

平成 22 年度

サロベツ自然再生事業基礎資料作成業務

報告書

2011 年（平成 23 年）3 月

**環境省北海道地方環境事務所
株式会社さっぽろ自然調査館**

目 次

事業の目的

第 1 章 業務内容

- 1.1 ササ生育地の動向等の把握 ----- 3
- 1.2 泥炭採掘跡地における植被分布の把握 ----- 3

第 2 章 ササ生育地境界（ササ前線）の把握と解析

- 2.1 作成方法 ----- 5
- 2.2 ササ前線の現況 ----- 6
- 2.3 過年度との比較 ----- 7
- 2.4 微地形との対応 ----- 11
- 2.5 今後のササ生育地拡大が懸念される箇所 ----- 12

第 3 章 泥炭採掘跡地における植被分布の把握と解析

- 3.1 植被分布図の作成方法 ----- 17
- 3.2 2010 年における植被分布図 ----- 21
- 3.3 植生面積の推移の解析 ----- 23
- 3.4 植生回復試験の検討 ----- 31

資料

泥炭採掘跡地における研究紹介資料

本事業の目的

サロベツ原野においては、農業と自然の共生を目指し、乾燥化しつつある湿原を復元したり、また、既に開発された農地のうち条件の整っていない土地を利用して、緩衝地や遊水池としての機能をもつ湿原を再生することなどの自然再生を行いながら、一体的な農地の再生も進めることにより、農業と共生した自然環境の再生と自然と共生した農業の再生を目指しているところである。

上サロベツ湿原の一部では、農地造成、道路整備、河川改修等の開発や泥炭採掘等、多様な人間活動の影響により、地下水位が低下し乾燥化が進んでいる状況にある。上サロベツ湿原の乾燥化は、泥炭を変化させ、それは地表植生にも影響を及ぼし、ササ類の侵入などの湿原の植生環境に影響を与えている。

本業務は、環境省の「上サロベツ自然再生事業実施計画書」に基づき、自然再生事業を進める上で基礎データとなるササ生育地の動向及び泥炭採掘跡地における 2010 年時点での植被分布等の状況を把握し、過去のデータと比較して取りまとめるものである。

第1章 業務内容

以下の業務について、業務仕様書に基づいて実施した。

1.1 ササ生育地の動向等の把握

① ササ生育地境界(ササ前線)の把握

丸山周辺及び丸山道路南側の湿原において、最新の 2010 年夏の衛星画像等を解析し、ササ前線を図化した。図化に当たっては、1964 年から 2000 年にかけての年度の前線として推定されたラインとの対比ができるように配慮した。

② ササ前線の動向

①による解析結果と過年度のササ前線とを比較し、ササ前線の進行状況を整理した。また、環境省が提供するレーザ計測データを用いて微地形とササ前線の動向との対応を解析し、ササ生育域拡大の要因についてまとめた。

これらから、今後ササ生育地の拡大が懸念される箇所を対策の必要性が高い箇所として抽出した。

1.2 泥炭採掘跡地における植被分布の把握

① 植被分布範囲の把握

丸山道路南側に位置する泥炭採掘跡地において、最新の 2010 年夏の衛星画像等を判読し、採面 175ha における植被の分布境界を図化した。図化に当たっては、2000 年度の植被分布図として作成されたデータとの対比ができるようにした。

② 植生面積の推移の解析

①による最新の植生分布図と 2000 年度に作成された泥炭採掘跡地における植生分布図を比較し、この間における植生の発達による裸地の縮小の状況について解析した。

③ 植生回復試験の検討

泥炭採掘跡地において植生回復手法の検討を行っている学識者（北海道大学・露崎教授）にヒアリングを行なって意見をまとめ、平成 21 年度業務で検討された植生回復試験について、より効果的な試験となるよう課題を整理した。

第2章 ササ生育地境界（ササ前線）の把握と解析

2.1 作成方法

環境省が所有する衛星写真（Geoeye-1[2010 年 8 月 22 日撮影]）を用いて、丸山周辺及び丸山道路南側の湿原のササ前線を図化した。GIS ソフト（ArcGIS 9.2）を用いて、オルソ化された衛星写真を配置し、衛星写真からササの前線を判読してラインデータ化し、過年度との比較や微地形との対応について検討した。

なお、過年度のササ前線や衛星写真を参考にしながら作業を行なったが、明らかに過年度が誤判読と推測されるケースも見られた。基本的には、判読に用いた衛星写真に従っており、そのため、ササ前線の変化には、実際のササの拡大等による変化以外の要素として判読材料とした写真の精度や判読手法の違いも含まれている。

2.2 ササ前線の現況

丸山道路北側では、湿原部の西側と東側からササが侵入している。また、サロベツ川放水路周辺では、確認できるほど大きくなったササのパッチが出現している。また、丸山道路南側では、湿原部を取り囲むように西側と南側からササが侵入している（図-2.1）。

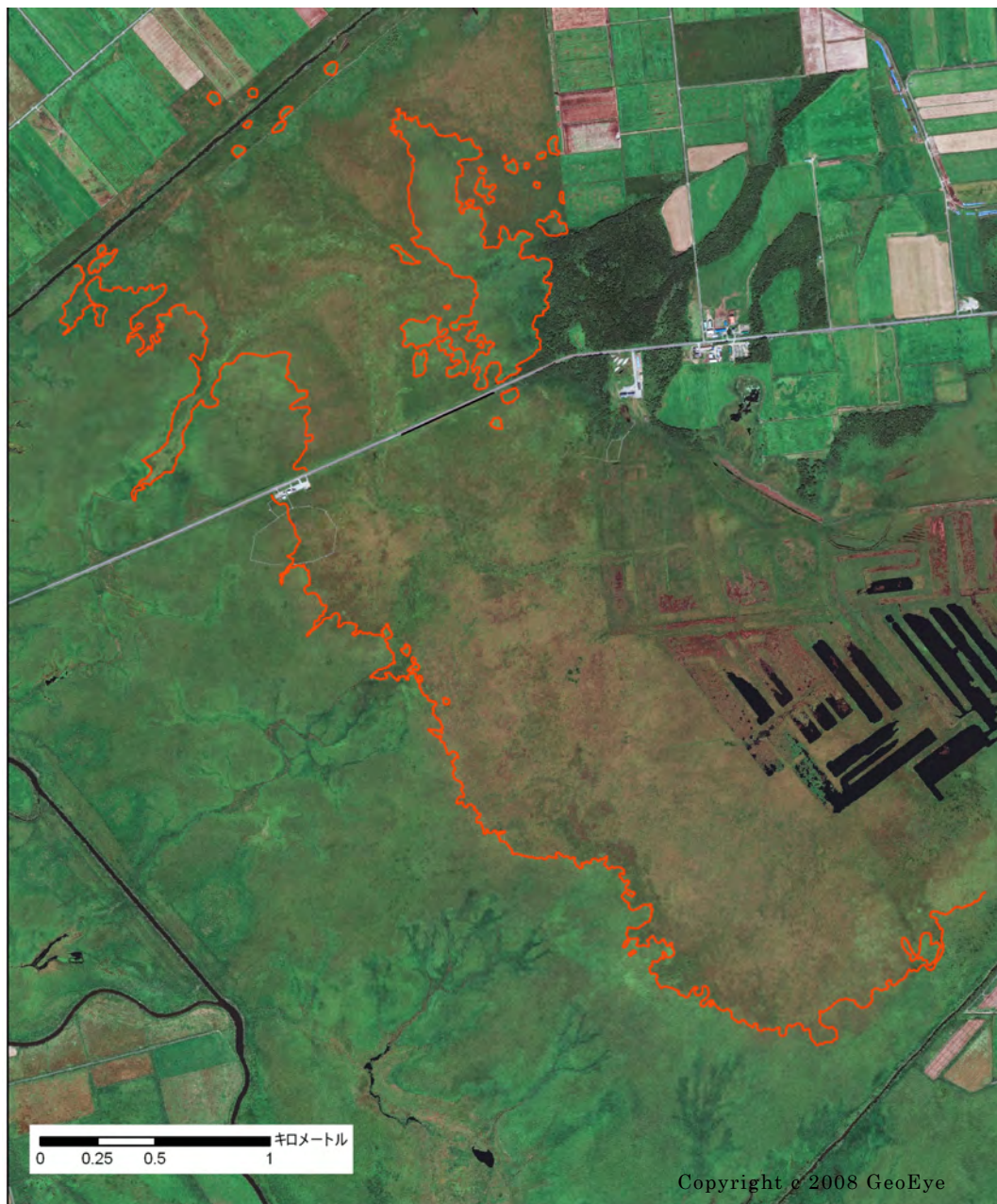


図-2.1 2010 年のササ前線

2.3 過年度との比較

過去度のササ前線の状況は 4 カ年（1964 年・ 1977 年・ 1988 年・ 2000 年）が把握されており、過去 4 カ年のササ前線と 2010 年のササ前線を示した（図-2.2）。全体的に大幅な形状の変化は少ないが、湿原部の西側のサロベツ放水路に面した地域（①）では、過年度も含めて大きな違いが見られる（図-2.3）。

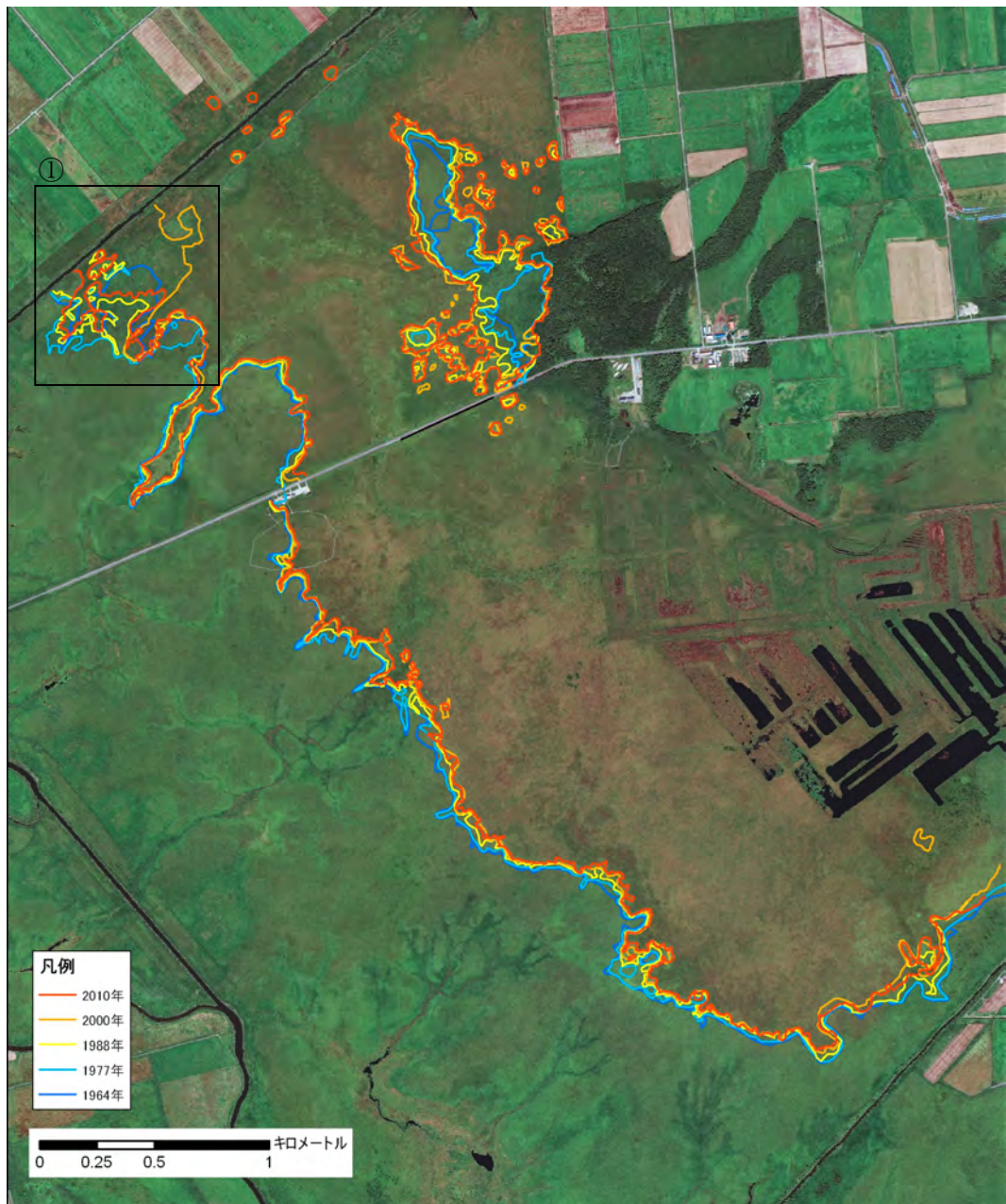


図-2.2 過年度と 2010 年のササ前線

これは、1964 年・ 1977 年・ 1988 年・ 2000 年と各年で、ササ前線が大きく前進や後退をが生じている結果になっており、判読による解釈の相違によるものと思われる。2000 年はササ前線が大きく前進していることになっているが、今回判読した 2010 年前線の形状は、1988 年のものに近くなっている。1988 年と比較すると、22 年間で平均 30～40m 程度ササが拡大していることになる。

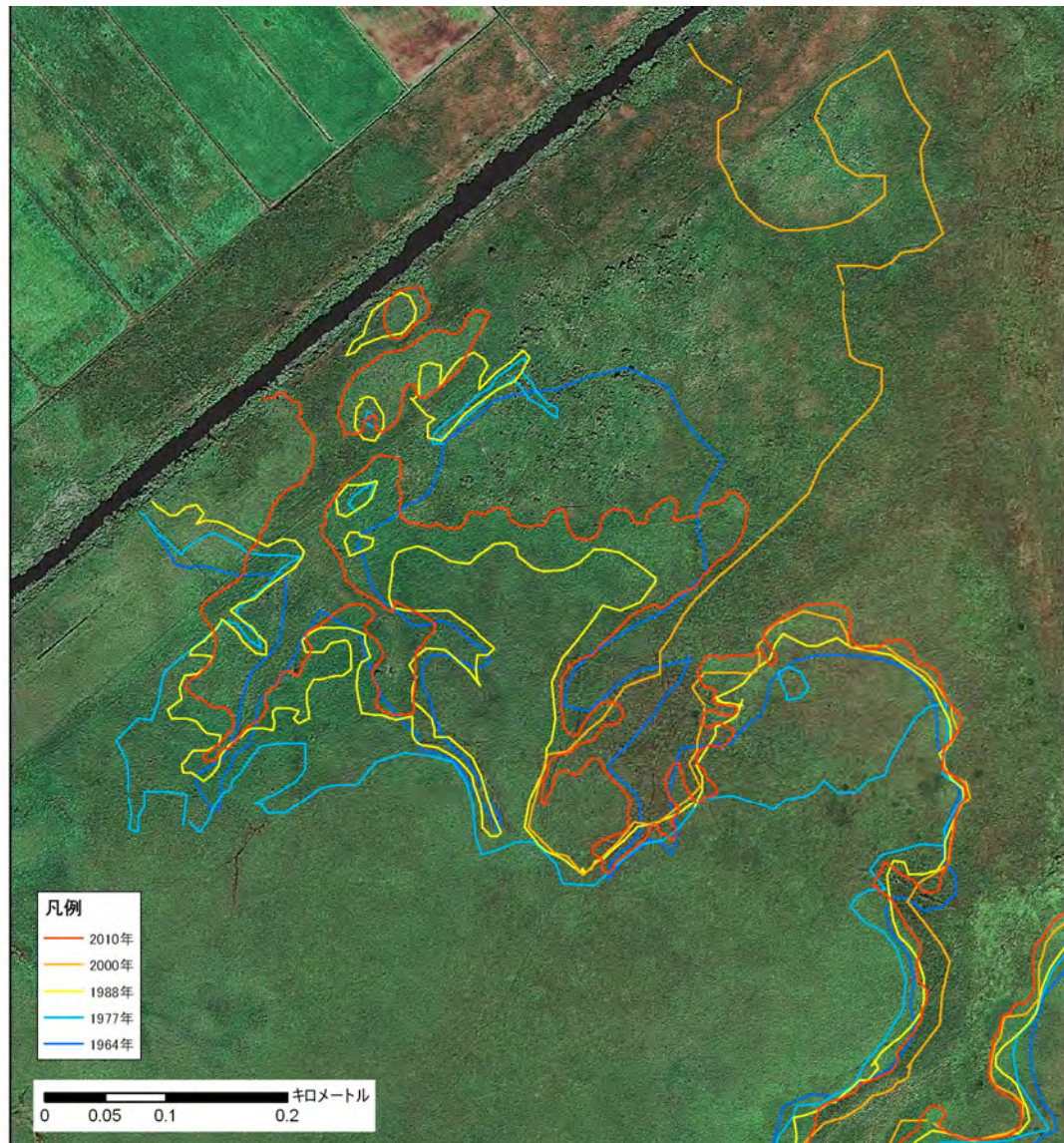


図-2.3 サロベツ放水路沿いのササ前線

作成した 2010 年ササ前線について、50m おきにポイントが発生させて、各点の 2000 年ササ前線との最短距離を求め、ササの前進・後退距離について算出した（図-2.4）。なお、解釈による違いが大きい場所やササのパッチが新たに確認された場所は除外した。地区を、道路北側の西部、道路北側の東部、道路南側 1、道路南側 2、道路南側 3 の 5 つに区分して、地域別の傾向を検討した（図-2.5）。

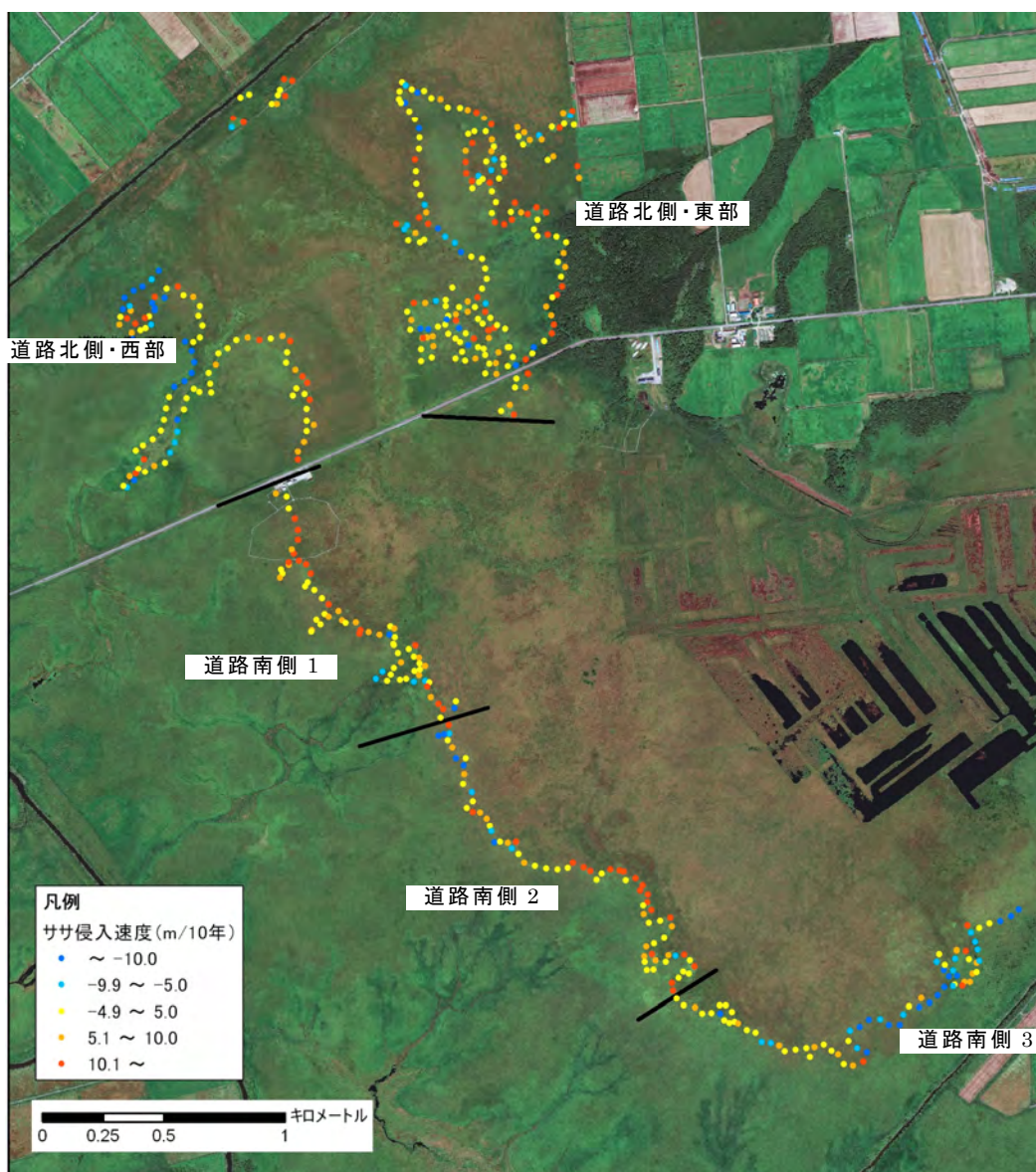


図-2.4 ササの侵入速度(2000～2010 年)

565 地点のうち、対象外を除いた 514 地点のうち、侵入速度は-5～5m/10 年の 227 地点だった。ついで、ササの拡大を示す 10m/10 年以上が 99 地点、5～10m/10 年が 91 地点だった。一方、ササの後退を示すは-10m/10 年未満が 53 地点、-10～-5m/10 年は 44 地点だった（表-2.1）。

地域別に見ると、道路南側 1 や道路南側 2 で、侵入速度が 5m/10 年以上の地点の割合が他地域よりも多い。道路南側 3 では、侵入速度が 5m/10 年以上の地点の割合が他地域よりも少ないが、判読誤差による影響で過小評価されていることも考えられる。

表-2.1 各地域のササの侵入速度

地域名	～-10	-10～-5	-5～5	5～10	10m～	対象外	総計
道路北側・西部	18	7	41	13	13	41	133
道路北側・東部	12	14	99	36	46	10	217
道路南側1	2	4	31	17	15		69
道路南側2	5	5	28	12	21		71
道路南側3	16	14	28	13	4		75
総計	53	44	227	91	99	51	565

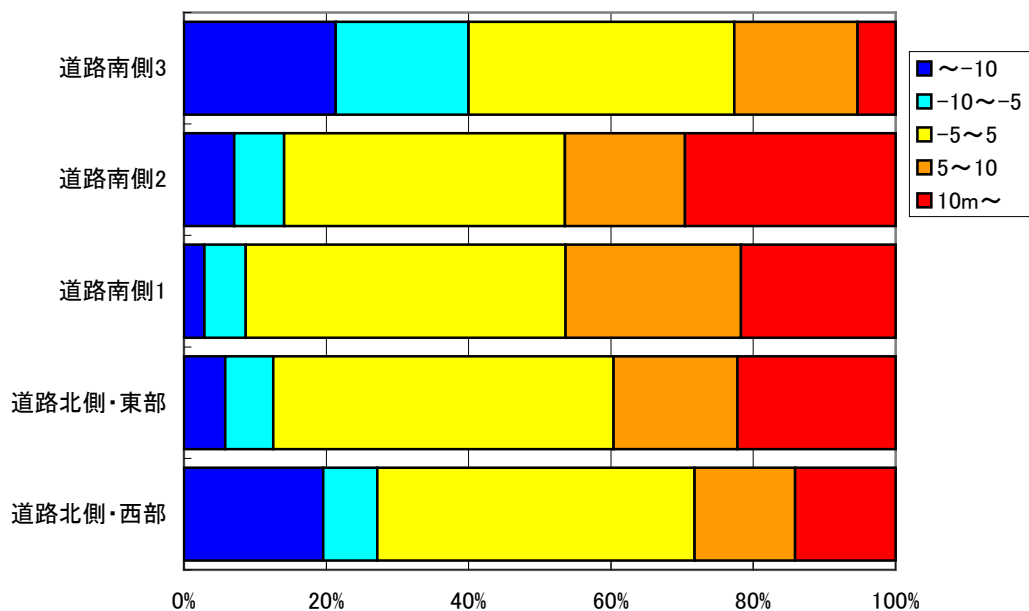


図-2.5 ササの侵入速度の頻度 (10 年あたりの侵入距離)

2.4 微地形との対応

微地形データとして、標高データ（等高線 1m 単位）を用いて、ササ前線との関係性について示した（図-2.6）。標高とササの前線には明瞭な関係が見られなかった。道路北側西部の一部の沢沿いでは、ササ前線が抑制されている場所も見られる。一方、道路南部では沢地形よりも上流部がササ前線になっており、地形によるササの抑制が見られなかった。

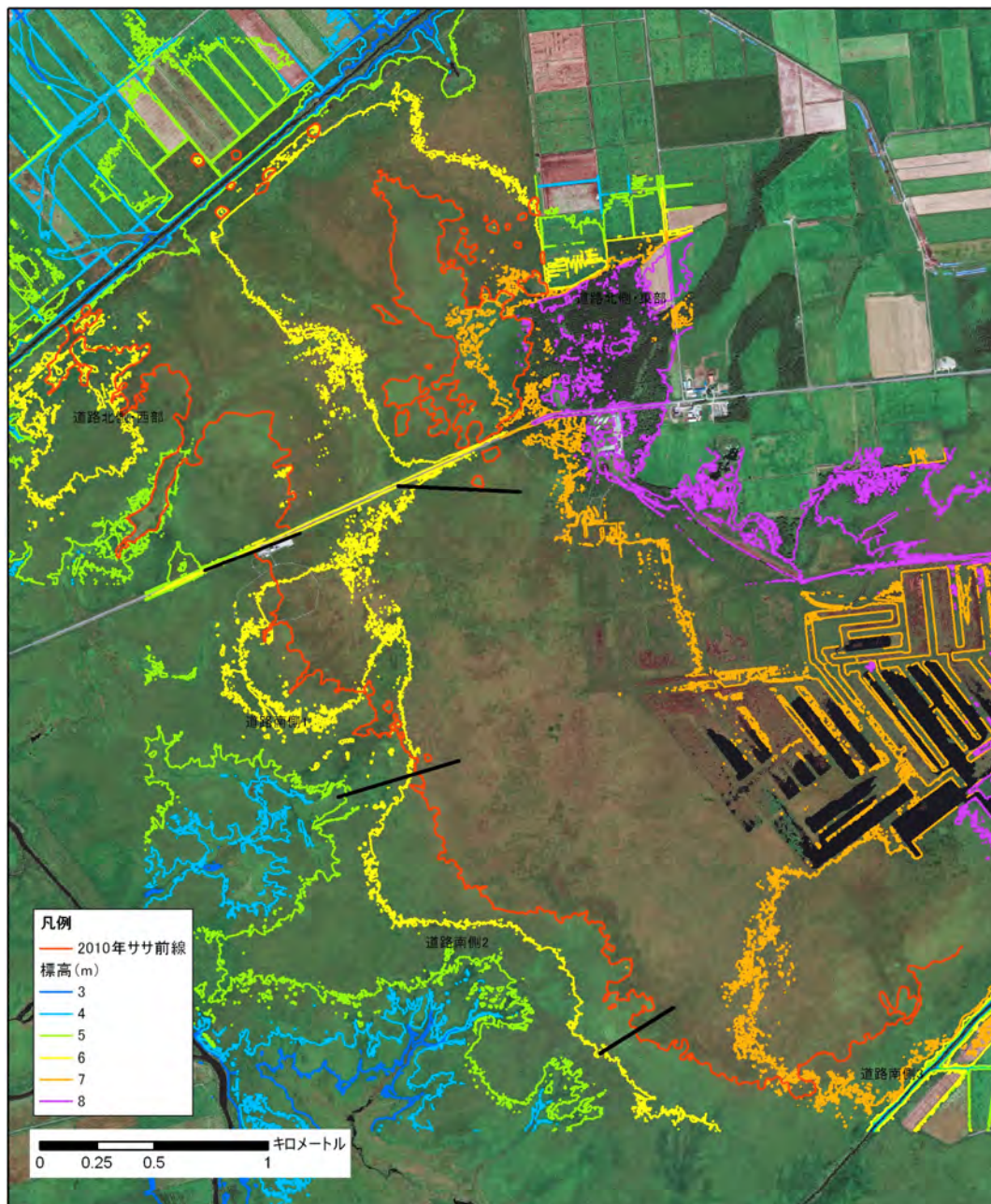


図-2.6 ササ前線と等高線データ

2.5 今後のササ生育地拡大が懸念される箇所

今後のササ生育地拡大が懸念される箇所として、2000 から 2010 年にかけてのササの侵入速度が速い地点が集中する箇所を抽出した（図-2.7）。道路北側・西部、道路北側・東部、道路南側 1、道路南側 2 で、それぞれ 1 箇所抽出した。

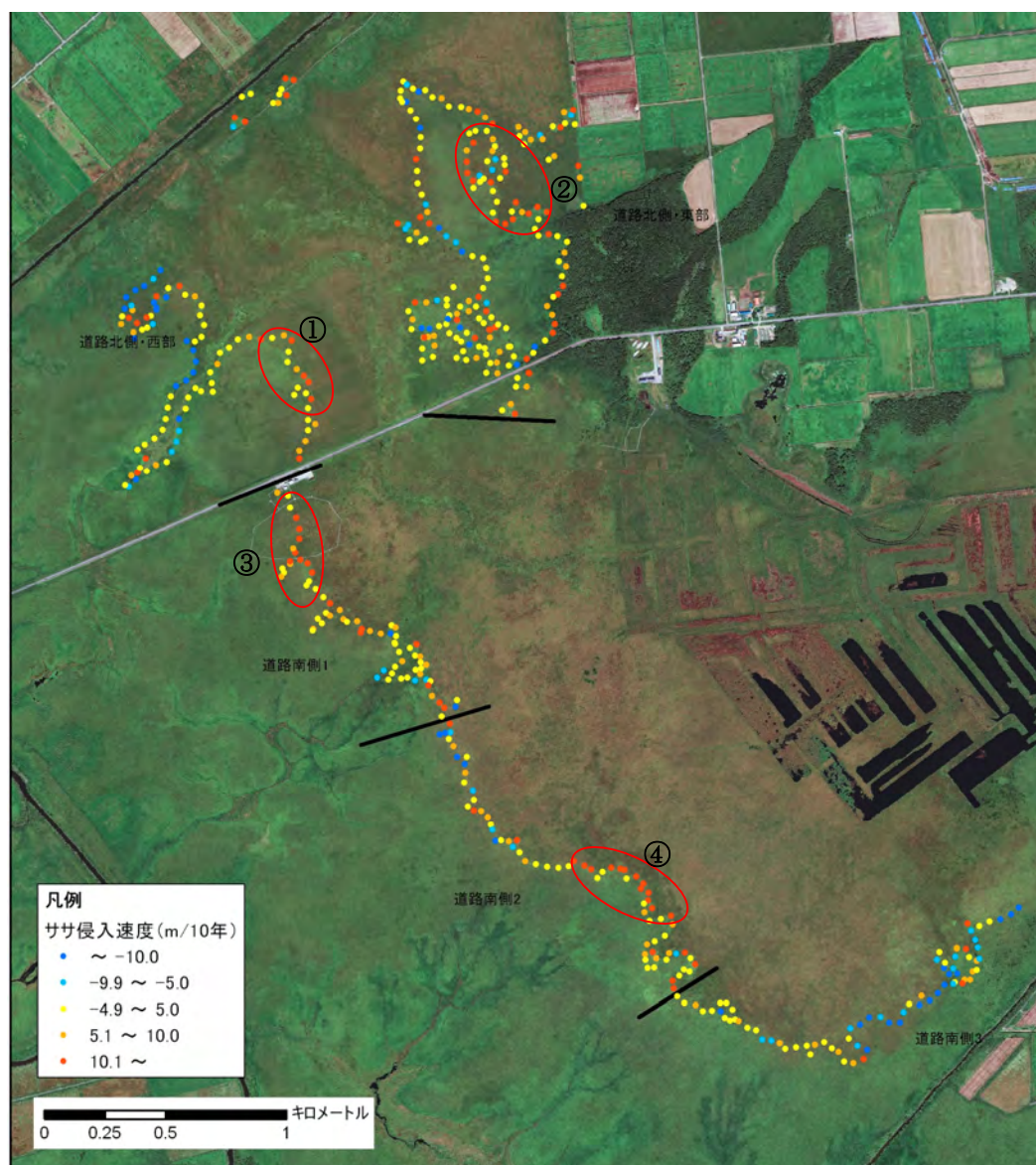


図-2.7 ササ生育地拡大が懸念される箇所の抽出

① 道路北側・西部

丸山道路のすぐ北側の箇所である。沢沿いに比べて、ササの侵入速度が速い。2000～2010年のササの侵入速度は、平均 5.9m/10 年、最大 18.9m/10 年である。一部の地点では、特に 2000～2010 年のササの侵入速度が速くなっている。

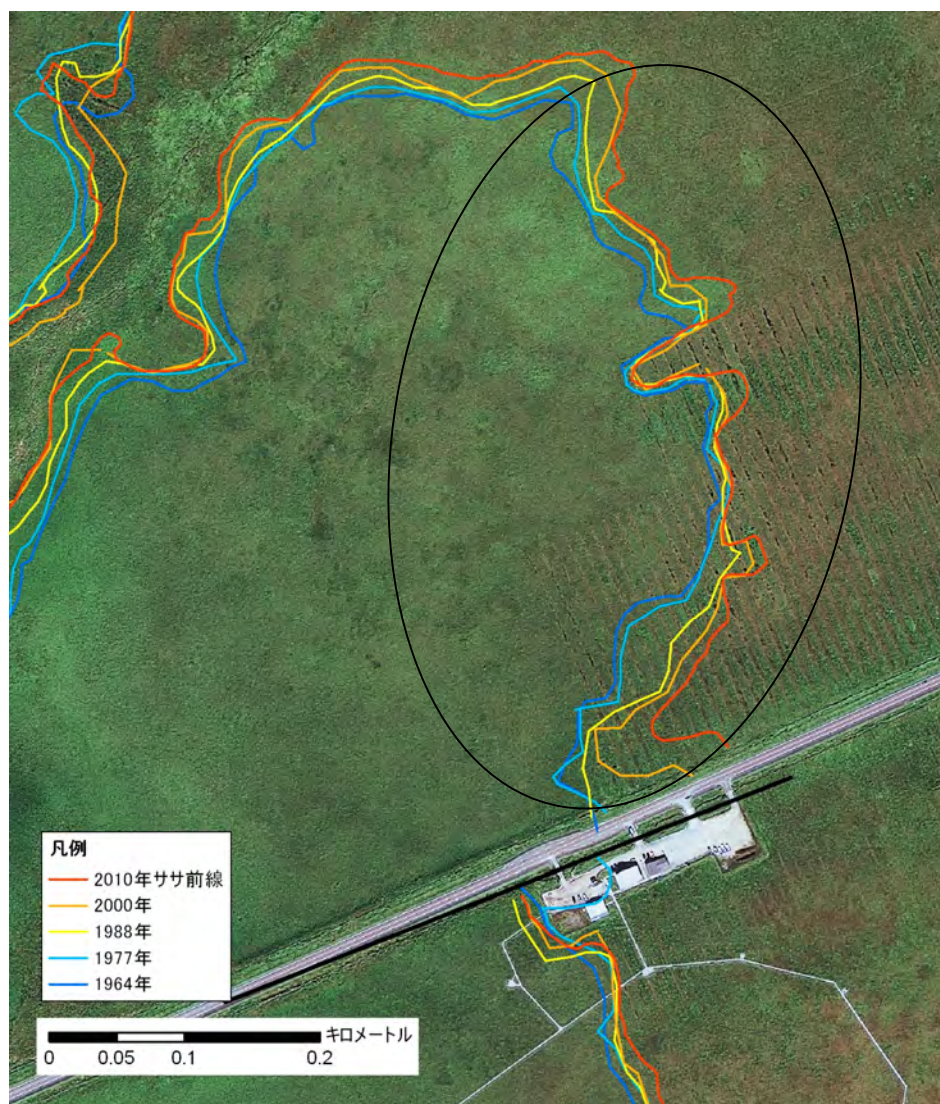


図-2.8 ササ生育地拡大が懸念される箇所1

② 道路北側・東部

丸山道路の北側の湿原東部である。全体的にササの侵入が見られるが、特に東部地域が顕著である。2000～2010年のササの侵入速度は、平均 7.7m/10 年、最大 27.0m/10 年である。1964 年からコンスタントにササが拡大を続けており、今後のさらなる拡大が懸念される。

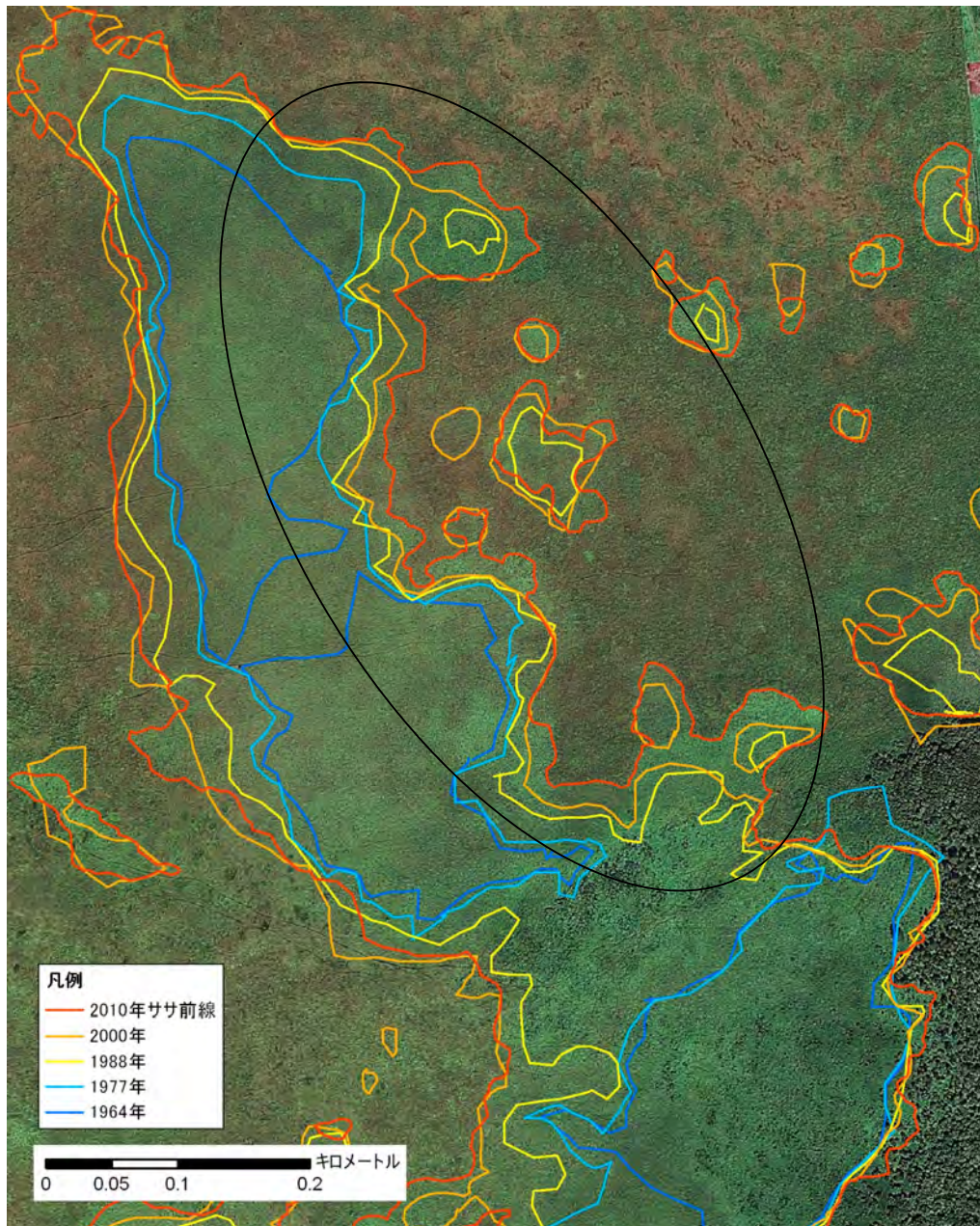


図-2.9 ササ生育地拡大が懸念される箇所 2

③ 道路南側 1

丸山道路の南側から近い原生花園の木道周辺部である。2000～2010 年のササの侵入速度は、平均 10.5m/10 年、最大 19.0m/10 年である。この箇所が多くは 2000～2010 年にかけて、拡大速度が増しており、今後の拡大傾向が懸念される。

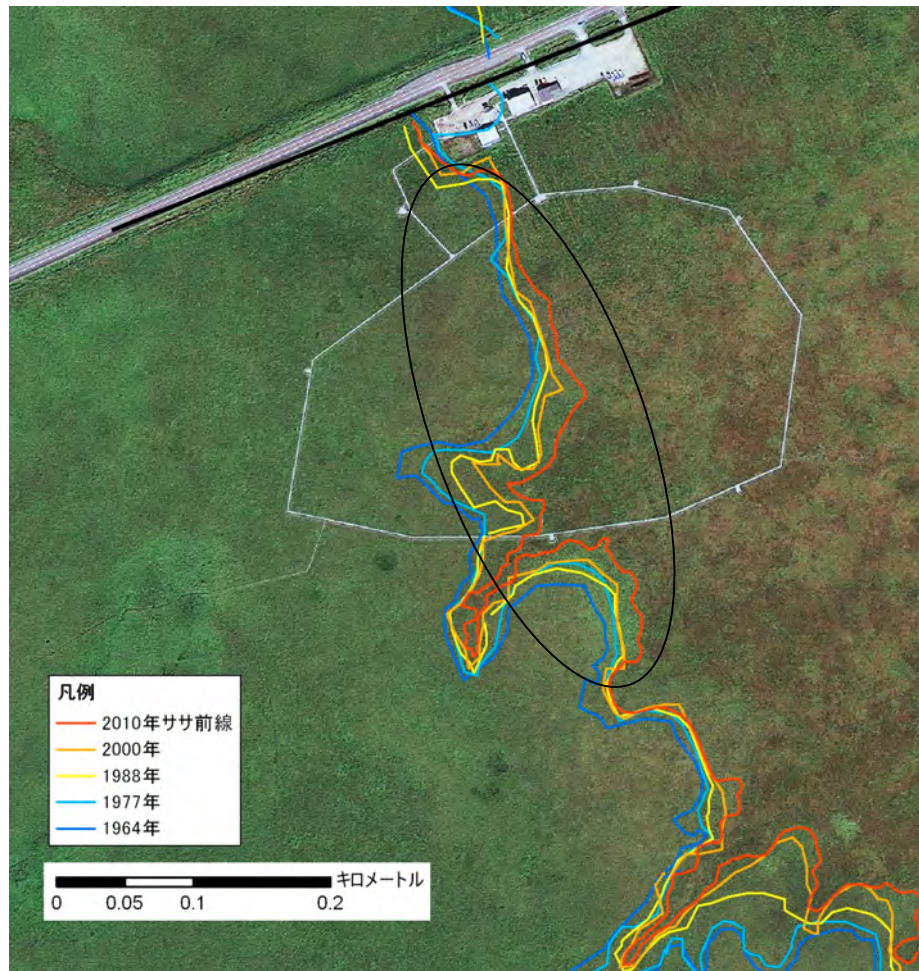


図-2.10 ササ生育地拡大が懸念される箇所 3

④ 道路南側 2

丸山道路から南に 2km 程度の箇所である。2000～2010 年のササの侵入速度は、平均 13.9m/10 年、最大 41.2m/10 年である。1964 年からコンスタントにササが拡大を続けており、今後のさらなる拡大が懸念される。

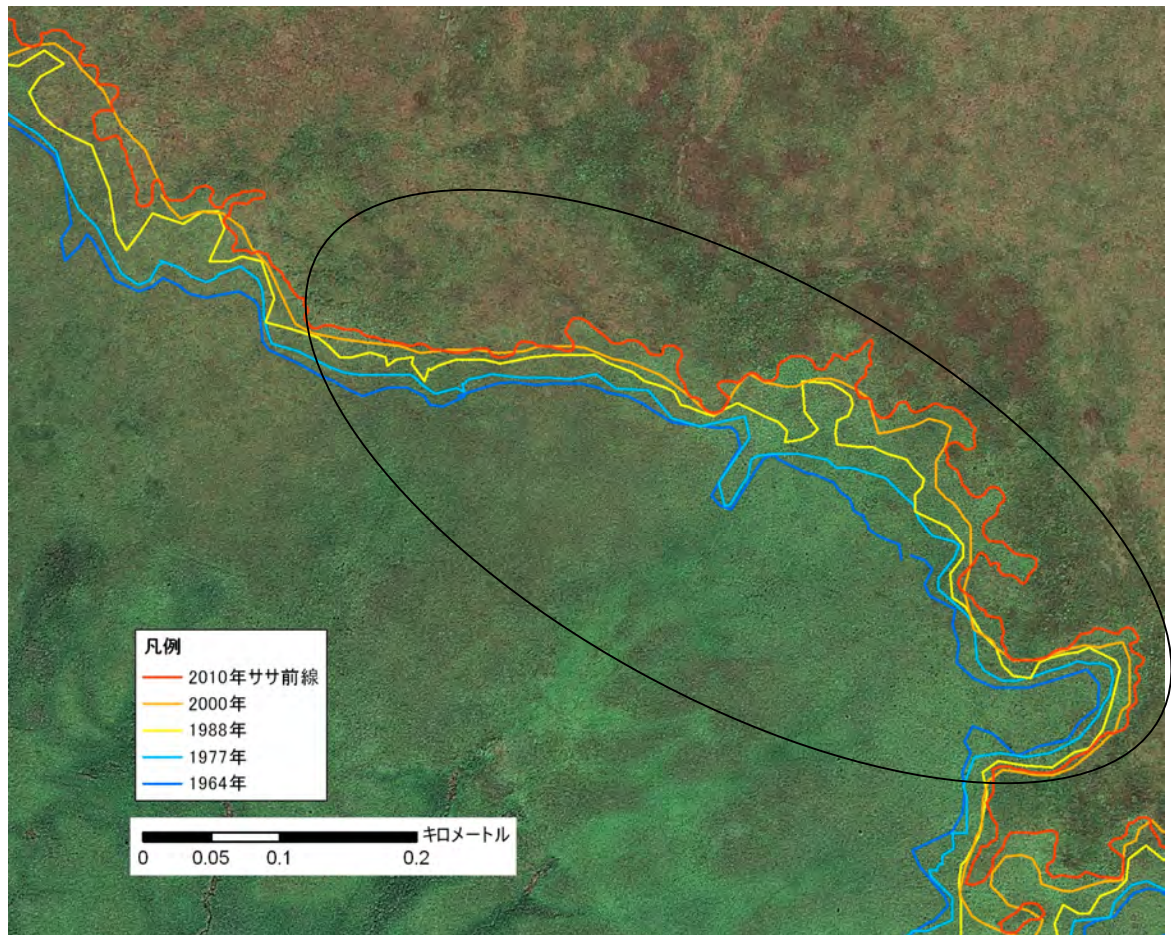


図-2.11 ササ生育地拡大が懸念される箇所 4

第3章 泥炭採掘跡地における植被分布の把握と解析

3.1 植被分布図の作成方法

丸山道路南側に位置する泥炭採掘跡地において、最新の植生分布図を作成した。環境省が所有する衛星写真（Geoeye-1[2010年8月22日撮影]）を用いて、採面約175haにおける植被の分布境界を図化した。GISソフト（ArcGIS 9.2）を用いて、オルソ化された衛星写真を配置し、衛星写真から各植生の分布を判読してポリゴンデータ化し、過年度との比較や採面の閉鎖状況との対応について検討した。

なお、作成に当たっては、2000年度の植生分布とその作成材料となった2000年のALOS衛星画像を参照し、植生変化について吟味しながら、実施した。写真判読のみでは判別が難しい植生については、2000年度の分布図に従うようにした。ただし、一部の区画の取り方のミスや、判読ミスと思われるものについては修正しながら作成した。

材料として用いた2010年の衛星写真、2000年の衛星写真、2000年の植生区分図を図-3.1～図-3.3に示した。



図-3.1 2010 年の衛星写真 (Geoeye-1、スペースイメージング社)



図-3.2 2000 年の衛星写真

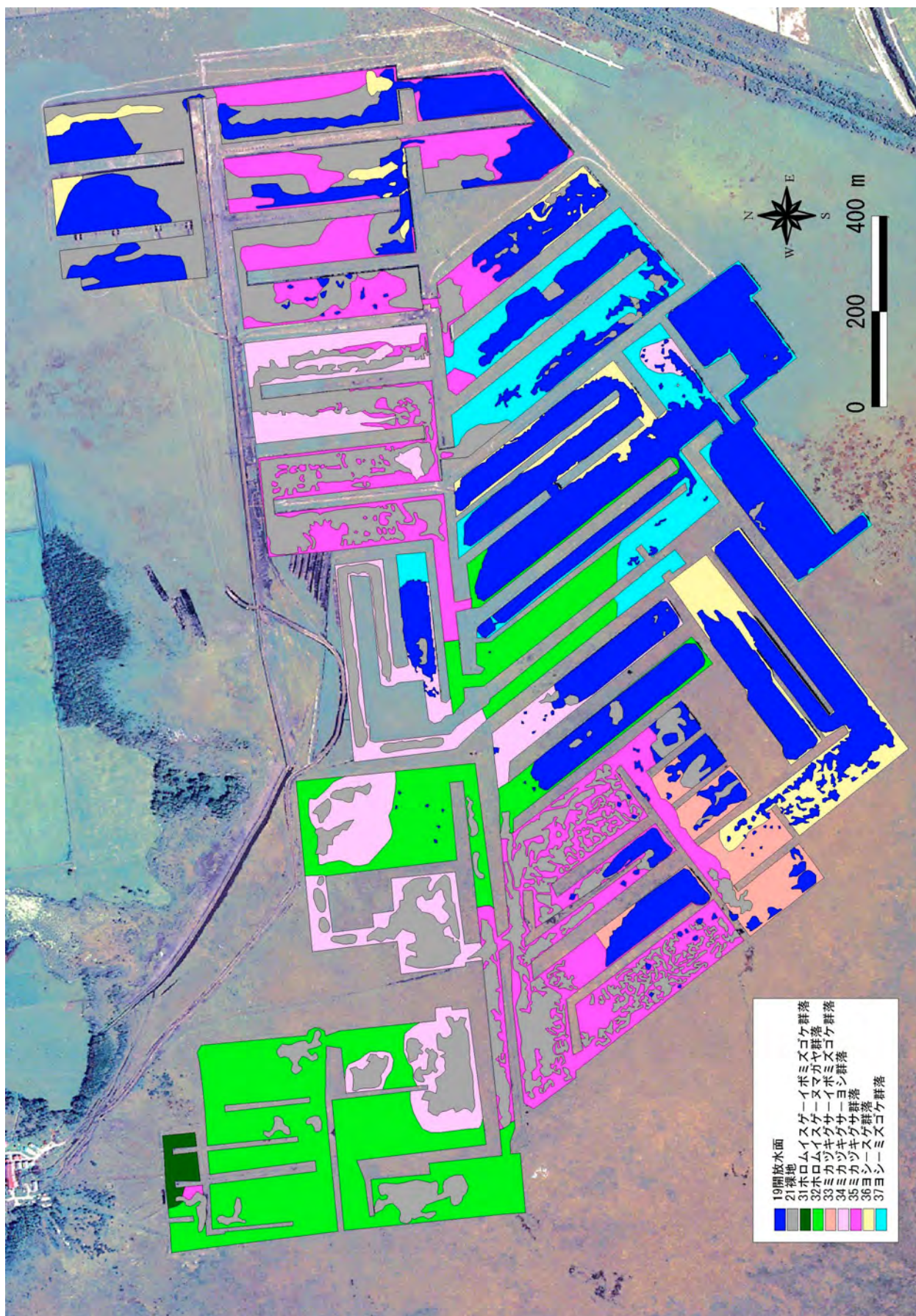


図-3.3 2000 年の植生区分図



図-3.4 2010 年の植生区分図(植被分布図)

3.2 2010 年における植被分布図

作成した植生区分図を図-3.4 に示した。また各植生の面積と割合を表-3.1 に示した。植生区分は 2000 年分布図に用いられている 9 つの区分を用いたが、複数の種で表徴される群落については写真のみでの判別は難しく、2000 年の状態を参照した。正確に植生区分図とするためには、現地調査が必要である。ただ、植生が存在しない開放水面と裸地については、正確に判別できているため、植被の分布については正確に把握している。

この植生区分については、別添資料として A1 判図面に 3500 分の 1 のスケールで表示した。

表-3.1 2010 年の泥炭採掘跡地の植生区分の面積 (ha)

19 開放水面	52.89
21 裸地	20.45
31 【ホロムイスゲーイボミズゴケ群落】 植生の定着が最も進行している群落である。イボミズゴケが高い被度で生育し、ホロムイスゲ、ヌマガヤ等の草本が優占している。初期に採掘・埋塞されたエリアでまとってみられる。	0.86
32 【ホロムイスゲーヌマガヤ群落】 植生の定着が比較的進行し、ヌマガヤ、ホロムイスゲ等が優占する群落である。	31.95
33 【ミカツキグサーイボミズゴケ群落】 ミカツキグサが優占する単調な群落であるが、イボミズゴケの生育がみられる群落である。ペースト状の泥炭で形成された浮島上でやや湿性状態が保たれた場所にみられる。	3.22
34 【ミカツキグサーヨシ群落】 ミカツキグサ群落と類似しているが、優占するミカツキグサに加えてヨシが比較的高い被度で生育する。ミカツキグサ群落と同様な立地に分布する。	15.85
35 【ミカツキグサ群落】 ミカツキグサが優占し、その他の生育種が少ない単調な群落である。ペースト状の泥炭で形成された浮島上に分布する。	32.86
36 【ヨシースゲ群落】 浮島が浅く冠水している場所にみられる抽水植物群落である。優占するヨシ、スゲ類をはじめカキツバタ等の抽水植物、沈水の植物にメタヌキモ等もみられる。	7.66
37 【ヨシーミズゴケ群落】 ヨシが優占し、地表にはミズゴケが密生している群落である。冠水はしないながらも過湿状態が保たれた浮島上にみられる。	9.33
合計面積	175.07

3.3 植生面積の推移の解析

3.2 により作成した最新の植生分布図と、2000 年の植生分布図を比較し、この間における植生の発達による裸地の縮小の状況について解析した。解析に当たっては、対象範囲を区分けし、区分ごとの植生の変化についてまとめた。

区分としては、過年度の報告書や事業実施計画を参照して、①採面が閉塞した年代（事業実施計画資料編 p.資-43）、②周囲の植生（周辺および採掘前の植生の状態、事業実施計画 p.34）、③再生の方向性検討のためのゾーニング（事業実施計画 p.35）の 3 つを用いた。それぞれの区分を図-3.5～図-3.7 に、ゾーニングの定義を表-3.3 に示した。

対象区域全体での変化を表-3.2 にまとめた（なお、合計面積はゾーン 3 の区画の一部を修正したため、各年度で合わなくなっている）。裸地はこの 10 年間で 15.81ha が減少し、全体に占める比率では 9.0 ポイント少なくなった。全体に占める割合は約 2 割から約 1 割へと減少したことになる。一方、水面は 0.30ha 微増した。

その他の植生では、裸地を最初に被覆するミカツキグサ群落が増加した。

表-3.2 対象区域全体における 2000 年－2010 年の植生区分の変化

植生区分	面積 ha			比率		
	2000年	2010年	変化	2000年	2010年	変化
19 開放水面	52.59	52.89	0.30	30.0%	30.2%	0.2
21 裸地	36.26	20.45	▲ 15.81	20.7%	11.7%	▲ 9.0
31 ホロムイスゲイボミズゴケ群落	0.77	0.86	0.08	0.4%	0.5%	0.0
32 ホロムイスゲエヌマガヤ群落	27.16	31.95	4.79	15.5%	18.2%	2.7
33 ミカツキグサーイボミズゴケ群落	3.63	3.22	▲ 0.41	2.1%	1.8%	▲ 0.2
34 ミカツキグサーヨシ群落	14.25	15.85	1.61	8.1%	9.1%	0.9
35 ミカツキグサ群落	23.80	32.86	9.06	13.6%	18.8%	5.2
36 ヨシースゲ群落	6.78	7.66	0.87	3.9%	4.4%	0.5
37 ヨシーミズゴケ群落	9.80	9.33	▲ 0.47	5.6%	5.3%	▲ 0.3
合計面積	175.05	175.07		100.0%	100.0%	

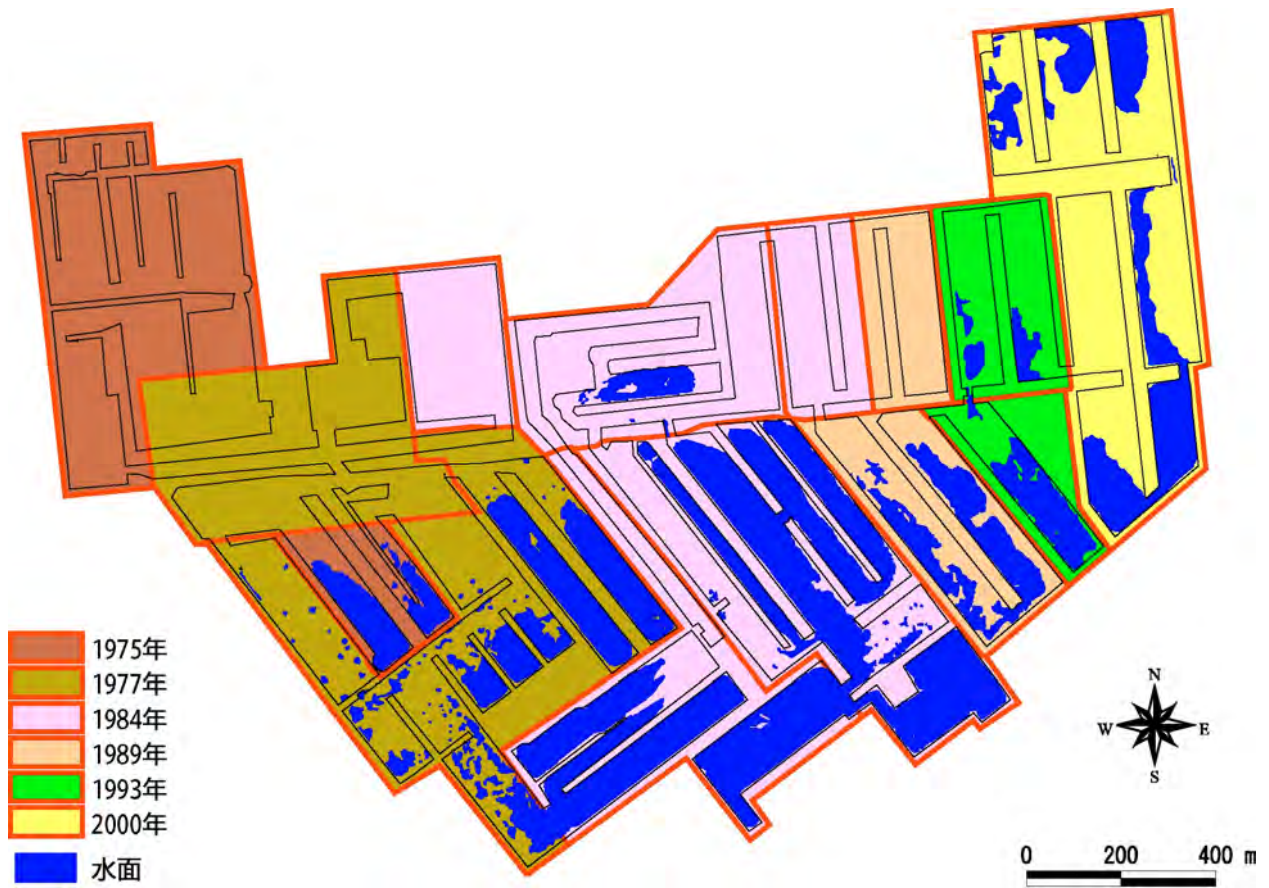


図-3.5 対象区域の区分 ①採面が閉塞した年代

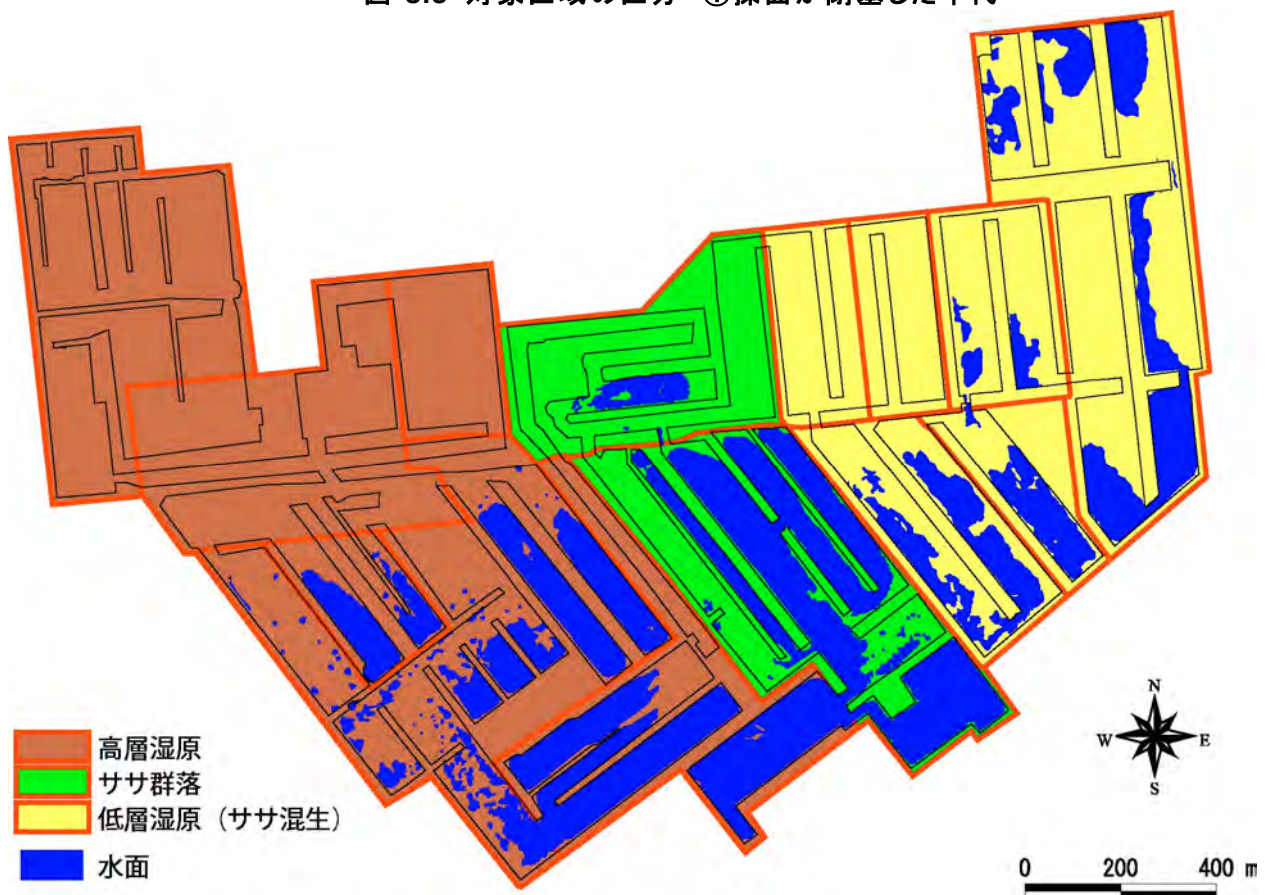


図-3.6 対象区域の区分 ②周囲の植生にもとづく区分

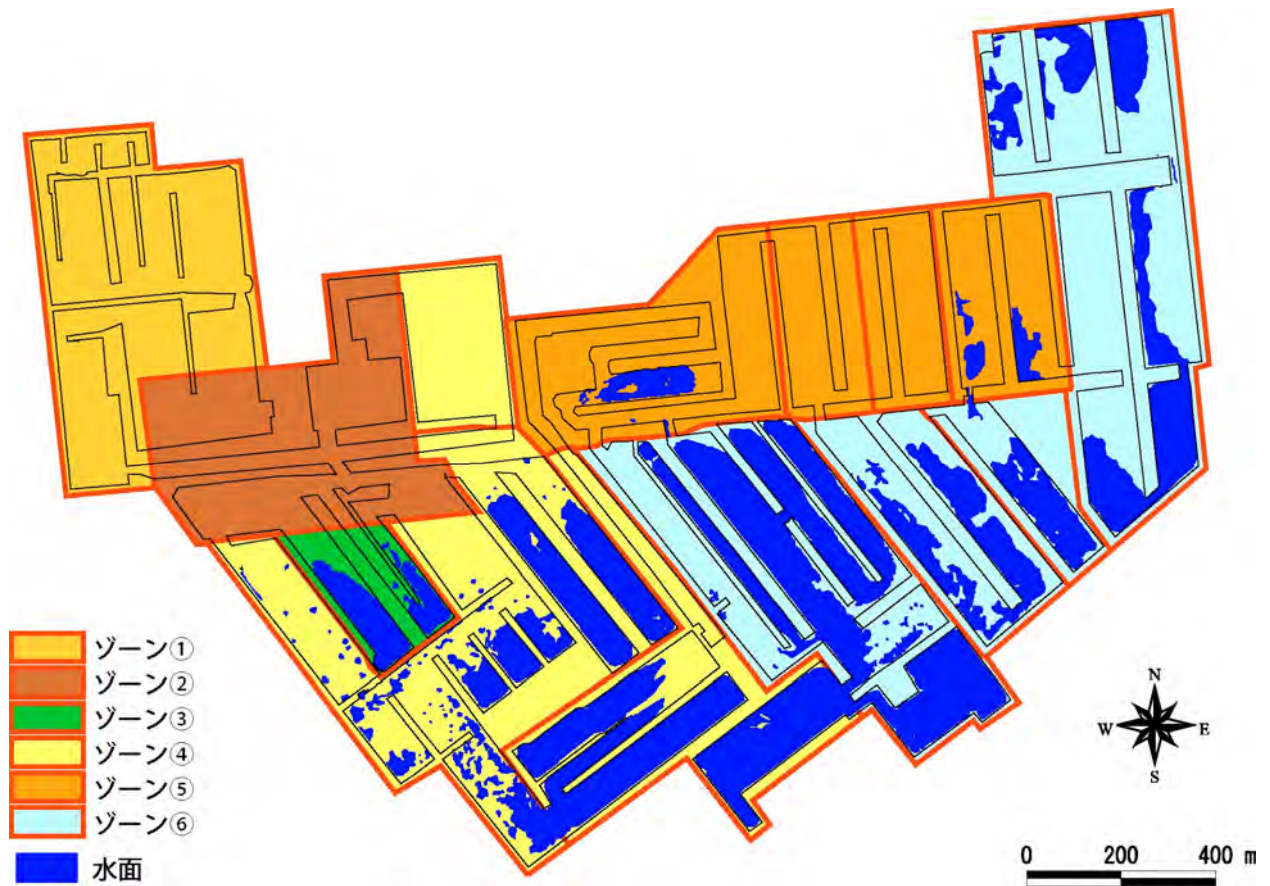


図-3.7 対象区域の区分 ③再生の方向性検討のためのゾーニング

表-3.3 ゾーニングと方向性(実施計画 p.35 表 7-2 ゾーニングによる修復の方向性)

区分	周囲の植生	修復の優先度	修復の方向性	
①	高層湿原植生	大	推移を見守る	陸化した採掘箇所には分布している植生の遷移を見守る。
②			修復	裸地状態が続いている採掘箇所の植物の定着を促す。
③			修復	開水面に泥炭ブロック等を活用して生育基盤を形成し、植物の定着を促す。
④			推移を見守る	陸化した採掘箇所は、植生の遷移を見守る。開水面は、オオヒシクイの利用を考慮して人為的な操作は行わずに自然の推移を見守る。
⑤	低層湿原植生(ササ混生タイプ)	小	修復	裸地状態が続いている採掘箇所の植物の定着を促す。
⑥			推移を見守る	陸化した採掘箇所では、植生の遷移を見守る。開水面は、オオヒシクイの利用を考慮して現況を維持する。

区分ごとの変化を表-3.4～表-3.6 にまとめた。特に大きな変化が見られた区分を色塗りで表記している。

水面閉塞年別では、2000 年に閉塞したばかりの区域（2000 年以降に採掘していた区画を含む）で、水面の閉塞が顕著に見られ、裸地化していた。それ以外の箇所では水面面積にほとんど変化がなかった。裸地が特に減少したのは、1977 年閉塞の区域と 1993 年閉塞の区域だった。1989 年閉塞以降の比較的新しい区域では、ミカヅキグサ群落が特に大きく増加していた。

周辺植生との関係では、裸地は周辺が低層湿原（ササ混生）である区域で大きく減少し、ミカヅキグサ群落となっていた。周辺がササ群落の区域ではあまり大きな変化が見られなかった。周辺が高層湿原の区域では、ホロムイスゲ・ヌマガヤ群落が増加しているが、これは元々の植生区分での定義がそうになっていることによる。

ゾーンごとの傾向では、ゾーン②とゾーン⑤で裸地の減少が顕著に見られた。これらのゾーンは修復対象となっているが、対象となる裸地は自然に減少しているといえる。ゾーン⑥では新しい採掘跡地で水面が減少していた。ゾーン③は水面が広がり、ほとんど変化していないため、その修復が課題となる。ゾーン④もゾーン③と同様に水面が多く、裸地が少ないため、あまり大きな変化が見られなかった。

以上の結果を図-3.8 にまとめた。

表-3.4 採面が閉塞した年代と植生区分の変化の関係

水面閉塞年	2000年の植生分布面積 (ha)							2010年の植生分布面積 (ha)							10年間で植生分布の変化 (ha)						
	1975	1977	1984	1989	1993	2000	総計	1975	1977	1984	1989	1993	2000	総計	1975	1977	1984	1989	1993	2000	総計
19開放水面	2.1	7.7	26.3	3.6	2.5	10.4	52.6	2.3	9.0	26.4	4.1	3.1	8.1	52.9	0.2	1.3	0.1	0.5	0.6	-2.4	0.3
21裸地	2.6	12.1	6.6	3.1	3.6	8.3	36.3	0.5	7.1	3.3	1.4	2.0	6.2	20.5	-2.1	-5.0	-3.3	-1.6	-1.6	-2.1	-15.8
31ホロムイスゲイボミズゴケ群落	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
32ホロムイスゲイボミズゴケ群落	16.8	2.2	8.2	0.0	0.0	0.0	27.2	18.0	4.4	9.5	0.0	0.0	0.0	31.9	1.2	2.3	1.3	0.0	0.0	0.0	4.8
33ミカツキグササイボミズゴケ群落	0.3	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4
34ミカツキグサヨシ群落	0.3	5.2	6.4	2.4	0.0	0.0	14.2	0.2	4.1	7.4	2.6	0.2	1.3	15.9	-0.1	-1.1	1.1	0.2	0.2	1.3	1.6
35ミカツキグサ群落	1.6	9.0	3.8	0.7	4.1	4.6	23.8	2.7	11.6	4.7	2.1	5.0	6.8	32.9	1.0	2.6	0.8	1.4	0.9	2.2	9.1
36ヨシースゲ群落	0.0	2.1	3.0	0.0	0.4	1.2	6.8	0.0	2.2	3.0	0.0	0.3	2.2	7.7	0.0	0.1	-0.0	0.0	-0.2	1.0	0.9
37ヨシースミズゴケ群落	0.0	0.0	4.7	5.1	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	4.6	4.7	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	-0.0	-0.4	0.0	0.0	-0.5
総計	24.5	41.6	58.9	14.9	10.6	24.5	175.1	24.5	41.6	58.9	14.9	10.6	24.5	175.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

水面閉塞年	2000年の植生分布面積 (比率)							2010年の植生分布面積 (比率)							10年間で植生分布の変化 (ポイント)						
	1975	1977	1984	1989	1993	2000	総計	1975	1977	1984	1989	1993	2000	総計	1975	1977	1984	1989	1993	2000	総計
19開放水面	8.6%	18.4%	44.6%	24.2%	23.5%	42.5%	30.0%	9.4%	21.6%	44.8%	27.4%	29.1%	32.8%	30.2%	0.8	3.1	0.2	3.2	5.6	-9.6	0.2
21裸地	10.7%	29.1%	11.2%	20.6%	33.8%	33.8%	20.7%	2.0%	17.0%	5.6%	9.6%	18.7%	25.1%	11.7%	-8.7	-12.1	-5.6	-11.0	-15.1	-8.7	-9.0
31ホロムイスゲイボミズゴケ群落	3.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	3.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32ホロムイスゲイボミズゴケ群落	68.6%	5.2%	13.9%	0.0%	0.0%	0.0%	15.5%	73.4%	10.7%	16.1%	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	4.8	5.4	2.2	0.0	0.0	0.0	2.7
33ミカツキグササイボミズゴケ群落	1.1%	8.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	0.0%	7.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	-1.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2
34ミカツキグサヨシ群落	1.3%	12.4%	10.8%	16.2%	0.0%	0.0%	8.1%	0.8%	9.9%	12.6%	17.3%	2.2%	5.3%	9.1%	-0.4	-2.6	1.9	1.1	2.2	5.3	0.9
35ミカツキグサ群落	6.6%	21.6%	6.5%	4.6%	38.8%	18.6%	13.6%	10.8%	27.8%	7.9%	14.3%	47.4%	27.6%	18.8%	4.3	6.3	1.4	9.7	8.6	9.0	5.2
36ヨシースゲ群落	0.0%	5.1%	5.1%	0.0%	3.9%	5.0%	3.9%	0.0%	5.3%	5.0%	0.0%	2.5%	9.1%	4.4%	0.0	0.2	-0.1	0.0	-1.4	4.0	0.5
37ヨシースミズゴケ群落	0.0%	0.0%	8.0%	34.3%	0.0%	0.0%	5.6%	0.0%	0.0%	7.9%	31.4%	0.1%	0.0%	5.3%	0.0	0.0	-0.1	-2.9	0.1	0.0	-0.3
総計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表-3.5 周辺の植生と植生区分の変化の関係

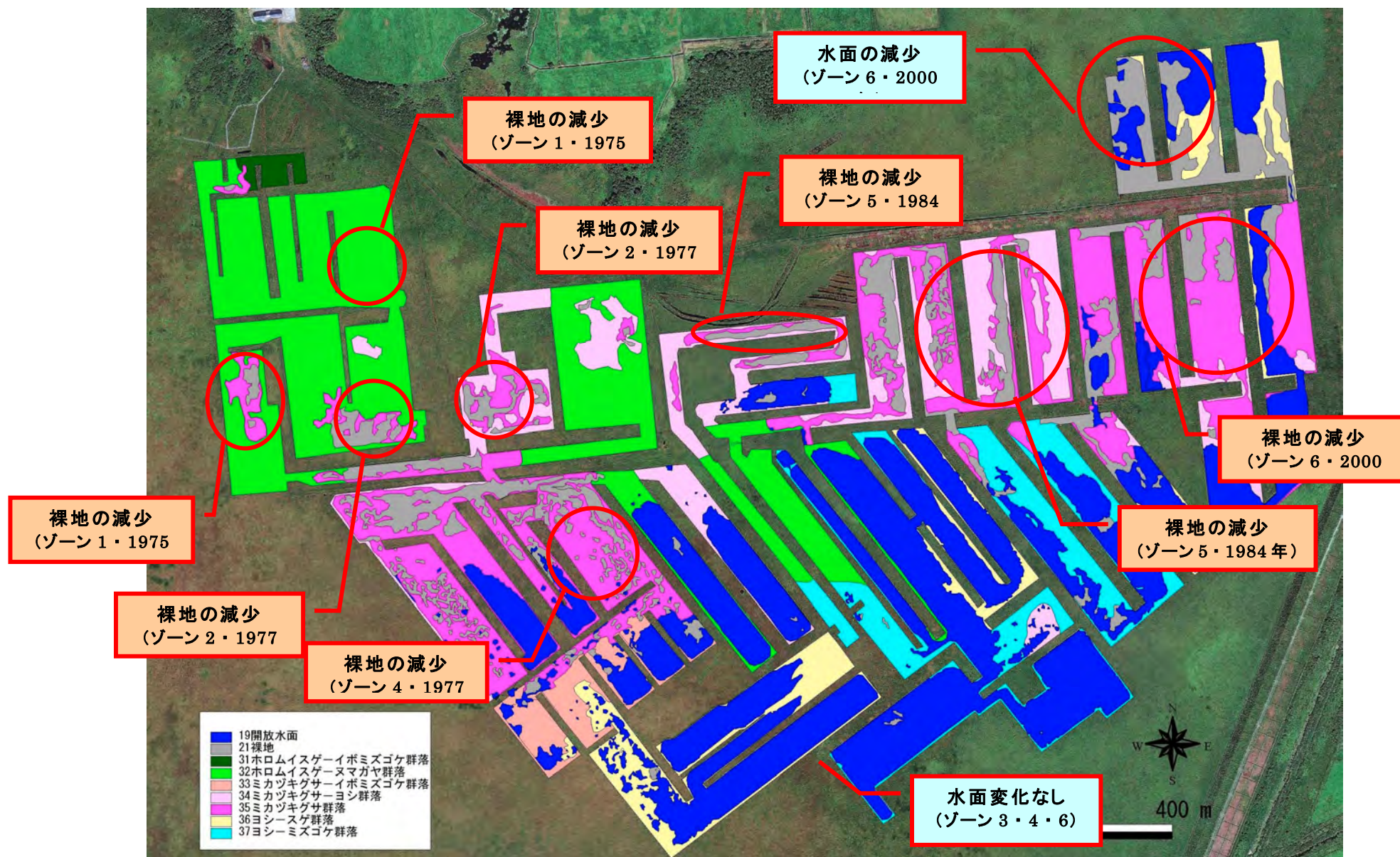
周辺植生	2000年の植生分布面積(ha)				2010年の植生分布面積(ha)				10年間の植生分布の変化(ha)			
	高層湿原	ササ群落	低層+ササ	総計	高層湿原	ササ群落	低層+ササ	総計	高層湿原	ササ群落	低層+ササ	総計
19開放水面	20.4	15.7	16.5	52.6	21.9	15.7	15.2	52.9	1.5	0.1	-1.3	0.3
21裸地	15.3	3.7	17.3	36.3	7.7	2.1	10.6	20.5	-7.6	-1.6	-6.7	-15.8
31ホロムイスゲイボミズゴケ群落	0.8	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0	0.0	0.1
32ホロムイスゲヌマガヤ群落	23.8	3.4	0.0	27.2	28.6	3.4	0.0	31.9	4.8	0.0	0.0	4.8
33ミカツキグサーイボミズゴケ群落	3.6	0.0	0.0	3.6	3.2	0.0	0.0	3.2	-0.4	0.0	0.0	-0.4
34ミカツキグサーヨシ群落	7.8	2.6	3.8	14.2	5.6	3.7	6.5	15.9	-2.2	1.1	2.6	1.6
35ミカツキグサ群落	10.6	2.2	11.0	23.8	14.3	2.6	16.0	32.9	3.7	0.4	4.9	9.1
36ヨシースゲ群落	4.1	1.1	1.7	6.8	4.1	1.0	2.5	7.7	0.1	0.0	0.8	0.9
37ヨシーミズゴケ群落	0.9	3.8	5.1	9.8	0.9	3.8	4.7	9.3	0.0	0.0	-0.4	-0.5
総計	87.2	32.3	55.5	175.1	87.2	32.3	55.5	175.1	0.0	0.0	0.0	0.0

周辺植生	2000年の植生分布面積(比率)				2010年の植生分布面積(比率)				10年間の植生分布の変化(ポイント)			
	高層湿原	ササ群落	低層+ササ	総計	高層湿原	ササ群落	低層+ササ	総計	高層湿原	ササ群落	低層+ササ	総計
19開放水面	23.4%	48.5%	29.8%	30.0%	25.1%	48.7%	27.5%	30.2%	1.7	0.2	-2.3	0.2
21裸地	17.5%	11.4%	31.2%	20.7%	8.8%	6.6%	19.2%	11.7%	-8.7	-4.9	-12.0	-9.0
31ホロムイスゲイボミズゴケ群落	0.9%	0.0%	0.0%	0.4%	1.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1	0.0	0.0	0.0
32ホロムイスゲヌマガヤ群落	27.3%	10.4%	0.0%	15.5%	32.8%	10.4%	0.0%	18.2%	5.5	0.0	0.0	2.7
33ミカツキグサーイボミズゴケ群落	4.2%	0.0%	0.0%	2.1%	3.7%	0.0%	0.0%	1.8%	-0.5	0.0	0.0	-0.2
34ミカツキグサーヨシ群落	9.0%	8.0%	6.9%	8.1%	6.5%	11.6%	11.7%	9.1%	-2.5	3.6	4.7	0.9
35ミカツキグサ群落	12.1%	6.7%	19.9%	13.6%	16.4%	7.9%	28.8%	18.8%	4.3	1.2	8.9	5.2
36ヨシースゲ群落	4.6%	3.3%	3.0%	3.9%	4.7%	3.2%	4.5%	4.4%	0.1	-0.1	1.5	0.5
37ヨシーミズゴケ群落	1.1%	11.6%	9.2%	5.6%	1.0%	11.6%	8.4%	5.3%	-0.0	-0.0	-0.8	-0.3
総計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.0	0.0	0.0	0.0

表-3.6 ゾーン区分と植生区分の変化の関係

ゾーン番号	2000年の植生分布面積(ha)							2010年の植生分布面積(ha)							10年間の植生分布の変化(ha)						
	1	2	3	4	5	6	総計	1	2	3	4	5	6	総計	1	2	3	4	5	6	総計
19開放水面	0.0	0.0	2.1	18.3	1.5	30.7	52.6	0.0	0.0	2.3	19.6	2.0	29.0	52.9	0.0	0.0	0.2	1.3	0.5	-1.7	0.3
21裸地	2.2	8.1	0.4	4.6	11.3	9.6	36.3	0.2	5.0	0.3	2.2	5.5	7.3	20.5	-2.0	-3.1	-0.2	-2.4	-5.8	-2.4	-15.8
31ホロムイスゲイボミズゴケ群落	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
32ホロムイスゲヌマガヤ群落	16.8	0.7	0.0	6.3	0.5	2.8	27.2	18.0	2.8	0.0	7.8	0.5	2.8	31.9	1.2	2.1	0.0	1.5	0.0	0.0	4.8
33ミカヅキグサーイボミズゴケ群落	0.0	0.0	0.3	3.4	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	-0.3	-0.2	0.0	0.0	-0.4
34ミカヅキグサーヨシ群落	0.3	3.8	0.0	3.7	6.0	0.4	14.2	0.2	2.6	0.0	2.8	8.4	1.8	15.9	-0.1	-1.2	0.0	-0.9	2.4	1.4	1.6
35ミカヅキグサ群落	0.1	3.1	1.5	5.9	7.6	5.7	23.8	0.9	5.2	1.8	6.5	10.6	7.9	32.9	0.8	2.1	0.3	0.6	3.0	2.3	9.1
36ヨシースゲ群落	0.0	0.0	0.0	4.1	0.1	2.7	6.8	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	3.5	7.7	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.9	0.9
37ヨシーミズゴケ群落	0.0	0.0	0.0	0.9	0.4	8.5	9.8	0.0	0.0	0.0	0.9	0.4	8.1	9.3	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.4	-0.5
総計	20.2	15.7	4.3	47.1	27.4	60.4	175.1	20.2	15.6	4.4	47.1	27.4	60.4	175.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ゾーン番号	2000年の植生分布面積(比率)							2010年の植生分布面積(比率)							10年間の植生分布の変化(ポイント)						
	1	2	3	4	5	6	総計	1	2	3	4	5	6	総計	1	2	3	4	5	6	総計
19開放水面	0.0%	0.0%	48.9%	38.8%	5.6%	50.8%	30.0%	0.0%	0.0%	52.8%	41.7%	7.3%	48.0%	30.2%	0.0	0.0	3.9	2.8	1.7	-2.8	0.2
21裸地	10.9%	51.5%	9.8%	9.7%	41.4%	16.0%	20.7%	1.2%	32.1%	5.8%	4.6%	20.1%	12.0%	11.7%	-9.7	-19.5	-4.0	-5.1	-21.3	-4.0	-9.0
31ホロムイスゲイボミズゴケ群落	3.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	4.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32ホロムイスゲヌマガヤ群落	83.3%	4.4%	0.0%	13.4%	1.9%	4.7%	15.5%	89.3%	17.8%	0.0%	16.5%	1.9%	4.7%	18.2%	6.0	13.4	0.0	3.1	0.0	0.0	2.7
33ミカヅキグサーイボミズゴケ群落	0.0%	0.0%	6.0%	7.2%	0.0%	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	0.0%	6.8%	0.0%	0.0%	1.8%	0.0	0.0	-6.0	-0.3	0.0	0.0	-0.2
34ミカヅキグサーヨシ群落	1.6%	24.2%	0.0%	7.9%	22.0%	0.7%	8.1%	1.0%	16.9%	0.0%	5.9%	30.7%	3.0%	9.1%	-0.5	-7.3	0.0	-1.9	8.7	2.3	0.9
35ミカヅキグサ群落	0.4%	19.8%	35.3%	12.5%	27.6%	9.4%	13.6%	4.2%	33.2%	41.4%	13.8%	38.6%	13.2%	18.8%	3.8	13.4	6.1	1.3	11.0	3.8	5.2
36ヨシースゲ群落	0.0%	0.0%	0.0%	8.6%	0.2%	4.4%	3.9%	0.0%	0.0%	0.0%	8.8%	0.0%	5.8%	4.4%	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.2	1.4	0.5
37ヨシーミズゴケ群落	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	1.4%	14.1%	5.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	1.4%	13.3%	5.3%	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.7	-0.3
総計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



3.4 植生回復試験の検討

① 学識者のヒアリング

泥炭採掘跡地において植生回復手法の検討を行っている学識者にヒアリングを実施した。対象は、北海道大学地球環境科学研究所の露崎史朗教授である。平成23年3月にヒアリングを実施した結果を以下にまとめた。また参考資料として、露崎教授がまとめた資料と第58回日本生態学会での関連発表の要旨を巻末に付した。

○ヒアリング実施日 平成23年3月15日（火）

○ヒアリング対象 露崎史朗教授（露崎研究室院生、江川・保要両氏）

○実施場所 北海道大学地球環境科学院

○ヒアリング概要

●調査箇所について

・調査地は No12 の裸地のほか、各所で行なっている。研究はやりやすいので主に裸地で実施している。土壌水分はどうやって計測しているのか。自動計測ではないのか。

⇒ 調査時の瞬間計測のみである。

・植生プロットは計208箇所ある。

●植生の復元の調査・研究について

・播種や植栽についても実施している。去年度博士号を取った小山が実施しており、Ecological Research の Koyama (2009) になっている。また、谷地坊主の機能として、種子の捕捉の重要性。形状に意味があると考えている（実験で確認している）。※A chronosequence approach for detecting revegetation patterns after Sphagnum -peat mining, northern Japan. (Nishimura&Tsuyuzaki)

・マルチングの効果は、タネが移動してしまうのを防ぐことではないか。トラップされていれば問題ない。

・マルチとしての枠ではないが、木枠を使って泥炭を掘ったところと盛ったところを作っており、各植物の定着と水位の関係について調べている。先の生態学会での江川の発表となっている。

・ミカヅキグサは1～2年で成熟し、繁殖も開始する。遷移初期種で、永続的な群落は作らない。土壌の湿潤度に影響を受けるが、ヌマガヤ、ヨシ、ホロムイスゲなどの群落に変化していく。

・表土の亀裂にタネがトラップされて、成長しやすい。裸地は風食の影響が強い。タネのトラップには、地表面を波立たせるだけでも効果あるはず。論文もある。一度捕捉されれば、その後風食を受けて崩れても問題ない。

・水中に沈んでいる泥炭内部に埋土種子は期待できない。

- ・泥炭でも、場所によって（物理的な）性質が異なる。
- ・緑化の進行の妨げになっているのは、タネの不足ではないか。
- ・実施計画の実験はいつ始めるのか。地表面に凹凸をつける実験はこちらでも計画している。

⇒ まだ検討中である。

- ・ミズゴケをパッチごと移植するという試験もやりたい。海外でも事例あるが、7割ぐらいは失敗している。サロベツでも簡単ではないだろう。

② 文献リストの作成

露崎教授に指摘されていた研究室での成果をまとめた論文、北米での研究事例などについて文献リストとして整理した。

これらでは、泥炭採掘跡地の植生回復に関する論文が多くあるが、実証試験についてはあまり確認できなかった。継続モニタリングにより、どのような遷移パターンになるのかを長期観察した事例が多い。特にワタスゲに着目して研究が行なわれている。回復している事例、できていない事例ともあり、できていない要因としては、乾燥（地下水位の低下）と冬期の凍上による攪乱が挙げられている。

Tsuyuzaki, S., Haraguchi, A. and F. Kanda (2009) Effects of scale-dependent factors on herbaceous vegetation pattern in a wetland, northern Japan. *Ecological Research*, 19: 349-355

Nishimura, A., Tsuyuzaki, S. and A. Haraguchi (2009) A chronosequence approach for detecting revegetation patterns after Sphagnum-peat mining, northern Japan. *Ecological Research*, 24: 237-246

Egawa, C., Koyama, A. and S. Tsuyuzaki (2009) Relationships between the developments of seedbank, standing vegetation and litter in a post-mined peatland. *Plant Ecology*, 203(2): 217-228

Koyama, A. and S. Tsuyuzaki (2010) Effects of sedge and cottongrass tussocks on plant establishment patterns in a post-mined peatland, northern Japan. *Wetlands Ecol Manage*, 18: 135-148

露崎史朗. 湿原の保全と復元—サロベツ湿原を事例として 100907 第3回 9月7日（火）資料 http://www.ees.hokudai.ac.jp/top/pdf/2010_tsuyuzaki.pdf

Price, J. S., Heathwaite, A. L. and A. J. Baird (2003) Hydrological processes in abandoned and restored peatlands, an overview of management approaches. *Wetlands Ecology and Management*, 11: 65-83

Groeneveld, E. V. G. and L. Rochefort (2002) Nursing plants in peatland restoration, on their potential use to alleviate frost heaving problems. *Suoseura*, 53: 73-85

Groeneveld, E. V. G. and L. Rochefort (2005) *Polytrichum strictum* as a solution to frost heaving in disturbed ecosystems: A case study with milled peatlands. *Restoration Ecology*, 13(1): 74-82

Poulin, M., Rochefort, L., Quinty, F. and C Lavoie (2005) Spontaneous revegetation of mined peatlands in eastern Canada. *Can. J. Bot.*, 83: 539-557

Lavoie, C., Marcoux K., Saint-Louis, A. and J. S. Price (2005) The dynamics of a cotton-grass (*Eriophorum vaginatum* L.) cover expansion in a vacuum-mined peatland, Southern Quebec, Canada. *Wetlands*, 25(1): 64-75

- Lavoie, C., Saint-Louis, A. and D. Lachance (2005) Vegetation dynamics on an abandoned vacuum-mined peatland: 5 years of monitoring. *Wetlands Ecology and Management*, 13: 621-633
- Campbell, D. R. Lavoie, C. and L. Rochefort (2002) Wind erosion and surface stability in abandoned milled peatlands. *Canadian Journal of Soil Science*, 82: 85–95

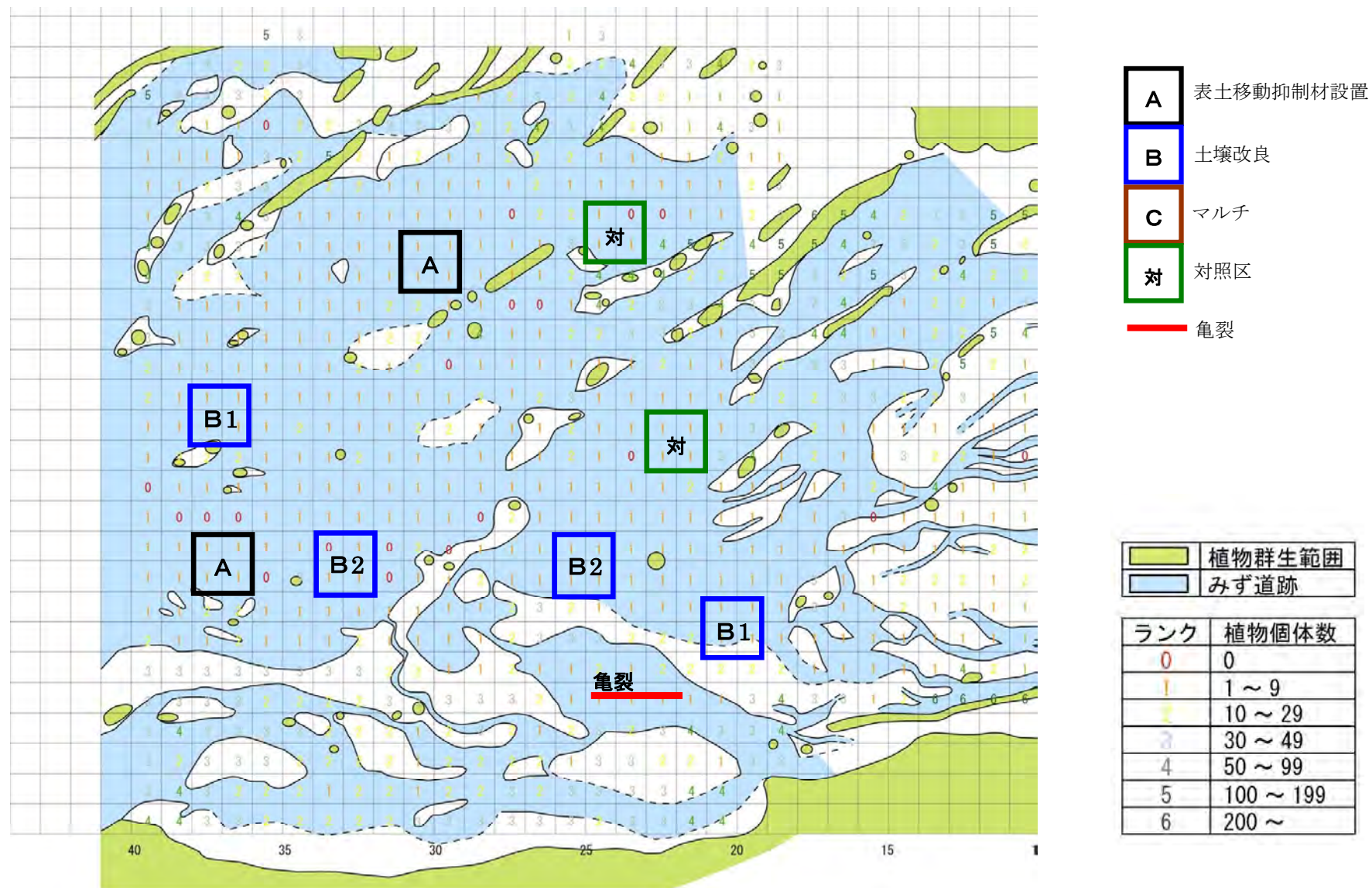
③ 植生回復試験についての検討

①のヒアリング結果を踏まえて、平成 21 年度に検討された泥炭採掘跡地での植生回復のための試験区配置計画（「平成 21 年度サロベツ自然再生事業堰き止め工等設計及び事業評価検討業務」報告書 p.81～84）について再検討した。検討にあたっては、試験の前提となる考え方について事業実施計画も参照しながらまとめた。

平成 21 年度の検討内容について、以下に再掲する。

平成 21 年度報告書・表 3.5 実施計画書で提案されていた再生手法と現況を踏まえた判断 (p.81)

再生手法	概 要	現況を踏まえた判断
マルチによる表土の保護	マルチングによって、表層の攪乱と乾燥を抑制する。また、マルチで全面を覆うと植物の発芽が難しくなるため、マルチに隙間を空け、マルチ上に葉体が出るように植物個体を植える等の工夫も行う。	降雨時に水の動きがある場所ではマルチが流されてしまう可能性があるため、水みちがない平坦地で施工する。
表土移動抑制材の設置	木板等を挿して地表に数 cm の突起をつくることによって、表土の移動を抑制する。	水の動きがある場所で効果が期待される手法であるので、水みちがある箇所で行う。
土壌改良	土壌構造を改良することによって、表層の攪乱と乾燥を抑制する。採掘跡地の水底に堆積している泥炭ブロックを鋤きこみ、土壌に植物繊維を混入させる。	乾燥防止と表土移動抑制に効果が期待される手法であり、平坦地と水みちのある箇所の両方に施工する。泥炭ブロックを混入させる量、深さ等について知見を得るために 2 通りの試験区を設ける。
亀裂の造成	亀裂をつくることによって、水分を多く含んだ場所が出現することによる周縁効果（水供給、地温の安定）を図る。	個体数 0 の場所がほとんどないため、補足的に 1 試験区を設ける。
溝・窪地の造成	溝や窪地を作ることによって水がたまる箇所を創出し、乾燥を抑制する。	



平成 21 年度報告書・図 3.9 再生手法施工箇所配置案 (p.82)

● 試験計画の考え方における課題・種子不足 についての把握

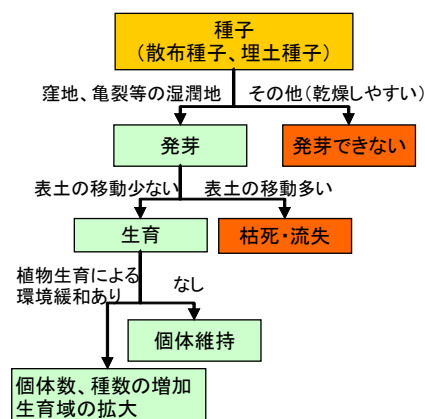
本計画では、右の図のように、対象区域に種子が十分に供給されることが前提となっている。しかし、実際には露崎教授の指摘では、種子の供給や飛来種子のトラップが課題になるということであった。

現状では、有効種子数の違いが制限要因として考えられていないが、制限要因になっている可能性を考慮すべきである。また、場所

により、飛来種子・埋土種子量に大きな違いがあることが考えられ、一律と見なして試験区を分散させて設置するのは、検証不能となる危険がある。

現状では、種子の空間分布情報が不足していて、均等に分布していると仮定せざるをえない。これを解消し、各試験区の種子量について確認するためには、播き出し法による種子数調査（および埋土種子フロア調査）が考えられる。

また、種子量に影響されにくい試験計画とするには、播種を用いた実験を加えることが考えられる。播種数と定着個体数に相関関係があれば、種子の制限が示唆される。実際に、露崎研究室での実験においてもミカヅキグサなどの播種を行っている。



● 試験計画の考え方における課題・制限要因の整理

上記のフローでは、発芽・定着段階では、乾燥によって「発芽できない」ため、定着が妨げられていると仮定されているが、「発芽はしているが定着が妨げられている」可能性も高い。発芽と定着は生態学的なプロセスが異なり、その後の埋土種子の動態にも影響するため、区別して考えるのが望ましい（発芽後、定着できないのであれば、埋土種子はすでに失われている可能性が高い）。発芽時期における詳しい調査（観察）が必要である。

生育段階では、「表土の移動」のみを枯死要因としているが、乾燥も大きな枯死要因になっている可能性がある。これについても、生育段階における詳しい調査（観察）が必要である。

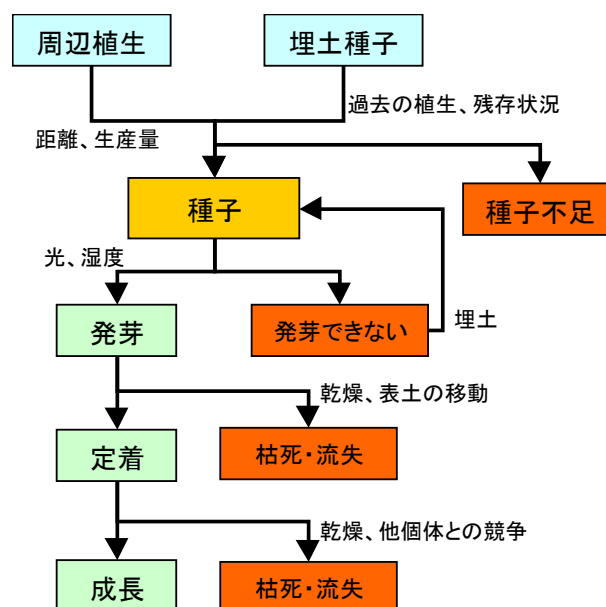


図-3.9 改良した植生定着までのフロー

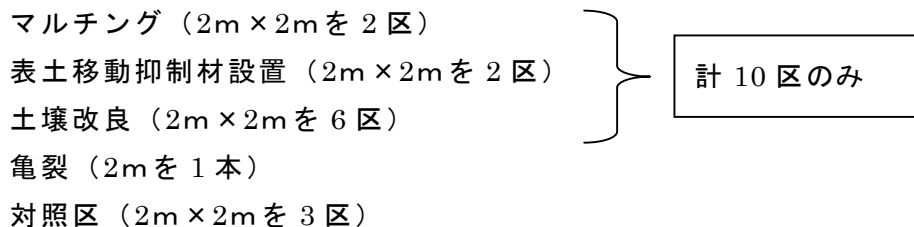
以上を踏まえて、図-3.9に改良したフローを示した。

乾燥ストレスや表土の移動ストレスへの耐性は、個体サイズに依存して変動することが考えられる。個体サイズの異なる株を使った植栽試験による検討が考えられる。また、自生個体を用いた個体群調査を行なうことにより、環境別のサイズ構造、サイズ依存的なストレス耐性（生存率の違い）、サイズ依存的な成長速度などを解明できると思われる。

すでにミカヅキグサ、ヌマガヤ、モウセンゴケなどについての特性について露崎研究室で研究していることから、この成果を踏まえての検討が必要である。

● 試験区配置に関する課題

現在検討されている試験区計画は以下の通りである。



これについては以下の課題が考えられる。

まず試験区が計 10 区、各デザイン 2 区と少なく、統計学的な解析に耐えられる反復数とはいえない。特に野外実験ではさまざまな環境条件により、結果に条件以外の要因によるばらつきが生じることが多い。結果を統計学的に解析するためには、反復数を十分にとる必要がある（各デザイン 10 反復以上）。各区のサイズは統一すべきであるが、2m 四方であることにこだわらず、1m 四方にして反復を増やすことも考えられる。また、既存の植生の完全な保全を優先しているが、大きな植生の毀損を伴うのであれば、若干植生が見られる場所での試験実施も可能と思われる。

次に各手法についてであるが、工法がそれぞれ単一となっているが、やり方に変化をつけて検証することが考えられる。ただし、今後広域での再生を実施するためには、簡易的な方法で実施できる必要があり、特にアプローチが難しい箇所もあり、重機や大型の作業機械を用いた手法は実施が限られてしまう可能性が高い。実効性の高い手法に絞って実施する必要がある。

マルチングについては、現在の計画では厚く覆い光条件の悪化も心配されるので、粗密に変化をつけることが考えられる。ただし広域での実施が難しいと考えられる。

土壌改良についても、広域での実施は難しいと考えられる。

亀裂については、現在 1 つの試験しか設定されておらず、箇所も 1 箇所のため、検証が難しい。方向、長さ、深さなどに変化をつけることが考えられる。また露崎教授が提案していた地表面の凹凸処理も検討し、亀裂と対比する試験と位置づ

けられる（事業実施計画の「溝の造成」）。

さらに現在の設定では、各試験区をランダムに配置するようになっているが、この配置では種子量について場所の効果が生じることが予想されるので、好ましいとはいえない。特に対照区は隣接させて設定する必要がある。この配置は作業によるかく乱を考慮しているが、作業は外側から行なうようにして、近い場所に設定するほうが良い。

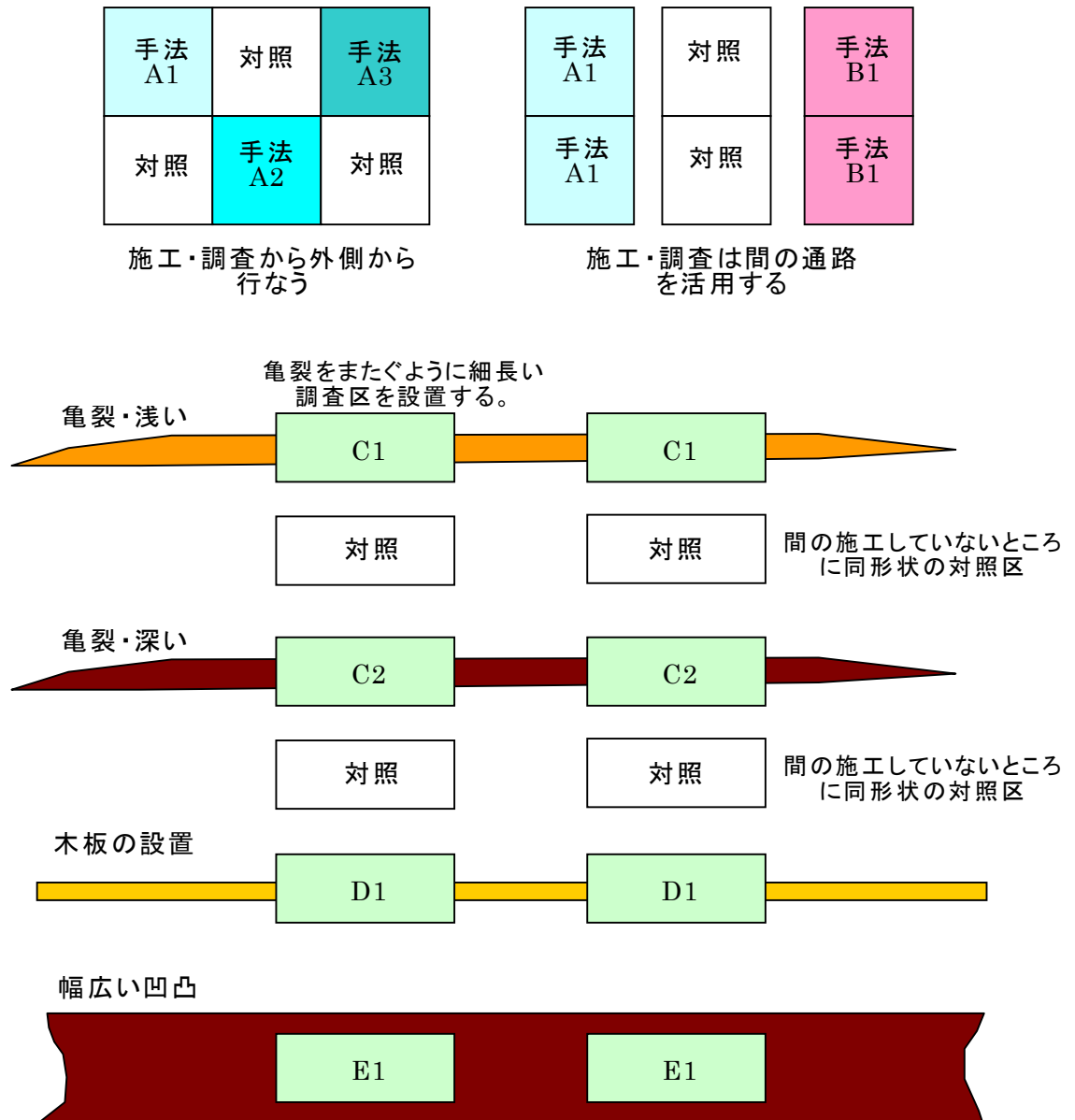


図-3.10 試験区デザインの改良例（A,B,C…は手法の種類、A1,A2,…は手法内の工法の変化パターン）

以上に挙げた課題を表-3.7 にまとめた。

表-3.7 各再生手法の検討課題

各手法に共通する留意事項	調査区数の反復を増やし、手法以外の条件が均一になるよう、近い場所に系統的に設置する。種子量を把握するため、表土のまきだしを行なうなどする。種子不足についても検証し、各手法の有効性を把握するため、ミカヅキグサなどの一定量の播種も検討する。	
再生手法	工法の変化	全域での再生施工の可能性
マルチングによる表土の保護	マルチング材料の種類、厚さ・粗密、覆っている期間など。	運搬・設置と、発芽後の管理が必要であるため、あまり適していない。
表土移動抑制材の設置	木板等の地表部の高さ。この試験については、亀裂の造成と対応させても良い。	簡易なものであれば、可能性が高い。
土壌改良	鋤きこむ材料の密度など。	材料の運搬、施工にコストがかかり、あまり適していない。
亀裂の造成	深さ、幅、方向（水道に対する角度）。	重機を用いない簡易なものであれば、可能性が高い。
溝・窪地の造成	深さ、幅、方向（水道に対する角度）。	