平成 18 年度 サロベツ自然再生事業
再生計画・技術手法検討調査業務

報　告　書

（総合とりまとめ編）

平成 19 年 2 月

環境省北海道地方環境事務所
アジア航測株式会社

目　次

1．　はじめに…… 1
2．　サロベツ湿原における調査・検討の経緯 …… 2
3．　サロベツ原野の変遷 …… 7
3.1　開発工事の様子と今に残る痕跡 …… 7
3.2　土地利用の変遷 …… 16
3.3　湿原植生の変遷 …… 18
3.4　河川水位と冠水範囲 …… 23

4．　サロベツの現状と課題 …… 28
4.1　湿原の劣化とその要因 …… 28
4.2　課題の整理 …… 29
4.3　地下水位観測網の概要と地下水位変動からみた乾燥化の現況 …… 32

5．　ササの侵入抑制対策 …… 56
5.1　調査・検討の概要 …… 58
5.2　現況把握及び現象と要因の関係把握 …… 60
5.3　対策の検討 …… 74
5.4　実証試験 …… 80
5.5　実証試験のモニタリング …… 87

6．　丸山道路周辺の乾燥化対策及びビジターセンター移転後の跡地対策 …… 110
6.1　調査・検討の概要 …… 111
6.2　丸山道路周辺の乾燥化対策 …… 113
6.2.1　現況把握及び現象と要因の関係把握…… 113
6.2.2　対策の検討…… 125
6.3　ビジターセンター移転後の跡地対策 …… 132
6.3.1　現況把握及び現象と要因の関係把握…… 132
6.3.2　対策の検討…… 139

7．　放水路南側湿原の乾燥化対策 …… 140
7.1　調査・検討の概要 …… 141
7.2　現況把握及び現象と要因の関係把握 …… 143
7.3　対策の検討 …… 172
7.4　実証試験 …… 181
7.5　実証試験のモニタリング …… 192

8．　湿原と隣接農地の共存対策 …… 217
8.1　調査・検討の概要 …… 217
8.2　現況把握及び現象と要因の関係把握 …… 220
8.3　対策の検討 …… 225
8.4　実証試験 …… 234
8.5　実証試験のモニタリング …… 239
9．　ペンケ沼の埋塞対策 …… 242

9.1　調査・検討の概要 …… 243
9.2　対策の検討 …… 270

１０.　泥炭採掘跡地の修復対策 …… 276
10.1　調査・検討の概要…… 277
10.2　現況把握及び現象と要因の関係把握…… 279
10.3　対策の検討…… 327
10.4　実証試験…… 344

１．　はじめに

本報告書は、「サロベツ地区自然再生事業 再生計画・技術手法検討調査業務」（平成 14 年度～平成 18 年度）において行った調査・検討の成果を、総合的にとりまとめたものである。サロベツ湿原には、湿原を保全する上で複数の課題があり、課題別に現況把握→現象と要因の関係把握→対策検討→実証試験という流れに沿って調査・検討を進めた。本報告書では、課題別の調査・検討の結果を簡潔に整理した。

なお、このとりまとめにあたって表 1.1 の報告書を参照・引用し、文中では引用文献を記号で示した。

表 1.1　とりまとめに引用した報告書

報告書名	記号
「平成 14 年度サロベツ自然再生事業 再生計画・技術手法検討調査業務 報告書」（平成 15 年 7 月）	a
「平成 15 年度サロベツ自然再生事業 再生計画・技術手法検討調査業務 報告書」（平成 16 年 3 月）	b
「平成 16 年度サロベツ自然再生事業 再生計画・技術手法検討調査業務 報告書」（平成 17 年 2 月）	c
「平成 16 年度サロベツ自然再生事業 地下水位観測業務 報告書」（平成 17 年 2 月）	d
「平成 16 年度サロベツ自然再生事業 サロベツ原生花園園地敷地基礎調査業務 報告書」（平成 17 年 3 月）	e
「平成 16 年度サロベツ自然再生事業 丸山周辺のササ侵入対策業務 報告書」（平成 16 年 12 月）	f
「平成 16 年度サロベツ自然再生事業 泥炭採掘跡地修復対策検討業務 報告書」（平成 17 年 2 月）	g
「平成 17 年度サロベツ自然再生事業 再生計画・技術手法検討調査業務 報告書」（平成 18 年 2 月）	h
「平成 17 年度サロベツ自然再生事業 水文・植生環境等定点観測業務 報告書」（平成 18 年 2 月）	i
「平成 18 年度サロベツ自然再生事業 地下水位観測業務 報告書」（平成 18 年 6 月）	j
「平成 18 年度サロベツ自然再生事業 地下水位観測業務その２ 報告書」（平成 18 年 7 月）	k

２．　サロベツ湿原における調査・検討の経緯

平成 14 年度より調査・検討の経緯の概要を図 2.1 に示す。調査を開始した平成 14 年度は、まず、複数年代の航空写真判読による植生図の作成、既往知見の整理、現地踏査などからサロベツ湿原の変遷を把握した。そして、湿原の劣化の現状と要因を推定し、サロベツ湿原における課題と対策の方向性を検討した。

対策の方向性は大きく 6 つのテーマが挙げられた。①ササの侵入抑制対策、②丸山道路周辺の乾燥化対策、③放水路南側湿原の乾燥化対策、④湿原と隣接農地の共存対策、⑤ペンケ沼の埋塞対策、⑥泥炭採掘跡地の修復対策、である。以後、平成 18 年度までこれらのテーマ別に、調査・検討が重ねられた。これらの対策を検討する地域の範囲を図 2.2 に示す。

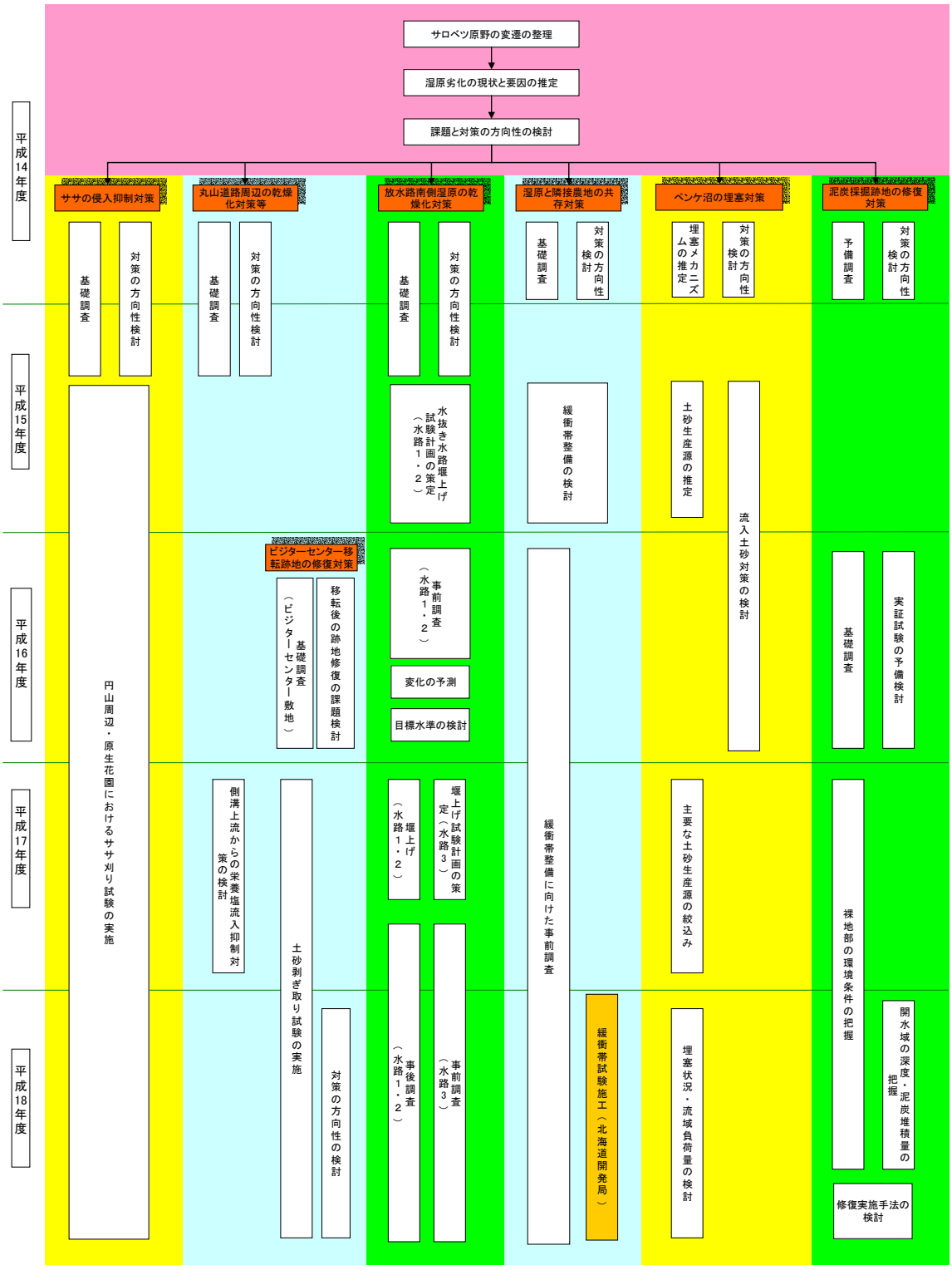


図 2.1　サロベツにおける調査・検討の経緯

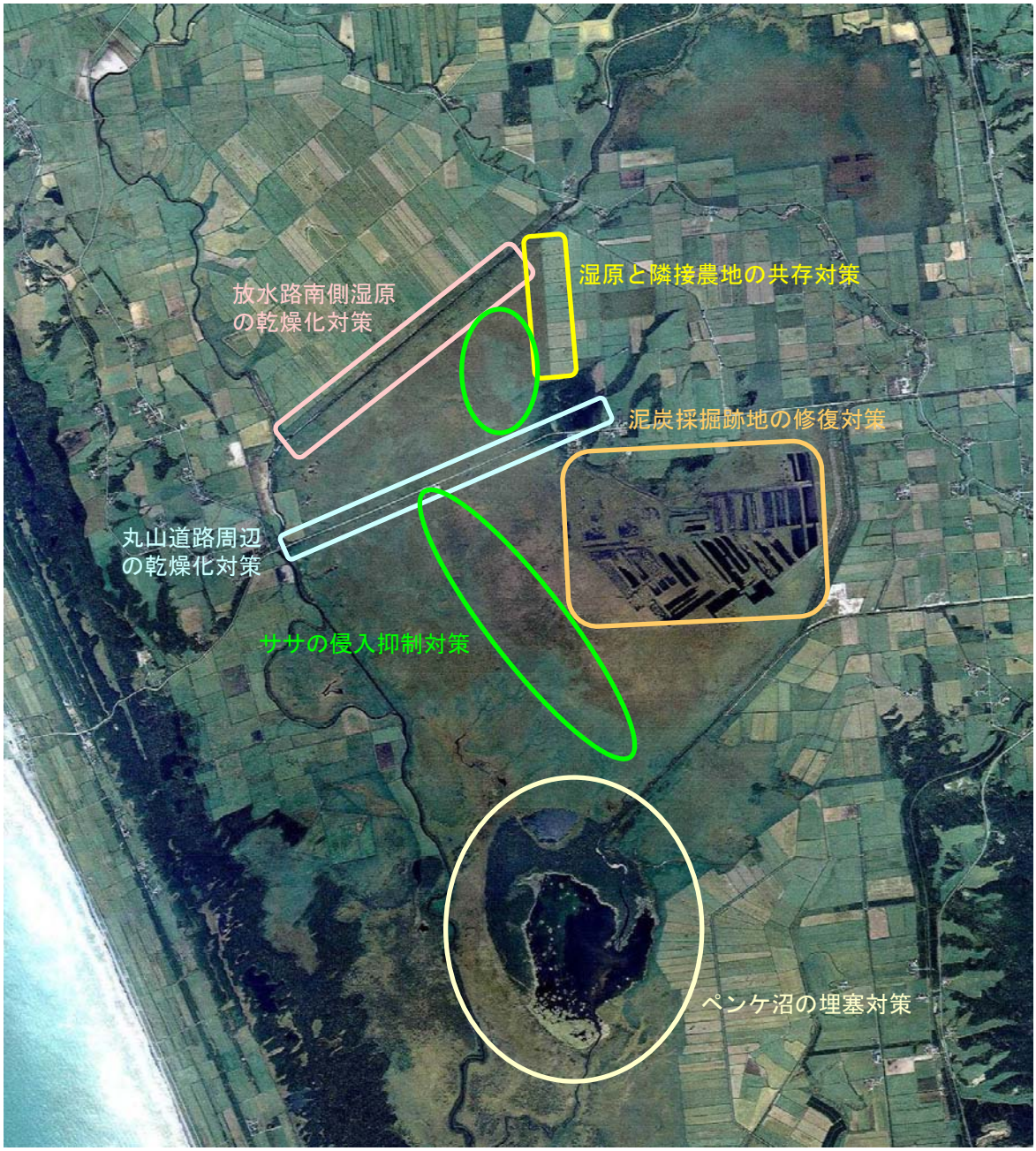


図 2.2　サロベツにおける対策の方向性

以下に対策テーマ別の概要を示す。

（1）ササの侵入抑制対策

高層湿原植生域にササが侵入し、分布域が拡大していること、ササの分布域の拡大がさらなる湿原の乾燥化を招く可能性があることから、ササの生育を抑制する対策が必要と考えられた。なお、ササの生育を抑制するには、根本的に低下した地下水位を再び上昇させること

である。しかし、このような対策を早急に行う場合には大規模な工事になることが予想されるため、工事の湿原に及ぼす影響など不確実な要素が多い。そのため、実証試験を行い、自然環境の反応を確認し、対策を検討するなど慎重な対応が必要である。一方、その間にもササの侵入が進むため、緊急の対策としてササを刈り取ることが必要と考えられた。そこで、効果的な刈取手法を検討するために、ササの刈り取り実証試験を行った。

試験地は、近年急速にササの分布が拡大した丸山周辺と原生花園に設けた。試験は平成15年度から平成18年度まで続けられ、平成18年度にこの調査結果を踏まえて効果的なササ刈り手法について考察を行った。

（2）丸山道路周辺の乾燥化対策

丸山道路周辺では、湿原から道路側溝へ排水されることが、湿原内の植生の変化に影響していると考えられた。その対策として、「サロベツ原野保全対策検討会」において側溝の堰上げが提案されたが、側溝上流から流れ込む栄養塩を多く含んだ水が湿原内に流入する影響が懸念され、側溝上流からの栄養塩流入抑制対策の検討が行われた。

また、平成16年度から、丸山道路に接する原生花園ビジターセンターの移転が計画され、移転後の敷地の修復対策の検討も行われた。ビジターセンター敷地は、盛土されており、放置すれば湿原には異質な植物の繁茂が懸念される。一方で、盛土をすべて除去すると水面が形成され、同様に異質な植物群落が成立すると予想される。このような条件のもとに適切な修復対策を検討するために、平成17～18年に土砂剥ぎ取りの実証試験を行った。

（3）放水路南側湿原の乾燥化対策

放水路掘削による地下水位の低下や地盤沈下、湿原に投棄された浚渫土砂の影響、浚渫土砂堆積地から水を抜くために設置された排水路（水抜き水路）からの水の流出が、主に湿原の乾燥化と植生の変化の要因となっていると推測された。

そのため対策の方向性を検討し、水抜き水路の堰上げについて実証試験を行った。試験地とした水抜き水路は3箇所あり、水抜き水路1（落合沼）と水抜き水路2は、平成15年度に試験計画を策定し、平成16年度に事前調査、平成17年度に堰上げを行い、堰上げ後に事後調査を行った。水抜き水路3は、平成17年度に試験計画を策定し、平成18年度にかけて事前調査を行った。

（4）湿原と隣接農地の共存対策

湿原と農地の接点では、農地の排水性を良くするために排水路が設けられている。排水路へは湿原側からも水が流出し、湿原の乾燥化を招くと推測された。湿原と農地の共存を実現するには、湿原の地下水位は高く、農地の地下水位は低く保たれる必要がある。この相反する条件を成り立たせるために、湿原と農地の境界部に地下水位を徐々に変化させる緩衝帯を設けることが検討され、平成15年度に緩衝帯の整備イメージと実証試験計画の策定を行った。

なお、湿原の改変を避けるために、緩衝帯の設置は農地側に設けることが望ましいことから、対策の実施は農地を管轄する北海道開発局が実施することとなった。北海道開発局による実証試験は平成18年秋に行われた。環境省は、平成16年度以降は、緩衝帯の設置によ

る効果を追跡するための事前調査として、地下水位とササの生育状況の把握調査を行った。

（5）ペンケ沼の埋塞対策

ペンケ沼は、排水路の接続による流域からの土砂の流入のため、徐々に埋塞が進行している。この現象と要因の把握には、流入河川の流域全体を対象とした土砂発生に関連する調査・解析が必要になるため、埋塞の状況の把握とともに主要な土砂発生源の絞込み（平成14～18年度）、流入土砂対策の検討（平成14～16年度）を並行して行った。

（6）泥炭採掘跡地の修復対策

泥炭採掘跡地は、採掘跡に開水面が形成されている箇所、陸域が形成されているが、裸地状態と箇所、植生が回復している箇所が混在している。植生が回復している場所も植物定着の初期状態のままの箇所から高層湿原植生に近い状態まで遷移が進んでいる箇所までみられる。

このような多岐にわたる遷移状況の泥炭採掘跡地においては、現況の把握と植物の定着の阻害要因の解明が必要である。平成14・16年度には現況の把握とその段階で予想される修復対策の予備検討を行った。しかし、修復対策の実施に向けて採面に形成されている陸域の構造やその上の環境条件、修復対策に用いる材料の分布などの知見が不足していたため、平成17～18年度にかけてこれらの調査を行った。これらの結果を受けて、修復手法の検討を行った。

３．サロベツ原野の変遷

3.1　開発工事の様子と今に残る痕跡

サロベツ原野の中央部周辺では、過去に図 3.1 および表 3.1 に示すような開発事業が行われた。これらの事業は湿原の姿に少なからず影響を与え、工事の実施から数十年以上経った現在でもその痕跡を見ることができる。本章では、開発事業によって湿原の姿がどのように変化してきたかを整理する。　（文献 a）

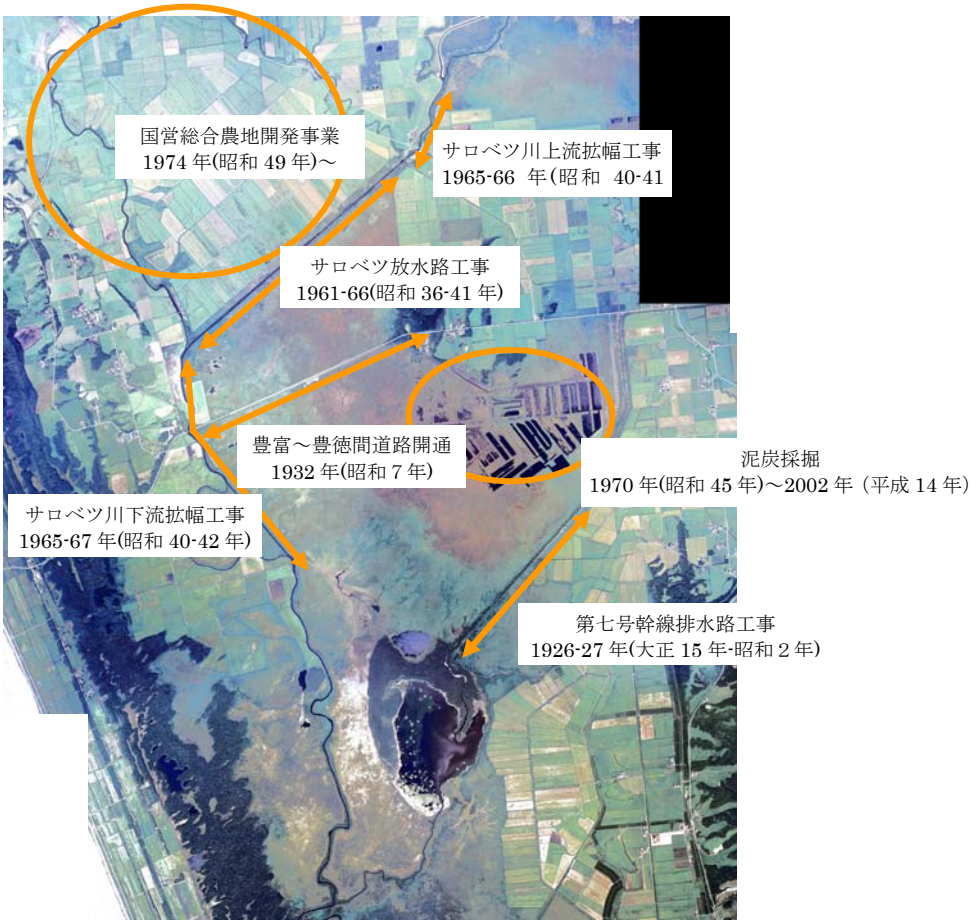
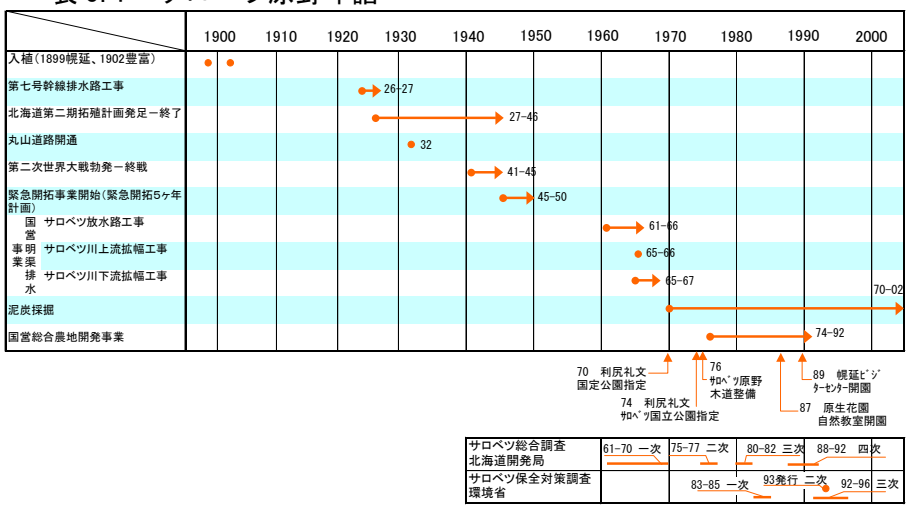


図 3.1　サロベツ原野の変遷

表 3.1　サロベツ原野年譜



3.1.1　サロベツ放水路

第二次大戦後の緊急開拓時代以降サロベツ川上流部に入植した農家にとって、サロベツ川の氾濫（特に融雪期の氾濫）は開発の大きな妨げとなっていた（図 3.1.2）。北海道開発庁（当時）はサロベツ原野全体の開発計画のうち、緊急度の高い上流部の氾濫抑止を目的として昭和 33 年度にサロベツ地区国営明渠排水事業計画をとりまとめ、昭和 36 年度より排水事業としてのサロベツ放水路工事を着工した。

サロベツ放水路は、1961 年にまず中心線から左岸側（南側）60ｍの位置に仮水路が設けられ、その後に放水路本川の掘削が始まり、1966 年に完成している（図 3.1.1 赤枠内）。放水路は泥炭の表層をドラグラインで剥ぎ取った後、水路の両端を締め切った状態で浚渫船を用いて開削が進められた（図 3.1.3）。　（文献 a）

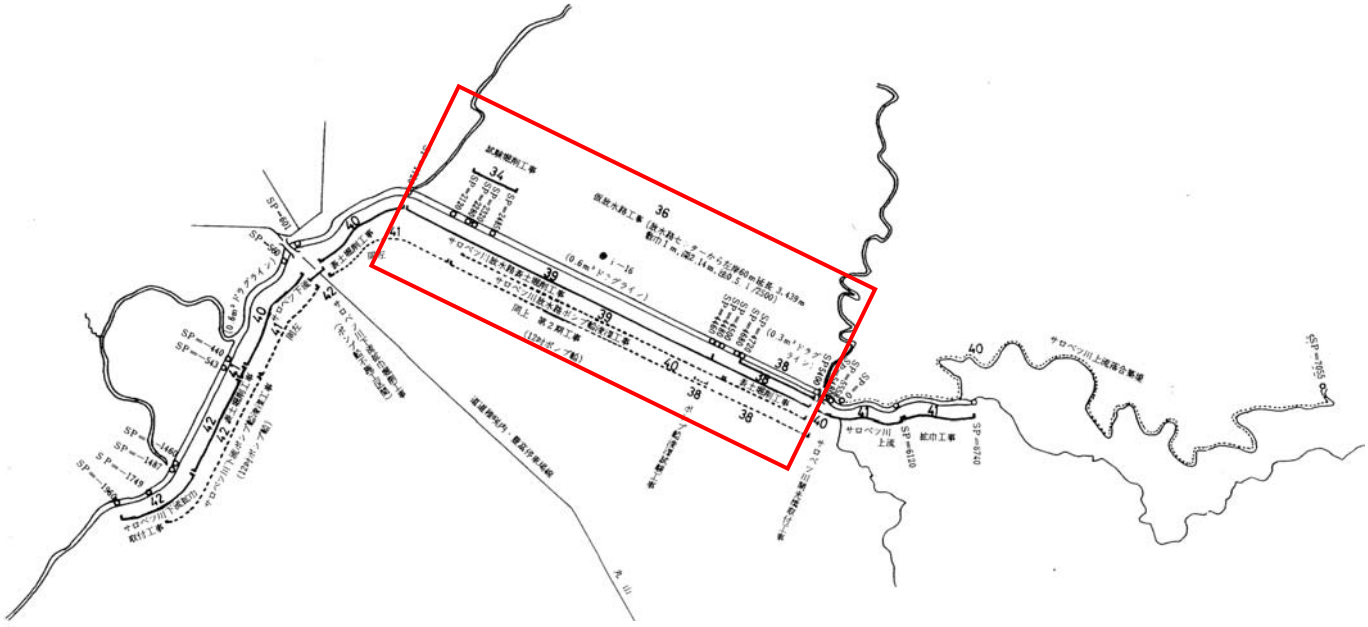


図 3.1.1　サロベツ地区国営明渠排水事業年次別工事区間（豊富町史より引用）
※表記数字は工事着工年度を示す

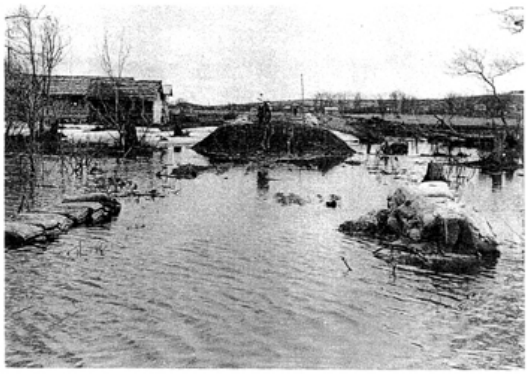


図 3.1.2　サロベツ川融雪出水（豊里）

図 3.1.3　浚渫船
（豊富町史より引用）

浚渫船で吸い上げられた土砂は 1964 年段階では放水路の北側に排出されているが、1970 年では南側にも排出され、扇形の排泥跡が見られる。2000 年の航空写真と比較すると、排泥跡が背後の湿原植生とは異なる色調で残っていることがわかる。

1970 年の航空写真上の赤枠部分では、1965 年に放水路掘削中に両岸が大きく崩壊した。これは、落合沼を中心とする付近の泥炭が比較的不安定な状態にあったためと推測される。（文献 a）

図 3.1.4　放水路付近航空写真

仮水路は、一部の文献では「還元水路」と記載されており、撒き出した浚渫土の泥水を抜き、放水路に戻すために設けられたものと考えられる。現在、仮水路は埋まって浅くなったように見えるが、表層を踏み抜くと内部は湛水している。　　（文献 a）

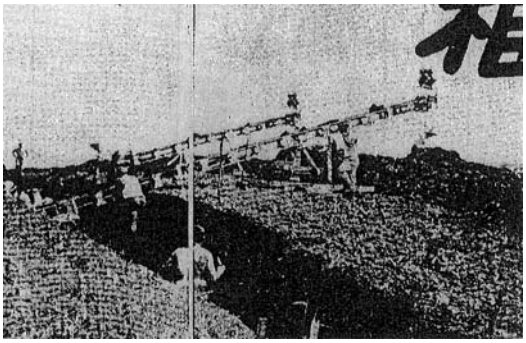


図 3.1.5　仮水路（仮排水路）の掘削状況

図 3.1.6　現在の仮水路（仮排水路）の状況

（豊富町史より引用）

3.1.2　サロベツ川拡幅工事

サロベツ川上下流の拡幅工事は、放水路の完成に続いて 1965（S40）年から開始された。

サロベツ川上流ではドラグラインを用いて拡幅工事が進められ、下流ではドラグラインと浚渫船を用いて、拡幅工事と並行して蛇行部のショートカット水路開削が行われた。工事は 1967（S42）年に完了している。　　（文献 a）

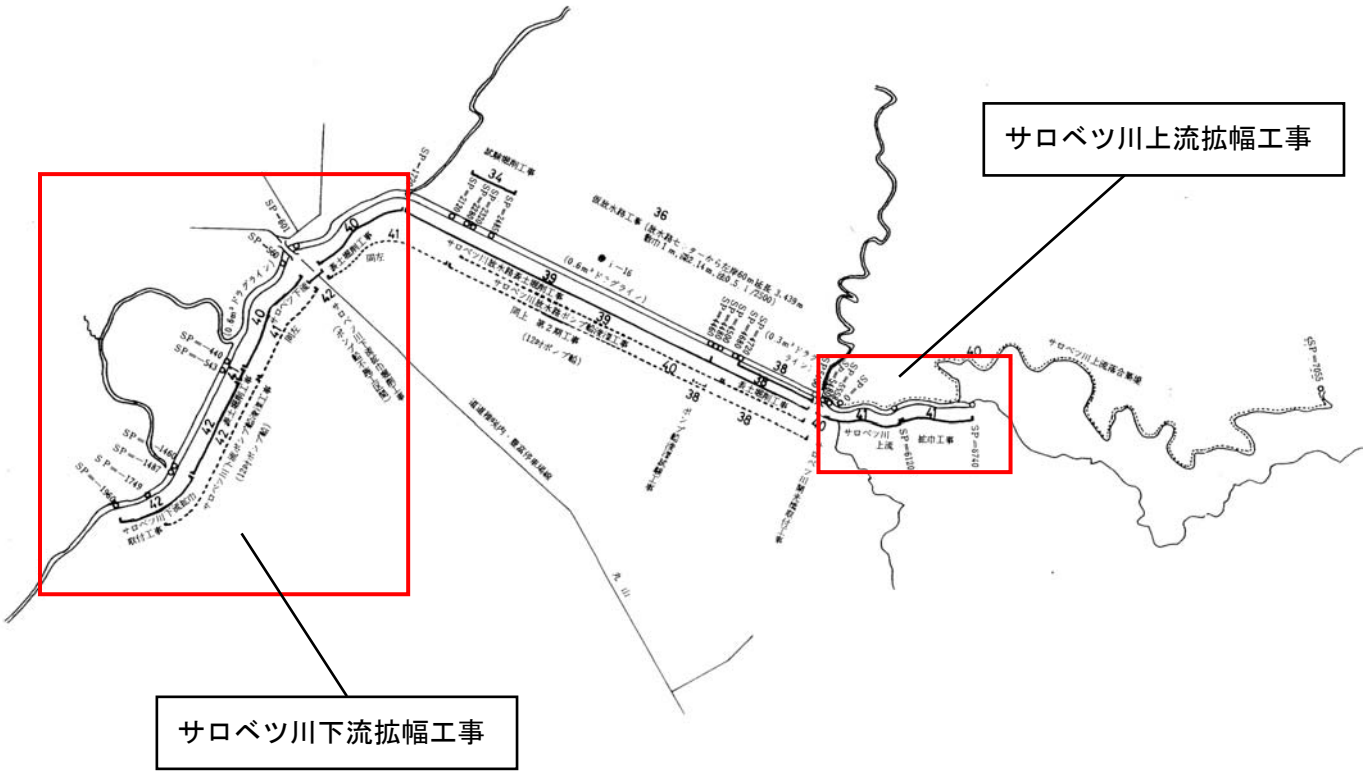
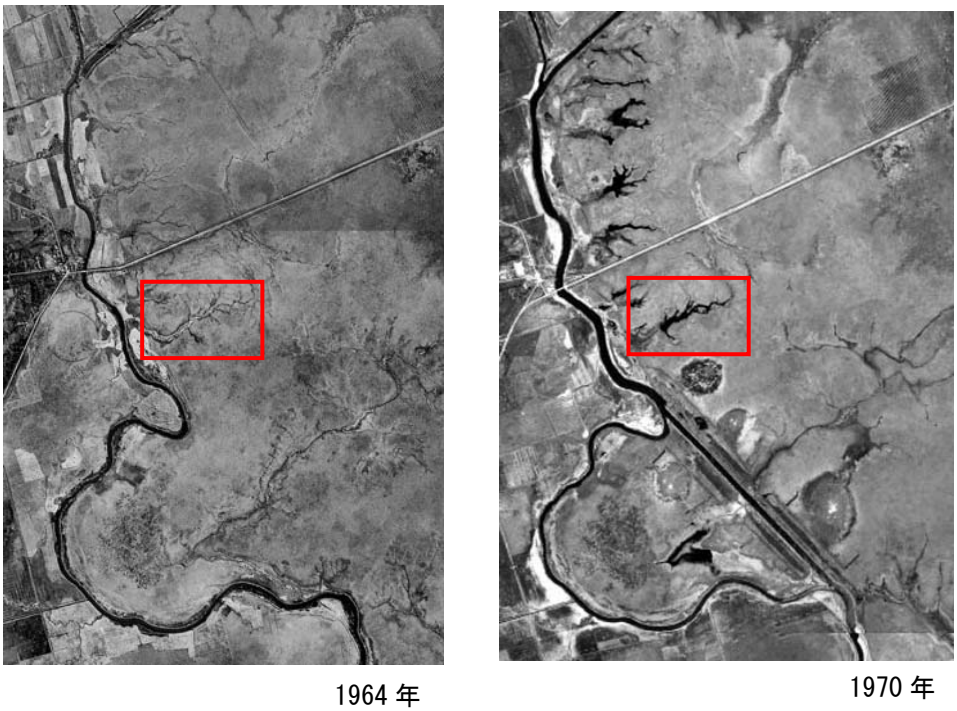


図 3.1.7　サロベツ地区国営明渠排水事業年次別工事区間

（表記数字は工事着工年度を示す）

図 3.1.8 はサロベツ川下流拡幅工事施工付近の航空写真である。1970 年の写真を見ると、サロベツ川両岸に仮排水路や扇形の排泥跡があることから、ショートカット水路開削には放水路と同様の工法が用いられたものと考えられる。

1964 年と 1970 年の写真を比較すると、拡幅工事の進捗に伴い、サロベツ川に流入する湿地溝に湛水池（赤枠内）が形成されていったことがわかる。これは、仮水路の掘削土が水路の脇に土堤状に積まれ、堰の役目を果たしたものと推察される。この土堤状の凸部は乾燥してササが侵入しやすいため、1977 年段階ですでに緑色のラインとして明確に判読できる。　（文献 a）



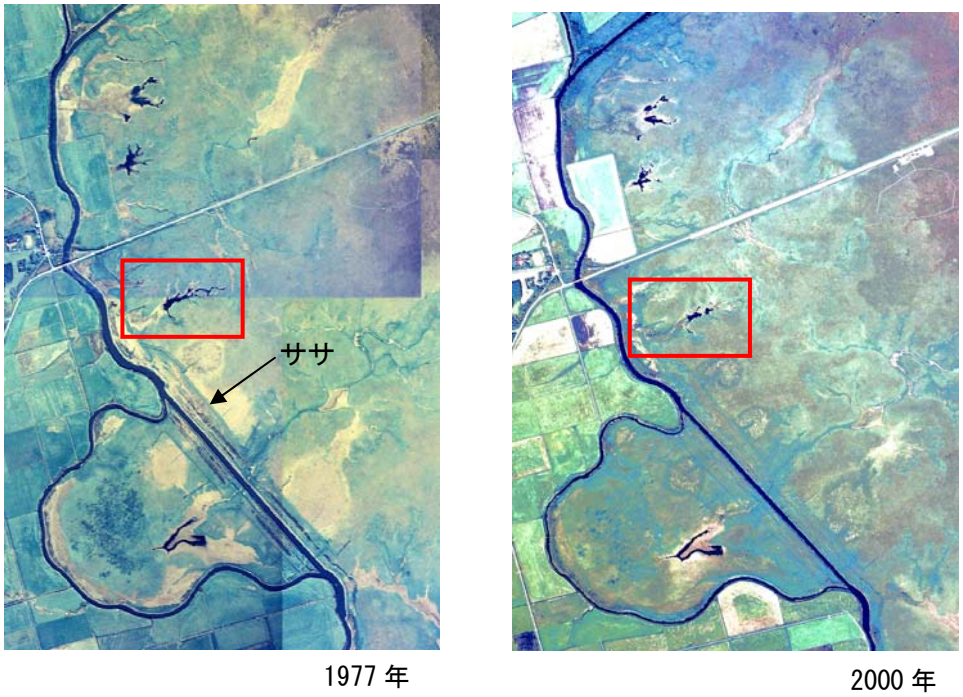


図 3.1.8　サロベツ川下流拡幅工事施工範囲付近航空写真

この湿地溝中流部の湛水地では、現在、ヨシ・コウホネなど低層湿原の植生が見られる（図 3.1.9)。拡幅区間沿いの仮水路（図 3.1.10）には流水がほとんどみられず、水路肩部および土堤状凸部にササが進入してきている。（文献 a）

図 3.1.9　湿地溝中流部の湛水池

図 3.1.10　拡幅区間沿いの仮排水路

3.1.3　放水路北部の農地開発

放水路北部の農地開発は 1974 年から本格的に開始され、1977 年の写真では格子状に整備されつつある農道や明渠が読み取れる（図 3.1.11)。農地開発は 1980 年代にほぼ概成しているが、旧河川や湿地溝の跡は現在でも農地内に現れている。

なお、旧サロベツ川は 1966 年の放水路供用開始に合わせて河川水の流入が断たれ、清明川合流点までの区間は流水がほとんど見られない状態にある。（文献 a）

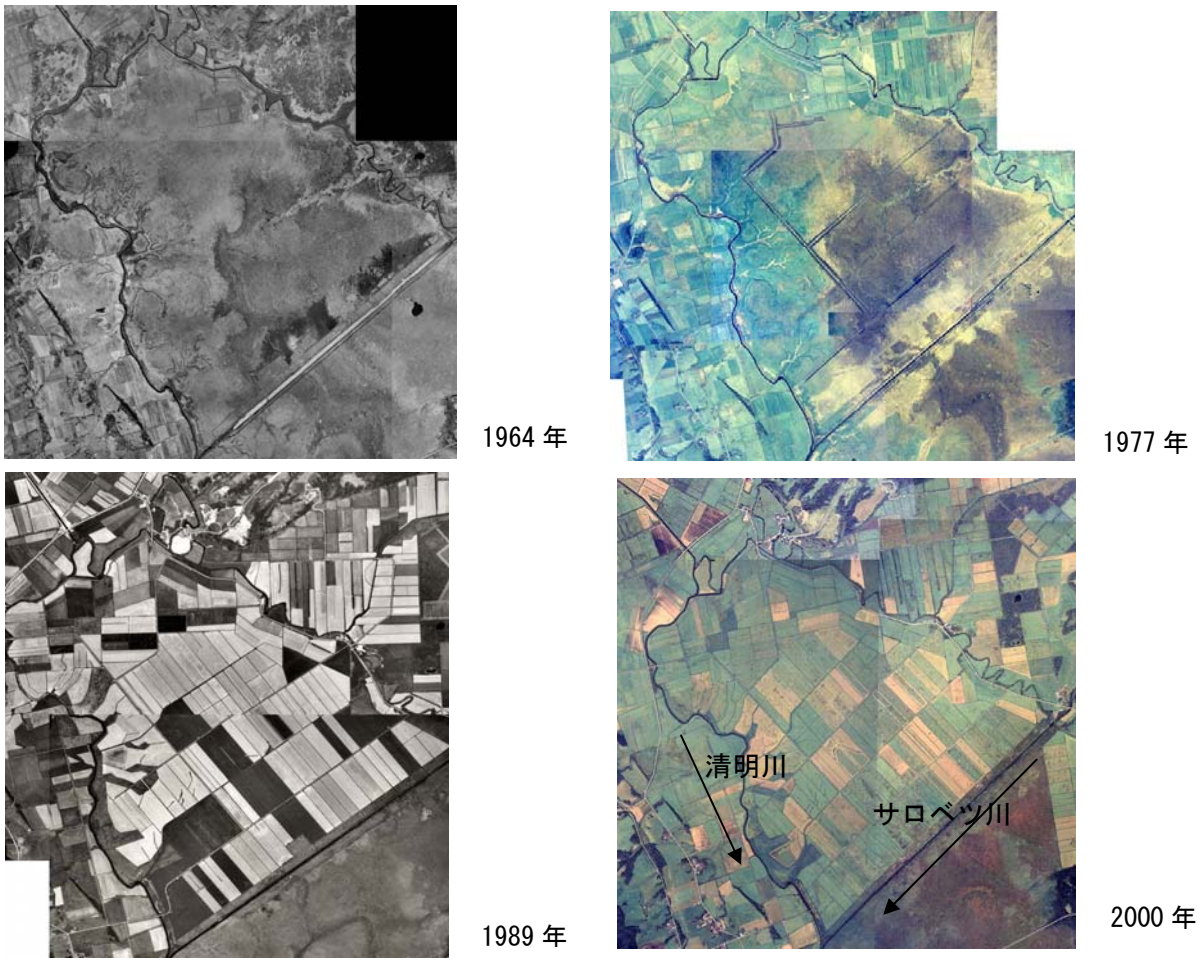


図 3.1.11　放水路北部航空写真

3.1.4　泥炭採掘

丸山南東部での泥炭採掘は 1970 年から始まり、東側の福永川に向かって採掘跡地が拡大している（図 3.1.12）。採掘にはサロベツ放水路工事と同じ浚渫船が用いられ、吸い取った泥水を工場に圧送して泥炭を濾し取り、その排水を再び採掘跡の池に戻している。排水には濾し取れなかった泥炭の繊維が含まれているため、排水が流入する工場近くの採掘池は浮遊泥炭が水面に凝集し、浮島状の地盤となって開水面を覆いつつある。浮遊泥炭の凝集状況は、採掘年代や排水の流入度合いによって異なる（図 3.1.13、3.1.14）。　（文献 a）

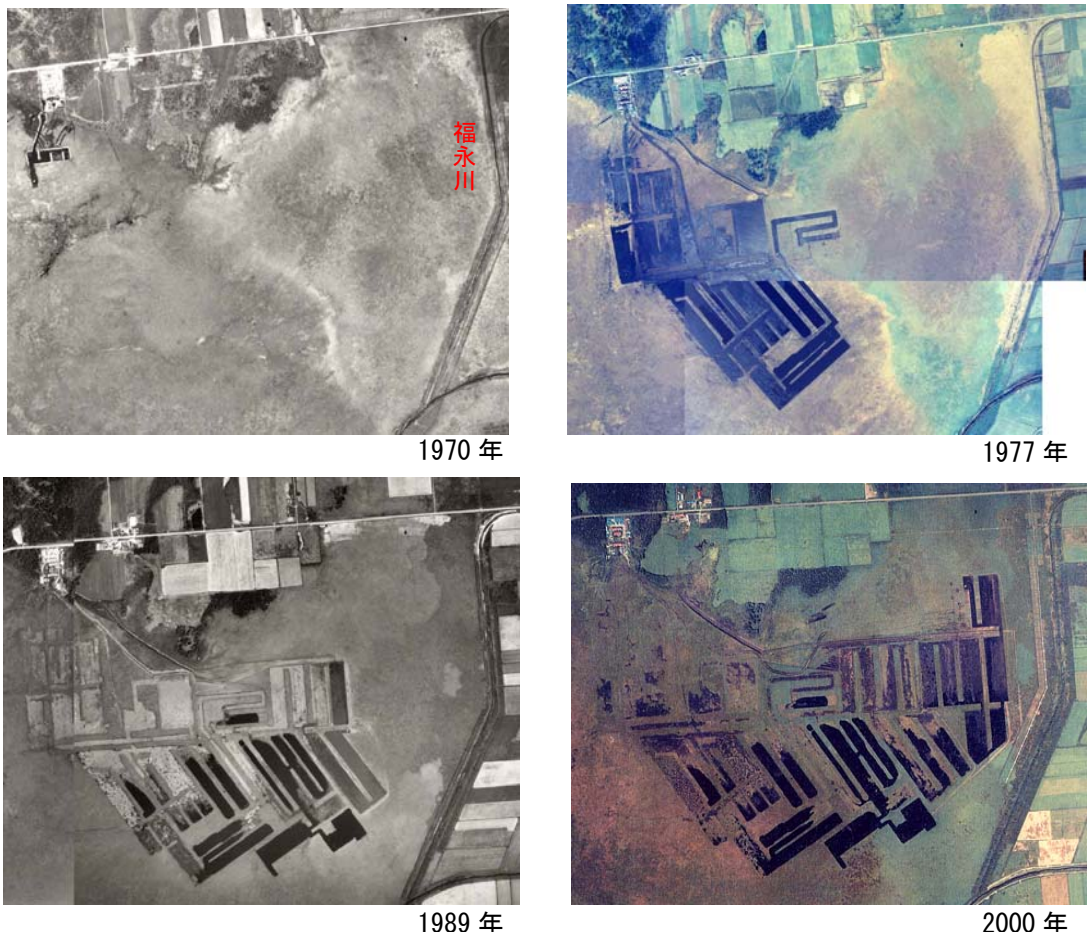


図 3.1.12　泥炭採掘跡航空写真

図 3.1.13　工場近くの泥炭採掘跡

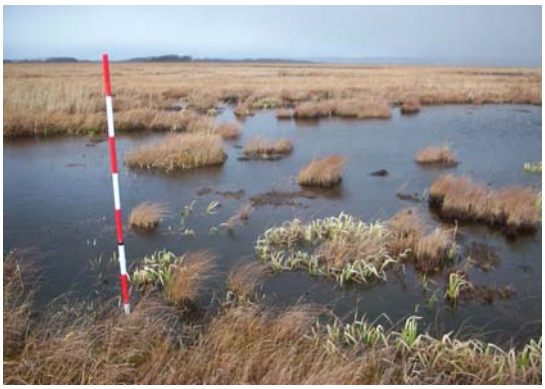
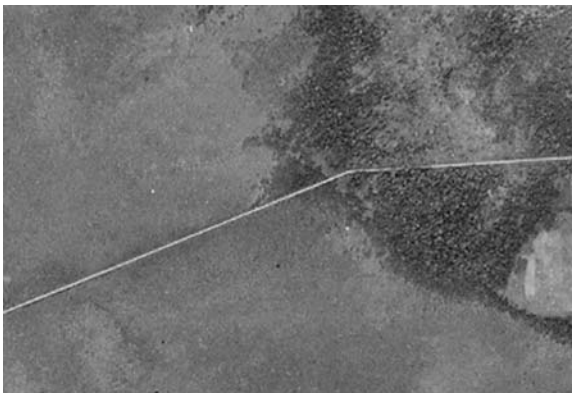


図 3.1.14　泥炭採掘跡現地写真

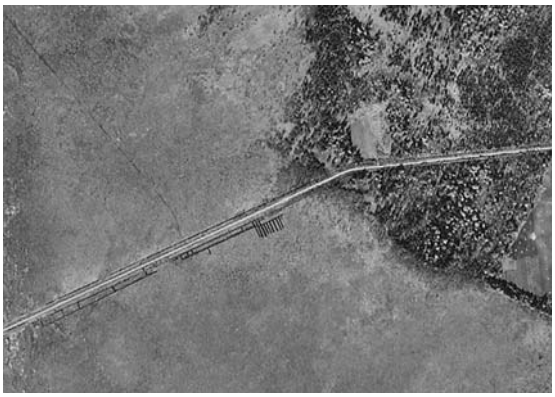
3.1.5　丸山道路

丸山道路が湿原を横断して豊徳まで延伸されたのは 1932 (S7) 年である。1947 年と 1964 年の写真を比較すると、後者では道路の側溝が明瞭になっており、この間に改修工事によって側溝の整備が図られたものと推察される

側溝内の水は道路に沿って丸山からサロベツ川方向に西流しており、湿原内および丸山からの表層水が流出していると推察される。(文献 a)



1947 年



1964 年

1977 年

2000 年

図 3.1.15　丸山道路周辺航空写真

図 3.1.16　丸山道路側溝

図 3.1.17　側溝内（サロベツ川合流付近）

3.1.6　ペンケ沼

落合付近でサロベツ川に合流していた下エベコロベツ川をペンケ沼に導く捷水路は 1926 年に起工され、2 カ年で完成した。その後、1968 年には福永川もこの捷水路に接続され、現在に至っている。

各年代の写真から水面面積の推移を計測すると、1964 年から 1977 年の間にとくに急激な土砂流入があったことが読み取れる（図 3.1.19）。近年になって再び水面面積の減少は加速する傾向にあるが、これは沼の南端付近で抽水植物が繁茂し、陸域化が進んでいることが影響している。（文献 a）

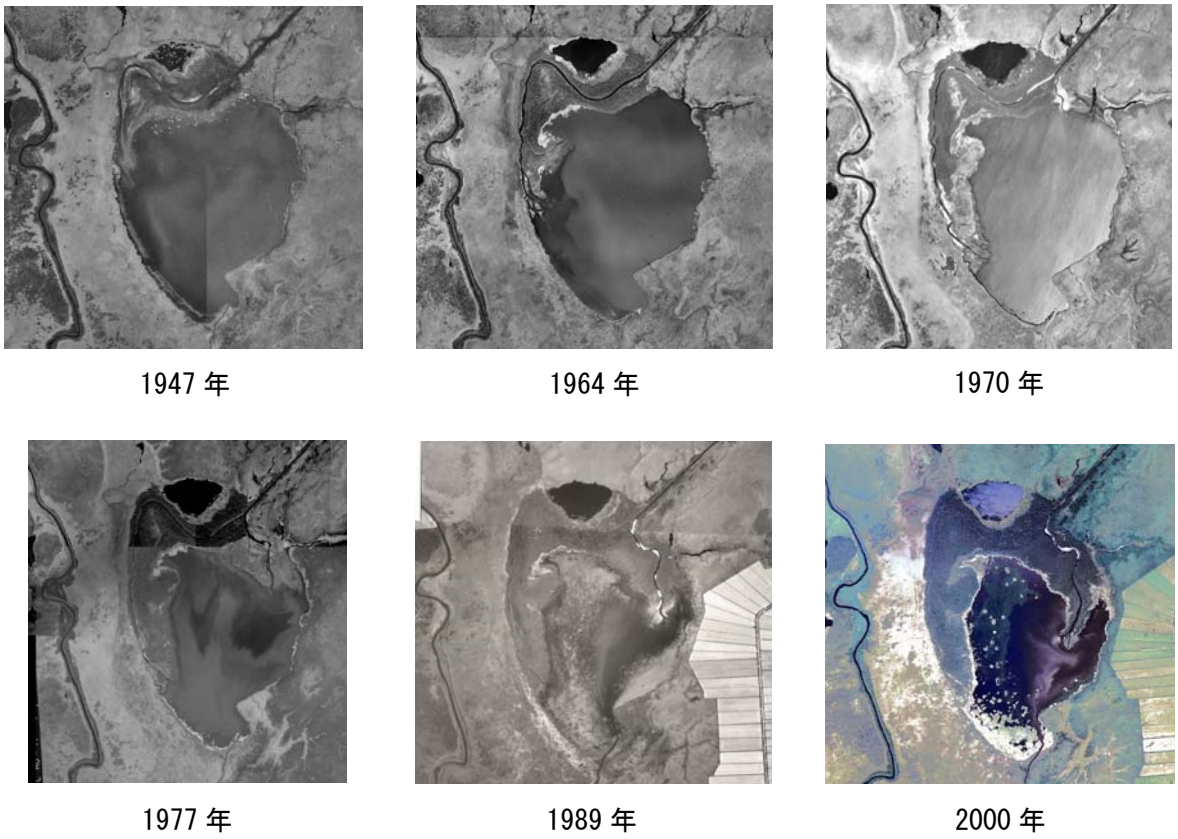


図 3.1.18　ペンケ沼の変遷

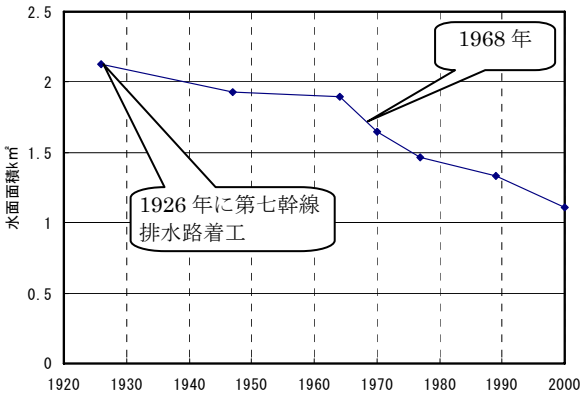


図 3.1.19　水面面積の変化

※ ペンケ沼北端の水域を除く範囲の変化

3.2　土地利用の変遷

3.2.1　土地利用の変遷

サロベツ川流域は、ペンケ沼～下エベコロベツ川付近を境に北部は豊富町、南部は幌延町に位置する。幌延町では明治 32 年、豊富町では明治 35 年から大規模の入植が始まり、豊富町では昭和 28 年に人口 11,425 人、幌延町では昭和 39 年に人口 7,479 人のピークに達したが、以来人口は減少を続けている。農業はサービス業に次ぐ主な産業であり、両町共に全人口の 23%（豊富町では 681 人、幌延町では 399 人：平成 7 年統計）が農業従事者である。

第二次世界対戦後の産業別世帯数及び就業者数の推移（豊富町）を見ると、農林業などの第一次産業およびサービス業において大きな変化が認められる（表 3.2.1)。戦後当時、緊急開拓により大規模農地開発が進められたため、豊富町の全就業者のうち農業従事者が最も多かった。また、昭和 20 年代後半政府が積極的に酪農を推奨し国費を投入したことから、農業従事者数は上昇した。林業においては、戦後の拡大造林により上流域において植林が盛んに行われ､林業従事者も､昭和 24 年の 47 人から昭和 40 年の 215 人まで増加した。昭和 50 年代以降、農林業をはじめ第一次産業就労者数は減少を続けたが、これらは建設・製造・卸小売業及びサービス業へ移行したものと思われる。

これら産業の変遷は、図 3.2.3 における各年代の林相図にも認めることができる。

（文献 a）

表 3.2.1　産業別世帯数および就業者数の推移（豊富町史より引用）

	昭和24年		昭和26年		昭和30年		昭和35年		昭和40年		昭和45年	
	世帯数	就業者数	世帯数	就業者数	世帯数	就業者数	世帯数	就業者数	世帯数	就業者数	世帯数	就業者数
農業	718	2174	678	2087	702	2250	646	1926	464	1316	(※)	1130
林業	28	47	22	36	51	124	54	142	79	215	543	115
水産業	53	129	37	105	63	158	38	79	26	55		48
鉱業	607	1096	581	924	185	237	210	79	244	491	201	283
建設業	87	218	94	257	82	136	153	314	281	774	268	850
製造業	94	174	78	174	103	219	66	139	51	108	111	129
卸･小売業	71	131	97	183	85	211	122	333	118	366	152	400
金融･保険業	12	21	26	39	42	75	13	22	11	17	12	23
運輸･通信業	123	206	96	182	130	182	130	219	156	228	151	238
電気･ガス業	–	–	–	–	–	–	13	21	16	27	9	35
教育宗教	37	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
サービス業	50	133	116	232	128	290	176	389	227	513	394	669
公務	57	90	62	112	51	72	39	63	47	69	66	73
無業	54	6208	90	6751	189	5773	–	–	–	–	–	–
分類不能その他	–	–	–	–	–	–	–	2	115	–	54	–
総数	1991	10707	1977	11082	1811	9727	1660	3728	1835	4179	1961	3993

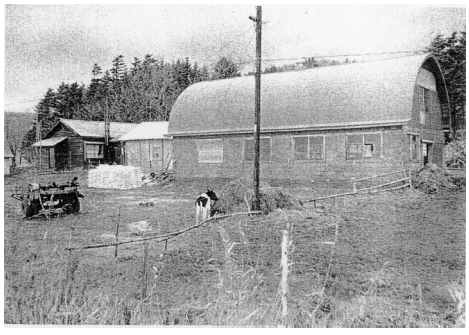


図 3.2.1　牛舎（豊富町史より引用）

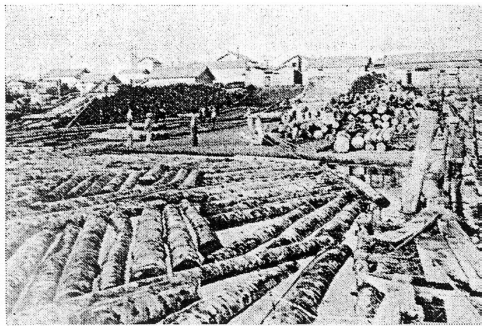
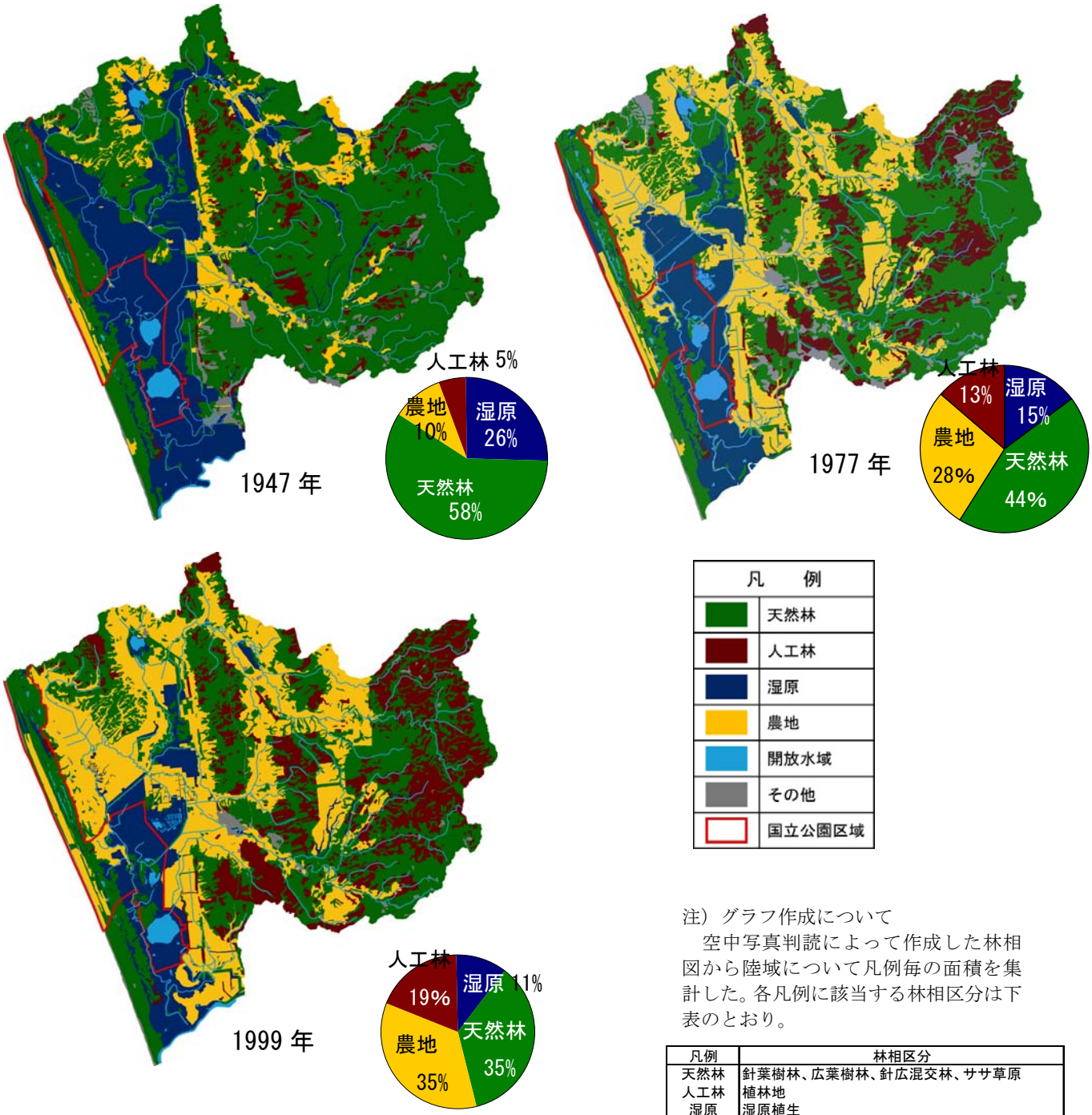


図 3.2.2　開拓地時代の木材の流送
（天塩港～サロベツ川：豊富町史より引用）



注）グラフ作成について
　空中写真判読によって作成した林相図から陸域について凡例毎の面積を集計した。各凡例に該当する林相区分は下表のとおり。

凡例	林相区分
天然林	針葉樹林、広葉樹林、針広混交林、ササ草原
人工林	植林地
湿原	湿原植生
農地	牧草地、畑地

図 3.2.3　流域林相図

空中写真判読によって流域全体の土地利用を 1947 年と 1999 年について比較すると、低地では、1947 年当時は湿原が広く分布していたが、1999 年ではその多くが農地（牧草地）に変化している。山地では、1947 年当時に広くみられた天然林の多くが 1999 年に人工林に変化している。これら林相図から集計した植生・土地利用の円グラフにも、湿原（26%→11%）と天然林(59%→35%)の減少に対し、農地（10%→35%）と人工林（5%→19%）の増加が顕著に現れており、この間農林業を目的とした大規模な土地開発が認められる。（文献 a）

3.3　湿原植生の変遷

3.3.1　湿原面積の変化

湿原面積の推移に着目すると、1947 年の時点でサロベツ原野内に約 15,000ha 存在した湿原が、1999 年に約 6,800ha まで減少しており、この間約 55%の湿原が消失した（図 3.3.1）。

湿原面積の推移を見ると（図 3.3.2）、特に 1964 年から 1975 年の間に湿原面積の顕著な減少がみられる。（文献 a）

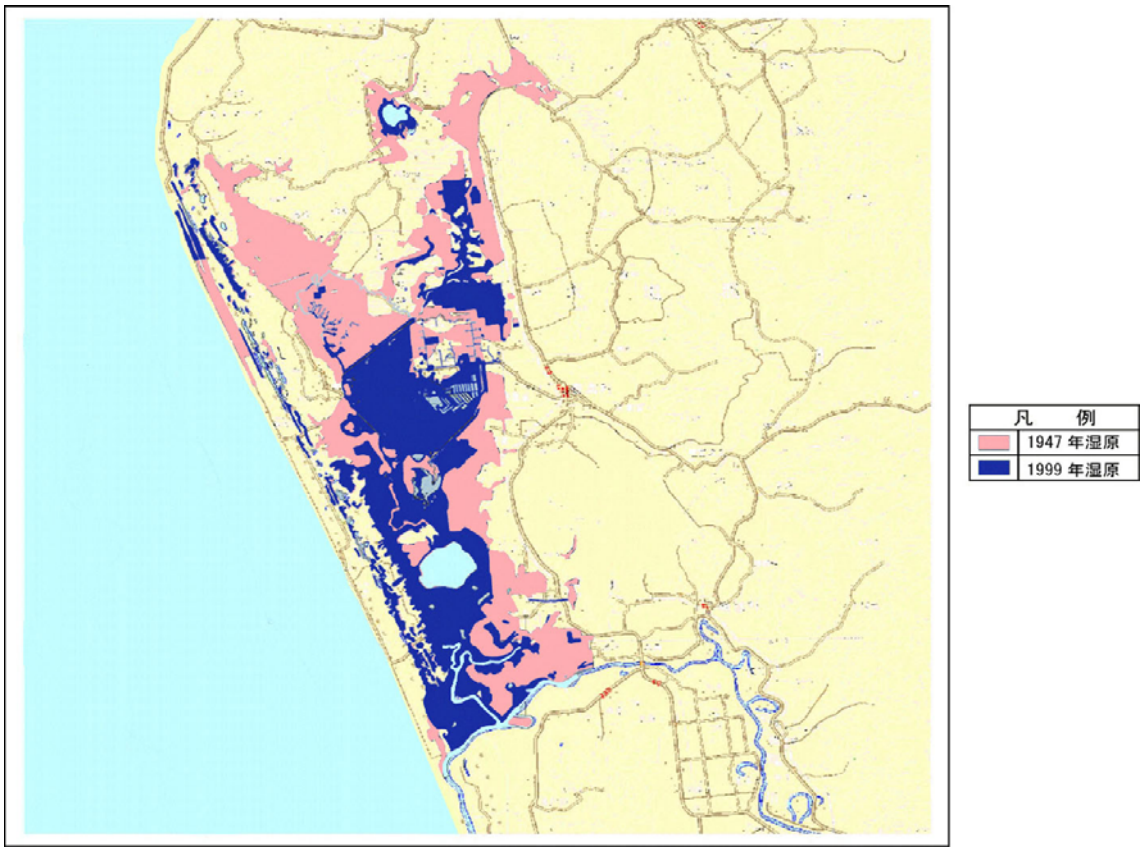


図 3.3.1.　サロベツ原野の湿原

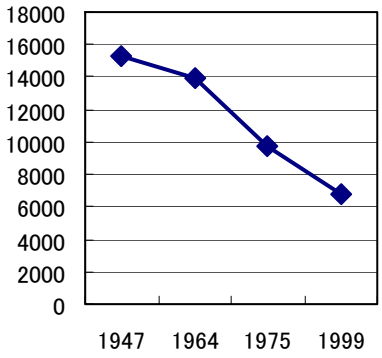
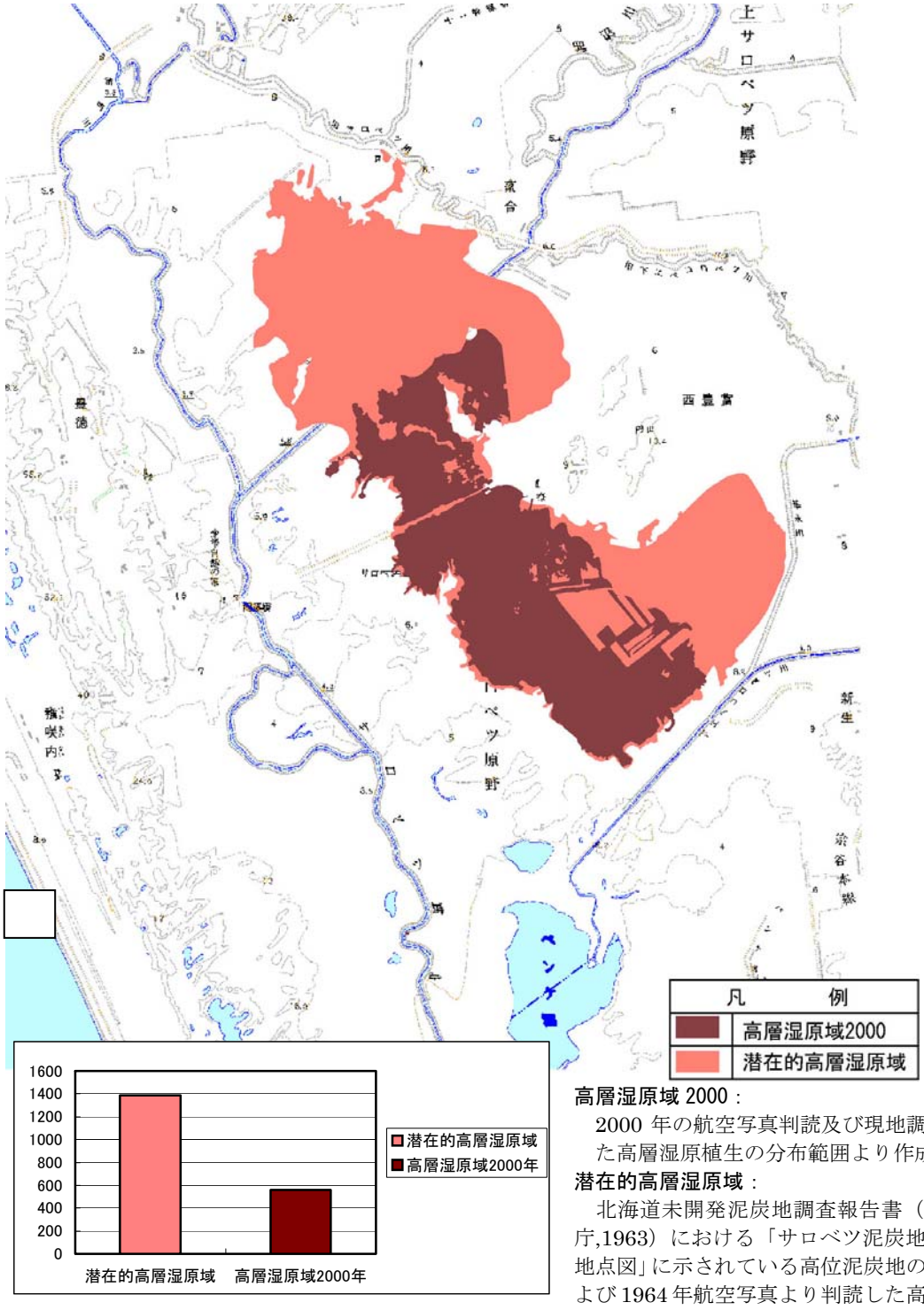


図 3.3.2　サロベツ原野の湿原面積の推移

注）湿原面積は航空写真判読により作成した植生区分図より算出した

3.3.2　高層湿原の減少

下図は、上サロベツ湿原中心部に関して 2000 年の航空写真から判読した高層湿原域と、1964 年空中写真と北海道未開発泥炭地調査（1963）のデータより推定した潜在的高層湿原域を表している。この判読結果を集計した結果、上サロベツ湿原の中心部に存在したサロベツ最大の高層湿原については、その面積が約 1400ha から 562ha に減少（約 40%の高層湿原が消失）したことがわかった。　（文献 a）



高層湿原域 2000：
2000 年の航空写真判読及び現地調査で確認した高層湿原植生の分布範囲より作成

潜在的高層湿原域：
北海道未開発泥炭地調査報告書（北海道開発庁,1963）における「サロベツ泥炭地土性及試錐地点図」に示されている高位泥炭地の分布範囲および 1964 年航空写真より判読した高層湿原植生の分布範囲より作成

図 3.3.3　高層湿原面積の推移

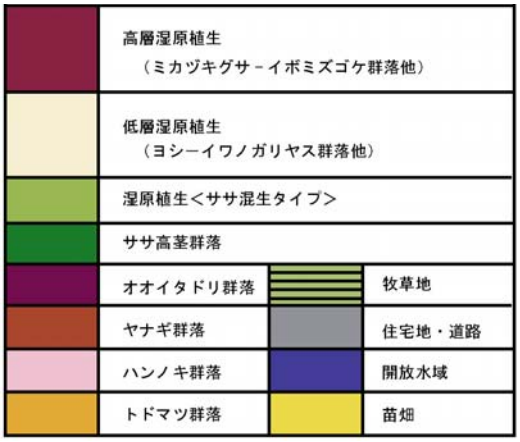
3.3.3　サロベツ下流拡幅部付近の植生の変遷

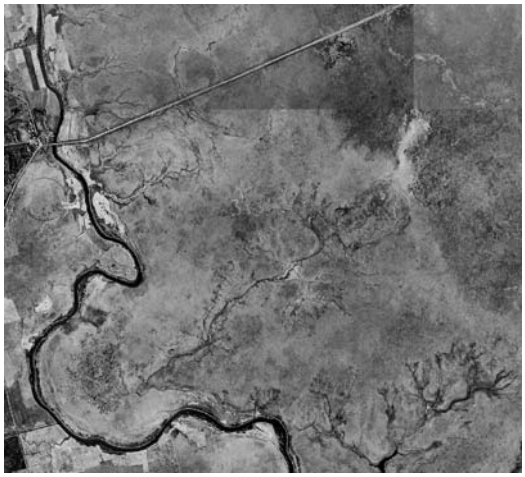
植生の変遷をみると、サロベツ川のショートカットや道路側溝の工事がなされたエリアでは土手に沿ってササ高茎群落が増加している。また、ショートカット工事で発生した浚渫土砂を廃棄した跡にはヨシ・イワノガリヤスなどの占める低層湿原植生が広がっている。ササ高茎群落の湿原への侵入は、周囲に較べて地表が乾燥している流路の肩部および廃泥跡の低層湿原植生でみられる。

また、ササ高茎群落に着目すると、1964 年当時（ショートカット工事開始前）から湿地溝肩部に沿って樹枝状に分布していた箇所は極端な拡大はみられない。一方、ショートカット工事により改変を受けたエリアでは帯状の分布がみられるようになった。ショートカット工事により旧河川となった蛇行部では、ヨシ（低層湿原植生）が分布していたエリアにササの侵入が目立つ。冠水頻度の低下が影響していると考えられる（図 3.3.4）。

（文献 a）

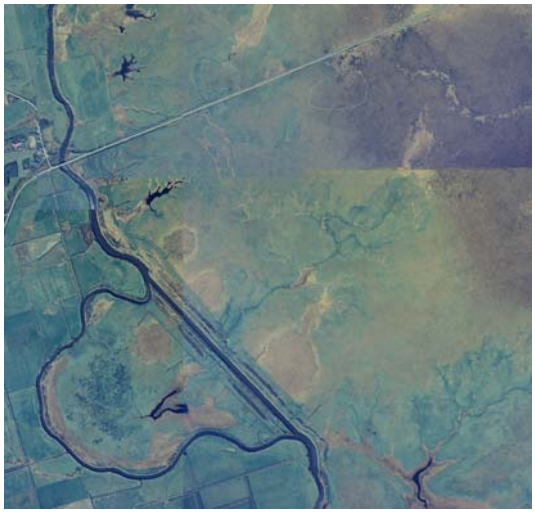
植生区分図の凡例



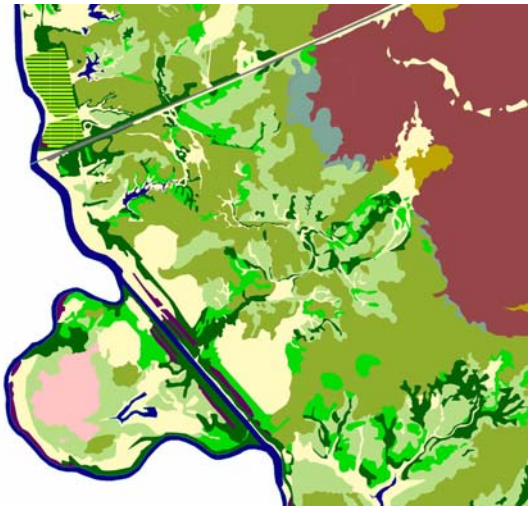


航空写真 1964 年

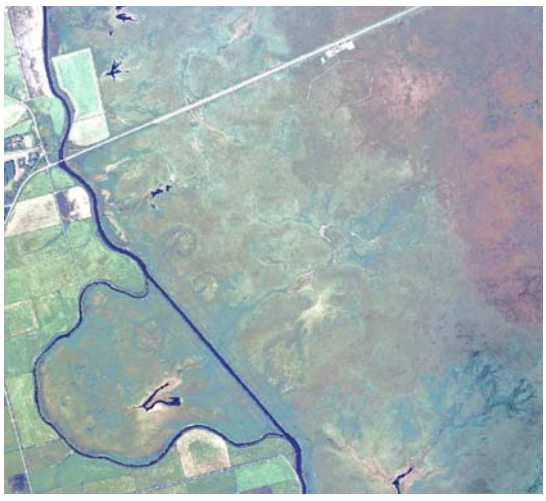
植生区分図 1964 年



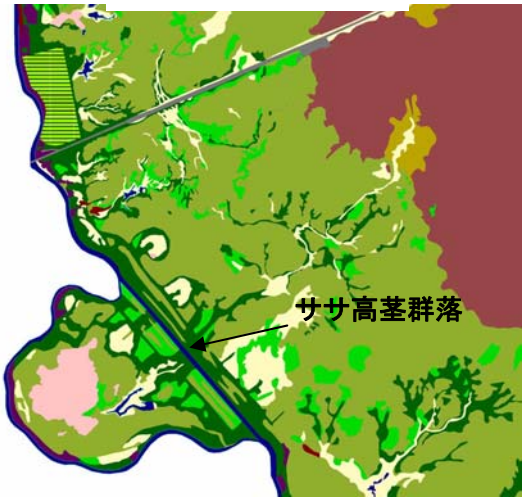
航空写真 1977 年



植生区分図 1977 年



航空写真 2000 年



植生区分図 2000 年

図 3.3.4　サロベツ下流拡幅部付近の植生の変遷

3.3.4　ササ前線

高層湿原に侵入しているササの最前線を 1964・1977・1988・2000 年の航空写真から読みとった。ササ前線は 1977～2000 年の間に 20～50m 程度（1 年約 1～2m／年）前進しており、大きく前進した箇所とほとんど変化がない箇所がある。この間、丸山付近で拡大しているササ生息域も含め、湿原中核部においてササ生息域は約 30ha 拡大した。この前進スピードは従来サロベツ原野保全対策事業の一環として、高橋（NPO 法人北海道水文気候研究所）らにより計測されたものと一致するものといえる。　　（文献 a）

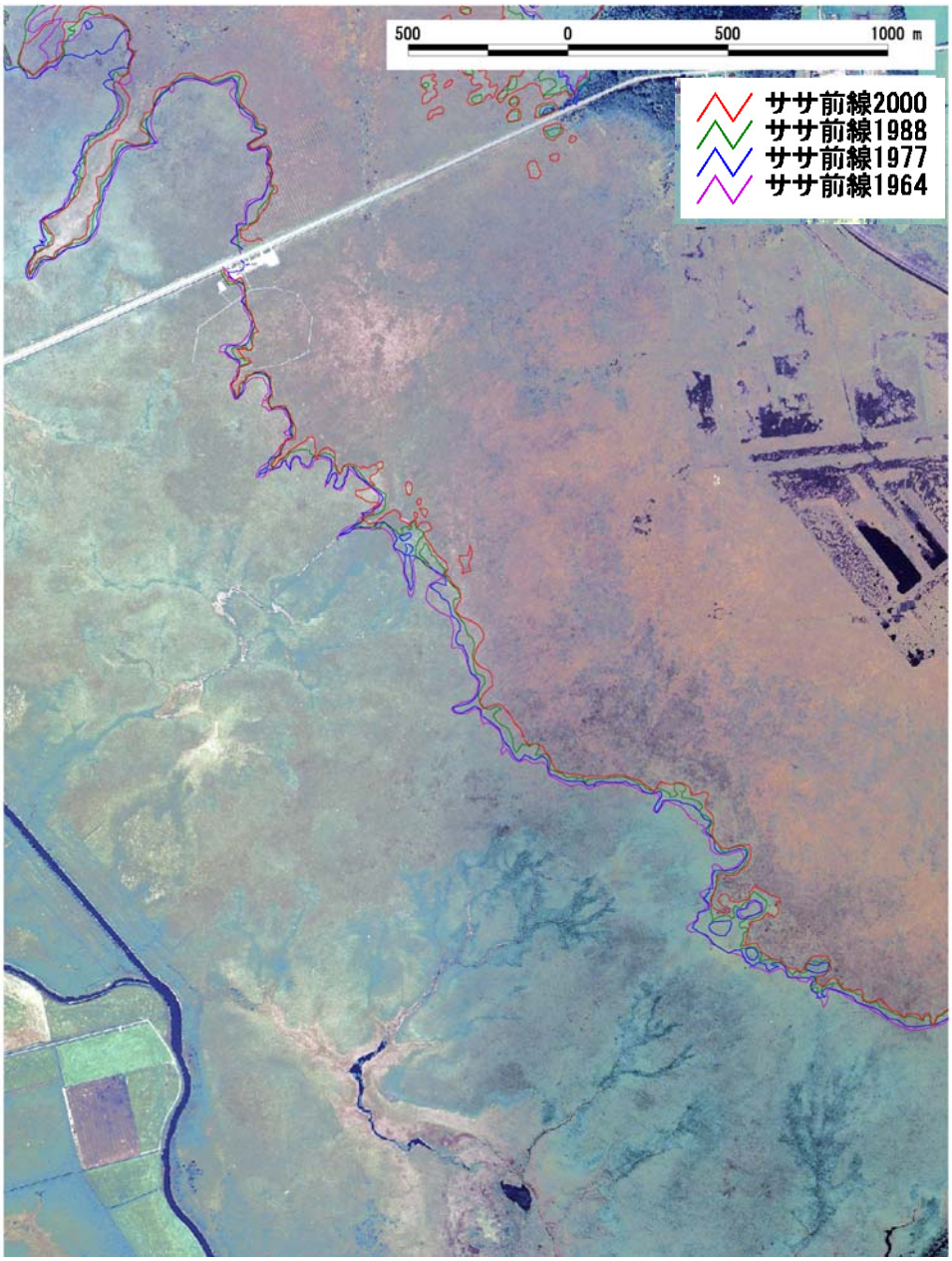


図 3.3.5　ササ前線(1977-2000 年)

3.4　河川水位と冠水範囲

サロベツ地区は、融雪出水時には広く冠水する低湿地であり、生産性の低い土地であった。しかし、サロベツ放水路工事や上下流の拡幅工事等による一連の排水事業により、河川水位の低下、冠水範囲減少傾向がみられる。（文献 a）

図 3.4.1 に観測所の位置図を示す。

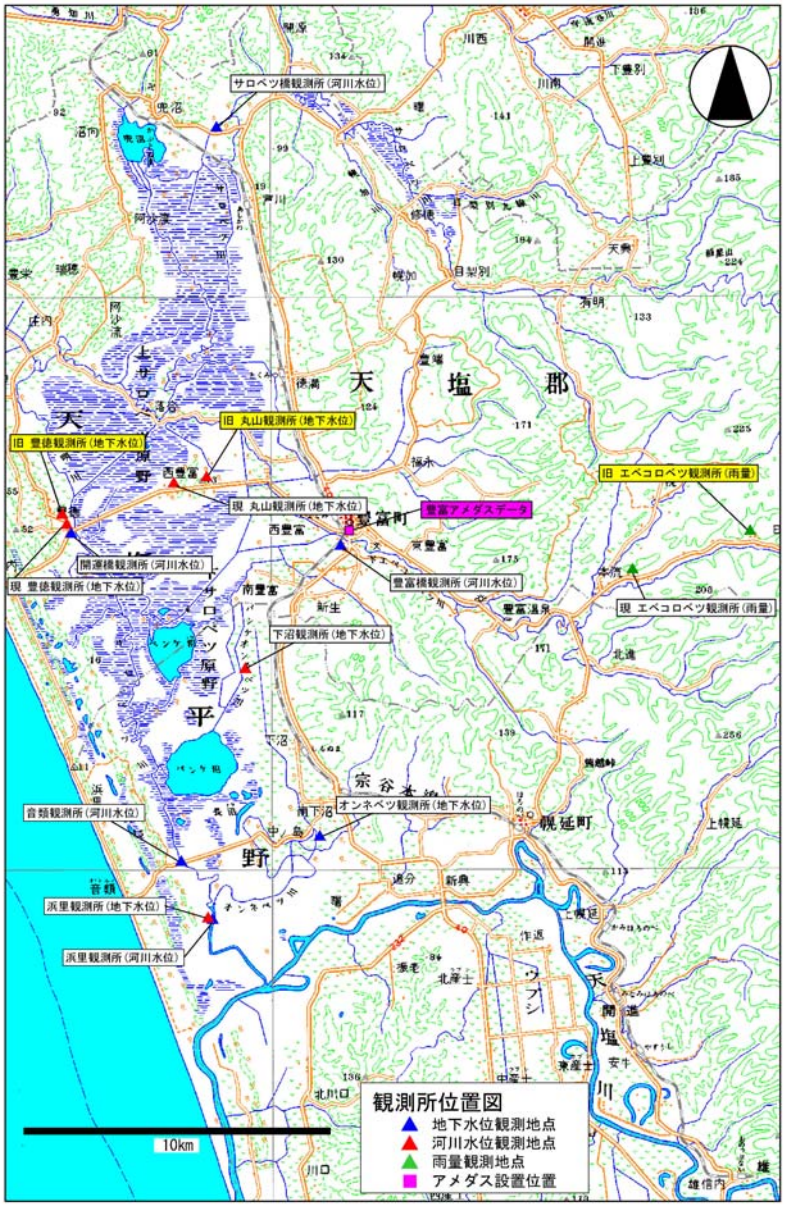


図 3.4.1　観測所位置図

3.4.1　河川水位の変遷

河川水位がピークとなる融雪出水期の４月と、水が引く５月について過去 30 年間の観測結果（開運橋）をみると、近年は河川水位が低下傾向にあり、特に 1988－1989 年付近を境にして大きな変化がみられる（図 3.4.2）。

水の供給という観点では、降水量はほぼ横ばいであるが（図 3.4.3）、最大積雪深（豊富）が 1989 年から 1996 年にかけて減少傾向があり、河川水位の低下に影響している可能性がある。図 3.4.4 にサロベツ川の他の観測所における河川水位の推移を示すが、やはりこの期間に水位の減少がみられる。

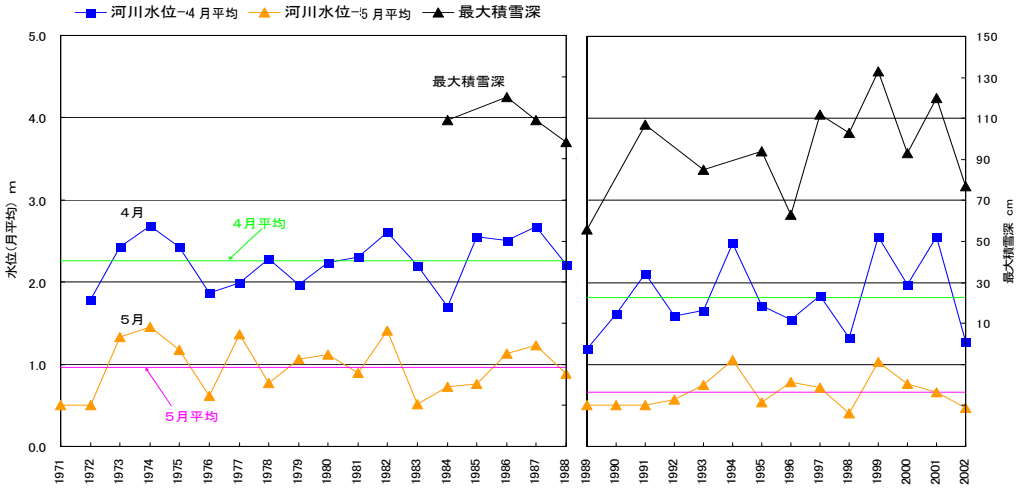


図 3.4.2　河川水位の変遷（開運橋）

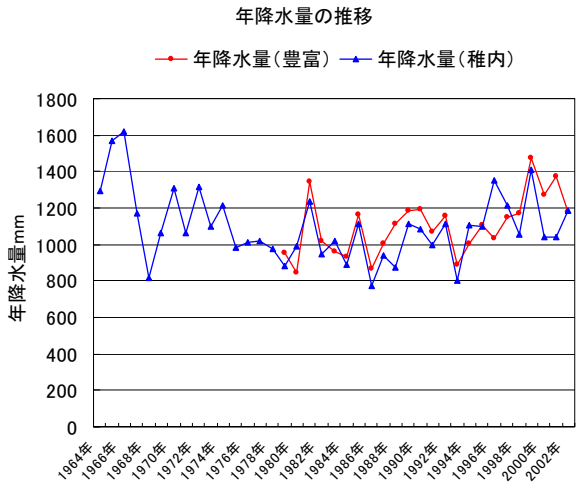


図 3.4.3　年降水量の変遷（豊富・稚内）

また、1987 年に天塩川工事実施基本計画が見直され、計画高水量がそれまでの 3,800m³/s から 5,700 m³/s へと変更され、岩尾内ダムの建設や、河道掘削等が進められており、これに伴い下流域への水の抜けがよくなったことも影響として考えられる。　（文献 a）

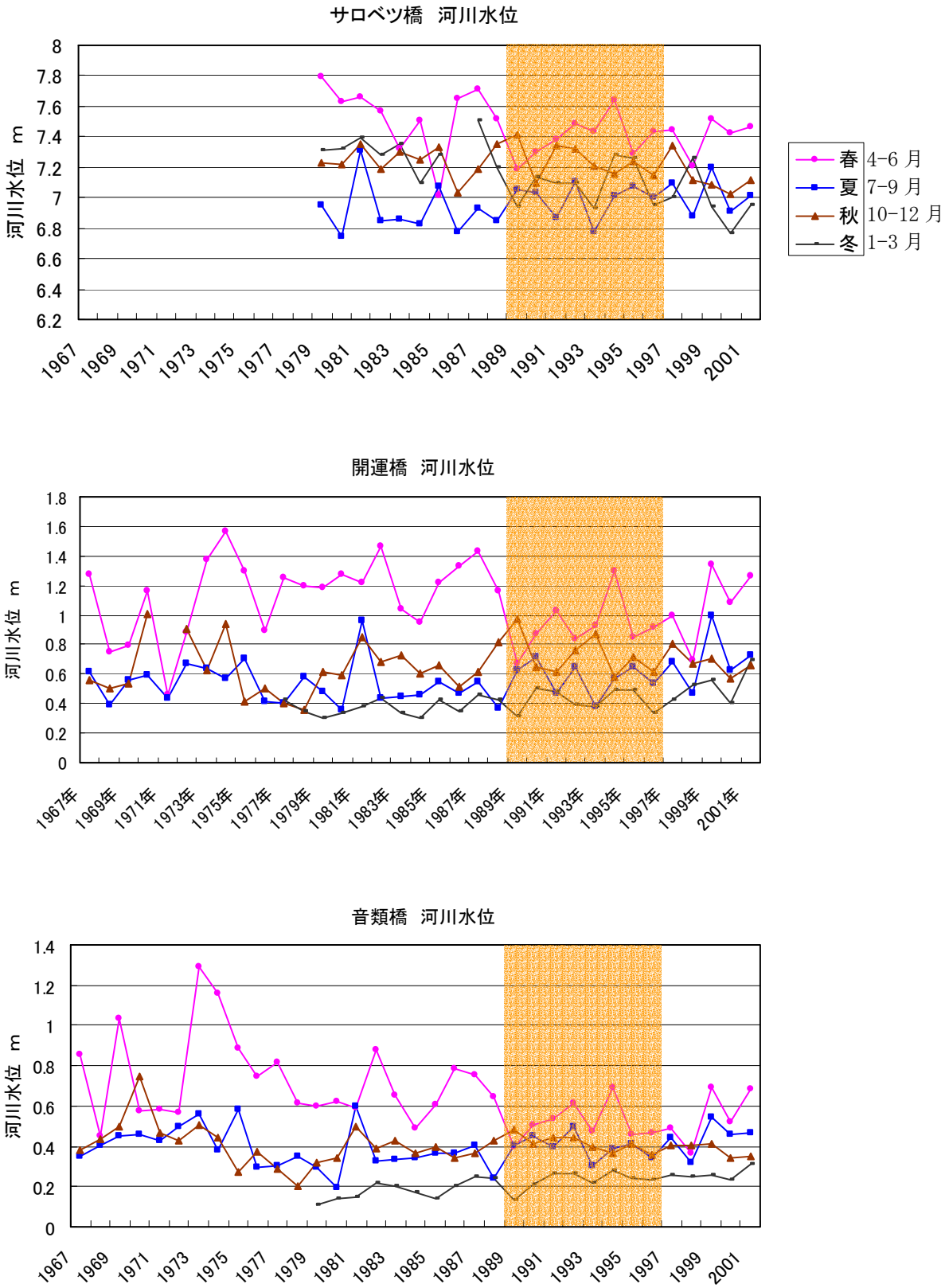


図 3.4.4　サロベツ川の河川水位の変遷

図 3.4.5 に示す開運橋と下流の音類橋における過去 10 年ごとの水位の推移をみると、降水量に大きな変化は見られないが、４月の融雪出水のピーク水位は低下、またはピーク期間の短期化がみられ、水はけが良くなっていることが示唆される。水位のピークは融雪出水時だけでなく、８月と 10-11 月頃にもピークが見られ、夏や秋にも出水があることがうかがえる。

音類橋については、天塩川の水位の影響を受けることが考えられ、1987 年以降の治水対策により特に融雪出水時の水位の低下が見られる。（文献 a）

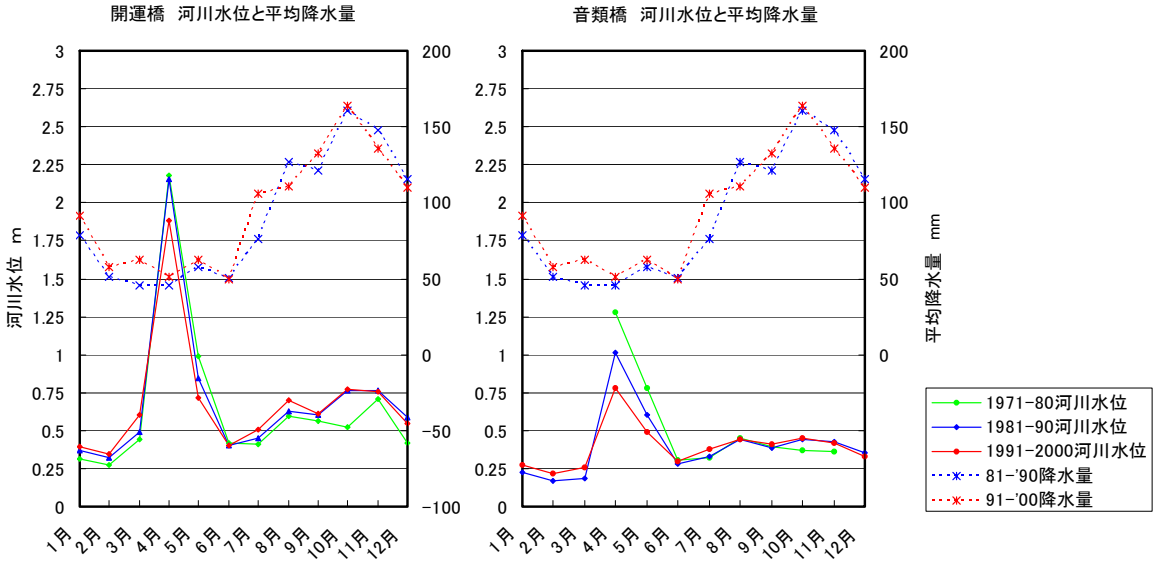


図 3.4.5　開運橋、音類橋における河川水位の変遷
（降水量は豊富の値）

3.4.2　冠水範囲の変遷

1961 年から 1967 年に実施された国営明渠排水事業により、サロベツ原野の冠水範囲は大きく変化した。図 3.4.6 に冠水範囲の変遷を示した。

放水路開通前の 1962 年４月（昭和 37 年）と、開通後の 1970 年（昭和 45 年）４月にそれぞれ大規模な氾濫が生じている。サロベツ橋における最大流量から両イベントは同程度の出水と考えられている。しかし、1970 年の冠水面積は 1962 年に比べ 33%減少しており、放水路開通により排水能力が向上したことを表している（「泥炭地の生態」（北海道開発局、1972）より）。

放水路開通前の最大湛水面積は 1965 年４月（昭和 40 年）の融雪出水による 11,000ha、落合地点水位 4.8mであった。しかし、放水路開通後の 1970 年（昭和 45 年）10 月の記録的集中豪雨では、湛水面積は 9,900ha であったが、もし放水路が未完成とすれば、落合地点水位は最大で 7.0mで、その状態が４日間続いたと計算されている（「泥炭地の生態」（北海道開発局、1972）より）。

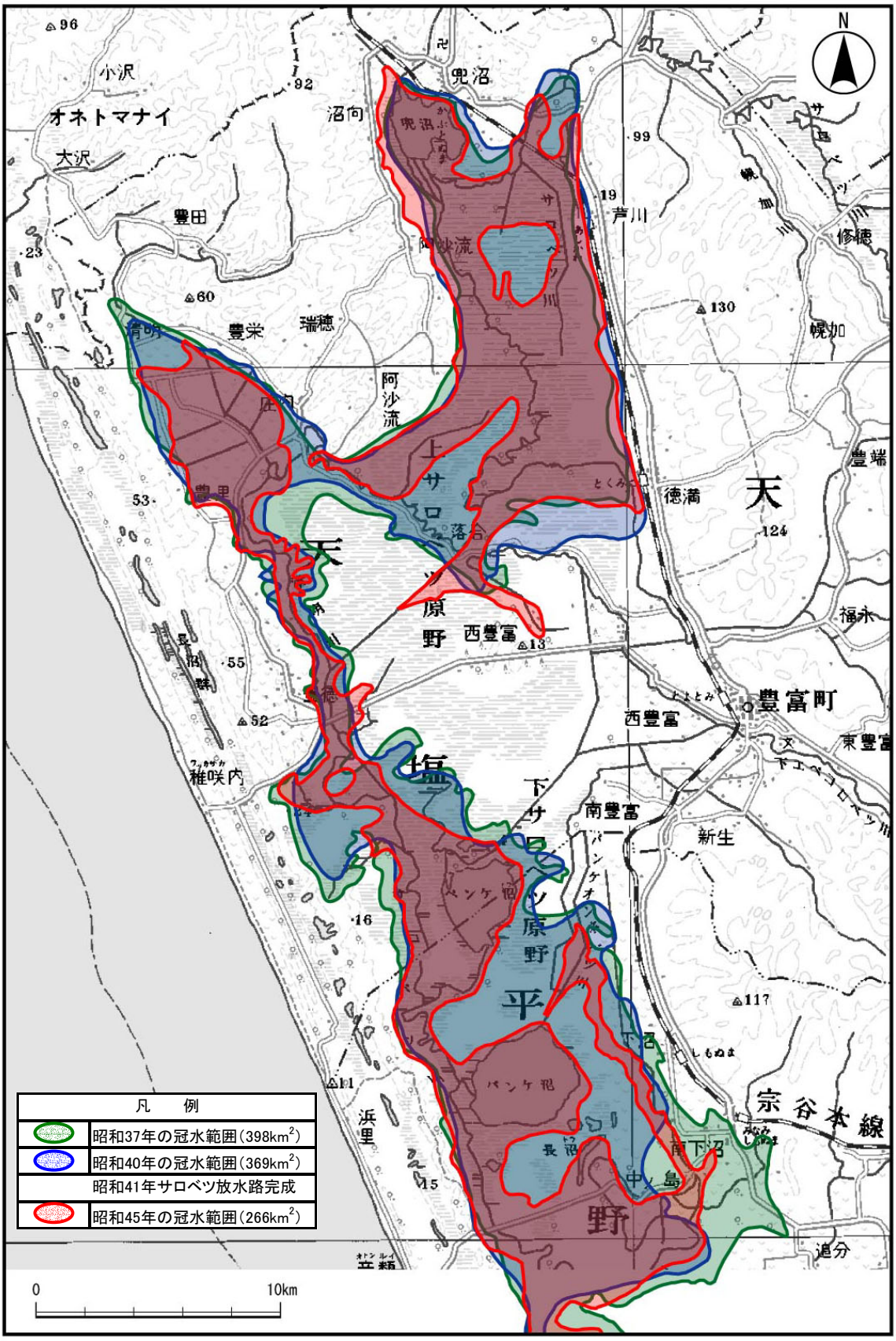


図 3.4.6　サロベツ放水路工事前後の冠水範囲の変遷

4.　サロベツの現状と課題

4.1　湿原の劣化とその要因

前章で述べたとおり、過去から現在に至るサロベツ湿原の変遷を追うと、各所で様々な劣化現象が進行していることがわかる。これらの現象と開発工事の時間的および位置的関係から推察される主な劣化要因を模式的に整理すると図 9.3.1 のようになる。

ここに示した要因と相互作用は状況証拠に基づく定性的な関係であり、対策検討に際しては、より定量的なデータを収集して仮説を立て、不明な部分を実証試験等で検証していくアプローチが必要である。（文献 a）

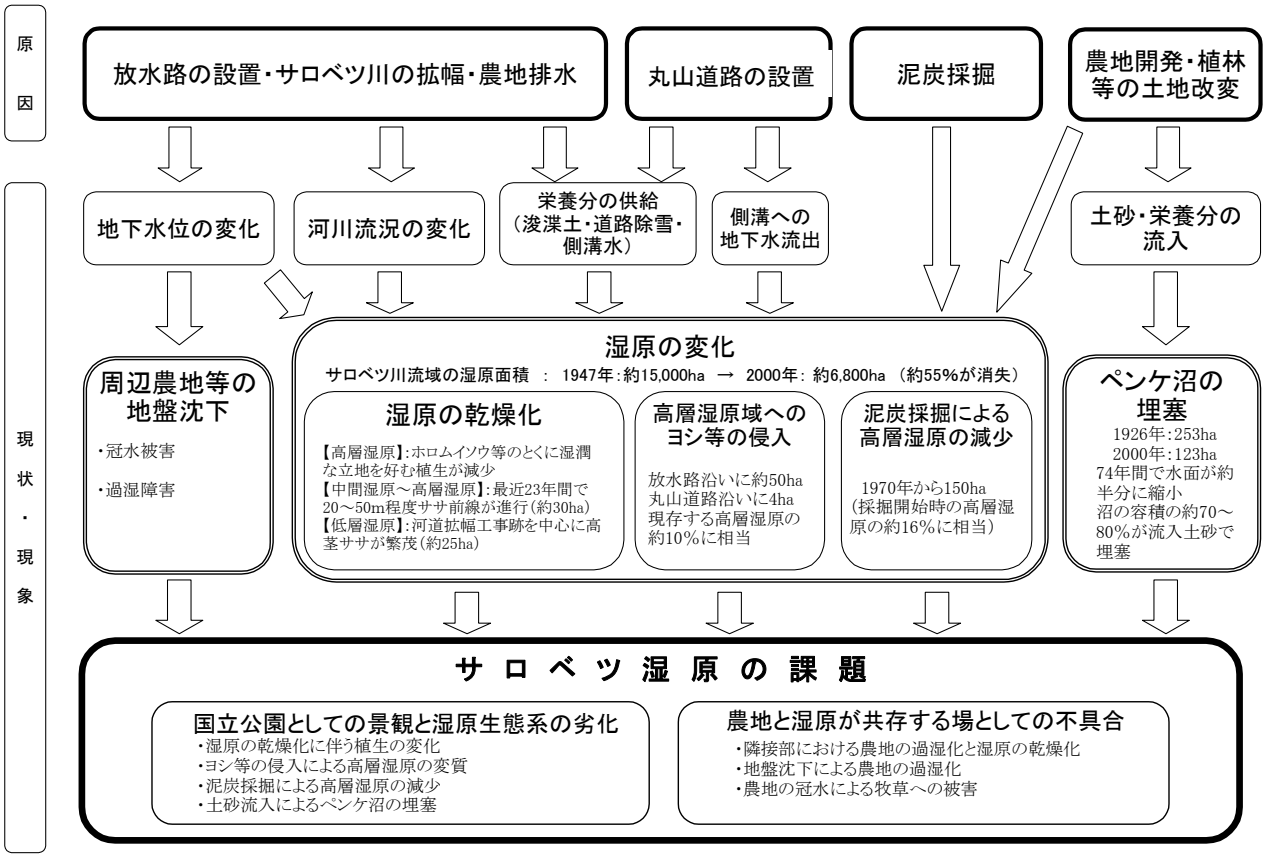


図 4.1.1　湿原劣化の要因

4.2　課題の整理

図 4.1.1 に示した劣化の現状を平面的に整理すると下図のようになる。

これらは長年にわたって蓄積されてきた課題であり、解決に向けては環境省のみならず、農業をはじめ、林業・河川・道路等を所管する各行政機関と地元自治体および住民が連携した、流域レベルでの対応が必要である。ただし、このような流域レベルでの対応には相当の時間を要することが予想され、なおかつ要因と現象の相互関係を定量的に明らかにすることも容易ではない。したがって、ここではまず国立公園区域を中心としたエリアについて、課題および対策の方向性を整理する。

図 4.2.1　湿原劣化の現状

（１）高層湿原の乾燥化対策

サロベツ湿原は、広域で見ると各種の要因が複合して乾燥化が進行している。したがって、広域レベルでの地下水位と植生等のモニタリングを継続して変化を追跡することが必要である。これによって、乾燥化実態を把握した上で湿原の乾燥化抑制を図ることが可能となる。個別の要因に対する対策は（２）以降で検討することになる。

（２）ササの侵入対策

サロベツ湿原の地形は丸山からサロベツ川に向かって緩やかに傾斜しており、治水事業の進展による河川水位の低下やサロベツ川拡幅工事に伴う湿地溝の分断等の影響によって、広域的な乾燥化が進んでいるものと推察される。丸山道路の側溝や農地との境界部の排水路への水の流出も乾燥化の一要因と考えられる。また、乾燥した立地を好むササの分布域が東に拡大し、高層湿原が減少しつつある。ササの拡大は自然の遷移という側面もあるため取り扱いが難しいが、明らかに人為の影響が及んでいると考えられる箇所についてはこれを抑制する対策が必要である。長期的には、地下水位を上昇させてササの生育を抑制することが望ましい。しかし、このような対策には検討や施工後の効果が現れるまで時間を要する。その間にもササの増加は進むので、緊急の対策として刈り取りによるササの抑制も検討が必要である。

（３）丸山道路周辺の乾燥化対策

（２）における広域的な乾燥化とササの侵入の一要因として、湿原から丸山道路側溝への水の流出が影響していると考えられる。また、道路沿いにヨシ生育域が拡大しており、融雪期等に側溝水が湿原内に溢水することが影響していると考えられる。サロベツ原野保全対策の一環として道路側溝を堰上げしたことによりササが枯れたことでもわかるように道路側溝への水分流出が乾燥化の大きな原因の一つとなっており、有効性が認められている道路側溝の堰上げをさらに工夫する等の対策を行うとともに、側溝への栄養分の流入を抑制することが必要と考えられる。

また、丸山道路に接する原生花園ビジターセンターの移転が計画されており、移転後の敷地の修復対策の検討も必要である。ビジターセンター敷地は、盛土がなされており、放置すれば湿原には異質な植物の繁茂が懸念される。一方で、盛土をすべて排除すると水面が形成され、やはり高層湿原植生とは異なる植生が成立すると予想される。このような条件のもとに適切な修復対策を検討する必要がある。

（４）放水路周辺の植生変化対策等

サロベツ放水路に沿ったエリアでは、放水路開削時の浚渫土砂を廃棄した場所に富栄養な立地を好むヨシ等が侵入している。さらに、放水路への水分流出によって本来の湿原植生がより乾燥した立地を好む植物種に置き換わっている。このエリアの背後には良好な高

層湿原が残っていることから、対策としては放水路への水分流出を極力抑制し、高層湿原を湿潤な状態に保つための緩衝帯として機能させることが重要である。

（５）湿原と隣接農地の共存対策

湿原周縁部の農地と隣接する区域は、地下水によって一連のものになっており、農地排水等の影響で湿原の乾燥化が進むと同時に、農地側にも過湿障害等の影響が及んでいる。湿原側の地下水位は高く、農地側の地下水位は低く保つ必要があることから、対策としては両者の境界に何らかの遮水施設を設置することが考えられる。ただし、遮水壁を線状に入れるだけでは効果が限られることも知られており（サロベツ原野保全対策事業第 2 期報告書)、ある程度の幅を持った緩衝湿地を帯状に整備し、その中で地下水位をすり付けていくことが対策としてはより望ましい。

（６）泥炭採掘跡地の修復

丸山南東部の泥炭採掘地では掘削跡の開水面が放置されているが、工場で回収されなかった微小な泥炭を含む工場からの排水が戻された箇所については、これらの未回収泥炭が浮遊・凝集し、浮島状の植生生育基盤が形成されている。このように湿原植生を再生する参考事例はすでに存在しているが、それを参考にした植生生育基盤の形成方法を検討する必要がある。

（７）ペンケ沼の埋塞対策

ペンケ沼の水面面積は第七号幹線排水路が接続される前の約半分にまで縮小しており、埋塞抑制のために早急な対策が必要である。ただし、流入河川の集水域全体の負荷が凝縮された結果でもあるため、対策も土砂生産の抑制、流入土砂の捕捉、流入河川の付け替え、堆積土砂の除去などのように広域的かつ多角的に検討する必要がある。

（２）～（７）の課題ごとの検討の結果を、次章以降で個別に記述する。なお、（１）は各課題の総合したものにあたるので、（２）～（５）の個別課題の中で関連する事項を記述する。

4.3　地下水位観測網の概要と地下水位変動からみた乾燥化の現況

ここでは、これまで実施された地下水位観測網について整理し、それぞれの観測測線における目的と成果について概観する。それぞれの観測測線は、前項で示された課題を検討するために設置されているため、調査結果の詳細な検討は次章以降で述べ、ここでは、各観測測線における地下水位のモニタリング結果について整理する。

図 4.3.1 には、これまでに実施された地下水位観測の測線配置図を示す。

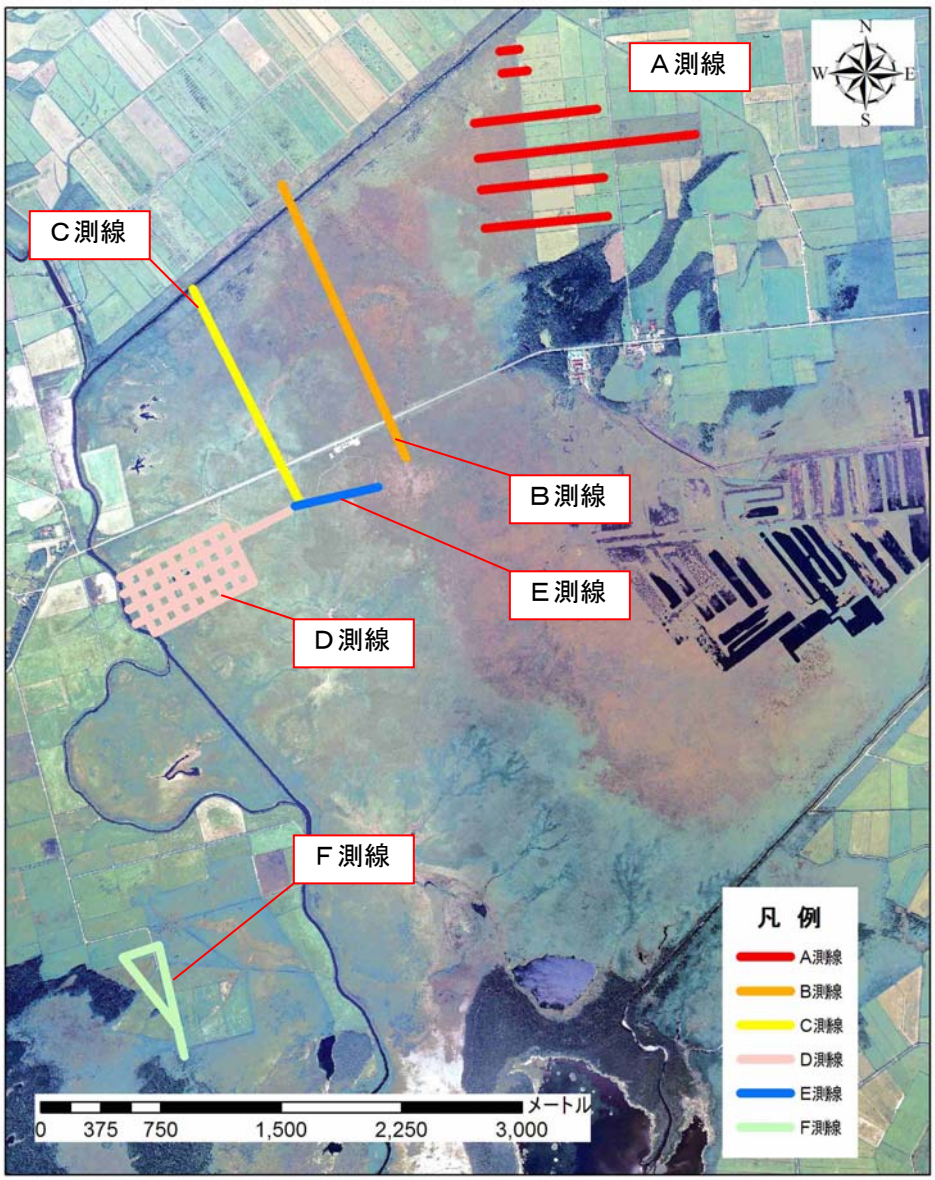


図 4.3.1　各観測測線の配置図

4.3.1　Ａ測線

Ａ測線は丸山北側の湿原－農地隣接部における地下水位分布の状況を確認するとともに、緩衝帯による対策の検討を行うために実施されている。Ａ測線では 2003 年 9 月に図 4.3.2 に示すＡ－１～４の４測線が設置され、同月より一斉測水が開始された。また、2006 年 10 月には、同年に実施された北海道開発局による緩衝帯実証試験の観測測線（A-5、A-6 測線）の湿原側 50ｍ地点に、２箇所の地下水位観測孔を設け、連続地下水位観測が実施されている（図 4.3.3）。

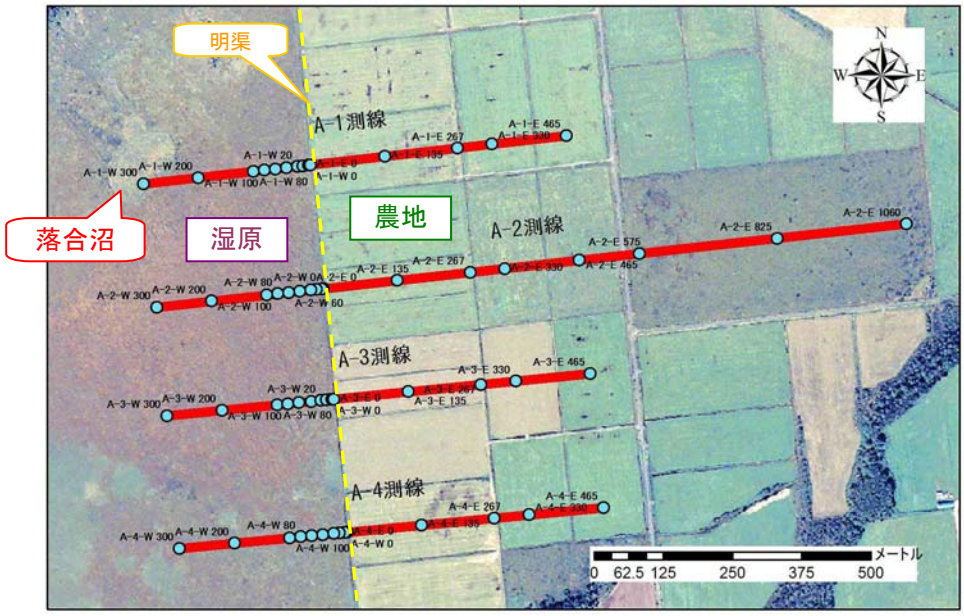


図 4.3.2　Ａ測線における地下水位観測測線と観測孔位置

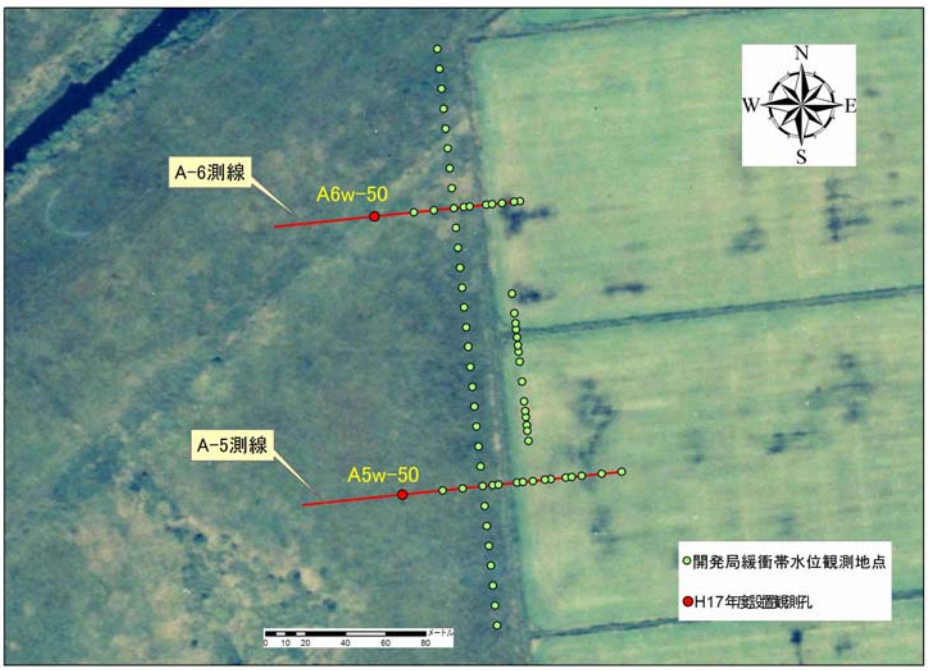


図 4.3.3　Ａ－５およびＡ－６測線の観測孔配置図

湿原側から農地にかけての地形は、大局的には湿原側が高く、農地側が低くなっていて、Ａ－１測線のように湿原側奥部に落合沼からの流出がある地点を除いて、湿原地下水は湿原から農地側明渠に向かって流出している（図 4.3.4～7）。次に、湿原側と農地側の南北方向の地形断面（図 4.3.8～10）を見ると、湿原側の断面は丸山からサロベツ川放水路に向かって低くなっているのに対し、農地側では明渠掘削による地下水位低下で発生したと考えられる地盤沈下により、Ａ－２、Ａ－３測線近傍が最も低くなっている。

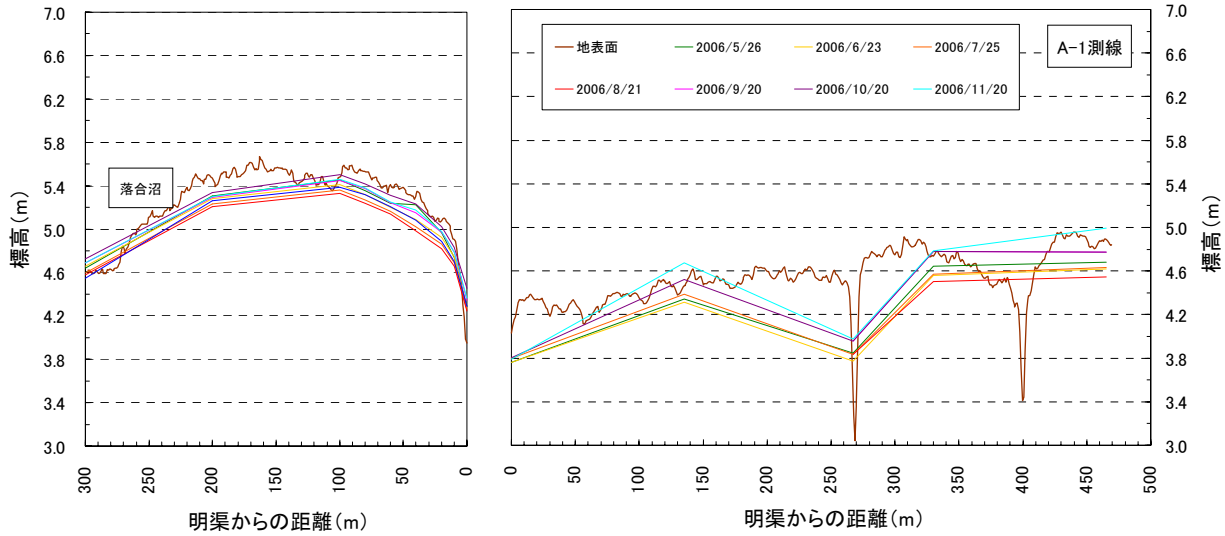


図 4.3.4　Ａ－１測線の地形と地下水位分布（2006 年）

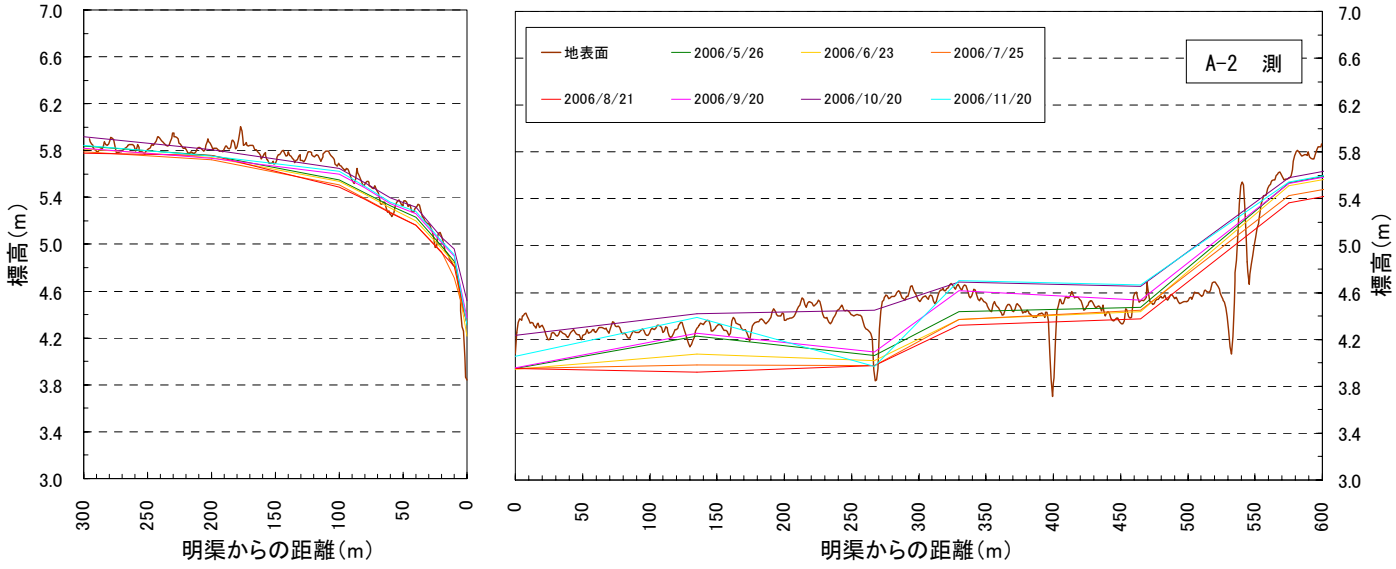


図 4.3.5　Ａ－２測線の地形と地下水位分布（2006 年）

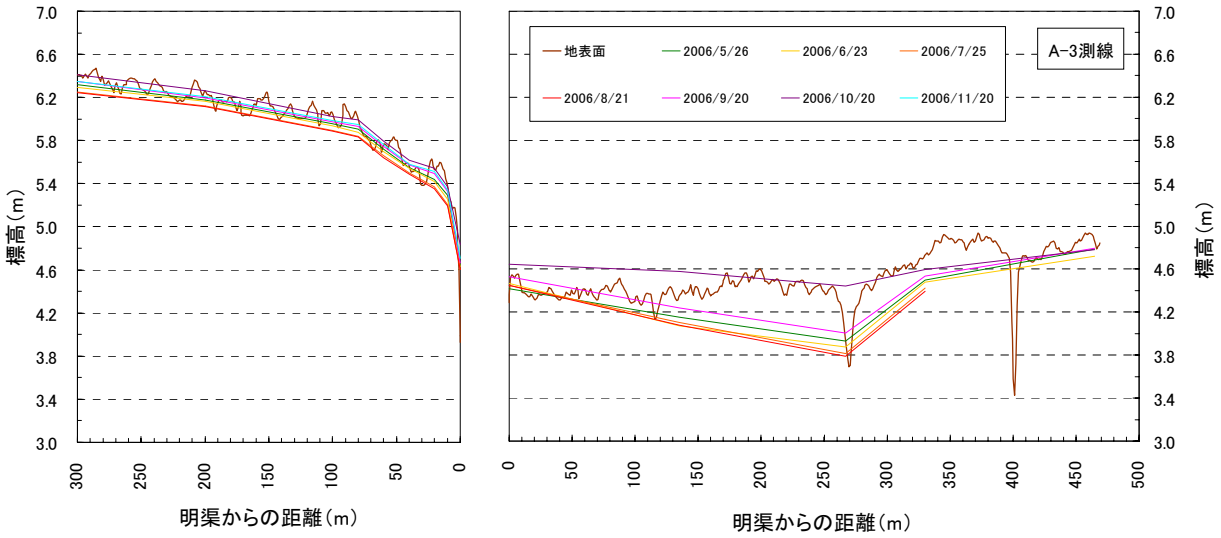


図 4.3.6　Ａ－３測線の地形と地下水位分布（2006 年）

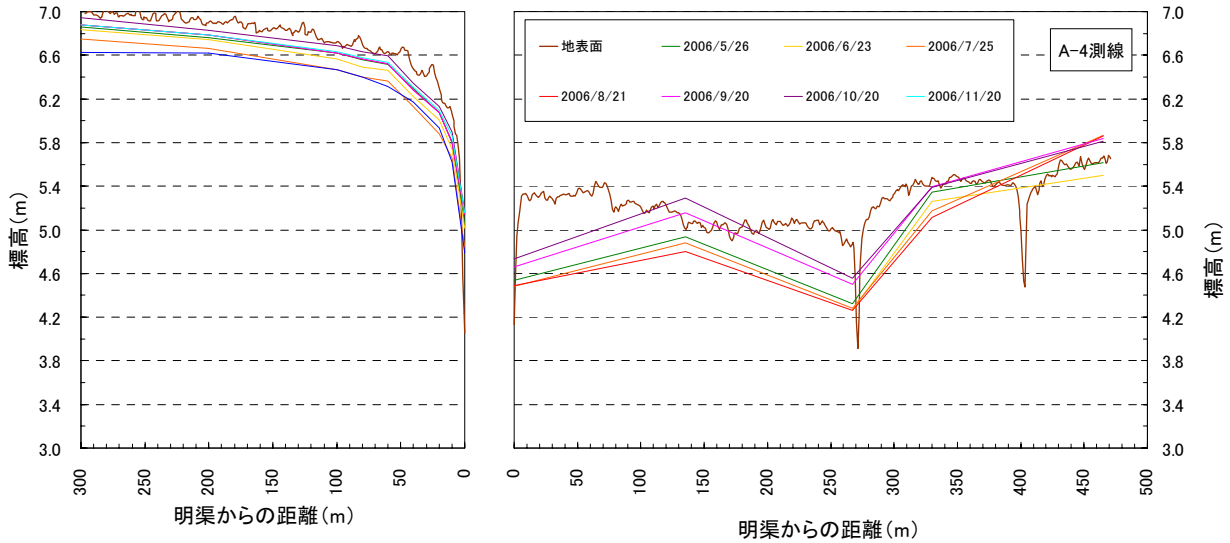


図 4.3.7　Ａ－４測線の地形と地下水位分布（2006 年）

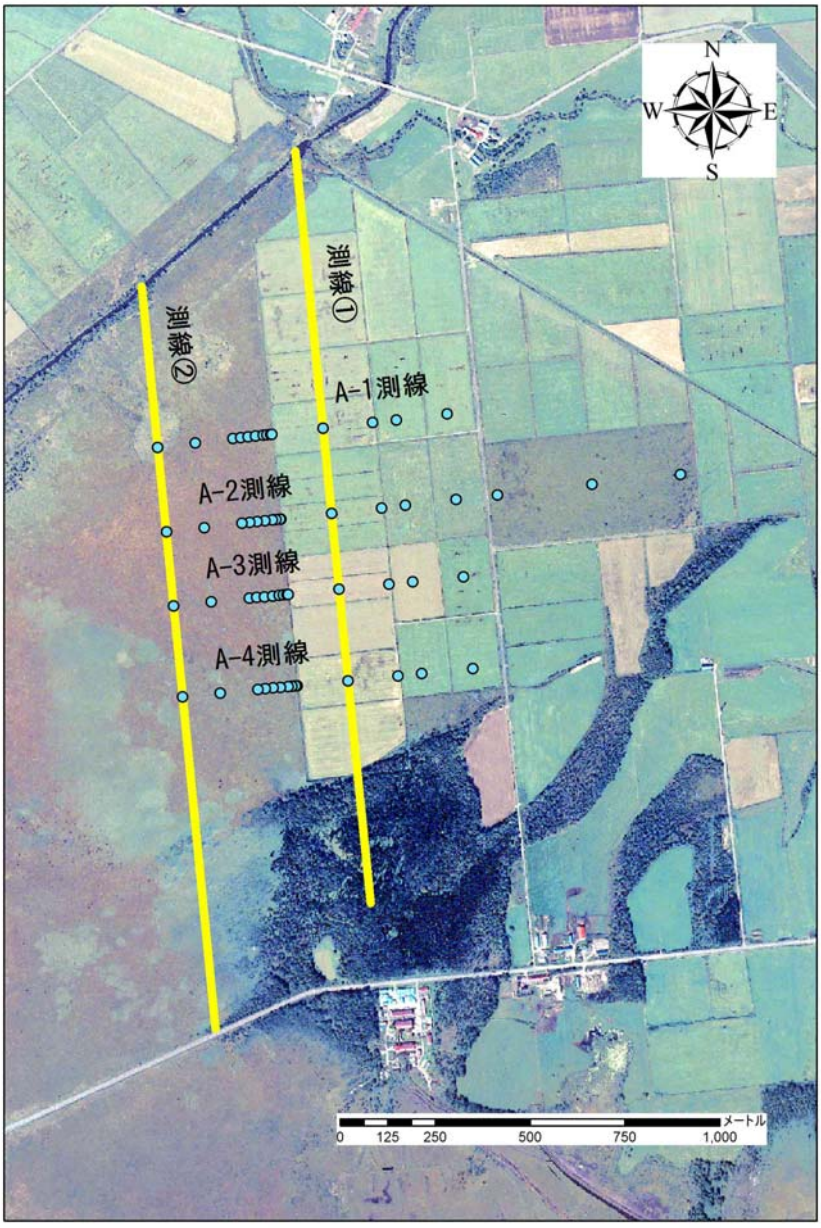


図 4.3.8 Ａ測線に直交する方向の断面位置図

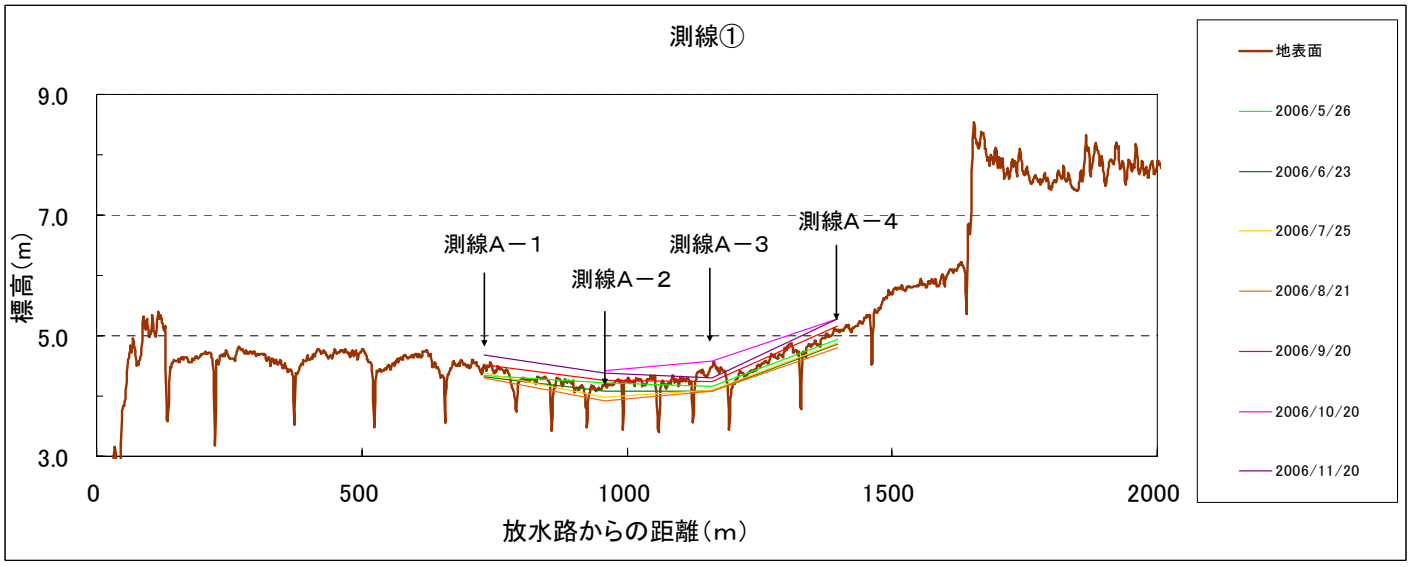


図 4.3.9　測線①における地形と地下水位分布（2006 年）

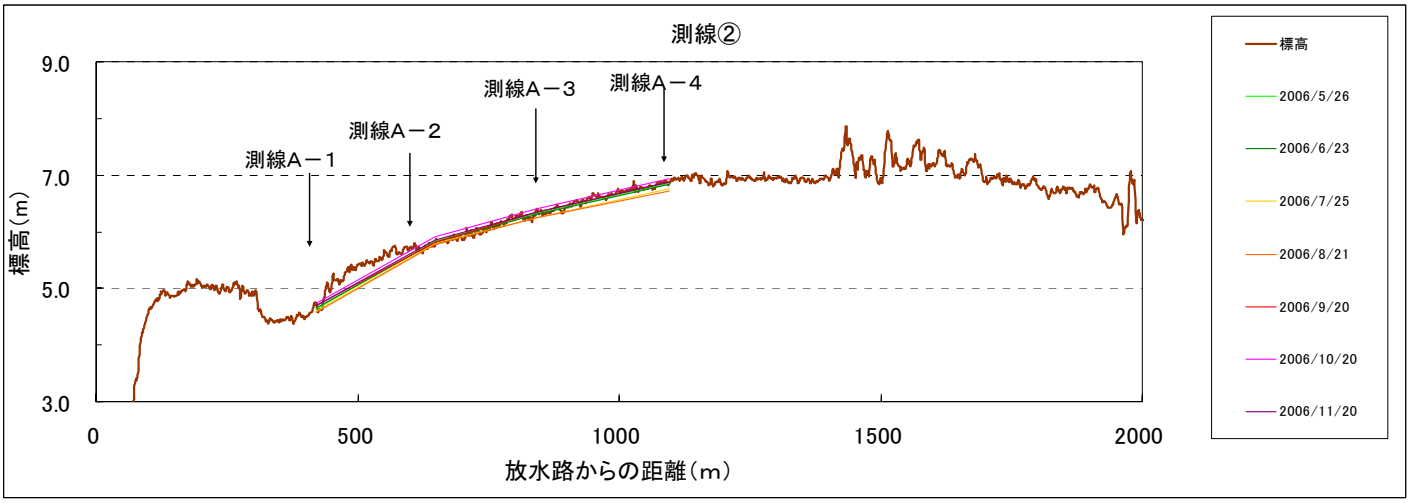


図 4.3.10　測線②における地形と地下水位分布（2006 年）

湿原－農地隣接部における地下水位の長期変動は、境界部の明渠を挟んで大きく異なっている。ここでは、湿原奥部の代表として各側線のＷ200ｍ地点、湿原側の明渠近傍として各側線の湿原側 Ｗ 10ｍ地点、農地側の代表として各側線の Ｅ 135ｍ地点の地下水位変動と降水量の変動を比較する。

図 4.3.11 には、各側線の Ｗ 200ｍ地点における一斉測水観測の長期変動グラフを示す。湿原奥部の地下水位は、系統的にＡ－４測線側が高く、Ａ－１測線側が低くなっていて、大局的な地下水位が地形に規制されていることがわかる。しかし、水位の変動量を見るとＡ－２測線が最も水位変動が小さく、Ａ－１測線とＡ－４測線が比較的大きな水位変動を示している。降水量と比較すると、Ａ－１及びＡ－４測線で大きく水位が低下する時期は、降水量が少ない渇水の時期に対応しており、Ａ－１及びＡ－４測線近傍では、Ａ－２測線に比べて渇水期の乾燥化が大きくなっていることが示された。

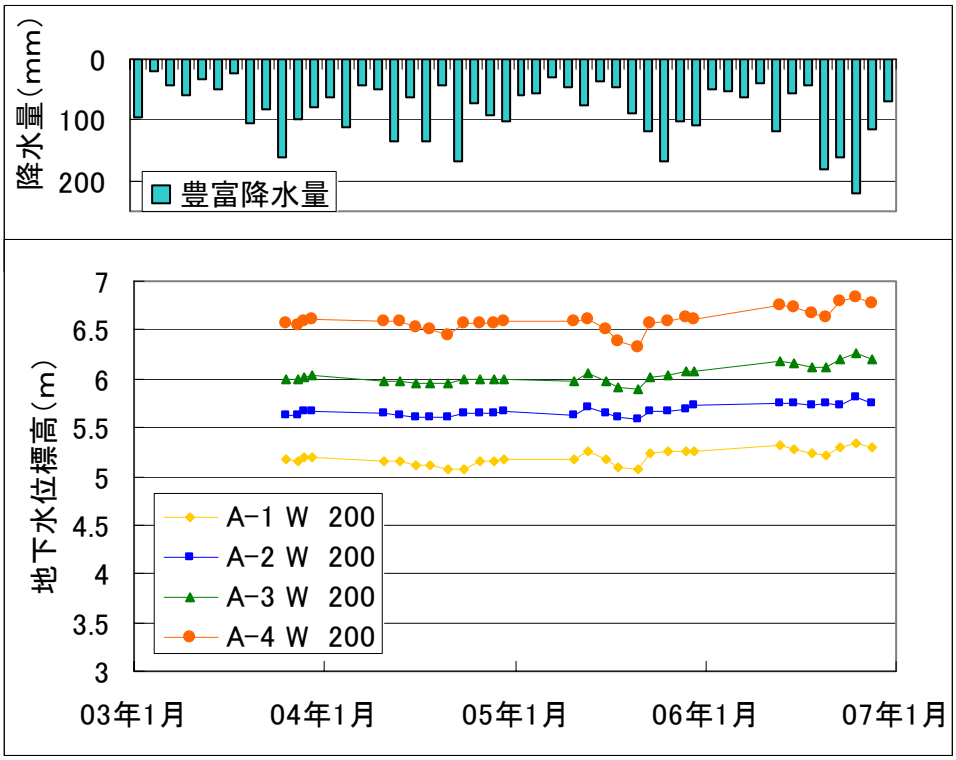


図 4.3.11　各測線Ｗ 200ｍ地点地下水位変動

次に、湿原側でも明渠の近傍に位置する各側線 W 10m地点における一斉測水観測の長期変動グラフを示す（図 4.3.11）。明渠近傍の湿原側地下水位も湿原側奥部と同様に、Ａ－４測線側が高く、Ａ－１測線側が低くなっている。しかし、渇水期における地下水位の低下量は湿原奥部に比較して大きな低下量を示し、同じ湿原側でも明渠に近づくほど乾燥化の影響が大きいことを示す。

また、図 4.3.12 には、湿原に近接する一枚目の農地の中心地点（各側線の E 135m地点）における一斉測水観測の長期変動グラフを示す。各側線の地下水位標高はＡ－２、Ａ－３測線が低く、Ａ－１、Ａ－４測線が高くなっている。また、地下水位の変動の特徴として、湿原側の地下水位が連動して動いているのに対し、比較的ランダムな動きを示している。これは、降水量の変動だけではなく、農地周囲の明渠の水位変動が農地地下水位に影響を与えている可能性が考えられる。

図 4.3.13 には、Ａ－２測線方向の湿原奥部（A2-W 200）、明渠近傍（A2-W 10）、湿原に近接する農地中心点（A2-E 135）の長期変動グラフを比較した。Ａ測線のなかでは最も乾燥化の影響が小さいと考えられるＡ－２測線でも、明渠近傍の A2-W 10 地点では、渇水期の地下水位の低下が見られる。また、農地側（A2-E 135）は湿原側に比べて地下水位標高が低く、地下水位の変動も大きくなっている。

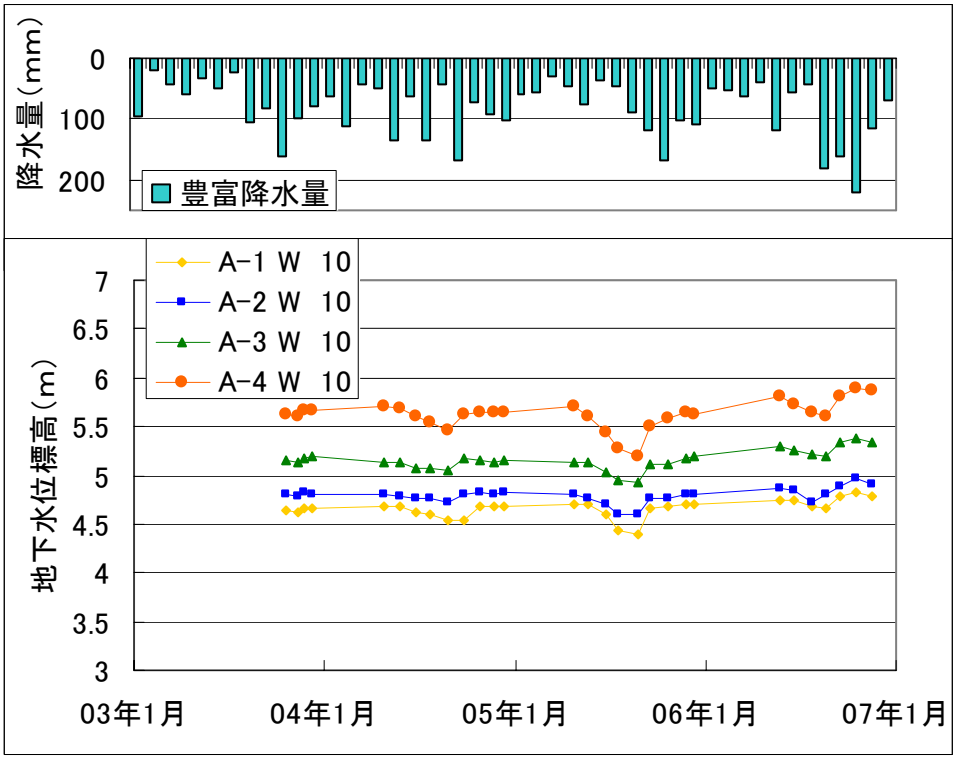


図 4.3.11　各測線 W 10m地点地下水位変動

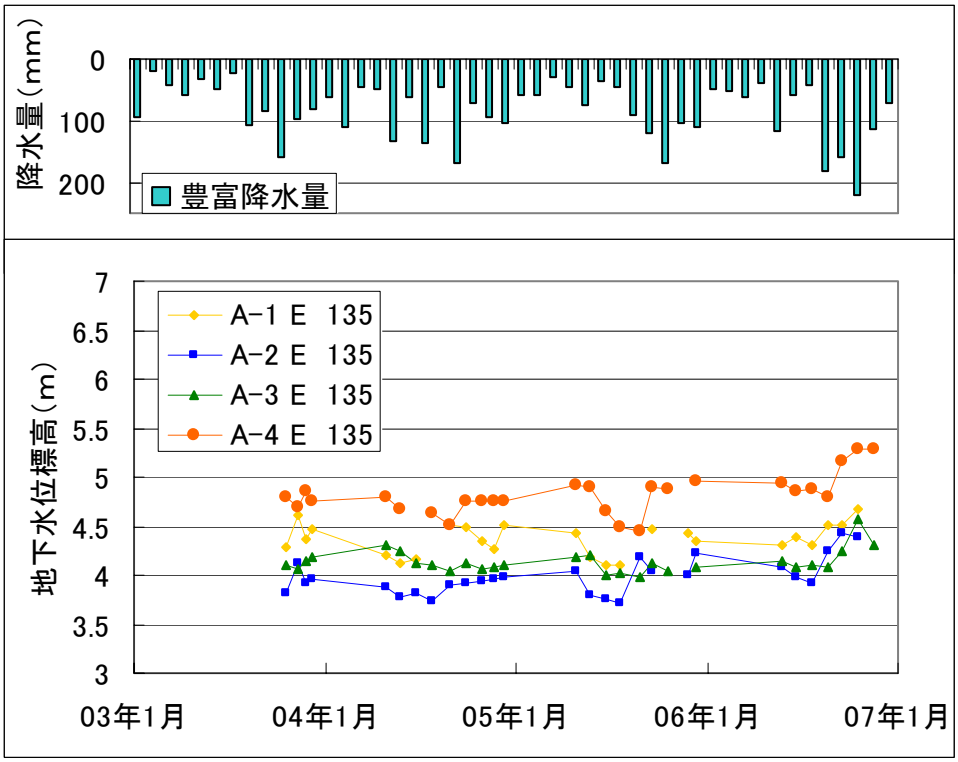


図 4.3.12　各測線 E 135m地点地下水位変動

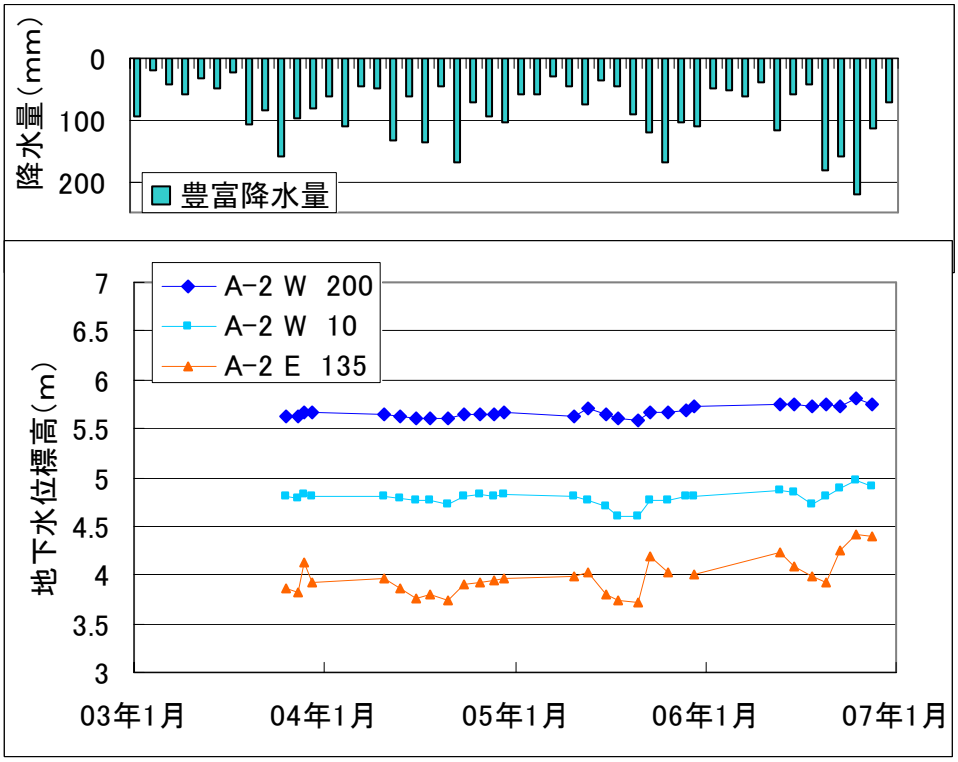


図 4.3.13　A-2 測線代表地点の地下水位変動

4.3.2　Ｂ測線

Ｂ測線は湿原中核部を南北方向に横断し、サロベツ川放水路の北側から、丸山道路の南側までを網羅する重要な地下水位観測測線で、2002 年 10 月に設置され、翌月 11 月より一斉測水が実施されている（図 4.3.14）。これまでの観測結果から、Ｂ測線における地下水の大局的な流れは、丸山道路の南側からサロベツ川放水路に向かって流動している大局的な流れと、丸山道路側溝に向かって流れる局所的な流れが有ることがわかっている。また、その中を地下水位標高やその変動量、地下水面の傾き等の特徴によって区分すると、図 4.3.14 及び図 4.3.15 に示す７つゾーン（以下の①～⑦）に区分される。

① 丸山道路南側湿原（観測点　Ｂ－Ｓ　250～150）
② 丸山道路南側湿原の丸山道路の影響範囲（観測点　Ｂ－Ｓ　100～0）
③ 丸山道路北側湿原の丸山道路の影響範囲（観測点　Ｂ－Ｎ　0～200）
④ 丸山道路北側湿原（観測点　Ｂ－Ｎ　250～600）
⑤ 旧河川跡横断部（観測点　Ｂ－Ｎ　700）
⑥ 丸山道路北側湿原の放水路の影響範囲（渇水期のみ）（観測点　Ｂ－Ｎ　800～1200）
⑦ 放水路の影響範囲（通期）（観測点　Ｂ－Ｎ　1250～1445、Ｂ－Ｎ’0～3）

図 4.3.16～22 には、各ゾーンの代表的な地点における地下水位変動グラフを示す。

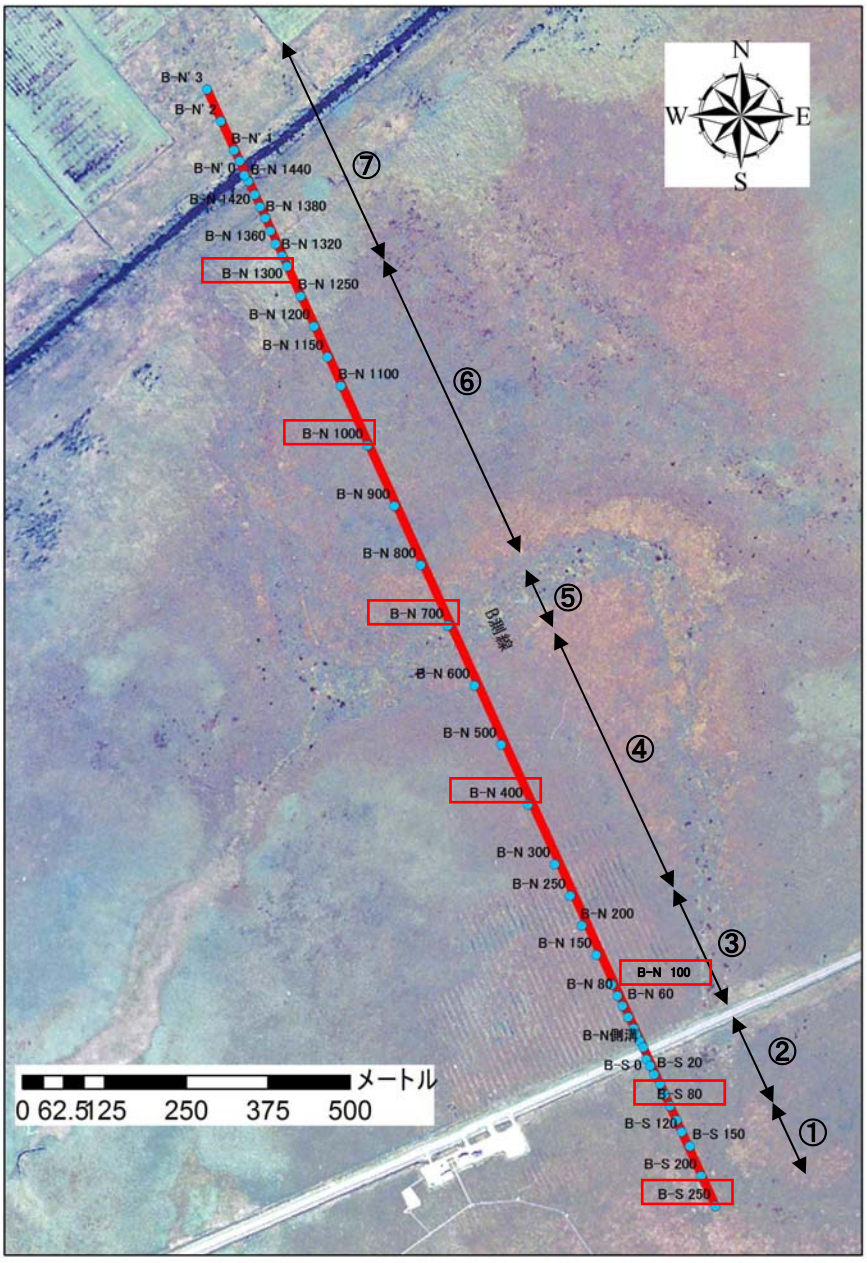


図 4.3.14　Ｂ測線のゾーン区分とゾーン毎の代表箇所

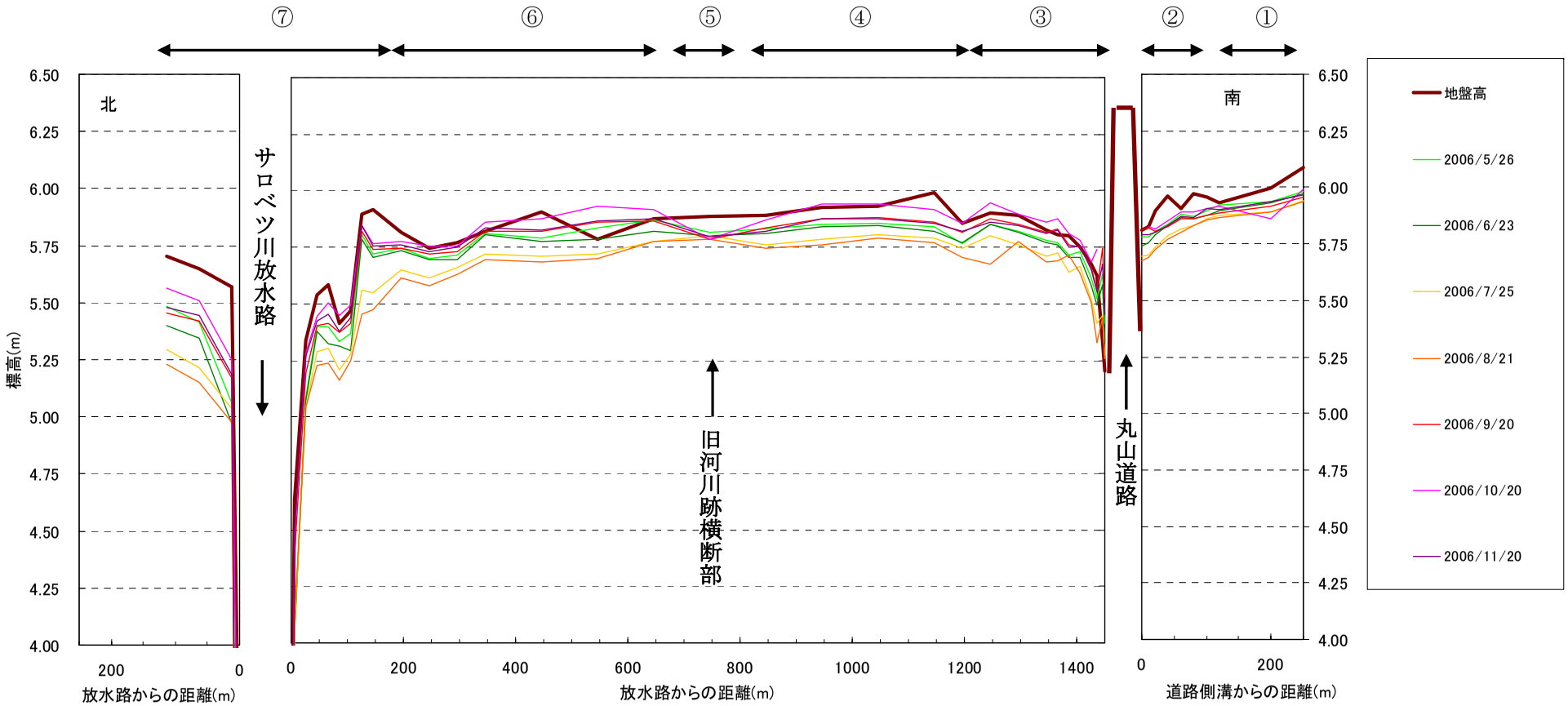


図 4.3.15　B測線の地形と地下水位分布（2006 年）

ゾーン①　丸山道路南側湿原（観測点　Ｂ－Ｓ　２５０～１５０）

Ｂ測線の最も南側に位置するこの範囲では、地下水位標高がＢ測線内では最も高く、地下水面の北側への傾きが比較的緩い。ゾーン①では南側の標高が高い湿原中核部から地下水が供給されているため、他のゾーンに比べて地下水位低下への影響が小さいと考えられる。

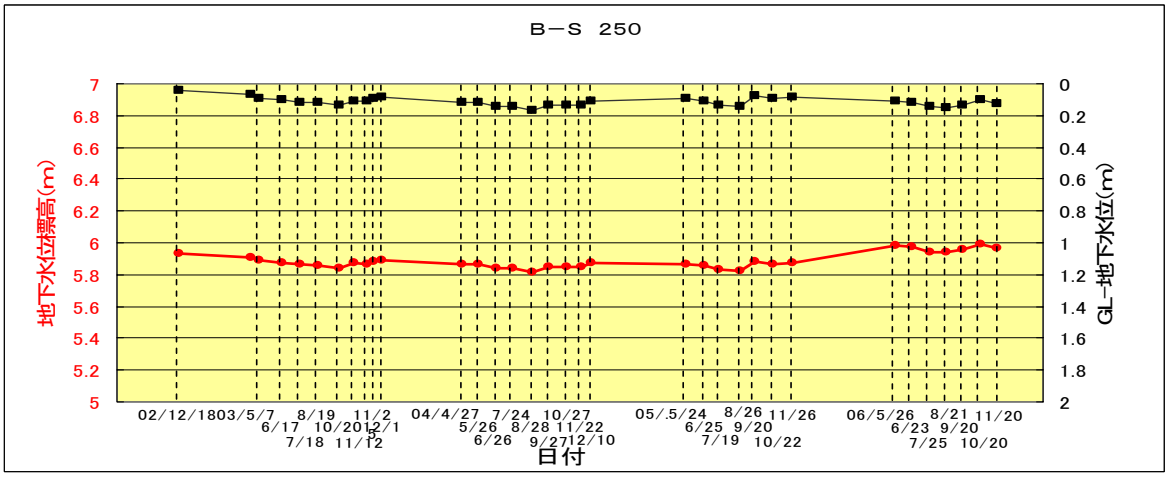


図 4.3.16　ゾーン①（Ｂ－Ｓ　２５０地点）の地下水位変動図

ゾーン②　丸山道路南側湿原の丸山道路の影響範囲（観測点　Ｂ－Ｓ　１００～０）

ゾーン②は丸山道路南側湿原における丸山道路の影響が大きい範囲で、丸山道路から約 100 m程度と考えられる。この範囲では、地下水位面がゾーン①よりも急に丸山道路側溝方向に向かって低下する。また、地下水位の変動量も丸山道路側溝近傍が大きくなる傾向が見られる。

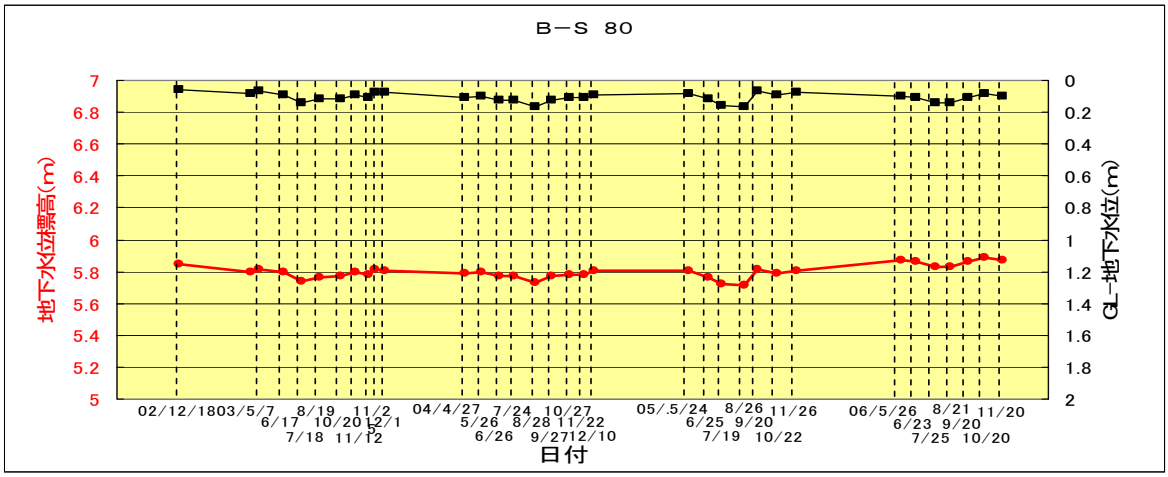


図 4.3.17　ゾーン②（Ｂ－Ｓ　８０地点）の地下水位変動図

ゾーン③　丸山道路北側湿原の丸山道路の影響範囲（観測点　Ｂ－Ｎ　０～２００）

ゾーン③は、丸山道路北側湿原における丸山道路の影響が大きい範囲で、丸山道路から 200 m程度の範囲と考えられる。ゾーン③では、地下水位面が南側の丸山道路側溝方向に向かって低下し、湿原地下水は丸山道路側溝に流出していると考えられる。

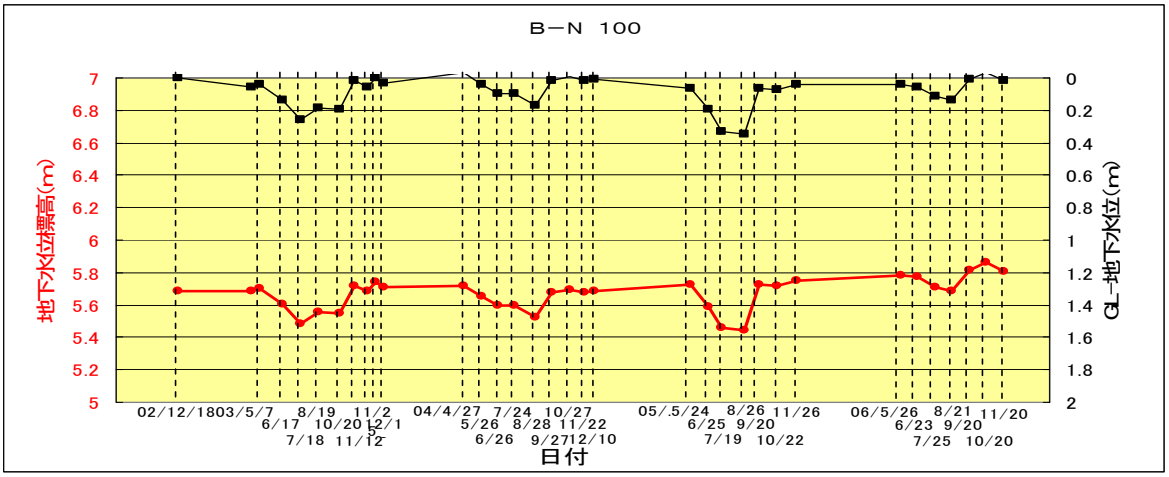


図 4.3.18　ゾーン③（Ｂ－Ｎ　１００地点）の地下水位変動図

ゾーン④　丸山道路北側湿原（観測点　Ｂ－Ｎ　２５０～６００）

ゾーン④は、全体的な地下水面の傾きが小さく、GL-地下水位の深度が比較的深い傾向を示す。

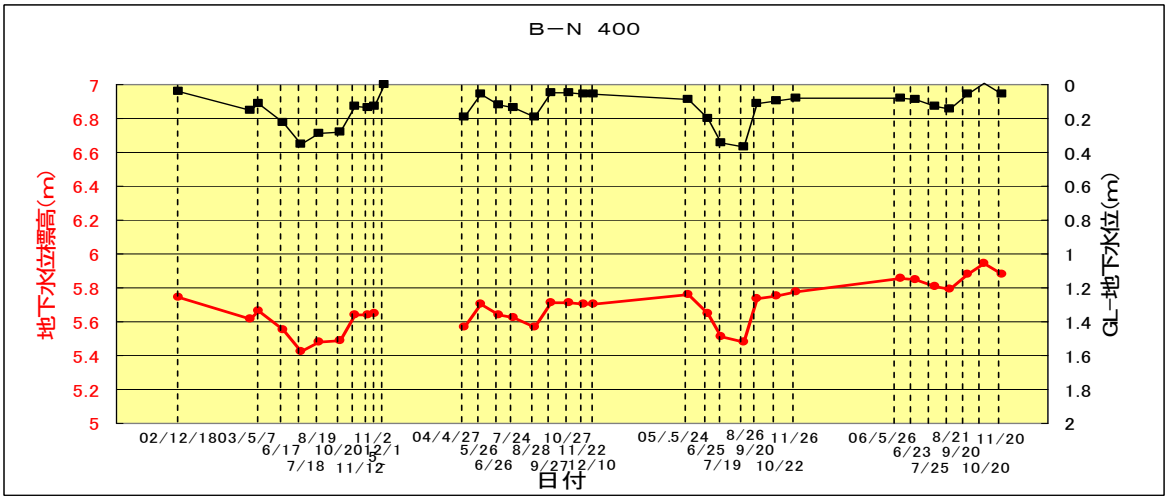


図 4.3.19　ゾーン④（Ｂ－Ｎ　４００地点）の地下水位変動図

ゾーン⑤　旧河川跡横断部（観測点　Ｂ－Ｎ　７００）

ゾーン⑤は湿原内の旧河川跡の中に設置された観測点である。ゾーン⑤では他のゾーンと比較しても地下水位の変動量が小さく、旧河川跡を通じた地下水の供給により、地下水位が安定していることがうかがえる。

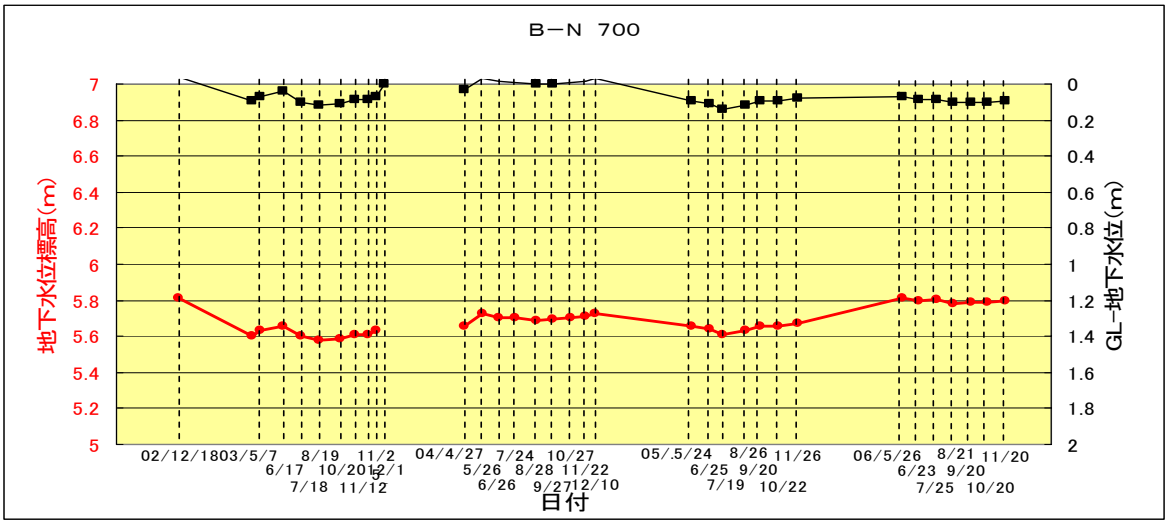


図 4.3.20　ゾーン⑤（Ｂ－Ｎ　７００地点）の地下水位変動図

ゾーン⑥　丸山道路北側湿原の放水路の影響範囲（渇水期のみ）
（観測点　Ｂ－Ｎ　８００～１２５０）

ゾーン⑥では、豊水期の地下水位は地表面近くに分布するが、渇水期には地下水位標高が大きく低下し、地下水位面も放水路側に大きく傾いている。渇水期の地下水位低下が大きな範囲はサロベツ川放水路から約 600m程度である。

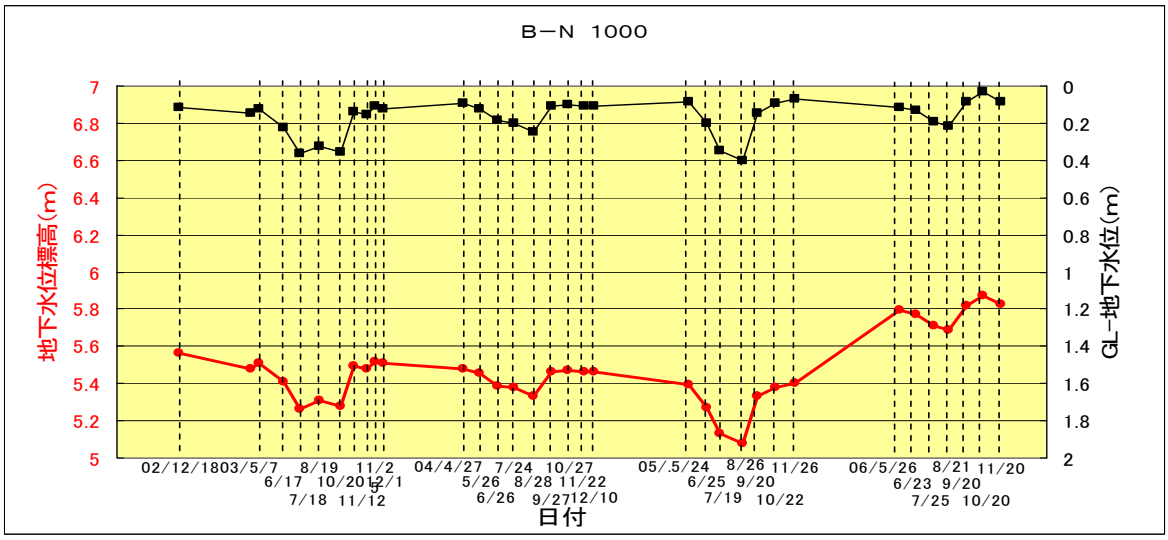


図 4.3.21　ゾーン⑥（Ｂ－Ｎ　１０００地点）の地下水位変動図

ゾーン⑦　放水路の影響範囲（通期）

（観測点　Ｂ－Ｎ　１２５０～１４４５、Ｂ－Ｎ’　０～３）

ゾーン⑦の地形は、サロベツ川放水路を挟み、地表面が放水路に向かって大きく低下している。また、南側には放水路掘削時の堆積土砂が分布し、地形が若干高くなっている。地下水位標高は、Ｂ測線では最も低くなり、地下水面の傾きも放水路に向かって急激に下がっている。

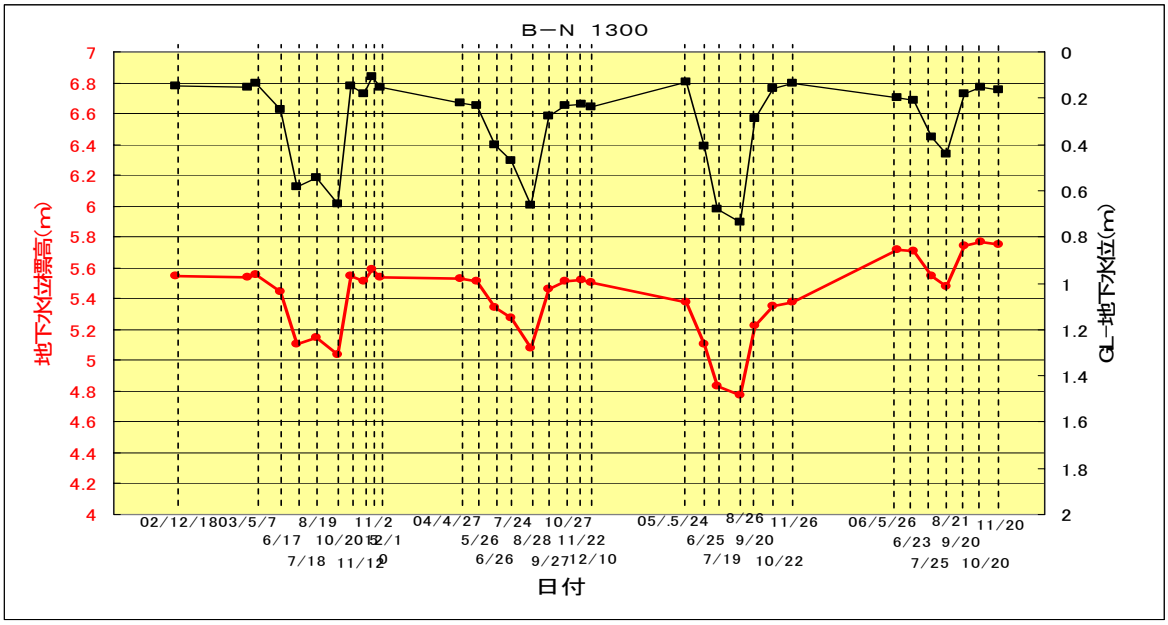


図 4.3.22　ゾーン⑦（Ｂ－Ｎ　１３００地点）の地下水位変動

4.3.3　C測線

C測線はササ前線よりも西側でB測線と並行に設置された測線で、2002 年 10 月に設置され、翌月 11 月より一斉測水が開始され、2003 年 12 月まで計測されている。

図 4.3.23 には、C測線における 2003 年の地下水位分布を示す。地下水位分布の傾向は、B測線と同様に丸山道路の南側からサロベツ川放水路に向かって流動している大局的な流れと、丸山道路側溝に向かって流れる局所的な流れが見られる。

C測線の観測は、2003 年までの観測で地下水位がB測線と同様の傾向を示すこと、また、自然再生事業の対策の重点がササ前線の進行抑制や湿原中核域の保全に絞られたことから、長期的な観測網から外されている。

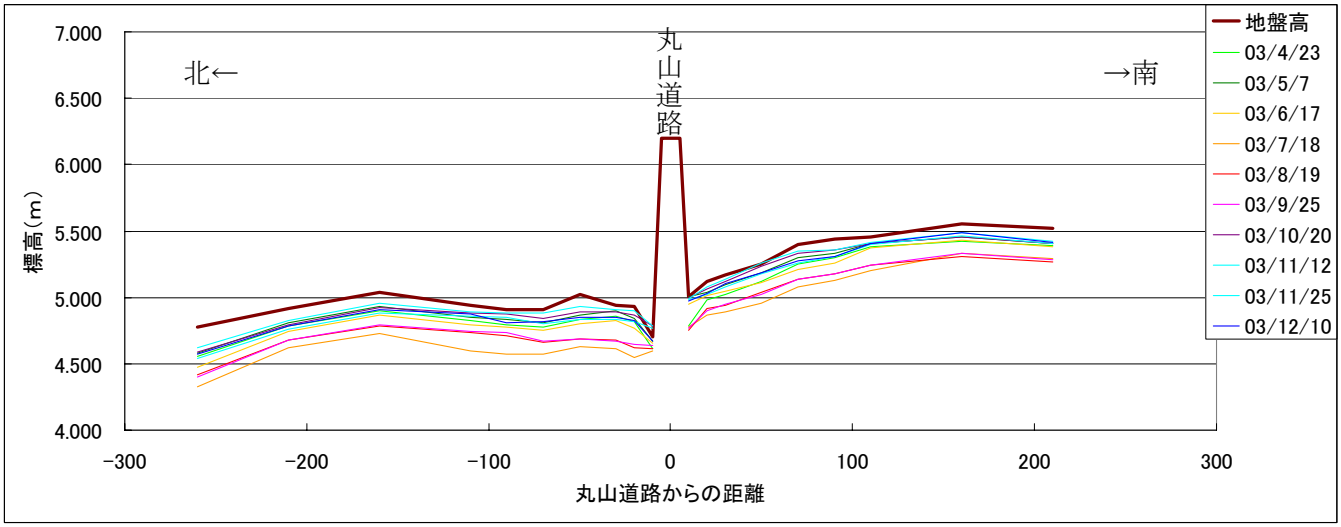


図 4.3.23　C測線の地下水位分布（2003 年）

4.3.4　D測線

D測線はサロベツ原生花園の西側に位置する湿地溝とその湛水域が湿原地下水位に与える影響を把握するために、中間湿原域から低層湿原域にかけてグリッド状に設置された観測測線である（図 4.3.24）。D測線は 2002 年 10 月に設置され、翌月 11 月より一斉測水が開始され、2003 年 12 月まで計測されている。

図 4.3.24 には、2003 年 8 月の一斉測水結果から作成した地下水位等高線を示す。地下水位等高線の分布からは、サロベツ川沿いの土手付近からサロベツ川側に向けて急激な地下水位の低下が見られる。また、サロベツ川に流下する湿地溝に沿って、地下水位が低くなっていることが読みとれる。

次に、東西方向の断面図（D-3 測線：図 4.3.25）で見ると、サロベツ川から約 400m程度の範囲で地下水位の季節変動が大きく、その背後の湛水池が形成された範囲では、変動幅が小さくなっている。この湛水池はサロベツ川拡幅工事の際の掘削土が、湿地溝の流末を遮るように土手状に盛られたことで出現したものであるが、地下水観測の結果からは湿原の涵養にプラスの効果を及ぼしていることが示唆される。

また、湿地溝を横断する断面（D-1-4 測線：図 4.3.26）を見ると、湛水池から南北方向に 100m程度の範囲では地下水位の季節変動は小さいが、南側に 200mほど離れた測線の南端(D-5-4)では変動幅が大きくなっている。この結果は、湛水池の涵養効果が及ぶ範囲を示している可能性があると考えられる。

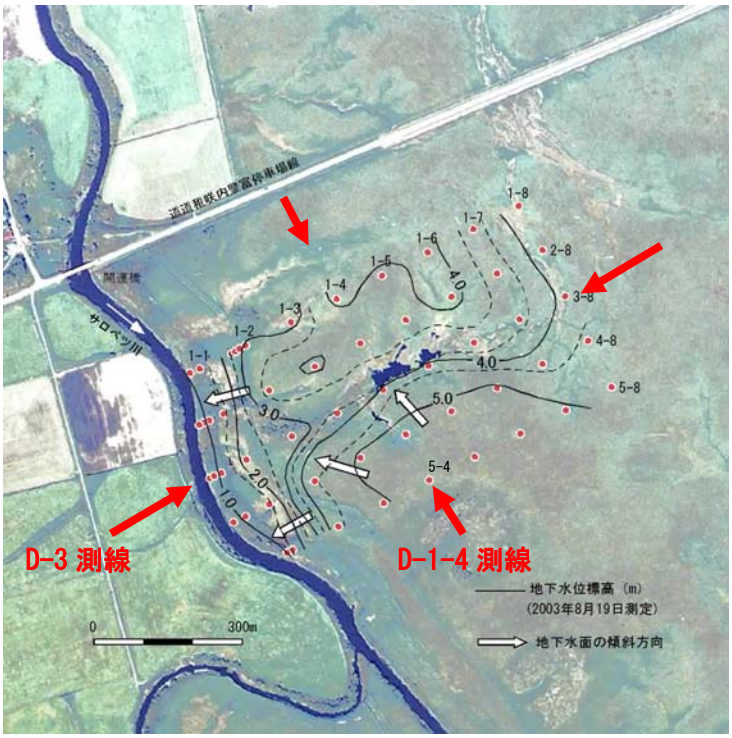


図 4.3.24　D測線における地下水位の平面分布

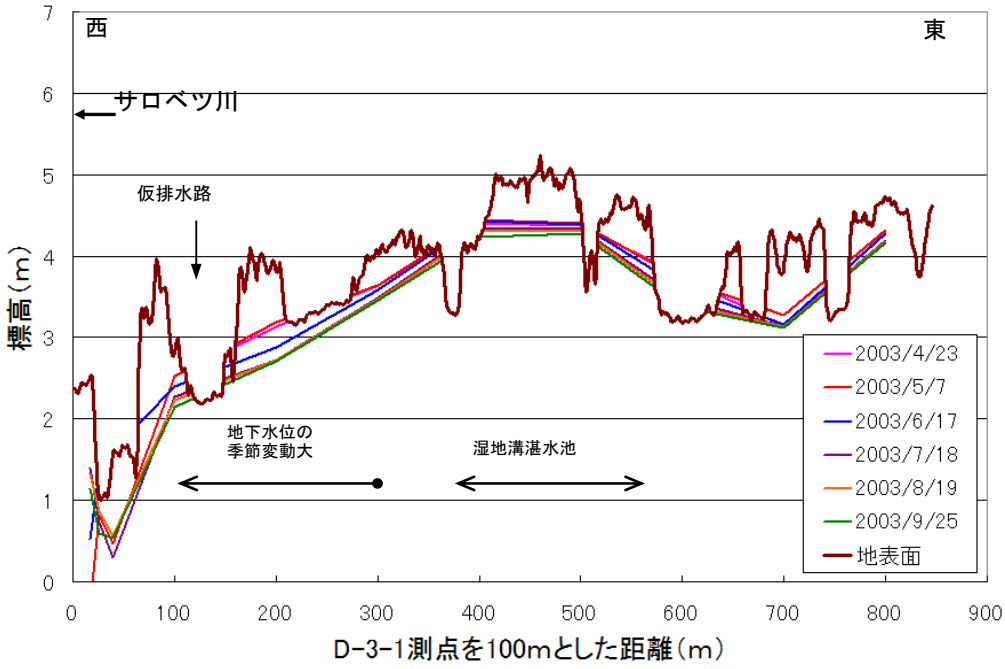


図 4.3.25　D-3 測線の地下水位分布（2003 年）

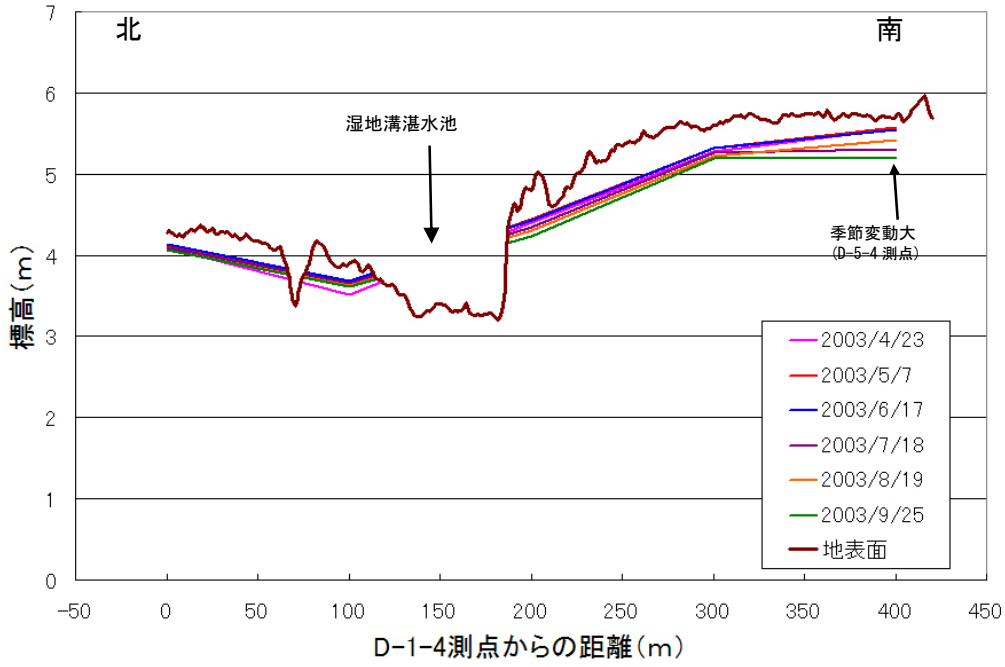


図 4.3.26　D-1-4 測線の地下水位分布（2003 年）

4.3.5　Ｅ測線

Ｅ測線は 2002 年 10 月に設置され、翌月 11 月より一斉測水が開始され、2003 年も引き続き一斉測水が実施された。2004 年には一斉測水が実施されていないが、2005 年より測水が再開されている（図 4.3.27）。

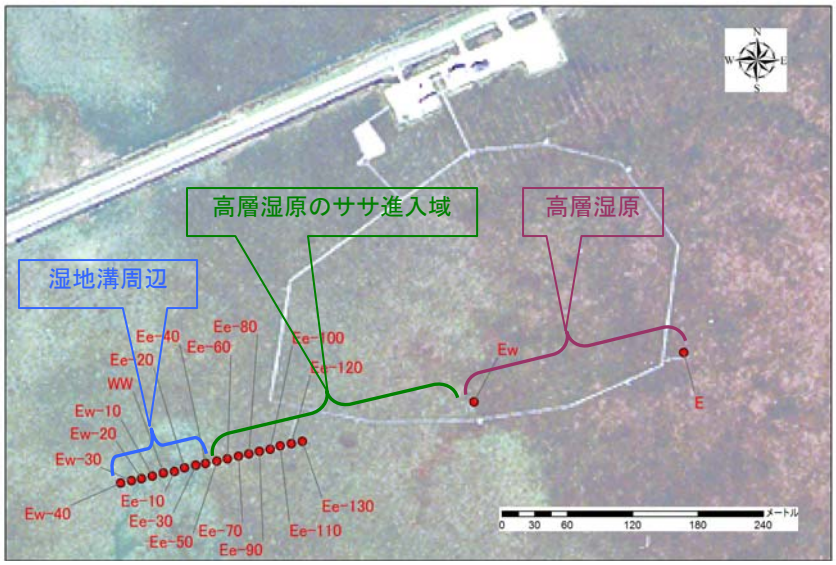


図 4.3.27　Ｅ測線の観測孔配置と領域区分

図 4.3.28、29 には 2005 年及び 2006 年のＥ測線の地下水位分布の変動図を示す。Ｅ測線では、測線上の地形・植生の特性により『湿地溝周辺』、『高層湿原のササの侵入域』、『高層湿原』の３領域が区分されている。また、図 4.3.30 には 2003 年、2005 年、2006 年の地下水位変動量の比較グラフを示す。以下に、区分された領域毎にそれぞれの地下水位変動の特徴を示す。

①湿地溝周辺

湿地溝周辺では湿地溝に向けて地形が急に低くなるとともに、地下水位標高も大局的には湿地溝に向けて低くなる。GL-地下水位の最大値は場所によるばらつきが大きい。

②高層湿原のササの侵入域

高層湿原の笹進入域では、地下水位標高は湿地溝に向かって緩やかに下がっている。また、渇水期の地下水位面の傾斜は、降水量が少ない渇水年では急になっていたが、豊水年では、急な傾斜が見られなくなっている。

③高層湿原域

高層湿原域はＥ測線の中で最も地下水位標高が高く、西側の湿地溝に向けて若干傾斜している。特に、豊水期にはＥｗ地点で高い地下水位が見られ、地表部に水が豊富にあるものと考えられる。

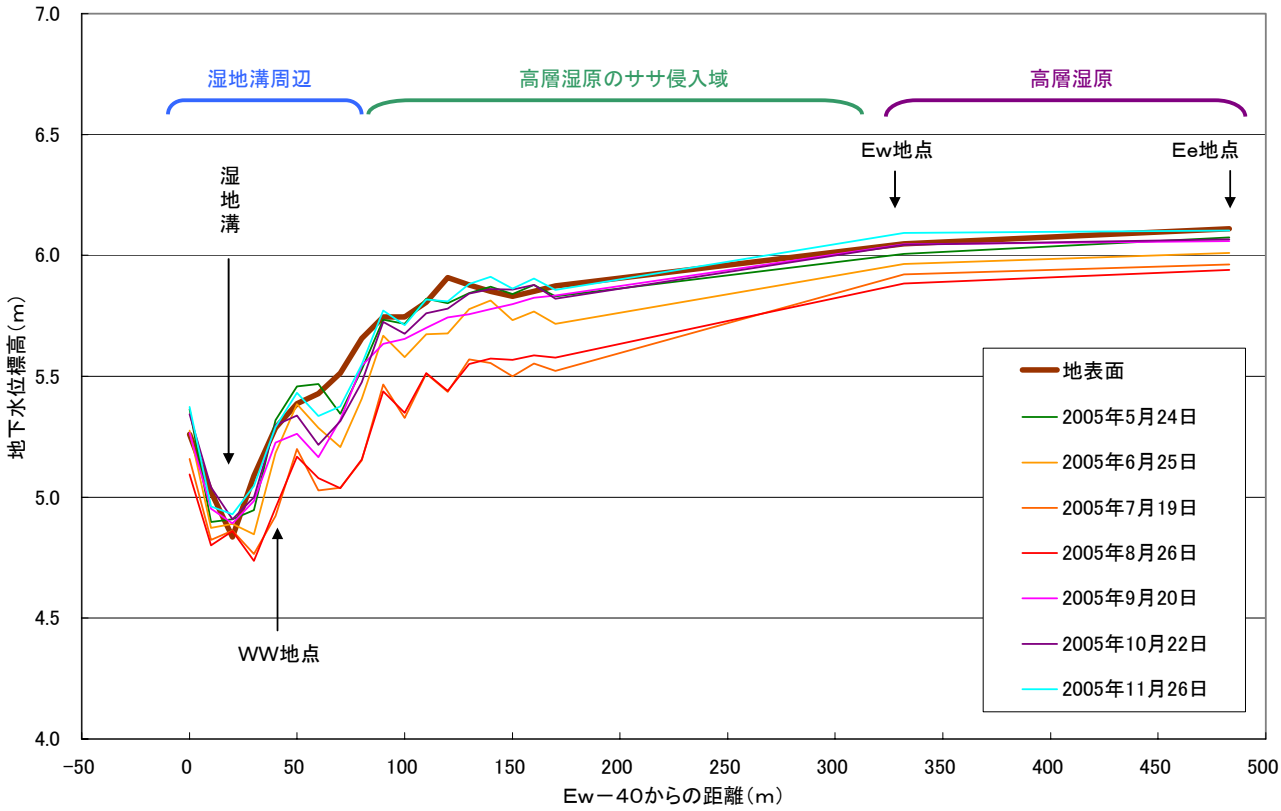


図 4.3.28　2005 年のＥ測線の地下水位分布

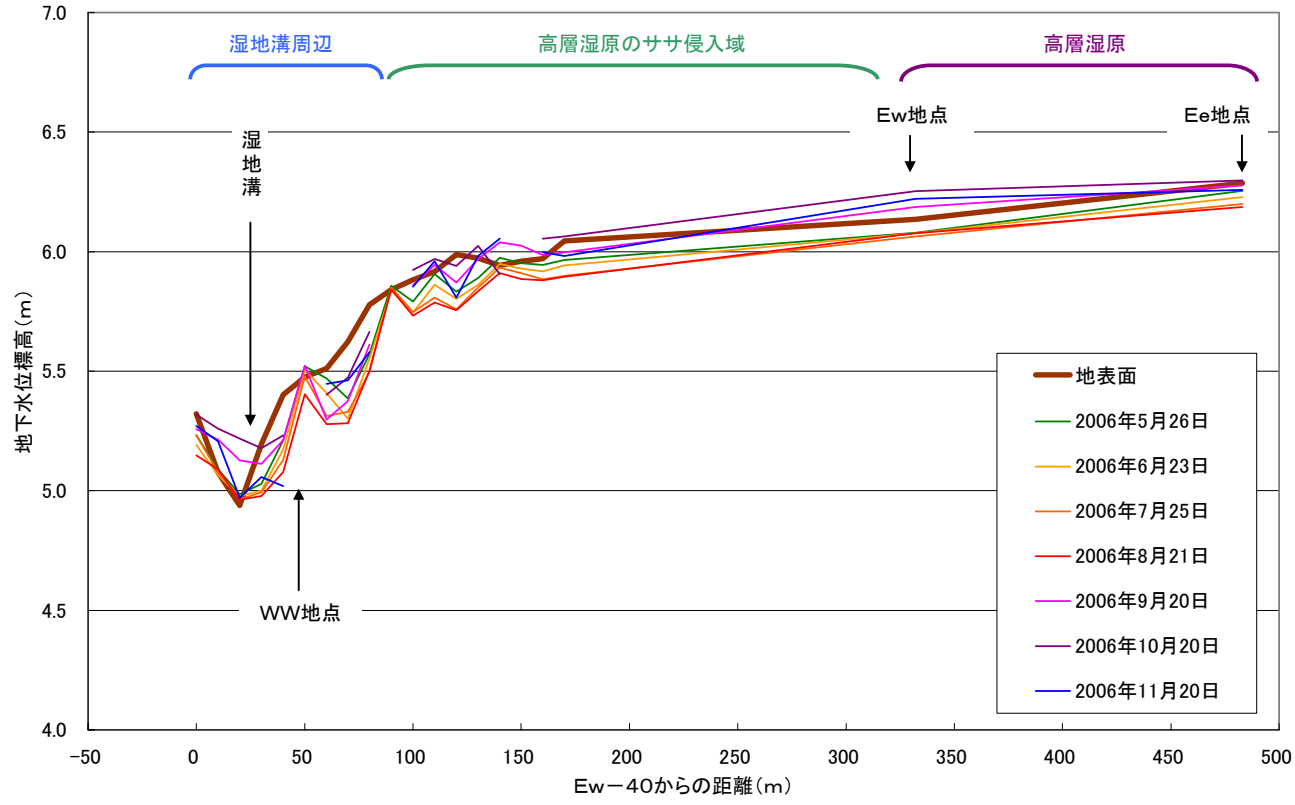


図 4.3.29　2006 年のＥ測線の地下水位分布

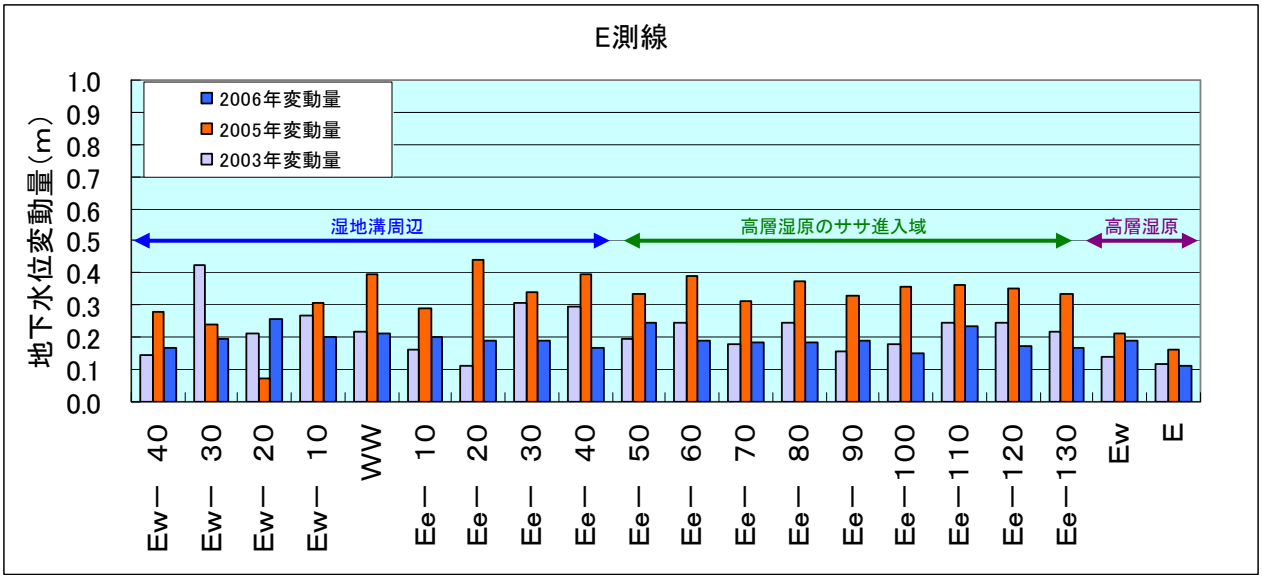


図 4.3.30　E測線における 2003 年、2005 年、2006 年の地下水位変動量の比較

4.3.6　Ｆ測線

Ｆ測線はサロベツ川の西側に位置する湿原－農地境界を対象とした測線で、その特徴としては、通常の農地、加湿農地、乾燥化の進んだ湿原が隣接する地点である（図 4.3.31）。Ｆ測線は 2002 年 10 月に設置され、翌月 11 月より一斉測水が開始され、2003 年 12 月まで計測されている。

図 4.3.32 には、Ｆ測線における 2002～2003 年の地下水位分布を示す。図 4.3.32 からは、過湿農地と湿原の地表からの地下水位深度には大きな違いがないことから、過湿農地では適正な排水ができておらず、湿原とほぼ同じ地下水位になってしまっていることがうかがえる。また、農地の地下水位は過湿農地や湿原よりも低いことから、排水設備による農地への排水により湿原の乾燥化が進んでいることが確認できた。

Ｆ測線の観測は、緩衝帯の実証試験地が丸山北部の湿原－農地隣接部（Ａ測線）に絞られたことから、2003 年 12 月に観測孔を撤去して終了した。

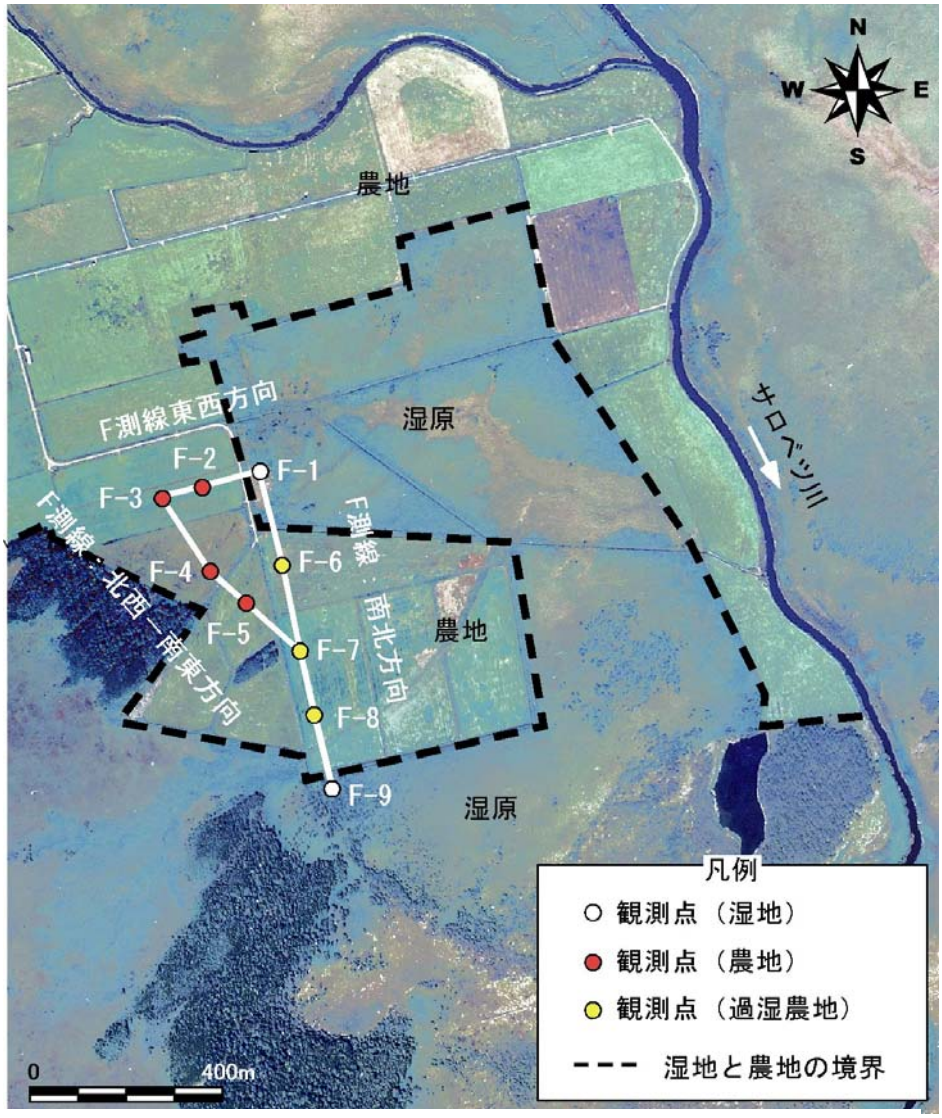
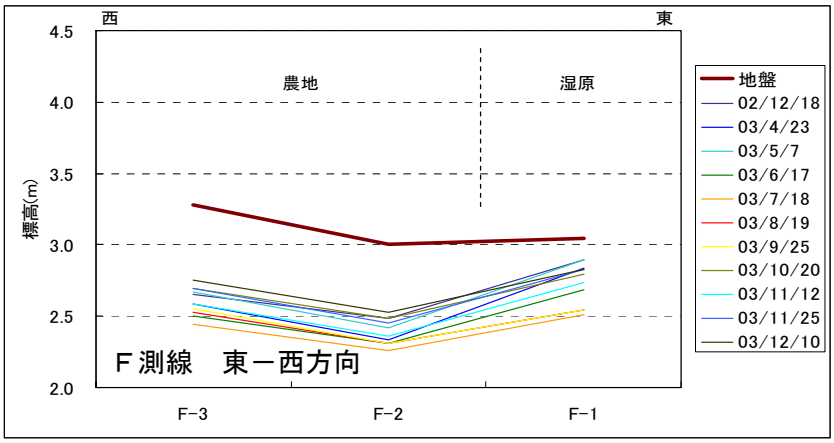
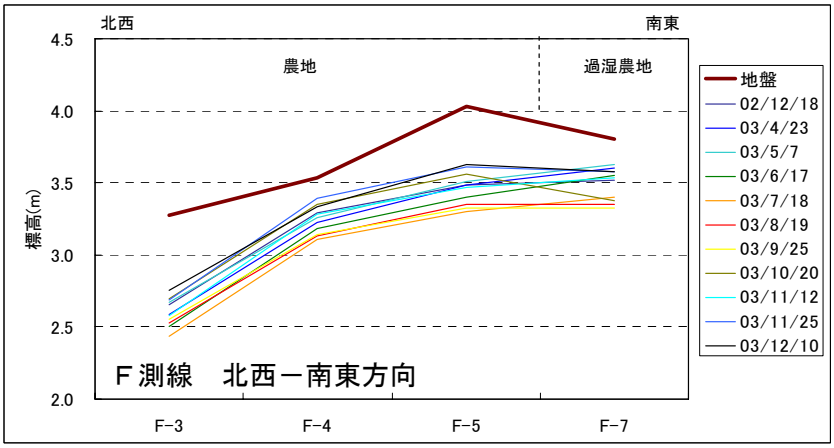


図 4.3.31　Ｆ測線の観測孔配置と領域区分





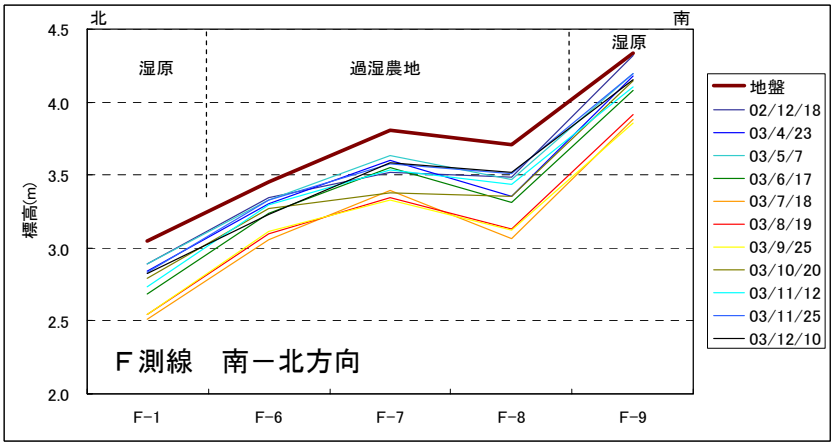


図 4.3.32　Ｆ測線の地下水位分布（2002～2003 年）

５．ササの侵入抑制対策

本章の要約

■ササ生育域の拡大とその要因

・ ササ生育域の拡大

生育域の拡大は大きく２箇所（ササ前線、丸山周辺）でみられた。

・ 丸山周辺

放水路、排水路、丸山道路側溝という人工の水路に囲まれており、人為の影響による地下水位低下がササの増加を助長した可能性が高いと考えられた。

・ ササ前線

一般に、湿原におけるササは自然の遷移によっても生育域を拡大するものである。サロベツにおけるササ前線では、サロベツ川拡幅工事などによる地下水位の低下が湿地溝を介した湿原からの水の流出による乾燥化を招き、自然の遷移によるササの拡大を助長した可能性があると考えられた。

■対策

・恒久的対策

ササの生育域拡大を抑制するには、根本的には低下した地下水位を回復することが必要である。そのためには、水路沿いへの遮水壁の設置や水路の堰上げといった対策（恒久的対策）を各地で実施し、総合的に効果が発揮されるのを待つ必要がある。

・応急的対策

恒久的対策が本格的に実施されるには時間を要すが、その間にもササは増加する。恒久的対策が実施されるまでの応急的対策として、ササの刈り取りを検討した。効果的な刈り取り手法を検討するために、ササの刈り取り試験を実施した。

試験地は、丸山周辺と原生花園に設けた。モニタリング結果から、ササの生育を抑制しつつ他の植物の生育を有利にするには、秋刈りを継続することが望ましいと考えられた。

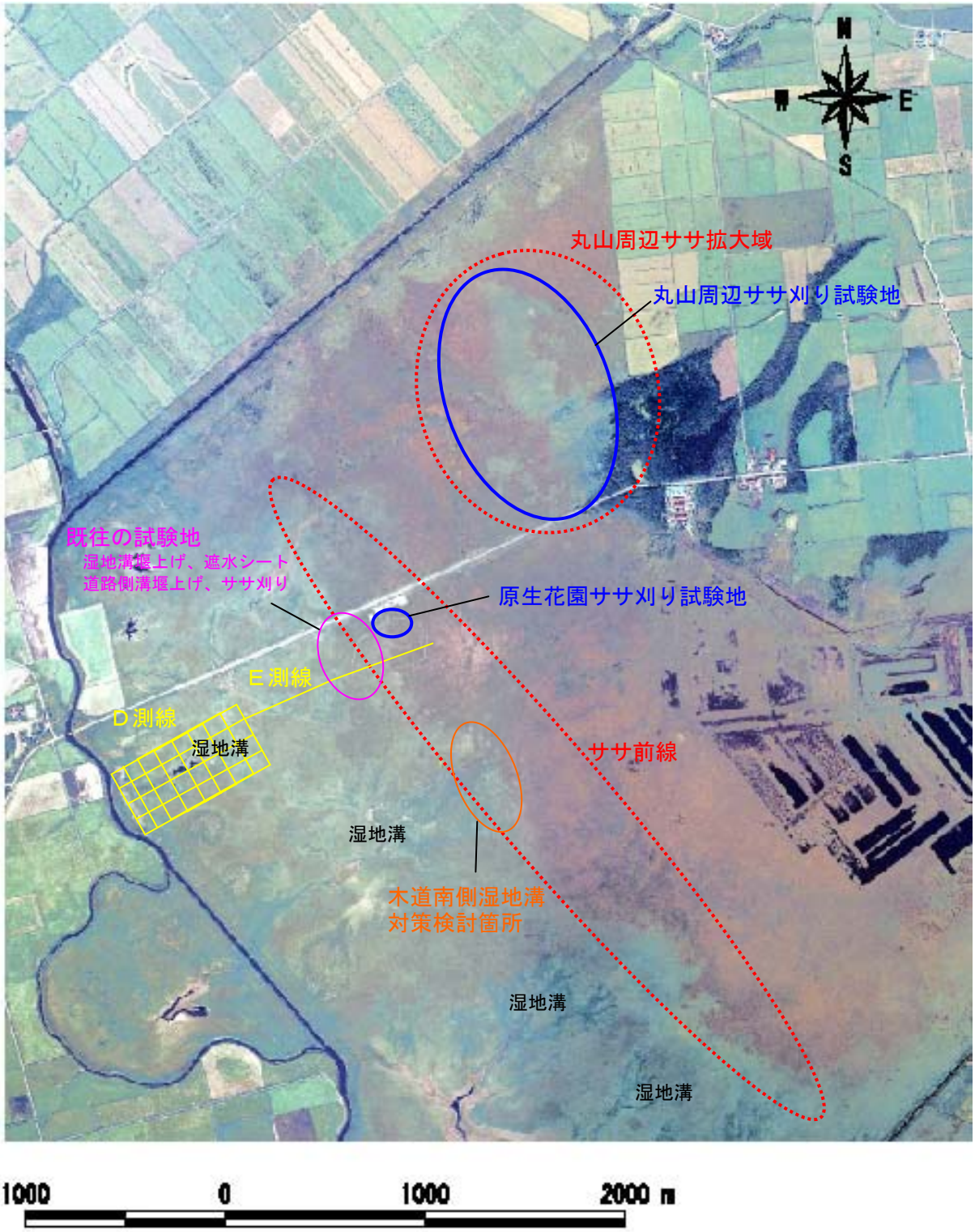

N
W
E
S
丸山周辺ササ拡大域
丸山周辺ササ刈り試験地
既往の試験地
湿地溝堰上げ、遮水シート
道路側溝堰上げ、ササ刈り
原生花園ササ刈り試験地
E測線
D測線
湿地溝
ササ前線
湿地溝
木道南側湿地溝
対策検討箇所
湿地溝
湿地溝
1000
0
1000
2000 m

図 5.1　調査検討箇所

5.1 調査・検討の概要

（１）現況把握及び現象と要因の関係把握

平成 14 年度に、航空写真によるササ生育域の変遷の判読を行った。また、サロベツでは昭和 58 年度から平成 13 年度にかけて、「環境省サロベツ原野保全対策事業」による調査が行われている。かねてからサロベツではササの拡大が問題視されており、同調査でもササの生育と地下水位の関係、湿原へのササ侵入の一要因と考えられていた湿地溝における堰上げ試験、ササ前線付近における遮水シートの設置とササ刈り試験などササに関する調査とササ抑制のための試験が行われており、これらの情報の整理を行った。さらに湿地溝に関する情報を得るために、湿地溝周辺における地下水位調査を行った。

（２）対策の検討

「丸山周辺」、「原生花園、「木道南側湿地溝」において対策の検討を行った。そのうち、実証試験を実施したのは、「丸山周辺」と「原生花園」におけるササ刈り取りである。

①丸山周辺

人為によるササ生育域拡大の典型的な箇所として、ササの刈り取りについて実証試験を実施した。

②原生花園

原生花園はササ前線に位置し、湿地溝の源頭部と丸山道路側溝に接している。そのため遮水シートの設置、湿地溝堰上げ、ササ刈り取りを組み合わせた対策を検討した。なお、「サロベツ原野保全対策検討会」において、遮水シートの設置は効果に疑問があることが指摘され、さらに側溝の堰上げは上流からの栄養塩が湿原内に流入することが懸念されたので見送られた。そこでササの刈り取りについて実証試験を行った。

③木道南側湿地溝

ササ前線の典型的な箇所におけるササの拡大を抑制するために、湿地溝の堰上げとササ刈り取りの組み合わせによる対策を検討した。なお、湿地溝の堰上げは、「サロベツ原野保全対策検討会」において効果に疑問があるとされたため、対策の実施は見送られた。

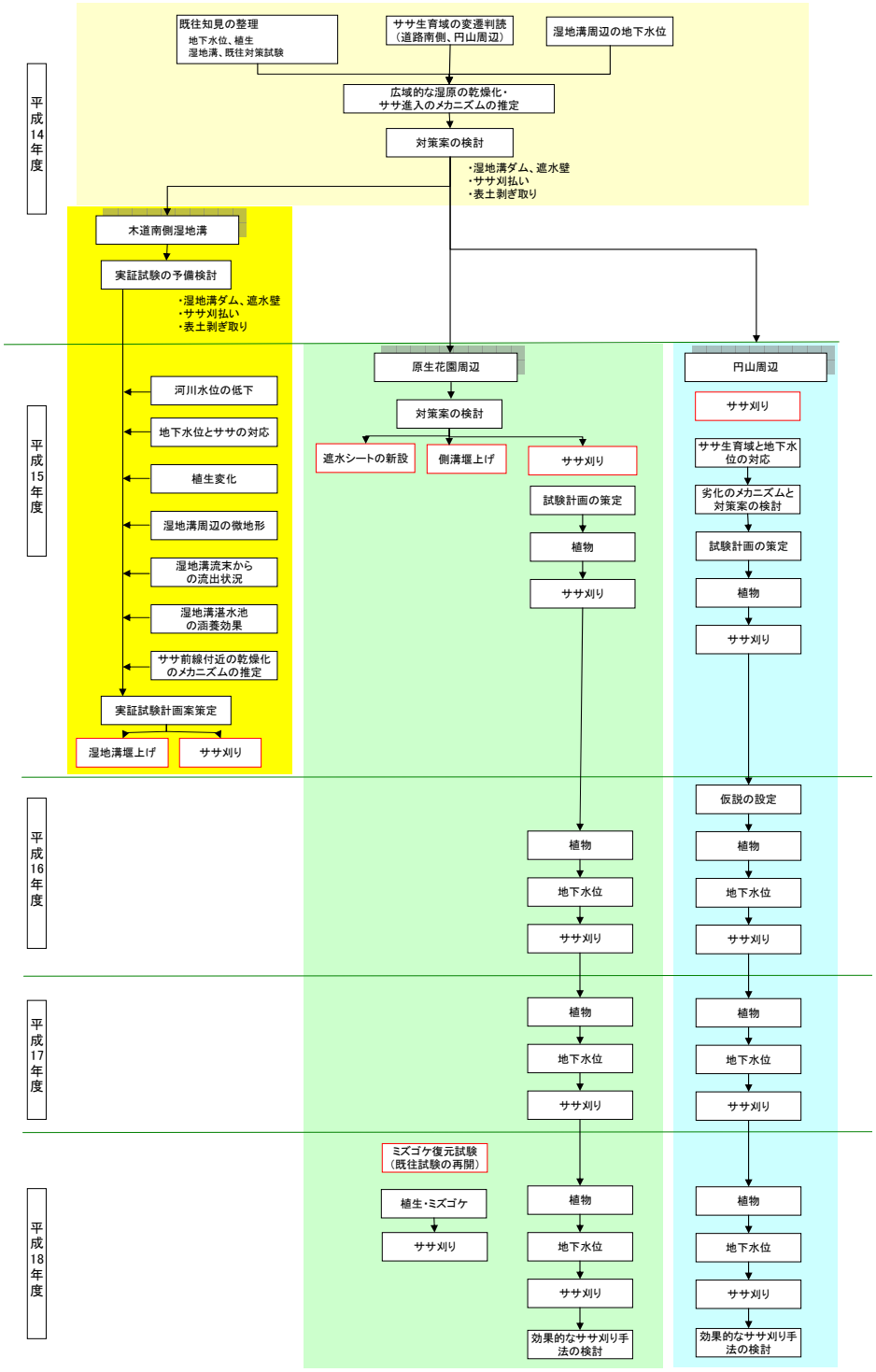


図 5.1.1　ササの侵入対策の調査・検討の経緯

検討された保全対策

5.2 現況把握および現象と要因の関係把握

本節の要約

- ササ前線は 1964 年から 2000 年の間に 20～60m 程度高層湿原域に拡大し、面積では、1964 年から 2000 年の間にササ前線付近全体で 32.3ha 増加していた。
- 既往研究では、最低地下水位が G.L.－約 15cm より高く、地下水位変動幅が約 10cm 以下の場所ではササは生育が困難になり、これより地下水位が低い場所で生育するとされている。
- ササ生育域の拡大は、地下水位が低下していると考えられる箇所で顕著にみられた。
- 丸山周辺は、放水路、排水路、丸山道路側溝という人工の水路に囲まれており、人為の影響による地下水位の低下がササの生育域の拡大を助長させた可能性が高いと考えられた。
- ササ前線では、サロベツ川拡幅工事などにより湿地溝を介した湿原からの水の流出などによる乾燥化を招き、この乾燥化が自然の遷移によるササの生育域拡大を助長した可能性があると考えられた。

5.2.1 ササの生育域の変遷

航空写真より判読した 1977 年から 2000 年のササ生育域の拡大範囲と、既往文献および地下水位調査結果を参考に、排水路や道路側溝等への排水によって地下水位が低下していると考えられる範囲を概念的に示したものを図 5.2.1 に示す。

ササは、明らかに生育域を拡大していた。丸山道路より北側の四方を水路に囲まれた地域では、ササが生育するパッチの拡大および新たなパッチの出現が顕著であった。

また、湿原中央部を横断するササ生育域の最前線（ササ前線）も湿原内部に進行していた。ササ前線の拡大ペースは場所によって違いがあり、拡大が大きい箇所は、湿地溝の源頭部にあたっていた。（文献ｂ）

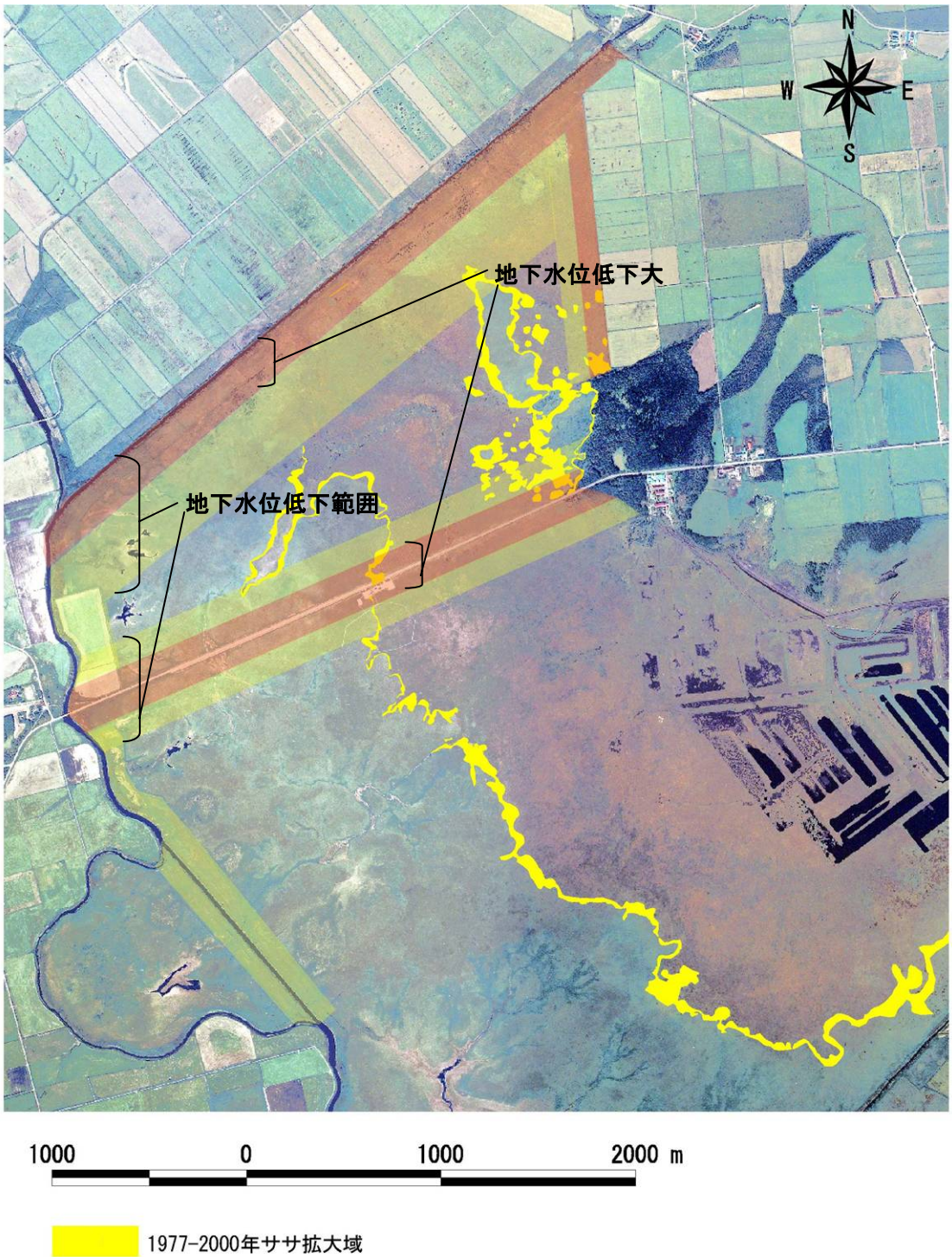


図 **5.2.1**　人為による地下水位低下範囲（概念図）とササ生育域の変化

また、空中写真判読によると、ササ前線は 1964 年から 2000 年までで 20～60m 程度高層湿原域に拡大し、面積では、1964 年から 2000 年の間にササ前線付近全体で 32.3ha 増加していた。年平均にすると 1964→1977 年と比較して、1977 年以降は拡大ペースが速まっていることが読み取れた。(図 5.2.2)。

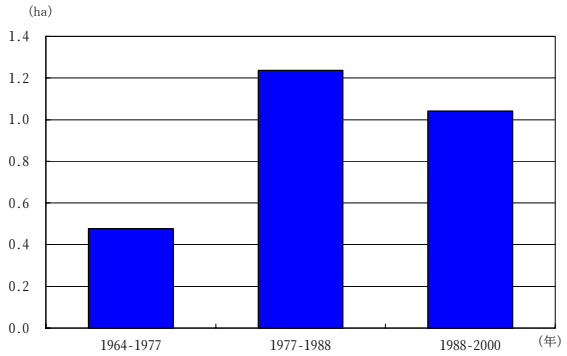


図 5.2.2　ササ生育域面積の年平均拡大量
（ササ前線付近）

5.2.2　地下水位等とササ生育の対応

（１）既往研究による知見

「環境省サロベツ原野保全対策事業」では、ササの分布と地下水位に関する知見が得られている。概要を以下に示す。

① 地下水位の観測から、地下水位は７月～８月にかけて最も低く、この時期にどの程度地下水位が低下するかがササの分布の制限要因になっている。また、最低地下水位が G.L.－約 15cm より高く、地下水位変動幅が約 10cm 以下の部分を境界にササがみられないことから、これがササの生育限界条件と考えられる。（冨士田ら/環境庁；1993）。

② ササの生育が旺盛なWW点の地下水位の変動幅は年間 50cm にもおよんでいる。これは近くにある湿地溝による排水の効果や、ササによる大きな蒸発散、泥炭の保水容量の低下などによるものであると考えられる（梅田ら/環境庁；1993）。

③ チマキザサの地下茎は活性層（未分解の植物遺体や、ホロムイスゲなどの根茎が密に分布する層）にはあまり分布せず、分解が進んで土壌化している層との境界面の直下に存在する傾向がある。チマキザサの生育は水位が浅くなるにつれて草丈が小さくなり、地下茎は深くなる。チマキザサの純群落となっている箇所では、地下茎は地表面の近くから８cm の深さまで分布していた（冨士田ら/環境庁；1986）。

④ チマキザサの LAI（単位面積上にある全葉面積）と地下水位（地下水位の変動幅と最低地下水位）の関係から、チマキザサは最低地下水位が低く、かつ変動幅が大きいほど育成が良好であることが示された（冨士田ら/環境庁；1993）。

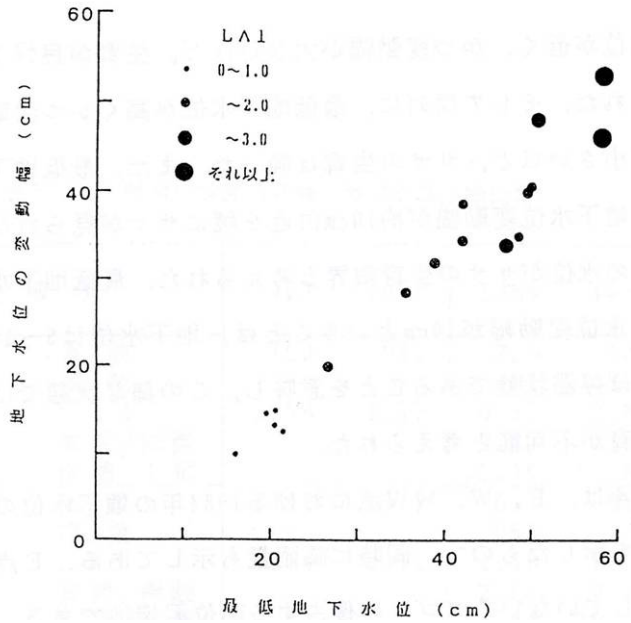


図　5.2.3　チシマザサの葉面積指数（LAI）と地下水位の関係（冨士田ら/環境庁（1993）による）

（２）丸山周辺

丸山周辺のササ拡大域において、地下水位及び表層の含水比とササの侵入状況との比較を行うため、丸山北東側の湿原内で地下水位の調査と土壌試料採取を実施した（図 5.2.4）。

ササ生育地から離れた高層湿原の地点では地下水位が G.L.－18cm より高かった。これに対して、ササの生育地は地下水位が G.L.－20cm より低かった。

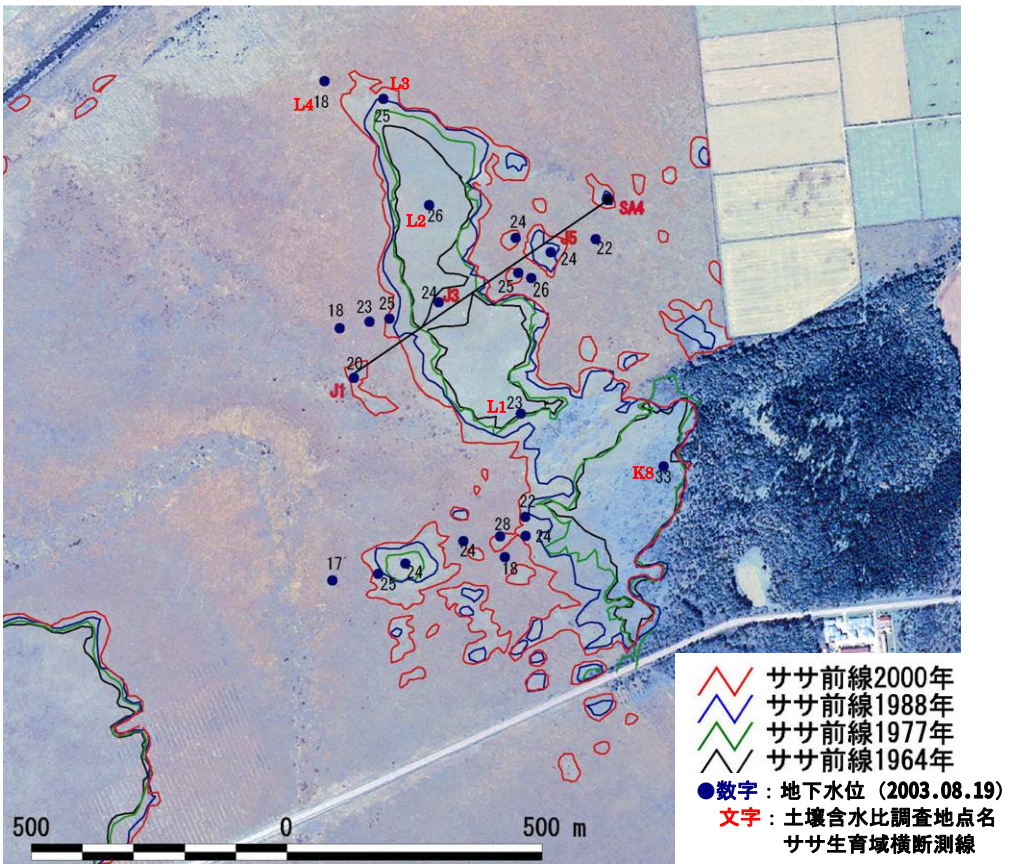


図 5.2.4　丸山周辺のササ生育域の推移と地下水位

地下水位とササの植被率の関係を図 5.2.5 に示す。ほぼ同様の地下水位でも植被率は０％～70％までばらつきがあることがわかる。言い換えれば、調査地点における地下水位が G.L.－20cm より低い地点は今後ササの侵入が十分に起こりうるということである。なお、ササの植被率が高いのは半島状のササ生育域の中心部、丸山の縁など 1964 年あるいは 1977 年当時からササが生育している地点が多かった。（文献ｂ）

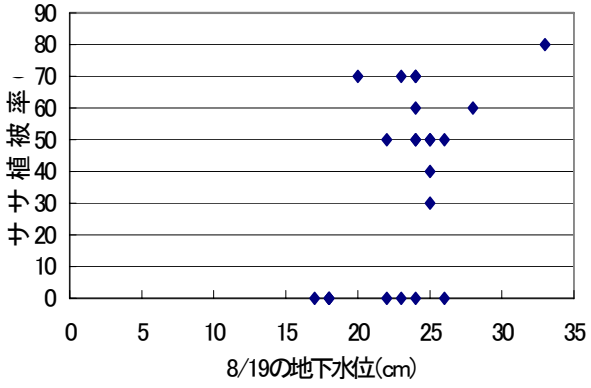


図 5.2.5　地下水位とササ植被率（2003.08.19 調査）

半島状に伸びたササ生育地（以下、ササ半島という）を横断する測線での含水比と地下水位の分布を図 5.2.6 と図 5.2.7 に示す。ササ半島における含水比は相対的に低く乾燥化が進んでいると考えられるが、高層湿原植生域とササパッチにおける含水比には有意な差が見られなかった。また、ササ半島とササパッチ（Ｊ５地点）の地下水位は高層湿原に比べて低かった。

（文献ｂ）

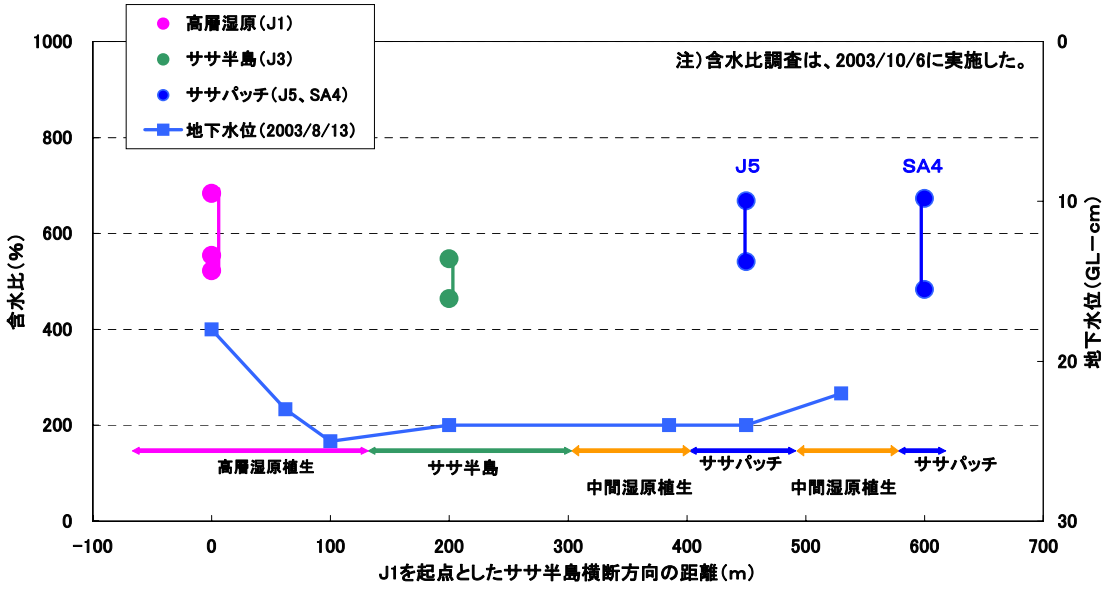


図 5.2.6　ササ半島横断方向の含水比の分布

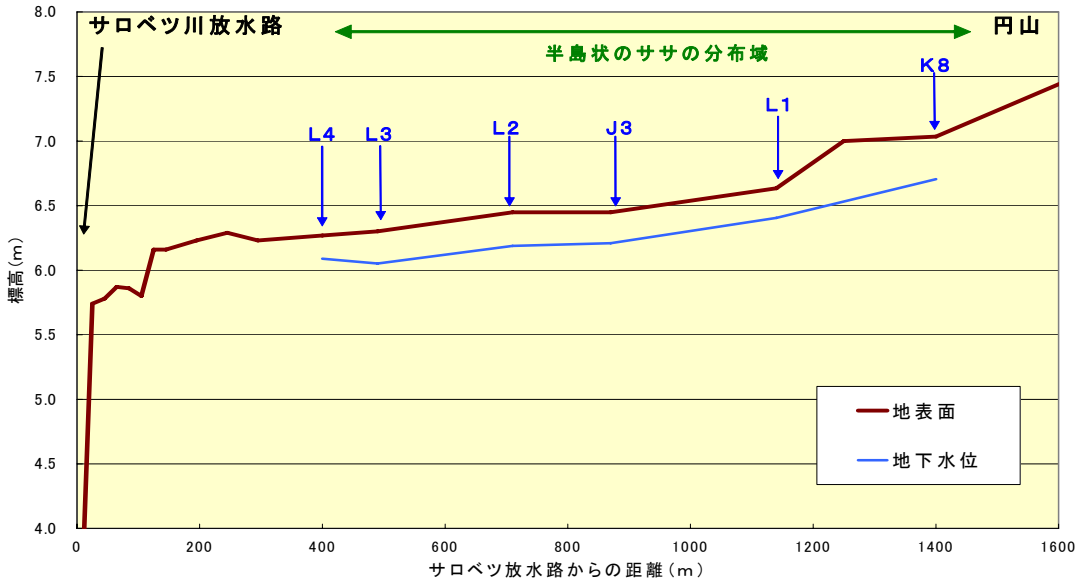


図 5.2.7　丸山からサロベツ川放水路に至る断面の地下水位分布

（３）ササ前線

サロベツ川から高層湿原域に至る測線上（E 測線、E 点～WW 点とその延長線）で地下水位を観測したところ、サロベツ川拡幅工事の際に川沿いに掘られた排水路を境に地下水位が大きく低下していた（図 5.2.8）。

一方、排水路の掘削土を盛った土手の背後では湿地溝に湛水池が形成され、地下水位も高い状態が維持されている。これは表流水が地形的に堰き止められただけでなく、土手の圧密作用によって地中の透水性が低下した効果も現れた結果と考えられた。

ササの植被率（地表に対してササが占める面積の割合）は大局的にはサロベツ川から高層湿原域に向かって低くなっており、湿地溝周辺では部分的に地下水位が低く、ササの割合が多くなっていた。ただし、サロベツ川近傍ではササの割合が多く、極端に湿潤な箇所を除けばササの生育は総じて旺盛であった。（文献ｂ）

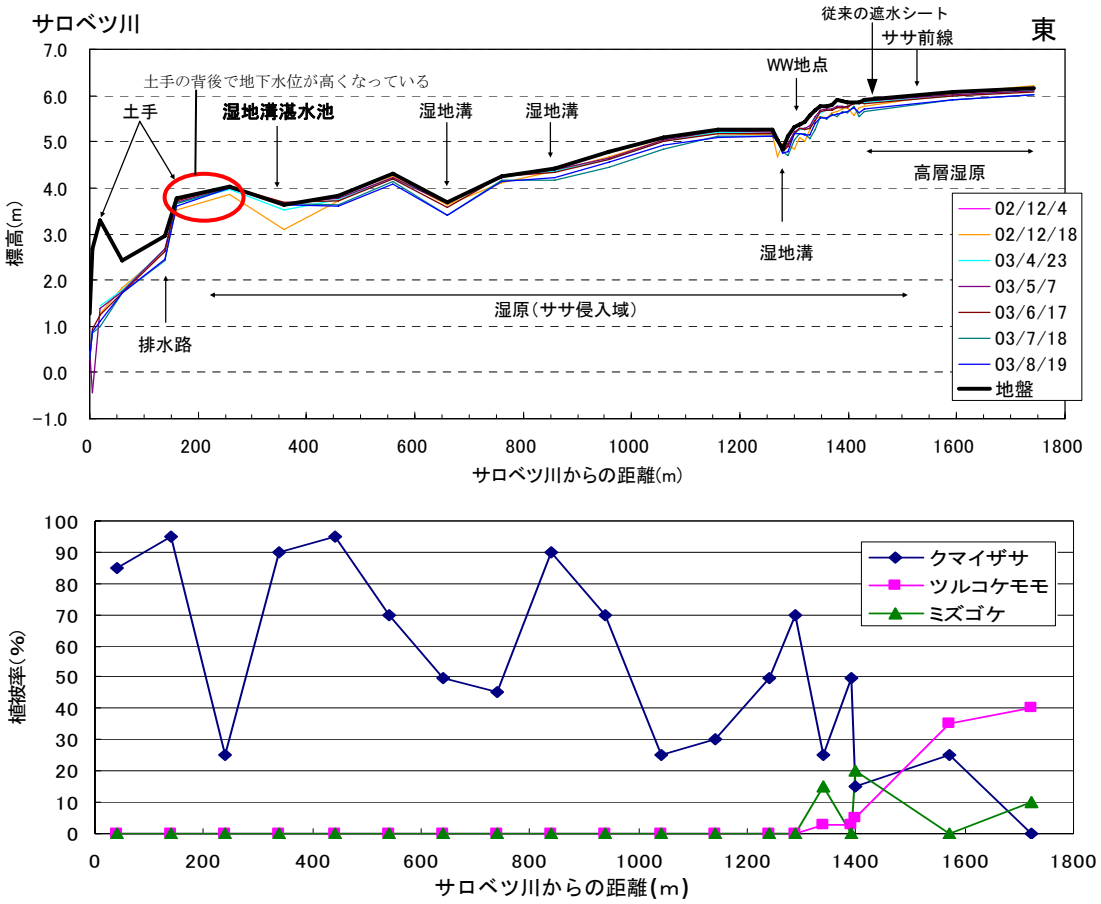


図 5.2.8　サロベツ川から高層湿原域にかけての
地下水位分布と植生の推移

5.2.3　地下水位低下の要因

（１）丸山周辺

前出した図 5.2.1 に示したように、丸山周辺は放水路、排水路、丸山道路側溝という人工の水路に囲まれており、人為の影響による地下水位低下が生じた可能性は高い。

（２）ササ前線

ササ前線付近では、サロベツ川下流拡幅工事に関連した河川水位の低下が自然排水系である湿地溝を介して湿原の乾燥化を助長した可能性が考えられた。

１）サロベツ川下流拡幅工事

ササの拡大ペースが速まった 1977 年以降の降雨と河川水位に着目すると（図 5.2.9）、1960 年代から 70 年代半ばまでと比較して、それ以降は年間降水量がやや減少傾向にある。河川水位については、古い年代に欠測が多いため比較しにくいが、1967 年にサロベツ川下流拡幅工事が完了し、水はけの向上が図られていることから、降水量の減少と湿原周辺の水系の水位低下が、ササ前線の進行速度に影響を及ぼした可能性もある。（文献ｂ）

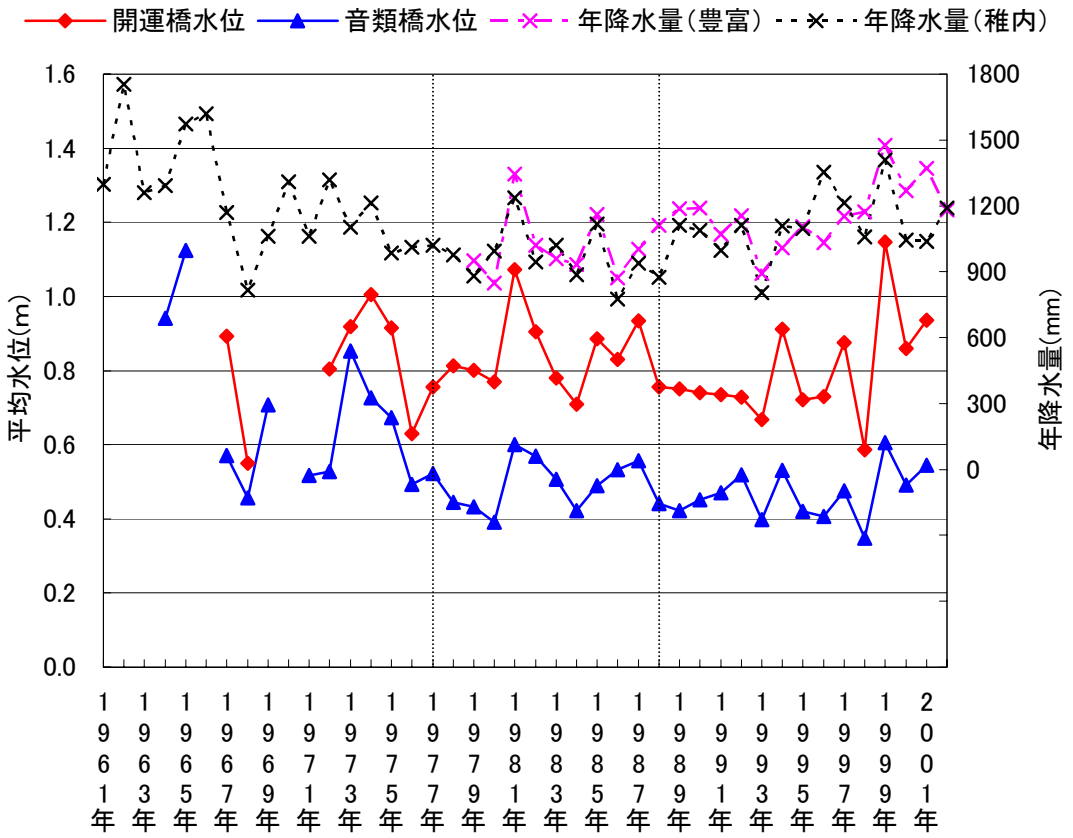


図 5.2.9 サロベツ地区周辺の年降水量と河川水位（4-10 月平均）の推移

2）湿地溝

①既往研究による知見

上サロベツ湿原の西側を流れるサロベツ川の左岸一帯には、樹枝状の湿地溝がみられ（図5.2.10)、湿地溝の自然裂溝の末端部をつないだ線は、チマキザサの分布の境界線とほぼ一致する（梅田・清水；1984)。これは、この地域のチマキザサの分布が樹枝状湿地溝による自然排水の働きによって決まってくる地下水位変動パターンと密接に関係していることを示唆する（環境庁自然保護局；1993)。（文献ａ）

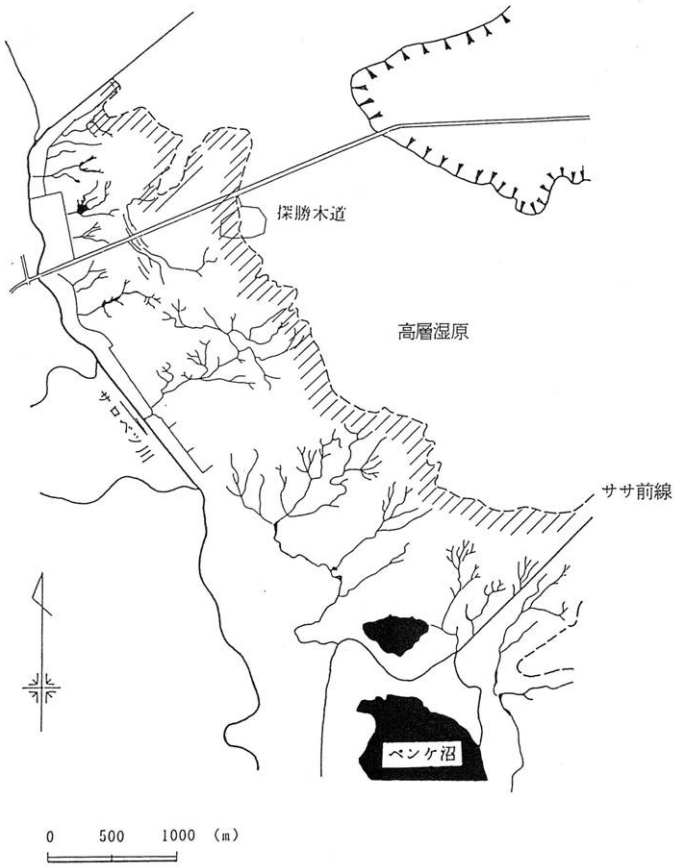


図　5.2.10　サロベツ泥炭地におけるササの分布と湿地溝（環境庁自然保護局（1993）による）

②木道南側湿地溝の植生変化

木道の南側に位置する湿地溝付近は原生花園周辺と比較してササ前線の動きが大きい（前出図 5.2.1）。湿地溝源頭部では、1977 年当時はヨシが広く分布していたのに対し、2000 年にはササまたはヌマガヤに置き換わっている（図 5.2.11）。この湿地溝は、サロベツ川拡幅に伴うショートカット水路の開削によって下流部が分断されていることから、排水が促進され、源頭部が乾燥化した可能性もある。（文献ｂ）

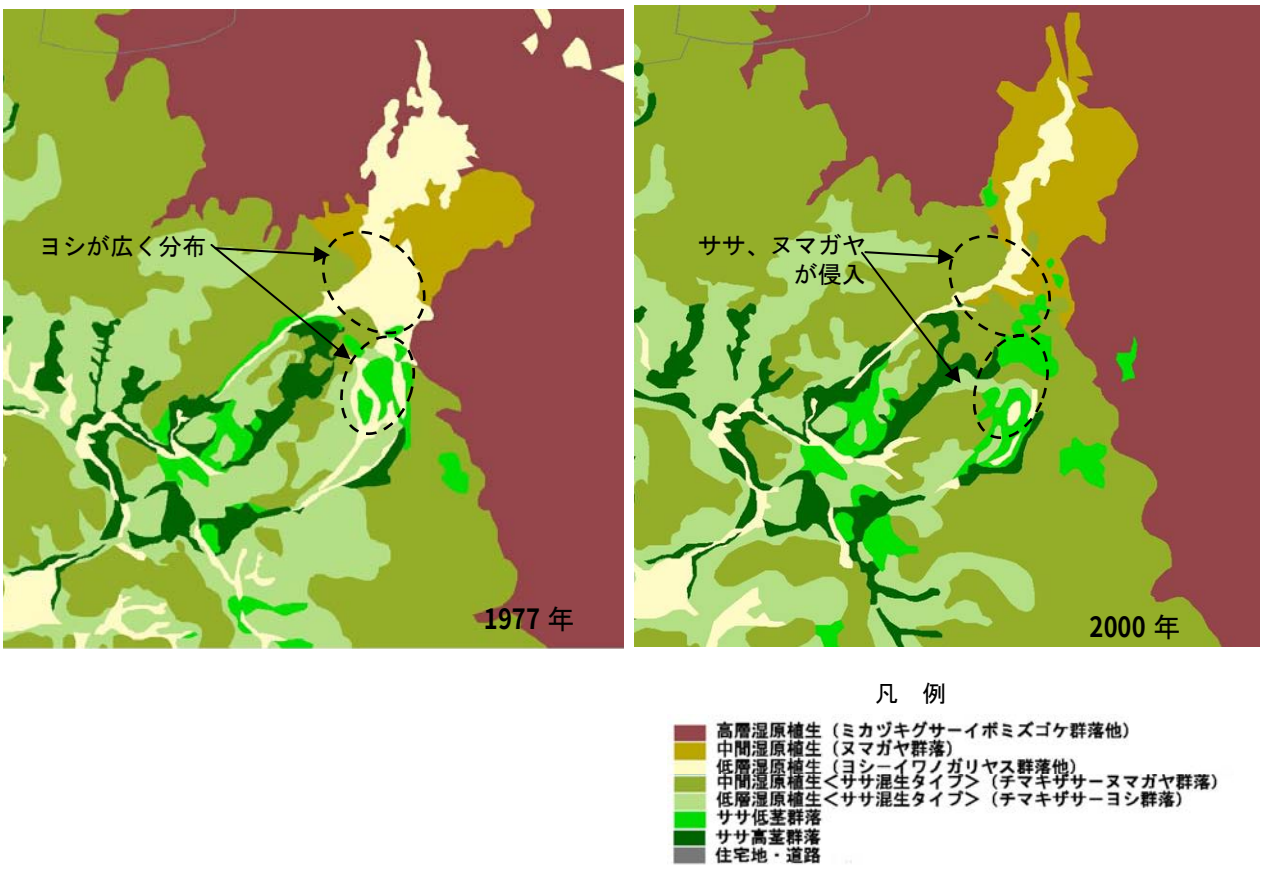


図 5.2.11　木道南側湿地溝の植生変化

③木道南側湿地溝の微地形

木道南側の湿地溝付近の微地形検討を行うために、航空レーザー計測によって取得されたDEMデータを解析し、すべての傾斜方向について地形の微妙な凹凸が読み取れる図（赤色立体図）を作成した（図5.2.12)。湿地溝の源頭部は大きく３本に分岐しており、さらにその末端は樹枝状に広がり、上流側（図では右上）に発達しつつある。このような溝が成長することで、湿原からの排水が促進され、乾燥化が進行しているものと考えられる。

（文献ｂ）

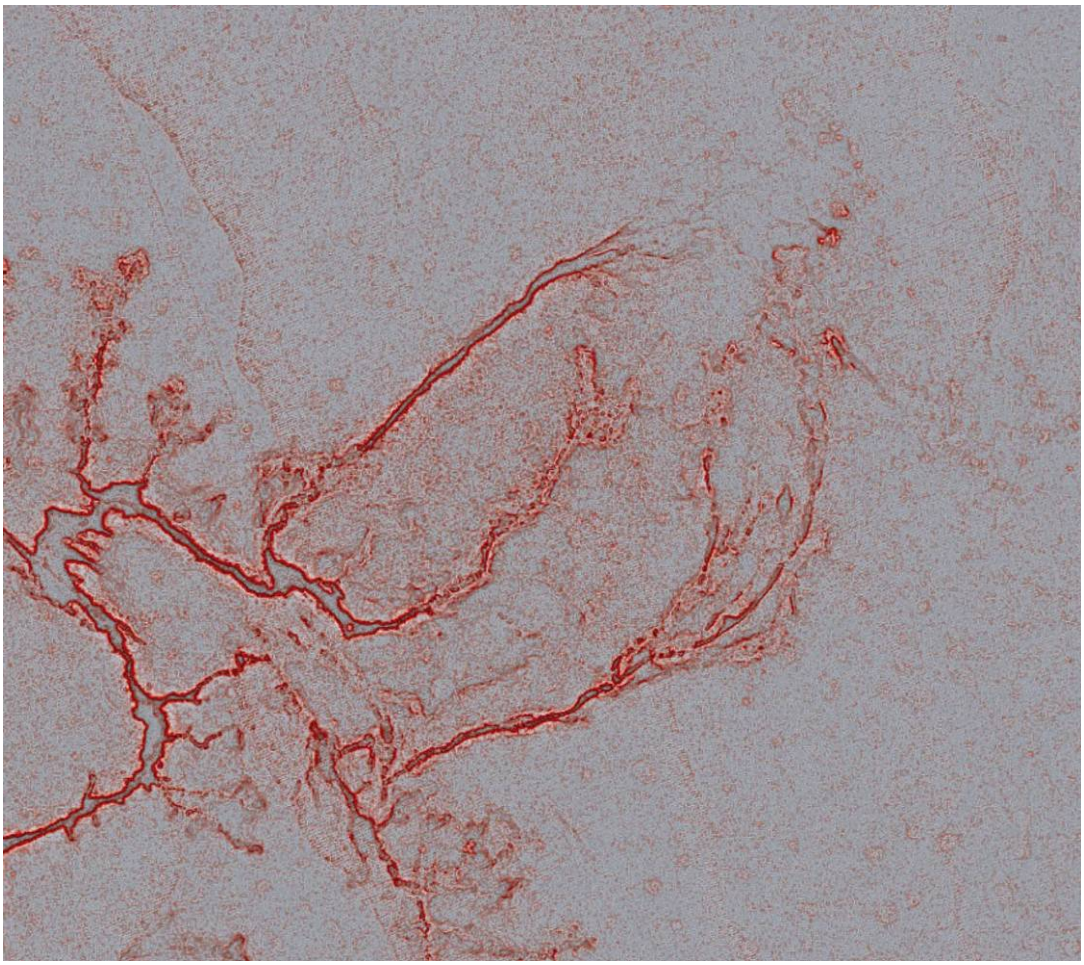


図 5.2.12　木道南側湿地溝の赤色立体図

④湿地溝流末からの流出状況

開運橋下流のサロベツ川において、湿地溝や拡幅工事の際に掘られた仮排水路からの流出状況を確認した。流出箇所の位置と推定される流下方向を図 5.2.13 に示す。

原生花園の木道南側に位置する湿地溝の流出箇所は③であり、①はこれより規模の小さい湿地溝からの流出口である。また、②において仮排水路からの流出もわずかに確認された。

各流出箇所において流量計測を実施した。ただし、流出箇所②は、ヨシの茂る中を水がゆっくり流れているような状況であり、浮子法による流量観測はできなかった。各流出箇所における流量を以下に示す（2003 年 10 月 7 日計測）。（文献ｂ）

流出箇所①：約 4,200 ﾘｯﾄﾙ／min（浮子法）
流出箇所②：約 20～30 ﾘｯﾄﾙ／min（目視による推定）
流出箇所③：約 7,000 ﾘｯﾄﾙ／min（浮子法）

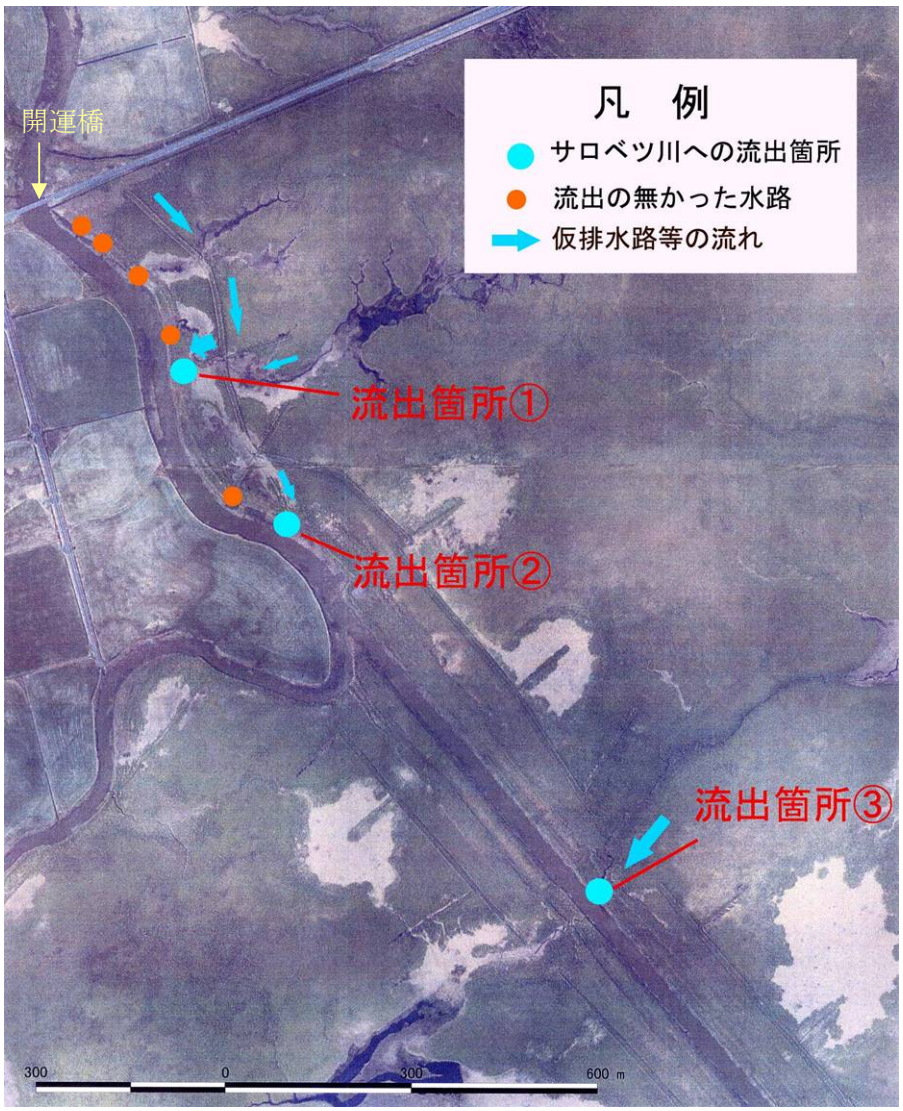


図 5.2.13　仮排水路等の流出箇所調査結果

⑤湿地溝湛水池の涵養効果

②と③では湿地溝を通じた水の流出が湿原の乾燥化を助長した可能性が示唆された。一方で、D測線に設置した湿地溝があり、これが逆に涵養効果を有している可能性が考えられた。その効果をみるために周囲の地下水位分布を確認した。

面的な（グリッド状の）地下水位観測結果を見ると（D 測線：図 5.2.14)、サロベツ川沿いの土手付近から川側に向けて急激な地下水位の低下が見られる。

東西方向の断面図（D-3 測線：図 5.2.15）で見ると、サロベツ川から約 400m程度の範囲で地下水位の季節変動が大きく、その背後の湛水池が形成された範囲では、変動幅が小さくなっている。この湛水池はサロベツ川拡幅工事の際の掘削土が、湿地溝の流末を遮るように土手状に盛られたことで出現したものであるが、地下水観測の結果からは湿原の涵養にプラスの効果を及ぼしていることが示唆される。

湿地溝を横断する断面（D-1-4 測線：図 5.2.16）を見ると、湛水池から南北方向に 100m程度の範囲では地下水位の季節変動は小さいが、南側に 200mほど離れた測線の南端（D-5-4）では変動幅が大きくなっている。この結果は、湛水池の涵養効果が及ぶ範囲を示している可能性があると考えられる。（文献ｂ）

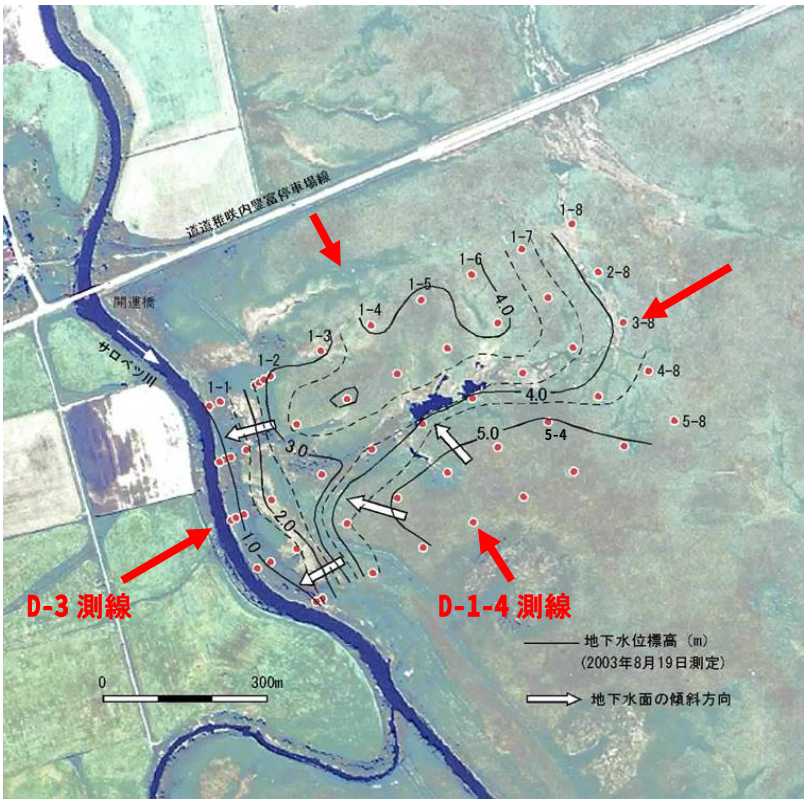


図 5.2.14　D 測線における地下水位の平面分布

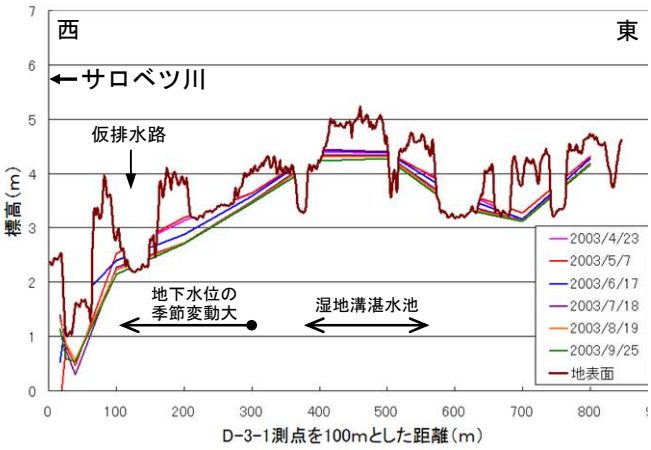


図 5.2.15　D-3 測線の地下水位分布

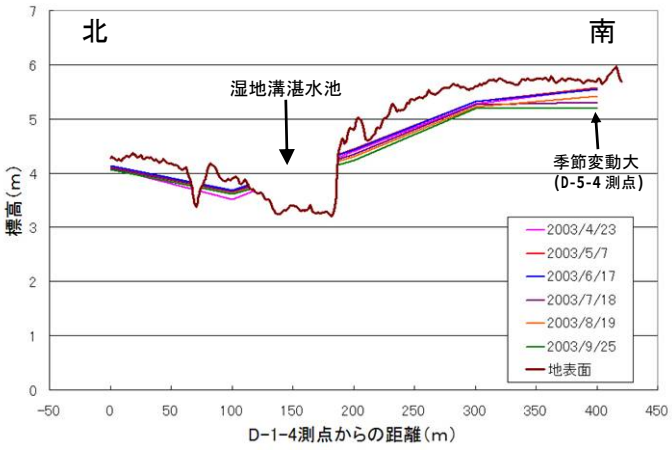


図 5.2.16　D-1-4 測線（D-3 測線に直交方向）の地下水位分布

5.3 対策の検討

本節の要約

- 湿原からの水分の流出を抑制する対策（恒久的対策）と、恒久的対策が実施されるまでの応急的対策としてのササの刈り取りを平行して進めることが必要と考えられた。
- 対策は、地下水位の低下要因が異なる３箇所で検討した。

①丸山周辺

恒久的対策　農地との境界への緩衝帯の設置（８章で記述）
水抜き水路の堰上げ、放水路への遮水壁設置、（７章）
丸山道路側溝堰上げ（６章）

応急的対策　ササ刈り取り

②原生花園周辺

恒久的対策　丸山道路側溝堰上げ、遮水シート設置（６章）

応急的対策　ササ刈り取り

③木道南側湿地溝

恒久的対策　湿地溝堰上げ

応急的対策　ササ刈り取り

5.3.1 対策の方向性

（１）基本的考え方

ササ生育域拡大のメカニズムと対策案を図 5.3.1 に示す。

自然状態で湿原内にササが分布している場合、ササ生育域周囲の地下水位が高く保たれていれば成長が阻害され生育域の急速な拡大は起こりにくい。しかし、排水路の掘削など何らかの要因で地下水位が低下すると、ササの生育に好適な立地が出現することになり生育域が拡大する可能性がある。

このようなササの生育域拡大を抑制するには、根本的には湿原からの水分の流出を抑制する対策（恒久的対策）を実施し、低下した地下水位を回復させることが必要である。

一方、恒久的対策が本格的に実施されるには時間を要す。例えば丸山周辺で地下水位を回復させるには、東側で隣接する農地との境界で湿原側の地下水位を上げるための緩衝帯（8 章で記述）の設置や、放水路周辺の水抜き水路堰上げ、放水路沿いへの遮水壁の設置（7 章で記述）などの対策が必要である。このような対策を早急に行う場合には大規模な工事になることが予想され、不確実性もあるため、小規模な実証試験を行い、自然環境の反応を確認し、対策を検討するなど慎重な対応が必要である。その間にもササの生育域は拡大するため、恒久的対策が実施されるまでの応急的対策として、ササを刈り

取ることによって直接抑制することも必要である。

長期的には恒久的対策のみでササを抑制することが望ましいが、現段階では恒久的対策と応急的対策を並行して検討していくことが求められる。

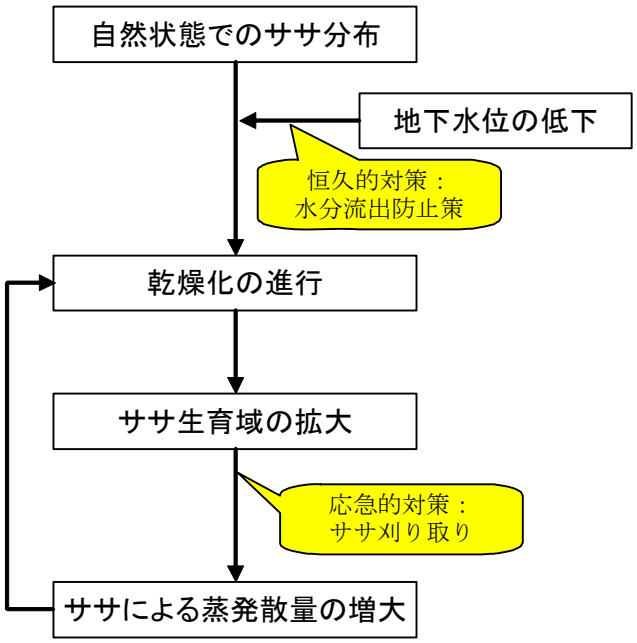


図 5.3.1　　ササ生育域拡大のメカニズムと対策案

地下水位の低下要因は、場所によって異なる。そのため、条件の異なる以下の３箇所で対策を検討した。

①丸山周辺

放水路、排水路、丸山道路側溝という人工の水路に囲まれており、人為の影響による地下水位低下が生じた可能性が高い箇所である。

②原生花園

原生花園はササ前線に位置し、さらに湿地溝の源頭部と丸山道路側溝という排水要因に接している。湿地溝の堰上げや遮水シートの設置、道路側溝の堰上げといった既往の対策試験も行われている。

③木道南側湿地溝

湿地溝の源頭部がササ前線となっており、湿原中核部のササ前線の典型的な箇所である。

5.3.2　丸山周辺

丸山周辺において想定されるササ増加のメカニズムを図 5.3.2 に示す。

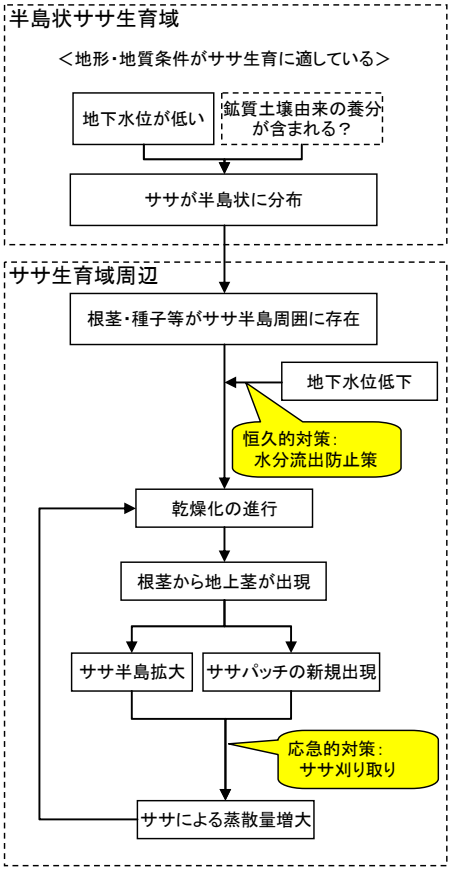


図 5.3.2　　ササ生育域拡大のメカニズムと対策案

丸山周辺には、丸山から半島状に伸びたササ生育域が存在している。この生育域は近年拡大し、さらに新たなササが生育するパッチも出現している。半島状のササ生育域は近年拡大したものの、その核となる部分は周辺環境が変化する 1960 年代以前から存在していた（図 5.3.3)。すなわち、ササが生育するポテンシャルが備わっているエリアが存在していたといえる。

ササが生育するポテンシャルとしては、高層湿原植生生育域と較べて地下水位が低いこと、鉱質土壌由来の養分が含まれている可能性があることが挙げられる。この養分は、丸山からの流入と、地下からの供給

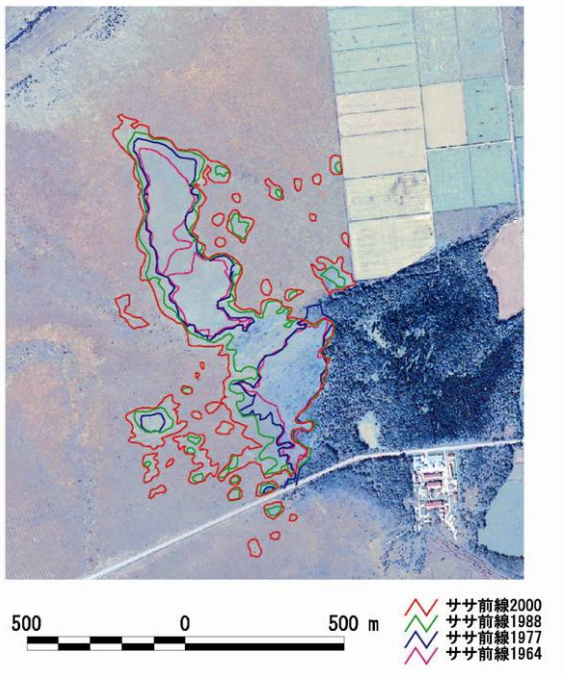


図 5.3.3 ササ生育域の拡大の様子（丸山北西部）

の可能性がある。地下から供給されている場合は、砂州の存在などによってこのエリアだけ基底面が高くなっているというような地質構造が存在することも考えられる。

ササは、生育域の周囲に根茎を伸ばしていたと考えられる。これらは、地下水位が高く維持されている間は生長を阻害されていたが、地下水位の低下とともに地上茎を伸ばすことができるようになったと推定される。

また、ササ群落はミズゴケ群落より蒸発散量が多く、ササの侵入は水分消費量の増大にもつながり、サロベツ湿原の乾燥化につながる（高橋ら、2002／環境省サロベツ原野保全対策事業第３期調査報告書）とされており、ササの生育はさらなるササの生育域の拡大を促進すると考えられる。

恒久的対策としては、周囲を囲む人工の水路への水の流出を抑制することが求められる。前述したように東側で隣接する農地との境界境の湿原側の地下水位を上げるための緩衝帯（8 章で記述）や放水路周辺の水抜き水路堰上げ、放水路沿いへの遮水壁の設置（7 章で記述）、丸山道路側溝の堰上げ（6 章で記述）などの対策が必要と考えられた。応急的対策としてはササの刈り取りがあげられた。

5.3.3　原生花園

原生花園はササ前線に位置し、さらに湿地溝の源頭部と丸山道路側溝という排水要因に接している。ここでは、湿地溝の堰上げや遮水シートの設置、道路側溝の堰上げといった既往の対策試験が行われている。

これらを踏まえて、恒久的対策として、遮水シートの設置、丸山道路側溝堰上げ、応急的対策としてササの刈り取りが検討された（図 5.3.4）。これについては、「6 章 丸山道路周辺の乾燥化対策およびビジターセンセー移転後の跡地対策」で記述する。

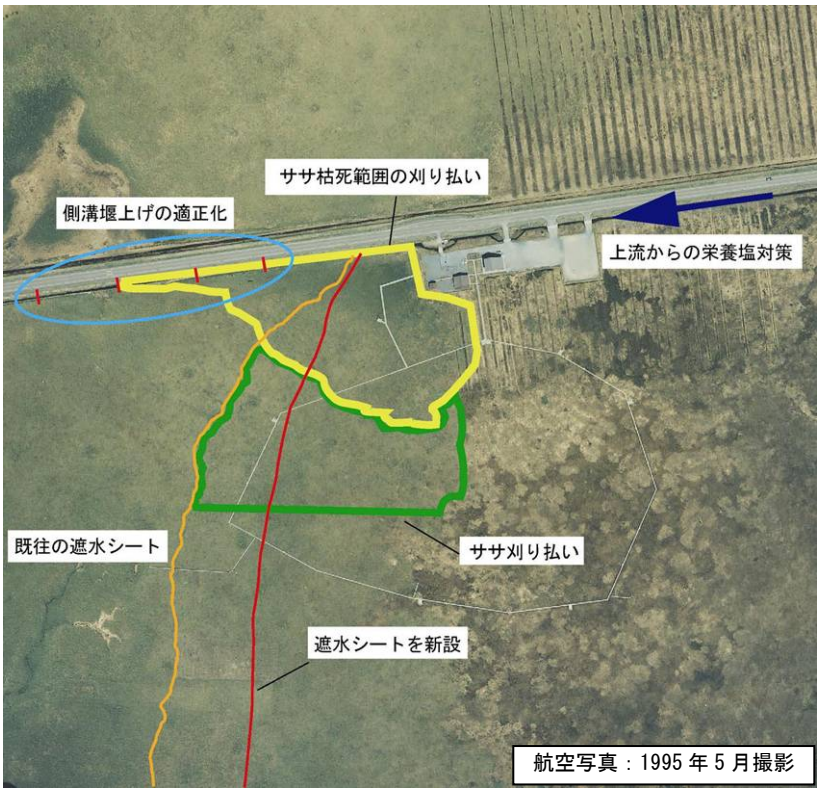


図 5.3.4　原生花園における対策案

5.3.4　ササ前線

ササ前線において想定されるササ増加のメカニズムを図 5.3.5 に示す。湿地溝を介した水の流出が湿原の乾燥化を招きササ生育域の拡大を促進すると考えられる。湿地溝自体は自然のものであるが、サロベツ川拡幅工事などによる河川水位の低下が湿原からの流出量を増加させていると考えられ、自然の要因と人為的な要因が混在している。ササ生育域の拡大は自然の遷移によるものとも考えられるが、その一方で写真判読の結果では 1977 年以降はそれ以前より拡大ペースが速まっており、直接的な因果関係を示すデータはないものの、排水事業等の人為的影響によってササ前線の進行が促進されている可能性は否定できない。

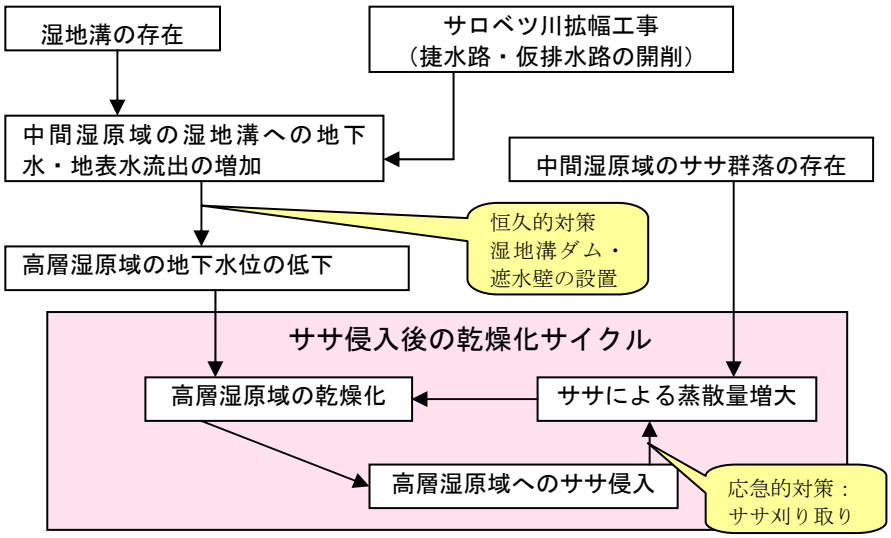


図 5.3.5　ササ前線付近の乾燥化のメカニズムと対策案

ササ前線付近では、「環境省サロベツ原野保全対策事業」で表 5.3.1 に示すような対策試験が行われている。このうちササ前線付近に適用する可能性がある方法として、恒久的対策として湿地溝ダムや湿地溝源頭部への遮水シートの設置などが考えられた。応急的対策としてはササの刈り取りがあげられた。（文献ｂ）

表 5.3.1 環境省サロベツ原野保全対策事業で行われたササ対策試験の成果と今後の展開

対策試験	機　能	利　点	リスク	結　果		今後の展開
遮水壁	遮水壁の設置により広い面積にわたり地下水位を上昇させる。地下水位がササの生育限界水位（最低地下水位 15cm、変動幅 10cm）まで上昇すれば、ササの生育を阻害できる。	広範囲に効果が期待できる。	広範囲にわたって設置する場合は、埋設跡が景観に及ぼす影響を考慮する必要あり。	・ 春季と秋季には地下水位が高く維持され、変動幅もＥ点やW点より小さいか同程度だったが、夏季には主に蒸発散によるものと思われる地下水位の比較的大きな低下があった。 ・ 植物の種組成に特段の変化なし。		・ 効果的な位置、規模の検討。 ・ 湿地溝ダムとの組み合わせの検討。
湿地溝ダム	ダムの設置により、水位を上昇させる。 水位がササの生育限界水位まで上昇すれば、ササの生育を阻害できる。	水位の操作が比較的容易にできる。	・ ダム上流では湛水域が出現し、下流は乾燥する可能性がある。	・ ダム上流で湛水状態が出現。ササが枯死しスゲ類等の植生に変化。 ・ 効果は、流路沿いの狭い範囲のみ。		・ 効果的な位置、規模の検討。 ・ 遮水壁との組み合わせの検討。
ササ刈り払い	地上部の刈り払いにより、光合成による養分蓄積を抑え、ササの再生産を阻害する。	比較的容易に作業が可能。	・ 刈り払いのみでは基盤条件は変わらないので、根本的解決にはならない。 ・ 継続的な作業が必要。 ・ 他の植物も刈り払いの影響を受ける可能性がある。	構造物なし、年１回刈り	・ 刈り払いの翌年は葉面積指数が減少。ただし、１年間放置すれば回復。年１回の刈り払いでは、ササの生育量を減らすには少なくとも２年に１回は継続が必要。 ・ 年１回の刈り払いでは、秋季より夏季に刈取る方が効果が大きいと考えられた。	・ 年１回刈りは夏季の実施を試みる。 ・ 刈取りの十分な効果を得るために、年２回刈りを試みる。刈取り時期は、春季（雪どけ後の光合成を開始する時期）と夏季（地上部の成長が最大となり光合成産物が地下部へ貯留される直前の時期）とする。 ・ 構造物（遮水壁、湿地溝ダム）と組み合わせて基盤条件を整え、総合的な効果を得る方法を検討。
				構造物なし、年１回刈り＋ミズゴケ散布	・ ササの刈り払いを行った場所にミズゴケを散布することは、ミズゴケの生育面積を増加させるのに十分な効果があり、特にリターを取り除くと効果が大であった。 ・ 地下水位低下の程度が軽い場合は、年１回のササ刈り払いの継続と、ミズゴケの散布を１～２回続けることで、ミズゴケは十分定着・増加する。	
				遮水壁＋年１回刈り	・ ササは減少したものの、他の種の植被率、種数の目立った増加はみられなかった。 ・ エゾゼンテイカは被度が増加し、開花状況も良かった。 ・ 刈り払い直後は水位低下が抑制されたが、効果は持続せず、８月下旬には水位の低下速度が回復。刈取り翌年の水位変動パターンは前年度以前とほぼ同じであり、刈り払いによる蒸発散抑制効果は持続しないと推察された。	
				構造物なし、年２回刈り	未検証	
				構造物＋年２回刈り	未検証	
道路側溝の堰上げ	側溝を堰上げすることによって、湿原内の地下水位を上げ、ササを枯死させる。	・水位の操作が容易	・ 栄養塩を含んだ水が湿原に溢れることによって、ササが枯死してもヨシが繁茂する可能性が高い。 ・ 牧草など移入種の侵入可能性がある。	・ 側溝の堰上げ実験を行った結果、道路側溝周辺で長さ約 200m、幅 100mにわたりササが枯死した。		・ 側溝水の水質と湿原の水質の相違を確認し、慎重に対応。 ・ 堰上げの改善方法の検討。 ・ ササ刈りとの組み合わせを検討。
表土剥ぎ取り	表土を剥ぎ取り、地盤を地下水位面近くまで掘り下げる。ササの生育限界水位に地盤高を合わせることによって、ササの生育が抑制され、本来の湿原植物の生育が期待できる。	・ササとともに、富栄養化した土壌も取り除くので、本来の高層湿原の表層の状態に近づく。	・ 剥ぎ取った土壌の廃棄先の検討が必要。 ・ 施工時に周囲の環境を破壊する恐れがある。 ・ 短期的には、剥ぎ取り跡に裸地が出現する。	＜小プール植生回復実験＞ 地掻区、5cm 掘下区、10cm 掘下区、20cm 掘下区を設置し、植生回復状況を追跡した ・ 10cm、20cm 掘下区は滞水状態であった。出現種数は地掻区が最も多く、掘下げの程度が強くなるにつれ減少していた。地掻区は無処理区の植生と類似していた。5cm 掘下区では、ヌマガヤ、ヤチヤナギ、ホロムイスゲ、ミズゴケなど湿原構成種が生育していた。		・ 適用可能な場所、規模などを検討。 ・ 地表面の掘り下げ後に表土をもどす方法を検討。
深層地下水汲上げ	深層地下水を汲み上げ、散水することによりササを枯死させる。	・地表の改変がない。	水質が異なる水が撒水されることによる影響が予想される。	・ パンケ沼付近の地下水水質は残留海水の影響で不良。PH 高い。 ・ 水質が異なること、施工方法に検討すべき事項が多いことから、実用的利用困難。		・当面工は見送り。
長大ダム	道路築造程度の盛土によって地盤の圧密を促し、それに伴う透水性の低下を利用して地下水の流出を抑制する。	・ 道路としての利用可能。 ・ 暗渠と堰上げ用ゲートを併設により地下水位調節も可能。	施工時に周囲の環境を破壊する恐れがある。	実験としては未検証		・ 地盤圧密作用による透水性低下の効果は適用可能性あり。適用可能な場所、規模などを検討。
水路による水導入	水路を設け、周辺の地下水位を水路水位によって維持する。	外部から給水し、補給水路的役割を持たせることも可能。	・ 水路から移入種侵入の可能性がある。 ・ 補給水路から栄養塩を含んだ水が湿原に流入する可能性がある。	実験としては未検証		・ 施工後のインパクトと期待される効果を検討し、慎重に対応

5.4　実証試験

本節の要約

■丸山周辺、原生花園

効果的なササの刈り取り手法を検討するために、２箇所でササ刈り取り試験を実施した。以下の刈り取り条件を比較した。

丸山周辺　　秋刈り、夏刈り、２回刈り、刈り取り無し

原生花園　　秋刈り、刈り取り無し

■木道南側湿地溝

湿地溝の源頭部で、「湿地溝の堰上げ」と「ササ刈り取り」に組み合わせによる手法を検討するために、試験計画を作成した。なお、湿地溝の堰上げは「サロベツ原野保全対策検討会」において検討委員から効果に疑問があるとされたので、試験の実施は見送ることにした。

5.4.1　丸山周辺

丸山周辺において、効果的なササの刈り取り手法を検討するために、ササの刈り取り試験を行った。

（１）仮説の設定

ササ刈り取りによって想定される回復のメカニズムを図 5.4.1 に示す。ササを刈り取ることによって、ササの葉量が減少し、ササによって日照を妨げられていた植物が増加する。また、ササの減少によって群落全体の蒸散量が減少し、乾燥化の抑制が進めばさらなる湿原植物の増加につながると予想される。

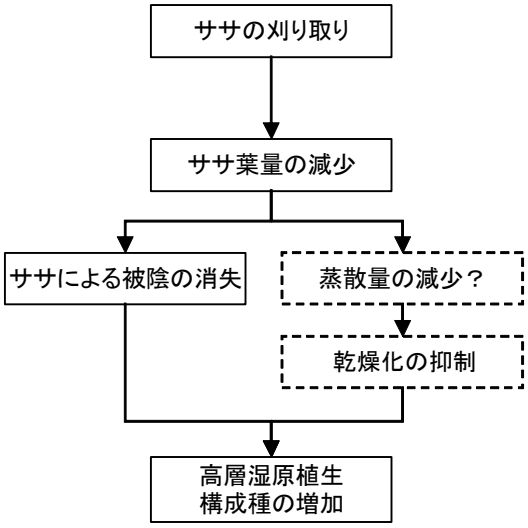


図 5.4.1　ササ刈り取りによる回復のメカニズム

ササの刈り取り頻度、刈り取り時期は表 5.4.1 のようなパターンが考えられ、それぞれに利点とリスクがある。これらは実証試験により検証していく必要がある。

秋の刈り取りは、雪解け後にササが光合成を開始する時期を遅らせることによって、全体の光合成量を減少させる効果が期待される。その一方で、秋までに光合成した養分は地下部に蓄積され、翌年の再生産に利用される。夏季の刈取りは、地上部の成長が最大となり（地下部の養分が最大に消費される）、光合成産物が地下部へ貯留される直前に排除することによって、地下部の養分の蓄積を抑える効果が期待される。１年に秋刈りと夏刈りの両方を行う２回刈りは、上記の両者の効果を期待できる。

一方で、ササの刈り取りは、他の植物も損傷する恐れがある。刈り取りはササの先端部のみを切断するように配慮して行っているが、他の植物の生育阻害がないかを確認していく必要がある。

表 5.4.1　刈り取り方法と期待される効果

処　理	特性と配慮事項
２回刈り （秋、夏）	・ ササの生育抑制効果が最も期待される。 ・ 一方で、年２回の刈取りは他の植物の生育に影響を与える可能性が高い ↓ ・ ササの生育量が多く、他の植物が少ない場所で実施することが望ましい。
１回刈り （夏）	・ ２回刈りに次いでササの生育抑制効果が期待される。 ・ 一方で、夏季の刈取りは他の植物に与える影響は、２回刈りに次いで大きい。 ↓ ・ ササの生育量が多いが、湿原植物も多数生育している場所で実施することが望ましい。
１回刈り （秋）	・ ２回刈り、１回夏刈りと比較するとササの生育抑制効果は低い。 ・ 一方で、秋の刈取りは他の植物への影響が少ない。 ↓ ・ ササの生育量が少なく、湿原植物が豊富に生育している箇所で実施することが望ましい。

（２）試験区の配置

丸山周辺はパッチ状や半島状などササの拡大様式が異なることから、広域に試験区を配置し、場所による効果の違いを検討した。調査地点は図 5.4.2 および表 5.4.2 に示す１６地点である。

表 5.4.2　試験地の概要

試験地	試験区	環境の概要
1	秋刈り区	丸山西側の小規模のパッチ
2	秋刈り区	
3	秋刈り区	丸山西側の中規模のパッチ
	刈り取り無し区	
4	秋刈り区	丸山西側の大規模のパッチ
	夏刈り区	
	２回刈り区	
	刈り取り無し区	
5	秋刈り区	半島状のササ分布域の先端部
	夏刈り区	
	２回刈り区	
6	秋刈り区	半島状のササ分布域に隣接する小規模なパッチ
7	夏刈り区	
	２回刈り区	
対照区１		試験地２と４に隣接しているがササが生育していないエリア
対照区２		典型的な高層湿原。既往の測線Ａ２の 300m地点

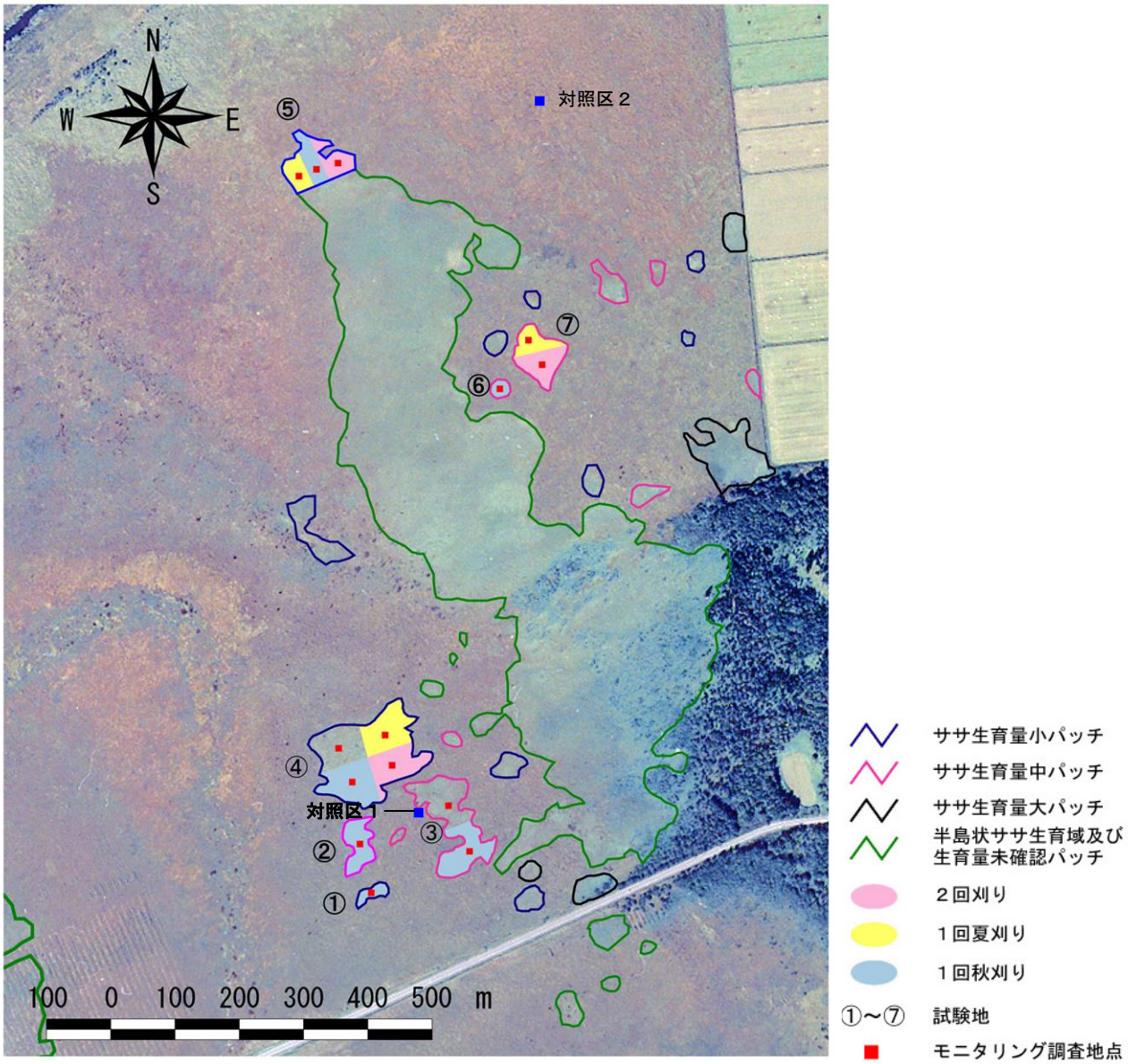


図 5.4.2　丸山周辺調査地点位置

5.4.2　原生花園

原生花園では、恒久的対策として遮水シートの設置、側溝堰上げ、応急的対策としてササの刈り取りが検討されたが「サロベツ原野保全対策検討会」において、遮水壁の設置は効果に疑問があること、側溝の堰上げは上流からの栄養塩が湿原内に流出することが懸念されたので見送られた。そこでササの刈り取りについて、効果的手法を検討するために試験を行った。

原生花園では、環境省が側溝周辺部の水位低下を極力防止するため 1998 年より南側の側溝に堰板を複数設置しており、1999 年春先にササの広範囲の枯死が確認されている。枯死範囲が下流から２番目の堰を境に分布していたことから、堰による水位堰上げが影響したものと考えられた（図 5.4.3)。そこで、より効果的にササの生育抑制を行うために、道路側溝堰上げとササ刈取りを組み合わせることが有効と考えられ、道路側溝堰上げ後にササが一時的に枯死した範囲に試験区を設け、刈り取りの効果を検討した。

（１）仮説の設定

ササ刈り取りによって想定される回復のメカニズムの仮説は、丸山周辺で記述した仮説と同様である。

（２）試験区の配置

刈り取り条件は、原生花園は観光客の目にとまりやすいこと、湿原植物が豊富なことを考慮して、年１回（夏後半～秋）とした。

既往調査で道路側溝堰上げ後にササが一時的に枯死した範囲において、刈取り有り区と刈取り無し区の二つの処理それぞれに調査区を設けた。特に、側溝から離れるにしたがってササ密度が低くなる傾向がみられたため、調査地点は、刈取り有り区・刈取り無し区それぞれについて、道路側溝近くと側溝から離れた位置に配置した。また、レストハウス前には泥炭採取跡の溝が残っており、溝の部分とその脇の凸部でササの生育状態が異なっていたので、溝・凸部それぞれについても調査地点を配置した。

調査地点は表 5.4.3 及び図 5.4.3 に示す 8 地点である。

表 5.4.3　原生花園試験地の概要

試験地	刈り取り	道路側溝	採掘跡地	調査区の概要
1	○	近	－	側溝脇
2		近	－	
3	○	遠	－	側溝から遠い木道脇
4		遠	－	
5		－	凸地	ビジターセンター前の凸部
6		－	凹地	ビジターセンター前の溝
7	○	－	凸地	ビジターセンター前の凸部
8	○	－	凹地	ビジターセンター前の溝

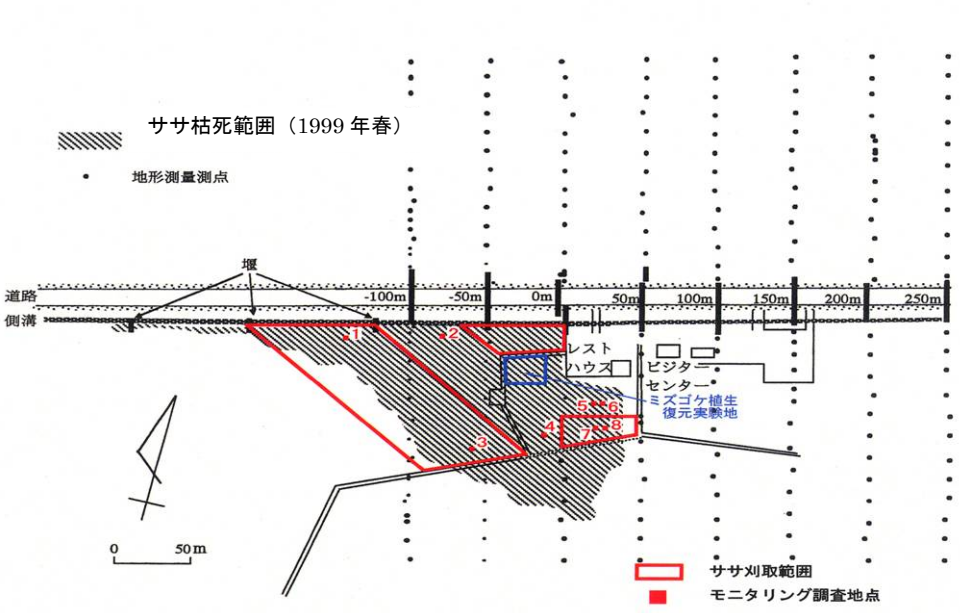


図 5.4.3　原生花園調査地点位置

環境省サロベツ原野保全対策事業 第３期調査報告書 第４章サロベツ原生花園地区の地下水位および地盤沈下の状況（執筆者：北海道大学大学院井上京助教授）より引用、ササ刈り取り範囲とモニタリング調査地点を加筆

5.4.3　木道南側湿地溝（ササ前線）

湿原中央部に存在する大規模な湿地溝のうち、もっともアクセスしやすい木道南側の湿地溝を対象として選び、源頭部における試験計画を検討した。この湿地溝はサロベツ川拡幅工事の際にショートカット水路の開削によって流程の下流部が分断されたものである。

ササ前線付近における実証試験計画について、図 5.4.4 に示す。木道南側に広がる湿地溝の源頭部で、「湿地溝の堰上げ」と「ササ刈り取り」によって乾燥化によるササの拡大を抑制する対策を検討した。

「湿地溝の堰上げ」は、２本の湿地溝にダムを設置して水分流出を抑制するとともに、堰上げによって形成される湛水面に涵養池としての効果を期待するものである。また、「ササ刈り取り」は、急速にササが拡大している箇所で刈り取りを行ない、涵養池形成との相乗効果をねらうものである。

なお、遮水壁の設置と湿地溝ダムの設置は「サロベツ原野保全対策検討会」において検討委員から効果に疑問があるとされたので、実施を見送ることにした。

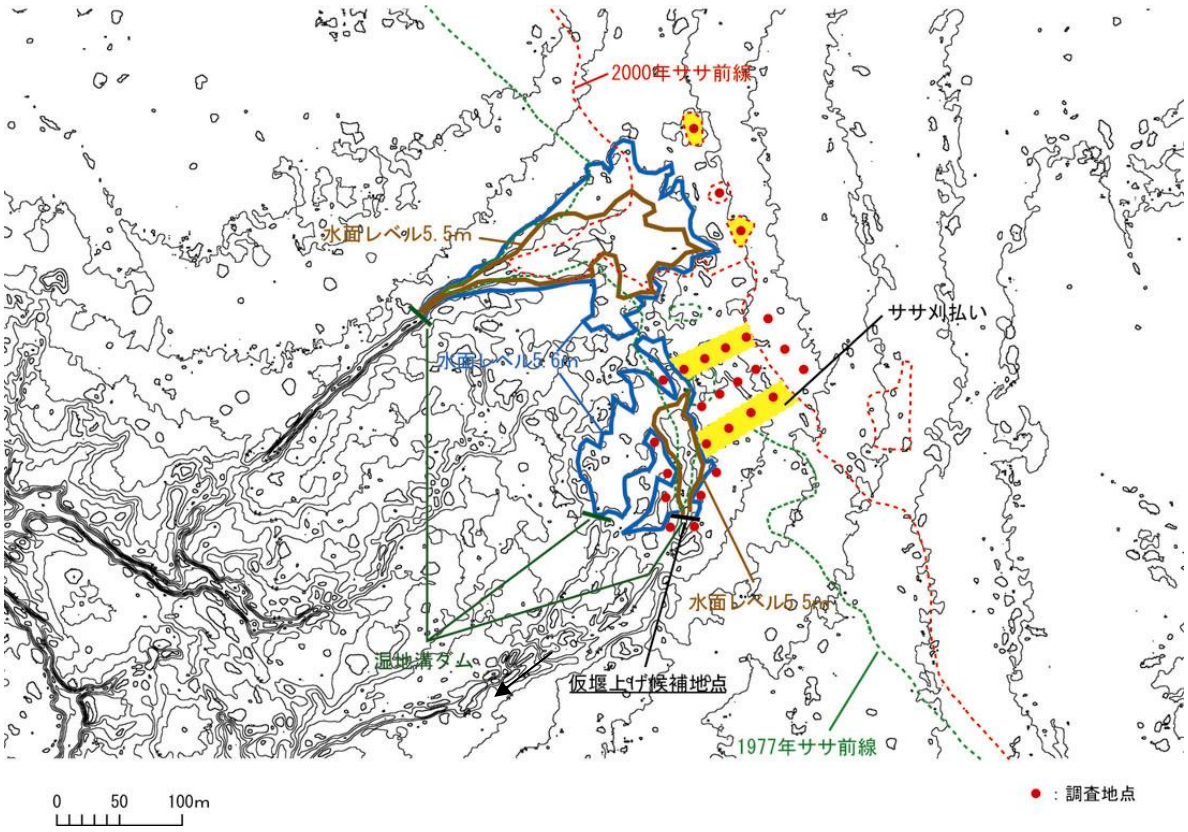


図 5.4.4　湿地溝源頭部を対象とした対策イメージと調査地点

5.5　実証試験のモニタリング

本節の要約

- ササの刈り取りによって、ササの平均高が抑制されること、葉面積は抑制されないか逆に増加すること、他の植物は高茎草本を中心に開花結実割合が高くなることが明らかになった。
- 夏刈りと２回刈りは、エゾカンゾウの開花を阻害していた。秋刈りはエゾカンゾウの開花を促進していた。
- ササの生育を抑制しつつ他の植物の生育を有利にするには、秋刈りを継続することが望ましいと考えられた。

5.5.1　調査方法

（１）ササ密度調査

各試験地において、ササの平均高、植被率、１㎡あたり稈数を記録した。また、生育するササのうち 10 稈を選定し、1 稈ごとの葉枚数、調査時に展開している全ての葉（図 5.5.1）について長径と短径（図 5.5.2）を計測した。各稈には追跡調査できるように目印を設置した。追跡対象のササが刈り取りで消失した場合は、代替のササを選定した。

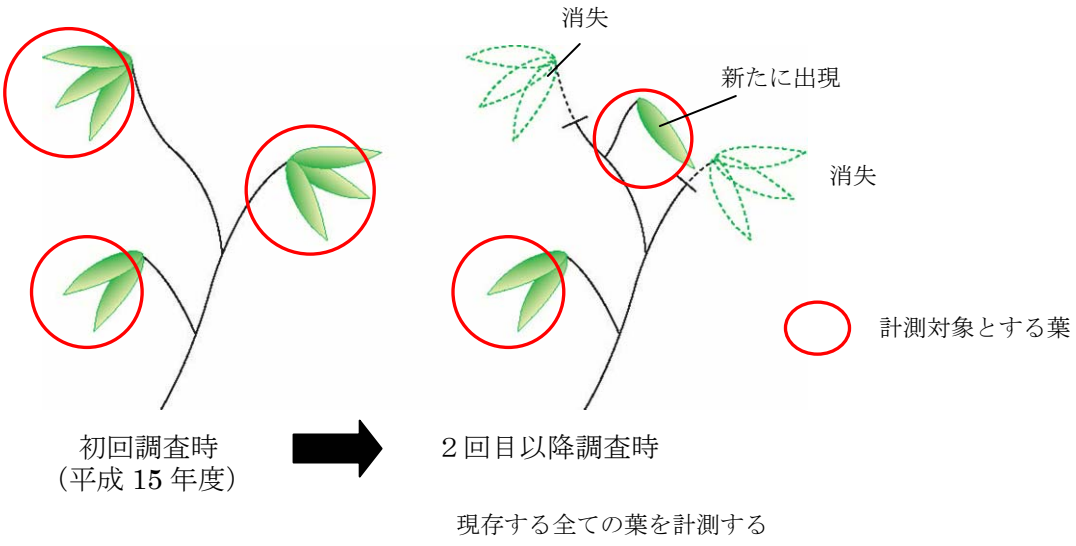


図 5.5.1　計測対象とする葉

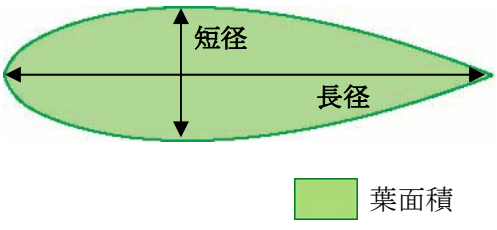


図 5.5.2　葉の計測部位

（２）植生調査

7 月の夏季調査時に、群落の平均高・植被率、全生育種の草丈・植被率・開花結実状況を記録した。また、秋季調査時には多くの植物が枯死しているため、今年度は次項の開花・結実状況のみを記録し、植生調査は行わなかった。

（３）開花状況調査

7 月の夏季調査時に、植生調査と同時に調査区内の開花・結実状況を記録した。7 月の植生調査後に開花する植物もあることから、11 月調査時には開花・結実状況の痕跡のみを記録した。

（４）地下水位調査

各試験地に設置されている観測孔において、地下水位を観測した。

5.5.2 調査日程

現地調査は、ササ刈り取りの直前に行った。現地調査日程とササ刈り取りの実施状況を表5.5.1および表5.5.2に示す。なお、ササ刈り取りは別業務で行われたものである。

表 5.5.1　丸山周辺における調査日程および刈り取り日

月日		刈り取り	調査						備考
			位置づけ	調査項目					
				ササ密度	植生	ササ葉量	地下水位	土壌水分	
2003年	11月12日		秋刈り直前	○	○		○		平成15年度業務による調査
	11月13～19日	秋刈り							
2004年	7月6、7日		夏刈り直前	○	○	○	○	○＊[1]	平成16年度業務による調査 ＊[1]:試料分析
	7月8、9日	夏刈り							
	7月29日		植物生育最盛期		○		○		平成16年度業務による調査
	11月9～11日		秋刈り直前	○	○	○	○	○＊[2]	平成16年度業務による調査 ＊[2]:土壌水分計による計測
	11月11～15日	秋刈り							平成16年度業務による調査
2005年	7月5日～8日		夏刈り直前	○	○	○	○		平成17年度業務による調査
	8月24日～9月8日	夏刈り							
	11月4日～6日		秋刈り直前	○	△＊[3]	○	○		平成17年度業務による調査 ＊[3]:開花・結実調査のみ
	10月28日～11月9日	秋刈り							
2006年	7月27日～8月3日		夏刈り直前	○	○	○	○		
	8月10日～12日	夏刈り							
	9月26日		秋刈り直前	○	△＊[3]		○		＊3:開花・結実調査のみ
	11月1日～6日	秋刈り							

注）2003年11月12日の調査は、「平成15年度　サロベツ自然再生事業再生計画・技術手法検討調査業務において、2004年7月・11月の調査は「平成16年度サロベツ自然再生事業　丸山周辺のササ侵入対策業務」において実施されたもの

表 5.5.2　原生花園における調査日程および刈り取り日

月日		刈り取り	調査					備考
			位置づけ	調査項目				
				ササ密度	植生	ササ葉量	地下水位	
2003年	11月13日		秋刈り直前	○	○			平成15年度業務による調査
	11月20～21日	秋刈り						
2004年	7月27、28日		夏刈り直前	○	○	○	○	平成16年度業務による調査
	8月18日	夏刈り						
	11月8～10日		秋季	○	○	○	○	平成16年度業務による調査
2005年	7月6日		夏	○	○	○	○	平成17年度業務による調査
	11月4日～6日		秋刈り直前	○	△＊[3]	○	○	平成17年度業務による調査 ＊[3]:開花・結実調査のみ
	11月9日～11日	秋刈り						
2006年	7月26、27日		夏	○	○	○	○	
	9月23日		秋刈り直前	○	△＊[3]		○	＊[3]:開花・結実調査のみ
	11月7日～9日	秋刈り						

注）2003年11月13日の調査は、「平成15年度　サロベツ自然再生事業再生計画・技術手法検討調査業務において、2004年7月・11月の調査は、「平成16年度サロベツ自然再生事業　再生計画・技術手法検討調査業務」において実施されたもの

5.5.2　調査結果

（１）ササの生育抑制効果

ササの刈り取り試験結果から、刈り取りによるササの生育抑制効果について考察した。なお、調査日程は表 5.5.3 のとおりである。丸山では 2005 年は夏刈りを 8 月に実施したため、11 月のデータは刈り取り直後の状態にあり、夏刈り・2 回刈り区は過去との比較データに適さない。また、原生花園では 2003 年と 2004 年で刈り取り時期が異なる。これらを考慮して表 5.5.4 に示す視点で考察した。詳細を次頁以降に示す。

表 5.5.3　ササの刈り取り時期とササ調査実施状況

		7月	8月	9月	10月	11月
丸山	2003年					● ×
	2004年	●×				● ×
	2005年	●	×			● ×
	2006年	●	×	●		×
原生花園	2003年					●×
	2004年	●	×			●
	2005年	●				●×
	2006年	●		●		×

●:調査　×:刈り取り

表 5.5.4　各試験地におけるササ密度試験の考察の視点（平均高、稈数、植被率）

	試験区	2006年データの位置づけ	考察の視点		
			刈り取り開始前のデータ	視点	比較対象
丸山	秋刈り	初回刈り取り後3年目	03年11月*	刈り取りを継続すると一定の傾向がみられたか	04年7月－06年7月
	夏刈り	初回刈り取り後2年目	03年11月*、04年7月	開始前と比較して変化したか	04年7月－06年7月
	2回刈り	最初の2回刈り終了後2年目	03年11月*	最初の秋刈り後と比較して変化したか	04年7月－06年7月
原生花園	刈り有り	初回刈り取り後2年目	2003年11月*	刈り取りを継続すると一定の傾向がみられたか	04年7月－06年7月

注）03 年 11 月の植生調査データ：秋季で既に枯れが多いため比較に十分なデータでない

1）平均高

表 5.5.5 に刈り取り条件別のササ平均高を第 1 回調査の値を「0」として推移を示した。また、この値を用いて刈り取り条件別に刈り取り直前とその 1 年～3 年後の推移を図 5.5.3～4 に示した。

＜丸山＞　刈り有り区　＜　刈り無し区

刈り有り区では 1 年目には急激に低下したが、2 年目以降には横ばいとなった。しかし、横ばいを続けた刈り無し区と比べ、平均高は低い状態が続いている。2 年目には刈り無し区と比べ 3.4～15 ㎝低くなった。

＜原生花園＞　刈り有り区　＜　刈り無し区

刈り無し区でも-6.3 ㎝の減少がみられたが、刈り有り区では-13.8 ㎝を約 2 倍の低下幅であった。

以上から、刈り取りによりササの平均高を減少させる効果があるといえる。

なお、ササ刈りは、ササ以外の植物を刈らないようにするために、ササ先端部のみ刈り取っている。このため、もともと平均高の低い原生花園採掘跡地凹地のようにあまり低下しなかった試験区もみられた。

表 5.5.5　刈り取り条件別ササ平均高の変化量　（単位：cm）

		試験区数	2003.11	2004.7	2004.11	2005.7	2005.11	2006.7	2006.9
丸山	秋刈り	6	0	−7.5	−14.2	−15.8	−20.0	−15.0	−15.0
	夏刈り	3	0	3.3	−11.7	−10.0	−20.0	−8.4	−8.3
	2回刈り	3	0	−8.3	−13.7	−12.3	−21.7	−12.3	−12.3
	刈り無し	2	0	12.5	5.0	0.0	−5.0	1.0	1.0
原生花園	刈り有り	4	0	−3.8	−11.5	−14.2	−15.4	−13.0	−13.8
	刈り無し	4	0	5.0	−4.3	−5.8	−7.2	−6.4	−6.3

刈り取り時期　刈り取り前　処理後 1 年目　処理後 2 年目　処理後 3 年目

注 1）変化量は 2003 年 11 月を基準とした

注 2）原生花園は年により刈り取り時期が異なるために、刈り取り 1 年目のデータには色付けしていない

注 3）表中の調査のうち 2005 年以前のものはそれぞれ以下の業務で実施した。

2003 年 11 月 12 日：「平成 15 年度サロベツ自然再生事業　再生計画・技術手法検討調査業務」

2004 年 7 月・11 月：「平成 16 年度サロベツ自然再生事業　丸山周辺のササ侵入対策業務」

2005 年 7 月・11 月：「平成 17 年度サロベツ自然再生事業　水文・植生環境等定点観測業務」

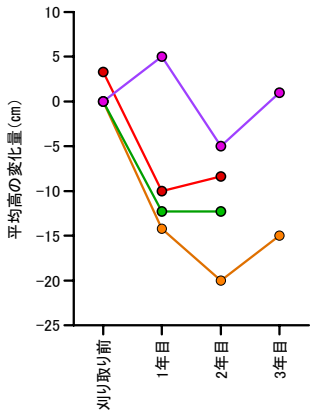


図 5.5.3　丸山周辺における刈り取り条件別平均高の推移

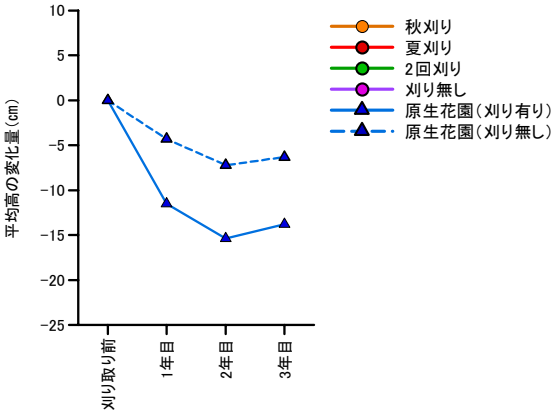


図 5.5.4　原生花園における刈り取り条件別平均高の推移

注 1）変化量はいずれも、2003 年 11 月の値を基準として算出した

注 2）刈り取り前：夏刈り区は 2004 年 7 月、その他は 2003 年 11 月

図 5.5.5～6 に刈り取りの前と後の平均高の関係を示す。刈り取り無しでは平均高はあまり変化しなかったが、刈り取り前に平均高が 40 ㎝以上あった箇所では刈り取りによると思われる明確な平均高の低下が見られた。これは、ササがおおよそ 20～30 ㎝の高さで刈り取られるため、これより低い箇所では刈り取りによる効果があまりないものと思われる。

また、刈り取りの効果は試験地によって異なり、丸山では試験地７＞１、２、３、６＞試験地５＞試験地４の順に効果が見られた。

原生花園においても平均高の低下が見られたが、側溝脇でのみ低下幅が大きく、その差は 10 ㎝程度となっている。

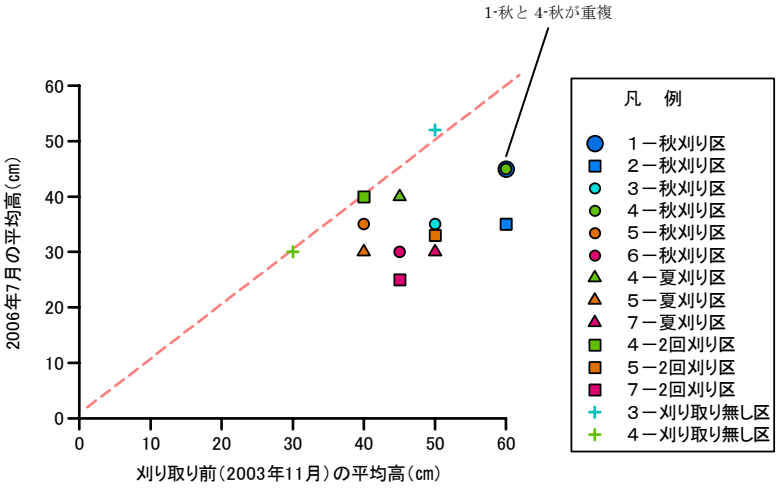


図 5.5.5　丸山における刈り取り前と後の平均高の関係

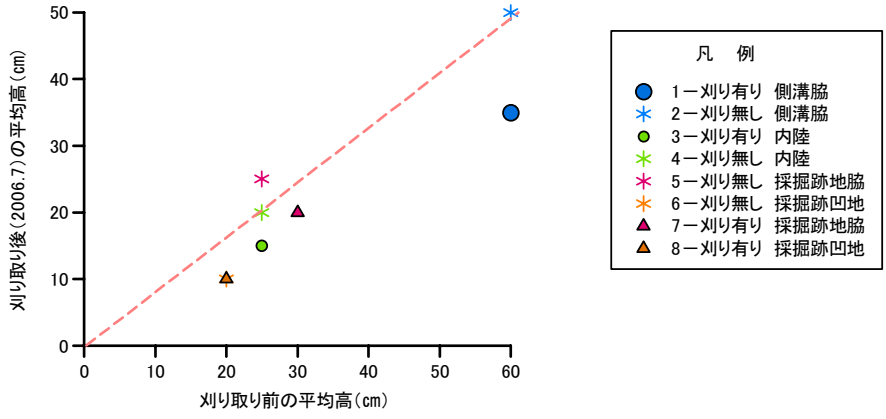


図 5.5.6　原生花園における刈り取り前と後の平均高の関係

2）稈数

表5.5.6に刈り取り条件別のササ稈数を第1回調査の値を「0」として推移を示した。また、この値を用いて刈り取り条件別に刈り取り直前とその１年～３年後の推移を図5.5.7～8に示した。

＜丸山＞　刈り有り区　＞　刈り無し区

刈り取り後１年目では秋刈り区も横ばいであったのを除き、そのほかの刈り有り区では稈数は増加していた。特に、夏刈り区および2回刈り区で増加しており、盛んに萌芽をしていた。一方の刈り無し区では、変動があるものの、ほぼ横ばいとなった。

＜原生花園＞　刈り有り区　＝　刈り無し区

原生花園では、2004年に刈り有り区で減少したが、2005年11月までには増加し、刈り無し区との差がなくなった。

表 5.5.6　刈り取り条件別１㎡あたりササ稈数の推移

（単位：本/㎡）

		試験区数	2003.11	2004.7	2004.11	2005.7	2005.11	2006.7	2006.9
丸山	秋刈り	6	0	−23.0	1.3	16.5	21.3	19.3	25.0
	夏刈り	3	0	9.0	−3.7	31.3	−5.0	23.7	2.3
	2回刈り	3	0	0.0	29.7	65.7	31.3	75.7	43.3
	刈り無し	2	0	−12.5	9.0	5.0	−7.5	6.0	0.0
原生花園	刈り有り	4	0	8.3	−8.5	40.3	41.5	56.8	33.3
	刈り無し	4	0	27.3	28.3	43.0	43.5	41.3	33.0

刈り取り時期　刈り取り前　処理後１年目　処理後２年目　処理後３年目

注１）変化量は2003年11月を基準とした

注２）原生花園は年により刈り取り時期が異なるために、刈り取り１年目のデータには色付けしていない

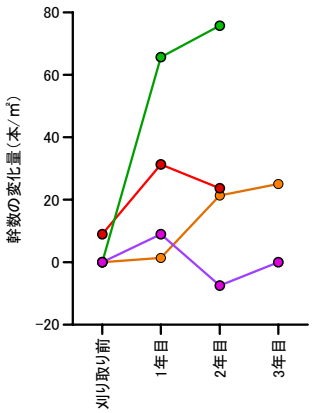


図 5.5.7　丸山周辺における刈り取り条件別１㎡当りササ稈数の推移

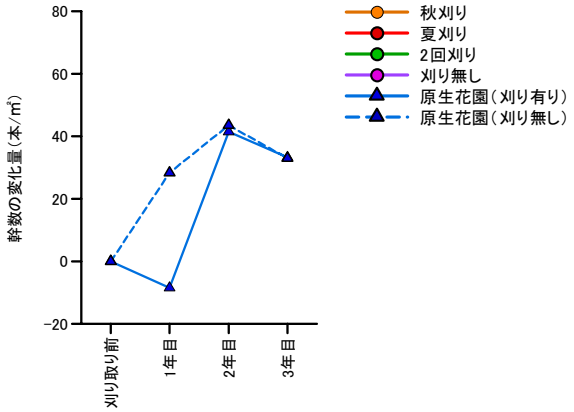


図 5.5.8　原生花園における刈り取り条件別１㎡当りササ稈数の推移

注１）変化量はいずれも、2003年11月の値を基準として算出した

注２）刈り取り前：夏刈り区は2004年7月、その他は2003年11月

図 5.5.9 および 5.5.10 に、丸山および原生花園における刈り取りの前後の稈数の変化を示す。刈り無し区でも増加した地点が見られたが、全体に刈り取り前よりも増加した。

丸山では、試験地によりばらつきがあるものの、刈り無し区では変化がほとんどみられなかったが、夏刈りおよび 2 回刈りではいずれの地点でも増加した。秋刈り区では増加・減少のいずれもみられた。

原生花園では採掘跡地凹地でほとんど刈り取りによる差および刈り取り前後の差がみられなかった。その他の地点ではいずれも増加したが、刈り無し区でも増加している。ただし、採掘跡地脇ではその増加幅が大きかった。

試験地ではササが刈り取られた後萌芽する様子が頻繁に観察されており、稈数の増加は萌芽によるものが大きいと思われる。しかし、根元から萌芽したもの、切り取られた稈の先から再出芽したものなど、新たな葉の展開形態にはいくつかのパターンがみられた（写真 5.5.1～5.5.3）。新芽の形成時期と刈り取り時期の関係や、稈自体の寿命などが関係しているものと思われる。

写真 5.5.1　根元から萌芽したササ
原生花園 No.5（2005.11）

写真 5.5.2　切り取られた稈の先から再出芽したササ
丸山 4－2 回刈り区（2006.7）

写真 5.5.3　いくつも枝分かれしているササ
丸山 4-2 回刈り区（2006.7）

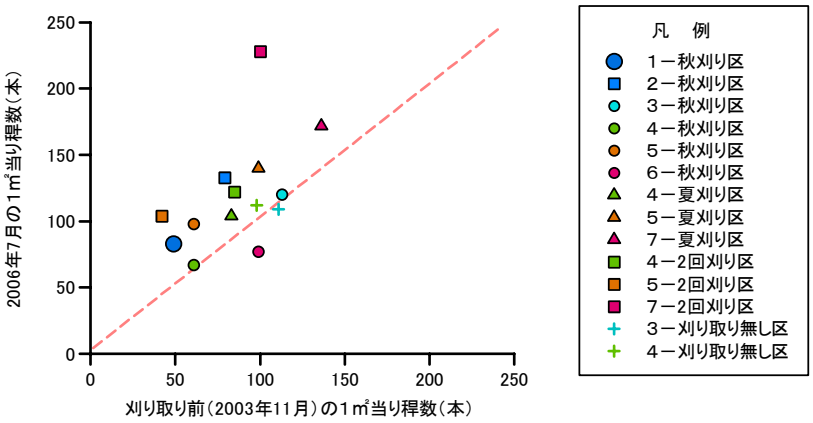


図 5.5.9　丸山における刈り取りの前後の１㎡当り稈数の関係

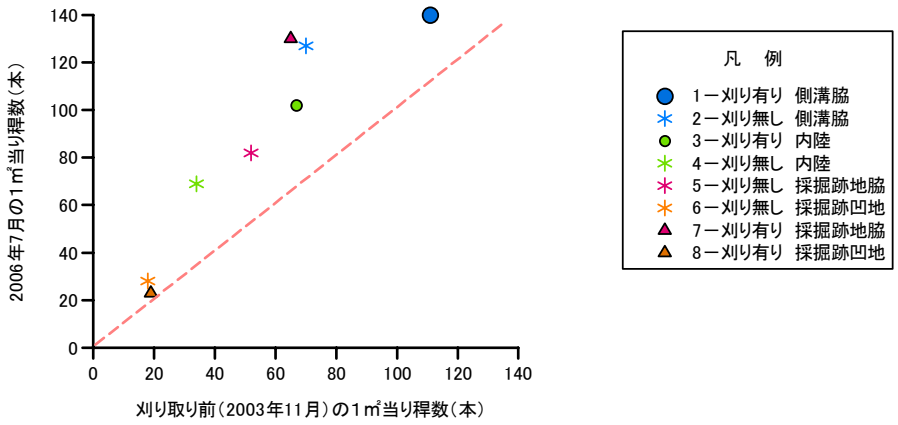


図 5.5.10　原生花園における刈り取りの前後の１㎡当り稈数の関係

３）植被率

表 5.5.7 に刈り取り条件別のササ植被率を第１回調査の値を「0」として推移を示した。また、この値を用いて刈り取り条件別に刈り取り直前とその１年～３年後の推移を図 5.5.11～12 に示した。

＜丸山＞　夏刈り区　＞　刈り無し区　＞　2 回刈り区・秋刈り区

丸山では、いずれの刈り取り条件でも 2005 年 7 月まで増加しており、条件による大きな相違はなかった。2 年目で比較すると、夏刈り区で植被率が高くなっていた。

＜原生花園＞　刈り有り区　＜　刈り無し区

刈り無し区では横ばいの後微増したが、刈り有り区では１年目に大きく減少した。刈り有り区では 2 年目にはやや植被率が回復したが、刈り無し区よりも低いままであった。

原生花園では刈り取りによる効果か、刈り有り区で植被率が低下したが、丸山では成長期に刈られる夏刈り区で植被率が増加した結果となった。植被率はササの葉の重なりの程度までは表現していないために、本調査においてはササの量を示すには適当な指標ではなかったと思われる。

表 5.5.7　刈り取り条件別ササ植被率の変化　（単位：%）

		試験区数	2003.11	2004.7	2004.11	2005.7	2005.11	2006.7
丸山	秋刈り	6	0	−20	−9	29	3	−27
	夏刈り	3	0	−25	−57	13	−42	23
	2回刈り	3	0	0	−17	33	−27	0
	刈り無し	2	0	10	5	23	20	5
原生花園	刈り有り	4	0	−10	−30	−25	−6	−8
	刈り無し	4	0	0	−4	−2	9	−8

刈り取り時期　刈り取り前　処理後１年目　処理後２年目

注１）変化量は 2003 年 11 月を基準とした

注２）原生花園は年により刈り取り時期が異なるために、刈り取り１年目のデータには色付けしていない

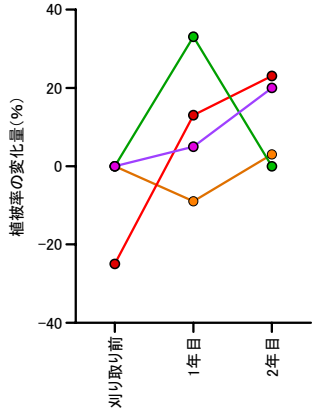


図 5.5.11　丸山周辺における刈り取り条件別植被率の推移

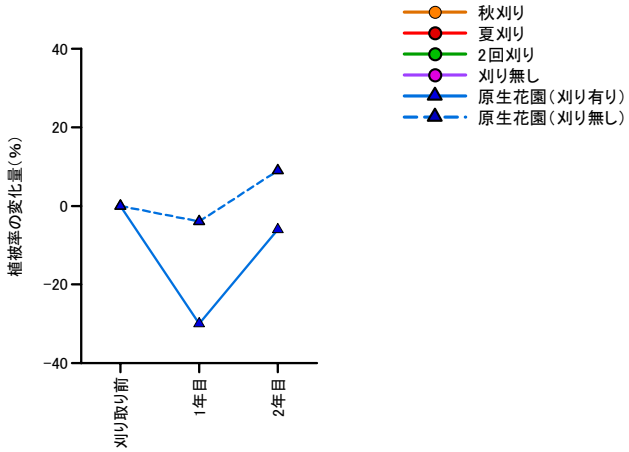


図 5.5.12　原生花園における刈り取り条件別植被率の推移

注１）変化量はいずれも、2003 年 11 月の値を基準として算出した

注２）刈り取り前：夏刈り区は 2004 年 7 月、その他は 2003 年 11 月

4）葉面積

表 5.5.8 にササの刈り取り時期と葉量調査の実施状況を示す。葉量調査は、2004 年 7 月から実施している。このため、丸山の秋刈り区・2 回刈り区、原生花園の刈り取り区は刈り取り前の葉量のデータがない。これに留意して、葉量の変化を考察した。

表 5.5.8　刈り取り時期とササ葉量調査の実施状況

		7月	8月	9月	10月	11月
丸山	2003年					×
	2004年	●×				● ×
	2005年	●	×			● ×
原生花園	2003年					×
	2004年	●	×			●
	2005年	●				●×

●:調査　×:刈り取り

表 5.5.9　各試験区における葉量調査の考察の視点

	試験区	2005年データの位置づけ	考察の視点		
			刈り取り開始前のデータ	視点	比較対象
丸山	秋刈り	初回刈り取り後2年目	03年11月*	刈り取りを継続すると一定の傾向がみられたか	04年7月－06年7月
	夏刈り	初回刈り取り後1年目	03年11月*、04年7月	開始前と比較して変化したか	04年7月－06年7月
	2回刈り	最初の2回刈り終了後1年目	03年11月*	最初の秋刈り後と比較して変化したか	04年7月－06年7月
原生花園	刈り有り	初回刈り取り後2年目	2003年11月*	刈り取りを継続すると一定の傾向がみられたか	04年7月－06年7月

注）05 年は夏刈を 8 月末に実施し、11 月のデータは刈り取り直後の状態にある．そのため、05 年 11 月のデータは、夏刈り区と 2 回刈り区では過去データとの比較には適さない．

①ササ葉面積の推移

表 5.5.10～11、図 5.5.13 および図 5.5.14 は刈り取り後の各期間におけるササ葉面積の推移を示す。

＜丸山＞　刈り有り区　＞　刈り無し区

丸山では夏刈り区以外では初期値となる刈り取り前のデータが無いため 1 年目を基準とすると、増加傾向にあった。刈り無し区では横ばいであった。夏刈り区では刈り取り後 1 年目は減少したが、2 年目には刈り取り前の葉量まで増加した。

＜原生花園＞　刈り有り区　＝　刈り無し区

刈り取り 1 年目には刈り有り区・刈り無し区とも同程度の量であったが、2 年目には刈り無し区でその減少幅が大きかった。3 年目には刈り無し区で回復したため、刈り取りによる差が見られなくなっている。

以上から、原生花園では刈り無し区との差はほとんどなかった。丸山においても夏刈り区は一度減少した後に 2 年目には回復していた。秋刈り区および 2 回刈り区は初期値が無いので断定できないが、増加傾向にあることから、他の刈り取り区同様に、刈り取りの影響により当初葉量が少なかったものの、減少した葉量が回復している過程であると予想される。

表 5.5.10　刈り取り条件別の各処理期間におけるササ葉面積（単位：㎠/㎡）　丸山周辺

	刈り取り前	1年目夏	2年目夏	3年目夏
秋刈り	ー	5,057	7,181	9,671
夏刈り	11,523	7,791	12,407	
2回刈り	ー	7,140	9,189	11,599
刈り無し	ー	14,616	13,307	14,135

表 5.5.11　刈り取り条件別の各処理期間におけるササ葉面積（単位：㎠/㎡）原生花園

	1年目夏	2年目夏	3年目夏
刈り有り区	9324	8099	6398
刈り無し区	9609	5150	7317

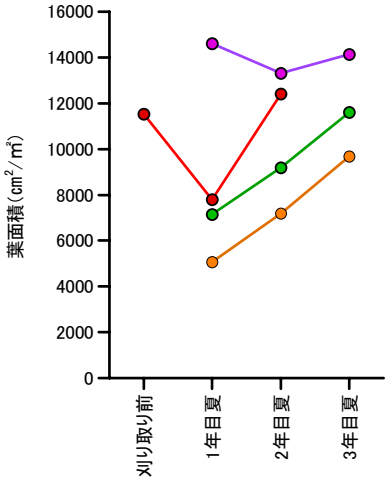


図 5.5.13　丸山周辺における各期間での刈り取り条件別ササ葉面積の推移

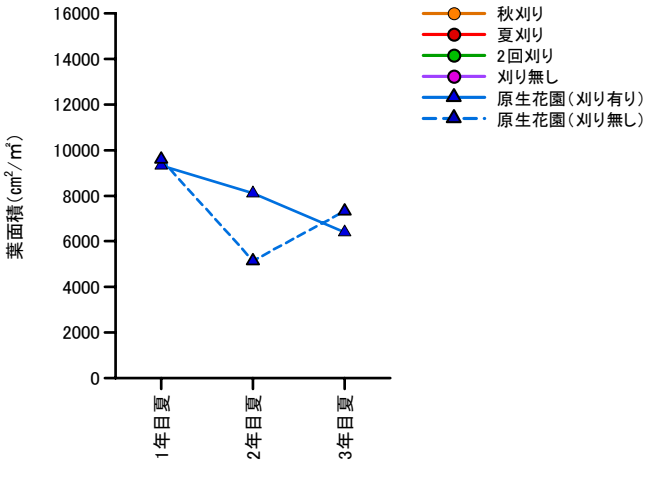


図 5.5.14　原生花園における各期間での刈り取り条件別ササ葉面積の推移

注）変化量ではない

②刈り取り時期の違いによるササ生育量抑制効果

これまでの整理から、葉面積が直接光合成量を左右するため、この変化がササの生育量をみる指標として適していると考えられる。図 5.5.15～16 は初期値として用いている 2004 年 7 月と刈り取り後の 2006 年 7 月における 1 ㎡当りササ葉量の関係を示したものである（丸山夏刈りのみ、刈り取り前のデータとなる）。盛夏の 7 月のササの量で比較すると、丸山ではササ葉量は秋刈りおよび 2 回刈りでは増加していた。夏刈り区では地点により異なり、試験地 7 の夏刈り区では減少していた。刈り無し区では横ばいもしくはやや減少した。

一方、原生花園では刈り取りの違いによる明瞭な傾向がみられず、側溝脇および採掘跡地脇では刈り取りにより減少、内陸では増加となった。

これらのことから、刈り取りによる葉量の抑制は、刈り取り直後にはみられるものの一時的なものであり、刈り取りを続けても次第に回復してくると考えられる。

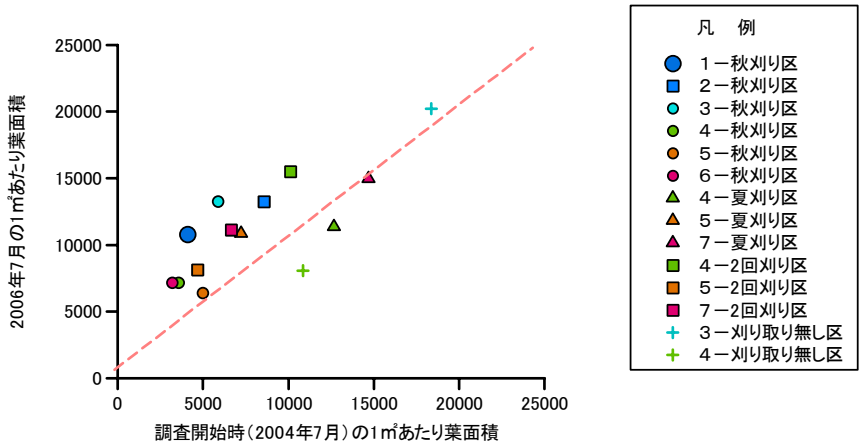


図 5.5.15　調査開始時（2004 年 7 月）と調査終了時（2006 年 7 月）の 1 ㎡当りササ葉量の関係（丸山周辺）

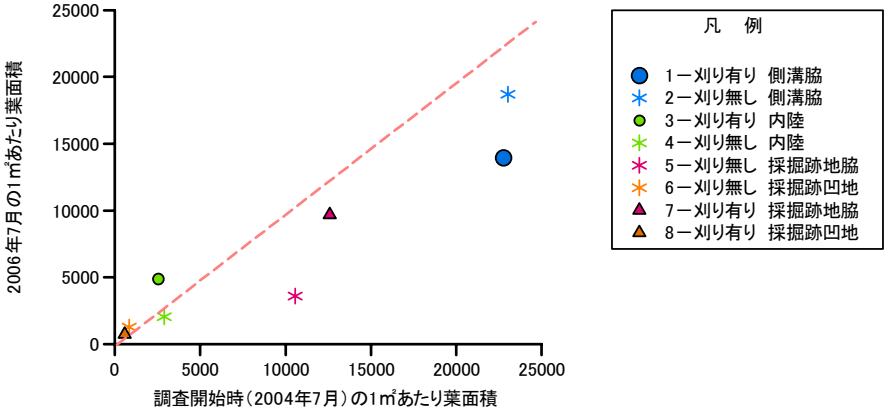


図 5.5.16　調査開始時（2004 年 7 月）と調査終了時（2006 年 7 月）の 1 ㎡当りササ葉量の関係（原生花園）

図 5.5.17 に平均高の変化量と１㎡あたりササ葉面積の変化量を示す。刈り取りにより平均高はほとんどの地点で低下したが、ササ葉面積はほとんどの地点で増加した。丸山で低下したのは試験地４の夏刈り区のみであった。

全体に刈り取りにより平均高が低下することから、刈り取りによる樹勢の抑制効果は高いといえる。しかし、葉面積自体は、刈り取りにより葉芽の形成が促進され、光合成量を補おうとしているものと思われ、多くの地点で減少しなかった。

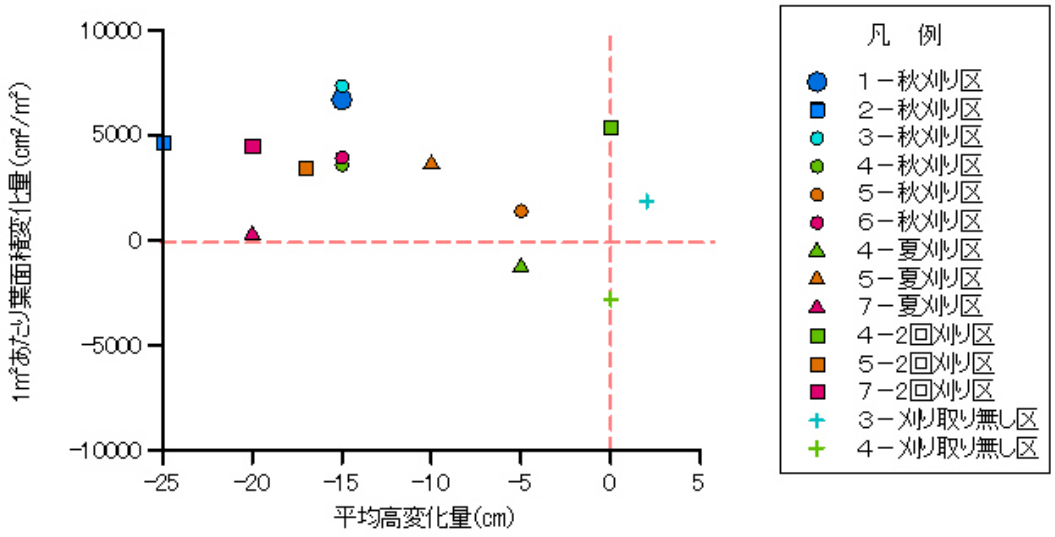


図 5.5.17　調査期間を通した丸山における平均高の変化量と１㎡当りササ葉面積の変化量

（２）他の植物への影響

１）出現種数

表5.5.13および図5.5.18～19は刈り取り条件別出現種数の推移を出現種数の変化を示したものである。これは、2004 年 7 月の値を「0」として、出現種数の変化量を表したものである。原生花園と丸山の両試験地において、2004 年では夏に多く、秋に少ない傾向が見られ、2005 年も夏には種数が増加した。秋に出現種数が少ないのは、枯死して確認できない種があるためであると思われる。このため、表 5.5.12 に示す考察の視点に基づいて、夏の出現種数を比較した。

丸山では刈り無し区を含む全ての試験区で 2004 年よりも 2005 年で増加していた。ただし、夏刈り区では若干増加量が少なかった。

原生花園では、刈り有り区と刈り無し区ともに増加している。このことから、刈り取りにより種数が増加したのではなく、全体に種数が増加したものの、夏刈り区ではその増加が抑えられたと考えられる。

表 5.5.12　各試験区における出現種数（植生調査）結果の考察の視点

	試験区	2006年データの位置づけ	考察の視点		
			刈り取り開始前のデータ	視点	比較対象
丸山	秋刈り	初回刈り取り後3年目	03年11月*	刈り取りを継続すると一定の傾向がみられたか	04年7月－06年7月
	夏刈り	初回刈り取り後2年目	03年11月*、04年7月	開始前と比較して変化したか	04年7月－06年7月
	2回刈り	最初の2回刈り終了後2年目	03年11月*	最初の秋刈り後と比較して変化したか	04年7月－06年7月
原生花園	刈り有り	初回刈り取り後2年目	2003年11月*	刈り取りを継続すると一定の傾向がみられたか	04年7月－06年7月

注）03 年 11 月の植生調査データ：秋季で既に枯れが多いため比較に十分なデータでない

表 5.5.13　刈り取り条件別出現種数の推移

（単位・種）

		試験区数	2003.11	2004.7	2004.11	2005.7	2006.7
丸山	秋刈り	6	−1.2	0	−2.7	2.2	1.3
	夏刈り	3	0.0	0	−0.3	0.7	0.7
	2回刈り	3	−2.3	0	−1.7	1.3	1.3
	刈り無し	2	−2.0	0	−2.5	4.0	4.5
原生花園	刈り有り	4	−1.8	0	−4.3	2.0	2.8
	刈り無し	4	−0.8	0	−2.8	1.3	1.5

刈り取り時期　刈り取り前　処理後 1 年目　処理後 2 年目

注）変化量は 2004 年 7 月を基準とした

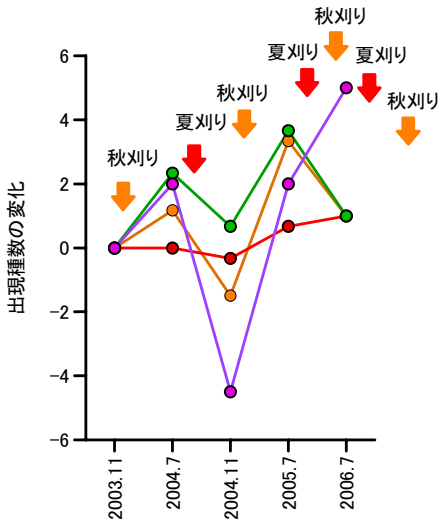


図 5.5.18　丸山における刈り取り条件別出現種数の変化

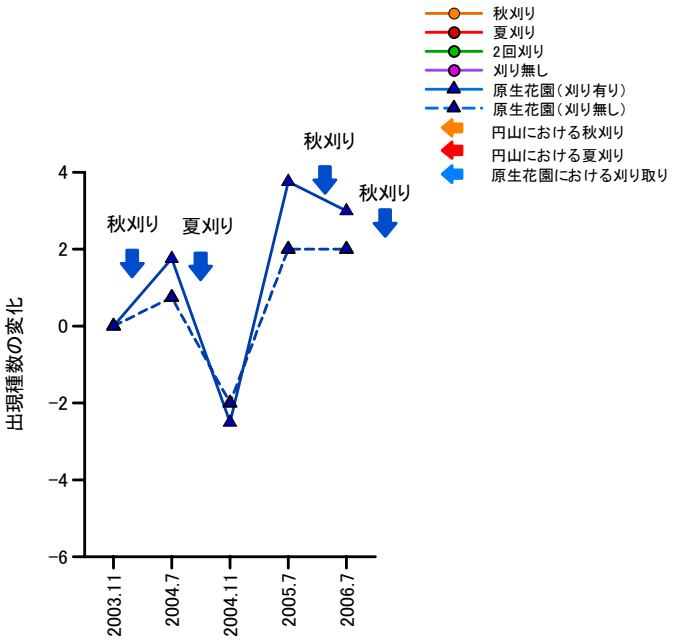


図 5.5.19　原生花園における出現種数の変化

注）いずれも、2003 年 11 月を基準とした

２）開花結実への影響

①出現種の開花・結実状況

丸山および原生花園において開花・結実した種を表 5.5.14～15 に示す。また、丸山における刈り取り条件別の開花・結実状況を集合図として示したものを図 5.5.20 および図 5.5.21 に示した。なお、2003 年 11 月にも調査を行っているが、秋調査時には多くの植物が枯死しているため、2004 年 7 月以降のデータを用いた。

丸山では、刈り取り無し区のみで開花・結実していたのは小型草本のショウジョウバカマとモウセンゴケだけであり、多くの種が刈り取りを行っても開花・結実していた。刈り取りを行っても開花・結実していた種の多くは低茎木本と高茎草本だった。ホロムイツツジ（低茎木本）とホロムイスゲ（高茎草本）は刈り取りを行ったすべての条件で開花・結実していた。

原生花園では、刈り取り無し区のみで開花・結実していたのは、小型草本のコツマトリソウとミツバオウレン、低茎木本のヤチヤナギ、エゾイソツツジ、ホロムイイチゴだった。その他多くの種が刈り取りを行っても開花・結実していた。原生花園では、ササの植被率が非常に低い試験区もあるため、小型草本も比較的多く開花・結実していた。

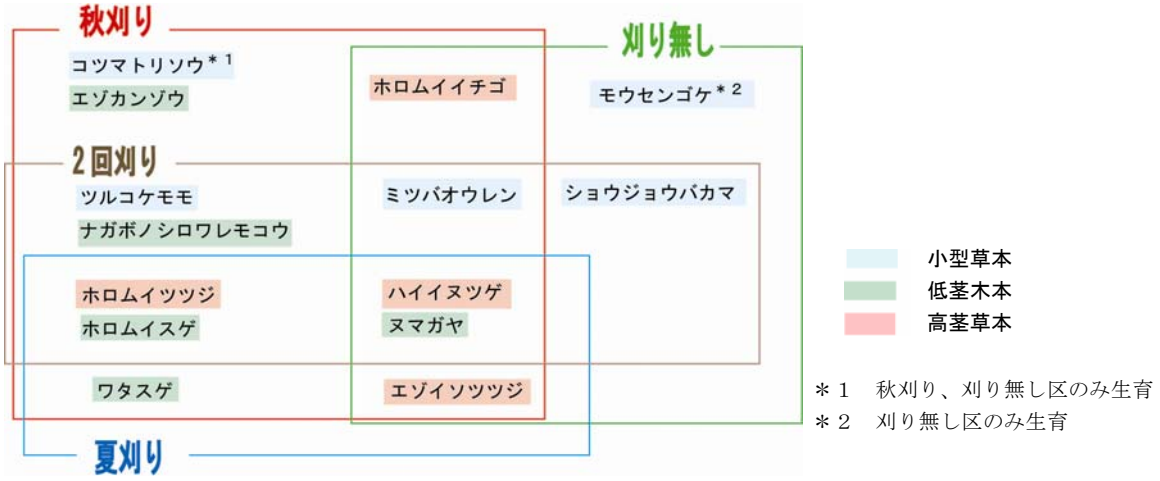


図 5.5.20　丸山における条件別開花・結実状況（2004～2006 年）

図 5.5.21　原生花園における条件別開花・結実状況（2004～2006）

表 5.5.14　丸山における開花・結実状況の変化

	種名	花期（月）	平均高(cm)	1－秋刈り区	2－秋刈り区	3－秋刈り区	4－秋刈り区	5－秋刈り区	6－秋刈り区	4－夏刈り区	5－夏刈り区	7－夏刈り区	4－2回刈り区	5－2回刈り区	7－2回刈り区	3－刈りなし区	4－刈りなし区	対照区1	対照区2
小型植物	ﾀﾃﾔﾏﾘﾝﾄﾞｳ	5-6	10																☆
	ｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｶﾏ	5-6	10	・						・			☆				○	・	
	ﾋﾒｼｬｸﾅｹﾞ	5下旬-7	10																□
	ﾐﾂﾊﾞｵｳﾚﾝ	6-7	7					★	☆	・		・		◎	・	☆	●		
	ｺﾂﾏﾄﾘｿｳ	6-7	8	■	●	★	☆	☆								・	・	■	・
	ﾂﾙｺｹﾓﾓ	6下旬-7	16	・	・	●	・	□	・	★	・	・	☆	□	・	☆	★	・	□
	ﾄｷｿｳ	7	6																☆
	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ	7	20																■
	ﾓｳｾﾝｺﾞｹ	7-8	12														■	■	□
	ｳﾒﾊﾞﾁｿｳ	8-9	1																●
低茎木本	ﾔﾁﾔﾅｷﾞ	4-5	29		・	・		・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	●	・
	ﾎﾛﾑｲﾂﾂｼﾞ	5-6	17		・			☆	☆		★	◎		☆	★				・
	ﾎﾛﾑｲｲﾁｺﾞ	6-7	16	・	・	・	◎		・	・		・	・		・	・	☆	・	
	ﾊｲｲﾇﾂｹﾞ	6-7	18	・	☆	・				☆			・	□	・	・	☆		
	ｴﾘﾞｲｿﾂﾂｼﾞ	6-7	22		・			☆	☆	・	・	○	・	・			□		
	ｶﾞﾝｺｳﾗﾝ	4-6	17					・	・		・	・		・	・				・
高茎植物	ﾜﾀｽｹﾞ	4-5	28						★		☆			・			◎		
	ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ	6	37	□	□	・	□	○	★	★	・	□	・	☆	☆	・		□	●
	ｴﾘﾞｶﾝｿﾞｳ	6下旬-7	31	☆	◎	☆	☆	・	・					・			・		■
	ﾀﾁｷﾞﾎﾞｳｼ	7-8	26	・		・	・						・		・	・	・	■	・
	ﾇﾏｶﾞﾔ	8-9	41	■	■	■	■	■	■	■	■	・	●	●	●	■	■	■	■
	ﾅｶﾞﾎﾞﾉｼﾛﾜﾚﾓｺｳ	8-9	45	★	■	・	★					・	・			□	・	・	・
	ｻﾜｷﾞｷｮｳ	8-9	65															■	
	ﾎﾛﾑｲﾘﾝﾄﾞｳ	9-10	65															■	
	ﾐｽﾞﾊﾞｼｮｳ	4-5	20				・												
	ﾊﾞｲｹｲｿｳ	6-7	47										・			・			
	ﾖｼ	8-9	80										・						
	ｺｶﾞﾈｷﾞｸ	8-9	14	・													・	・	
2004年	開花・結実数			3	4	2	2	3	1	1	1	2	1	3	1	2	5	8	8
	出現種数			9	12	8	8	9	14	11	8	11	13	11	10	10	14	15	17
	開花・結実種数/出現種数			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	0.5	0.5
	開花・結実種数/出現種数 平均			0.26						0.13			0.15			0.28		0.50	
2005年	開花・結実数			2	3	1	4	5	3	1	1	3	2	5	1	3	5	1	5
	新たに開花・結実した種			1	2	1	3	3	3	1	1	1	2	3	1	2	3	0	2
	出現種数			8	12	10	9	7	10	7	6	8	12	9	7	13	11	12	14
	開花・結実種数/出現種数			0.3	0.3	0.1	0.4	0.7	0.3	0.1	0.2	0.4	0.2	0.6	0.1	0.2	0.5	0.1	0.4
	開花・結実種数/出現種数 平均			0.34						0.23			0.29			0.34		0.22	
2006年	開花・結実数			5	4	3	5	6	6	4	3	1	2	4	2	4	6	7	8
	新たに開花・結実した種			1	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0
	出現種数			11	10	10	9	10	11	9	8	10	12	11	10	11	15	13	16
	開花・結実種数/出現種数			0.5	0.4	0.3	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5
	開花・結実種数/出現種数 平均			0.48						0.31			0.24			0.38		0.52	

注）出現種数はシダ植物・コケ類を除く開花する高等植物のみとした

●：2004年に開花・結実
◎：2005年に開花・結実
○：2004、2005年の両年とも開花・結実
★：2006年に開花・結実
☆：2005、2006年の両年とも開花・結実
■：2004、2006年の両年に開花・結実
□：全年度とも開花・結実
：2006年において調査区内に存在しない

表 5.5.15　原生花園における開花・結実状況の変化

	種名	花期（月）	平均高(cm)	地点名							
				1－刈り有り　側溝脇	2－刈り無し　側溝脇	3－刈り有り　内陸	4－刈り無し　内陸	7－刈り有り　採掘跡地脇	5－刈り無し　採掘跡地脇	8－刈り有り　採掘跡凹地	6－刈り無し　採掘跡凹地
小型植物	ｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｶﾏ	5-6	6	・		・	・				
	ﾋﾒｼｬｸﾅｹﾞ	5下旬-7	9			・	●	・		○	
	ｺﾂﾏﾄﾘｿｳ	6-7	4			・	★	・			
	ﾐﾂﾊﾞｵｳﾚﾝ	6-7	5			・	◎	・			
	ﾂﾙｺｹﾓﾓ	6下旬-7	8			・	・	・		◎	・
	ｺﾊﾞﾉﾄﾝﾎﾞｿｳ	7	25							◎	
	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ	7	15			☆	◎			●	■
	ﾓｳｾﾝｺﾞｹ	7-8	12			□	□	□		○	●
	ｳﾒﾊﾞﾁｿｳ	8-9	5			●				●	
低茎木本	ﾔﾁﾔﾅｷﾞ	4-5	28	・	□	・	・	・	・	・	・
	ｶﾞﾝｺｳﾗﾝ	4-6	13			・	・	★	・	・	・
	ﾎﾛﾑｲﾂﾂｼﾞ	5-6	20		・	・	・	●	☆	・	・
	ｴｿﾞｲｿﾂﾂｼﾞ	6-7	15	・	・	・	●	・	・		
	ﾊｲｲﾇﾂｹﾞ	6-7	27	□	□	□	□	☆			
	ﾎﾛﾑｲｲﾁｺﾞ	6-7	18		・			・	●	・	
高茎草本	ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ	6	28		●	◎	○	●		◎	□
	ﾜﾀｽｹﾞ	4-5	23	・		○	・	◎			
	ｴｿﾞｶﾝｿﾞｳ	6下旬-7	36	★	○	・	★	◎	・	・	
	ﾀﾁｷﾞﾎﾞｳｼ	7-8	19			・		・		・	・
	ﾅｶﾞﾎﾞﾉｼﾛﾜﾚﾓｺｳ	8-9	26			・	●	★		・	
	ﾇﾏｶﾞﾔ	8-9	33	■	・	■	■	★	■	・	■
	ｺｶﾞﾈｷﾞｸ	8-9	28			★	・	★		・	
2004年	開花・結実数			2	4	5	7	3	2	4	4
	出現種数			7	7	15	14	17	6	10	9
	開花・結実種数/出現種数			0.3	0.6	0.3	0.5	0.2	0.3	0.4	0.4
2005年	開花・結実数			1	3	5	5	4	1	5	1
	新たに開花・結実した種			0	0	1	2	3	1	3	0
	出現種数			6	6	17	14	16	5	13	6
	開花・結実種数/出現種数			0.2	0.5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2
2006年	開花・結実数			3	2	5	6	6	2	8	4
	新たに開花・結実した種			1	0	1	3	4	0	0	1
	出現種数			7	8	20	18	18	7	15	9
	開花・結実種数/出現種数			0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4

注）出現種数はシダ植物・コケ類を除く開花する高等植物のみとした

●：2004年に開花・結実

◎：2005年に開花・結実

○：2004、2005年の両年とも開花・結実

★：2006年に開花・結実

☆：2005、2006年の両年とも開花・結実

■：2004、2006年の両年に開花・結実

□：全年度とも開花・結実

：2006年において調査区内に存在しない

②出現種のサイズ別開花・結実割合

図 5.5.22～23 に丸山および原生花園における開花・結実割合の推移を示す。原生花園では刈り取りによる違いはみられなかったが、丸山では秋刈り区において開花・結実割合が増加した。また、夏刈り区および２回刈り区でもわずかに増加したが、試験地７の夏刈り区では減少した。

図 5.5.24 にサイズ別の開花結実割合を示す。小型植物では明瞭な結果がみられなかったが、高茎植物では刈り取りによりいずれも開花・結実割合が増加した。これらの種のうち、小型植物は、上層のササが少なくなることにより下層の照度が上がり、光合成量が増加し開花・結実が増えたものと思われるが、減少した試験区もあり、傾向は明瞭ではなかった。これは種によって耐陰性が異なるために、反応が異なるためと思われる。低茎木本も同様であった。

一方、高茎植物ではエゾカンゾウやナガボノシロワレモコウなどが見られるが、これらもササが刈られることにより光合成量が増加し、成長に有利になる。特に、これらの生育の好適環境は中間湿原などのような本来ササの生育しない日当たりの良い場所である。従って、ササの生育するところでは被陰により生育が抑制されていると考えられる。

なお、2005 年はエゾカンゾウが多量に開花したため、開花株数の調査も行った。詳細は図 5.5.25～26 に示す。この調査の結果、エゾカンゾウの開花株数は秋刈り区のみで多かった。夏刈り区と 2 回刈り区では刈り取り時期と成長期が重なるため、秋刈り区のみで開花が多く見られたものと考えられる。翌年の開花のために光合成産物を貯蔵する必要があるが、夏刈りによって地上部がササとともに刈り取られ、光合成産物を十分に蓄えられなかった可能性があり、高茎の植物に対しては刈り取り時期を選ぶ必要があると考えられる。

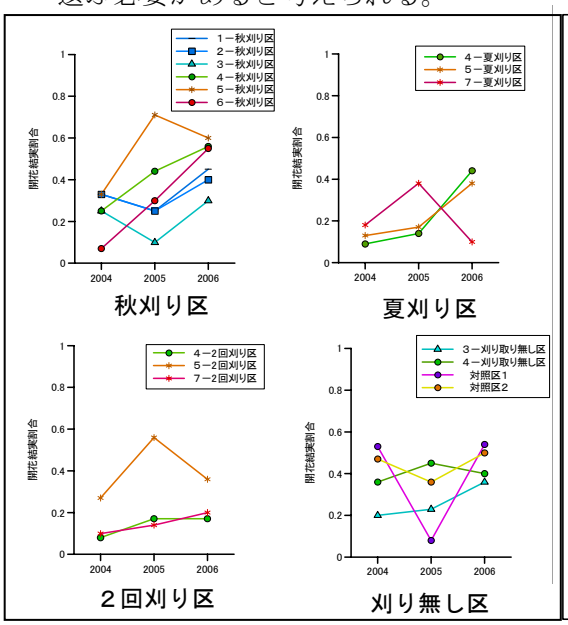


図 5.5.22　丸山における開花結実割合の推移

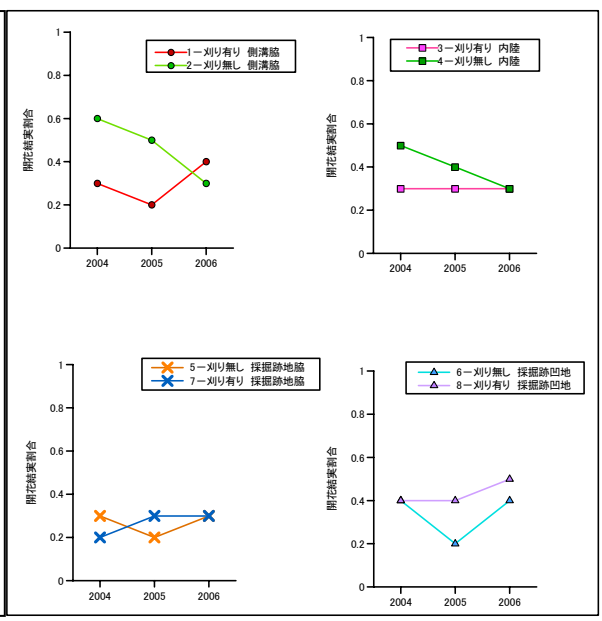


図 5.5.23　原生花園における開花結実割合の推移

注）開花結実割合＝開花･結実種数／出現種数
ただし、出現種数はシダ植物・コケ類を除く開花する高等植物のみとした

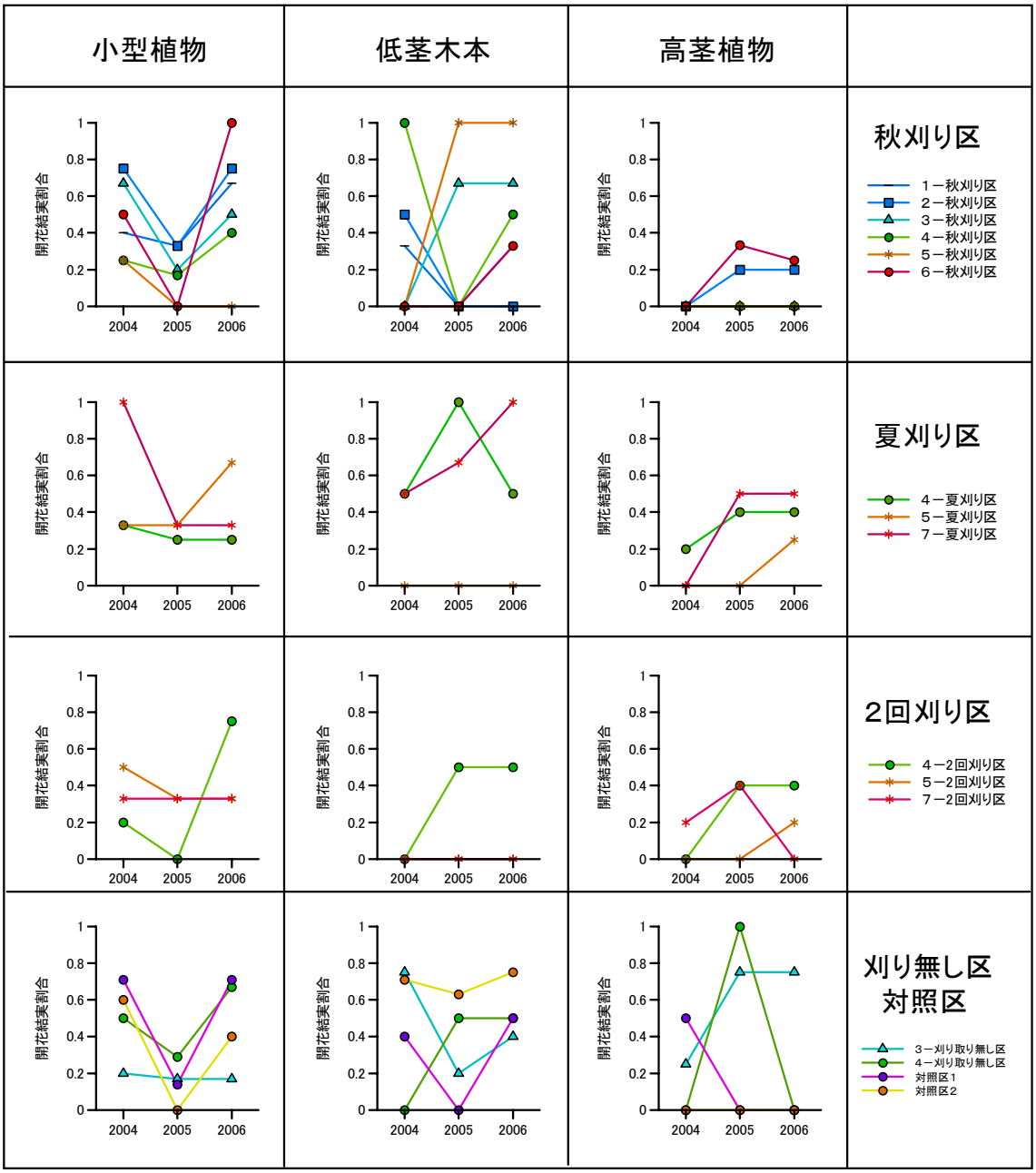


図 5.5.24　丸山におけるサイズ別開花結実割合

注）開花結実割合＝開花･結実種数／出現種数
ただし、出現種数はシダ植物・コケ類を除く開花する高等植物のみとした

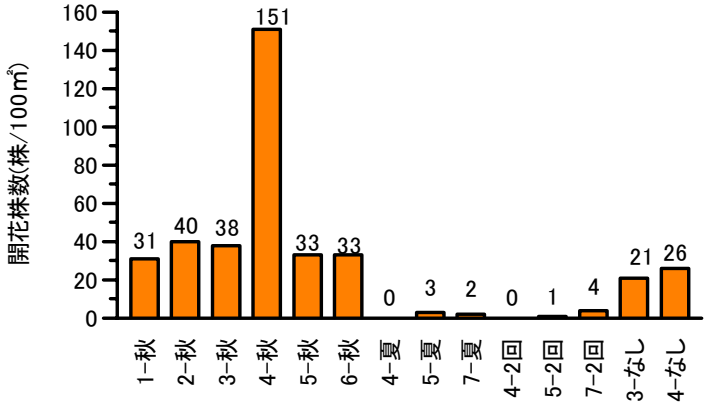


図 5.5.25　丸山におけるエゾカンゾウの開花株数

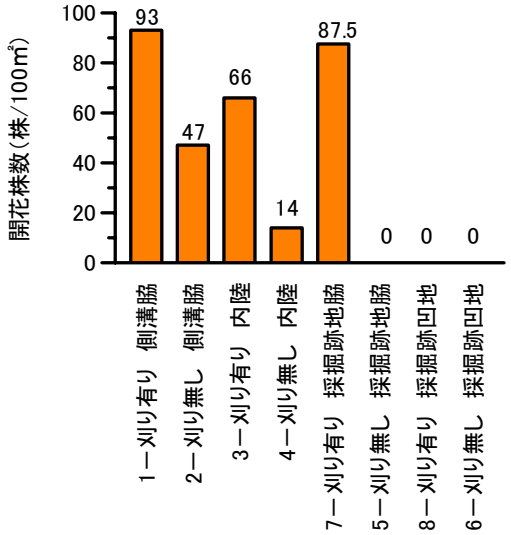


図 5.5.26　原生花園におけるエゾカンゾウ開花株数

＜エゾカンゾウ開花株数調査＞

各試験区を中心とする 10m×10mの方形区内のエゾカンゾウの開花株数を計測した。調査は 2006 年 7 月 5 日～8 日に行った。

- 秋に刈り取りを行った秋刈り区と原生花園の刈り有り区では、開花株数が刈り無し区より多かった。
- 夏季に刈り取りを行った夏刈り区・2 回刈り区は刈り無し区より開花株数は少なかった。

→秋刈りはエゾカンゾウの開花を促進し、夏刈りは抑制すると考えられる。

（３）効果的な刈り取り時期・回数の検討

これまでの結果から、ササの刈り取りはササの平均高を抑制すること、葉面積は抑制できないか逆に増加させることが明らかになった。刈り取りの効果を表 5.5.16 に示す。

表 5.5.16　刈り取りによるササの生育抑制効果

調査項目	丸山			原生花園
	秋刈り	夏刈り	2回刈り	刈り有り
平均高	◎	○	○	◎
稈数	▲	×	×	―
葉面積	▲	―	▲	―

注）効果大　⇔　効果なし ⇔ 逆効果
◎　○　　―　　▲　×

一方、他の植物は刈り取りにより高茎草本を中心に開花結実割合が増した。特に秋刈りでこの傾向がみられた。秋刈りを行うと、ササが葉を十分に成長させた盛夏の葉量を減少させることはできないが、秋の刈り取り後に新たに葉を広げて成長させる春～初夏の間は葉量が少ない。この間は、他の植物が光を十分使うことができ生育に良い環境となること、成長期に刈り取られることがないため生育を阻害することが少ないことが有利に働いていると考えられる。特に、サロベツの重要な観光資源であるエゾカンゾウの開花株数は、夏刈りを行った試験区で少なく、秋刈り区で最も多かった。

以上から、刈り取りは、ササの生育を極端に抑制することはできないため、現時点では乾燥化の有効な対策とは言えず、生育域の拡大を抑えるために実施する手段として位置づけられる。また、秋の刈り取りは他の植物の生育に有利になるため、秋刈りを継続することが最も効果的であると考えられる。

６．丸山道路周辺の乾燥化対策およびビジターセンター移転後の跡地対策

本章の要約

■１　丸山道路側溝に関する検討

＜丸山道路および側溝の影響＞

・湿原から道路側溝への水の流出により側溝周辺の地下水位が低下し、地盤沈下と植生の変化を引き起こした。

＜対策＞

・側溝堰上げによる側溝周辺の地下水位の上昇を検討した。しかし、側溝上流からの栄養塩を含んだ水が湿原に流入することが懸念された。それを阻止するために、側溝上流からの栄養塩流入抑制対策を検討した。

■２　ビジターセンター移転後の跡地対策に関する検討

＜ビジターセンター敷地の現況＞

・盛土がなされており、放置すれば湿原には路傍や空き地などに生育する植物の繁茂が懸念された。

・盛土は約４ｍの厚さで堆積しており、盛土を全て取り除くと池ができると予想された。

＜対策＞

・湿原には異質な乾性の植物が生育せずに、湿性の植物が生育できる水位条件になるように盛土の一部を剥ぎ取ることを検討した。適切な剥ぎ取り厚および土壌・根茎の移入の必要性を把握するために、土砂剥ぎ取り試験を実施した。

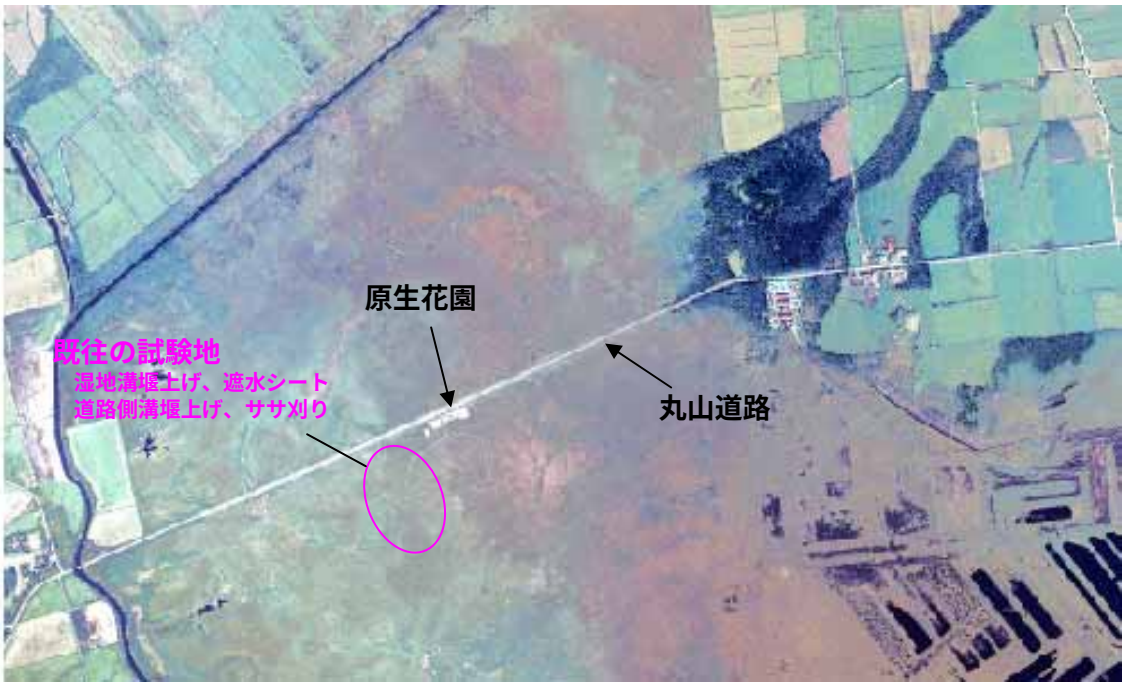


図 6.1　調査検討箇所

6.1　調査・検討の概要

6.1.1　丸山道路周辺の乾燥化対策

（1）現況把握および現象と要因の関係把握

平成 14 年度から平成 15 年度にかけて、地下水位、植物、道路の構造などを調査した。湿原から道路側溝への排水が、植生の変化に影響していると考えられた。また、道路側溝では上流から栄養塩類が流入していることが確認された。

（2）対策の検討

上記の結果および既往の対策試験の結果を受けて、対策の方向性として「遮水シートの設置」、「ササ刈り払い」、「側溝堰上げ」、「上流からの栄養塩対策」が挙げられた。「遮水シートの設置」は効果に疑問があることが指摘され、さらに「側溝の堰上げ」は上流からの栄養塩が湿原内に流出することが懸念されたため見送られた。そこで「上流からの栄養塩の流入の防止策」と「ササの刈り取り」について検討を行った。「上流からの栄養塩の流入の防止策」については、平成 17 年度に側溝への流入箇所と側溝の断面勾配を確認した上で、転流や浄化施設の設置などの方向性を検討した。

6.1.2　ビジターセンター移転後の跡地対策

（1）現況把握および現象と要因の関係把握

平成 16 年度から、丸山道路に接する原生花園ビジターセンターの移転が計画され、移転後の敷地の修復対策の検討も行われた。まず、ボーリング、透水試験、土質と水質の分析を行い、盛土部が湿原に与える影響を検討した。

（2）対策の検討

ビジターセンター敷地は、盛土がなされており、放置すれば湿原には異質な植物の繁茂が懸念される。一方で、盛土をすべて排除すると水面が形成し、やはり高層湿原植生とは異なる植生が成立すると予想される。このような条件のもとに適切な修復対策を検討するために、平成 17～18 年に土砂剥ぎ取り試験が行われた。また、土砂を剥ぎ取ることによる周囲の地下水位への影響も検討した。

調査検討のフローを図 6.1.1 に示した。

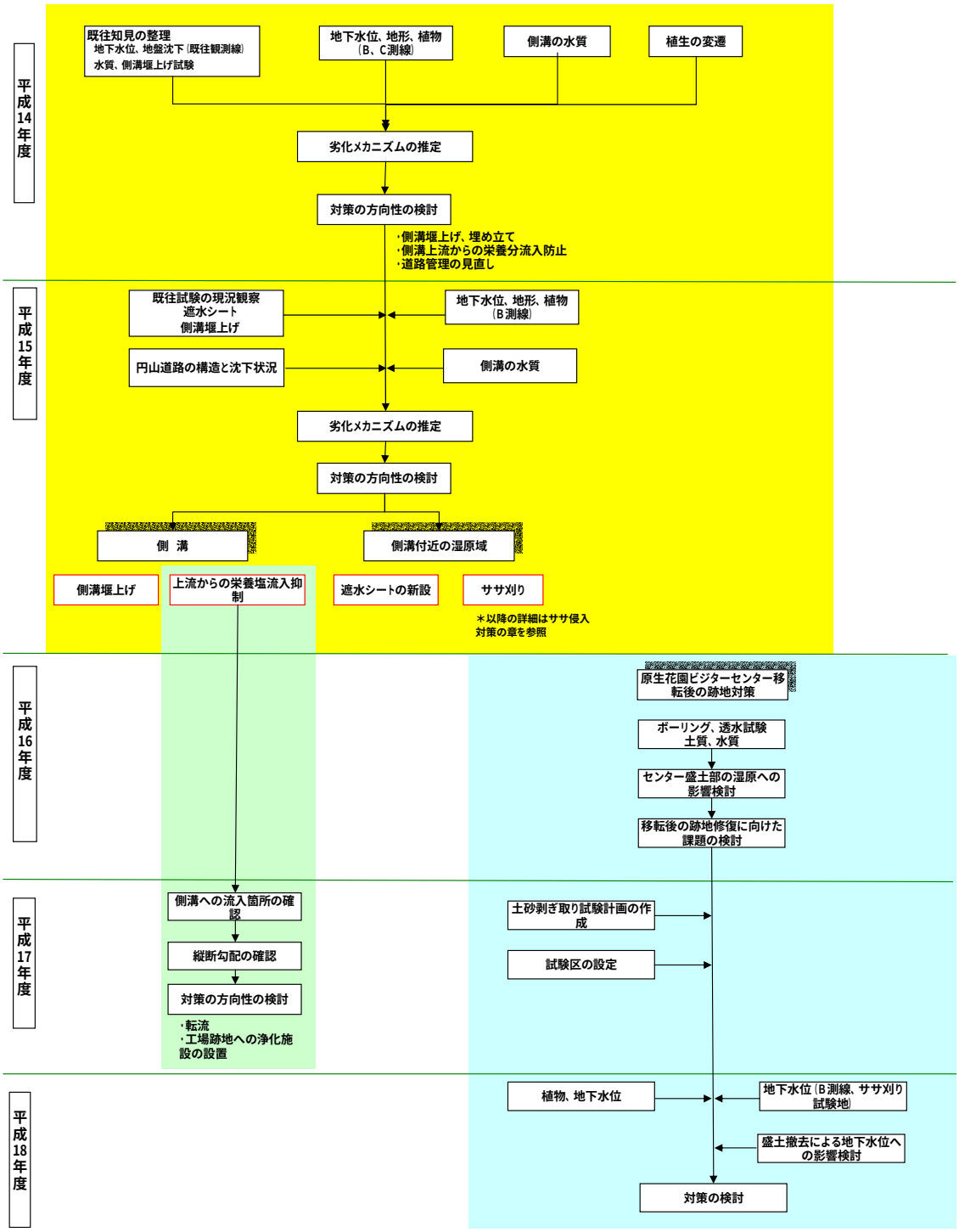


図 6.1.1　丸山道路周辺における調査・検討の経緯

6.2　丸山道路周辺の乾燥化対策

6.2.1　現況把握および現象と要因の関係把握

本節の要約

■丸山道路および側溝の影響

・ 湿原から道路側溝への水の流出により側溝周辺の地下水位が低下し、地盤沈下と植生の変化を引き起こしていた。

・ 道路側溝では上流から栄養塩類が流入しており、側溝のみならず湿原内に拡散していた。

・ 側溝に沿って富栄養な立地を好むヨシとイワノガリヤスが分布していた。また、道路の北側では道路から 60mまで、南側では 40mまでやや湿原内ではやや乾燥した立地に生育するヌマガヤとヤチヤナギが優占しており、湿潤な立地に生育するミズゴケ類やミカヅキグサはこれ以遠に生育していた。

■既往の対策試験

・ 道路側溝への水分の流出を軽減するため、道路南側の側溝の堰上げが行われた。

・ 道路側溝と湿地溝への水分の流出を抑制して比較的広い範囲にわたって地下水位を上げるために遮水シートが設置された。

（1） 丸山道路の構造と沈下状況

丸山道路の路面は南側に傾動しており、随所に亀裂も認められる（図 6.2.1）。これは、道路南側に歩道が設置されており、北側より大きな盛土が行われているためと考えられる（図 6.2.2）。また、断面図に示されているように、路面からの排水は、直接または排水ドレーンを介して南北の側溝に流れ込む構造になっている。したがって、冬季の積雪対策としての融雪剤などの影響は、道路側溝の水質に直接的に作用するものと考えられる。（文献ｂ）

北

南

図 6.2.1　丸山道路の路面にみられる亀裂（原生花園側から丸山方向を望む）

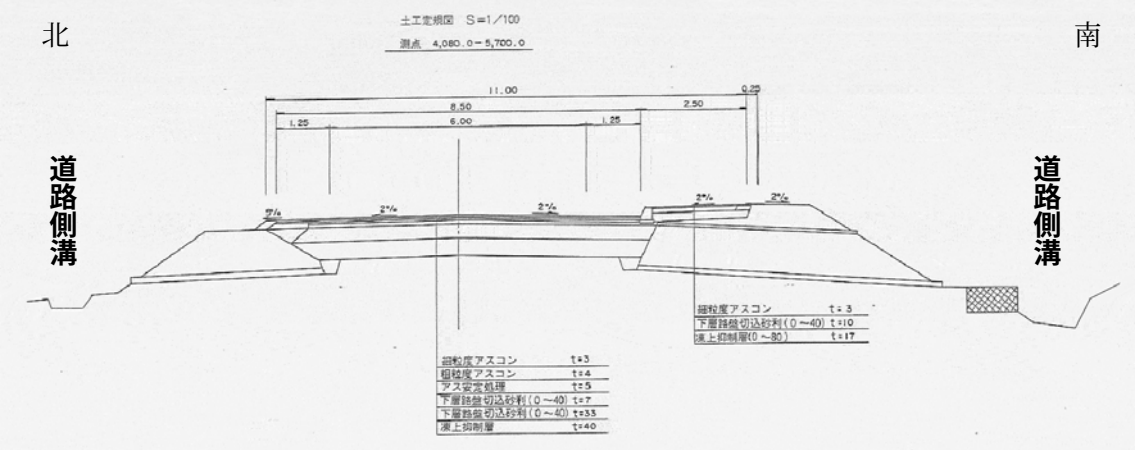


図 6.2.2　丸山道路盛土の標準断面（道路台帳より転載・加筆）

（2） 丸山道路周辺の地下水位

2002 年冬季からの連続観測結果によると、地下水位は道路側溝に向かって傾斜しており（図 6.2.3)、B 測線縦断方向の地下水の流れは丸山道路近傍では道路側溝に向かっていることがわかる。このことは既往の調査でも確認されている。

丸山道路の南北を比較すると、南側に比べて北側の方が地下水位低下が顕著であり、地盤の沈下も著しい。南側から供給された地下水が道路の圧密沈下によって透水性が低下した基盤層に遮られる一方、地下水の供給が不足する道路の北側では側溝への排水によって乾燥化が促進されていることが示唆される。なお、2003 年は過去 10 年間における 4 月～8 月の降水量が 2 番目に少ない年であるため、平年よりも特に大きな地下水位変動が現れている可能性がある。（文献ｂ）

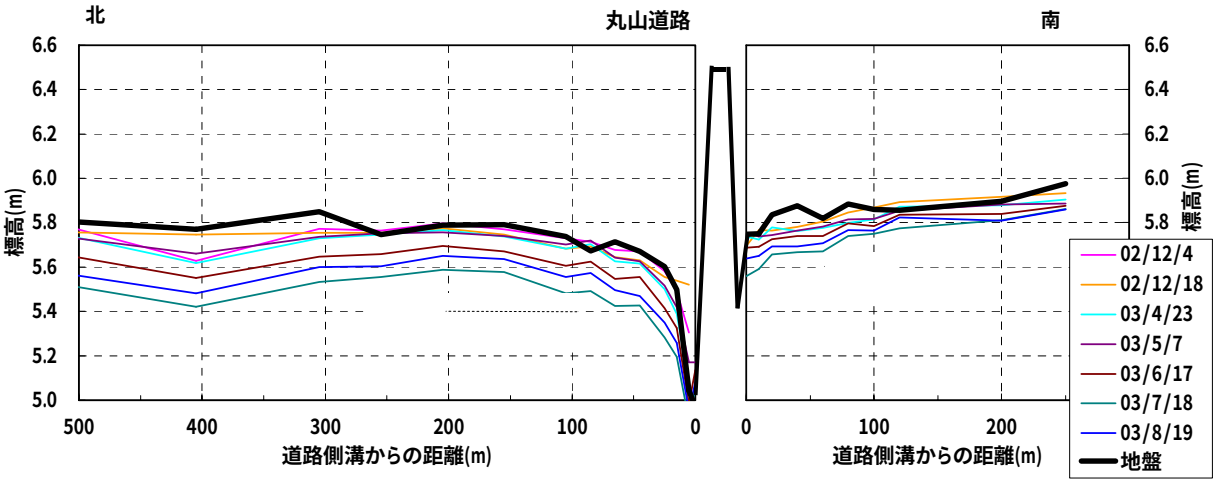


図 6.2.3　丸山道路周辺の地下水位の断面分布（B 側線）

（３）丸山道路側溝の水質

丸山道路の側溝を介してサロベツ湿原外部から流入し、湿原の劣化を促進させる物質を調べるために、丸山道路側溝とその周辺の土壌および表流水・地下水を分析した（調査期間：2003 年 10 月 6 日～9 日）。試料採取地点を図 6.2.4 に、分析項目および分析結果および既存研究における水質分析結果の一覧を表 6.2.1(1)～(3)に示す。SP-1 と SP-2 では、道路側溝から湿原への物質移行も把握するため、湿原内部における土壌・水質も分析した。

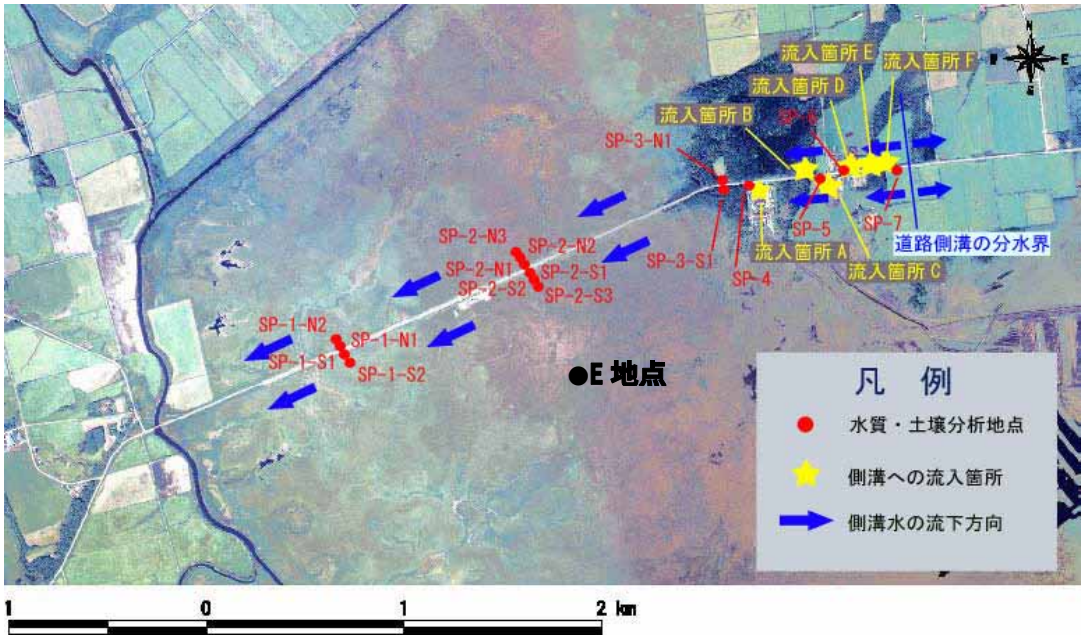


図 6.2.4　土壌・水質分析試料採取地点

各採取地点（測線）の選定理由を以下に示す。

SP-1：ビジターセンターの下流側。ビジターセンター等による影響の把握。

SP-2：ビジターセンターの上流側。

SP-3：丸山からサロベツ湿原への流入地点。

SP-4：泥炭採掘工場の排水口。

SP-5：酪農農家の排水口。

SP-6：堆肥置き場の排水口。

SP-7：道路側溝の分水界付近。後背地は農地（牧草）。

測線 SP-1～3 における各試料採取の条件（植生など）を以下に示す。なお、地下水は、地表を十数 cm 掘り下げ、掘削孔に溜まった水を採水した。（文献ｂ）

SP-1-S1 および N1：側溝内

SP-1-S2 および N2：側溝より湿原側に位置するササが生えている地点（N2：側溝より 20m 湿原側、S2：側溝より 30m 湿原側）

SP-2-S1 および N1：側溝内

SP-2-S2 および N2：側溝より湿原側に位置するヨシが生えている地点（N2：側溝より 5m 湿原側、S2：側溝より 6m 湿原側）

SP-2-S3 および N3：S2・N2 より湿原側に位置するミズゴケが生えている地点（N3：側溝より 20m 湿原側、S3：側溝より 20m 湿原側）

SP-3-S1 および N1：側溝内

SP-4～7　　：側溝内

表 6.2.1(1)　分析結果一覧（表流水・地下水）

分析項目		北側側溝		南側側溝		北側側溝			南側側溝			北側側溝	南側側溝	南側側溝		北側側溝	南側側溝
		SP-1-N1	SP-1-N2	SP-1-S1	SP-1-S2	SP-2-N1	SP-2-N2	SP-2-N3	SP-2-S1	SP-2-S2	SP-2-S3	SP-3-N1	SP-3-S1	SP-4	SP-5	SP-6	SP-7
水素イオン濃度	(Ph)	6.3	5.5	5.8	4.6	6.1	4.6	4.3	6.3	5.1	4.6	6.1	6.8	6.5	3.8	7.3	6.4
(測定時水温)	(℃)	(23.1)	(22.9)	(22.7)	(22.7)	(22.7)	(22.7)	(22.6)	(22.6)	(22.9)	(23.1)	(23.1)	(23.2)	(23.2)	(23.2)	(23.2)	(23.2)
浮遊物質量	(SS)	5.6	163	6.5	474	1.6	816	753	64.0	633	653	22.0	10.2	6.6	338	4830	3.8
溶存酸素量	(DO)	2.8	1.2	1.6	1.9	4.5	2.7	3.1	1.2	0.5	N.D.	3.1	3.0	1.4	4.7	0.7	5.0
大腸菌群数		62	780	3700	1300	120	19000	1400	60	2100	12000	360	15	14	74	10000	290
窒素含有量	(T-N)	1.1	6.5	1.5	13.8	1.3	14.6	14.7	3.6	13.4	13.9	3.0	1.5	1.2	32.5	111	2.5
有機体窒素	(O-N)	0.7	5.4	0.9	10.5	0.7	11.6	12.3	2.8	11.4	11.4	2.2	0.7	0.7	5.7	77.9	1.9
アンモニア性窒素	(NH_4-N)	0.2	0.8	0.4	2.2	0.2	1.6	1.6	0.4	1.5	1.1	0.4	0.4	0.2	0.7	31.9	0.2
硝酸性窒素	(NO_3^--N)	0.2	0.3	0.2	1.1	0.4	1.4	0.8	0.4	0.5	1.4	0.4	0.4	0.3	26.1	1.2	0.4
亜硝酸性窒素	(NO_2^--N)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.02	0.04	0.61	N.D.
燐含有量	(T-P)	N.D.	0.22	0.03	0.34	0.03	0.50	0.41	0.16	0.23	0.69	0.43	0.14	0.12	1.75	24.9	0.16
リン酸態リン	(PO_4^{2-}-P)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.71	0.19	0.18	2.31	12.4	0.37
濁度		5.6	173	12.2	322	3.1	496	483	36.9	300	504	6.1	4.0	3.8	100	2000	1.2
ナトリウム	(Na^+)	12	14	11	11	13	11	10	18	11	9.8	31	16	15	36	54	5.1
カリウム	(K^+)	2.0	1.2	1.9	2.8	3.4	2.5	2.0	4.4	1.3	1.4	32	6.5	4.6	4.7	250	4.9
カルシウム	(Ca^{2+})	5.1	1.8	3.8	2.0	4.1	1.6	1.4	6.9	2.3	1.2	6.4	16	39	13	77	4.1
マグネシウム	(Mg^{2+})	4.2	2.1	3.5	3.1	4.3	3.2	3.0	7.4	5.0	2.8	5.8	8.1	6.0	19	65	2.4
塩素	(Cl^-)	18	15	17	16	18	14	14	31	18	13	42	21	17	26	160	8.4
硫酸イオン	(SO_4^{2-})	5.6	6.8	5.0	10	6.3	5.7	6.7	9.6	2.0	1.7	22	24	23	6.8	81	6.9
シリカ	(SiO_2)	5.3	0.7	5.1	0.7	4.8	2.3	1.7	11	1.4	2.7	5.9	14	10	43	25	7.5
全鉄	(total Fe)	0.8	2.2	0.9	3.9	1.3	4.0	2.5	1.9	3.2	3.0	1.9	1.5	1.0	12	92	0.1
全有機体炭素量	(TOC)	30	56	36	64	29	51	68	25	45	98	76	20	22	120	73	14
溶解性化学的酸素要求量		36.5	44.5	41.6	60.9	38.5	47.3	43.9	29.0	63.6	60.2	106	21.4	26.1	137	66.9	15.3
溶解性窒素含有量		0.6	1.6	1.1	1.6	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	1.3	2.6	1.0	1.2	28.1	30.1	1.3
溶解性燐含有量		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	0.36	0.09	0.09	0.68	3.92	0.15
溶解性全有機体炭素量		27	35	30	42	26	34	34	22	39	41	73	17	20	110	55	12
フミン酸	(Humic acid)	－	－	－	－	－	－	－	10	20	25	－	－	－	－	－	－

調査期間：2003 年 10 月 6 日～9 日

表 6.2.1(2)　分析結果一覧（土壌）

分析項目		北側側溝		南側側溝		北側側溝			南側側溝			北側側溝	南側側溝
		SP-1-N1	SP-1-N2	SP-1-S1	SP-1-S2	SP-2-N1	SP-2-N2	SP-2-N3	SP-2-S1	SP-2-S2	SP-2-S3	SP-3-N1	SP-3-S1
水素イオン濃度	(Ph)	5.3	6.1	6.1	4.6	6.3	4.9	4.5	5.8	5.9	4.9	6.2	6.7
(測定時水温)	(℃)	(22.3)	(22.3)	(22.1)	(22.3)	(22.4)	(22.2)	(22.6)	(22.0)	(22.2)	(22.1)	(22.3)	(22.1)
大腸菌群数		500	21	19	64	510	240	57	1900	2200	1100	1400	1600
窒素含有量	(T-N)	1.0	1.6	0.3	1.1	0.2	0.7	1.2	0.6	1.2	0.8	0.4	1.7
有機体窒素	(O-N)	0.3	0.6	N.D.	0.9	N.D.	0.2	0.2	N.D.	0.8	0.2	N.D.	1.0
アンモニア性窒素	(NH_4-N)	0.2	0.2	0.1	N.D.	N.D.	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.2	0.5
硝酸性窒素	(NO_3^--N)	0.5	0.8	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2
亜硝酸性窒素	(NO_2^--N)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
燐含有量	(T-P)	0.04	0.04	0.03	0.06	0.12	0.04	0.05	N.D.	0.08	0.05	0.17	0.17
リン酸態リン	(PO_4^{2-}-P)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.03
濁度		2.7	2.2	1.3	2.4	3.6	3.6	4.3	0.8	8.1	7.4	1.6	3.3
ナトリウム	(Na^+)	26	7.4	5.2	7.1	1.6	4.3	6.1	5.0	5.0	8.9	2.7	6.5
カリウム	(K^+)	1.6	2.0	0.5	2.4	0.3	0.7	1.1	1.8	0.6	0.6	1.5	7.6
カルシウム	(Ca^{2+})	1.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	1.2	0.5	0.5	0.6	7.1
マグネシウム	(Mg^{2+})	2.0	0.5	0.5	0.8	0.1	0.5	0.5	1.3	0.7	0.4	0.5	9.3
塩素	(Cl^-)	10	6.5	2.4	6.3	0.5	4.9	4.9	3.8	4.0	2.8	0.9	2.5
硫酸イオン	(SO_4^{2-})	38	3.7	4.5	7.1	0.2	1.3	4.5	12	0.8	4.4	3.2	63
シリカ	(SiO_2)	5.1	0.7	3.5	0.5	2.4	1.2	0.7	2.0	0.7	0.9	1.8	3.4
全鉄	(total Fe)	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6	0.3	1.1
全有機体炭素量	(TOC)	17	24	6	26	5	20	24	5	20	22	6	18
フミン酸	(Humic acid)	—	—	—	—	—	—	—	N.D.	9	14	—	—
含水率		93.6	90.2	87.4	90.7	28.1	89.8	91.9	78.3	89.3	89.5	53.5	67.2
強熱減量		68.1	76.3	65.7	88.1	60.7	27.1	80.6	10.5	68.2	67.6	39.4	41.2

調査期間：2003 年 10 月 6 日～9 日

表 6.2.1(3)　分析結果一覧（既往研究による水質分析結果）

分析項目		橘ほか (1996)				堀内ほか (1997)					橘ほか (2002)	
		雨水	E	WW	湿地溝	雨水	E	W'	湿地溝	道路側溝	雨水	砂丘内湿原
水素イオン濃度	(Ph)	4.8	4.6	4.9	6.5	4.6	4.6	4.6	6.7	5.8	4.0	4.1
(測定時水温)	(℃)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
浮遊物質量	(SS)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
溶存酸素量	(DO)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
大腸菌群数		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
窒素含有量	(T-N)	0.50	0.94	3.33	4.35	0.56	0.90	2.28	4.26	3.51(1.75)	0.52	0.42
有機体窒素	(O-N)	0.20	0.77	1.30	0.76	0.09	0.72	1.15	0.74	0.68	0.33	0.27
アンモニア性窒素	(NH_4-N)	0.12	0.17	2.03	3.59	0.273	0.181	1.111	3.635	1.075	0.07	0.02
硝酸性窒素	(NO_3^--N)	0.18	0.003	0.01	N.D.	0.259	0.004	0.008	0.003	N.D.	0.12	0.13
亜硝酸性窒素	(NO_2^--N)	N.D.	0.002	0.006	0.004	N.D.	0.002	0.004	0.003	N.D.	N.D.	N.D.
燐含有量	(T-P)	0.005	0.008	0.013	0.053	0.003	0.007	0.011	0.040	0.072(0.035)	0.006	0.011
リン酸態リン	(PO_4^{2-}-P)	0.001	0.002	0.005	0.038	0.002	0.002	0.003	0.029	0.003	0.002	0.005
濁度		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ナトリウム	(Na^+)	2.4	7.2	8.9	26.8	1.6	7.7	7.9	28.3	11.6	N.D.	4.5
カリウム	(K^+)	0.03	0.9	1.2	5.8	0.2	1.0	1.2	6.0	0.7	0.2	0.7
カルシウム	(Ca^{2+})	0.3	1.1	0.8	9.5	0.8	1.2	0.8	9.9	2.8	0.5	1.6
マグネシウム	(Mg^{2+})	0.2	1.0	0.9	12.4	0.3	1.2	1.2	11.6	2.8	0.2	0.8
塩素	(Cl^-)	5.1	15.8	18.1	19.4	1.6	16.6	18.7	18.9	20.2	0.8	6.1
硫酸イオン	(SO_4^{2-})	1.4	0.4	1.8	0.2	1.4	0.4	1.0	0.4	1.8	1.4	2.0
シリカ	(SiO_2)	2.7	4.7	12.2	36.3	1.7	5.2	6.7	36.2	9.1	0.4	2.6
全鉄	(total Fe)	<0.02	0.42	0.23	3.13	—	—	—	—	—	—	—
全有機体炭素量	(TOC)	N.D.	25.6	35.0	7.7	—	—	—	—	77.1	1.3	16.4
溶解性化学的酸素要求量		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
溶解性窒素含有量	(D-N)	0.50	0.94	3.33	4.35	0.56	0.90	2.28	4.26	1.75	0.52	0.42
溶解性燐含有量	(D-P)	0.005	0.008	0.013	0.053	0.003	0.007	0.011	0.040	0.035	0.006	0.011
溶解性全有機体炭素量		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
フミン酸	(Humic acid)	N.D.	35.4	51.8	15.0	0.1	37.1	39.3	13.9	35.4	—	—

調査期間：1993年3月7日～1995年11月17日
注1：T-NはD-Nの値を記載した。
注2：T-PはD-Pの値を記載した。
注3：O-NはDONの値を記載した。
注4：リン酸態リンはDRPの値を記載した。

調査期間：1993年3月7日～1996年11月23日
注1：道路側溝以外のT-NはD-Nの値を記載した。
注2：道路側溝のT-N括弧内はD-Nの値を記載した。
注3：道路側溝以外のT-PはD-Pの値を記載した。
注4：道路側溝のT-P（括弧内）はD-Nの値を記載した。
注5：O-NはDONの値を記載した。
注6：リン酸態リンはDRPの値を記載した。

調査期間：1998年5月29日～1998年10月31日
注1：T-NはD-Nの値を記載した。
注2：T-PはD-Pの値を記載した。
注3：O-NはDONの値を記載した。
注4：リン酸態リンはDRPの値を記載した。

丸山から側溝を介して湿原域に流入する物質の状況を把握するため、大腸菌群・窒素・リンの側溝方向（縦断方向）の濃度分布を図 6.2.5 に示す。

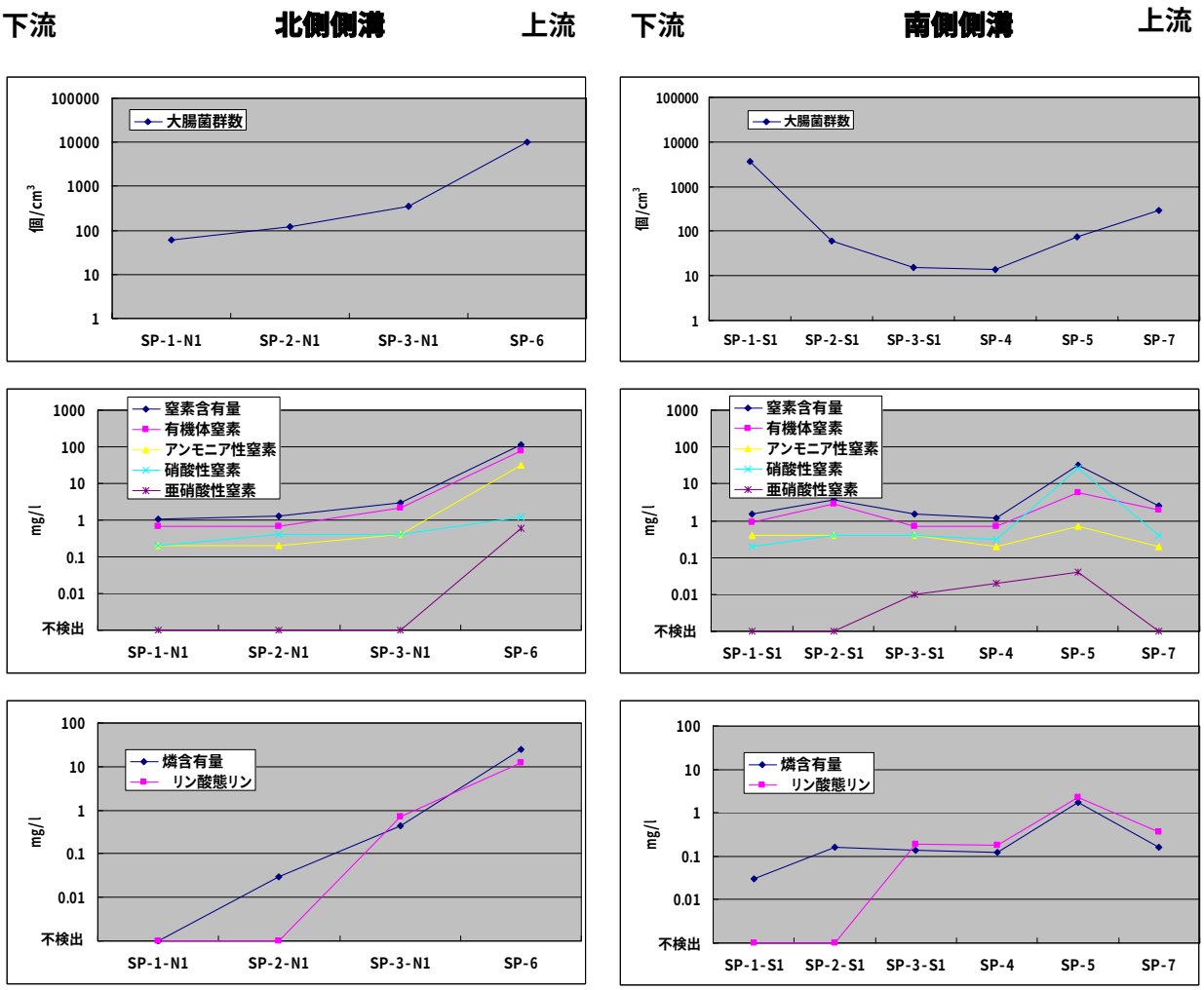


図 6.2.5　道路縦断方向の濃度分布

分析した各物質は、おおむね側溝上流側から下流側に向かって濃度が減少している。特に、南側側溝では、酪農農家の排水口がある SP-5 における大腸菌群・窒素・リンの濃度が高く、側溝の下流側に向かって濃度が低下していることから、これらの物質は側溝を介して湿原内に侵入しているものと考えられる。また、南側側溝では、原生花園の下流側（SP-1-S1）において大腸菌群数が増加していることから、併設されたトイレ等の施設からも大腸菌群が側溝に流れ込んでいると考えられる。（文献b）

次に、側溝水に含まれる物質の湿原内への拡散状況を確認するために、横断方向の濃度分布を調査した。SP-2 測線における大腸菌群の横断方向の濃度分布を図 6.2.6 に示す。

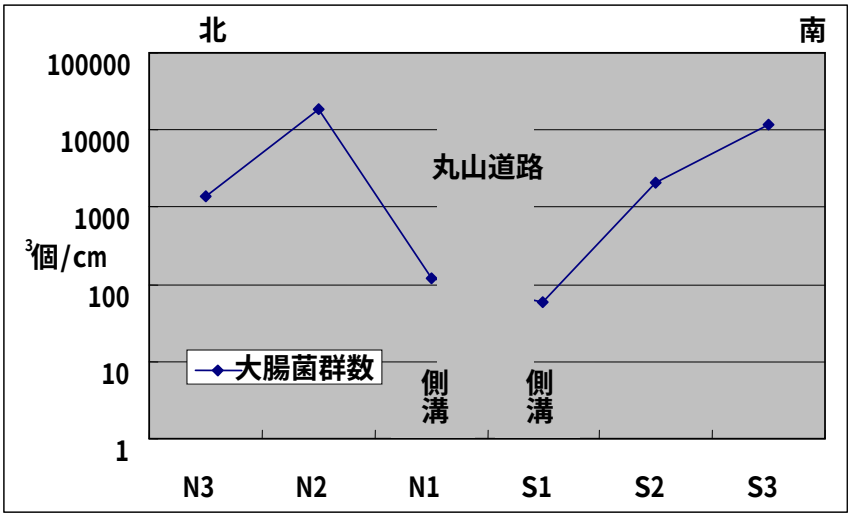


図 6.2.6　SP-2 測線方向の濃度分布（大腸菌群）

SP-2 測線における大腸菌群は丸山からの流入汚水に起因すると考えられるが、図 6.2.6 に示したとおり、側溝内だけでなく、側溝から 20m離れた高層湿原内（SP-2-N3 および SP-2-S3）でも大腸菌が検出されており、融雪期などに側溝水が溢水した際に、残留・蓄積されたものと推察される。なお、湿原内より側溝内の大腸菌群数が少ない理由としては、側溝水には多少の流れがあり、上流からの排水や雨水の流入状況に応じて菌群数が変化するためと考えられる。（文献ｂ）

次に、側溝水に含まれている富栄養化の原因物質が湿原内にどの程度拡散しているかを確認するために、窒素とリンの横断方向の濃度分布を図 6.2.7 に示す。

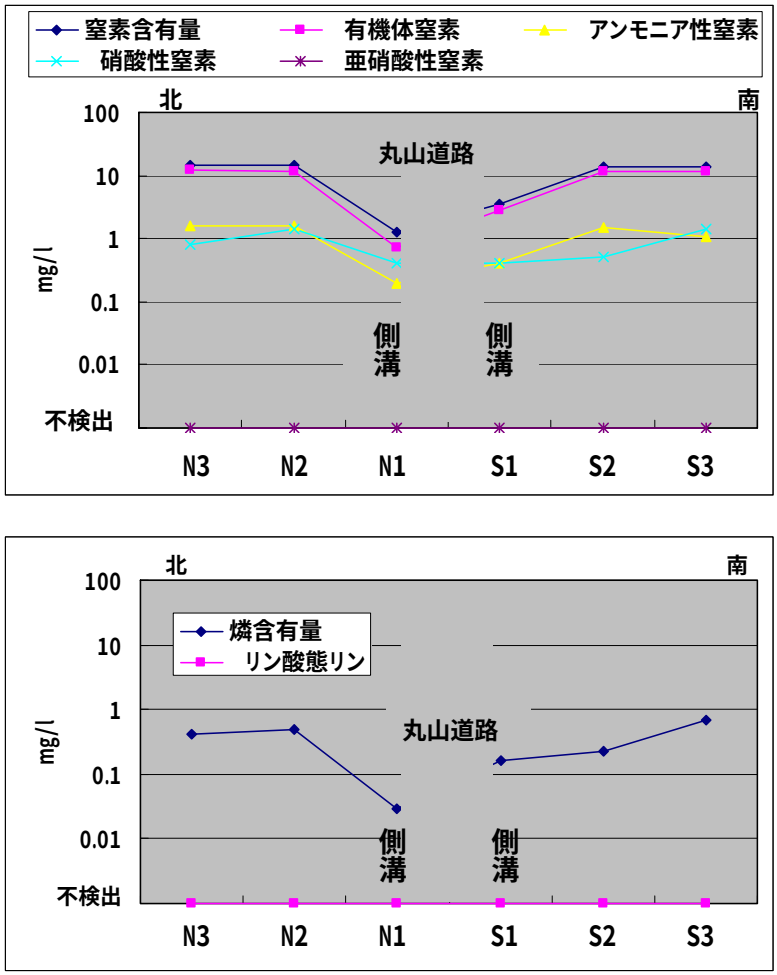


図 6.2.7　SP-2 測線方向の濃度分布（窒素・リン）

先に述べたとおり、大腸菌の検出状況から側溝水の溢水範囲が高層湿原内（SP2-N3、SP2－S3）まで及んでいることが示されており、図 6.2.7 で検出された窒素やリンには、側溝水によって運ばれたものが含まれていると考えられる。参考として、採取時期は異なるが、既往文献に示された湿原内部 E 地点（図 6.2.4 参照）の水質分析結果と比較した結果、硝酸性窒素は E 地点と比較して 2 桁以上多いのに対し、リン酸態リンはほとんど同じ濃度であった。

今回の分析によって、ヨシが生えている側溝の近傍（N2、S2）にとどまらず、高層湿原域（N3、S3）にまで富栄養化物質が侵入していることが明らかとなった。したがって、側溝水の溢水状況によっては、ヨシの生育域がさらに拡大する可能性が高く、今後、側溝の堰上げなどによる実証試験は、地下水位や水質などを慎重に考慮して実施する必要がある。また、丸山側からの流入排水対策も併せて検討することが重要である。

（文献ｂ）

（4）丸山道路周辺の植生

1）植生分布

航空写真判読により作成した植生区分図から、以下のことが読み取れた。

・ 丸山道路の側溝に沿って低層湿原植生（ヨシ－イワノガリヤス群落他）が帯状に分布している。分布は 1964 年当時からみられ、年代によって拡大、縮小している。なお、サロベツ湿原では、ヨシは水路沿いや、湿地溝、旧河川跡など流水の影響がある場所に分布する。高層湿原内では異質なものといえる。　（文献 a）

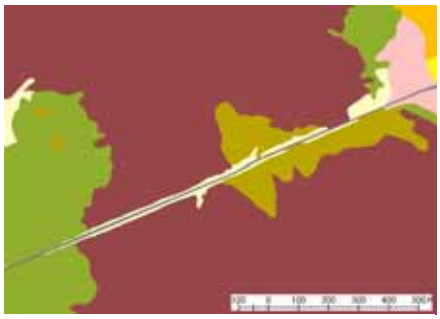


図 6.2.8　植生区分図（1964 年）

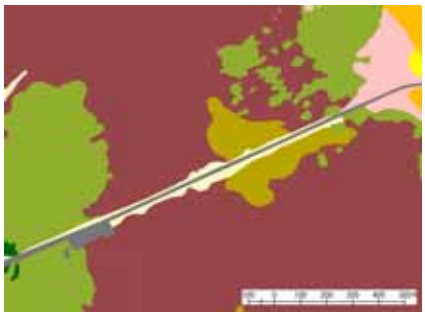


図 6.2.9　植生区分図（2000 年）

2）生育種

地下水位（地表面からの深度）と主要な植物の植被率をみると、丸山道路北側では道路より 60m付近までは地下水位が比較的低く、この範囲では中間湿原や高層湿原でもやや乾燥した立地に生育するヌマガヤとヤチヤナギが優占している（図 6.2.10）。湿潤な立地に生育するミズゴケ類やミカヅキグサは 80m以遠に生育している。これに対し道路南側では 40m以遠にミズゴケ類が生育している。南側は北側よりも地下水位が高く、道路からの距離による水位の違いが小さいことが、植生に影響していると考えられる。また、富栄養な立地を好むヨシとイワノガリヤスは北側・南側ともに道路側溝から 10mの範囲内に生育し、側溝からの水質の影響が 10m程度は及んでいることが伺える。　（文献ｂ）

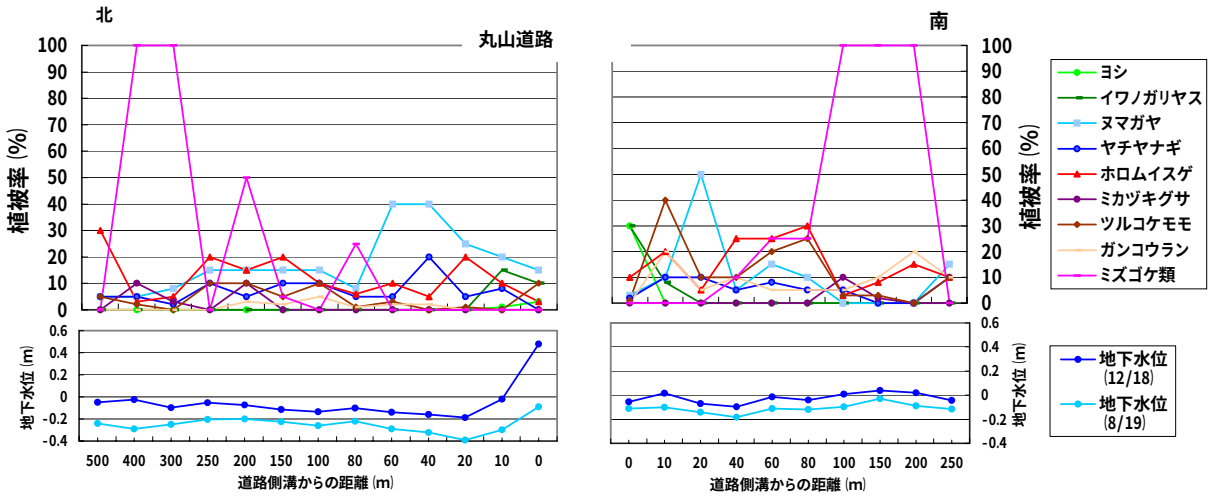


図 6.2.10　丸山道路周辺の地下水位と主要な種の植被率

（５）既往の対策試験

１）側溝の堰上げ

道路側溝が湿原に及ぼす影響を軽減するため、環境省により 1998 年から南側の側溝に堰板が複数設置された。その後のモニタリングの主な結果は以下のとおりである（井上/環境省、2002）。

・ 水位堰上げの効果によるとみられるササの広範囲の枯死が 1999 年春に認められた。
・ 枯死の範囲が下流から２番目の堰より上流側に分布していたことから、この堰による水位堰上げが影響したとみられた。ただし、その後行った地形測量の結果、地表面の高低と枯死の範囲に明瞭な関係は認められなかった。

（文献 a）

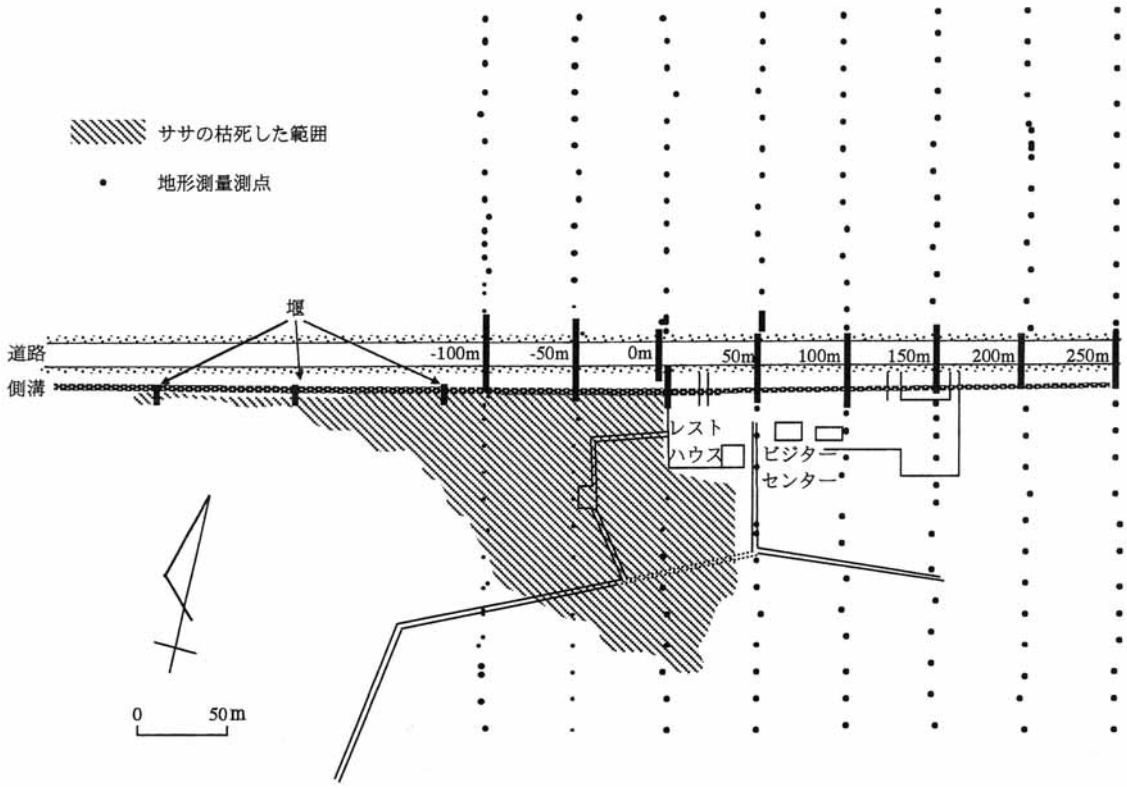


図 6.2.11　側溝堰上げ後にササが枯死した範囲（環境省、2002）

２）遮水シートの設置

1991 年の夏に道路側溝と湿地溝への水分の流出を抑制して比較的広い範囲にわたって地下水位を上げるために遮水シートが設置された。図 6.2.12 に示すように、W 点（サ

サの侵入する前線にあたる場所）と WW 点（ササの繁茂する乾燥化の進んだ場所）の中間部に遮水シートが設置された。遮水シートの効果を検証するために Ｗ´点が設けられ地下水位の連続観測が行われた。図 6.2.13 に示すように春季と秋季には地下水位が高く維持され、変動幅も E 点や W 点より小さいか同程度だったが、夏季には主に蒸発散によるものと思われる地下水位の比較的大きな低下があった。水位の変動幅は遮水壁設置前よりもやや小さくなったものの、ミズゴケ泥炭地である E 点やササ前線の W 点に較べると低下幅は大きく、水分環境の劇的な回復・改善をもたらすまでに至らなかった（井上/環境省、2002）。

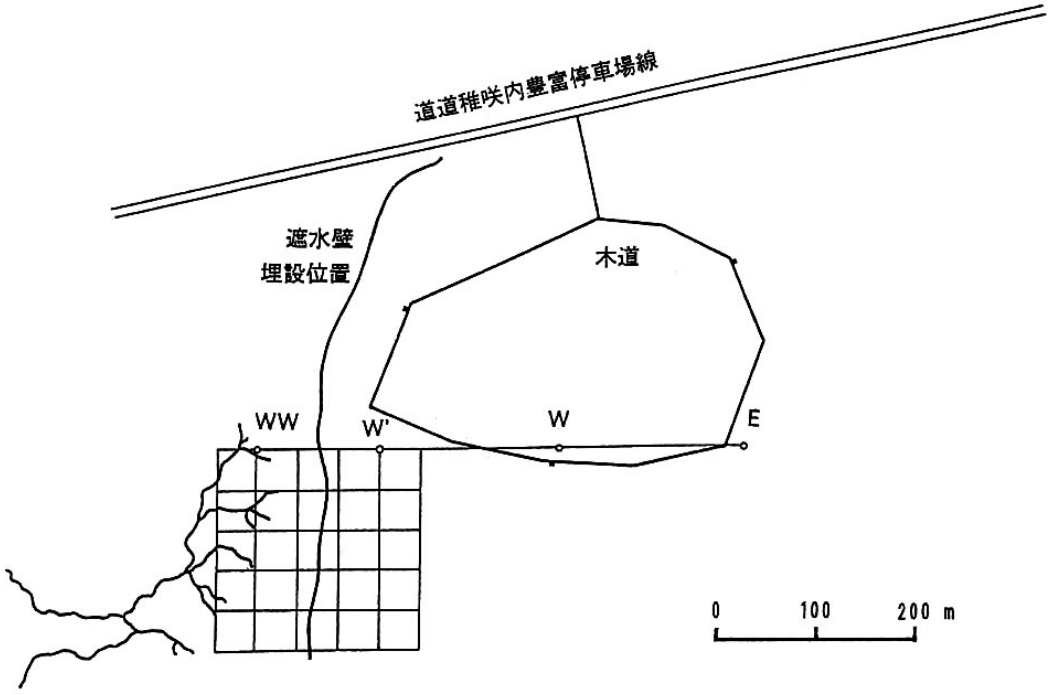
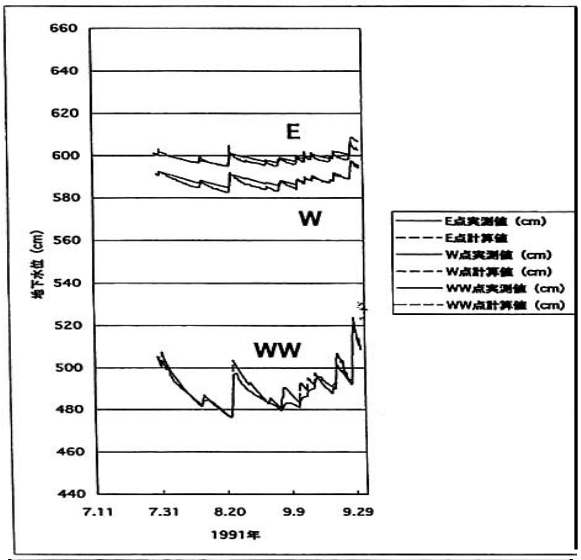
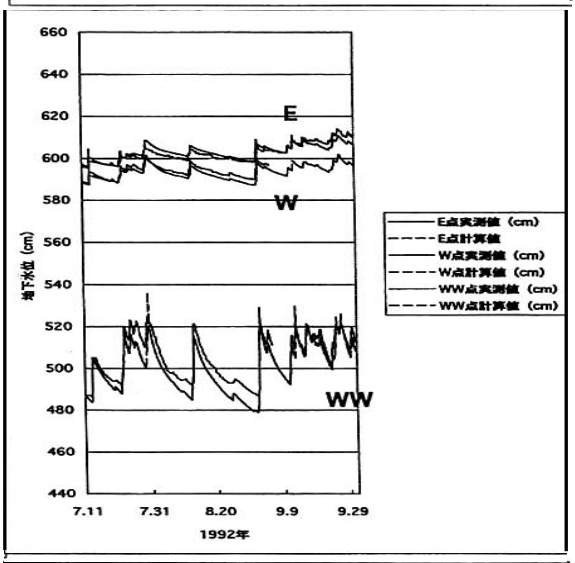


図 6.2.12 遮水シート設置位置





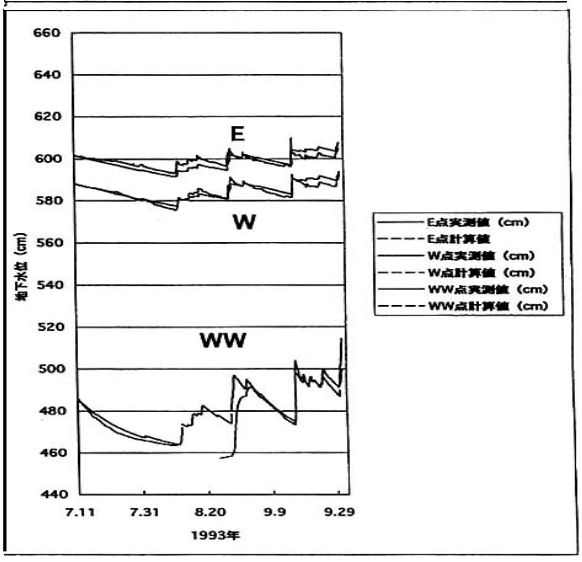


図 6.2.13　地下水位観測結果

6.2.2　対策の検討

本節の要約

- 対策の方向性として、遮水シートの新設、ササ刈り払い、側溝堰上げ、上流からの栄養塩対策が挙げられた。
- 遮水シートの設置は効果に疑問があることが指摘され、さらに側溝の堰上げは上流からの栄養塩が湿原内に流出することが懸念されたため見送られた。そこで上流からの栄養塩の流入の防止策とササの刈り取りについて検討を行った。

（1）対策の方向性

丸山道路周辺における劣化のメカニズムと対策案を図 6.2.14 に示す。丸山道路周辺では、道路側溝への排水によって湿原が乾燥化するとともに、さらには、道路側溝を通じた上流からの栄養分の流入、除雪などに伴う道路上からの栄養分の飛散によって湿原内に栄養分が供給されている可能性がある。これらの要因によって植生が変化する。また、湿原乾燥化対策として施された側溝の堰上げは、側溝周辺の地下水位低下を抑制する一方で、栄養分を含んだ側溝水を湿原内に拡げる可能性もある。

側溝の堰上げがササの生育抑制に一定の効果があることはすでに確認されているため、今後はマイナス面の影響を考慮して適正化を図るとともに、丸山方面からの栄養分の流入防止対策を施す必要がある。また、湿原内においてはササ刈り払いなどの対策を実施し、側溝堰上げとの相乗効果を図る。（文献b）

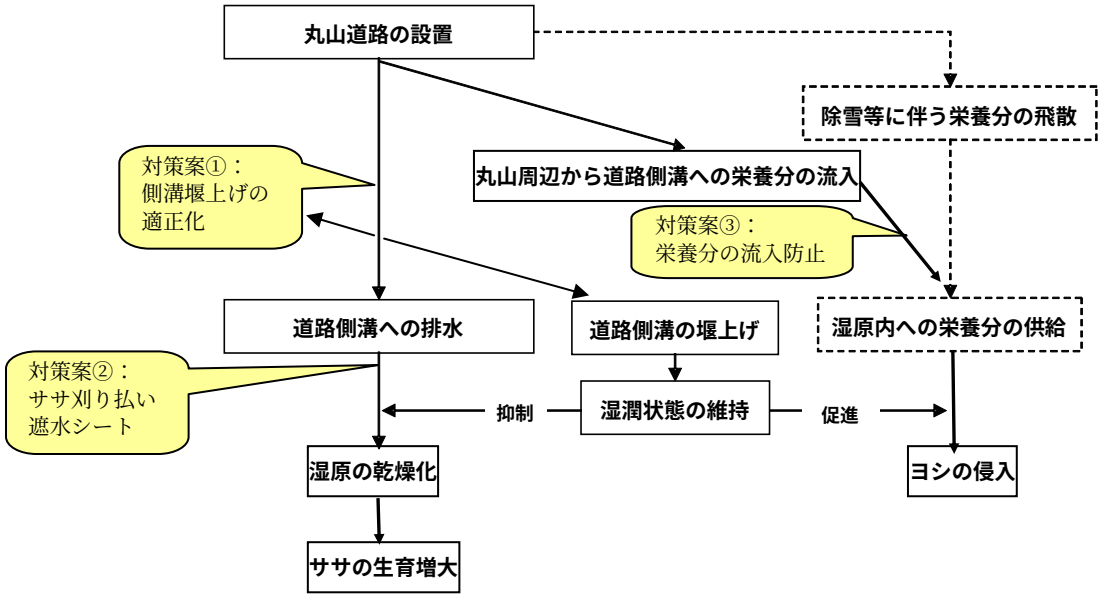


図 6.2.14 推定される劣化のメカニズムと対策案

具体的には以下のような対策の方向性が考えられる。原生花園の木道西側のササ拡大域を対象としたこれらの組み合わせを図 6.2.15 に示す。

① ササ刈り払い

ササを刈り払い、生育を直接抑制するとともに、蒸発散を抑えることで、遮水シートの涵養効果を高める。

② 側溝堰上げの適正化

すでに試行的に実施され、ササの生育抑制に一定の効果があることが確認された一方で、栄養塩を含んだ側溝水が湿原に流出して植生等に影響を与える可能性がある。十分な効果が得られ、かつ、悪影響が少ない適正な堰の高さ、位置を検討する。

③ 上流からの栄養塩対策

必要に応じ上流からの栄養塩の流入を防止する対策を検討する。

④ 遮水シートの新設

既往の遮水シートの東側に等高線に沿って新たな遮水シートを設置し、側溝方向への表層地下水の流動を抑制する。（文献ｂ）

図 6.2.15　木道西側のササ拡大域を対象とした対策案

なお、「サロベツ原野保全対策検討会」において、遮水シートの設置は効果に疑問があることが指摘され、さらに側溝の堰上げは上流からの栄養塩が湿原内に流出することが懸念されたため見送られた。そこで上流からの栄養塩の流入の防止策とササの刈り取り

について検討を行った。ササの刈り取りの検討については、５章で記述する。

（２）道路側溝流入物質対策の検討

湿原の地下水位を上げるための側溝の堰上げを実施するためには、まず上流からの栄養塩の流入を抑制する必要がある。そこで、側溝への流入箇所の分布、縦断勾配を把握した上で、対策の方向性を検討した。

１）流入箇所

丸山道路沿いを現地踏査し、図 6.2.16 に示す８地点で人家や農地から道路側溝への流入箇所を確認した。「平成 15 年度サロベツ自然再生事業再生計画・技術手法検討調査業務報告書」ではこれらの流入箇所付近の側溝水から栄養塩類や大腸菌が検出されたことが示されており、現状のままでは農家の堆肥置き場や牛舎等からの汚水に起因すると見られる栄養塩類が道路側溝内を流下し、側溝があふれる融雪期などには原生花園の敷地内や湿原域に拡散することが避けられない。

なお、流入箇所 A については、泥炭工場の閉鎖に伴い影響は軽減されたと考えられるが、工場跡地にビジターセンターの移設が予定されていることから、排水処理については充分な検討が必要である。（文献ｈ）

図 6.2.16 道路側溝への流入箇所の分布

写真 6.20.1　地点Ｄの状況
牛舎から側溝に塩ビ管が敷設されている

写真 6.2.2　地点Ｅの状況
堆肥が側溝に流入している

②縦断勾配

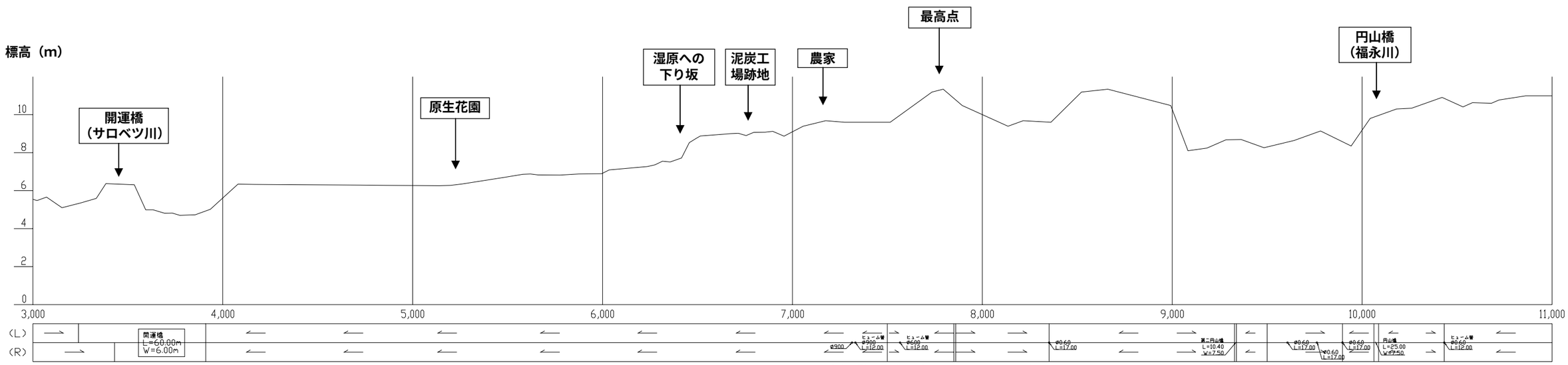


図 6.2.17 丸山道路縦断図（道路台帳図より作成）

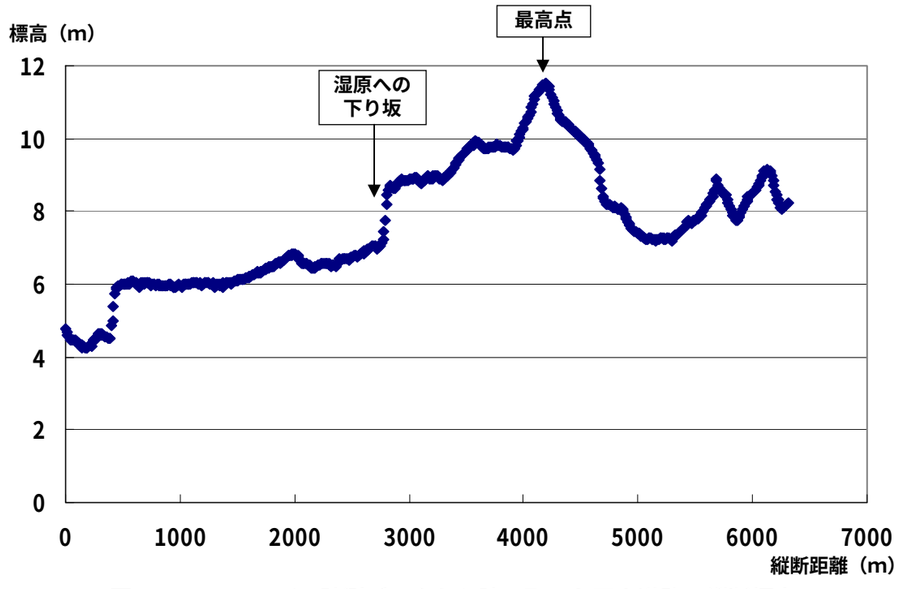


図 6.2.18　レーザー計測データから読み取った円山道路の縦断標高

図 6.2.19　丸山道路側溝の流向（道路台帳図の付記情報より作成）

③対策の方向性

丸山道路側溝の富栄養化については、平成 15 年度に実施された水質調査の結果より、主たる汚濁負荷の発生源はほぼ明らかになっている。したがって、対策の方向性としては、まずこれらのポイントソース（点源）汚濁の流入を抑制することが重要である。

しかし、下の写真に見られるように、農地脇の排水明渠が側溝に接続されている箇所などもあり、栄養塩類の流入を完全に遮断するのは難しい面もある。また、堆肥等の付着したタイヤで道路を通行する車両も多いことから、路面からノンポイントソース（面源）汚濁の流入も懸念される。

写真 6.2.3　地点Ｂの状況
農地脇の排水明渠が側溝に接続されている

このため、富栄養化物質を含んだ側溝水の湿原側への流下を防止する観点から、考えられる対策の方向性を以下に述べる。

a.東側転流案

汚水流入箇所下流側の側溝を堰上げる一方、上流側の側溝を掘り下げ、栄養分を含んだ側溝水を湿原とは反対の東側に流す案である。図 6.2.20 に対策のイメージを示す。

側溝の流れを逆方向に向けるためには水路底をかなり深く掘り下げる必要があり、土工量が大きくなり、道路法肩の安定対策なども別途必要となる可能性がある。

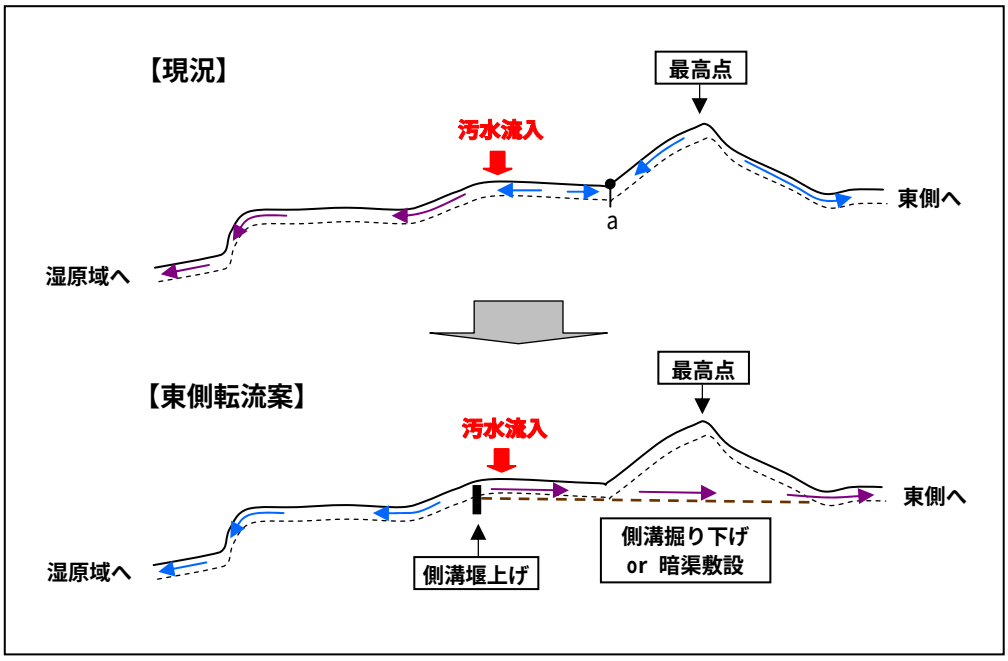


図 6.2.20　①東側転流案のイメージ

なお、現況でも図 6.2.22 の a 地点に水が集まる構造になっており、この付近で排水処理が可能であれば、路面の最高点を掘り下げて東側に側溝水を流す必要はない。ただし、近接する農地の排水不良を引き起こす可能性もあることから、計画に当っては排水系統の十分な調査が必要である。

b．北側転流案

汚水流入箇所下流側の側溝を堰上げ、丸山道路から北側に分岐する道路の側溝に栄養分を含んだ側溝水を切り回す案である。図 6.2.21 に転流の位置関係を示す。

丸山の北側に分岐する道路は尾根状の起伏を切通して布設されており、その側溝も北側に向かって上り勾配になっている可能性が懸念される。図 6.2.22 は航空レーザー計測によって取得された２ｍメッシュの標高データを用いて作成した高度段彩図である。これによれば、北側に向かう道路の路面標高は丸山道路の分岐箇所とほぼ同程度であり、側溝の水路底を掘り下げることで、北側への転流は可能と推測される。

c.工場跡地での浄化案

汚水を含んだ側溝水を工場跡地に引き込み、新設されるモニタリングセンターの排水とともに浄化処理を施し、側溝に戻す案である。図 6.2.21 に工場跡地への引き込み位置を示す。

富栄養化物質を除去するという点では確実な方法であるが、モニタリングセンターの汚水処理システムに過大な負荷を掛ける恐れがある。また、道路排水の処理を環境省の施設で行う点も問題が多い。（文献ｈ）

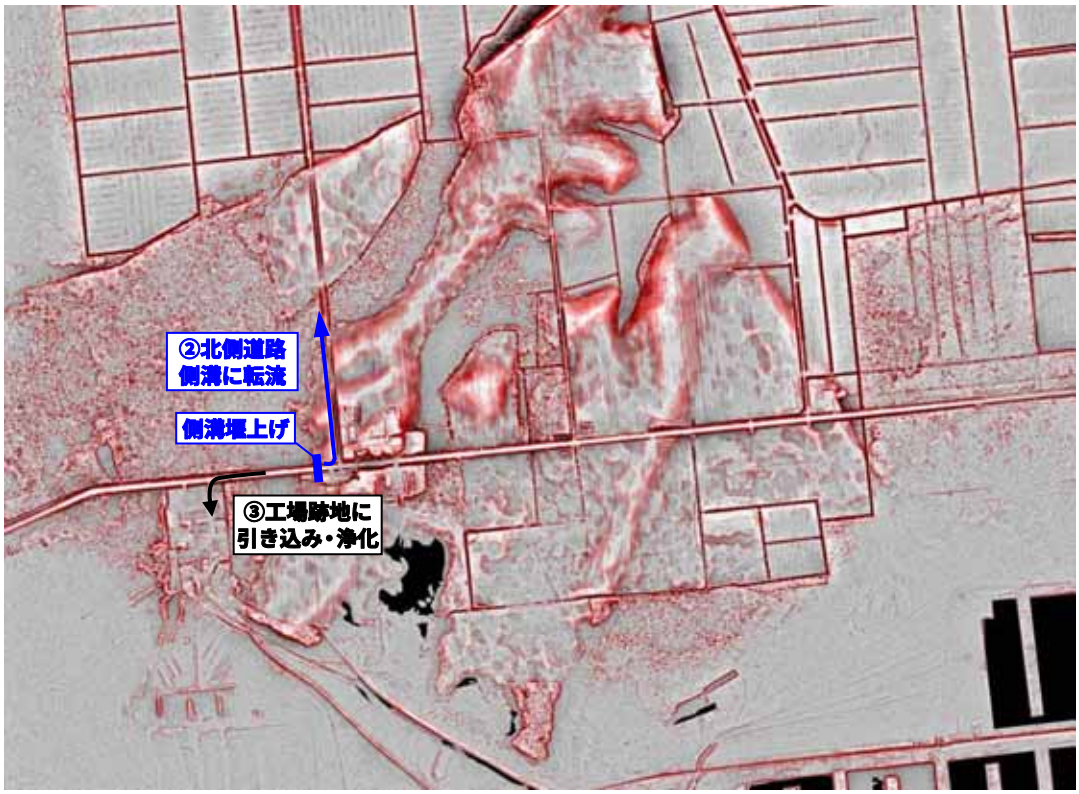


図 6.2.21　②北側転流案・③工場跡地での浄化案の位置関係

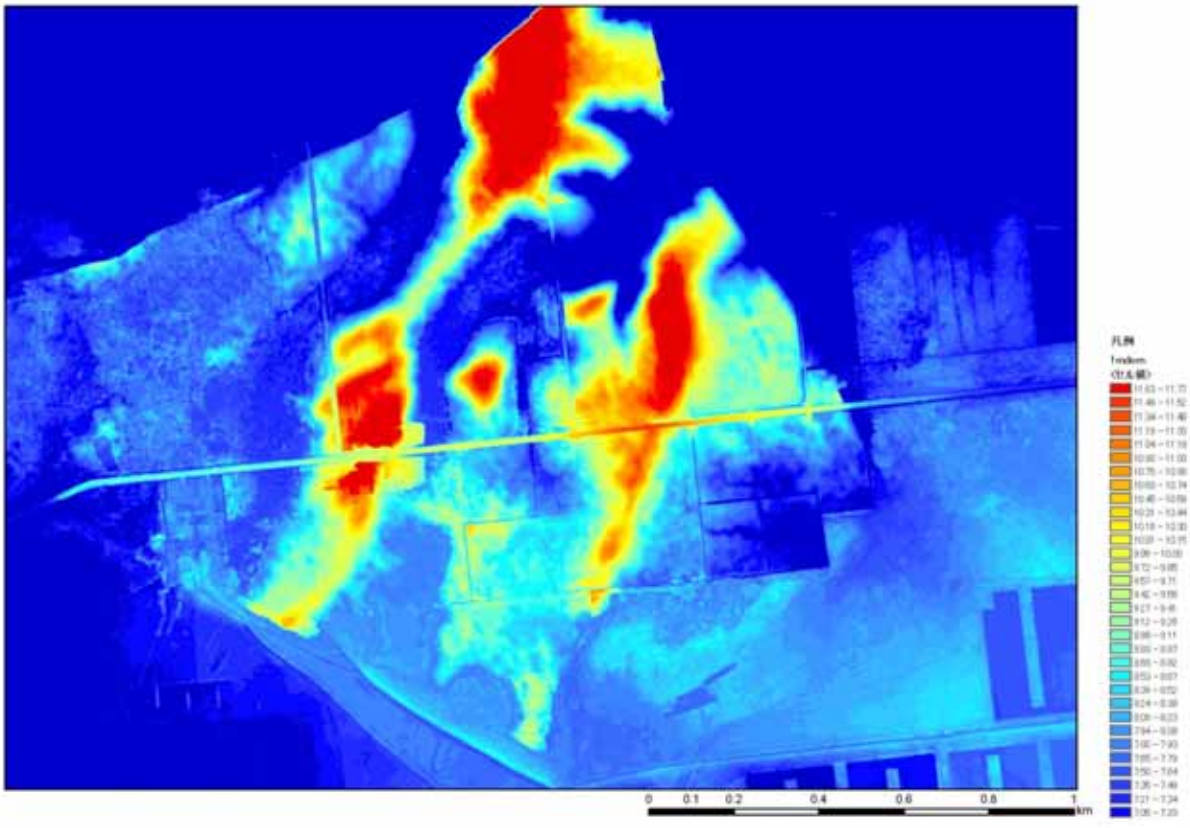


図 6.2.22　丸山付近の高度段彩図

6.3　ビジターセンター移転後の跡地対策

本章の要約

■１　地下水位および栄養塩に関する検討

＜盛土および側溝からの地下水排出の影響＞

・湿原から盛土側へ水が抜けており、盛土を取り除いた場合には盛土部分周辺で地下水位が 12 ㎝程度低下することが予想された。

＜盛土および側溝からの栄養塩流入の影響＞

・盛土を取り除かない場合には影響はないが、取り除いた場合には道路側溝からの栄養塩が湿原側に流入する可能性が考えられた。

■２　植生の遷移に関する検討

＜土砂剥ぎ取り試験＞

・残置すれば帰化種や路傍の植物が繁茂するが、表層のみを掘削して土壌を撒き出すと在来の湿性植物が繁茂できる可能性が示唆された。

■３　対策の検討

・植生回復には表層のみを掘削して土壌を撒き出すことが有効と考えられるので、土砂剥ぎ取り試験のモニタリング継続し、適切な掘削深を検討する。

6.3.1　現況把握および現象と要因の関係把握

（１）調査の目的と概要

サロベツ原生花園地施設である自然教室（ビジターセンター）が丸山地区に移転することに伴って、その施設跡地の再生を図るための基礎調査をするとともに、修復計画を検討した。まず、平成 16 年にビジターセンター建設時に行った盛土部の湿原への影響を把握するために、基礎地盤のボーリング調査を行った。

また、施設移転後に踏圧が無くなった状態での侵入植物を確認するとともに、小規模な掘削を行って、その後に生育する植物を確認するために、土砂剥ぎ取り試験を実施した。平成 17 年度に敷地内の駐車場の一画に人の立ち入りを制限した試験区を設け、駐車場を掘削した。平成 18 年度に植生調査を行った。

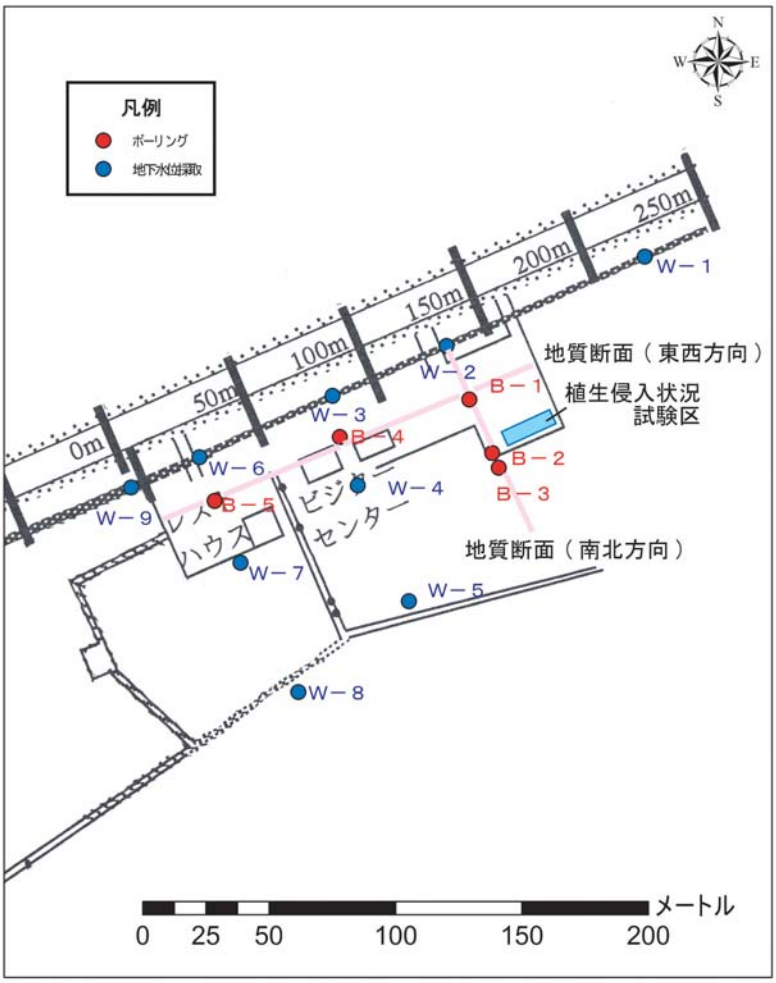


図 6.3.1　原生花園周辺調査地点位置図

（２）盛土堆積状況

駐車場内とその周辺でボーリングを行い、土壌コアを採取した。採取したコアは、室内に持ち帰り粒度分析を行った。図 6.3.2 および図 6.3.3 はこの結果をもとに作成した土質断面図である。ビジターセンター周辺の盛土は 2～4m程度の深度まで分布している。また、盛土の透水係数は 10^{-3}～10^{-4} であり、泥炭の透水係数 10^{-4}～10^{-5} より二桁ほど高い値となっていた。（文献 e）

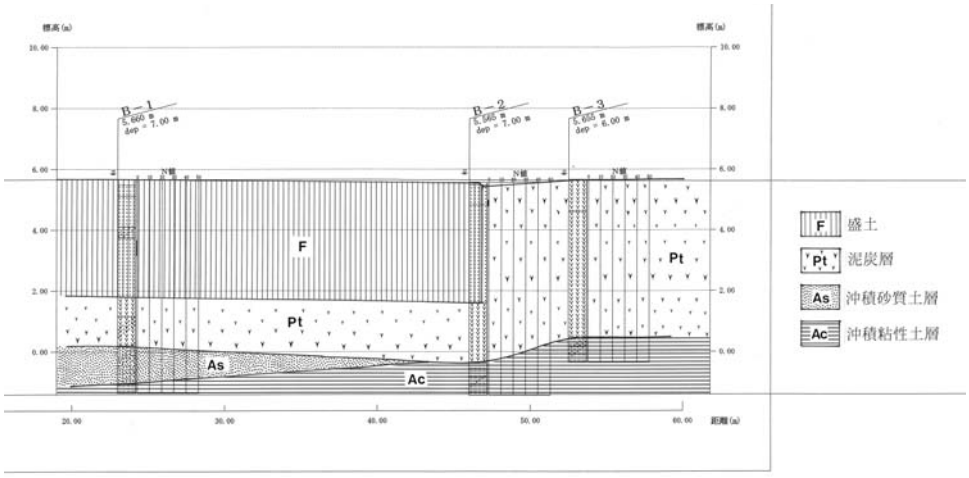


図 6.3.2　南北方向の土質断面図

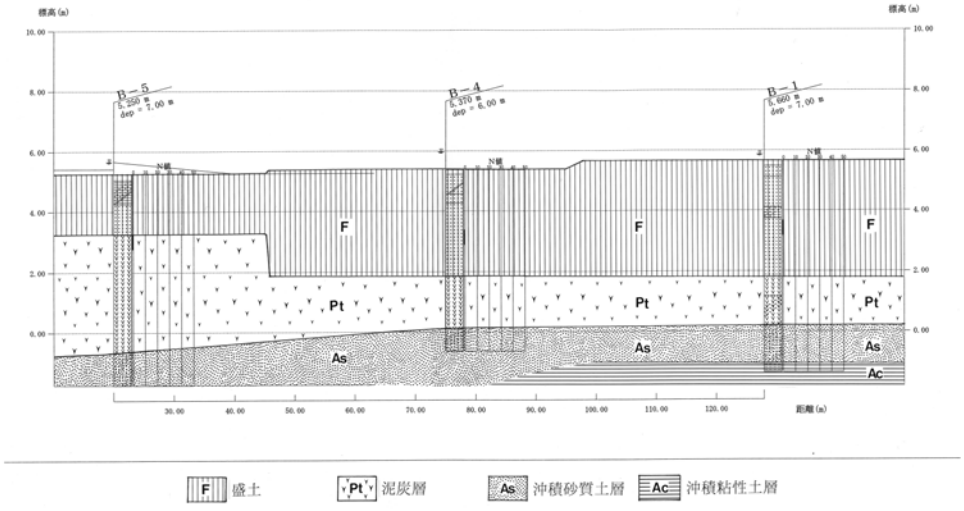


図 6.3.3　東西方向の土質断面図

（３）地下水位流動解析

盛土部分を取り除くと池が出現することが予想されるが、この池を経路として湿原の地下水の排出が促進される可能性がある。また、道路側溝からの栄養塩が流入する可能性もあり、盛土部をすべて掘削するには問題があると考えられた。

そこで盛土を撤去した場合の地下水位流動解析を行った。図 6.3.4 に示す断面において、断面２次元地下水流動解析を行ったこの結果、水位低下が生じるのは盛土部分周辺の狭い範囲のみであり、低下幅は約 12 ㎝と予測された（図 6.3.5)。

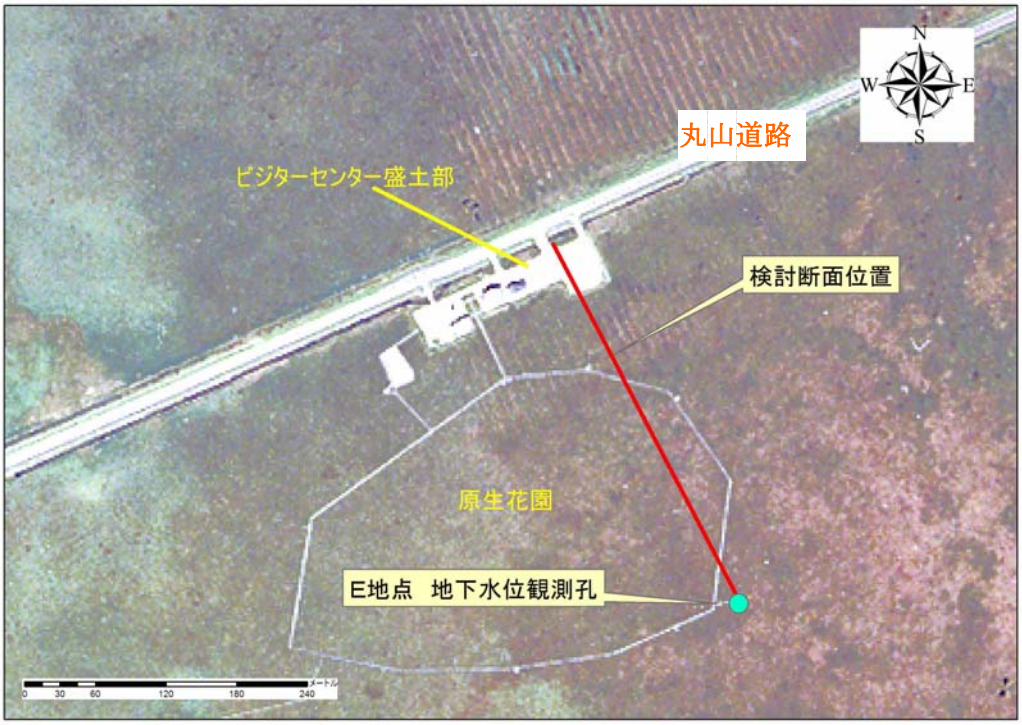


図 6.3.4　地下水流動解析の断面位置図

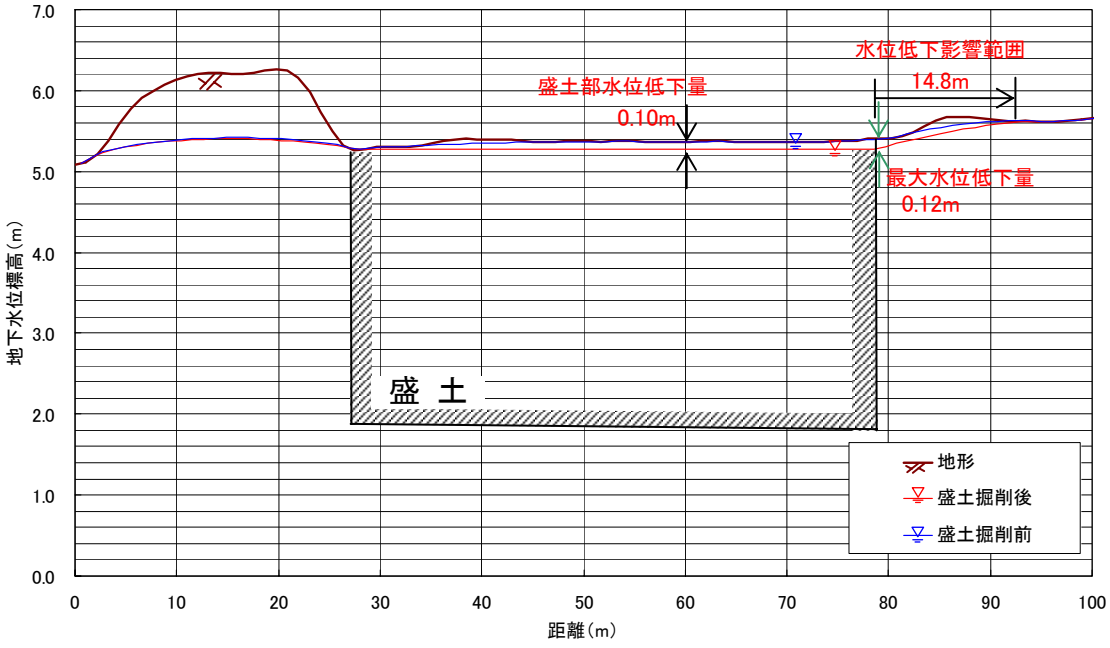


図 6.3.5　地下水位流動解析による掘削前後の地下水位

（４）盛土材およびレストハウスからの栄養塩の溶出の影響

盛土材からはカリウムおよびナトリウムが溶出している可能性が考えられたが（図6.3.6)、湿原地下水全般の濃度と比較すると、既往の分析結果のばらつきの中に収まっており、周囲に大きな影響は与えていないと考えられた。また、レストハウスからはカルシウムが流出している可能性が示唆された（図 6.3.6)。しかし、地下水は湿原側から丸山道路側方向へ流動しているため、これらの成分は盛土から側溝側と下流側に影響し、湿原内へは流出していないと考えられた。

（文献 e）

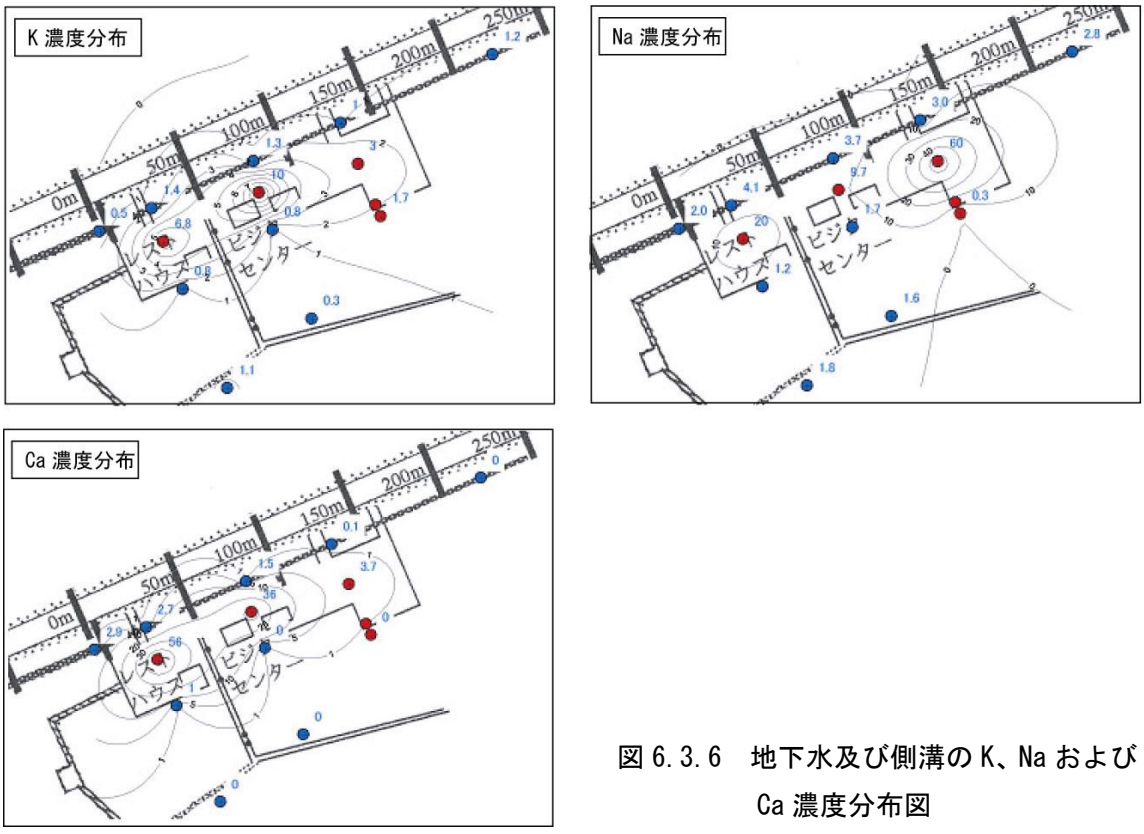


図 6.3.6　地下水及び側溝の K、Na および Ca 濃度分布図

（４）植生侵入状況調査

残置すれば乾性種や移入種の侵入が予想される駐車場においては、表層を浅く掘削することによって湿潤な条件を整え、抽水植物や湿性植物を繁茂させることが修復の選択肢の一つとして考えられる。そこで、植物の生育に適した掘削深さを探るため、掘削深を 10～50cm で段階的に変化させて、植物生育の核となる土壌の撒きだしの有無と合わせて、植物の生育状況を追跡した。また踏圧がなくなった状態での侵入植物を確認するために未掘削の対照区を設けた（図 6.3.7）。掘削は 2005 年 11 月 24～25 日に行った。土壌は、2005 年 11 月 23～24 日に落合沼の堰上げ後に水没が予想された範囲から、表層 0～30cm 程度の深さで掘り出したものをビニールシートで保護して駐車場脇に保管しておき、翌 2006 年 5 月 31 日に撒きだした。

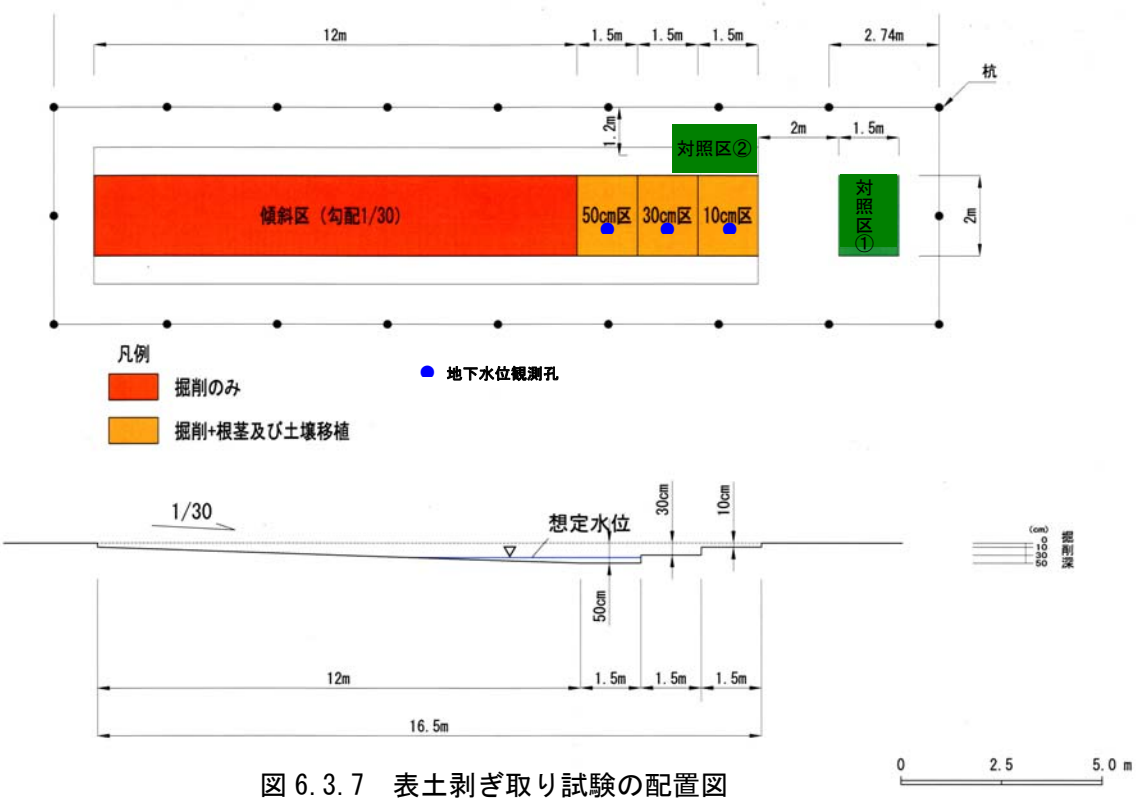


図 6.3.7　表土剥ぎ取り試験の配置図

図 6.3.8　駐車場の現況

図 6.3.9　撒き出した土壌

図 6.3.10 土砂剥ぎ取り試験地の状況
（2006.9.23）

図 6.3.10　10cm 区（撒き出しあり）
（2006.9.26）

調査の結果、掘削の有無で出現種が大きく異なり、未掘削（対照区）では帰化種や路傍の種が生育するのに対し、掘削した区画では帰化種は混生せずに在来の湿性種が生育することがわかる(表 6.3.1)。なお、掘削深が 30cm を超えると生育種が存在しなかった。また、掘削した区画のうち植物が生育していたのは、土壌を撒きだした区画であった。

このことから、原生花園跡地では、放置すれば地域本来のものとは異なる植生が成立する可能性が高いのに対し、浅く掘削すれば在来の湿性植物が生育する可能性が大きいことがわかった。ただし、平成 18 年度は例年と比較して地下水が高かったこともあり、植被率は非常に低く開水面になっている。時の経過ともに植生で覆われていくのか、あるいは開水面のまま推移するのかは不明であり、数年間はモニタリングをして確認する必要がある。

表 6.3.1　掘削深さと生育植物の対応

				掘削深さ(cm)				
種名	生活型		帰化種	未掘削	0～10	11～20	21～30	31～40
イヌビエ	1年草	陸生		●				
エゾシロネ	多年草	湿生		●				
オオアワガエリ	多年草	陸生	*	●				
オオバコ	多年草	陸生		●				
カラフトアカバナ	多年草	湿生		●				
コシカギク	1年草	陸生		●				
コヌカグサ	多年草	陸生	*	●				
シロツメクサ	多年草	陸生	*	●				
スギナ	多年草	陸生		●				
ナガボノシロワレモコウ	多年草	湿生		●				
ヒメコウガイゼキショウ	1年草	湿生		●				
ヒメシロネ	多年草	湿生		●				
ヤナギsp	木本	湿生		●				
ガマsp	多年草	水生			●			
ヒメジソ	1年草	陸生			●			
ハリコウガイゼキショウ	多年草	湿性		●	●	●		
カサスゲ	多年草	湿性			●	●		
ミクリsp	多年草	水生			●	●		
ヤナギトラノオ	多年草	湿性			●	●	●	
ヤナギタデ	1年草	湿性					●	
クサヨシ	多年草	湿性		●	●		●	●

注)黄色の網がけは、水際のみに生育していたもの　　調査日:2006.09.23

6.3.2　対策の検討

原生花園ビジターセンター移転後に想定される影響について、盛土を残置または掘削した場合について、それぞれ対策を検討した。

この結果、残置した場合には帰化植物などが侵入し、周囲の湿原と異なる植生になる可能性が考えられた。一方で、盛土をすべて撤去した場合には水位勾配が大きく、周囲の湿原からの水の流出が懸念された。れた。しかし、現段階では試験開始後間もなく、植生の被度が小さいことから、その回復過程や適切な掘削深をモニタリングにより検討していく必要があると考えられる。

このことから、盛土の表層のみを剥ぎ取ることが有効であることが示唆された。しかし、土砂剥ぎ取り試験においては掘削した後に放置するだけでは植物の侵入は少なく、土壌を撒き出すことが植生回復に有効であると考えられる。

表 6.3.2　原生花園跡地の対策

盛土の処理	影響要因	想定される影響	対策	今後の課題
残置	圧密沈下の進行	圧密沈下はほとんど終了していると考えられる。今後、ビジターセンターが移設され、大型バス等の動荷重がかからなくなれば、さらなる圧密沈下はほとんど発生しないと考えられる。	—	
	水分流出	盛土の透水性は中位～低いため、積雪期以外の地下水位勾配が大きい場合には、若干の影響があるものと考えられる。	—	
	栄養塩（盛土の影響）	盛土からのカリウム、マグネシウムの影響が若干想定されるが、湿原への影響は小さいと考えられる。	—	
	埋土種子	現在の敷地内は湿原に比べて乾燥した状態にあり、現状の盛土高のまま残置すれば非湿性植物が侵入する。	表層を掘削し、植生回復の核となる土壌の撒き出しを行う。	開水面ができ植被率が低いことから、今後の経過をモニタリングする必要がある。
撤去	湿原からの水分流出	園地跡地の盛土を撤去した場合、そこに形成される開水面の水位は周囲の湿原地下水位より低くなることが予想され、湿原の乾燥化は避けられないと考えられる。	円山道路側溝との分離や湿原側の遮水工が必要である。	盛土掘削時の道路盛土および湿原地盤の安定上の問題と矢板等の工法を検討する。
	栄養塩（道路側溝水の影響）	すでに過年度の調査で、道路側溝に円山方向から栄養塩等が流入していることが確認されており、側溝水が園地跡地に流入すれば植生等に大きな影響が想定される。	側溝と園地跡地の仕切りが必要と考えられる。	上流側での栄養塩の流入を予防する。
	工事改変	施工ヤードを園地側に設け、湿原側への踏み込みを極力抑えたとしても、仮設工等の設置や撤去に伴い湿原に影響が及ぶと考えられる。	深い深度までの掘削はリスクが大きく、浅い深度に留める。	植生回復および地下水流動の影響を最小限にする最適な掘削深を検討する。

7. 放水路南側湿原の乾燥化対策

本章の要約

■水路への水の流出による乾燥化と浚渫土砂の堆積

・ 放水路周辺では、湿原内の水分が放水路に流出することにより、地下水位の低下と地盤沈下が生じていた。

・ 放水路の掘削時に法面の安定化や排水のために掘られた水抜き水路が複数残存しており、この水抜き水路を介した水分流出が現在も続いている。

・ 放水路沿いには、放水路掘削時の浚渫土砂が堆積しており、シルトや砂などが混入していた。

■植生の変化

・ 放水路から約 100mのエリアでは、地下水位の低下に起因する考えられる植生の変化がみられた。放水路から約 100～250mのエリアは浚渫土砂が堆積しており、栄養分にとんだ鉱質土壌を好むとされるヨシとイワノガリヤスが優占していた。

■対策

・ 湿原からの水分流出を抑制する対策として「水抜き水路の堰上げ」と「放水路沿いへの遮水壁の設置」が、浚渫土砂によるヨシの侵入箇所を修復するために「浚渫土砂の剥ぎ取り」が挙げられた。このうち、地物の改変が少なく比較的大きな効果が期待できる「水抜き水路の堰上げ」から具体的に検討を進めることとした。

・ ３箇所の水抜き水路で堰上げ試験を計画し、そのうち２箇所で堰上げとモニタリングを実施した。

■モニタリング（堰上げ後１年目）

・ 水抜き水路１

旧落合沼跡の窪地に湛水面が形成され、落合沼周囲の地下水位が上昇した。湛水域では、水没による植物の消失とヨシの増加がみられた。今後は、時間の経過と共に水没域および水際では、ヨシの増加とその他の抽水植物や沈水植物の出現が、落合沼の周囲では湿原植物の増加が生じると予想された。また、地下水位予測モデルを作成し、堰上げをさらに+20cm と+40cm 嵩上げした場合は落合沼周囲の地下水位はさらに上昇することが予測された。

・水抜き水路２

堰上げにより地下水位の上昇がみられたのに対し、まだ植物には目立った変化は生じていなかった。今後は時の経過と共に徐々に湿原植物の侵入・増加が進むと予想された。

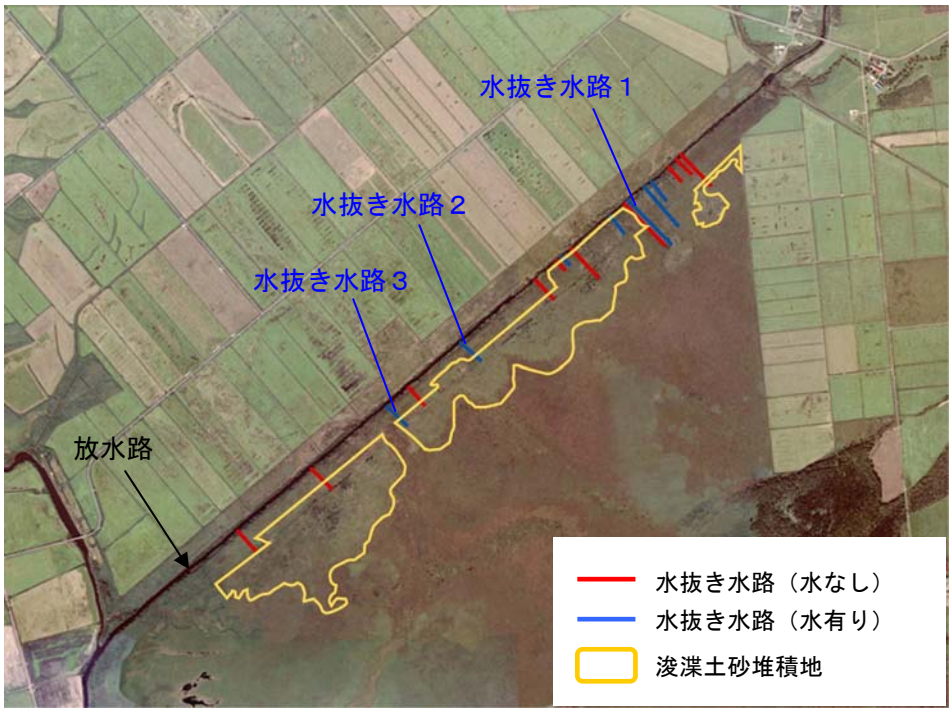


図 7.1　放水路周辺の状況

7.1　調査・検討の概要

（１）現況把握および現象と要因の関係把握

放水路周辺については、平成 14～15 年度にかけて、現況把握および現象と要因の関係を把握するための調査・解析を行った。放水路掘削による地下水位の低下や地盤沈下、湿原に投棄された浚渫土砂の影響、浚渫土の水分を還元するために設置された排水路（水抜き水路）を介した水の流出が、主に湿原の乾燥化と植生の変化の要因となっていると推定された。

（２）対策の検討

上記の結果をうけて対策の方向性を検討した。「水抜き水路の堰上げ」、「遮水壁の設置」、「浚渫土砂の剥ぎ取り」が対策の候補として挙げられた。このうち、サロベツ原野保全対策検討会での討議を踏まえ、「水抜き水路の堰上げ」について具体的に検討し、実証試験を行った。水抜き水路の堰上げは、比較的小規模な工事で周辺環境の損傷が少なく実施でき、効果が期待できるためである。

実証試験地とした水抜き水路は３箇所あり、水抜き水路１（落合沼）と水抜き水路２は、平成 16 年度に事前調査を実施し、平成 17 年度に実際に堰上げを行い、堰上げ後に事後調査を行った。水抜き水路３は、平成 17～18 年度に事前調査を行った。

なお、「浚渫土砂の剥ぎ取り」は、浚渫土砂の堆積地は地下水位が高く、土砂を剥ぎ取ると水面が形成され、本来の湿原とは異質な環境が形成されることが懸念されたために見送ることとした。「遮水壁の設置」は、効果を得るには大規模な工事が必要となるため、早急な実施を避け、水抜き水路や緩衝帯における実証試験などから知見を蓄積しつつ長期的に検討

することとした。

調査検討の経緯のフローを図 7.1.1 に示す。

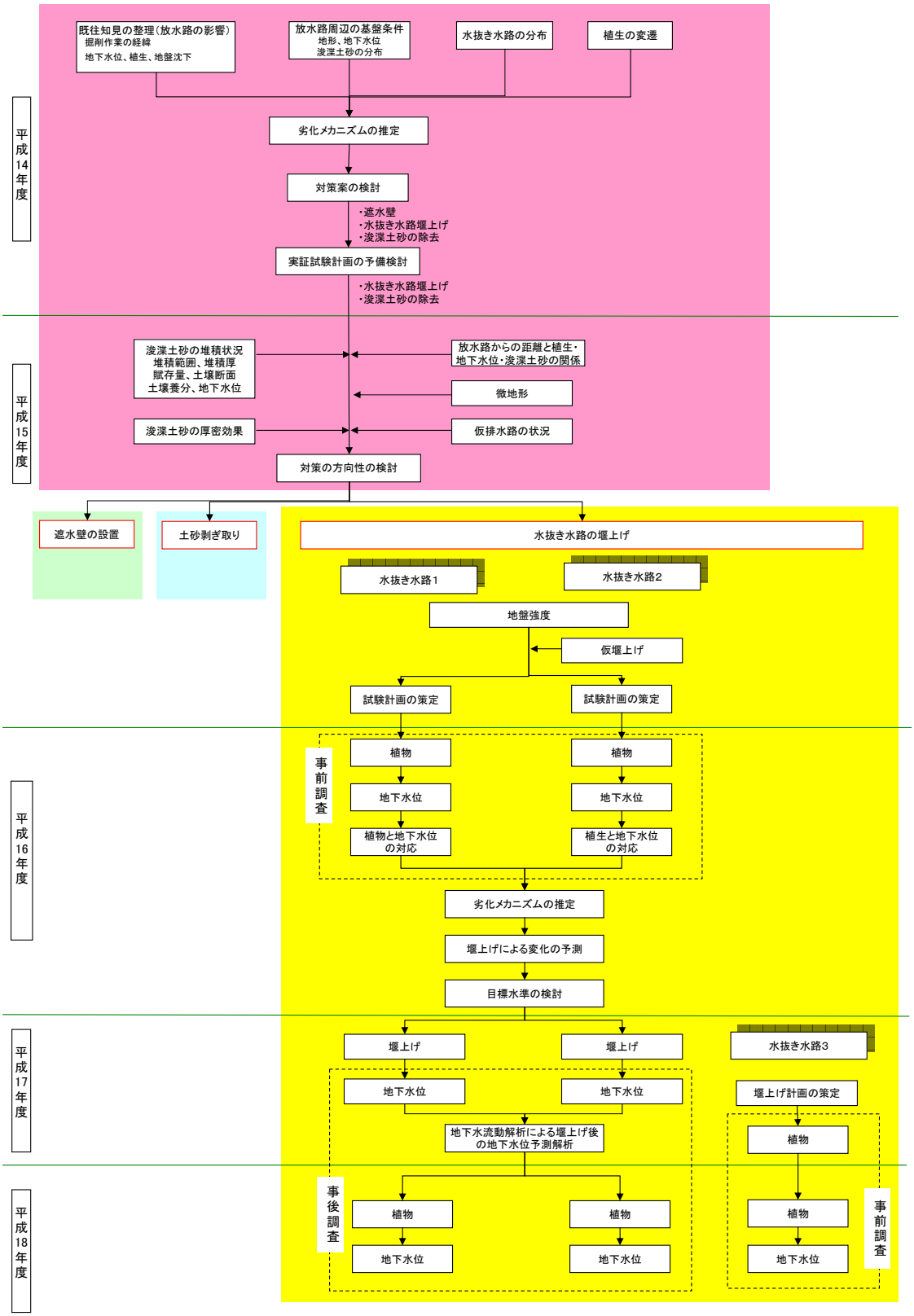


図 7.1.1　放水路南側湿原における調査・検討の経緯

7.2 現況把握および現象と要因の関係把握

本節の要約

■放水路への水分の流出による乾燥化

・ 放水路周辺では、放水路への水分の流出による地下水位の低下と地盤沈下が生じていた。

・ 水抜き水路からも水分が流出しており、水抜き水路付近で特に大きな地下水位低下がみられた。

■浚渫土砂の堆積

・ 放水路沿いには、放水路掘削時の浚渫土砂が堆積しており、放水路南側で面積約 50ha、体積は約 125,000 ㎥であった。放水路から 100～250mの間に扇状に広がり、堆積厚は扇形の要の位置で深く（最深部で 80cm）、縁辺に近づくほど浅くなっていた。浚渫土砂には、シルトや砂などの鉱質土が混入していた。

・ 浚渫土砂堆積地の中心部では、堆積層の底面より地下水位が高かった。仮に堆積している土砂を取り除くと、水面が形成されることが予想された。

■植生の変化

・放水路から約 100mのエリア

植生の変化は地下水位低下の影響によるものと考えられた。工事開始前に分布していた高層湿原植生の主要な構成種（ツルコケモモ、ミズゴケなど）はほとんどみられず、それよりやや乾いた立地に生育するヌマガヤが優占していた。

・放水路から約 100～250mのエリア

浚渫土砂が堆積しており、植生にはその影響が強くあらわれていた。土砂堆積地にはシルトや砂が堆積しており、栄養分に富んだ鉱質土壌を好むとされるヨシとイワノガリヤスが優占していた。地下水位低下の影響も及んでいると推察されるが、浚渫土砂の影響が卓越しているため明確には現れていなかった。

7.2.1 放水路の掘削の痕跡

サロベツ放水路は 1961 年に、まず中心線から左岸側 60mの位置に仮排水路が設けられ、その後に放水路本川の掘削が始まり、1966 年に完成している。掘削時に浚渫船で吸い上げられた土砂は、両岸の湿原に排出された。また、浚渫土砂の水分を還元するために放水路に直角に水路（水抜き水路）が設置された。

航空レーザー測量によって取得された地形データを解析し、「赤色立体画像」という手法で立体感を強調したものを図 7.2.1 に示す。これをみると、放水路に直交する水抜き水路や、放水路に平行して設けられた仮排水路や土堤（浚渫土砂の逆流防止用）のラインが明確に読み取れる。なお、仮排水路は、現在では植物に覆われたり埋塞している箇所が多いため、連続性が断たれたようにみえる。これらの断面模式を図 7.2.2 示す。

また、赤色立体図では、落合沼跡の窪地から北西方向に伸びる旧流路が放水路を横断するあ

たりを中心に、地盤面に無数の亀裂が入り、放水路法面に地すべり崩壊が生じていることがわかる。放水路開削当時、この崩壊に対処するために落合沼から放水路に至る人工水路を設け、地盤の不安定要因となる沼の水を抜くとともに、地すべりの生じた区間について放水路に直交する短い水路を多数開削し、地下水・地表水の排出を促がすことで、ルーズに堆積した泥炭層の安定化を図ったものと考えられる。

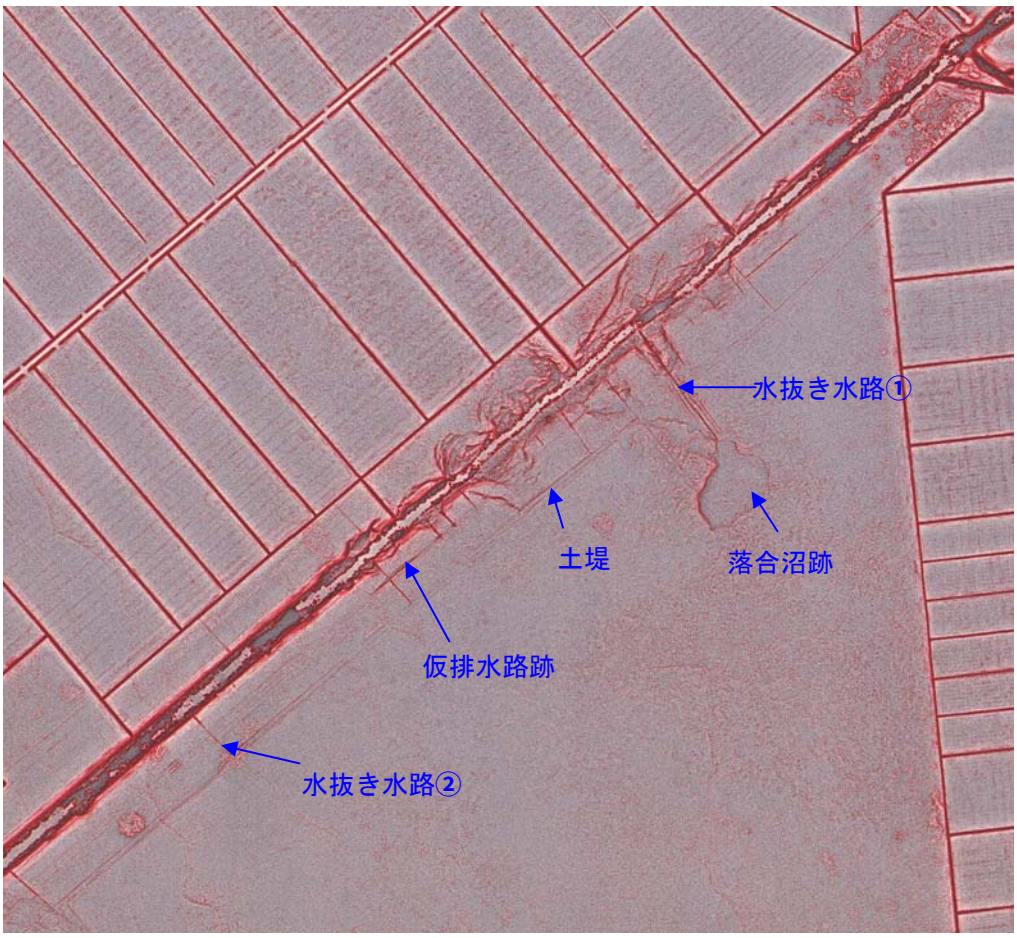


図 7.2.1　放水路周辺の赤色立体図

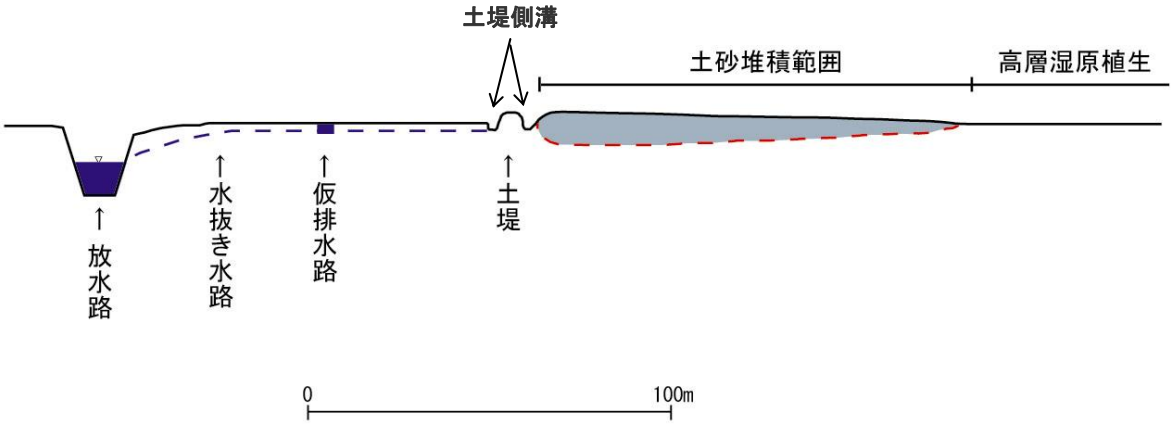


図 7.2.2　放水路周辺の断面模式

7.2.2　放水路周辺の地下水位分布と地盤沈下

Ｂ測線（図 7.2.3）で行った地下水位観測結果から以下の点が明らかになった。

- 2002 年 12 月から 2003 年 6 月までの計測結果では、放水路から約 200ｍの範囲で特に地下水位の低い状態が続いていた。
- 2003 年 7～8 月の計測結果では、放水路から約 650ｍの範囲まで地下水位の低下域が広がった。この範囲は、地形の変換点（サロベツ放水路から 650ｍより北側で地形が低くなる）とも対応し、放水路への排水による地下水位低下に伴う湿原の地盤沈下がここまで影響を与えている可能性がある。　　（文献ｂ）

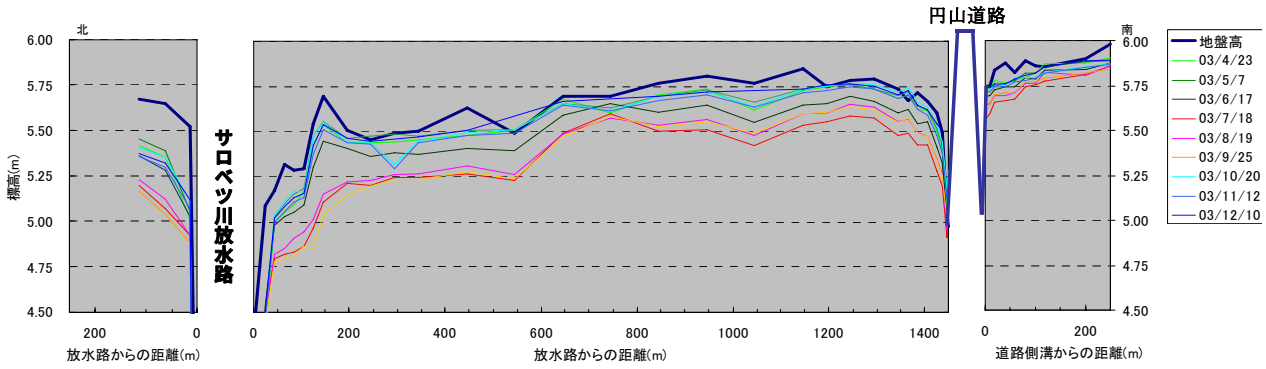


図 7.2.3　地下水位計測結果（Ｂ測線）

7.2.3　水抜き水路および仮排水路

（１）水抜き水路からの水の流出

水抜き水路は多く（17 本）が残存しており、現在も湿原から水が流出している箇所がある。水抜き水路１、２における計測では、一定量の流出があることがわかった。水抜き水路は現在でも湿原の乾燥化の一要因になっているといえる。　　（文献ｂ）

写真 7.2.1　水抜き水路①

表 7.2.1　水抜き水路からの流出量調査結果

計測地点	実施日	計測手法	流量（ﾘｯﾄﾙ／min）	
			最小～最大	平均流量
水抜き水路①	2003/10/3	浮子法	639.0～751.0	710.0
水抜き水路②	2003/10/2～4	容積法	20.0～24.0	21.0
	2003/11/13	容積法	13.0～13.6	13.3

（２）水抜き水路周辺の地下水位分布

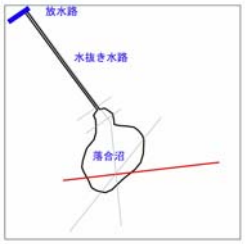
水抜き水路（１、２）における地下水位の断面分布と平面分布を把握した。水抜き水路や落合沼周辺で地下水位が低下していることが明らかになった。

１）水抜き水路１

①断面分布

水抜き水路１における地下水位は、地形に沿って旧落合沼跡の窪地で低く、窪地の肩から湿原面にかけては高くなっている（図 7.2.4、図 7.2.5）。旧落合沼から放水路にかけての縦断面（図 7.2.6）では、放水路から 150mより上流側ではほぼ地形に沿って地下水位標高が分布しているが、150mから下流側では地表から深い深度に地下水位がある。旧落合沼の水抜き水路の横断面（図 7.2.7、図 7.2.8）では両側の湿原から水抜き水路に向けて地下水位が低くなっており、水路周辺でも湿原からの地下水が流出していることを示す。

地下水位の変動の特徴は、豊水期に高かった地下水位が、渇水期には全体的に低下するが、旧落合沼の上流側（図 7.2.6 の旧落合沼よりｃ’側）では比較的地下水位の低下量が小さい。（文献ｂ）



注）本図では A-1 測線の観測データも併せて、
連続的に地下水分布を表現している。

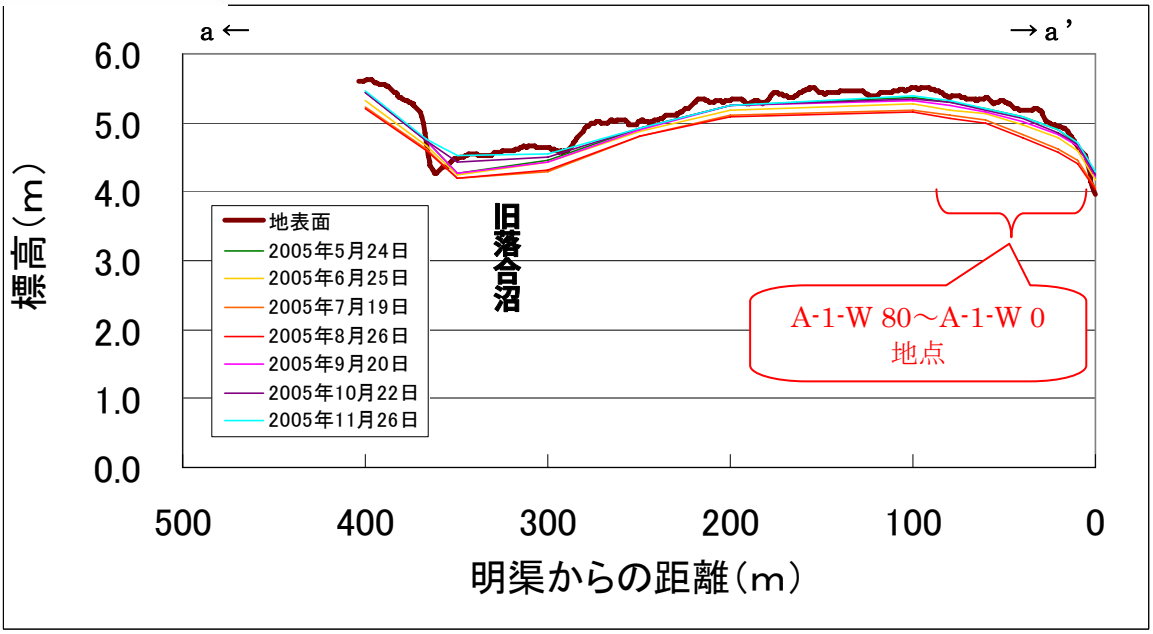


図 7.2.4　水抜き水路１　a-a ’ 断面における地下水位分布

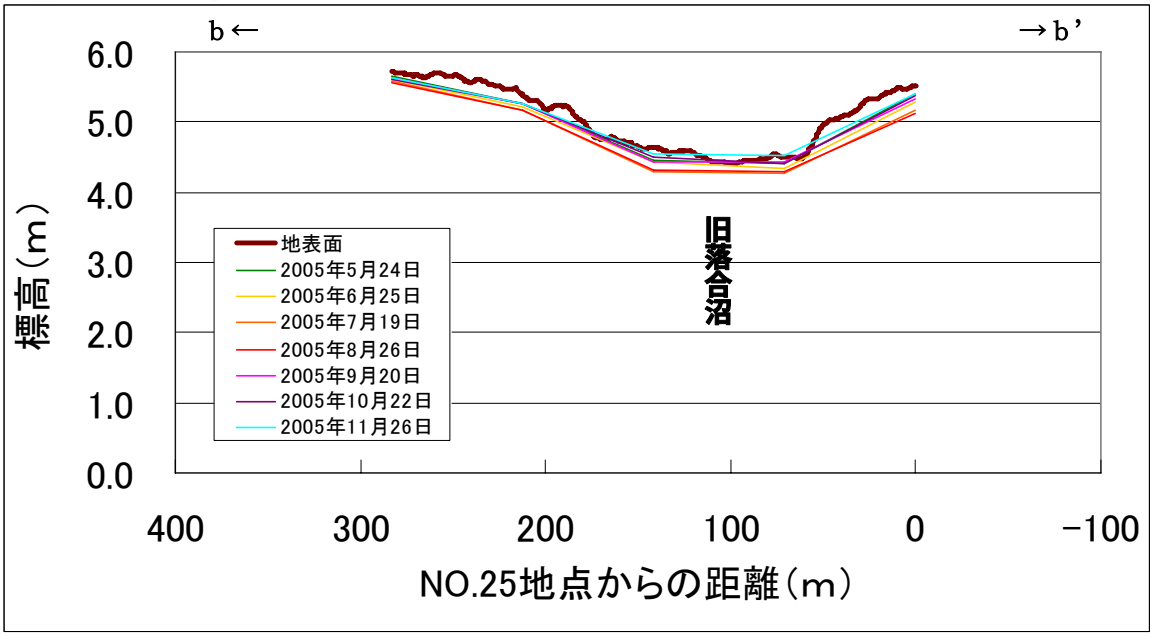
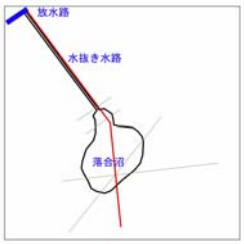


図 7.2.5　水抜き水路１　b-b ’ 断面における地下水位分布



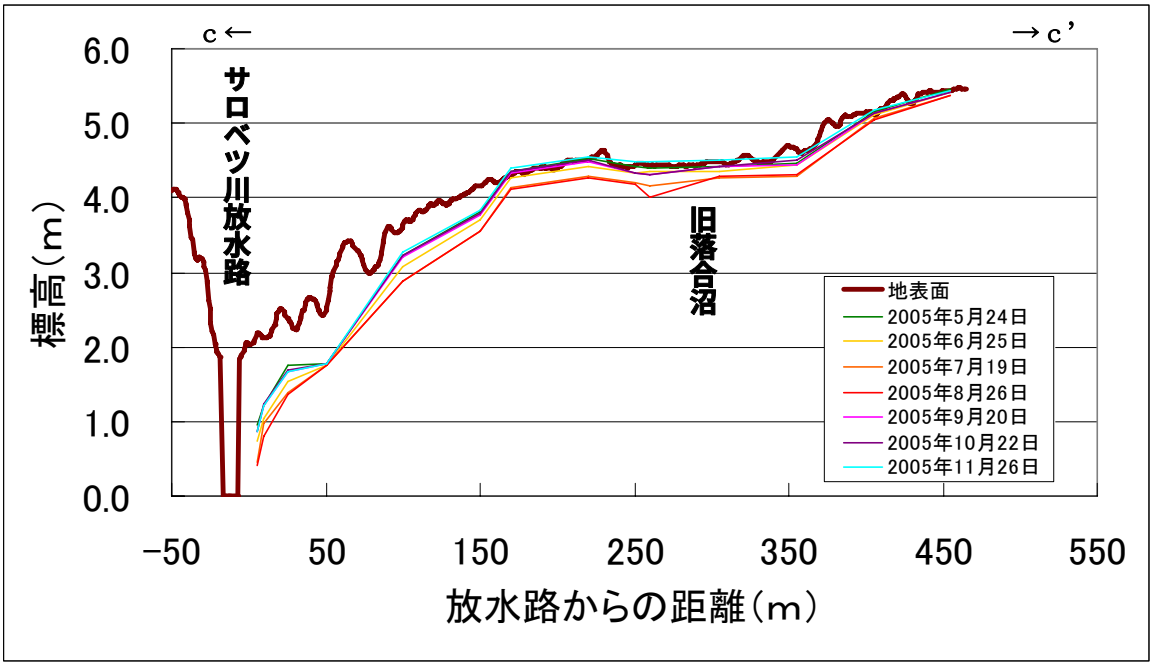


図 7.2.6　水抜き水路１　c-c'断面における地下水位分布

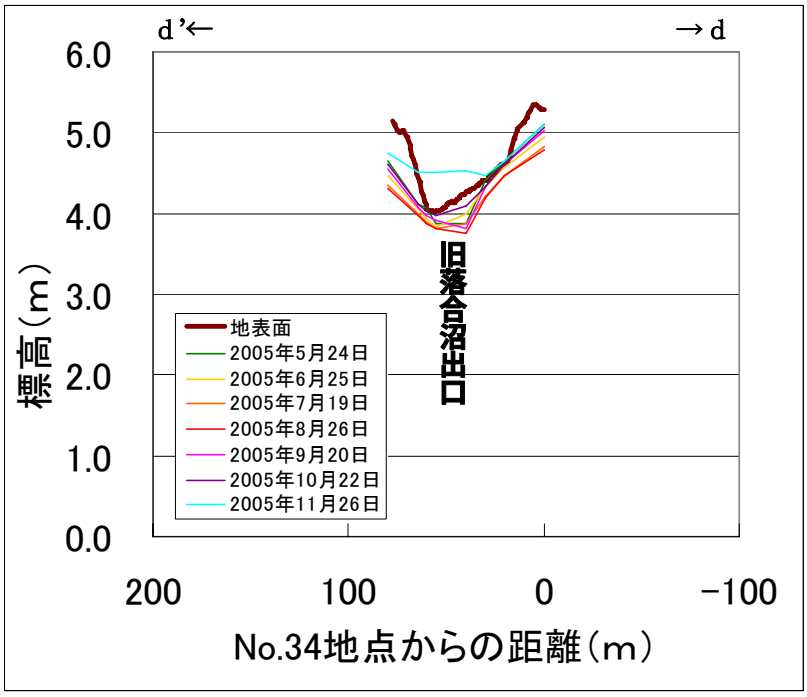


図 7.2.7　水抜き水路１　d-d'断面における地下水位分布

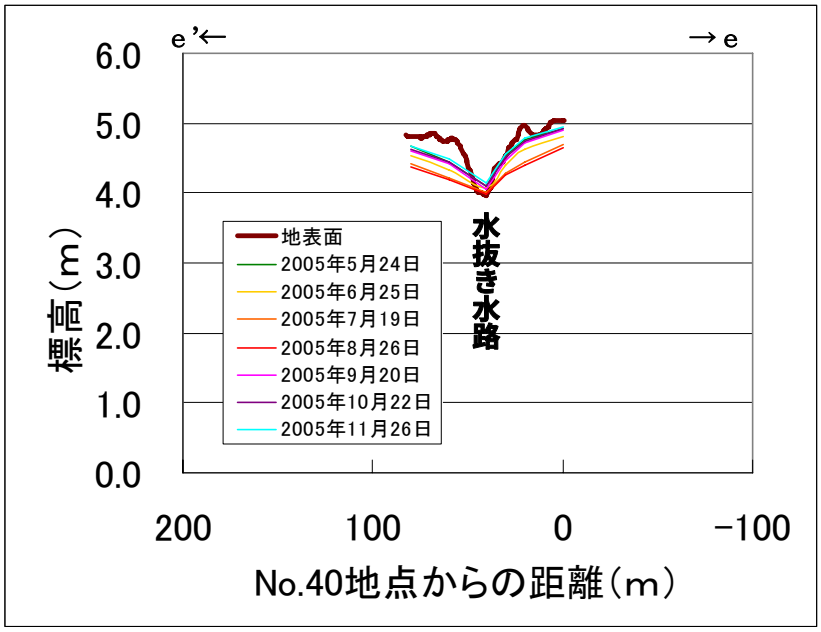


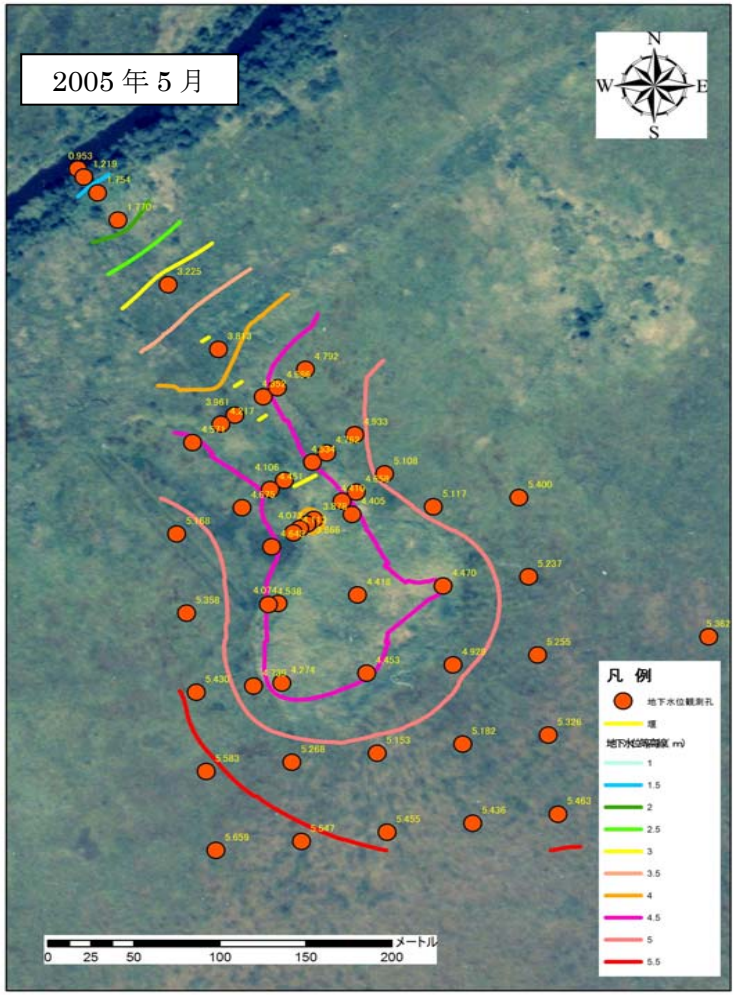
図 7.2.8　水抜き水路１　e-e'断面における地下水位分布

②平面分布

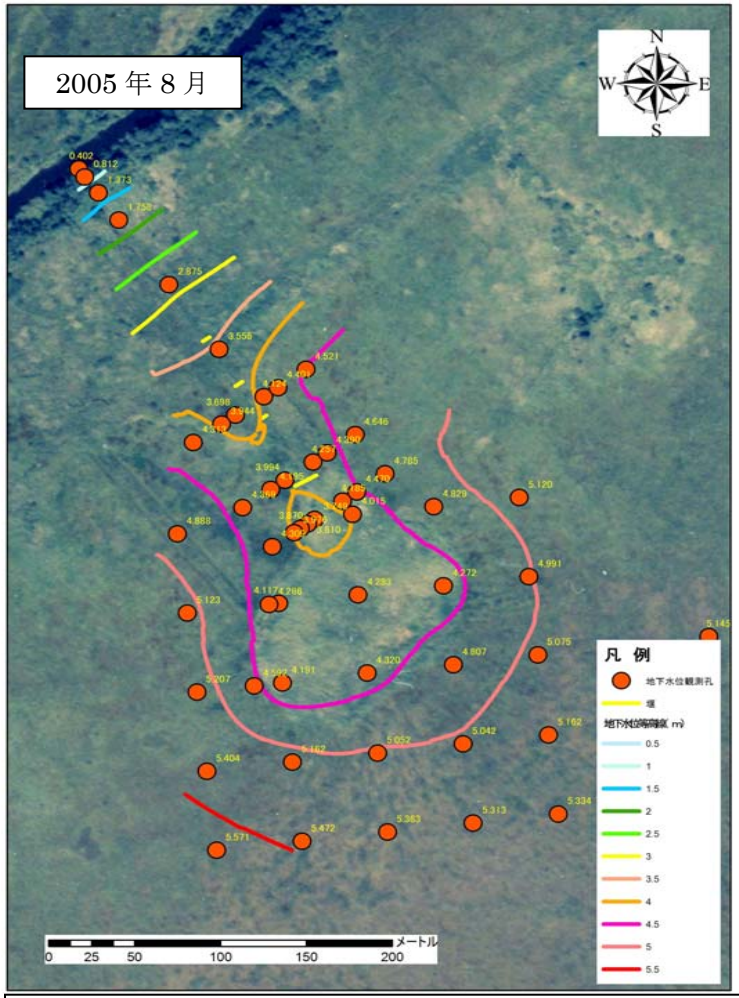
水抜き水路1における地下水位の平面分布を豊水期（2005年5月）と渇水期（2005年8月）の地下水位の平面分布を図7.2.9に示す。

水抜き水路1の大局的な地下水位は、旧落合沼と水抜き水路の周辺を中心に地下水位が低くなっている。水抜き水路を通した水の流出が周辺の地下水位の低下の要因となっていると考えられる。

また、各時期の標高 4.5mの等高線（ピンクの等高線）に注目すると、豊水期である5月には旧落合沼の西側2/3程度の範囲に偏って分布しているが、渇水期の8月には旧落合沼全体を囲う範囲まで広がっている。これは、旧落合沼周辺で渇水期に地下水位の低下が著しいことを示す。



標高 4.5mの等高線は、豊水期の 5 月には旧落合沼の西側 2/3 程度の範囲に偏って分布している。



渇水期の 8 月には、標高 4.5mの等高線が旧落合沼全体の範囲まで拡大し、地下水位標高の低い部分が広がっている。

図 7.2.9　水抜き水路①における地下水位の平面分布

２）水抜き水路２

①断面分布

水抜き水路２の地下水位は、土砂堆積地の扇央部の f-f’断面（図 7.2.10）では地形に反して、中央付近で地下水位標高が低くなっている。これは、水抜き水路による地下水位低下の影響が、この横断面近くまで及んでいることを示唆する。これに対し、水抜き水路の g-g’断面（図 7.2.11）では、若干水抜き水路近傍が低くはなっているが、比較的フラットな地下水位面を示す。縦断方向の h-h’断面（図 7.2.12）では、土砂堆積地の地下水位面が土手を掘った際にできた水路（土堤側溝）付近で一端低くなり、水抜き水路２の上流部で高くなっている。これは、仮排水路から水抜き水路に向かって周囲から集水された表流水が水抜き水路の上流部で地下に涵養され、土砂堆積地から放水路に向かって低下してきた地下水面が若干高くなっている可能性がある。（文献ｃ）

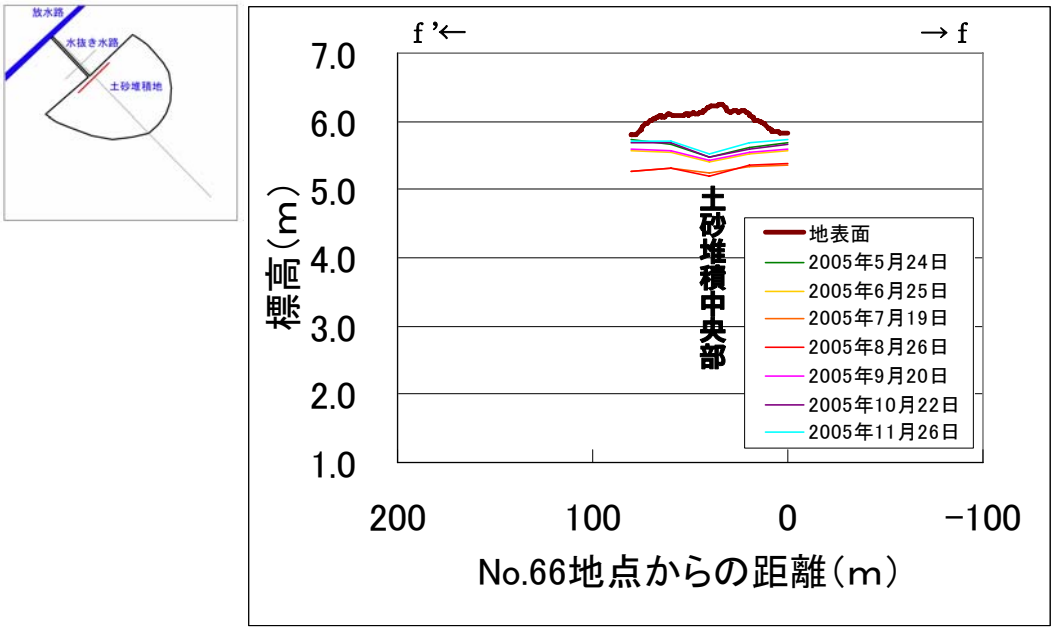


図 7.2.10　水抜き水路２　f-f ’断面における地下水位分布

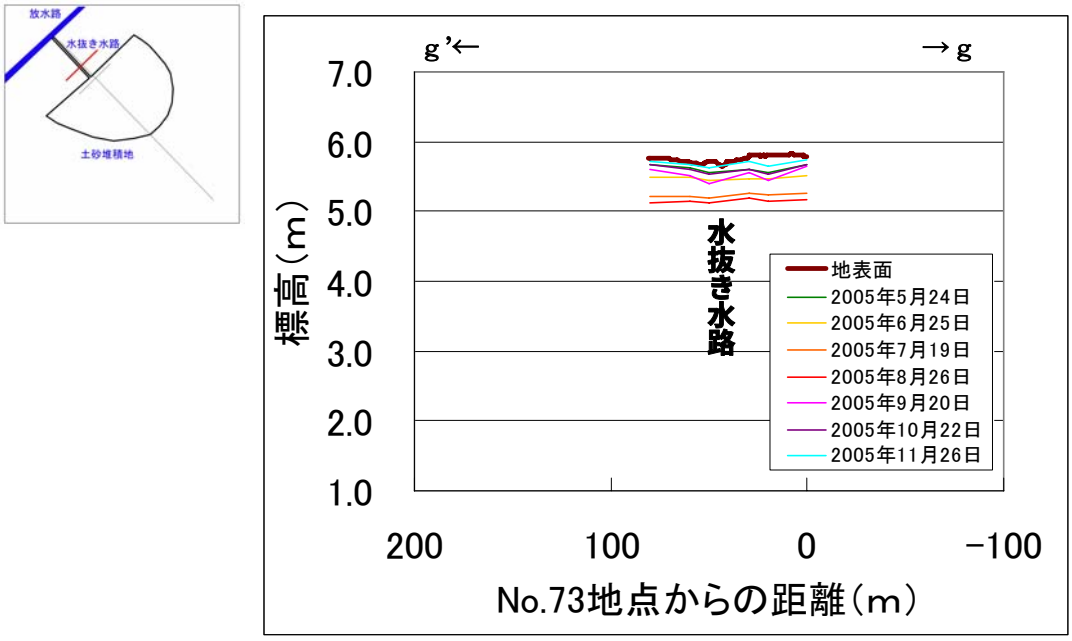


図 7.2.11　水抜き水路２　g-g ' 断面における地下水位分布

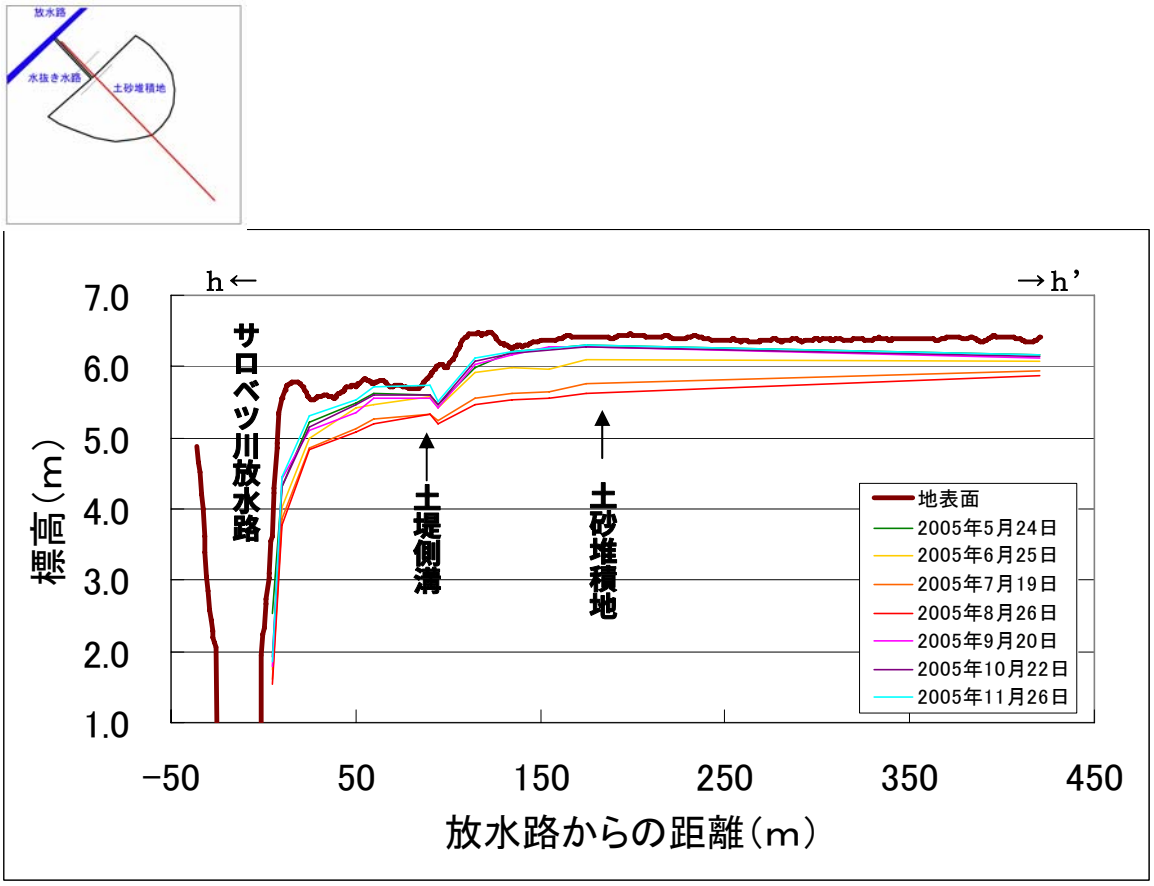


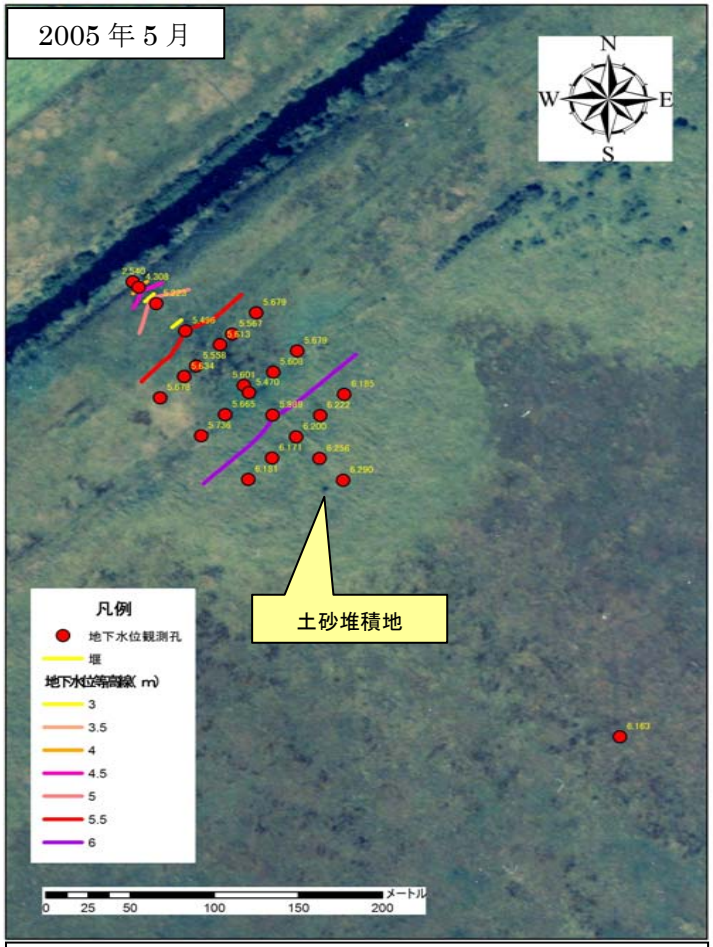
図 7.2.12　水抜き水路２　h-h ' 断面における地下水位分布

②平面分布

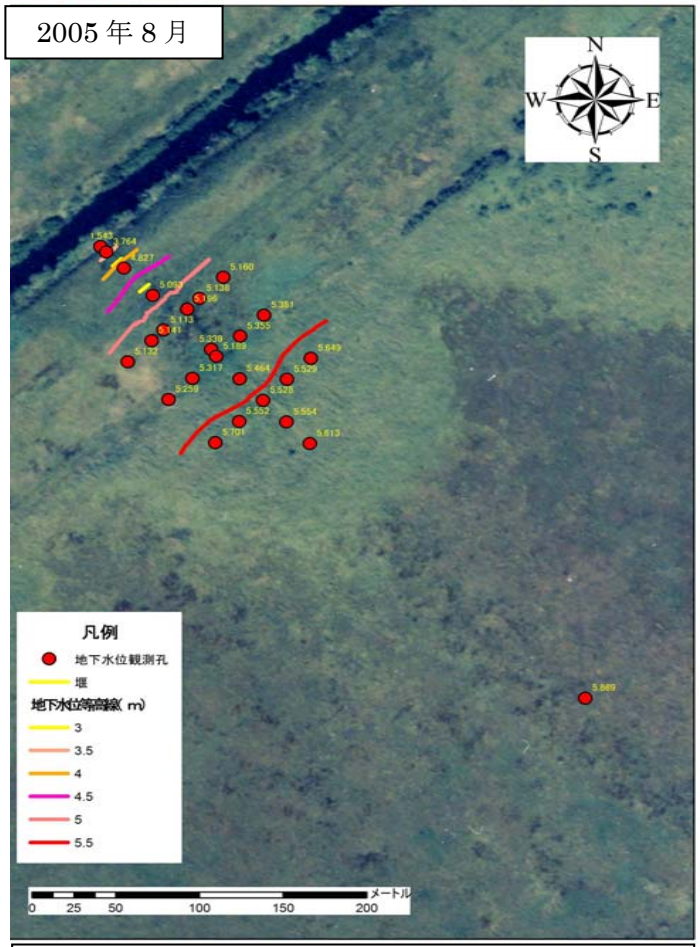
水抜き水路２における地下水位の平面分布を豊水期（2005 年 5 月）と渇水期（2005 年渇水期）の地下水位の平面分布を図 7.2.13 に示す。

地下水位等高線は、ほぼサロベツ川放水路と平行に分布し、大局的には湿原側からサロベツ川放水路に向かって水分が流出していることが示唆される。

また、土砂堆積地では、豊水期の 5 月には地下水位が概ね 6.0ｍであったが、渇水期の 8 月には 6.0m以下に低下していた。



豊水期の 5 月では、土砂堆積地の地下水位は概ね標高 6.0m以上を示した。



渇水期の 8 月には、土砂堆積地の地下水位は全体的に標高 6.0m以下まで低下した。

図 7.2.13　水抜き水路２における地下水位の平面分布

（３）仮排水路

仮排水路跡は、現在では埋塞して確認困難な箇所、浅く湛水している箇所、高層湿原植生が回復している箇所がみられる。これらの全てが現在も水の流出に関与しているのかは不明であるが、一部は水抜き水路につながり流出要因となっていると思われる。

図 7.2.14　仮排水路

7.2.4 浚渫土砂の堆積

（１）堆積範囲

放水路沿いには、放水路開削時にポンプ船で吸い上げた浚渫土砂が湿原内に堆積している。堆積範囲は放水路南側で約 50ha である。

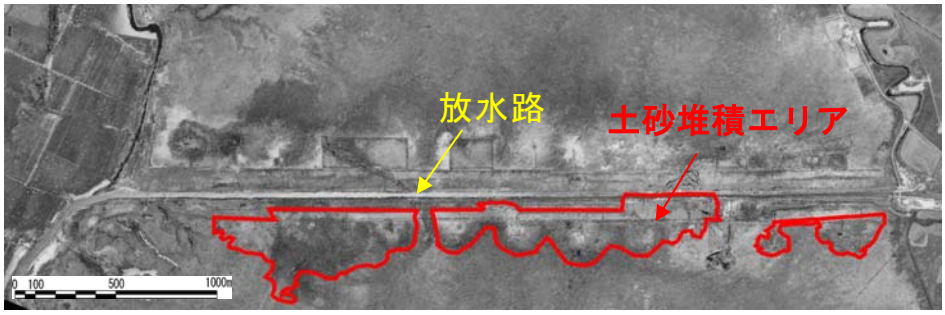
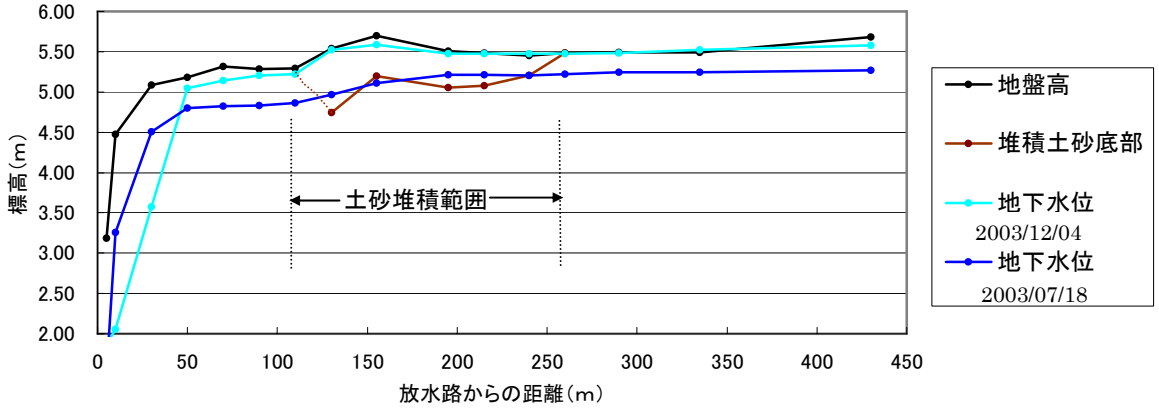


図 7.2.15　土砂堆積エリア（開削直後の 1970 年撮影写真）

（２）堆積深さ、賦存量

浚渫土砂は放水路から 100～250ｍの間に扇状に広がっていた。土砂堆積厚の調査結果から、堆積厚は扇形の要の位置が深く（最深部で 80 ㎝）、縁辺に近づくほど浅くなっており、すり鉢状の断面形状を呈していた（図 7.2.16）。堆積土砂量は概算で約 125,000m^3 と推定された。

（文献ｂ）



地盤高、地下水位：Ｂ測線における計測データ
堆積土砂底部：Ｂ測線付近の調査孔における堆積厚を
Ｂ測線の地盤高から差し引いた値

図 7.2.16　土砂堆積厚と地下水位

2003 年 5 月に土砂堆積地で調査孔を掘削して堆積厚を調査した結果を図 7.2.17 に示す。なお、堆積土砂は砂、シルト、粘土などからなり、旧表面である泥炭表層との境界は容易に識別できた。図中の堆積厚は現地で観察した現地表と旧地表面のレベル差である。（文献ｂ）

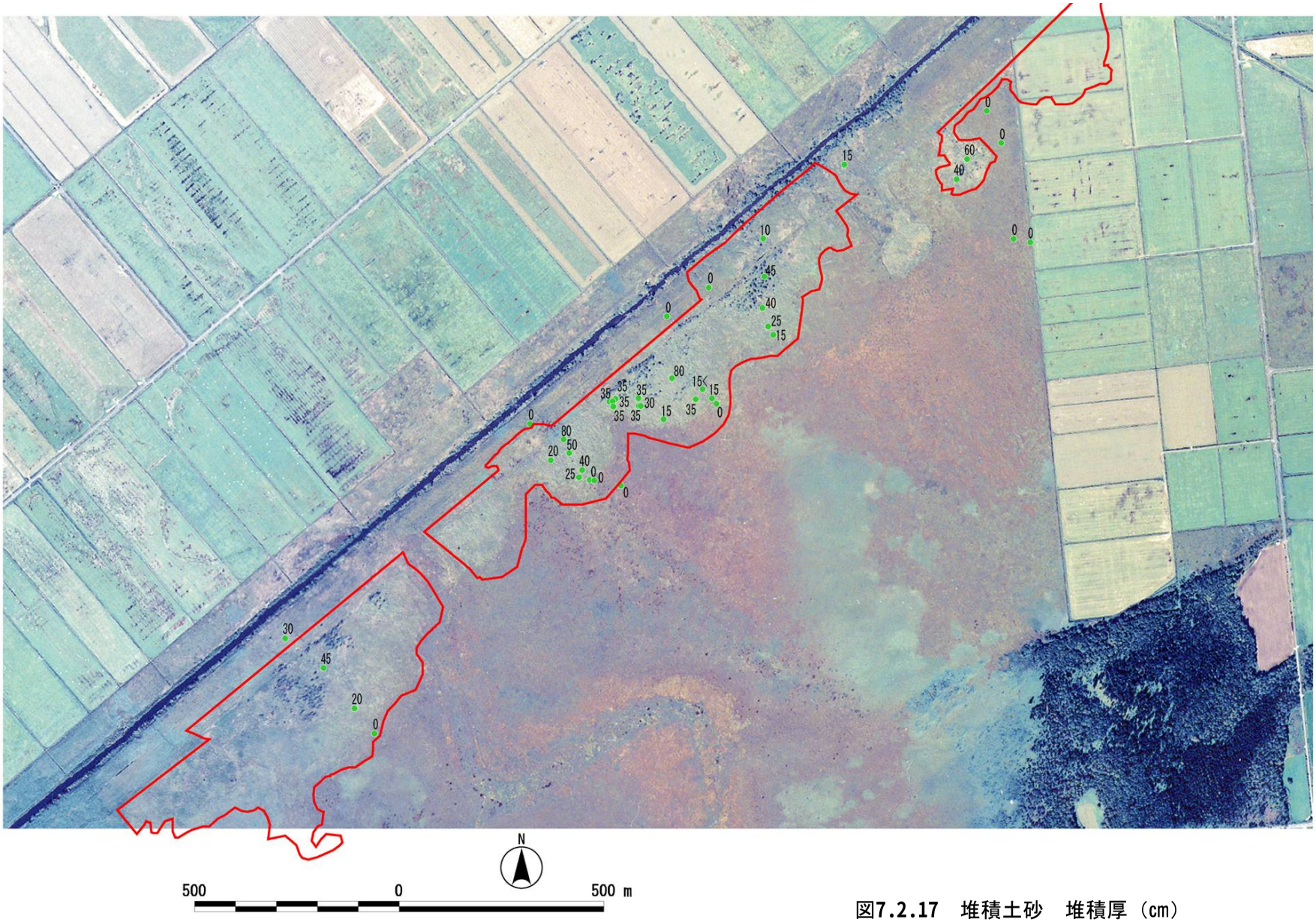


図7.2.17　堆積土砂　堆積厚（cm）

（３）堆積構造

土砂堆積地において、図 7.2.18 に示す 21 箇所で土壌断面調査を行った。調査にあたっては、土砂堆積前の地表面が確認できる深さまで掘削し、性状の異なる土層の層界を記録した。鉱質土（浚渫土に含まれていた砂、シルト、粘土などの鉱物質が混入した土壌）については土性を記録した。各調査地点における観察結果を図 7.2.19（１）～（４）に示す。

浚渫土はポンプで吸い上げられドレーンを通して排出されたので、排出口（土砂堆積地の中心）に近く、深くなるほど比重の大きい粒子（砂、シルトなど）が堆積し、排出口から遠く表層になるほど比重が軽いもの（粘土、泥炭粒子など）が堆積していた。縁辺部では、直接堆積してはいないものの、既存の泥炭に浸透してきた粘土粒子が混入したと思われる箇所もみられた。

いずれにしても、本来地表から３～５ｍの層に堆積していた砂や粘土などの鉱質土が泥炭の表層にまき正される形になったため、植生に何らかの影響を与えたと考えられる。

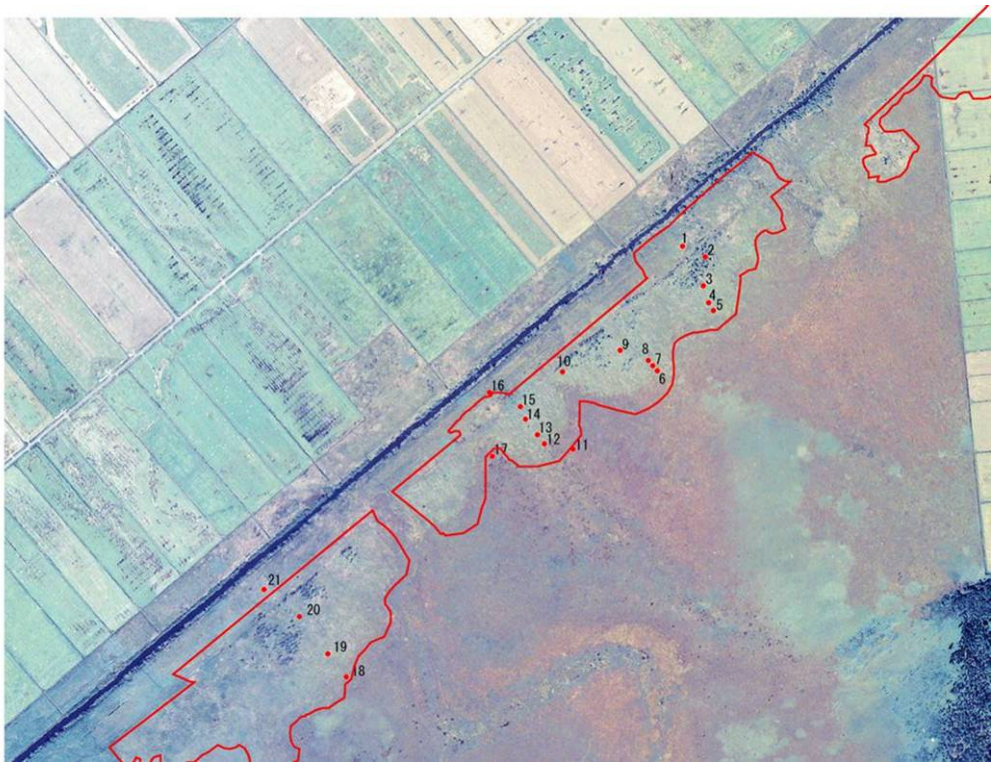
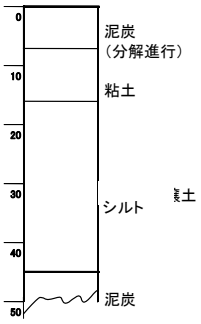


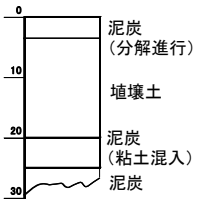
図 7.2.18　堆積土砂断面調査位置

地点 1

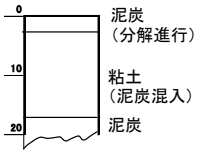


地点 2

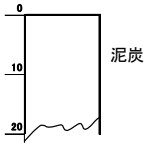
地点 3



地点 4



地点 5



地点 6

図 7.2.19(1)　土壌断面結果

地点 7

地点 8

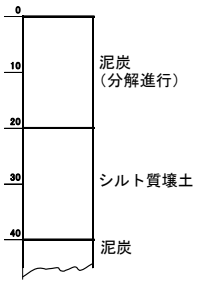
地点 9

地点 10

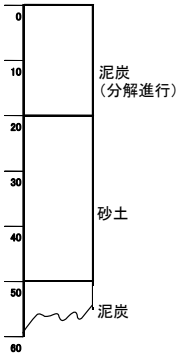
地点 11

地点 12

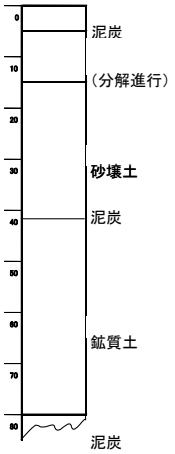
図 7.2.19 (2)　土壌断面結果



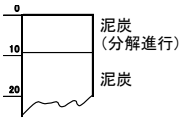
地点 13



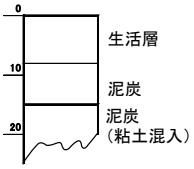
地点 14



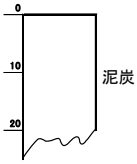
地点 15



地点 16

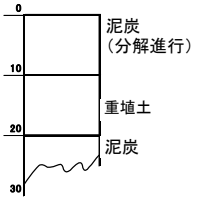


地点 17

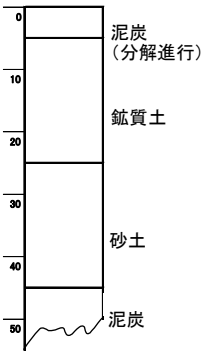


地点 18

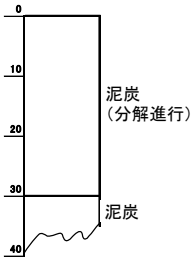
図 7.2.19 (3)　土壌断面結果



地点 19



地点 20



地点 21

図 7.2.19 (4)　土壌断面結果

（4）堆積土砂の養分

堆積土砂と本来の泥炭との養分の相違を把握するために、土砂堆積の影響のない高層湿原（A）、堆積地隣接地（B）、土砂堆積地中心部（C）（図 7.2.20）においてサンプルを採集し、表層土壌の成分を分析した。

サンプルは各地点とも生活層（生育している植物の根・茎が密生している層）直下から 20cm までの層から採取した。20cm としたのは、植物の根の大部分がこの範囲まで達しているためである。

C 地点は、分解が進行した泥炭の下層に砂が堆積していた。砂の成分も把握するため、堆積層の中心部（生活層直下から 30～40cm）からも採取した。したがって、「表層」として採取したサンプルは、泥炭層と砂層の上端が含まれ、「下層」として採取したサンプルは純粋な砂層のみである。

サンプルの分析は「土壌養分分析法」（農林水産技術会議監修、1970）に従って行った。

表 7.2.2　分析土壌サンプル採取地の概要

地点	概　要	優占植物
A	土砂堆積の影響を受けていない高層湿原。	ミズゴケ、ヌマガヤ、ホロムイスゲ
B	堆積地隣接地。生活層直下の泥炭層に粘土がうすく混入した地下水のしみ込みが認められる。	ホロムイスゲ、ツルコケモモ、ホロムイツツジ
C	土砂堆積地中心部。分解が進行した泥炭の下層に砂が堆積。	ヨシ、イワノガリヤス、ヌマガヤ

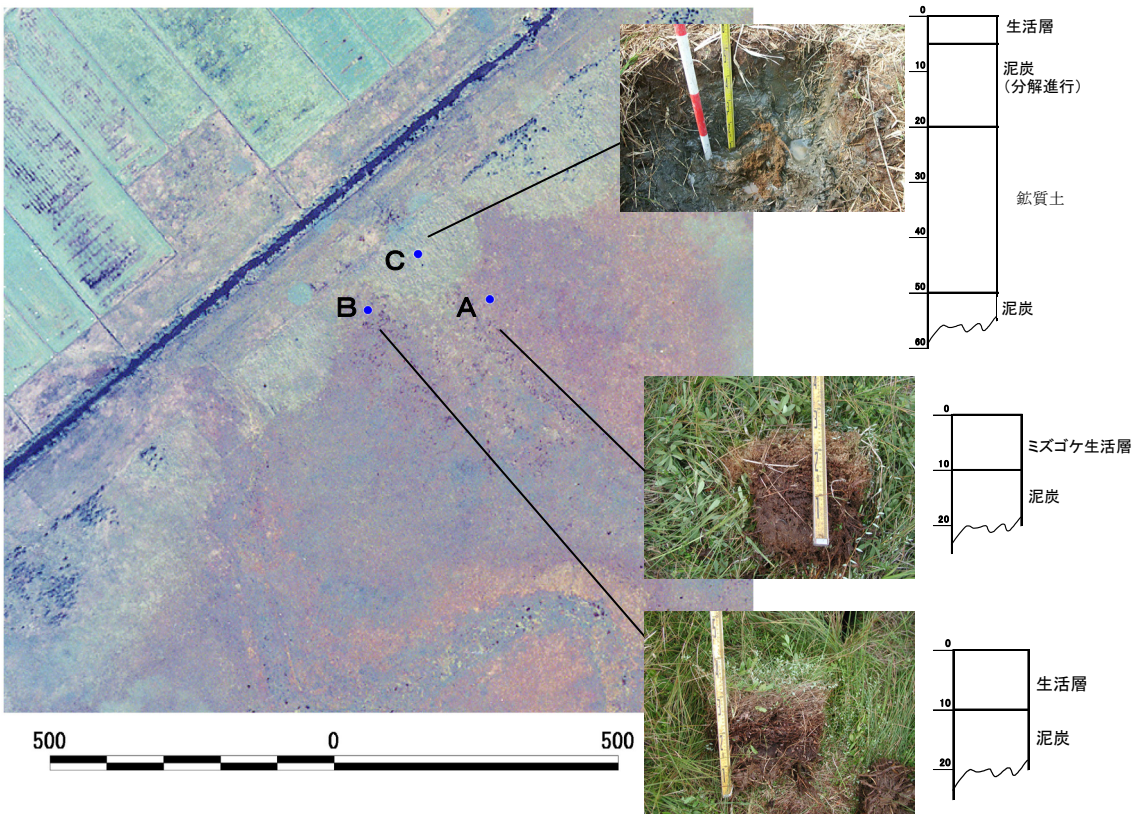


図 7.2.20　土壌分析試料採取地点

分析結果は以下のとおりである。

- 土砂堆積地（C）とそれ以外（A・B）では、化学成分が異なっていた。
- pH はC地点の方が高かった。
- A、B地点の方がC地点に比べて以下の成分の含有量が多かった。特に、全有機炭素、窒素（全窒素、無機態窒素)、有効態リン、ナトリウムがA・B地点で高かった。全有機炭素、窒素とリンは、泥炭が堆積しているA、B地点では、供給源となる植物遺体が豊富なため、これらの含有量が高くなったものと考えられる。

> **A、B地点で多い成分**
> **全有機炭素・全窒素・アンモニア態窒素・硝酸態窒素・全リン酸・有効態リン酸・交換性カルシウム・交換性マグネシウム・交換性ナトリウム**

- C地点で特徴的にみられた成分はケイ酸とカリウムであった。これらは表層と下層で相違がみられた。ケイ酸はC地点の下層が全地点中で最も多く、C地点の表層が最も少なかった。ケイ酸は、鉱質土壌から供給されるものであり、砂が堆積するC地点の下層で多いのは当然と考えられる。なお、表層で少ないのは、ヨシ・イワノガリヤス・ヌマガヤなどのイネ科植物によって地上部に吸収されたためではないかと思われる。また、カリウムはC地点の表層で最も多く、下層で最も少なかった。（文献ｂ）

表 7.2.3　土壌養分分析結果

項目＼地点		A	B	C		分析方法
				表層	下層	
pH		4.6	4.6	5.3	5.4	ガラス電極法
全有機炭素	%	38.01	37.41	4.41	3.36	塩酸処理後自動元素分析計法
全窒素	%	1.19	0.93	0.25	0.16	ケルダール法
アンモニア態窒素	mg/100g	16	15	2	1	中和適定法
亜硝酸態窒素	mg/100g	1未満	1未満	1未満	1未満	中和適定法
硝酸態窒素	mg/100g	9	10	1	1	吸光光度法
全リン酸	mg/kg	580	670	520	320	吸光光度法
有効態リン酸	mg/kg	40	72	5未満	5未満	吸光光度法
ケイ酸	mg/kg	200	360	170	450	吸光光度法
交換性カルシウム	me/100g	11	11	4	4	原子吸光光度法
交換性マグネシウム	me/100g	14	13	10	10	原子吸光光度法
交換性カリウム	mg/kg	290	230	380	160	原子吸光光度法
交換性ナトリウム	mg/kg	490	390	160	130	原子吸光光度法
硫酸イオン	%	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	吸光光度法
電気伝導度	μS/cm	25.6	22.0	16.4	17.7	電極法
含水率	%	93.9	92.6	57.1	47.3	重量法

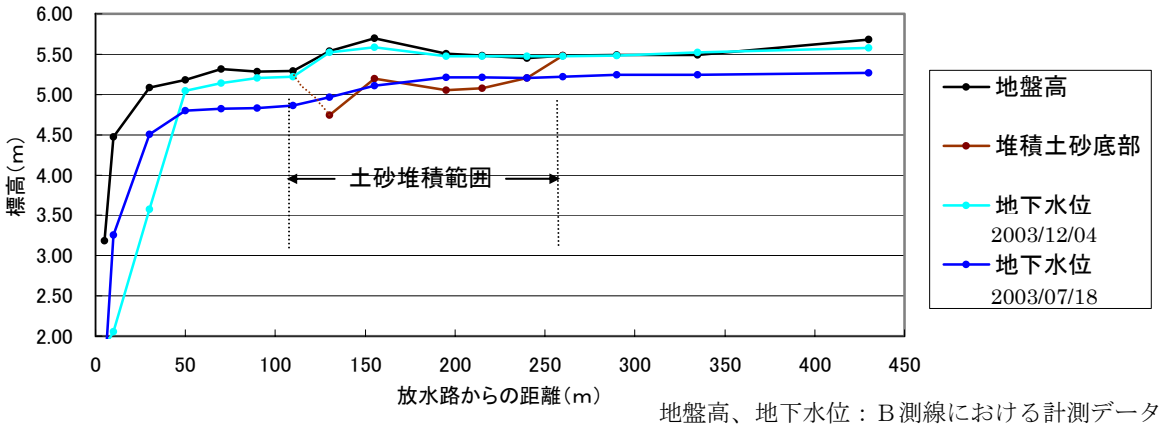
試料採取日：2003年8月16日
試料採取地点
A 土砂堆積の影響を受けていない高層湿原
B 土砂堆積地脇
C 土砂堆積地中心

サンプル採取位置
A　：生活層直下から20cm
B　：　〃
C表層：　〃
C下層：砂の堆積層（活性層直下から30～40cm）

（５）堆積土砂と地下水位の関係

堆積厚調査地点の地表と堆積土砂底部、Ｂ測線の地下水位を重ねたものを図 7.2.21 に示す。

土砂堆積範囲における地下水位は、夏季は地表から 30～50cm の深さにある。冬季はほとんど地表面に地下水位がある。



地盤高、地下水位：Ｂ測線における計測データ
堆積土砂底部：Ｂ測線付近の調査孔における堆積厚
Ｂ測線の地盤高から差し引いた値

図 7.2.21　土砂堆積厚と地下水位

土砂堆積地の堆積厚と 2003 年 8 月 19 日の地下水位を図 7.2.22 に示す。

堆積地の中心部では渇水期である 8 月でも旧地表面より地下水位が高く、縁辺部の一部でのみ旧地表面より地下水位が低かった。このため仮に堆積土砂を排除したとすると、堆積地の大部分に水面が形成されることになる。（文献ｂ）

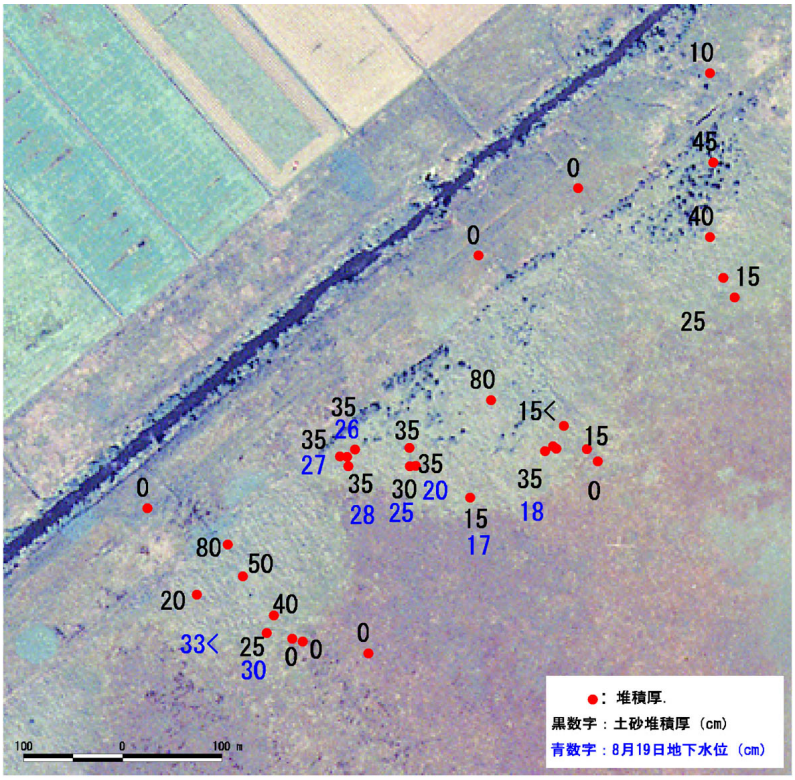


図 7.2.22　土砂堆積厚と地下水位

（６）堆積土砂の圧密効果に関する検討

堆積土砂は、地表に異質な鉱質土が堆積した結果ヨシの侵入を招く一方で、その荷重による圧密作用によって地下水流出の抑制に寄与している可能性がある。そこで、浚渫土砂の有無による透水性の違いを調査した。

放水路周辺の浚渫土砂堆積地と非堆積地において透水試験を実施した（図 7.2.23 の青丸の地点)。なお、透水試験を実施した地点は４箇所で、浚渫土砂の堆積及び非堆積、放水路からの距離等を考慮して設定し、それぞれ２深度で試験を行った（表 7.2.4 参照)。（文献ｂ）

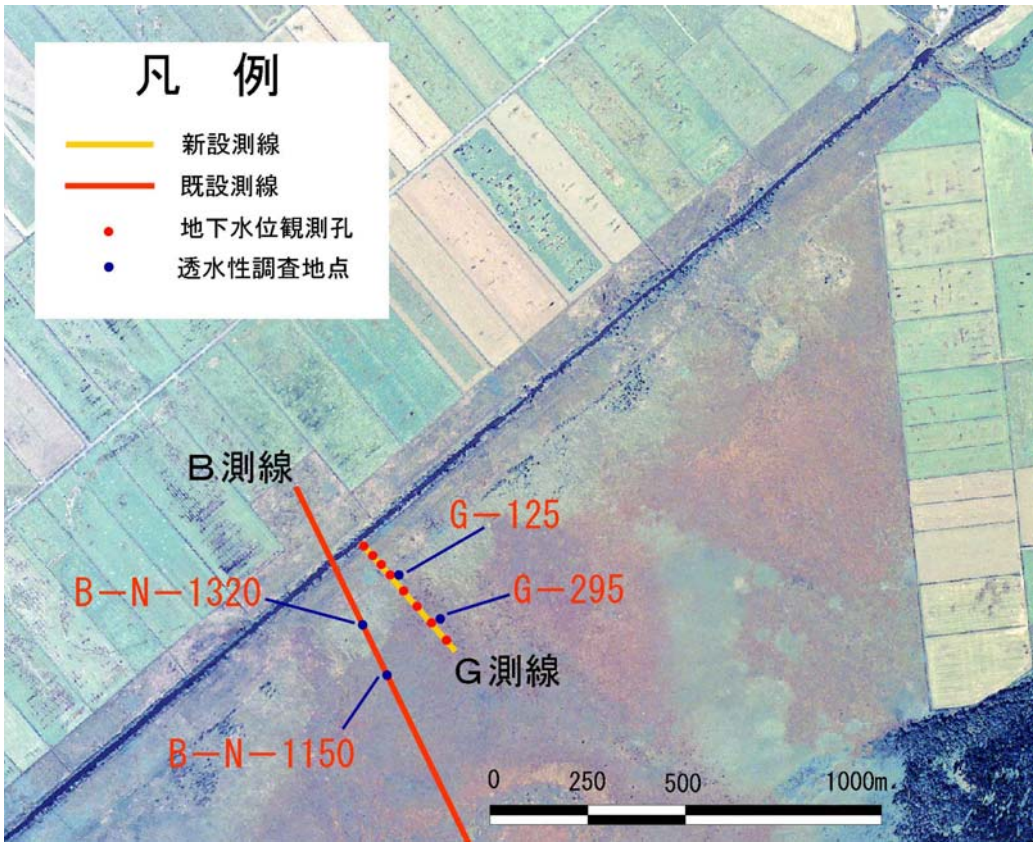


図 7.2.23　放水路周辺における平成 15 年度調査の位置図

表 7.2.4　透水試験結果一覧表

透水試験 実施地点	試験深度 (GL－m)	自然水位 (GL－m)	透水係数 (cm/sec)	備考
B－N－1320	0.89	0.698	1.1 E－4	浚渫土砂あり。
	1.24	0.370	7.5 E－5	放水路から 125m地点。B 側線。
B－N－1150	0.67	0.386	1.8 E－3	浚渫土砂なし。
	1.23	0.870	7.3 E－5	放水路から 295m地点。B 側線。
G－125	0.72	0.314	2.1 E－3	浚渫土砂なし。
	1.24	0.653	2.4 E－5	放水路から 125m地点。G 側線。
G－295	0.75	0.286	2.5 E－4	浚渫土砂なし。
	1.23	0.354	2.0 E－3	放水路から 295m地点。G 側線。

表 7.2.4 の各透水試験結果では、全体の透水係数は、10^{-3}～10^{-5}cm/sec 程度の透水性を示しており、一般的には比較的透水性の低い地盤といえる。

図 7.2.24 に試験深度と透水係数の関係を示す。かなりばらつきは大きいが、試験深度が深くなると透水係数が小さくなる傾向がある。湿原の下位の地盤（古い地盤）ほど分解が進み透水性が小さくなっている可能性と、深部はそれより上の部分の荷重で圧密されている可能性が考えられる。

図 7.2.25 に放水路からの距離と透水係数の関係を示す。見方によっては放水路に近い箇所での透水係数が若干低いようにも見えるが、強い相関性は見られない。なお同図において、同じ浅部の調査点について浚渫土砂の有無による違いを見ると、浚渫土砂のある B-N-1320 の深度 0.89m は、浚渫土砂の無い G-125 の深度 0.72m より透水係数が 1 桁小さく、深度 1m未満の浅い層では浚渫土砂による圧密作用による透水性の低下が生じていることが推察される。

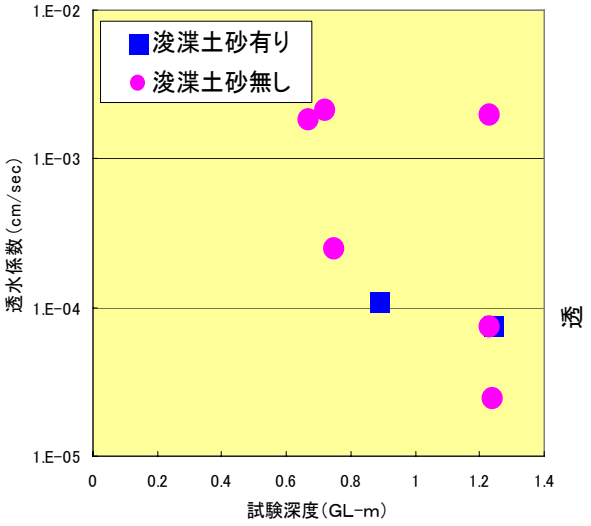


図 7.2.24　試験深度と透水係数の関係

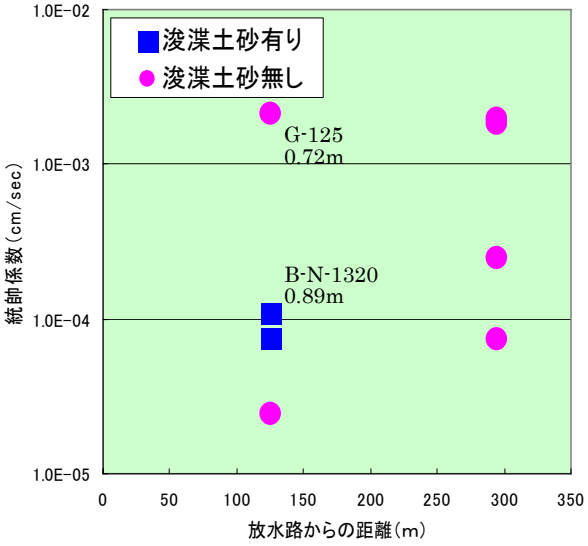


図 7.2.25　放水路からの距離と透水係数の関係

そこで、浚渫土砂の影響のない地下水位観測測線を新設し（図 7.2.23 の G 測線）、既存の浚渫土砂を通る地下水位観測測線（B 測線）との比較を実施した。2003 年 10 月 20 日～12 月 10 日までの両測線の地下水位分布を図 7.2.26 に示す。

B 測線の地下水位は、放水路から約 100～200m に扇状に分布する浚渫土砂の部分で、地表面の形状に沿って若干の高まりが見られる。しかし、地下水位は概ね GL-10～20cm であり、地下水位が地表面付近に達するのは放水路から 200m以遠である。これに対して、G 測線では、放水路から約 100m以遠で、ほぼ地表面に地下水位があり、地下水面は放水路側に傾いている。

B 測線における浚渫土砂堆積地を境にした地下水位分布状況から判断して、浚渫土砂の圧密作用による透水性の低下効果は限定的で、全体的な地下水の流出を抑えるほどの効果は期待しにくい。また、浚渫土砂堆積地では地表面が凸形状を呈するため、地下水位標高は周囲と同程度であっても地表面からの相対的な地下水位は低くなっており、その結果、周辺の高層湿原よりも乾燥化が進んでいると考えられる。（文献 b）

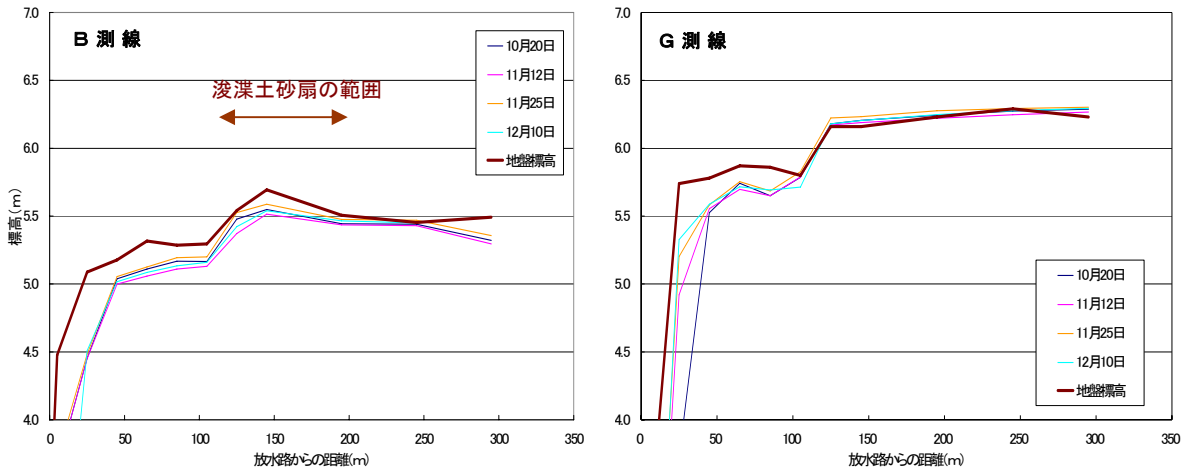


図 7.2.26　B測線及びG測線における地下水位分布

7.2.5　放水路周辺の植生の変化

放水路の施工によって生じた植生への影響を２時期の植生区分図の比較から把握した。

・1964 年（図 7.2.28）

工事中であり、放水路南側には土砂が廃棄されていないことから、植生の変化はまだほとんど生じていないと推定され、ほぼ工事前と同様の状態と考えられる。

・2000 年（図 7.2.29）

最新の植生の状態である。工事終了後 34 年を経ている。

工事前	工事後
・ 高層湿原植生が広く分布していた。 ・ 中間湿原植生は高層湿原植生の周囲に分布が限られていた。 ・ 落合沼が水面を保っていた。	・ 浚渫土砂が廃棄されたエリアでは、高層湿原植生が低層湿原植生に置き換わった。 ・ 放水路から約 100ｍのエリアでは、高層湿原植生が中間湿原植生に変化した。 ・ 落合沼が干上がり、跡地には低層湿原植生が侵入した。

図 7.2.27　放水路周辺の植生の変化

図 7.2.28　放水路周辺の植生区分図（1964 年）

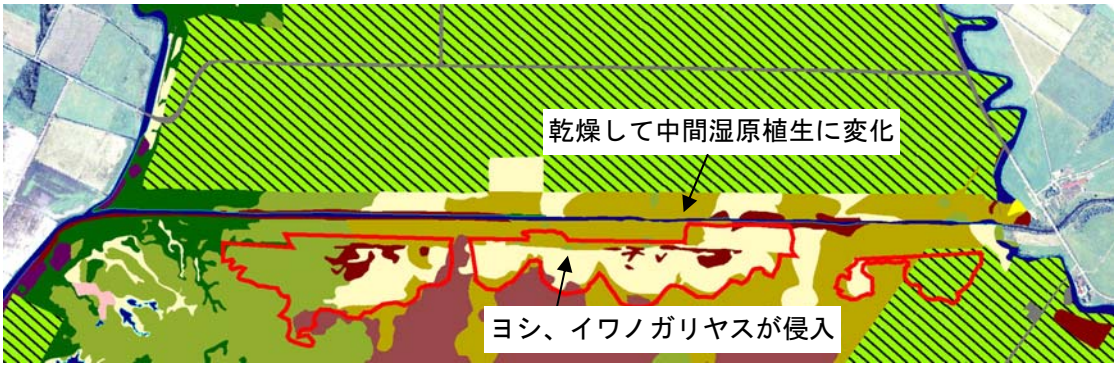
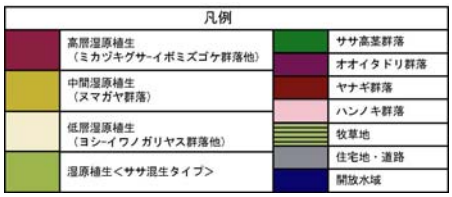


図 7.2.29　放水路周辺の植生区分図（2000 年）



浚渫土砂堆積範囲

また、B 測線における 2003 年夏季の植生調査結果から以下の点が明らかになった。

・放水路から約 100m までは中間湿原植生の代表的な種であるヌマガヤが優占していた。

・放水路から約 100～250m の範囲（土砂廃棄エリアに該当）は低層湿原植生の代表的な種であるイワノガリヤス・ヨシが優占していた。

・放水路から約 250m 以遠では、ヌマガヤの他、ツルコケモモ、ミズゴケなど高層湿原植生の種が混生していた。

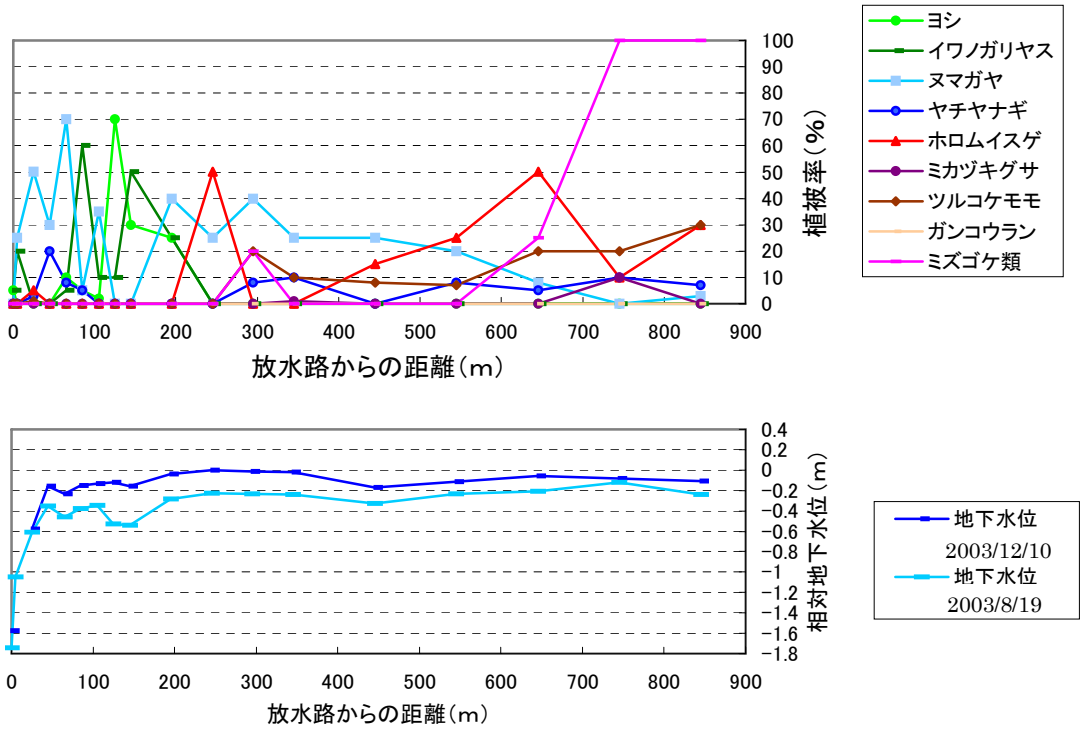


図 7.2.30　B測線における地下水位と主な種の植被率

以上の結果を整理すると、放水路周辺の植生の変化は以下のようにまとめられる。

■放水路から約 100mのエリア

この範囲は浚渫土砂をかぶっていないので、植生の変化は地下水位低下の影響によるものと考えられる。工事開始前に分布していた高層湿原植生の主要な構成種（ツルコケモモ、ミズゴケなど）はほとんどみられず、それよりやや乾いた立地に生育するヌマガヤが優占している。

■放水路から約 100～250mのエリア

この範囲は浚渫土砂が堆積しており、植生にはその影響が強くあらわれている。土砂堆積地にはシルトや砂が堆積しており、栄養分に富んだ鉱質土壌を好むとされるヨシとイワノガリヤスが優占している。地下水位低下の影響も及んでいると推察されるが、浚渫土砂の影響が卓越しているため明確には現れていない。　（文献ｂ）

7.3　対策の検討

本節の要約

- 湿原からの水分流出を抑制する対策として「水抜き水路の堰上げ」と「放水路沿いへの遮水壁の設置」が、浚渫土砂によるヨシの侵入箇所を修復するために「浚渫土砂の剥ぎ取り」が挙げられた。
- 対策案のうち、比較的小規模な工事で地物の改変が少なく実施できる「水抜き水路の堰上げ」から具体的に検討を進めることとした。
- 「水抜き水路の堰上げ」の実証試験を実施する前に予備調査を行った。堰上げによる地下水位の応答の程度をみるために、水抜き水路の仮堰上げ調査を行った。工事による放水路法肩部の崩壊の危険性を確認するために、水抜き水路付近の地盤強度を調査した。

7.3.1　対策の方向性

（1）対策の方向性

サロベツ放水路の周辺では図 7.3.1 の様なメカニズムで劣化現象が進行しているものと考えられる。放水路の開削自体が最大の乾燥化要因であることは明らかであるが、すでに地域の治水上不可欠な施設となっていることから、この機能を維持した上で湿原の乾燥化防止対策を検討する。

放水路から 200m程度の範囲は乾燥化や浚渫土砂の影響で本来の植生が失われているが、その背後の湿原奥部は新たに国立公園の特別保護地区に指定された区域であり、良好な高層湿原植生が生育している。したがって、放水路への水分流出を極力抑制し、湿原辺縁部の湿潤度を向上させることで、背後の良好な高層湿原域に乾燥化が及ばないよう対策を講じる。

（文献ｂ）

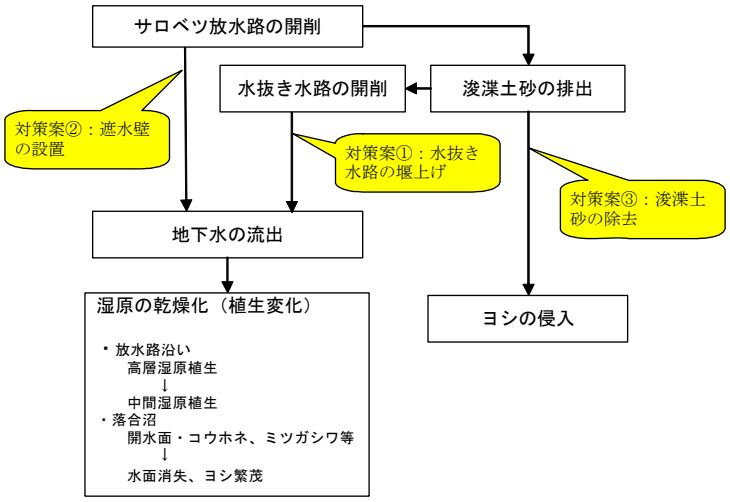


図 7.3.1　推定される劣化のメカニズムと対策案

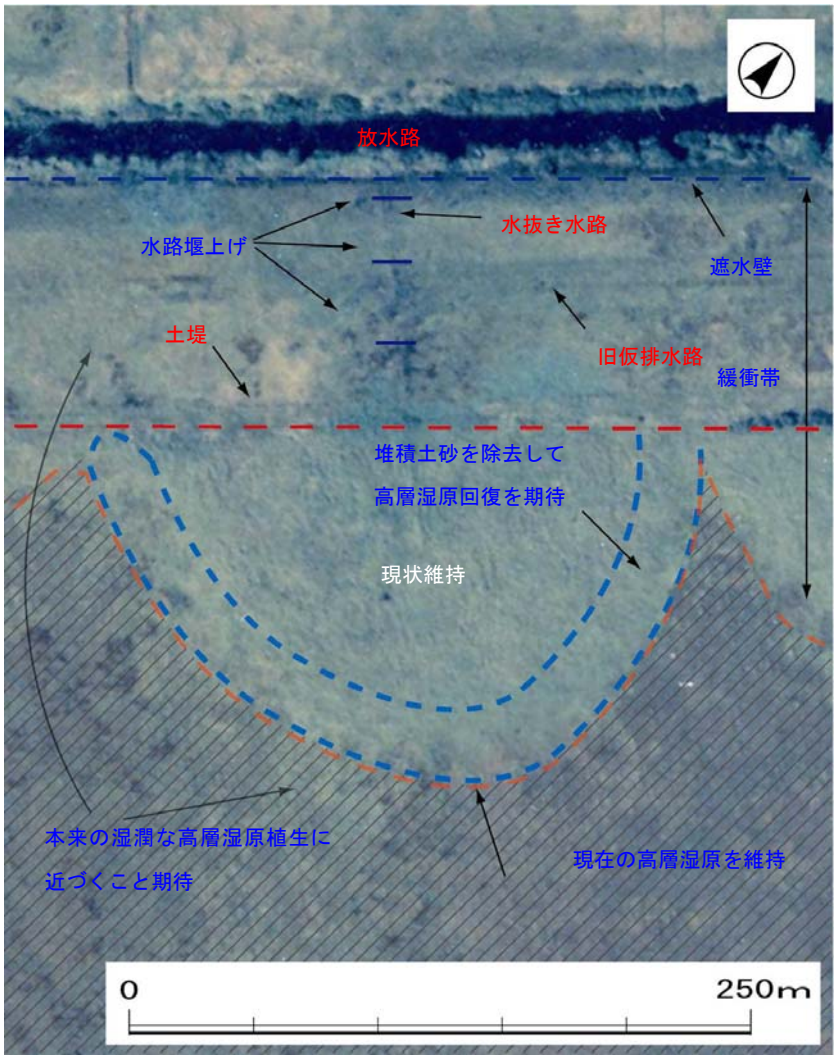


図 7.3.2　放水路付近における対策イメージ

対策案①：水抜き水路の堰上げ

水抜き水路に堰を設け、水路内に湛水させることで周囲の地下水位低下を防ぐとともに、雨水の初期流出を抑制し、湿原からの水分流失を低減させる。また、放水路と平行に掘られた仮排水路にも湛水させ、湿原辺縁部の湿潤度向上を図る。

対策案②：遮水壁の設置

対策案①による湿原の反応を確認した上で、必要に応じて放水路沿いに遮水壁を設置し、湿原辺縁部からの水分流出を抑制する。

対策案③：浚渫土砂の剥ぎ取り

対策案①・②による湿原の反応を確認した上で、浚渫土砂の堆積厚が薄い部分については、これを剥ぎ取ることで本来の地表面を露出させ、湿原植生の回復を図る（有効性については要検討)。

（2）対策の実施による影響の予測

放水路付近を含む丸山道路北側の湿原域では、表 7.3.1 に示すような動物の生息が確認されている。これらの動物に対する事業実施の影響の予測を表 7.3.2 に示す。

上記対策案の実施による環境の改変は、水抜き水路や遮水壁の周辺が緩やかに湿潤化する、落合沼に通じる水抜き水路を堰上げた場合は落合沼跡地に水面が出現する、浚渫土砂剥ぎ取り地では地下水位の状況によっては水面が出現するというものである。湿潤化による植生の変化は、現況の中間湿原植生が本来の高層湿原植生に近づいていくというものであり、これによって生息が困難になる動物は少ないと思われる。水面の出現は、現存の草地を利用する鳥類などにとっては生息地の一部が改変されることになるが、これらはサロベツ湿原に広くみられる種であり、本対策程度の面積では大勢に影響はないと考えられる。一方、水面の出現は鳥類、両生類、魚類などの新たな生息場を提供することになる。このことは落合沼については、沼が消失する以前の生態系に近づくので望ましい方向である。土砂剥ぎ取り地については、形成される環境が予測困難な面もあるので慎重に対応する必要がある。

なお、いずれの対策も施工時の改変面積を最小限に抑え、施工後は影響の有無を監視する必要がある。

（文献ｂ）

表 7.3.1　丸山道路北側における動物確認状況一覧

項　目	主な確認種等
鳥類	チュウヒが多くみられ、営巣地も確認された。オオジシギ、ツメナガキセキレイ、シマオアジ等の草原性の鳥類が多く確認された。
哺乳類	エゾユキウサギ、キタキツネ
両生類・爬虫類	コモチカナヘビ、エゾアカガエル
昆虫類	キタアカジマウンカ、ムモンナガカスミカメ等

（平成１５年度サロベツ地区自然再生事業自然環境調査報告書）より抜粋

表 7.3.2　対策案の実施による動物への影響予測

対策	環境の変動	植物への影響	動物への影響
①水路堰上げ	水抜水路･落合沼周辺 ・ 緩やかに湿潤化する	・ 高層湿原植生構成種が増加する。	・ 環境の変化は緩やかであり、周囲に多様な湿原植生が広く分布しているので、影響は少ない。
	落合沼 ・ 湛水面が出現する。	・ 抽水植物、沈水植物が出現する。	・ 現存のヨシ群落を利用している草原性の鳥類などの生息地が改変されることになるが、サロベツ湿原に広く生息しているので、影響は少ない。 ・ 水面の出現により、両生類・水鳥･魚類などの新たな生息場として活用される可能性がある。
②遮水壁	･緩やかに湿潤化する。	・ 高層湿原植生構成種が増加する。	・ 環境の変化は緩やかであり、周囲に多様な湿原植生が広く分布しているので、影響は少ない。
③土砂剥ぎ取り	・ 表層土壌が失われる ・ 剥ぎ取り後の地表面が湿潤化する。湛水面が出現する可能性がある。	・ 表層土壌とともに植物が消失する ・ 時間の経過とともに高層湿原構成種が生育する。水面が出現した場合は、抽水植物や沈水植物が生育する。	・ 大面積で実施する場合は、現存のヨシ群落を利用している草原性の鳥類などの生息地が改変されることになるが、サロベツ湿原に広く生息しているので、影響は少ない。 ・ 大面積の水面が出現した場合は、両生類・水鳥・魚類などの新たな生息場として活用される可能性がある。

（3）具体的に検討する対策

これらの対策のうち、サロベツ原野保全対策検討会での討議を踏まえ、「水抜き水路の堰上げ」について具体的に検討し、実証試験を行った。水抜き水路の堰上げは、比較的小規模な工事で周辺環境の損傷が少なく実施でき、効果が期待できるためである。

なお、「浚渫土砂の剥ぎ取り」は、浚渫土砂の堆積地は地下水位が高いため、土砂を剥ぎ取ると水面が形成され、本来の湿原とは異質な環境が形成されることが懸念されたために見送ることとした。「遮水壁の設置」は、効果を得るには大規模な工事が必要となるため、早急な実施を避け、水抜き水路や緩衝帯における実証試験などから知見を蓄積しつつ長期的に検討することとした。（文献ｂ）

7.3.2　水抜き水路堰上げのための予備調査

（1）水抜き水路の仮堰上げ調査

水抜き水路を堰上げることで、地下水位がどの程度応答するのかを把握するために、予備試験として仮堰上げを行った。

水抜き水路の仮堰上げ調査は、水抜き水路２の放水路から 25mの地点で実施した（図 7.3.3 参照)。堰上げは 2003 年 10 月 4 日に実施し、図 7.3.4 に示す地下水位確認地点で 10 月 4 日に堰上げ前、10 月 7 日～11 月 13 日に堰上げ後の周辺地下水位の観測を実施した。また、11 月 13 日の周辺地下水位の観測後に堰の撤去を行い、以降、撤去後の周辺地下水位の観測を実施した。また、10 月 4 日～12 月 10 日までの各地点の地下水位の変化グラフを図 7.3.5 及び図 7.3.6 に示す。

堰上げ後の水抜き水路上流側では、翌日には堰上端まで表流水が堰上がり、水抜き水路の最上流部まで水がたまっているのが確認された。この状況は堰の撤去まで維持された。周辺の地下水位は堰よりも上流側は、25m地点で 24cm、50m地点で 9cm の水位上昇が確認された（10 月 4 日と 11 月 13 日の水位差)。堰の撤去後は、25m地点で 26～37cm、50m地点で 4cm 程度の地下水位の低下が見られたが、他の地点では明瞭な変化は見られなかった。なお、10m地点の 11 月 14 日の地下水位が急上昇しているが、これは、11 月 13 日の堰の撤去に伴い堰止められていた水が短時間に下流側に供給されたためと考えられる。

（文献ｂ）

図 7.3.3　水抜き水路仮堰上げ調査の位置図

図 7.3.4　水抜き水路仮堰上げ調査の状況

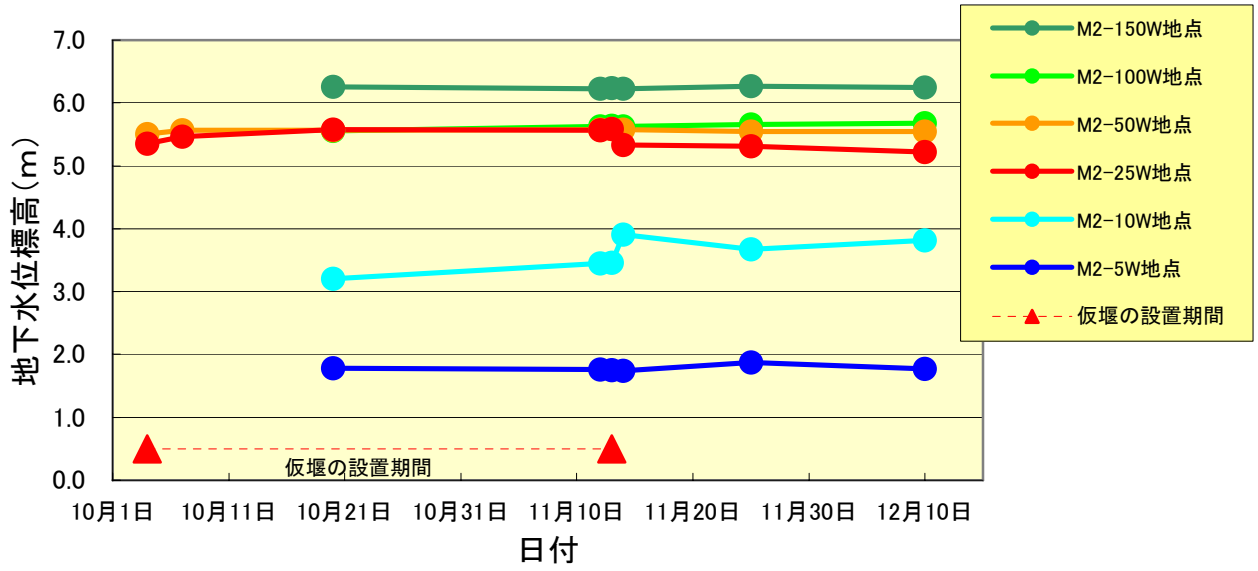


図 7.3.5　10 月 4 日～12 月 10 日までの各地点の地下水位の変化グラフ

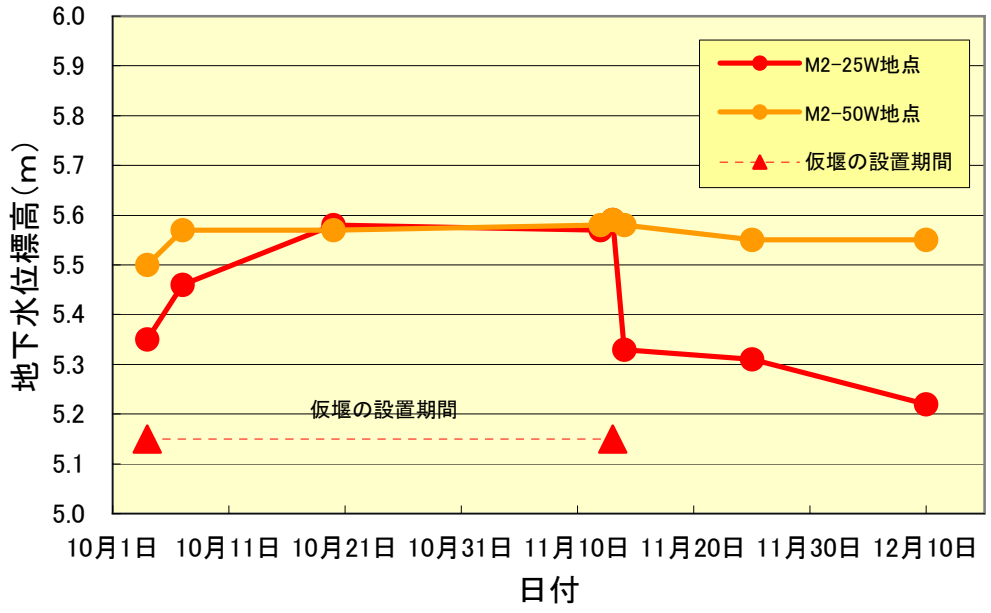


図 7.3.6　上図の部分拡大（25m地点と 50m地点を抽出）

（２）水抜き水路付近の地盤強度

水抜き水路の堰上げ試験により放水路法肩部の崩壊が生じないかを事前に推定するために、地盤の安定性解析を実施した。解析を実施した断面は以下の２断面である。

Ｍ１測線：水抜き水路①（旧落合沼からの水抜き水路）
Ｍ２測線：水抜き水路②（仮堰上げ調査を実施した水抜き水路）

各測線の地盤高は、安全側を考慮して水抜き水路の底面ではなく水路脇の湿原面の標高を採用した。また、地質モデルについては、スウェーデン式サウンディングで推定された地層区分を基に設定した（図 7.8.9、図 7.8.10 参照）。

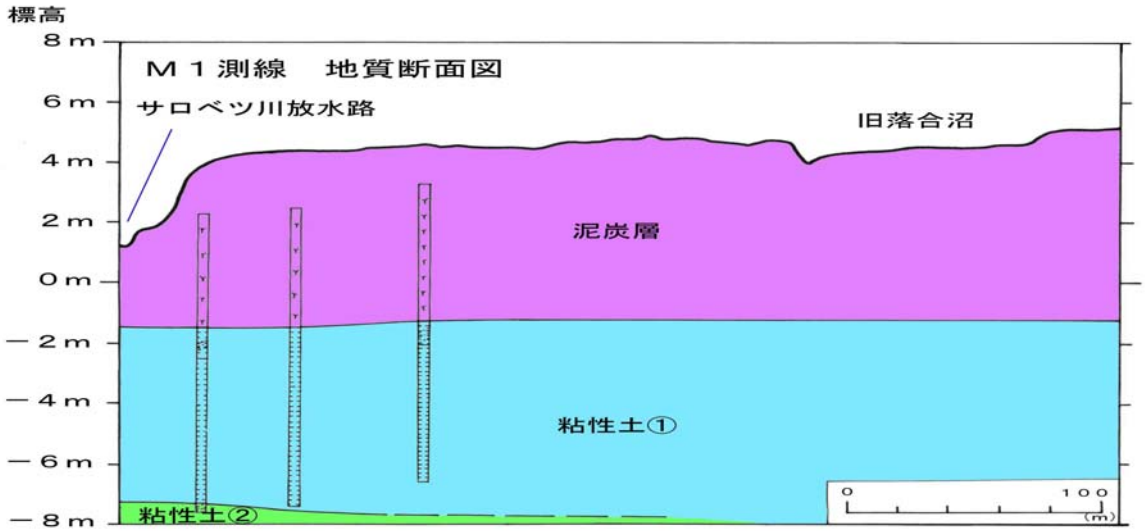


図 7.3.7　Ｍ１測線の地質断面図

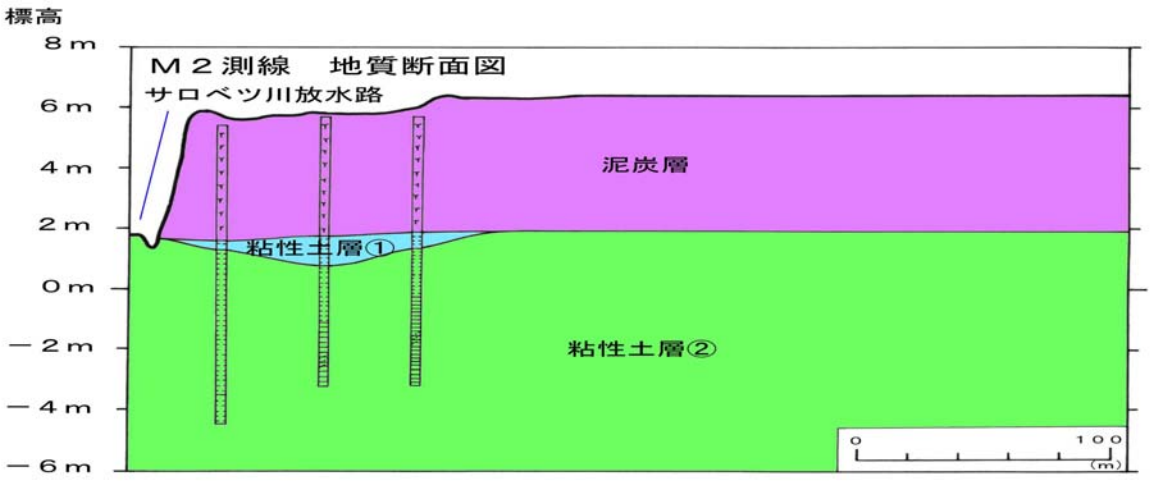


図 7.3.8　Ｍ２測線の地質断面図

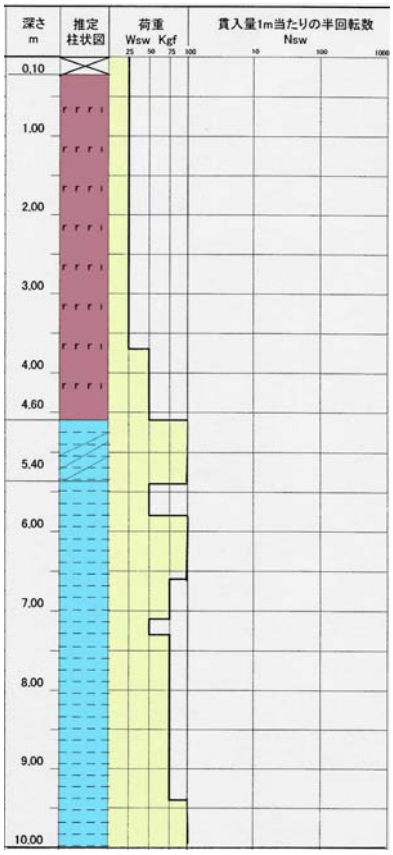


図 7.3.9　堰上げ試験候補地①における スウェーデン式サウンディング結果

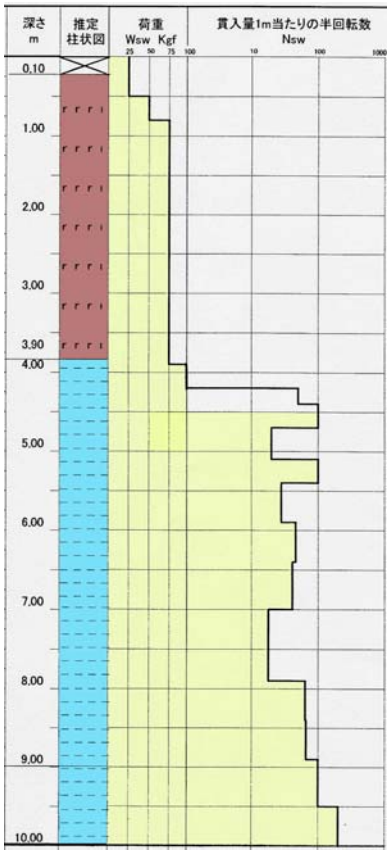


図 7.3.10　堰上げ試験候補地②における スウェーデン式サウンディング結果

解析に用いる地盤定数（粘着力、剪断抵抗角）は、スウェーデン式サウンディングの計測結果から換算N値を算出し、平均的な換算N値から設定した。各測線の泥炭層及び粘性土層の地盤強度定数を表 7.3.3、表 7.3.4 に示す。

表 7.3.3　Ｍ１測線における解析地質区分の地盤強度定数

地質区分	土質	平均換算 N 値	湿潤重量	粘着力（ｃ）	剪断抵抗角（φ）
		（回）	（t/m³）	（tf/m²）	（度）
泥炭層	粘性土	1.1	1.5	1.0	0
粘性土層①	砂質シルト～シルト	2.7	1.6	2.0	0
粘性土層②	砂質シルト	6.2	1.65	4.7	0

表 7.3.4　Ｍ２測線における解析地質区分の地盤強度定数

地質区分	土質	平均換算 N 値	湿潤重量	粘着力（ｃ）	剪断抵抗角（φ）
		（回）	（t/m³）	（tf/m²）	（度）
泥炭層	粘性土	1.7	1.5	1.0	0
粘性土層①	シルト	3.0	1.6	2.0	0
粘性土層②	シルト～砂質シルト	5.5	1.6	4.7	0

上記の解析条件を入力し、各断面について堰上げ実施前の低い地下水位の状態と実施後の高い地下水位の２ケースを設定して安定解析を実施した。解析の結果得られた最小安全率と判定結果について表 7.3.5 に示す。

安定解析結果の評価は、解析結果によって得られる最小安全率によって評価する。最小安全率は、任意に設定した多数の円弧滑り断面における剪断抵抗力とその断面にかかる剪断力の比率で、安全率が 1.0 を下回ると計算上では滑りが発生する。ただし、地盤のモデルや設定した地盤強度定数に推定の部分が多いため、一般的な安定計算では安全率を 1.2 まで引き上げて滑りの有無を判定する。ここでも同様に安全率 1.2 を判定の基準として用いた。

判定の結果、Ｍ１、Ｍ２両断面とも堰上げ後の高水位を想定したケースでも最小安全率が 1.2 を上回り、堰上げ実証試験による両断面における滑り発生の可能性は低いと考えられる。

表 7.3.5　安定解析による最小安全率と判定結果

解析条件 / 測線名	低水位（現状の地下水位を採用）		高水位（堰上げ後の地下水位を想定）	
	最小安全率	判定	最小安全率	判定
Ｍ１測線	2.586	OK	2.583	OK
Ｍ２測線	1.623	OK	1.616	OK

なお、地盤強度の小さいＭ１測線の方が最小安全率が高くなっているが、これは放水路開削時に地すべり性の崩壊を起こし、地表面の形状がすでに安定化している（なだらかになっている）ためである。

（文献ｂ）

7.4　実証試験

本節の要約

- 放水路の劣化メカニズムとその影響を緩和するための堰上げの効果について仮説を設定し、それを検証するために実証試験を検討した。
- 水抜き水路１と水抜き水路２において堰上げ工事を実施した。
- 水抜き水路３では、堰上げの計画を行った。工事は未実施である。

7.4.1 実証試験地

実証試験地とした水抜き水路は３箇所である（図 7.4.1）。

水抜き水路１は、落合沼跡と接続しており、堰上げをすれば沼跡が湛水して周辺の地下水位低下が抑制されると予想され、最も大きな効果が期待されるので試験地として選定した。

水抜き水路２は、扇状に広がる浚渫土砂堆積地を背後に控えている。水抜き水路の典型的なパターンとして試験地に選定した。

水抜き水路３は、旧河川跡という自然の排水要因に接する水抜き水路における対策を検討するために選定した。

水抜き水路１（落合沼）と水抜き水路２は、平成 16 年度に事前調査を実施し、平成１７年度に実際に堰上げを行い、堰上げ後に事後調査を行った。水抜き水路３は、平成 17～18 年度に事前調査を行った。

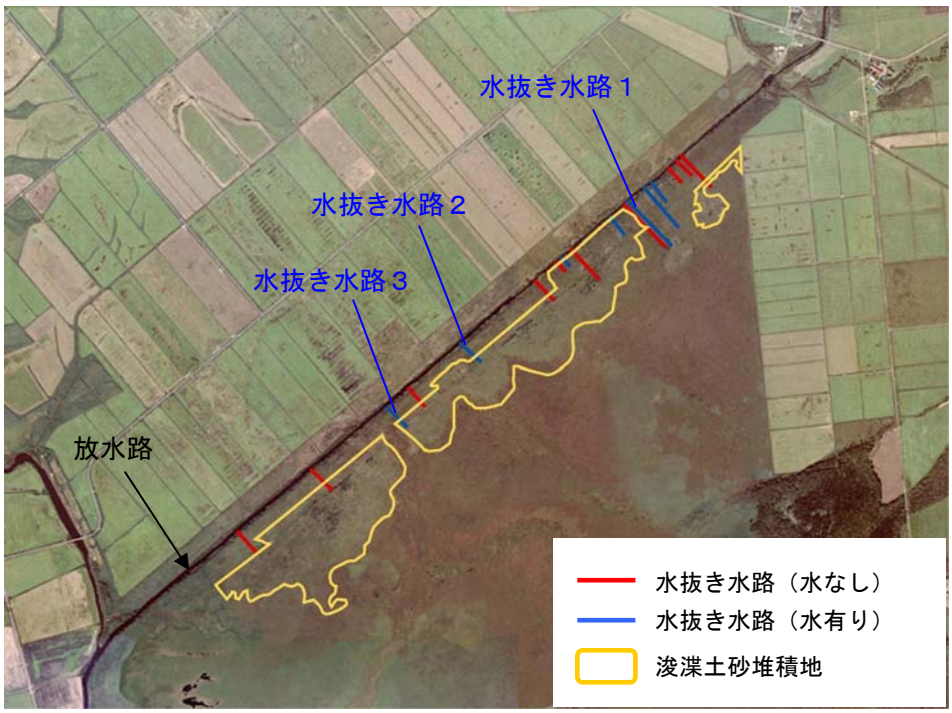


図 7.4.1　水抜き水路実証試験地

7.4.2 仮説の設定

（1）放水路周辺の劣化のメカニズム

落合沼と水抜き水路周辺の劣化は、以下のようなメカニズムで進行したと推測された。

サロベツ放水路周辺は、まず、放水路の開削によって放水路側へ地下水が流出するようになり、放水路付近では地下水位が低下した。さらに、水抜き水路が開削され、湿原からの水分の流出が促進されるようになった。特に、落合沼周辺は、沼の水が抜けて開水面が消失した。開水面の消失は、沼周囲の地下水位の低下を助長することになった。これらの相乗効果により、湿原の乾燥化を招いたと考えられる。なお、落合沼の東側は、湿原と農地の境界にある明渠にも近接しており、明渠側への地下水の流出もあることから、乾燥の影響は大きいと考えられる。

これに伴って、放水路沿いは高層湿原植生が中間湿原植生に変化した。落合沼では、開水面が広がり、コウホネやミツガシワなどの抽水植物が生育していたが、水面は消失し、ヨシが繁茂するようになった。

（2）水抜き水路堰上げによる変化の予測

水抜き水路の堰上げは、その対策として、地下水流出の主要因である放水路と水抜き水路のうち、水抜き水路を堰上げすることにより、湛水面を形成させるものである。これにより、水路に沿って低下した地下水位を上昇させて、植生の回復を期待するものである。水抜き水路堰上げ実証試験の実施によって期待される生態系の応答は、以下のように予測される。

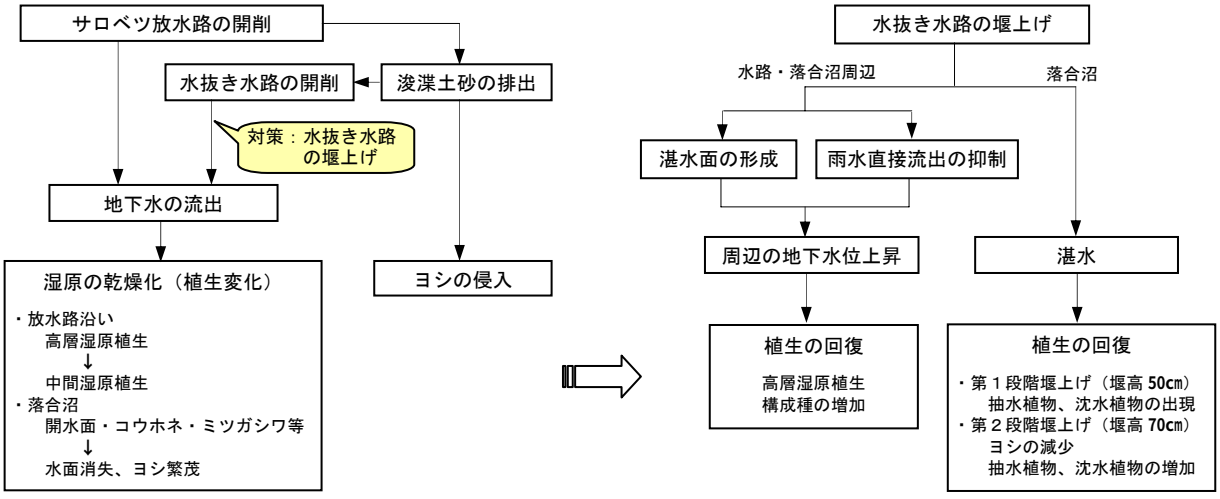


図 7.4.2　放水路周辺の劣化のメカニズムと対策による回復のメカニズム

1）落合沼

旧落合沼の流出部付近への堰の設置によって、沼跡の窪地に湛水面が形成される。

これによって、以下の変化が生じる。

⇒ 窪地の水位が上がるのに連動して、周囲の湿原地下水位が上昇する。

⇒ 堰上げ第１段階（堰高 50cm）では、現在沼内に生育するヨシは残存するが、湛水によって生じる開水面の一部ではミツガシワ・コウホネ・フトイなどの抽水植物、ヒメタヌキモなどの沈水植物が新たに出現する。

⇒ 堰上げ第２段階（堰高 70cm）では、ヨシが減少し、抽水植物、沈水植物が増加する。

⇒ 落合沼の周囲では、地下水位が高くなることによって、後背の高層湿原植生が安全に維持される。また、乾燥によって劣化した植生が本来の高層湿原植生に近づく。

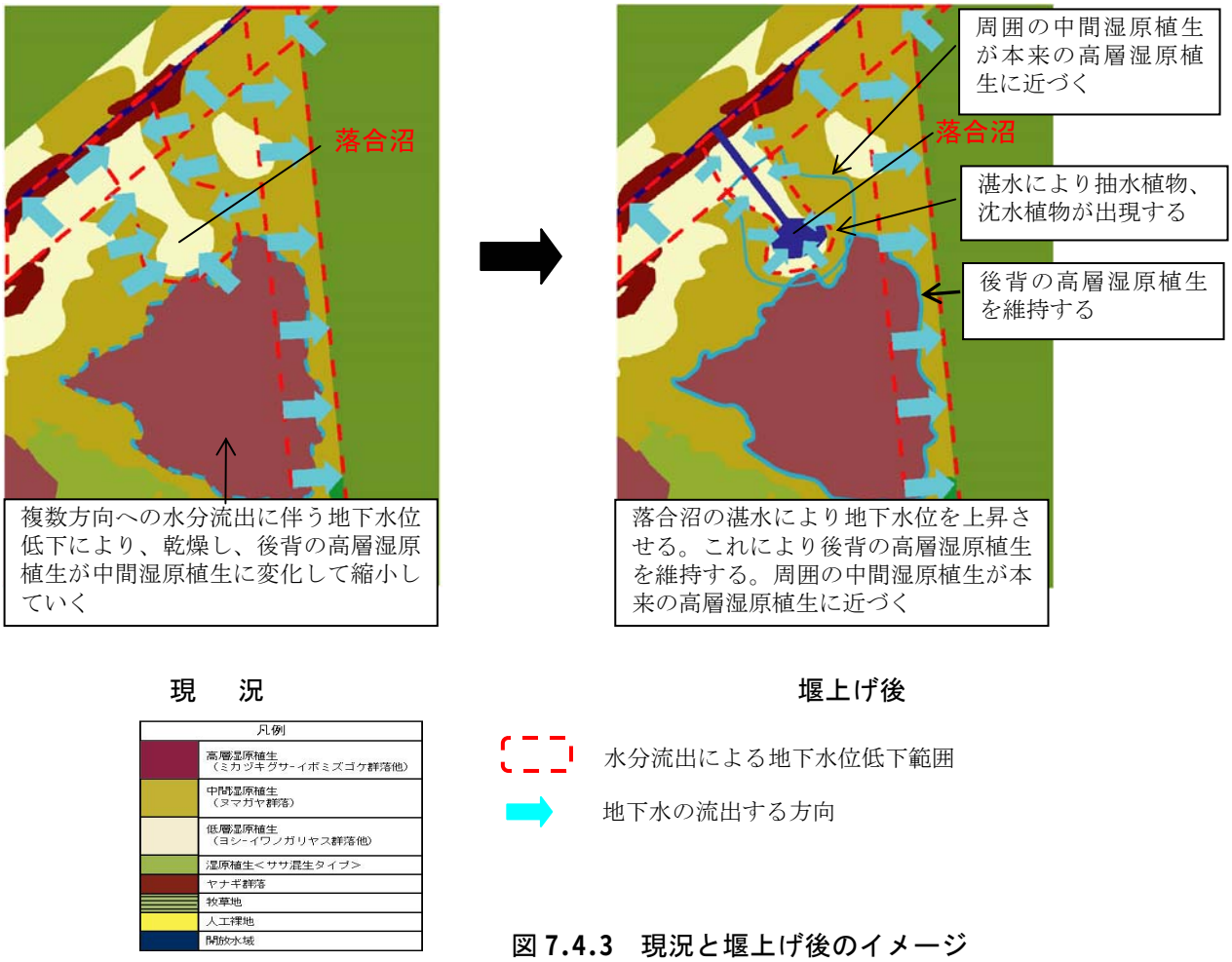


図 7.4.3　現況と堰上げ後のイメージ

2）水抜き水路

堰を複数設置することによって、水路内に階段状の湛水面が形成される。

これによって、以下の変化が生じる。

⇒ 水抜き水路への地下水流出が抑制され、水路周辺の湿原地下水位が上昇する。

⇒ 湿原内の乾燥化が緩和され、現況の中間湿原植生が本来の高層湿原植生に近づく。なお、土砂堆積地のヨシーイワノガリヤス群落は、浚渫土砂に混入していた鉱質土壌に結びついて成立したと思われ、地下水位が上昇しても高層湿原植生に変化するとは考えられない。

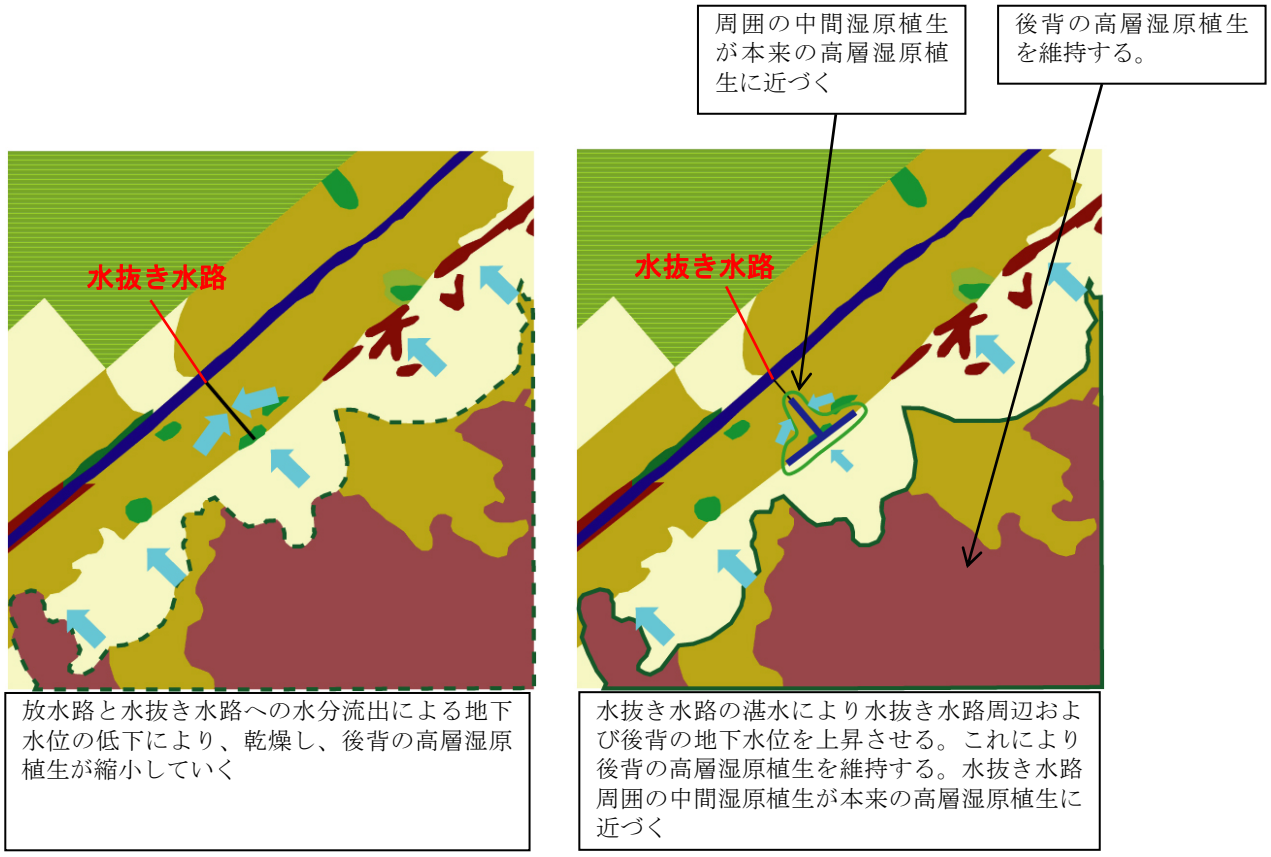


図 7.4.4　現況と堰上げ後のイメージ

7.4.3　目標水準の検討

解析結果をもとに、堰上げによる目標を、以下のように検討した。

①落合沼

【定性的目標】

- 水抜き水路および落合沼跡の窪地に湛水面を形成することによって、周囲の地下水低下を抑制する。
- 沼周辺を湿潤に保つことによって、後背地の高層湿原植生を維持する。
- 乾燥化により変質している周辺の植生を本来の高層湿原植生に近づける。

【定量的目標】

- 沼周囲の地下水位を対照区（Ａ２測線：300ｍ地点）と同様に、地下水位の最深値が GL-5cm より浅く維持する。
- 沼周囲の植生を、本来の植生である高層湿原植生（ミズゴケ類が植被率 80%程度で生育し、その他ガンコウラン、ツルコケモモ、モウセンゴケ、ミカヅキスグサ、ホロムイスゲなどの高層湿原構成種が混生）に近づける。

②水抜き水路

【定性的目標】

- 水抜き水路に湛水面を形成することによって、周囲の地下水低下を抑制する。
- 放水路周辺を湿潤に保つことによって、浚渫土砂堆積地の後背の高層湿原の乾燥化を抑制する。
- 乾燥化により中間湿原植生に変質している放水路沿いの植生を本来の高層湿原植生に近づける。

【定量的目標】

- 浚渫土砂堆積地の後背の高層湿原植生の現状を維持する。対照区（Ａ２測線：300ｍ地点）と同様に、地下水位の最深値が GL-5cm より浅く維持する。
- 水抜き水路付近では、ミズゴケ類、ガンコウラン、ツルコケモモ、ホロムイスゲなどの高層湿原構成種が多数混生する植生を成立させる。
- 土砂堆積地では、地下水位が上昇してもイワノガリヤスーヨシ群落は維持されると思われるが、チマキザサの生育を抑制する。　（文献ｃ）

7.4.4　水抜き水路①における堰上げ試験

（１）堰上げ試験計画

堰の位置および高さを図 7.4.5 に示す。水路の延長が約 240mと長大であるため、複数の堰を設置して水路内に段状の湛水面を形成する。さらに、最上流の堰は落合沼跡からの流出口に設け、窪地内に湛水面の形成を図る。

なお、沼からの流出口に設ける堰については、まず高さ 50cm～70cm 程度のものを試行的に設置して湛水状況および地下水位や地盤の反応を調査し、その結果を踏まえて本来の沼の面積を回復し得る高さ１ｍ程度の堰上げを検討することとした。　　（文献ｂ）

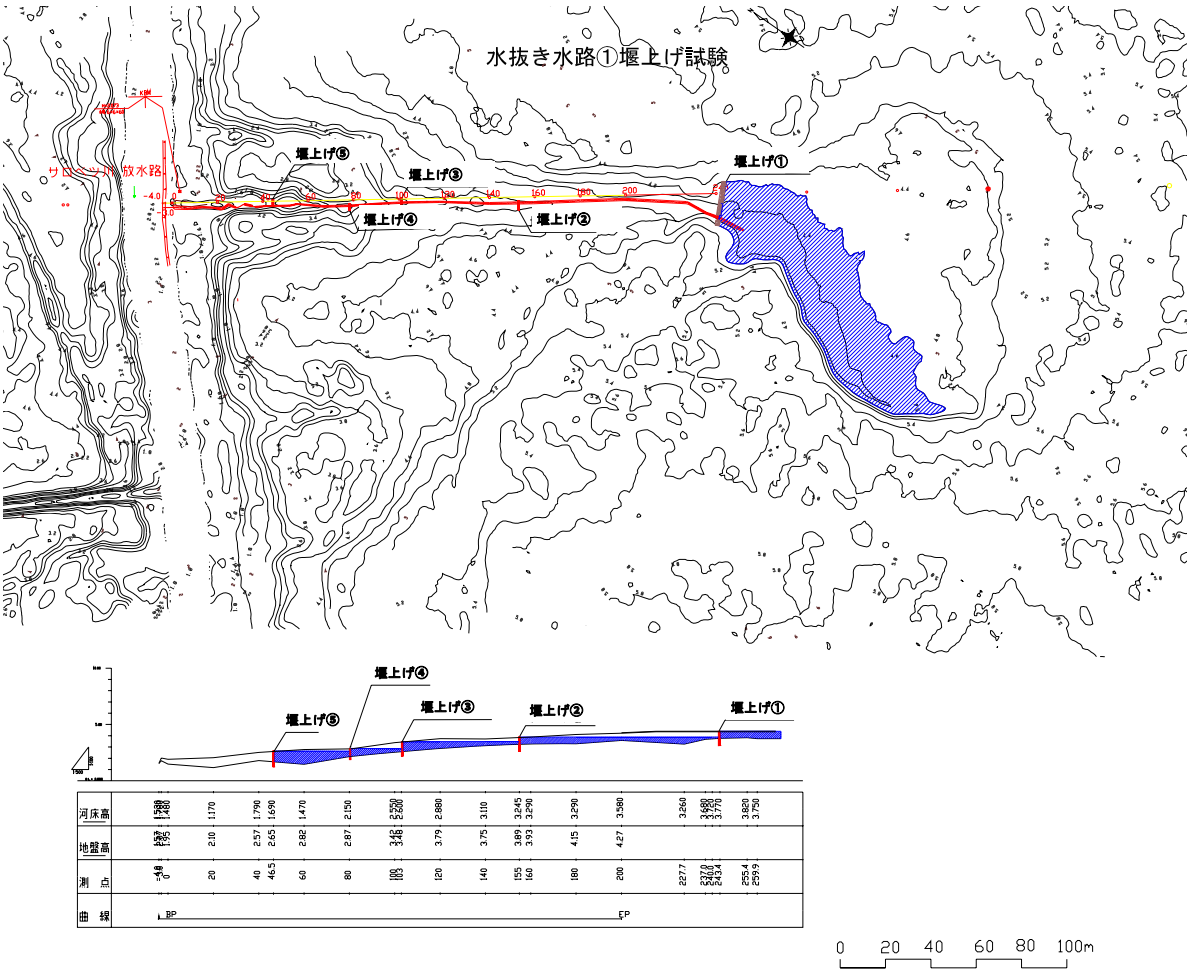


図 7.4.5　水抜き水路①堰上げ計画
（落合沼修復計画）

（２）堰上げ

以下のように堰上げを実施した。

実施日：2005 年 11 月 23～24 日

堰設置位置：堰上げ①（落合沼流出部）：放水路から 227m 地点、
越流部の標高 4.626m

堰上げ②：放水路から 180m 地点、越流部の標高 4.158m

堰上げ③：放水路から 155m 地点、越流部の標高 3.875m

堰上げ④：放水路から 124m 地点、越流部の標高 3.551m

落合沼流出部　堰上げ前の状況
（背後のヨシ原が落合沼跡の窪地）

落合沼流出部　堰上げ直後の状況
（堰の延長は 10.5m、水路底から約 1.1m 堰上げ）

堰上げ翌朝の状況
（すでに堰天端近くまで湛水が見られる）

堰上げ 2 日後の状況　下流側の水路も堰上げ済み
（融雪等の影響で相当量の越流が生じている）

図 7.4.6　水抜き水路１の堰上げ①地点（落合沼流出部）の湛水状況の変遷
（文献ｈ）

堰①（落合沼流出部）　2006年8月3日

堰②　2006年8月3日

堰③　2006年8月3日

堰④　2006年8月3日

図 7.4.6　水抜き水路１の堰上げ①～④の堰上げ後の状況

7.4.5　水抜き水路②における堰上げ試験

（１）堰上げ試験計画

堰の位置および高さを図 7.4.6 に示す。水抜き水路②は仮排水路と放水路をつなぐように延長約 100mにわたって設けられている。このうち、放水路近くは水路底の標高が急激に落ち込んでおり、小規模な堰上げを行っても水路周辺の地下水位上昇には結びつかないことから、堰は水路が浅くなる 20m地点より上流側に設ける。２段目の堰は地表面とほぼ同じ高さとし、水抜き水路末端に接続する仮排水路まで湛水させる。

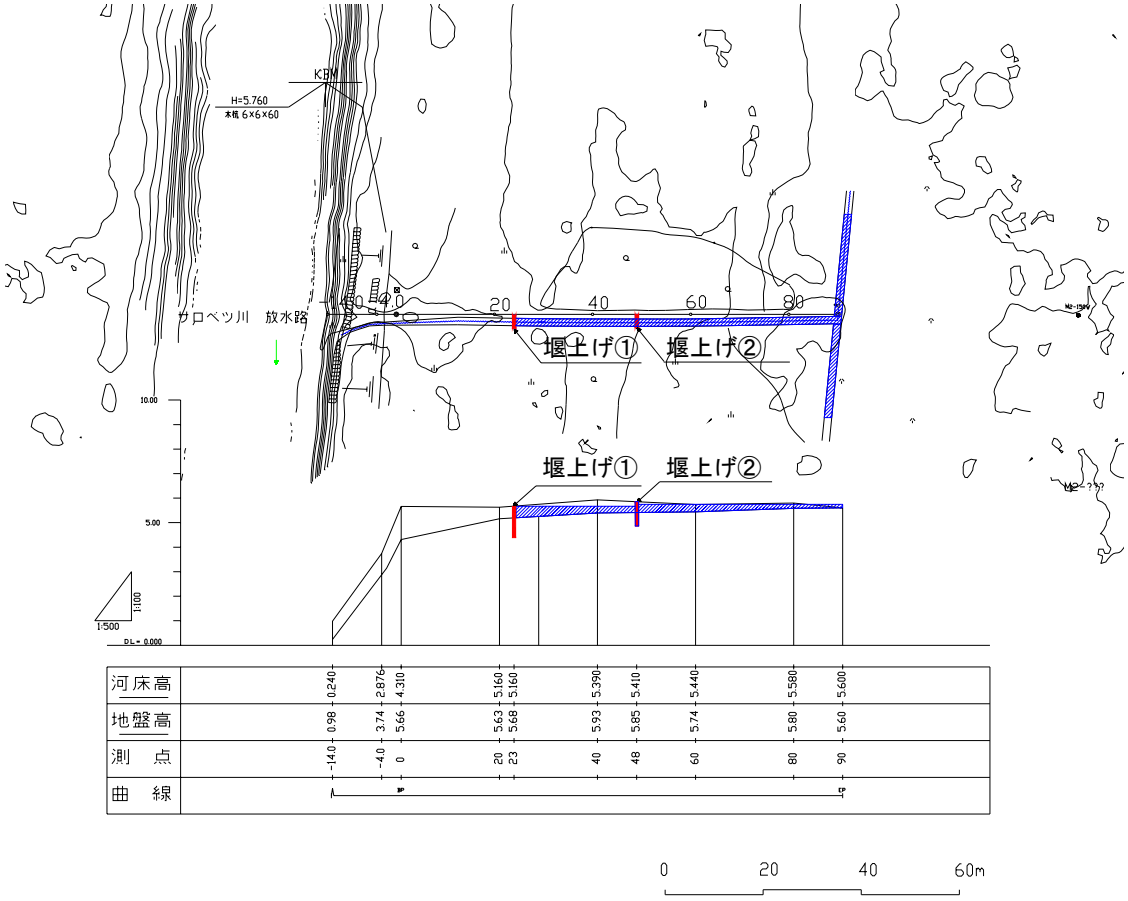


図 7.4.6　水抜き水路②堰上げ計画

（２）堰上げ

以下のとおりで堰上げを実施した。

実施日：2005 年 11 月 25 日

堰設置位置：堰上げ①：放水路から 48m 地点、越流部の標高 5.718m

堰上げ②：放水路から 23m 地点、越流部の標高 5.585m

（文献ｈ）

7.4.6　水抜き水路３における堰上げ試験

（１）堰上げ試験計画

水抜き水路３は、放水路から約 100m奥にある仮排水路まで、旧河川跡を避けるように斜めに開削されており、水抜き水路の末端部は河川跡の窪地に接している（図 7.4.7）。このため、水路内の高い位置まで湛水させると、あふれた水分が河川跡の窪地に流れるものと予想される。

また、土堤側溝はすでに埋塞したり、河川跡で分断されたりしており、湛水させにくい状態にある。

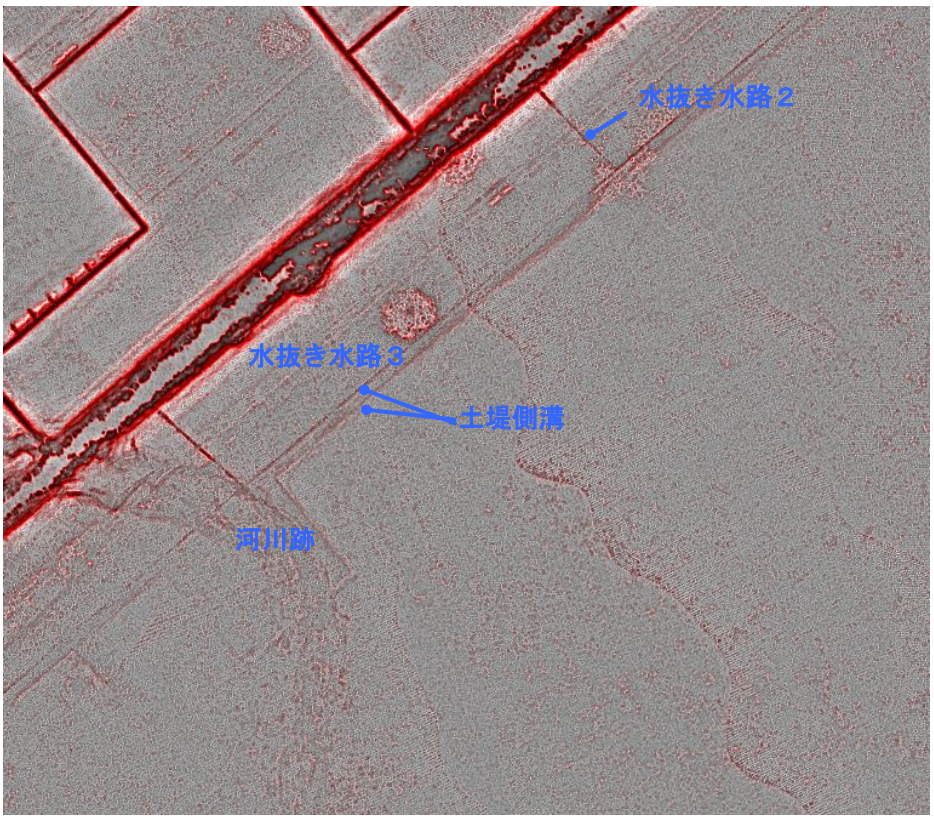


図 7.4.7　水抜き水路３周辺の微地形

旧河川跡という潜在的な排水経路があるため、水抜き水路の堰上げのみでは湿原奥部の乾燥化抑制には寄与しないと考えられる。ただし、水抜き水路が旧河川跡から放水路に水分を逃がすバイパス的な働きをしている可能性があるため、これを抑制することを主眼に、下図に示すとおり、放水路から 60mの地点に堰板を１箇所設け、水抜き水路の底から 50～60cm 程度湛水させる。両岸ぎりぎりまで堰上げる計画であるが、河川跡への溢水が顕著にならない程度に現地の状況を見て堰高を調整する。（文献ｈ）

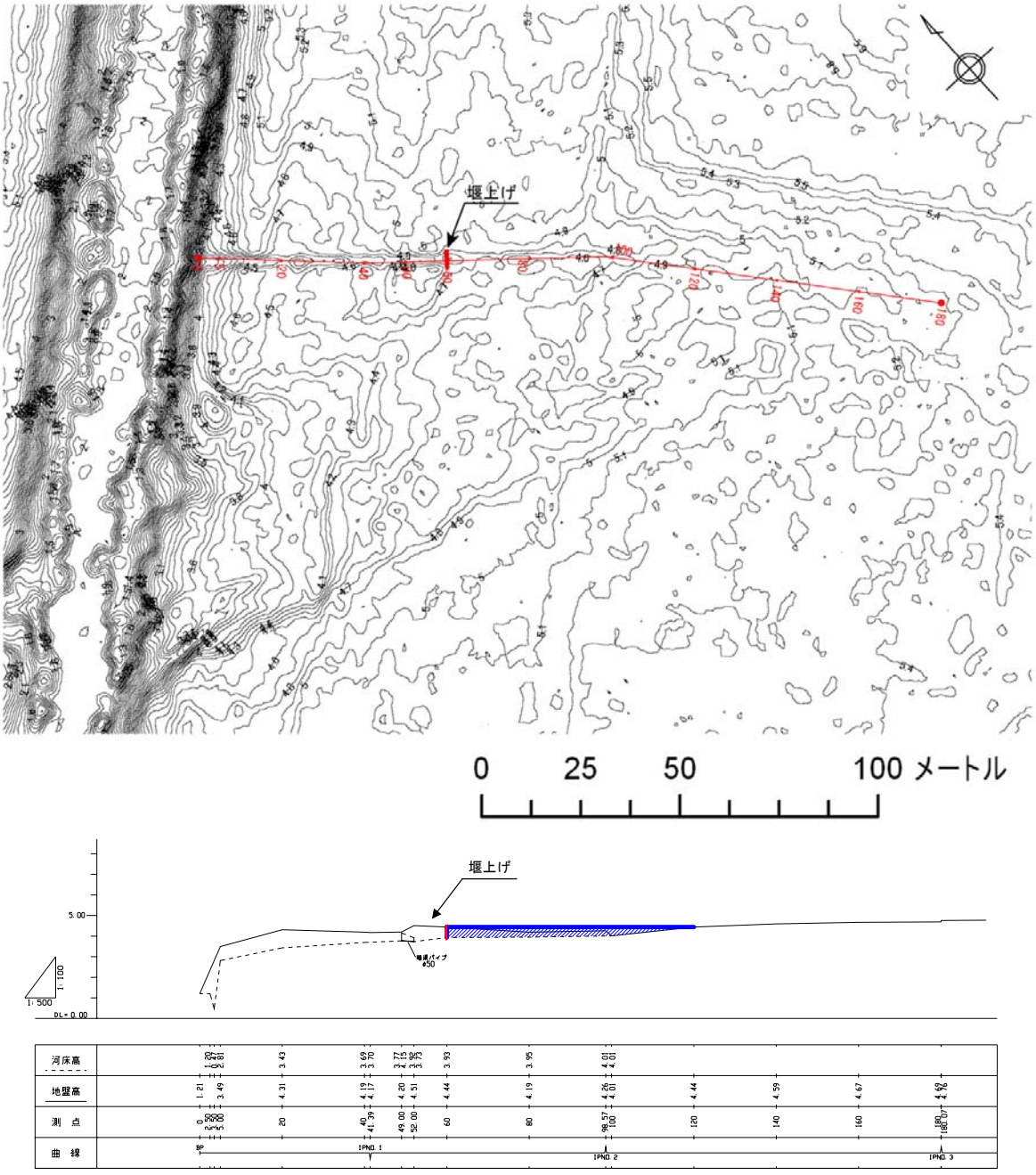


図 7.4.8　水抜き水路３の堰上げ計画図（平面および縦断）

7.5 実証試験のモニタリング

本節の要約

水抜き水路１と水抜き水路２において、堰上げしてから１年目の事後調査を実施し、事前調査結果を比較して変化を把握した。

・水抜き水路１

種組成で区分した群落レベルでみると、水没域における生育植物の消失という直接的な影響による群落の変化のみがみられ、落合沼の周囲には変化はなかった。堰上げ後の期間がまだ短いからであり、落合沼周囲の地下水位が上昇している地点における生育種組成の変化は、今後数年かけて徐々に進行すると考えられた。

一方、他の植物が水没により消失するなかで、ヨシは増加していた。ヨシは冠水～湿潤状態まで比較的広い水分条件で生育することができる、多年生植物であり環境条件が整えば地下茎から容易に新芽をのばせるといった生態を持っているため、このような早期の増加が生じたと思われた。

今後は、水没域および水際では、ヨシの増加とその他の抽水植物や沈水植物の出現が、落合沼の周囲では湿原植物の増加が予想された。

・水抜き水路２

堰上げにより地下水位の上昇はみられたのに対し、植物には大きな変化がまだ生じていなかった。水位は上昇したものの落合沼のように冠水状態になるような極端な変化でなかったことから、早期の変化は生じ難かったと思われた。しかし、地下水位が地表面近くまで上がった地点もあることから、今後は徐々に湿原植物の侵入・増加が進むと予想された。

7.5.1 モニタリング手法

（１）調査地点の配置

１）水抜き水路１

水抜き水路１試験地のおける調査地点を図 7.5.1 に示す。落合沼跡の窪地周辺は、堰上げによる湛水によって生じる周辺の地下水位の変化を面的に把握できるように格子状に地点を配置した。水路については、堰上げにより水路両側の地下水位の変化を捉えられるように堰の上流側に水路に直行する測線を設け、地点を配置した。また放水路からの距離による地下水位の傾きも捉えられるように放水路に直交する測線も設けた。

地下水位観測地点が 53 地点、植物調査地点が 26 地点である。なお、地下水位観測地点のうち、落合沼湛水面と水面に接する陸域に各１地点を連続観測地点とした。

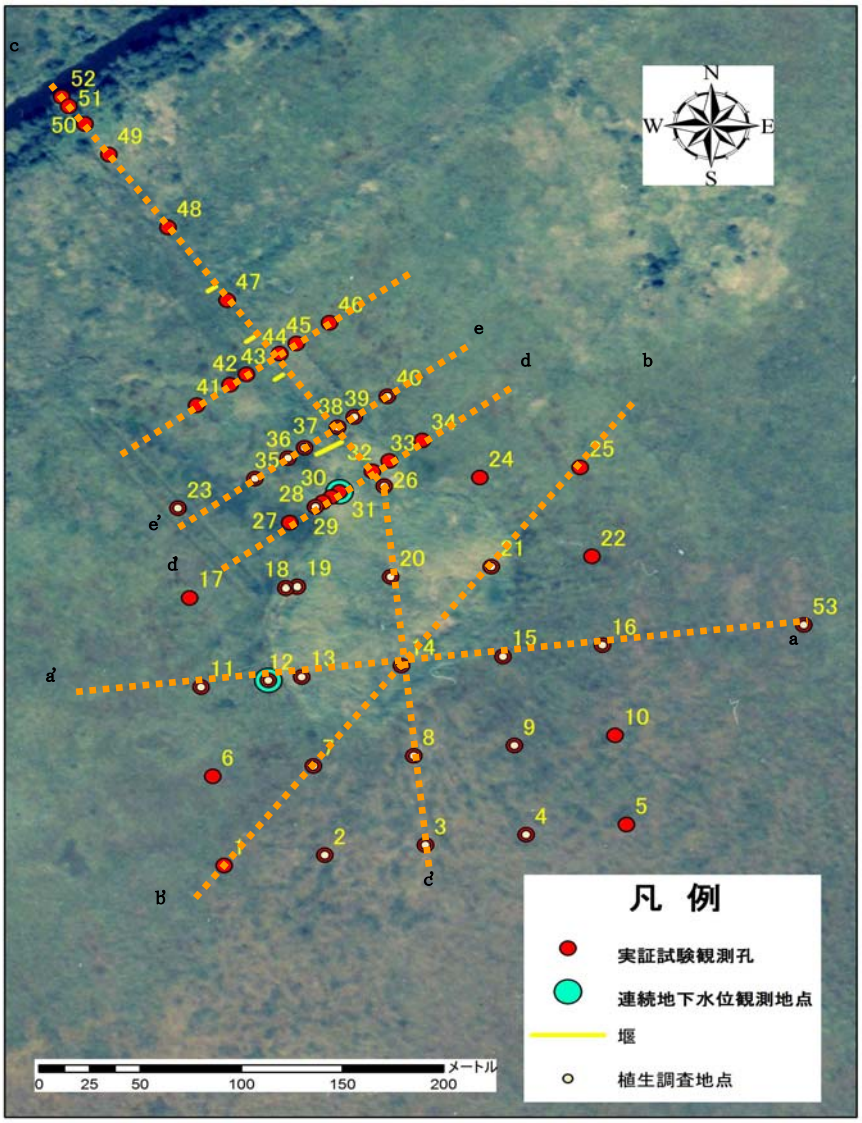


図 7.5.1　水抜き水路１実証試験地における調査地点

２）水抜き水路２

水抜き水路２試験地のおける調査地点を図 7.5.2 に示す。水路については、堰上げにより水路両側の地下水位の変化を捉えられるように堰の上流側に水路に直行する測線を設け、地点を配置した。また、浚渫土砂堆積地における地下水位の変化も捉えるために、土堤の直上と浚渫土砂堆積地の中心部にも測線を設けた。さらに、放水路からの距離による地下水位の傾きも捉えられるように放水路に直交する測線も設けた。地下水観測地点が 25 地点（うち１地点で連続観測）、植物調査地点が 16 地点である。

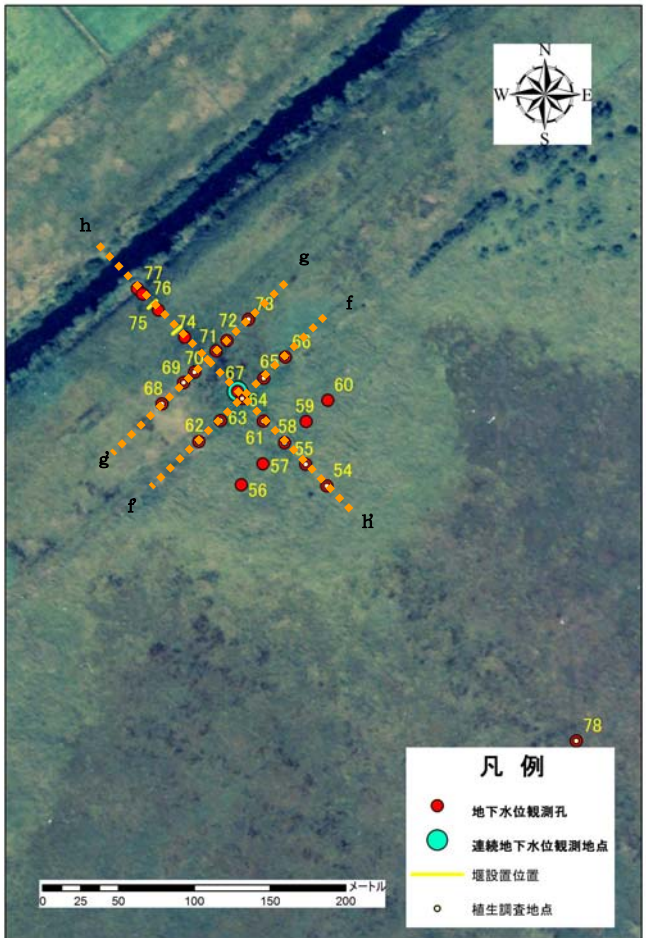


図 7.5.2　水抜き水路２堰上げ実証試験地における観測孔位置

３）水抜き水路３

水抜き水路３試験地における調査地点を図 7.5.3 に示す。堰上げによる湛水域が狭く、また旧河川跡方向に地下水が流動しやすい地盤性状であることが想定されるため、湛水区間の左岸側（河川跡側）を中心に調査地点を配置した。

80m測線は、堰上げ予定地の約 20m上流にある。明確な流路があり、流路に沿って乾燥傾向の植生もみられ、堰上げによって水位が上がればその変化を捉えやすい位置として設置した。

100m測線は、さらに 20m上流にある。小規模な開水面があり、水位が上がれば水面も広

がると思われ、その付近の変化を追跡する測線とした。また、予定している堰に加えて、もう一つ堰を設置する場合の候補地ともなる箇所である。120m測線は、さらに 20m上流にある。わずかに流路が確認できる程度であるが、流路沿いに変化が生じた場合の観察箇所として設置した。

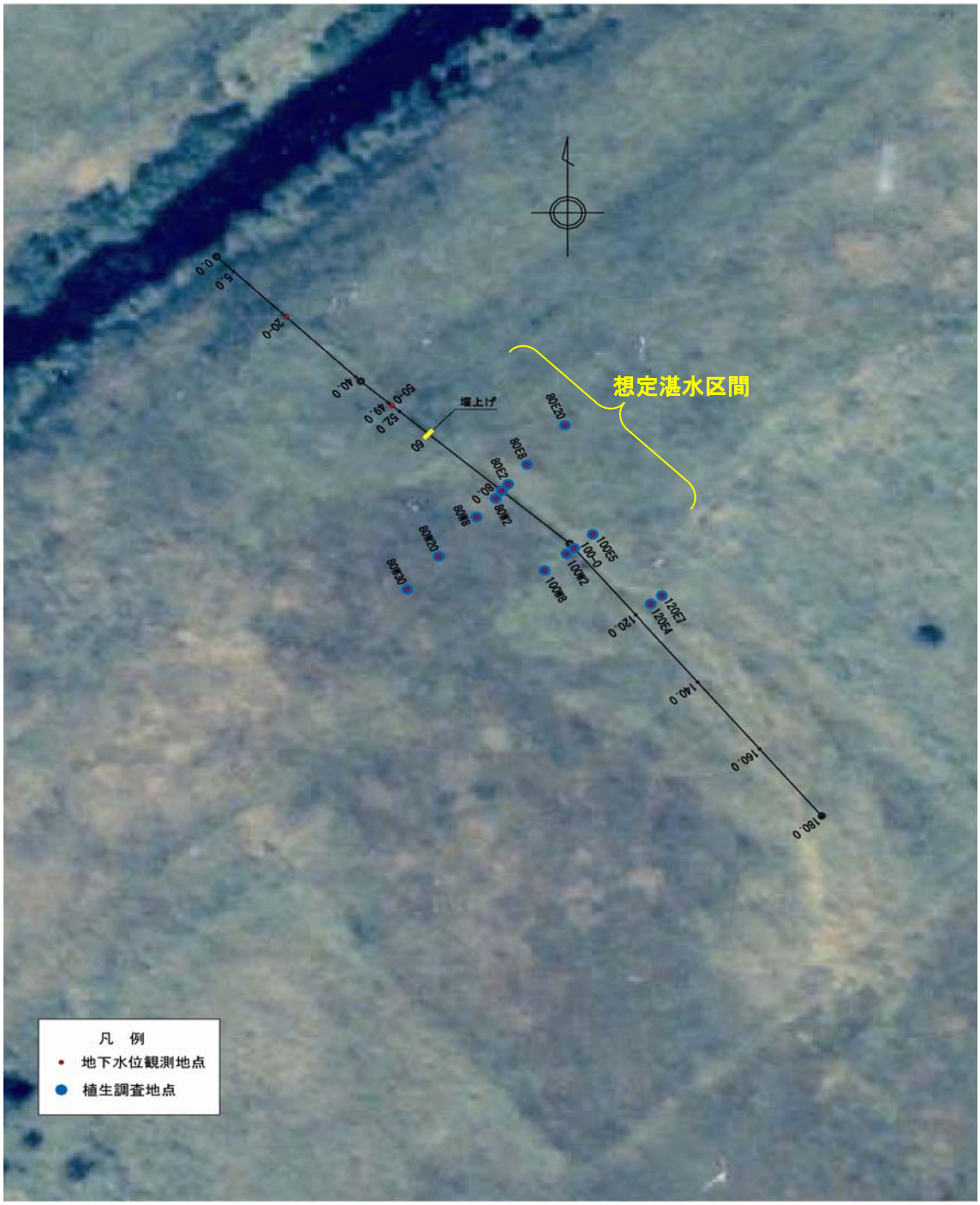


図 7.5.3　水抜き水路３実証試験地における調査地点

（2）調査手法

1）地下水位

①調査手法

地下水位観測孔を設置し、1回／月の頻度で一斉測水調査を実施した。また、連続観測地点では、定期的にロガーからデータをダウンロードした。

②計測日

一斉測水は以下の日程で実施した。

・事前調査

水抜き水路1および水抜き水路2

2005年　5月24日、6月25日、7月19日、8月26日、9月20日、10月22日

水抜き水路3

2006年　5月26日、6月23日、7月25日、8月21日、9月20日、10月20日、11月20日

・事後調査

水抜き水路1および水抜き水路2

2006年　5月26日、6月23日、7月25日、8月21日、9月20日、10月20日、11月20日

水抜き水路3　なし（堰上げ未実施のため）

2）植物

①調査手法

各調査地点において、2×2m の方形区を設定し、方形区内の群落高、全出現種の植被率、被度・群度、高さ、開花結実状況を記録した。

②調査日

・事前調査

水抜き水路1　2004年7月29日～8月3日

水抜き水路2　2004年8月3日

水抜き水路3　2006年8月1日

・事後調査

水抜き水路1　2006年7月31日～8月1日

水抜き水路2　2006年8月1日

水抜き水路3　なし（堰上げ未実施のため）

7.5.2　調査結果

水位の変化と植物の変化を対応させて堰上げの影響を把握した。植物の変化を捉えるにあたっては、まず種別の量の変化として、主要な種の植被率と優占度（群落内における植物種の優劣の度合いを示す尺度）を整理した。次に、種の集まりである群落レベルでの変化をみるために、多変量解析によって区分した群落タイプの分布の変化を把握した。

（1）水抜き水路１（落合沼）

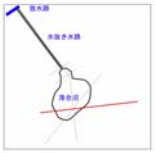
1）地下水位－植被率の変化

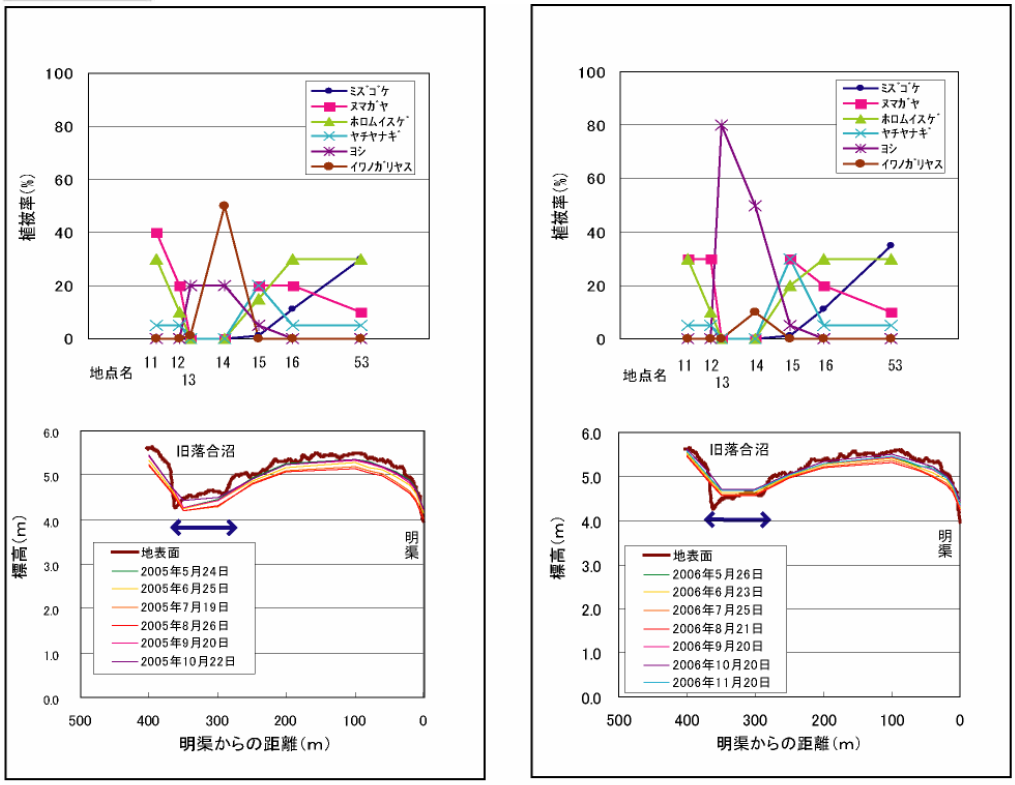
①ａ－ａ’測線

ａ－ａ’測線（落合沼を横断し東側に延長するとＡ１測線に繋がるライン）における、地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図 7.5.4 に示す。

2005 年の地下水位は渇水期に測線全体で水位の低下が見られた。これに対して 2006 年の地下水位は渇水期の地下水低下量が全体的に小さくなった。また、落合沼西側（明渠から 366m～400m）では、堰上げ後の 2006 年の地下水位は 2005 年に比べて高くなったことが読みとれる。

植物は、旧落合沼の窪地においてイワノガリヤスの植被率の低下と、ヨシの植被率の増加がみられた。堰上げによる水位の上昇がヨシの生育を促進したと思われる。





堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

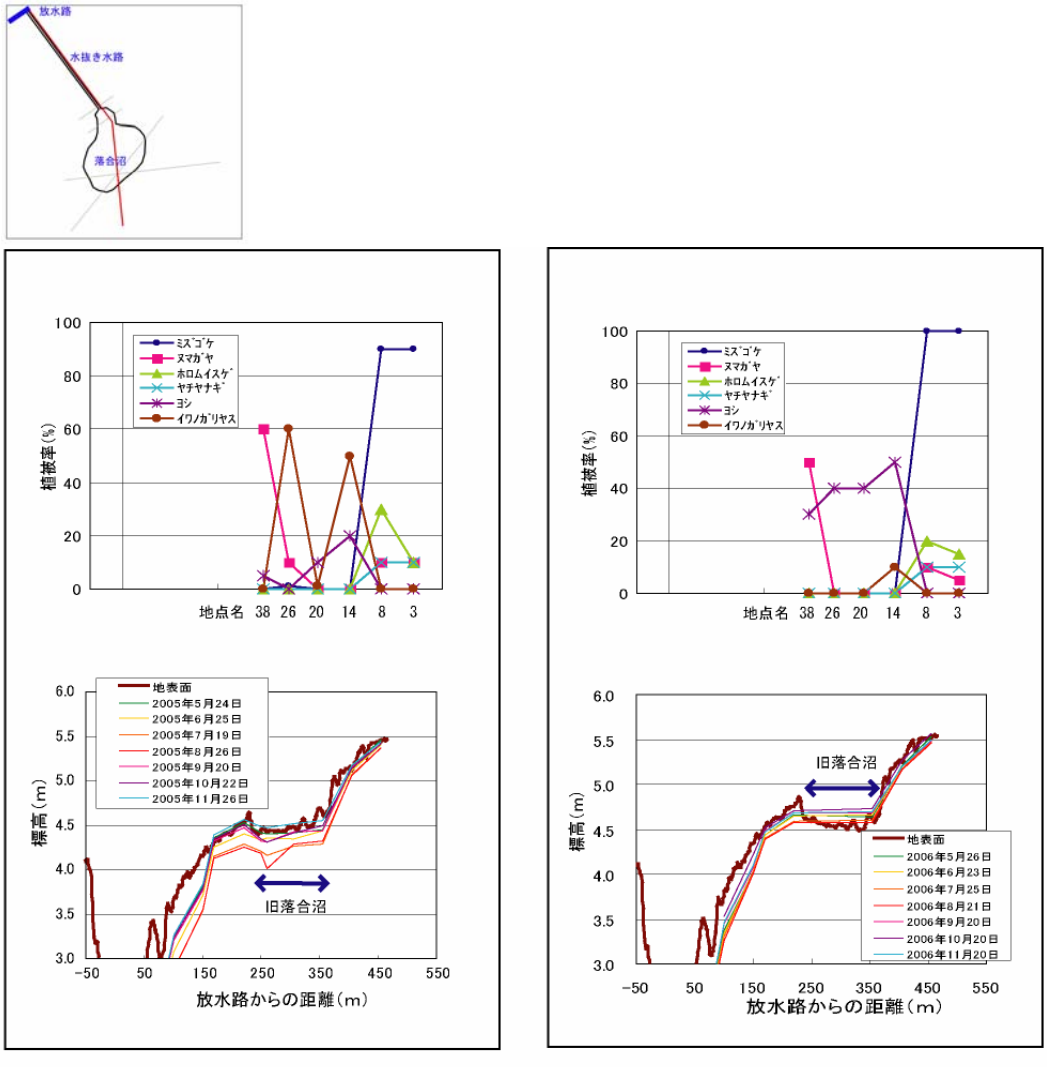
図 7.5.4　ａ－ａ’測線における地下水位と植被率の変化

②ｃ－ｃ’測線

同様に、ｃ－ｃ’測線（落合沼を縦断するライン）における、地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図 7.5.5 に示す。

堰上げ後の 2006 年の地下水位は、2005 年と比較して、最下流の堰上げ地点（放水路から 124m地点）よりも湿原側で地下水位の上昇が見られた。また、落合沼周辺では渇水期の地下水低下量が小さくなった。旧落合沼の窪地は、堰上げ前は冠水と干出を繰り返していたのに対し、堰上げ後は全期間に冠水していた。

植物は、ａ－a’測線と同様に、旧落合沼の窪地においてイワノガリヤスの植被率の低下と、ヨシの植被率の増加がみられた。



堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

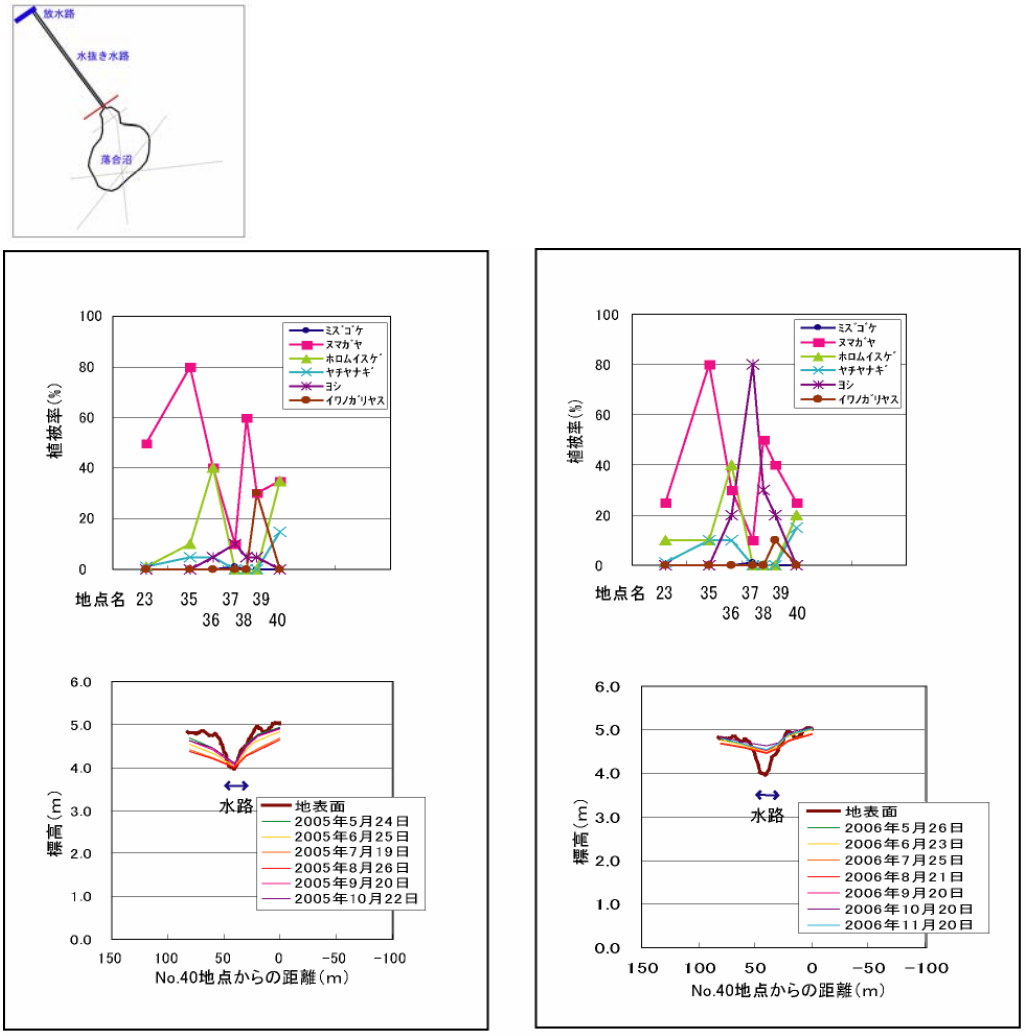
図 7.5.5　ｃ－ｃ’測線における地下水位と植被率の変化

③ｅ－e’測線

ｅ－e’測線（落合沼流出部に設置した堰と水抜き水路に設置した堰の間で、水抜き水路を横断するように配置したライン）における、地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図 7.5.6 に示す。

堰上げ後の 2006 年の地下水位は、2005 年と比較して、全体的に高い傾向を示し、特に水抜き水路近傍の地下水位の上昇が著しかった。また、水路周辺の地下水位は渇水期の低下量が小さくなり、堰上げ後は地表面近くで安定していた。

植物は、水抜き水路の両岸でヨシの植被率が増加していた。



堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

図 7.5.6　ｅ－e’測線における地下水位と植被率の変化

２）地下水位－優占度の変化

各測線における主要な植物の優占度を算出した。ここで用いた優占度は、被度と高さの積であり、一般に種の群落における優劣の度合いを示す尺度として用いられる。なお、優占度の算出に際して、ミズゴケは高さが明確でないため、ミズゴケの高さは便宜的に一律に 5cm として算出した。

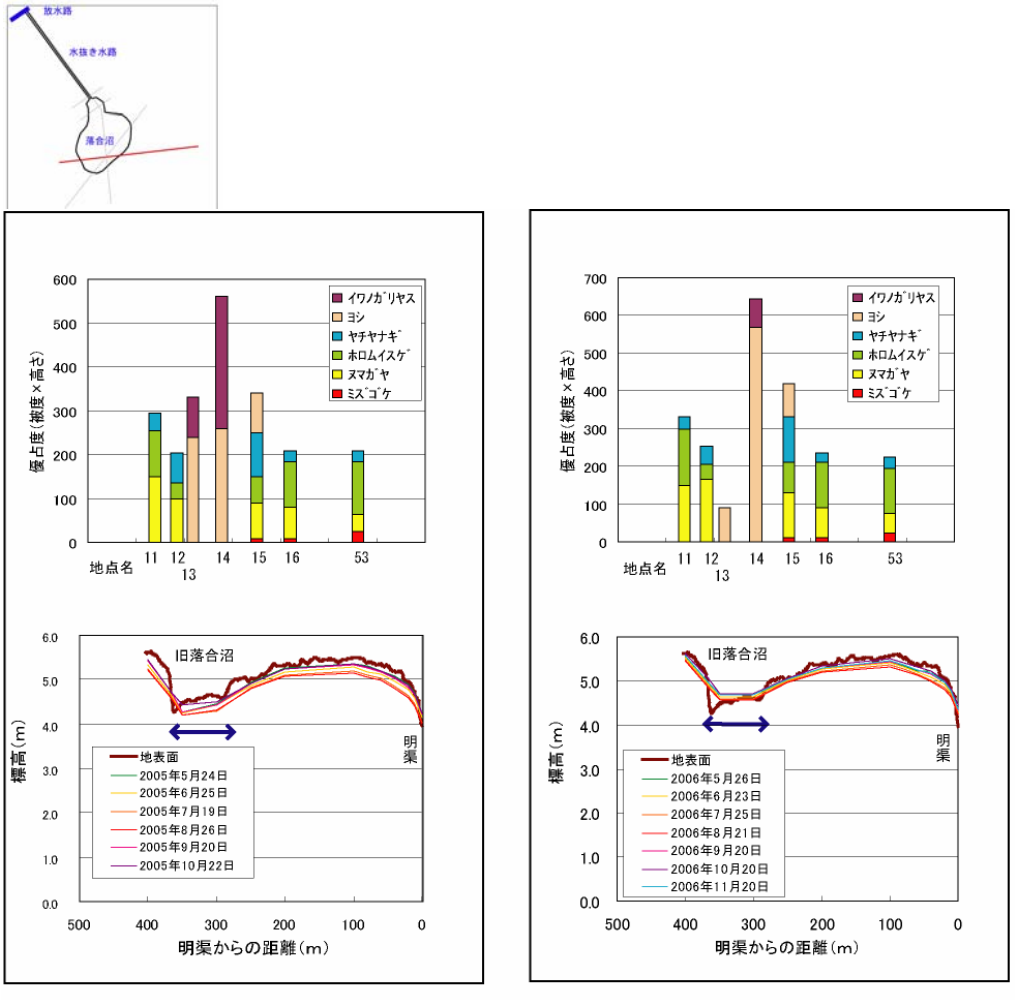
優占度＝被度*×高さ（cm）

> **＊被度**
> 植物が地上をおおっている度合いを示す。一般によく使われるブラウンーブランケの被度階級にそって以下の区分を用いた。
> 5 ：植物体が面積の 75～100%をおおう
> 4 ：植物体が面積の 50～75%をおおう
> 3 ：植物体が面積の 25～50%をおおう
> 2 ：植物体が面積の 10～25%をおおう
> 1 ：植物体が面積の 10%以下をおおう
> なお、ブラウンーブランケの被度階級では「＋」（植物体が面積の 1%以下をおおう）というランクも設けられているが、ここでは「1」のランクに含めた。

①ａ－ａ’測線

ａ－ａ’測線における地下水位と主要な植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図 7.5.7 に示す。

植物は、旧落合沼の窪地においてイワノガリヤスの優占度が激減し、それに変わってヨシの優占度が増加していた。堰上げによる水位の上昇によってヨシが圧倒的に優占する群落になったといえる。



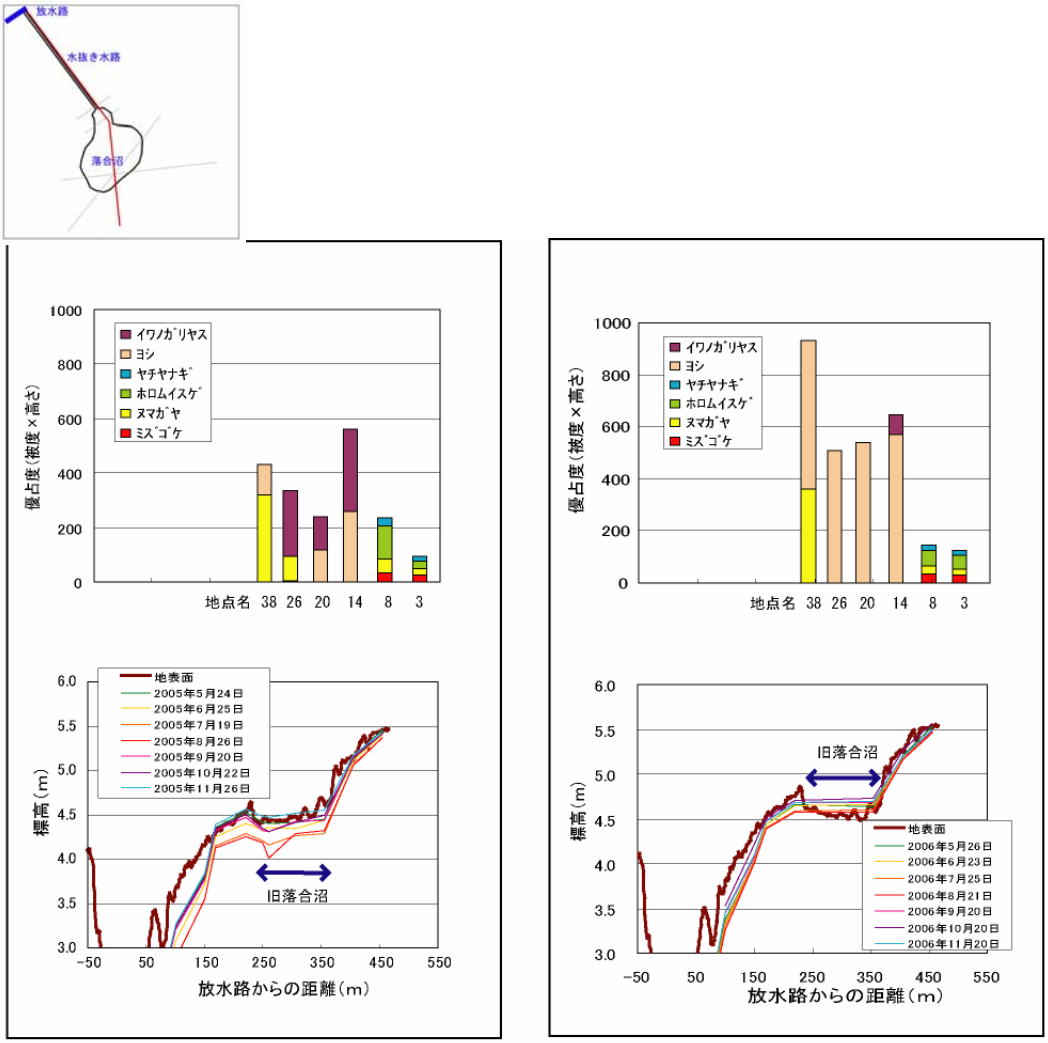
堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

図 7.5.7　ａ－ａ’測線における地下水位と主要種の優占度の変化

②ｃ－ｃ’測線

同様に、ｃ－ｃ’測線における地下水位と主要な植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図 7.5.8 に示す。

このラインにおいても植物は、旧落合沼の窪地においてイワノガリヤスの優占度が激減し、それに変わってヨシの優占度が増加していた。堰上げによる水位の上昇によってヨシが圧倒的に優占する群落になったといえる。



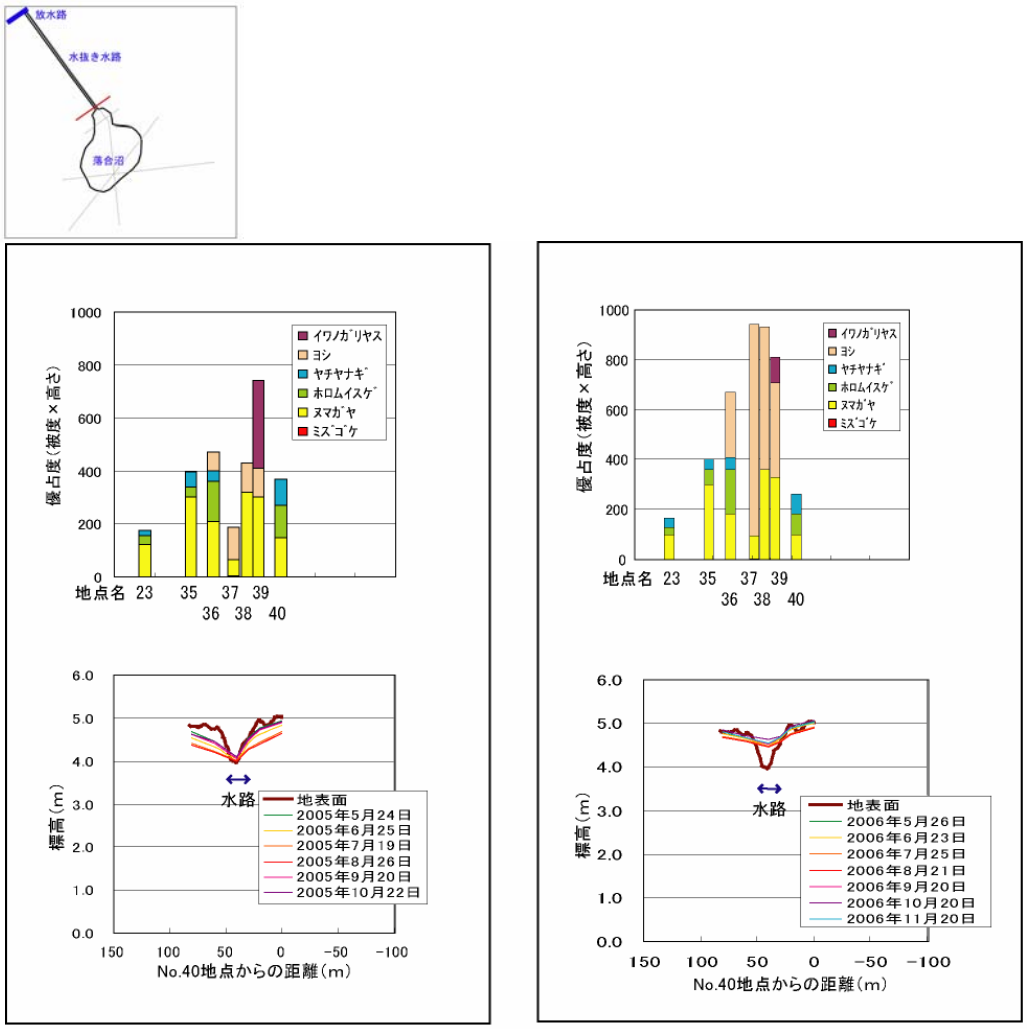
堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

図 7.5.8　ｃ－ｃ’測線における地下水位と優占度の変化

③ｅ－ｅ’測線

同様に、ｅ－ｅ’測線における地下水位と主要な植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図 7.5.9 に示す。

ここでも、水抜き水路の両岸においてヨシの優占度が増加していた。



堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

図 7.5.9　ｅ－ｅ’測線における地下水位と優占度の変化

３）地下水位－群落タイプの分布の変化

群落レベルでの変化をみるために、植生調査を実施した地点（落合沼周辺で 26 箇所）における 2004 年（事前調査）と 2006 年（事後調査）の植生調査結果を用いて、群落区分を行った。

群落区分にあたっては、植生調査データにより各調査地点を統計的に分類するために TWINSPAN 法（Two-Way Indicator Analysis：二元指標種分析）によるクラスター分析を行った。解析ソフトは PC－ORD を用いた。この解析過程では、出現頻度が３回以下の種を除外し、被度の区分レベルを 0、5、10、20、40、60%として計算を行った。

TWINSPAN 結果より作成したデンドグラムを図 7.5.10 に、地点別の出現種の植被率を表 7.5.1 に示す。グループ区分の基準（Cut Level）をより細分化された区分ができるだけ統一された階層レベルで得られる位置に設定した結果、８つのグループに区分された。

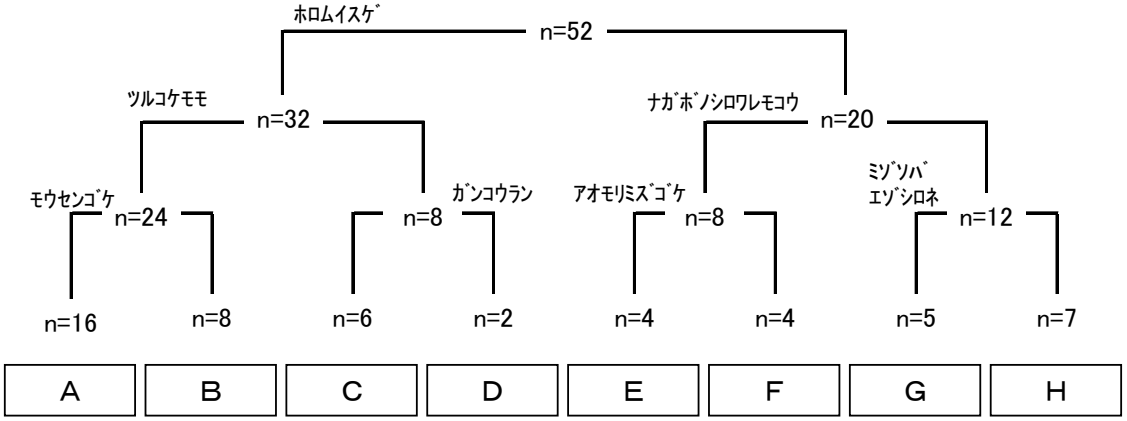


図 7.5.10　TWINSPAN デンドグラム（水抜き水路１：落合沼）

表 7.5.1　TWINSPAN による各グループに特徴的な出現種（水抜き水路１:落合沼）

A　イボミズゴケ－ホロムイスゲ群落　　B　ヌマガヤ－ホロムイスゲ群落　　C　ヌマガヤ－ヤチヤナギ群落
D　ヌマガヤ－ヨシ群落　　E　ヌマガヤ－タチギボウシ群落　　F　ヌマガヤ－エゾカンゾウ群落
G　ヨシ－ヤナギトラノオ群落　　H　ヨシ－イヌスギナ群落

群落区分	A																B								C						D		E				F				G					H							
調査年	04	04	04	04	04	04	04	04	06	06	06	06	06	06	06	06	04	04	04	04	06	06	06	06	04	04	04	06	06	06	04	06	04	04	04	04	04	04	06	06	04	04	04	04	06	04	06	06	06	06	06	06	出現回数
地点番号	15	2	3	4	53	7	8	9	15	2	3	4	53	7	8	9	11	16	23	40	11	16	23	40	12	18	35	12	18	35	36	36	26	28	37	37	38	39	38	39	13	14	20	21	14	19	13	19	20	21	26	28	
種　名	植被率（%）																																																				
ホロムイスゲ	15	25	10	25	30	50	30	10	20	10	15	25	30	40	20	15	30	30	1	35	30	30	10	20	10	5	10	10	10	10	40	40	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	24
ツルコケモモ	5	5	1	10	5	1	1	5	5	10	5	15	5	10	5	5	5	1	1	10	10	10	1	10	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	16
ナガボノシロワレモコウ	1	1	・	1	1	1	1	1	1	1	・	1	1	5	1	1	1	1	1	5	5	1	1	7	1	1	1	5	1	1	・	・	1	1	1	1	5	5	5	10	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	28
エウセンゴケ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	16
ガンコウラン	・	5	・	・	5	1	・	10	1	10	・	・	10	1	1	10	1	20	20	10	1	40	20	1	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	12
アオモリミズゴケ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	1	1	・	・	・	・	・	・	・	10	・	1	・	・	・	5	・	・	6
ミゾゾバ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	1	1	1	・	1	1	1	1	1	5	20	10	10	・	20	・	・	・	・	・	・	・	14
エゾシロネ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	1	・	・	・	・	10	5	1	1	1	・	・	・	1	5	5	20	10	・	1	・	1	1	・	・	15
ヌマガヤ	20	10	10	5	10	10	10	5	30	10	5	5	10	10	10	10	40	20	50	35	30	20	25	25	20	60	80	30	40	80	40	30	10	15	10	10	60	30	50	40	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	32
タチギボウシ	・	1	5	5	5	1	1	1	・	5	10	5	5	3	5	3	1	1	・	5	10	5	・	5	5	1	1	20	・	5	・	1	10	10	20	15	5	1	1	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	29
ヤチヤナギ	20	5	10	10	5	10	10	10	30	1	10	10	5	15	10	20	5	5	1	15	5	5	1	15	5	5	5	5	5	10	5	10	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	24
エゾカンゾウ	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	1	5	5	5	10	5	1	・	・	・	・	・	・	1	5	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	5	10	5	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	22
ホロムイイチゴ	・	5	1	1	1	1	5	1	・	10	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	・	・	1	・	・	1	5	・	・	・	・	1	1	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	22
イヌスギナ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	・	1	1	・	・	1	30	10	5	5	10	5	1	1	20	1	5	20	1	60	50	20	60	60	10	45	21
ヨシ	5	・	・	・	・	・	・	・	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	5	20	・	5	10	80	5	5	30	20	20	20	10	5	50	30	80	・	40	40	40	1	19
ミツバオウレン	5	1	1	1	1	5	5	5	15	5	1	1	1	10	10	10	1	・	1	10	10	・	3	5	1	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	18
ヤマドリゼンマイ	5	1	・	1	1	1	1	10	20	1	・	1	5	1	1	10	1	・	1	・	・	・	1	・	25	・	・	50	・	・	・	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	17
タチマンネンスギ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	・	1	・	・	1	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	16
ムラサキミズゴケ	1	3	・	10	10	5	40	5	1	20	10	15	15	20	45	10	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	15
イボミズゴケ	・	75	90	65	15	25	40	50	・	80	90	65	15	60	45	70	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	14
ミカヅキグサ	1	1	5	1	・	1	1	1	1	20	30	1	・	5	5	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	14
コカネキク	・	・	1	・	1	・	・	・	1	・	・	・	1	1	・	1	1	・	1	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	5	1	1	1	・	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	14
ヤナギトラノオ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	1	1	5	・	・	・	・	5	1	50	1	20	・	5	1	10	10	1	1	13
ホロムイツツジ	1	1	・	・	1	1	1	1	・	1	・	・	1	1	1	1	1	1	1	10	1	5	1	5	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	13
サワギキョウ	・	1	・	・	1	・	1	1	・	1	・	・	1	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	1	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	13
ニッコウシダ	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	5	20	・	5	40	・	・	・	・	5	・	・	5	5	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	11
コツマトリソウ	1	・	・	・	・	1	・	・	1	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	1	・	・	3	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	1	1	1	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	11
ウスベニミズゴケ	・	1	・	1	3	・	10	3	・	1	・	1	5	・	10	3	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	10
イワノガリヤス	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	60	30	・	・	・	30	・	10	1	50	1	・	10	1	・	・	・	・	・	・	8
ヒメシャクナゲ	・	1	1	1	・	・	・	1	・	1	1	1	・	・	・	1	・	・	・	1	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	8
ウメバチソウ	・	1	1	1	・	・	・	・	・	1	1	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	7
ヤラメスゲ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	20	10	20	20	・	・	・	10	5	・	・	・	6
ノリウツギ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	10	10	・	10	・	20	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4
ホロムイリンドウ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4
オオヨモギ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	5	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3
ドクゼリ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	1	・	・	・	・	1	・	・	・	・	5	・	・	・	・	・	・	3
カキツバタ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	3
コバノトンボソウ	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3
シダsp	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3
オオカサスゲ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	20	・	5	・	・	・	・	2
スゲsp.	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	2
チャミズゴケ	・	・	・	・	2	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	10	・	・	・	10	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1

アンダーラインつきの植物は、分類の際に指標となった種を示す
実線の□ は指標種の存在によって特徴づけられたグループを、点線の⋯ は指標種の不在によって特徴づけられたグループを示す

各群落タイプの生育種の特徴は以下のとおりである。

A　イボミズゴケーホロムイスゲ群落

ホロムイスゲ、ヌマガヤ、ヤチナヤギ、ツルコケモモの他、モウセンゴケ、ミカヅキグサ、サワギキョウなどの高層湿原の中でも最も湿潤な立地を好む種がみられ、ムラサキミズゴケやイボミズゴケなどミズゴケ類が高い被度で生育する高層湿原植生。落合沼の南側隣接地とNo.53 地点に分布している。

B　ヌマガヤーホロムイスゲ群落

イボミズゴケーホロムイスゲ群落に類似するが、ミズゴケ類、モウセンゴケ、ミカヅキグサなどを欠いた群落である。落合沼の東西側の隣接地と水抜き水路付近などのイボミズゴケーホロムイスゲ群落に較べるとやや乾燥化が進んだと思われる箇所に分布している。

C　ヌマガヤーヤチヤナギ群落

ヌマガヤが優占し、ホロムイスゲ、ヤチヤナギなどが生育する中間湿原植生。落合沼の肩部（No.12, 18）や水抜き水路沿い（No.35）の乾燥化が進んだ箇所にみられる。

D　ヌマガヤーヨシ群落

ヌマガヤーヤチヤナギ群落と類似しているが、前者にはみられないヨシやガンコウランが生育している。該当する地点は落合沼の縁部に位置するNo.36 のみである。

E　ヌマガヤータチギボウシ群落

ヌマガヤ、タチギボウシ、イヌスギナ、ヨシなどが混生しており、中間湿原植生と低層湿原植生の中間的な種組成を持つ群落。落合沼の縁部（No.37）および 2004 年（堰上げ前）のNo.26 とNo.28 が該当する。

F　ヌマガヤーエゾカンゾウ群落

ヌマガヤータチギボウシ群落と類似するが、これに較べて、ヌマガヤの植被率が高く、エゾカンゾウが生育している。水抜き水路沿いの乾燥化が進んだ箇所（No.38, 39）にみられる。

G　ヨシーヤナギトラノオ群落

ヨシ、エゾシロネ、ヤラメスゲ、ヤナギトラノオ、イヌスギナなどの抽水植物が生育する群落。落合沼の堰上げ前から冠水していた箇所（No.13、14、20、21）にみられる。

H　ヨシーイヌスギナ群落

過湿地を好むヨシとイヌスギナが優占する点で、前述のヨシーヤナギトラノオ群落に類似しているが、これと較べてエゾシロネ、ミゾソバを欠き生育種が非常に少ない、イヌスギナとヨシの植被率が高いという特徴がある。堰上げ後に冠水するようになった 2006 年のNo.13、20、21、26、28、および堰上げ前から冠水していたNo.19 が該当する。

次に、堰上げ前（2005 年）と堰上げ後（2006 年）の平均地下水位の平面分布を図 7.5.11 に示す。堰上げ後（2006 年）には落合沼が湛水した。また、堰上げ前と比較して、水抜き水路の堰よりも上流側と落合沼周辺で地下水位の上昇が見られた。

区分された各群落タイプに該当する地点の堰上げ前（2004 年）と堰上げ後（2006 年）に分布を図 7.5.12 に示す。

群落区分は、2004 年（事前調査）と 2006 年（事後調査）の植生調査結果を用いて解析した。したがって、調査地点において 2004 年と 2006 年で種組成に大きな変化がなければ、両年とも同じ群落タイプに該当し、大きな変化があれば 2004 年と 2006 年では異なる群落タイプになるはずである。

このような視点でみると、堰上げ後前は冠水しておらず、堰上げ後に冠水するようになった地点で群落タイプの変化がみられた。№26 と№28 は、堰上げ前はヌマガヤータチギボウシ群落であったのに対し、堰上げ後にはヨシーイヌスギナ群落に変化していた。これらの地点では、2004 年に生育していたツルコケモモ、アオモリミズゴケ、エゾシロネ、ヌマガヤ、コガネギク、ニッコウシダ、コツマトリソウ、タチギボウシ、イワノガリヤス、ミゾソバ、サワギキョウが消失していた。

また、№13、20、21 は、堰上げ前はヨシーヤナギトラノオ群落であったのに対し、堰上げ後にはヨシーイヌスギナ群落に変化していた。これらの地点では、ミゾソバ、エゾシロネ、アオモリミズゴケ、イワノガリヤスが消失していた。その他の地点では、群落タイプの変化はみられなかった。

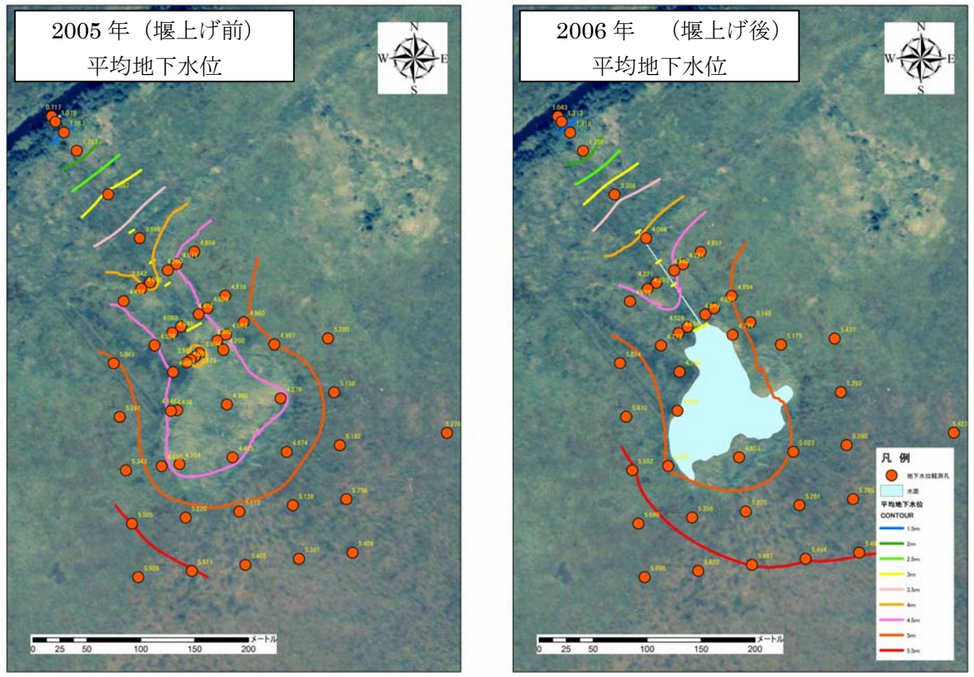
また、各調査地点におけるヨシの植被率を図 7.5.13 に示す。堰上げ後に冠水あるいは水面に接するようになった地点でヨシの植被率が増加していた。

以上の結果を踏まえると、2006 年（堰上げしてから 1 年目）の植生の変化の特徴は以下のとおりである。

種組成で区分した群落レベルでみると、水没域における生育植物の消失という直接的な影響による群落の変化のみがみられ、落合沼の周囲には変化はなかった。堰上げ後の期間がまだ短いからであり、落合沼周囲の地下水位が上昇している地点における生育種組成の変化は、今後数年かけて徐々に進行すると考えられる。

一方、他の植物が水没により消失するなかで、ヨシは増加していた。ヨシは冠水～湿潤状態まで比較的広い水分条件で生育することができる、多年生植物であり環境条件が整えば地下茎から容易に新芽をのばせるといった生態を持っているため、このような早期の増加が生じたと思われる。

今後は、水没域および水際では、ヨシの増加とその他の抽水植物や沈水植物の出現が、落合沼の周囲では湿原植物の増加が予想される。今回と同様のモニタリングを行うことでこれらの変化を捉えられると考えられる。



平均地下水位
堰上げ前：2005 年 4 月～10 月の一斉測水の平均値
堰上げ後：2005 年 4 月～10 月の一斉測水の平均値

図 7.5.11　堰上げ前後の平均地下水位の平面分布

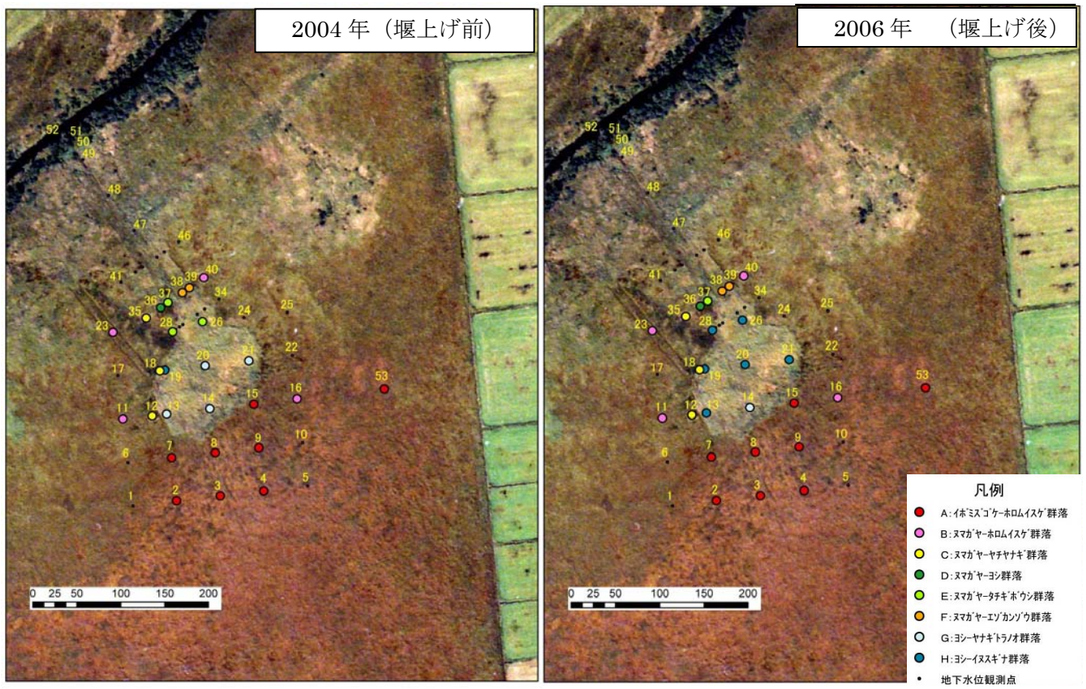


図 7.5.12　調査地点の群落区分

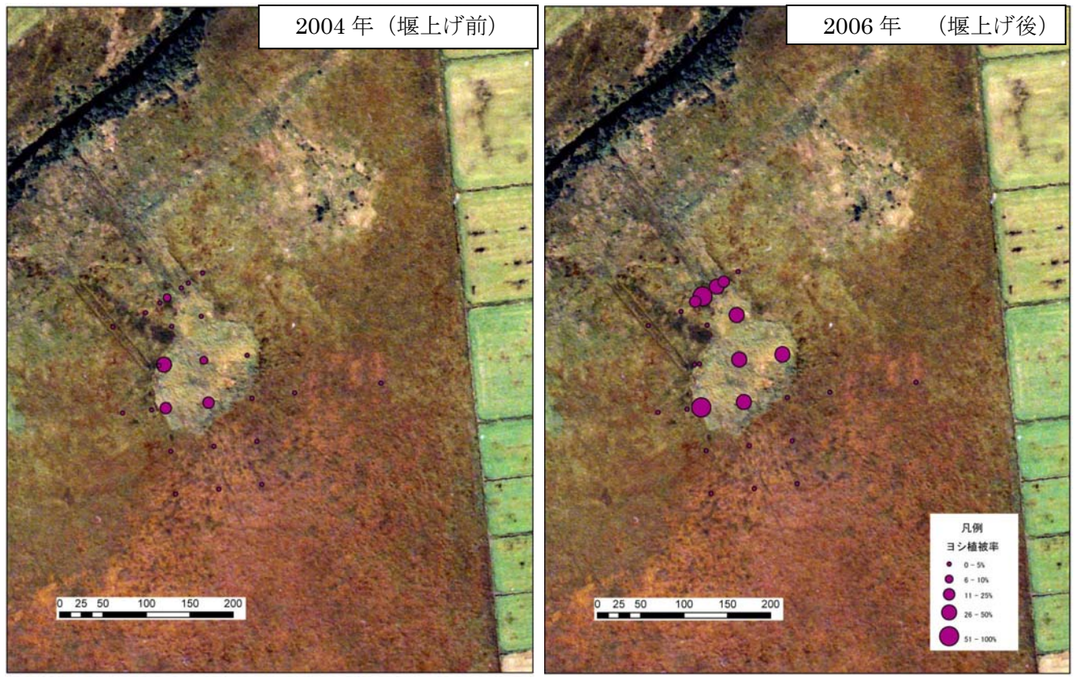


図 7.5.13　ヨシの植被率（%）

（２）水抜き水路２

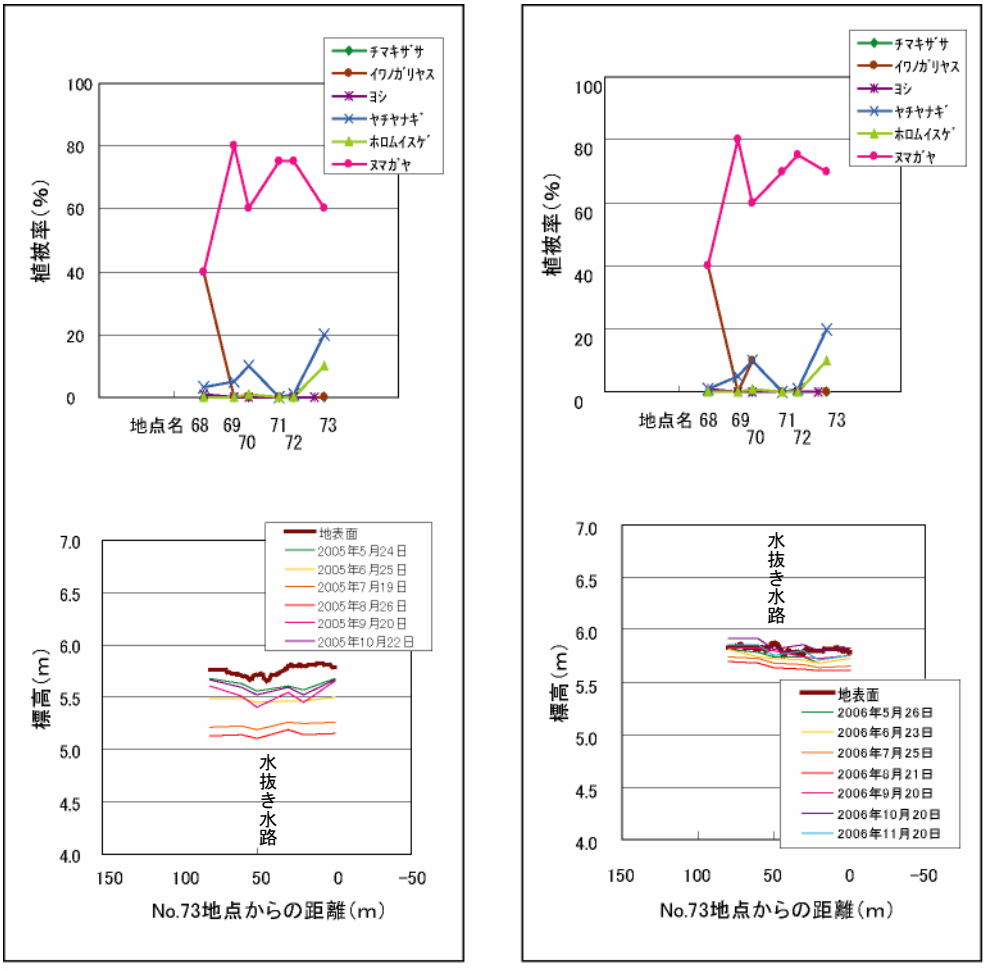
１）地下水位－植被率の変化

①ｇ－ｇ’測線

ｇ－ｇ’測線（堰の上流側で水路に直交する測線）における地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図 7.5.14 に示す。

堰上げ後の 2006 年の地下水位は、2005 年と比較して、全体的に高い傾向を示し、特に水抜き水路西側が東側に比べてより高くなっている。2006 年は、渇水期における地下水位の大きな低下が見られなかった。

植物には大きな変化はみられなかった。まだ堰上げ後一年目であり、地下水位の変化に伴う種組成等の変化は今後徐々に進むと思われる。



堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

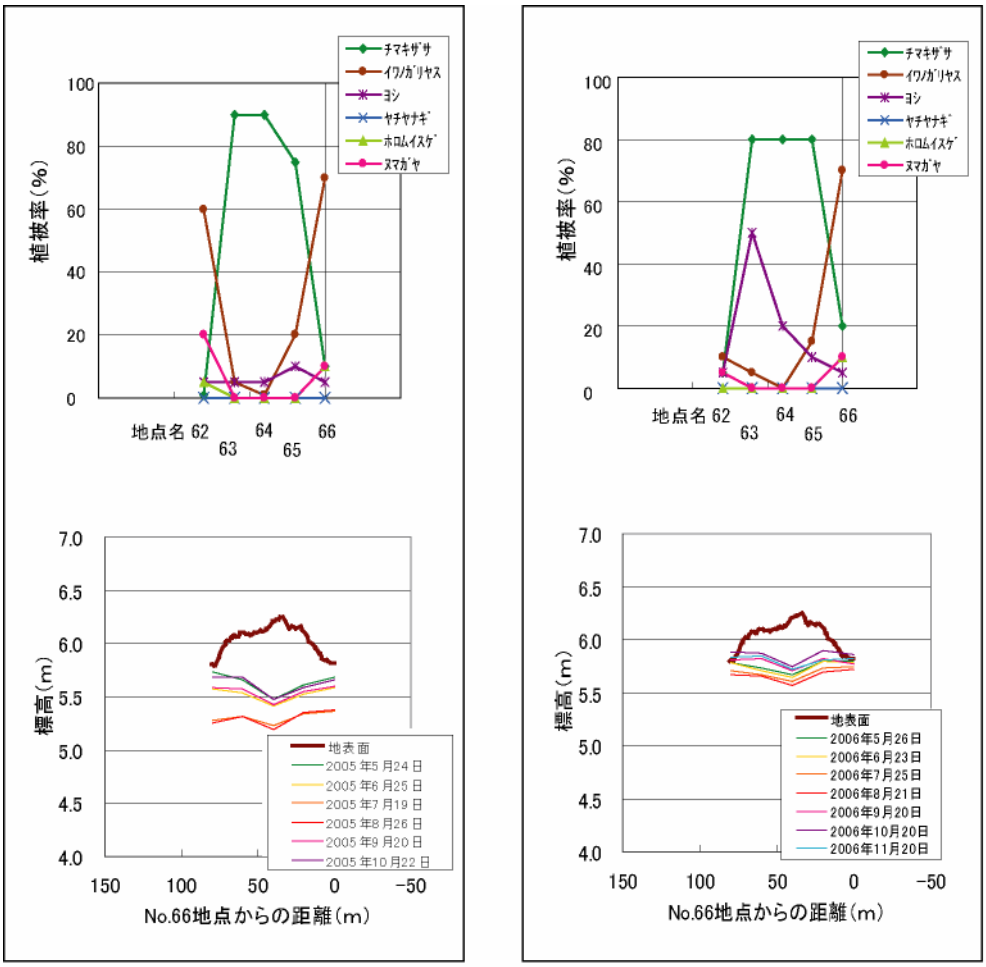
図 7.5.14　ｇ－ｇ’測線における地下水位と植被率の変化

②ｆ－ｆ’測線

同様にｆ－ｆ’測線（土砂堆積地に水路方向に直交するように設けた測線）における地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図 7.5.15 に示す。

2005 年、2006 年ともに水抜き水路に近い中央部が低くなるという地下水面の分布傾向は同様であるが、2006 年では地下水位標高が比較的高く、渇水期の地下水低下量は小さかった。

植物には大きな変化はみられなかったが、地点№63 と 64 でヨシの若干の増加、№62 においてイワノガリヤスの減少がみられた。まだ堰上げ後一年目であり、地下水位の変化に伴う種組成等の変化は今後徐々に進むと思われる。



堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

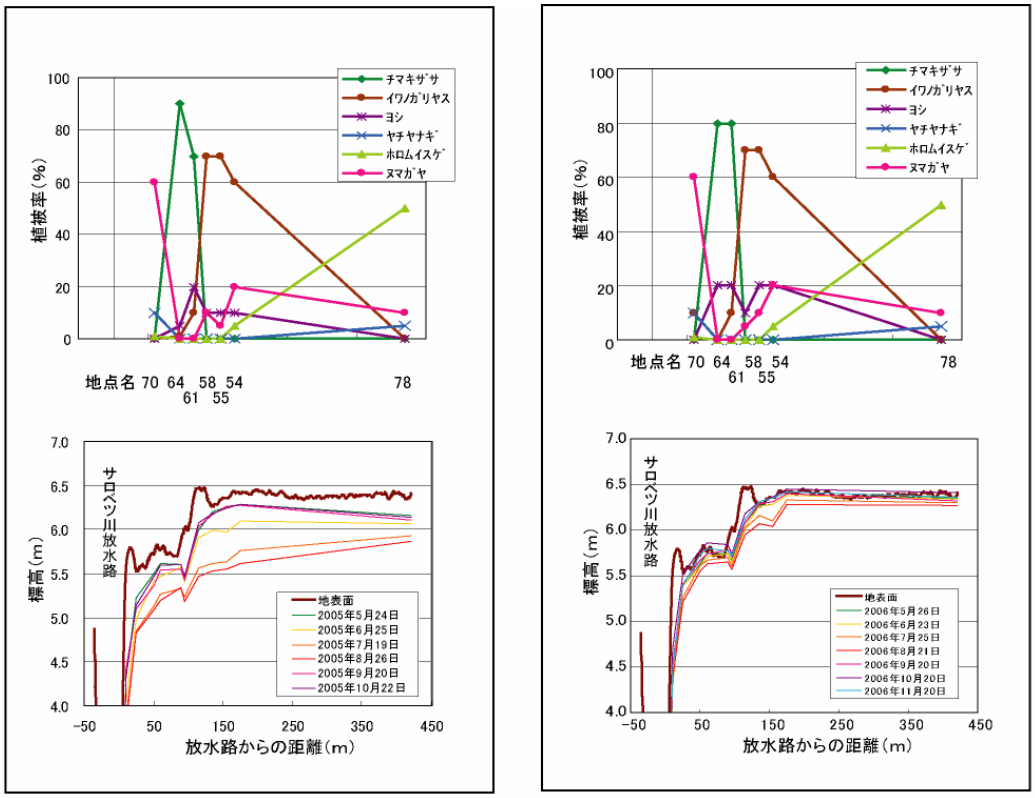
図 7.5.15　ｆ－ｆ’測線における地下水位と植被率の変化

③ｈ－ｈ’測線

ｈ－ｈ’測線（放水路からの距離による地下水位の傾きを捉えるために放水路に直交するように設けた測線）における地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図 7.5.16 に示す。

堰上げ後の 2006 年の地下水位は、2005 年と比較して最下流の堰上げ地点（放水路から 48m地点）よりも上流側で全体的に地下水位が上昇した。また、全体的に渇水期の地下水低下量が小さくなった。

植物には大きな変化はみられなかった。まだ堰上げ後一年目であり、地下水位の変化に伴う種組成等の変化は今後徐々に進むと思われる。



堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

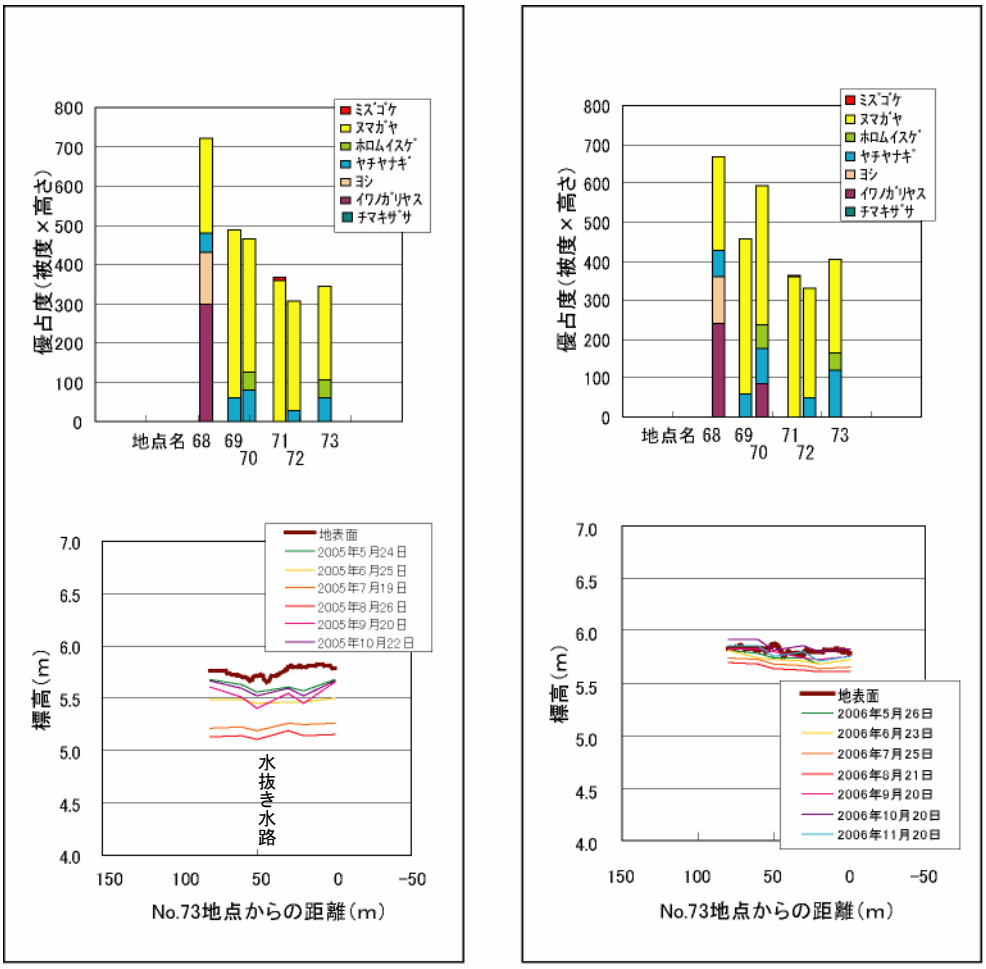
図 7.5.16　ｈ－ｈ’測線における地下水位と植被率の変化

2）地下水位－優占度の変化

①ｇ－ｇ’測線

ｇ－ｇ’測線における地下水位と主要な植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図7.5.17に示す。

植被率と同様に、地下水位には変化が生じているのに対して、植物の優占度には現在のところ大きな変化はみられなかった。



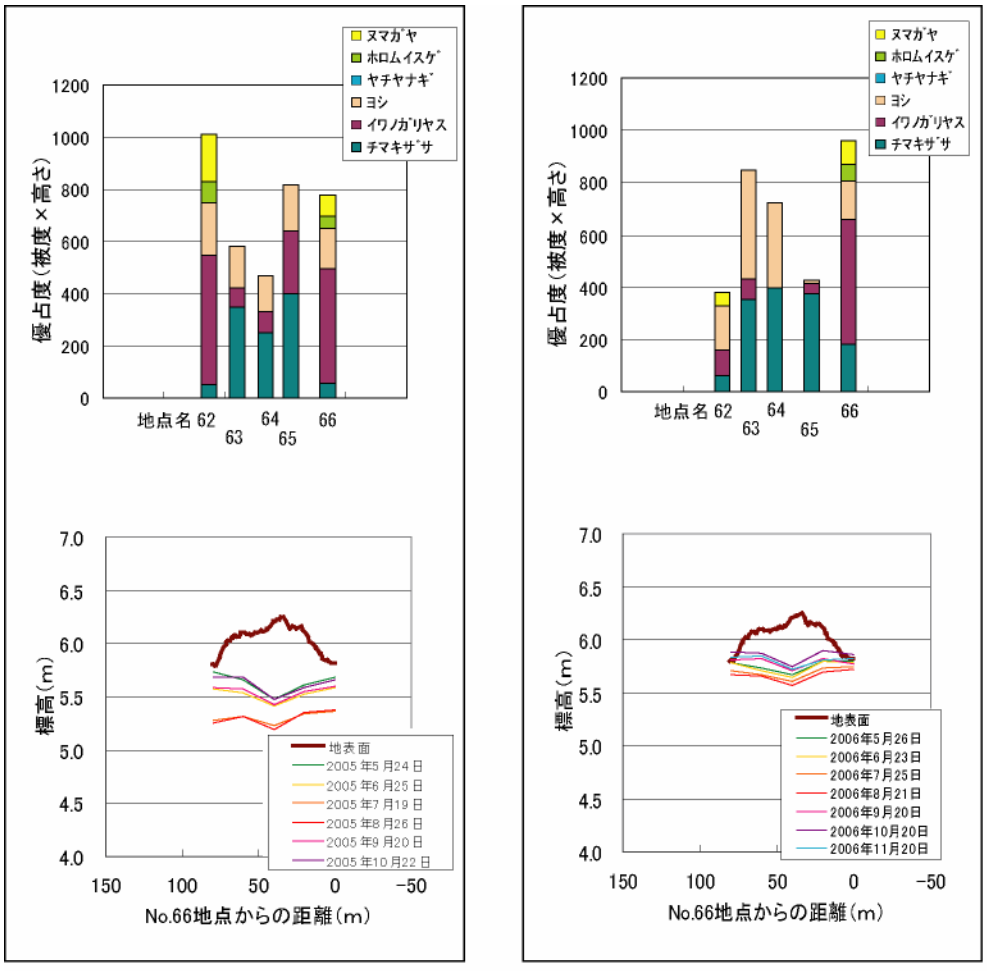
堰上げ前（2004-2005年）　　堰上げ後（2006年）

図 7.5.17　地下水位と主要植物の優占度（ｇ－ｇ’側線）

② f － f ’ 測線

f － f ’測線における地下水位と主要な植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図 7.5.18 に示す。

土砂堆積部の中心部で最も地下水位が低い位置にあたる地点No.63, 64 でヨシの優占度が上がった。この付近は下層にチマキザサが密生し、その上にヨシが生育しているが、地下水位の上昇がヨシの生育を促進したと考えられる。また、地点No.62 でイワノガリヤスの優占度が下がった。



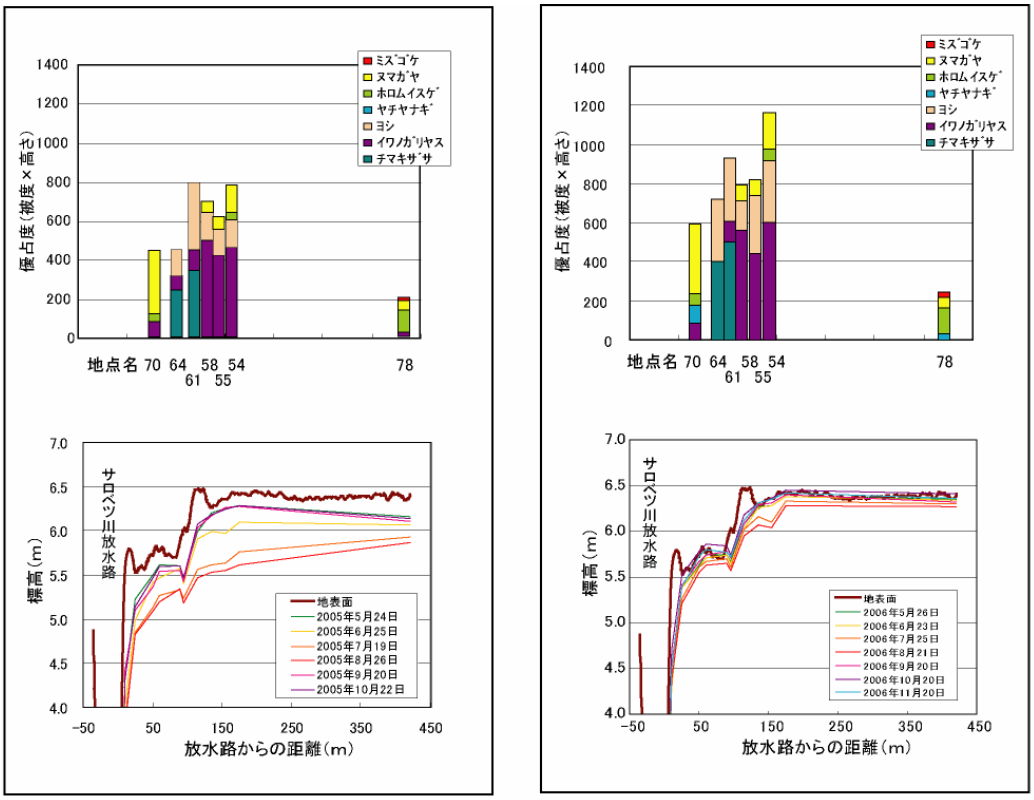
堰上げ前（2004-2005 年）　　堰上げ後（2006 年）

図 7.5.18　地下水位と主要植物の優占度（ f － f ’ 測線）

③ｈ－ｈ’測線

ｈ－ｈ’測線における地下水位と主要な植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図7.5.19に示す。

地下水位は、2005年と比較して最下流の堰上げ地点（放水路から48m地点）よりも上流側で全体的に地下水位が上昇したが、植物の優占度には現在のところ大きな変化はみられなかった。



堰上げ前（2004-2005年）　　堰上げ後（2006年）

図7.5.19　地下水位と主要植物の優占度（ｈ－ｈ’測線）

以上のように、水抜き水路２において、2006年（堰上げしてから１年目）の段階では、堰上げにより地下水位の上昇はみられたのに対し、植物には大きな変化がまだ生じていなかった。水位は上昇したものの落合沼のように冠水状態になるような極端な変化でなかったことから、早期の変化は生じ難かったと思われる。しかし、地下水位が地表面近くまで上がった地点もあることから、今後は徐々に湿原植物の侵入・増加が進むと予想される。

7.5.3　今後の地下水位の予測

水抜き水路１において、次の段階として今後堰の高さをさらに+20cm と+40cm 嵩上げした場合の地下水位を予測した。堰上げ前の地下水位データを用いて作成した地下水位予測モデルを今回の堰上げ後の地下水位で検証した上で、今後の変化を予測した。

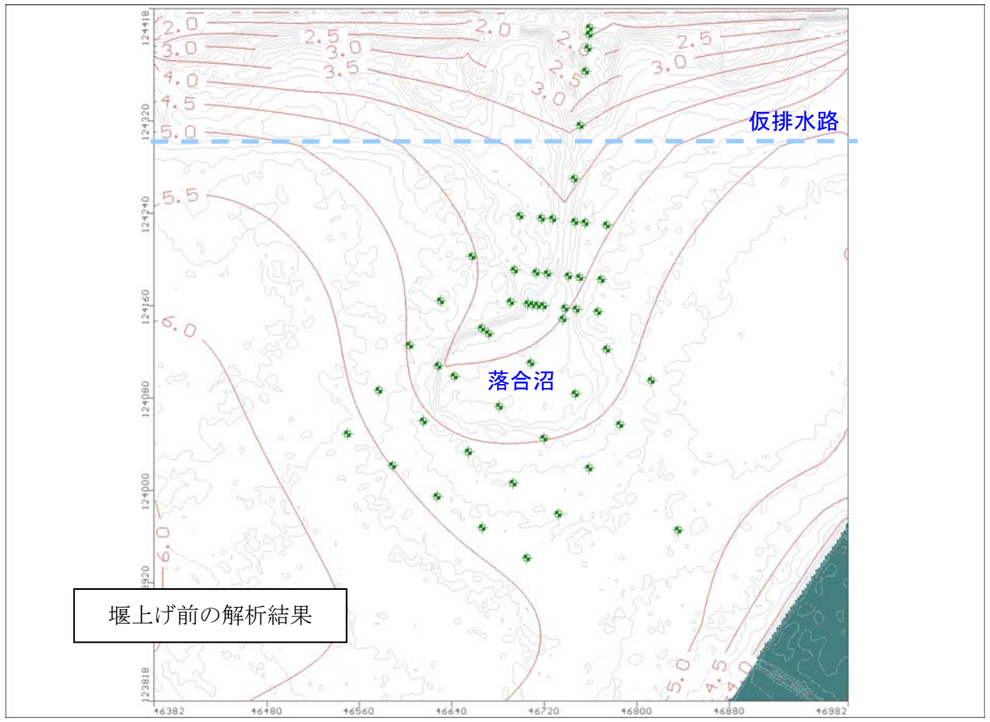
堰上げ後の地下水位の予測解析にあたっては、堰の後背部における水面の標高は、2005 年 11 月 23 日～25 日にかけて設置された堰の越流部の標高を用いた。

堰上げ①（落合沼流出部）：越流部の標高 4.626m（+20cm：4.826m、+40cm：5.026m）
堰上げ②　　：越流部の標高 4.158m
堰上げ③　　：越流部の標高 3.875m
堰上げ④　　：越流部の標高 3.551m

図 7.5.20 に堰上げ前後の予測地下水位等高線を示す。また、図 7.5.21 に堰上げ前後の地表面からの地下水位深度の分布図を示す。

水抜き水路１実証試験地の予測解析結果では、4.5mの等高線が堰上げ前には落合沼の窪地内に入り込んでいたが、堰上げ後には落合沼出口部よりも下流側までシフトし、落合沼の西側で地下水位が上昇することが予測された。次に+20 cmの堰上げ後は、5.0mの等高線が落合沼窪地の縁まで近接し、落合沼の周辺で地下水位が上昇することが予測された。さらに+40 cmの堰上げ後では 5.0mの等高線が落合沼出口部よりも下流側までシフトし、さらに落合沼周辺の地下水位が上昇することが予測された。

（文献ｈ）



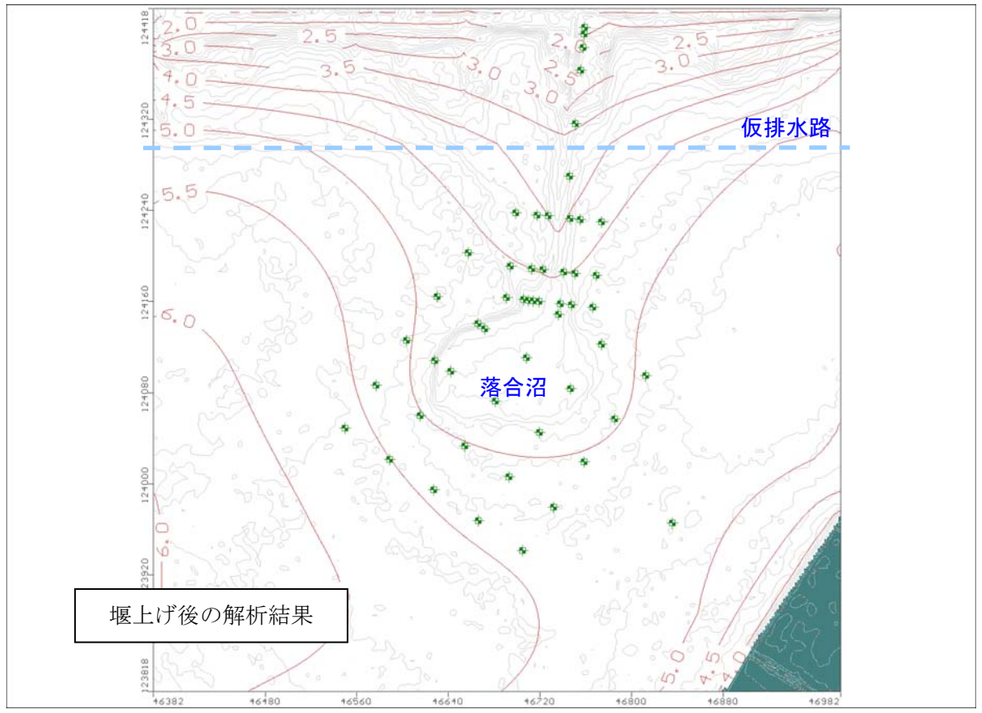


図 7.5.20　地下水流動解析による水抜き水路１実証試験地の堰上げ前後の地下水位等高線の予測図

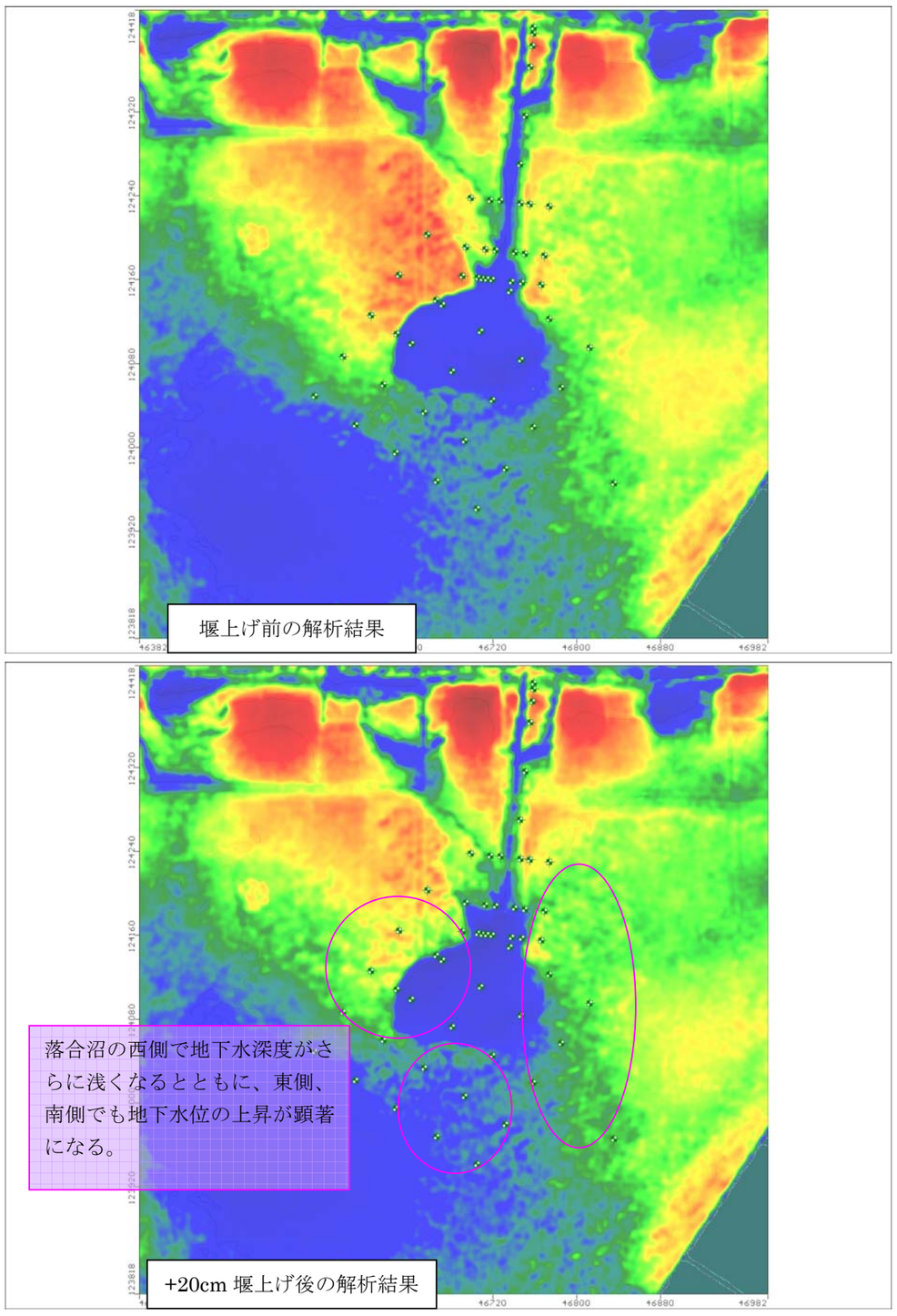


図 7.5.21　地下水流動解析による水抜き水路 1 実証試験地の堰上げ前後の地下水位深度の予測分布

８．湿原と隣接農地の共存対策

本章の要約

■排水路による影響

＜地形及び地下水位の影響＞

・明渠排水路により、農地および湿原周辺部は排水が促進され、地盤沈下が起こっている。

＜植生への影響＞

・明渠から湿原内へ 80m程度までは、排水による乾燥化によりヌマガヤなどの中層湿原植生が侵入している。

■対策

・ 湿原の地下水位は高く、農地の地下水位を低くするという条件を成り立たせる対策として、湿原と農地の境界部に地下水位を徐々に変化させる緩衝帯の設置が提案された。

■実証試験およびモニタリング

・ 環境省で実証試験計画を検討していたが、湿原の損傷を避けるためには、緩衝帯は農地側に設けることが望ましいと考えられ、緩衝帯の設置は農地を管轄する北海道開発局が実施することとなった。北海道開発局による緩衝帯の実証試験の施工は平成 18 年度に行われた。

・ 環境省は、同実証試験による効果確認後に、緩衝帯の施工範囲を拡大させる場合に備えて、平成 16 年度以降はその事前調査として地下水位とササの生育状況の調査を行った。

8.1　調査検討の概要

サロベツ湿原は農地と隣接していることから、湿原と農地の共存が必須の課題となる。湿原と農地の隣接部においては明渠が張り巡らされ、排水が行われているが、その影響は湿原側にも及び、周辺部は乾燥化による地盤沈下や植生の変化が見られている。

平成 14 年度は、湿原と農地の隣接部（Ｆ測線）において予備的に地下水位の状況を把握し、対策の方向性を検討した。平成 15 年度は、隣接部における対策の候補地として高層湿原が農地と隣接し自然環境保全上優先度の高いＡ測線を設置し、植生調査および地下水位の測定を行った。そのうえで、対策としての緩衝帯の整備イメージの検討と実証試験計画の策定を行った。

なお､湿原の損傷を避けるためには､緩衝帯は農地側に設けることが望ましいと考えられ、緩衝帯の設置は農地を管轄する北海道開発局が実施することとなった。北海道開発局による

緩衝帯の実証試験の施工は平成 18 年度に行われた。環境省は、同実証試験による効果確認後に、緩衝帯の施工範囲を拡大させる場合に備えて、平成 16 年度以降はその事前調査として地下水位とササの生育状況の調査を行った。

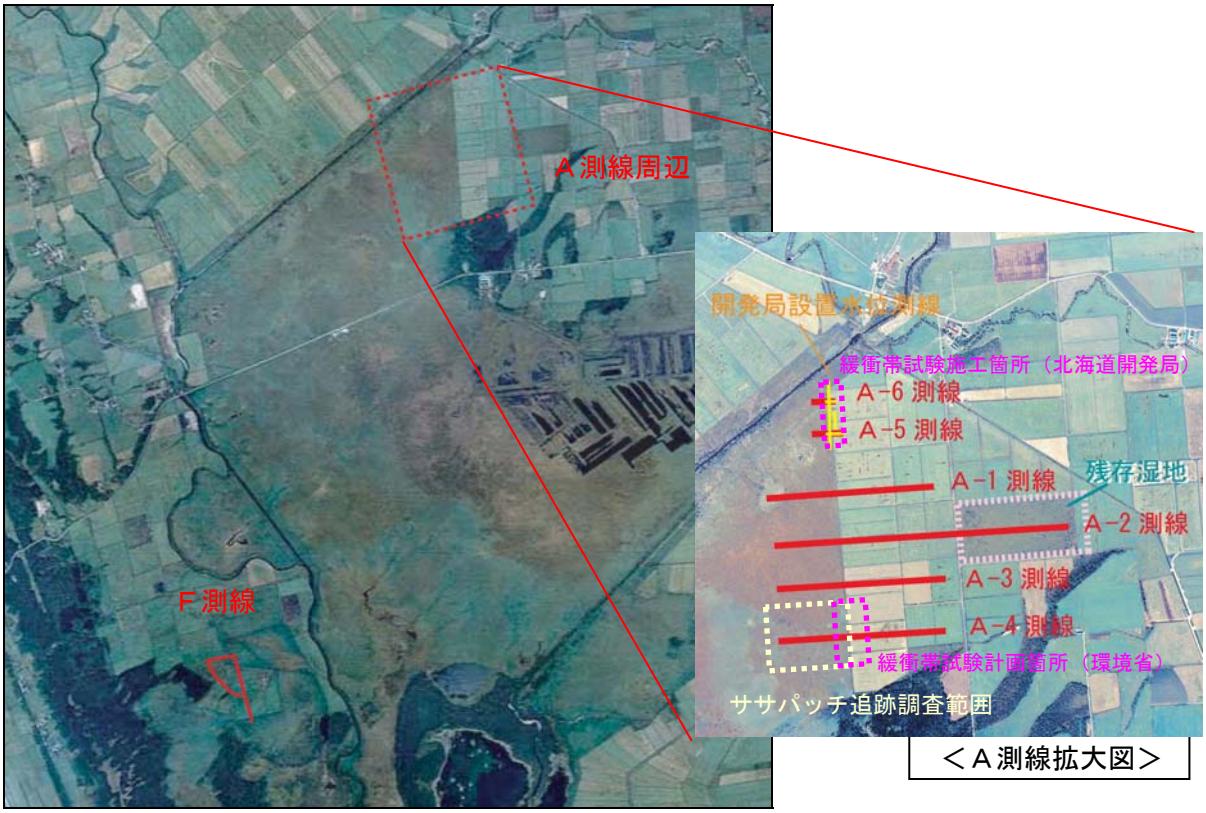


図 8.1.1　湿原と隣接農地に関する調査地位置図

図 8.1.2　農地と湿原の境界にある明渠

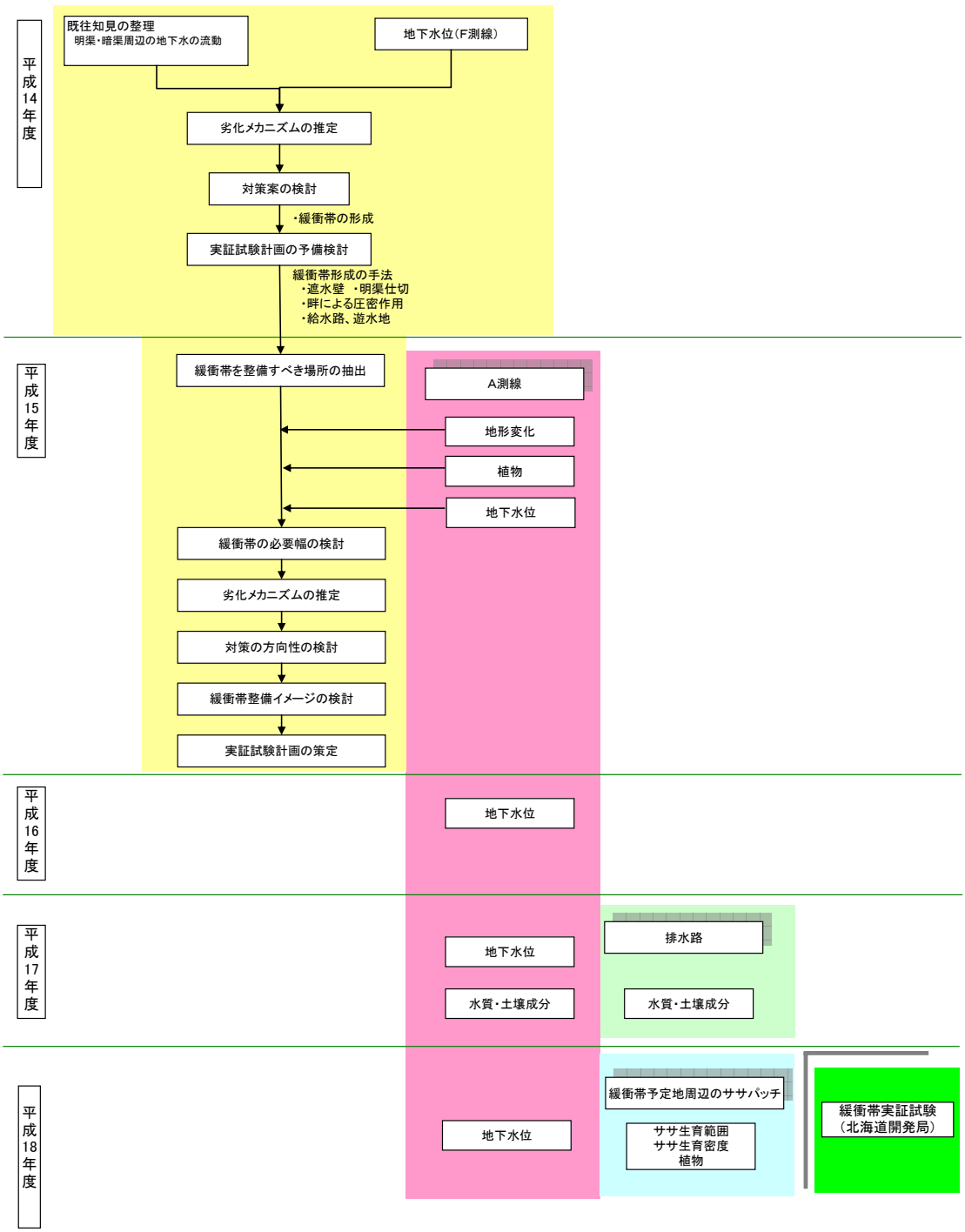


図 8.1.3　湿原と隣接農地に関する調査・検討の経緯

8.2　現況把握および現象と要因の関係把握

本節の要約

■地形変化と地下水位の状況

・湿原内及び農地のいずれも明渠への排水によって地盤が沈下していた。また、これに伴って地下水位も低下していた。

■植生の状況

・明渠沿いでは、ミズゴケの多い測線も見られたが、明渠から 80m まではヌマガヤなどの中間湿原的要素が強い植生が高い植被率でみられ、乾燥化の影響が示唆された。

8.2.1　地形変化と地下水位の状況

（1）地形変化の状況

図 8.2.1 に示した農地内（測線①）および湿原内（測線②）の各測線について、レーザー計測データをもとに丸山道路から放水路に至る地形断面を切り出した。結果を図 8.2.2 に示す。

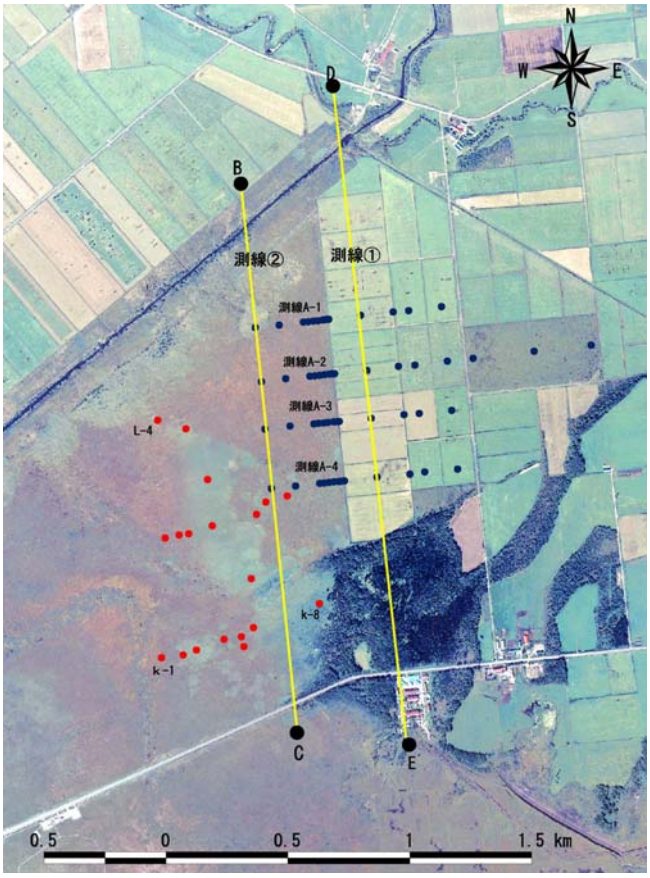


図 8.2.1　測線位置

湿原内の測線②に見られるように、本来の地盤高は丸山から放水路にかけて緩やかに低下しているが、農地化された測線①においては、中央部の標高が低い凹形状を示している。これは、明渠排水路の敷設密度と関連しているものと推察される。また、農地の標高は湿原と比べて最大２ｍ程度低くなっている。

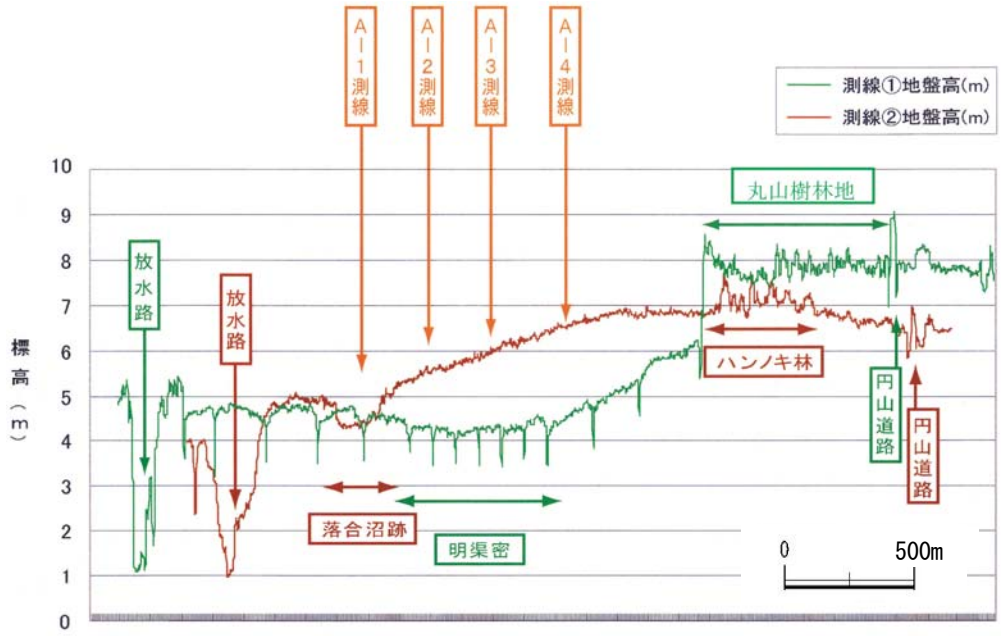


図 8.2.2　測線①・②における地形断面図

Ａ測線付近の農地について、標高データを基に段彩図を作成すると図 8.2.3 のようになる。全体的に明渠の周囲は地盤標高が低いが、明渠が密に配置されている測線Ａ１～Ａ３にかけての区域はとくに地盤沈下が著しいことが読みとれる。この区域では、湿原側の地盤も農地に連動して沈下しており、排水条件の不均衡が周囲にも悪影響を及ぼしていることがわかる。　　（文献ｂ）

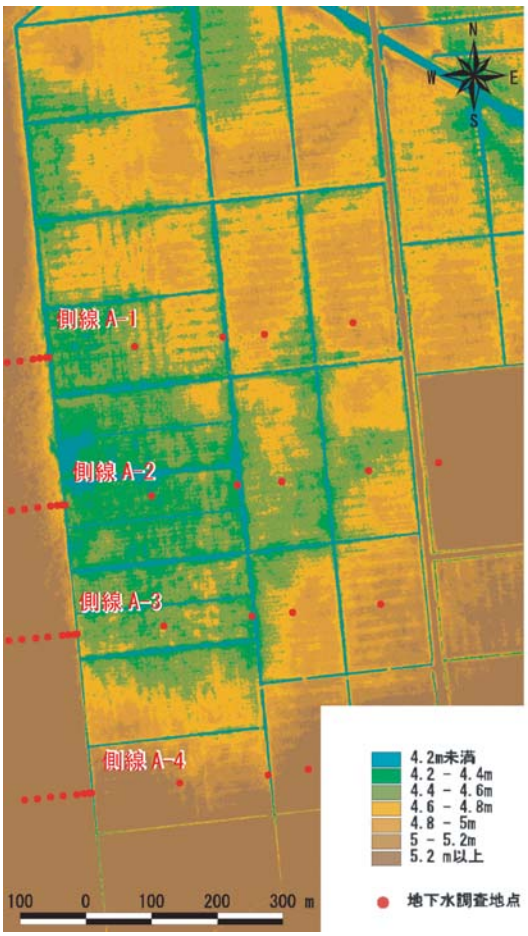


図 8.2.3　地盤標高段彩図（A 測線付近）

（２）地下水の状況

A-１～４測線（図 8.2.4）における地下水位を図 8.2.5 に示す。

農地側の地下水位は農地中央部では比較的高く、明渠の近傍で低くなっている。湿原側では、各測線とも明渠から 200m程度の範囲で地盤が沈下し、明渠近くでは湿原奥部と比べて１m程度低くなっている。地下水位標高も明渠に向かって低くなっているが、ほぼ地盤と同様の傾きで落ち込んでいるため、相対的な地下水位は明渠から 200m程度の範囲でほぼ一定である。

測線ごとの違いを見ると、もっとも南側の A-4 測線では、北側の 3 本の測線に比べて地下水位が低い。ただし、地下水位標高では、A-4 測線がもっとも高いことから、A3～A1 測線にかけて地盤高が大きく下がっていることが相対地下水位に影響を与えているものと考えられる。

また、A-1 測線西端の窪地は落合沼の跡であるが、地下水位が地形に沿って急激に落ち込んでいる。（文献 a）

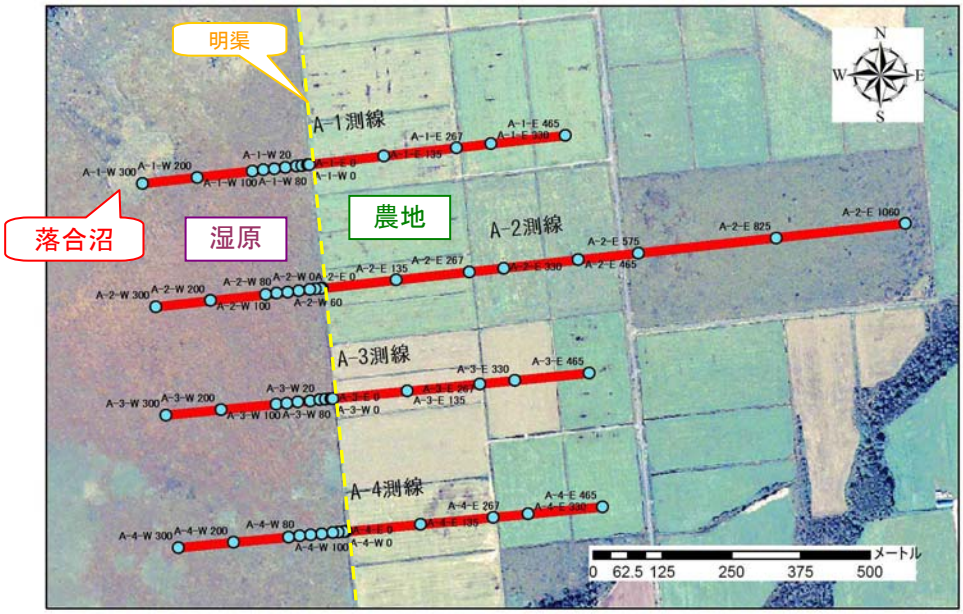


図 8.2.4　A 測線における地下水位観測測線と観測孔位置

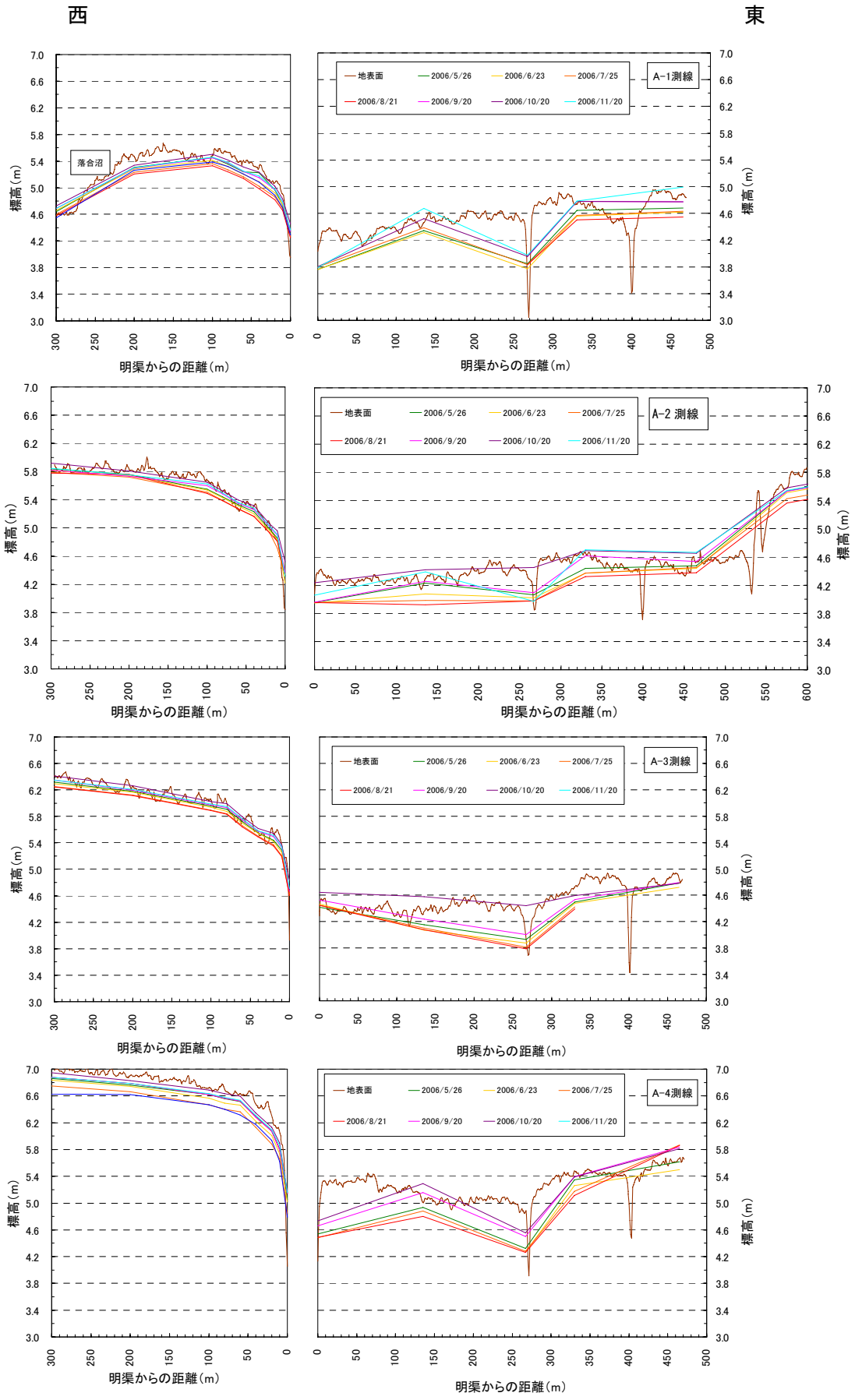


図 8.2.5　A-1～A-4 測線における地下水位観測結果

8.2.2　植生の状況

A-１～４測線において、平成 15 年度に植生調査を行っている。概要は以下のとおりである。

- ４本の測線の中でA-２測線はミズゴケが最も多く出現し、湿潤な状態が維持されていると考えられる。特に 200m以遠はミズゴケが 100%で連続し、湿潤な立地に生育するミカヅキグサとヤチスゲも生育し、良好な高層湿原が維持されている。
- その他の測線はミズゴケ類の植被率は低く、ヌマガヤ、ホロムイスゲが優占している。なおA-１測線の 300m地点は旧落合沼に位置し、ヨシが優占している。
- A-１、A-３、A-４測線は、明渠から 80mまではヌマガヤ（中間湿原あるいは高層湿原でもやや乾いた場所に生育する）の植被率が高い。A-２測線では、明渠から 100mまではミズゴケ類の植被率は 0～90%で断続的に変化しているが、200m以遠では植被率 100%で安定している。以上から、いずれの測線でも明渠から 80m付近までは植生に明渠による乾燥化の影響が生じていると考えられる。
- A-２測線では、旧落合沼に近づく 200m地点で再びヌマガヤの植被率が高くなっている。旧落合沼への地下水の流出による乾燥化の影響が生じている可能性がある。（文献ｂ）

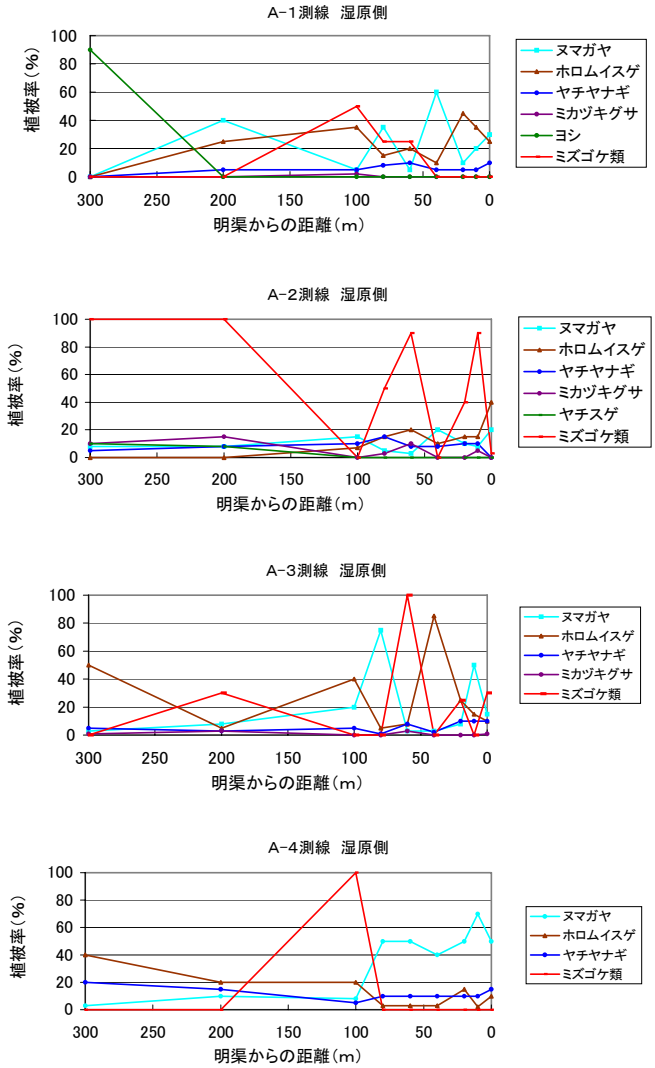


図 8.2.6　主要な種の植被率
（A－１～４測線）

8.3　対策の検討

本節の要約

- 湿原の地下水位は高く、農地の地下水位を低くするという条件を成り立たせる対策として、湿原と農地の境界部に地下水位を徐々に変化させる緩衝帯の設置を検討した。
- 緩衝帯に必要な幅は、地下水位、地形、経験式から 100m程度あると考えられた。

8.3.1　対策の方向性

湿原と農地の隣接部においては図 8.3.1 のようなメカニズムで劣化現象が進行しているものと考えられる。排水路の設置は湿原の乾燥化に直接的な悪影響を及ぼすが、同時に農地の地盤沈下も誘発し、過湿障害の原因となっている。

応急的な対策としては湿原からの地下水流出を抑制することが挙げられるが、上サロベツ地区では多くの農地が湿原を開墾して造られているため、潜在的に過湿化しやすい性状を持っており、湿原と農地の地下水位の差を遮水壁のような線的な仕切りでコントロールすることには困難が予想される。このため、一定の幅を持った緩衝帯によって湿原と農地の地下水位を調和的に均衡させることが適当と考えられる。（文献ｂ）

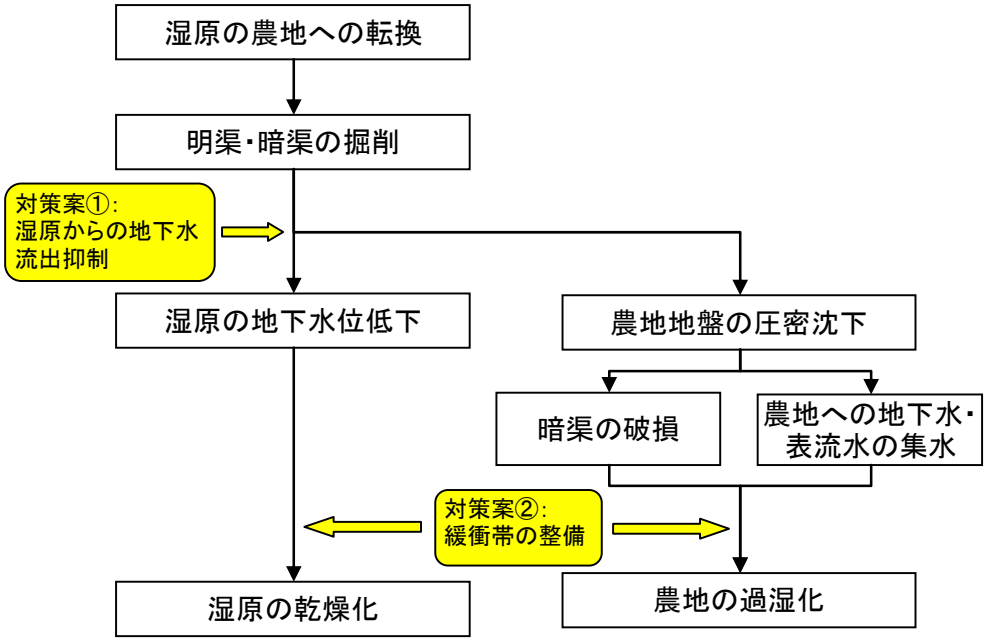


図 8.3.1　推定される劣化のメカニズムと対策

8.3.2　緩衝帯を整備すべき場所

湿原と農地の共存を図るという大きなテーマの中で緩衝帯に求められる役割は、相反する地下水位条件が要求される湿原と農地の間に入り、両者の影響を調和的に均衡させることである。このような役割を踏まえると、緩衝帯を整備すべき場所は、以下の２つの条件を満たすことが必要となる。

1)　「自然環境保全上重要な湿原域」と「湿原を開拓して作り出した農地（すなわち潜在的に過湿化しやすく、常に排水を必要とする土地)」が、現在も隣接している場所
2)　さらに、その重要な湿原域が隣接農地からの影響により急速に劣化している（と思われる）場所

上サロベツ湿原の場合、「自然環境保全上重要な湿原域」とは次の３つを指す。

① サロベツを特徴づける広大で優れた高層湿原
② 砂丘林と長沼湖沼・湿原群
③ 多くの生き物を育むペンケ沼と周辺の低層湿原

これらそれぞれへの地下水位の変化による影響を排し、農業と調和をとる観点から緩衝帯を整備すべき位置を選定する必要がある。

保全すべき湿原域周辺において「湿原を開拓して作り出した農地」が、現在も隣接している場所を抽出し、湿原の質が急速に劣化していると思われる場所とその程度を検討した。その位置図を図 8.3.2 に示す。

（文献ｂ）

凡例
地下水流出対策の必要な地域
緩衝帯の整備を重点的に必要とする地域
軽易な緩衝帯が必要な地域
今後、砂丘林・長沼湖沼群の水抜け対策等を検討すべき地域

図 8.3.2　緩衝帯候補地

8.3.3　緩衝帯の整備イメージ

新たに国立公園の特別保護地区となった高層湿原域が農地と直接隣接している丸山北部を例に、緩衝帯の整備イメージを検討した。

この地区では農地の地盤沈下によって湿原との間に１ｍ以上の標高差が生じ、必然的に湿原の乾燥化と農地の過湿化が起こりやすい条件が形成されている。このため、湿原と農地との間に帯状の用地を確保するだけでは両者の地下水位を調和的に均衡させることは難しく、緩衝帯として機能させるためには地盤標高の差を補間するための工夫が必要である。ここでは、湿原と農地との境界に位置する明渠の水位を上げる案を中心に、いくつかのイメージを例示する。

Ⅰ案　　既存の明渠を満水状態に堰上げ、湿原辺縁部の地下水位の基準面を上昇させるとともに、湿原内に給水路を設けて涵養効果を高める。さらに、農地側に新設する明渠との間に遮水壁を複数設け、緩衝帯の中で地下水位を緩やかに低下させる。

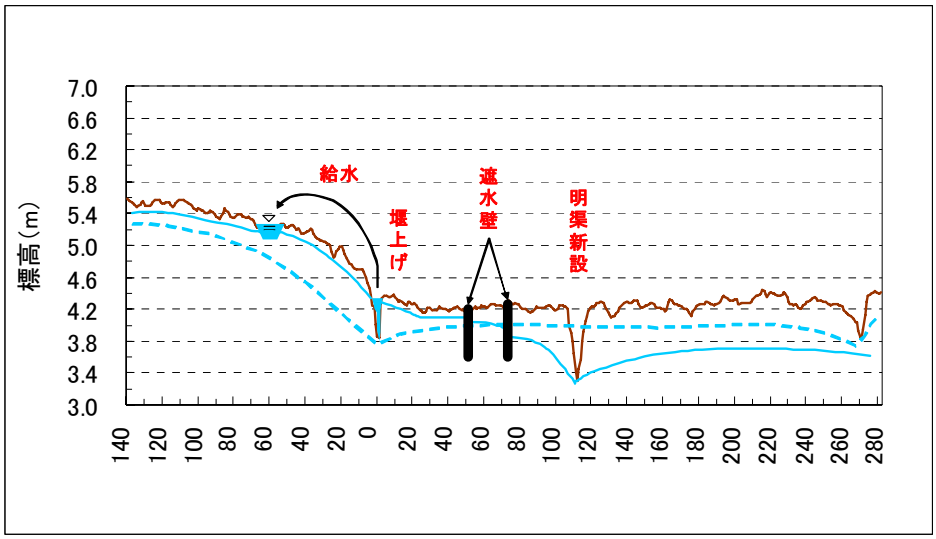
Ⅱ案　　既存明渠に沿って盛土による築堤を施し、明渠の水位を農地の地盤面より高く保つことで湿原辺縁部の地下水位の基準面を上昇させるとともに、湿原内に給水路を設けて涵養効果を高める。築堤内には遮水壁を敷設し、盛土の圧密効果と併せて湿原側の地下水が農地側に流動することを防ぎ、新設する明渠との間で地下水位を緩やかに低下させる。遮水壁は盛土内に入れるパターンと盛土の縁に入れるパターンが考えられる。

Ⅲ案　　緩衝帯として確保した用地幅全体に盛土を施し、湿原辺縁部の地下水位の基準面となる明渠の水位を上昇させるとともに、盛土の圧密効果によって基盤層の透水性を低下させ、湿原側の地下水が農地側に流動することを防ぐ。また、既存明渠付近には遮水壁を設け、緩衝帯の端部に新設する明渠との間で地下水位を緩やかに低下させる。

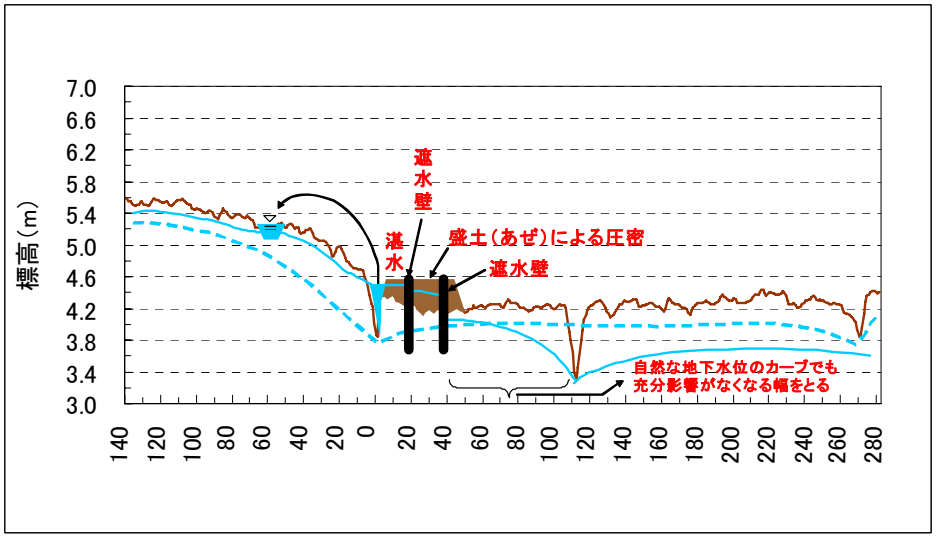
Ⅳ案　　既存明渠に沿って矢板による連続壁を敷設し、明渠の水位を農地の地盤面より高く保つことで湿原辺縁部の地下水位の基準面を上昇させるとともに、湿原内に給水路を設けて涵養効果を高める。さらに、緩衝帯の端部に新設する明渠は中央に仕切り壁を持つダブル水路とし、湿原からの水分流出を極力防止する。

Ⅴ案　　既存明渠を埋め立て、その近傍に遮水壁を設置することで、湿原の地下水位低下を抑制するとともに、湿原内に給水路設けて涵養効果を高める。さらに、緩衝帯の端部に新設する明渠は中央に仕切り壁を持つダブル水路とし、湿原からの水分流出を極力防止する。（文献ｂ）

Ⅰ案



Ⅱ案の１



Ⅱ案の２

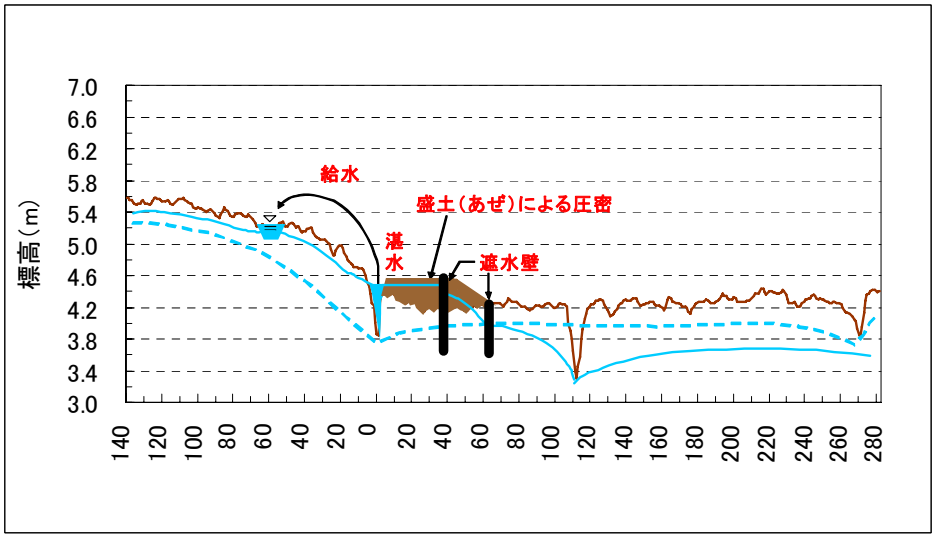
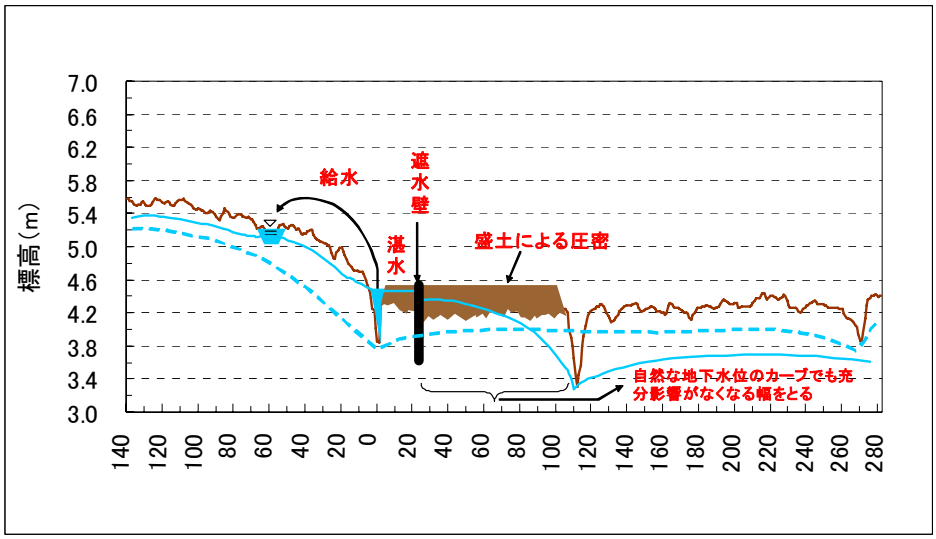
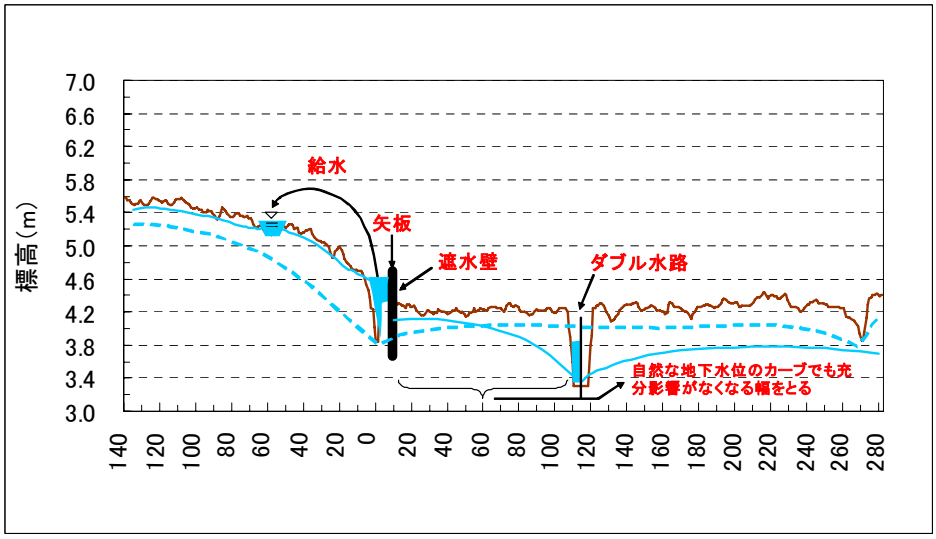


図 8.3.3(1)　緩衝帯の整備イメージ

Ⅲ案



Ⅳ案



Ⅴ案

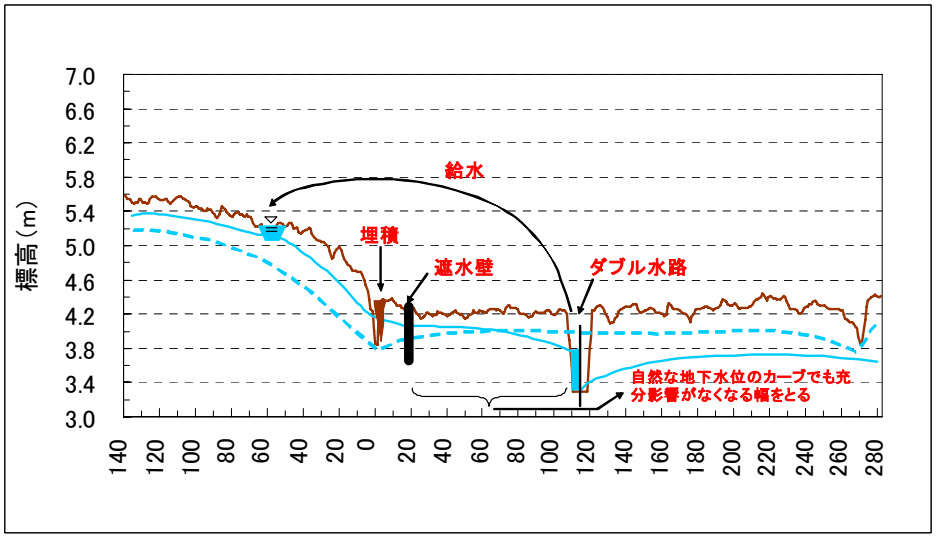


図 8.3.3(2)　緩衝帯の整備イメージ

8.3.4　緩衝帯の必要幅の検討

湿原側の地下水位の維持を考慮した緩衝帯の必要幅を検討した。具体的なアプローチとして、現地の地下水位や地形から検討する方法と、影響範囲を求める既存の経験式を用いる方法が考えられる。

① A測線における地下水位分布の変動からの検討

ササ生育域の拡大防止を目的とすると、地下水位に関するササの生育限界条件が最低地下水位＞GL-15cm とされている（環境庁自然保護局；1993)。これを湿原側の地下水位維持の目安として、A測線における湿原側の地下水位が観測期間の中で一度でもGL-15cm よりも低くなった地点の明渠からの距離を求めた。

表 8.3.1 より、2003 年 12 月までの地下水位観測結果から推定される明渠排水の影響幅は、80mと考えられるが、夏季には地下水位の低下がさらに湿原奥部まで及ぶ可能性も考えられる。

表 8.3.1　A測線の湿原側地下水位の検討

測線名	地下水位が GL-15cm 以下になった地点までの距離
A-1	80m
A-2	0m
A-3	80m
A-4	80m

② A測線における地形断面からの検討

A測線における高層湿原から明渠にかけての地形断面は、明渠への湿原地下水の流出によって地盤沈下が発生し、明渠に向かって地表面が低くなっている（図 8.3.4 参照)。

図 8.3.4 から、A-1～4 測線における地表面が、農地側に明瞭に傾き始める地点は、明渠から 80～120m、平均的には 100m程度と読みとれる。

したがって、地形断面から推定される緩衝帯に必要な幅は、100m程度と考えられる。

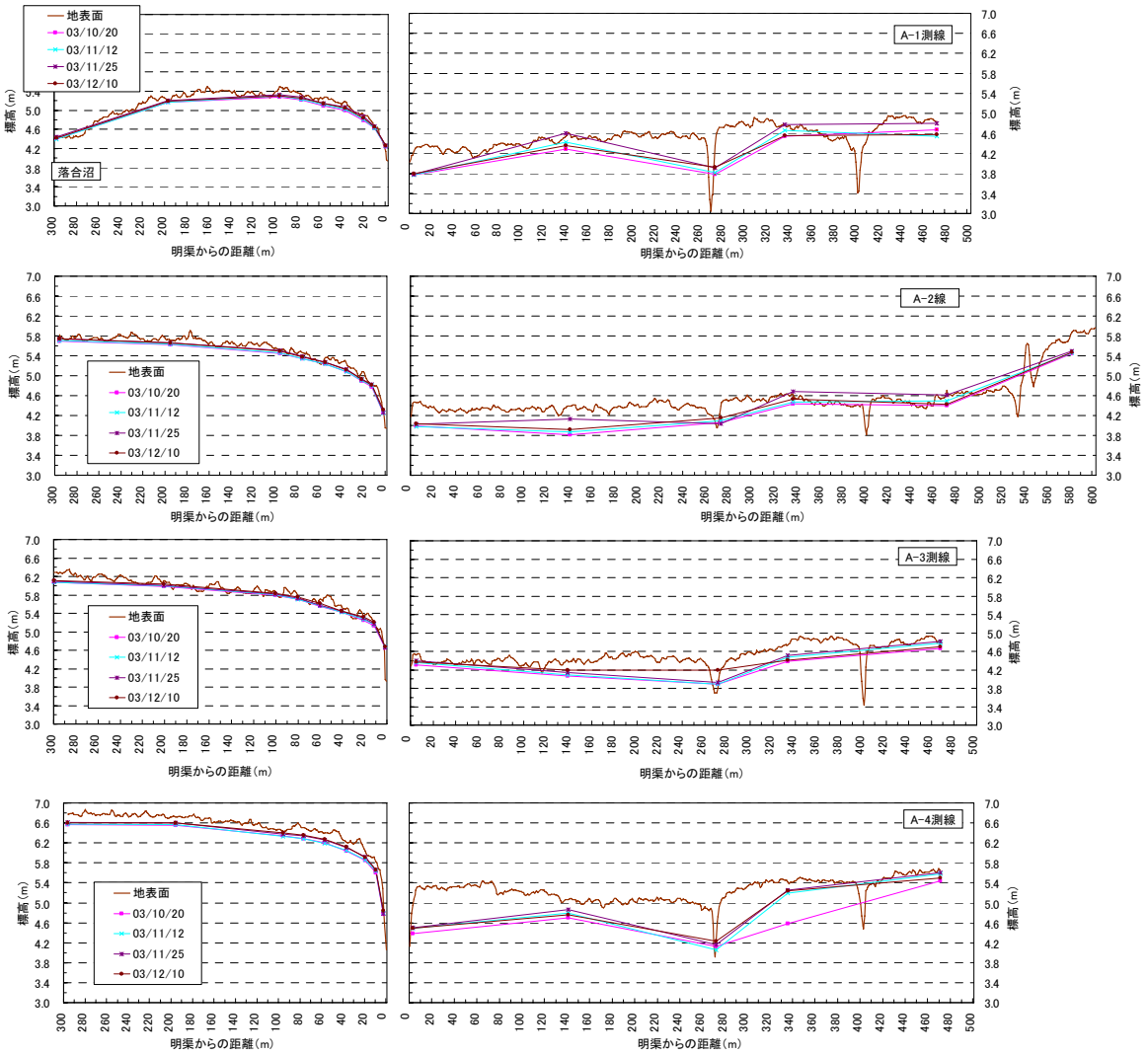


図 8.3.4　A-1～A-4 測線における地下水位観測結果

③ 井戸等の影響範囲の経験式からの検討

一般的な掘削工事などで地下水位を低下させるために、ディープウェルやウェルポイントを設定する際、その影響範囲を求める経験式として、シーハルト（Sichardt）の式などが用いられている。ここでは、シーハルトの式を用いて影響範囲を想定する。

シーハルトの経験式は、以下の式で与えられる。それぞれ、以下の式を代入して求めた。

$$R = C\ (H - hw)\ \times K^{1/2}$$

R（m）：影響範囲

C：無次元量の定数（1500～3000）・・・・3000

K（m/sec）：透水係数・・・・1×10^{-2} （サロベツ川放水路土砂堆積地周辺 1×10^{-2}～10^{-6}）

H－hw：水位差・・・・・・・・・・・・・2.5m

上記の条件で影響範囲を求めると、影響範囲 R は、75mと算出される。

なお、シーハルトの式などの経験式は、井戸（平面的に見ると点）からの揚水の影響範囲を求める手法であるため、緩衝帯のように明渠（平面的に見ると線）への水の流出が及ぶ影響範囲を求める際には適用条件が異なる（値は大きくなると考えられる）。また、これらの経験式で算出される影響圏の定義は「地下水位低下が 1mm 以上の範囲（山本荘毅：1983「新版　地下水調査法」）」とされているため、地下水位観測結果から検討した最低地下水位＞GL-15cm の範囲とは、単純には比較はできない。

④ 各手法の比較検討

上記の３つの手法による検討結果を表 8.3.2 に示す。安全側を考慮すると、地下水位の低下による影響を確実に取り除くために必要な緩衝帯の幅は、およそ 100m程度を確保することが望ましいと考えられる。なお、この幅は、湿原と農地の地下水位の差によって増減すると予測されることから、緩衝帯を設置する場所によって幅は若干変化すると考えられる（サロベツ川放水路の場合、幅 200～300m の範囲で影響があると言われている）。（文献ｂ）

表 8.3.2　各検討方法における緩衝帯必要幅

検討方法	影響範囲
地下水位	80m
地形断面	100m
ｼｰﾊﾙﾄの経験式	75m

8.4　実証試験計画

本節の要約

・ 国立公園特別保護地区と農地が隣接し、対策実施の緊急性が高いこと、既存調査との関連から、丸山北部とし、この中でも湿原植生状況や農地との比高差などから、A-4 測線を実証試験の候補地とし、試験計画を策定した。

（1）実施箇所の検討

緩衝帯の候補地は国立公園の特別保護地区に隣接し、対策実施の緊急性が高いこと、既に地下水位観測や植生の調査を実施していること等から、実証試験の対象地は丸山北部の湿原と農地の隣接部から選択した。

既存の A-１～A-４測線は湿原と農地の境界線に直交する形でほぼ等間隔に設定されているため、これら４箇所の中から試験実施に適した場所を選定する。選定のための比較項目と各測線の相対評価を表 8.4.1 に整理した。

表 8.4.1　実証試験候補地の相対評価

比較項目＼測線	A-１	A-２	A-３	A-４
湿原－農地間の比高差	○	△	×	△
湿原植生の乾燥化状況*	△	×	△	○
農地内の地下水位	○	△	×	○
明渠排水に及ぼす影響	×	△	△	○
評価	×	×	×	◎

＊ 乾燥化している方が高い評価とした

A-１測線は既存明渠の堰上げを行った際に疎通障害を起こす懸念がある他、別途計画中の落合沼修復計画による影響を受けるため、緩衝帯の効果を試す場所としては不適当と考えられる。

A-２測線は明渠の影響を受けているにも関わらず、植生状況がかなり良好に保たれており、相対地下水位もそれほど低くないことから、緩衝帯の効果をうまく把握できない懸念がある。

A-３測線は湿原と農地の比高差がきわめて大きい他、現状でも既存明渠付近の農地の地下水位が高く保たれており、明渠堰上げ等の緩衝帯の効果が現れるかどうか疑問が残る。

以上より、実証試験箇所としてはA-４測線付近が最も適当と言える。ただし、試験箇所

（文献ｂ）

の決定は地権者を始めとした周辺農家の合意が前提となることから、実施前に明渠の縦断測量等を行い、試験実施の影響をより具体的に示すことが必要である。

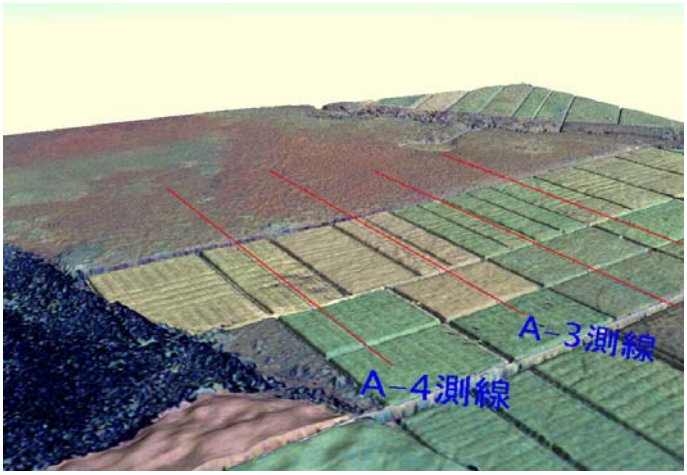


図 8.4.1　A 測線付近の地形状況（強調図）

（2）目的および目標の設定

湿原と農地の共存を図るという大きなテーマの中で緩衝帯に求められる役割は、相反する地下水位条件が要求される湿原と農地の間に入り、両者の影響を調和的に均衡させることである。このような役割を踏まえ、実証試験の目的および目標を以下のように設定した。

① 目的

湿原と農地の間で、双方の地下水位の影響を取り除くために必要な緩衝帯の幅および工法を検証する。

② 目標設定

【定性的目標】

- 湿原と農地の間に設けた緩衝帯の中で、双方の地下水位を緩やかに均衡させる。
- 乾燥化により変質している農地近傍の湿原植生を本来の高層湿原植生に近づける。
- 湿原に隣接する過湿農地の地下水位を低下させる。
- 農地に隣接する湿原を現状より湿潤に保つことで、後背地の高層湿原の乾燥化を抑制する。

【定量的目標】

- 事前調査の結果を踏まえて検討。

（３）仮説の設定

実証試験は以下の仮説に基づいて実施する。なお、明渠の堰上げのみでは十分な効果が現れない場合は、さらに追加措置を行うことが望ましい。

● 湿原と農地の境界部にある明渠を堰止めることによって、明渠内の水位が上昇する。

⇒ 明渠への地下水流出が抑制され、明渠近傍の湿原地下水位が上昇する。

⇒ 湿原内の乾燥化が緩和され、現況の中間湿原植生が本来の高層湿原植生に近づく。

⇒ 明渠の堰上げによる地下水位上昇の影響は緩衝帯の中で減殺され､農地側の地下水位は低く保たれる。

【地下水流出が抑制されない場合の対処】

① 明渠に沿って湿原の縁に遮水壁を設置する。

⇒ 地下水の移動が妨げられ、明渠への地下水流出が抑制される。

② 明渠に沿って緩衝帯の縁に盛土を施し、明渠の堰止め高を上げる。

⇒ 明渠内の水位がさらに上昇し、湿原からの地下水流出が抑制される。

③ 湿原内に溝を設け、明渠から給水する。

⇒ 給水路からの浸透水によって湿原内が涵養され、乾燥化が緩和される。

（文献ｂ）

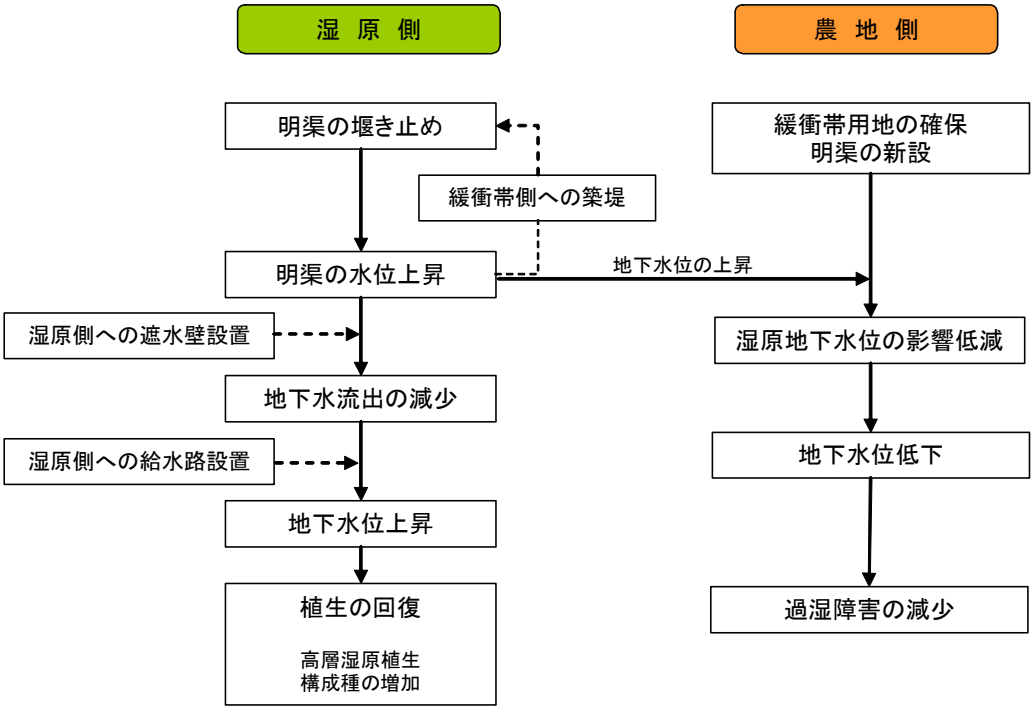


図 8.4.2　試験実施による回復のメカニズム

（４）実証試験計画

A-４測線付近における実証試験のための施設配置案を図 8.4.3 に示す。

実証試験は図のうち、既存明渠の堰き止めによる「水路の堰上げ」、および農地内への「明渠新設」から始め、モニタリングによってその後の状況を確認した上で、必要に応じて青字で表示した「遮水壁設置」や「築堤」を試行することが望ましい。

施設配置案を踏まえて、モニタリング内容を以下のとおり計画した。

①明渠の湛水状況・流量調査

明渠内に水位計を設置して、堰上げによる湛水状況を連続観測する。農地側に新設する明渠には水位標を設置し、定期的（１ヶ月に１回程度）に観測する。また、明渠を介して流下する水量を把握するために、堰の越流部において流量を計測する。計測は豊水期、渇水期、降雨直後に各１回計測する。調査結果から、年間でどの程度の期間に満水状態を維持できるかを評価する。

②地下水位調査

Ａ－４測線において、地下水位を計測する。基本的に既設置の観測孔を活用するが、新設明渠の東側（農地側）100ｍから遮水壁の西側（湿原側）100ｍまでの区間は、10ｍ間隔でデータを得られるように、観測孔を追加する。堰設置前と堰設置直後、その後は定期的（１ヶ月に１回程度）に観測する。調査結果から、明渠堰上げ前後の地下水位の変動を解析し、効果を検証する。

③植生調査

湿原側に配置されている地下水位観測地点において１×１ｍのコドラートを設置し、植被率、植生高、全出現種の被度・群度を記録する。調査は、夏季に１回実施する。地下水位の変動と植生の経年的変化を対応させて解析し、施設配置の効果を検証する。また、ササの生育状況についても追跡する。

（文献ｂ）

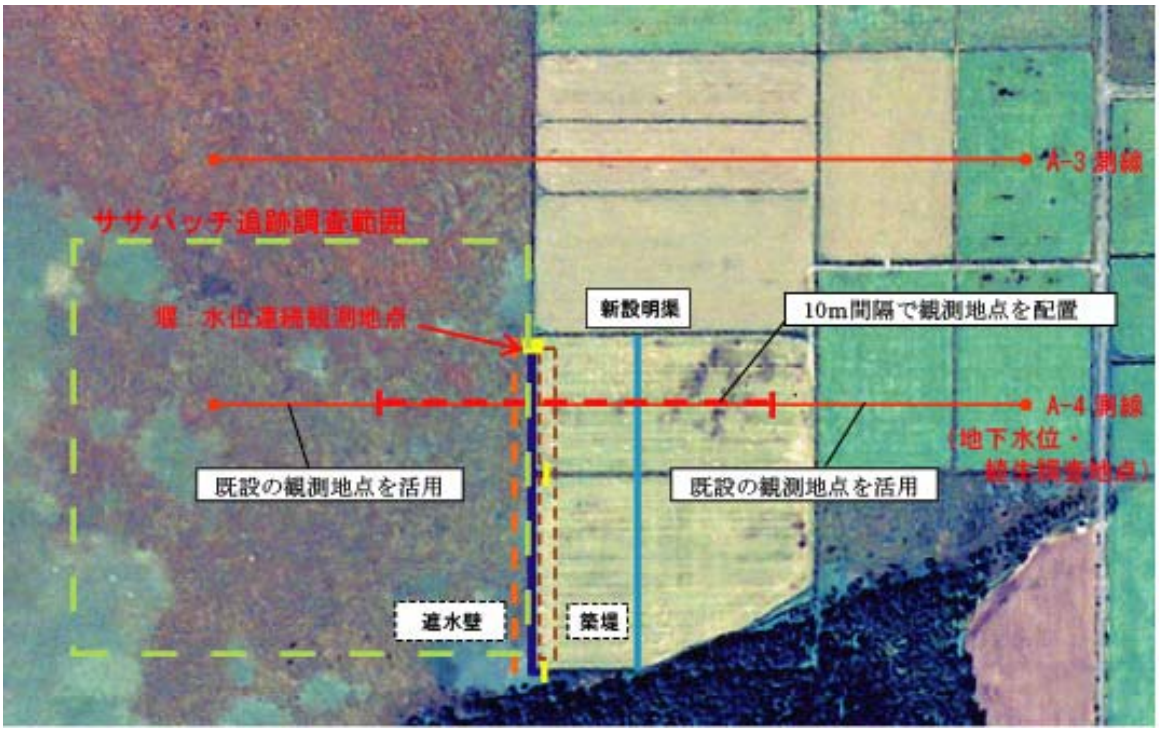


図 8.4.3　モニタリング調査地点（平面図）

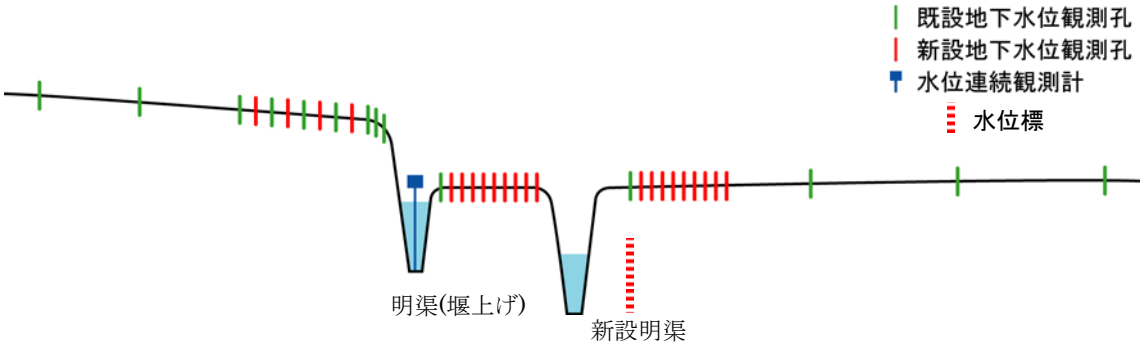


図 8.4.4　モニタリング調査地点(断面図)

8.5　緩衝帯設置の事前調査

本節の要約

- 湿原の損傷を避けるためには、緩衝帯は農地側に設けることが望ましいと考えられ、緩衝帯の設置は農地を管轄する北海道開発局が実施することとなった。北海道開発局による緩衝帯の実証試験の施工は平成 18 年度に行われた。
- 環境省は、同実証試験による効果確認後に、緩衝帯の施工範囲を拡大させる場合に備えて、平成 16 年度以降はその事前調査として地下水位とササの生育状況の調査を行った。

（1）北海道開発局による実証試験

北海道開発局では、A測線周辺において、緩衝帯実証試験を平成 18 年度から実施している。図 8.5.1 がその整備イメージである。北海道開発局によってモニタリングのための水位計も設置されている。環境省でも湿原側の地下水位をより詳細に把握するために、これにあわせて湿原側に測定地点を追加し A-5、A-6 測線とした。既存測線とあわせ、モニタリングを継続していく予定である。

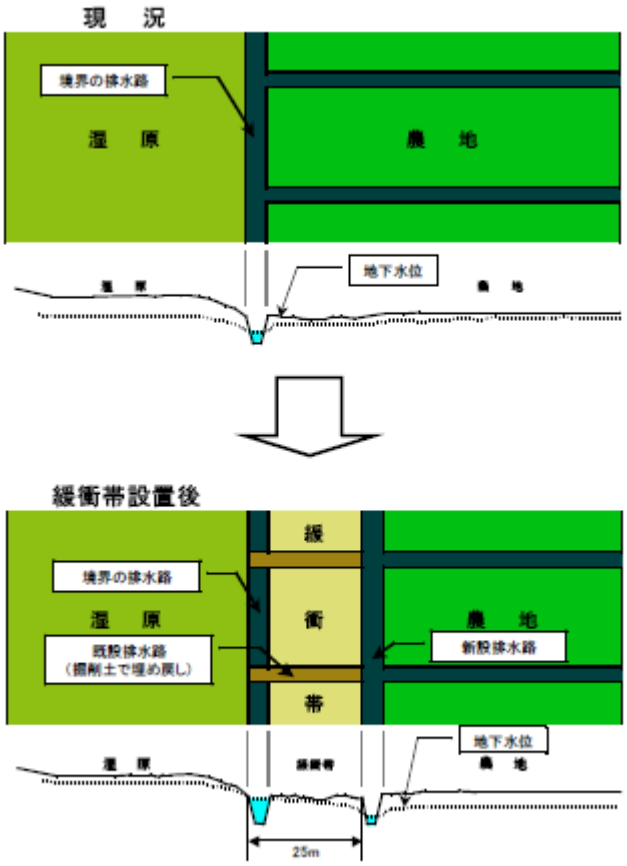


図 8.5.1　北海道開発局による緩衝帯整備のイメージ

図 8.5.2　北海道開発局による工事中の緩衝帯の様子

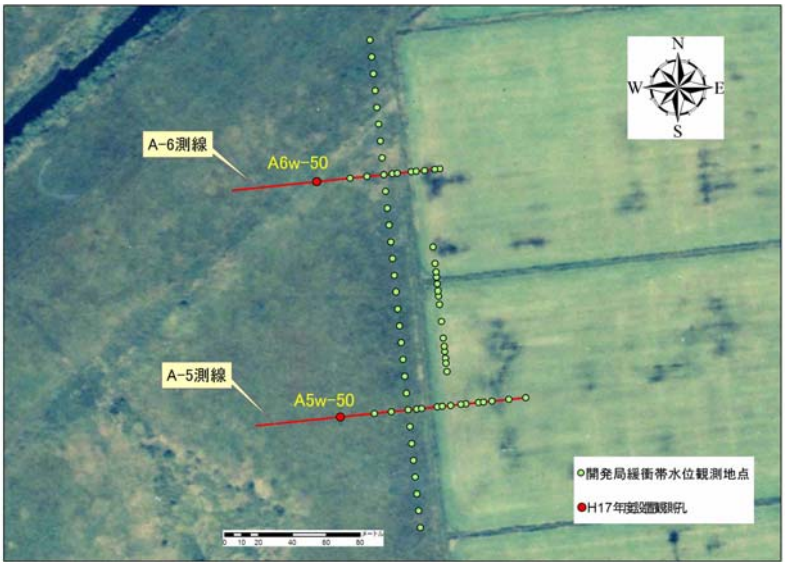


図 8.5.3　北海道開発局による地下水位観測点と環境省における追加測線（A-5、A-6）

（2）環境省によるモニタリング

環境省は、同実証試験による効果確認後に、緩衝帯の施工範囲を拡大させる場合に備えて、その事前調査として地下水位とササの生育状況の調査を行った。

①ササパッチの追跡

緩衝帯設置予定地付近では、ササがパッチ状に分布しているが、緩衝帯が設置されて地下水位が上昇すれば分布範囲の縮小と密度の低下が生じる可能性がある。平成 18 年に堰上げ前の初期値として、パッチの分布範囲およびパッチ内の植生調査を行った。

図8.5.4に、GPS で記録したササパッチのササ分布範囲とコドラート調査地点を示す。

ササパッチは、大小様々なのものが散在し、孤立したパッチ（a、b、e、f、h、i）からパッチ同士が連結して一つになりつつあるパッチ（c、d）がみられた。今後もササ生育範囲については、外周を記録し比較することにより、その変化を捉えられると考えられる。

②地下水位の計測

既往のＡ測線における地下水位の計測を継続している。

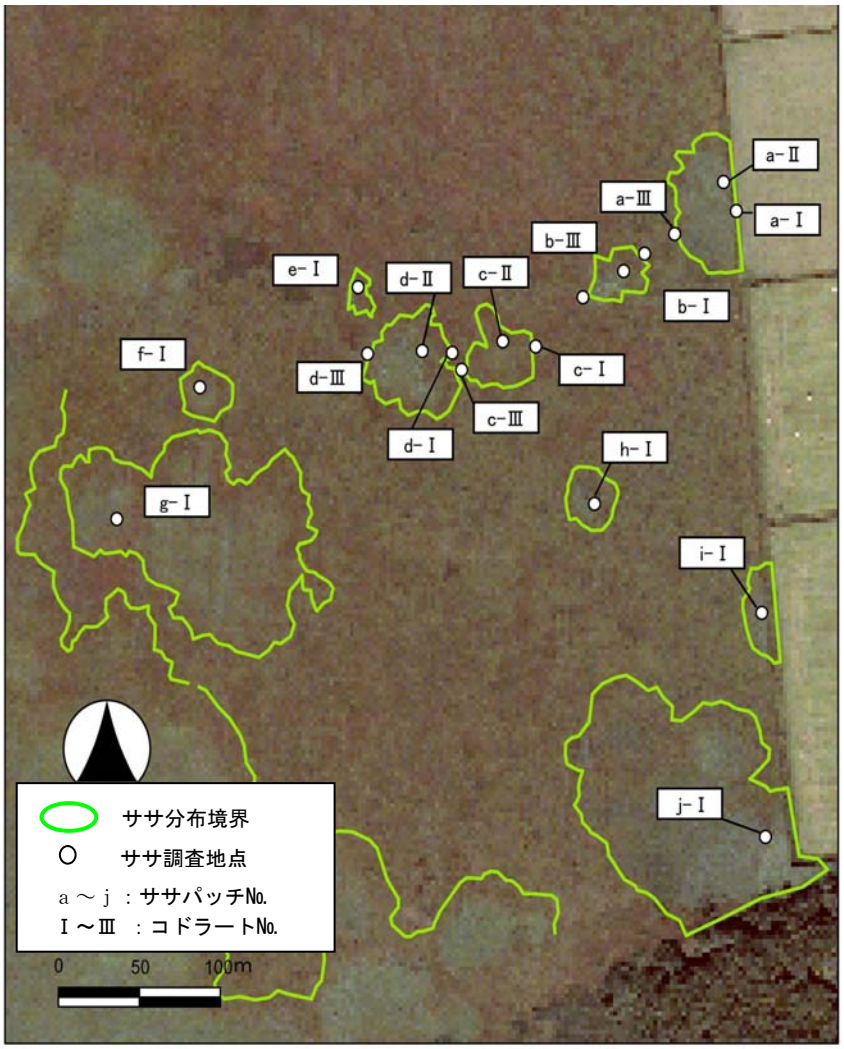


図 8.5.4　ササパッチの分布範囲

9. ペンケ沼の埋塞対策

本章の要約

■ペンケ沼の埋塞

・ 既存情報からは、ペンケ沼の埋塞促進の直接的な原因は排水路の接続と考えられ、排水路がペンケ沼に接続された直後の土砂の流入が著しいことが示唆された。

・ 空中写真判読による埋塞状況の検討を実施し、将来の課題について整理した。

■ペンケ沼流域の調査

・ 排水路接続によるペンケ沼流域の変遷を検討し、第 7 号幹線排水路と福永幹線排水路の接続により流域面積が大きく広がったことが明らかになった。

・ 第 7 号幹線排水路の開削により、下エベコロベツ川の流路延長が短縮され河川勾配が急勾配化した。

・ 流域の堆積土砂の採取を行い、粒度分析と礫種分析を実施して堆積土砂の供給源の絞り込みを実施した。

・ 浮遊土砂量調査の結果から、2002 年から 2006 年までの約 4 年間の浮遊土砂量（負荷量）を推算した。

■ペンケ沼内の調査

・ 2002 年と 2006 年に深浅測量を実施し、湖底面標高の変動を検討した。

・ 2006 年には近年発達したペンケ沼砂州の縦横断測量を実施し、砂州部分の堆積量の定量的な把握を実施した。

■沈砂池設置のための検討

・ 総合的な観点から最も現実的な案として「ショートカット水路への沈砂池の設置」を検討した。対策を実施するため、排水路の概略的な縦断勾配を確認し、勾配変化等から土砂の流送・堆積に関する各河道区間のポテンシャルについて予備的な検討を実施した。

9.1　調査・検討の概要

（1） 現況把握および現象と要因の関係把握

ペンケ沼の埋塞対策については、2002 年度から 2006 年度にかけて現況把握および現象と要因の関係を把握するための調査・検討を行った。空中写真判読による水面面積の変遷や流域の変遷が検討され、今後の埋塞に関する予測が行われた。また、現地調査として沼内や流域河川における堆積土砂の採取と粒度分析、礫種分析が行われた。2006 年度には、沼内の堆積土砂の定量的な把握と浮遊土砂の影響調査が実施された。

（2） 対策の検討

ペンケ沼の埋塞対策の検討としては、2002 年度に対策案の洗い出しを実施し、2003 年度にその対策の方向性を検討した。その結果、「ショートカット水路への沈砂池の設置」が最も現実性のある対策案としてあげられた。これらの結果を受け、2004 年度には、排水路の概略的な縦断勾配を確認し、勾配変化等から土砂の流送・堆積に関する各河道区間のポテンシャルについて予備的な検討を実施した。

調査検討の経緯のフローを図 9.1.1 に示す。

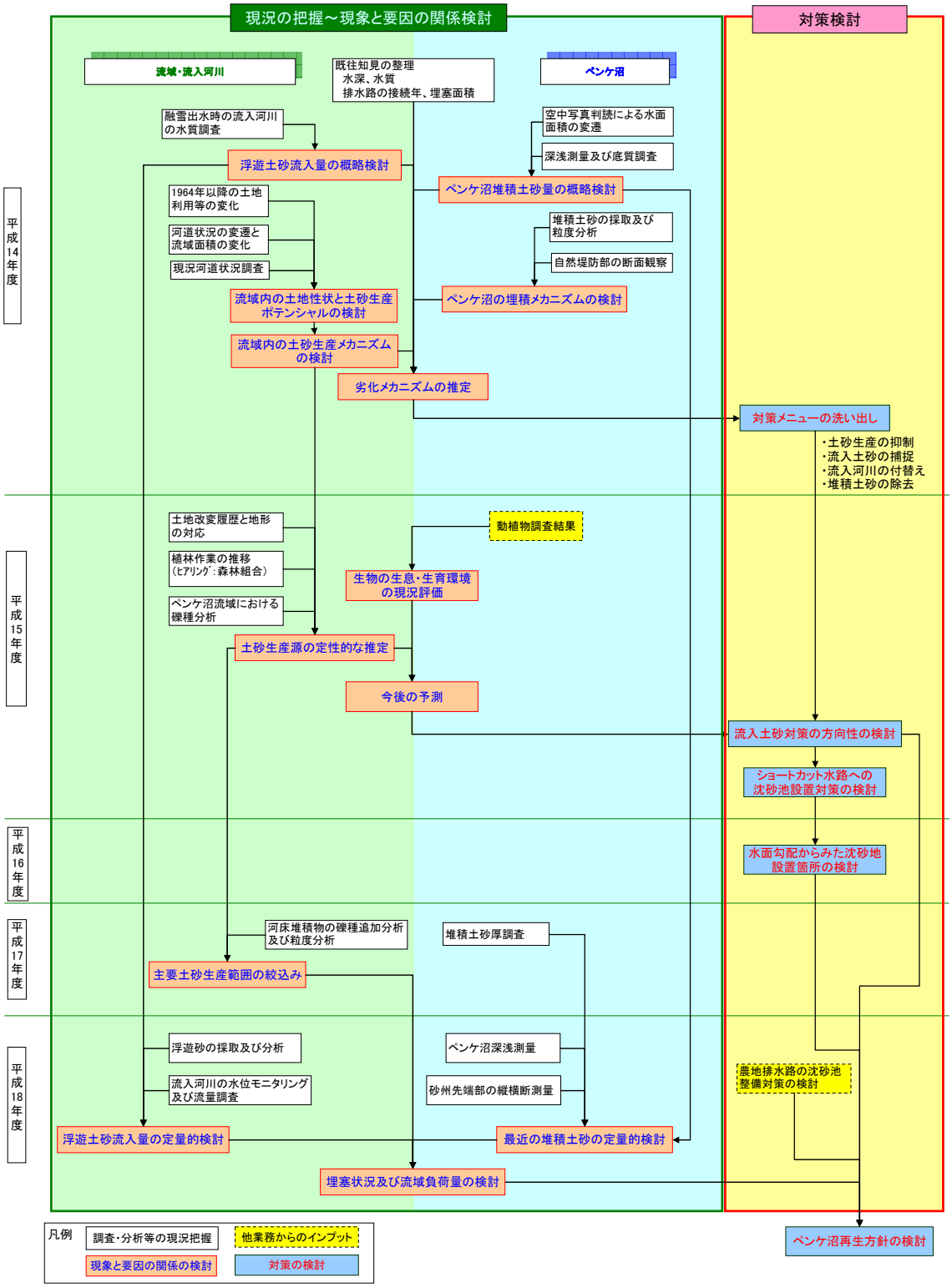


図 9.1.1　ペンケ沼埋塞対策における調査・検討の経緯

9.1.1　現況把握および現象と要因の関係把握

本節の要約

■既往知見の整理

・ ペンケ沼の埋塞促進の直接的な原因は排水路の接続と考えられ、排水路がペンケ沼に接続された直後の土砂の流入が著しく、短期間で沼の面積の約１／４が埋塞された。

・ 排水路接続以前のペンケ沼流域面積は約 12k ㎡であったが、第７号幹線排水路と福永幹線排水路の接続により流域面積は約 200k ㎡に広がった。

・ 第７号幹線排水路の開削により、下エベコロベツ川の流路延長は約 28km 短縮され、新たに開削された排水路区間の河床勾配は元河道に比べて約５倍にも急勾配化した。

■ペンケ沼流域の検討

・ 国土数値情報の 50ｍメッシュ標高データをもとに、「赤色立体図」を作成してペンケ沼流域の地形を検討し、植生図と比較してペンケ沼流域における貧植生かつ急傾斜（傾斜 10°以上）の地域の抽出を実施した。

・ 流域の堆積土砂の採取を行い、粒度分析と礫種分析を実施して堆積土砂の供給源の絞り込みを実施した。

・ 浮遊土砂量調査の結果から、2002 年から 2006 年までの約 4 年間に、ペンケ沼に堆積したと考えられる浮遊土砂量（負荷量）は、およそ 23,000m^3 と推算された。

■ペンケ沼内の検討

・ ペンケ沼に近年流入した堆積物の堆積状況を把握するために、簡易貫入試験を実施して堆積物の種類と層厚を確認した。近年形成されたと考えられる礫州は主として砂礫と砂層の互層で構成されており、複数回の流入と堆積を繰り返しながら徐々に堆積したことがわかった。

・ 空中写真判読による埋塞状況の検討からは、今後約 50 年で水面が消失すると推測された。

・ ペンケ沼では、2002 年と 2006 年に深浅測量が実施された。また、2006 年には砂州先端部における縦横断測量が実施され、 ペンケ沼内の堆積土砂は、約 4 年間で 7,500 m^3 であったと推算された。

（１）既往の知見整理

①ペンケ沼の環境に関する知見

環境省の湖沼調査報告書と北海道開発局資料によると 1964 年（昭和 39 年）ではペンケ沼の水深は１ｍ程度である。ペンケ沼の流出部が最も水深が深いが、この地点の水深は現在でも 0.94ｍと変化は少ない。ペンケ沼と同様の成因をもつパンケ沼については、1985 年調査時で最大水深 3.6ｍとペンケ沼よりも深い。

表 9.1.1 にペンケ沼の水深と水質を、図 9.1.2 に水質計測地点位置図を示した。

（文献ａ）

表 9.1.1　ペンケ沼の水深と水質

項目		単位	昭和60年(1985)		昭和45年(1970)		昭和43年(1968)		昭和39年(1964)	
1	調査地点名	－	D３(St.1)	B４(St.2)	F５(St.1)	B４(St.2)	F５(St.1)	B４(St.2)	F５(St.1)	B４(St.2)
2	調査月日	月日	8月27日		9月11日		9月12日		6月23日	
3	天候	－	晴	晴	－	－	－	－	－	－
4	採水時刻	時分	11:15	11:51	－	－	－	－	－	－
5	水深	m	－	－	0.8	0.9	0.78	0.83	－	1.0
6	採水水深	m	0.0	0.0	－	－	－	－	－	－
7	気温	℃	22.9	22.9	－	－	－	－	－	－
8	水温	℃	20.3	19.2	17.4	17.9	15.2	15.5	－	17.2
9	ｐＨ(at 25℃)	－	8.0	7.4	－	－	－	－	－	－
10	ＤＯ	mg/L	7.0	8.2	8.6	8.7	－	8.7	－	9.0
11	ＢＯＤ	mg/L	3.7(代表点)		－	－	－	－	－	－
12	ＣＯＤ[Mn]	mg/L	12.0(代表点)		－	－	－	－	－	－
13	ＳＳ	mg/L	25.0(代表点)		－	－	－	－	－	－
14	大腸菌群数	MPN/100mL	7.9E+01		－	－	－	－	－	－

文献の調査地点は今回のメッシュ地点の近似点に置き換えて表示した。

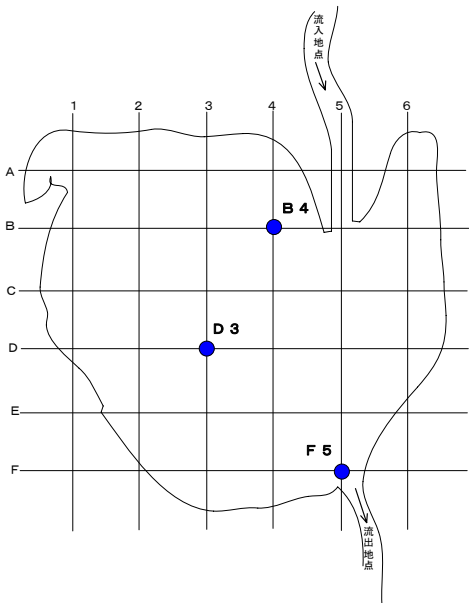


図 9.1.2　水質計測地点位置

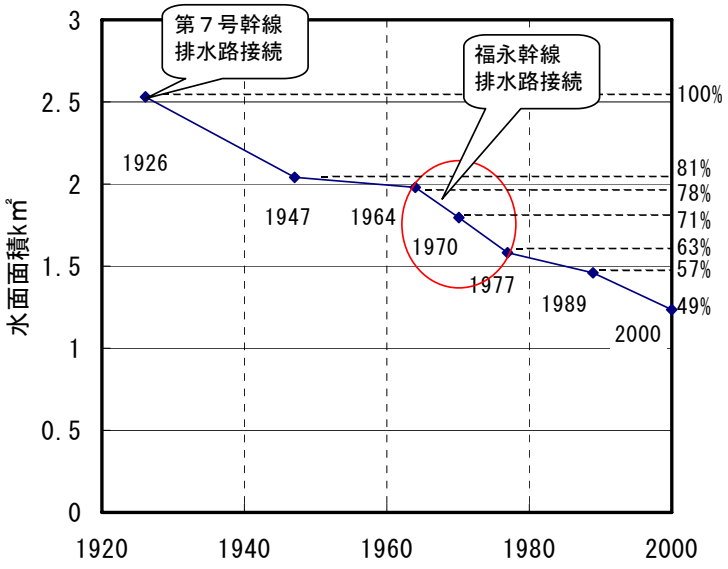
②ペンケ沼の埋塞に関する知見

ペンケ沼の埋塞促進の直接的な原因は排水路の接続と考えられる。ペンケ沼には、1926 年（昭和 1 年）に第 7 号幹線排水路が直接接続され、1968 年（昭和 43 年）に福永幹線排水路が第 7 号排水路に接続された。第 7 号排水路がペンケ沼に接続された直後には土砂の流入が著しく、短期間で沼の面積の約１／４が埋塞したとされている。ペンケ沼の埋塞面積は 1975 年当時で約 96.6ha であり、平均１ｍの厚さで土砂が堆積していると仮定すると約 90 万m3 の土砂量である。年数で割ると年平均 18,490m^3 の土砂が堆積していること推算されているになる（北海道開発局　1978）。　（文献ａ）

（２）空中写真判読による水面面積の変遷

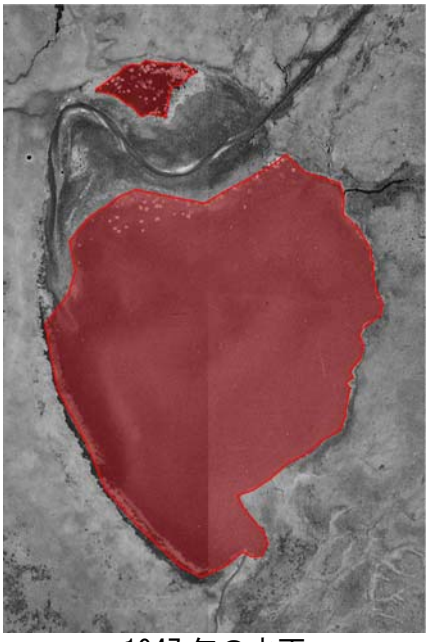
空中写真判読によるペンケ沼の埋塞状況の検討を 2002 年度に実施した。図 9.1.3 に過去の空中写真から読み取ったペンケ沼の水面面積の変化を示す。また、図 9.1.4 にペンケ沼の埋塞状況を示す。図 9.1.3 および図 9.1.4 からは、以下のことが読みとれた。

- 現在の水面面積は排水路接続前（1926 年）の約半分（約 2.5km^2→1.2km^2）にまで縮小している。とくに、第 7 号幹線排水路の接続直後（1926～1947 年）と福永幹線排水路の接続直後（1968～1977 年）に急激な水面の減少が見られる。
- 近年の水面減少傾向はいくぶん穏やかになってはいるが、1977 年以降の水面面積の減少傾向から回帰分析を行うと、今後約 50 年で水面が消失すると推測される（北端の隔離水域は除く）。（文献ａ）



- 1926 年の水面面積は、排水路接続以前の沼の面積(推定値)
- 右軸は 1926 年の水面面積を 100%とした時の各年の割合

図 9.1.3 ペンケ沼の水面面積の変化



1947 年の水面

水面面積は
約半分に
減少

2000 年の水面

1947～2000 年の水面変化

図 9.1.4　ペンケ沼の埋塞状況

（３）土地利用・河道状況の変遷と流域面積の変化

空中写真判読および地形解析による以下の検討を 2002 年度に実施した。

①土地利用の改変

図 9.1.5 にペンケ沼流域における土地利用の変化を示す。

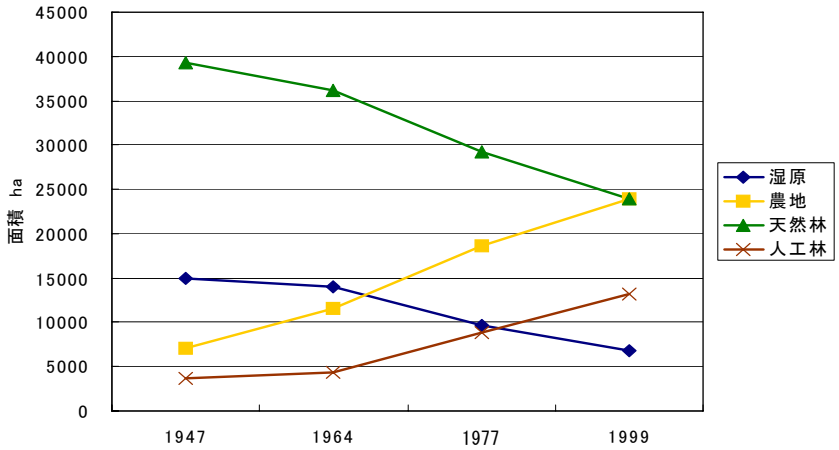


図 9.1.5　土地利用の変化

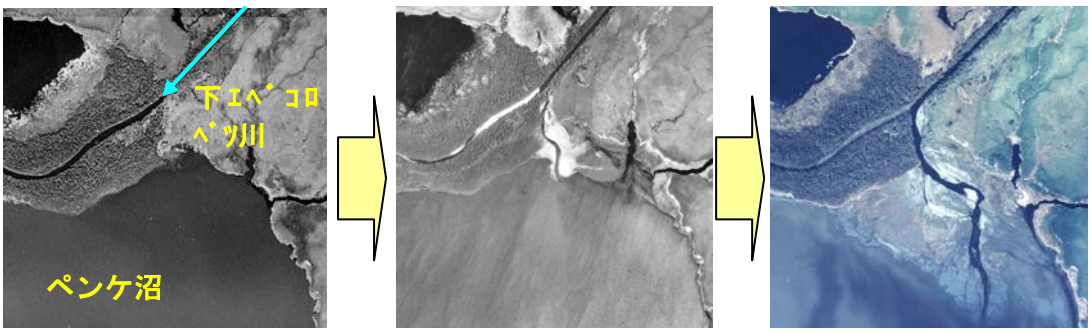
＜1964-1977 年＞

- 1964 年から 1977 年には水面面積の著しい減少がみられ、流域内の湿原と天然林が減少し、これに変わって農地（約 1.6 倍）と人工林（約 2.0 倍）が増加した。
- 流域の土地利用改変がペンケ沼へ土砂流入を助長していることが示唆される。

＜1968 年：福永幹線排水路接続の影響＞

- 下エベコロベツ川河口部の空中写真を経時的に見ると、1964 年の写真では沼内を西方に向かって流下していた下エベコロベツ川が、1970 年の写真では湿原から沼内に差しかかる勾配変化点付近で方向を変えて南流し、1977 年には南方向に三角州が発達していることが読みとれる（図 9.1.6）。
- 1968 年の福永幹線排水路の接続により、同年もしくは 1969 年の出水時に、流域面積の拡大に伴う流量増により、自然堤防が決壊し、流れが南流しはじめたことが示唆される。

（文献ｂ）



1964 年　　1970 年　　1977 年

図 9.1.6　下エベコロベツ川の河口部の変化

②河道状況の変遷と流域面積の変化

- 排水路接続以前のペンケ沼の流域面積（沼周辺の湿原のみ）は約 12k ㎡であった。しかし、第７号幹線排水路と福永幹線排水路の接続により下エベコロベツ川、福永川、オンネベツ川流域が集水域に加わり、流域面積は約 200k ㎡に広がった（図 9.1.7）。
- 第７号幹線排水路の開削により、本来は湿原北部を大きく蛇行していた下エベコロベツ川の流路延長は約 28km 短縮され、新たに開削された排水路区間の河床勾配は元河道に比べて約５倍にも急勾配化した（表 9.1.2）。　（文献ｂ）

図 9.1.7　ペンケ沼の流域面積の変化

表 9.1.2　排水路開削による河道状況の変化

項　目	接続前	接続後
流路長	約 35km	約７km
河床勾配	約 1/5,000	約 1/1,000

（４）流域内の土地性状の検討

2002 年度には国土数値情報の 50ｍメッシュ標高データをもとに、「赤色立体図」を作成してペンケ沼流域の地形を検討した（図 9.1.8）。

- 図中の明るく見える部分は尾根、暗く見える部分が谷で、赤色が濃い部分ほど傾斜が急である。
- 場所によって尾根の鋭さや谷の発達状況が異なるが、地形の開析形状の違いは地質区分ときわめて良い対応を示している。
- 植生図と「赤色立体図」を重ね合わせて検討すると、地形のなだらかな場所が牧草地として開発され、急峻な山腹は主に植林地として利用されていることがわかる（図 9.1.9）。

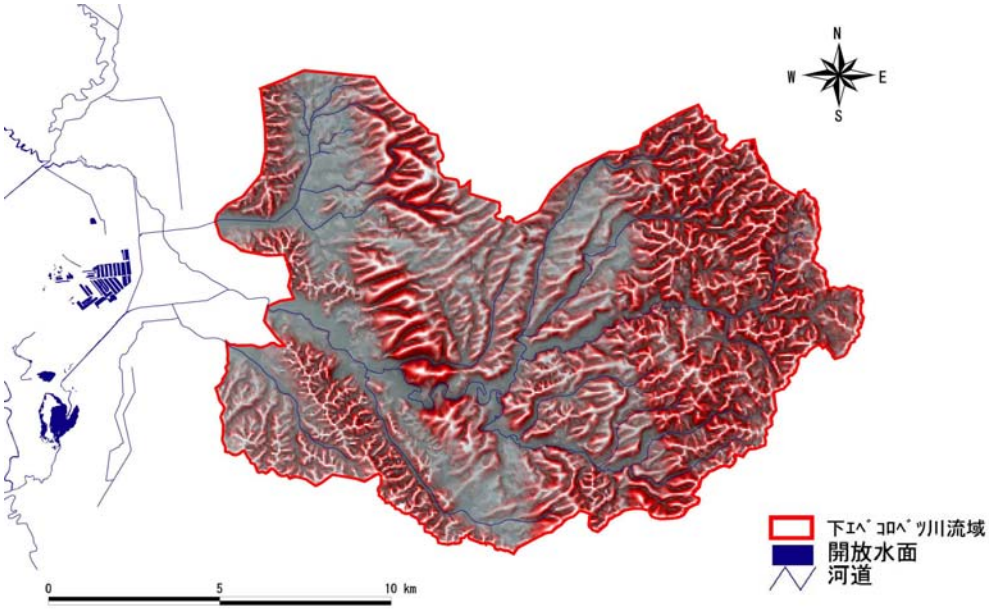


図 9.1.8　ペンケ沼流域の赤色立体画像

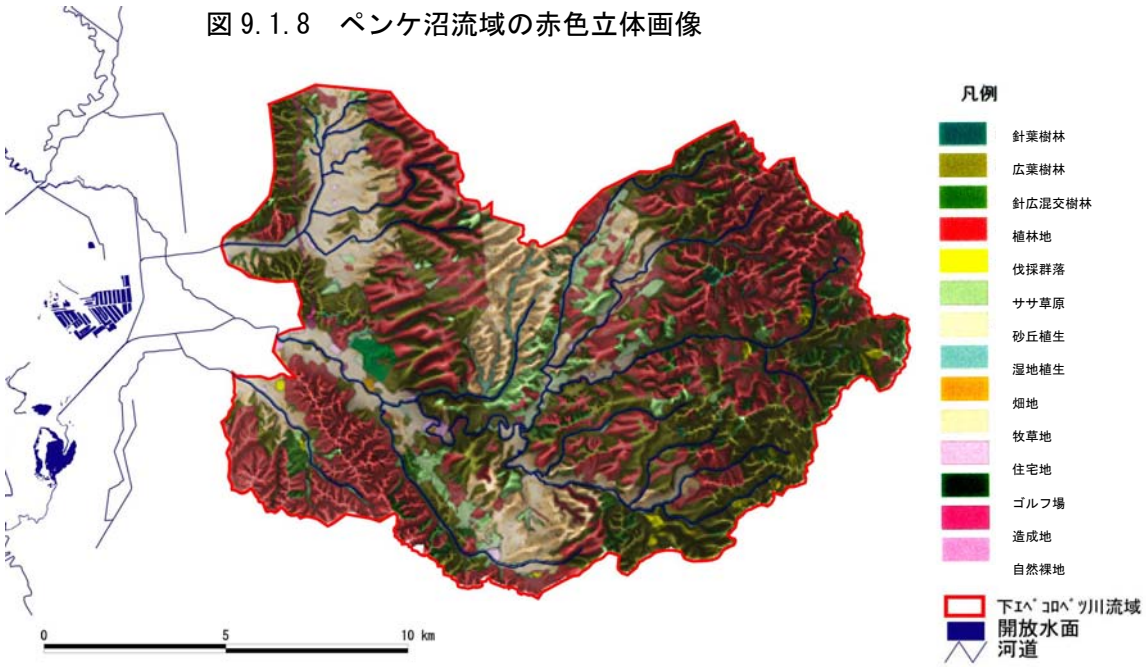


図 9.1.9　ペンケ沼流域の立体植生図

次に、国土数値情報の 50m メッシュ標高データより各メッシュの傾斜角度を算出し、ペンケ沼流域の傾斜区分図（図 9.1.10）を作成し、植生図（1/50,000）より植林地・ササ草原などの貧植生地を抽出して作成したペンケ沼流域の貧植生地分布図（図 9.1.11）と比較を行い、ペンケ沼流域における貧植生かつ急傾斜（傾斜 10° 以上）の地域の抽出を実施した（図 9.1.12）。

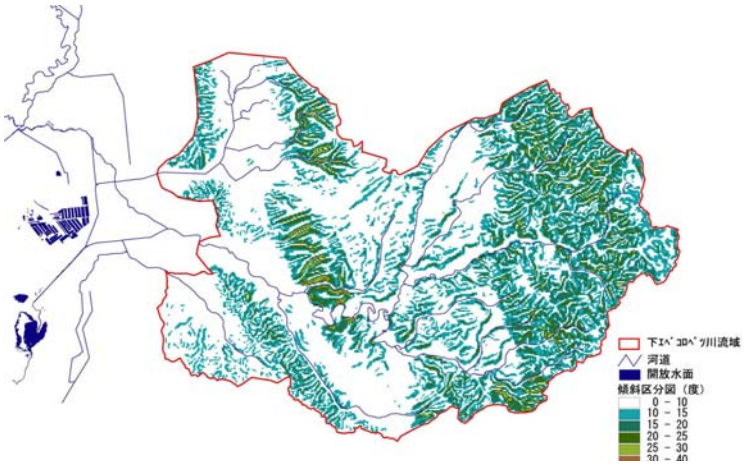


図 9.1.10　ペンケ沼流域の傾斜区分図

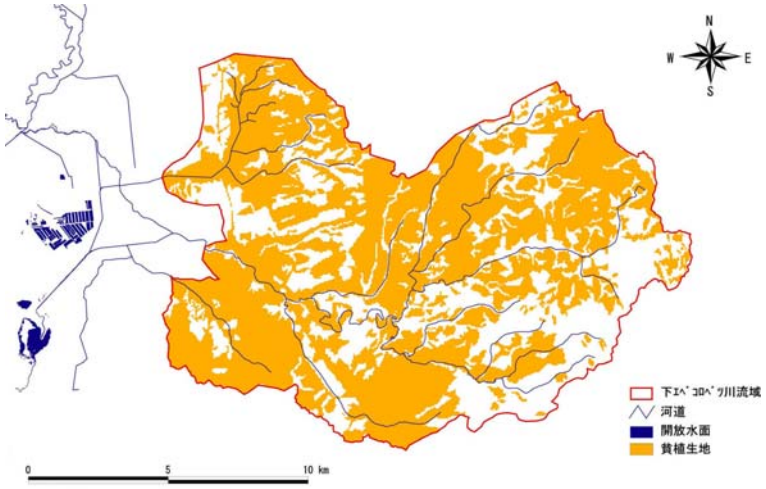


図 9.1.11　ペンケ沼流域の貧植生地分布図

- ペンケ沼流域における貧植生地かつ傾斜が急峻な場所が比較的集中している（すなわち土砂生産ポテンシャルが高い）地区は、図 9.1.12 に示したＡ～Ｅの５つに大きく分けられた。
- Ａ～Ｃ地区は主に稚内層の分布域に相当し、地質構造としては背斜軸に当たる。これらの地区は、周囲の声問層より層位的に下位の稚内層が地表に現れているので、相対的に隆起し、下刻が進んだ地区と考えられる。土地利用は植林地が多く、斜面下方には一部牧草地も見られる。
- Ｄ地区はオンネベツ川・清水沢川の流域で、比較的固結度の低い砂岩から成る更別層・勇知層が分布する地域である。土地利用は植林地が多い。
- Ｅ地区は下エベコロベツ川上流域の主に増幌層など（堅固な泥岩）が分布する地域である。地質構造としては、背斜・向斜構造が連続する褶曲が発達し、相対的に大きく隆起したと考えられる。
- 主に牧草地として利用されているなだらかな丘陵地であるＦ地区にも、土砂生産ポテンシャルの高い急斜面が河道沿いに細長く見られる。この地域は声問層（珪藻質の泥岩）の分布域に当たる。（文献ｃ）

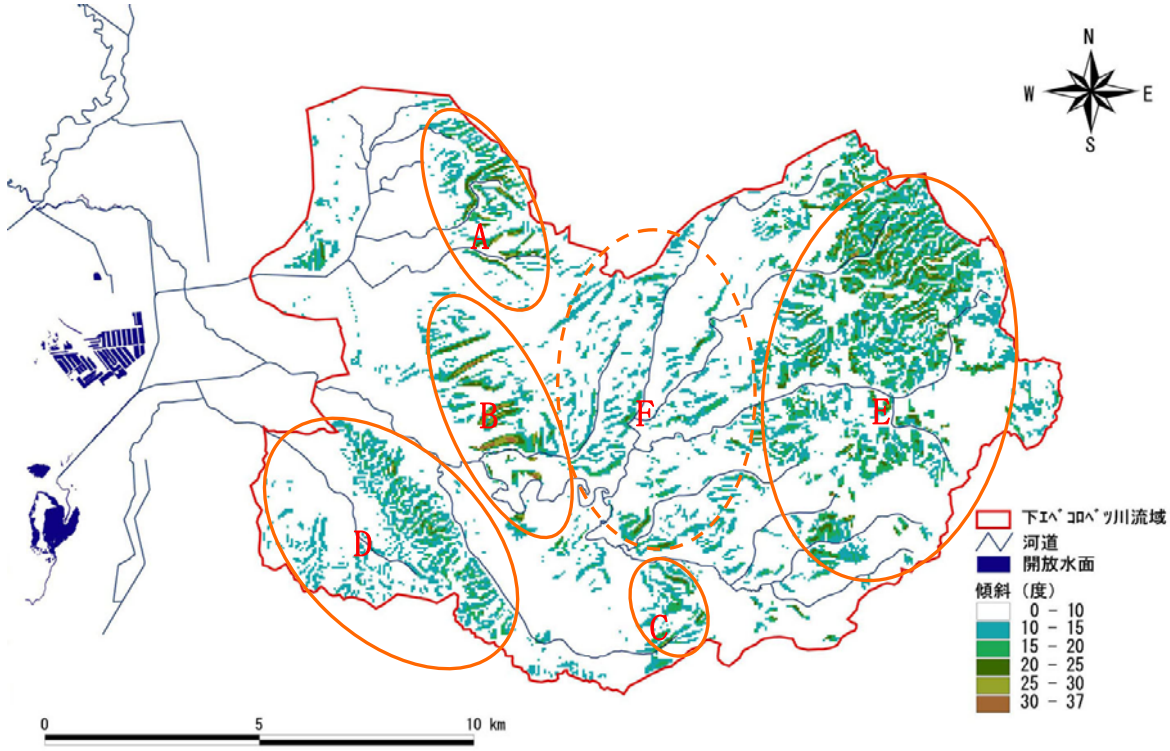


図 9.1.12　ペンケ沼流域の貧植生地の傾斜区分図（10° 以上）

2003 年度には年代毎に作成された植生図を検討して、土地改変箇所の抽出を行い、地形傾斜区分と比較して検討を行った。

- 1964 年までは、植林地または牧草地への改変面積は少なく、傾斜 10° 以下の緩やかな地形を選んで土地改変が行われていた。
- 1964～1975 年には、植林地・牧草地ともに急増し、土地改変が多く行われた時期に当たる。地形的には傾斜 0～15° の緩傾斜地が主に改変された。
- 1975 年以降は、牧草地の開発が収束し、植林地への改変が主体となった。それまで植林されずに残されていた 15° 以下の関係斜面に加え、傾斜 20° のやや傾斜の急な斜面が改変された。　（文献ｂ）

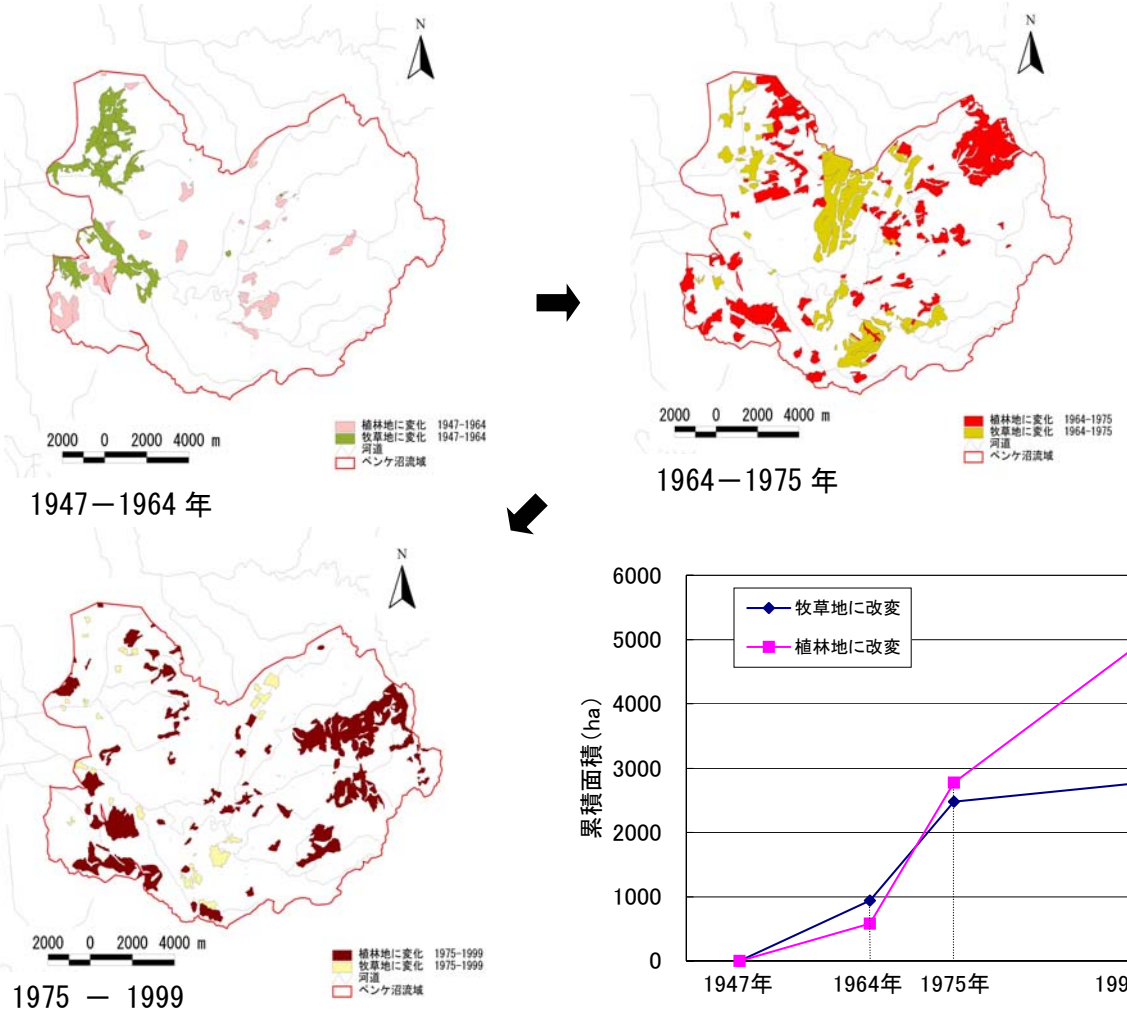


図 9.1.13 植林地および牧草地への変化

図 9.1.14 植林地および牧草地への改変面積の推移

また、地域の植林作業等の経緯について、豊富猿払森林組合においてヒアリングを実施した。

- 植林が最も盛んだったのは 1970～75 年頃であり、これ以降は徐々に少なくなった。
- 1967 年以前は、作業は人力によって行われていた。刈り払い機でササなどを除去後に苗木を植栽していた。
- 1967～1975 年頃は重機を用いた地ならし作業が盛んに行われた。レーキドーザー（図 9.1.15）によりササなどを除去後、ロータリー耕耘（20cm の深さで２回耕運）で地ごしらえ（図 9.1.16）を行ってから植栽した。この作業は斜面勾配が緩くなければ（16～17 度くらいまで）困難であるため、緩傾斜地についてはこの方法で大規模な植林がなされた。一方、急傾斜地では、人力による作業が行われた。人力作業での地ならしは等高線方向に帯状に行われた。重機よる地ならしは、平坦な場所では等高線方向に行われたが、傾斜地では傾斜方向に行われた（図 9.1.17）。
- 近年は、植林対象地はほとんどが急傾斜地しか残っていないため、50～60%が人力作業である。その他は、レーキドーザーによるササ除去後に刈り払い機により畝の間を刈り払って植栽している。
- 大規模草地では、火入れ⇒レーキドーザーになどによる地ならし⇒根株などの除去⇒牧草播種という流れの作業が大面積で行われていた。　　（文献ｂ）

図 9.1.15　レーキドーザーによる地ごしらえ

図 9.1.16　トラクターによる耕転

図 9.1.17　福永川流域の植林地の様子（1975 年撮影）

等高線に沿った地ならしと傾斜方向に沿った地ならしの跡がみられる。

（５）ペンケ沼及びペンケ沼流域の堆積土砂調査

ペンケ沼流域では、上流域における河道内への土砂流入状況を把握するため、2002 年度に流入河川の河床堆積物や河岸状況の概況調査を実施した（図 9.1.18）。　　（文献ａ）

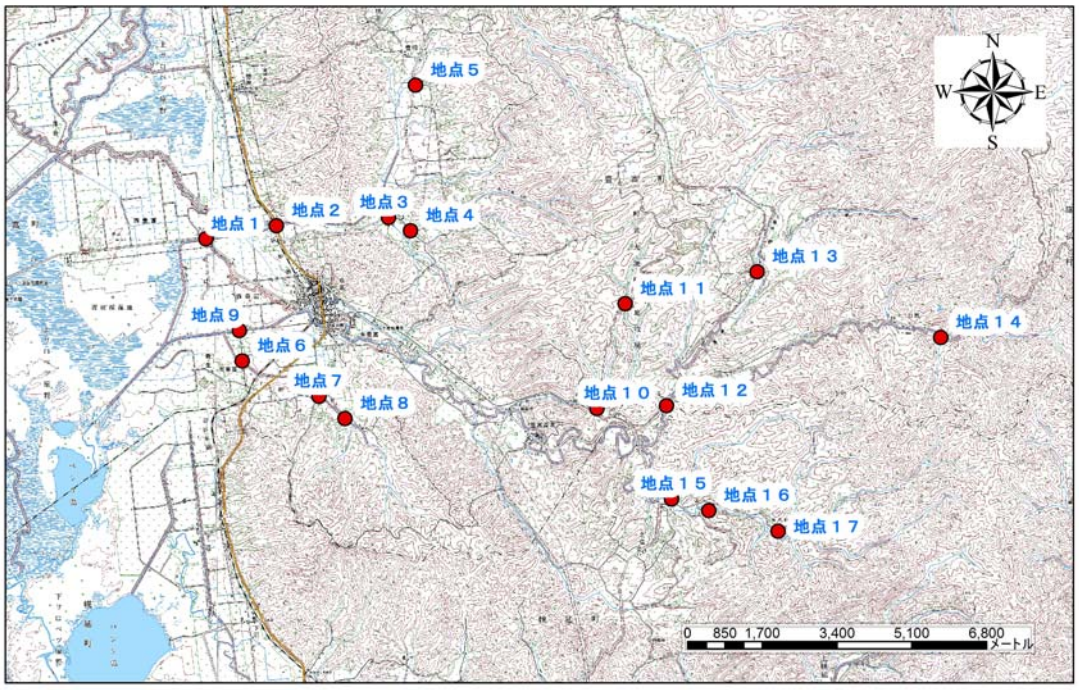


図 9.1.18　状況調査の位置

①福永川流域（地点１～５）

- 福永川流域の上流部では、西部に更別層・勇知層（砂層）、東部に声問層・稚内層（泥岩）が分布し、谷底部には後背の山地からもたらされた砂・礫及び粘土を主体とする沼川層及び沖積層が分布している。
- 上流域では、牧草地脇の水路側面の小規模な崩壊が多く見られた。また、牧草地の排水溝出口にも土砂堆積が見られた。
- 中流域では流路が直線化されており、流路内に不安定な土砂の堆積はあまり見られない。
- 下流域では、植生の付いていない礫州が見られ、不安定な堆積物が分布している。下流域では上・中流域と比較して河床勾配が小さく、とくに地点１は直下流で河道が大きく屈曲し、掃流力が落ちるため、河道内に礫州が形成されていると考えられる。

②オンネベツ川流域（地点６～８）

- オンネベツ川流域は、主に更別層・勇知層（砂層）が分布する流域で、谷底部には後背の山地からもたらされた砂・礫及び粘土を主体とする恵北層及び沖積層が分布している。
- 上流域では河道側面の小規模な崩壊が見られるが、河床の不安定な堆積物は少量で河道内には植生が繁茂し、近年あまり移動していない。

③下エベコロベツ川流域（地点９～１４）

- 下エベコロベツ川流域には、下流域に更別層・勇知層（砂層）、中流域に声問層・稚内層（泥岩）、上流域には増幌層など（堅固な泥岩）が分布する。
- 上流域の河床堆積物はシルト・砂・細礫が主体で、河道側面には低位段丘の側方浸食跡が見られる。
- 中流域では、河床堆積物は礫径 10～30cm 程度の礫が主体となり、下エベコロベツ川本流には河床内の不安定な堆積物は少ない。
- 中流部の支流（登龍沢川、豊幌川、ペンケエベコロベツ川等）では、河川脇の斜面に大きな崩壊地が分布し、これらの崩壊地は土砂の生産源の一つと考えられる。また、河床内には礫を主体とする堆積物が分布している。

2002 および 2005 年度には、ペンケ沼及びペンケ沼流域において、堆積土砂の採取を行い粒度分析と礫種分析を実施した。検討の結果は堆積土砂の給源検討の基礎資料とした（図 9.1.19）。（文献ｈ）

- 下エベコロベツ川上流からは、8～2㎜ 中粒径の硬質泥岩が増幌層から供給されている。これらの硬質泥岩等は、本流沿いにペンケ沼まで供給されている。
- 下エベコロベツ川中流部では、豊幌川、ペンケエベコロベツ川、登龍沢川（大規模草地流域のある支流）で、声問層泥岩から 64～16㎜ の大きな粒径の礫と 0.0625㎜ 以下の細粒分が生産されていると考えられる。このうち、細粒分は途中の河床やペンケ礫州ではほとんど堆積せず、多くはペンケ沼の沖部やさらに下流へ流下している。支流では、河川脇の斜面に大きな崩壊地が分布し、これらの崩壊地は土砂の生産源の一つと考えられる。
- 福永川上流部では、64～16㎜ の粒径の大きな声問層・稚内層の泥岩が供給されている。これらの軟質泥岩は、流下するにしたがって淘汰等により平均的な粒径を減少させながらペンケ沼まで到達していると考えられる。
- 福永川中流部では、更別層等の未固結堆積物から 0.25～0.125㎜ の小さな粒径の増幌層起源の硬質泥岩等が多く供給されている。これらの粒子は、ペンケ沼では自然堤防上や礫州内の砂層として堆積している。
- オンネベツ川からは、更別層から増幌層起源の硬質泥岩等が供給されているが、福永川の影響が大きいため、影響の有無については明確にはいえない。

凡　例

福永川上流部では、64～16㎜ の大きな声問層・稚内層の泥岩が供給されている。これらの軟質泥岩は、流下するにしたがって淘汰等により粒径が減少していく。

凡　例

福永川中流部では、更別層から 0.25～0.125㎜ 増幌層起源の硬質泥岩等が多く供給されている。
これらの粒子は、ペンケ沼では自然堤防上や礫州内の砂層として堆積している。

下エベコロベツ川上流からは、8～2㎜ の中粒径の硬質泥岩が増幌層から供給されている。
これらの硬質泥岩等は、本流沿いにペンケ沼礫州まで供給されている。

凡　例

福永川

福永4

福永3

福永1

下エベコロ6

下エベコロ3

ペンケ沼　自然堤防

ペンケ沼　礫州

ペンケ礫州5

ペンケ礫州2

ペンケ礫州8（自然堤防）

下エベコロ7

下エベコロ5

下エベコロ1

下エベコロ4

下エベコロベツ川

オンネベツ川

オンネベツ1

凡　例

オンネベツ川からは、更別層から増幌層起源の硬質泥岩等が供給されていると考えられるが、福永川の影響が大きいため、影響の有無については明確にはいえない。

下エベコロベツ川支流からは、64～16㎜ の声問層起源の泥岩が本流に供給されている。

凡　例

声問層泥岩から発生する 0.0625㎜ 以下の細粒分は、河床やペンケ礫州ではほとんど堆積せず、ペンケ沼の沖部やさらに下流へ流下していると思われる。

凡　例

図 9.1.19　ペンケ沼からその上流の流入河川における粒度分布・礫種分布変化の模式図

また、ペンケ沼内の堆積土砂の状況調査として、2002 年、2005 年、2006 年度に下エベコロベツ川流入部における現地調査を実施した。

2002 年度には、砂州上に発達する自然堤防の断面観察を実施した。砂州上に発達する自然堤防では、砂礫の上位に厚く砂層が発達する（図 9.1.20）。　　（文献ａ）

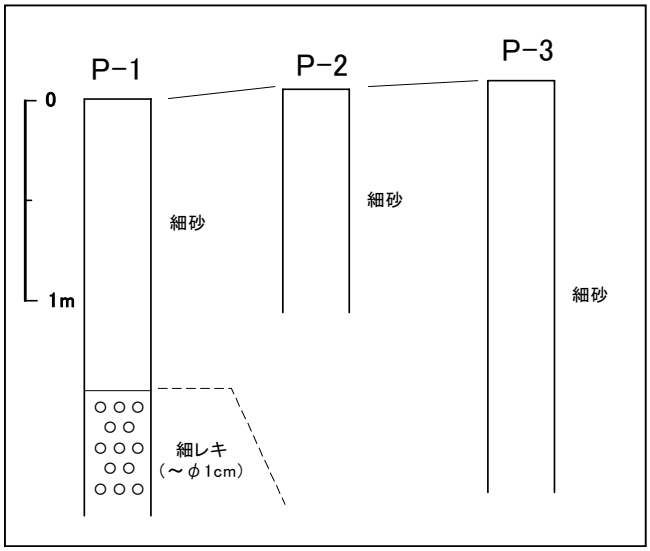


図 9.1.20　自然堤防部の断面観察結果

2005 年度は、ペンケ沼に近年流入した堆積物の堆積状況を把握するために、簡易貫入試験（図 9.1.21）を実施して堆積物の種類と層厚を確認した。

図 9.1.22 は、簡易貫入試験の結果から推定された礫州堆積物の推定分布図である。

- 近年形成されたと考えられる礫州は主として砂礫と砂層の互層で構成されており、複数回の流入と堆積を繰り返しながら徐々に堆積してきた。
- 各地点の層厚を比較すると、礫州沖部では、層厚が 80ｃｍ程度と層厚が薄くなっているが、礫州が水面上に現れている部分地点（ペンケ礫州１～６地点）では、1.1～1.4ｍの層厚を示す。

（文献ｈ）

図 9.1.21　簡易貫入試験器

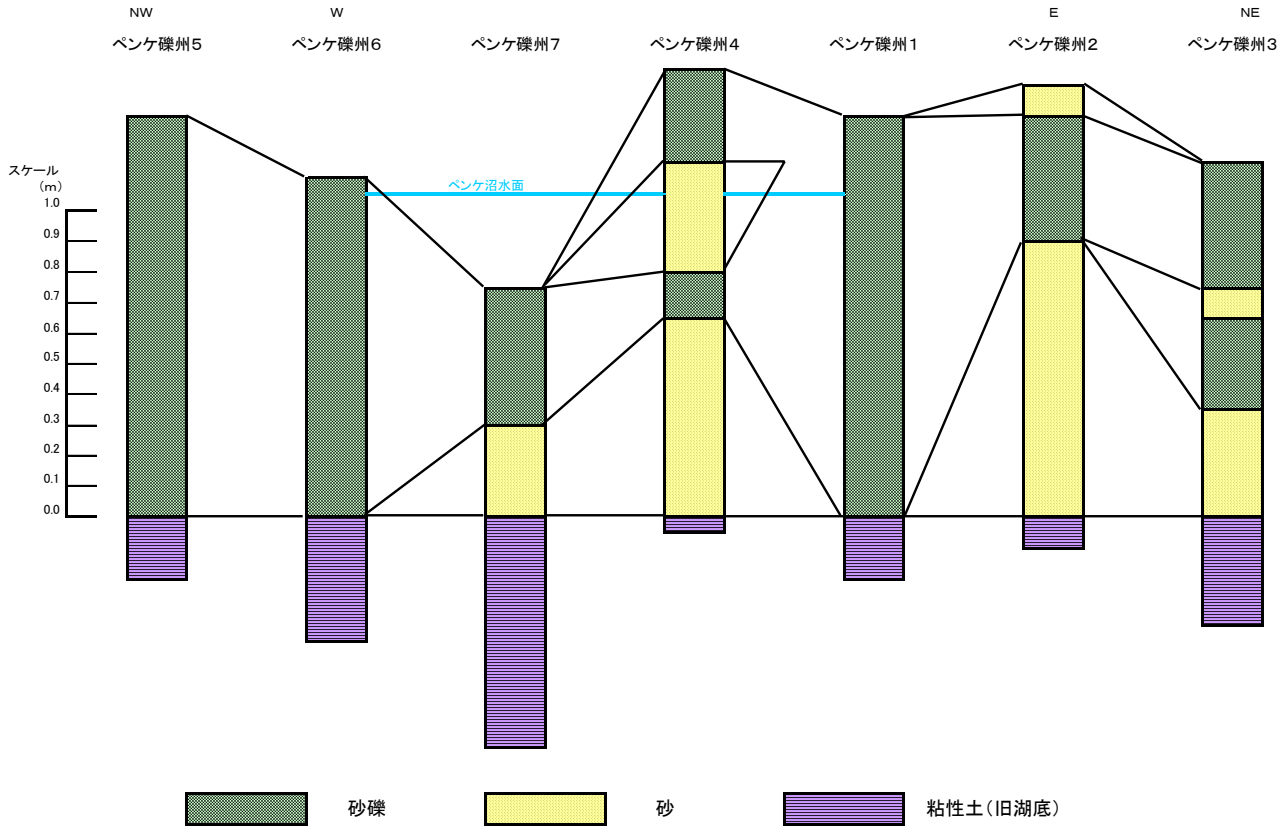


図 9.1.22　簡易貫入試験の結果から推定された礫州堆積物の分布図

2006 年度は、ペンケ沼に近年流入した堆積物の定量的な把握を目的として、下エベコロベツ川流入部における縦横断測量を実施した（図 9.1.23）。

測量測線は東南東－西北西方向の 12 測線と、それに直交する 14 測線の測線で、20m メッシュに区切った（図 9.1.24）。また、表 9.1.3 には縦横断測量の交点における地形標高を示す。

- ペンケ沼砂州先端付近では砂州が大きく 3 つに分かれていて、それぞれの砂州の間を網状に流路が流れている。
- 新たに水面上にできたと考えられる砂州の体積を計算すると約 1608m^3 という値が算出された。

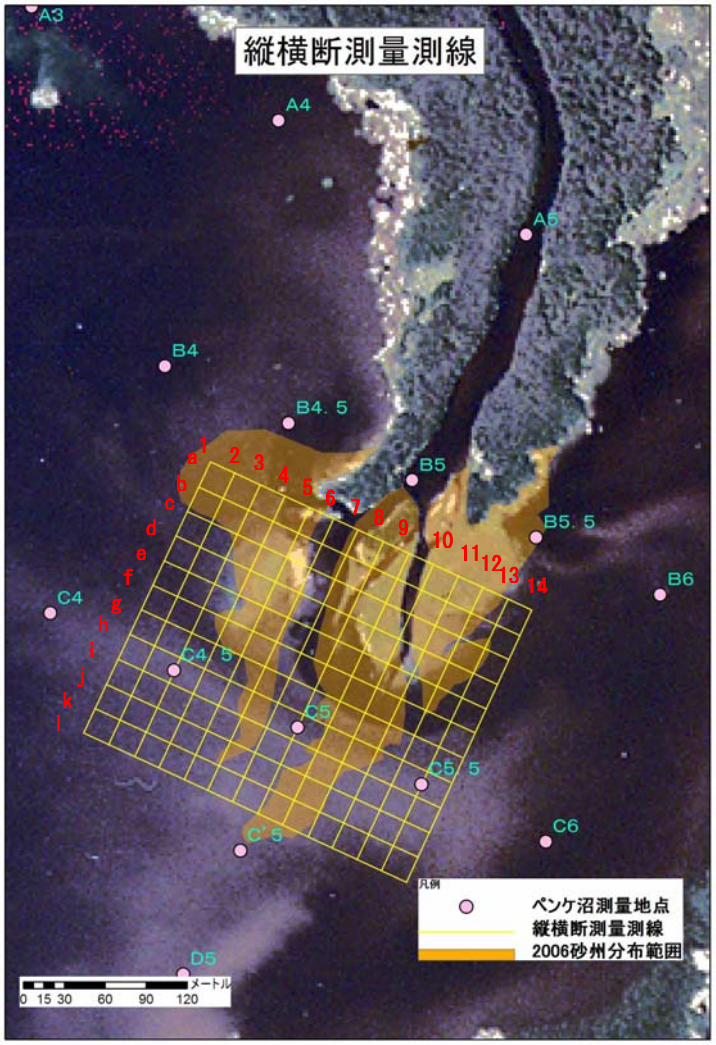


図 9.1.23　ペンケ沼砂州先端部における縦横断測量測線（空中写真は 2000 年撮影）

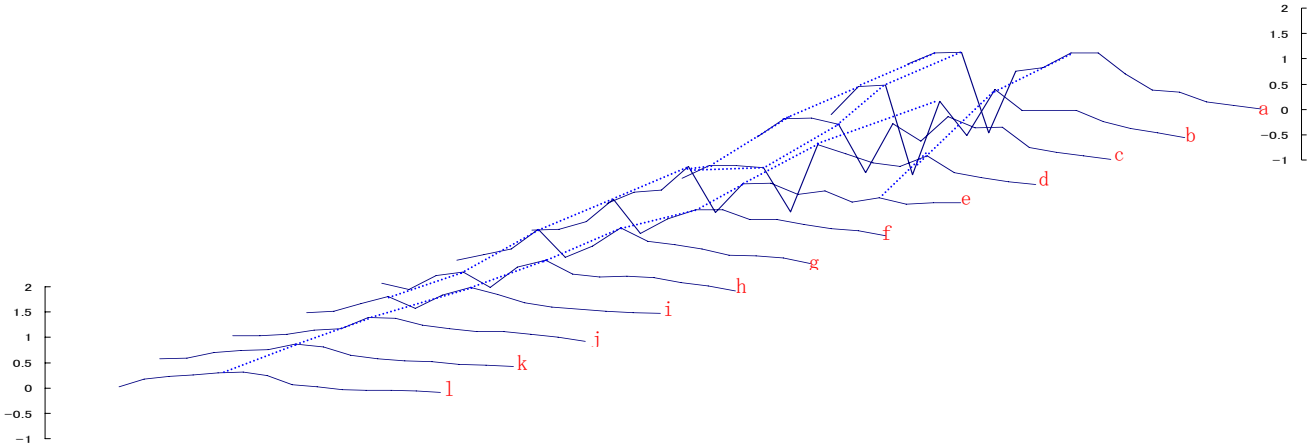


図 9.1.24　砂州先端部横断面の鳥瞰図

表 9.1.3　ペンケ沼砂州先端部の標高一覧

		縦断測線													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
横断測線	a	0.90	1.12	1.13	−0.46	0.76	0.83	1.12	1.12	0.70	0.38	0.34	0.15	0.08	0.01
	b	0.42	0.92	0.94	−0.66	**0.66**	0.04	0.87	0.49	**0.49**	**0.49**	0.29	0.17	0.09	0.00
	c	0.45	0.78	**0.79**	0.68	−0.19	**0.69**	0.38	0.82	**0.62**	**0.63**	0.27	0.18	0.12	0.06
	d	0.17	0.39	0.39	0.36	−0.43	**0.77**	**0.61**	**0.44**	0.38	**0.57**	0.27	0.18	0.11	0.06
	e	0.17	0.37	0.40	**0.83**	0.00	**0.52**	**0.53**	0.33	0.39	0.19	0.27	0.16	0.18	0.18
	f	0.15	0.17	0.30	**0.71**	0.09	0.36	**0.52**	**0.52**	0.34	0.34	0.26	0.18	0.14	0.06
	g	0.07	0.17	0.27	**0.62**	0.12	0.32	**0.64**	0.40	0.34	0.27	0.16	0.14	0.10	0.01
	h	0.09	−0.02	0.23	0.29	0.02	0.38	**0.51**	0.26	0.20	0.22	0.19	0.11	0.04	−0.05
	i	0.02	0.04	0.18	0.31	0.09	0.33	**0.47**	0.34	0.19	0.12	0.08	0.04	0.02	0.00
	j	0.05	0.05	0.07	0.15	0.17	0.38	0.36	0.23	0.17	0.12	0.12	0.07	0.02	−0.05
	k	0.09	0.11	0.20	0.24	0.25	0.36	0.30	0.15	0.09	0.05	0.04	−0.01	−0.02	−0.05
	l	0.02	0.17	0.23	0.26	0.30	0.32	0.25	0.07	0.02	−0.03	−0.04	−0.05	−0.06	−0.09

:2002年に既に砂州であった地点

:今回の調査時に砂州になっていた地点

赤字　:今回の調査時に砂州になっていた地点のうち、水面上に砂州があった地点

単位:標高m

（６）ペンケ沼及びペンケ沼流域の浮遊土砂調査

ペンケ沼埋積の要因として考えられる浮遊土砂の影響度を把握するために、2003 年 4 月に図 9.1.25 に示す地点において、浮遊土砂の採取を行い融雪出水時の浮遊土砂の影響を検討した。（文献ｂ）

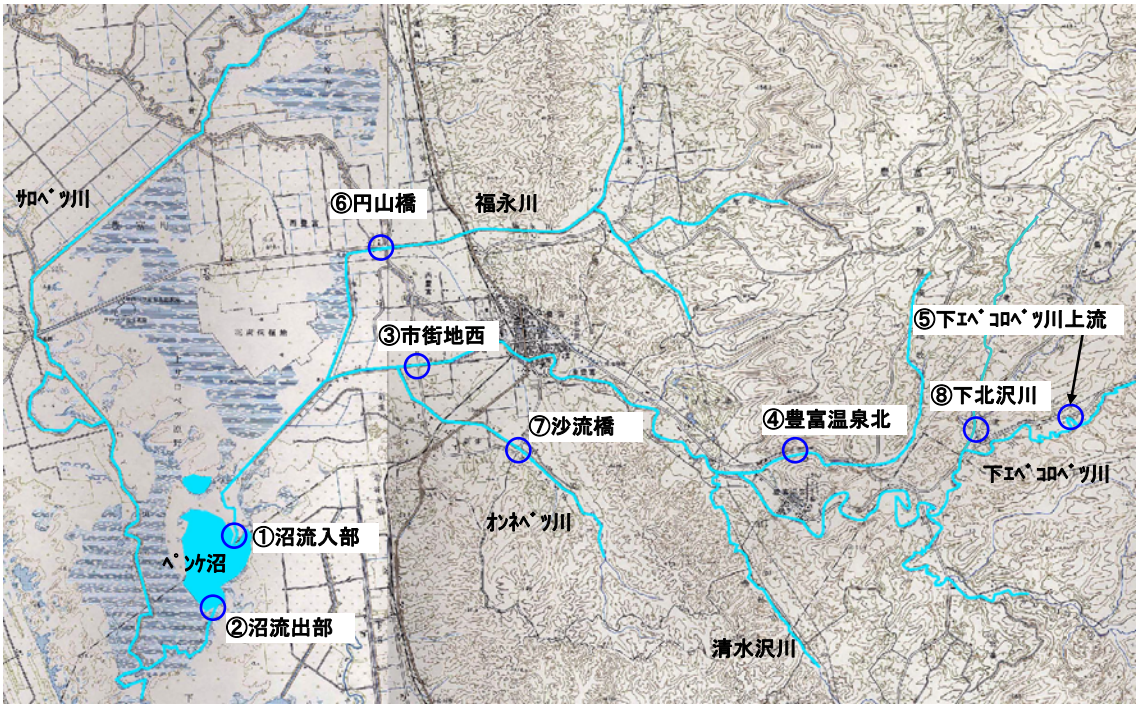


図 9.1.25　採水調査地点

表 9.1.4　融雪出水時の採水調査結果

	単位	分 析 結 果									
調査地点名	―	①沼流入部		②沼流出部		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
		中層	下層	中層	下層	―	―	―	―	―	―
調査月日	月日	4/18	4/18	4/18	4/18	4/8	4/8	4/8	4/8	4/8	4/8
天候	―	晴	晴	晴	晴	曇	曇	曇	曇	曇	曇
ｐＨ(at 25℃)	―	6.6	―	―	―	―	―	―	―	―	―
ＢＯＤ	mg/L	0.6	―	―	―	―	―	―	―	―	―
ＣＯＤ[Mn]	mg/L	8.8	―	―	―	―	―	―	―	―	―
ＳＳ	mg/L	161	156	105	109	26.0	17.6	27.6	24.6	4.3	8.0
大腸菌群数	MPN/100mL	3.3E2	―	―	―	―	―	―	―	―	―
全窒素	mg/L	0.80	0.82	0.71	0.72	0.80	0.40	0.60	1.00	0.70	1.00
全リン	mg/L	0.11	0.11	0.10	0.10	0.05	0.05	0.06	0.05	0.03未満	0.04
ヘキサン抽出物質	mg/L	0.5未満	―	―	―	―	―	―	―	―	―
クロロフィルａ	μg/L	2.0未満	―	―	―	―	―	―	―	―	―
濁度	度	89	90	104	96	2.3	7.3	1.3	1.7	0.9	3.2

2003 年の融雪出水は規模が小さく、農地への冠水が見られない程度のものであったが、採水調査の結果を基に、平成 15 年の融雪出水時にペンケ沼に流入した土砂量を以下に概算すると約 4,700 m^3/月となった。この値はペンケ沼への平均堆積量（18,490 m^3/年）と比較すると約 1/4 の量である。（文献ｂ）

2006 年度には、ペンケ沼埋塞に対する浮遊土砂の影響を定量的に把握すること、および上流側支流の浮遊土砂生産の影響度を評価するために、図 9.1.26 に示す地点で、採水と流量観測を渇水時～増水時の各時期において実施した。

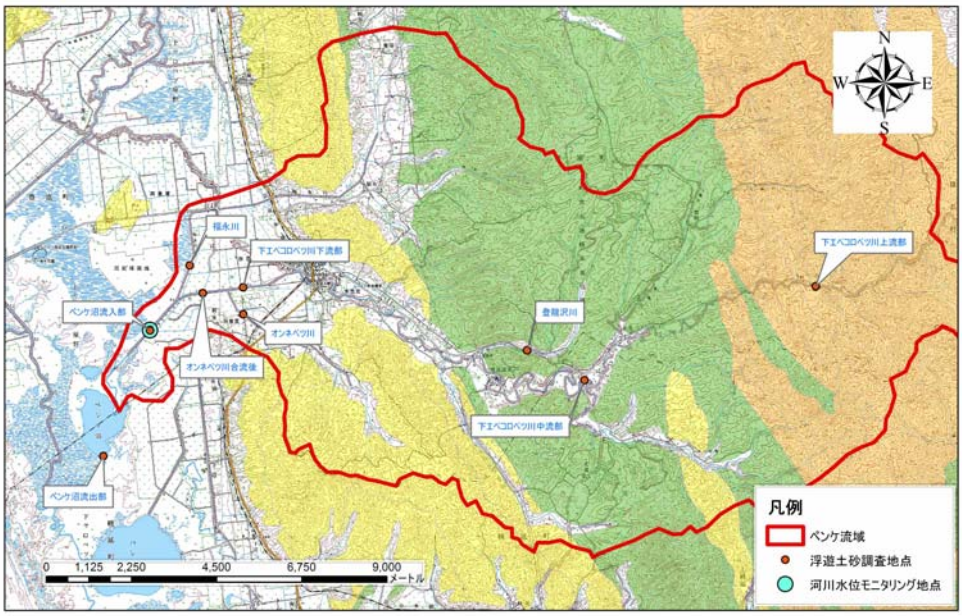


図 9.1.26　ペンケ沼流域浮遊土砂量調査地点

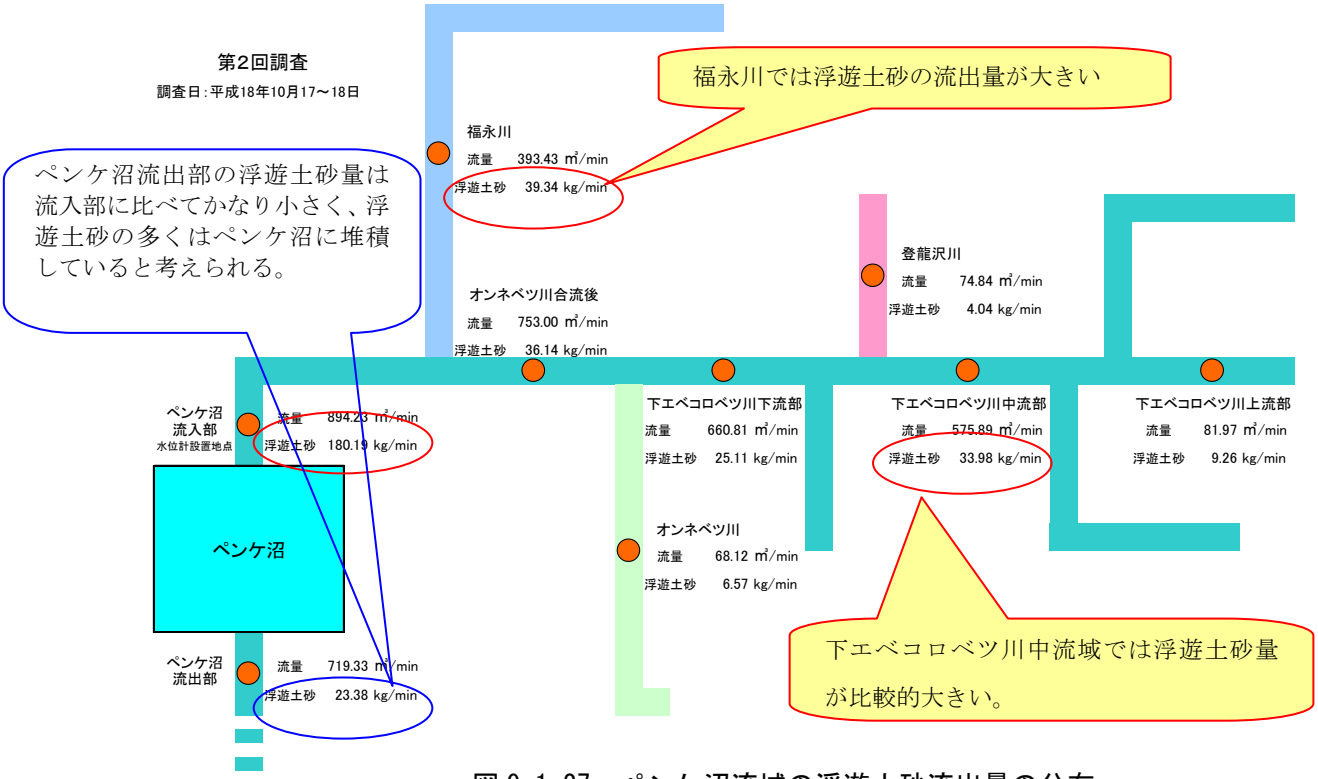


図 9.1.27　ペンケ沼流域の浮遊土砂流出量の分布

また、ペンケ沼への流入量を算出するために、ペンケ沼流入部に河川水位計を設置して計測を開始した。また、計測された河川水位データと、下エベコロベツ川における既存水位観測地点（稚内土現：下エベコロベツ川観測地点）の 2001～2006 年の観測結果を検討して、2001 年～2006 年にかけてのペンケ沼流入部の河川流量と流入浮遊土砂量を算出した（表 9.1.5、9.1.6）。

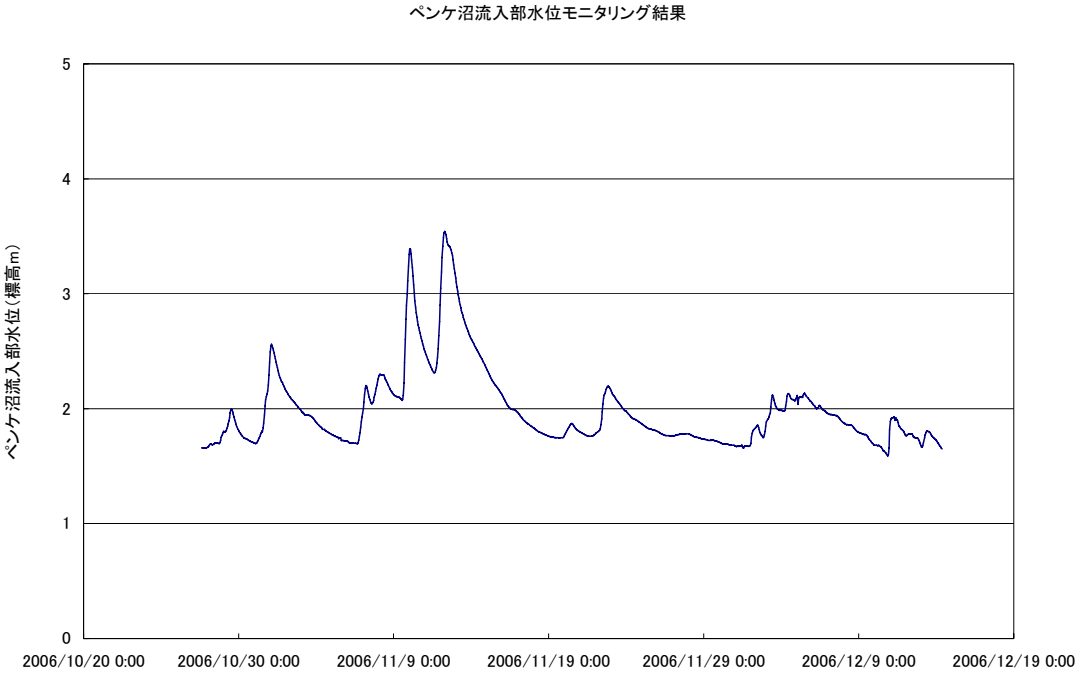


図 9.1.28　ペンケ沼流入部の水位モニタリング結果

表 9.1.5　2001 年～2006 年のペンケ沼への年間流入量

	ペンケ沼への河川流入量（m^3）
2001年	495,415,284
2002年	※1）346,010,944
2003年	373,675,887
2004年	458,615,655
2005年	425,921,945
2006年	※2）458,372,015

※1）4～6月は欠測　※2）12月18日まで

表 9.1.6　ペンケ沼にもたらされた浮遊土砂量（2001 年～2006 年）

	ペンケ沼への河川流入量（m^3）	ペンケ沼への浮遊土砂流入量（kg）
2001年	495,415,284	14,378,244
2002年	※1）346,010,944	※1）8,887,650
2003年	373,675,887	7,805,757
2004年	458,615,655	12,434,471
2005年	425,921,945	10,420,028
2006年	※2）458,372,015	※2）13,132,496

※1）4～6月は欠測　※2）12月18日まで

（７）ペンケ沼の深浅測量調査

ペンケ沼内の埋積状況の把握と経年的な埋積状況の変化を把握するために、2002 年 11 月と 2006 年 10 月の２回深浅測量を実施した。

図 9.1.29 には 2002 年 11 月の深浅測量結果を示す。

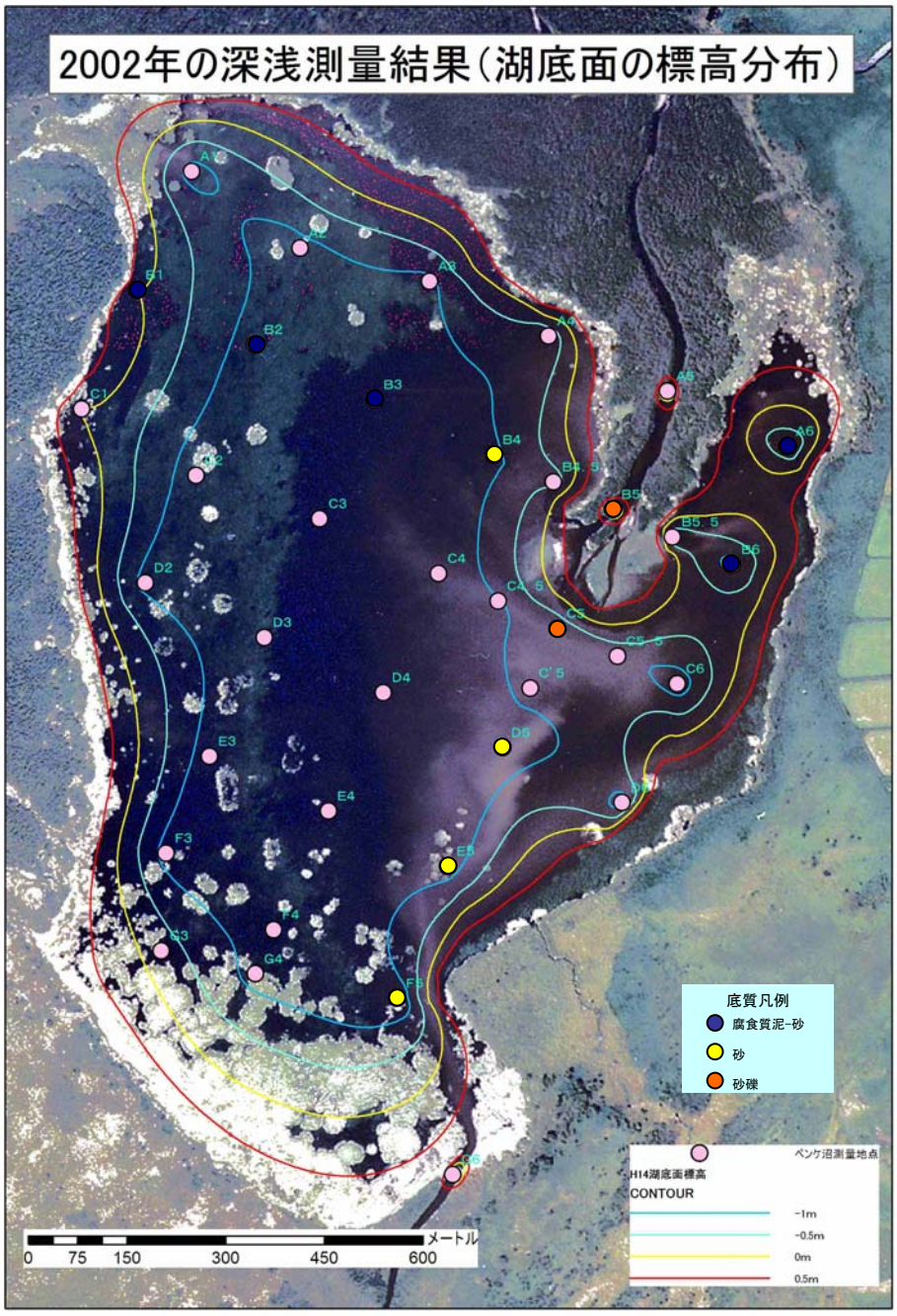


図 9.1.29　2002 年のペンケ沼湖底面標高コンター

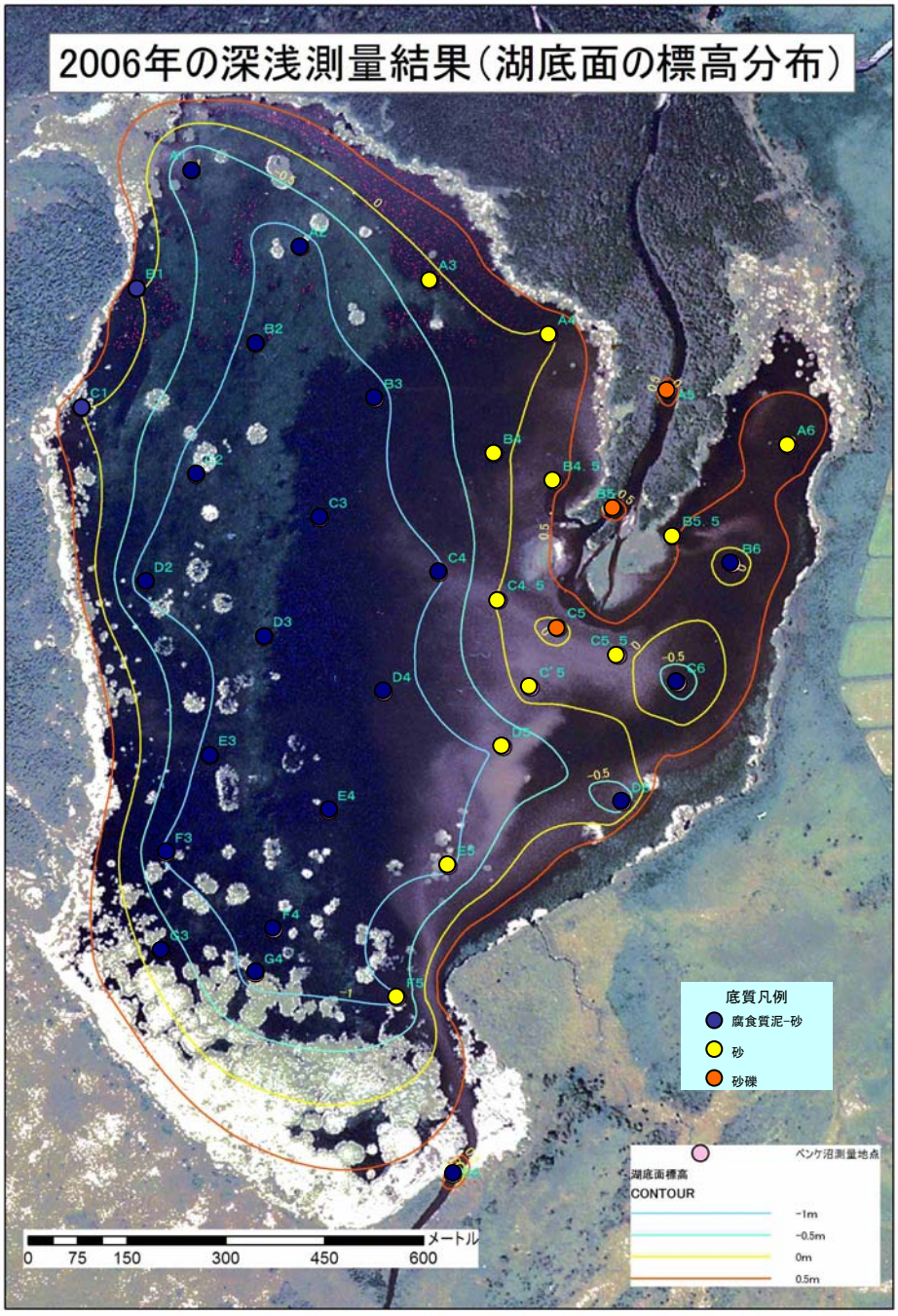


図 9.1.30　2006 年のペンケ沼湖底面標高コンター

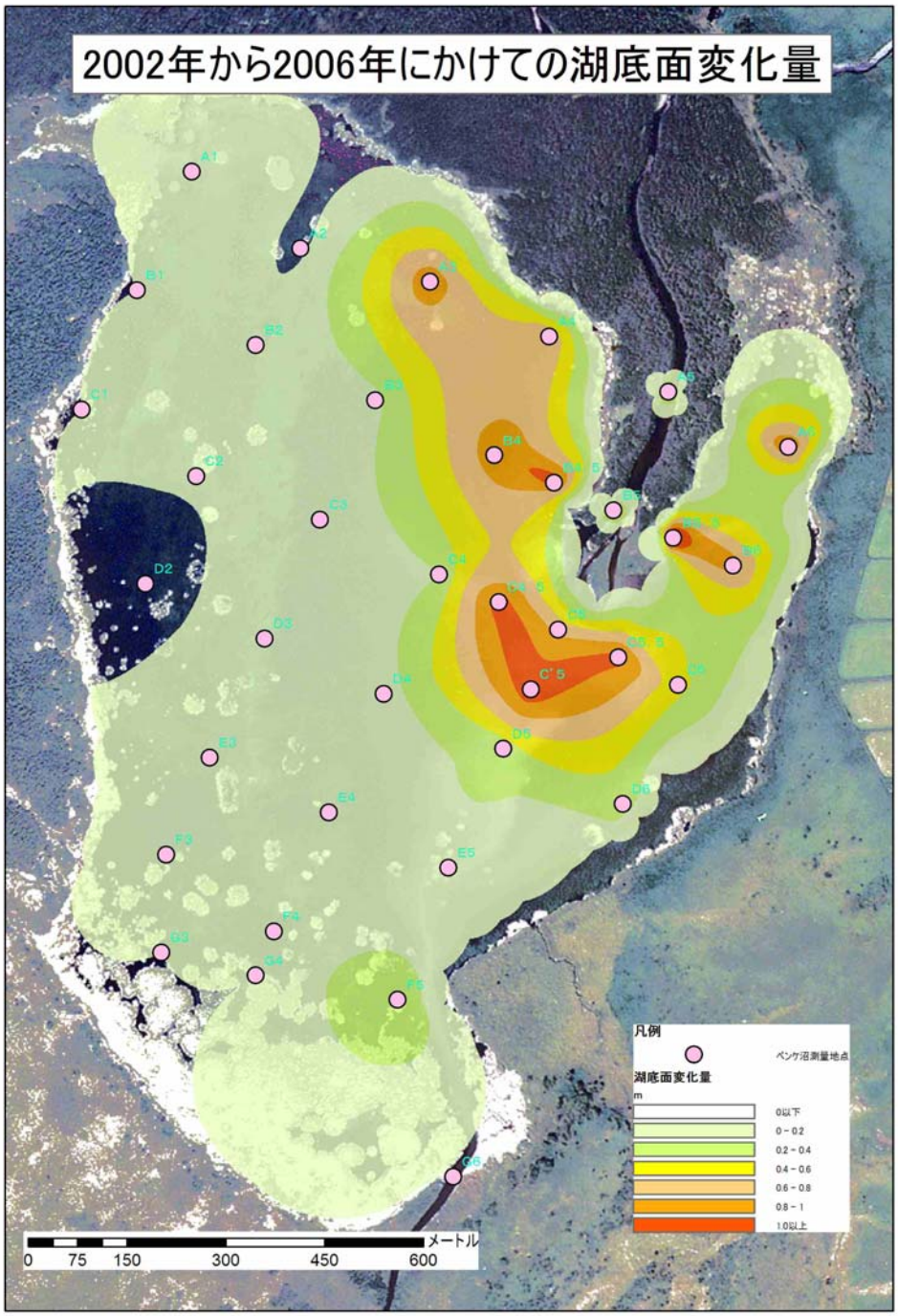


図 9.1.31　2002～2006 年にかけての湖底面の変化量

2002 年の深浅測量結果からは、以下のことが明らかになった。

- 水深はペンケ沼南部の流出部付近で最も深く、約 1.0m 程度となっている。
- 深浅測量の結果を基に、仮に現状の最深部の水深（約 1.0m）が排水路接続以前には一様に広がっていたものとして試算すると、ペンケ沼の容量から見た埋塞率は約 70～80％となる。
- 湖底の地形からは、半島状に伸びた現在の下エベコロベツ川流入部の前方に主に砂礫で構成されるマウンドが発達していることが読みとれる。また、マウンドのさらに南沖側には砂が分布しているが、マウンドの発達方向からはずれた側方湖底部には腐食質の泥・砂の堆積物が分布している。
- 本来の湖底の堆積物である腐植質の泥･砂の上に､砂礫および砂の堆積物が覆い被さるように埋塞が進んでいる。融雪出水時に土砂を含んだ濁水が沼内に入った時点で急激に流速が低下するため、まず粗い礫が堆積してマウンドを形成し、砂がさらに遠方まで運搬されていると考えられる。

（文献ａ）

次に、図 9.1.30 に 2006 年 11 月の深浅測量結果、図 9.1.31 には 2002 年と 2006 年の深浅測量結果から検討した湖底面標高の変化量を示す｡浮遊土砂量調査の結果とあわせて以下のことが推定された。

- 浮遊土砂量調査の結果、2002 年から 2006 年までの約 4 年間に、ペンケ沼にもたらされたと考えられる浮遊土砂量（負荷量）は、およそ 42.6×106kg であった。そのうちペンケ沼内に堆積したのは 87%､およそ 23,000m^3 であったと推算された。
- 2006 年の湖底面は 2002 年と比較して、主に砂州の沖合部やその周囲の湖底面が高くなっている傾向が読みとれる。これは、下エベコロベツ川から流入した堆積土砂が砂州出口付近で堆積し、沼の埋積が進んでいることを表している。
- ペンケ沼内の堆積土砂は、同じ約 4 年間で 7,500 m^3 であったと推算された。このうち砂州として堆積した粗粒堆積物は 1608 m^3 と推算された。
- 以上の結果からペンケ沼の埋塞は依然として進行していることが判明した。堆積速度は、浮遊土砂量調査から約 5,800 m^3/年、沼内堆積土砂の変化量調査の結果から約 2,300 m^3/年と見積もられた。２つの調査結果の差が生じた要因としては、浮泥として沈殿している部分が堆積として見積もることができなかったことと、浮遊土砂量の検討に用いた相関式の誤差が考えられる。

9.2　対策の検討

本節の要約

■対策の方向性

・ 想定される劣化のメカニズムから対策案を検討し、総合的な観点から最も現実的な案として「ショートカット水路への沈砂池の設置」を選定した。

■沈砂池設置のための検討

・ 対策を実施するためには位置や規模についての検討や調整が必要となり、その基礎資料とするために排水路の概略的な縦断勾配を確認し、勾配変化等から土砂の流送・堆積に関する各河道区間のポテンシャルについて予備的な検討を実施した。

・ 下エベコロベツ川の縦断距離 3,000m付近に大きな勾配の変化点が存在する可能性が示され勾配変化点の下流側は流速が急激に低下し、流送されてきた土砂が堆積しやすい条件が形成されていることが示唆された。

9.2.1 対策の方向性

想定される劣化メカニズムを図 9.2.1 に示す。また、想定される対策案を表 9.2.1 に示す。ペンケ沼の埋即の主要因は、２つの幹線水路が接続されたことであり、さらには、農地開発や植林等の流域界発による土砂生産源の増加により、大量の土砂が沼に流入するようになったためと考えられる。　（文献ａ）

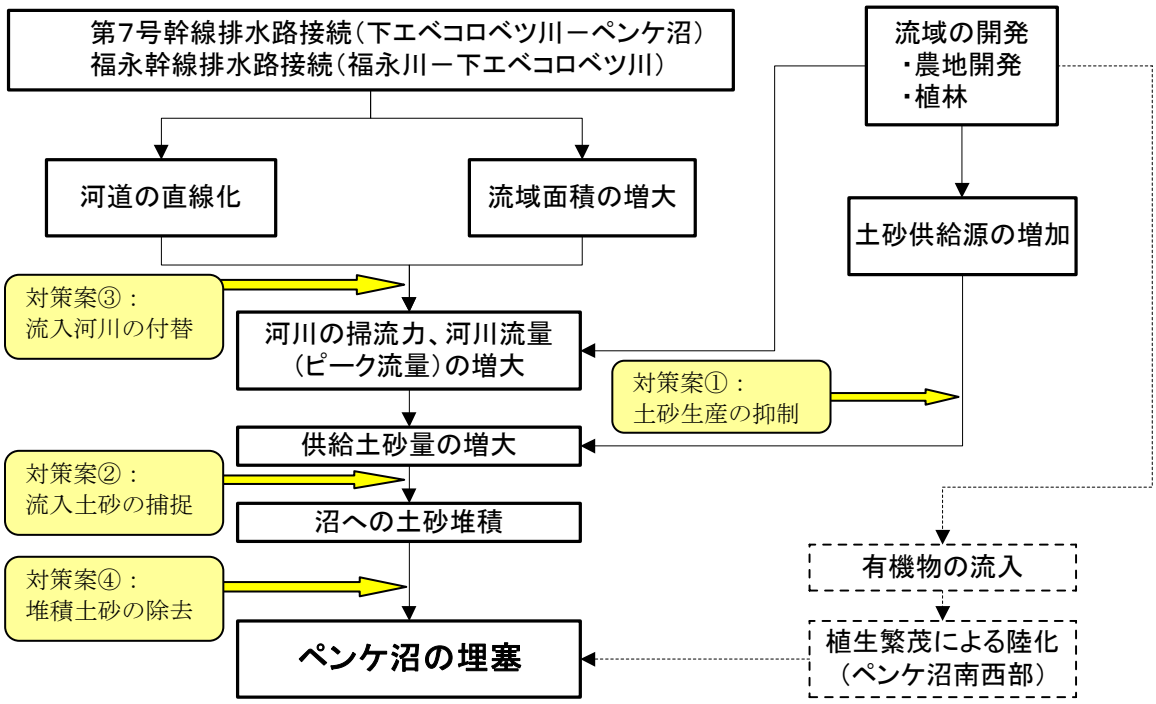


図 9.2.1　想定される劣化のメカニズムと対策案

表 9.2.1　想定される対策案

対策案	内　容
対策案① 土砂生産の抑制	生産源の浸食防止、土砂扞止機能の高い植生への転換等
対策案② 流入土砂の補足	流入河川における遊砂地の設置等
対策案③ 流入河川の付替	迂回流路の整備、旧下エベコロベツ川への一部分流等
対策案④ 堆積土砂の除去	陸化した箇所の掘削、湖底土砂の浚渫

次に、流入土砂対策の方向性を検討すると表 9.2.2 のようになる。

表 9.2.2　ペンケ沼埋塞対策案の比較

	土砂流入抑制対策			流入土砂除去対策
対策案	**a）沼を迂回するバイパス水路の設置**	**b）ショートカット水路への床固工の設置**	**c）ショートカット水路への沈砂池の設置**	**d）沼内の堆積土砂の浚渫**
期待する効果	沼への土砂流入の回避	河床に堆積した土砂の二次移動防止	流下土砂の捕捉	土砂排除による埋塞抑制
対象エリア	広い　＞＞＞　狭い			
効果の即効性	○ バイパスの設置により、沼への土砂流入は確実に回避される。	△ 将来的には河床の安定化が確保されるが、施工によって一時的に河床の土砂が不安定化する恐れ有り。	○ 沼に流入する前にある程度の土砂を捕捉できる。ただし、浮遊砂については、それほど効果を期待できない。	○ 堆積した土砂を排除することで、沼の容量を回復することができる。
効果の持続性	○ 沼への土砂流入は永続的に回避される。	△ 現在河床に堆積している土砂の移動は防止できるが、新たに上流から流送された土砂の移動抑制については、それほど効果を見込めない。	△ 沈砂池を持続的に機能させるには、定期的な土砂排除が必要。	× 土砂の流入自体は抑制できないため、将来的には再び埋塞が進行する。
生態系への影響	× これまで沼内に沈降していた土砂が下流域の低層湿原内の河道に直接流入することになり、河道閉塞や土砂の異常堆積など大きな影響が及ぶ。	× ショートカット水路内に横断構造物が階段状に続く形になるため、イトウ等の遡河に悪影響を及ぼす。	○ 湿原を避けて沈砂池を設置すれば、生態系への影響は比較的小さい。	× 浚渫作業によって現在沼に成立している環境が大きく改変され、生態系への影響はきわめて大きい。
実施コスト	× 新たに長大な水路を開削することになるため、多大な経費が必要。	× 多数の床固工が必要になるため、多大な経費が必要。	○ 沈砂池の規模にもよるが、局所的な工事であるため、ａ案やｂ案よりコストは低い。	× ポンプ船の搬入や仮設養生、浚渫土砂の処理等に多大な経費が必要。
その他の課題	・ スムーズな流下能力を確保できるバイパス水路縦断勾配の設定 ・ バイパス水路用地の確保 ・ 河川水の流入が減少することによる沼内環境への影響予測 ・ 沼内に生息する遡河回遊魚の移動経路確保	・ 水路河床の経年変化の把握 ・ 沼内に生息する遡河回遊魚の移動経路確保	・ 流砂の組成（粒度）および量の把握 ・ 沈砂池用地の確保	・ 沼内および周辺の詳細な生物分布の把握 ・ 浚渫による濁水の影響予測
総合評価	**×** 下流域の低層湿原域に土砂が直接流入する形になり、大きな影響が予想される。ただし、バイパス水路にｃ案のような沈砂池を設置すれば、現実的な案となる。	**×** 床固工による魚類の移動阻害が懸念される一方、土砂の移動抑制にはそれほどの効果が期待できない。	**○** 土砂捕捉に一定の効果が期待でき、湿原を避けて設置すれば生態系への影響は比較的小さい。総合的にみて、もっとも現実的な案と考えられる。	**×** 現在成立している沼内の環境が大きく改変され、生態系への影響がきわめて大きい。

9.2.2　沈砂池設置のための検討

総合的な観点から最も現実的な案とし推奨された、「ショートカット水路への沈砂池の設置」を対策として実施するためには、その位置や規模についての検討や調整を行う必要があるとともに、排水路の縦断勾配を検討する必要がある。これらの目的のために、2004 年度には、排水路の概略的な縦断勾配を確認し、勾配変化等から土砂の流送・堆積に関する各河道区間のポテンシャルについて予備的な検討を実施した。

下エベコロベツ川および福永川の水面勾配の変化について区間毎に検討した結果を示す（図 9.2.2、図 9.2.3）。なお、水面勾配は 2005 年度に実施された航空レーザー測量によって取得された 2m メッシュの標高データから抽出し、精度の検討を行った上で使用した。

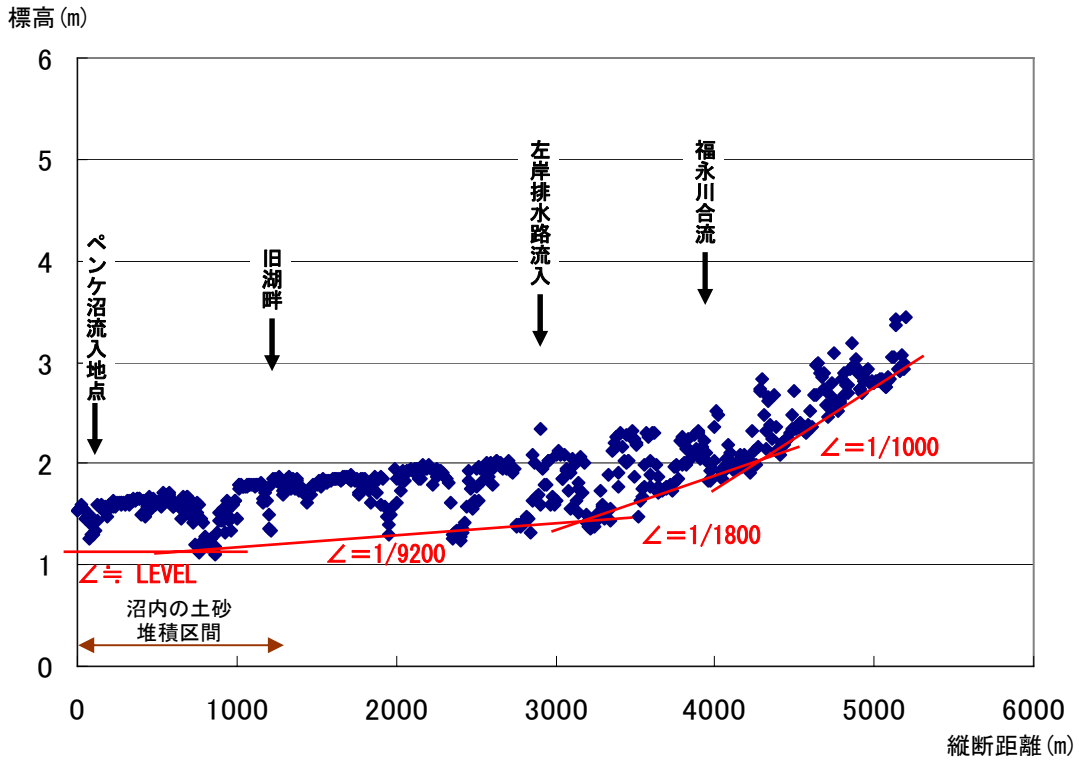


図 9.2.2　下エベコロベツ川の縦断標高分布

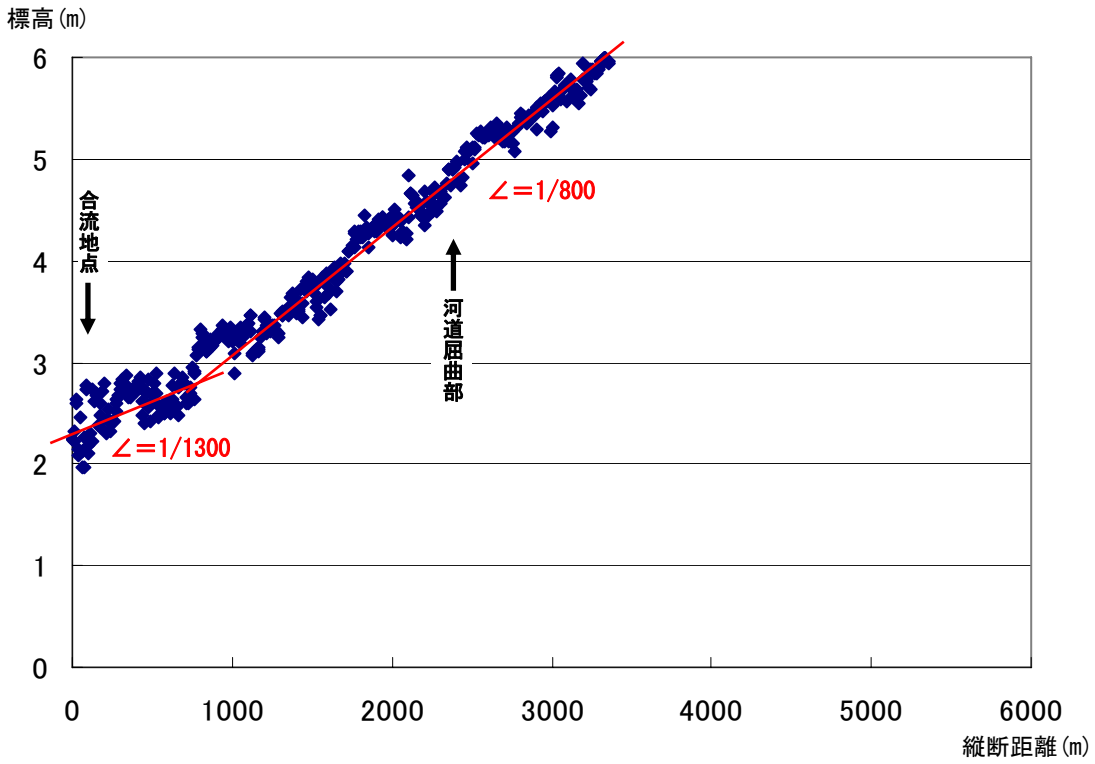


図 9.2.3　福永川の縦断標高分布

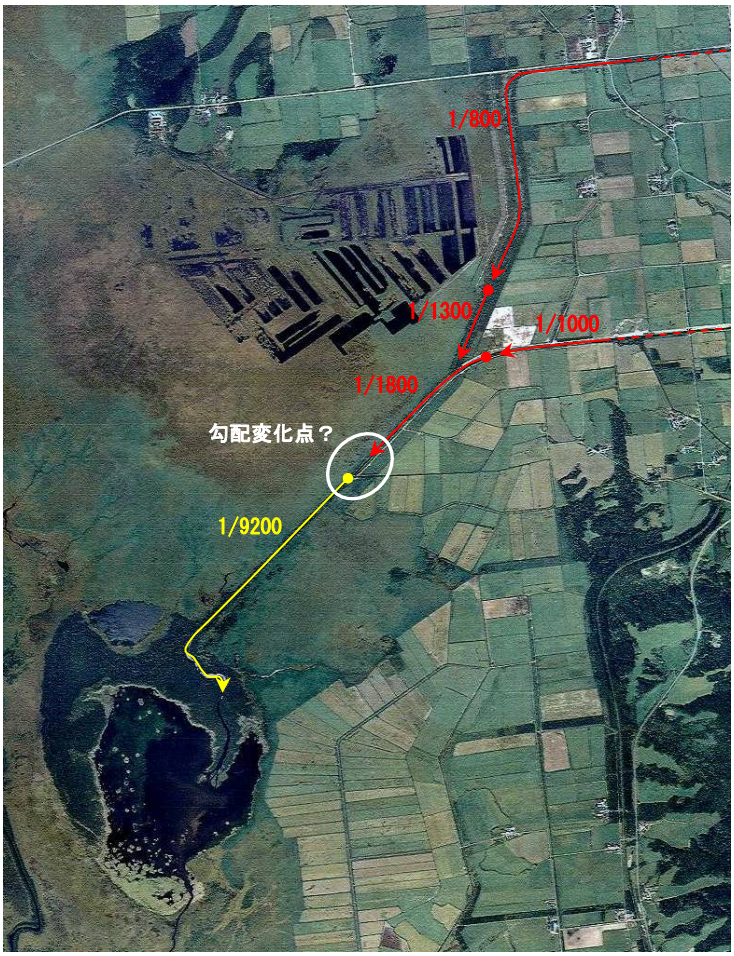


図 9.2.4　推測される縦断勾配の変化

検討の結果、下エベコロベツ川の縦断距離 3,000m付近に大きな勾配の変化点が存在する可能性が示された。推測された勾配変化点の下流側は勾配が上流側の約 1/5 となっており、流速が急激に低下し、流そうされてきた土砂が堆積しやすい条件が形成されていることが示唆された。（文献ｂ）

１０．泥炭採掘跡地の修復対策

本章の要約

■泥炭の採掘

・ 掘削された泥炭は工場に圧送され、粉砕された後、ろ過フィルターから漏れたものは、排水とともに明渠で採掘跡地に戻された。工場から戻された泥炭残渣はペースト状になっており（ペースト状泥炭）、排水明渠流入口に近い採面は主にこれらによって閉塞した。排水明渠は採掘の進行に対応して何度か付け替えられた。そのため、閉塞年代は採面によって異なっていた。

・ 採面には、工場でろ過フィルターから漏れて排水とともに戻された泥炭（ペースト状泥炭）が厚く堆積している箇所、掘削時に切り残されたブロック状の泥炭（ブロック状泥炭）や凝集したペースト状泥炭が浮島状になっている箇所、開水面になっている箇所があった。

■植生

・ペースト状泥炭が厚く堆積している採面

生育種が少ない遷移の初期状態と思われる群落やミズゴケが発達した群落、その中間的な群落までみられた。また、裸地が広く分布していた。

裸地では、表層が降雨後の水の流れによって頻繁に撹乱を受ける、乾燥すると表層の物理構造が変化して水分が枯渇するといった阻害要因があるため、植物の生育が難しいと考えられた。

・浮島状になっている採面

ブロック状泥炭や凝集したペースト状泥炭が浮島状になっている採面では、過湿状態にあるので抽水～湿性の植物群落が分布していた。裸地は少なかった。

■対策の方向性

植生基盤の状況に応じて対策の方向性を検討した。

・ペースト状泥炭が厚く堆積している箇所

裸地部における植物の生育阻害要因を緩和する

・基盤が薄い浮島状の箇所

水分条件に恵まれているので、人的な措置を行わず自然の遷移に委ねる

・開水面

水底に沈殿しているブロック状泥炭を埋め立てて基盤を造成する

人工浮島を造成する

■実証試験

以下の試験を検討した。

・ペースト状泥炭が堆積する採面の裸地部への植生導入試験

・開水面が残された採面のブロック状泥炭による埋め立て予備試験

図 10.1　泥炭採掘跡地の位置

10.1　調査検討の概要

（１）現象把握および現象と要因の関係把握

平成 14～18 年度にかけて調査・解析を行った。まず、掘削前の植生、掘削方法、掘削と閉塞の経緯、植生分布などを把握した。次に、ペースト状泥炭やブロック状泥炭などの植物が生育する基盤がある箇所についてはその堆積構造を、開水面の箇所は水深や水中に残存するブロック状泥炭の分布状況などを調査した。さらに、ペースト状泥炭が厚く堆積した採面の裸地について、植物の生育を阻害する要因を検討した。

（２）対策の検討

平成 14 年度から対策の方向性の予備検討を行ないつつ、知見の蓄積とともに内容を見直していった。

調査検討の経緯を図 10.1.1 に示す。

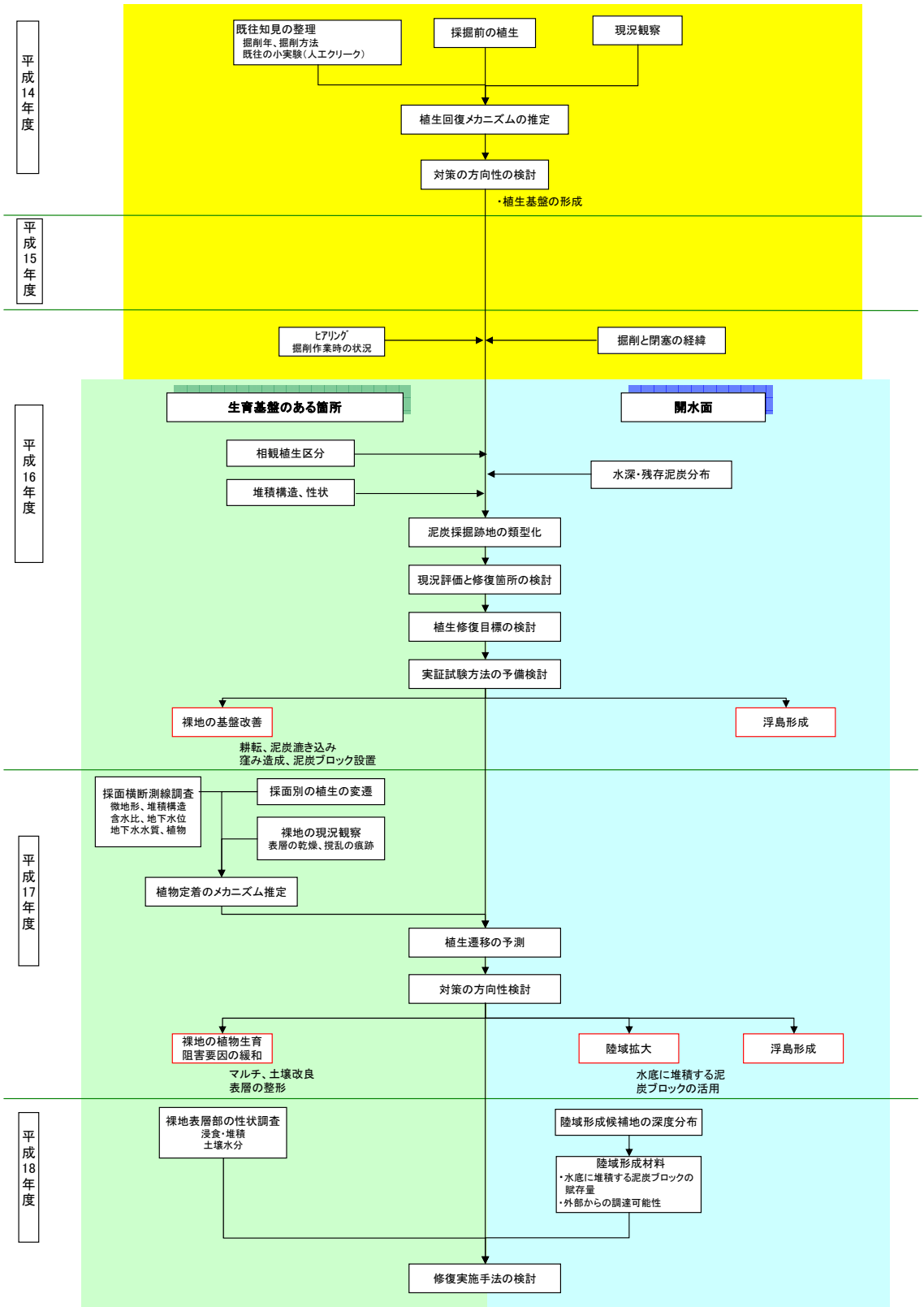


図 10.1.1　泥炭採掘跡地における調査・検討の経緯

10.2　現況把握および現象と要因の関係把握

本節の要約

■泥炭の採掘

- 泥炭の採掘は1969年から約30年間で高層湿原域を中心に約150haの範囲で行われていた。
- 掘削された泥炭は工場に圧送され、粉砕された後、ろ過フィルターから漏れたものは、排水とともに明渠で採掘跡地に戻された。工場から戻された泥炭残渣はペースト状になっている（ペースト状泥炭）。排水明渠流入口に近い採面は、主としてペースト状泥炭によって閉塞した。排水明渠は採掘の進行に対応して何度か付け替えられた。そのため、閉塞年代は採面によって異なっていた。
- 採面には、掘削時に切り残されたブロック状の泥炭（ブロック状泥炭）も残存していた。
- 採面には、ペースト状泥炭が厚く堆積している箇所、ブロック状泥炭や凝集したペースト状泥炭が浮島状になっている箇所、開水面になっている箇所があることが明らかになった。

■植生

・ペースト状泥炭が厚く堆積している採面

生育種が少ない遷移の初期状態と思われる群落やミズゴケが発達した群落、その中間的な群落までみられた。また、裸地が広く分布していた。

裸地では、表層が降雨後の水の流れによって頻繁に撹乱を受ける、乾燥すると表層の物理構造が変化して水分が枯渇するといった阻害要因があるため、植物の生育が難しいと考えられた。

・浮島状になっている採面

ブロック状泥炭や凝集したペースト状泥炭が浮島状になっている採面では、過湿状態にあるので、抽水～湿性の植物群落が分布していた。裸地は少なかった。

10.2.1　泥炭採掘に関する基礎情報

（1）泥炭採掘の歴史

1）対象地の泥炭分布

1964年の空中写真と北海道未開発泥炭地調査データ（1963年）より推定した丸山周辺の潜在的高層湿原の分布範囲と、2000年の空中写真から判読した現在の高層湿原の範囲を下図に示す。かつては丸山台地を取り囲むように南北に広く分布していた高層湿原域が、2000年には丸山の西南部のみに縮小していることがわかる。

泥炭採掘が行われたのは図中に破線で囲んだ範囲内であり、現在も高層湿原として湿潤な状態にある西側から、かつて高層湿原で現在はやや乾燥した環境にある東側にまたがっている。　（文献 g）

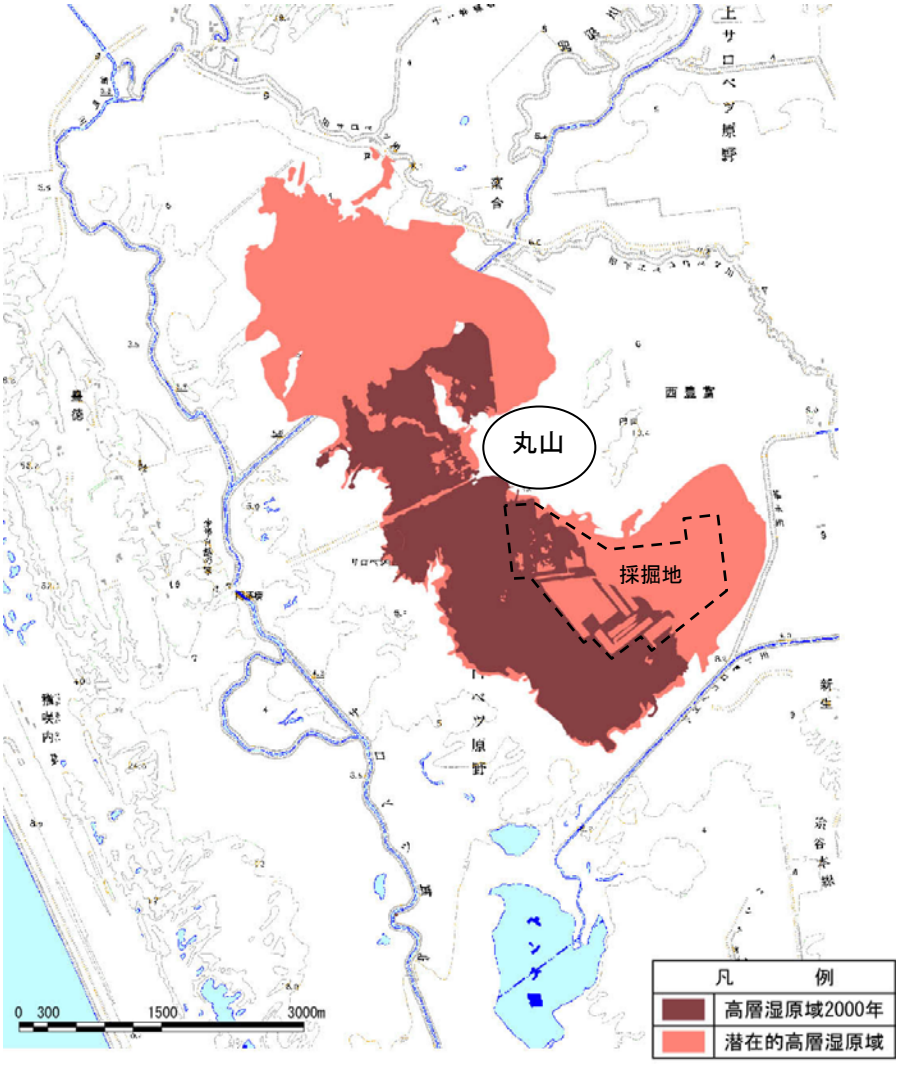


図 10.2.1　高層湿原の分布範囲の推移

２）周辺の開発状況

泥炭採掘工場跡が位置する丸山地区周辺では、これまで下図に示すような様々な開発が行われてきた。このうち、サロベツ川の洪水対策として実施された３件の工事（サロベツ放水路・サロベツ川上流拡幅・サロベツ川下流拡幅）では浚渫船を用いた掘削が行われ、これらの工事が終了した後にこの浚渫船が転用され、1969 年から丸山の南側で泥炭採掘が開始された。　（文献 g）

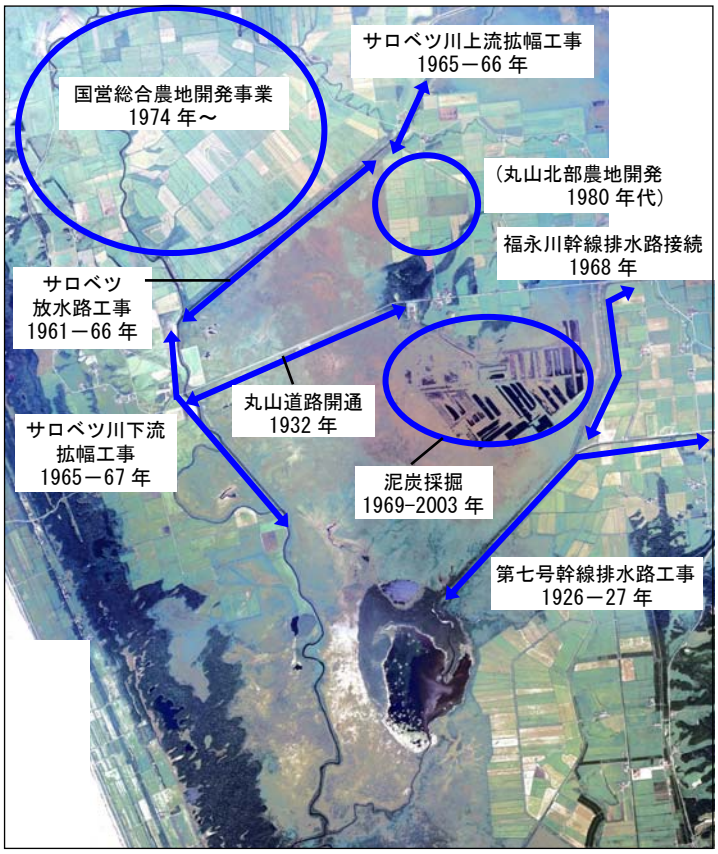


図 10.2.2　丸山地区周辺の開発状況

３）掘削の進行状況

丸山南部で 1969 年に始まった泥炭採掘は、約 30 年間で高層湿原域を中心に 150ha あまりの範囲に及んだ。これは、採掘開始時の高層湿原面積の約 16%に相当する。

採掘は下図に示すように写真左上（北西側）の工場敷地近傍から始まり、まず南側に展開し、次いで東側に範囲を拡大して進んでいった。 （文献 g）

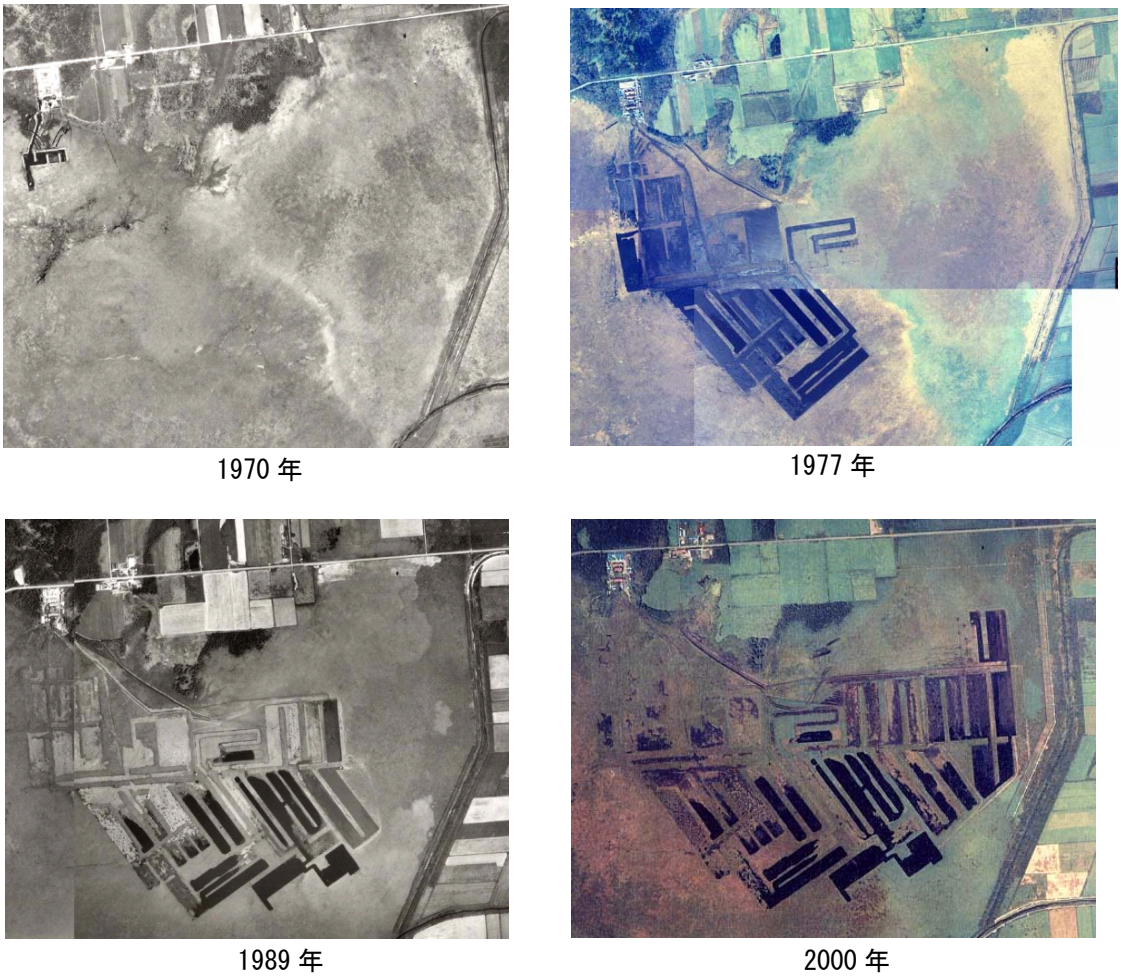


図 10.2.3　泥炭採掘の進行状況

浚渫船によって採掘された泥炭は鋳鉄管を介して工場に圧送され、粉砕された後、濾過フィルターから漏れたものは、排水とともに明渠で採掘跡地に戻された。この排水明渠は、採掘の進行に対応して、下図のように何度か付け替えが行われた。

過去７年代の空中写真を判読したところ、採掘跡地の開水面は下図に示すとおり徐々に閉塞が進んでおり、その進捗は排水明渠が接続された年代と比較的良く対応している。（文献 g）

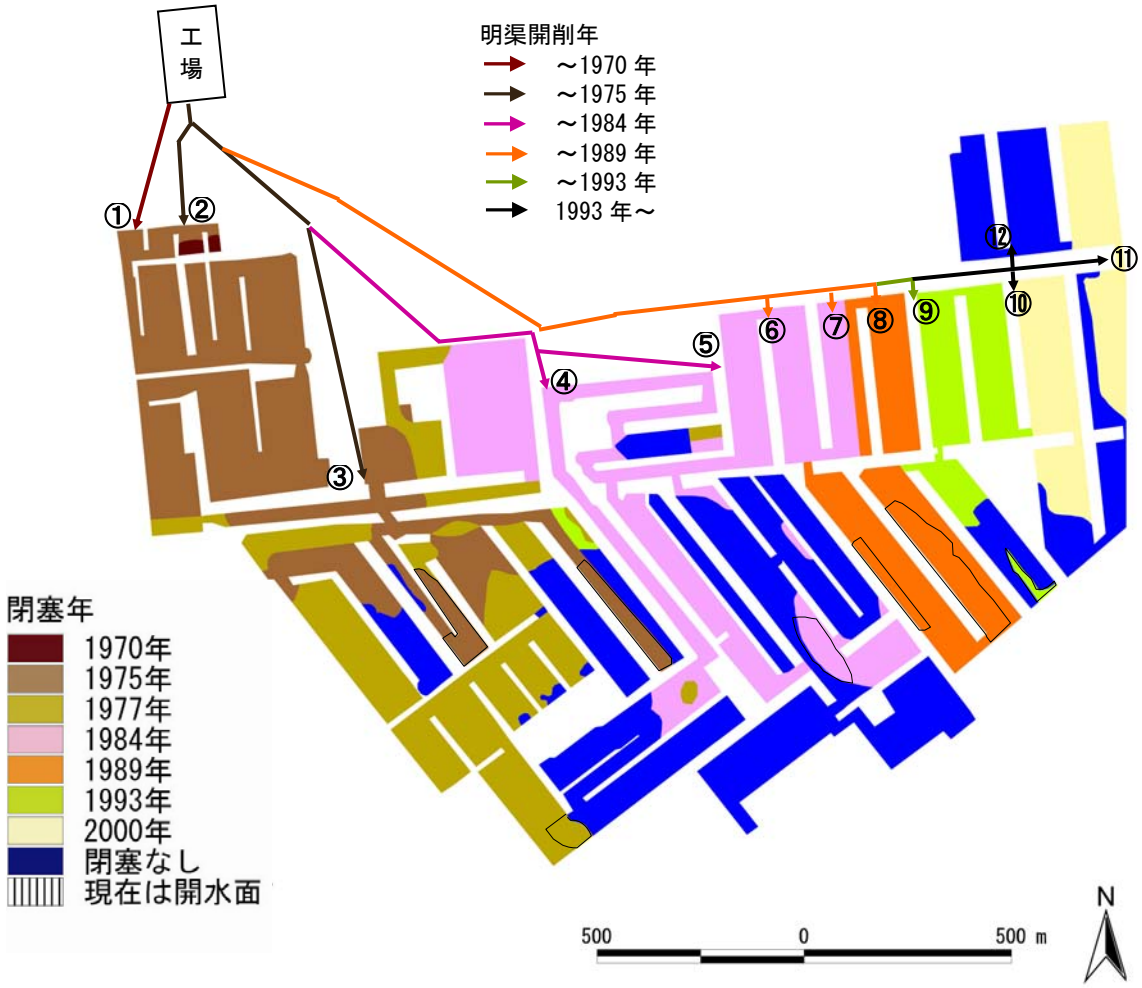


図 10.2.4　排水明渠の軌跡と水面閉塞年代

（２）採掘時の状況

１）掘削方法の概要

採掘時の作業状況を撮影したビデオ画像（北海道東圧肥料(株)提供）を引用し、採掘方法の概要を示す。(文献 g)

採掘に用いられた浚渫船
前方にはカッターの付いたアームを備え、後方には泥炭採掘水を圧送するホースを引きずっている。

カッターを左右に振って泥炭を切り出す様子。

カッターの直径は約 1.5m。
その下にポンプの吸い口が付いている。

図 10.2.5　泥炭採掘作業の概要

浚渫船からポンプで圧送された泥炭採掘水。植物繊維を多く含む。

水洗分離装置によって繊維質が分離される。

フォーク状の装置でかき集められた泥炭の繊維。
残った泥炭水は遠心分離機で再度腐植質を漉し取った後、採掘跡地の池に戻される。

図 10.2.6　泥炭採掘作業の概要

２）掘削作業経験者へのヒアリング

過去の航空写真等では伺い知れない生の情報を聴取するために、実際に泥炭採掘の作業に携わった方にヒアリングを行った。

■ **ヒアリング対象者** ： 三浦政弘氏（元北海道東圧肥料豊富工場職員）
操業間もない頃から 30 年余り泥炭採掘作業に従事
工場長からの推薦によりヒアリングへの協力を依頼

■ **ヒアリングで得られた主な情報**

【採掘方法等について】

① **泥炭層の厚さは採掘地東側の方が少なく、予定採掘深である３ｍも掘れなかった。**

② **泥炭層が薄いところや粘土等が混ざって良い泥炭が取れないところは、浚渫船が進める最低限の深さ（約 1.4～1.8m）だけ掘って次に移った。**

③ 浚渫船のカッターは直径１ｍ。その下に直径 70cm の吸い口が付いており、切り出した泥炭を水ごと吸い取って工場に圧送した。

④ 泥炭水を工場に圧送するため採掘池の水位が下がり、浚渫船が動けなくなることもあった。隣り合った採掘池で水位差が 70cm 程度に達したこともあり、池の間を水路でつないで水位差を調整しながら進んだ。

⑤ **採掘地の地下水は主に南西方向に流動している印象がある。**

⑥ 採掘地の西側の方は湿原が軟弱なため車両はまったく入れず、資材運搬や掘削等はすべて人力で作業した。

⑦ 採掘地東側のササが繁茂している場所は、先にトラクタで地表面を削ってから浚渫した。

【浮島について】

⑧ **カッターで切り出しても吸い残された泥炭は大量にあり、ブロック状のものが水面にびっしりと浮かんだ。**

問）―― 浮島がまったく無い採掘池もあるが、泥炭中の空気が抜けたのか？

⑨ **掘削直後の池は濁りが多いので、年月が経つと水の比重が小さくなって相対的に泥炭が沈んでしまうことも考えられる。**

問）―― 初期の採掘地は浮島形成速度が随分早いが？

⑩ 最初の頃は工場の濾過装置が未熟で、漉し取られずに排水と一緒に戻ってくる泥炭が多かったかもしれない。

⑪ **黒くて細かい泥炭が表面を覆っている浮島は、太陽光線で熱を持つため植物が生えないのではないか。春先にはいったんポツポツと芽吹きが見えるが、夏になると無くなってしまう。日に当たると泥炭の表面がカラカラに乾いて反り返っているのを見かける。**

【採掘地の生き物について】

⑫ 南側の大きく水面が開けている採掘池には、秋にオオヒシクイが大集結して夜を越している。糞のために池から異臭がするほどたくさん来ている。警戒心が強く、400～500m以上は近づけない。

⑬ 北側の林にはかなり前からオジロワシが営巣している。作業員は危害を加えないとわかっているため、すぐ前を通っても警戒する様子はない。

⑭ オジロワシが採掘池に飛来したサギを捕まえたこともある。

⑮ 採掘直後の泥沼状態の池に、水面と見誤った鵜が突っ込み、全身泥だらけで飛べなくなったこともある。（文献 g）

10.2.2 基盤条件と植生の現況

（１）植生の分布

本報告書において、泥炭採掘跡地における植物群落の記述にあたっては、「平成 16 年度サロベツ自然再生事業泥炭採掘跡地修復対策検討業務」において作成された相観植生図の凡例を用いている。泥炭採掘跡地は様々な環境条件が混在しており、植生も遷移の進行状況が異なる小規模なパッチが混在しているため、出現種による群落の区分やその分布境界を明確に識別するのは困難である。同図は、このような条件のもとで、採面単位レベルでの植生の概要を捉えるために作成された。したがって、一つの凡例で表示されている範囲の中でも局所的にみると異なる凡例の植物群落が分布している場合はある。また、区分されている凡例（植物群落）も典型的なものから他の凡例との中間的なものまである。

以下に各植物群落の概要を述べる。また、群落区分に用いた植生調査地点の位置と組成表は資料編に添付した。

・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、ヌマガヤなど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まってみられる。

・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、ホロムイスゲなどが優占する群落である。

・ミカヅキグサ群落

ミカヅキグサが優占し、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。

・ミカヅキグサーヨシ群落

ミカヅキグサ群落と類似しているが、優占するミカヅキグサに加えてヨシが比較的高い被度で生育する。ミカヅキグサ群落と同様な立地に分布する。

・ミカヅキグサーイボミズゴケ群落

ミカヅ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。

・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などの抽水植物、沈水の植物ヒメタヌキモなどもみられる。

・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。（文献 h）

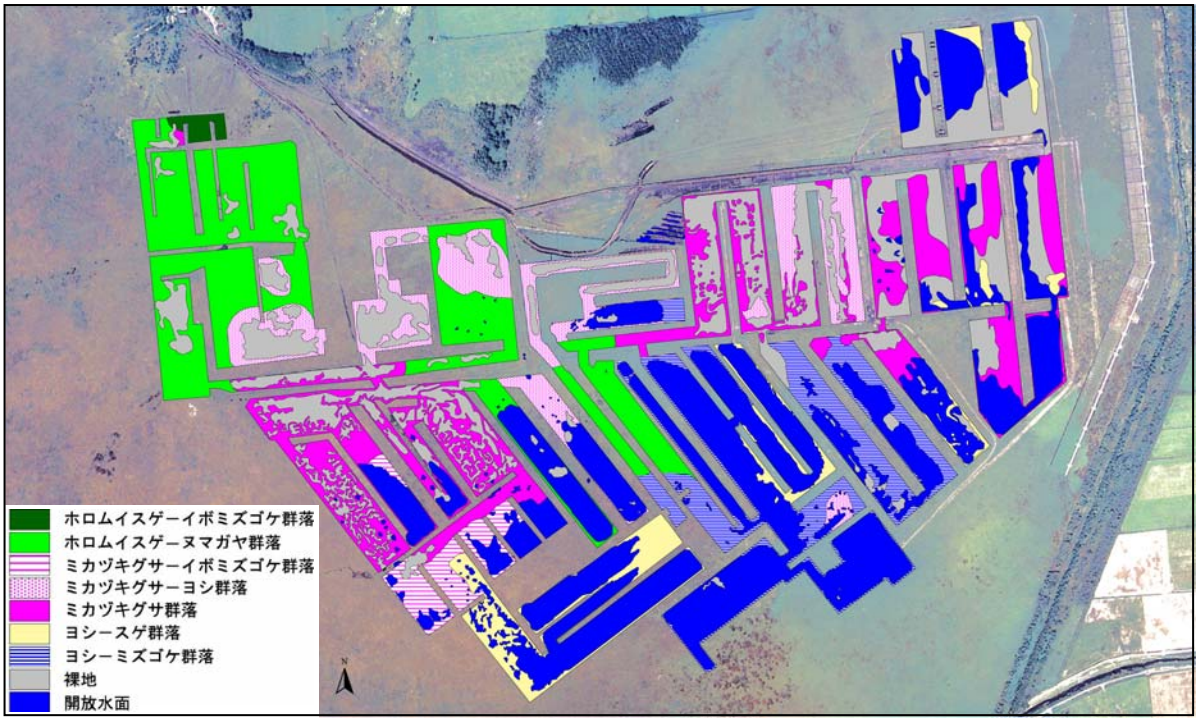


図 10.2.7　泥炭採掘跡地における植生分布

（２）開削・埋塞時期と性状の異なる泥炭の分布

泥炭掘削は、工場の近くから始められ徐々にその範囲を拡大していった（図 10.2.8）。採掘された泥炭は鋳鉄管を介して工場に圧送され、粉砕された後、濾過フィルターから漏れたものは、排水とともに明渠で採掘跡地に戻された。この排水明渠は、採掘の進行に対応して、何度か付け替えが行われた。図 10.2.9 は、1970 年、1975 年、1977 年、1984 年、1989 年、1993 年、2000 年の航空写真から、明渠が開削された年と戻された泥炭残渣などによって採面が閉塞した年を読み取って図示したものである。

工場から戻された泥炭残渣はペースト状になっており（以下「ペースト状泥炭」という）、明渠から近い採面では、ペースト状泥炭が分布する。一方、明渠から離れた採面ではペースト状泥炭の供給がなく、掘削時に切り残されたブロック状の泥炭（以下「ブロック状泥炭」という）が浮遊しているか、これらもなく開水面になっている。両者の中間的な位置にある採面ではペースト状泥炭とブロック状泥炭が混在している。これらの分布を現地で確認したものを図 10.2.10 に示す。（文献 h）

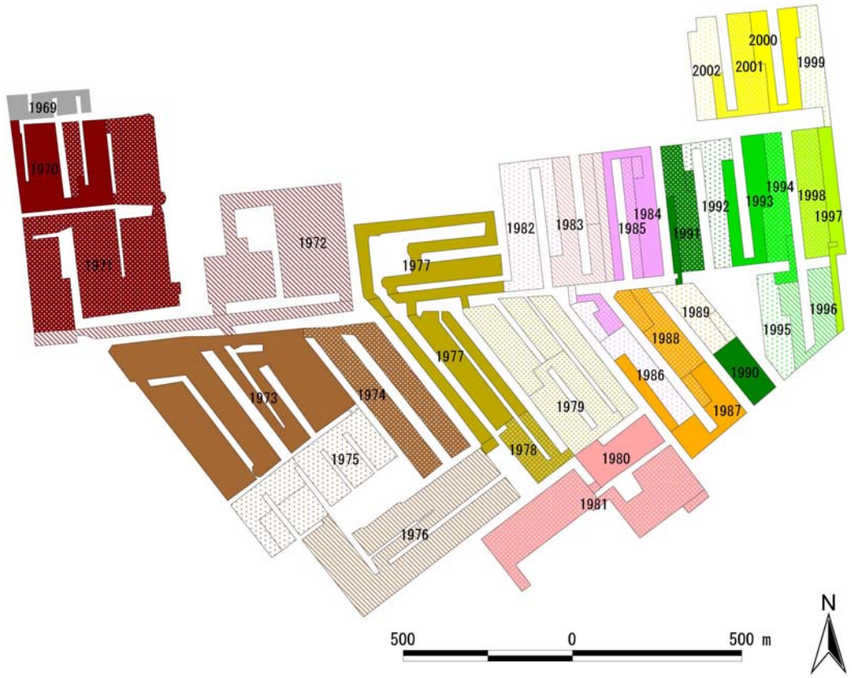


図 10.2.8　採掘地の開削年

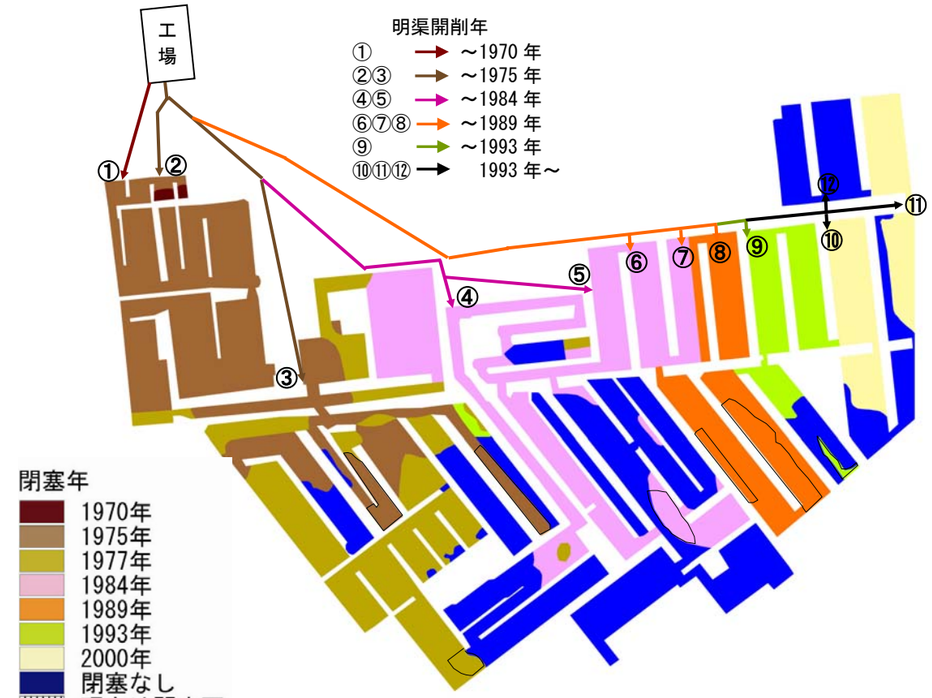


図 10.2.9　採掘地の閉塞年

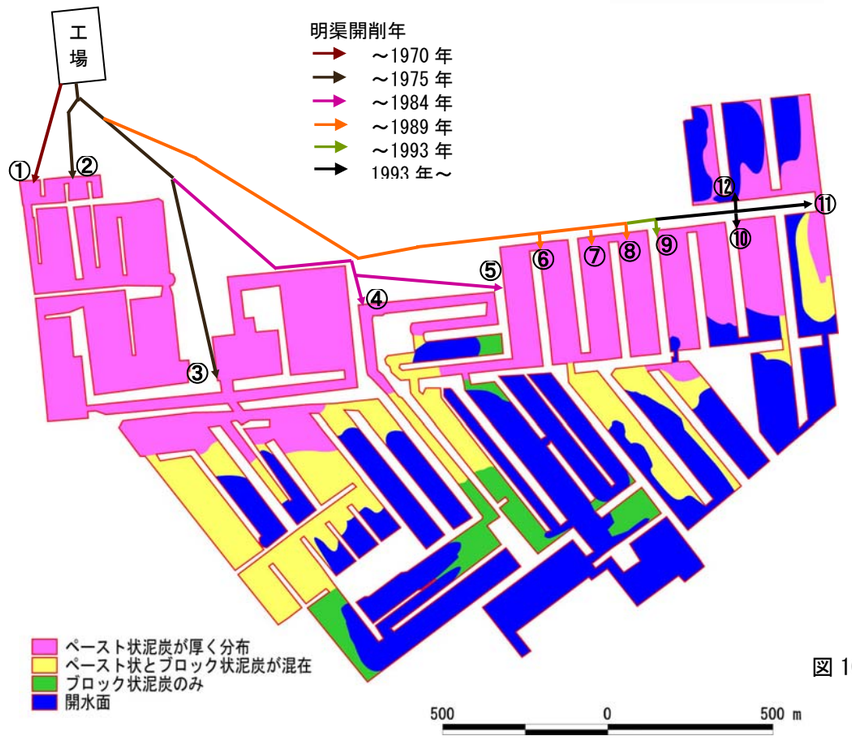


図 10.2.10　ペースト状泥炭の分布状況

（３）陸域（浮島）の堆積構造と植生

泥炭採面の代表的な箇所（６箇所）において横断測線を設け、ピートサンプラーを用いたコア採集による堆積構造の把握、水準測量、植生断面模式図の作成を行った。

調査測線の概要と位置を表 10.2.1、図 10.2.11 に示す。 （文献 h）

表 10.2.1　調査測線を設定した泥炭採面の概要

採面№	採掘年	閉塞年	植　　生	基盤を構成する泥炭の状況
1	1969 年	1970 年	ホロムイスゲーイボミズゴケ群落が一面に分布している。最も植生遷移が進行している。	ペースト状。厚く堆積。
6	1970 年	1975 年	ホロムイスゲーヌマガヤ群落がほぼ一面に分布している。採面№１のタイプに次いで植物が多い。	ペースト状。厚く堆積。
9	1971 年	1975 年	ホロムイスゲーミカヅキグサ群落が広がっているが、一部に裸地とミカヅキグサーヨシ群落がある。	ペースト状。厚く堆積。
12	1972 年	1975 年	裸地が広がり、縁辺にわずかにミカヅキグサ群落が分布している。植生遷移の進行が最も遅れている。	ペースト状。厚く堆積。
18	1973 年	1975 年	ミカヅキグサ群落が斑紋状に分布している。	ペースト状とブロック状泥炭が混在。採掘底面まで達さず、水面に浮いている。
29	1975 年	1977 年	ミカヅキグサーヨシ群落が分布している。最も湿潤な状態にあり、ミズゴケが比較的多く生育している。	ペースト状とブロック状泥炭が混在。採掘底面まで達さずに水面に浮いている。層厚は、特に薄い。

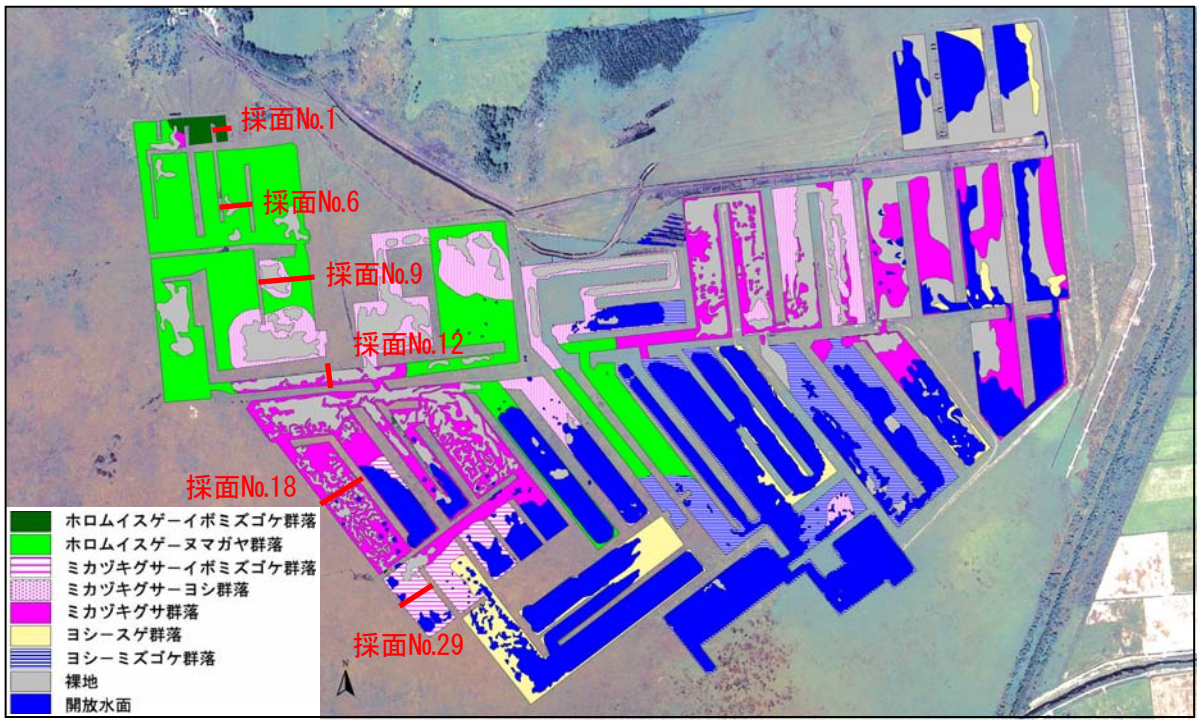


図 10.2.11　調査測線位置

1）採面№.1

①基盤構造

ペースト状泥炭が 3.5m以上の深さまで厚く堆積している。ペースト状泥炭のみが堆積している箇所とペースト状泥炭と植物繊維が混在している箇所がみられる。

地下水位は G.L.-10cm 前後と高い。

ペースト状泥炭
15m地点：深さ 200～250cm

ペースト状泥炭と植物繊維が混在
1m地点：深さ 150～200cm

②植生

ホロムイスゲーイボミズゴケ群落が採面全体に分布している。採面の地表面は全体に過湿状態にあり、ミズゴケが繁茂している。その上に、ホロムイスゲ、ヌマガヤ、ヨシ、サワギキョウ、ナガボノシロワレモコウ、ツルコケモモ、ヤチヤナギ、他の採面ではほとんどみられないホロムイソウやウメバチソウなども生育している。

③評価

典型的な高層湿原植生に近い植生が形成されており、採掘跡地で植生を復元する際のモデルとなる採面である。

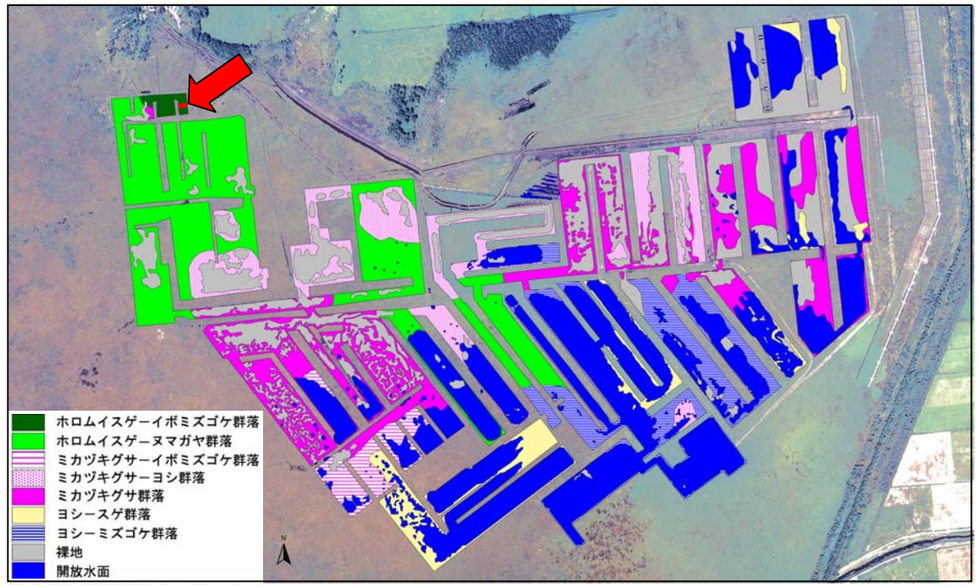
この採面は、1969 年に採掘され、1970 年に閉塞している。閉塞後 7 年を経た 1977 年には、部分的に植物群落が形成されており、18 年を経た 1988 年には採面全体が植生に覆われている。35 年を経た 2005 年現在には、高層湿原植生に近い植生が形成されている。環境条件が整えば、30 年程度で採掘前の植生に近いレベルまで到達できることを示すものである。

（文献 h）

採面No.１測線

1969 年採掘
1970 年閉塞

航空写真による植生の拡大状況の推移（採面No.1）



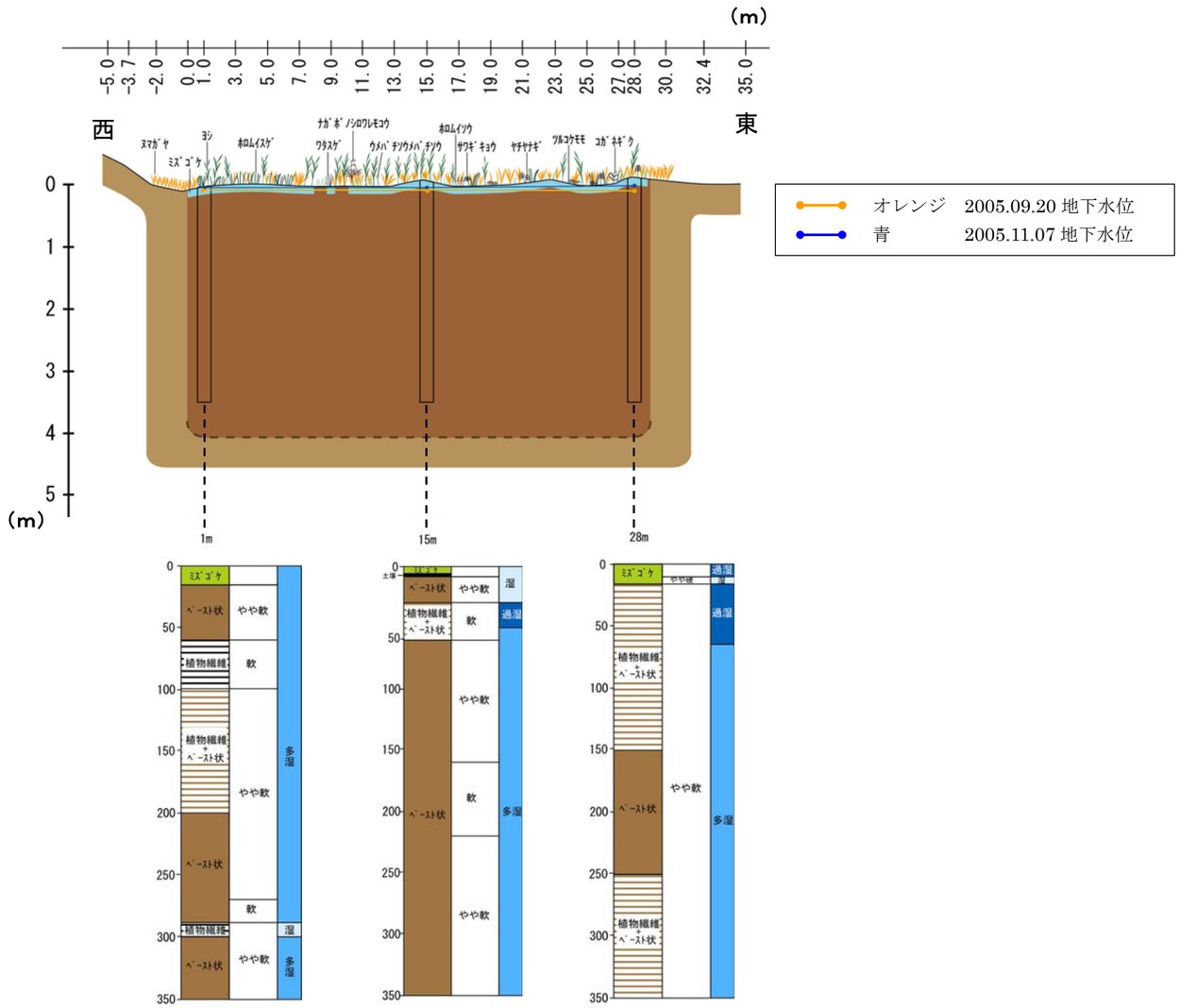


図 10.2.12　基盤構造と植生断面模式（採面No.１測線）

２）採面№６

①基盤構造

ペースト状泥炭が 3.5m以上の深さまで厚く堆積している。ペースト状泥炭のみが堆積している箇所とペースト状泥炭と植物繊維が混在している箇所がみられるが、採面№１と比べて、植物繊維の混入は少ない。なお、５ｍ地点では、深さ 150cm～220cm の間で過湿状態の帯水層がみられた。

地下水位は G.L.-10cm 前後と高い。

②植生

ホロムイスゲーヌマガヤ群落がほぼ一面に分布している。ヨシ、ヌマガヤ、ミカヅキグサが主に生育し、ホロムイスゲ、エゾリンドウ、サワギキョウ、ナガボノシロワレモコウなどが稀に生育している。採面の縁部は過湿状態になっており、ミズゴケも生育している。生育種数は 7～12 種であり、採面№１（12～14 種）に比べると少ないが、裸地がほとんどみられないほどに高い被度で植物が生育している。

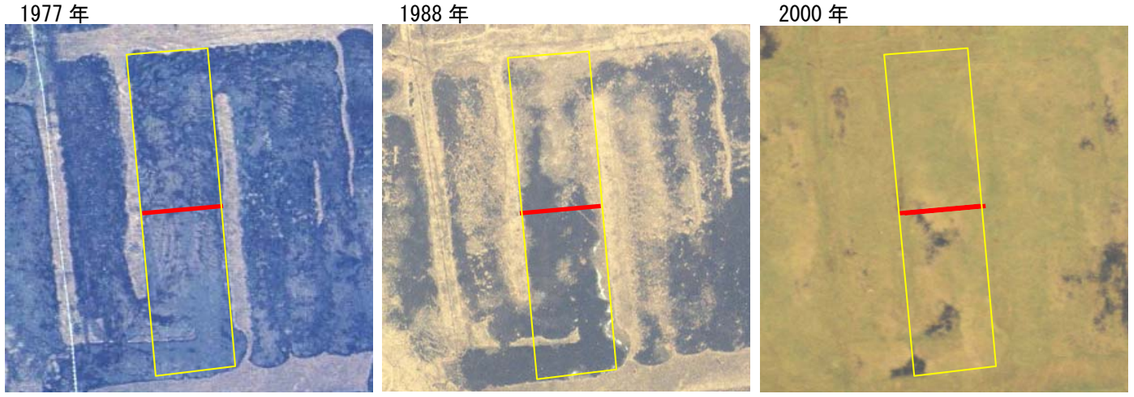
③評価

この採面は、1970 年に採掘され、1975 年には閉塞している。閉塞後最低２年を経た 1977 年には、小規模な植生パッチが散在している。13 年を経た 1988 年には、これらのパッチがつながって、植生が繁茂している部分と裸地の部分が分かれていた。25 年を経た 2000 年には、ほぼ全面が植生に覆われている。採面№1 に続いて植生が発達した段階にあると考えられる。

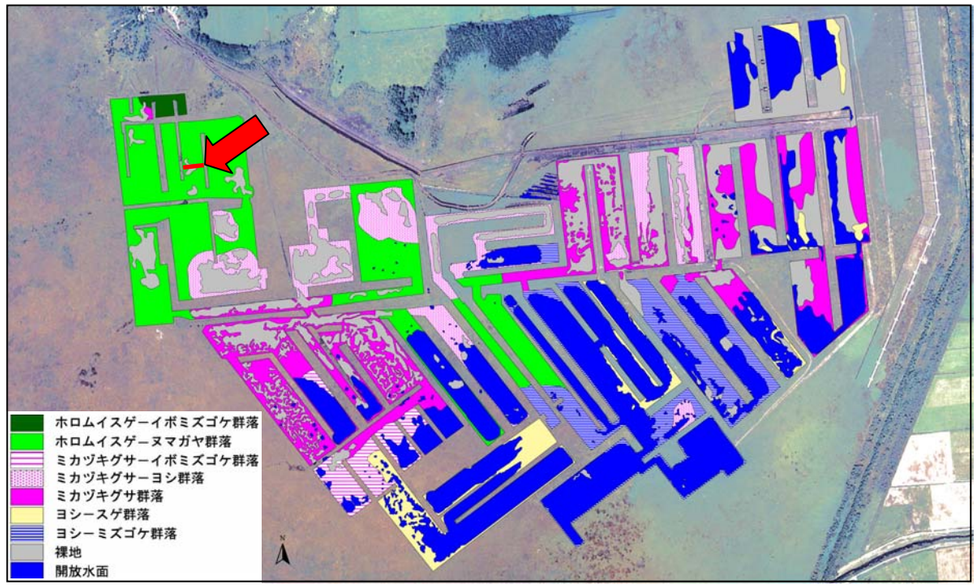
（文献 h）

採面No.６測線

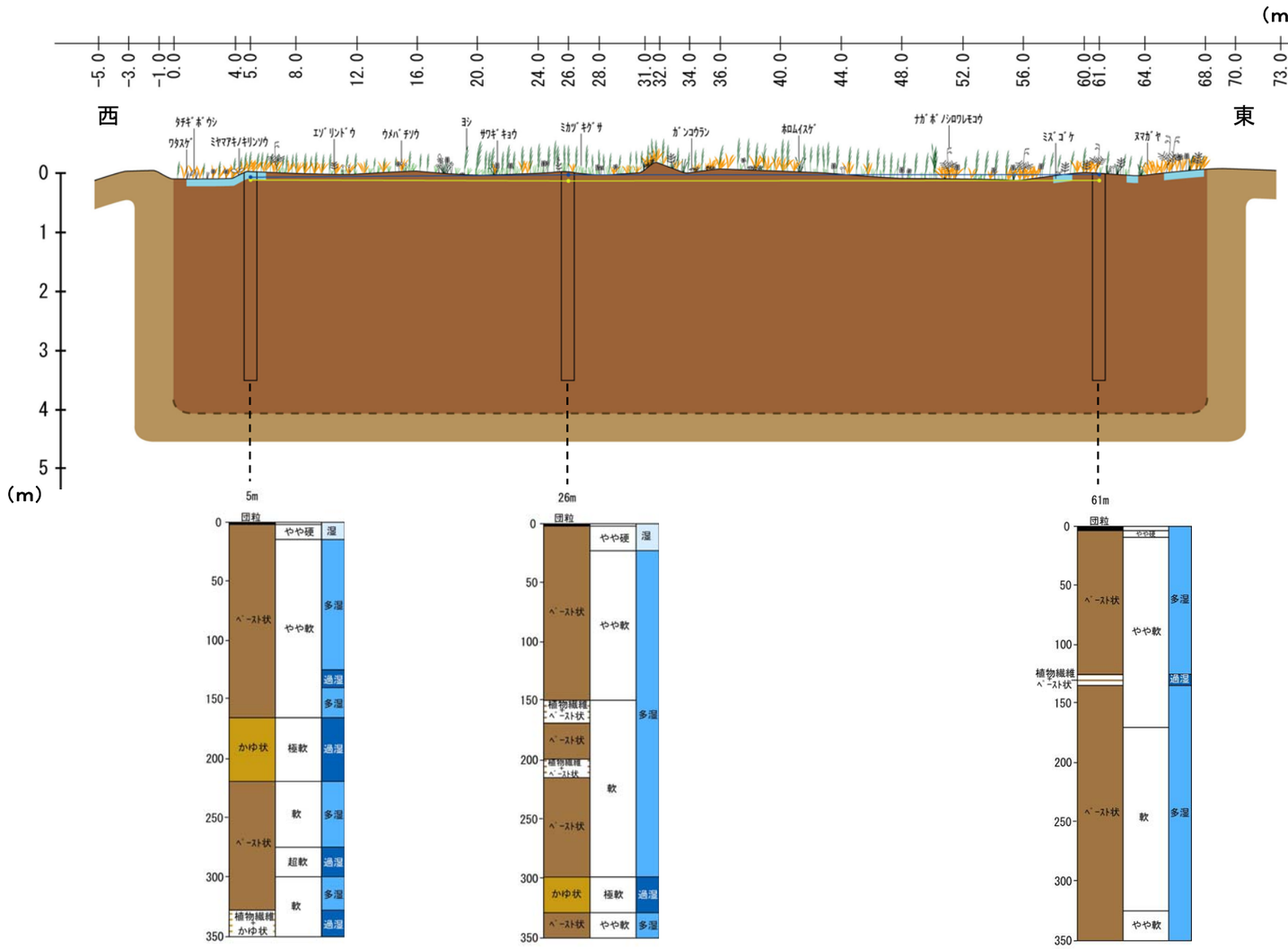
1970 年採掘
1975 年閉塞



航空写真による植生の拡大状況の推移（採面No.6）



調査測線



黄色　2005.09.20 地下水位
青　2005.11.07 地下水位

図 10.2.13　基盤構造と植生断面模式（採面No.６測線）

３）採面№.９

①基盤構造

ペースト状泥炭が堆積しているが、厚く堆積している箇所と、薄い箇所がみられた。16m地点、44m地点、72m地点、85m地点、121m地点、126 地点では、3.5m以上の深さで堆積していた。それに対して、１m地点では層厚が 2m、25m地点では1.5mと薄く、それより下では固形物は採取されなかった。なお、これより下層は、ピートサンプラーでは固形物は採取されなかったものの、昨年度の他の採面での水深計測時に水中にブロック状泥炭が浮遊しているのを観察したことから、同様にブロック状泥炭や細粒物が薄い密度で浮遊していると考えられる。

地下水位は、9 月 20 日は G.L-５～70cm と地下水位の変動の幅が大きいこと、11 月 7 日は G.L.-10cm 前後と高いことが観察された。

②植生

採面の東側に向かうほど植生遷移が進行している傾向がみられる。西縁から 60m 地点までの間は植物が少なく、これより東側の縁（127m）までは植物が高い被度で繁茂している。

採面の西縁にあたる 0～４mまでは、ヌマガヤ、ホロムイスゲ、ミカヅキグサ、ツルコケモモなどが生育している。そこから 20mまでは植物は非常に少なく、裸地にミカヅキグサやホロムイスゲが散生している程度である。20～35mまではホロムイスゲ、ヌマガヤ、ミカヅキグサが密生している。35m～60mは、谷地坊主状のホロムイスゲが散在している。60～75mまではヨシが散生し、その下層にミカヅキグサが生育している。75m～107mまでは、ヨシ、ヌマガヤ、ホロムイスゲが混生している。107～127mではミズゴケが生育し、その上にヌマガヤ、ホロムイスゲ、ヨシの他、ツルコケモモ、ガンコウラン、タチギボウシ、コガネギクなどが生育している。

微地形との関係に着目すると、裸地では、例えば 12m付近のように亀裂があるところに局所的に植物が生育している箇所が多くみられる。ミズゴケは窪地になっている箇所にみられる。

亀裂脇に生育するミカヅキグサ

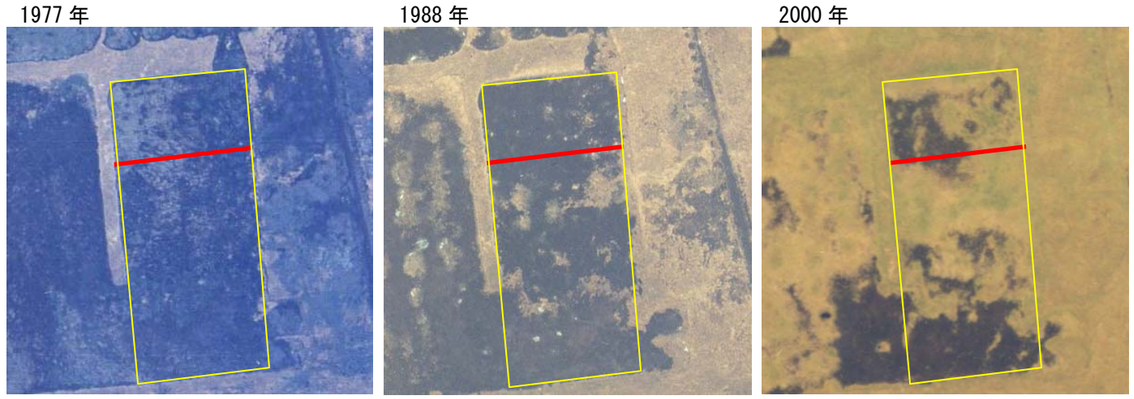
③評価

この採面は、1971 年に採掘され、1975 年には閉塞している。閉塞後最低２年を経た 1977 年には、小規模な植生パッチが散在していることが確認できる。13 年を経た 1988 年も同様の状況である。25 年を経た 2000 年には、これらのパッチがつながって植生が広く覆っているが、一部に裸地が残っている。測線上では、西半分が裸地、東半分が植生に覆われている。この採面は、採面№.６とほぼ同時期に採掘と閉塞を経ているが、やや植物の侵入・定着が遅れているといえる。

（文献 h）

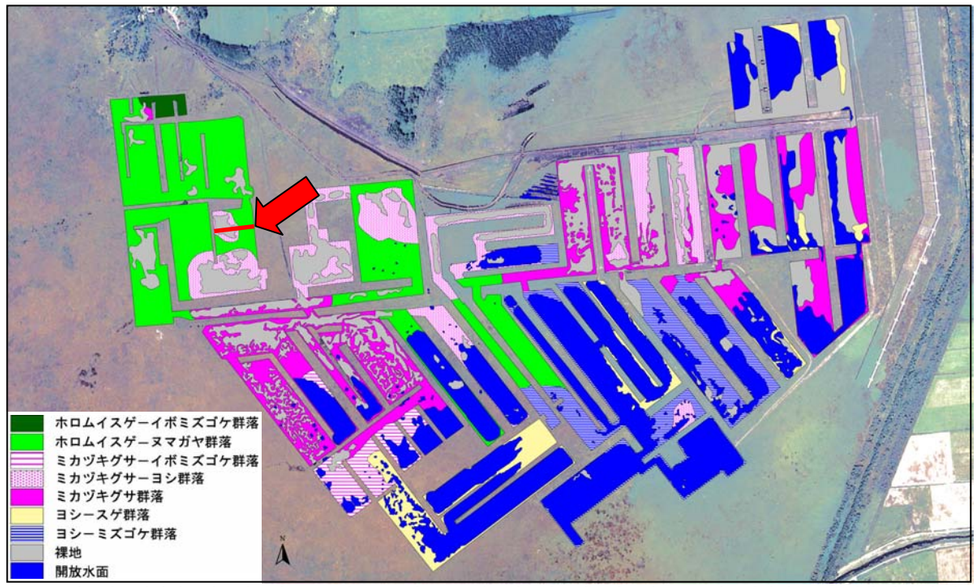
採面No.９測線

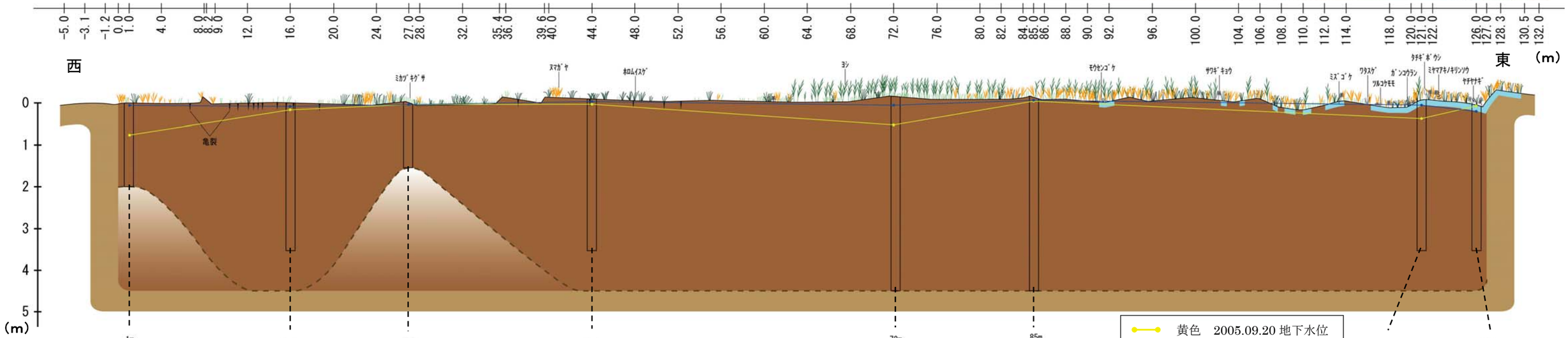
1971 年採掘
1975 年閉塞

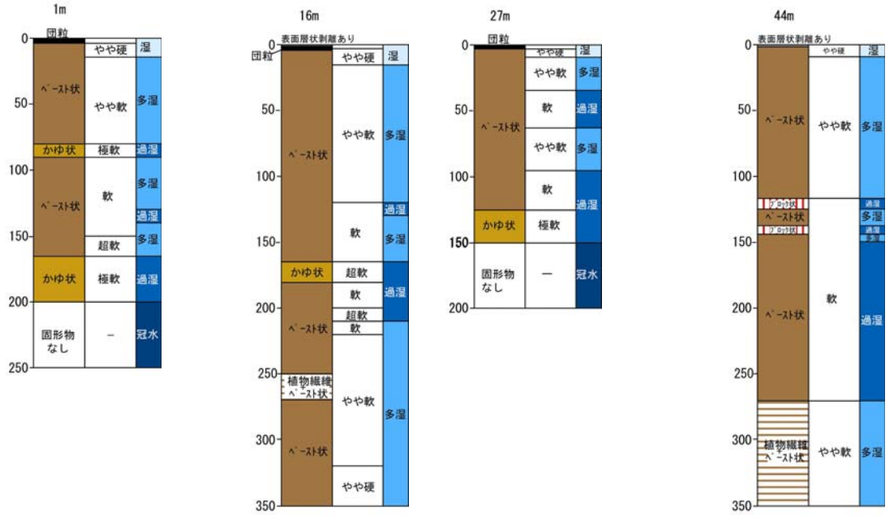


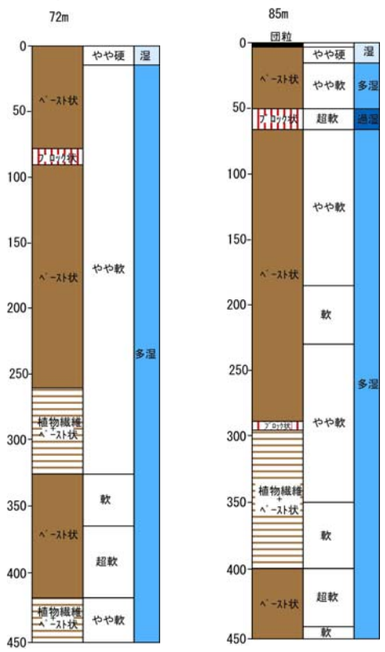
航空写真による植生の拡大状況の推移（採面No.9）

調査測線









黄色　2005.09.20 地下水位
青　2005.11.07 地下水位

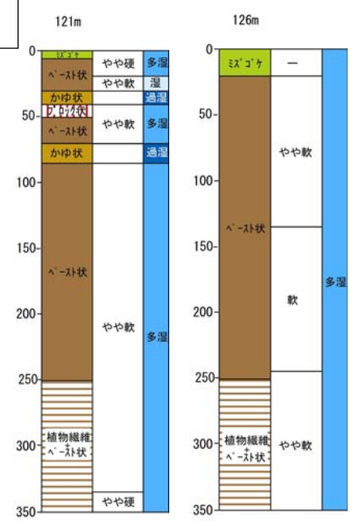


図 10.2.14　基盤構造と植生断面模式（採面No.９測線）

4）採面№１２

①基盤構造

ペースト状泥炭が 3.5m以上の深さまで厚く堆積している。ほとんどの調査箇所で純粋なペースト状泥炭が堆積しており、植物繊維の混入はほとんど見られなかった。

地下水位は、9 月 20 日は G.L-14～74cm と地下水位の変動の幅が大きいこと、11 月 7 日は G.L.-10cm 前後と高いことが観察された。

②植生

裸地が広がり、縁辺にわずかにミカヅキグサ群落が分布している。北縁から４ｍまではミカヅキグサが密生し、4～27mは裸地であり、ごく稀にミカヅキグサあるいはヌマガヤが単体で生育している。27～29mは、ヌマガヤが密生し、ミカヅキグサ、ホロムイスゲなどが生育している。

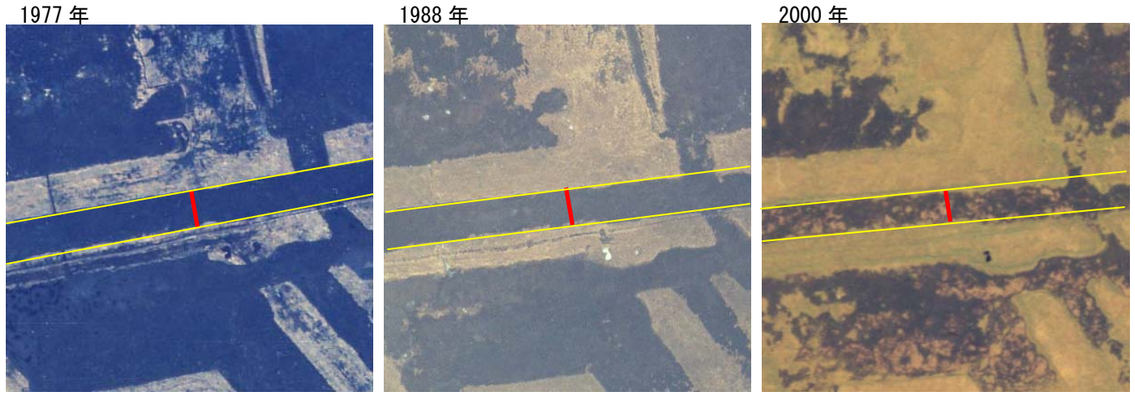
③評価

この採面は、1972 年に採掘され、1975 年には閉塞している。閉塞後２年を経た 1977 年、13 年を経た 1988 年ともに植生はほとんどみられない。30 年を経た 2005 年でも、ほとんど裸地状態である。この採面は、採面№６、9 とほぼ同時期に採掘と閉塞を経ているが、植物の侵入・定着がほとんど進んでいない。植物の生育を阻害する要素を最も有しており、泥炭採掘跡地で植生を復元する際に生育阻害要因の解明と対策を検討する際に着目すべき採面である。

（文献 h）

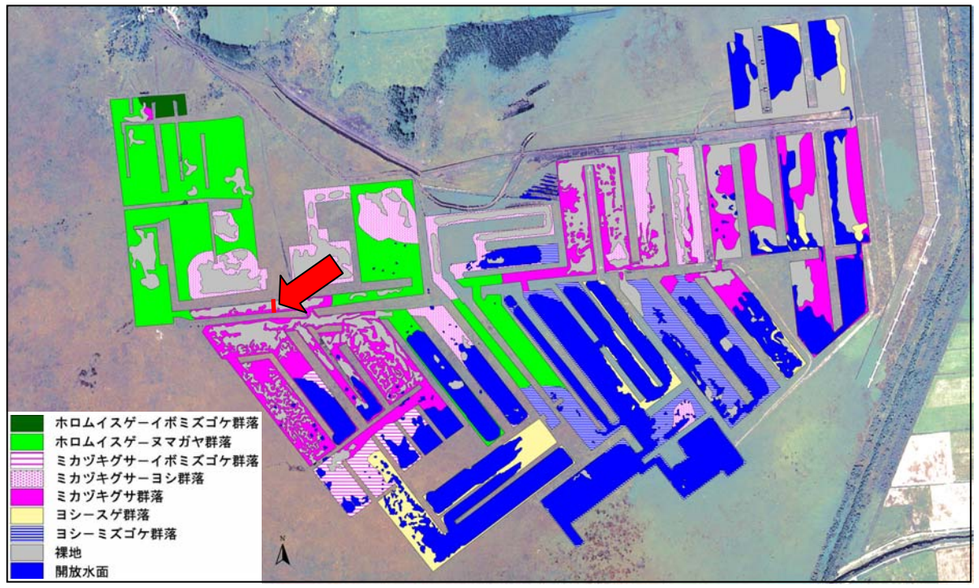
採面No.１２測線

1972 年採掘
1975 年閉塞



航空写真による植生の拡大状況の推移（採面No.12）

調査測線



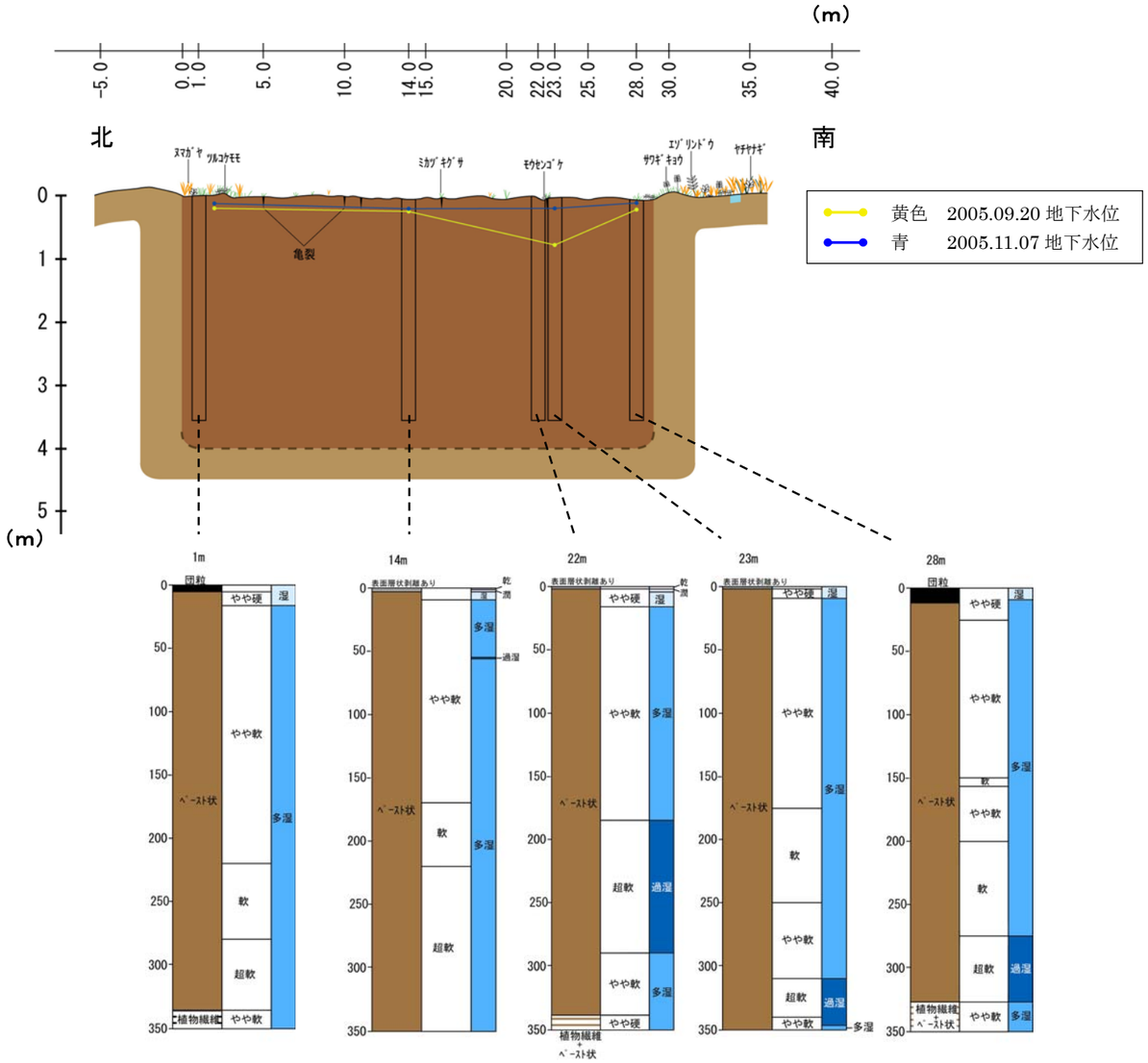


図 10.2.15　基盤構造と植生断面模式（採面No.１２測線）

5）採面№１８

①基盤構造

ペースト状泥炭が 0.5～2.0ｍの厚さで浮遊している。局所的に切れ間があり、開水面が出現する。ペースト状泥炭のみが堆積している箇所とペースト状泥炭と植物繊維が混在している箇所がみられる。

地下水位は G.L.-10cm 前後と高い。

②植生

ミカヅキグサが優占して生育種が非常に少ない群落が多く、裸地もみられる。しかし、凹地や水際には局所的にミズゴケが生育し、その上にヌマガヤ、ホロムイスゲ、サワギキョウ、ツルコケモモ、モウセンゴケなどが混生する群落がみられる。

③評価

この採面は、1973 年に採掘され、1975 年に閉塞している。閉塞後最低 2 年を経た 1977 年はほとんど植生がみられず、13 年を経た 1988 年には小規模な植生パッチがみられる。25 年を経た 2000 年もややパッチサイズが大きくなっているが、斑紋上に植生パッチが散在しており、全面を植生が覆うまでには達していない。

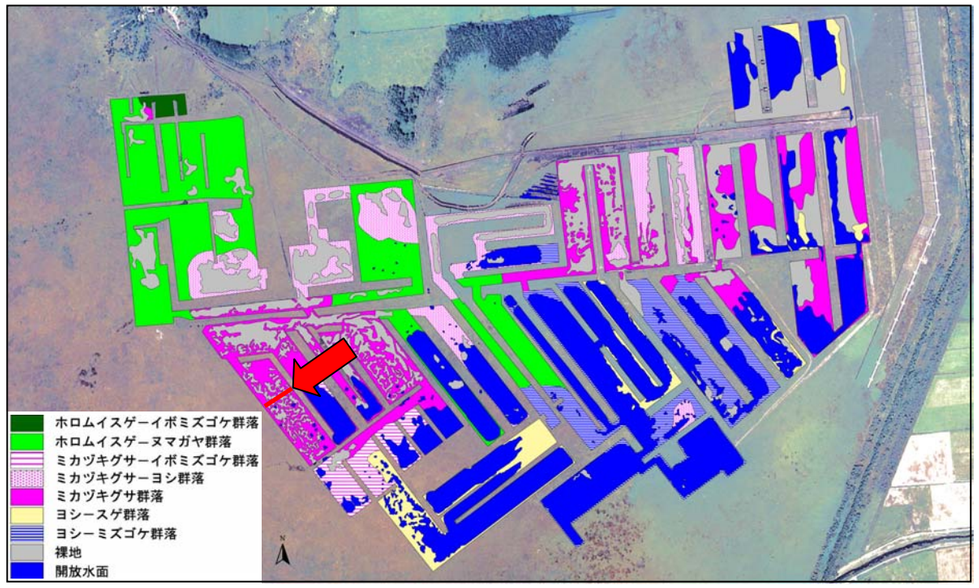
この採面は、採面№12 より遅く開削されているが、同採面より植物の定着は進んでいる。水面が散在していること、基盤の層厚が薄いことなどが水分条件の面で植物の生育に有利に効いている可能性がある。

（文献 h）

採面No.１８測線

1973 年採掘
1975 年閉塞

航空写真による植生の拡大状況の推移（採面No.18）



調査測線

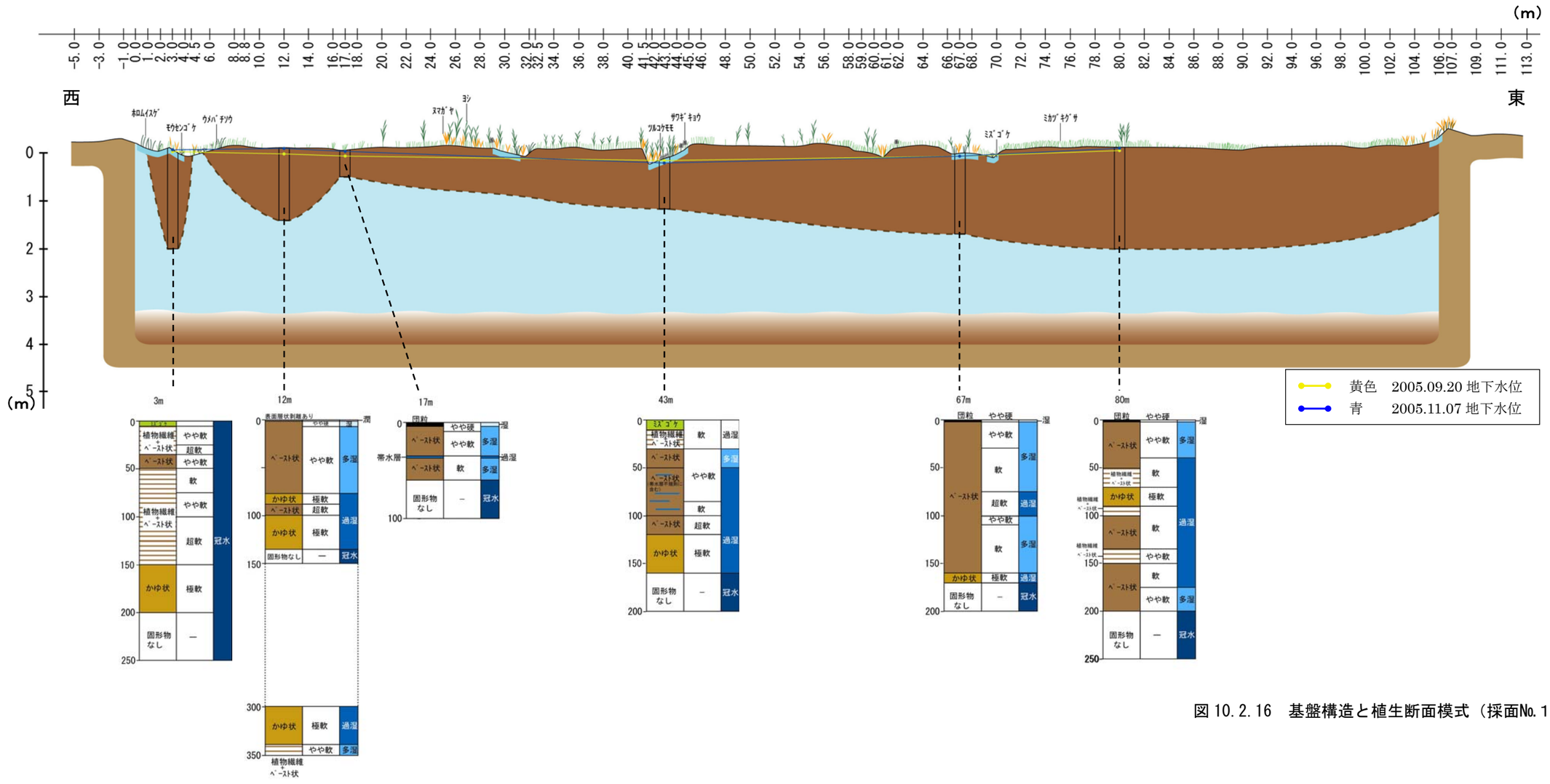


図 10.2.16　基盤構造と植生断面模式（採面No.１８測線）

6）採面№２９

①基盤構造

ペースト状泥炭が 0.5～2.5mの厚さで浮遊している。全体的に層厚は薄く、人間が乗ると揺れて歩行が困難なほど軟弱である。所々に切れ目があり開水面が現れている。

地下水位は G.L.-4cm より高く、冠水している箇所もある。

②植生

全体に過湿状態にあり、凹地や水際、採面の縁にはミズゴケが繁茂し、その上にホロムイスゲ、ヌマガヤ、ミカヅキグサ、ヨシ、サワギキョウ、モウセンゴケなどが生育している。ミズゴケの生育していない箇所では、ミカヅキグサが優占する単調な群落が分布している。

③評価

この採面は、1975 年に採掘され 1977 年には閉塞している。ただし、完全には閉塞せずに所々に水面が残されている。閉塞後 11 年を経た 1988 年には、1977 年とほぼ同様の閉塞状況で、陸地には植生パッチが散在している。23 年を経た 2000 年も水面は残っており、陸地の植生パッチは拡大している。

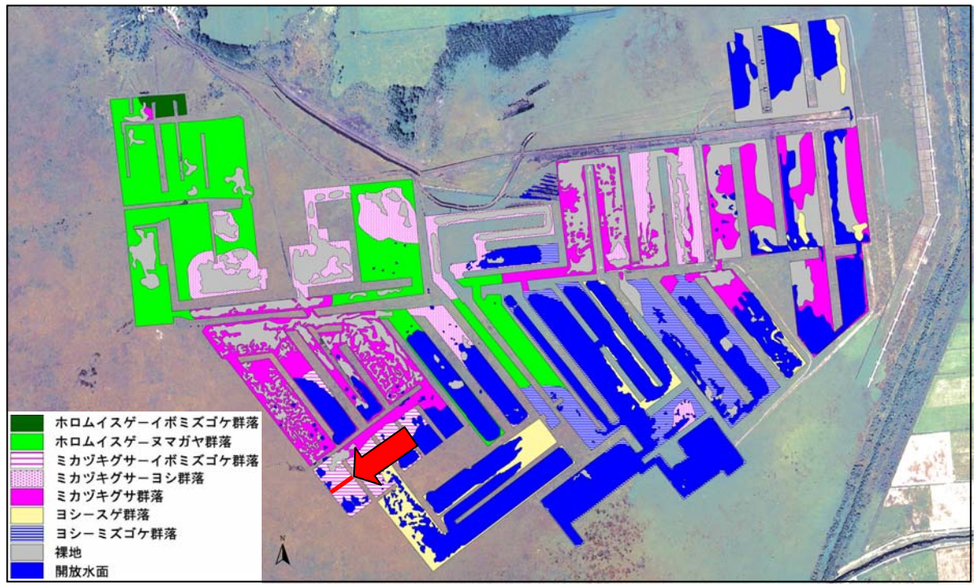
この採面は、全体に冠水状態に近いほど過湿状態にある。水分条件が異なることから、他の採面とは異なる遷移系列にある可能性がある。水分条件に恵まれていることから、今後もミズゴケの分布は拡大し、生育種も増加すると予想される。

水面との比高差が少ない人工浮島を創出した場合や、採面に水面を創出した場合に形成される植生のモデルになると考えられる。（文献 h）

採面№２９測線

1975 年採掘
1977 年閉塞

航空写真による植生の拡大状況の推移（採面№29）



調査測線

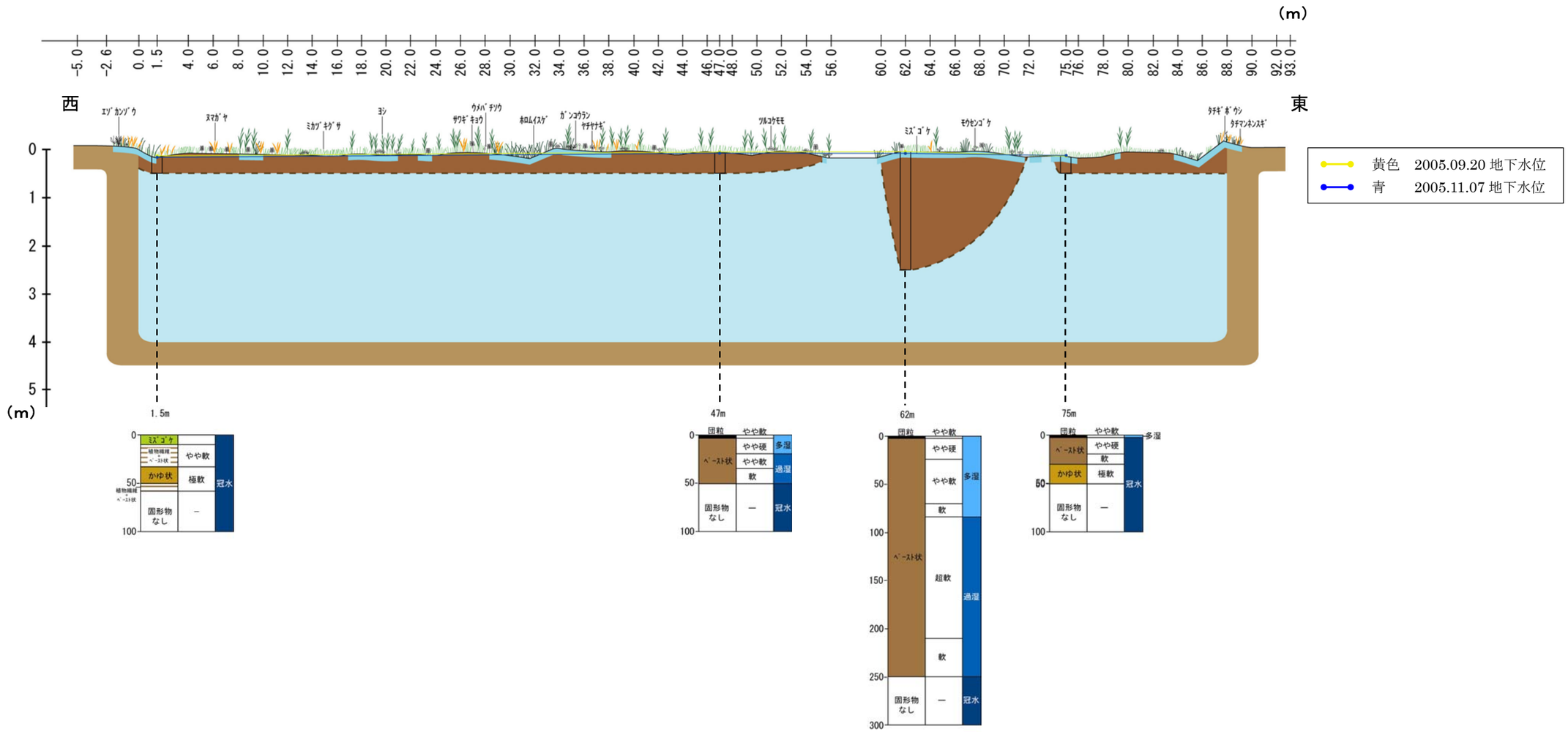


図 10.2.17　基盤構造と植生断面模式（採面№２９測線）

10.2.3　裸地における植物の生育阻害要因の検討

（１）植生の拡大状況

過去３年代の航空写真を判読し、植生の拡大状況を把握した。まず、全域における植生の変遷を整理した。次に、調査測線を設置した採面について整理した。

１）全域における変遷

1977 年、1988 年、2000 年の航空写真を図 10.2.19 に示す。先に概説したように時の経過とともに掘削後に形成された陸域に植生が形成されていっていることが読み取れる。

各年代において、植生の分布範囲を判読し、ペースト状泥炭の分布状況および閉塞年が異なる箇所毎に陸域面積と植生面積を計測した。これらを集計して、ペースト状泥炭の分布状況が異なる立地毎に、閉塞後年数と植生面積割合の変遷を整理した。この集計をするにあたっては、採面が閉塞すなわち植物が生育する基盤ができてからの年数によって植生がどのように拡大していくのかをみるために、航空写真の年代毎ではなく閉塞後の年数毎に整理した。

作業にあたっては、まず 1977・1988・2000 年それぞれに、ペースト状泥炭の分布状況と閉塞年（平成 16 年度調査で明らかにされている）の組み合わせが異なるパッチ毎に、陸域と植生の面積を計測した。次に、パッチ毎に閉塞後年数を算出し、同じ年数のパッチの陸域と植生の面積を合計して植生面積割合を算出した。

例えば、1977 年に閉塞後 5 年であるパッチ（A）は 1988 年には閉塞後 16 年、2000 年には 28 年になる。また、この間に掘削が行われ、2000 年に閉塞後 5 年となるパッチ（B）が新たに出現したとする。この場合、年代は異なっていても閉塞してからの年数が同じなので 1977 年のパッチＡと 2000 年のパッチＢは「閉塞後 5 年の箇所」として一括して集計する。1998 年のパッチＡ、2000 年のパッチＡはそれぞれ「閉塞後 16 年の箇所」「閉塞後 16 年の箇所」として集計する（図 10.2.18）。（文献 h）

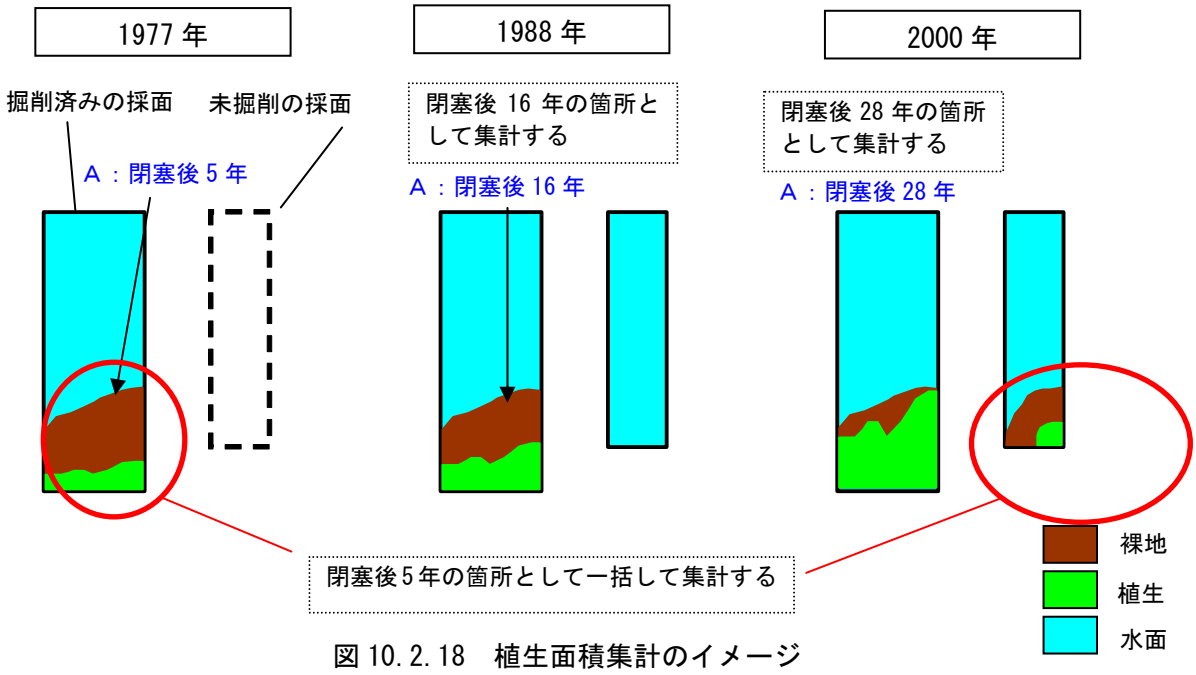
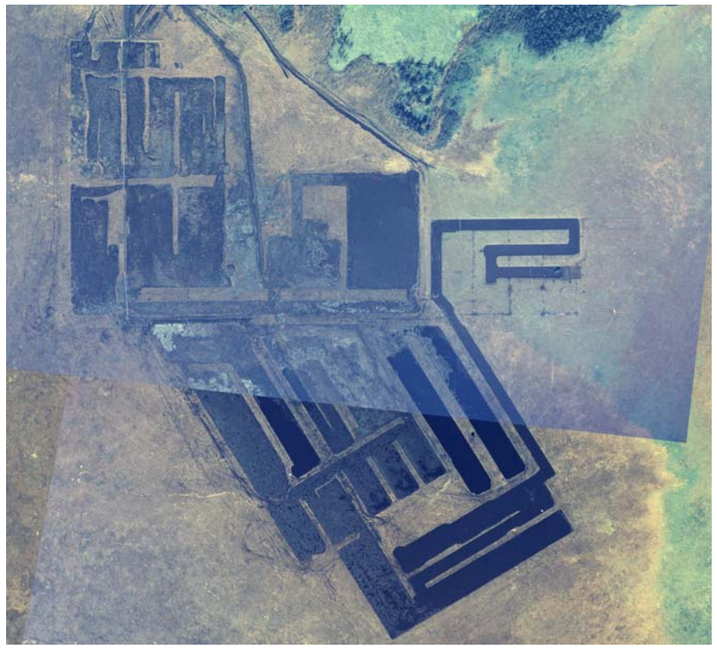


図 10.2.18　植生面積集計のイメージ

1977 年



1988 年

2000 年

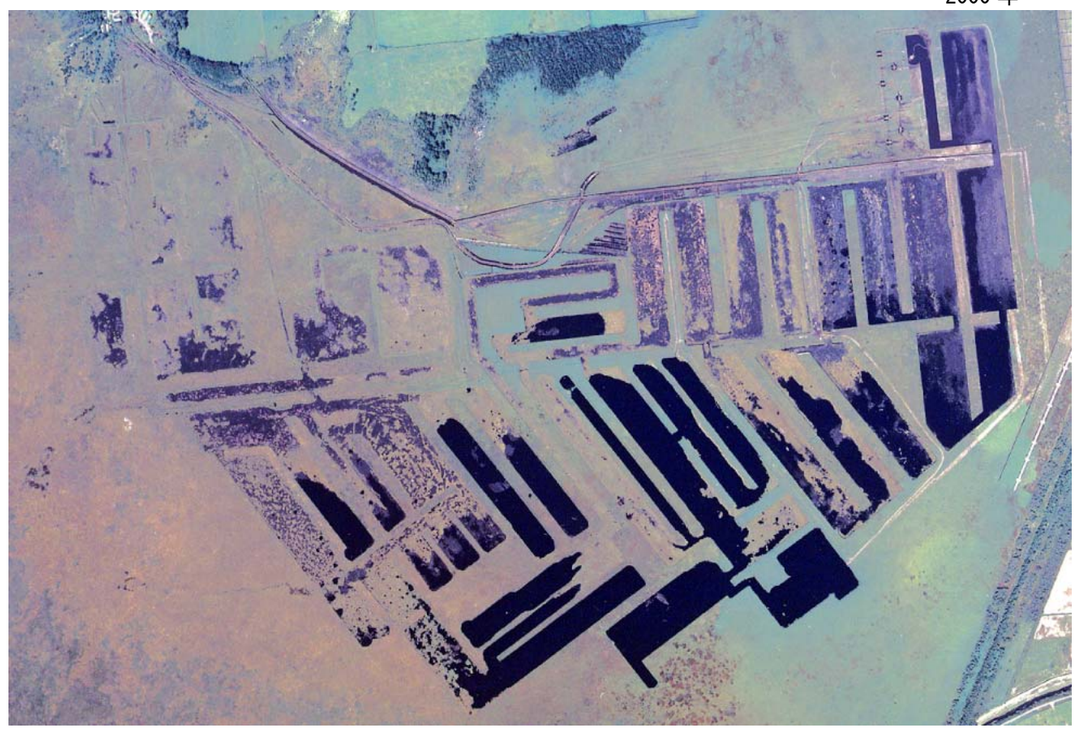


図 10.2.19　泥炭採掘跡地の経年航空写真

ペースト状泥炭の分布状況が異なる立地毎に、閉塞後年数と植生面積割合の変遷を図10.2.20に示した。これから読みとれる植生の変遷の傾向を以下に述べる。

①ペースト状泥炭分布域

植生面積割合は初期の閉塞後0～5年における21%以下から、年を経るにつれて植生の面積割合が増加している。植物が侵入してから年月をかけて徐々に分布域を拡大していることが読み取れる。

②ペースト状泥炭とブロック状泥炭混在域

植生面積割合は、閉塞後13年までは年により変動があるが閉塞後16年以降は75%を超えている。なお、閉塞後7年目は突発的に90%を超えているが、これに該当する箇所は、既に閉塞している範囲の中に小面積で残されていた水面が閉塞した箇所であり、周囲からの植生の定着が早かったものと思われる。

③ブロック状泥炭分布域

閉塞後5年未満の時期から植生面積割合が40%を超え、16年目には100%に達している。ブロック状泥炭は、切り取られた泥炭が残されたものである。切り取られて間もない時期は泥炭中に含まれる種子や根茎から発芽できた可能性があること、水分条件が恵まれていることが有利に効いていることから、早い時期に植生が拡大したものと思われる。

2）調査測線を設置した採面における変遷

1）では、泥探索掘跡地全体の傾向をみた。なお、同じ性状の泥炭が分布している箇所でも、個々にみると植生の定着が早い箇所と遅い箇所があると思われた。そこで、測線調査によって基盤の状況が確かめられている採面について、過去3年代の植生面積の推移を追跡した。

調査測線を設置した採面の1977年、1988年、2000年の航空写真を図10.2.21に示す。この判読から整理した植生の拡大状況を表10.2.2に示す。　（文献h）

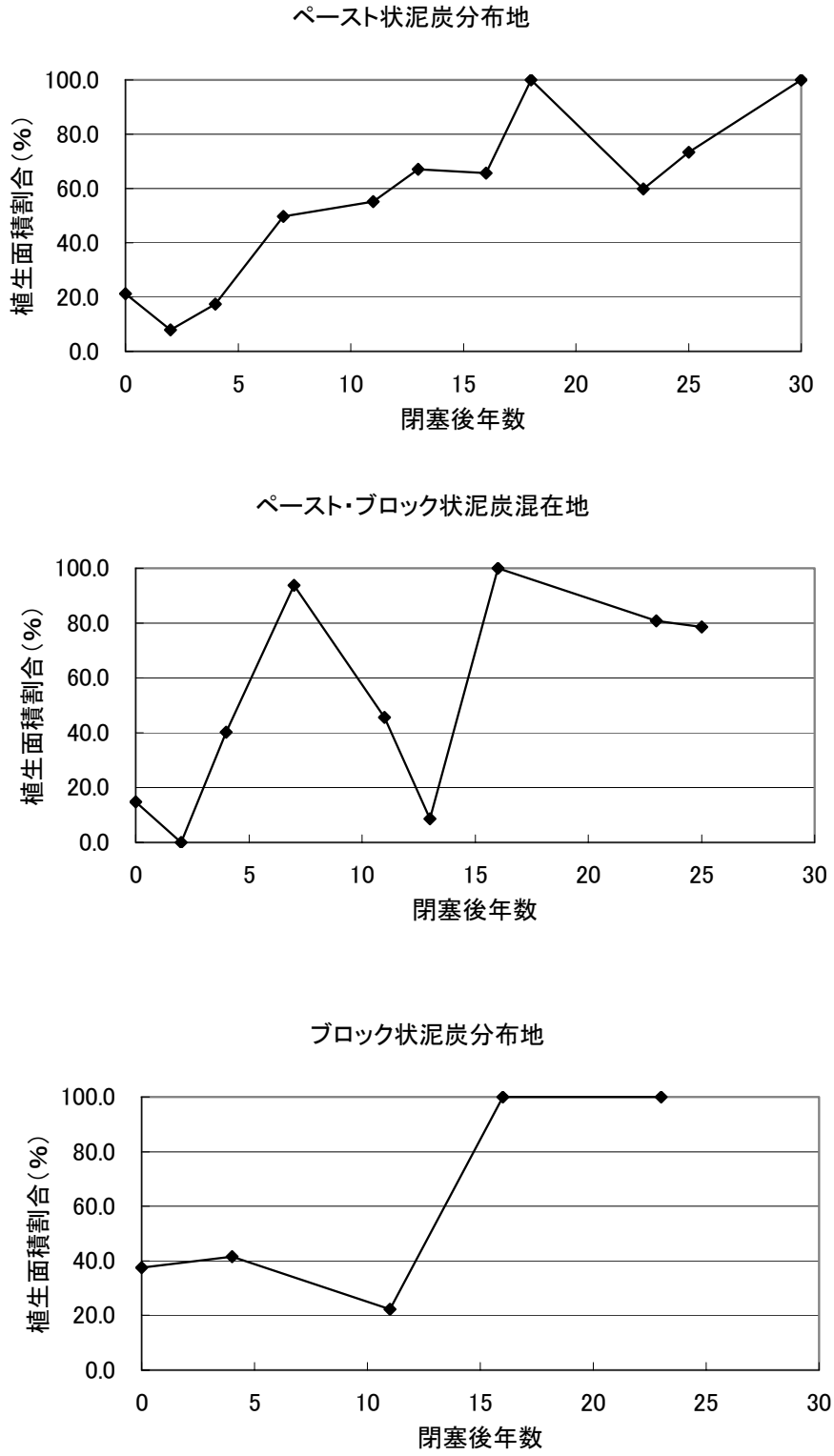
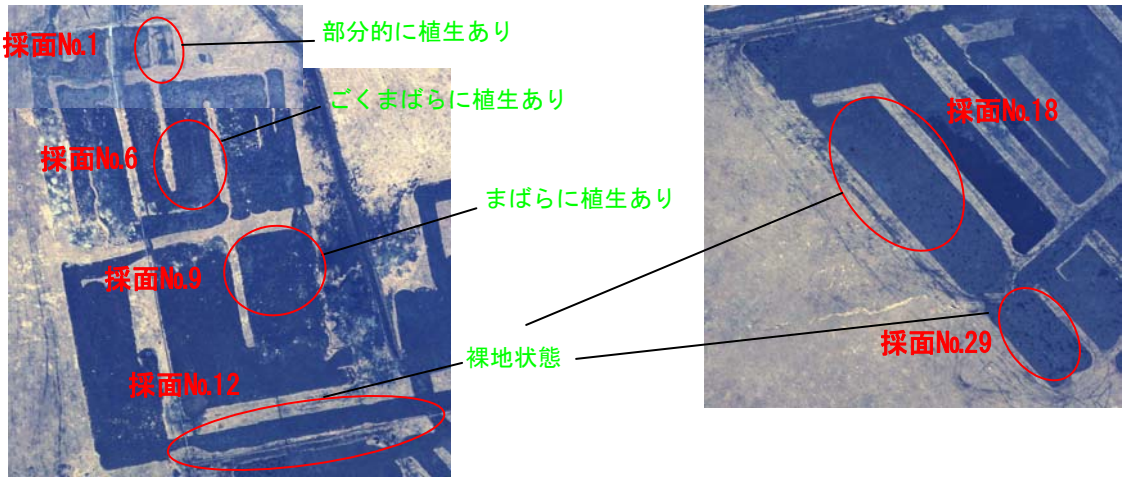
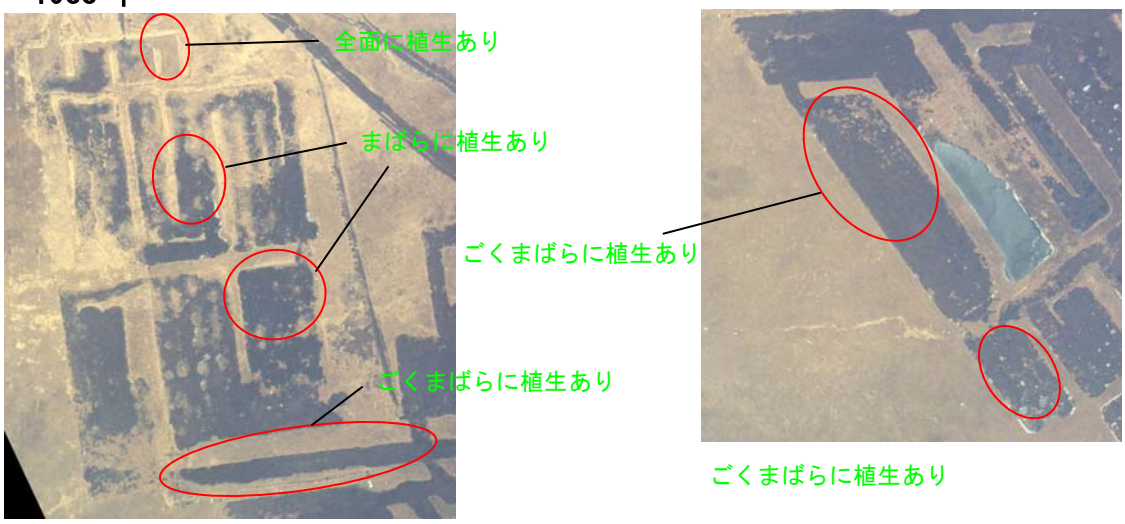


図 10.2.20　泥炭採掘跡地全域における閉塞後年数と植生面積割合の推移

1977 年



1988 年



2000 年

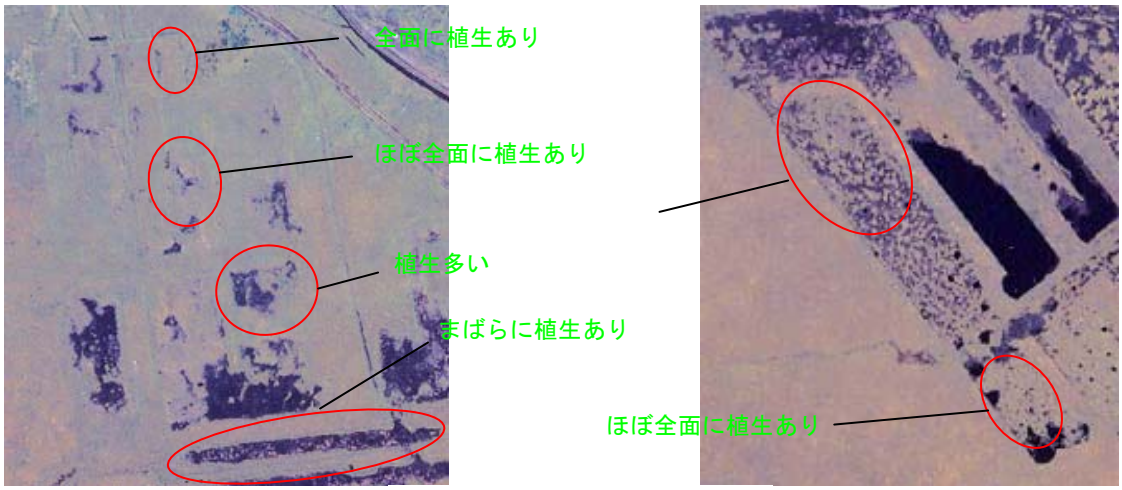


図 10.2.21　植生の変遷

表 10.2.2　各泥炭採面における植生拡大の経緯

No.	採掘年	閉塞年	経　過	特　徴
1	1969	1970	＜1977 年：閉塞後 7 年＞ 部分的に植物群落が形成 ＜1988 年：閉塞後 18 年＞ 採面全体を植生が覆う ＜2000 年：閉塞後 30 年＞ 採面全体を植生が覆う	閉塞後 20 年で採面全体を植生が覆うようになり、30 年で高層湿原植生に近い植生（ホロムイスゲーイボミズゴケ群落）が形成されている。
6	1970	1975	＜1977 年：閉塞後 2 年＞ 小規模な植生パッチが散在 ＜1988 年：閉塞後 13 年＞ 植生パッチがつながって拡大 ＜2000 年：閉塞後 25 年＞ ほぼ全面を植生が覆う	閉塞後 25 年で採面全体を植生が覆うようになり、ホロムイスゲーヌマガヤ群落が分布している。
9	1971	1975	＜1977 年：閉塞後 2 年＞ 小規模な植生パッチが散在 ＜1988 年：閉塞後 13 年＞ 小規模な植生パッチが散在 ＜2000 年：閉塞後 25 年＞ 植生パッチがつながって植生が広く覆うが一部に裸地が残る	閉塞後 25 年で採面全体を植生が覆うようになり、ホロムイスゲーヌマガヤ群落が分布している。採面No.6 とほぼ同時期に採掘と閉塞を経ているが、やや植物の侵入・定着が遅れている。
12	1972	1975	＜1977 年：閉塞後 2 年＞ 植生はほとんどみられない ＜1988 年：閉塞後 13 年＞ 植生はほとんどみられない ＜2000 年：閉塞後 25 年＞ 植生はほとんどみられない	閉塞後 25 年を経てもほとんど裸地状態である。採面No.6、9 とほぼ同時期に採掘と閉塞を経ているが、植物の侵入・定着がほとんど進んでいない。植物の生育を阻害する要素を最も有していると考えられる。
18	1973	1975	＜1977 年：閉塞後 2 年＞ ほとんど植生がみられない ＜1988 年：閉塞後 13 年＞ 小規模な植生パッチがみられる ＜2000 年：閉塞後 25 年＞ 植生パッチのサイズが大きくなっているが、斑紋状に散在	閉塞後 25 年を経て、ミカヅキグサ群落が斑紋上に分布している状態。採面No.12 より遅く開削されているが、植物の定着は進んでいる。開水面が散在していること、基盤の層厚が薄いことなどが植物の生育に有利に働いている可能性がある。
29	1975	1977	＜1977 年：閉塞後 0 年＞ 閉塞しているが所々に水面が残る ＜1988 年：閉塞後 11 年＞ 同様の閉塞状況で、陸地には植生パッチが散在している ＜2000 年：閉塞後 23 年＞ 水面は残っており、陸地の植生パッチは拡大している	閉塞後 23 年で、ミカヅキグサ－ヨシ群落が陸域を覆っている。全体に冠水状態に近いほど過湿状態であり、他の採面とは異なる遷移系列にある可能性がある。水分条件に恵まれていることから、今後もミズゴケをはじめとする生育種が増加すると予想される。

各採面における閉塞後の年数と植生の面積割合の推移を図 10.2.22 に示す。

①ペースト状泥炭が厚く堆積している採面（採面№1,6,9,12）

№1,6,9 は閉塞後 2～7 年と早い段階から植生面積が 30%を超えている。特に№1 は植物の定着が早く、18 年で 100%に達している。それに対して、№12 は閉塞後 13 年を経ても植生面積は 2%と少なく、植生の定着に長い時間を要していることから、植物の生育を阻害する要因が強く効いている可能性がある。なお、閉塞後 25 年の 2000 年には 37%に達していることから、今後は増加する可能性もある。

②ペースト状・ブロック状混在型の泥炭が薄く集まった浮島状の採面（採面№18,29）

採面№18 と 29 は、閉採後の 11～13 年ではそれぞれ 25%、30%であり、№12 を除く他の採面より少なかったが、その後はこれらを上回る伸び率で植生面積が増加している。基盤が薄く浮島状態となっており、過湿～冠水状態の場所が多いことが有利に働いていると思われる。特に基盤が薄く、過湿～冠水状態の場所が広く占める採面№29 は閉塞後 23 年の 2000 年には 99%とほぼ全域を植生が覆っている。　（文献 h）

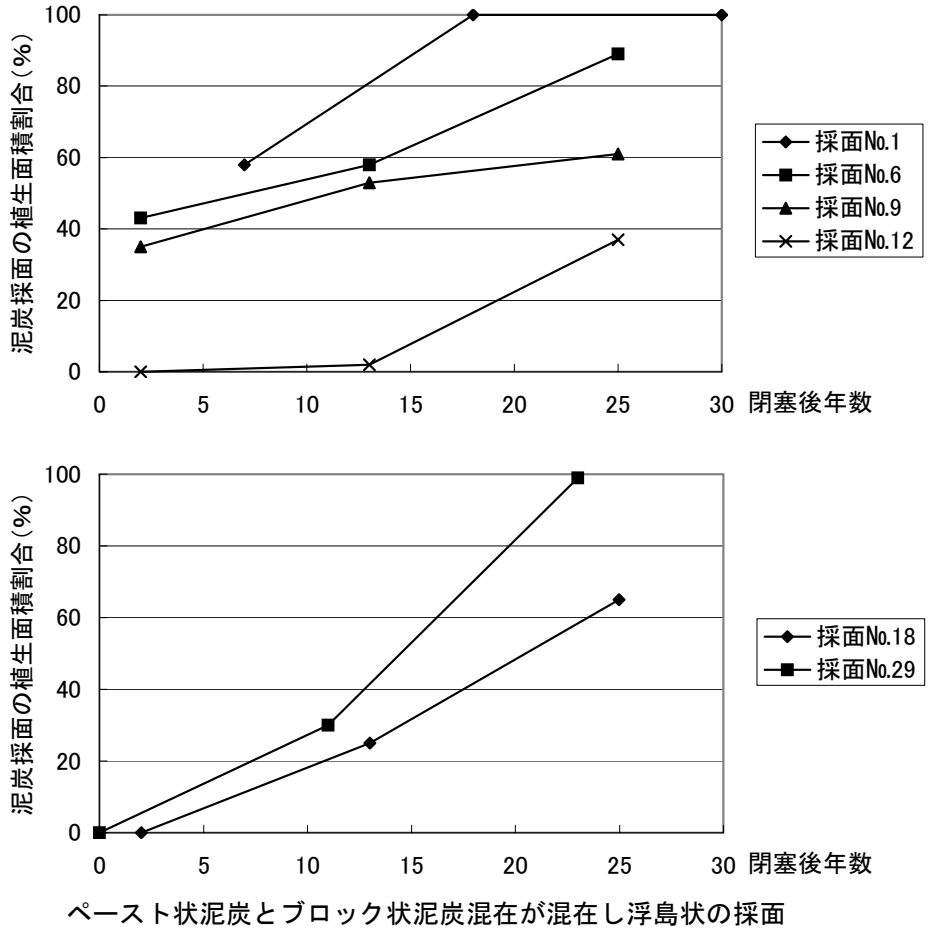


図 10.2.22　採面におけると植生面積の推移

（２）地下水位

地下水位調査結果を表 10.2.3 に示す。

９月 20 日の計測では、採面№.29 の地点がいずれも冠水状態にあった。また、採面№.9 の 1m、68m、121m地点、採面№.12 の 74m地点でそれぞれ、G.L.-77cm、G.L.-68cm、G.L.-45cm、G.L.-74cm と低かった。それ以外の採面の地点では、G.L.-10cm 内外であった。

11 月 7 日の計測では、採面№.9 の 72m、121m、126m、採面№.12 の 2m、13m、17mの地点で G.L.-10cm より低かったが、それ以外の地点では G.L.-10cm より高く湿潤な状態であった。

「平成 16 年度サロベツ自然再生事業再生計画・技術手法検討調査報告書」（環境省、平成 17 年）によると、植物群落と地下水位の対応を解析した結果、ミズゴケが優占する高層湿原植生を再生目標とする場合は、平均地下水位が 10cm 程度、ヌマガヤ群落のような中間湿原植生を再生目標とする場合は、平均地下水位 20cm 程度が目安になるとされている。

渇水期のデータを欠いた２回の計測のみのデータであるが、採面の平均地下水位は、裸地の地点でも最も低い採面№.12 の 23m地点で 45cm、その他の地点は 20cm 未満と高い。このことから、採面では、地下水位は植物が生育できないほどには低くはなく、むしろ高層湿原植生ないしは中間湿原植生の成立が可能な範囲にあり、植物の生育を困難にしている要因になっている可能性は低いと考えられる。 （文献 h）

表 10.2.3　地下水位計測結果

採面№.	基点からの距離	相対地下水位(cm)			植　生	
	（m）	05.09.20	05.11.07	平均	植被率（%）	優占種
1	1	4	2	3	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ
	15	11	9	10	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ
	28	16	7	12	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ
6	5	13	9	11	85	ﾐｽﾞｺﾞｹ
	26	15	4	10	60	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ、ヨシ、ﾇﾏｶﾞﾔ
	61	11	2	7	60	ﾇﾏｶﾞﾔ、ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ、ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
9	1	77	5	41	35	ﾇﾏｶﾞﾔ、ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ、ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	16	16	8	12	1	裸地
	27	5	5	5	70	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ、ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ
	44	11	6	9	50	ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ
	72	68	21	44	45	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ、ヨシ
	85	8	7	8	70	ﾇﾏｶﾞﾔ、ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	121	45	12	28	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ、ﾇﾏｶﾞﾔ
	126	2	15	9	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ
12	2	20	12	16	90	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	14	19	13	16	1	裸地
	23	74	17	45	2	裸地
	28	14	4	9	90	ﾇﾏｶﾞﾔ
18	3	2	0	1	70	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	12	12	1	7	1	裸地
	17	11	2	7	70	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	43	3	8	6	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ
	67	6	6	6	65	ﾐｽﾞｺﾞｹ、ﾎﾛﾑｲｽｹﾞ
	80	6	1	3	80	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
29	1.5	−4	0	−2	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ、ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	47	−1	1	0	95	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ
	62	0	4	2	100	ﾐｽﾞｺﾞｹ
	75	−1	−3	−2	95	ﾐｶﾂﾞｷｸﾞｻ

（３）土壌水分

採面№12 において、裸地および異なるタイプの植物群落から 10 地点を選定し、土壌水分を計測した。調査地点の植生の概要は表 10.2.4 に示すとおりである。また、その調査地点周辺の植生の概要は図 10.2.23 に示すとおりである。

表 10.2.4　調査地点の植生

地点№	植　生
1	裸地
2	裸地
3	裸地
4	裸地
5	裸地
6	ミカヅキグサ群落前線部（植被率１％）
7	ミカヅキグサ群落前線部（植被率１0%）
8	ミカヅキグサ群落中心部（植被率 90%）
9	ヨシ群落
１０	ヌマガヤ群落

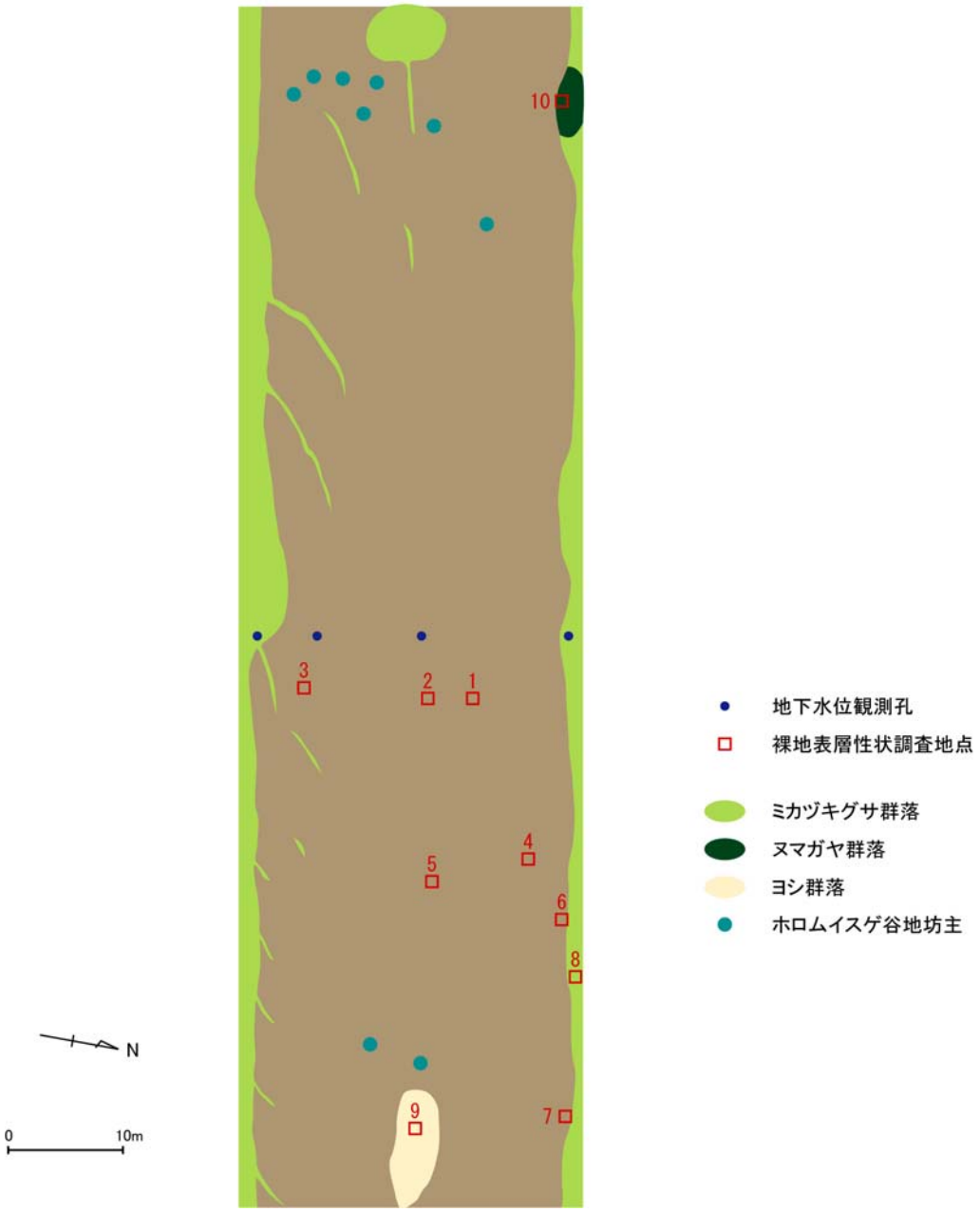


図 10.2.23　調査地点周辺の植生概要

7 月 30 日の計測結果を図 10.2.24 に、9 月 25 日の計測結果を図 10.2.25 に示す。

裸地の深さ 1cm の層で土壌水分が低く、それより深い層ではどの地点でも大きな相違はなかった。この傾向は、渇水期である 7 月 30 日に顕著であった。

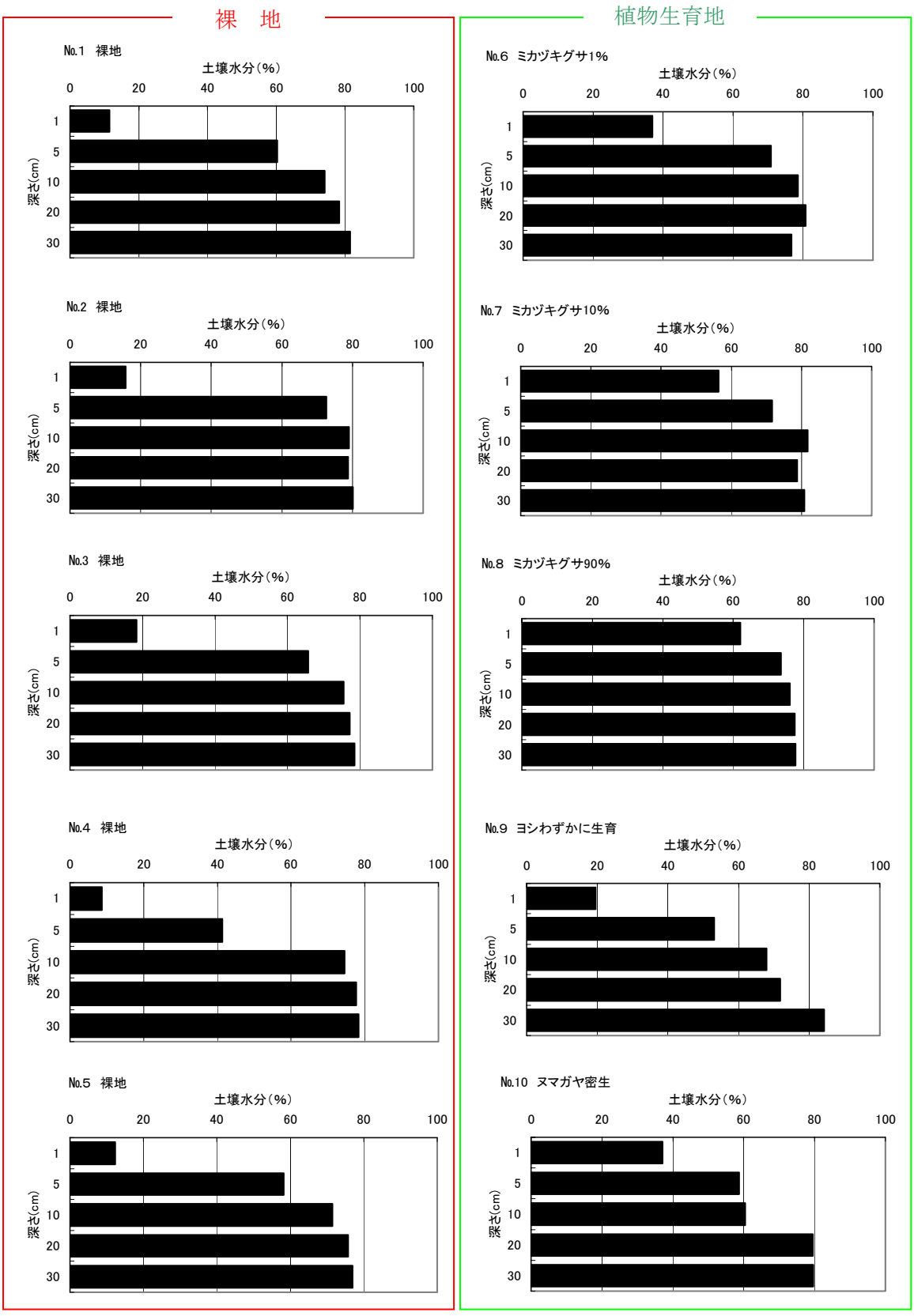


図 10.2.24　土壌水分調査結果（2006 年 7 月 30 日計測）

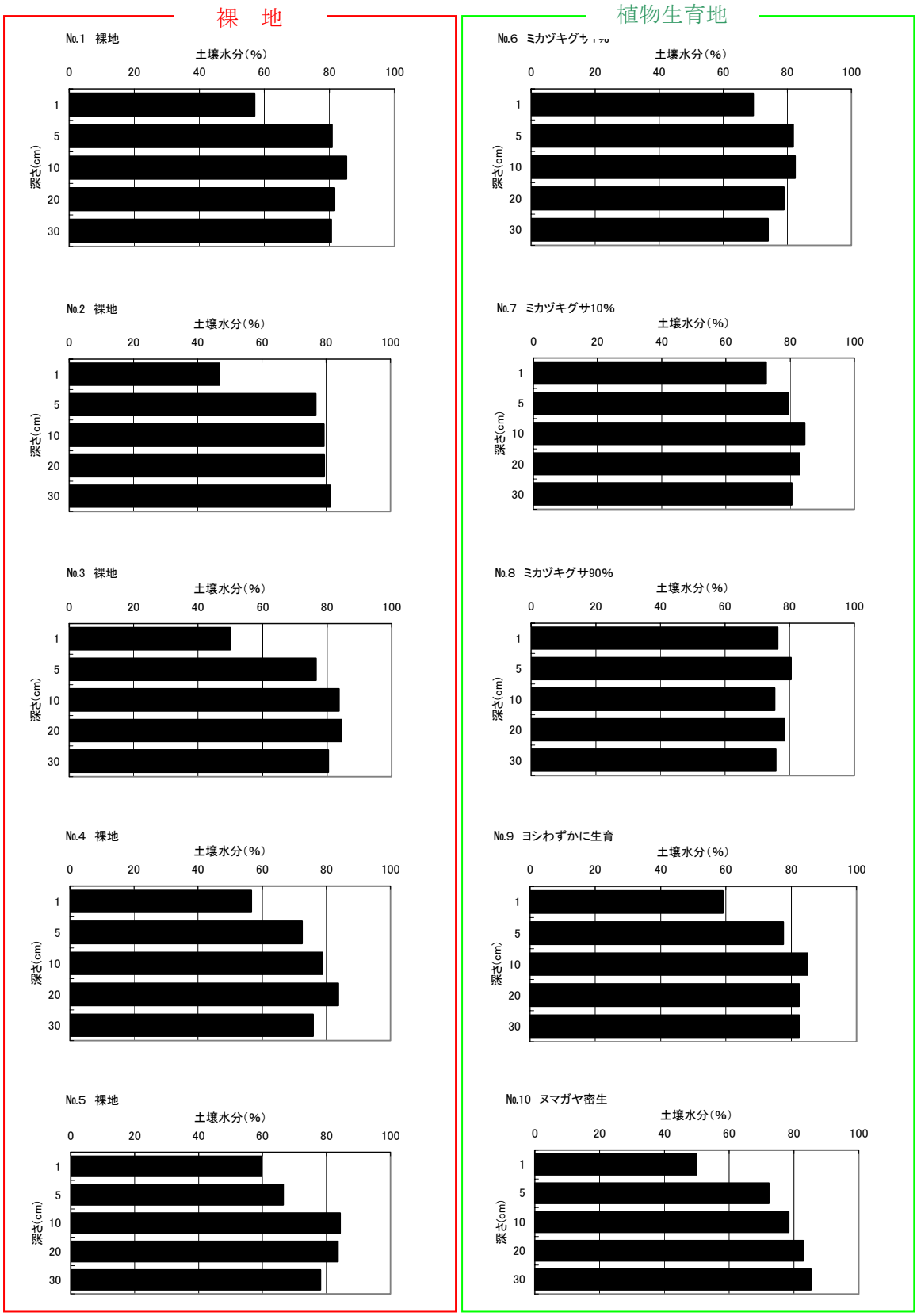


図 10.2.25　土壌水分調査結果　（2006 年 9 月 25 日計測）

裸地では乾燥時に以下のような現象が観察された。

・乾燥すると表層がいくつにもの薄く層に分離・剥離している箇所が多くみられた。

・発芽したものの、その後生育し続けられずに枯死した幼植物の遺体がみられた。

泥炭は乾燥すると水分を吸収しにくくなることが知られていることから､泥炭の表層が乾燥・分離すると、20cm 程度の深さに土壌の水分が十分にあっても、植物の発芽時や幼個体が必要とする水分が得られない可能性がある。以上のことから、表層の水分条件は、種子の発芽や幼植物の生育に重要な要因であると思われる。（文献 h）

写真 10.2.1　表層の剥離。発芽後に枯死したと思われる幼植物の遺体がみられる。

写真 10.2.2 剥離した表層に生育していた幼植物深さ５㎜程度で根が横走していた

写真 10.2.3　水溜りが乾いた跡。亀甲状に表層が割れている。

写真 10.2.4　水溜りの最深部で辛うじて水面が残っている箇所。亀甲状の凹凸の凹部に水がたまり、島状にのこる凸部の縁に植物が生育。

以下のような事項が観察された。

・採面の縁部は乾燥化が進んだ際に最後まで水分が残っており、その範囲に沿って植物群落が分布していた。

・表層の亀裂の水面に沿って植物が生育している箇所があった。ただし、亀裂があっても植物が生育していない箇所もあった。

乾燥化が進むと最後まで水分が残る微低地や水面が現れる亀裂の縁は、乾燥時にも表層が湿っており、水条件に恵まれている。また水に運ばれてきた種子も集まりやすく、温度も極端に上昇しないことからこのような場所で発芽した植物は定着しやすいと考えられる。（文献 h）

写真 10.2.5　採面の縁部が乾燥時に最後まで水分が残っており、その範囲に沿って植物群落が分布しているようにみえた。

写真 10.2.6　亀裂にそって分布する植物（奥）。ただし、亀裂上でも植物が生えない箇所（手前）も多い。

写真 10.2.7　亀裂にそって分布する植物

写真 10.2.8　亀裂にそって分布する植物。植物が生えている箇所は湿っている。

（４）地下水の水質

採面における地下水の水質分析結果、環境省の既往調査による原生花園の高層湿原植生域（E 地点）における水質分析結果を表 10.2.5 に示す。なお、採水時期は、採面は 2005 年 10 月 16 日、原生花園は 2001 年 5 月 31 日である。

この結果から読み取れる採面の地下水水質の特徴は以下のとおりである。

- 採面の地下水は、高層湿原植生域の地下水と比べて、pH をはじめとする主要成分に顕著な相違はない。
- 採面の地点間で比較しても、顕著な相違はない。
- 採水時期の違い（採面は１０月、原生花園は５月）による影響の可能性もあるが、アンモニア性窒素、カリウム、塩素イオン、シリカ、全リン、電気伝導度が採面で多い傾向がみられた。
- 高層湿原植生域の水質と大きな相違はないことから、水質が採面への植物の生育を困難にさせている要因にはなっていないと考えられる。なお、シリカ（ケイ酸）の含有量が多いので、ケイ酸を好むとされるイネ科植物（ヨシ、ヌマガヤなど）が生育しやすい条件にある可能性がある。（文献 h）

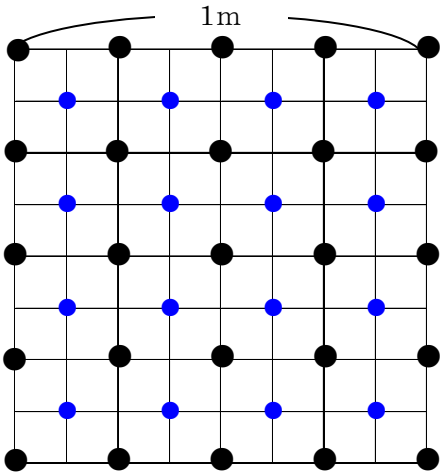
表 10.2.5　採面における水質分析結果

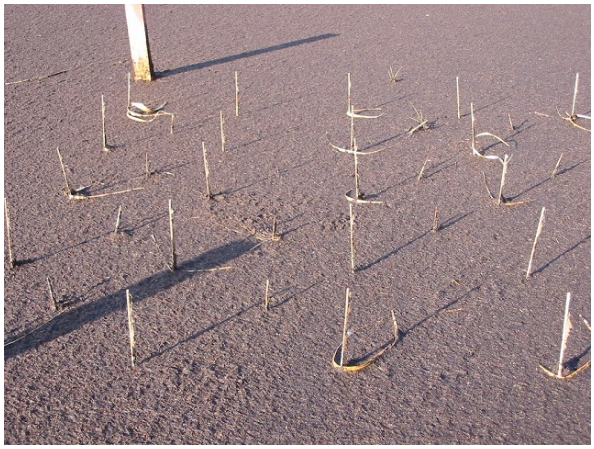
調査対象地区			泥炭採掘跡地						原生花園				
地点番号			採面1	採面6	採面9	採面12	採面18	採面29	E地点				
									深さ0m	深さ0.5m	深さ1.0m	深さ1.5m	深さ2.0m
優占種			ミズゴケ	ミカヅキグサ、ヌマガヤ、ヨシ	ヌマガヤ、ミカヅキグサ	裸地	ヌマガヤ、ヨシ	ミカヅキグサ	ミズゴケ				
試料採取日			2005/10/16						2001/5/31				
水温	(℃)	℃	10.0	11.0	11.8	10.4	10.5	11.8	10.0	10.6	7.9	7.1	8.3
水素イオン濃度	(Ph)		3.3	4.8	4.6	4.8	4.7	4.7	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7
電気伝導率		mS/m	29.0	9.34	12.6	11.9	6.48	7.65	6.2	5.8	6.0	4.7	5.9
有機体炭素		mg/L	44	150	780	220	26	26	31.5	34.7	28.1	23.4	18.9
アンモニア性窒素	(NH_4-N)	mg/L	1.3	0.87	3.8	4.3	0.79	0.68	0.01	0.19	0.08	0.15	0.48
硝酸性窒素	(NO_3^--N)	mg/L	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
亜硝酸性窒素	(NO_2^--N)	mg/L	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	—	—	—	—	—
溶解性窒素		mg/L	2.0	1.7	6.4	8.2	2.0	1.7	—	—	—	—	—
全リン	(T-P)	mg/L	0.14	0.18	0.31	0.11	0.33	0.21	0.004	0.008	0.005	0.004	0.004
リン酸態リン	(PO_4^{2-}・P)	mg/L	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002
溶解性リン		mg/L	不検出	不検出	0.03	0.04	0.02	0.02	0.004	0.008	0.005	0.004	0.004
ナトリウム	(Na^+)	mg/L	14	10	14	12	8.8	10	8.5	8.0	8.4	6.7	33.3
カリウム	(K^+)	mg/L	0.89	1.3	1.5	2.3	1.7	1.7	0.6	0.5	0.1	0.2	0.9
カルシウム	(Ca^{2+})	mg/L	8.5	8.4	11	7.1	4.8	3.9	0.9	0.7	0.8	0.6	0.3
マグネシウム	(Mg^{2+})	mg/L	3.5	4.3	6.4	2.4	2.1	2.1	1.7	1.3	1.7	1.1	1.2
塩素イオン	(Cl^-)	mg/L	59	19	27	27	14	22	13.7	11.0	12.6	9.5	14.3
硫酸イオン	(SO_4^{2-})	mg/L	0.6	6.1	不検出	1.3	0.5	2.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
シリカ	(SiO_2)	mg/L	35	36	84	39	49	29	3.9	5.8	4.6	3.8	13.5

＊1）原生花園E地点のデータは、「環境省サロベツ原野保全対策事業 第3期調査報告書」（環境省、平成14年）より引用

（５）表層の撹乱

（３）の土壌水分調査と同一の試験区に設置した１㎡の枠内に格子状に 41 本のピンを設置し、ピンの先端から地表までの長さを計測した。計測は、７月 29 日（設置時）、9 月 24 日、11 月 9 日に行った。





●：ピン（長さ 18cm：地中 10cm、地上 8cm）
●：ピン（長さ 6.8cm：地中 2.8cm、地上 4cm）

図 10.2.26　計測用ピンの配置　　写真 10.2.9　調査地の状況

図 10.2.27 は、試験区毎に調査期間中の地表変動の最大値から最小値までの幅を示したものである。変動量がマイナスだと、調査開始時より浸食を受けて地表が削れていたこと、プラスだと堆積していたことを示す。

これをみると、「裸地」と植物が非常にまばらに生えている「ミカヅキグサ群落前線部」では、浸食傾向にあり、浸食量が大きいところでは、８cm も地表が削れていた。それに対して、「ミカヅキグサ群落密生部分」、「ヨシ群落」、「ヌマガヤ群落」は変動量が少なく裸地とくらべて安定した環境であることが示された。

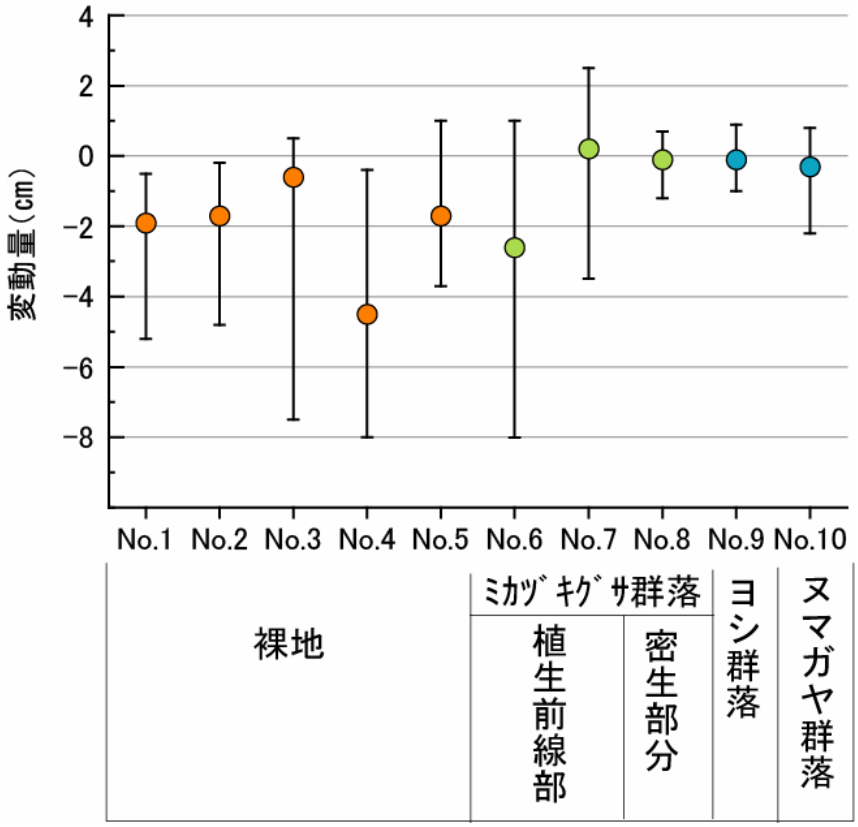


図 10.2.27　7 月 29 日～11 月 9 日間の地表の変動量

また、降雨後に採掘跡地を踏査した際に、以下のような現象が観察された。

・水溜りの中を、表層の微細な泥炭の残渣が漂っていた。
・たまった水は、みるみる流出して消えていった。
・流出した水に押し倒されたようにみえる植物があった。

以上のことから、表層の泥炭が降雨のたびに撹乱を受けていると推察される。このように表層が撹乱されている場所は、植物が発芽したとしても生育するのは難しいと思われる。

（文献 h）

写真 10.2.10　表層の微細な泥炭の残渣が水溜りを漂っている。

写真 10.2.11　左写真の拡大

写真 10.2.12　たまった水は、早いスピードで引いていった。手前に見えるのが、流出時の水みち跡。

写真 10.2.13　水が引いた直後。微細な泥炭残渣が流れている。

写真 10.2.14　水みち跡。

写真 10.2.15　水みちあと。谷地坊主状のホロムイスゲの株は水みちよりやや高い位置にある。

写真 10.2.16　レンズ状に膨らんだ場所に残された裸地

写真 10.2.17　左写真の裸地の低い部分。倒伏した植物がみられる。

（６）ペースト状泥炭が厚く堆積した採面の裸地における植物定着メカニズムの推定

調査結果から明らかになった事項と、現地観察から推察した事項の要点は、以下のとおりである。

■調査結果から明らかになった事項

- 同様に泥炭が厚く堆積していても、植物が繁茂する採面と長く裸地状態が続く採面がある
- 植物が生育している採面は、浮島形成後に比較的短い時間で植物が侵入し、遷移が進行している
- 採面の地下水位は、植物の生育が困難なほど低くはない
- 基盤の表層数 cm は極端に乾燥する。表層 20cm になると、植物の生育に十分な水分が含まれている
- 採面の地下水の水質は、高層湿原植生域のものと大きな相違はない

■現地観察から推察した事項

- 乾燥すると表層の物理構造が劣化して、発芽や幼植物の生育に厳しい水分条件になる
- 乾燥時にも水が留まる立地があれば、植物は生育できる
- 降雨後は水が流れて表層が撹乱される
- 植物が定着すれば、そこを拠点に生育域の拡大、植生の遷移が進行する
- 風散布による種子の供給はある

以上から、ペースト状泥炭が厚く堆積した採面の裸地における植物が定着する機構は以下のように推察される。

■裸地における植物定着機構の仮説

- ペースト状泥炭が厚く堆積した採面では、植物の生育は基盤の厚さに関係なく地表の条件に影響される。
- 地表には、①表層が恒常的に撹乱を受け不安定である、②乾燥すると物理構造が劣化して幼植物が利用する表層数 cm の土壌の水分が枯渇する、という大きな阻害要因がある。なお、泥炭は黒褐色なので、晴天時には地表温度がかなり高くなり、阻害要因の一つになる可能性もある。
- 植物は、上記阻害要因を緩和させる条件を持っている場所で生育する。採面の縁（周囲からの水の浸出、降雨後の水が残りやすい）、亀裂（水面が現れ周囲が湿潤になる）、窪地（降雨後の水が残りやすい）などがこのような条件を持つと考えられる。
- 一度植物が定着すると、蒸発が抑えられ湿潤状態が保たれる、根茎によって表層の流出が抑制されて安定するなど環境改善の好循環が生まれ、そこを拠点に分布域の拡大、植生遷移が進行する。

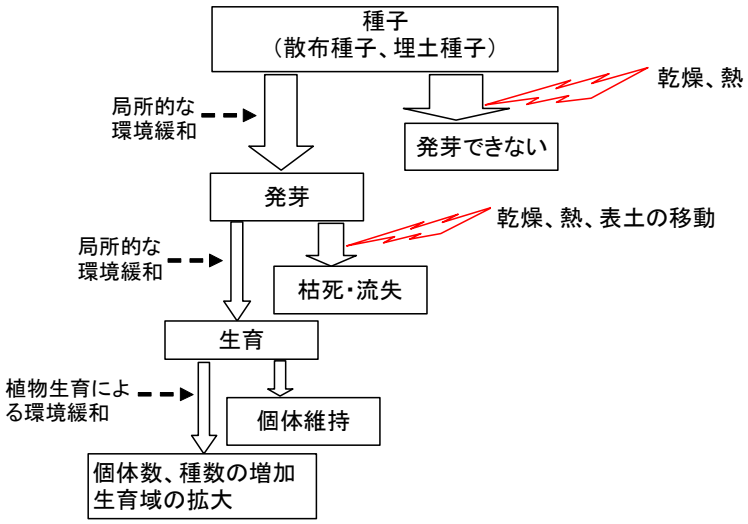


図 10.2.28
水面閉塞後の採面（泥炭が厚く堆積している場合）における植物定着の機構

10.2.4　植生遷移の予測

泥炭採掘跡地では、常に湿潤状態にある箇所と、降水の有無によって乾湿を繰り返すと思われる箇所がある。それぞれ以下のような方向へ植生遷移が進行すると予想される。

■常時冠水～過湿状態にある立地

水際のように浮島の厚さが薄く冠水状態になりやすい箇所では、常に冠水～過湿状態にあり、裸地、ミカヅキグサ群落、ミカヅキグサーイボミズゴケ群落、ヨシースゲ群落、ヨシーミズゴケ群落が主に分布している。長期的には抽水植物のヨシースゲ群落や、ヨシーミズゴケ群落に遷移していくと思われる。閉塞後約 30 年でヨシの根元にミズゴケが密生する状態にまで達している採面もある。

このように常時冠水～過湿状態にある立地は、環境条件に恵まれているので、特に人為的な措置を行わなくても植生遷移が進行していくと思われる。

■降水の有無によって乾湿を繰り返す立地

上記の立地にようには水条件に恵まれず、降水の有無によって乾湿を繰り返す箇所（採面の底まで工場から戻された泥炭で充填されている所が多い）では、裸地、ミカヅキグサ群落、ミカヅキグサーヨシ群落、ホロムイスゲーヌマガヤ群落、ホロムイスゲーイボミズゴケ群落が主に分布している。このような箇所では、立地環境が緩和されれば、周囲の高層湿原植生とほぼ同質であるホロムイスゲーイボミズゴケ群落に遷移していくと思われる。ただし、水質分析ではケイ酸が多く含まれているという結果が得られていることから、ケイ酸を好むヨシやヌマガヤなどのイネ科草本が生育する可能性もある。

（文献 h）

時間の経過

■常時冠水～過湿状態にある立地

水条件に恵まれているため植物の侵入後の分布面積の拡大は比較的早い

掘削後に浮遊するブロック状泥炭

ヨシースゲ群落（侵入初期）

ヨシースゲ群落

ミカヅキグサ群落

ミカヅキグサーイボミズゴケ群落

ヨシースゲ群落が維持される

ヨシーミズゴケ群落

約 30 年を経てもこの段階で留まっている箇所もある

厳しい環境条件にあるので植物の侵入・定着には長期を要する場合が多い

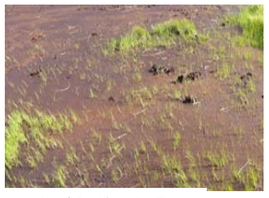
早い所では約 30 年でこの段階に達する

■降水の有無によって
乾湿を繰り返す立地

裸地

ヨシが侵入

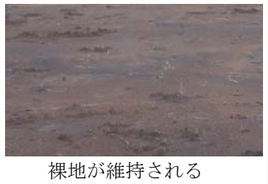
ミカヅキグサーヨシ群落



ミカヅキグサが侵入

ミカヅキグサ群落

ミカヅキグサ群落
（生育種数増加）



裸地が維持される

ホロムイスゲーヌマガヤ群落

ホロムイスゲーイボミズゴケ群落

ホロムイスゲーヌマガヤ
群落が維持される

予想される遷移の方向

図 10.2.29　採掘跡地における植生遷移の予測

10.3　対策の検討

本節の要約

■対策の方向性

植生基盤の状況に応じて対策の方向性を検討した。

・ペースト状泥炭が厚く堆積している箇所

裸地において植物の生育阻害要因を緩和する

・基盤が薄い浮島状の箇所

水分条件に恵まれているので、人的な措置を行わず自然の遷移に委ねる

・開水面

人工浮島を造成する

水底に沈殿しているブロック状泥炭を埋め立てて基盤を造成する

■ブロック状泥炭の賦存量調査

ブロック状泥炭による埋め立てによる植生基盤の拡大を検討するにあたって、ブロック状泥炭の賦存量を調査した。

10.3.1　対策の方向性

泥炭採掘跡地は、採掘前には高層湿原植生が広がっていた。採掘後は、工場から戻された泥炭の堆積状況によって、植物の生育基盤の状況は大きく３つのタイプに分かれ、それぞれ異なる植生遷移が進んできたものと推定される。３つのタイプとは、「工場から戻された泥炭が厚く堆積して陸化した箇所」、「基盤が薄い浮島状の箇所」、「開水面」である。

これらは、植物の生育環境としての条件が異なり、遷移の方向性も異なる。それぞれ、現状を維持した場合の植物の定着可能性を予測し、定着可能なら手をつけずに様子を見守り、植物の定着が困難と予想される場合は、生育環境を整えて植物の定着を促すことが望まれる。

また、修復目標は、可能な限り掘削前の高層湿原植生に戻すことが望ましい。しかし、生育基盤の構造は掘削前とは異質なものになっている。本来の高層湿原植生は、長い年月をかけて植物遺体が堆積した厚い泥炭層の上に成立している。これに対して、「工場から戻された泥炭が厚く堆積して陸化した箇所」は、本来の泥炭とは異なるペースト状泥炭が凝集して陸域が形成されている。「基盤が薄い浮島状の箇所」は、基盤が水面に漂い冠水～過湿状態になっている。「開水面」は、基盤自体が存在しない。そのため、泥炭採掘地の掘削前の高層湿原植生と完全に同質の種組成と構造を持った植物群落を形成するのは困難な可能性がある。一方、湿原内には、高層湿原植生が広く分布しているが、やや乾いた立地にはヌマガヤが優占する中間湿原植生、池塘や水路沿いには抽水・沈水植物群落もみられる。３つの基盤タイプの環境条件がこれらのいずれかに近ければ、そこにみられる植物が生育する可能性

が高い。即ち、泥炭採掘地という狭い範囲に限定した場合の本来の植生とは異なるが、広く見た湿原自体としては自然な植物による修復となり、生態的な問題は少ないと思われる。ただし、外来種や湿原には本来生育しない植物の侵入は防ぐ必要がある。

まず、周囲の湿原にみられる植物の定着によって裸地をなくすこと、次に周囲の湿原でその基盤タイプに類似した環境でみられる群落に近づけていくことを目標とすべきだと考えられる。

３つの基盤タイプにおける現況と対策の方向性を図 10.3.1、実施による植生の面積割合の変化のイメージを図 10.3.2 に示す。これらは、予備的試験により知見を得た上で、具体的に検討していくことが望ましい。

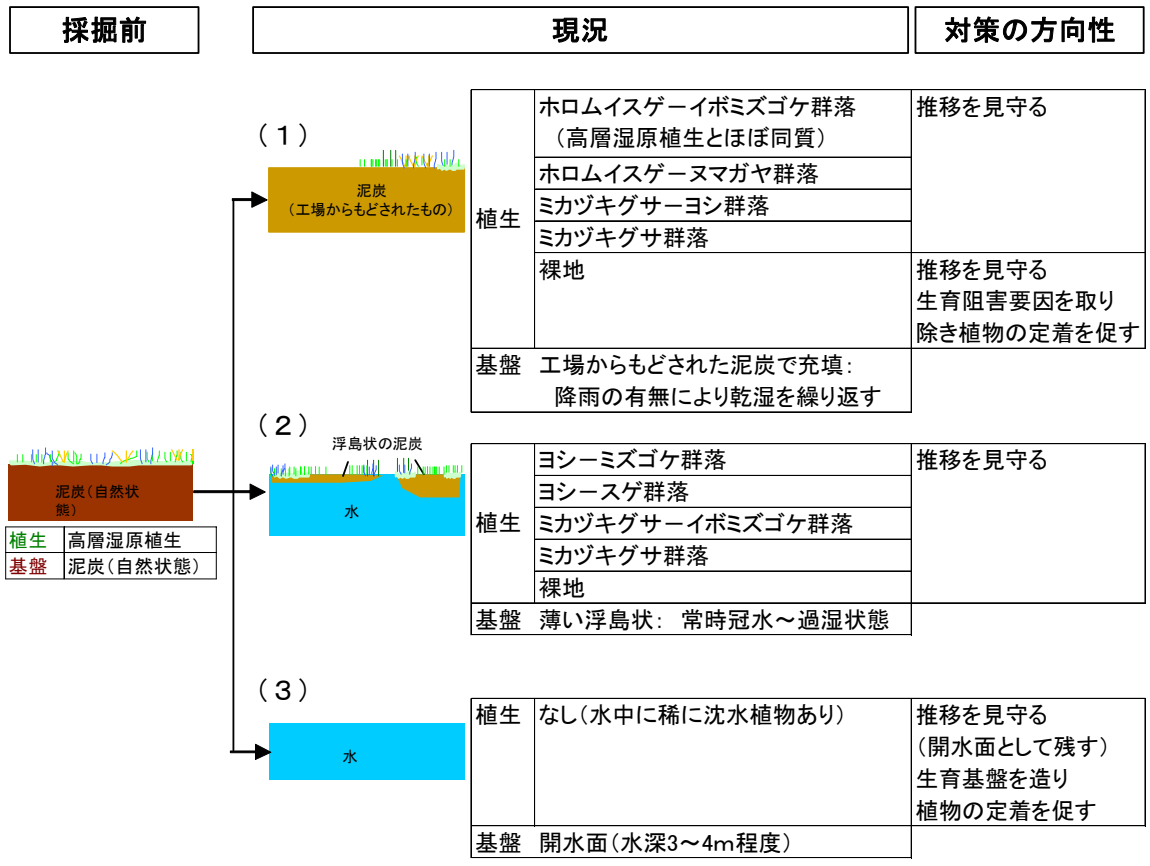


図 10.3.1　基盤・植生の変化と対策の方向性

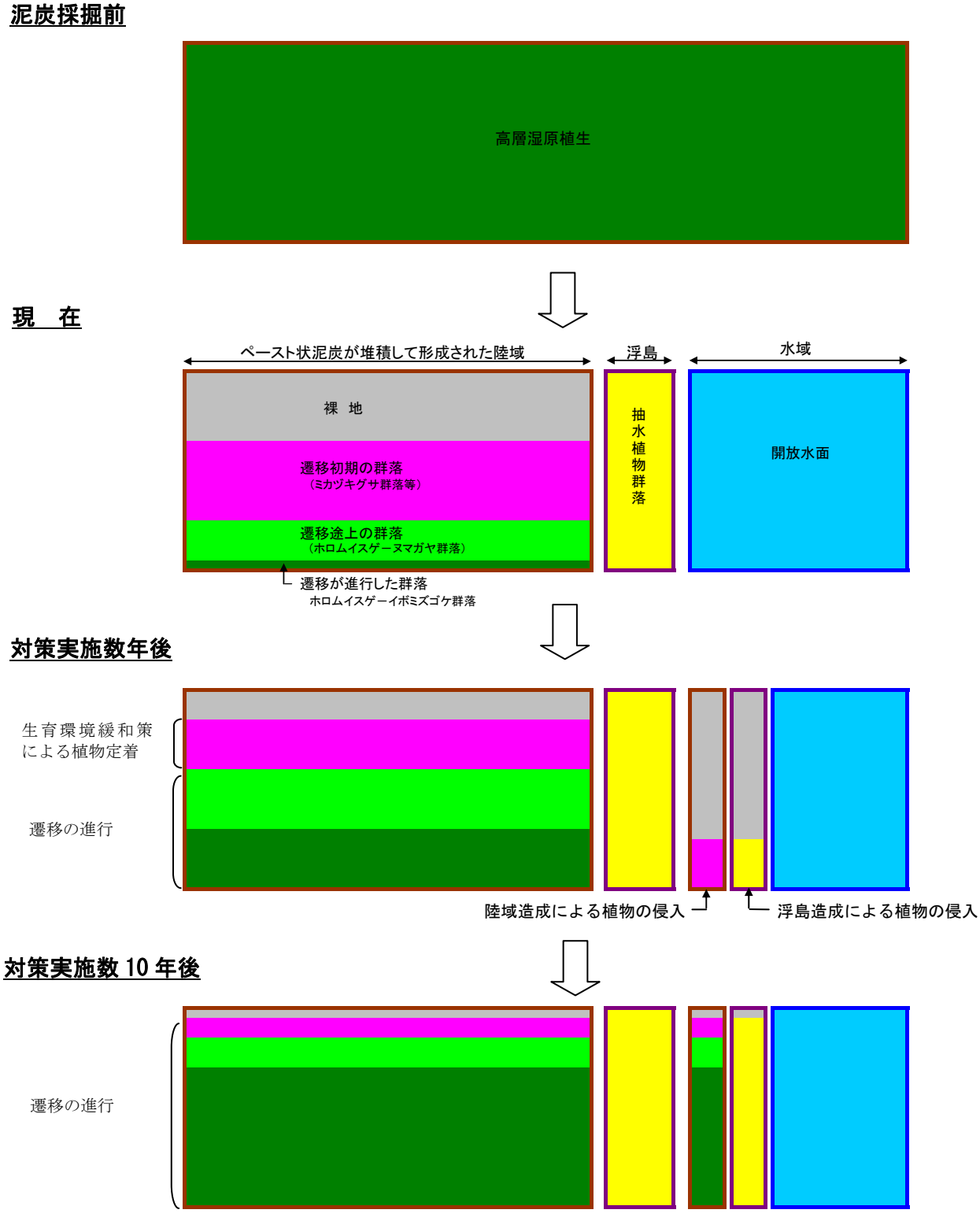


図 10.3.2　対策の実施による植生の面積変化のイメージ

各基盤タイプにおける対策の方向性を以下に述べる。

（１）工場から戻された泥炭が厚く堆積している箇所

工場から戻った泥炭で充填されている採面では、表層は降雨の有無により乾湿を繰り返す。このような採面では、裸地、ミカヅキグサ群落、ミカヅキグサ－ヨシ群落、ホロムイスゲ－ヌマガヤ群落、ホロムイスゲ－イボミズゴケ群落が主に分布している。現在遷移が最も進行しているのはホロムイスゲ－イボミズゴケ群落であり、これは種組成からみて高層湿原植生とほぼ同質である。

このような立地では、植物が既に生育している箇所では、自然に遷移が進行していくと思われるので、手をつけずに推移を見守ることが適当である。現在裸地の箇所は、植物の生育阻害要因（乾燥、表土の移動）が強いとも考えられ、今後も植生の定着に時間を要する可能性が高い。ここでは、生育阻害要因を緩和させて植物の定着を促す対策を施すことが望ましいと考えられる。

この場合の植生修復目標は、10 年程度の直近の目標として、まずは初期の植物群落であるミカヅキグサ群落を成立させ、植生遷移の進行によって 30 年程度の長期的にはホロムイスゲ－イボミズゴケ群落に移行していくことを期待するのが適当と考えられる。

なお、採面№12 のように裸地が広く占める採面でも、辺縁部などから植生が徐々に拡大している。ここを拠点にして、今後さらに植生が拡大していく可能性もある。したがって、現在裸地の箇所すべてに対策をするのではなく、手を加えずに推移を見守る箇所も設ける必要がある。

裸地における対策の方向性と検討課題を以下に示す。

■立地環境の緩和

①マルチ

マルチングによって、表層の撹乱と乾燥を抑制する。

材料は周辺の環境に悪影響を及ぼさないようにヌマガヤやヨシなどを用いるべきである。なお、この材料採取のために本来の湿原植生を改変することがないように注意が必要である。落合沼で堰上げによって水没するヨシ、放水路沿いの土砂堆積地に生育しているヨシなどを材料供給源として検討する。

また、マルチで全面を覆うと植物の発芽が難しくなる。マルチに隙間を空ける、マルチ上に葉が出るように植物個体を植えるなどの措置も検討する。

②表土移動抑制材の設置

板などを挿して地表に数 cm の突起をつくることによって、表土の移動を抑制する。使用する板の素材、埋め込み間隔・深さなどを検討する。

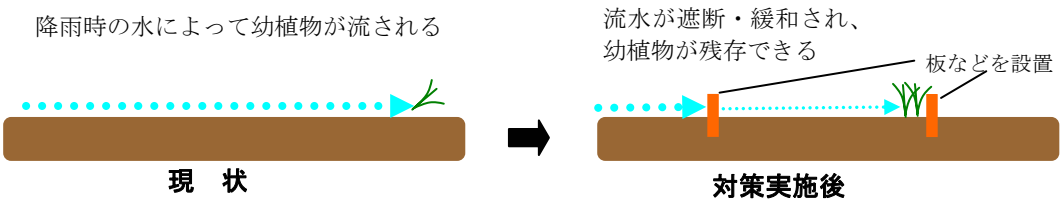


図 10.3.3　表土移動抑制対策イメージ

③土壌改良

土壌構造を改良することによって、表層の撹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むことによって、土壌に植物繊維を混入させる。

泥炭ブロックを混入させる量、深さなどを検討する。

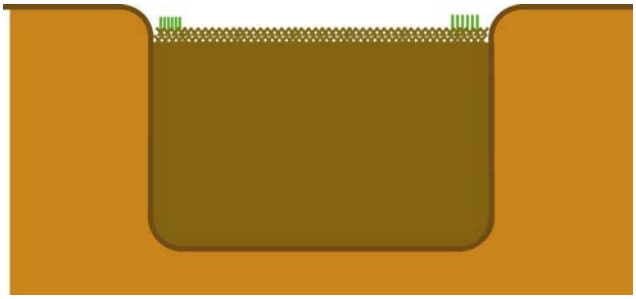


図 10.3.4　土壌改良イメージ

④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。亀裂の幅、亀裂を入れる密度などを検討する。

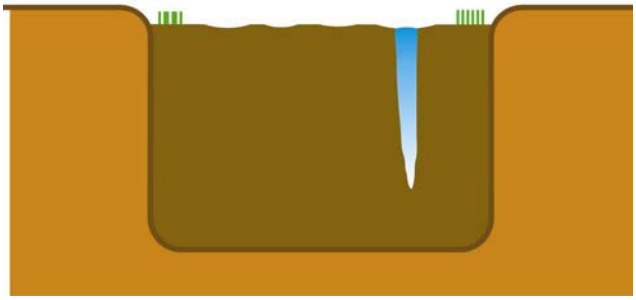


図 10.3.5　亀裂の造成イメージ

⑤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。効果的な規模、位置などを検討する。

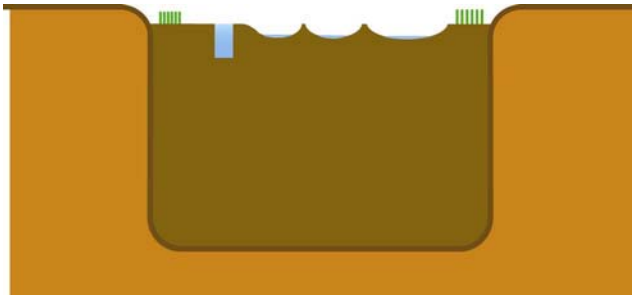


図 10.3.6　窪地の造成イメージ

■植物の導入

立地環境が改善しても、種子供給が不十分な場合は、植物の定着が遅れるため、上記の対策に加えて、以下の対策を併用することが効果的と考えられる。

⑥土壌撒きだし

土壌を撒きだし､埋土種子の発芽によって自然な植物の定着が期待できる｡一方で、土壌供給元が改変される。

土壌採取のために本来の湿原植生を改変するのは避けるべきであり､採面の水底に堆積している泥炭ブロック､落合沼等の堰上げによって水没する箇所の泥炭の活用を検討する。

⑦種子散布

湿原の主要な植物の種子を採取し、散布する。土壌や生育個体は採取しないので、供給元の湿原植生の損傷は少ない。

種子を採取する植物種、時期、保管方法、播種時期、種子採取地などを検討する。

⑧個体移植

湿原の主要な植物を株ごと移植する｡定着する可能性は高いが、自然地から株を採取するとその供給元が改変される。

供給元の改変を避けるために、採取した種子からの保育を検討する。

以上の対策案の効果と実現性の可能性を表 10.3.1 に整理した。

表 10.3.1　裸地における対策の期待される効果と実現性の検討

	対　策	保湿効果	移動抑制効果	実現性	備　考
生育阻害要因の緩和	マルチ	◎	◎	○	材料供給源に課題
	表土移動抑制材の設置	△	◎	◎	
	土壌改良	○	○	◎	
	亀裂・溝・窪地の造成	○	△	◎	
植物の供給	土壌撒きだし			△	土壌供給源に課題
	種子散布			○	
	個体移植			△	個体供給源、栽培方法に課題

保湿効果、移動抑制効果　◎：ほぼ確実に効果期待できる、○：効果可能性あり、△：効果不明
実現性　◎：実現性大、○：実現性あり、△：実現にあたって制約あり

（２）基盤が薄い浮島状の箇所

基盤の厚さが薄く冠水しやすい箇所では、常に冠水～過湿状態にある。裸地、ミカヅキグサ群落、ミカヅキグサーイボミズゴケ群落、ヨシースゲ群落、ヨシーミズゴケ群落が主に分布している｡現在遷移が最も進行していると考えられるのはヨシーミズゴケ群落である。

この立地は、水分条件に恵まれているので、特に人的な措置を行わなくても植生遷移が進行していくと思われる。

（３）開水面

植生基盤が存在しない開水面は、人為的に植生基盤を造成しない限り、今後も植生は形成されない。しかし、開水面は、それ自体が鳥類の休息場所等の価値があることや、人為的な生育基盤の造成は労力がかかり不確実性も伴うことなどから、手を加えずに現状を維持するという考え方もある。

また、採面№19、20、21 のように採面に占める開水面の面積が小さい採面においては、基盤を拡大させるような手立てをして植生を復元することを検討しても良いと思われる。その場合は、以下の方法が考えられる。

①人工浮島を造成する

人工浮島を造成し、上部に泥炭ブロックなどを配置して、植物の定着を期待する。自力で浮揚し、かつ湿原に異質でない素材や、構造などを検討する。

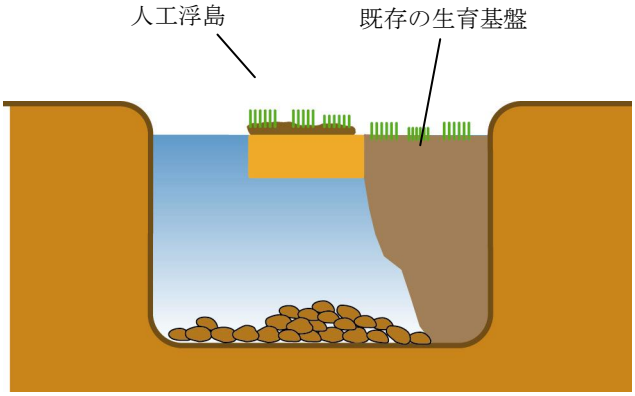


図 10.3.7　人工浮島設置イメージ

②水底に堆積している泥炭を利用して基盤を拡げる

開水面として残す採面に沈殿するブロック状泥炭を№19、20、21 などに運搬し、浮島と連結させるように埋め立てる。

基盤を拡げる箇所、泥炭ブロックを採集する箇所、施工方法などを検討する。

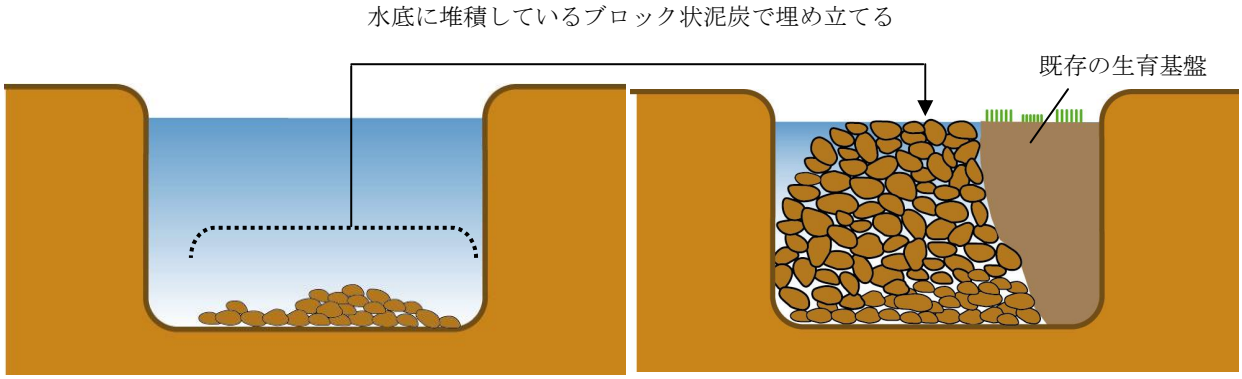


図 10.3.8　泥炭ブロックを活用した生育基盤の拡大イメージ

10.3.2　ブロック状泥炭の分布調査

ブロック状泥炭による埋め立てによる植生基盤の拡大を検討するにあたって、ブロック状泥炭の賦存量を調査した。

（１）調査方法

現在水域となっている採面に、採面を横断する測線を設け、測線に沿って２ｍ間隔で水深と水中に堆積するブロック状泥炭の堆積厚を調査した。水域となっている採面の水中では、泥炭採掘時の工場に送られずに残ったブロック状泥炭が底部に浮遊しながら緩く堆積している。調査では、スタッフで堆積しているブロック状泥炭の上部と掘削面の底部の深さを計測した（図 10.3.9）。

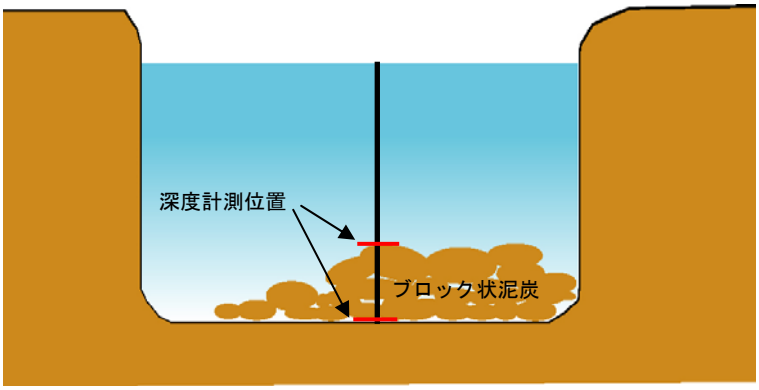
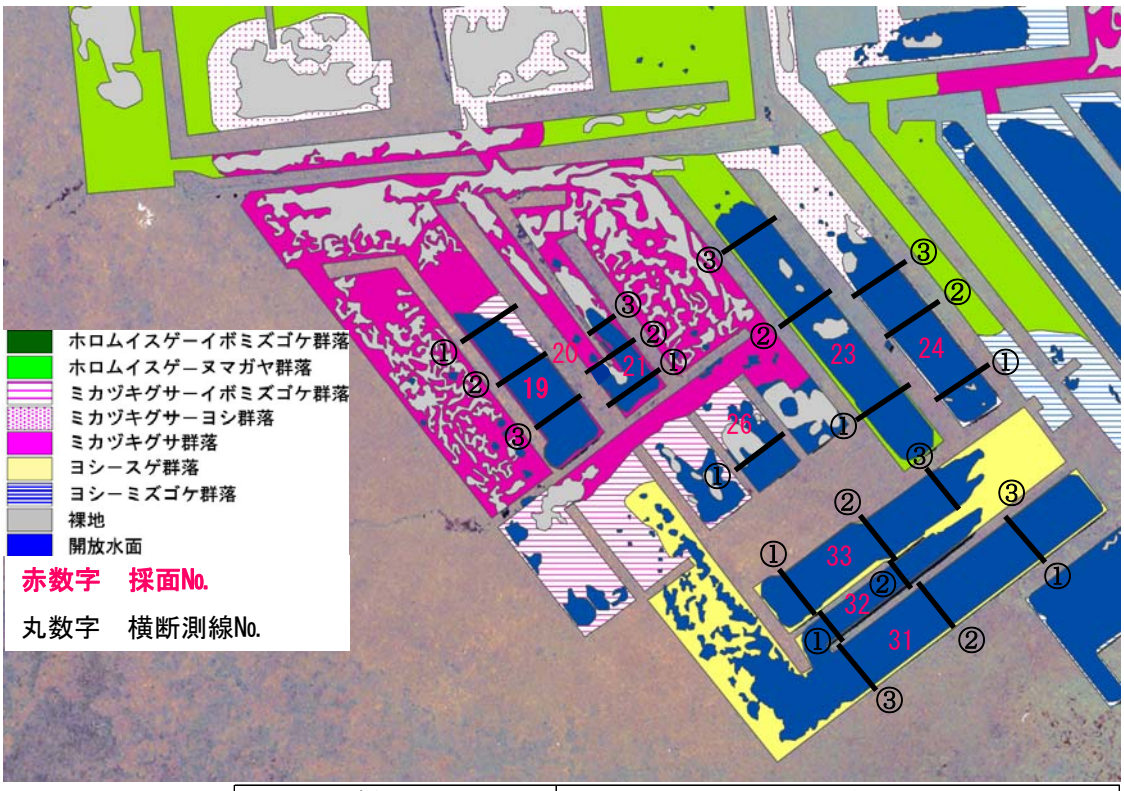


図 10.3.9　　深度およびブロック状泥炭堆積厚の計測位置

調査測線の位置を図 10.3.10 に示す。採面№19、№20・21 は、開水面が部分的に残り水深が比較的浅いと推定されるため、今後陸域を形成する候補地となる採面である。この採面に設けた測線は、陸域を形成するための基礎情報として、水際から水底にかけての深度分布を把握するために設置した。

その他の採面は、開水面に陸域を形成する際の埋め立て材料として利用可能なブロック状泥炭の賦存量を推定するために設置した。調査は 2006 年 9 月 20 日～22 日に実施した。



採面No.	区分
19、20、21	陸域形成候補地
23、24、26、31、32、33	埋め立て材料（ブロック状泥炭）供給候補地

図 10.3.10　泥炭採掘跡地　調査測線位置

（２）調査結果

１）陸域形成候補地における深度分布

№19 および№20,21 における計測結果を図 10.3.11 に示す。各測線の概要を以下に述べる。

①採面№19

採面№19 は、北側が陸化しており、南側半分に開水面が残っている。測線№19-①は採面の横断面の東側半分が陸化している箇所、測線№19-②は陸化している部分の最前縁、測線№19-③は全て開水面の箇所に設定した。

測線№19-①は、水深は一様に 4.5m程度であった。ブロック状泥炭は、西側の水際および東側の陸化した部分との際から 4～6mでは厚さ約 1.5～2.0mで堆積しており、これより中心側では厚さ 0.5m程度であった。

測線№19-②は、水深は 4.0～5.0m程度であった。ブロック状泥炭は、両岸際で厚さ約 1.5m以上で堆積し、これより中心側では厚さ 1.0m以下であった。なお、西岸から 2.0mまでは 4m近く堆積していた。

測線№19-③は、水深は 4.0m程度であった。ブロック状泥炭は、東岸際で約 3.0m堆積し、西から 12m地点で局所的に陸化していることを除くと、全体に堆積厚は薄く 0.5m以下であった。

②採面№20、21

採面№20 と 21 も採面№19 と同様に北側が陸域化し、南側に開水面が残っている。ただ、採面の幅が採面№19 の約半分であり、水面が閉塞している割合が高い。測線№20、21－①は南部の全て開水面の箇所に設定した。測線№20、21－③は、両岸際に浮島が形成している箇所に設置した。なお、採面№20 側は陸域化していたので№21 側でのみ計測した。測線№20、21－②は、両測線の中間に設置した。

測線№20、21－①は、水深は 3.5m前後であり、ブロック状泥炭は全体的に約 1.5m程度堆積していた。特に岸際では 3.0m以上堆積していた。

測線№20、21－②も、水深は 3.5m前後であり、ブロック状泥炭は全体的に約 1.5m程度と厚く堆積していた。

測線№20、21－③は、水深は 3.0m前後であり、ブロック状泥炭は東岸際で厚さ 2.0m程度堆積している他は 1.0m以下であった。

以上の結果から、ブロック状泥炭を投入して陸域を形成することを想定すると、採面№19 に較べて採面№21・22 の方が、ブロック状泥炭が既に水中に厚く堆積しているので効率的に陸域を形成できると考えられる。

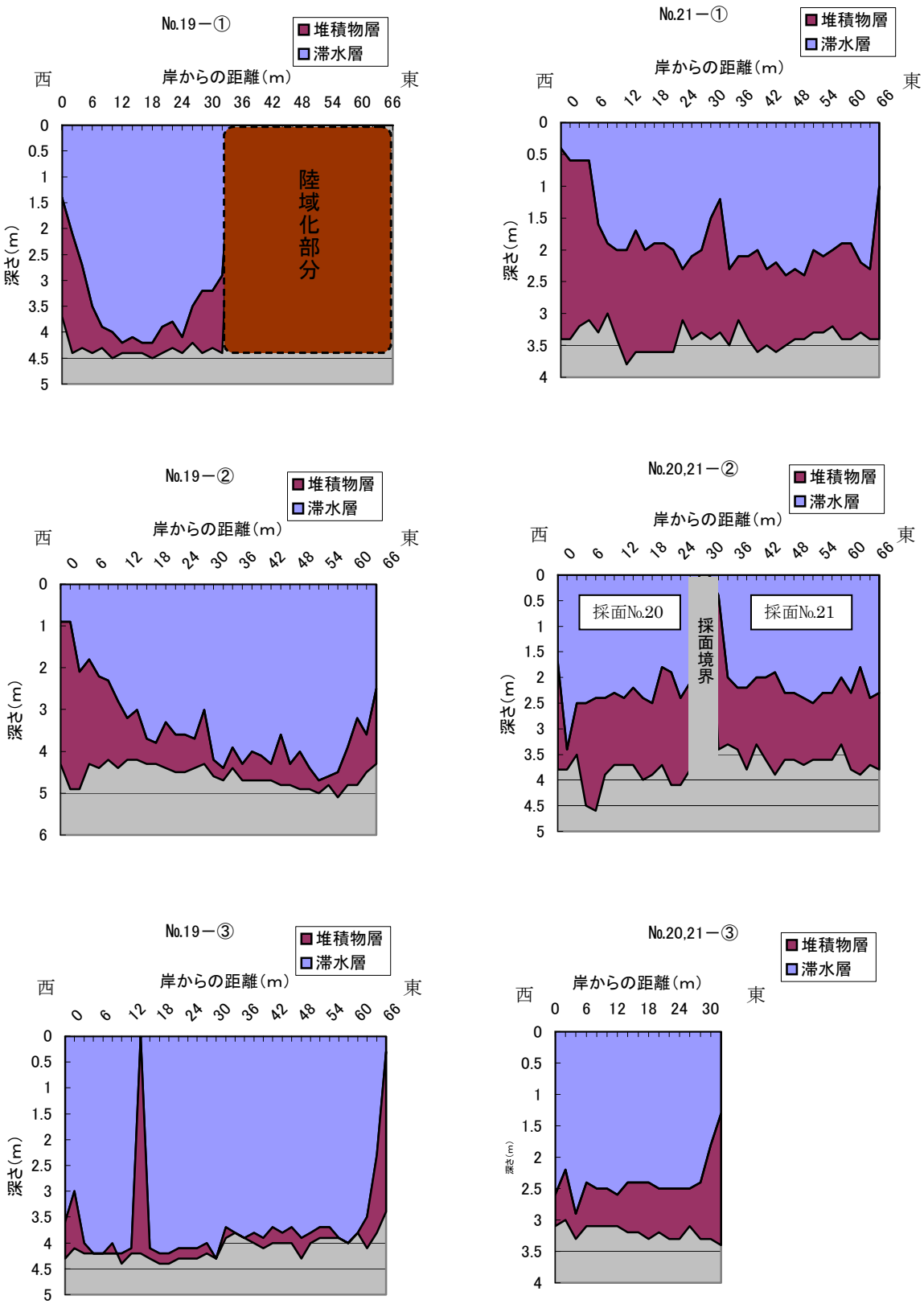
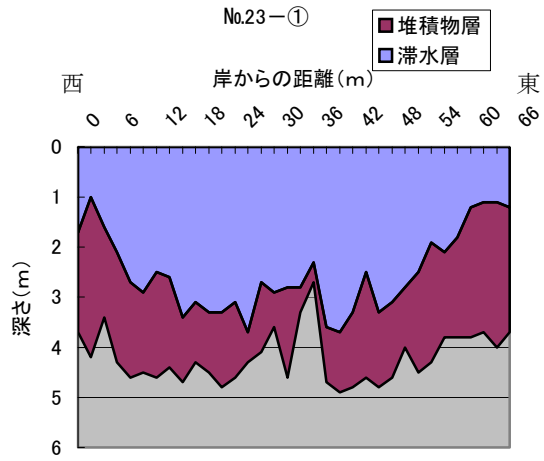
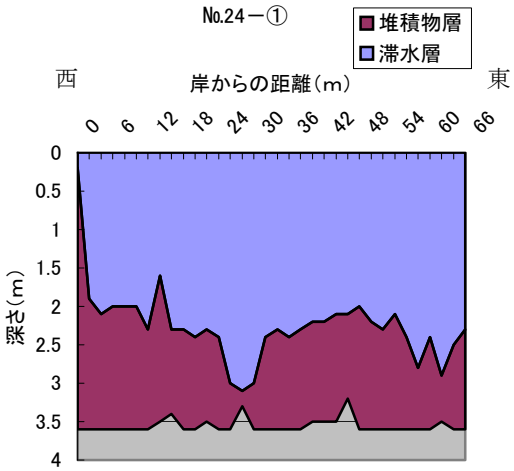


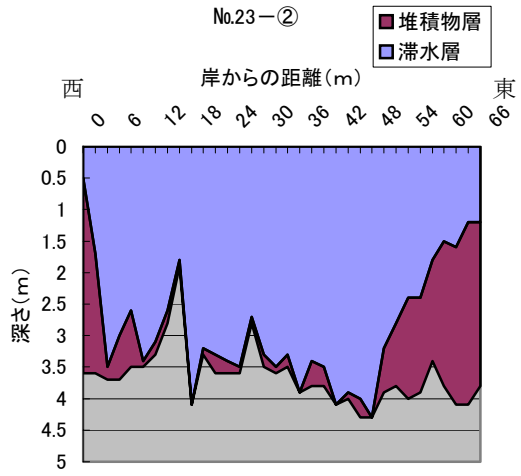
図 10.3.11　横断測線における地形・ブロック状泥炭堆積計測結果

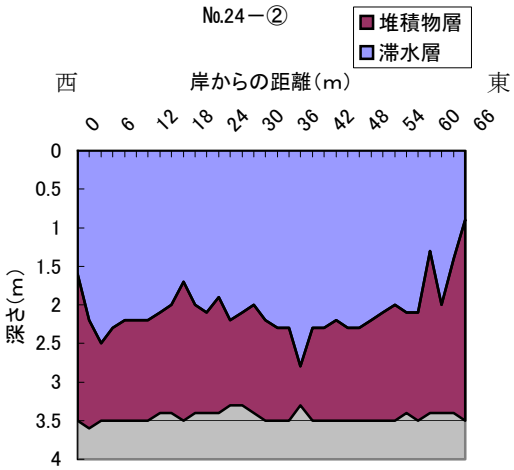
２）ブロック状泥炭の賦存量

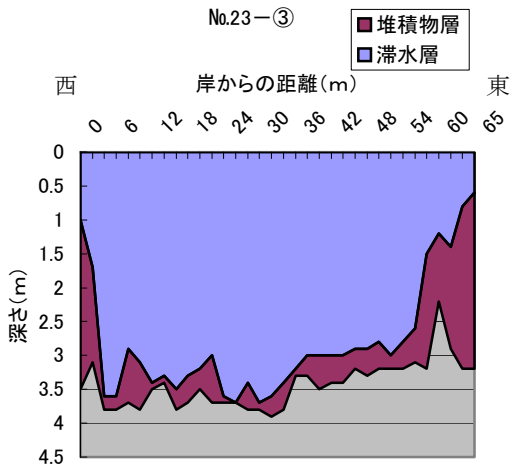
各採面における計測結果を図 10.3.12～10.3.14 に示す。











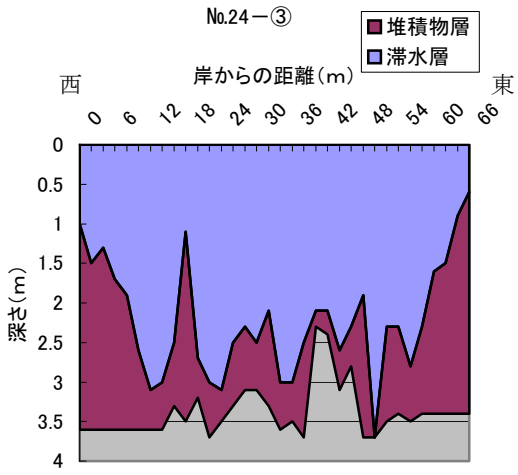


図 10.3.12　横断測線における地形・ブロック状泥炭堆積計測結果

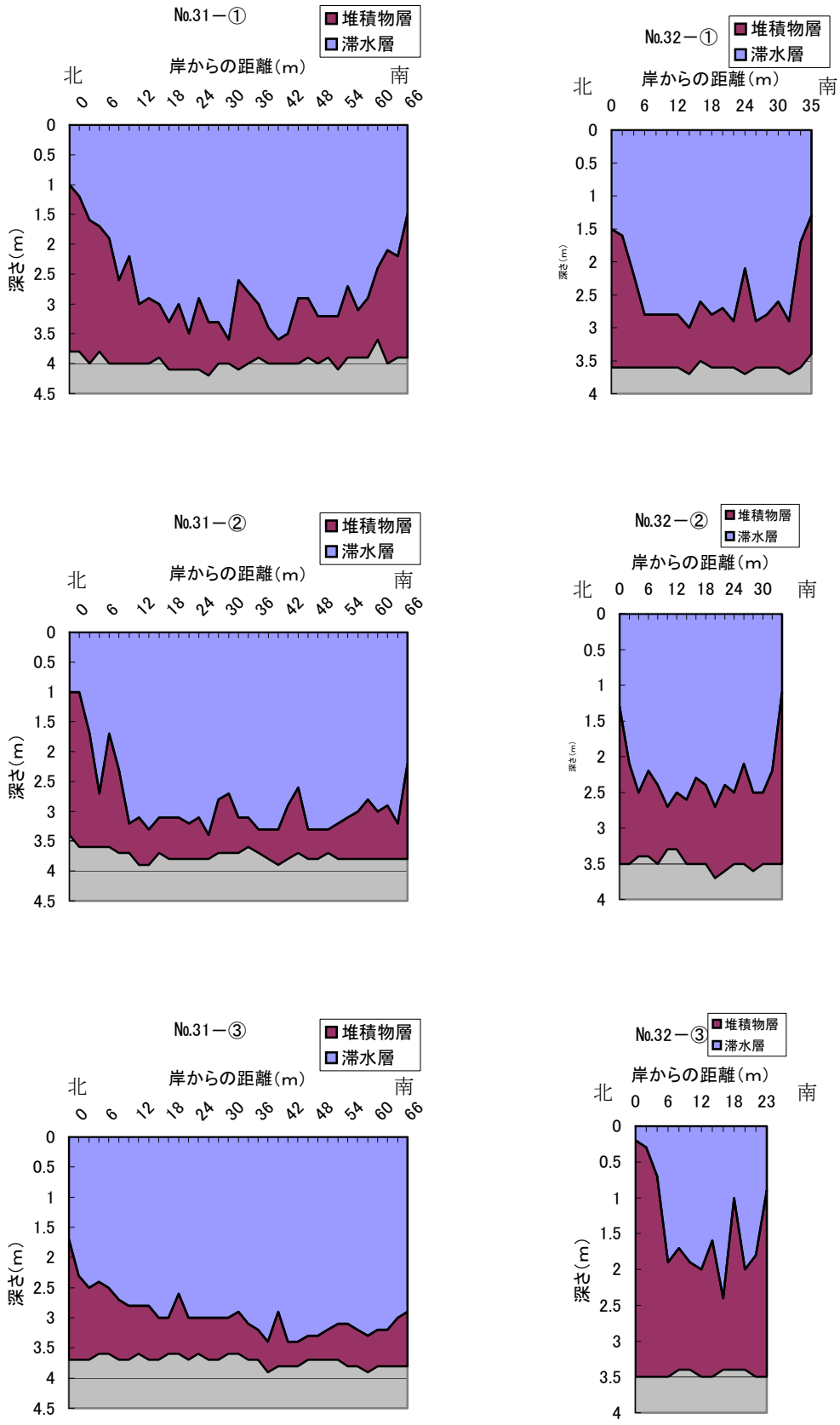


図 10.3.13　横断測線における地形・ブロック状泥炭堆積計測結果

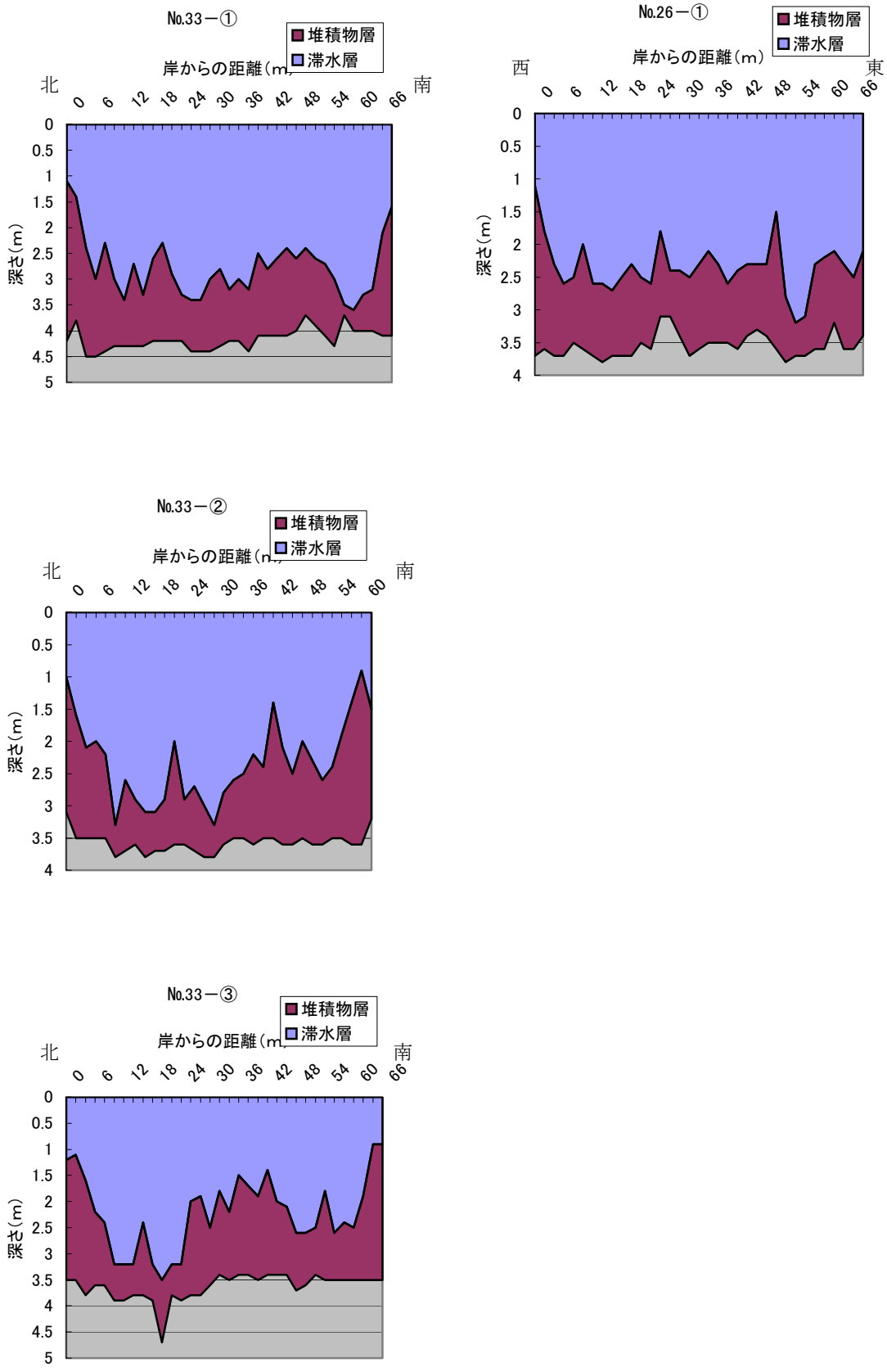


図 10.3.14　横断測線における地形・ブロック状泥炭堆積計測結果

横断測線における計測結果を元に、採面ごとにブロック状泥炭の賦存量を算出した結果を表 10.3.2 に示す。

ブロック状泥炭は水底に緩く堆積しているため、陸上に搬出すると水分が抜けて体積が目減りすると考えられる。そこで、賦存量は、固形物の密度（水中におけるブロック状泥炭の体積に対する固形物割合）が 1.0、0.5、0.3 の 3 つの場合について算出した。

埋め立てを行う候補となる採面№19,20,21 の開水域の容積は 79,673 ㎥である。これに対し、ブロック状泥炭の賦存量は、固形物の密度が 0.5 の場合は、採面№19,20,21 の賦存量（8,882 ㎥）と供給源となる採面№23,24,26,31,32,33 の賦存量（61,495 ㎥）と合わせて 70,377 ㎥となる。3 つの採面を全て埋め立てるには若干足りないが、№19 のみ、あるいは採面№20 と 21 を埋め立てるには十分の量となる。

固形物の密度が 0.3 の場合は、採面№19,20,21 の賦存量（5,329 ㎥）と供給源となる採面№23,24,26,31,32,33 の賦存量（36,897 ㎥）と合わせて 42,226 ㎥となる。№19 満たすには足りないが、採面№20 と 21 を埋め立てるには十分の量となる。

なお、植物を生育させるには、ブロック状泥炭の表面が水面上に現れていればよい。そのため、埋め立てにあたっては、ブロック状泥炭で完全に充填させる必要はなく、緩く重なる程度で良いと考えられる（図 10.3.15）。このように考えれば、賦存量は固形物の密度を 0.5 程度で算出したもので、妥当だと思われる。

表 10.3.2 ブロック状泥炭の賦存量算出結果

採面No.	泥炭賦存量(㎥)						採面容積(㎥)	
	密度1.0		密度0.5		密度0.3			
№19	9,696		4,848		2,909		59,361	
№20	2,500		1,250		750		5,600	
№21	5,568	17,765	2,784	8,882	1,671	5,329	14,713	79,673
№23	20,275		10,138		6,083		82,954	
№24	21,844		10,922		6,553		60,435	
№26	3,138		1,569		941		9,294	
№31	37,131		18,566		11,139		143,134	
№32	12,783		6,391		3,835		33,050	
№33	27,819	122,990	13,909	61,495	8,346	36,897	79,995	408,861
合計	140,754	140,754	70,377	70,377	42,226	42,226	488,534	

注１） 採面№19,20,21 はブロック状泥炭で埋め立てて陸域を形成する候補となる採面
その他の採面は、ブロック状泥炭の供給元の候補となる採面

注２） 賦存量は、密度（水中におけるブロック状泥炭の体積に対する固形物割合）が 0.1、0.5、0.3 の３パターンについて算出した

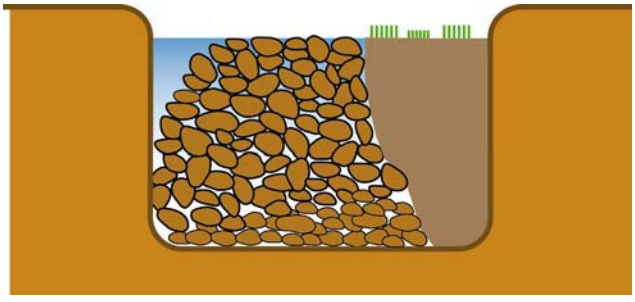


図 10.3.15 ブロック状泥炭のよる陸域形成のイメージ

また、埋め立て時のブロック状泥炭の運搬が容易なのは、運搬経路を遮られる採面が少なくブロック状泥炭の堆積厚が大きい採面№23 の測線①、№33 の測線①～③、№24 の測線①～③付近からである。埋め立てを段階的に実施する場合は、まずこれらの採面から供給するのが効率的と考えられる。なお、地盤の軟弱な採面を通過する箇所は仮橋を設置する必要がある。また、運搬経路になる箇所には高層湿原植生が分布しており、木道の設置などによる配慮を行うことが望ましい（図 10.3.16）。

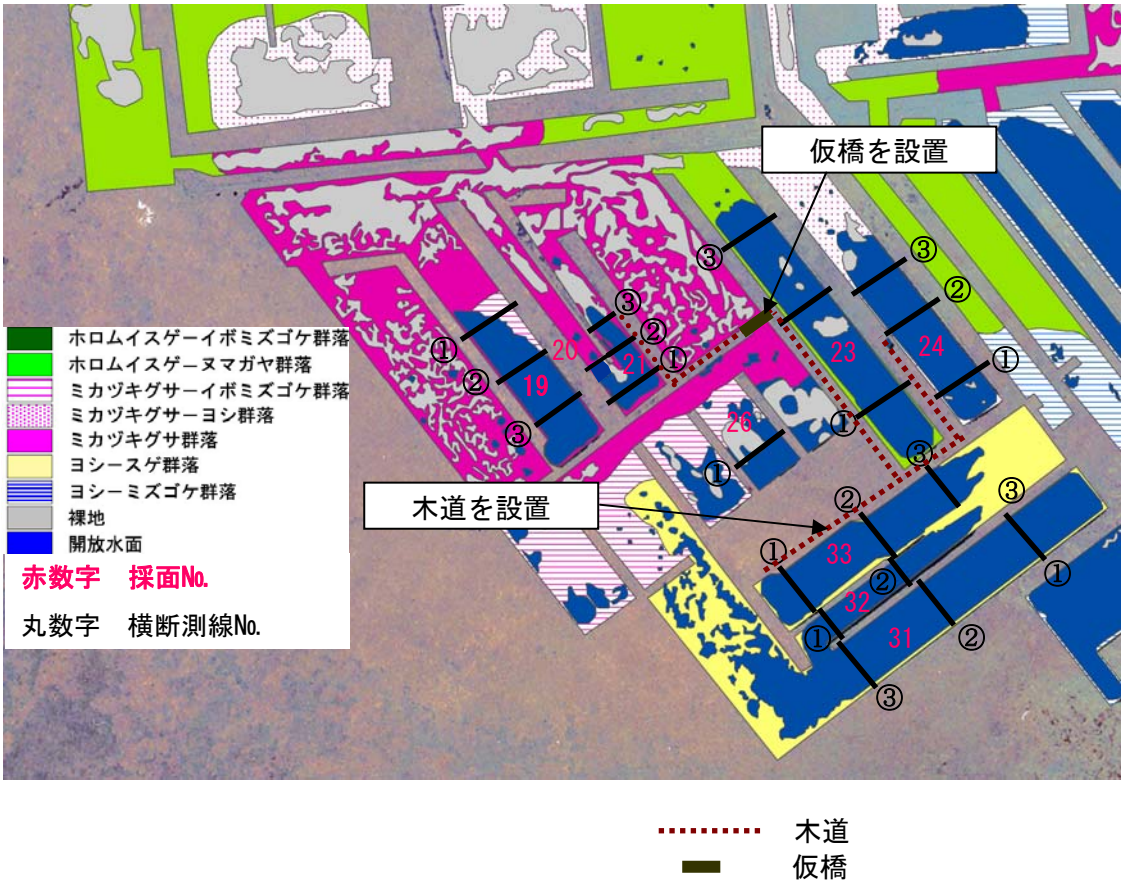


図 10.3.16　ブロック状泥炭運搬ルート

10.4　実証試験

本節の要約

以下の２つの試験を計画した。

・ペースト状泥炭が堆積する採面の裸地部への植生導入試験

・開水面が残された採面のブロック状泥炭による埋め立て予備試験

（１）試験実施箇所

実証試験の候補地としては、図 10.4.1 に示す３箇所を選定した。候補地①は既存作業道に近接しているためアクセスが良いが、西側の高層湿原域からは離れた位置にある。一方、候補地②および③は国立公園の特別保護区に近接しており、高層湿原域の修復という観点からは重要性が高いが、施工時に湿原植生を傷めないようとくに配慮が求められる。下図に示すように、既存作業道から分岐してササ生育域を通ってアクセスする木道を新規に設置し、高層湿原植生への負荷を軽減することが適当と考えられる。

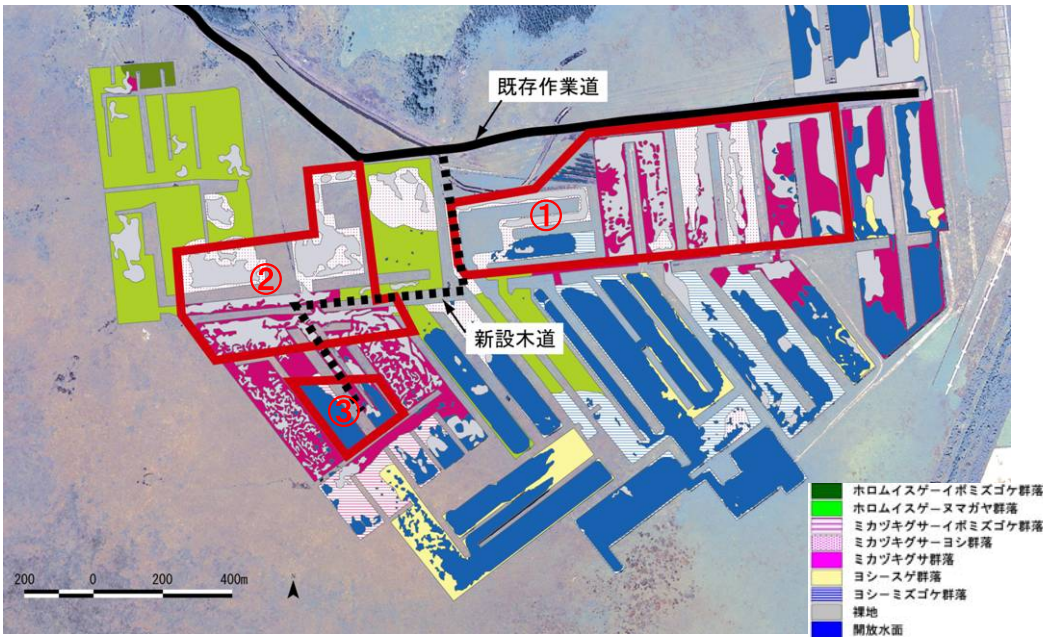


図 10.4.1　　実証試験候補地

（２）各試験区の配置案

１）ペースト状泥炭が堆積する採面の裸地部への植生導入試験

・ 配置案（その１）

試験候補地①や②に見られる面的な広がりを持つ裸地部において、生育環境緩和策を単独または組み合わせて試行し、各手法の有効性を探る。試験条件の組み合わせを表 10.4.1 に、具体的な配置案を図 10.4.2 に示した。

表 10.4.1　配置案（その１）における試験条件の組み合わせ

試験条件	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	対
マルチ	●	●	●	●	●	●									
表土移動抑制材の設置	●	●	●	●			●	●							
土壌改良	●	●							●	●					
窪地の造成											●	●			
亀裂の造成													●	●	
種子散布	●		●		●		●		●		●		●		

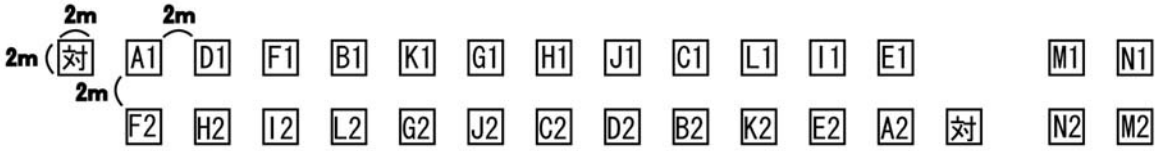


図 10.4.2　試験区配置案（その１）

- 配置案（その２）

浮島裸地部の周縁部にはほとんどの箇所で草本類の侵入が見られるが、これは周囲の湿原から水分供給があるためと推察される。そこで、浮島裸地部と湿原との境界付近に試験区を設定し、生育環境緩和策を組み合わせて試行することで、植物分布範囲の拡大を図る。この試験は、候補地①や②に見られる幅の狭い採掘跡地での実施を想定している。試験条件の組み合わせを表 10.4.2 に示す。この配置案では、試験区を植生域に隣接させるので種子の供給は十分にあると考えられることから種子散布は行わないこととする。また、植生の損傷を避けるために亀裂および窪地の造成も行わないこととする。具体的な配置案を図 10.4.3 に示した。

表 10.4.2　配置案（その２）における試験条件の組み合わせ

試験条件	B	D	F	H	J	L	対
マルチ	●	●	●				
表土移動抑制材の設置	●	●		●			
土壌改良	●				●		

図 10.4.3　試験区配置案（その２）

２）ブロック状泥炭による埋め立て予備試験

開水面を埋め立てるブロック状泥炭の安定性と植物の定着可能性を把握するために、投入するブロック状泥炭の密度と植物導入の有無という条件の組み合わせによる試験を行う。

投入するブロック状泥炭の密度については、それが少なくても効果が得られれば、材料を有効活用してより広い面積を埋め立てることができる。その目安を得るために検討する。

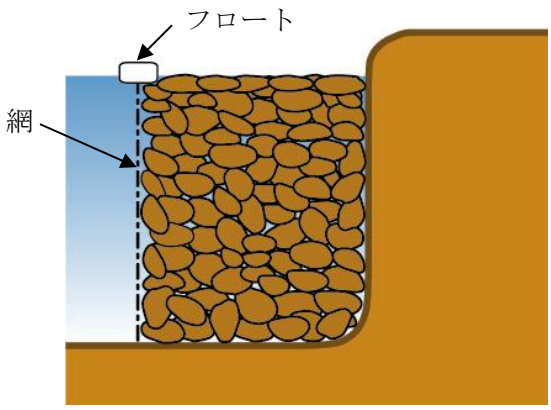
植物については、基本的には導入を行わずに自然に定着することが望ましい。別調査で行われたブロック状泥炭の埋土種子発芽試験では、水中から引き上げられたブロック状泥炭からは、ほとんど発芽がみられないという結果が得られている。一方、埋土種子の発芽は期待できなくても、現地では水散布や風散布によって種子や植物体が漂着して定着する可能性がある。この自然の定着がない場合は、ミズゴケやホロムイスゲなどを導入する必要がある。

これらの情報を得るために表 10.4.3 に示す組み合わせで試験を行う。なお、この試験は、候補地③に見られる開水面が残された採面での実施を想定している。

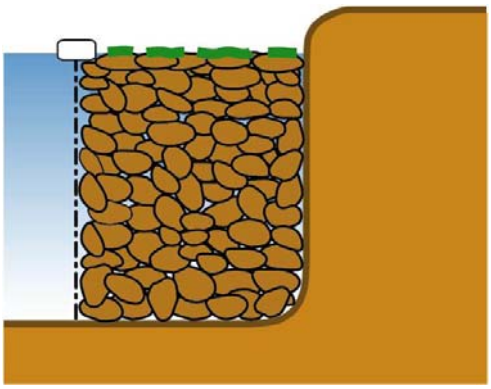
表 10.4.3　試験条件の組み合わせ

試験区	①	②	③	④	⑤	⑥
ブロック状泥炭密度	大	大	中	中	小	小
植物導入	無し	有り	無し	有り	無し	有り

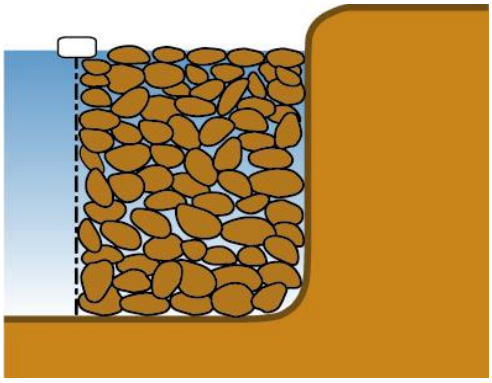
各試験区の設置イメージを図 10.4.4 に示す。各試験区はフロート付きの網で囲い、その中にブロック状泥炭を投入する。導入する植物は、泥炭採掘跡地で植生が回復した採面から採取したものを使用する。



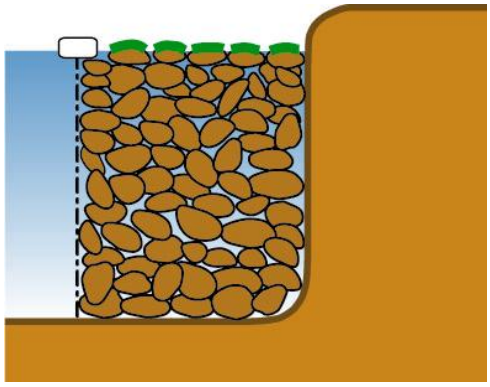
試験区①
泥炭密度大・植物導入なし



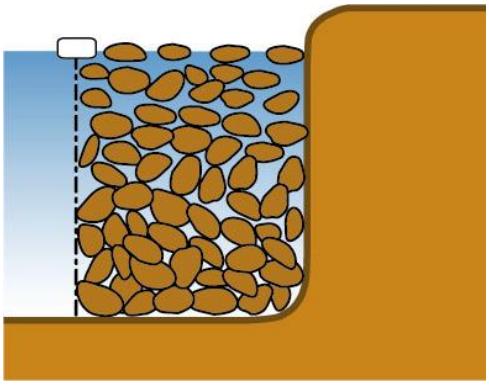
試験区②
泥炭密度大・植物導入あり



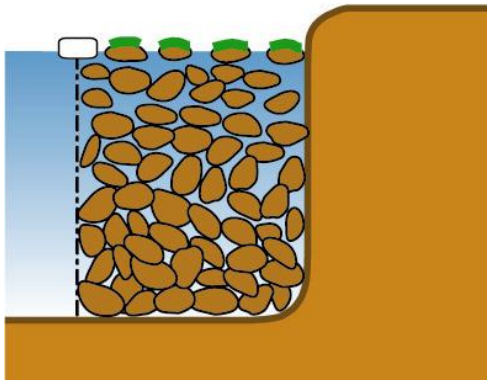
試験区③
泥炭密度中・植物導入なし



試験区④
泥炭密度中・植物導入あり



試験区⑤
泥炭密度小・植物導入なし



試験区⑤
泥炭密度小・植物導入あり

図 10.4.4　試験区の設置イメージ