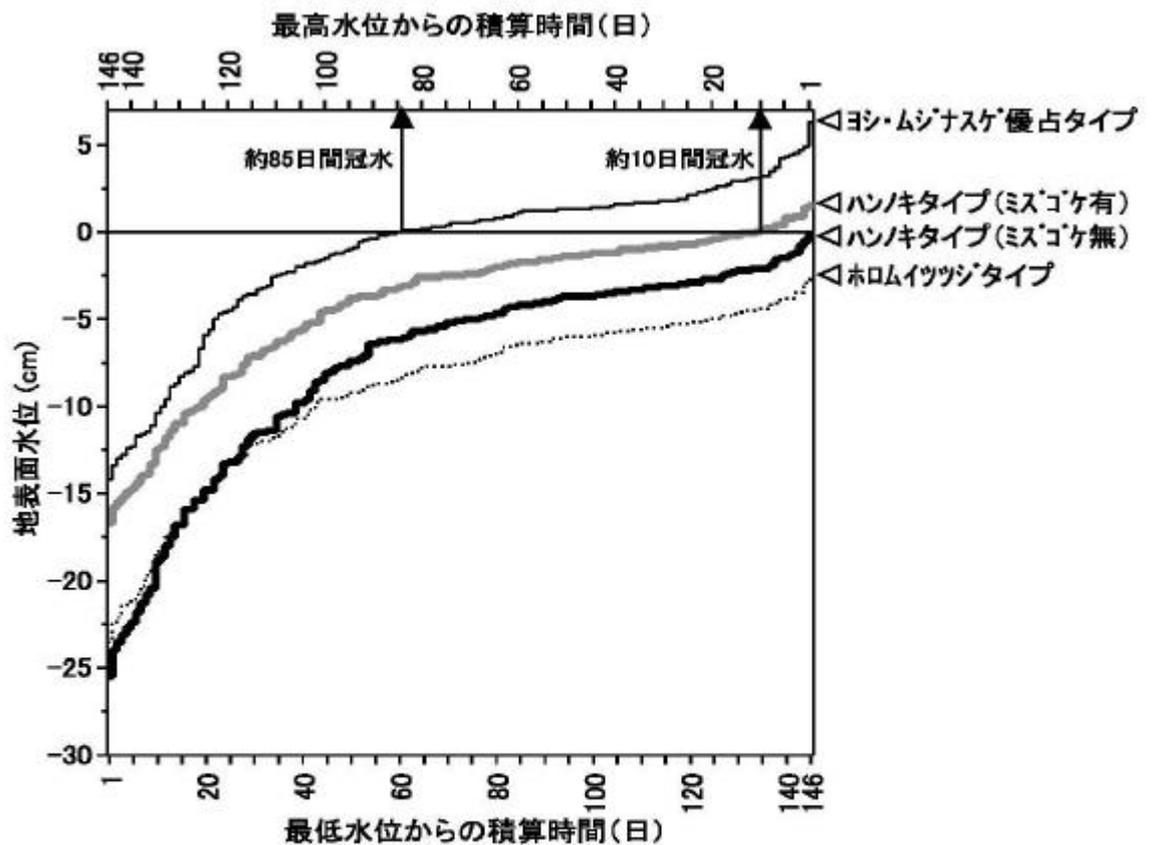


図7. 自記水位計による地表面地下水位の連続的特性

(グラフは各水位状態までの積算時間を連続水位測定データから算出した。ヨシ・ムジナスゲ優占タイプ: G38, E26のデータを平均、ハンノキタイプ(ミズゴケ有): G18, B26, L2のデータを平均、ハンノキタイプ(ミズゴケ無): G31, B41, H2のデータを平均、ホロムイツジタイプ: G6のデータ)

3-4-4 G ラインまとめ

G ライン上に出現する各植生タイプの分布パターンを塩類環境と水位特性によってうまく整理することができる(図8)。

塩類濃度が極端に高くなく地表面水位が低いエリアにはホロムイツツジタイプが分布し、塩類濃度が非常に高いエリアでは水位特性の違いによってハンノキが優占する場合とヨシやムジナスゲのような草本が優占する場合とに分けられる。図8は今回の調査データに基づいた環境レンジを意図している。従って、水位環境のバリエーションについては、一般の湿原生態系においても十分再現性のあるレンジを想定しているが、塩類環境については、一般の健全な湿原生態系ではみられないような高濃度環境をも含めたレンジを想定している。広里地区では、一般の健全な湿原では見られないようなハンノキ林の急増が起こっているが、以上の解析をふまえると、その原因究明の重要なキーが塩類環境の変化にあるのではないかと現段階では考えられる。しかし、これらの見解は現状評価から予想しているにすぎず、塩類環境・水位環境の変化に対するハンノキの生態生理的反応や、広里地区と同様な経緯をもつ釧路湿原内の急増ハンノキ林との比較検証など、複合的なアプローチが今後必要である。

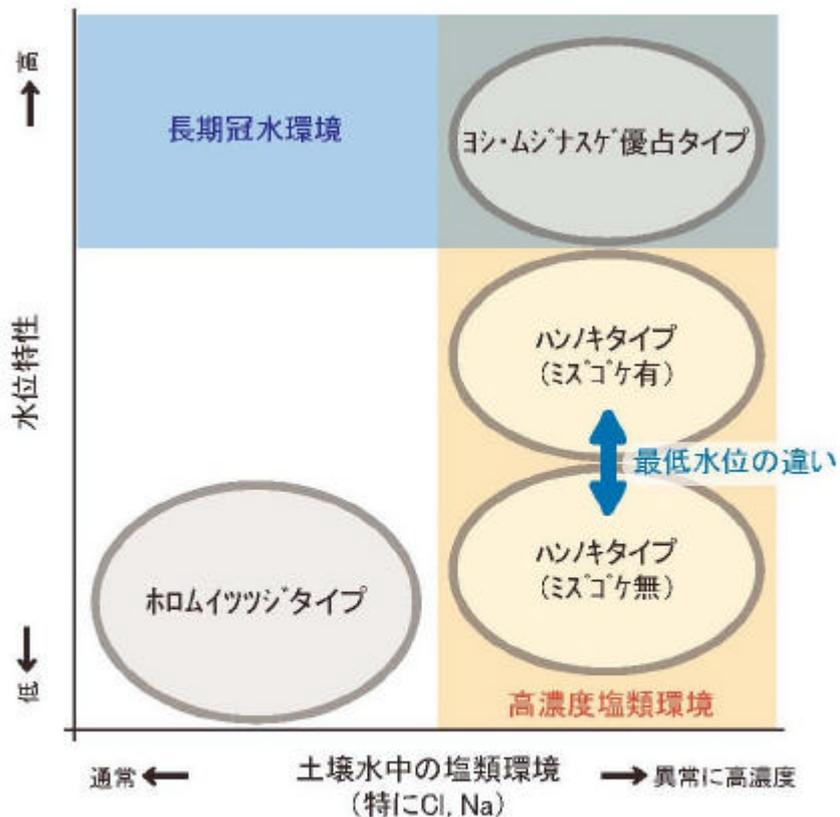


図8. 広里地区湿原区域における主な植生タイプの分布特性

3-5 広里地区における人為的干渉による湿原からハンノキ林への移行メカニズムの調査

3-5-1 調査目的

湿原生草本植生からハンノキ湿性林へ急速に移行した原因とそのメカニズムについて、人為的攪乱との関連性を踏まえて明らかにすることを目的とする。

3-5-2 調査の背景

広里地区のハンノキ林は、ほぼ全域が高濃度塩類地域なので、実験計画法上の問題点として、正常濃度の塩類地域からもサンプリングをしないと高濃度塩類の効果を評価できない。このため、同じ築堤内でありながら塩類濃度の低い温根内地区からもサンプリングする必要がある。

また、これまで広里地区をはじめとする釧路湿原各地で行われてきたハンノキ分布・増加条件に関する調査では、ハンノキ分布と環境の対応関係を解析しているにすぎなかった。ハンノキ増加には定着と成長の二つのフェーズがあるが、既に増加・成立しているハンノキ林を対象としたこれまでの調査では、別々の評価が困難であった。

そこで、ハンノキの定着と成長に関わる環境条件をそれぞれ因果的に解析することで、広里の急増ハンノキ林をはじめとする、釧路湿原築堤内でのハンノキ林増加メカニズムに関する理解の深化が期待できる。広里だけでなく釧路湿原の再生事業では、急増ハンノキ林の原因究明・管理が大きな課題として常に取り上げられていることに加え、科学的データに基づいた評価・再生を基本とする釧路方式に則るという点においても、こうしたデータと解析の蓄積は再生事業にとって大きく貢献するものとなるだろう。

3-5-3 調査方法

水文化学・微気象・植物生態・植物生理等の多面的な視点から、一連の現象整理とメカニズムの解明を行うスタイルを用いる。具体的には次の3つの課題と最終目標からなる(図参照)。

課題1) 湿原内部の物理化学環境にどのような人為的影響が及んでいるのかを特に築堤との関係から整理する。

課題2) ハンノキの実生定着と分布に関わる環境条件をとらえる。

課題3) ハンノキ林の発達が生態系へどのように作用するかを明らかにする。

最終的には、広里地区のハンノキ拡大のメカニズム解明と概念モデルを構築する。

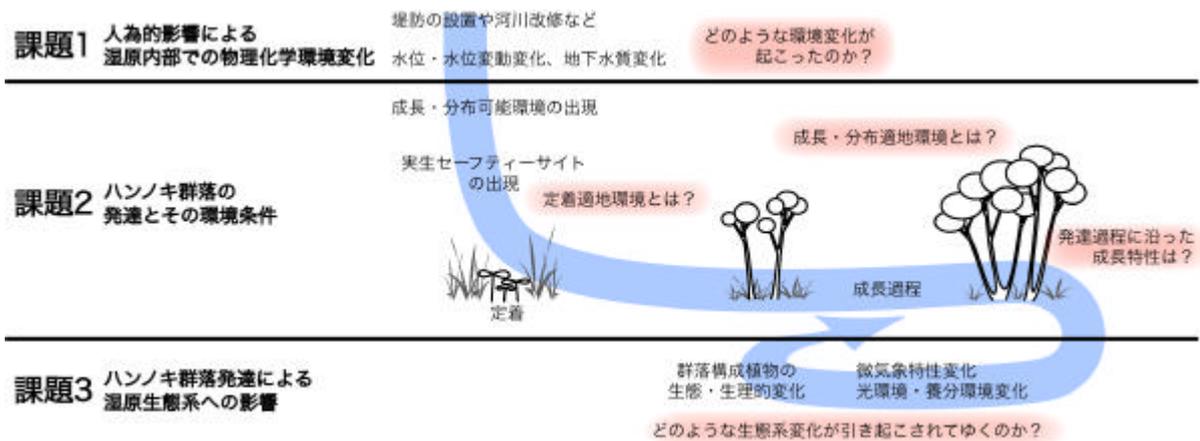


図. ハンノキ林侵入・拡大のメカニズムと研究課題

3-5-4 調査対象地域

対象地域は、釧路湿原南西部に位置する温根内地区（赤沼）および安原地区とする。調査地点については個々の課題に対応できること、さらには、全ての課題が連結できることを考慮して配置する。

3-5-5 調査実施事項と概要

3つの課題から抽出した以下の3テーマに焦点をあてて調査する。

課題1では、温根内地区（赤沼）および安原地区での人為的影響の有無を評価するため、テーマを設定する。

課題2では、これまでの広里地区の結果との対応づけ、広里地区で得られた仮説検証を加味して、以下のテーマを設定する。

なお、課題3については、課題1および2の成果が得られた後、集中的に調べることとする。以下に各テーマの概要を記す。

(1) 課題1

テーマ：築堤・河川流路改変による水文化学環境への影響評価

築堤や河川改修による地下水環境の変化とハンノキ林の分布・成長状況に対応付けるために、現況調査ならびに地下水流動数値解析を用いた過去の状況確定によって築堤・河川回収が地下水環境に及ぼす影響を評価する。なお、地下水位・水質データについてはテーマ、と対応できるようにデータ収集を行う。

(2) 課題2

テーマ：CCA解析を用いたハンノキ分布環境特性の把握

群落構造や発達段階の異なるいくつかのハンノキ林タイプや、典型的な湿原草本植生（fenやbog）を含めた、幅広い生態系傾度を対象とする大規模な植生・水位・地下水質調査を行い、環境傾度分析（CCA: Canonical Correspondence Analysis）を用いてハンノキ群落の生態的位置づけを行う。得られた植生データと環境データについて、CCAによる解析を行うことで、水文化学環境からみたハンノキ群落の特徴を整理し、湿原生態系におけるその位置づけを分布特性から明らかにする。

テーマ : 現地播種植栽実験によるハンノキの定着適地環境と生育適地環境の把握

テーマ で設置した観測プロットを利用し(代表的なプロットをいくつか抽出)ハンノキの播種実験と幼苗植栽実験を行い、生存・生育反応と環境条件との関係の調査に着手する。

3-5-6 調査方法

(1) テーマ : 築堤・河川流路改変による水文化学環境への影響評価

調査では、現況の調査結果と地形や築堤からの位置などの情報を統計的に関連付けて解析する方法、築堤設置前後の地下水位の変化を地下水流動数値解析により推定する方法の2つの方法によって、築堤の影響を評価する。

調査地点の設定については、築堤の影響を評価するために、堤外・堤内の築堤と直交する方向にベルトトランセクトを設け(1km以内)、そのトランセクト上に複数個の調査定点を設ける。調査定点の個数・位置については、テーマ、と重複するよう協議する。各調査定点で次に示す項目を観測・調査する。

なお、地下水流動解析については、現地調査および地質・地形等の資料により得られた諸量を用いて、地下水流動解析パッケージ(GMS: Groundwater Modeling System)による断面2次元の平面モデルの解析を実施する(定常・非定常)。

1) 調査・観測項目

a) 地下水位・河川水位観測

径5~10cm程度の観測孔を設置する(塩ビ管,有孔)。設置深度は、地下水位が十分観測できる深度とする。特に重要と考えられる地点は、自記水位計を設置し地下水位の観測を行う(堤外3地点,堤内3地点)。

b) 地下水質調査

観測孔を用いて採水を行い、EC、pH、主要イオンについて分析する。

c) 透水試験・その他のパラメータ

調査定点の代表地点で、現地もしくは室内の透水試験を実施する。

地質調査が必要な地点については、ハンドオーガーによる調査を行う。

2) 調査期間・頻度

5月から10月にかけて、計4回の現地調査を実施し、それ以降は水質分析、各種解析を実施する。

5月: 調査定点の設置とトランセクトの横断測量,水位観測,自記水位計の設置

6月: 水位観測,水質調査

8月: 水位観測,水質調査,透水試験,地質調査

10月: 水位観測,水質調査

(2) テーマ : CCA解析を用いたハンノキ分布環境特性の把握

赤沼周辺では南側築堤内でハンノキが、北側築堤外はbog(ミズゴケ群落)が発達している。湿原に対する築堤の影響の変化を観測するために、築堤から南北それぞれに、築堤と直交する250m程度のラインを引き、ライン上に10-20m間隔で調査定点をもうける。堤外についてはbog

を横断するラインと、小規模ながら分布するハンノキ林を横断するラインの 2 本を設置する。堤内については、ハンノキ林と fen (ヨシ-スゲ群落) の両方にまたがるように、等間隔にラインを 3? 5 本引き、2 次元的な群落?環境変化を観測する。

総計 100 程度の定点のそれぞれに水位観測管 (80cm の塩ビ管) を埋設し、群落と水文科学環境を観測する。

1) 調査・観測項目

- a) 自記水位観測
- b) 定点観測 1 手動水位観測
- c) 定点観測 2 pH と EC の測定
- d) 定点観測 3 群落種組成とハンノキ毎木調査
- e) 定点観測 4 水質分析

2) 調査期間・頻度

5 月上旬、6 月、8 月と 10 月の 4 回調査する。

5 月：調査定点の設置、自記水位計の設置、水位管のレベル測量 (凍結している場合は、位置決めだけ行う)

6 月：定点観測 1 と 2

8 月：定点観測 1、2 と 3

10 月：定点観測 1、2 と 4

(3) テーマ : 現地播种植栽実験によるハンノキの定着適地環境と生育適地環境の把握

ハンノキの播種実験と稚樹苗植栽実験を様々な湿原環境下で行い、生存・生育反応と環境条件との関係を把握し、ハンノキ実生のセーフサイトや生育適地について考察する。

1) 調査方法

a) 実験定点の設定

水位環境と塩類環境に適切なバリエーションを得るため、テーマ で設定されたライン (温根内ライン) 及び広里 G ライン上の調査定点から合計約 50 箇所を選出し利用する。

広里 G ライン：高塩類環境下での高水位? 低水位環境を反映：約 20 箇所

温根内ライン：中? 低塩類環境下での高水位? 低水位環境を反映：約 30 箇所

b) ハンノキ稚樹苗の植栽

用いる稚樹苗は、全て広里産のハンノキ種子による 2 年生苗。1 実験定点あたり 5 個体植栽。

c) ハンノキ種子の播種

用いる種子は全て広里産。1 実験定点あたり約 100 粒 (重量換算) を播種。周辺への種子の散乱を防ぎ、実験後の回収を確実にするため、直径 10cm 高さ 2cm 程度の丸枠状播種床を作成し、現地に設置する。

2) 調査・観測項目

- a) 実生・稚樹の生存率
- b) 実生・稚樹の現存量
- c) 相対照度
- d) 水位手計測（広里 G ライン上の実験定点を対象。温根内ラインはテーマ とデータ共有）
- e) pH・EC 測定（広里 G ライン上の実験定点を対象。温根内ラインはテーマ とデータ共有）

3) 調査期間・頻度

5 月、6 月、8 月と 10 月の 4 回調査。

5 月：実験定点の設置、種子播種、稚苗植栽（G ライン・温根内ライン）

6 月：実生・稚樹の生存率調査、水位計測（G ライン・温根内ライン）

8 月：実生・稚樹の生存率調査、水位計測、pH・EC 調査、照度調査（G ライン・温根内ライン）

10 月：実生・稚樹の生存率調査、水位計測（G ライン・温根内ライン）

3-5-7 調査にあたっての湿原への影響の有無

- ・ハンノキの種子と稚樹が湿原内に持ち込まれることとなるが、種子・稚樹ともに釧路湿原内から採取したものとするので、遺伝的攪乱を極めて少ないものとする。
- ・さらに、実験終了後、種子・稚樹ともに、地下部を含めて全てを回収することで湿原への影響を最小限に抑える。
- ・天然記念物、国立公園特別保護地区では播種・植栽調査は実施しない。
- ・タンチョウの繁殖に影響を与えない。
- ・湿原植生に影響を与えない調査方法とする。