

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
(平成 18 年度調査編)

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 . 業務概要	1
1.1 目的	1
1.2 履行期間	1
1.3 業務項目	1
1.4 作業内容	1
1.5 作業実施体制	14
2 . サロベツ川放水路南側湿原周辺の乾燥化対策	15
2.1 調査方法	15
2.2 水抜き水路 1	22
2.3 水抜き水路 2	40
2.4 水抜き水路 3	52
3 . ササ侵入対策モニタリング	58
3.1 調査概要	58
3.2 調査結果	66
3.3 考察	104
3.4 ミズゴケ再生試験地におけるササ刈り試験	124
3.5 来年度以降の調査への提言	135
4 . 緩衝帯設置に伴う湿原への効果の検証調査	136
4.1 地下水位観測	136
4.2 ササ生育状況調査	146
5 . 高層湿原の乾燥化実態調査	154
5.1 B 測線の観測結果	154
5.2 E 測線の観測結果	165
6 . 泥炭採掘跡地の修復手法調査	169
6.1 ペースト状泥炭表層部の性状調査	169
6.2 開水面への陸域形成に関する情報取得	192
6.3 修復手法の検討	209
7 . 原生花園跡地の修復手法調査	221
7.1 土砂剥ぎ取り試験	221
7.2 地下水流動解析	230
8 . ペンケ沼の土砂流入の実態調査	235
8.1 浮遊土砂量調査	235
8.2 沼内堆積土砂の変化量調査	257
8.3 埋塞状況および負荷量の検討	264

資料編

1 . 調査測線における地下水位調査	資 1-1
2 . 水抜き水路	
資 2_1 水抜き水路 1 (落合沼) 現地写真	資 2-1
資 2_2 水抜き水路 1 植生調査結果	資 2-15
資 2_3 水抜き水路 2 現地写真	資 2-49
資 2_4 水抜き水路 2 植生調査結果	資 2-58
資 2_5 水抜き水路 3 現地写真	資 2-74
資 2_6 水抜き水路 3 植生調査結果	資 2-83
3 . ササ侵入対策モニタリング試験	
資 3_1 丸山ササ現地写真	資 3-1
資 3_2 丸山ササ植生調査結果	資 3-29
資 3_3 丸山ササ葉量調査結果	資 3-37
資 3_4 原生花園ササ現地写真	資 3-41
資 3_5 原生花園ササ植生調査結果	資 3-53
資 3_6 原生花園ササ要領調査結果	資 3-56
資 3_7 ミズゴケ復元実験地現地写真	資 3-58
資 3_8 ミズゴケ復元実験地植生調査結果	資 3-62
4 . 緩衝帯	
資 4_1 緩衝帯ササ植生調査地点現地写真	資 4-1
資 4_2 緩衝帯ササ植生調査結果	資 4-5
5 . 泥炭採掘跡地	
資 5_1 泥炭採掘跡地侵食量調査現地写真	資 5-1
資 5_2 泥炭採掘跡地侵食量計測結果	資 5-7
資 5_3 泥炭採掘跡地侵食量図	資 5-17
資 5_4 泥炭採掘跡地植生調査結果	資 5-24
6 . ペンケ沼の土砂流入量調査	
資 6_1 浮遊土砂濃度計量証明書	資 6-1
資 6_2 浮遊土砂量調査現地写真	資 6-7
資 6_3 河川流量調査結果	資 6-15

1. 業務概要

1.1 目的

本業務は、環境省が農林水産省と連携して実施するサロベツ自然再生事業の推進に資するために、上サロベツ自然再生協議会において策定された「上サロベツ自然再生全体構想」に基づき、自然再生目標を達成するための手法等を、平成 14 年度から行っているサロベツ自然再生事業再生計画・技術手法検討調査業務の成果から総合的にとりまとめるとともに、実証試験を検証するなかから、事業計画を作成するにあたっての課題等を整理・検討することを目的とした。

1.2 履行期間

平成 18 年 8 月 22 日～平成 19 年 2 月 28 日

1.3 業務項目

業務項目は以下のとおりある。

- (1) サロベツ川放水路南側湿原周辺の乾燥化対策
- (2) ササの侵入抑制対策
- (3) 緩衝帯設置に伴う湿原への効果の検証調査
- (4) 高層湿原の乾燥化実態調査（地下水位測水）
- (5) 泥炭採掘跡地の修復手法調査
- (6) 原生花園跡地の修復手法調査
- (7) ペンケ沼の土砂流入の実態調査
- (8) 総合とりまとめ
- (9) 協議会資料作成

1.4 作業内容

調査対象地区は、北海道天塩郡豊富町を中心とするサロベツ湿原とその周辺部の河川、農地、森林とし、以下の調査を行った。

1.4.1 サロベツ川放水路南側湿原周辺の乾燥化対策

昨年度実施した 2 箇所の水抜き水路堰上げ箇所及び実証試験地において、地下水位観測と植生のモニタリングを継続した。

(1) 地下水位測水

既存の実証試験地において、地下水位の一斉測水を実施する。観測頻度は 1 回 / 月とし、期間は 11 月までとした。

- ・実証試験地 1（水抜き水路 1）：40 孔
- ・実証試験地 2（水抜き水路 2）：25 孔
- ・実証試験地 3（水抜き水路 3）：16 孔

(2) 植生のモニタリング

既存の実証試験地において、生育種別の被度と草丈を記録した。

- ・実証試験地 1 (水抜き水路 1): 26 箇所
- ・実証試験地 2 (水抜き水路 2): 15 箇所
- ・実証試験地 3 (水抜き水路 3): 14 箇所

1.4.2 ササの侵入抑制対策

平成 15 年以降実施しているササの刈り取り試験地において、引き続き植物の生育状況の調査とササの刈り取りを行い、効果的なササの抑制方法を検討した。

(1) 地下水位測水

既存の実証試験地において、地下水位の一斉測水を実施する。観測頻度は 1 回 / 月とし、期間は 11 月までとした。

- ・丸山周辺: 16 孔
- ・原生花園: 8 孔

(2) 植生のモニタリング

1) 丸山周辺および原生花園

各試験区において、夏季にササの平均高・植被率・1 m²あたりの稈数・継続観察している 10 本のササの葉枚数と葉サイズ、群落の平均高・植被率・全出現種の植被率・開花結実状況を記録し、併せて地下水位を計測する。秋季においては、全出現種の開花・結実状況を記録した。

- ・丸山周辺: 16 箇所
- ・原生花園: 8 箇所

2) ミズゴケ復元実験地

2001 年まで調査が行われていたミズゴケ復元実験地において、モニタリング対象とする試験区におけるミズゴケの分布と群落の平均高・植被率・全出現種の植被率・開花結実状況を記録する。モニタリング対象とする試験区については発注者と協議のうえ決定した。

(3) ササの刈り取り

1) 丸山周辺および原生花園

既存のササ刈り試験区において、試験毎に設定した刈り取り条件に応じて夏季および秋季に刈り取りを行った。刈り取ったササは、湿原の外に搬出し、産廃廃棄した。刈り取りにあたっては他の植物の損傷を最小限にするために、ササの先端部を刈り取るように留意した。

2) ミズゴケ復元実験地

ミズゴケ復元実験地において、秋季に刈り取りを行った。平成 15 年まで本実験地において行われていた刈り取りは、根元から刈り取っていたので同手法で行った。なお、刈り取り範囲については発注者と協議のうえ決定した。

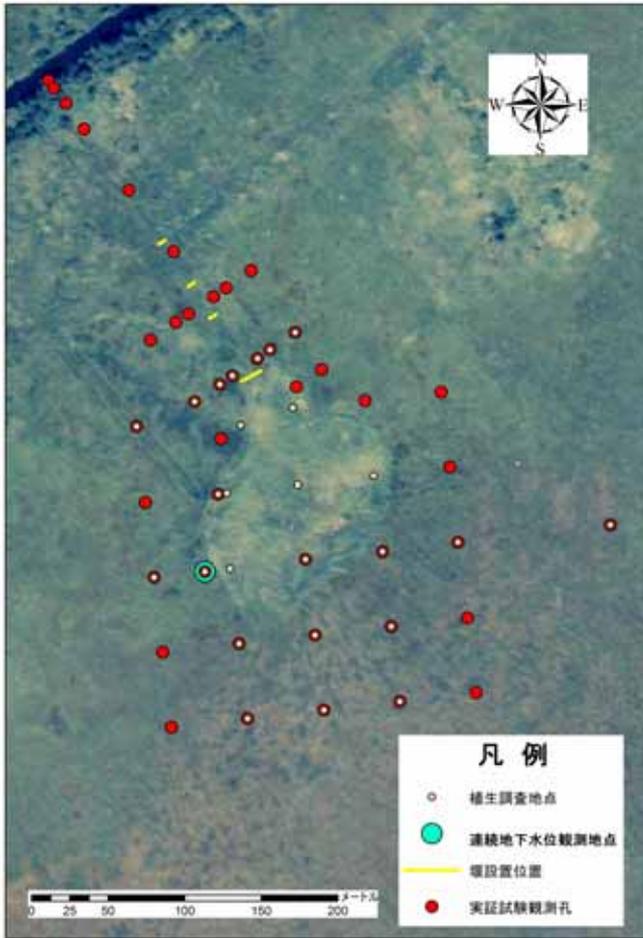


図 1.4.1 水抜き水路 1 堰上げ実証試験地における観測孔位置

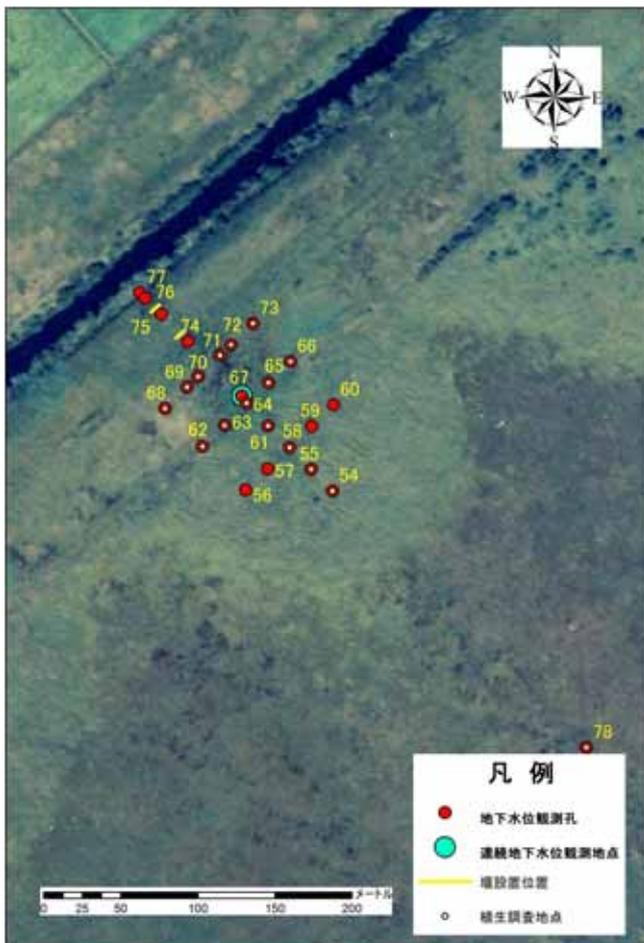


図 1.4.2 水抜き水路 2 堰上げ実証試験地における観測孔位置

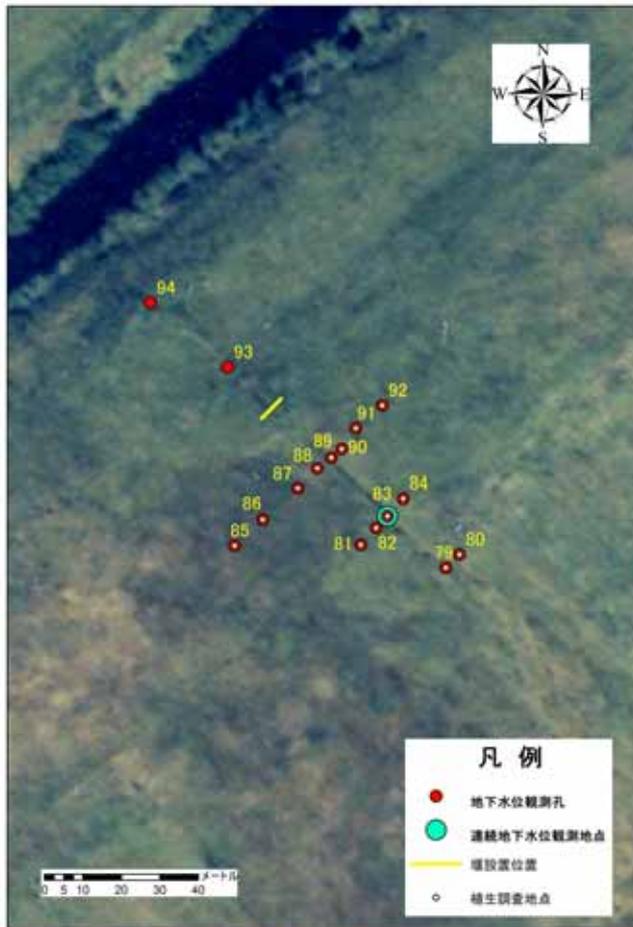


図 1.4.3 水抜き水路3堰上げ実証試験地における観測孔位置

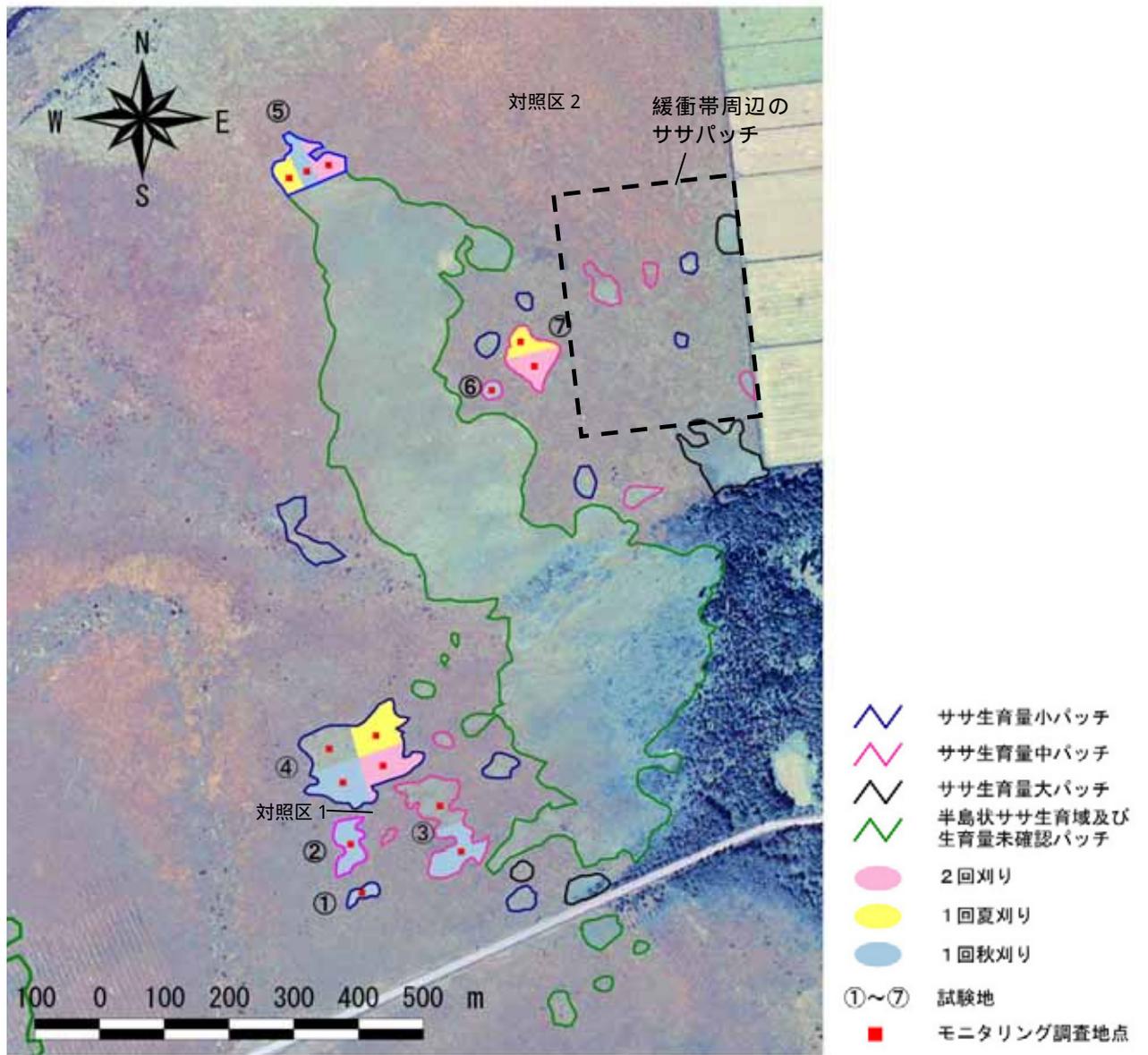


図 1.4.4 丸山および緩衝帯周辺における調査地点位置図

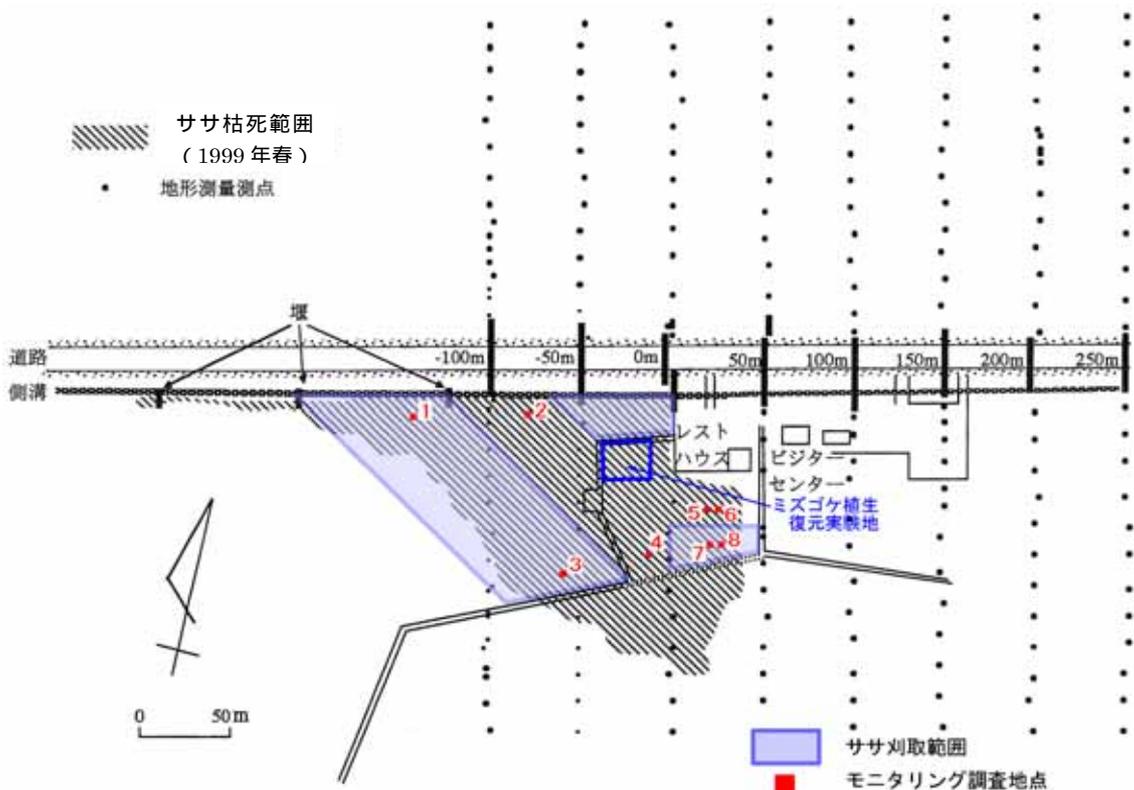


図 1.4.5 調査地点位置 (原生花園)

(4) 効果的なササ刈り取り手法の検討

今年度までのササの生育状況や生育種の推移を整理し、刈り取りによるササ生育抑制効果の相違、ササ刈り取りが湿原植物に与える影響の程度を明らかにし、効果的なササ刈り取り手法を検討した。

1.4.3 緩衝帯設置に伴う湿原への効果の検証調査

上サロベツ自然再生協議会において豊富町、サロベツ農事連絡会および稚内開発建設部により共同提案された「農地と湿原の共生に向けた事業実施計画」が承認されている。実施計画では緩衝帯の設置が計画されており、その効果を検証するために湿原での調査も不可欠であることから、従来から実施しているA測線における地下水位観測と併せて、緩衝帯付近の湿原内においてササの生育状況を調査し、緩衝帯設置の効果を検証するための工事前データを得た。

(1) 地下水位観測

既存のA測線の湿原側および農地側において、地下水位の一斉測水を実施した。観測頻度は1回/月とし、期間は11月までとした。

- ・ A測線：59孔

(2) ササの生育状況調査

緩衝帯設置予定箇所付近において、パッチ状に分布するササの外周をGPSで記録した。また、現存量を把握するためにササパッチの中心部と縁部にコドラート(1×1m)を設け、ササの本数・高さ・植被率、他の植物の植被率を記録した。調査は、夏～秋に1回とした。

1.4.4 高層湿原の乾燥化実態調査(地下水位測水)

湿原乾燥化の実態を経時的に把握するために、既存のB測線とE測線における地下水位一斉測水を継続実施した。

(1) 地下水位観測

既存のB測線とE測線において、地下水位の一斉測水を実施する。観測頻度は1回/月とし、期間は11月までとした。

- ・ B測線：46孔
- ・ E測線：20孔

1.4.5 泥炭採掘跡地の修復手法調査

昨年度実施した調査結果を踏まえ、採面に堆積したペースト状泥炭表層の性状をより定量的に調査した。また、開水面への陸域形成に資する情報を得るために以下の調査を実施した。

(1) ペースト状泥炭表層部の性状調査

工場で粉砕されたペースト状泥炭に覆われた採面の中から、裸地のまま残されている箇所と植物が生育している箇所を各5地点程度選び、1×1mの範囲に、深度を変えて数10本のピンを挿し、一定期間経過後に残存状況を観察して、表層部の浸食・堆積の程度を把握した。また、同地点において、センサー式土壌水分計により表層と地中20cm程度の土壌水分を計測した。

(2) 開水面への陸域形成に関する情報取得

部分的に開水面が残り、水深が比較的浅いと想定される採面1箇所において、水際から水底にかけての深度分布を調査した。また、開水面が広がる近隣の採面において水底に堆積したブロック状泥炭の分布状況を調査し、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賦存量を推定した。さらに、陸域形成の材料を泥炭採掘跡地の外部から調達する可能性についても検討した。

(3) 修復実施手法の検討

以上の調査結果を踏まえ、泥炭採掘跡地における修復実施手法を検討した。

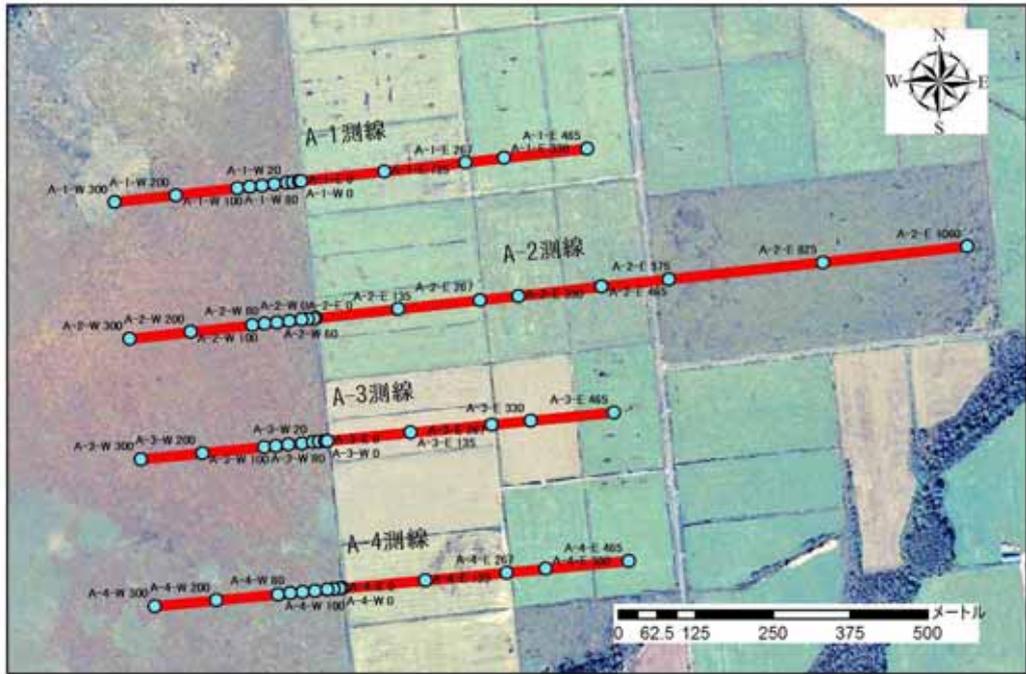


図 1.4.6 A 測線における地下水位観測測線と観測孔位置

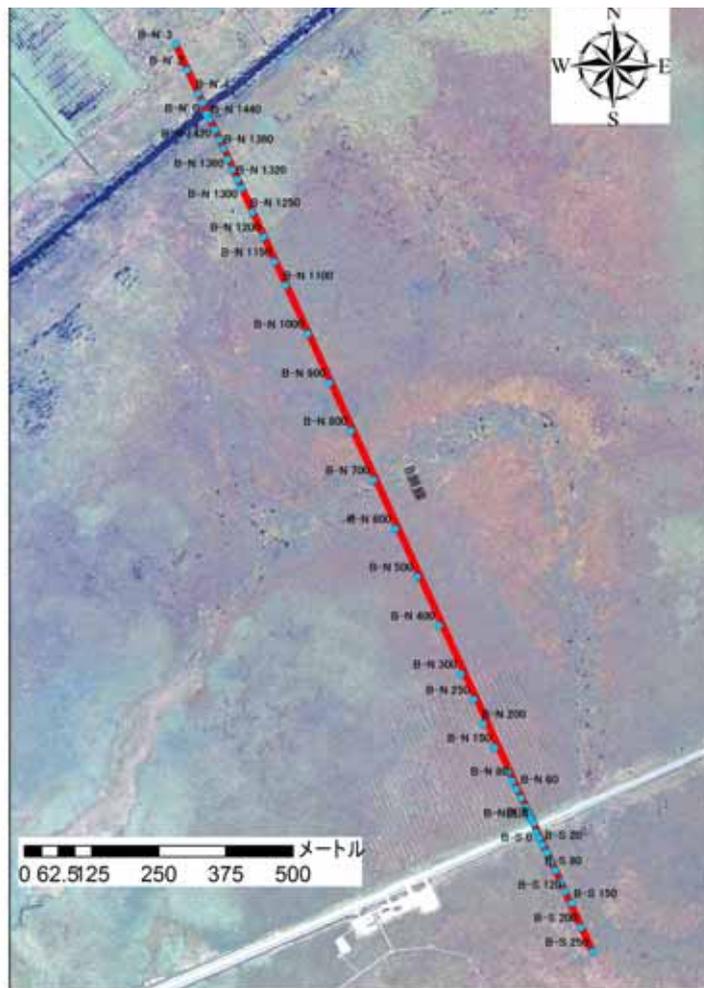


図 1.4.7 B 測線における観測孔位置

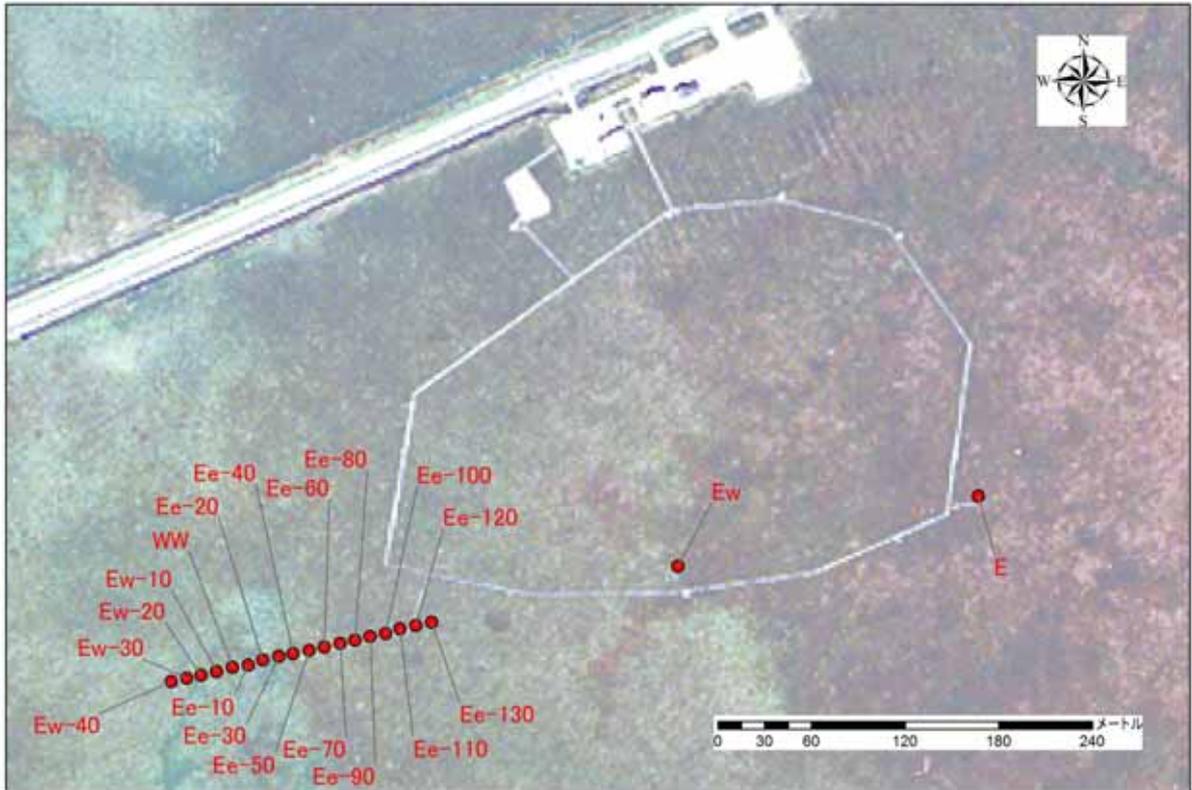


図 1.4.8 E 測線における観測孔位置

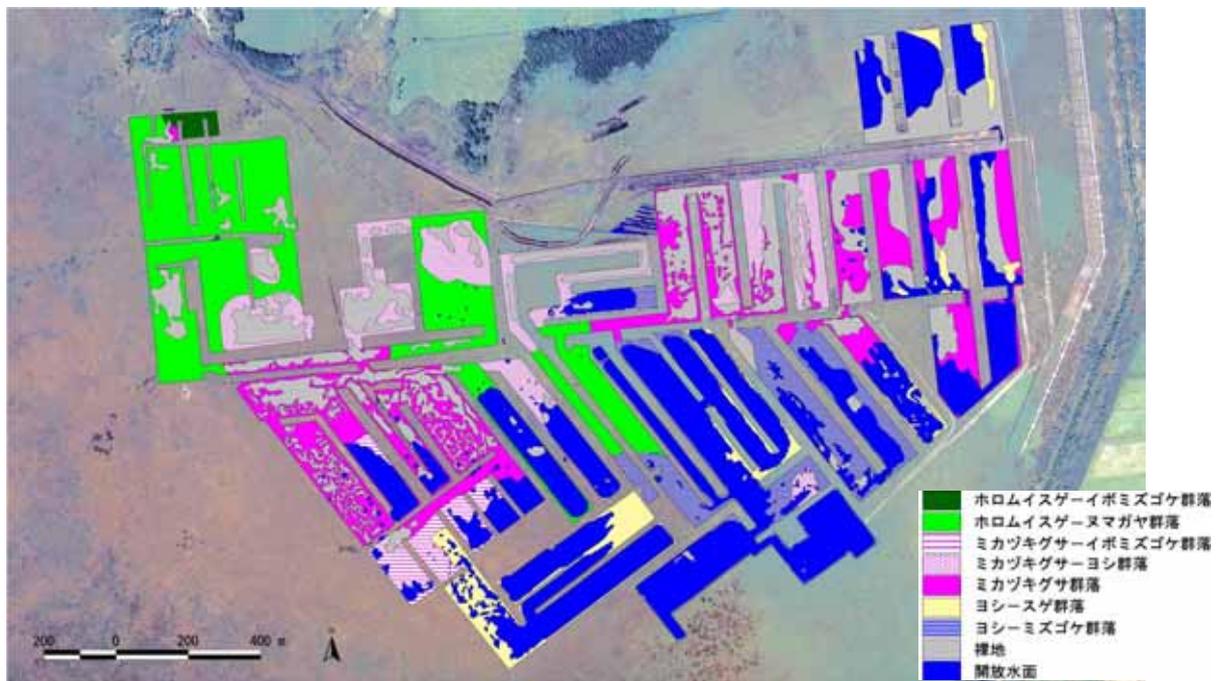


図 1.4.9 泥炭採掘跡地

1.4.6 原生花園跡地の修復手法調査

昨年度実施した、表土の剥ぎ取り深度に変化を持たせた試験地において、試験区毎に全出現種の植被率を記録するとともに、地下水位を計測する。調査は秋季に1回実施した。調査結果から剥ぎ取り深度と出現種の対応を整理した。

また、盛土の撤去や表土の剥ぎ取りが周辺湿原の地下水位低下に及ぼす影響の程度を断面二次元地下水流動解析によって予測・評価した。

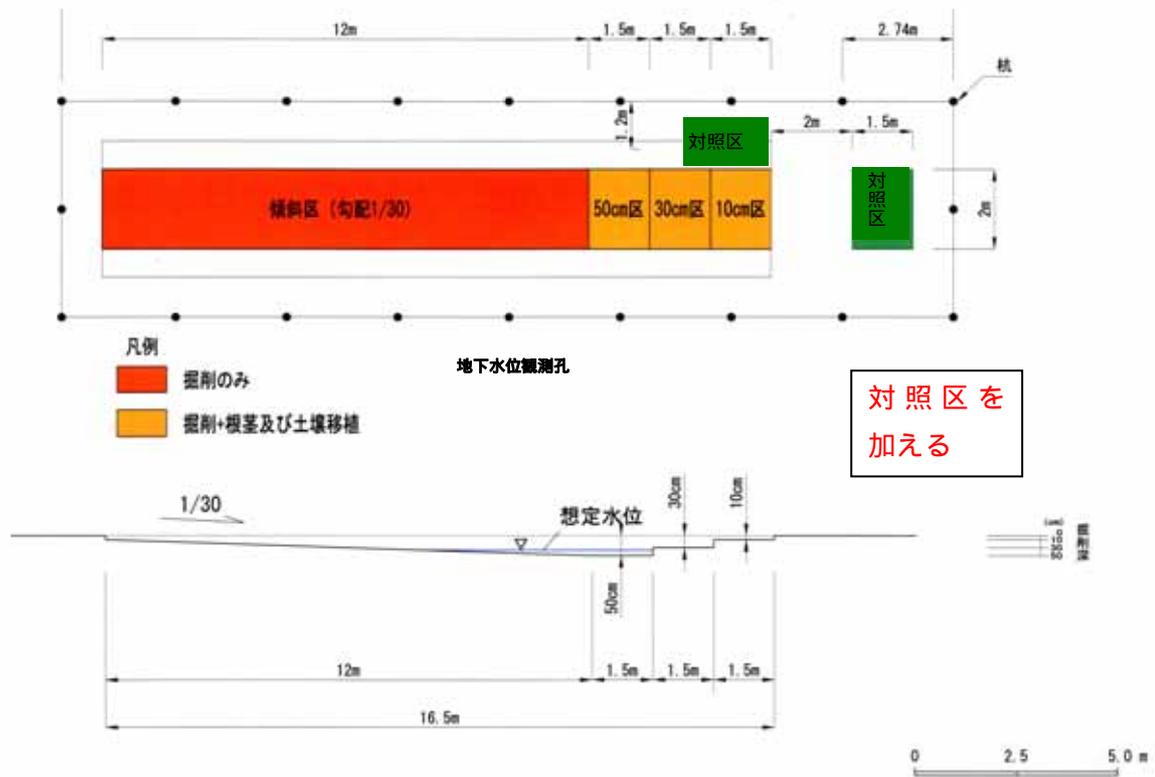


図 1.4.10 試験区の配置

1.4.7 ペンケ沼の土砂流入の実態調査

昨年度実施した河床堆積物の粒度と礫種を分析した結果を補完するため、濁水に混入して流送される浮遊砂と、河床を押し流されてペンケ沼流入部付近に堆積する掃流砂の量を把握した。

浮遊砂については、採水によって混入量を把握し、河川流量に応じて全体の流入量に引き伸ばす推算方法等により行った。

掃流砂については、ペンケ沼への流入地点に堆積した砂州の形状を計測し、平成 14 年に実施された深浅測量の結果などと比較して年間の堆積量を推算する方法により行った。

(1) 流入河川の浮遊砂量調査

ペンケ沼に流入・堆積する浮遊土砂量を検討するために、以下の調査を実施した。

1) 浮遊砂の採取

ペンケ沼に流入する濁水を以下の地点で高水位時と低水位時および中間的な水位時の 3 時期採取し、濁水中の浮遊土砂量を分析した。

- ・ペンケ沼流入部 (1 箇所)
- ・ペンケ沼流出部 (1 箇所)
- ・福永川流域 (1 箇所)
- ・オンネベツ川流域 (1 箇所)
- ・登龍沢川流域 (1 箇所)
- ・下エベコロベツ川流域 (4 箇所)

2) 流入河川の水位モニタリング

ペンケ沼に流入する第 7 号幹線排水路 (下エベコロベツ川) に水位計を設置し、河川水位の連続観測を実施した。また、計測された河川水位と豊富アメダスの結果を用いてタンクモデルによる流出解析で、年間の河川水位変動を検討した。

3) 流量観測

流入河川の水位から概略の河川流量を推算するために、水位計設置地点において流量観測を実施した。流量観測は時期を変えて 3 回以上実施し、可能な限り低水位から高水位間でバランスよく計測を行った。

4) 河川流量の検討

上記の流出解析結果と流量観測結果を用いて年間の河川流量を推算した。

5) 浮遊土砂量の検討

濁水中の浮遊土砂量の分析結果と河川流量の推算結果を元に、ペンケ沼に流入・堆積する浮遊土砂量を検討した。

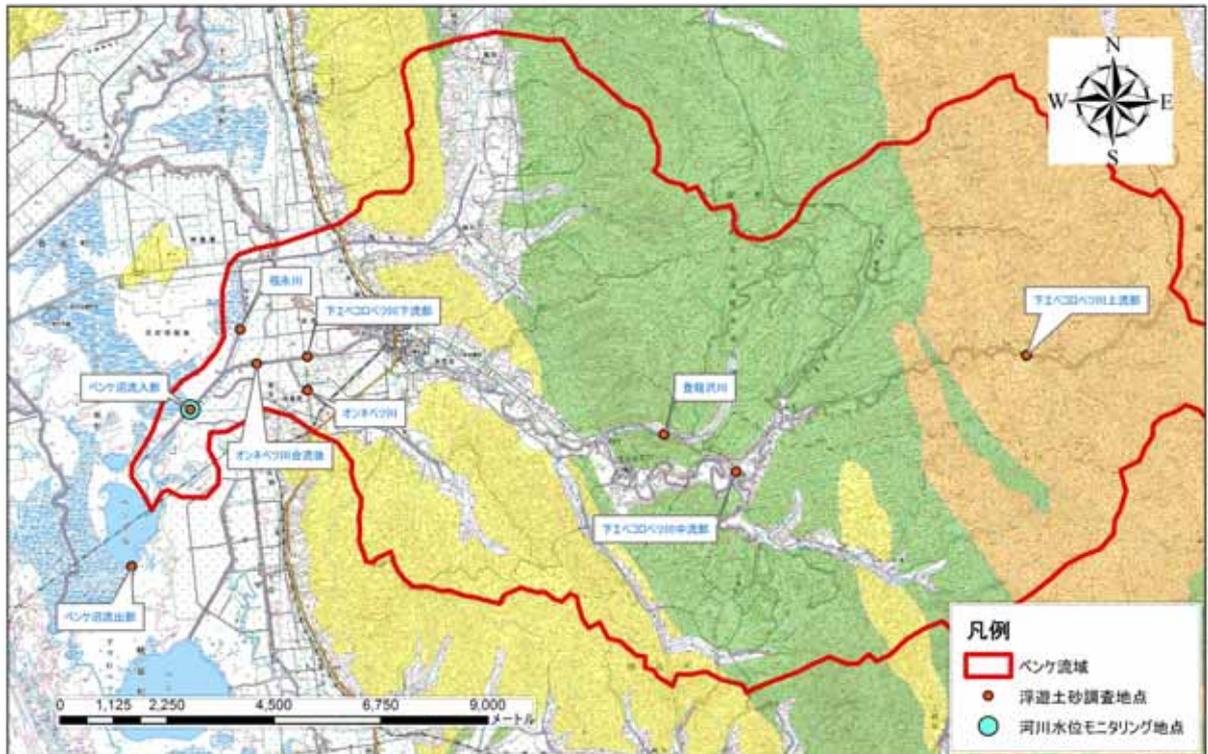


図 1.4.11 ペンケ沼流域の浮遊砂量調査位置図

(2) 沼内堆積土砂の変化量調査

ペンケ沼では、平成 14 年度に深浅測量を実施していることから、前回の調査以降の 4 年間にペンケ沼内に堆積した土砂量を把握するために以下の調査を実施した。

1) ペンケ沼深浅測量

平成 14 年度に実施された深浅測量の測線を再設定し、これと同じ位置で沼内の測量を実施する。また、測量と同時に可能な限り底質の状況を確認した。

2) 砂州先端部の縦横断測量

水面上の堆積量を詳細に把握するために、ペンケ沼への流入地点に形成された砂州先端部の縦横断測量を実施した。

3) 堆積土砂量の推定

平成 14 年度の深浅測量結果や航空レーザー計測結果と今回実施する深浅測量および縦横断測量の結果を比較して、4 年間に堆積した土砂量を検討した。

(3) 埋塞状況および負荷量の検討

推算された浮遊砂の流入堆積量および沼内の堆積土砂量の変化から、現在の年間の埋積量と浮遊砂・掃流砂の比率を推算するとともに、昨年度の粒度や礫種調査結果も踏まえ、ペンケ沼の埋塞に大きな負荷を及ぼしている流域を検討した。

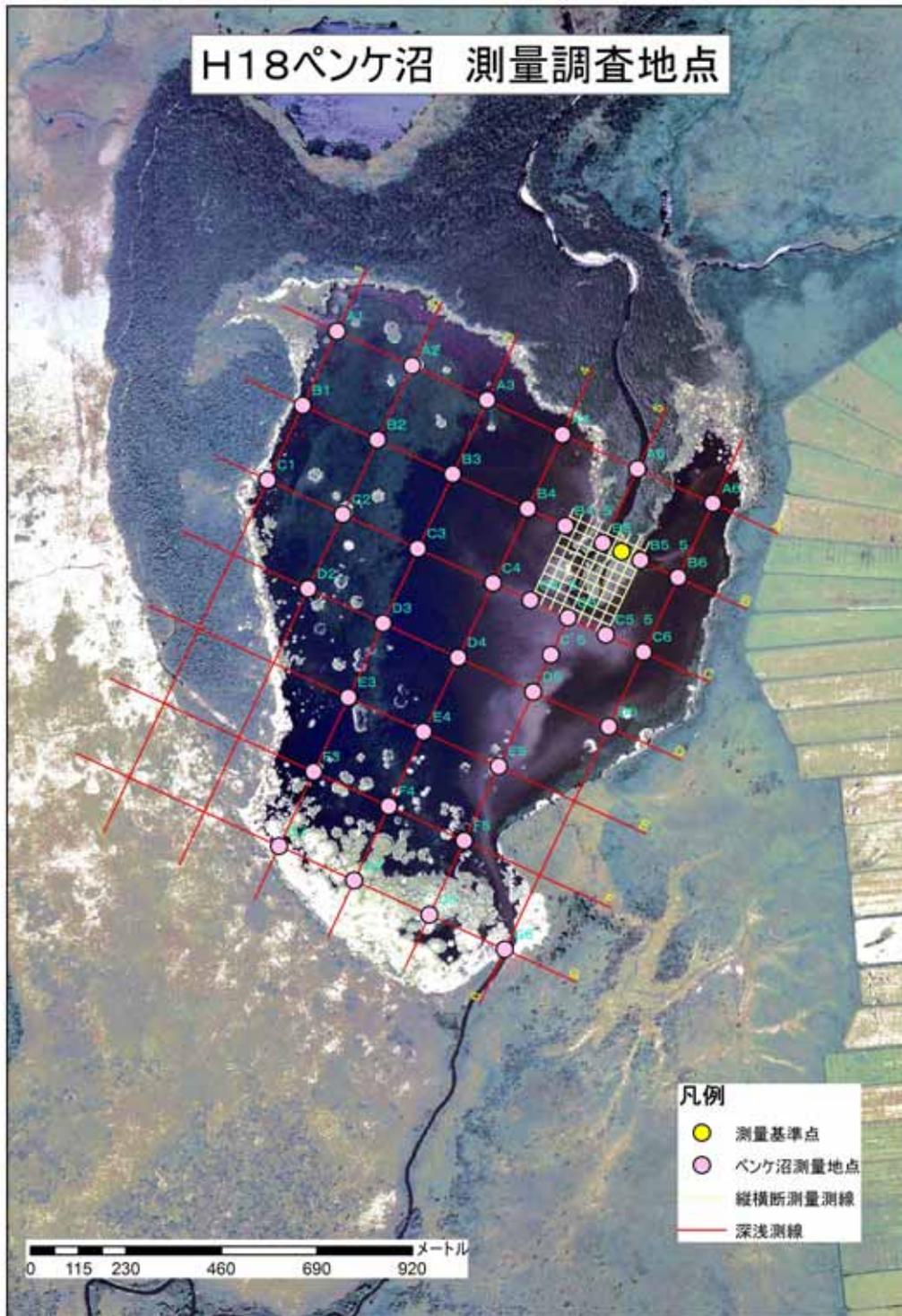


図 1.4.12 ペンケ沼堆積土砂調査測線図

2. サロベツ川放水路南側湿原周辺の乾燥化対策

平成 17 年度に堰上げを実施した 2 箇所の水抜き水路および堰上げを想定している水抜き水路 1 箇所について、地下水位観測と植生のモニタリングを行った。

2.1 調査手法

2.1.1 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 2.1.1）。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が上昇すると予想され、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と接続している。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、2004 年に事前調査を実施し、2005 年に実際に堰上げを行い、2005 年と 2006 年に堰上げ後の調査を行った。水抜き水路 3 は、堰上げは未実施であり、事前調査として 2005 年と 2006 年に調査を行った。

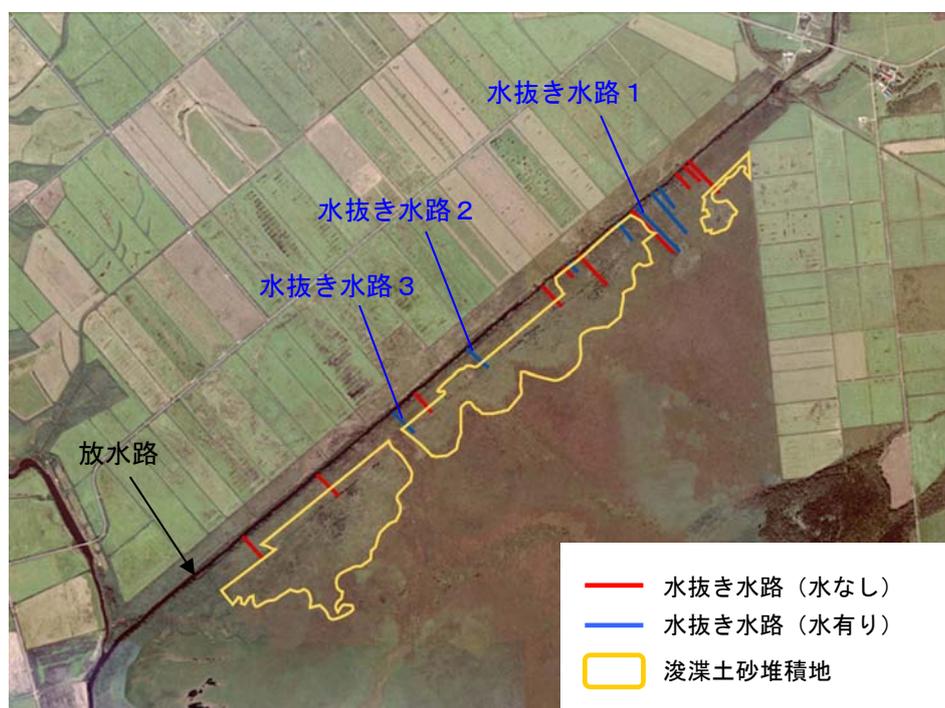


図 2.1.1 水抜き水路実証試験地

2.1.2 調査地点の配置

(1) 水抜き水路 1

水抜き水路 1 試験地における調査地点を図 2.1.2 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。

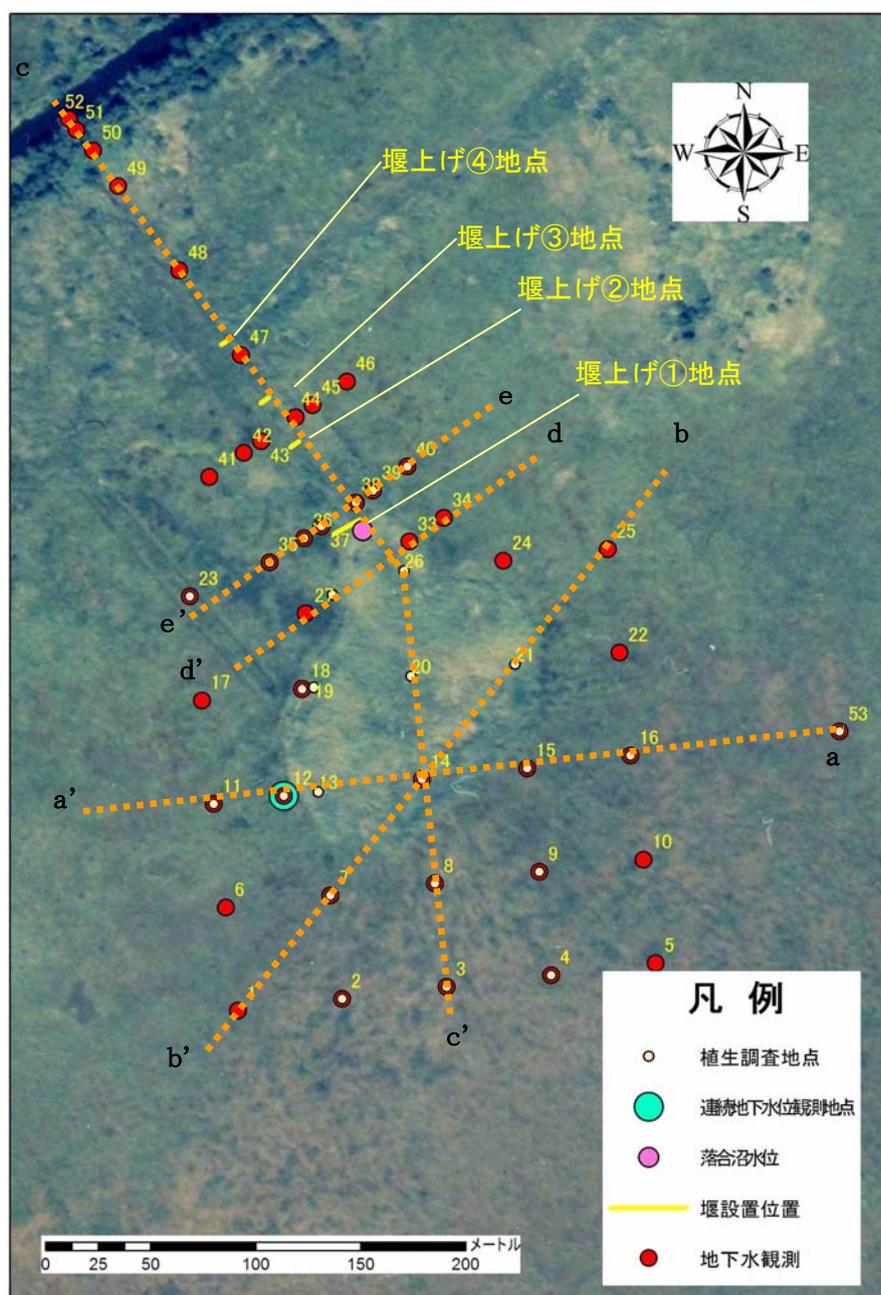


図 2.1.2 水抜き水路 1 堰上げ実証試験地における調査地点

(2) 水抜き水路 2

水抜き水路 2 試験地における調査地点を図 2.1.3 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。

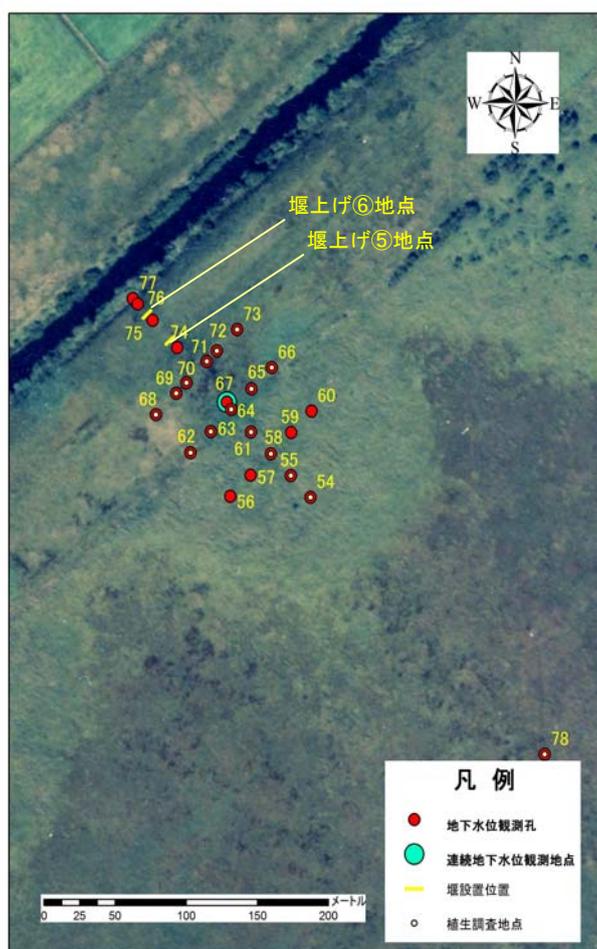


図 2.1.3 水抜き水路 2 堰上げ実証試験地における調査地点

(3) 水抜き水路 3

水抜き水路 2 試験地における調査地点を図 2.1.4 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。

i-i' 測線（地点 85～92）は、放水路から 80m の位置にあり、堰上げ予定地の約 20m 上流にあたる。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。

地点 81～84 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。地点79と80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。

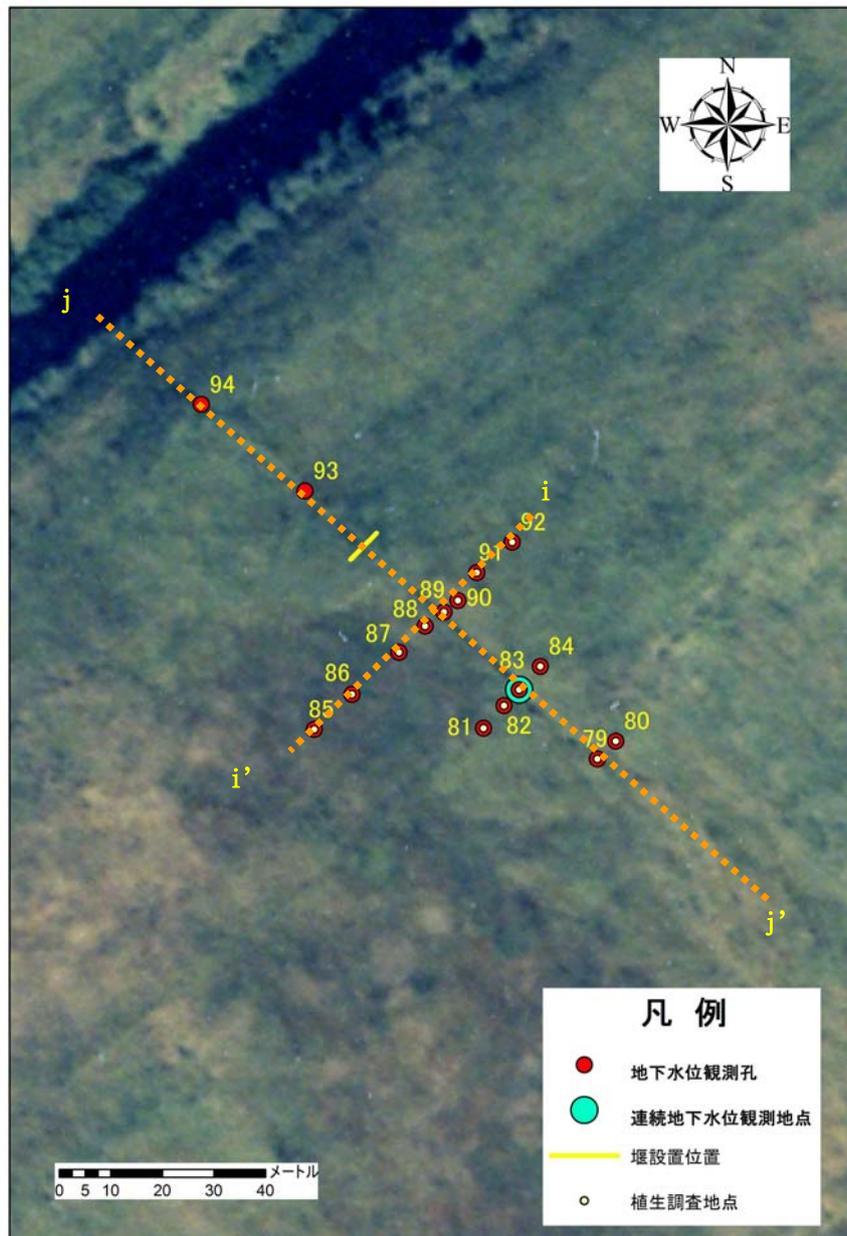


図 2.1.4 水抜き水路3における調査地点

2.1.3 調査手法

(1) 地下水位

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。

一斉測水は以下の日程で実施した。

- ・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

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

1) 地下水位観測孔の概要

図2.1.5に地下水位観測孔の概要図を示す。観測孔は長さ2～4mのVP-40塩ビ管（内径40mm）で、先端が地盤面から約50cm程度立ち上がるように設置されている。塩ビ管は下端から25cm間隔で千鳥状に直径6mmの穴が削孔され、上端から75cm以浅は表流水の流入を防止するために無孔になっている。

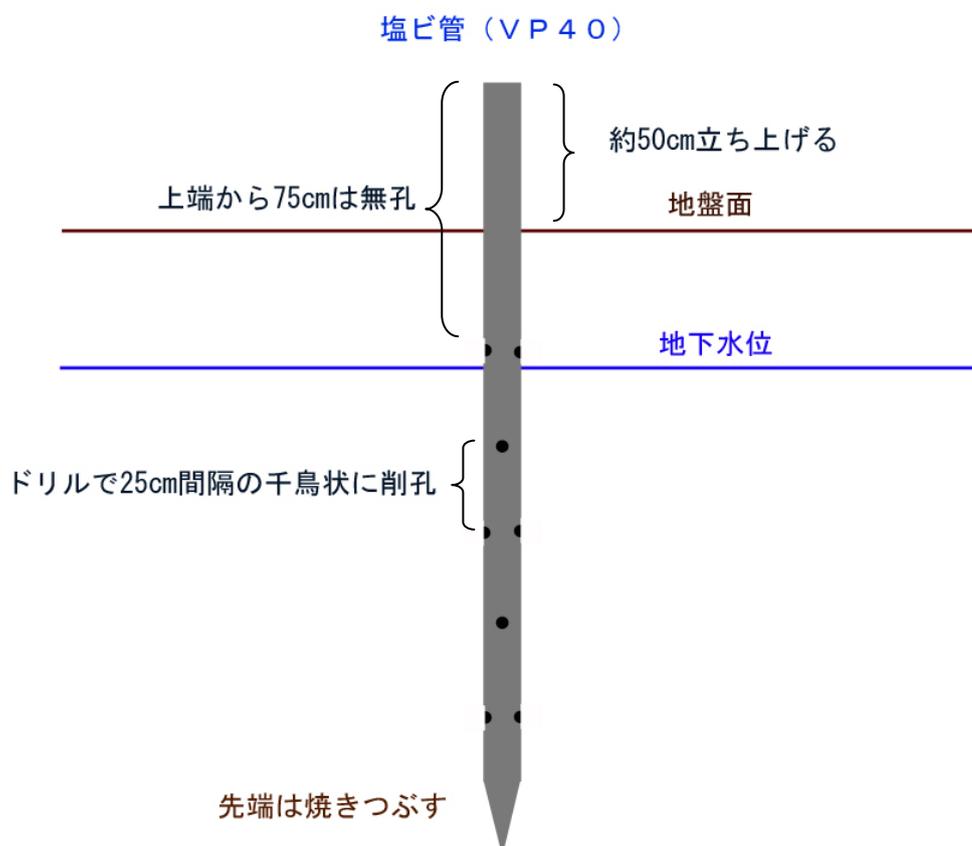


図 2.1.5 地下水位観測孔の概要図

2) 地下水位一斉測水の方法

設定した地下水位観測孔では、1回/月の頻度で一斉測水調査を実施した。地下水位の一斉観測には水面計を用いた。図 2.1.6 に水面計の概要と使用方法を示す。

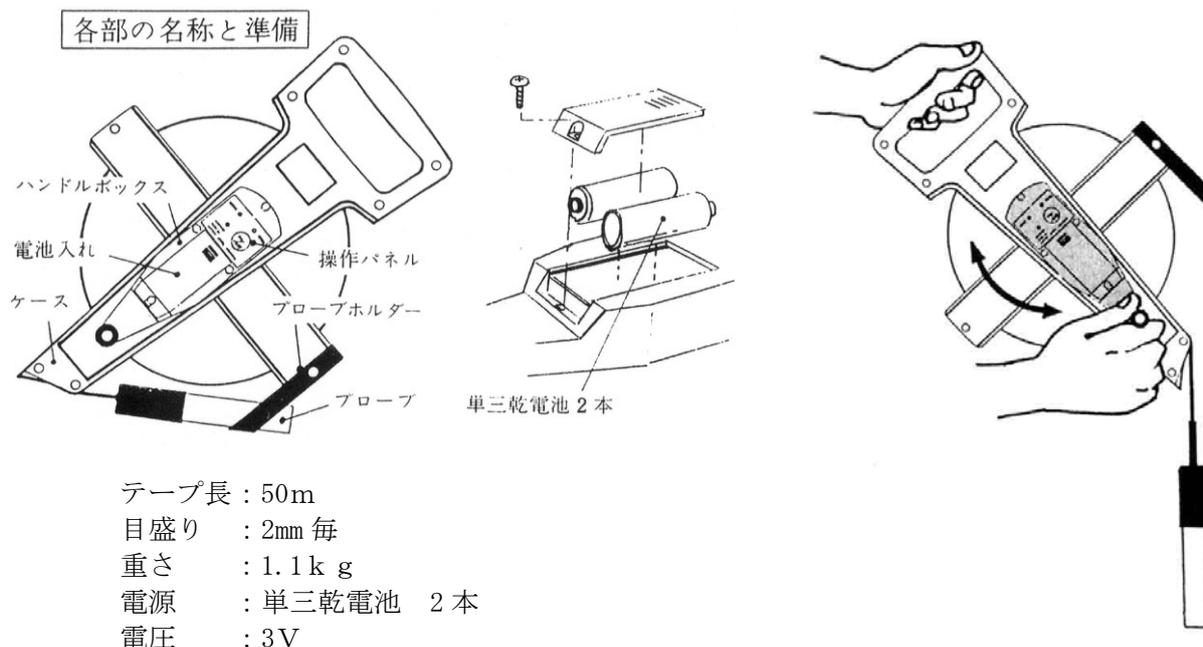


図 2.1.6 水面計の概要と使用方法

次に、水面計による測定の方法を示す。

- ① 操作パネルの電源スイッチを押し、パワーランプが点灯したことを確認する。
- ② プローブホルダーからプローブを外し、観測孔内に挿入する。
- ③ テープを引き出しながら、プローブを地下水面まで降ろす。
- ④ プローブの先端が地下水面に接触すると電子音が鳴るので、その時点での基準点（ここでは観測孔の管頭）の高さに対応するテープの目盛り（地下水面からの距離=L）を読みとる。

3) 地下水位標高および地下水位の算出方法

一斉測水では、各地下水位観測孔の管頭から地下水面までの深度を水面計で測定し、式 2.1.1 によって地下水面標高を算出した。また、地表面から地下水面までの深さ（以下、「GL-地下水位」という）は、式 2.1.2 によって算出した。図 2.1.7 に地下水位算出方法の概念図を示す。

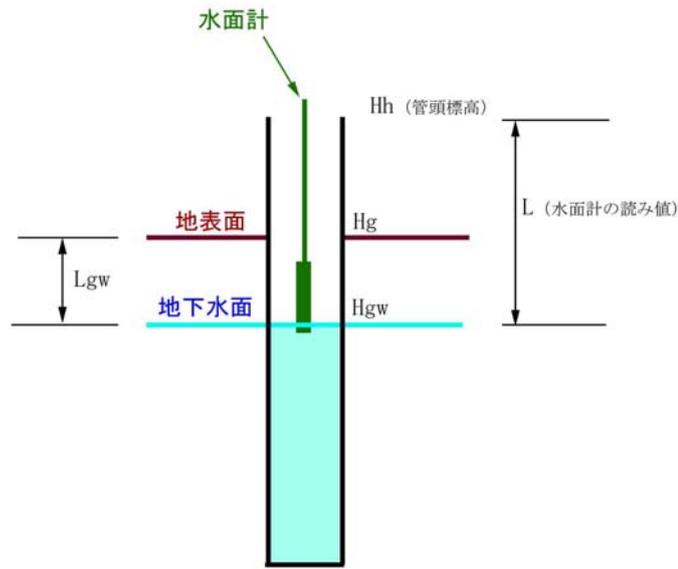


図 2.1.7 地下水位算出方法の概念図

$$H_{gw} = H_h - L \dots \dots \dots \text{式 2.1.1}$$

$$L_{gw} = L - (H_h - H_g) \dots \dots \dots \text{式 2.1.2}$$

- L : 水面計での測定値 (m)
- H_{gw} : 地下水面標高 (m)
- L_{gw} : GL-地下水位 (m)
- H_g : 地盤標高 (m)
- H_h : 管頭標高 (m)

また、各地下水位観測孔の地盤標高と管頭標高は、2006年5月26日に水準測量を実施して計測した。なお、水準測量に用いた基準点は以下に示す三角点である。

表 2.1.1 水準測量の基準点

三角点地点名	三角点標高 (m)	X座標 (世界測地系)	Y座標 (世界測地系)
B6-3	5.49	125191.438	-42781.629
M7-2	5.95	123114.704	-44634.543

(2) 植物

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。

現地調査は以下の日程で実施した。

- ・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 2006年8月1日

2.2 水抜き水路1

2.2.1 地下水位

図 2.2.1～2.2.5 に各断面の地下水位分布の変動グラフを示す。

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 2.2.6、7）。また、a-a' 測線の明渠側（a' 側）は明渠に向かって、地形と地下水面が低下している。

次に、旧落合沼から放水路にかけての縦断面（図 2.2.3）では、堰上げを実施した放水路から 124m 地点より上流側では地下水位標高が高く、地表からの深度が浅くなっていることがわかる。旧落合沼の水抜き水路の横断面（図 2.2.4,5）では両側の湿原から水抜き水路にむけて地下水位が低くなっているが、後述するように堰上げ前と比較するとその傾きは小さくなっている。

平成 18 年度の地下水位変動の特徴としては、後述するように前年度に比較して渇水期の地下水位低下が小さかった。特に旧落合沼と堰上げを行った水抜き水路の周辺では地下水位の低下量が小さく、堰上げの効果が現れているように見える。

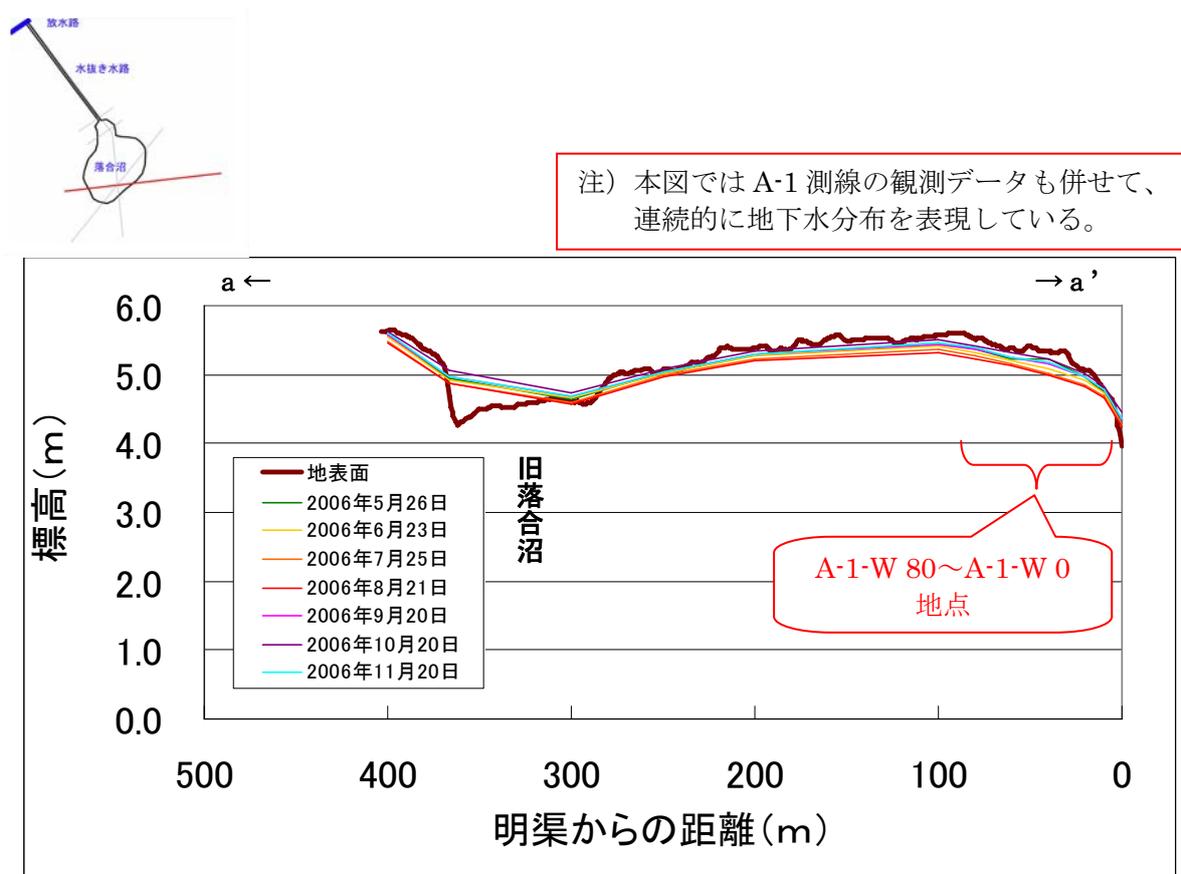


図 2.2.1 水抜き水路1 a-a' 断面における地下水位分布

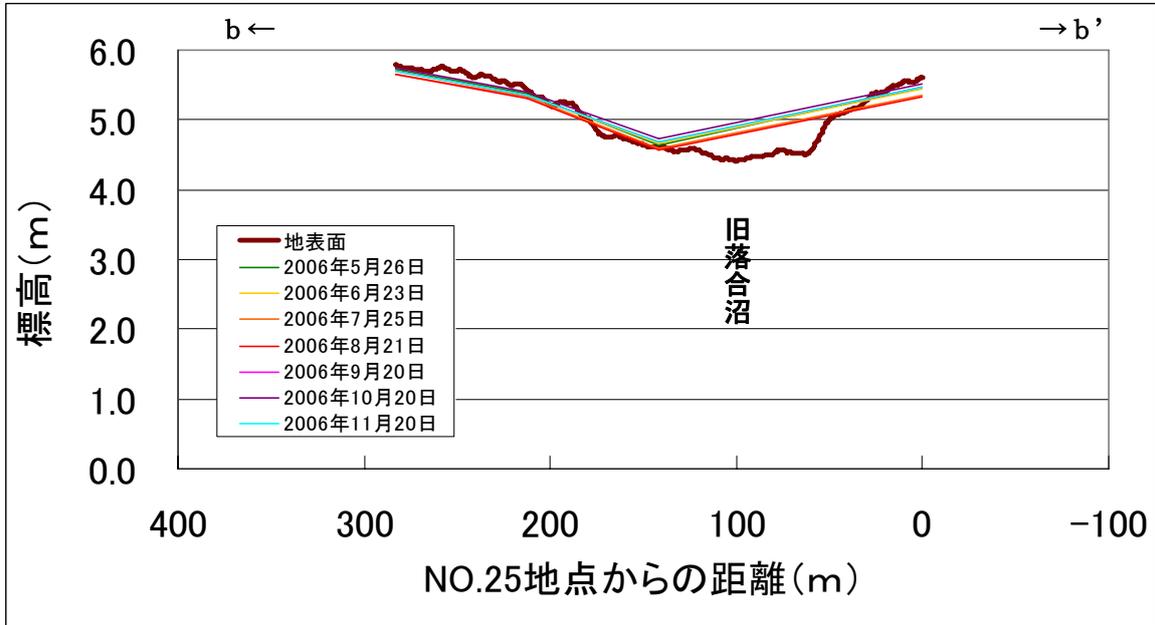
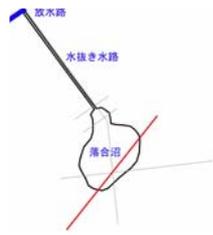


図 2. 2. 2 水抜き水路 1 b-b' 断面における地下水位分布

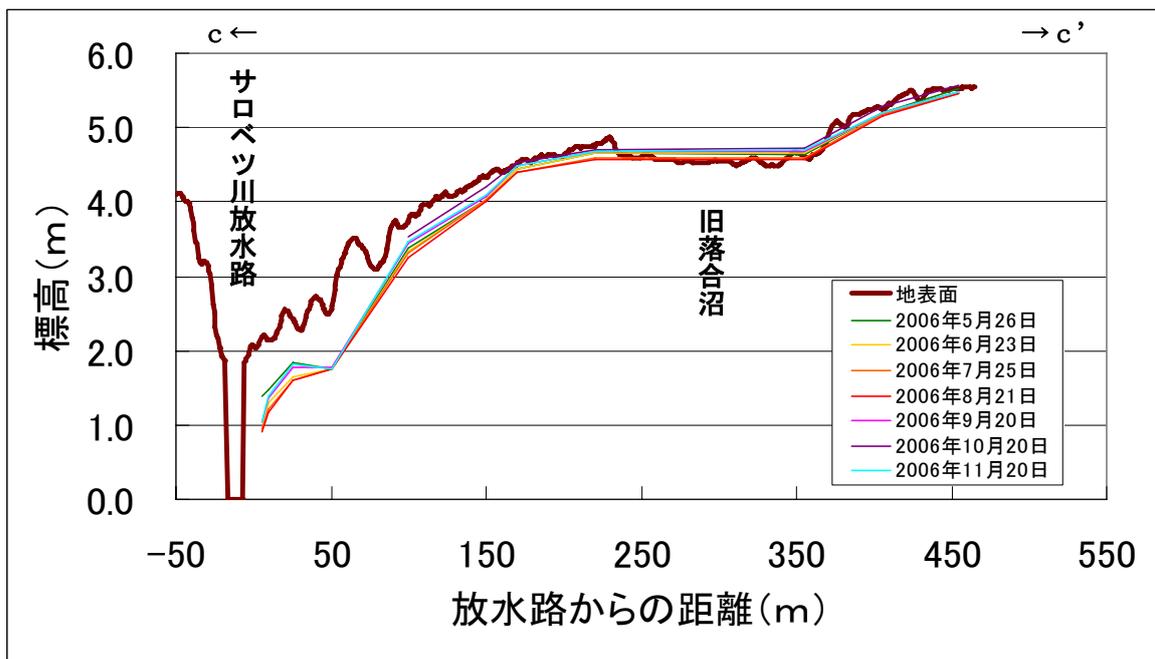


図 2. 2. 3 水抜き水路 1 c-c' 断面における地下水位分布

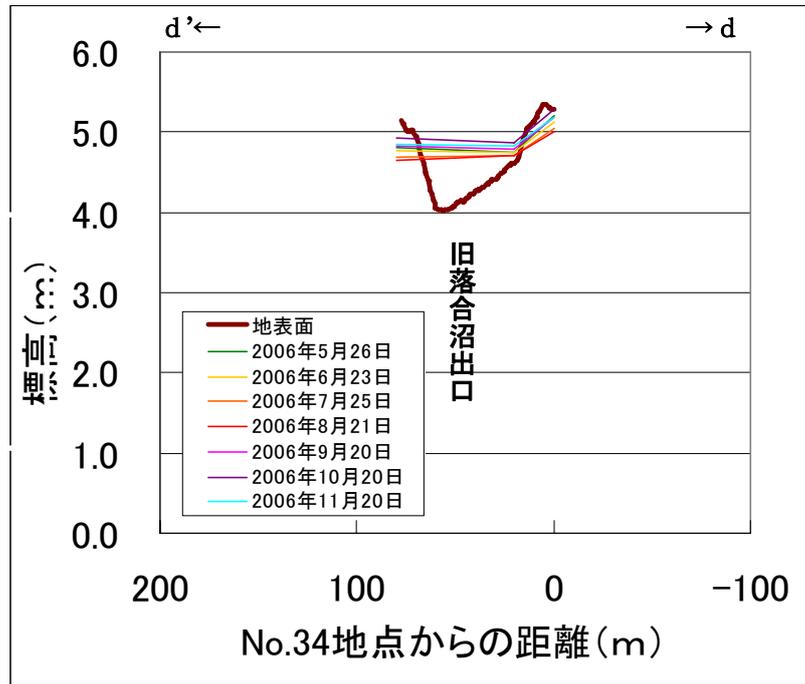
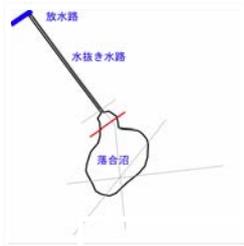


図 2.2.4 水抜き水路 1 d-d' 断面における地下水位分布

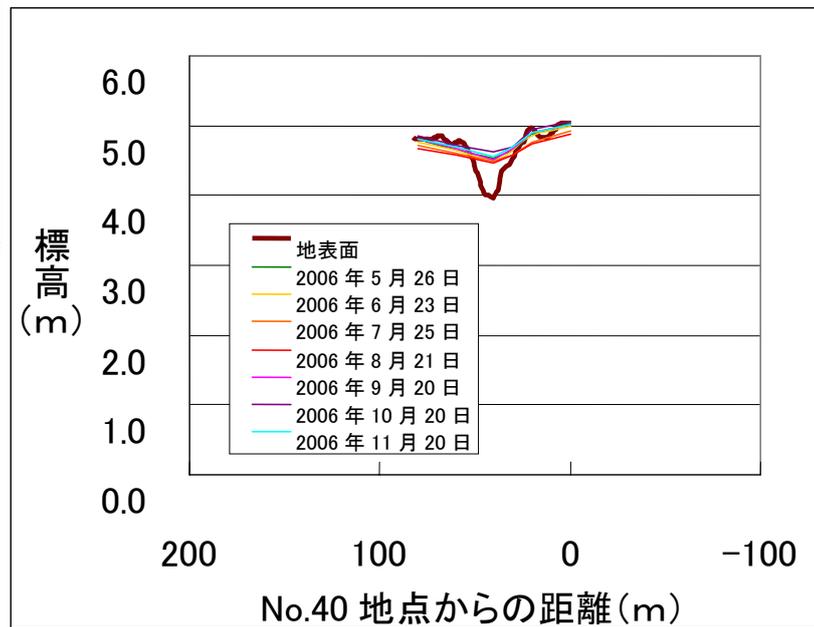
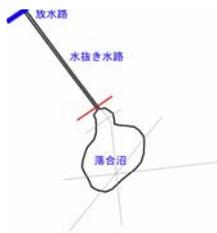


図 2.2.5 水抜き水路 1 e-e' 断面における地下水位分布

次に、連続観測結果の水位変動グラフを示す。図 2.2.6 には、落合沼の肩部に位置する No.12 地点の 2004 年から 2006 年 12 月までの地下水位変動グラフを示す。No.12 地点では、2005 年 11 月 23～24 日の堰上げを境に、大きく地下水位のレベルが上昇し、渇水期における地下水位低下量が小さくなっていることがわかる。

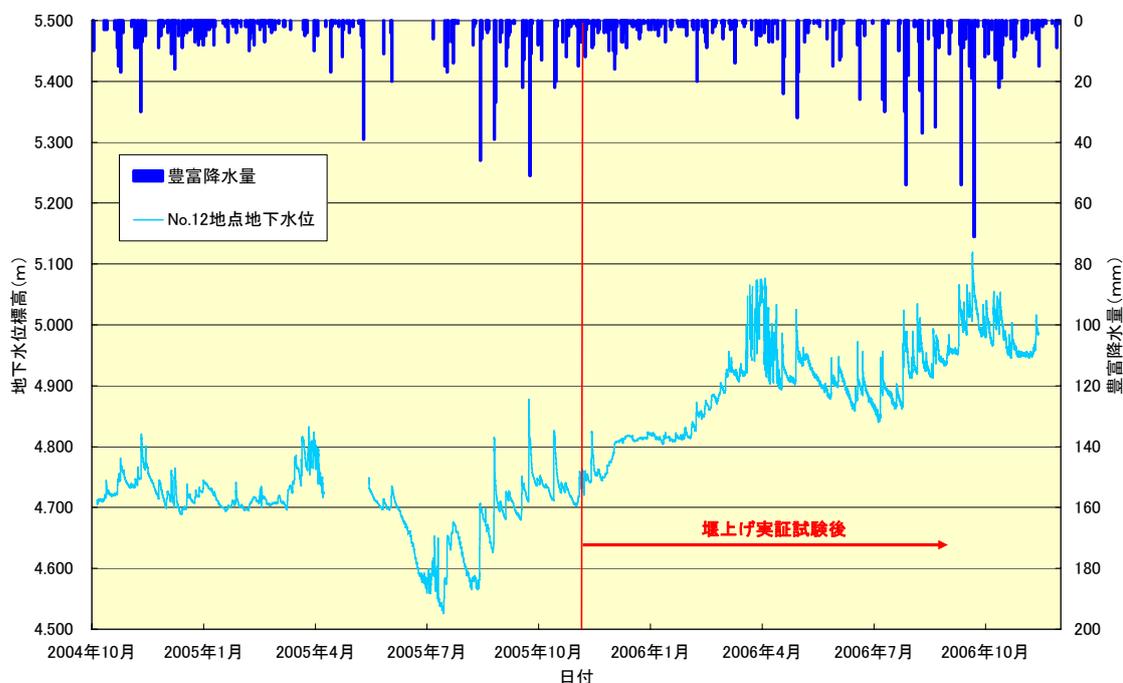


図 2.2.6 No. 12 地点の連続地下水位観測結果

図 2.2.7 に、落合沼水面の 2006 年 5 月～12 月までの地下水位変動グラフを示す。落合沼の水面は、概ね堰の吐出口の高さである 6.62m 付近で安定している。しかし、渇水期に降水量が低下すると、低くなる傾向が見られた。

また、2006 年 5～6 月の豊水期と 2006 年 8 月下旬以降の豊水期で若干後者のほうが水位が高くなっているが、これは、2006 年冬の積雪による堰の変形を 2006 年 7 月末に修理したため、以降の堰の高さが若干上がったためと考えられる。

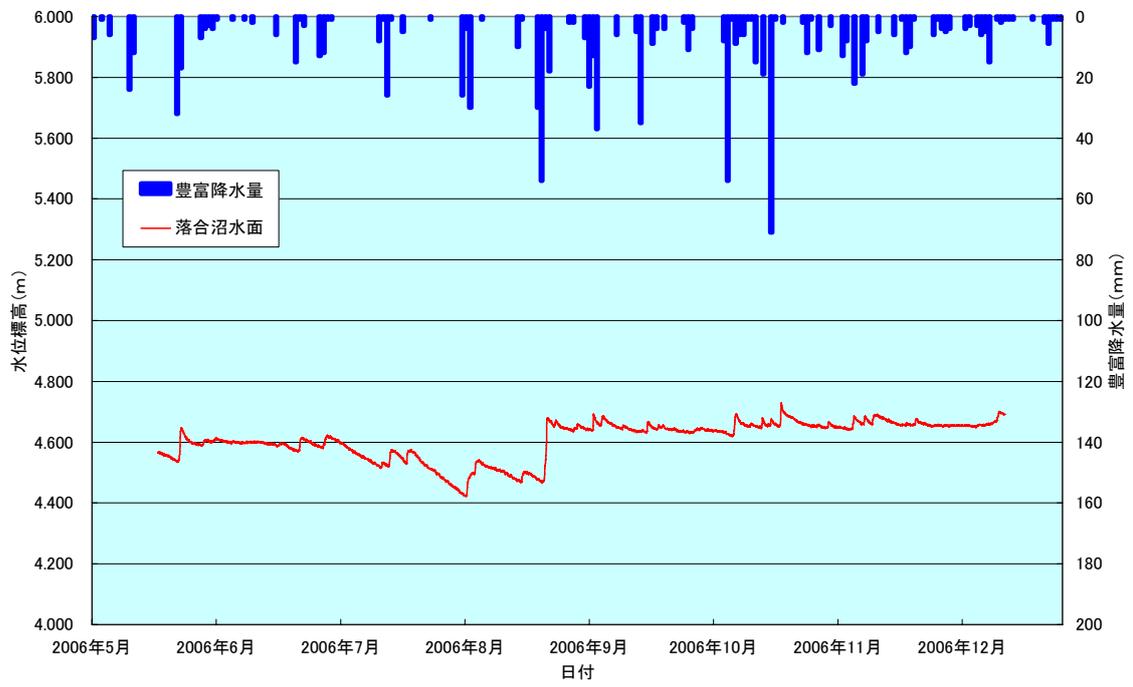


図 2. 2. 7 落合沼水面の連続観測結果

2.2.2 植生

平成 18 年度調査の調査結果および平成 16 年度調査の植生調査結果を用いて、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。なお、平成 18 年度の各地点における植生調査票は、資料編に添付した。

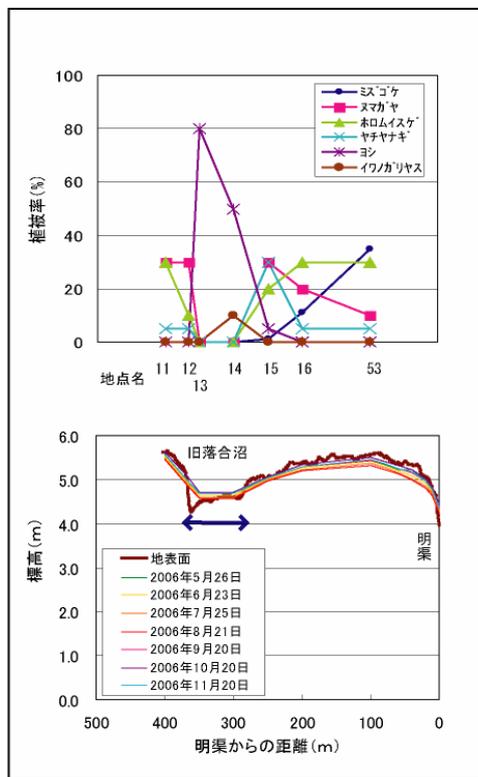
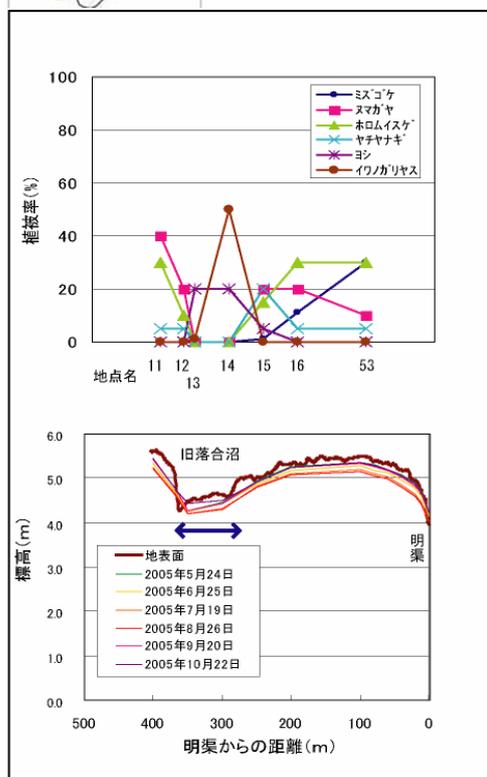
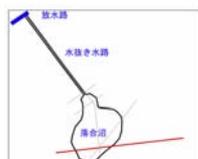
(1) 地下水位－植被率の変化

1) a－a' 測線

a－a' 測線（落合沼を横断し東側に延長すると A 1 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 2.2.8 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 2.2.8 a－a' 測線における地下水位と植被率の変化

2) c-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 2.2.9 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、落合沼周辺では湧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。

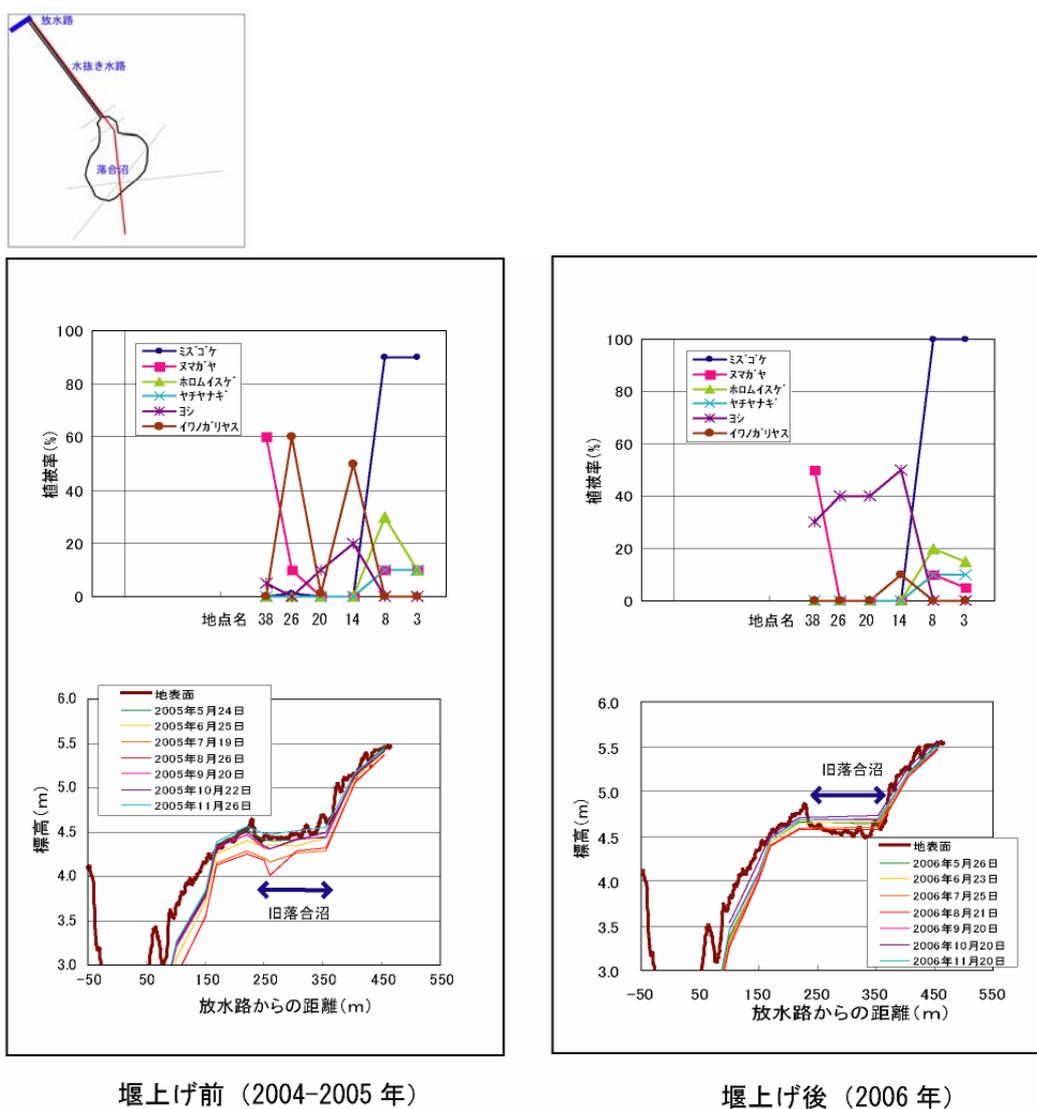


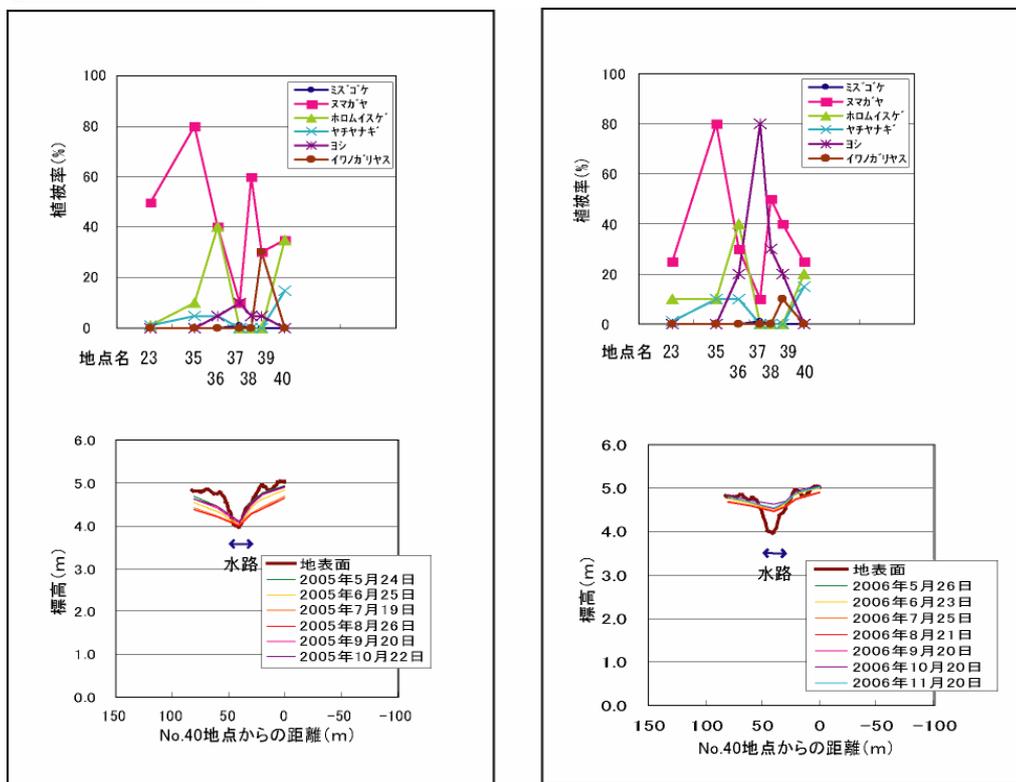
図 2.2.9 c-c' 測線における地下水位と植被率の変化

3) e-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 2.2.10 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 2.2.10 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。

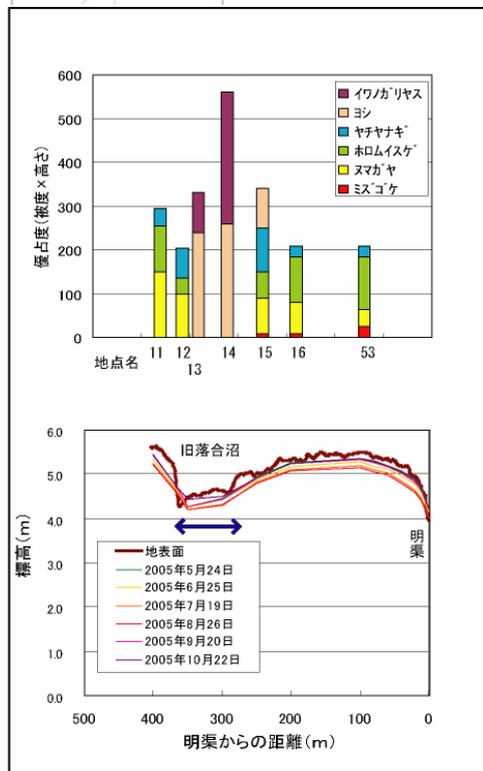
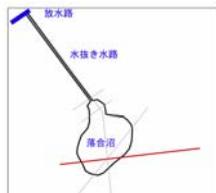
- 5 : 植物体が面積の 75~100%をおおう
- 4 : 植物体が面積の 50~75%をおおう
- 3 : 植物体が面積の 25~50%をおおう
- 2 : 植物体が面積の 10~25%をおおう
- 1 : 植物体が面積の 10%以下をおおう

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。

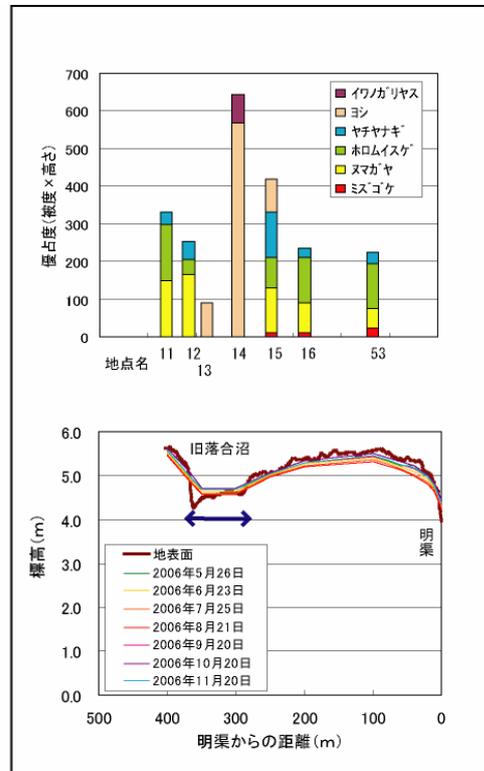
1) a-a' 測線

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 2.2.11 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)



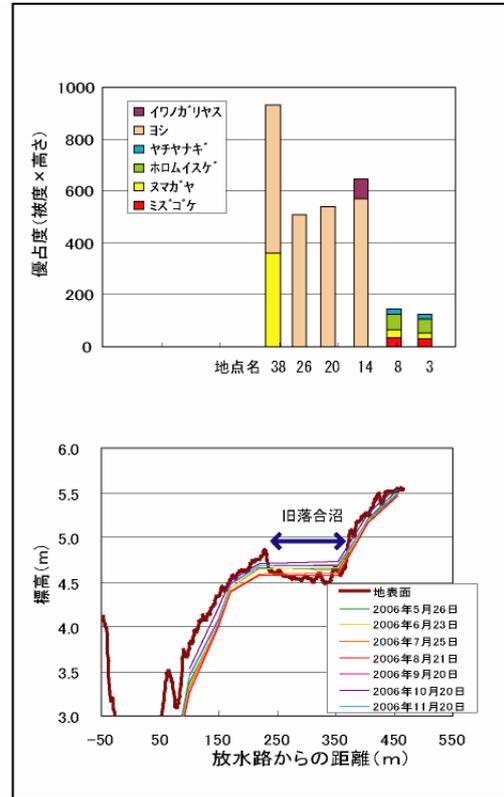
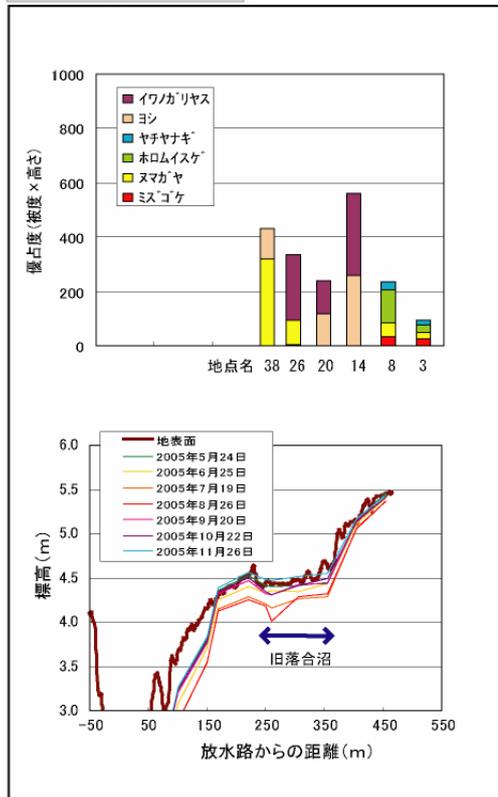
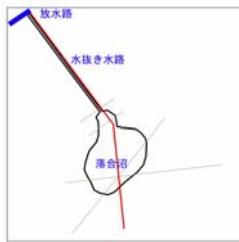
堰上げ後 (2006年)

図 2.2.11 a-a' 測線における地下水位と主要種の優占度の変化

2) c-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 2.2.12 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 2.2.12 c-c' 測線における地下水位と優占度の変化

3) e-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 2.2.13 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。

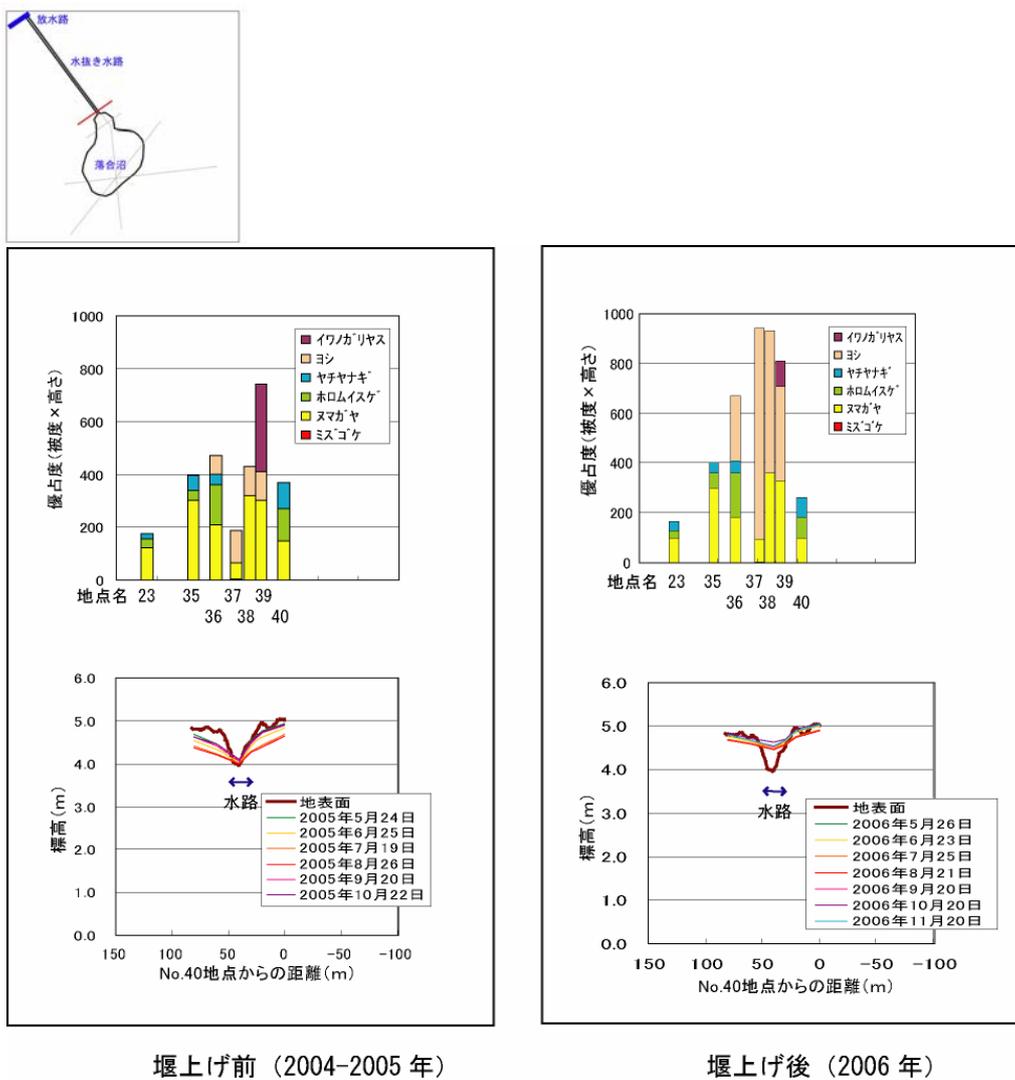


図 2.2.13 e-e' 測線における地下水位と優占度の変化

(3) 地下水位－群落タイプの分布の変化

(1)と(2)では、種別の量の変化を把握した。ここでは、種の組み合わせである「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ログラムを図2.2.14に、地点別の出現種の植被率を表2.2.1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。

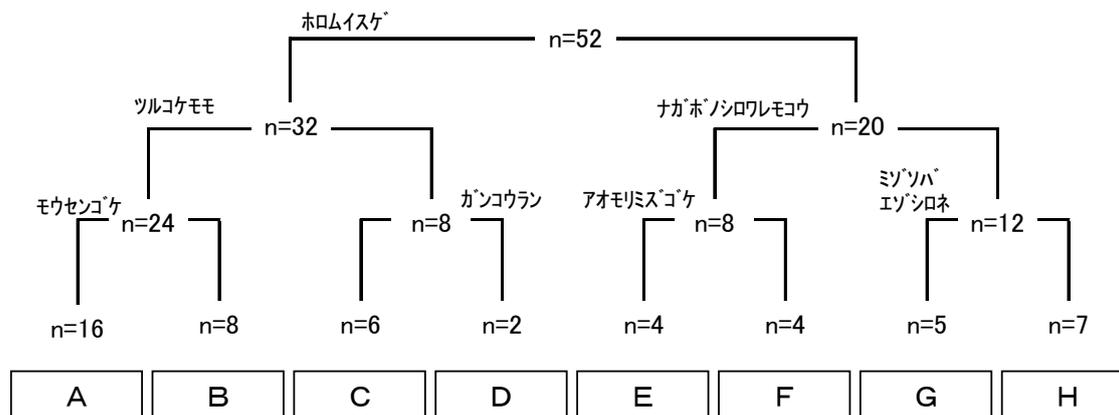


図 2.2.14 TWINSpan デンドログラム（水抜き水路1：落合沼）

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ヌグ群落

ホロムイヌグ、ヌマガヤ、ヤチヤナギ、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ヌグ群落

イボミズゴケーホロムイヌグ群落に類似するが、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ヌグ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、ホロムイヌグ、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 2.2.15 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 2.2.16 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、堰上げ前後は冠水しておらず、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。No.26とNo.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・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、No.13、20、21は、堰上げ前はヨシ・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・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。

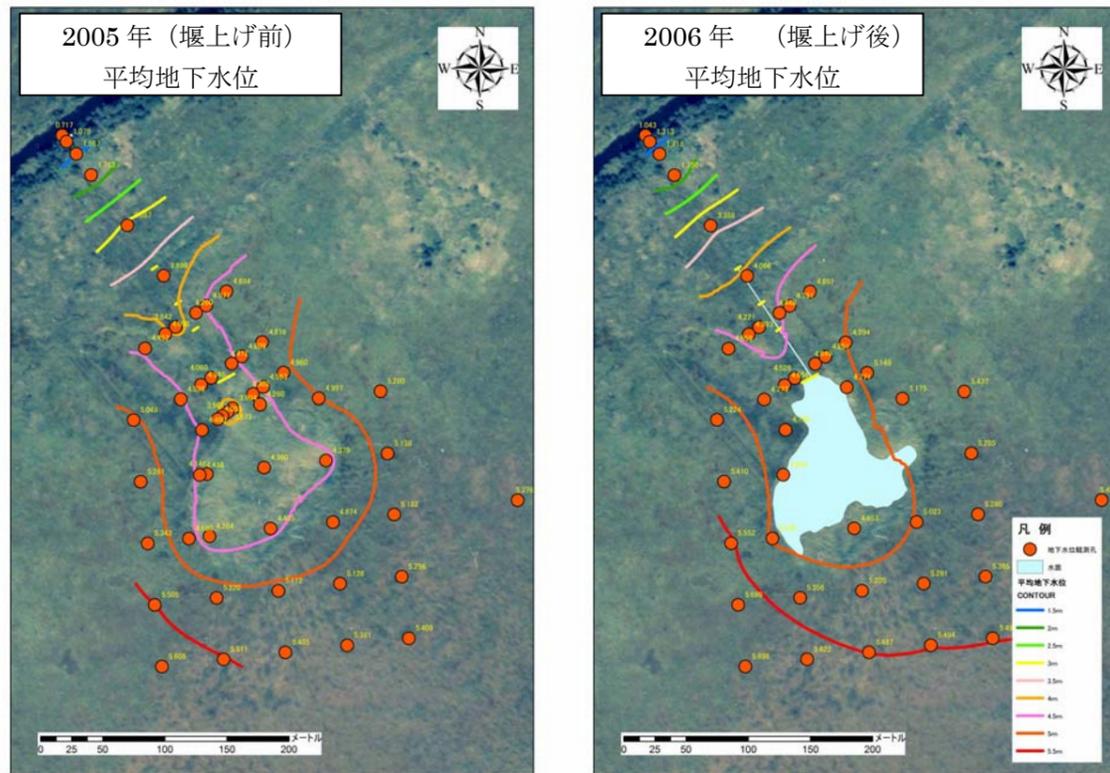
また、各調査地点におけるヨシの植被率を図 2.2.17 に示す。堰上げ後に冠水あるいは水面に接するようになった地点でヨシの植被率が増加していた。

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 2.2.15 堰上げ前後の平均地下水位の平面分布

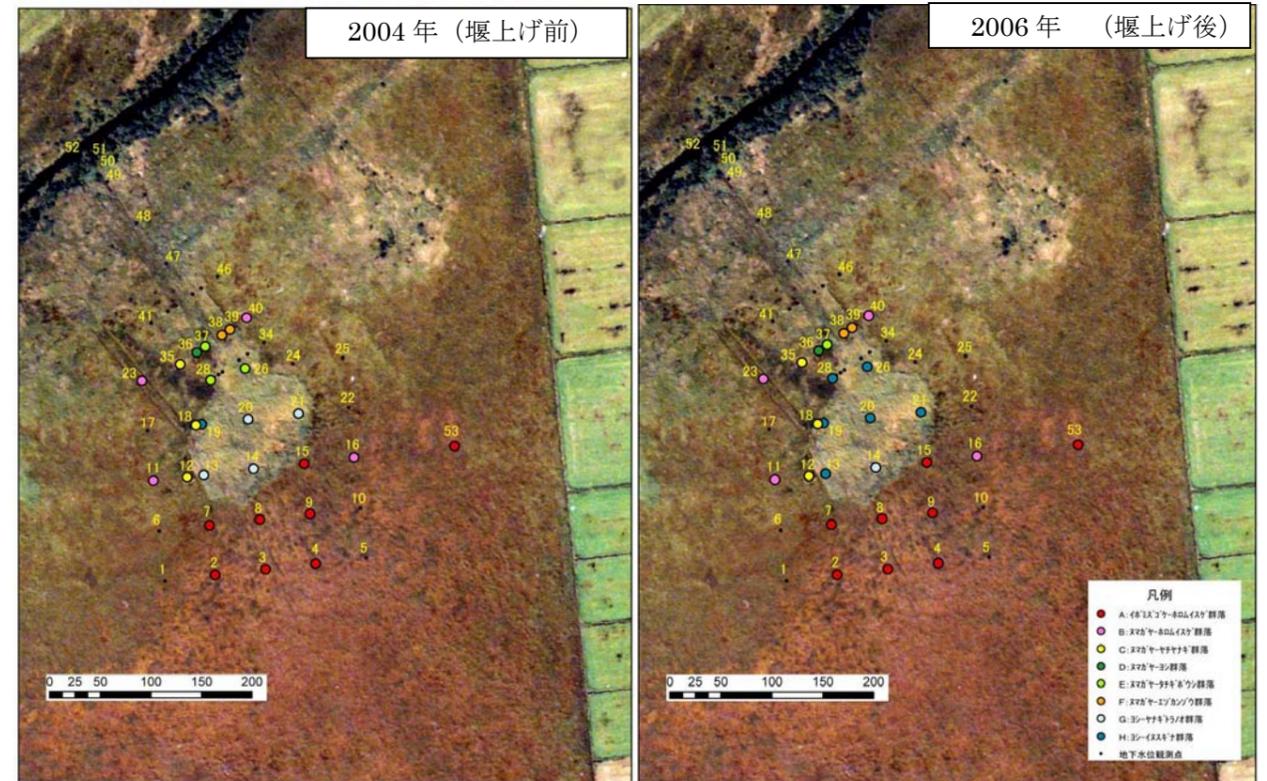


図 2.2.16 調査地点の群落区分

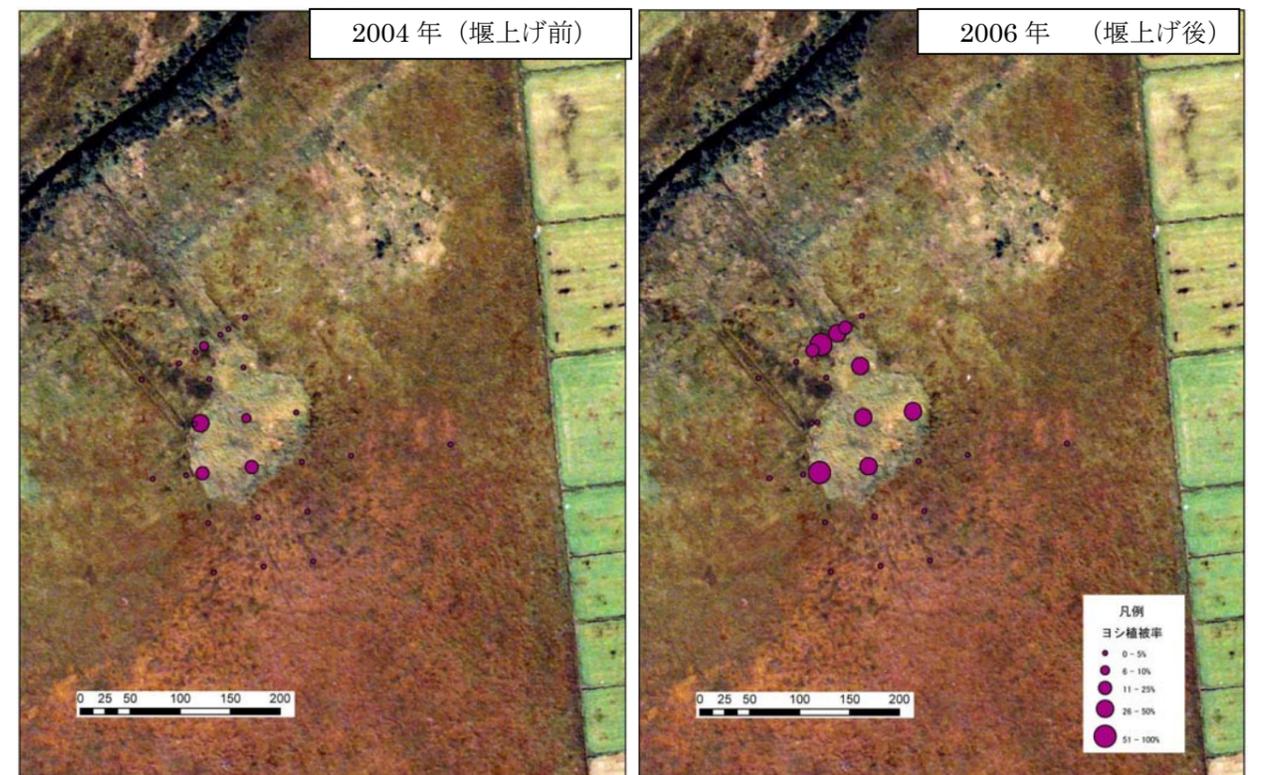


図 2.2.17 ヨシの植被率 (%)

堰上げ前後で変化がみられた地点の現地写真



写真 2. 2. 1 No.26 04/07/30



写真 2. 2. 2 No.26 06/08/01



写真 2. 2. 3 No.28 04/07/30

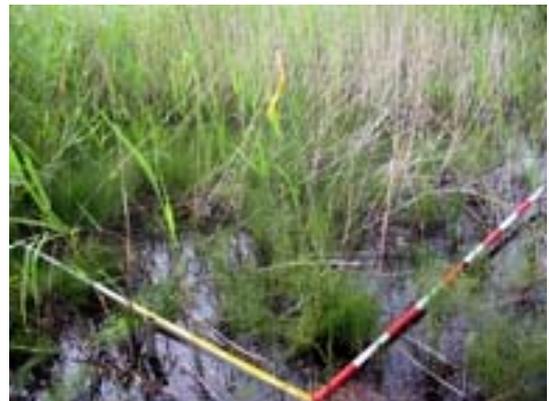


写真 2. 2. 4 No.28 06/08/01



写真 2. 2. 5 No.13 04/07/29



写真 2. 2. 6 No.13 06/09/27



写真 2. 2. 7 No.20 04/07/30



写真 2. 2. 8 No.20 06/08/01



写真 2. 2. 9 No.21 04/07/30



写真 2. 2. 10 No.21 06/08/01

2.3 水抜き水路2

2.3.1 地下水位

図 2.3.1～2.3.35 に各断面の地下水位分布の変動グラフを示す。

水抜き水路2 堰上げ実証試験地の地下水位は、土砂堆積地の扇中央部の f-f' 断面 (図 2.3.1) 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。また、扇の両サイドでは、ほぼ地表面付近に地下水位が見られる。

これに対し、水抜き水路の g-g' 断面 (図 2.3.2) では、堰上げの影響を受け地下水位が非常に高くなっている。また、渇水期の地下水位低下も小さい。

縦断方向の h-h' 断面 (図 2.3.3) では、堰上げを実施した放水路から 23m よりも上流側で地下水位が高い状態が維持されていることがわかる。

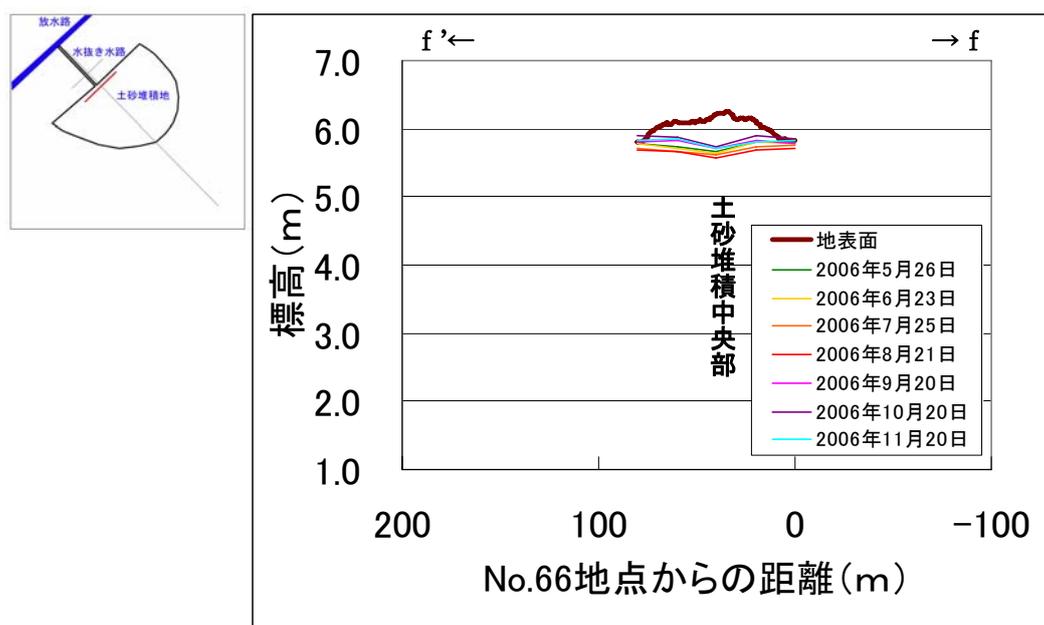


図 2.3.1 水抜き水路2 f-f' 断面における地下水位分布

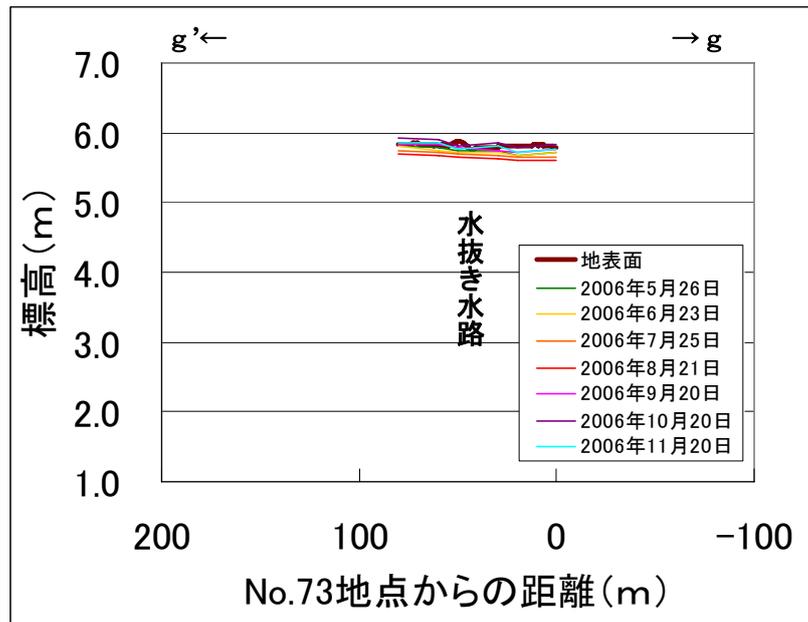
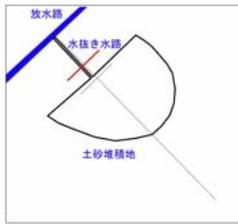


図 2.3.2 水抜き水路2 g-g' 断面における地下水位分布

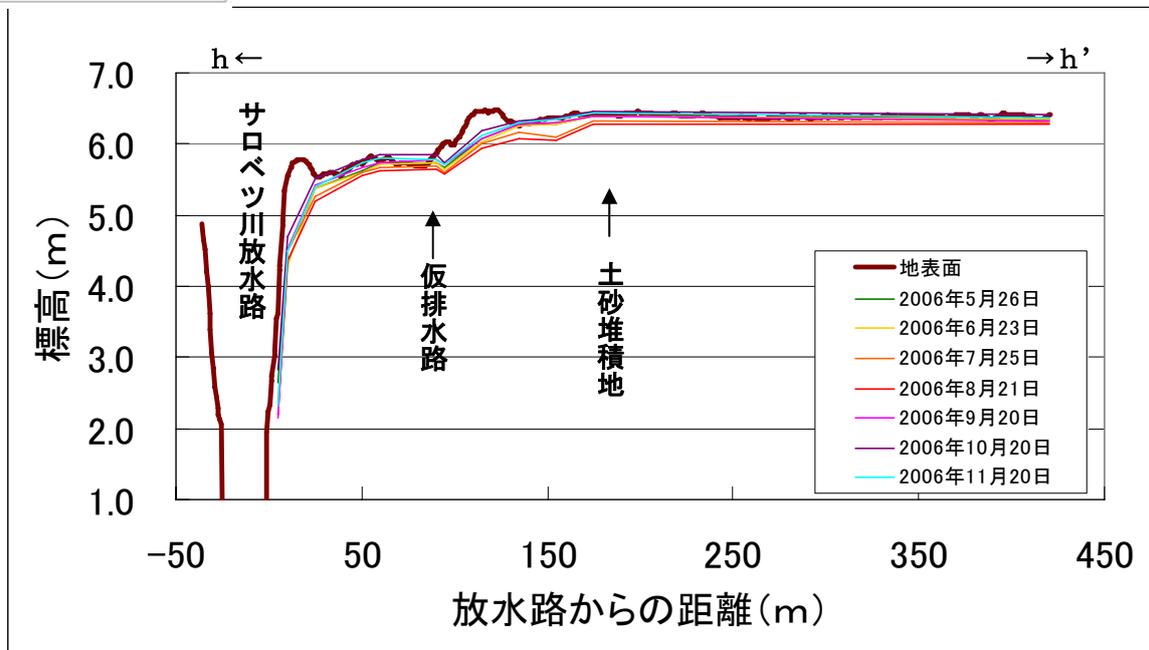
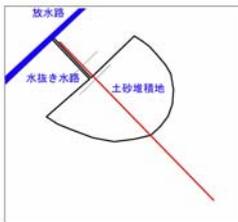


図 2.3.3 水抜き水路2 h-h' 断面における地下水位分布

次に、連続観測結果の水位変動グラフを示す。

図 2.3.4 には、水抜き水路 2 上流部に位置する No.67 地点の 2004 年から 2006 年 12 月までの地下水位変動グラフを示す。No.67 地点では、2005 年 11 月 25 日の堰上げを境に、大きく地下水位のレベルが上昇し、渇水期における地下水位低下量も小さくなっていることがわかる。

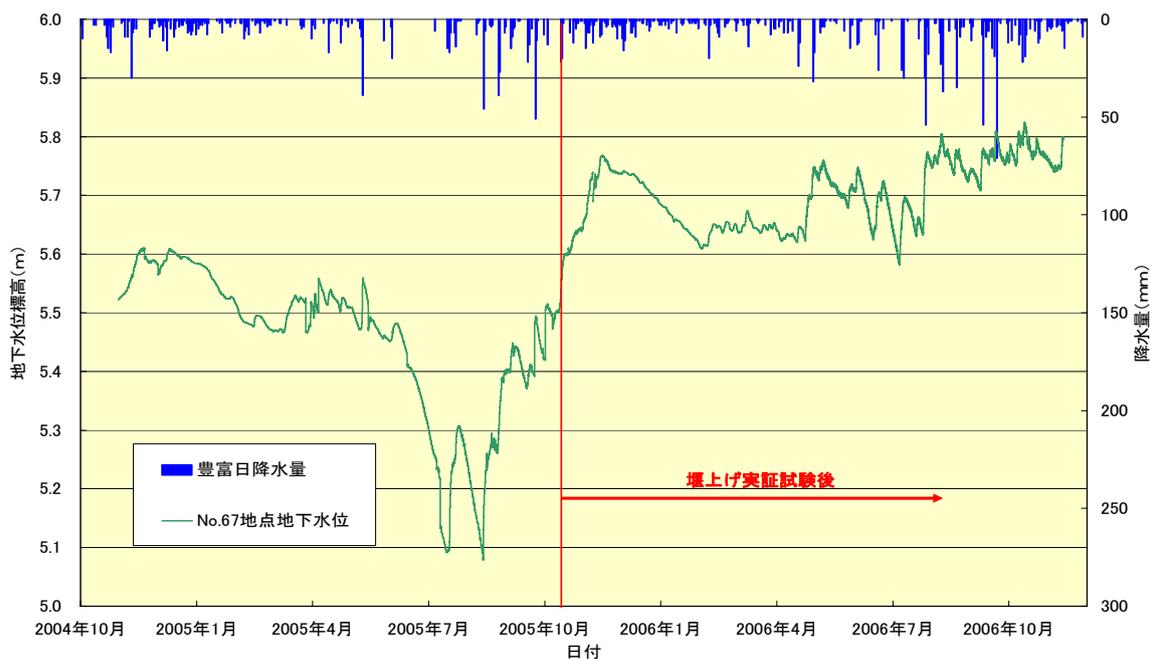
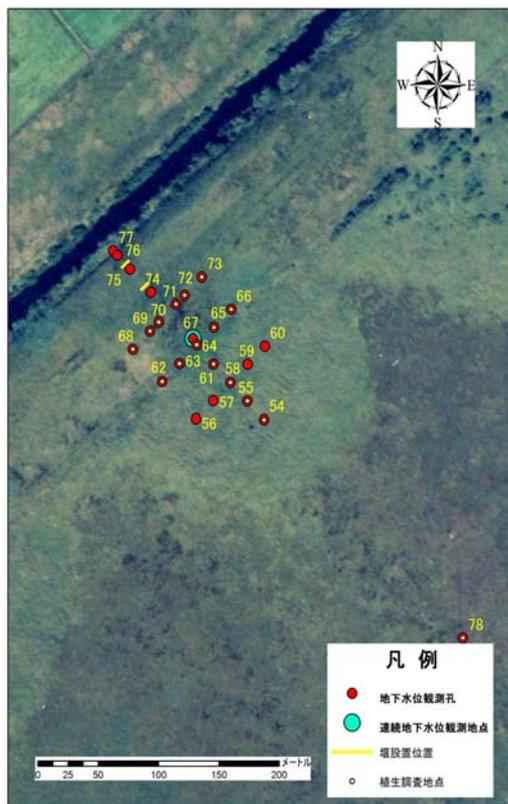


図 2.3.4 No. 67 地点の連続地下水位観測結果

2.3.2 植生

水抜き水路1と同様に平成18年度調査の調査結果および平成16年度調査の植生調査結果を用いて、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）の変化を整理した。

なお、水抜き水路1では、群落レベルでの変化をみるために、多変量解析による群落区分を行った。水抜き水路1は、調査地点が広い範囲で多様な生育条件の範囲に分散しており、地点間の生育種に相違があるために、有効な区分ができた。それに対して水抜き水路2は、調査地点が狭い範囲にあり生育種にほとんど相違がみられなかった。多変量解析によって区分を試みたが、生育種組成からみて異なる群落として有効な区分が得られなかったため、変化を追跡する指標として用いなかった。

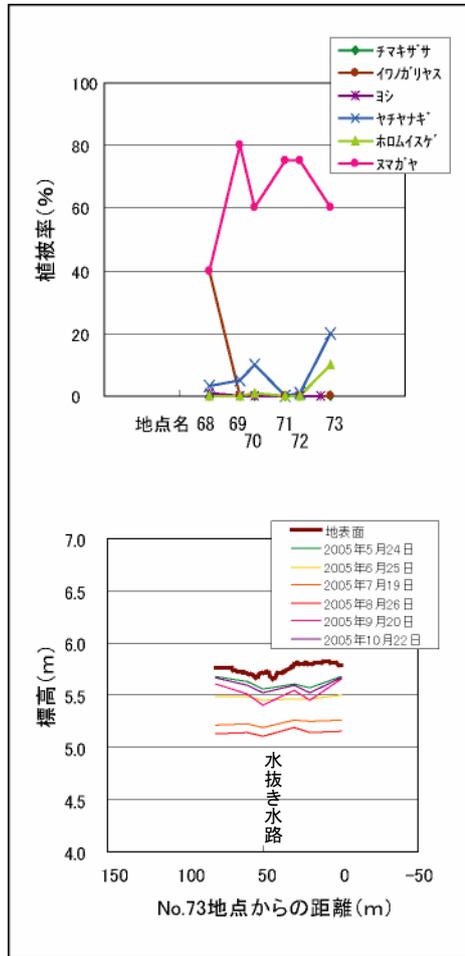
(1) 地下水位－植被率の変化

1) g－g' 測線

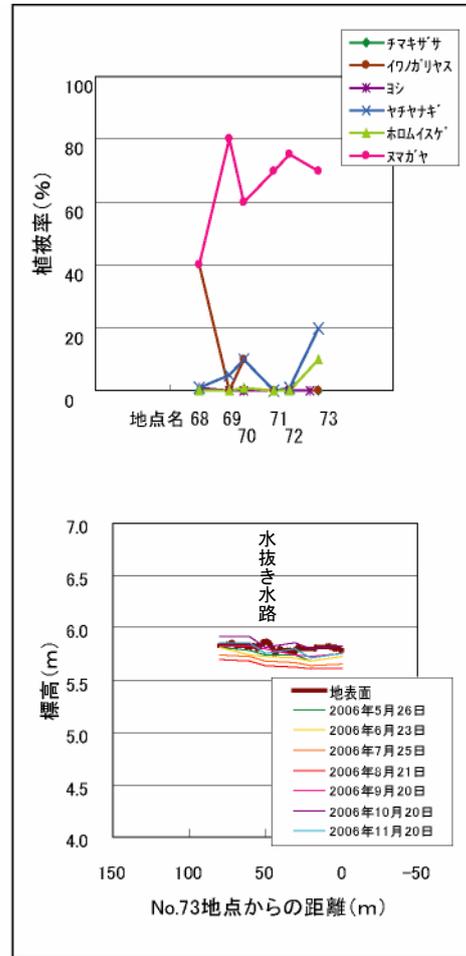
g－g' 測線（堰の上流側で水路に直交する測線）における地下水位と主要種の植被率を堰上げ前と堰上げ後のものを並べたものを図2.3.5に示す。

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 2.3.5 g - g' 測線における地下水位と植被率の変化

2) f - 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 2.3.6 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、湧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 No.63 と 64 でヨシの若干の増加、No.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。

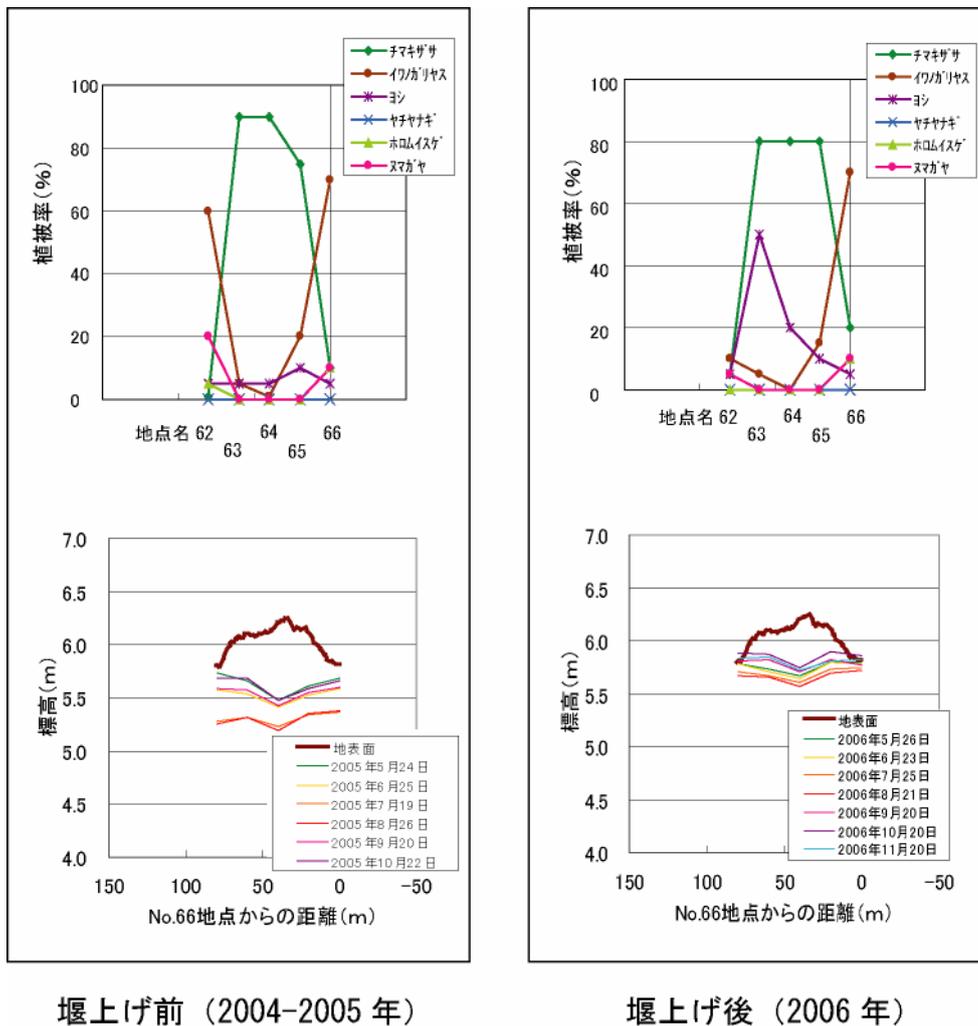


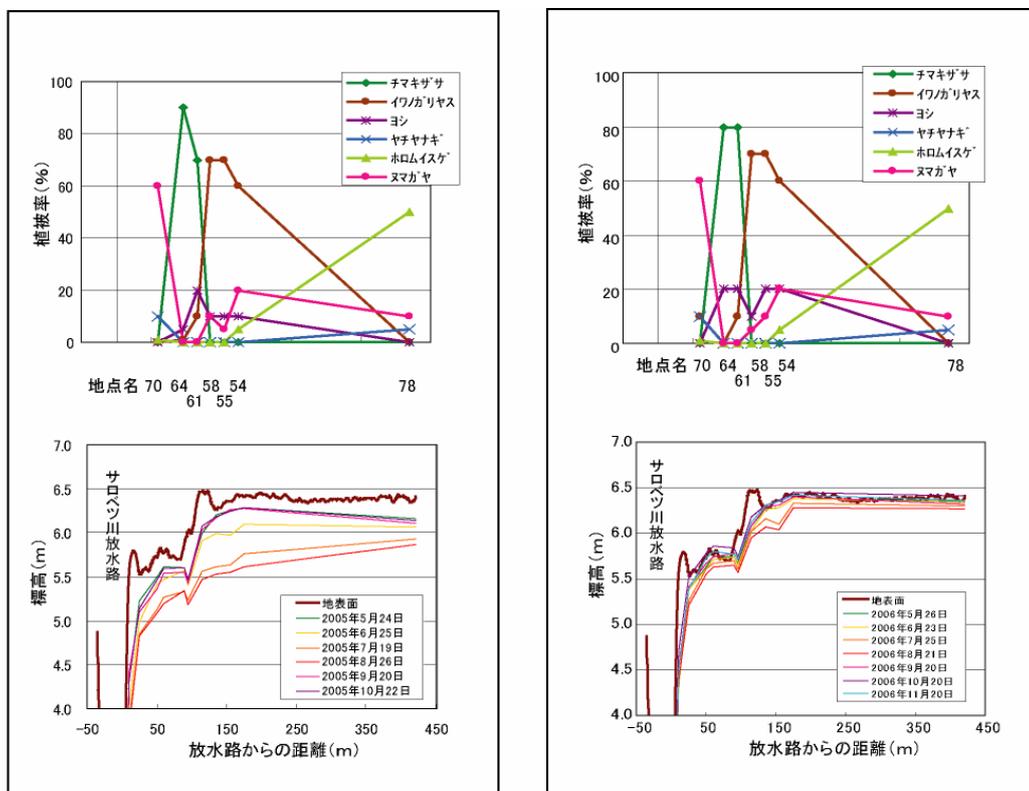
図 2.3.6 f - f' 測線における地下水位と植被率の変化

3) h-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 2.3.7 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 2.3.7 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

1) $g - g'$ 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 2.3.8 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。

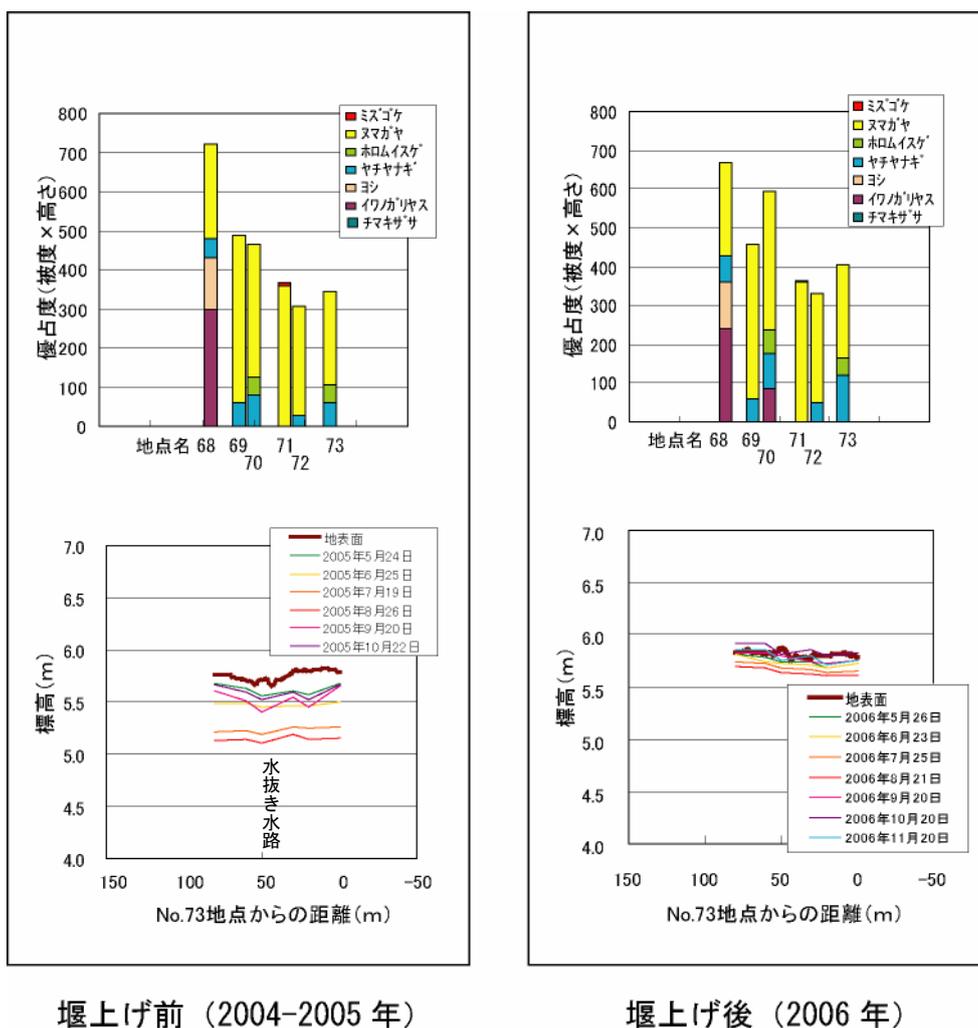


図 2.3.8 地下水位と主要植物の優占度 ($g - g'$ 測線)

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 2.3.9 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。

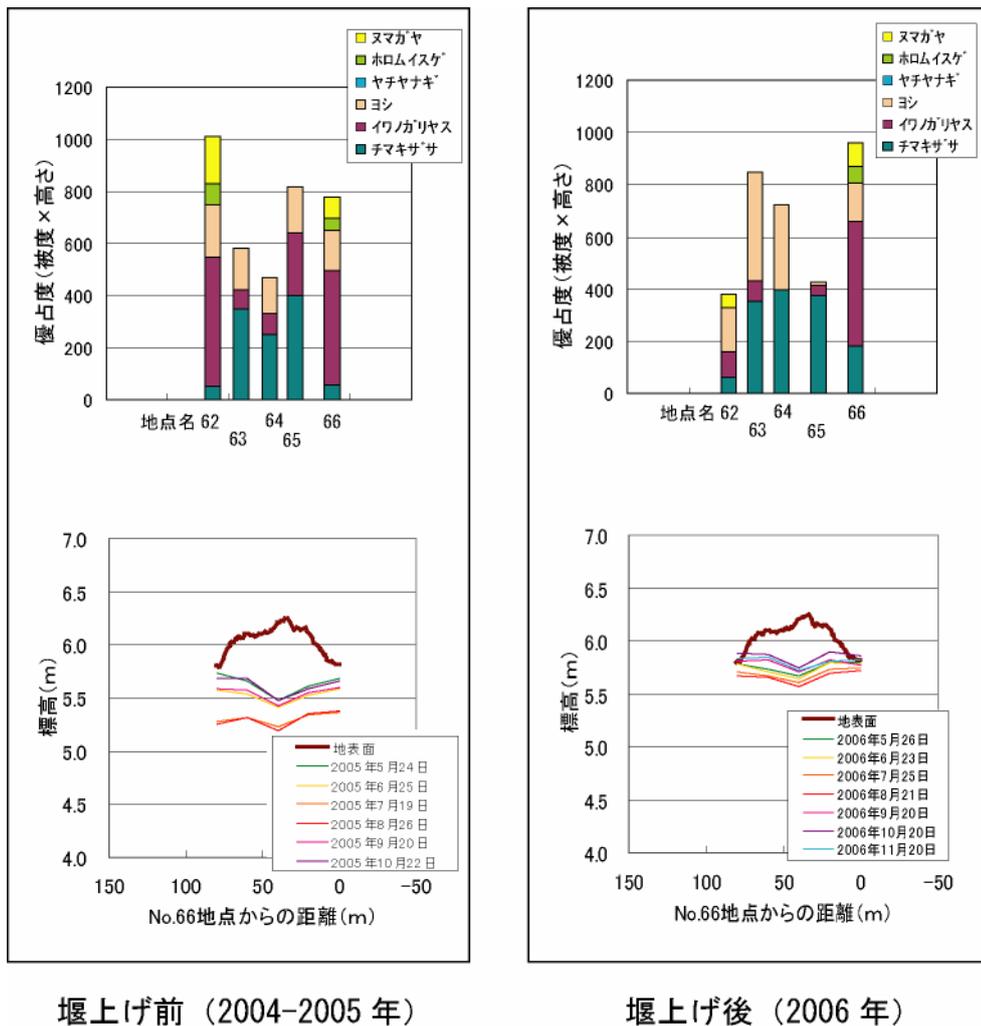


図 2.3.9 地下水位と主要植物の優占度 (f - f' 測線)

主要な地点の現地写真



写真 2. 3. 5 No.63 04/08/04

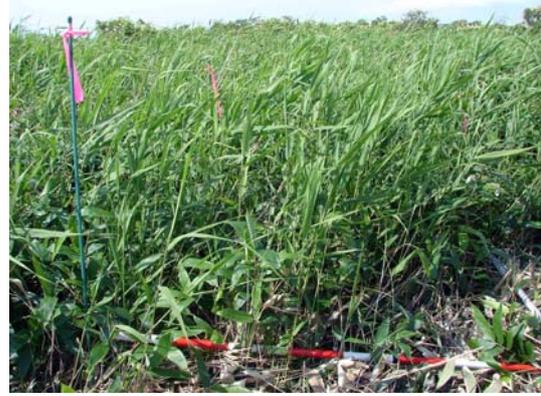


写真 2. 3. 6 No.63 06/07/31



写真 2. 3. 7 No.64 04/08/03



写真 2. 3. 8 No.64 06/07/31



写真 2. 3. 9 No.65 04/08/03



写真 2. 3. 10 No.65 06/07/31

3) h-h' 測線

h-h' 測線における地下水位と主要植物の優占度を堰上げ前後で並べたものを図 2.3.10 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。

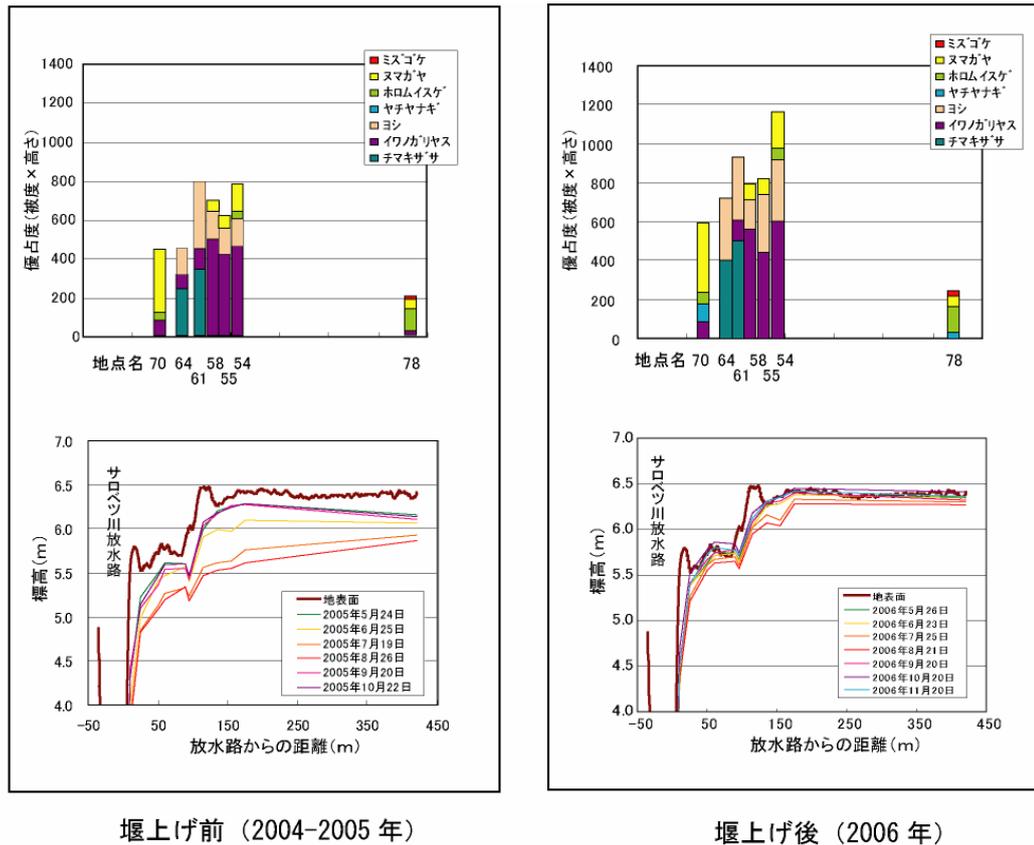


図 2.3.10 地下水位と主要植物の優占度 (h-h' 測線)

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は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。

主要な地点の現地写真



写真 2. 3. 11 No.55 04/08/03



写真 2. 3. 12 No.55 06/07/31



写真 2. 3. 13 No.54 04/08/03



写真 2. 3. 14 No.54 06/07/31

2.4 水抜き水路3

2.4.1 地下水位

図 2.4.1～2.4.2 に各段面の地下水位分布の変動グラフを示す。

水抜き水路3を横断する方向の測線（ $i-i'$ 測線）を見ると、水抜き水路を挟んで西側が旧河川跡、東側が湿原域となっている。地下水位の変動傾向は旧河川跡と湿原側では大きく違い、湿原側では渇水期に大きく地下水位が下がるが、旧河川跡では地下水位の低下は見られなかった。

水抜き水路3の縦断方向の測線（ $j-j'$ 測線）では、サロベツ川放水路に近い60m付近までは、渇水期に地下水位が大きく低下する傾向が見られるが、水路の暗渠部の上流側では、地下水位が浅い状況が通年保たれている。

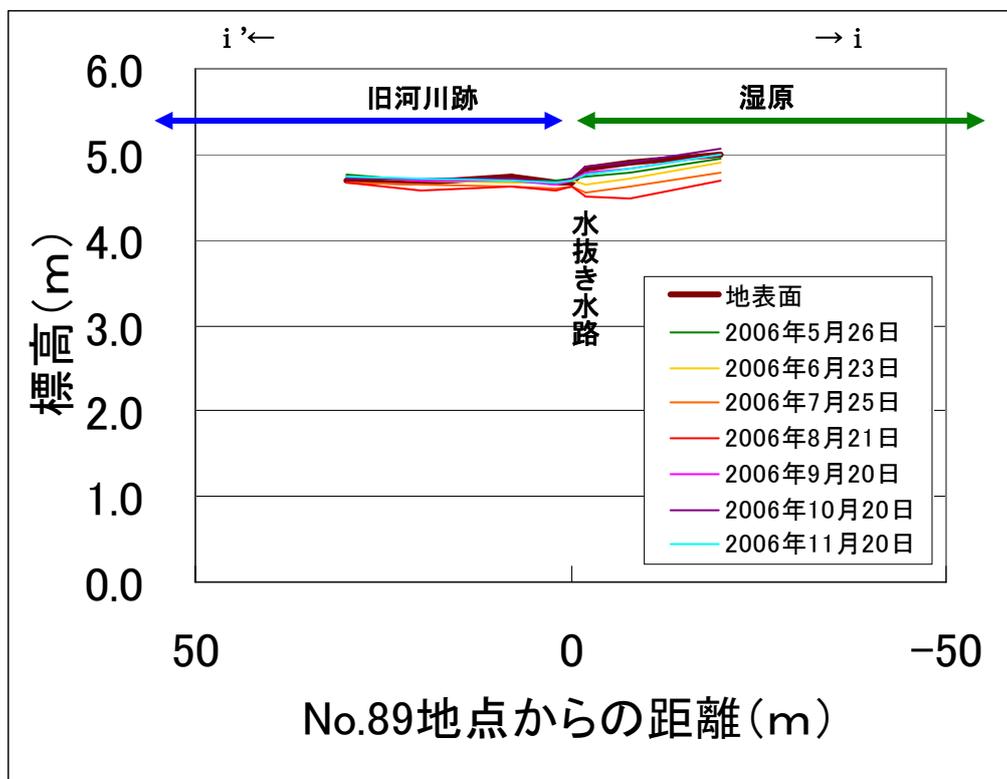


図 2.4.1 水抜き水路3 $i-i'$ 断面における地下水位分布

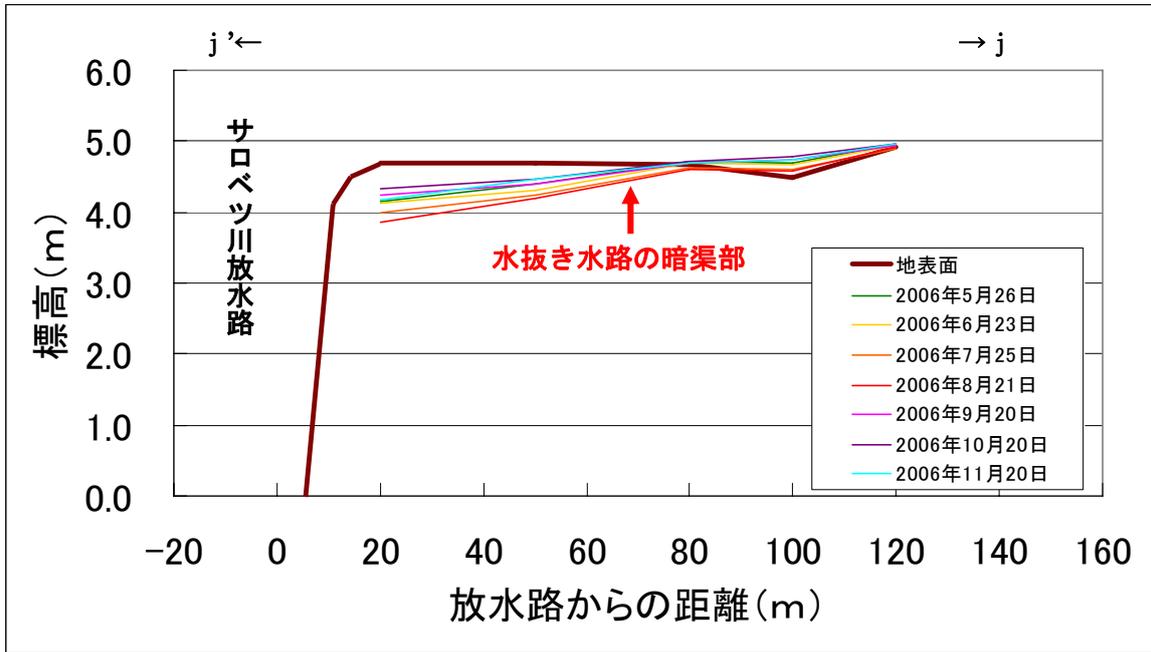


図 2.4.2 水抜き水路3 j-j' 断面における地下水位分布

次に、連続観測結果の水位変動グラフを図 2.4.3 示す。No.83 地点の地下水位は 4.60m～1.80m 付近で比較的安定し、渇水期に顕著な地下水位低下は見られない。

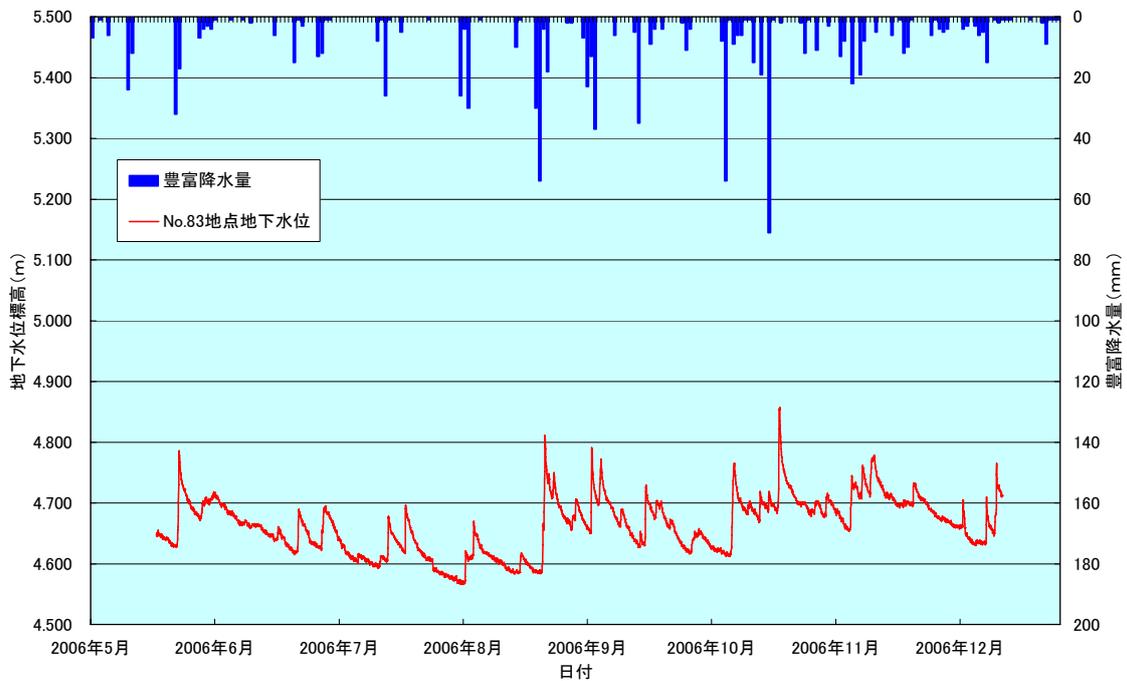


図 2.4.3 No. 83 地点の連続地下水位観測結果

2.4.2 植生

水抜き水路3は、堰上げを未実施であり、本年度は堰上げ前の状態を把握するために植生調査を行った。ここでは今後変化を追跡する際の基礎情報として試験地の植生の特徴を整理した。

試験地周辺の植生図を図2.4.4に示す。放水路付近は、放水路から約100mは乾燥化が進んでいて中間湿原植生（ヌマガヤ群落）が広がっている。それより内陸には、土砂堆積地に低層湿原植生（ヨシイワノガリヤス群落他）が分布し、さらに内陸は高層湿原植生（ミカヅキグサイボミズゴケ群落他）が分布している。

水抜き水路3付近では、放水路から約100mの中間湿原植生（ヌマガヤ群落）域に割り込むように旧河川跡にそって高層湿原植生が分布している。

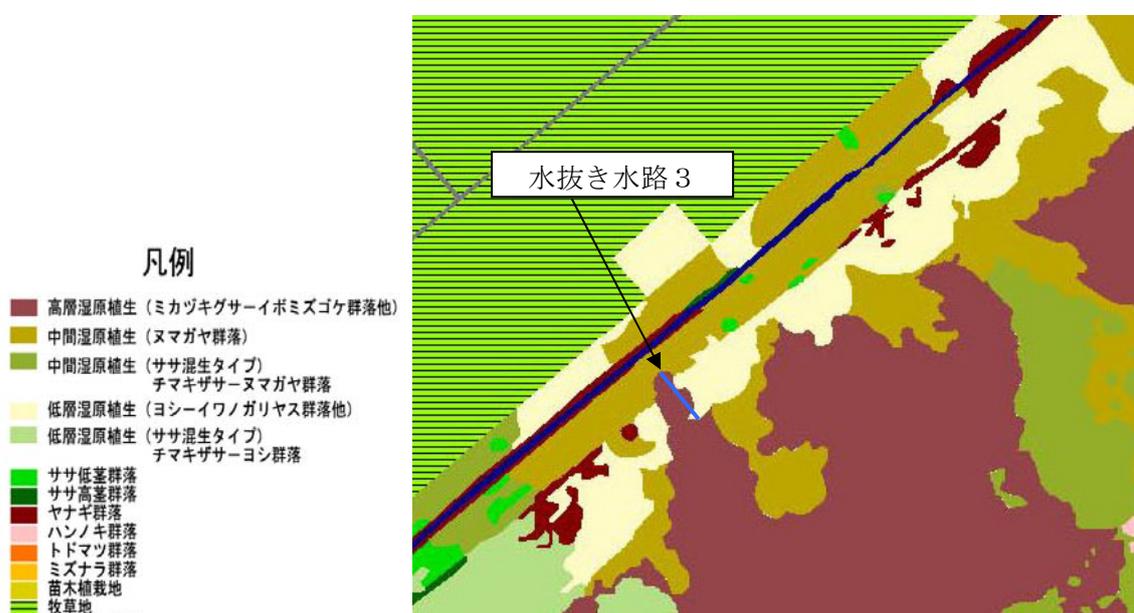


図 2.4.4 水抜き水路周辺の植生

各地点の植生調査結果を表2.4.1に示す。なお、同地点における植生調査は2005年9月6日にも実施されているが、この時期は既に枯死して確認できない種もあると考えられることから、モニタリングは夏季に実施するのが望ましい。したがって、2006年に実施した8月の調査結果を今後変化を追跡するための基礎データとするべきである。ここでは、2006年8月1日の植生調査結果からみた各測線の植生の概要を整理した。

表 2.4.1 水抜き水路3における植生調査結果（植被率）

種名	調査地点													
	調査地点番号	85	86	87	88	90	91	92	81	82	83	84	79	80
	放水路からの距離	80m						100m				120m		
ヨシ									20	5		30	20	15
ヤチスゲ										20	15		20	20
アオモリミズゴケ										10	20		40	50
カキツバタ										60	10		30	30
サワギキョウ						5				10		5	1	5
ヤチヤナギ	50	20		50				30	30	1	1		50	15
ツルコケモモ	10	70	70		1			1	5				5	5
ホロムイスゲ	70	10	50	60	25	10			20	1		20		
ヌマガヤ	1	1	1	5	10	40	5		50			30	10	10
タチギボウシ				25		60	50							
イワノガリヤス				5	5	15	5					30		
エゾカンゾウ					20							30		
ホロムイイチゴ	1	20	1	5	1					1		1		
サンカクミズゴケ	10	1		5										
タチマンネンスギ					5	1	5					1		
コガネギク				1	1	1	1					1		
ナガボノシロワレモコウ				1	1		1		1			1		1
ミツガシワ										5	5		5	1
オトギリソウ												1		
ショウジョウバカマ												1		
チシマアザミ												1		
ヒメシャクナゲ				1										
エゾチドリ				1										
コツマトリソウ				1										
ホロムイソウ									1				1	
ホロムイツツジ							1		1					
ミゾソバ	1								1					
バイケイソウ				1										
モウセンゴケ														1

調査日：2006年8月1日

調査測線の植生の概要を以下に述べる。

<放水路から 80mの測線>

測線全体にホロムイヌゲが多く見られる。その中で水路西側の地点 85～87 ではツルコケモモが生育していた。特に地点 87 ではヒメシヤクナゲやエゾチドリ、コツマトリソウなど高層湿原の種がみられた。それに対して水路東側の地点 91 と 92 では、ツルコケモモはほとんどみられず、タチギボウシが優占していた。

<放水路から 100mの測線>

中心（地点 92）は水路となっており、カキツバタやヤチスゲなど抽水植物がみられる。東に 8mの地点（地点 84）では、ヌマガヤ・イワノガリヤス・エゾカンゾウなどが生育し、乾いた中間湿原の様相を呈している。

<放水路から 120mの測線>

水路がやや広がり、流路の外にもヨシなどの低層湿原の植物が多くみられる。流路に設定した地点 79 ではヤチヤナギが最も優占するが、カキツバタやアオモリミズゴケ、サワギキョウなどの抽水植物が多く見られる。流路に隣接する地点 80 でもカキツバタやアオモリミズゴケがみられ、地点 79 と種組成は大きく変わらない。



写真 2.4.1 80m 測線西側 06/07/31
手前から地点 88、87、86、85



写真 2.4.2 80m 測線東側 06/07/31
手前から地点 90、91、92

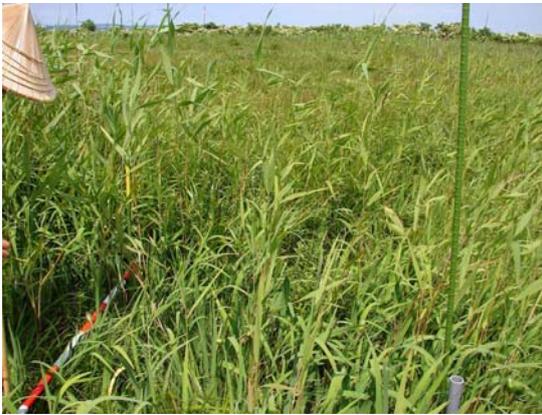


写真 2.4.3 地点 82 06/07/31



写真 2.4.4 地点 81 06/07/31



写真 2.4.5 地点 83 06/07/31



写真 2.4.6 地点 84 06/07/31



写真 2.4.7 地点 79 06/07/31



写真 2.4.8 地点 80 06/07/31

3 . ササ侵入対策モニタリング

3.1 調査概要

丸山周辺および原生花園では、湿原に侵入したササの生育抑制手法を検討するために、平成 15 年度にササ刈り取り試験が開始され、本年度まで同手法によるササの刈り取りが継続されている。本年度の調査は、開始 4 年度目のモニタリングとなる。ササ生育状況や地下水位などを調査し、ササ生育抑制効果の相違、ササ刈り取りが湿原植物に与える影響の程度、ササ刈り取りによる地下水位の変化などを解析した。特に本年度においては 2 回刈り区においても処理が 2 巡し、処理効果間の差異についてもある程度考察できるようになったと思われる。本年度においては、各処理における刈り取りの効果の差異について、その傾向と今後の方策を検討した。

3.1.1 調査目的

ササの拡大が著しい丸山周辺および原生花園において、平成 15 年度より実施しているササ刈り取り試験箇所、ササ生育抑制効果の相違、ササ刈り取りが湿原植物に与える影響の程度を明らかにし、刈り取り時期、頻度など適切な手法の確立を行うことを目的とする。

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。

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いるが、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 番目の堰より上流側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と考えられた(図 3.1.2)。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り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。

3.1.2 調査地点

(1) 丸山周辺

調査地点は表 3.1.1 および図 3.1.1 に示す 16 地点である。

表 3.1.1 丸山周辺試験地の概要

試験地の概要		環境の概要
試験地	試験区	
1	秋刈り区	丸山西側の小規模のパッチ
	夏刈り区	
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 A 2 の 300m 地点

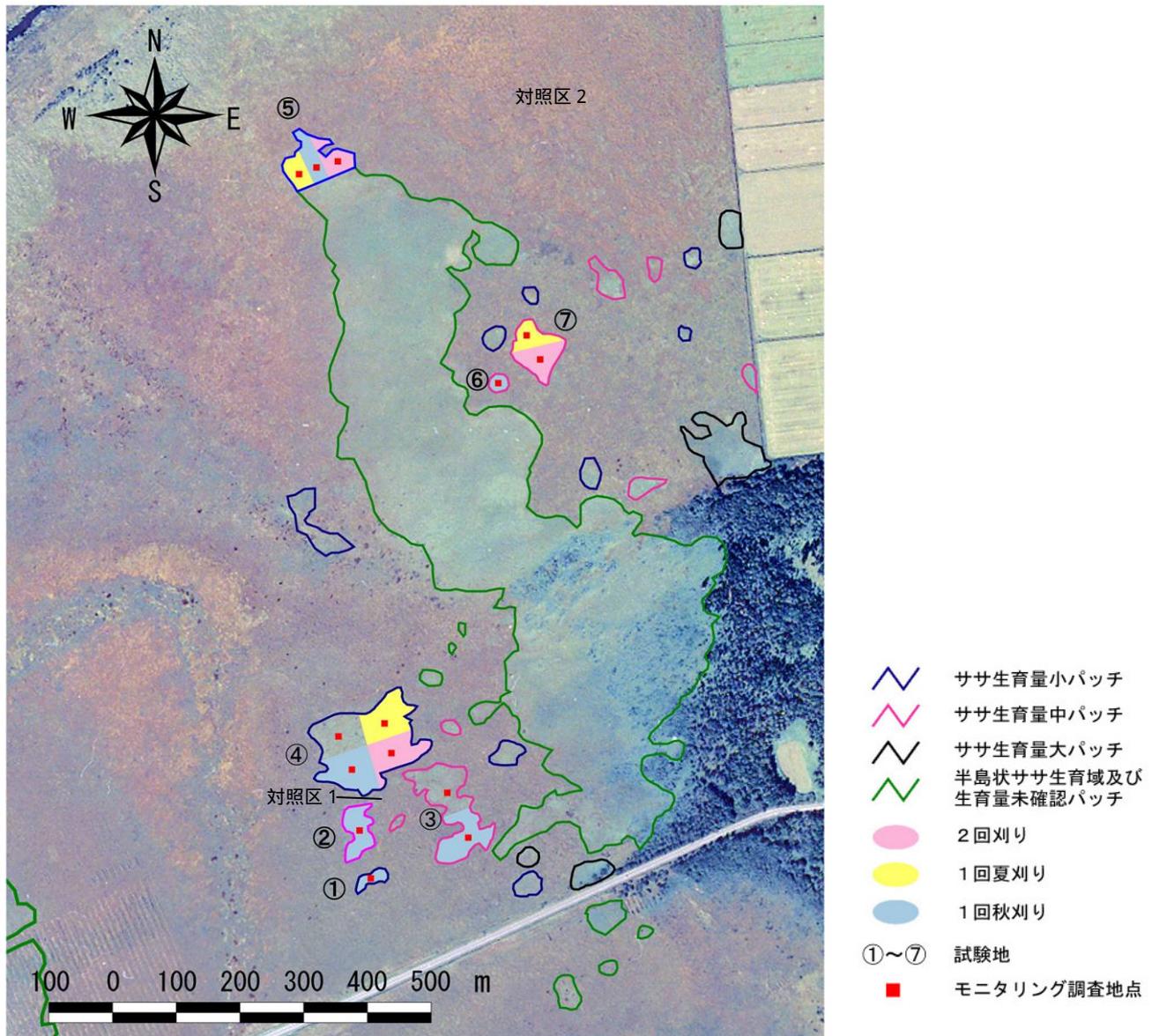


図 3.1.1 丸山周辺試験地における調査地点位置図

(2) 原生花園

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。

なお、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、刈り取り時期は、夏後半～秋1回のみとした。

調査地点は表3.1.2及び図3.1.2に示す8地点である。

表 3.1.2 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

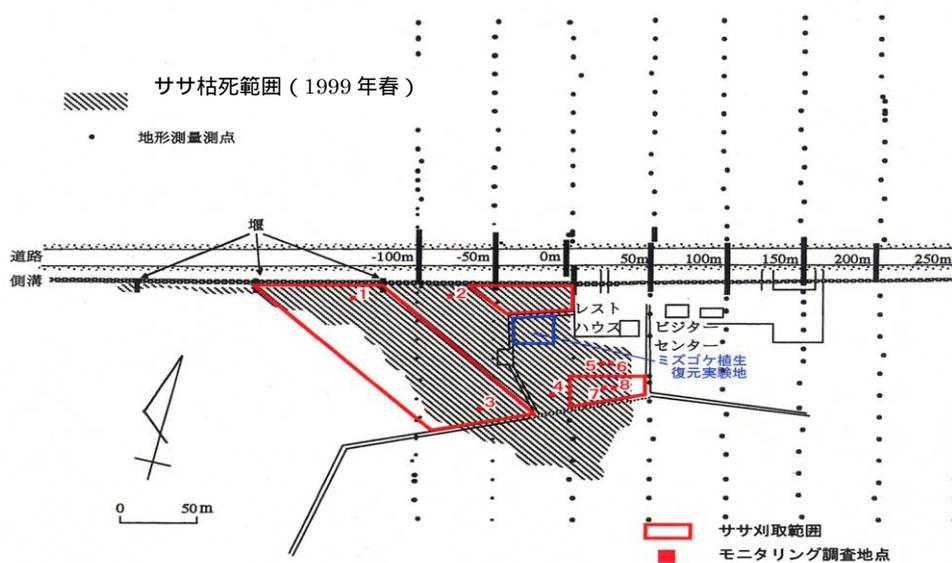


図 3.1.2 原生花園調査地点位置

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

3.1.3 調査内容

(1) 現地調査

ササ刈り試験地において、以下の調査を行った。

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 m²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3.1.3)について長径と短径(図3.1.4)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。なお、秋季は落葉すること、また夏刈り後の成長量が少ないことが予想されたため、調査は夏期のみ行った。

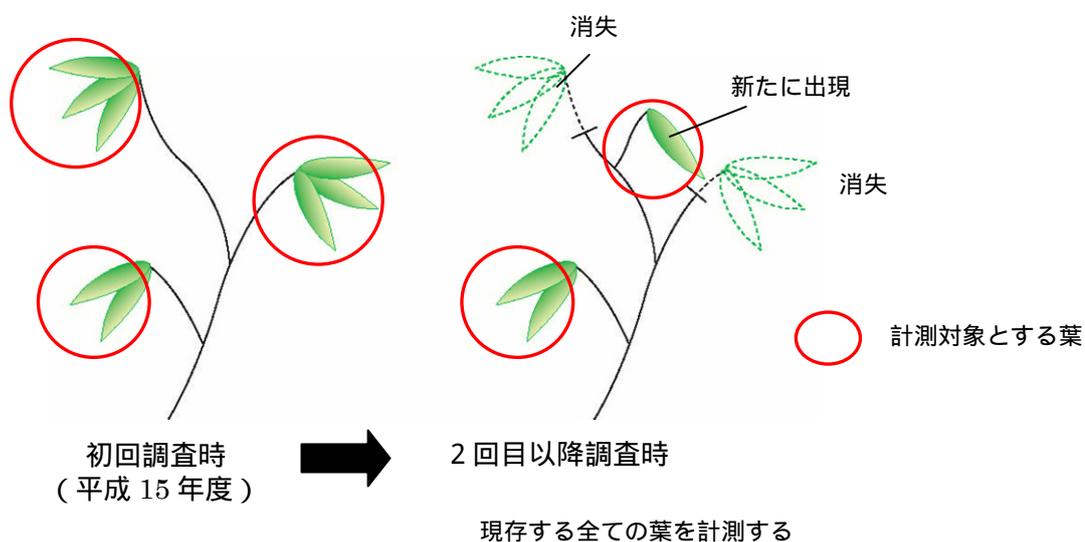


図 3.1.3 計測対象とする葉

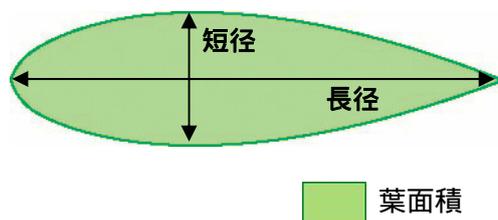


図 3.1.4 葉の計測部位

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) 現地調査日程

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 3.1.3 および表 3.1.4 に示す。なお、2003 年～2005 年のササ刈り取りは別業務で行われたものである。

表 3.1.3 丸山周辺における調査日程および刈り取り日

年	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		土壤水分
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	
2005年	11月11～15日	秋刈り						平成16年度業務による調査 * ² : 土壤水分計による計測	
	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	
2006年	10月28日～11月9日	秋刈り							
	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) 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」

表 3.1.4 原生花園における調査日程および刈り取り日

年	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						
2005年	11月8～10日		秋季	○	○	○	○	平成16年度業務による調査
	7月6日		夏	○	○	○	○	
	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
2006年	11月9日～11日	秋刈り						
	7月26、27日		夏	○	○	○	○	
	9月23日		秋刈り直前	○	△* ³		○	
	11月7日～9日	秋刈り						* ³ : 開花・結実調査のみ

注) 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」

(2) 調査結果の解析

刈り取り条件の違いによるササ生育量の抑制や他の植物への影響を考察するため、ササ生育状況や水分条件、植物の生育状況の推移を解析した。なお、刈り取り時期が異なるために、刈り取りの効果を考察する際に、単純に同じ時期で比較できない。各試験地における考察の視点は、表 3.1.5 および表 3.1.6 に示した。

表 3.1.5 丸山周辺における各調査の位置づけ

試験区	2006年データの位置づけ	考察の視点			
		項目	刈り取り開始前のデータ	視点	比較対象*2
秋刈り	初回刈り取り後3年目	高さ 稈数 植被率	03年11月	開始後3年を経て、開始前と比較して変化したか、一定の傾向がみられたか	03年11月－06年9月
		葉量	—	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
		植生	03年11月*1	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	高さ 稈数 植被率	03年11月、04年7月	開始後2年を経て、開始前と比較して変化したか	04年11月－06年7月
		葉量	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
		植生	03年11月*1、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	高さ 稈数 植被率	03年11月	最初の2回刈り終了後2年を経て、開始前と比較して変化したか	03年11月－06年7月
		葉量	—	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
		植生	03年11月*1	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

注1) 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

注2) 05年は夏刈りを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。

表 3.1.6 原生花園における各調査の考察の視点

2006年データの位置づけ	考察の視点			
	項目	刈り取り開始前のデータ	視点	比較対象
初回刈り取り後3年目	高さ 稈数	03年11月	開始後3年を経て、開始前と比較して変化したか、一定の傾向がみられたか	03年11月～06年11月
	葉量	—	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
	植生	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

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

3.2 調査結果

3.2.1 丸山周辺

(1) 試験地の概要

試験地の第1回ササ刈り開始前の状況を表3.2.1に示す。ササの生育状況は地点により相違があり、高さ30～60cm、植被率20～80%、1m²あたり稈数42～113本で生育し、ササのバイオマス量の大まかな目安であるササ量指数は、試験地1, 4, 5が少なく、試験地2, 3, 6, 7がやや多い。ササの他にホロムイスケ、ヌマガヤ、ツルコケモモ、ハイイヌツゲ、エゾイソツツジ、ガンコウランなどが生育している。地下水位は10～15cmである。

表3.2.1 第1回刈り取り(2003年11月)実施前の状況

試験地		ササの状況				群落全体の状況			
No.	条件	平均高 (cm)	植被率 (%)	1m ² 稈数	ササ量 指数*	高さ (cm)	植被率 (%)	種数	ササ以外の主要種
1	刈り有り 側溝脇	60	80	111	6660	60	95	8	チマキサ [*] 、ハイイヌツゲ [*]
2	刈り無し 側溝脇	60	70	70	4200	60	95	7	チマキサ [*] 、ヌマガヤ
3	刈り有り 内陸	25	30	67	1675	30	90	16	ワタスゲ [*] 、チマキサ [*]
4	刈り無し 内陸	25	20	34	850	30	90	17	ミスゴケ、ホロムイスケ [*]
5	刈り無し 採掘跡地脇	25	50	52	1300	30	80	9	チマキサ [*] 、ヌマガヤ
6	刈り無し 採掘跡凹地	20	10	18	360	30	60	11	ミスゴケ、ホロムイスケ [*]
7	刈り有り 採掘跡地脇	30	60	65	1950	40	90	16	チマキサ [*] 、ホロムイスケ [*]
8	刈り有り 採掘跡凹地	20	10	19	380	25	50	12	ミスゴケ、ホロムイスケ [*]

注) ササ量指数 = 平均高 × 稈数

調査日: 2003年11月13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 報告書」より引用

(2) 地下水位調査

各地点における地下水位測定結果を表3.2.2および図3.2.2に示す。なお、本年度業務では、地下水位を月一回ごとに計測している。

地下水位平均値は、試験地で-12.4~14.8cm、対照区が-3.3~13.7cmであった。地下水位は、全体的に夏季に低く秋季に高い傾向を示した。また、2004年の夏季に比べて2005年の夏季は15cm程度低かったが、2006年はやや高い傾向が見られる。なお、ミズゴケが密生している高層湿原植生域に設置している対照区2は、平均値も変動幅も小さく、地下水位が高い位置で安定していた。ササ群落に隣接し、ホロムイヌゲが密生している箇所に設置した対照区1では、地下水位は試験地と同様の変動をみせた。

同一のササ生育パッチで複数の刈り取り条件の試験地を設置した試験地(3、4、5、7)についてみると、試験地3・4・7では、刈り取り条件別で地下水位に相違はみられなかった。試験地5でも、2回刈り区が夏刈り区・秋刈り区より高い傾向がみられたが、概ね同様の変動を示していた。これらの試験地では、同様の地下水位にあるので、水分条件の相違の影響を考慮せずに、刈り取り条件の違いによるササの生育について比較できるといえる。

また、ササや木本のような蒸散量が多い植物の存在によって地下水位が低下することが知られている(Takagi et al. 1999, Silins and Rothwell 1999)が、2006年においても、前年からの傾向同様に、刈り取り条件による大きな相違はなかった(図3.2.1)。

なお、2006年10月はほとんどの地点で地下水位がマイナスとなり、地表に水が見られていることになっている。これは前日に70mm程度の降雨があったためと考えられる。

表3.2.2 丸山周辺における地下水位測定結果

試験地	試験区	地下水位(cm)														
		03/11/12	04/07/08	04/07/29	04/08/01	04/11/09	04/11/10	05/07/06	05/11/06	06/05/26	06/06/23	06/07/25	06/08/21	06/09/20	06/10/20	06/11/20
1	秋刈り区	11	6	3	6	8	8	25	6	2.7	3.9	11.2	13.6	3.0	-4.0	1.1
2	秋刈り区	12	10	3	9	8	8	29	5	3.2	4.2	10.5	12.5	2.2	-4.3	1.0
3	秋刈り区	12	8	10	7	11	11	24	4	-0.6	1.4	6.5	8.3	-1.5	-11.8	-4.0
	刈り取りなし区	13	12	1	7	8	9	21	6	-4.9	-4.3	2.2	3.6	-6.2	-12.3	-6.8
4	秋刈り区	12	12	4	10	11	12	31	10	2.0	3.3	9.2	10.0	0.0	-5.4	1.0
	夏刈り区	11	10	3	9	11	16	26	9	4.6	5.0	10.5	10.3	3.8	-4.9	2.6
	2回刈り区	14	13	4	11	9	8	26	11	-4.7	6.1	12.0	12.5	4.9	-3.1	3.8
5	刈り取りなし区	10	11	4	10	11	11	23	9	-2.4	-1.1	4.3	4.5	-4.9	-12.4	-3.8
	秋刈り区	14	11	3	7	16	17	15	5	-3.9	-1.1	3.1	5.7	-5.4	-11.9	-5.9
	夏刈り区	15	11	6	11	14	16	22	12	6.3	8.6	11.2	14.3	4.2	-1.1	4.0
6	2回刈り区	14	12	7	11	13	15	18	13	4.1	7.4	12.0	14.4	2.9	-3.5	1.8
	秋刈り区	13	12	5	10	12	13	21	12	-2.8	-0.4	6.1	8.5	-2.7	-7.1	-2.1
7	夏刈り区	15	13	10	13	18	18	26	7	0.2	3.2	10.7	12.6	0.2	-4.8	0.6
	2回刈り区	14	13	10	14	14	13	27	10	3.8	5.8	13.0	14.8	2.9	-2.1	3.0
対照区1			9	3	6	0	0	25	6	5.5	6.4	12.2	13.7	4.2	-3.3	3.0
対照区2			7	0	3	10	11	13	14	6.2	8.2	11.1	12.1	7.9	-2.2	5.1

注) 表中の調査のうち2005年以前のも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」

表 3.2.3 丸山周辺における 2006 年の地下水位集計結果

試験地	試験区	平均 ± 標準偏差	最低	最高	変動幅
1	秋刈り区	4.5 ± 5.6	13.6	-4	17.6
2	秋刈り区	4.2 ± 5.3	12.5	-4.3	16.8
3	秋刈り区	-0.2 ± 6.2	8.3	-11.8	20.1
	刈り取りなし区	-4.1 ± 5.1	3.6	-12.3	15.9
4	秋刈り区	2.9 ± 5.0	10	-5.4	15.4
	夏刈り区	4.6 ± 4.8	10.5	-4.9	15.4
	2回刈り区	4.5 ± 6.2	12.5	-4.7	17.2
	刈り取りなし区	-2.3 ± 5.4	4.5	-12.4	16.9
5	秋刈り区	-2.8 ± 5.5	5.7	-11.9	17.6
	夏刈り区	6.8 ± 4.7	14.3	-1.1	15.4
	2回刈り区	5.6 ± 5.7	14.4	-3.5	17.9
6	秋刈り区	-0.1 ± 5.1	8.5	-7.1	15.6
	夏刈り区	3.2 ± 5.8	12.6	-4.8	17.4
7	秋刈り区	5.9 ± 5.5	14.8	-2.1	16.9
	2回刈り区	5.9 ± 5.5	14.8	-2.1	16.9
対照区 1		6.0 ± 5.3	13.7	-3.3	17.0
対照区 2		6.9 ± 4.4	12.1	-2.2	14.3

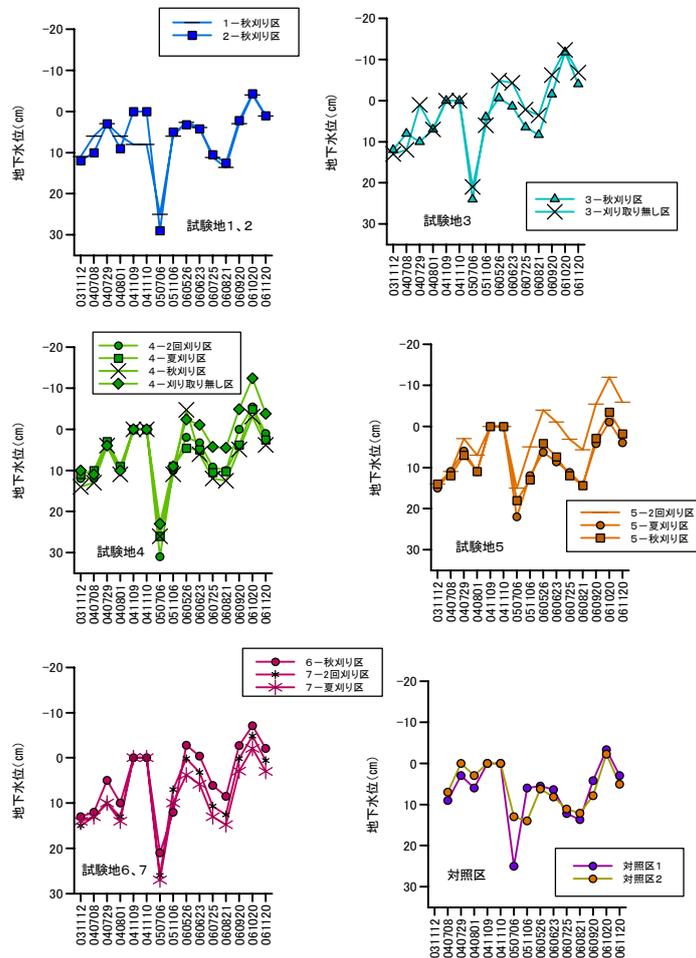


図 3.2.1 丸山周辺における地下水位の推移

注) 表中の調査のうち 2005 年以前のも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」

(3) ササ密度調査

各調査地区におけるササ平均高、植被率、1㎡あたり稈数、ササ量指数を表3.2.4に示す。
刈り取りの時期が異なるために、高さ・稈数、植被率については、表3.2.4の位置づけでデータを比較する。各項目の推移を次頁以降に述べる。

表3.2.4 ササ密度調査結果

地点名	平均高(cm)						植被率(%)						
	031112	040708	041109	050705	051106	060727	060923	031112	040708	041109	050705	051105	060727
1 - 秋刈り区	60	50	40	40	40	45	40	40	30	40	90	60	25
2 - 秋刈り区	60	45	25	35	30	35	40	60	30	50	95	70	30
3 - 秋刈り区	50	45	45	35	35	35	30	60	60	60	75	60	50
3 - 刈り取り無し区	50	65	50	50	40	52	40	70	80	70	90	80	80
4 - 2回刈り区	40	40	44	40	25	40	20	70	70	50	95	10	70
4 - 夏刈り区	40	45	40	40	25	40	20	85	60	20	95	10	50
4 - 秋刈り区	60	55	40	45	30	45	40	60	30	50	95	50	30
4 - 刈り取り無し区	30	40	40	30	30	30	30	50	60	60	75	80	50
5 - 2回刈り区	50	40	30	33	25	33	25	20	40	20	75	30	40
5 - 夏刈り区	40	40	30	25	20	30	25	60	30	10	80	30	25
5 - 秋刈り区	40	40	40	35	30	35	30	50	50	40	80	50	50
6 - 秋刈り区	45	35	40	30	30	30	35	70	20	45	80	70	20
7 - 2回刈り区	45	30	20	25	20	25	20	70	50	40	90	40	50
7 - 夏刈り区	45	50	20	30	20	30	15	80	60	25	90	60	80

地点名	1㎡ 稈数						ササ量指数*						
	031112	040708	041109	050705	051105	060727	060923	031112	040708	041109	050705	051105	060727
1 - 秋刈り区	49	28	30	56	63	83	83	2940	1400	1200	2240	2520	3735
2 - 秋刈り区	79	81	116	130	146	133	146	4740	3645	2900	4550	4380	4655
3 - 秋刈り区	113	68	120	102	99	120	115	5650	3060	5400	3570	3465	4200
3 - 刈り取り無し区	111	100	129	112	94	109	101	5550	6500	6450	5600	3760	5668
4 - 2回刈り区	85	83	90	156	47	122	94	3400	3320	3960	6240	1175	4880
4 - 夏刈り区	98	83	87	119	40	104	70	3920	3735	3480	4760	1000	4160
4 - 秋刈り区	61	26	41	66	69	67	71	3660	1430	1640	2970	2070	3015
4 - 刈り取り無し区	98	84	98	107	100	112	108	2940	3360	3920	3210	3000	3360
5 - 2回刈り区	42	44	72	89	79	104	92	2100	1760	2160	2937	1975	3432
5 - 夏刈り区	100	99	88	109	106	140	132	4000	3960	2640	2725	2120	4200
5 - 秋刈り区	61	69	85	107	105	98	102	2440	2760	3400	3745	3150	3430
6 - 秋刈り区	99	52	78	100	108	77	95	4455	1820	3120	3000	3240	2310
7 - 2回刈り区	100	100	154	179	195	228	171	4500	3000	3080	4475	3900	5700
7 - 夏刈り区	93	136	105	157	130	172	123	4185	6800	2100	4710	2600	5160

注1) ササ量指数 = 平均高 × 稈数

注2) 表中の調査のうち2005年以前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 円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」

表 3.2.5 丸山周辺におけるササ生育密度調査の位置づけ

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* ¹
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

注1) 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ため、7月を比較対象とした。

1) 平均高

各調査区におけるササ平均高の推移を表3.2.7および図3.2.2に示す。

<秋刈り区> 1年目：低下 2年目：横ばい 3年目：横ばい

初回秋刈り直前の2003年11月12日（一昨年度業務における調査）から翌2004年7月にかけて0~15cm程度低下していた。その後2005年にかけても全体に低下し、2005年7月に試験地5で5cmの低下にとどまったほかは15~25cm減少した。2005年11月以降、試験地4で一時的に増減がみられたほかは、ほぼ横ばいとなった。いずれの地点も刈り取り前と比べると全体に低下しており、ササ平均高は2006年には30~45cmとなった。

<夏刈り区> 1年目：低下 2年目：横ばい

2003年11月から2004年7月にかけては、刈り取りを受けていないため変化はいずれも5cm以下であった。全体に夏にむけて増加し、刈り取り後秋調査時には低下していた。2005年7月までは平均高は5~20cm低下し、25~40cmとなった。2005年夏の刈り取りを経た後一時的に低下したが、2006年にはほぼ前年と同程度にまで回復した。刈り取り前と比べると全体に低下している。

<2回刈り区> 1年目：低下 2年目：横ばい

試験地5、7で2003年11月から2004年11月にかけて平均高が低下した。2005年では夏にやや高くなったが、その差は5cm程度にとどまり、ほぼ横ばいとなった。試験地4では2005年7月までほぼ横ばいであった。いずれも2005年夏の刈り取りにより11月には低下したが、2006年には前年夏と同程度にまで回復し、横ばいとなっている。

<刈り取り無し区> 1年目：変動 2年目：横ばい

2003年11月から2004年7月にかけて10~15cm増加したが、その後2004年11月から2005年11月にかけては両地点とも低下した。試験地3では2006年7月にかけて増加したため、調査開始時と比べると両地点とも平均高に変化はみられなかった。

なお、2005年はエゾカンゾウが多量に開花したため、花期を過ぎてからササの刈り取りを行った。このため、夏刈りの時期が前年と比べて40~50日程度遅かった。刈り取り

後から秋季調査までの期間が短かったために夏刈り以降の成長があまり見られず、2005年11月には夏刈り区・2回刈り区いずれも、刈り取り高である25cm前後になっていた。2006年も同様に刈り取り時期が遅かったため、夏刈り後の成長がほとんどみられていない。

平均高の低下幅を刈り取り処理後の期間で比較すると、以下のようになる。(表3.2.6) いずれの刈り有り区においても平均高は減少している。

表3.2.6 刈り取り条件別の刈り取り処理後の各期間におけるササ平均高の変化量

刈り取り条件	刈り取り前平均高	変化量		
		1年目	2年目	3年目
1回秋	53	14	20	17
1回夏	45	13	12	-
2回	45	12	13	-
無し	40	5	5	-

(単位：cm)

注) 増加 低下

注) 変化量は秋刈り・2回刈りは2003年11月を、夏刈りは2004年7月を基準とした

表 3.2.7 丸山周辺におけるササ平均高の推移

(単位: cm)

刈り取り条件	地点名	2003.11.12	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2005.11.6	2006.7.27	2006.9.23	2006.9 平均変化量
1 回秋	1 - 秋刈り区	60	50 (10)	40 (20)	40 (20)	40 (20)	45 (15)	40 (20)	17
	2 - 秋刈り区	60	45 (15)	25 (35)	35 (25)	30 (30)	35 (25)	40 (20)	
	3 - 秋刈り区	50	45 (5)	45 (5)	35 (15)	35 (15)	35 (15)	30 (20)	
	4 - 秋刈り区	60	55 (5)	40 (20)	45 (15)	30 (30)	45 (15)	40 (20)	
	5 - 秋刈り区	40	40 (-)	40 (-)	35 (5)	30 (10)	35 (5)	30 (10)	
	6 - 秋刈り区	45	35 (-10)	40 (5)	30 (15)	30 (15)	30 (15)	35 (10)	
1 回夏	4 - 夏刈り区	40	45 (5)	40 (5)	40 (5)	25 (20)	40 (5)	20 (20)	22
	5 - 夏刈り区	40	40 (-)	30 (10)	25 (15)	20 (20)	30 (10)	25 (15)	
	7 - 夏刈り区	45	50 (5)	20 (30)	30 (20)	20 (30)	30 (20)	15 (30)	
2 回	4 - 2回刈り区	40	40 (-)	44 (4)	40 (-)	25 (15)	40 (-)	20 (20)	23
	5 - 2回刈り区	50	40 (-10)	30 (20)	33 (17)	25 (25)	33 (17)	25 (25)	
	7 - 2回刈り区	45	30 (-15)	20 (25)	25 (20)	20 (25)	25 (20)	20 (25)	
無し	3 - 刈り取り無し区	50	65 (15)	50 (-)	50 (-)	40 (10)	52 (2)	40 (10)	1
	4 - 刈り取り無し区	30	40 (10)	40 (10)	30 (-)	30 (-)	30 (-)	30 (-)	

表中の値は平均高。()内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 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) 変化量は秋刈り・2回刈りは2003年11月を、夏刈りは2004年7月を基準とした

注2) 表中の調査のうち2005年以前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」

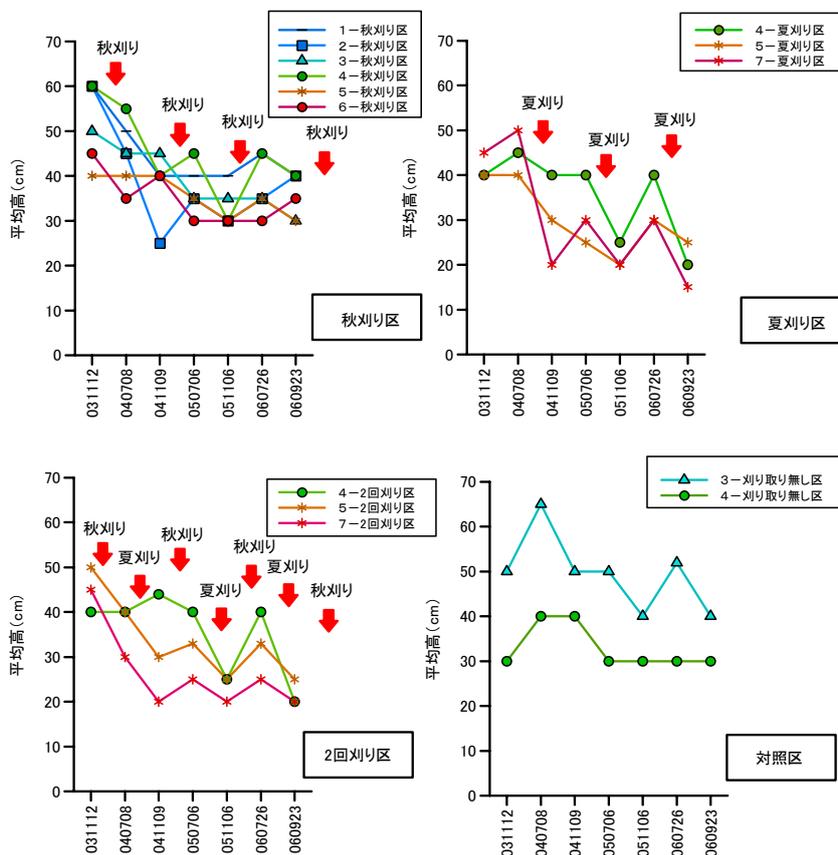


図 3.2.2 丸山周辺におけるササ平均高の推移

注) 表中の調査のうち2005年以前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」

2) 稈数

各調査区におけるササ稈数の推移を表 3.2.9 および図 3.2.3 に示す。

<秋刈り区> 1年目：横ばい 2年目：増加 3年目：微増

初回秋刈り直前（2003年11月12日）から秋刈りを経た翌2004年7月までに試験地1、3、4、6で稈数が減少した。その後2006年11月まで、刈り取りによる変動はあるものの、減少した試験地6を除き緩やかに増加した。刈り取り開始前と比べても、試験地6を除いて調査開始時よりも増加していたが、その幅は試験地3の横ばい（2%）から試験地2の85%とばらついた。

<夏刈り区> 1年目：増加 2年目：増加

初回刈り取り前の2004年7月から刈り取り後の2004年11月にかけて稈数は増加したのは試験地4のみであったが、2005年7月にはいずれの地点も増加した。その後刈り取りによる減少があるものの、試験地4では減少、試験地5および7では増加した。

<2回刈り区> 1年目：増加 2年目：増加

試験地5、7では2003年11月から2004年7月までほぼ横ばいであったが、その後増加し、全体に約2倍となった。試験地4では2004年11月までほぼ横ばいであったが、2005年7月に急激な変動を見せたものの、2006年には刈り取り前との差は見られなくなった。

<刈り無し区> 1年目：横ばい 2年目：横ばい

緩やかな増減を繰り返したが、全体としてはほぼ横ばいの傾向を示した。

ササの稈数は、2006年7月時点は試験地6の秋刈り区、試験地3の刈り無し区で減少したが、その他の試験地では横ばいあるいは増加した。処理後の期間でみると、処理後1年目では、秋刈り区（2004年11月）では増加・減少の両方がみられたが、処理後2年目（2005年11月）では稈数が増加していた。夏刈り区および2回刈り区では刈り取り1年目から稈数が増加していた。刈り無し区ではほぼ横ばいであるため、稈数の増加の原因は萌芽によるもので、夏に刈られる両試験区ではその反応が早かったと思われる。しかし、増加の割合は場所によって異なっていた。立地条件や群落の年齢により刈り取りに対する萌芽力が相違することも考えられる。

1㎡当りササ稈数の変化を刈り取り処理後の期間で比較すると、以下のようになる（表 3.2.8）。秋刈りでは増加幅が小さく、特に2回刈り区では増加が著しい。夏刈りも増加しており、秋よりも夏に刈られる方がと萌芽しやすいものと考えられる。

表 3.2.8 刈り取り条件別の刈り取り処理後の各期間におけるササ稈数変化量

刈り取り条件	刈り取り前 1㎡稈数	変化量		
		1年目	2年目	3年目
1回秋	77	1	21	25
1回夏	106	22	33	-
2回	76	66	76	-
無し	105	9	8	-

（単位：本/㎡）

注1) 増加 減少

注2) 変化量は秋刈り・2回刈りは2003年11月を、夏刈りは2004年7月を基準とした

表 3.2.9 丸山周辺における 1 m²当りのササ稈数の推移

(単位: 本/m²)

刈り取り条件	地点名	2003.11.12	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2005.11.6	2006.7.27	2006.9.23	2006.9 平均変化量
1 回秋	1 - 秋刈り区	49	28 (21)	30 (19)	56 (7)	63 (14)	83 (34)	83 (34)	25
	2 - 秋刈り区	79	81 (2)	116 (37)	130 (51)	146 (67)	133 (54)	146 (67)	
	3 - 秋刈り区	113	68 (45)	120 (7)	102 (11)	99 (14)	120 (7)	115 (2)	
	4 - 秋刈り区	61	26 (35)	41 (20)	66 (5)	69 (8)	67 (6)	71 (10)	
	5 - 秋刈り区	61	69 (8)	85 (24)	107 (46)	105 (44)	98 (37)	102 (41)	
	6 - 秋刈り区	99	52 (47)	78 (21)	100 (1)	108 (9)	77 (22)	95 (4)	
1 回夏	4 - 夏刈り区	98	83	87 (4)	119 (36)	40 (43)	104 (21)	70 (28)	11
	5 - 夏刈り区	100	99	88 (11)	109 (10)	106 (7)	140 (41)	132 (32)	
	7 - 夏刈り区	93	136	105 (31)	157 (21)	130 (6)	172 (36)	123 (30)	
2 回	4 - 2回刈り区	85	83 (2)	90 (5)	156 (71)	47 (38)	122 (37)	94 (9)	43
	5 - 2回刈り区	42	44 (2)	72 (30)	89 (47)	79 (37)	104 (62)	92 (50)	
	7 - 2回刈り区	100	100 (-)	154 (54)	179 (79)	195 (95)	228 (128)	171 (71)	
無し	3 - 刈り取り無し区	111	100 (11)	129 (18)	112 (1)	94 (17)	109 (2)	101 (10)	-
	4 - 刈り取り無し区	98	84 (14)	98 (-)	107 (9)	100 (2)	112 (14)	108 (10)	

表中の値はササ稈数。()内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 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) 変化量は秋刈り・2回刈りは2003年11月を、夏刈りは2004年7月を基準とした

注 2) 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」

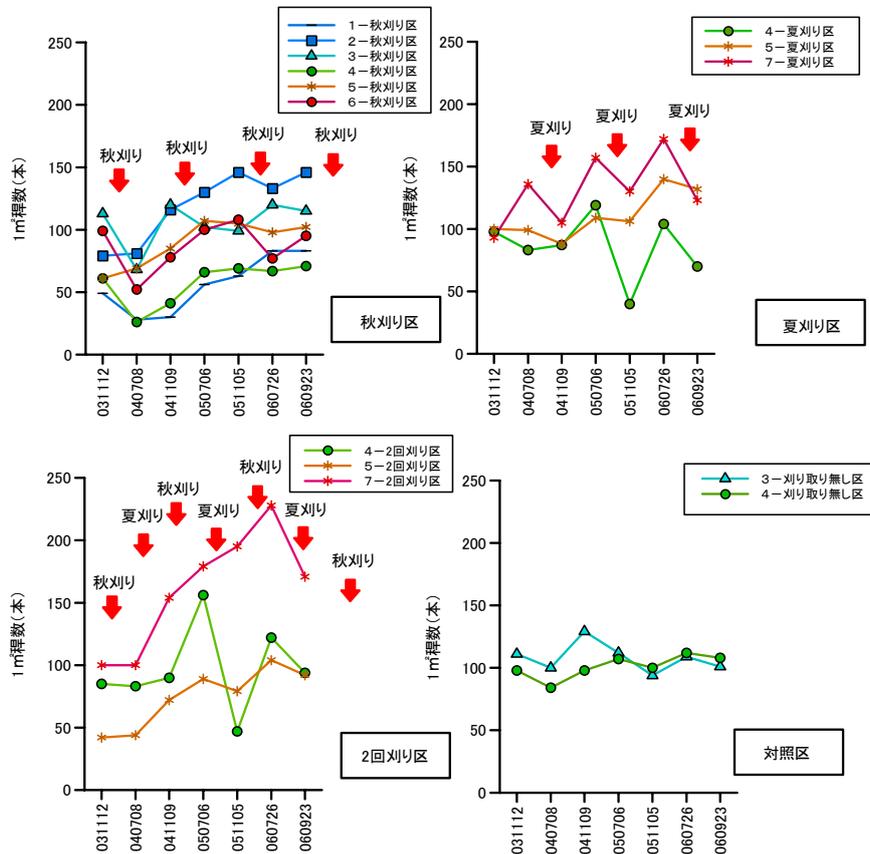


図 3.2.3 丸山周辺における 1 m²当りのササ稈数の推移

注) 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」

3) 植被率

各調査区におけるササ植被率の推移を表3.2.11 および図3.2.4に示す。

<秋刈り区>1年目：低下 2年目：増加

試験地3では2004年までほとんど変化が見られなかったが、他の試験地では、2003年から2004年にかけて減少を、2004年から2005年にかけては増加を示し、2006年には再び減少した。

<夏刈り区>1年目：低下 2年目：増加

刈り取り後に大幅な減少をみせたが、翌年の夏には急激に回復していた。特に2005年7月には刈り取り前の2004年7月よりも高い植被率となっている。しかし、2006年には試験地5では回復せず、試験地4でもその回復量は減少していた。

<2回刈り区>1年目：変動 2年目：横ばい

2003年11月から2004年7月にかけて試験地により異なる反応をみせたが、それ以降はほぼ同じ傾向を示し、夏から秋にかけて減少を、秋から夏にかけては増加という季節変動がみられた。刈り取り2年目の2006年には試験地4で刈り取り前と比べて変化がみられなかったが、試験地5では増加、試験地7では減少となり、異なる傾向を示した。

<刈り無し区>1年目：微増 2年目：増加

緩やかに増減を繰り返し、微増もしくは横ばいであった。

表3.2.10に刈り取り条件別の処理後の各期間におけるササ植被率の平均値を示す。全体として、若干の例外はあるものの、2003年から2004年にかけては減少し、2005年には増加するなど同様の傾向がみられた。しかし、処理後1年目では秋刈り区(2004年11月)では減少していたが、夏刈り区及び2回刈り区では増加していた。また、処理後2年目以降ではその反応は鈍り、回復しない試験地も見られている。植被率の増加は刈り取りにより減少する光合成量を補うために、葉の面積を増加させようとする動きであると思われる。しかし、2年目以降ではその程度は試験地によりまちまちであり、回復力が低下しているとも読み取れる。ただし、植被率は葉の重なり合いを表現できないため、実際のササの量との差が大きい地点もある。実際のササの量を正確に表していると思われる葉量についての詳細は次項で述べる。

表3.2.10 刈り取り条件別の刈り取り処理後の各期間におけるササ植被率変化量

(単位：%)

刈り取り条件	刈り取り前植被率	変化量	
		1年目	2年目
1回秋	57	9	3
1回夏	50	38	2
2回	53	33	0
無し	60	5	20

注1) 増加 減少

注2) 変化量は秋刈り・2回刈りは2003年11月を、夏刈りは2004年7月を基準とした

表 3.2.11 丸山周辺におけるササ植被率の推移

(単位: %)

刈り取り条件	地点名	2003.11.12	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2005.11.6	2006.7.27	2006.7 平均変化量
1 回秋	1 - 秋刈り区	40	30 (10)	40 (-)	90 (50)	60 (20)	25 (15)	23
	2 - 秋刈り区	60	30 (30)	50 (10)	95 (35)	70 (10)	30 (30)	
	3 - 秋刈り区	60	60 (-)	60 (-)	75 (15)	60 (-)	50 (10)	
	4 - 秋刈り区	60	30 (30)	50 (10)	95 (35)	50 (10)	30 (30)	
	5 - 秋刈り区	50	50 (-)	40 (10)	80 (30)	50 (-)	50 (-)	
	6 - 秋刈り区	70	20 (50)	45 (25)	80 (10)	70 (-)	20 (50)	
1 回夏	4 - 夏刈り区	85	60	20 (40)	95 (35)	10 (50)	50 (10)	2
	5 - 夏刈り区	60	30	10 (20)	80 (50)	30 (-)	25 (5)	
	7 - 夏刈り区	80	60	25 (35)	90 (30)	60 (-)	80 (20)	
2 回	4 - 2回刈り区	70	70 (-)	50 (20)	95 (25)	10 (60)	70 (-)	-
	5 - 2回刈り区	20	40 (20)	20 (-)	75 (55)	30 (10)	40 (20)	
	7 - 2回刈り区	70	50 (20)	40 (30)	90 (20)	40 (30)	50 (20)	
無し	3 - 刈り取り無し区	70	80 (10)	70 (-)	90 (20)	80 (10)	80 (10)	5
	4 - 刈り取り無し区	50	60 (10)	60 (10)	75 (25)	80 (30)	50 (-)	

表中の値はササ植被率。() 内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 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) 変化量は秋刈り・2回刈りは2003年11月を、夏刈りは2004年7月を基準とした

注2) 表中の調査のうち2005年以前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」

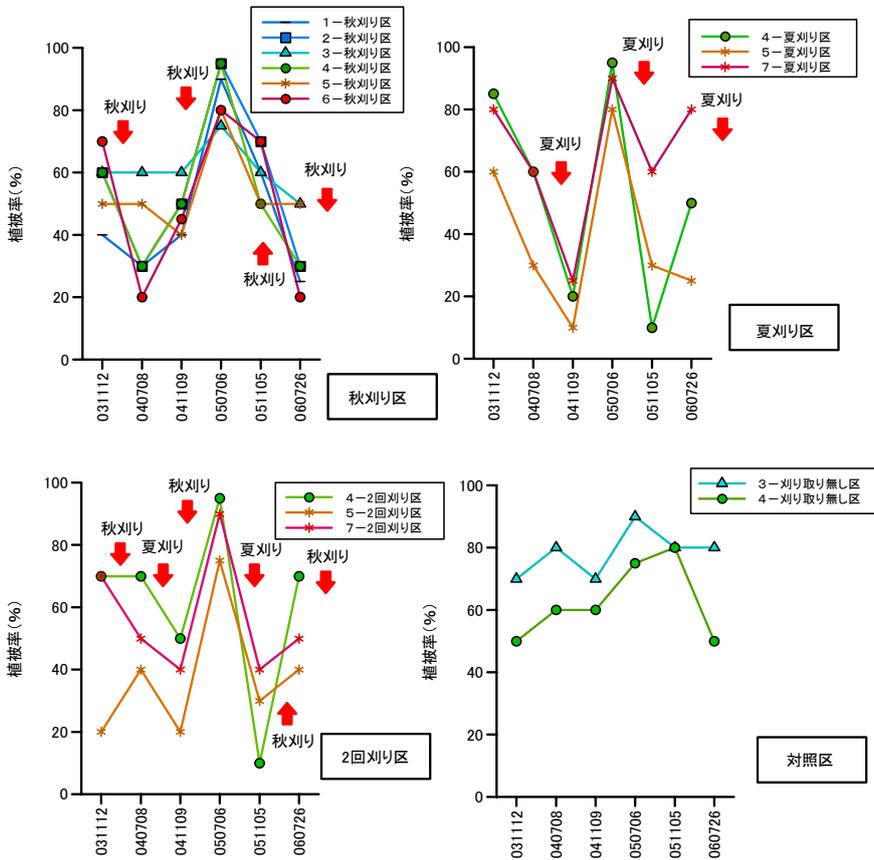


図 3.2.4 丸山周辺におけるササ植被率の推移

注) 表中の調査のうち2005年以前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」

4) 葉量

ササ葉量は、2004年7月から調査しており、初回刈り前の調査（2003年11月）が行われていない。このため、データの比較は表3.2.12のような位置づけで行った。

表3.2.12 丸山周辺におけるササ葉量調査の視点

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
秋刈り	初回刈り取り後3年目	—	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	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	—	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

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ので、7月を比較対象とした。

葉枚数の変化

ササの稈1本あたりの葉の枚数の変化を表3.2.14及び図3.2.5に示す。

<秋刈り区>1年目：変動 2年目：横ばい

2004年夏季（7月8日）から秋季（11月9日）にかけて試験地5を除き成長により0.6~5.1枚の増加がみられた。2004年秋刈り後、2005年には増加・減少いずれも見られたが、2006年にはいずれの地点も増加した。

<夏刈り区>1年目：横ばい 2年目：増加

全地点とも2004年夏季から秋季にかけて4~5枚だったものが刈り取りにより1.6~2.9枚にまで減少した。その後2005年には試験地5、7では再び5.3~6.7枚まで増加し、2006年には試験地4では0.5枚と微増であったが、いずれの地点も増加した。

<2回刈り区>1年目：横ばい 2年目：増加

試験地5で2004年夏季~秋季にかけて増加がみられたものの、その後、他の試験区も含め夏季に増加、秋季に減少を示し、2006年には1.1~3.7枚増といずれの地点も増加した。

<刈り無し区>1年目：変動 2年目：変動

季節変動がみられたが、試験地3では横ばい、試験地4では0.9枚の減少をみせた。

刈り取りを受けた試験区は、2006年にはいずれの地点も葉の枚数が増加した。これは、葉が刈り取られるために、より多くの葉を展開し光合成量を確保しようとしているものと思われる。ササの稈数は2年目以降やや増加が鈍くなっていることから、萌芽により新たな稈を増やすよりも、ササの葉の枚数を増やすことで不足分を補おうとしているものと思われる。しかし1年目は秋刈りが、2年目で夏刈り及び2回刈りが多くなるなど異なる挙動を示した。

表3.2.13 刈り取り条件別の刈り取り処理後の各期間におけるササの葉枚数変化量

(単位：枚/本)

刈り取り条件	初期値 葉枚数	変化量	
		1年目	2年目
1回秋	4.0	2.2	0.7
1回夏	4.9	0.8	2.1
2回	5.2	1.3	2.2
無し	6.8	2.1	3.1

注1) 表中の値は葉の枚数。()内は変化量。

注2) 増加 減少

変化量は2004年7月を基準とした

表 3.2.14 丸山周辺におけるササ 1 稈当りの葉の枚数の推移 (単位: 枚/本)

刈り取り条件	地点名	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2005.11.6	2006.7.27	2006.7 平均変化量
1 回秋	1 - 秋刈り区	4.7	7.4 (2.7)	4.3 (0.4)	4.2 (0.5)	6.6 (1.9)	1.2
	2 - 秋刈り区	3.6	4.5 (0.9)	4.6 (1.0)	5.5 (1.9)	6 (2.4)	
	3 - 秋刈り区	3.7	4.3 (0.6)	3.4 (0.3)	3.5 (0.2)	4.7 (1.0)	
	4 - 秋刈り区	4.1	9.2 (5.1)	4.8 (0.7)	5.7 (1.6)	5.7 (1.6)	
	5 - 秋刈り区	3.9	3.3 (0.6)	5.1 (1.2)	3.4 (0.5)	4.4 (0.5)	
	6 - 秋刈り区	4.2	8.5 (4.3)	6.8 (2.6)	5.8 (1.6)	5.1 (0.9)	
1 回夏	4 - 夏刈り区	5.2	2.5 (2.7)	5.3 (0.1)	2.4 (2.8)	5.7 (0.5)	2.1
	5 - 夏刈り区	4.4	1.6 (2.8)	5.3 (0.9)	4.8 (0.4)	7.3 (2.9)	
	7 - 夏刈り区	5.2	2.9 (2.3)	6.7 (1.5)	5 (0.2)	8 (2.8)	
2 回	4 - 2回刈り区	5.6	3.2 (2.4)	6.8 (1.2)	3.8 (1.8)	9.3 (3.7)	2.2
	5 - 2回刈り区	4.9	6.4 (1.5)	6.5 (1.6)	3.4 (1.5)	6.8 (1.9)	
	7 - 2回刈り区	5.2	4 (1.2)	6.3 (1.1)	2.5 (2.7)	6.3 (1.1)	
無 し	3 - 刈り取り無し区	6.8	4.4 (2.4)	6.1 (0.7)	4.4 (2.4)	7 (0.2)	0.4
	4 - 刈り取り無し区	6.7	5 (1.7)	4.8 (1.9)	3 (3.7)	5.8 (0.9)	

表中の値はササ 1 稈当りの葉の枚数。() 内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 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) 表中の値は葉の枚数。() 内は変化量。変化量は 2004 年 7 月を基準とした

注 2) 表中の調査のうち 2005 年以前のも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」

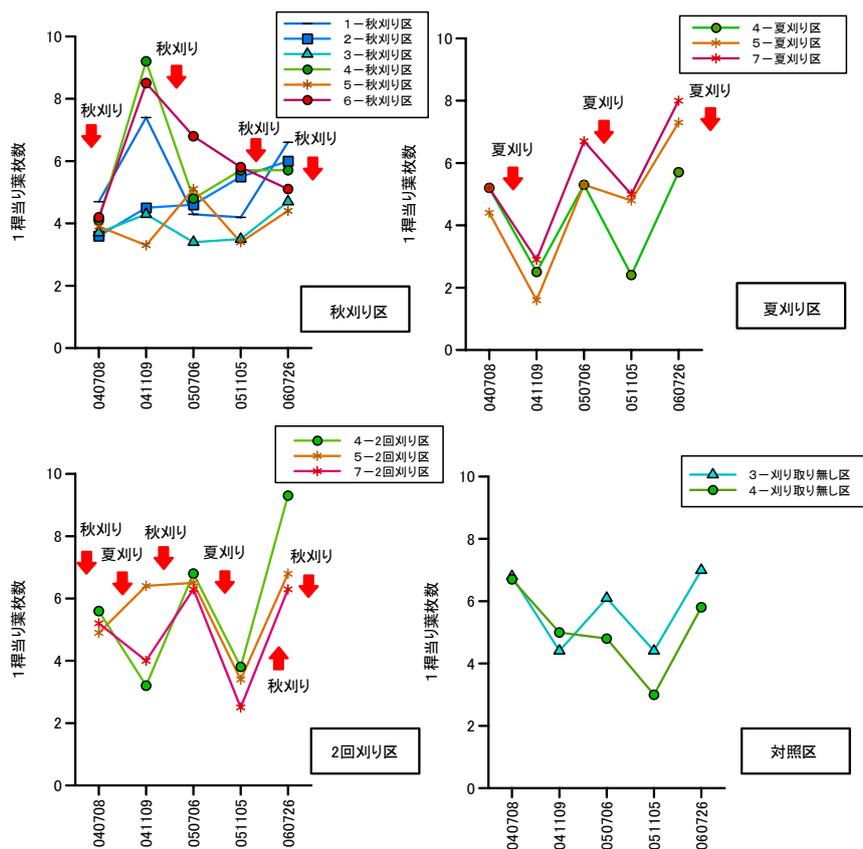


図 3.2.5 丸山周辺におけるササ 1 稈当りの葉の枚数

注) 表中の調査のうち 2005 年以前のも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」

葉面積の変化

a. 回帰式の算出

「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」では、現地において刈り取られたササの葉 90 枚を拾いとり、室内に持ち帰って短径と長径を計測し、さらにプランメーターを用いて 1 枚ごとの面積を計測した（図 3.2.6）。

得られたデータから、短径×長径と葉面積の回帰式を算出した。回帰式は以下のとおりである。相関係数 r は 0.98 と高く、両者の相関が強いといえる。今年度のササ葉量の算出についても、引き続き以下の同じ式を用い、葉量の変化について考察した。

$$y = 0.671039x + 0.465112$$

回帰係数 0.671039 相関係数 r 0.99

切片 0.465112

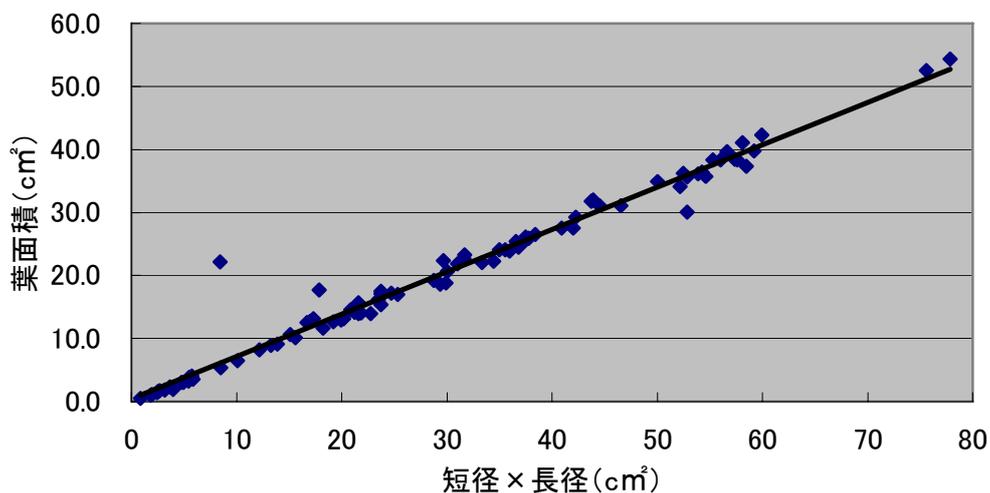


図 3.2.6 ササの葉サイズと葉面積の関係

「平成 16 年度サロベツ再生事業 丸山周辺のササ侵入対策報告書」より引用

b. 葉 1 枚あたりの面積の変化

各試験地において、現地で葉のサイズを計測した稈について、計測した全ての葉の長径と短径の値を前述の回帰式に代入して葉の面積を算出し、1枚あたりの平均葉面積を求めた。

1枚あたりの平均葉面積の推移を表 3.2.16 及び図 3.2.7 に示す。

< 秋刈り区 > 1 年目：減少 2 年目：減少

2005 年 7 月には刈り取りによりほとんどの試験地において小型化した。しかし、2006 年には葉面積の増加・減少のいずれも見られた。

< 夏刈り区 > 1 年目：減少 2 年目：横ばい

いずれの試験地も刈り取り後 1 年経った 2005 年 7 月以降、前年の刈り取り前よりも小型化している。

< 2 回刈り区 > 1 年目：減少 2 年目：横ばい

刈り取りが一巡した翌年の 2005 年 7 月以降には、いずれの地点も小型化した。

< 刈り無し区 > 1 年目：横ばい 2 年目：横ばい

2005 年までほぼ横ばいであったが、2006 年には試験地 4 のみ小型化した。

試験地の 1 枚あたり葉面積は、刈り有り区で 2004 年 7 月が 12.8 ~ 33.5 cm²であったが、2005 年 11 月には 6.4 ~ 26.8 cm²、2006 年 7 月には 7.8 ~ 23.5 cm²となり、秋刈り区の一部を除いていずれも葉が小型化する傾向が見られた。刈り無し区ではほぼ横ばいとなっており、全体として刈り有り区の葉は、刈り取りにより小型化したと考えられる。

特に夏刈り区では小型化が著しく、次に 2 回刈り区が小さくなった。しかし、その差は 2 cm²程度である。秋刈り区は刈り取りによる小型化の程度が弱く、2006 年には試験区により反応が異なり、ばらつきが見られている。

刈り取りを受けた試験地では葉は次の刈り取りを受けるまでの短い期間で成長するので、本来の葉のサイズまで回復できないと考えられる。しかし、秋刈りでは成長期を終えてから刈り取られるために、栄養分の損失が少ないので、小型化の反応の程度が小さいと考えられる。

表 3.2.15 刈り取り条件別の刈り取り処理前後の各期間における
ササの葉 1 枚当りの葉面積変化量 (単位: cm²/枚)

刈り取り 条件	初期値 1 枚の葉面積	変化量	
		1 年目	2 年目
1 回秋	25.1	1.0	7.3
1 回夏	22.2	11.5	9.5
2 回	18.7	9.1	7.7
無し	23.2	0.8	0.4

注 1) 増加 減少

注 2) 変化量は 2004 年 7 月を基準とした

表 3.2.16 丸山周辺におけるササの葉 1 枚当たりの葉面積の推移 (単位: cm²/枚)

刈り取り条件	地点名	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2005.11.6	2006.7.27	2006.7 平均変化量
1 回秋	1 - 秋刈り区	31.2	29.1 (2.1)	24.8 (6.4)	22.2 (9.0)	19.7 (11.4)	5.6
	2 - 秋刈り区	29.4	31.2 (1.8)	16.4 (13.0)	17.3 (12.1)	16.6 (12.8)	
	3 - 秋刈り区	23.4	28.0 (4.6)	22.3 (1.2)	23.8 (0.4)	23.5 (0.1)	
	4 - 秋刈り区	33.5	30.8 (2.7)	12.2 (21.4)	18.1 (15.4)	18.8 (14.7)	
	5 - 秋刈り区	18.6	20.4 (1.8)	12.8 (5.8)	13.9 (4.7)	14.8 (3.7)	
	6 - 秋刈り区	14.7	17.1 (2.5)	12.9 (1.8)	11.5 (3.2)	18.2 (3.5)	
1 回夏	4 - 夏刈り区	29.4	13.4 (16.0)	15.6 (13.8)	12.3 (17.1)	16.5 (12.8)	9.5
	5 - 夏刈り区	16.6	17.0 (0.4)	8.3 (8.3)	7.5 (9.1)	10.6 (5.9)	
	7 - 夏刈り区	20.8	8.8 (12.0)	8.3 (12.4)	10.3 (10.5)	10.9 (9.9)	
2 回	4 - 2回刈り区	21.8	25.3 (3.6)	14.0 (7.8)	10.6 (11.2)	13.7 (8.1)	7.7
	5 - 2回刈り区	21.6	12.2 (9.5)	7.4 (14.3)	6.4 (15.2)	11.5 (10.1)	
	7 - 2回刈り区	12.8	6.4 (6.3)	7.5 (5.2)	7.4 (5.4)	7.8 (5.0)	
無 し	3 - 刈り取り無し区	27.0	28.3 (1.3)	27.1 (-)	26.8 (0.2)	26.5 (0.5)	3.7
	4 - 刈り取り無し区	19.3	19.5 (0.2)	15.8 (3.5)	18.7 (0.6)	12.4 (6.9)	

表中の値は葉の面積。()内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 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 2004 年 7 月を基準とした

注 2) 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」

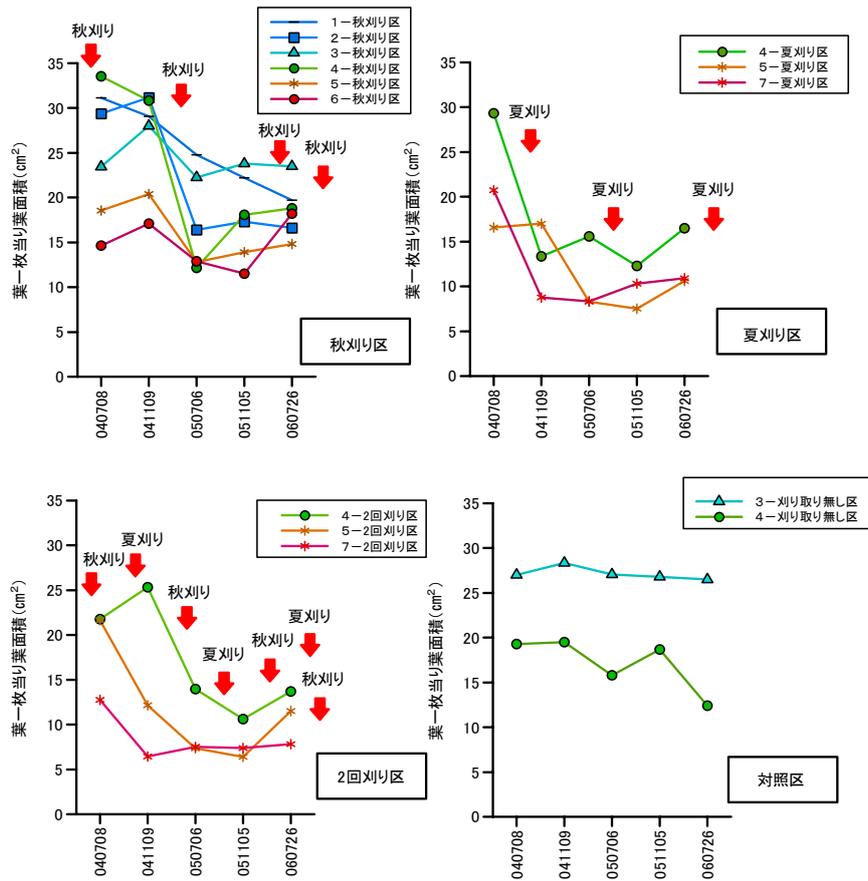


図 3.2.7 丸山周辺におけるササの葉 1 枚当たりの葉面積

注) 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」

c. 試験地の葉面積の変化

現地で計測した全ての葉の長径と短径の値を回帰式に代入して葉の面積を算出し、これらを合計して稈1本ごとの葉面積を求めた。次に、算出された稈10本の葉面積の平均値に試験地内のササ稈数をかけて試験地の葉面積とした。

$$\text{調査区の葉面積} = (\text{葉サイズを計測した稈の葉面積}) / 10 \times \text{調査区内のササ稈数}$$

1 m²当りの葉面積の推移を表3.2.18及び図3.2.8に示す。

<秋刈り区>1年目：増加 2年目：低下

2004年夏から11月までは、成長により大幅な増加を見せた後、2005年7月には前年の刈り取りにより減少した。しかし、前年の2004年7月と比べ全ての試験地で増加していた。2006年も試験地5を除き再び増加した。

<夏刈り区>1年目：減少 2年目：増加

刈り取り後には大幅に減少し、2005年7月には増加したが、刈り取り前の2004年7月を上回らなかった。しかし、2006年には2004年と同程度に回復し、試験地4では減少、試験地5では増加と異なる傾向を示した。

<2回刈り区>1年目：増加 2年目：増加

2005年には試験地により増加・減少の異なる反応を示したが、2年目の2006年にはいずれの地点も増加していた。

<刈り無し区>1年目：横ばい 2年目：低下

2005年7月まで低下傾向にあったが、2006年7月には増加に転じた。

刈り取り後の期間で比較すると、1年目では秋刈り区で最も増加を、2年目には2回刈り区で最も増加した。秋刈りでは光合成による栄養物の生産活動を停止した後で刈り取られるために、その後の成長は翌年春になる。このため、刈り取りにより地下に貯蔵された栄養分の損失が刈り取りをしない場合と比べて変わらず、個体を維持する上では大きな影響がないものと思われる。一方、葉面積が減少している夏刈り区・2回刈り区では成長期に刈り取られている。新たな葉を展開するためにその年に生産した栄養分が使われる。このためササへの負担が大きいものと予想されたが、その反応は弱く、減少したものは試験地4の夏刈り区のみであった。平均高が抑えられているため、栄養分の配分が変化した可能性もある。刈り無し区でも一度減少した後に増加するなど変動を見せており、この原因については不明である。しかし、代替稈を設けていないために、調査開始時から同じ稈を調査している。そのため、寿命によって葉が落ち、入れ替わったとも考えられる。

表3.2.17 刈り取り条件別の刈り取り処理後の各期間における1 m²当り葉面積変化量 (単位: cm² / m²)

注1) 増加 減少

注2) 変化量は2004年7月を基準とした

刈り取り条件	初期値 1 m ² 葉面積	変化量	
		1年目	2年目
1回秋	5,057	5,921	1,787
1回夏	11,523	3,732	884
2回	7,140	2,049	4,459
無し	14,616	1,800	8,057

表 3.2.18 丸山周辺における 1 m²当りのササ葉量の推移 (単位: cm²/m²)

刈り取り条件	地点名	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2005.11.6	2006.7.27	2006.7 平均変化量
1 回秋	1 - 秋刈り区	4,099	6,454 (2,355)	5,968 (1,869)	5,758 (1,659)	10,805 (6,706)	4,615
	2 - 秋刈り区	8,570	16,263 (7,693)	9,818 (1,248)	8,890 (320)	13,239 (4,669)	
	3 - 秋刈り区	5,898	14,448 (8,550)	7,721 (1,823)	7,800 (1,902)	13,270 (7,372)	
	4 - 秋刈り区	3,575	11,628 (8,053)	3,849 (274)	7,074 (3,499)	7,176 (3,601)	
	5 - 秋刈り区	4,994	5,721 (727)	6,979 (1,985)	4,305 (689)	6,390 (1,396)	
	6 - 秋刈り区	3,203	11,349 (8,146)	8,753 (5,550)	7,235 (4,032)	7,149 (3,946)	
1 回夏	4 - 夏刈り区	12,666	5,125 (7,541)	9,819 (2,847)	1,141 (11,525)	11,386 (1,280)	884
	5 - 夏刈り区	7,214	2,394 (4,820)	4,781 (2,433)	2,431 (4,783)	10,874 (3,660)	
	7 - 夏刈り区	14,688	3,868 (10,820)	8,773 (5,915)	4,797 (9,891)	14,962 (274)	
2 回	4 - 2回刈り区	10,118	7,295 (2,823)	14,819 (4,701)	1,678 (8,440)	15,518 (5,400)	4,459
	5 - 2回刈り区	4,664	5,605 (941)	4,258 (406)	1,620 (3,044)	8,128 (3,464)	
	7 - 2回刈り区	6,639	3,969 (2,670)	8,490 (1,851)	3,085 (3,554)	11,151 (4,512)	
無し	3 - 刈り取り無し区	18,370	16,086 (2,284)	18,486 (116)	8,156 (10,214)	20,208 (1,838)	480
	4 - 刈り取り無し区	10,861	9,546 (1,315)	8,127 (2,734)	4,961 (5,900)	8,063 (2,798)	

表中の値は葉の面積。()内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 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2004年7月を基準とした

注2) 表中の調査のうち2005年以前のも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」

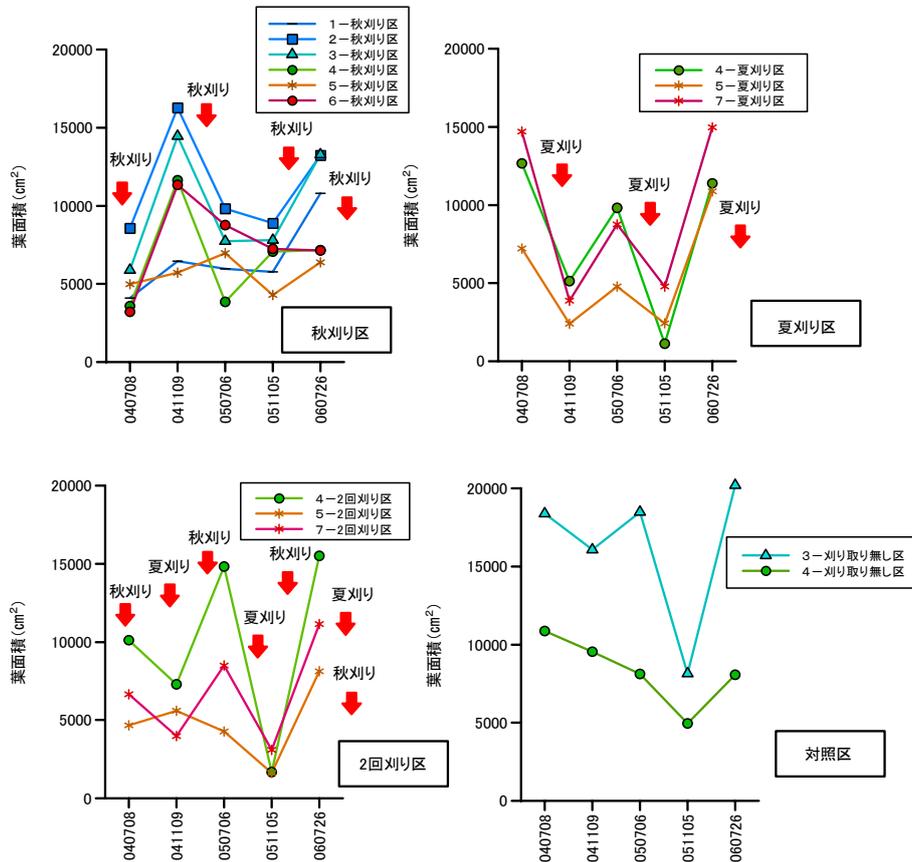


図 3.2.8 丸山周辺における 1 m²当りのササ葉量の推移

注) 表中の調査のうち2005年以前のも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」

5) 出現種数

植生調査の結果から出現種数の推移を整理した。ただし、植生調査は2003年11月から行っているが、秋は枯死している植物もあるために比較に十分なデータではない。このため、データの比較は2004年7月を基準として表3.2.19のような視点で行った。

表 3.2.19 丸山周辺における植生調査結果の比較の視点

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
秋刈り	初回刈り取り後3年目	03年11月	開始後3年を経て、開始前と比較して変化したか、一定の傾向がみられたか	03年11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	開始後2年を経て、開始前と比較して変化したか	04年11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2回刈り終了後2年を経て、開始前と比較して変化したか	03年11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

出現種数の推移を表3.2.21および図3.2.9に示す。

<秋刈り区>1年目：増加 2年目：横ばい

2005年に増加し、2006年もそのままほぼ横ばいをたどっていた。2007年7月には試験地6で1種減少、試験地2で横ばいであったが、他の試験区では増加した。

<夏刈り区>1年目：横ばい 2年目：横ばい

変動が見られるものの、調査期間を通じて試験地7で横ばいだったが、他の2地点は1種のみ増加した。

<2回刈り区>1年目：増加 2年目：横ばい

2005年まで緩やかに増加し、2006年には横ばいになった。2004年7月と比較して、1~2種の増加となっている。

<刈り無し区・対照区>1年目：増加 2年目：増加

刈り無し区および対照区においても種数は増加した。

全体を通して、刈り取りにより出現種数が刈り無し区より増加するという事はなかった。刈り取りされた試験地で比較すると、夏刈り区と比べて、秋刈り及び2回刈りが多くなった。これは、秋にササが刈られることによって春早い時期からササに被陰されることなく光合成が十分出来るために、ササ以外の植物には有利に働くものと考えられる。しかし、2回刈り区では植物の生育時期である夏にも刈られるため、ある特定の種(刈り取り高より大きい種など)では生育が阻害される可能性がある。詳細は、考察の開花・結実の項で述べる。

表 3.2.20 刈り取り条件別の刈り取り処理後の各期間における出現種数 (単位:種)

注1) 増加 減少

注2) 変化量は2004年7月を基準とした

刈り取り条件	初期値 出現種数	変化量	
		2005年7月	2006年7月
1回秋	10	2	1
1回夏	10	1	1
2回	11	1	1
無し	12	4	5
対照区	16	2	1

表 3.2.21 丸山周辺における出現種数の推移 (単位:種)

刈り取り条件	地点名	2003.11.12	2004.7.8	2004.11.9	2005.7.6	2006.7.27	2006.7 平均変化量
1回秋	1-秋刈り区	10	9	6 (3)	12 (3)	11 (2)	1.3
	2-秋刈り区	12	12	8 (4)	15 (3)	12 (-)	
	3-秋刈り区	5	8	6 (2)	11 (3)	11 (3)	
	4-秋刈り区	7	8	4 (4)	11 (3)	10 (2)	
	5-秋刈り区	9	9	9 (-)	11 (2)	11 (2)	
	6-秋刈り区	10	14	11 (3)	13 (1)	13 (1)	
1回夏	4-夏刈り区	9	11	11 (-)	11 (-)	12 (1)	0.7
	5-夏刈り区	10	8	10 (2)	10 (2)	9 (1)	
	7-夏刈り区	11	11	8 (3)	11 (-)	11 (-)	
2回	4-2回刈り区	9	13	9 (4)	14 (1)	14 (1)	1.3
	5-2回刈り区	8	11	10 (1)	12 (1)	12 (1)	
	7-2回刈り区	10	10	10 (-)	12 (2)	12 (2)	
無し	3-刈り取り無し区	9	10	7 (3)	14 (4)	14 (4)	4.5
	4-刈り取り無し区	11	14	12 (2)	18 (4)	19 (5)	
対照	対照区1		15	7 (8)	15 (-)	15 (-)	1.0
	対照区2		17	11 (6)	21 (4)	19 (2)	

表中の値は出現種数。()内は変化量。 ; 増加 ; 減少

■ 刈り取り時期 ■ 刈り取り前 ■ 処理後1年目

注1) 変化量は2004年7月を基準とした

注2) 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」

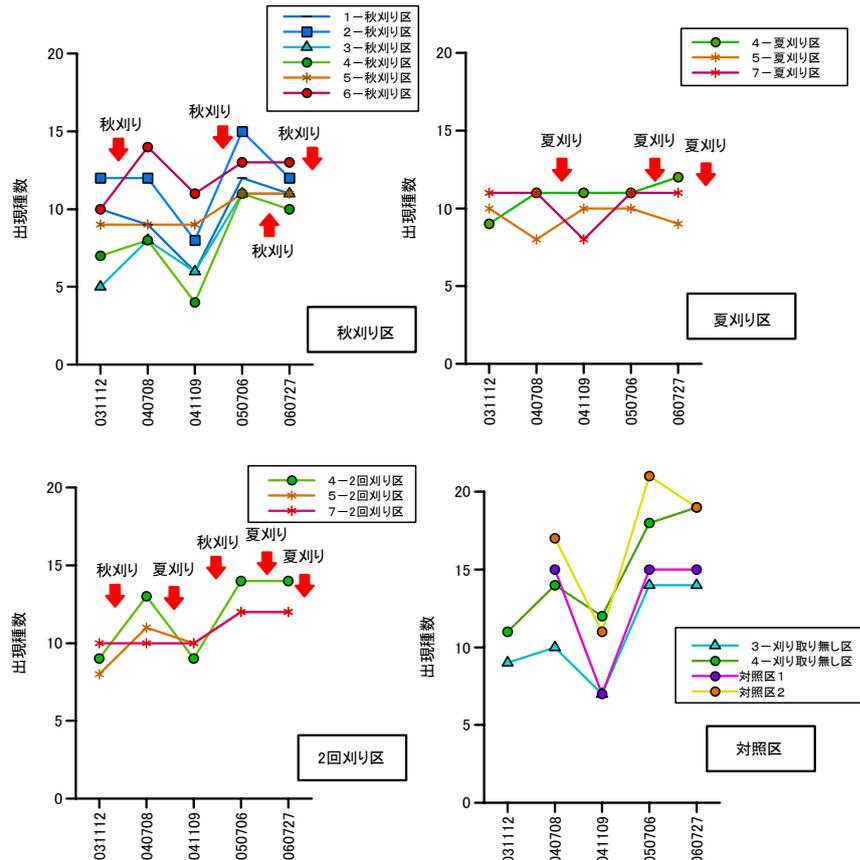


図 3.2.9 丸山周辺における出現種数の推移

注) 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」

3.2.2 原生花園

(1) 試験区の概要

試験区の第1回ササ刈り開始前の状況を表3.2.22に示す。ササの生育状況は地点により相違があり、高さ25~60cm、植被率10~80%、1m²あたり稈数18~111本で生育し、ササのバイオマス量の大きな目安であるササ量指数は、試験地4,6,8で少なく、側溝脇である試験区1,2が多い。3,5ではその中間の値を示した。また、ササが優占するところはヌマガヤ、ハイイヌツゲ、ホロムイヌツゲ、ミスゴケが優占するところではホロムイヌツゲが多く見られた。

表3.2.22 第1回刈り取り(2003年11月)実施前の状況

試験地		ササの状況				群落全体の状況			
No.	条件	平均高 (cm)	植被率 (%)	1m ² 稈数	ササ量 指数*	高さ (cm)	植被率 (%)	種数	ササ以外の主要種
1	刈り有り 側溝脇	60	80	111	6660	60	95	8	チマキササ、ハイイヌツゲ
2	刈り無し 側溝脇	60	70	70	4200	60	95	7	チマキササ、ヌマガヤ
3	刈り有り 内陸	25	30	67	1675	30	90	16	ワタスケ、チマキササ
4	刈り無し 内陸	25	20	34	850	30	90	17	ミスゴケ、ホロムイヌツゲ
5	刈り無し 採掘跡地脇	25	50	52	1300	30	80	9	チマキササ、ヌマガヤ
6	刈り無し 採掘跡凹地	20	10	18	360	30	60	11	ミスゴケ、ホロムイヌツゲ
7	刈り有り 採掘跡地脇	30	60	65	1950	40	90	16	チマキササ、ホロムイヌツゲ
8	刈り有り 採掘跡凹地	20	10	19	380	25	50	12	ミスゴケ、ホロムイヌツゲ

注1) ササ量指数 = 平均高 × 稈数

調査日: 2003年11月13日

注2) 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実施されたもの

(2) 地下水位調査

地下水位調査結果を表 3.2.23 および図 3.2.10 に示す。側溝脇と採掘跡地脇の刈り有り区で 2004 年 7 月まで、内陸では刈り無し区で 2004 年 11 月まで地下水位が低かった。2005 年はほぼ同じ値を示し、試験区での刈り取りの有無による違いは見られなかった。なお、採掘跡地凹地は、ミズゴケがカーペット状に広がっている状態にあり、やや地下水位が高かった。2006 年は月一回計測しているが、全体に盛夏に向けて低下する傾向にあった。丸山同様、2006 年 10 月は前日の降雨のため地下水位が高くなっている。

表 3.2.23 原生花園における地下水位測定結果 (単位: cm)

試験地	04/8/3	04/11/10	05/7/8	05/11/6	06/05/26	06/06/23	06/07/25	06/08/21	06/09/20	06/10/20	06/11/20
1	101	18	38	23	16.1	18.9	23.3	23.5	8.2	2.0	7.3
2	17	14	30	18	21.6	24.1	26.4	27.4	13.2	7.8	11.1
3	8	9	27	8	10.4	13.0	14.2	15.1	4.9	0.0	4.0
4	128	36	33	10	11.0	13.6	13.2	15.4	0.7	-10.1	-4.4
5	51	15	39	12	5.5	8.4	12.0	13.9	6.0	-4.6	3.7
6	11	12	29	10	7.5	10.1	11.2	13.0	13.9	-7.5	6.2
7	19	18	34	10	17.5	20.0	23.9	24.1	13.1	6.7	14.8
8	9	9	28	14	6.6	9.2	11.7	11.9	4.4	-4.0	6.3

注) 表中の調査のうち 2005 年以前のも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 円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」

表 3.2.24 原生花園における 2006 年の地下水位集計結果

試験地	平均±標準偏差	最高	最低	変動幅
1	14.2 ± 7.8	2.0	23.5	-21.5
2	18.8 ± 7.4	7.8	27.4	-19.6
3	8.8 ± 5.4	0.0	15.1	-15.1
4	5.6 ± 9.4	-10.1	15.4	-25.5
5	6.4 ± 5.6	-4.6	13.9	-18.5
6	7.8 ± 6.7	-7.5	13.9	-21.4
7	17.2 ± 5.8	6.7	24.1	-17.4
8	6.6 ± 5.0	-4.0	11.9	-15.9