

平成 21 年度 サロベツ自然再生事業
堰き止め工等設計及び事業評価検討業務

報 告 書

平成 22 年 3 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 業務の目的	1
1.2 業務実施期間	1
1.3 業務フロー	2
1.4 業務の内容	3
2. 水抜き水路堰き止め工設計	6
2.1 落合沼の概要	6
2.2 落合沼における泥炭の堆積状況等調査	8
2.3 堰き止め工候補地及び溢水路跡の微地形調査	14
2.4 堰き止め工の設計検討	21
2.5 水抜き水路の埋め戻し土量の検討	62
3. 泥炭採掘跡地植生回復工の設計	64
3.1 泥炭採掘跡地における植生拡大の推移	64
3.2 植生回復工候補地の選定	68
3.3 植生回復工候補地における植生および裸地の現況	69
3.4 試験区配置案の設定	80
3.5 植生回復工の設計	82
4. 具体の事業評価指標の設定	84
4.1 水抜き水路堰き止め工	84
4.2 泥炭採掘跡地植生回復工	88
5. 事業評価のための具体のモニタリング手法の確立	89
5.1 堰き止め工予定地施工前調査	89
5.2 植生回復工予定地施工前調査	102
6. 有識者等へのヒアリング等	105
7. 地下水位観測網データ回収	108
7.1 地下水位データの回収	108
7.2 一斉測水	128

1. 業務概要

1.1 業務の目的

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

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

また、1940年代の泥炭採取跡地や丸山南側における初期の採取跡地は、経年変化に伴い周囲のミズゴケの発達等から植生の回復が見られるが、丸山南側の採取跡地に大きな開水面や植生回復の進まない部分が残っている。

本業務は、環境省の「上サロベツ自然再生事業実施計画書」にあるサロベツ川放水路南側湿原の乾燥化抑制及び泥炭採掘跡地の再生のため、有識者等へのヒアリング等を行いつつ、具体の工事設計を行うとともに、それぞれの工事における具体の事業評価指標等の設定及び評価のためのモニタリング手法の確立を図ることを目的とする。

1.2 業務実施期間

本業務の実施期間は以下の通りである。

平成 21 年 5 月 12 日 ～ 平成 22 年 3 月 19 日

1.3 業務フロー

本業務は以下に示すフローに従い実施した。

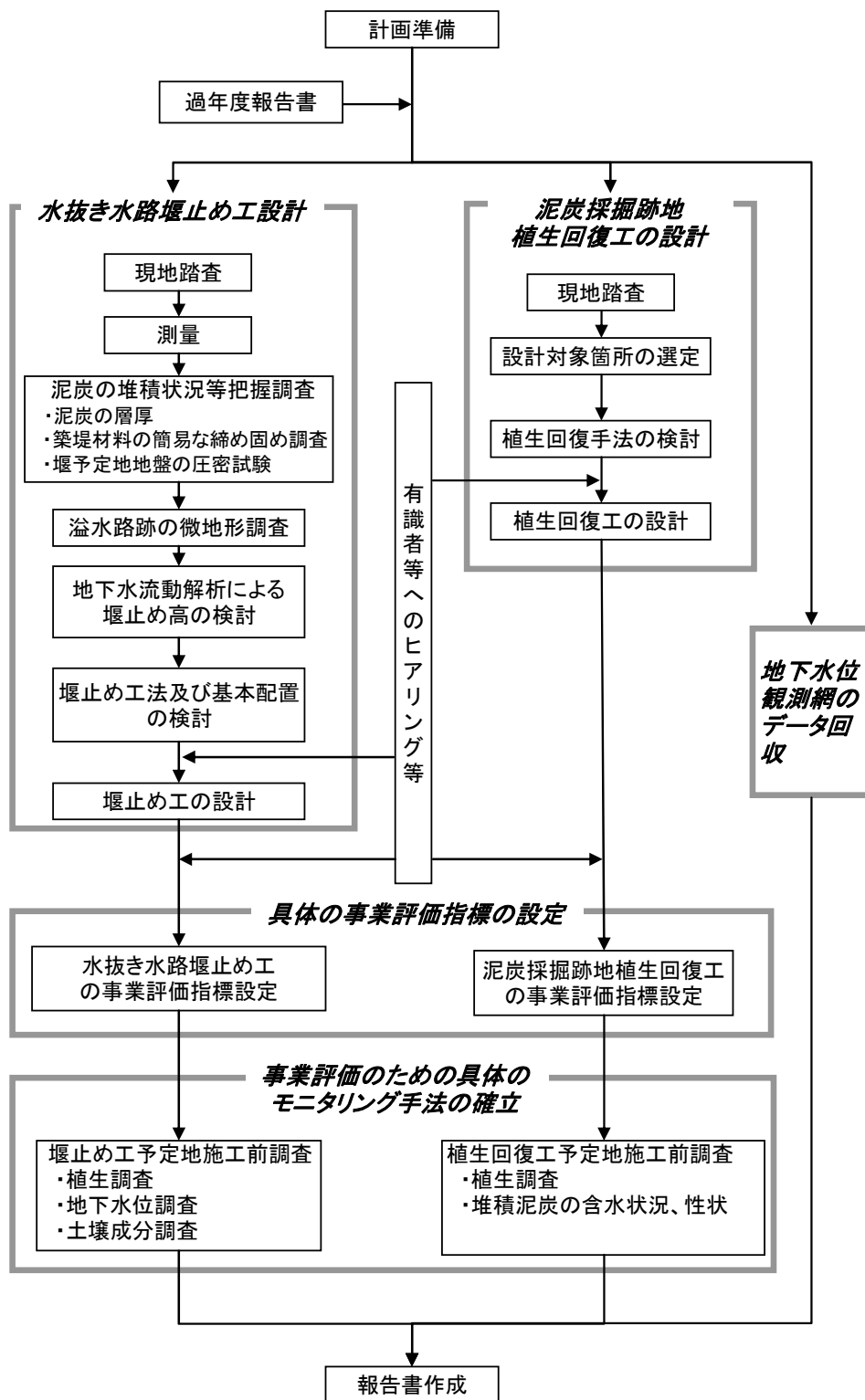


図 1.1 業務フロー

1.4 業務の内容

1.4.1 計画準備

業務の目的・主旨を十分に把握したうえで、本業務の業務計画書を作成した。

1.4.2 水抜き水路堰止め工設計

サロベツ川放水路周辺では、サロベツ川放水路及び放水路に直交して設けられた水抜き水路への地下水の流出により乾燥化が進み、湿原植生が変化している。地下水の流出を抑制し、湿原植生の保全を図るための水抜き水路の堰き止め工の設計を行った。

(1) 現地踏査

設計検討に先立ち春季に現地踏査を行い、堰き止め対象となる水抜き水路周辺の地形・地質・植生状況等を確認した。また、設計上必要となる測量箇所の設定を行った。

(2) 測量

植生繁茂前の春季に地上測量を実施し、既往の航空レーザー計測データと併せて、対象地の地形を把握した。

(3) 泥炭の堆積状況等把握調査

落合沼窪地内の泥炭を試掘して断面調査を行い、沼が干し上げられて以降に堆積した泥炭の層厚を把握した。また、泥炭を用いた築堤工法を採用した場合、どの程度の労力を必要とするか現地で簡易に試行した。

さらに、築堤工法を採用した際の圧密沈下量を予測するために、堰き止め予定箇所で地盤の不攪乱試料を採取し、圧密試験を実施した。

(4) 溢水路跡の微地形調査

落合沼からの溢水路跡に水抜き水路内の水をポンプアップして試験的に流し、余水吐きとして利用した場合の課題等を把握した。

(5) 地下水流動解析による堰き止め高の検討

過年度に構築した地下水流動モデルを用いたシミュレーションによって、目標とする地下水位確保に必要な堰き止め高を検討した。

(6) 堰き止め工法および基本配置の検討

以上の調査検討結果をふまえ、当該箇所での事業目的に照らしてもっとも適切なせき止め工法を選定するとともに、対策工の基本配置を検討した。

(7) 堰き止め工の設計

選定された工法・基本配置に基づき、堰き止め工の実施設計を行い、設計図及び数量計算書を作成し、概算工事費を算出した。

1.4.3 泥炭採掘跡地植生回復工の設計

サロベツ湿原では 1970 年から 2002 年まで泥炭採掘が行われており、その跡地については植生が回復している箇所がある一方で裸地や開水面となっている箇所がある。このため、特に裸地において、湿原植生の再生と創出を図るため、植物の生育阻害要因を抑制し植物の定着を促す等の植生回復工の設計を行った。

(1) 現地踏査

設計検討に先立ち春季に現地踏査を行い、泥炭採掘跡地の裸地部分を中心に地表面の性状や周囲の植生分布等を確認した。

(2) 設計対象箇所の選定

経年的な植生回復の推移、最新の裸地分布状況、周辺植生等を考慮して、植生回復工の設計対象となる範囲を選定した。

(3) 植生回復手法の検討

対象となる裸地の微妙な凹凸や乾湿度合い、堆積泥炭の層厚など基盤条件を考慮した上で、適用性が高いと考えられる植生回復手法について使用材料を含めて検討した。

(4) 植生回復工の設計

以上の検討結果をふまえ、対象裸地部における植生回復工の配置を検討し、設計図および数量計算書を作成し、概算工事費を算出した。

1.4.4 具体の事業評価指標の設定

「上サロベツ自然再生事業実施計画」において示された事業評価手法についてのイメージをもとに、現地の状況等を踏まえ、具体の評価指標を設定した。

(1) 水抜き水路堰き止め工

過年度の仮堰上げ実施以降の地下水位や植生変化などを踏まえ、本格的な事業実施の効果を評価する上で適切な指標を検討した。

(2) 泥炭採掘跡地植生回復工

採用する植生回復手法と対象裸地及び周辺採掘跡地の状況を踏まえ、段階的な事業実施の中で最適な工法を検証するという視点も加味して、評価指標を検討した。

1.4.5 事業評価のための具体のモニタリング手法の確立

堰き止め工及び植生回復工予定地における施工前の植生等の現況調査を行う。特に、堰き止め工予定地においては、土壌成分等の調査を行った。それらの結果を踏まえ、今後、事業評価を行うに当たっての具体のモニタリング手法を確立した。

(1) 堰き止め工予定地施工前調査

① 植生調査

施工予定地周辺において、既往の調査データとの比較や地下水位調査との対比等も考慮しつつ、植生調査を行った。実施は7月から8月上旬に実施した。

② 地下水位調査

施工予定地周辺の既存観測網において地下水位一斉測水と地下水位計データ回収を行った。

- ・一斉測水：5月、8月、10月
- ・地下水位計データ回収：5月、10月

③ 土壌成分調査

施工予定箇所の泥炭を採取・分析し、鉍物質の量や含有成分の把握し、堰き止め工等使用する搬入土の評価を行うための指標を得た。

- ・試験項目：土粒子の密度、含水量、粒度、強熱減量試験、全リン、全窒素

(2) 植生回復工予定地施工前調査

【植生等調査】

施工予定地の裸地部において、採掘跡地に堆積している泥炭の含水状況や性状などを調査するとともに、すでに植生が回復している対照地で植生調査を行う。実施は7月から8月上旬に実施した。

1.4.6 有識者等へのヒアリング等

設計及び評価指標の設定等に当たり、サロベツ湿原に関して豊富な知見を持つ有識者からのヒアリング等を行うとともに、上サロベツ自然再生協議会及び再生技術部会において理解を得るための説明資料等を作成した。

1.4.7 地下水位観測網のデータ回収

環境省が湿原内に設置した地下水位計206箇所のうち、上記で調査する箇所以外のすべてを対象として、データの回収を行い、地下水位の経年的な推移を把握するための基礎データとして整理した。

- ・地下水位計データ回収時期：5月、10月

2. 水抜き水路堰き止め工設計

2.1 落合沼の概要

放水路南側一帯には、積み上げた浚渫土からの水分を抜くために、仮排水路と水抜き水路が一定間隔で設けられた。また、開削前に落合沼の窪地から北西方向に伸びる水路が存在したが、この周辺で開削後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た。この崩壊に対処するため、落合沼から放水路に至る人工水路（落合沼水抜き水路）を設け、地盤の不安定要因となる沼の水を抜くとともに、崩壊が生じた区間については、放水路に直交する短い水路を多数開削し、泥炭層の地下水・地表水の排出を促したものと考えられる。

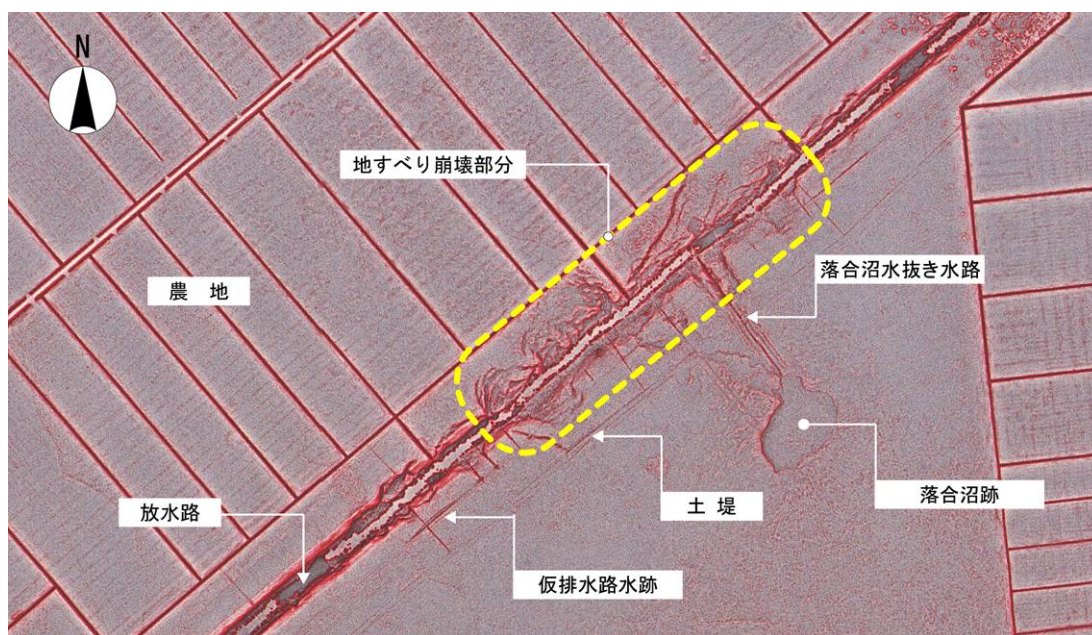


図 2.1 サロベツ川放水路周辺の赤色立体図（2000 年）

落合沼は放水路工事に伴う水抜き水路の開削によって 1965 年頃に水面が消失し、現在はヨシの生い茂る窪地となっている。1964 年撮影の航空写真（図 1.2）では、往時の沼と溢水路が明瞭に読み取れる。沼の平均水深は約 70cm であり、沼岸の一部にはミツガシワやコウホネが生育していたとされている。

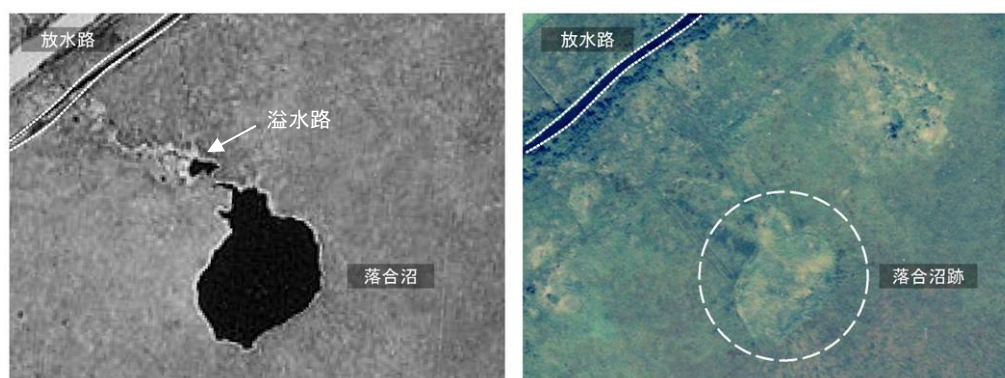


図 2.2 落合沼の変化

（左：1964 年撮影 右：2000 年撮影）

水抜き水路の堰上げは、堰を設置して落合沼跡の窪地に湛水面を形成させて、周囲の地下水位低下を抑制して背後の高層湿原植生を維持することを目的としている。

落合沼周辺の微地形を強調した鳥瞰写真を図 1.3 に示す。水抜き水路とともに溢水路跡が明瞭に読み取れる。本業務では、堰き止め工の設計とともに溢水路跡を余水吐きとして利用することも検討する。

落合沼は高層湿原植生域に位置するが、図 1.4 に見られるように過去にはサロベツ川の氾濫時に冠水することもあったようである。このため、川から流入した水に混入して鉱物質土壌が供給されたこともあったものと考えられる。

また、図 2.5 に示すようにサロベツ川放水路の開削工事中は浚渫船で吸い上げられた土砂が放水路の周辺に排出されており、その一部は落合沼に流入・堆積している可能性がある。

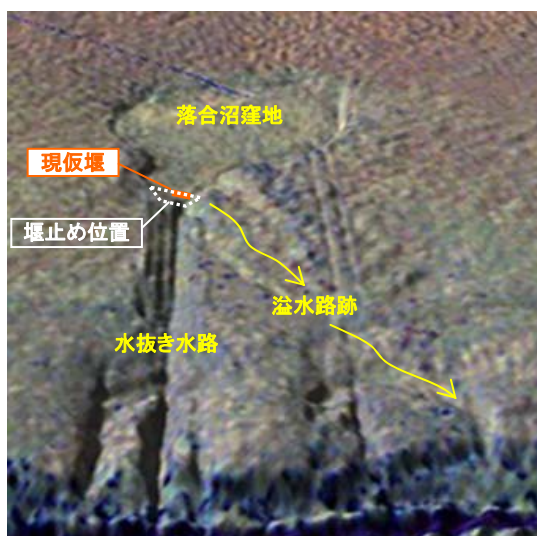


図 2.3 想定堰止め位置と溢水路跡

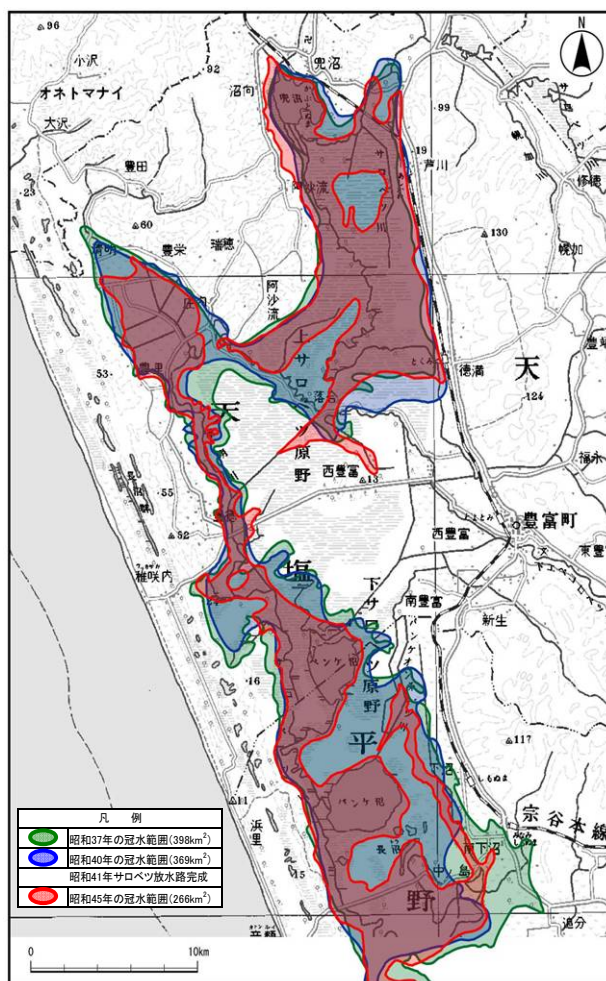


図 2.4 サロベツ放水路工事前後の冠水範囲の変遷

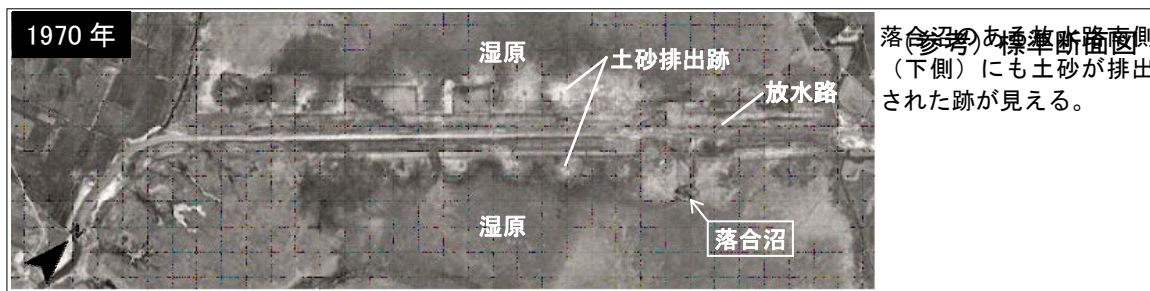


図 2.5 サロベツ川放水路周辺の航空写真(1970 年)

2.2 落合沼における泥炭の堆積状況等調査

2.2.1 落合沼における泥炭堆積状況

堰き止め工の築堤材料として利用できる泥炭の層厚、土量、築堤材料としての適性等を把握するため、落合沼窪地内を試掘して土壌断面調査を実施した。調査地点は落合沼窪地の地形条件を勘案して8地点を設定した。

<調査結果の概要>

- ・ ヨシ根茎を多く含む腐植質泥炭層(未分解)が表層から深度30~40cmまでに分布。
- ・ その下層部では有機質粘土が分布し、ヨシ根茎を含むものの、その量は表層部に比べて少なくなる。
- ・ 最下層では植物の根茎をほとんど含まない暗黒灰色の有機質粘土層となる。

落合沼水抜き水路は放水路が施工された1961~1966年の間に掘られたものであり、落合沼の湛水面が消失してからおよそ45年程度が経過したことになる。土壌断面調査で確認された上層の「ヨシ根茎が密生する腐植質泥炭層(未分解)」は沼が干上がって以降に生育したヨシ等の堆積によるものと考えられるが、一般的に言われる泥炭の堆積速度(1.0mm/y程度)に比べてかなり値が大きい。これは、腐植質泥炭層がまだ完全に泥炭化するに至っていない未分解の土壌であるためと推察される。また、かつての落合沼の平均水深は70cmと言われており、現在の落合沼の縁から沼底までの比高差が20~30cm程度であることから、腐植質泥炭層の層厚(30~40cm)をあわせるとかつての平均水深に近い値となり、落合沼の湛水面消失後の堆積厚として妥当な値と考えられる。ただし、サロベツ川の氾濫時や放水路開削時に土砂の流入があった可能性もあり土層境界に曖昧な部分もみられる。

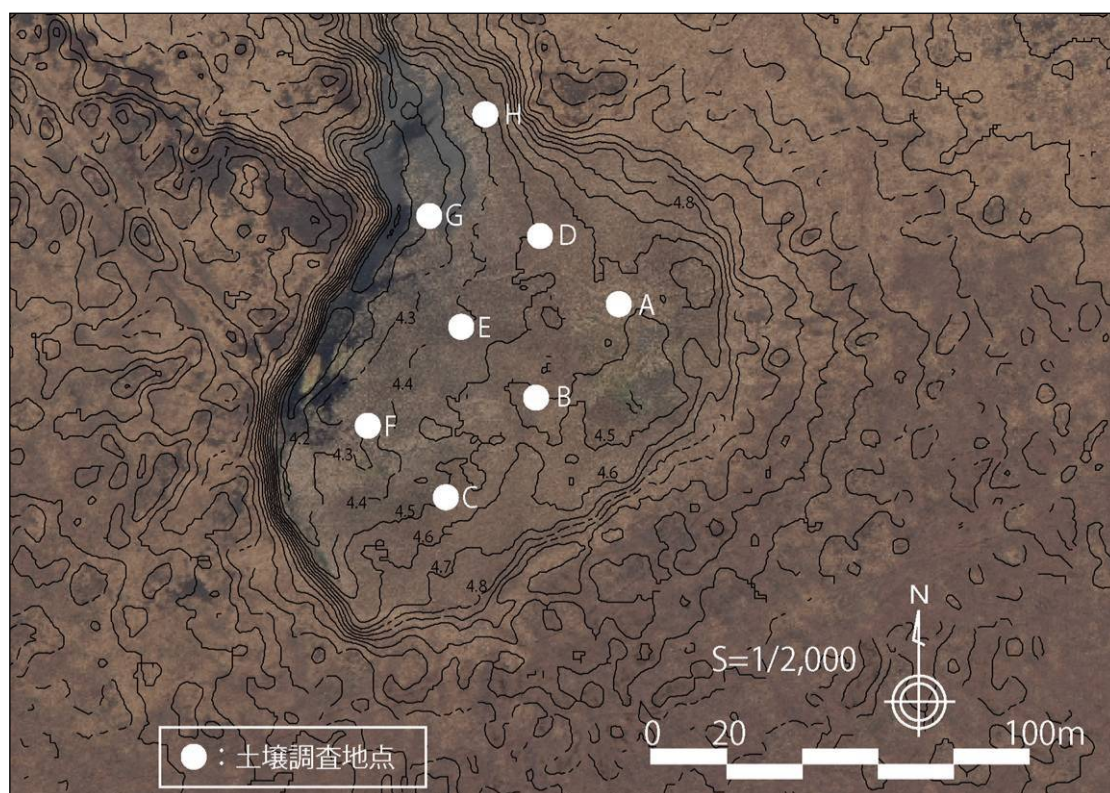


図 2.6 土壌調査地点位置図

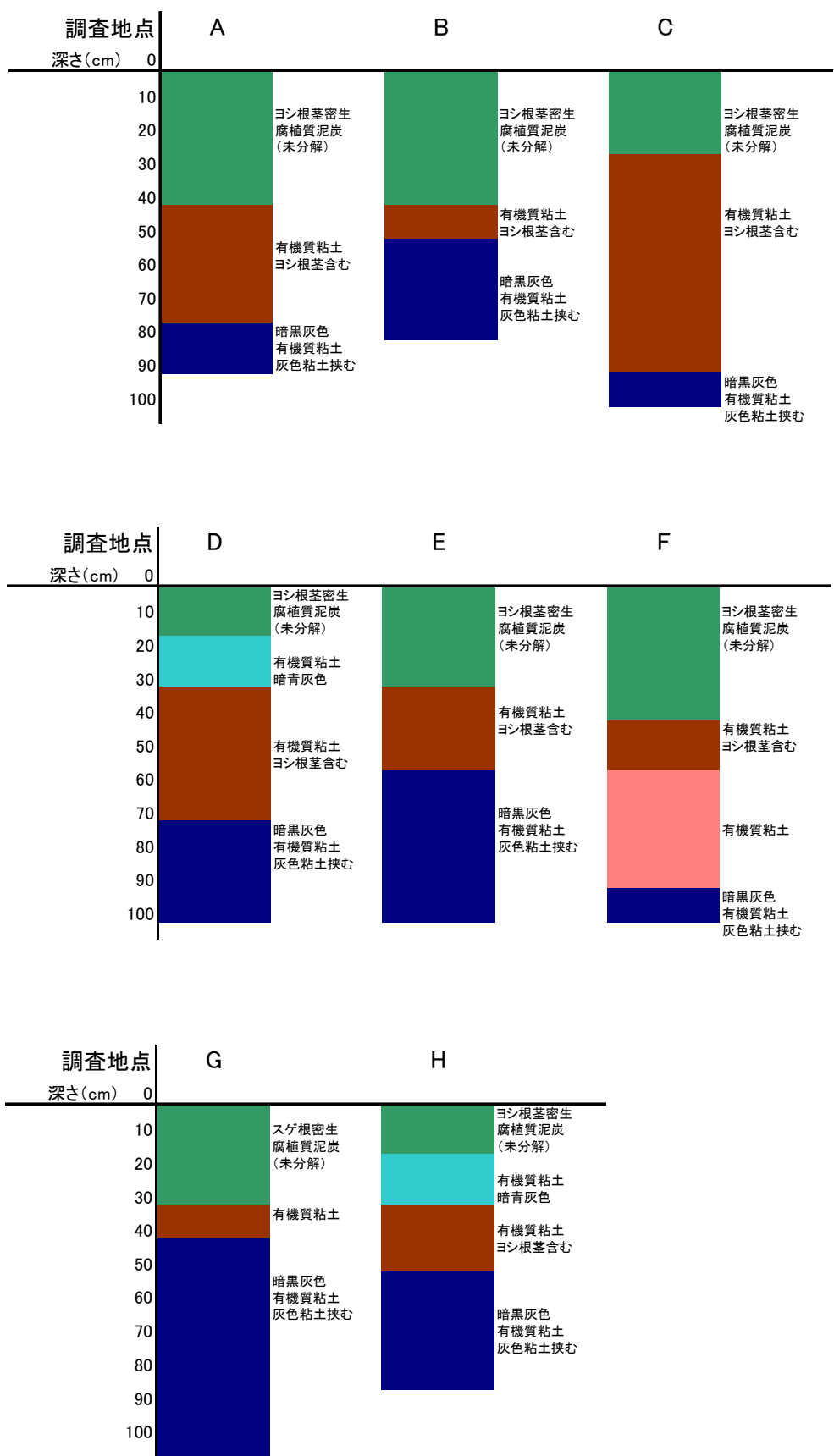


図 2.7 土壌断面図

調査地点 A



調査地点 B



調査地点 C



調査地点 D



調査地点 E



調査地点 F



調査地点 G



調査地点 H



2.2.2 築堤材の水密性試験

水抜き水路堰き止め工の築堤材としての適否を判断するため、水密性を確認するための現地試験を実施した。

試験地の築造には沼底の表層部（深さ 20～25cm）に分布する腐植質泥炭層（ヨシ根茎密生）の泥炭を用いた。ヨシ根茎を多く含む層を築堤材として用いた場合、浸透流によりパイピング（土中のパイプ状の水みち）が生じるおそれがあることから、ヨシ等の根茎を丁寧に除去した後、ロの字型に盛り立ててプールを築造した。その際、地表面下への浸透を防ぐために遮水シートを敷設した。

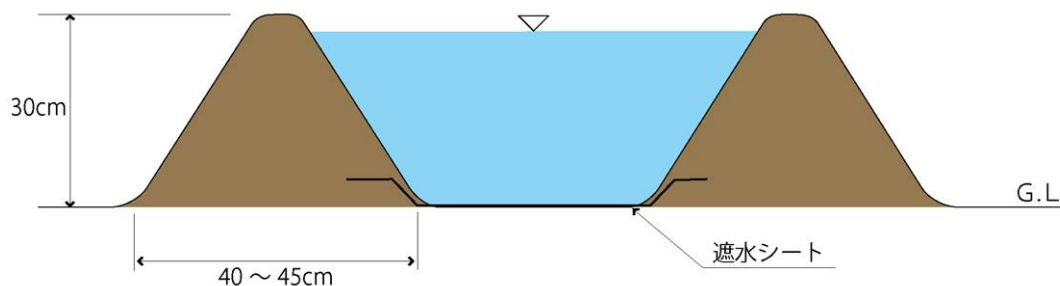


図 2.8 試験地断面図

(1) 水密性試験結果

現地において試験地を築造し、約 24 時間経過後に漏水、水位低下状況を目視確認した。また、試験地の築造材料を室内に持ち帰り、透水試験を実施した。

<調査結果の概要>

- ・ 堤体からの漏水等は見られず、24 時間後の水位低下は 4cm のみであり、一定の水密性は確保されていた。
- ・ 試験地の下層面は遮水していることから、水位低下の要因は蒸発及び築堤材への浸透と推察される。
- ・ 室内透水試験の結果、築堤材の透水係数は $1.2 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ であり、不透水性材料として適性であることが確認された（※）。

※フィルダムにおける不透水性材料に要求される透水係数は $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 以下とされている（「改定六版農業土木ハンドブック」（農業土木学会，2000）より）。

(2) 築堤材の採取可能量

表層部に分布する腐植質泥炭層（ヨシ根茎密生）から築堤材として採取できる土量を把握するため、試験地築造に際する泥炭採取量と築堤材としての使用量を調査した。

<調査結果の概要>

- ・ 泥炭採取量 0.970 m^3 ：表層部（深度 20～25cm）からヨシ等根茎を含む泥炭層を採取
 - ・ 築堤材としての使用量 0.295 m^3 ：ヨシ根茎等を人力除去後、築堤材とした使用
 - ・ 築堤材の採取割合 $0.295 \text{ m}^3 / 0.970 \text{ m}^3 \div 0.304$
- ヨシ等根茎を人力で丁寧に除去した後、築堤材のコア部分（不透水層）として使用できる泥炭量は約 30% となり、表層土から築堤材料を採取する場合に考慮する必要がある。

(3) ヨシ等根茎除去に要する労力

腐植質泥炭層（ヨシ根茎密生）から不透水性の築堤材料を採取するためにはヨシ等根茎を人力で除去する必要がある。その際の労力を把握するため、ヨシ等根茎除去に要する労力を推算した。

<推算結果の概要>

- ・ 築堤材を約 0.3m^3 採取する際に、作業員 0.6 人工程度を要した。
- 仮にヨシ等根茎を多く含む表層土から根茎除去土を 1m^3 採取するためには、2 人工の作業員が必要となる。



2009 年 5 月 30 日
午前 9 時：試験開始



2009 年 5 月 31 日
午前 9 時：24 時間経過

2.3 堰き止め工候補地及び溢水路跡の微地形調査

堰き止め工候補地及び溢水路跡の測量を実施し、設計検討に際して必要となる現地微地形情報を取得した。

(1) 堰き止め工候補地の設定

堰き止め工の位置を検討するために落合沼からの水抜き水路流出部付近の地形条件を現地確認した結果、水抜き水路の両岸に微高地が認められた(図 2.10)。微高地の位置関係と高さ、落合沼のもともとの水位を勘案すると、両岸の微高地を結び水抜き水路を横断するラインを堰き止め工候補地とすることが最適と考えられたことから、本ラインにおいて縦横断測量を実施した。

(2) 溢水路跡の存在

落合沼下流部の微地形を見ると、水抜き水路とともに 2 本の溢水路跡が明瞭に読み取れる(図 2.10、図 2.11)。この溢水路跡を余水吐きとして利用することを想定して溢水路跡の縦断測量を実施した。あわせて、水抜き水路内の水をポンプアップし、溢水路跡を余水吐きとして利用した場合の水の流れを現地において試験的に確認した。

なお、水抜き水路については過年度に縦断測量を実施済みである（図 2.9 参照）。

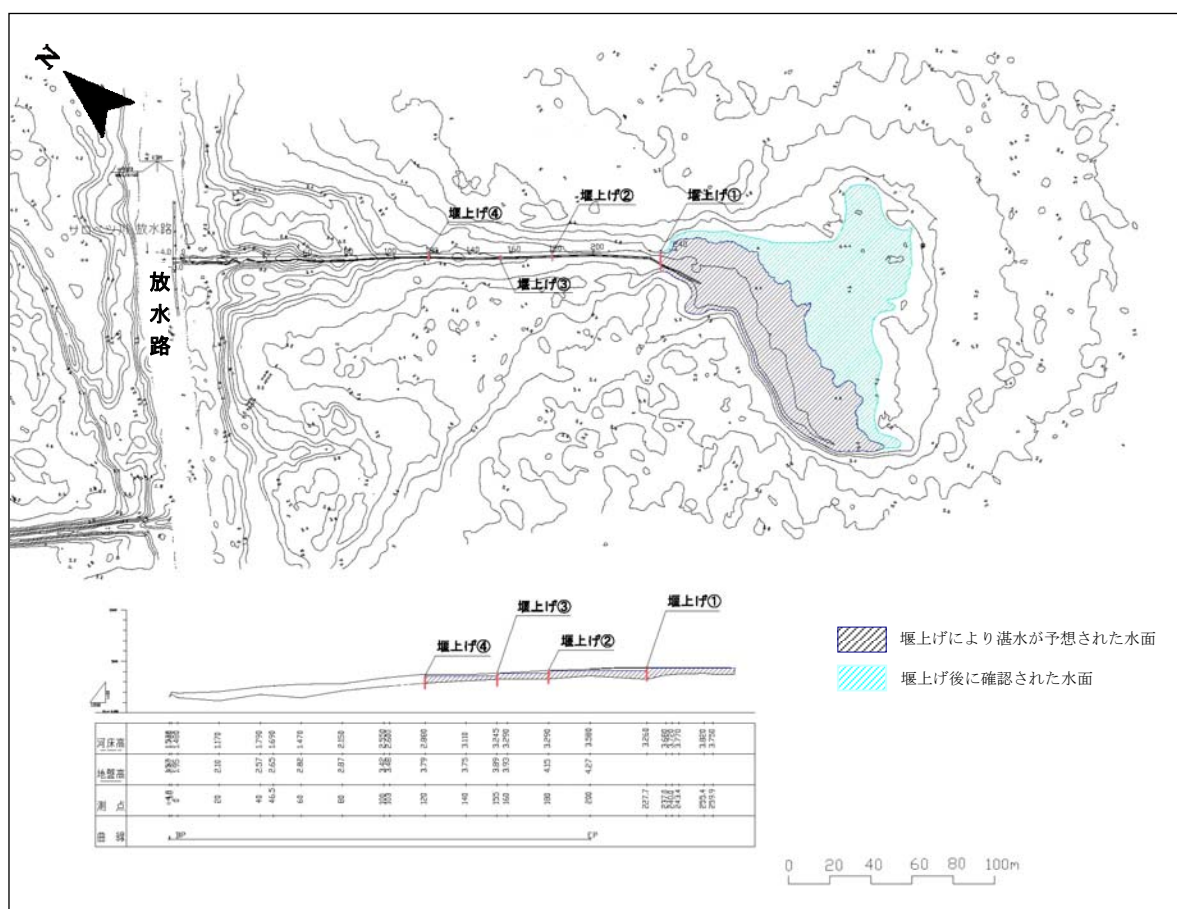


図 2.9 水抜き水路縦断測量結果と仮堰上げ位置(過年度に実施)

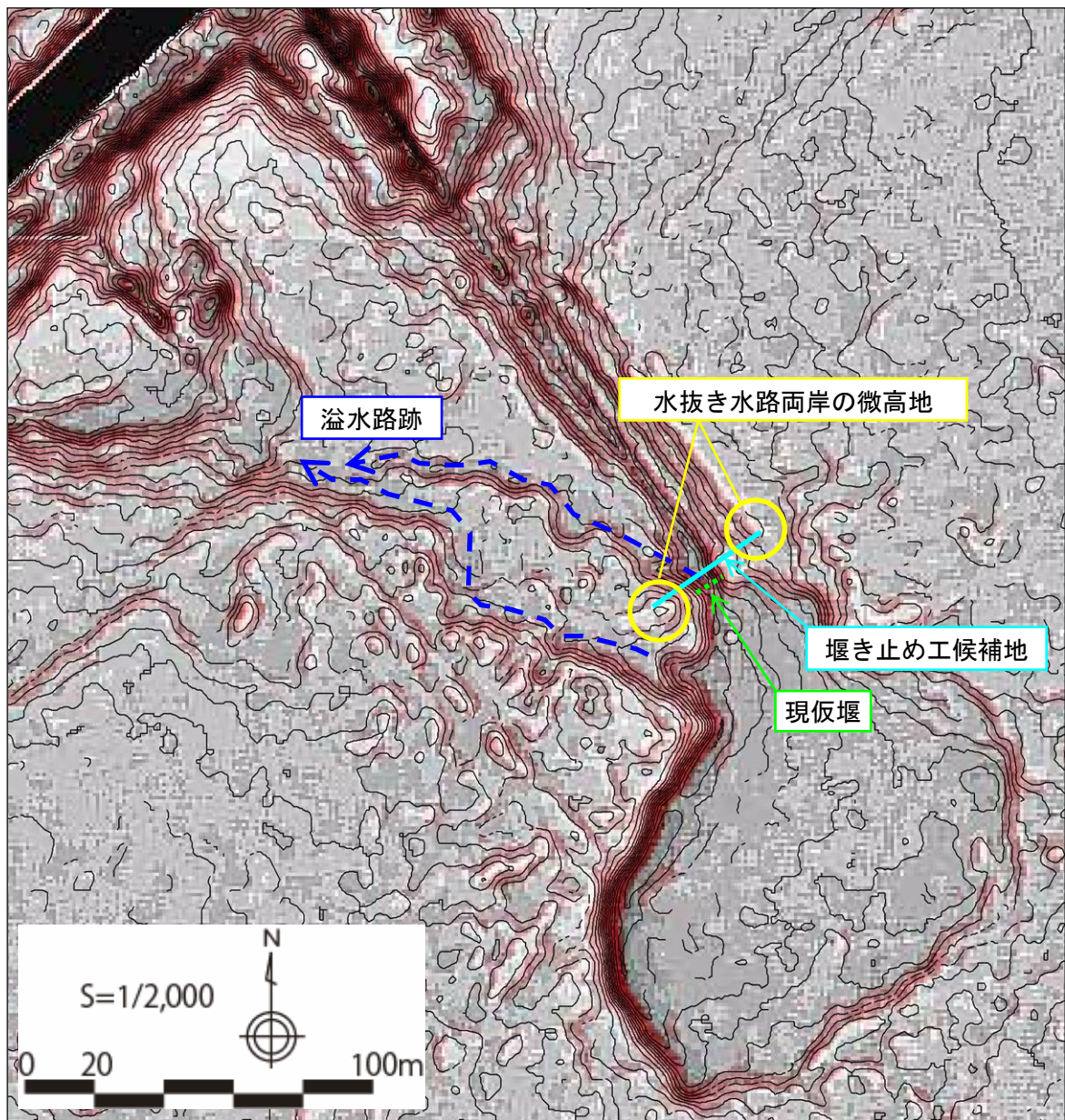


図 2.10 堰き止め工候補地と溢水路跡



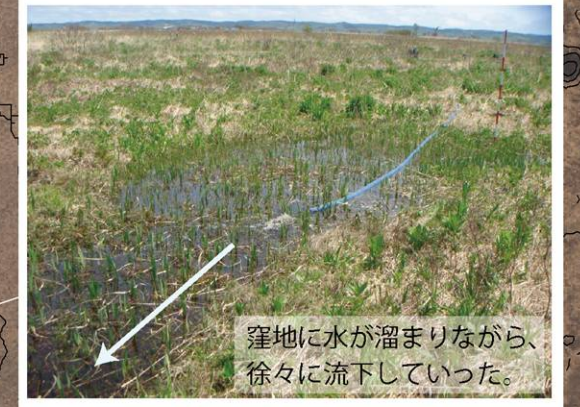
図 2.11 堰き止め工候補地と溢水路跡

■ 堰き止め工候補地及び溢水路跡の 微地形調査実施概要



【NO14→排水路跡の交点まで】
・水路跡法線の測量を実施。
・この区間は水路跡が比較的明瞭にわかる。

【ポンプアップ試験の実施】
・溢水路の微地形、流下方向を確認。
(ポンプ能：0.1m³/分、試験時間：1時間 30分)



窪地に水が溜まりながら、
徐々に流下していった。

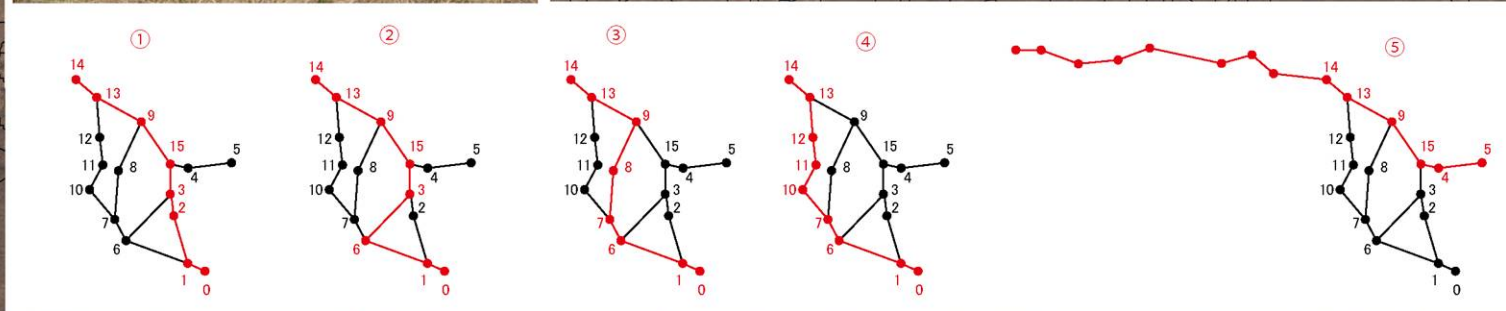
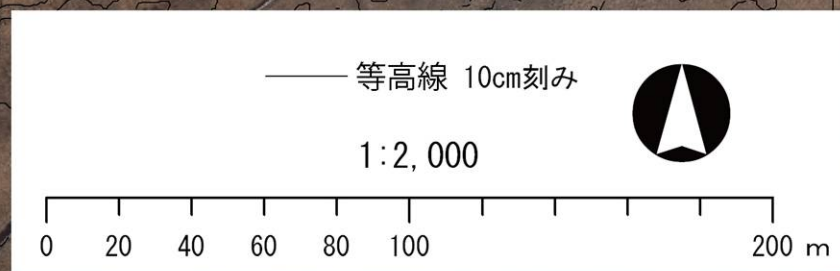
【水抜き水路】
・水路の法線測量を実施。
・この区間は直線的な水路が現在も残っている。



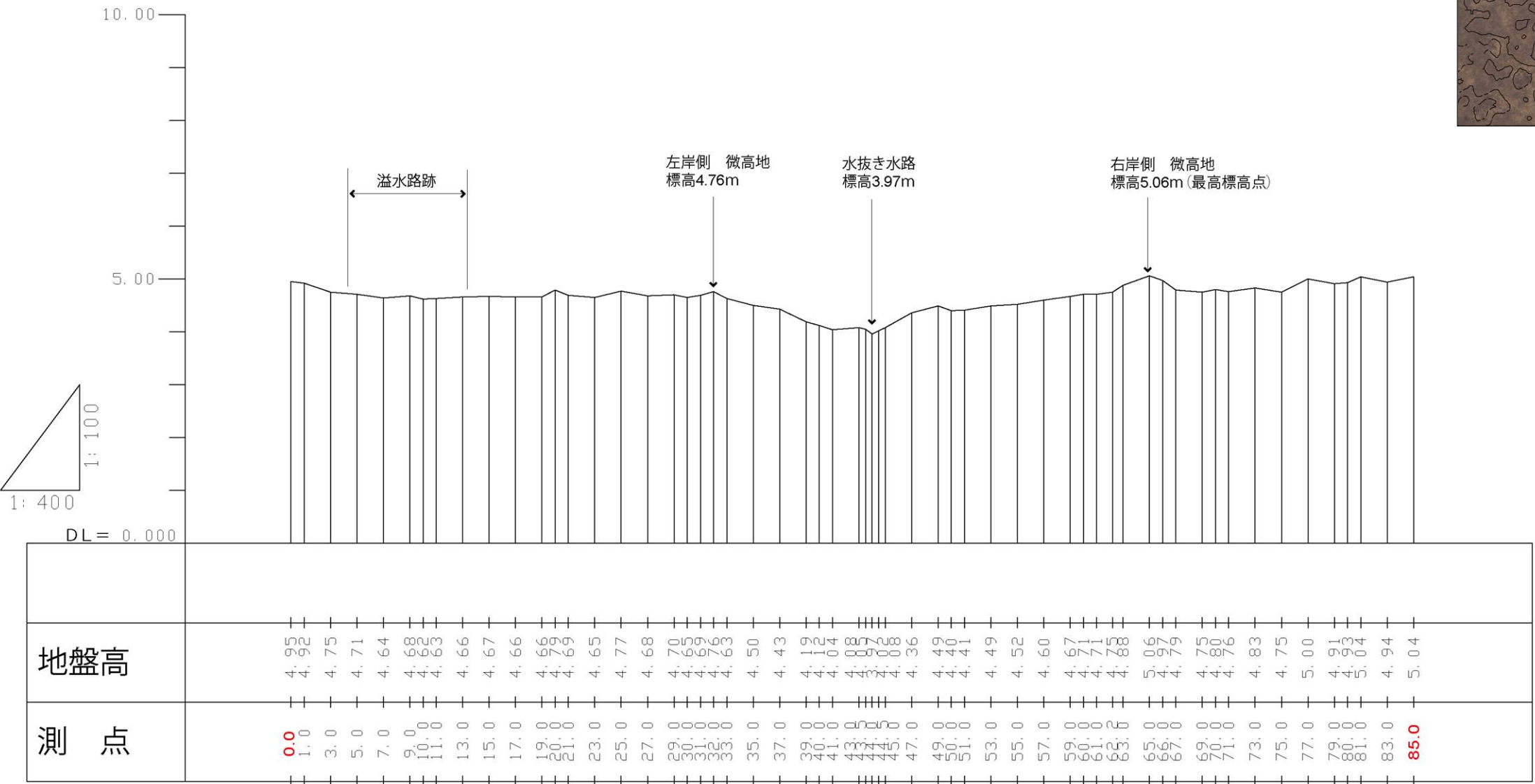
【溢水路の縦断測量】



【堰き止め工候補地】
堤体設置を想定している範囲
横断測量の幅
縦断測量：ポール位置、地形変換点で測量（測点間隔 2m）

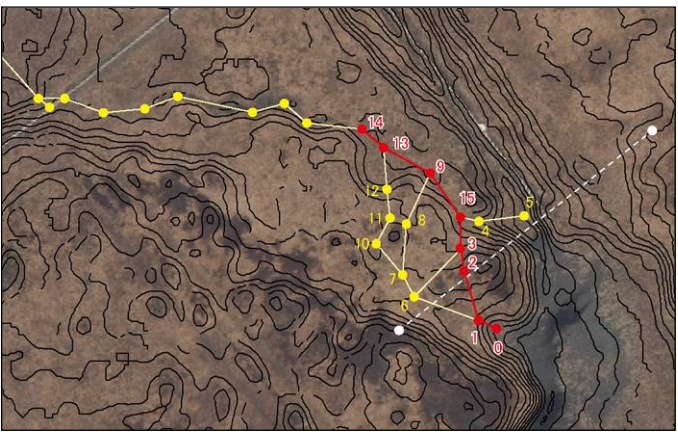
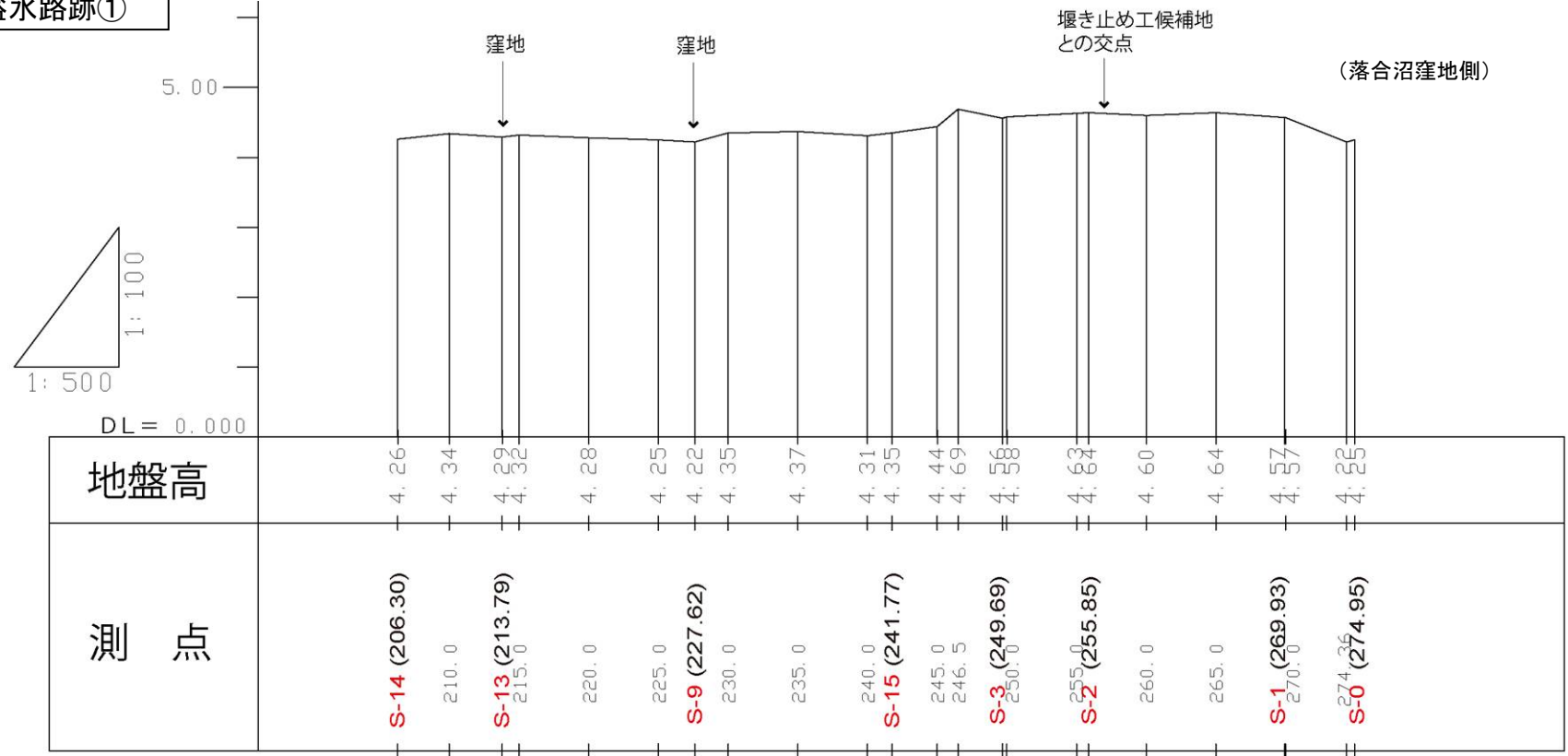


堰き止め工候補地縦断面図



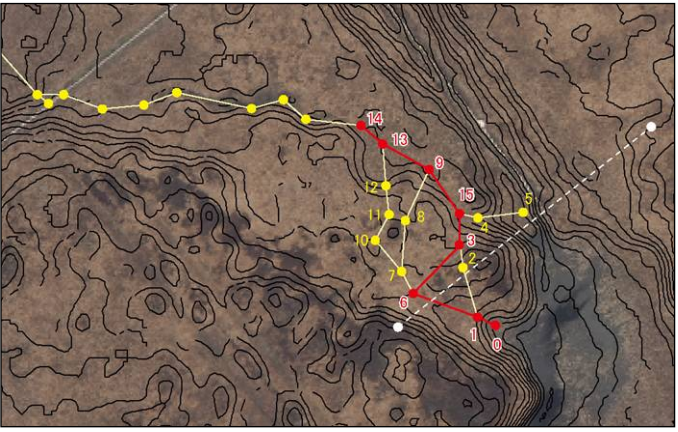
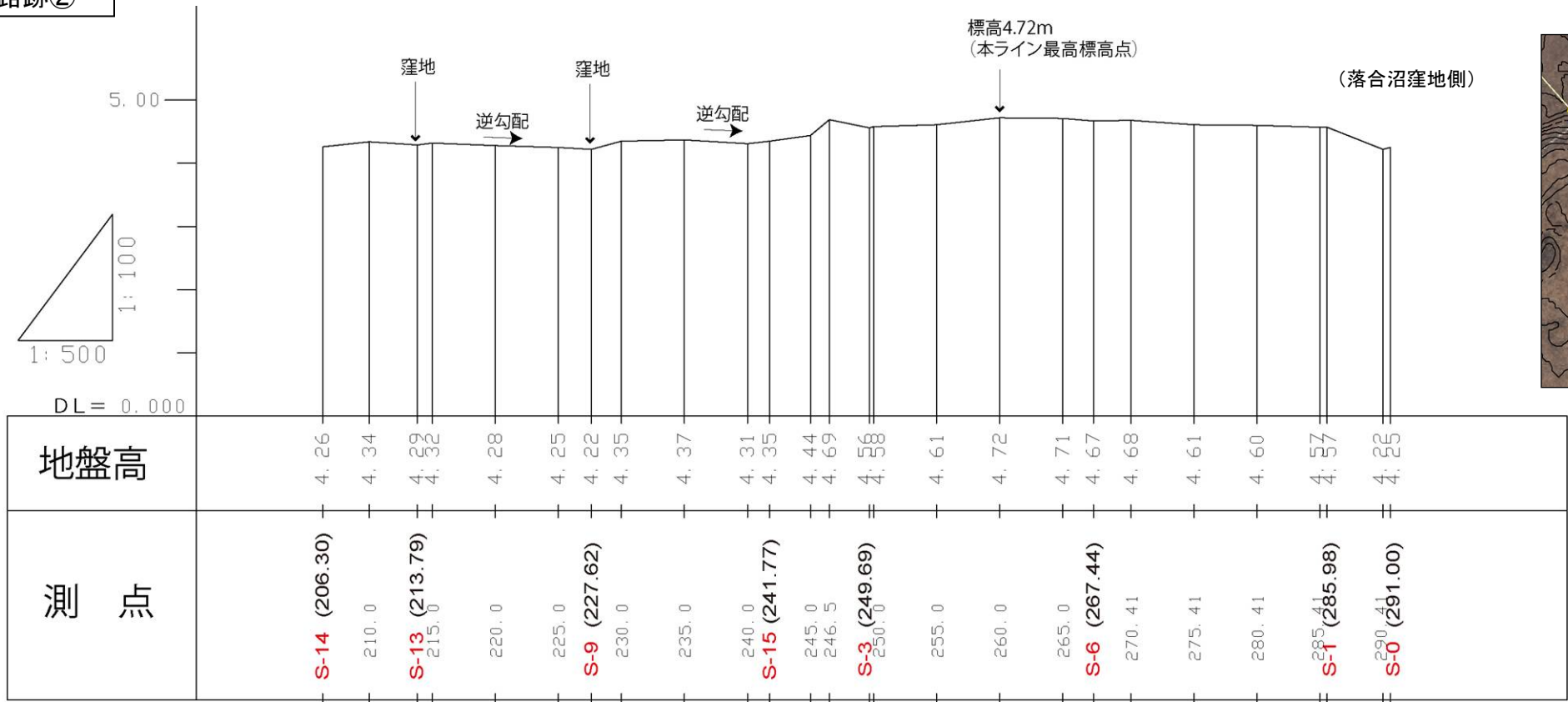
測線位置図

溢水路跡①



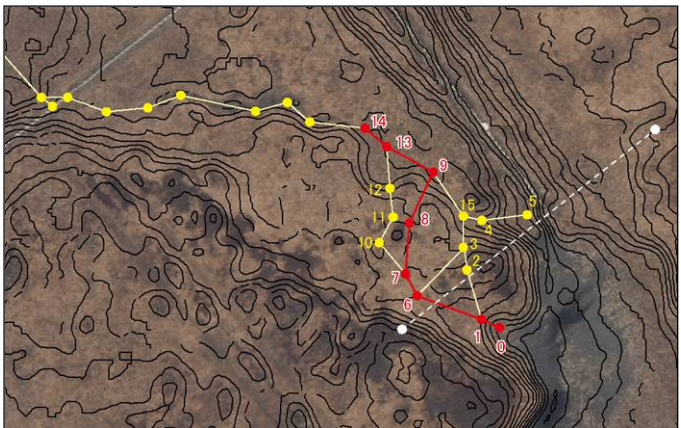
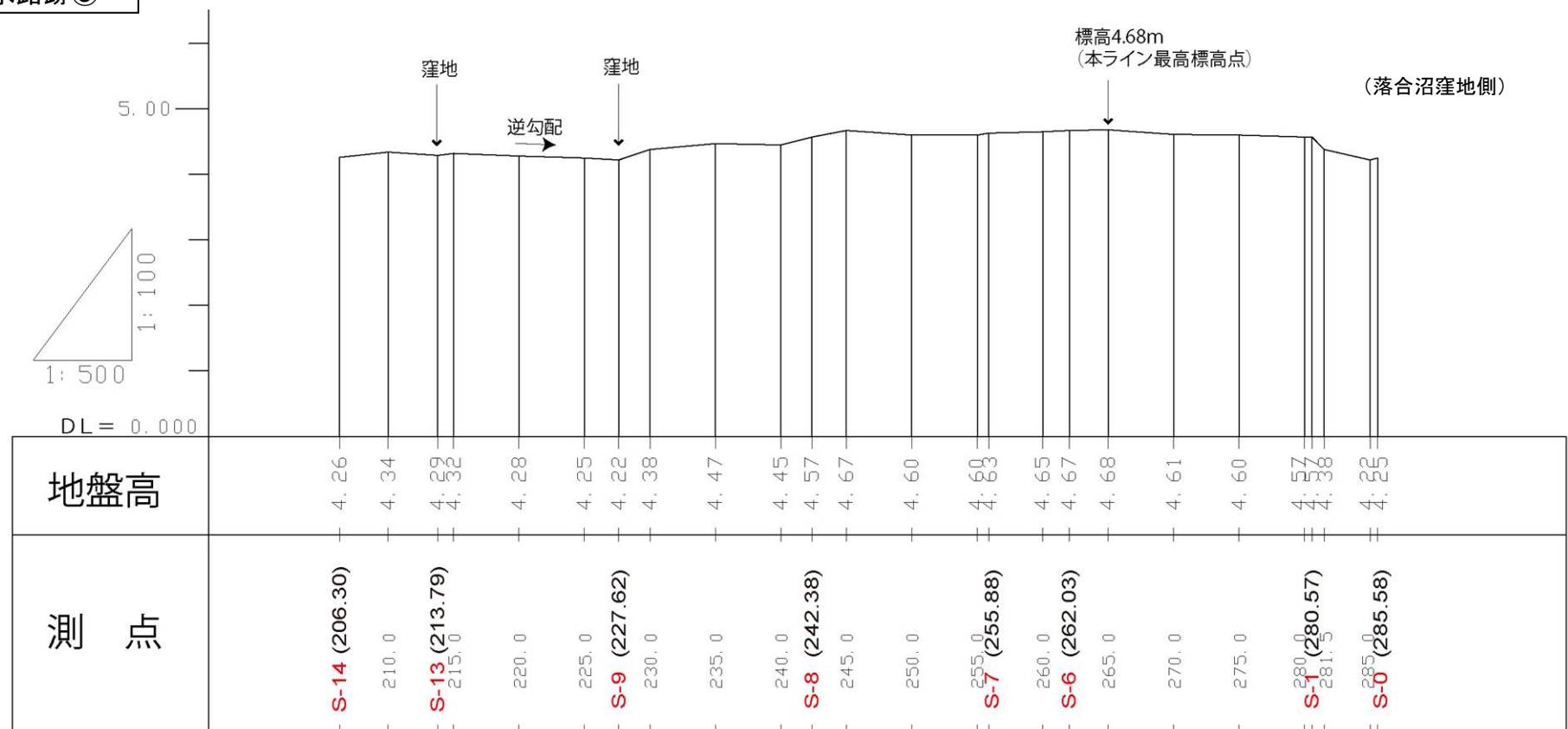
測線位置図 (溢水路跡①)

溢水路跡②



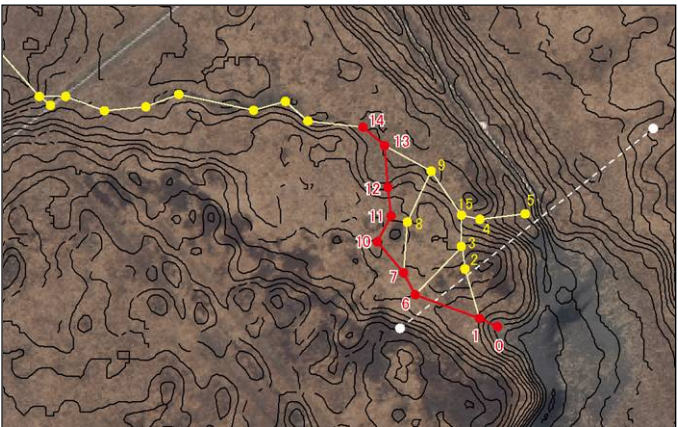
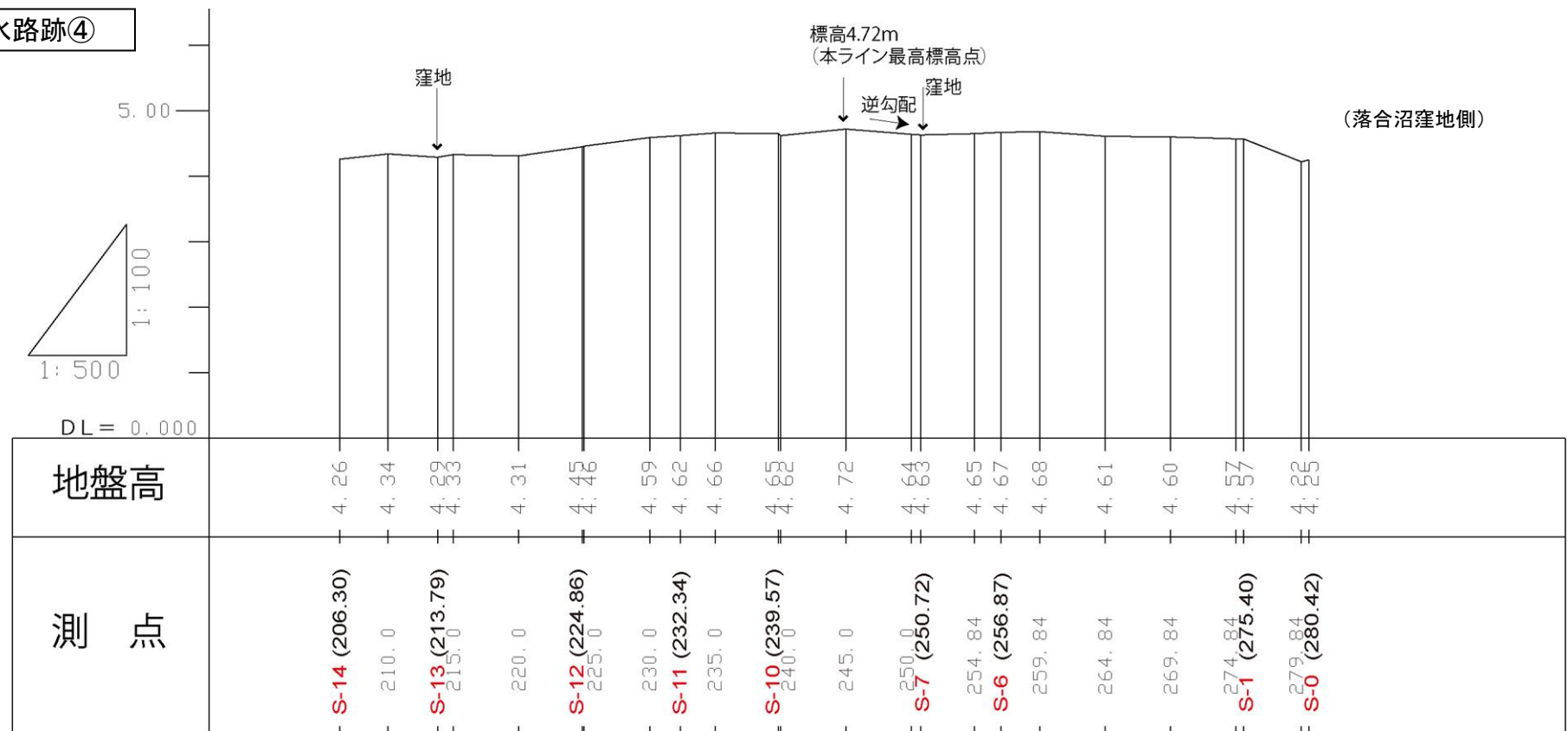
測線位置図 (溢水路跡②)

溢水路跡③

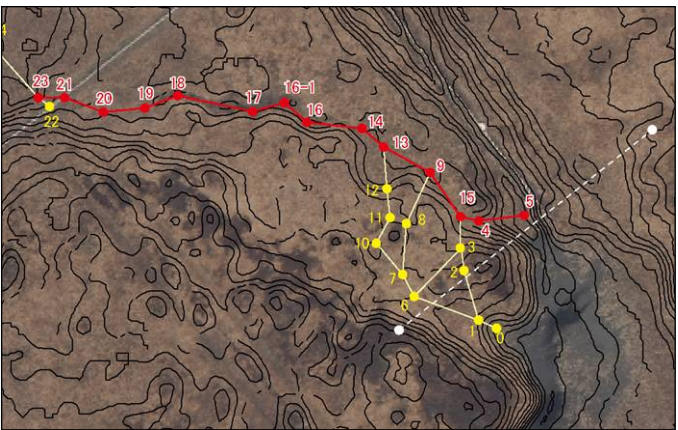
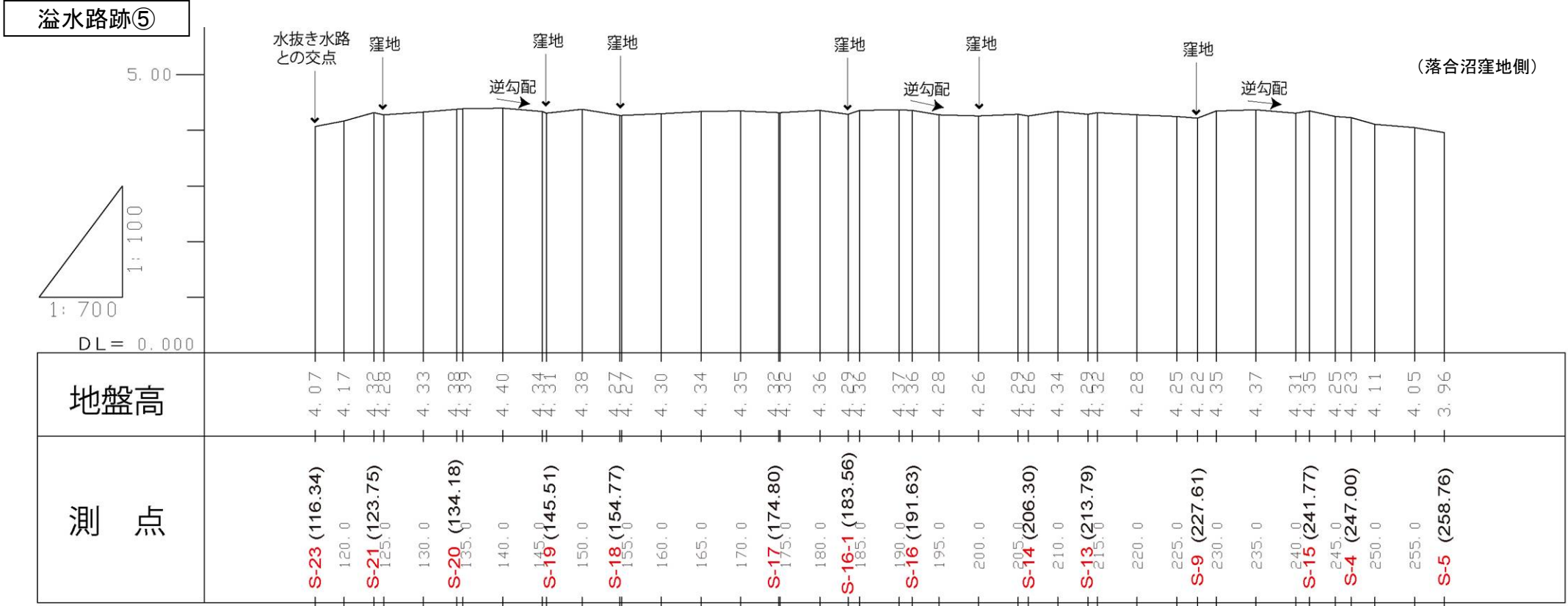


測線位置図 (溢水路跡③)

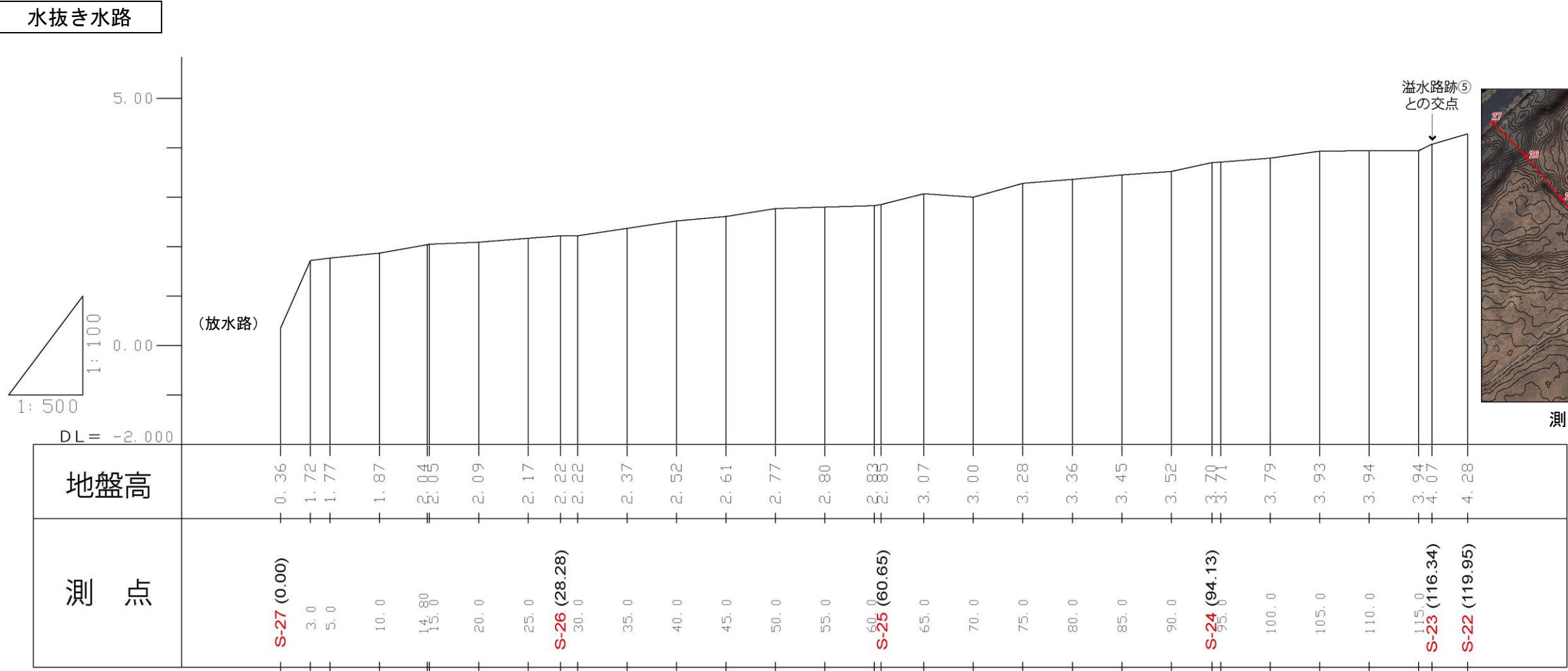
溢水路跡④



測線位置図 (溢水路跡④)



測線位置図 (溢水路跡⑤)



測線位置図 (水抜き水路)

2.4 堰き止め工の設計検討

2.4.1 基本配置の検討

(1) 地形条件からの水位の検討

堰き止め工の堤高を設定する際の条件の1つとして、地形条件から落合沼の計画水位を検討した。想定される水位として標高 4.6m、4.7m、4.8m の3パターンを設定し、これらの水位に応じた落合沼の湛水範囲を図 2.12 に示した。

- ・ 旧落合沼の湛水範囲を踏まえつつ現地形での堰き上げを検討した場合、落合沼の水位が 4.7～4.8m で旧落合沼とほぼ同様な湛水範囲が再現される。
- ・ ただし、水位を 4.8m とした場合、溢水路跡から水が流出するものと予想される。また、堰き止め工予定地の最高点と水面の比高が小さくなり、堤体からの越水等が発生する危険が高まることから、堤体の高さ、構造等の十分な検討が必要となる。

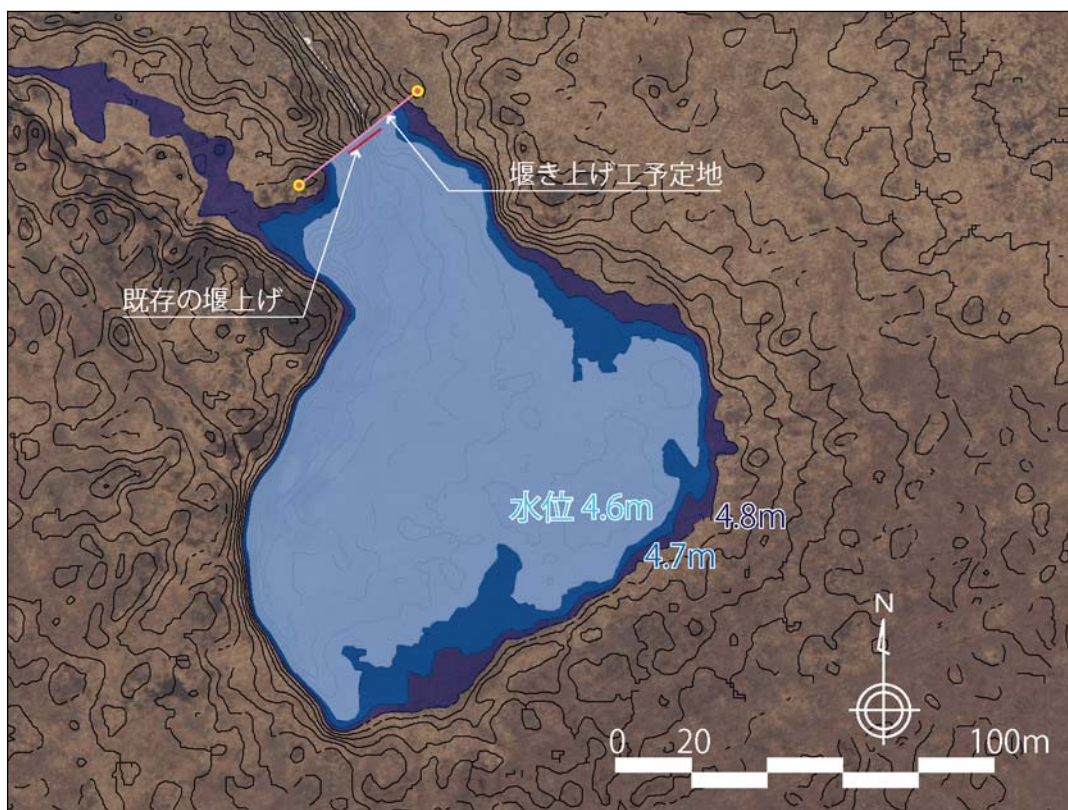


図 2.12 想定水位に応じた湛水範囲

(2) 地下水流動解析による堰き止め高の検討

2005 年度に検討した落合沼（水抜き水路 1 実証試験地）の地下水流動解析モデル（差分法による 3 次元定常解析：Visual MODFLOW）を基に、前項の堤体構造の概略検討結果の堰高での落合沼周辺部の地下水位回復状況を予測した。なお、今回の地下水流動解析では、長期的なモニタリングの結果や新規の観測地点のデータを考慮して、地下水流動解析モデルのパラメータの見直しを実施した。

図 1.13 に、今回実施した地下水流動解析の解析範囲と周辺の地下水位観測網を示す。

また、図 2.14 に 3 次元地下水流動解析モデルを示す。解析は 600m 四方の範囲に対して 2m メッシュで行った。また、深さ方向は 12m を 7 層に区分していることから合計 630,000 メッシュ（ $(600\text{m}@2\text{m})^2 \times 7$ 層）で解析を実施した。

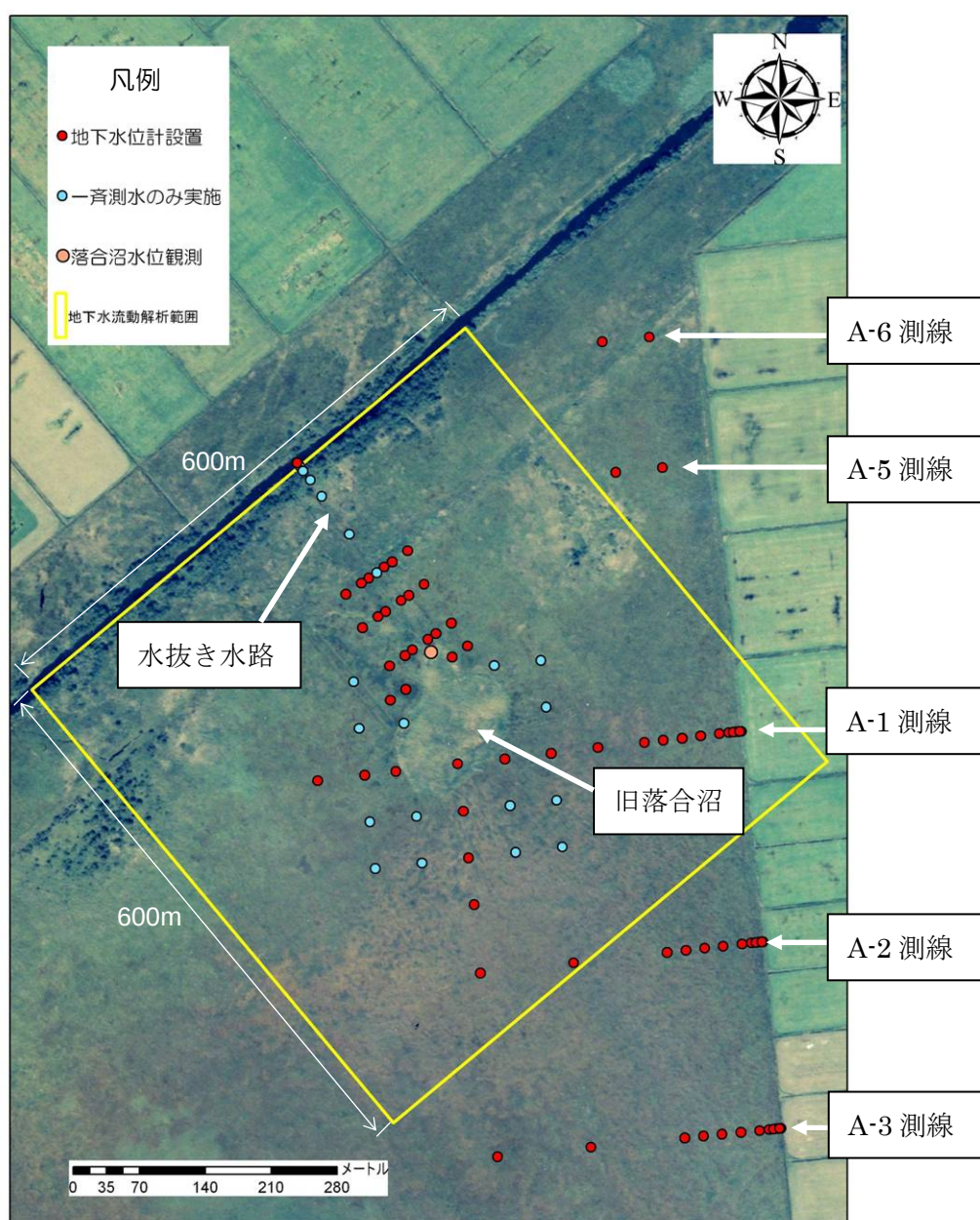


図 2.13 地下水流動解析範囲と落合沼周辺の地下水位観測網

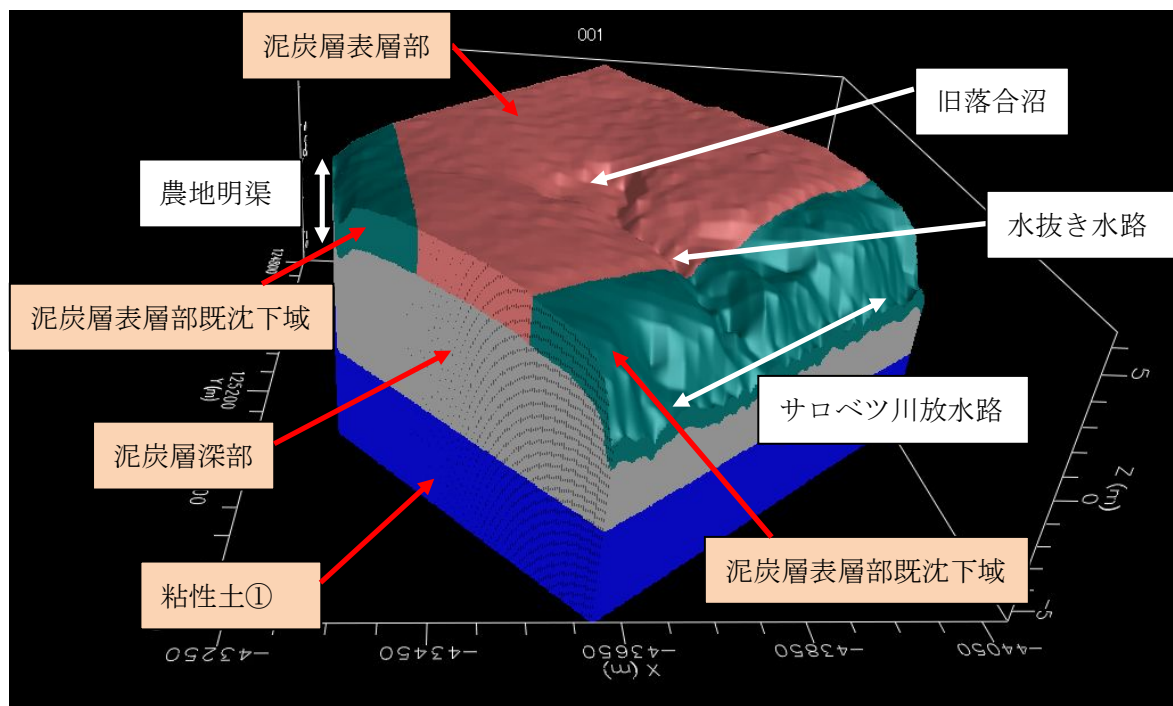


図 2.14 3次元地下水流動解析モデル

① 解析パラメータの検討

解析に用いたパラメータは基本的には 2005 年度に作成されたものを踏襲したが、図 2.15 にみられるように落合沼において地下水位が最も低下する時期は夏季の 7、8 月にあらわれることから、夏季の再現性を特に重視してパラメータの変更を行った。そこで、パラメータの妥当性を検証するための実測地下水は、観測期間中最も地下水位の下がった 2005 年 8 月の一斉測水時のデータを用いた。

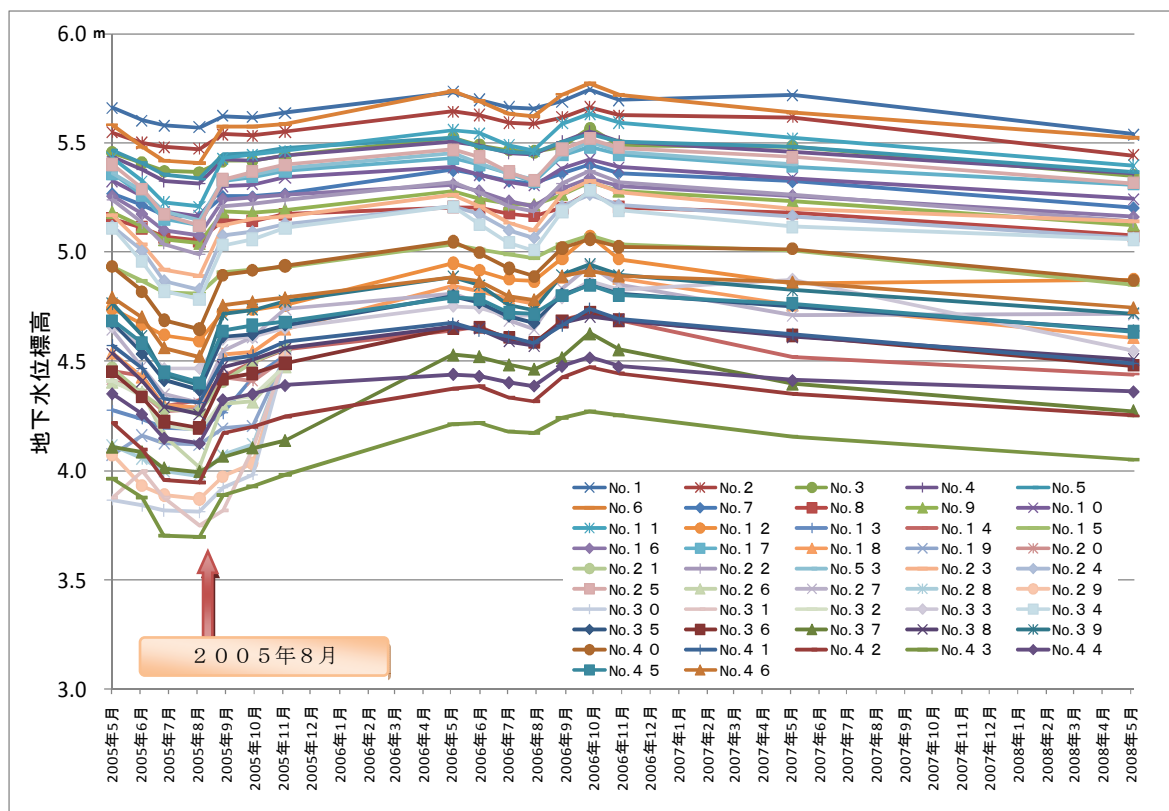


図 2.15 落合沼周辺の観測孔における地下水位一斉測水結果の経年変化グラフ

次に、表 2.1 に示した 2003 年～2008 年までの豊富アメダスの降水量データをもとに解析に与える降水量を検討した。豊富アメダスの降水量データを見ると、7 月の降水量は各年とも概ね低い傾向を示しているが、8 月の降水量をみると比較的低い値を示している 2004 年と 2008 年を除くと、その他の年は 90mm～182mm と高い降水量を示すなどのバラツキがみられる。これは、2004 年と 2008 年以外の年では一斉測水後の 8 月末に台風による大雨が降っており、8 月の月降水量の変動が一斉測水時の地下水位をうまく反映していないことを示している。したがって、ここで解析に与える降水量は一斉測水前の渇水時を代表する 7 月の平均値（約 59.7mm/月）とした。

表 2.1 豊富アメダスの 2003～2008 年の降水量

	単位:mm						単位:mm	
	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2003-2008年の各月の平均値	全期間の月平均値に対する割合
1月	94.0	62.0	59.0	48.0	35.0	29.0	54.5	72%
2月	21.0	111.0	57.0	51.0	53.0	32.0	54.2	72%
3月	43.0	44.0	28.0	63.0	37.0	13.0	38.0	50%
4月	58.0	50.0	47.0	38.0	29.0	12.0	39.0	52%
5月	34.0	134.0	76.0	117.0	69.0	79.5	84.9	113%
6月	48.0	63.0	35.0	57.0	13.0	38.5	42.4	56%
7月	24.0	135.0	45.0	42.0	22.0	90.0	59.7	79%
8月	106.0	44.0	90.0	182.0	141.0	44.5	101.3	134%
9月	83.0	169.0	119.0	160.0	168.0	53.0	125.3	166%
10月	160.0	71.0	168.0	220.0	68.0	107.0	132.3	175%
11月	98.0	93.0	103.0	115.0	98.0	59.5	94.4	125%
12月	80.0	103.0	110.0	70.0	33.0	82.5	79.8	106%
年降水量	849.0	1079.0	937.0	1163.0	766.0	640.5	905.8	

全期間の平均月降水量: 75.5mm

また、降水が湿原地盤に浸透する過程では、地表面や水面からの蒸発と植物からの蒸散による減衰を考慮しなくてはならない。羽山・中津川（2002）「サロベツ湿原の水循環と地下水への影響」では、1983 年～2000 年の 18 年間を対象期間として蒸発散量の検討が行われている（表 2.2）。この研究によると、サロベツ湿原地域における年平均蒸発散量は 614mm と算出され、ほぼ年降水量の 1/2 が蒸発散によって失われることとなる。したがって、ここでは解析に与える降水量の 1/2 を蒸発散量とした。

表 2.2 サロベツ湿原における蒸発散量の検討（羽山・中津川（2002）による）

(1983～2000 年)

	降雨量	降雪水量	降水量	計算融雪量	全流域流出高
平均値	706	495	1201	448	1102
植被層蒸発散量	遮断蒸発量	地表面蒸発散	総蒸発散量	降雨遮断	降雪遮断蒸発
288	131	195	614	108	23

単位 mm/y

なお、実際のサロベツ湿原の泥炭表層部はヨシ・スゲの根茎層やミズゴケ層等の透水性が非常に高い部分が薄く分布し、地表部の水は非常に流動性が高くなっていると考えられる。しかし、本モデルでは高透水性層を薄く設定すると解析結果が収束しないため、高透水で側方流動して流出する降水は浸透せずに失われてしまうと考え、浸透率を設定して涵養量を検討した。ここでは、浸透率を変化させてトライアンドエラーを繰り返して最適な値を検討した。その結果、泥炭表層部の浸透率は蒸発散量を除いた降水量の約 5% が最も適合する結果となった。

ここで、解析に与えた涵養量は次のようになった。

$$\text{涵養量 } G \text{ (mm/year)} = (59.7\text{mm} \times 12 \text{ ヶ月}) \div 2 \times 0.05 \div 20\text{mm/year}$$

表 2.3 には、パラメータの見直しを行って設定した各層の各パラメータを示す。

また、図 2.16 および図 1.17 には、表 2.3 で設定したパラメータを用いた現況再現解析の地下水位キャリブレーション結果と地下水位深度分布図を示す。図 2.16 から、現況解析結果は実測地下水位との関係は概ね 1:1 の関係にあり、解析モデルは現況渇水期の状況を再現できていると考えられる。

表 2.3 解析に用いたパラメーター一覧表

地質区分	透水係数	涵養量
	(cm/sec)	(mm/year)
泥炭層表層部	1×10^{-3}	20
泥炭層表層部既沈下域	5×10^{-4}	20
泥炭層深部	1×10^{-4}	—
粘性土①	1×10^{-6}	—

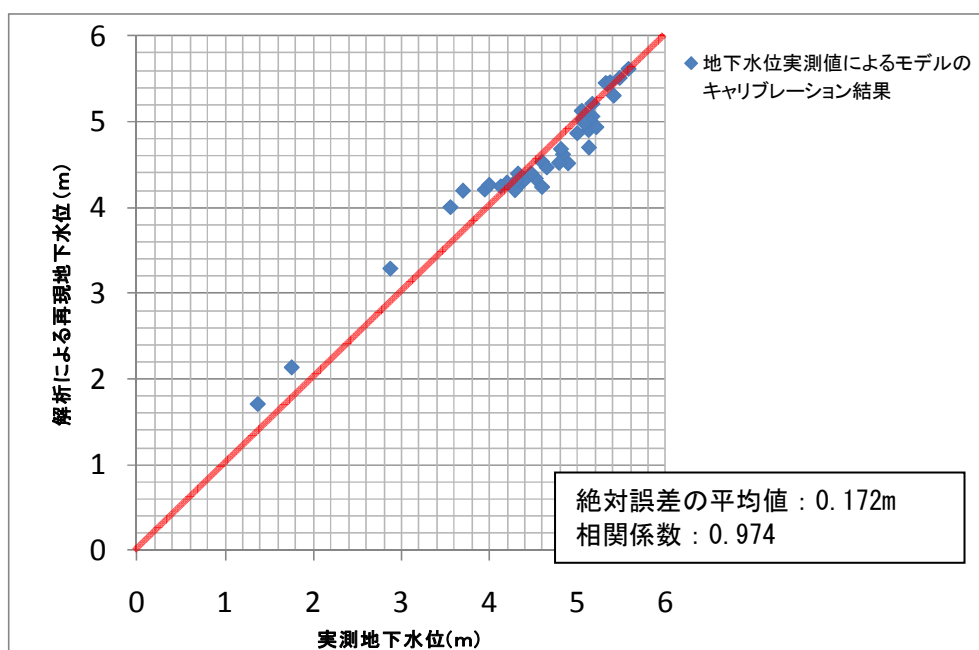


図 2.16 現況再現解析における地下水位キャリブレーション結果

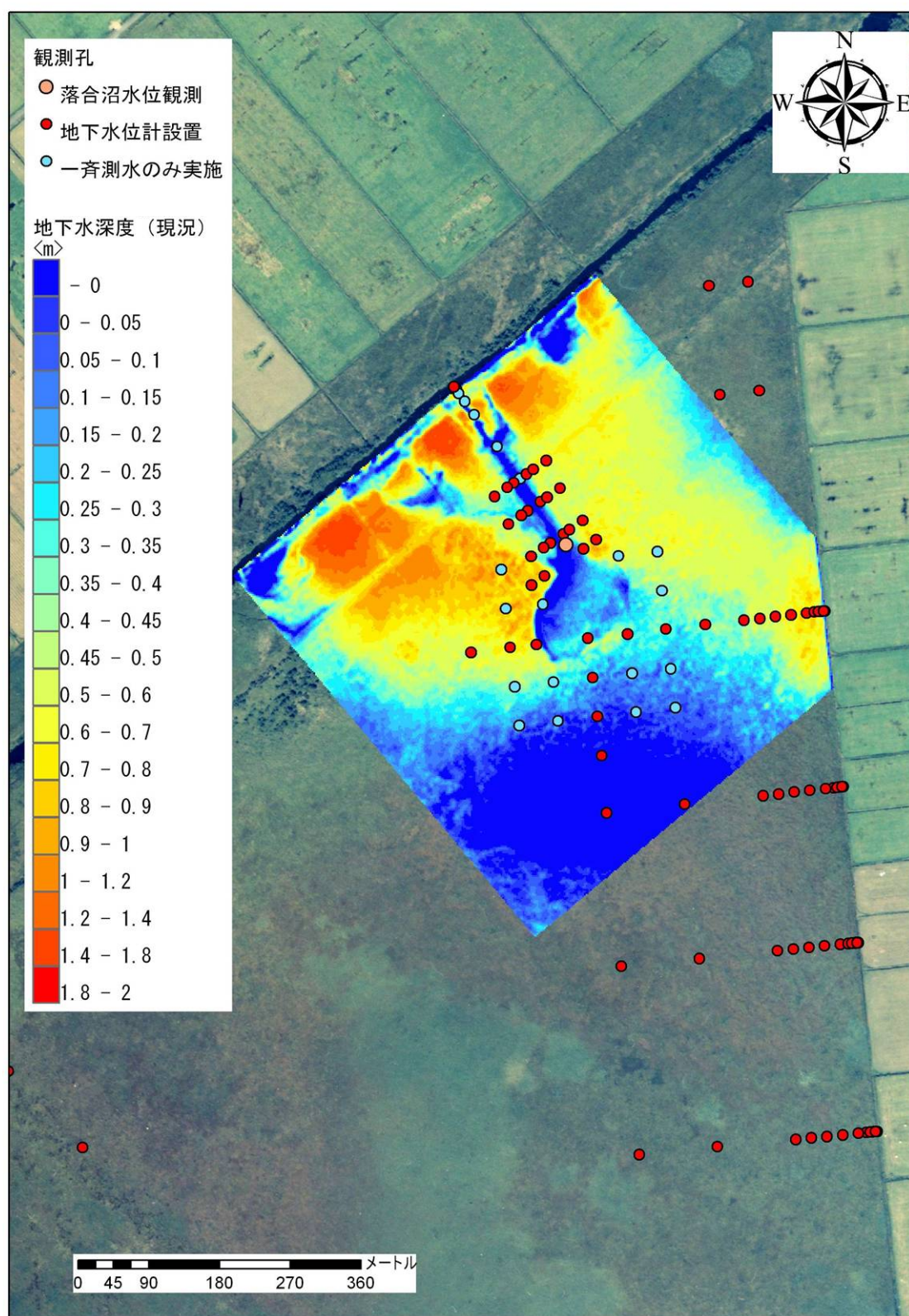


図 2.17 現況解析結果の地下水位深度分布図

② 堰上げ後の地下水位の予測解析

前項の解析モデルを用いて、落合沼流出部で計画されている堰を設置した場合に生じる落合沼周辺の地下水位の回復状況を予測した。ここでは、地形条件等から想定された堰高である GH=4.60m、GH=4.70m、GH=4.80m の 3 ケースについて予測解析を実施した。

図 2.18 には、各堰高における堰上げ後の地下水位深度の平面分布図を示す。表 2.4 には、各観測地点におけるそれぞれのケースの地下水位深度の計算結果を示す。また、図 1.20 には落合沼周辺の地下水位観測網の地点番号を示す。

渇水期の予測解析の結果、地下水位深度の分布は堰高 4.60m のケースで落合沼の内側および周辺で地下水位の大きな上昇が予測された。また、堰高 4.70m では 4.60m のケースと比べて東および西側の地下水位の上昇が見られる。堰高 4.80m のケースでは 4.70m のケースより南側、東側の湿原奥部の水位上昇が見られる。

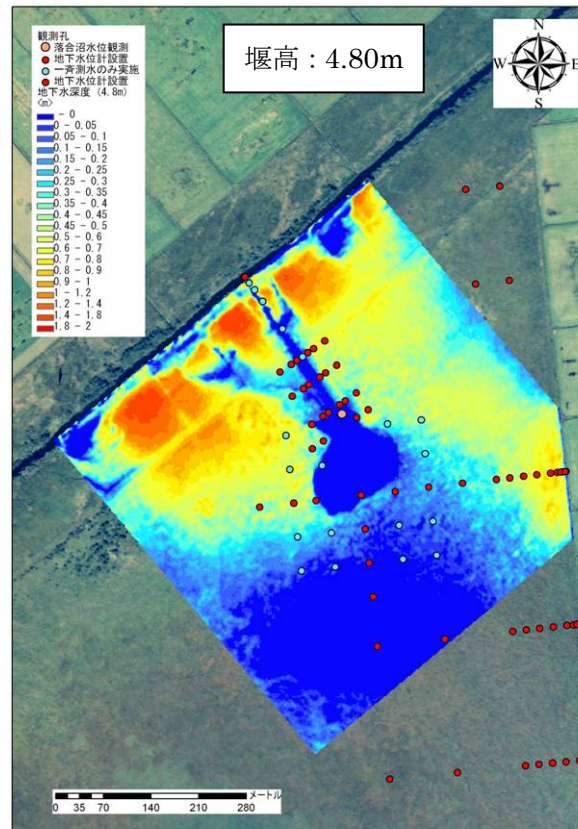
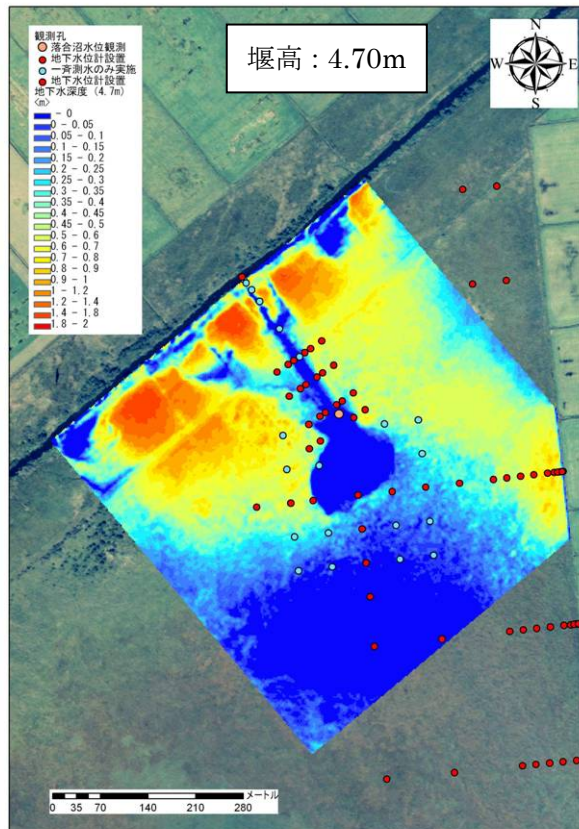
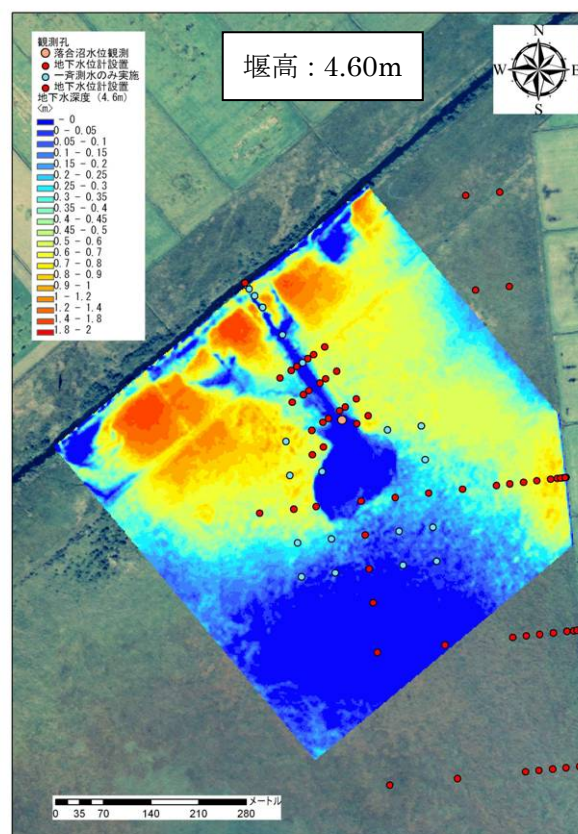
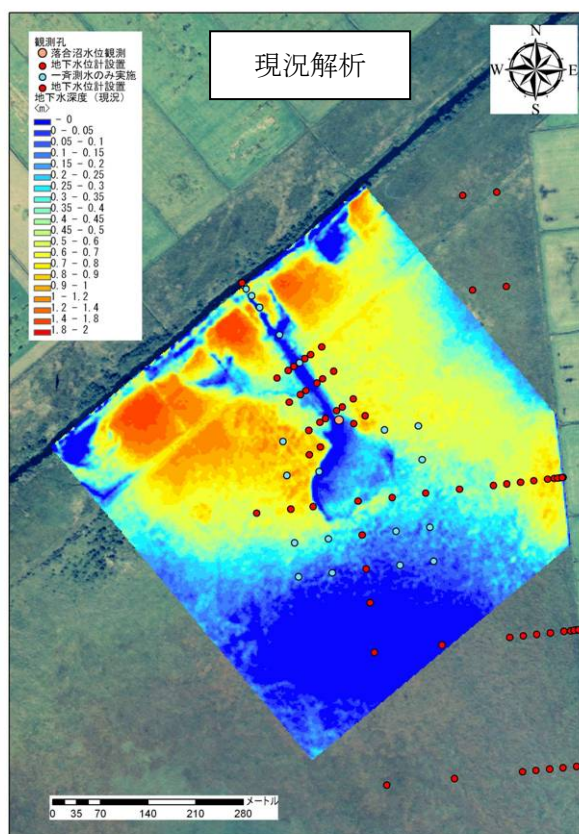


図 2.18 現況解析および堰上げ後の地下水位深度の平面分布図

③ 堰上げ高さの評価

堰上げ高さの評価は、落合沼地区の対照区として設定している A2-W-300 地点の実測地下水位変動と比較して実施した。図 2.19 には、一斉測水による A2-W-300 地点の地下水位深度の経年変化を示す。A2-W-300 地点では、渇水期には 0.12m まで低下するが、それよりも深くはなっていない。そこで、各堰上げ高さの解析結果から各観測地点の地下水位深度を算出し、渇水期の地下水位深度が 0.12m よりも浅くなる地点を対照区と同等の地下水位条件を満たすものとして評価した。

表 2.4 には、各観測地点におけるそれぞれのケースの地下水位深度の計算結果を示す。

図 2.20 にはそれぞれのケースで評価の条件を満足した地点の分布を示す。

計算結果の概要は以下のとおりである。

【実測値】

2005 年 8 月の渇水期の実測値では、湿原奥部に近い NO.1、2、3 と水抜き水路近傍の NO.37 において地下水位深度が 0.12m よりも浅くなっている。

【堰高 4.60m のケース】

落合沼南側の NO.3-1、4、7、8、9、14、15 と北側（下流側）の NO.33、35、47-3、47-4 において、対照区と同等の地下水位条件を満たすと予測された。

【堰高 4.70m のケース】

落合沼西側の NO.11、17、18 の 3 地点において、対照区と同等の地下水位条件を満たすと予測された。

【堰高 4.80m のケース】

落合沼西側の NO.12、東側の NO.10、16、北側の NO.23、36、40 の 6 地点において、対照区と同等の地下水位条件を満たすと予測された。

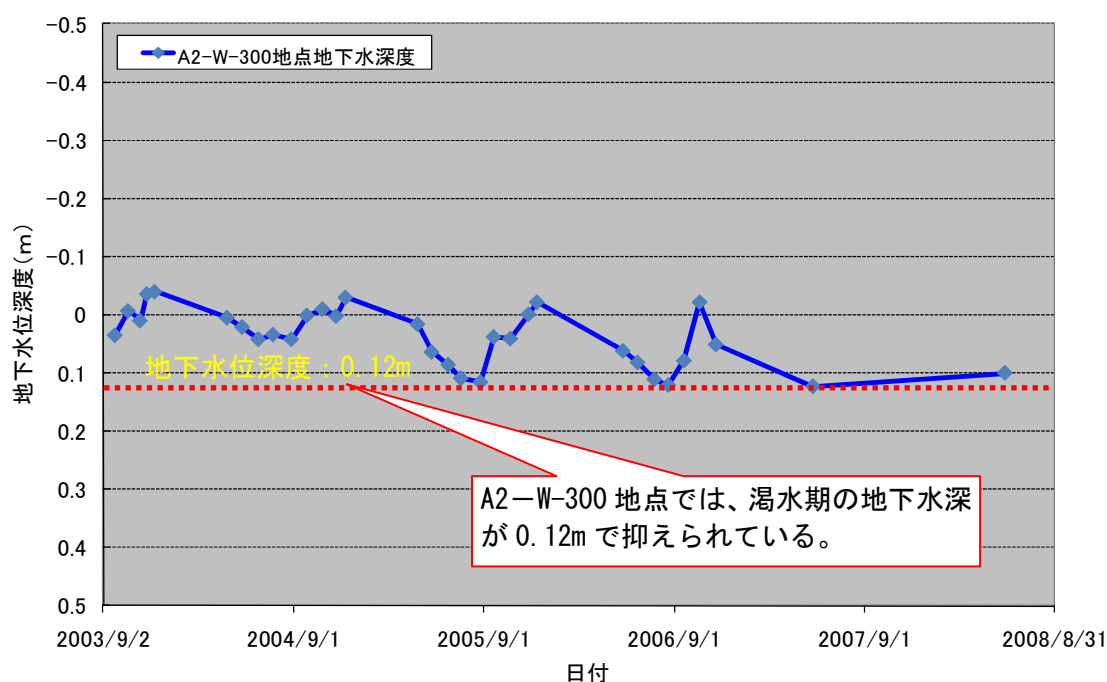
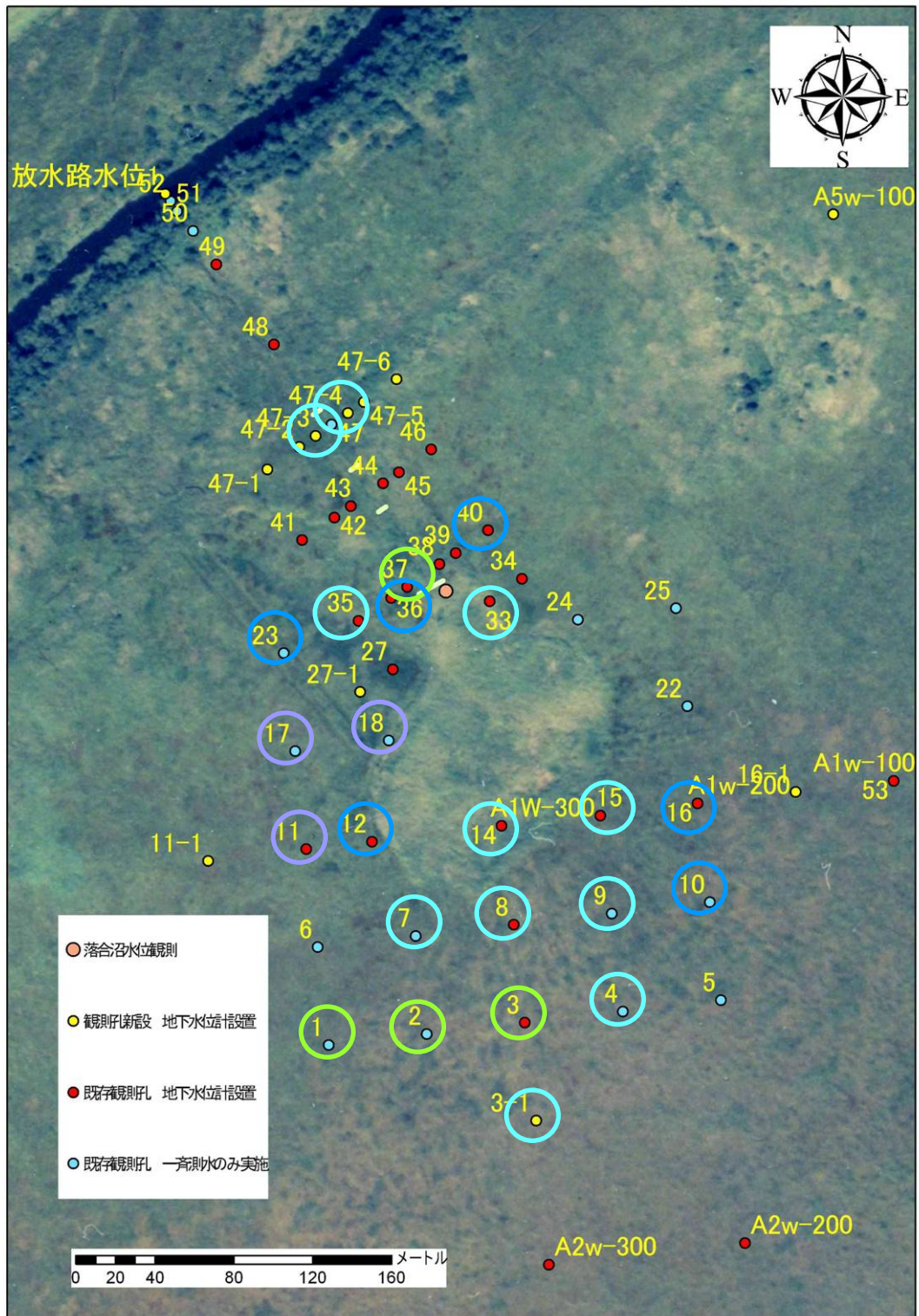


図 2.19 A2-W-300 地点の一斉測水による地下水位深度の変化グラフ

表 2.4 各観測地点における地下水位深度の計算結果（単位：m）

地点名	実測値	計算上の地下水深		
	2005年8月地下水深	現況→4.6m	現況→4.7m	現況→4.8m
1	0.111	0.057	0.046	0.027
2	0.057	-0.004	-0.013	-0.034
3	0.077	0.013	0.005	-0.015
3-1	—	-0.172	-0.178	-0.191
4	0.161	0.103	0.094	0.076
5	0.195	0.149	0.140	0.126
6	0.250	0.177	0.156	0.122
7	0.141	0.056	0.048	0.005
8	0.127	0.021	0.014	-0.014
9	0.187	0.103	0.085	0.055
10	0.206	0.144	0.128	0.105
11	0.270	0.158	0.113	0.060
11-1	—	0.405	0.380	0.349
12	0.393	0.234	0.158	0.075
14	0.179	-0.059	-0.132	-0.232
15	0.145	0.025	-0.020	-0.075
16	0.247	0.175	0.147	0.115
16-1	—	0.378	0.359	0.337
17	0.306	0.153	0.095	0.034
18	0.462	0.145	0.046	-0.050
22	0.318	0.247	0.208	0.167
23	0.363	0.222	0.166	0.107
24	0.471	0.340	0.281	0.216
25	0.358	0.285	0.250	0.210
27	0.739	0.451	0.354	0.258
27-1	—	0.628	0.542	0.456
33	0.142	-0.063	-0.163	-0.263
34	0.423	0.272	0.205	0.129
35	0.317	0.118	0.030	-0.063
36	0.450	0.245	0.155	0.049
37	0.090	-0.113	-0.193	-0.290
38	0.414	0.363	0.341	0.316
39	0.456	0.369	0.328	0.278
40	0.291	0.181	0.133	0.075
41	0.393	0.309	0.272	0.230
42	0.407	0.344	0.315	0.283
43	0.413	0.365	0.343	0.317
44	0.325	0.306	0.297	0.286
45	0.295	0.270	0.259	0.245
46	0.290	0.252	0.235	0.214
47	0.300	0.287	0.277	0.266
47-1	—	0.487	0.465	0.440
47-2	—	0.410	0.394	0.376
47-3	—	-0.124	-0.137	-0.151
47-4	—	0.092	0.083	0.072
47-5	—	0.610	0.600	0.587
47-6	—	0.664	0.652	0.638
48	0.539	0.537	0.535	0.532
49	0.162	0.160	0.159	0.156
50	0.890	0.889	0.888	0.887
51	1.220	1.220	1.220	1.219
53	0.306	0.277	0.265	0.250
— は2005年には設置されていなかった観測孔				

 : 対照区と同等の地下水位条件を満たす地点
 （実測値または解析結果が地下水位深度 0.12m より浅い地点）



【 対照区と同等の地下水位条件を満たすケース 】

○ 実測値
 ○ 堰上高 4.6m
 ○ 堰上高 4.7m
 ○ 堰上高 4.8m

図 2.20 落合沼周辺の地下水位観測孔と解析結果の評価

(3) 平面、断面構造の設定

1) 堰き上げ工の標準断面の検討

① 堤高

現況の地形条件に合わせて堤高を仮に設定することとし、右岸側の最高標高点に合わせて堤体天端標高を 5.06m とした。その際、堤高は最大で 1.09m となり、満水位を標高 4.7 m とするならば若干の余裕高として 35cm 相当が確保される。

② 堤頂幅

仮に土地改良事業設計指針「ため池整備」に準拠した場合、本堰き止め工の堤高は 5.0 m 未満となり堤体天端を車両が通行する必要がないことから、基準上は堤頂幅 2.0m となる（A 案）。

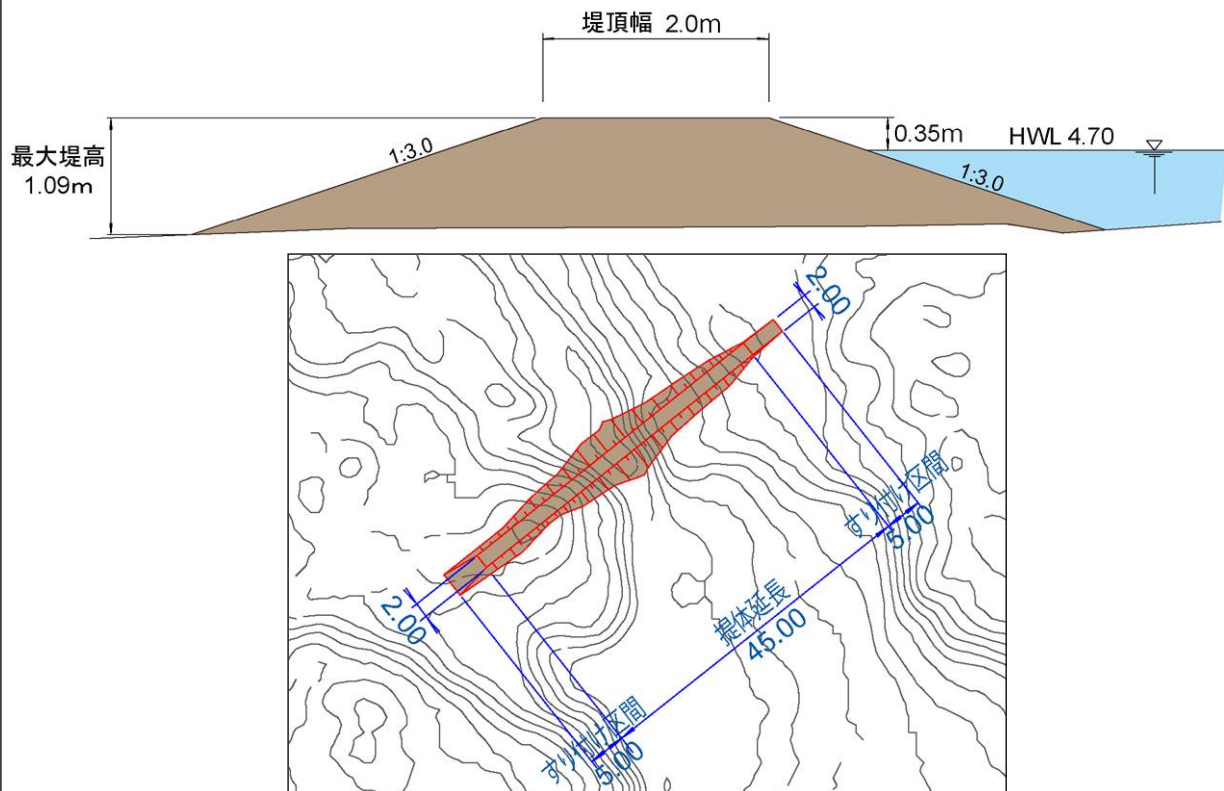
ただし、本堰き止め工は農業用のため池よりも規模の小さい堰であり、泥炭地という軟弱地盤に設置することを考慮すると圧密沈下量を減らすために自重を極力小さくすることが望ましい。そこで、堤体がより小さくなる断面構造として堤頂幅 1.0m の断面構造を比較案として設定した（B 案）。

③ 法面勾配

軟弱な泥炭等の現地発生材を築堤材として使用する場合、安定性を確保するためには堤体法面を緩勾配とする必要がある。堤頂幅 2.0m の場合には堤体の安定性を重視し、法面勾配を 3 割として標準断面を設定した（A 案）。

また、堤体を小さくして圧密沈下量を減らすことを重視する案として、堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割とする標準断面を設定した（B 案）。ただし、この場合には下流側の水抜き水路の埋め戻しを併用し、堤体の安定性を確保するための押え盛土として機能する構造とした。

A案: 堤頂幅 2.0m、法面勾配 3 割



B案: 堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割

(下流側水抜き水路の埋め戻しを併用)

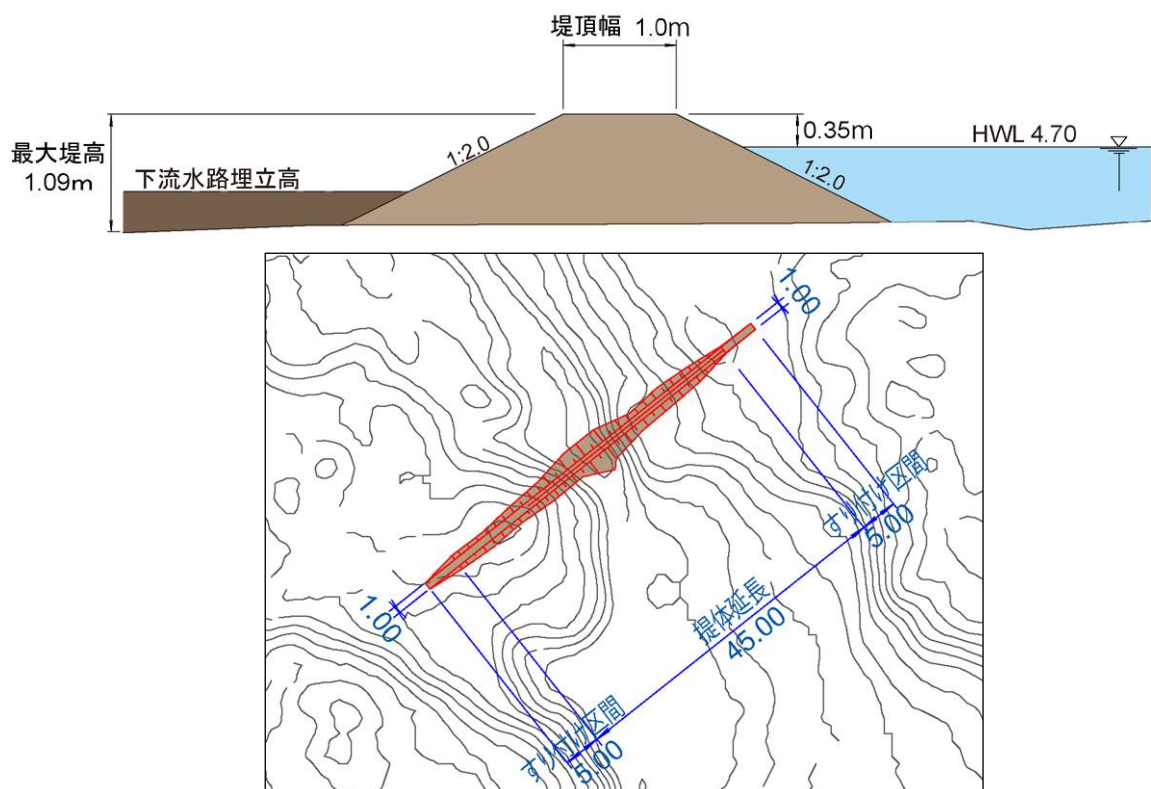


図 2.21 堤体標準断面図及び平面図案

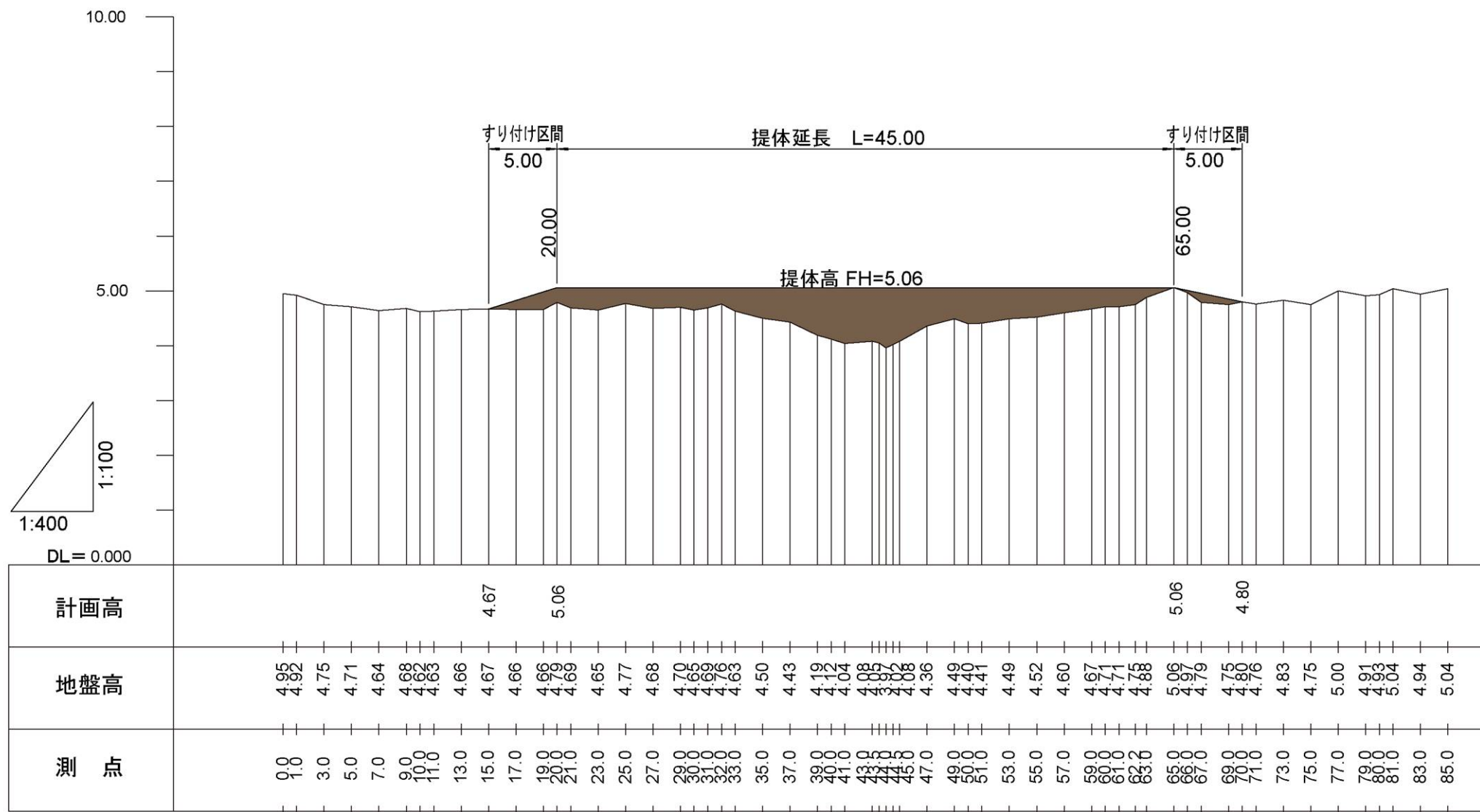


図 2.22 堤体縦断図 (A案、B案)

参考資料: 土地改良事業設計指針「ため池整備」(農林水産省構造改善局建設部設計課監修、社) 農業土木学会発行) より引用。

4.4.5 堤頂幅

堤頂幅は、下式により算出する。

$$B = 0.2H + 2.0 \quad \dots\dots\dots (4.4.8)$$

B : 堤頂幅 (m)

H : 堤 高 (m)

ただし、 $B \geq 3.0$ m とする。

なお、堤高が5.0 m 未満で堤体天端を車両が通行しない等のため池にあっては2.0 m とすることができる。

堤頂幅は、堤頂の利用および堤体の維持管理を考慮して決定する。ただし、堤体の施工および維持管理の面からは、3.0 m 以上とすることが望ましい。

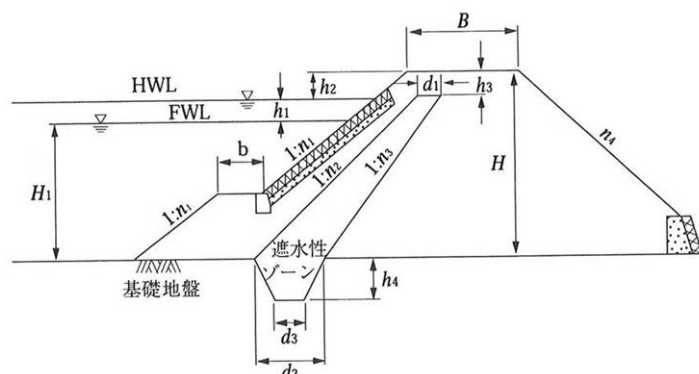


図-4.4.6 傾斜遮水ゾーン型の標準断面

表-4.4.5 傾斜遮水ゾーン型ため池の標準寸法表

堤高 H	貯水位 までの 高 さ H_1	計画越 流水深 h_1	余裕高 h_2	堤頂幅 B	前 法		遮水性ゾーン					後法 勾配 n_4
					勾 配 n_1	小段幅 b	堤頂か らの距 離 h_3	天端幅 d_1	床掘り 上 幅 d_2	床掘り 下 幅 d_3	床掘り 深 さ h_4	
5	3.3	0.3	1.0	2.0	1.5 割	0 m	0.5 m	1.5 m	m	m	1.1 m	1.5 割
5	3.3	0.3	1.0	2.0	1.5 割	0 m	0.5 m	1.5 m	m	m	1.1 m	1.5 割
5 m	3.3 m	0.5	1.2	3.0	1.8	1.5	0.3	1.8			1.3	1.8
5	3.3	0.5	1.2	3.0	1.8	1.5	0.5	1.8			1.3	1.8
5	3.3	0.5	1.2	3.0	1.8	1.5	0.5	1.8			1.3	1.8
10	7.8	0.8	1.4	4.0	2.1	2.0	0.5	2.4			2.1	2.1
10	7.8	0.8	1.4	4.0	2.1	2.0	0.5	2.4			2.1	2.1
10	7.8	0.8	1.4	4.0	2.1	2.0	0.5	2.4			2.1	2.1
15	12.2	1.2	1.6	5.0	3.0		以上	3.5			3.2	2.5
15	12.2	1.2	1.6	5.0	3.0		以上	3.5			3.2	2.5
15	12.2	1.2	1.6	5.0	3.0		以上	3.5			3.2	2.5
摘要	堤高から仮定	洪水吐の位置・構造により大差がある。	4.4.4による。	4.4.5による。	1.5～3割	小段を設ける場合は最小1m	0.5以上	1.5～3.5m	$n_2 = n_1 - 0.1$ $n_3 = n_2 - 0.2$ より算定	$d_3 = 1/2d_2$	基礎地盤の土質の状況による。数値は参考	1.5～2.5割

注) 現場条件によってはドレーンの施工を検討する。

2) 圧密沈下量の予測

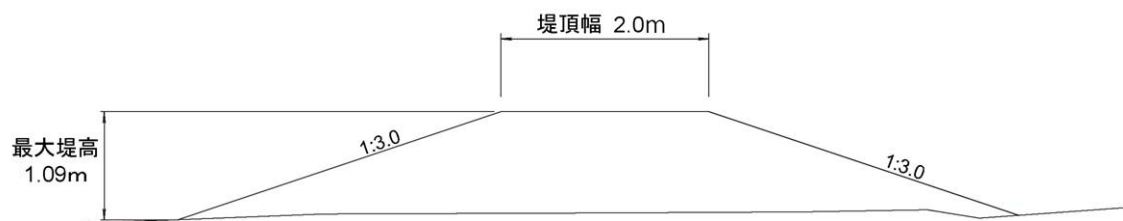
圧密沈下量の予測は、堰堤の築造後の圧密沈下量を把握し、施工上の検討すべき余盛高や盛土管理の考え方を検討するための基礎資料とするために実施した。

築堤予定地の最も堰高が高くなると考えられる水抜き水路直下の地盤の不攪乱試料（試料①）を採取し、圧密試験を実施した。また、圧密沈下の検討に必要な盛土材（試料②）の室内土質試験を実施した。これらの試験結果と設計上必要な堰堤の形状を参考に安全側の沈下量の算出を行った。

① 圧密沈下計算の前提条件

- ・ 圧密沈下検討断面（最も盛土高の高い地点）

A案: 堤頂幅 2.0m、法面勾配 3 割



B案: 堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割

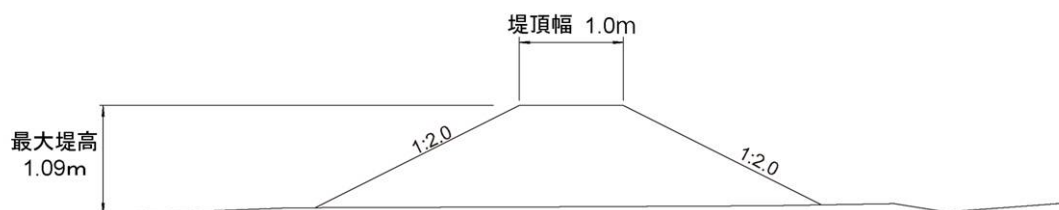
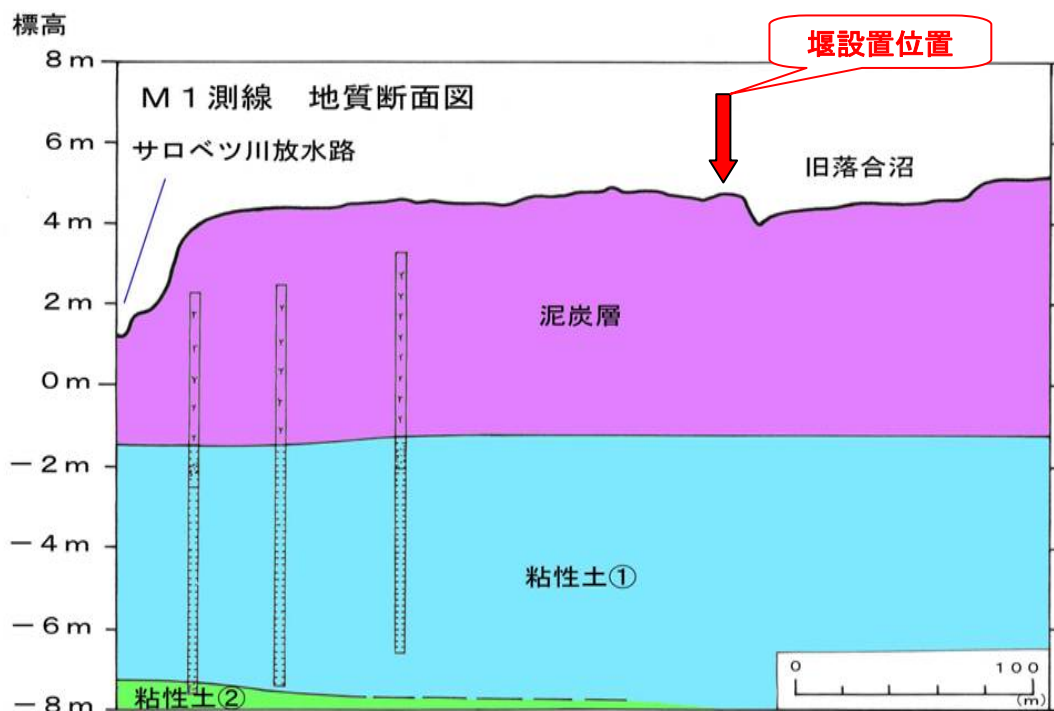


図 2.23 圧密沈下計算を検討する盛土代表断面図

- ・地質断面（H15 報告書より）



- ・室内土質試験結果

表 2.5 試料①および試料②の室内土質試験結果

	試料① 水抜き水路直下	試料② 盛土材
湿潤密度 (ρ_t g/cm ³)	0.996	
乾燥密度 (ρ_d g/cm ³)	0.204	
土粒子の密度 (ρ_s g/cm ³)	1.923	2.245
自然含水比 (w_n %)	387.8	239.5
間隙比 (e)	8.422	
飽和度 (S_r %)	88.6	
圧縮指数 (C_c)	4.52	
圧密降伏応力 (p_c kN/m ²)	12.12	
最大乾燥密度 (ρ_{dmax} g/cm ³)		0.864
最適含水比 (W_{opt} %)		28.3

前項の前提条件を基に圧密沈下検討を行うためのモデルとして、盛土・地盤断面および計算条件を設定した。

• 盛土条件

表 2.6 盛土部の湿潤重量

施工 段階	形状 No	盛土名	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)
1	3	盛土		10.9

$$\text{含水比} = \text{単位体積の水の重量} \div \text{乾燥密度} \times 100$$
$$\begin{aligned} \text{最適含水比の盛土の湿潤重量 (kN/m}^3\text{)} &= 9.8 \times (\text{単位体積の水の重量} + \text{最大乾燥密度}) \\ &= 9.8 \times (\text{水の比重} \times \text{最大乾燥密度} \times (\text{最適含水比} \div 100) + \text{最大乾燥密度}) \\ &= 9.8 \times (1.0 \times 0.864 \times 0.283) + 0.864 \\ &= 10.8634176 \quad \approx \quad 10.9 \text{ (kN/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

38

・地盤の計算条件

地盤の計算条件としては、表 2.7 に示す値および計算方法を設定した。

湿潤重量については、土層 No.2 の泥炭層は、今回実施した室内土質試験結果の試料①の湿潤密度の値から設定した。また、土層 No.1 の粘性土①は平成 15 年度報告書の表 2.1.9 で検討された粘性土層①の湿潤重量の値から設定した。

圧密沈下の計算方法は「道路土工 軟弱地盤対策工指針」の、Cc 法を採用した。

各地盤の排水条件は間に砂層を挟まないことから、片面排水条件とした。

表 2.7 地盤の湿潤重量

土層 (形状) No	計算方法	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	土層種類	排水条件	除去係数
1	C c 法	15.7	15.7	粘土層	片面	---
2	C c 法	9.8	9.8	泥炭層	片面	---

注) 土層 No.1 は粘性土①、土層 No.2 は泥炭層

③ 検討結果

前項までの沈下計算の与条件を用いて圧密沈下量を計算した結果を表 2.8 に示す。

盛土中央部における最終沈下量は、A 案（堤頂幅 2.0m、法面勾配 3 割）では合計で 48.741cm と算出され、50cm 近くの圧密沈下が予測された。

一方、B 案（堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割）の最終沈下量は合計で 37.100cm となり、A 案と比較すると沈下量が小さくなると予測された。

表 2.8 圧密沈下量(盛土中央部)の検討結果

断面構造		A 案 (堤頂幅 2.0m、法面勾配 3 割)	B 案 (堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割)
圧密 沈 下 量	泥炭層	38.232cm	30.578cm
	粘性土①	10.509cm	6.521cm
	合計	48.741cm	37.100cm

検討結果:A案(堤頂幅 2.0m、法面勾配 3 割)

断面構造		A 案 (堤頂幅 2.0m、法面勾配 3 割)
圧密 沈下 量	泥炭層	38.232cm
	粘性土①	10.509cm
	合計	48.741cm

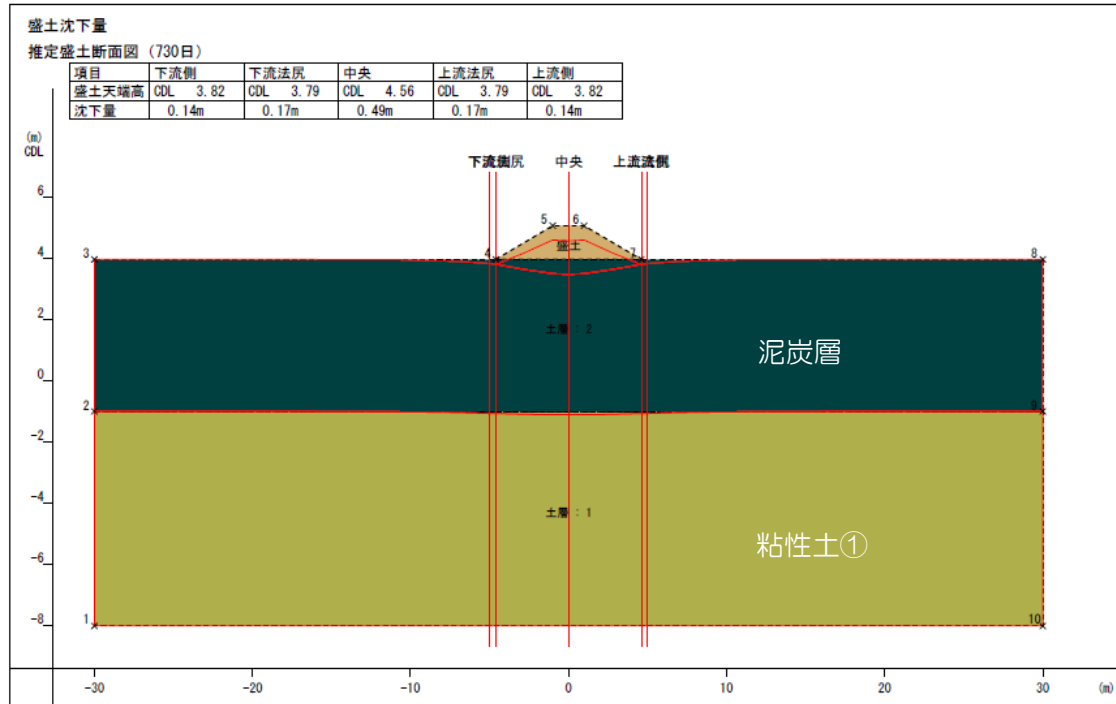


図 2.25 盛土沈下量の計算結果(断面図)

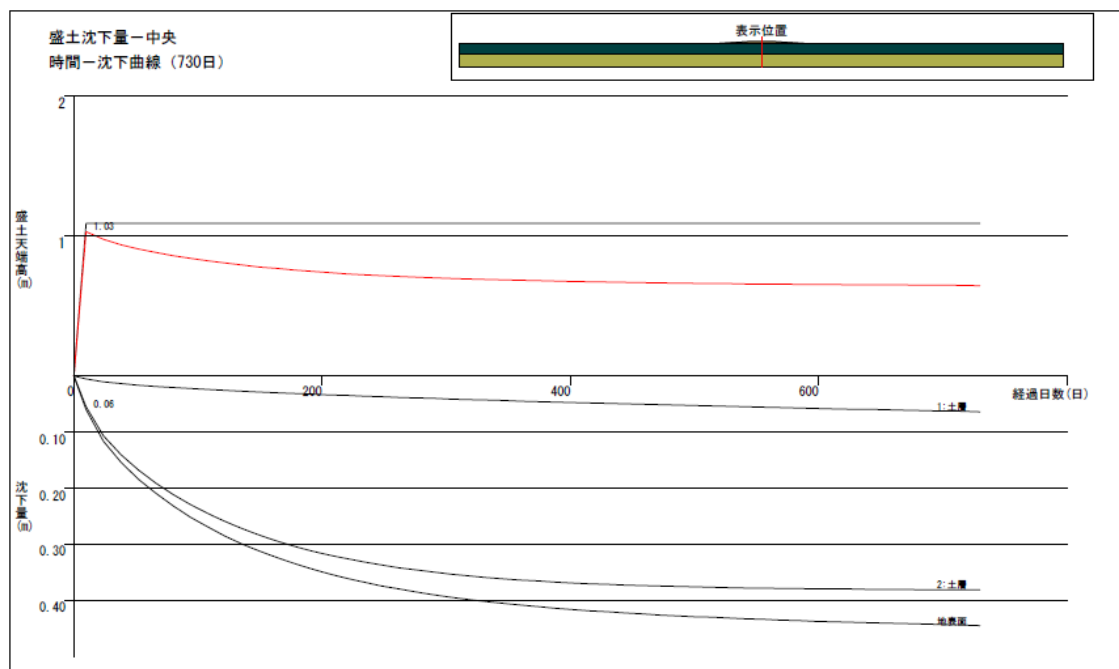


図 2.26 盛土沈下量の計算結果(盛土高・各層沈下量の時間変化)

検討結果:B 案(堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割)

断面構造		B 案 (堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割)
圧密 沈下 量	泥炭層	30.578cm
	粘性土①	6.521cm
	合計	37.100cm

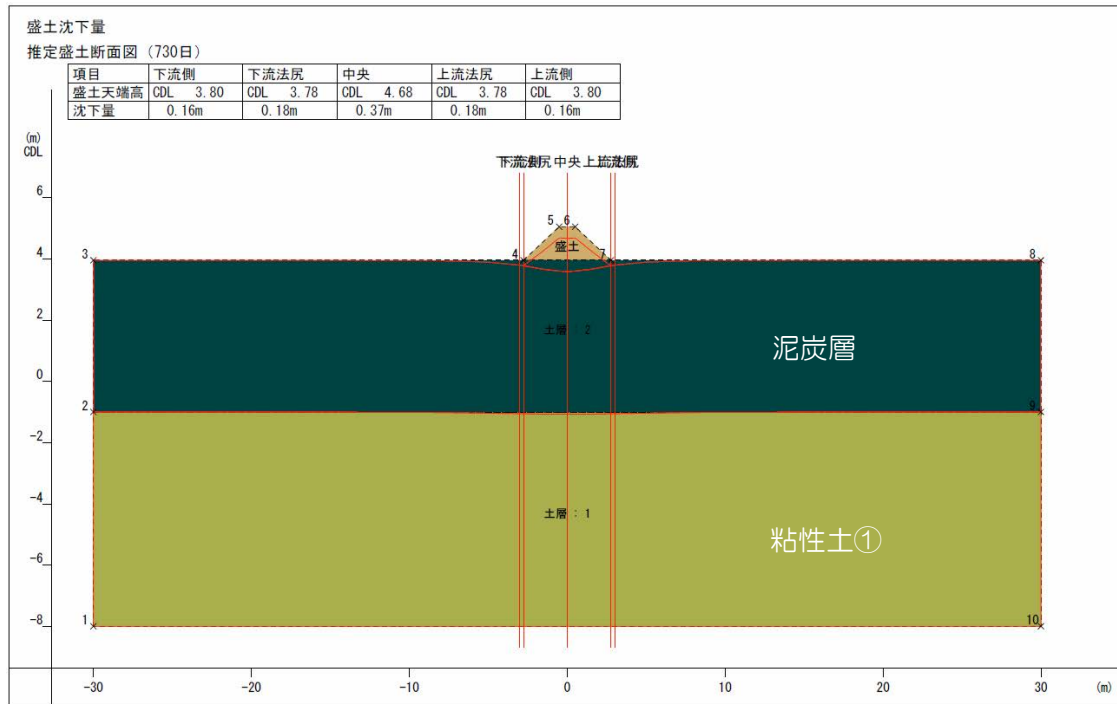


図 2.27 盛土沈下量の計算結果(断面図)

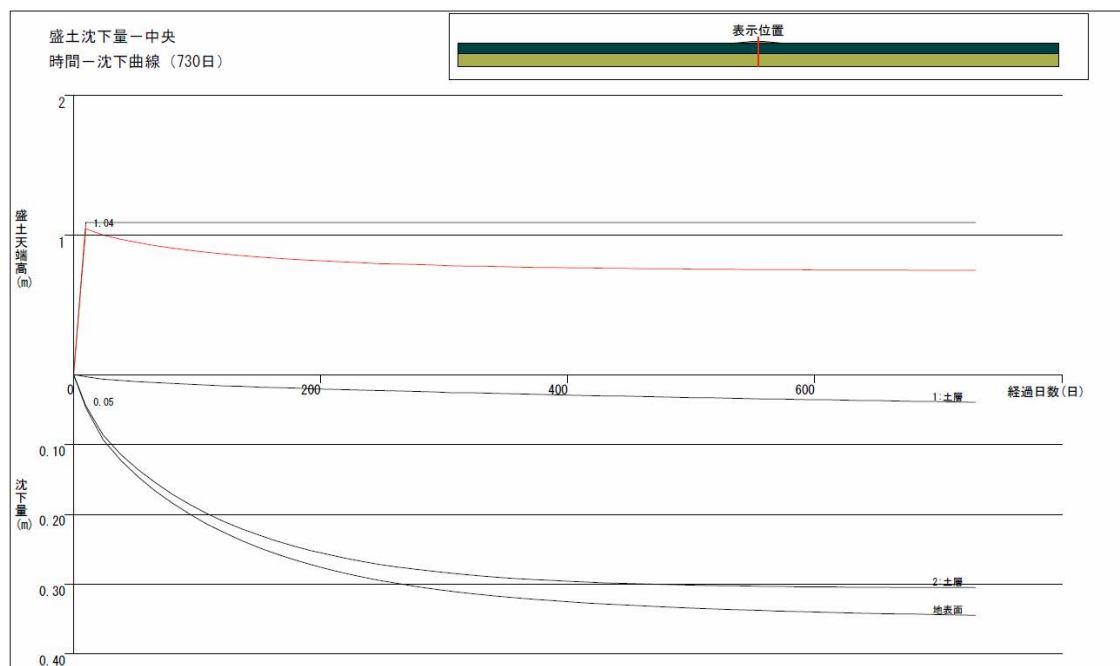


図 2.28 盛土沈下量の計算結果(盛土高・各層沈下量の時間変化)

3) 堰き止め工の断面構造の検討

① 築堤材料の検討

「1.2 落合沼における泥炭の堆積状況調査結果」より、落合沼の表層から深度 30～40cm の範囲には腐植質泥炭層（ヨシ根茎密生）、その下層部には有機質粘土層が分布している。ただし、腐植質泥炭層からヨシ等根茎除去に要する労力を推算したところ、膨大な労力を必要とすることが予測された（p8 参照）。

一方、落合沼下層部に分布する有機質粘土層はヨシ等根茎を若干含むが、表層部の腐植質泥炭層よりもその量は遥かに少なく、水密性の高いコア材を容易に得ることができる。そのため、下層部から掘り出す労力は要するものの築堤に際する施工性を考慮すると、落合沼下層部に分布する有機質粘土層をコア材に用いることが望ましいものと考えられる。

また、落合沼の周辺工事において良質な粘土が発生した場合、それらを築堤材料として活用できる可能性もあることから、以降の検討では、落合沼下層部に分布する有機質粘土（以下、「落合沼下層土」という。）もしくは周辺工事で発生する可能性のある良質な粘土（以下、「周辺からの搬入土」という。）をコア材として使用することを基本として断面構造を検討する。

なお、植生回復を速やかに図る際にはヨシ根茎を多く含む土壌を用いることが効果的と考えられる。植生が回復することによって表面侵食防止、周辺景観との調和といった効果が期待できることから、腐植質泥炭層（ヨシ根茎密生）は遮水効果を必要としないコア材以外の盛土材、水抜き水路の埋め戻し土として活用していくこととする。

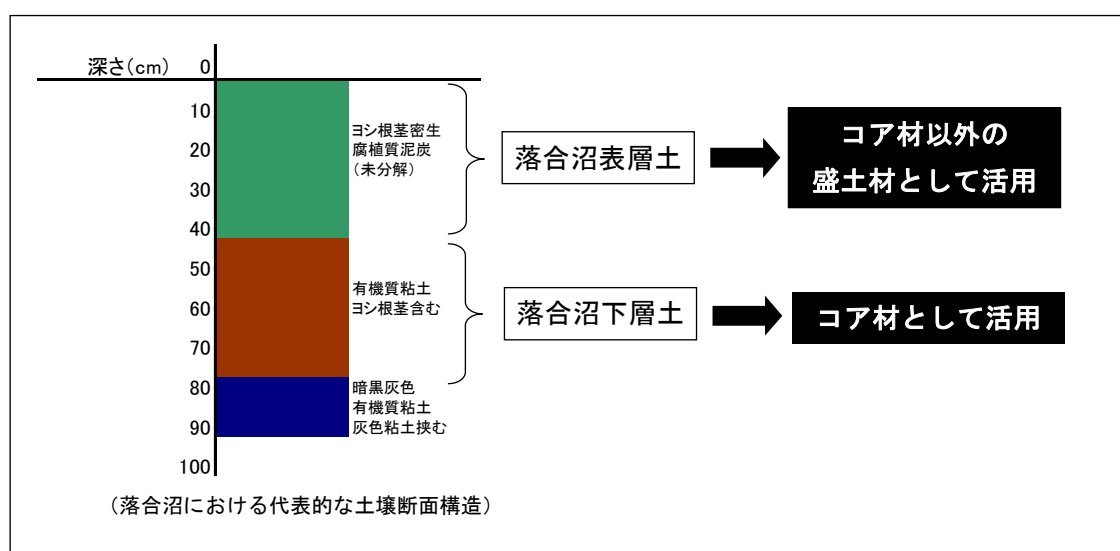


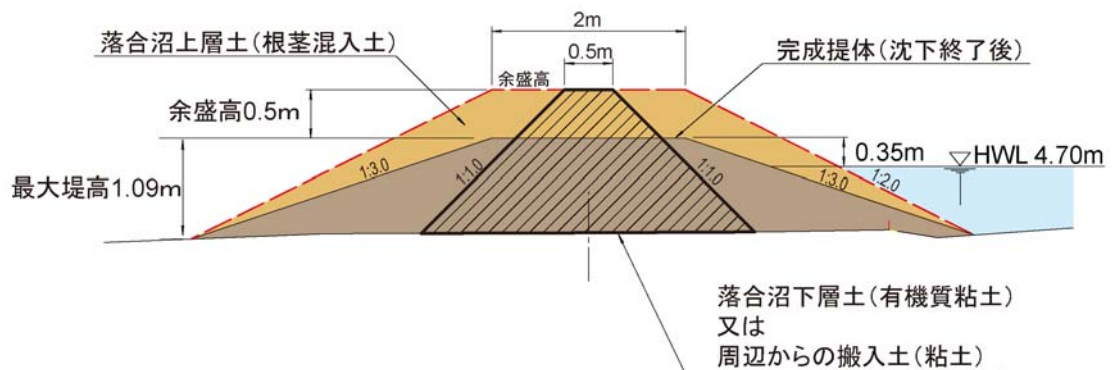
図 2.29 落合沼における堆積土壌と築堤材料の考え方

② 断面構造の検討

堰き止め工の断面構造の検討にあたっては、先に述べたA案、B案をもとに比較検討を行うものとする。さらにB案については、基礎杭によって圧密沈下をより抑制する案（C案）も加えて、工事に伴う自然環境への負荷、施工性、圧密沈下量、遮水性等について比較検討を行うこととした。以下に各案の概要を示す。

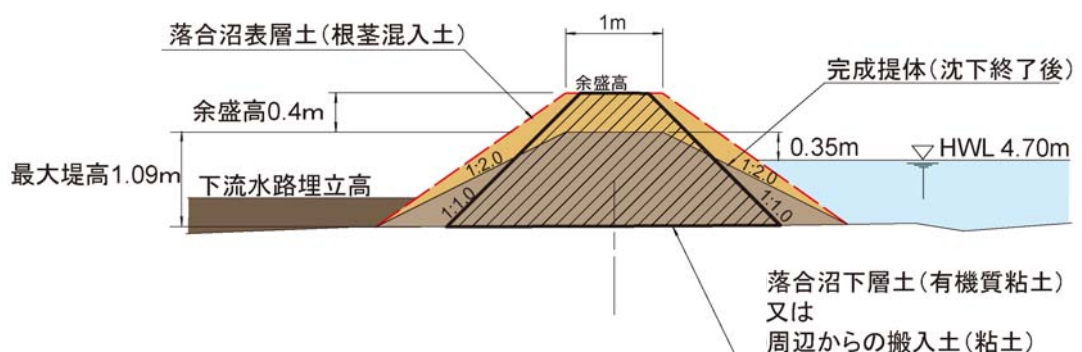
A 案

- ・ 断面形状：堤体単独で安定性を確保することを念頭において堤頂幅 2.0m、沈下終了後の法面勾配を 3 割として標準断面を設定。
- ・ 築堤材料：堤体中心部にコア材（不透水性ゾーン）として「落合沼下層土」または「周辺からの搬入土」を、その周辺部には「落合沼表層土」を盛り立てる構造とする。
- ・ 余 盛 高：圧密沈下量計算結果から最終沈下量は盛土中央部で 48.741cm と予測されることから、中央部の余盛高を 50cm とする。



B 案

- ・ 断面形状：圧密沈下量を少なくすることを重視し、堤体をできるだけ小さくする案として堤頂幅 1.0m、沈下終了後の法面勾配を 2 割とする標準断面を設定。その際、下流側の水抜き水路の埋め戻しを併用し、堤体の安定性を確保するための押え盛土として機能する構造とする。
- ・ 築堤材料：A案と同様、堤体中心部にコア材（不透水性ゾーン）として落合沼下層土または周辺からの搬入土を、その周辺部には根茎混入土を盛り立てる構造とする。
- ・ 余 盛 高：圧密沈下量計算結果から最終沈下量は盛土中央部で 37.100cm と予測されることから、中央部の余盛高を 40cm とする。



C案

- ・断面形状：堤体をできるだけ小さくするために、断面構造は堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割とし、堤体高は堰き上げに必要な最低限の高さを確保した構造とする。その際、下流側の水抜き水路の埋め戻しを併用し、堤体の安定性を確保するための押え盛土として機能する構造とする。
- ・築堤材料：木杭を堤体コア部に設置し、木杭の支持力によって沈下量を少なくする。木杭の長さは堤体設置位置において下層の粘性土付近まで達する 5m 以上とする（図 2.30 参照）。その際、ジオテキスタイルシートを木杭上及び堤体底面に敷設し、盛土による荷重と杭による支持力を分散させて不等沈下を防止する。
遮水性を高めるために、木杭天端高は満水位となる 4.7m としつつ、上流側には遮水シートをジオテキスタイルシート及び木杭上に敷設する。さらに盛土材は遮水性の高い落合沼下層土を用いる。
- ・余盛高：本構造とする場合は余盛を施さない。

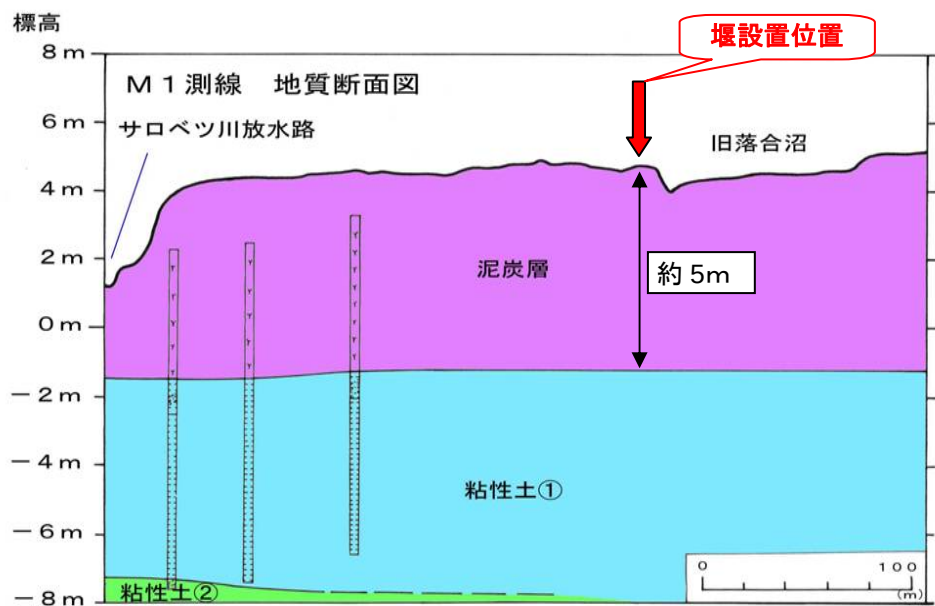
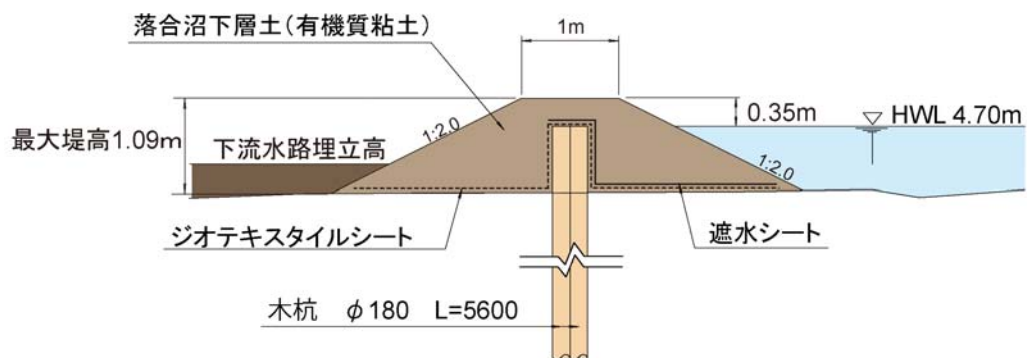


図 2.30 堰き止め工設置位置における地質断面図

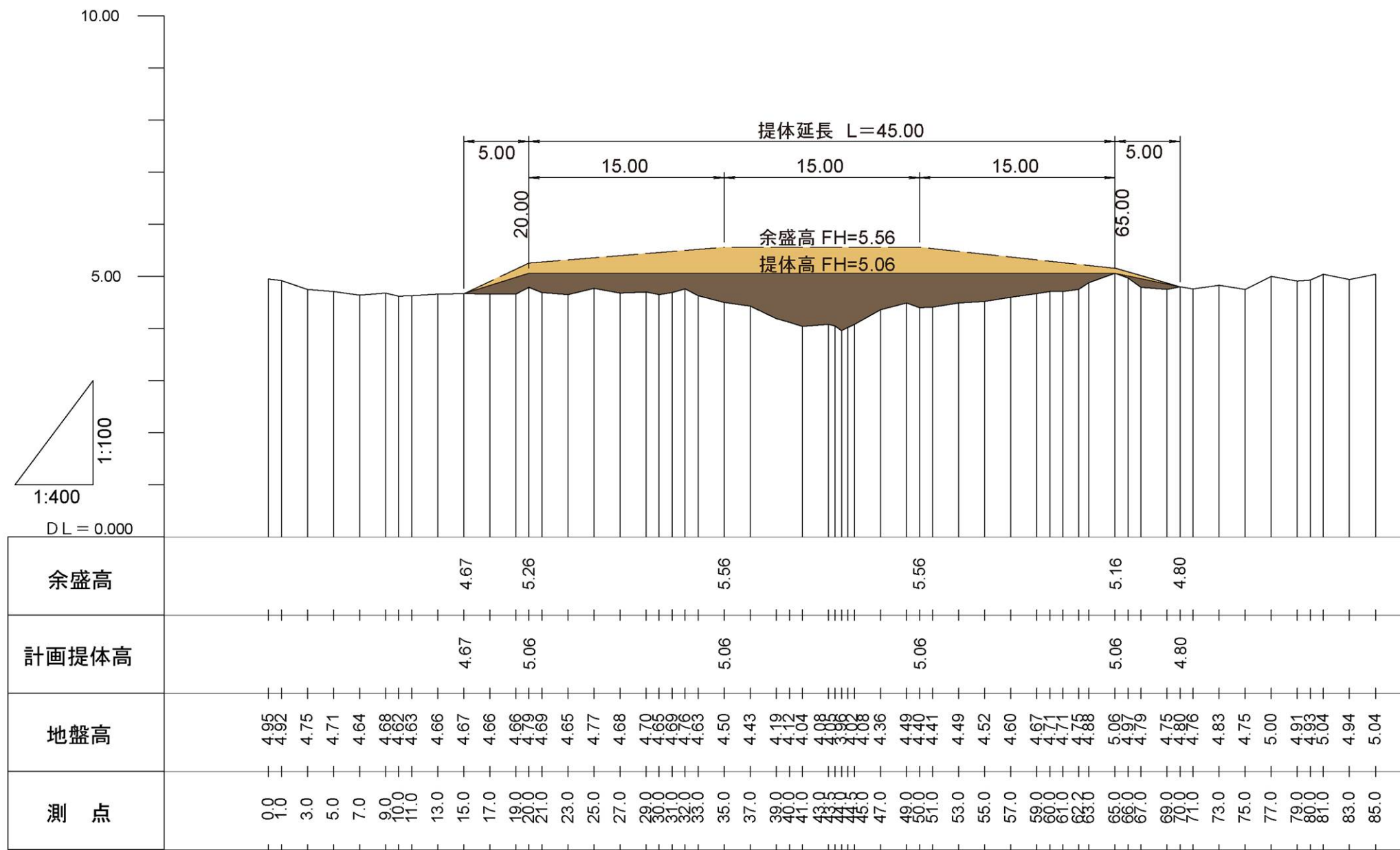


図 2.31 堤体縦断面図 A案

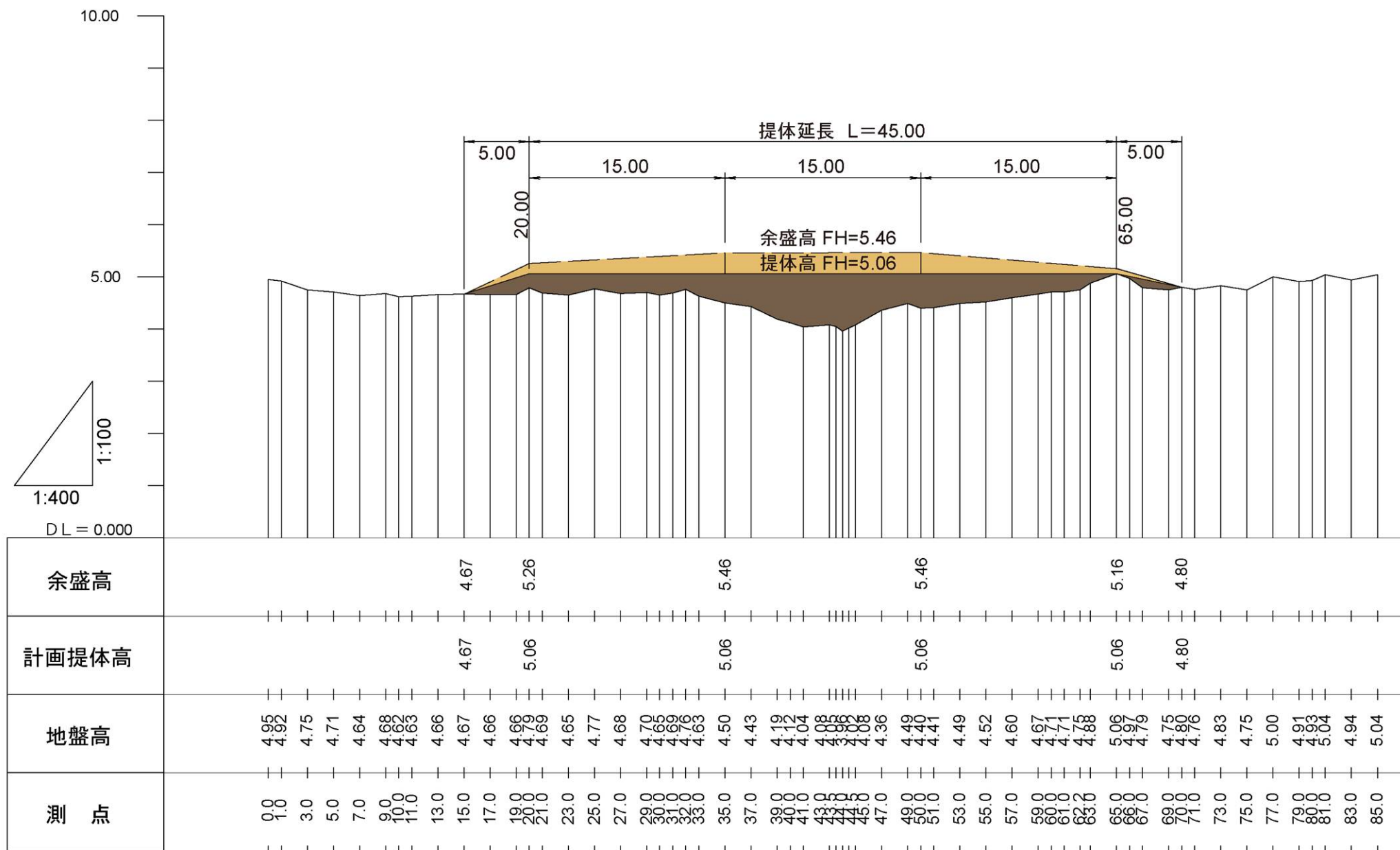


図 2.32 堤体縦断図 B案

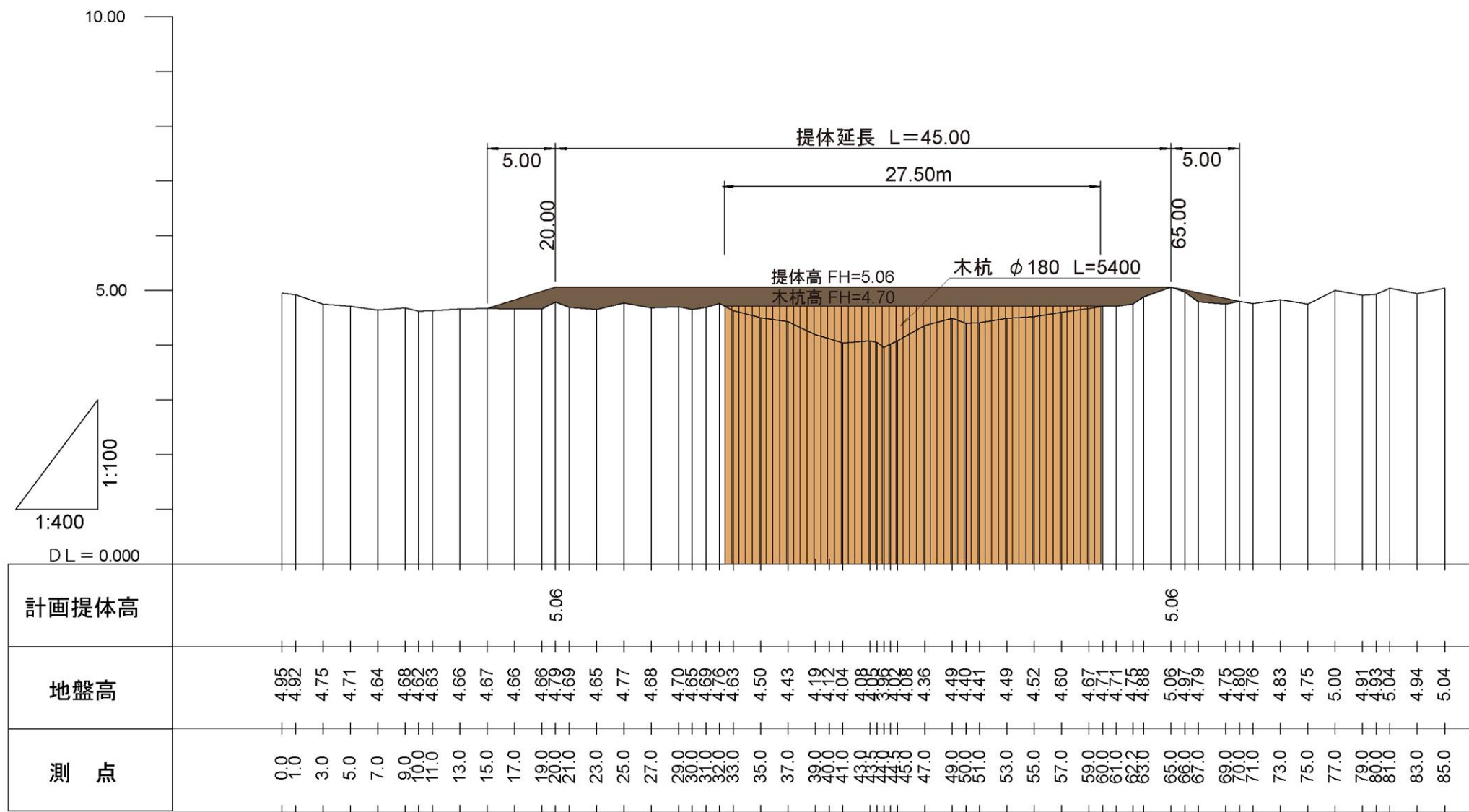
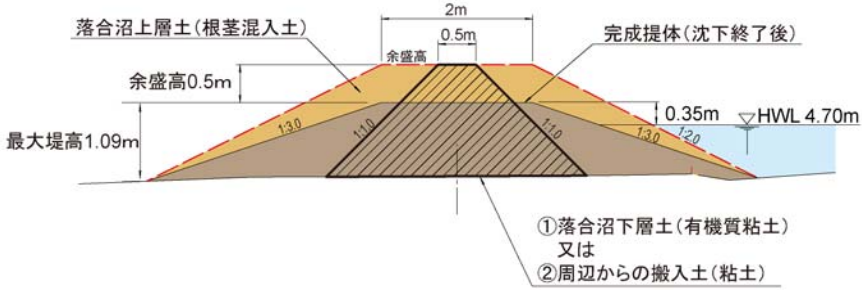
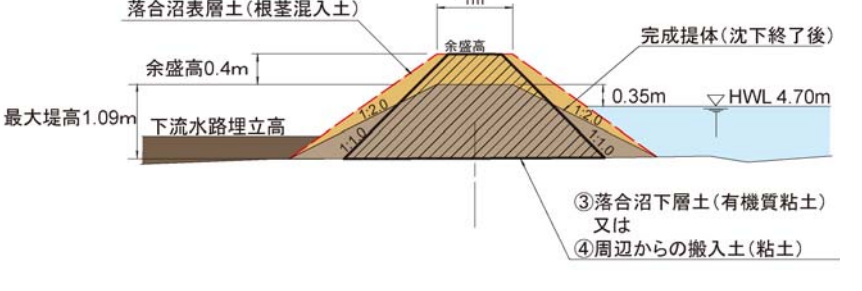
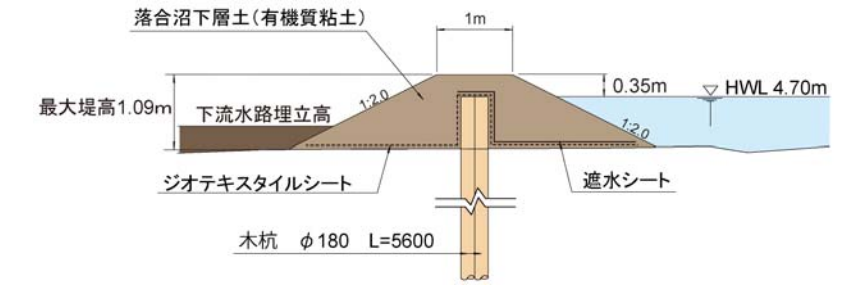


图 2.33 堤体縦断面図C案

堰き止め工の断面構造 比較検討表

	A 案（堤頂幅 2.0m）		B 案（堤頂幅 1.0m）		C 案（堤頂幅 1.0m、丸太杭・シート敷設）
断面構造					
特徴	断面形状：堤体単独で安定性を確保することを念頭において堤頂幅 2.0m、沈下終了後の法面勾配を 3 割として標準断面を設定。 余盛高：最終沈下量は盛土中央部で 48.741cm と予測されることから、中央部の余盛高を 50cm とする。		断面形状：圧密沈下量を少なくすることを重視し、堤体をできるだけ小さくする案として堤頂幅 1.0m、沈下終了後の法面勾配を 2 割とする標準断面を設定。下流側の水抜き水路の埋め戻しを併用し、堤体の安定性を確保するための押え盛土として機能する構造とする。 余盛高：最終沈下量は盛土中央部で 37.100cm と予測されることから、中央部の余盛高を 40cm とする。		断面形状：断面構造は堤頂幅 1.0m、法面勾配 2 割、堤体高は堰き上げに必要な最低限の高さを確保した構造とする。下流側水抜き水路の埋め戻しを併用し、堤体の安定性を確保するための押え盛土として機能する構造とする。 築堤材料：①木杭を堤体コア部に設置し、木杭の支持力によって沈下量を少なくする。木杭の長さは堤体設置位置において下層の粘性土付近まで達する 5m 以上とする。 ②ジオテキスタイルシートを敷設し、盛土による荷重と杭による支持力を分散させて不等沈下を防止する。 ③遮水性を高めるために、木杭天端高は満水位となる 4.7m としつつ、上流側には遮水シートをジオテキスタイルシート及び木杭上に敷設する。さらに盛土材には遮水性の高い落合沼下層土を用いる。 余盛高：本構造とする場合は余盛を施さない。
	①コア材：落合沼下層土	②コア材：周辺からの搬入土	③コア材：落合沼下層土	④コア材：周辺からの搬入土	
自然環境への負荷	落合沼湛水面となるエリアからの土壌採取となり、自然環境への負荷は小さい。（湛水エリアに希少種は確認されていない。）	・落合沼の掘削量は少なくなるが、もともと湿原内には存在しない外部からの材料を持ち込むこととなる。 ・搬入土量（約 60m ³ ）が多いことから、搬入路における湿原への負荷が大きくなる。	落合沼湛水面となるエリアからの採取となり、自然環境への負荷は小さい。A 案と比較して土工量も少ない。（湛水エリアに希少種は確認されていない。）	・落合沼の掘削量は少ないが、もともと湿原内には存在しない外部からの材料を持ち込むこととなる。 ・搬入土量（約 60m ³ ）が多いことから、搬入路における湿原への負荷が大きくなる。	・もともと湿原内には存在しない自然素材以外の材料を持ち込むこととなる。 ・木杭の運搬（約 300 本）に際して、搬入路における湿原への負荷が大きくなる。
	○	△	◎	△	△
施工性	現場で入手できる材料のみで築堤できるため材料の搬入は必要としない。ただし、根茎除去に手間を要する。	コア材の搬入に際してやや手間を要する。（約 60m ³ ）	現場で入手できる材料のみで築堤できるため材料の搬入は必要としない。ただし、根茎除去に手間を要する。	コア材の搬入に際してやや手間がかかる。（約 60m ³ ）	木杭の搬入・打ち込み（約 300 本）に際する手間がかかる。また、木杭の密集打ち込みは施工難易度がやや高い。
	○	○	○	○	△
遮水性	C 案と比較した場合、遮水の確実性はやや劣る。		C 案と比較した場合、遮水の確実性はやや劣る。		遮水機能は最も高いと考えられる。
	○		○		◎
沈下量	堤体が最も大きくなるため、圧密沈下量が大きくなると予想される。		A 案に比べると圧密沈下量は少なくなると予想される。		圧密沈下は最も少ないものと予想される（ただし、施工後の状況に応じた補修が不可欠）。
	△		○		◎
堰本体施工に必要な概算工事費（直工費）	2,500,000 円	2,100,000 円 （搬入土の購入費は含まず）	2,000,000 円	1,600,000 円 （搬入土の購入費は含まない）	3,700,000 円
評価			◎		○

※全体の概算工事費は p 59 参照。

4) 土工量の検討

① 築堤に必要な概算土量

前述した各案について、落合沼から築堤材を採取する場合に築堤に必要な土工量を平均断面法により算出した。その結果、概算土工量が最大となるA案において合計 163m^3 が築堤材として必要となる。

表 2.9 概算土工量計算結果

築堤材の種類	A 案（堤頂幅 2.0m）	B 案（堤頂幅 1.0m）	C 案（堤頂幅 1.0m）
落合沼表層土	97m^3	32m^3	0m^3
落合沼下層土	66m^3	64m^3	91m^3
合 計	163m^3	96m^3	91m^3

② 落合沼窪地から採取できる土量

自然再生のための築堤であることを考慮し、環境負荷の少ない土壌採取を念頭に置き、落合沼が人為的に水を抜かれて以降に堆積したと考えられるエリアからの築堤材の採取可能量を検討した。

落合沼の湛水予定エリアのうち、図 2.34 に示す土壌採取エリアにおいて、表層土の平均的な堆積厚である深さ 40cm で掘削した場合、採取可能量は $2,400\text{m}^3$ となる。さらに、コア材として使用できる下層土を仮に深さ 20cm で掘削した場合、採取可能量は $1,200\text{m}^3$ となる。

表 1.6 に示したとおり、築堤に必要な土量は、最大で表層土が 97m^3 、下層土が 91m^3 であることから、築堤材は落合沼窪地から十分採取可能と考えられる。

- ・ 表層土採取可能量： $6,000\text{m}^2 \times 0.4\text{m} = 2,400\text{m}^3$
- ・ 下層土採取可能量： $6,000\text{m}^2 \times 0.2\text{m} = 1,200\text{m}^3$



図 2.34 土壌採取エリア

(4) 溢水路の検討

1) 溢水路の整備方針

溢水路跡の測量によって得た微地形情報をもとに溢水路の整備方針を検討した。

溢水した流水による浸食から堰き止め工堤体を保護するため、堤体方向への逆流は回避し、水抜き水路跡方向へ流下させるように溢水路跡の小規模な造成を実施する。

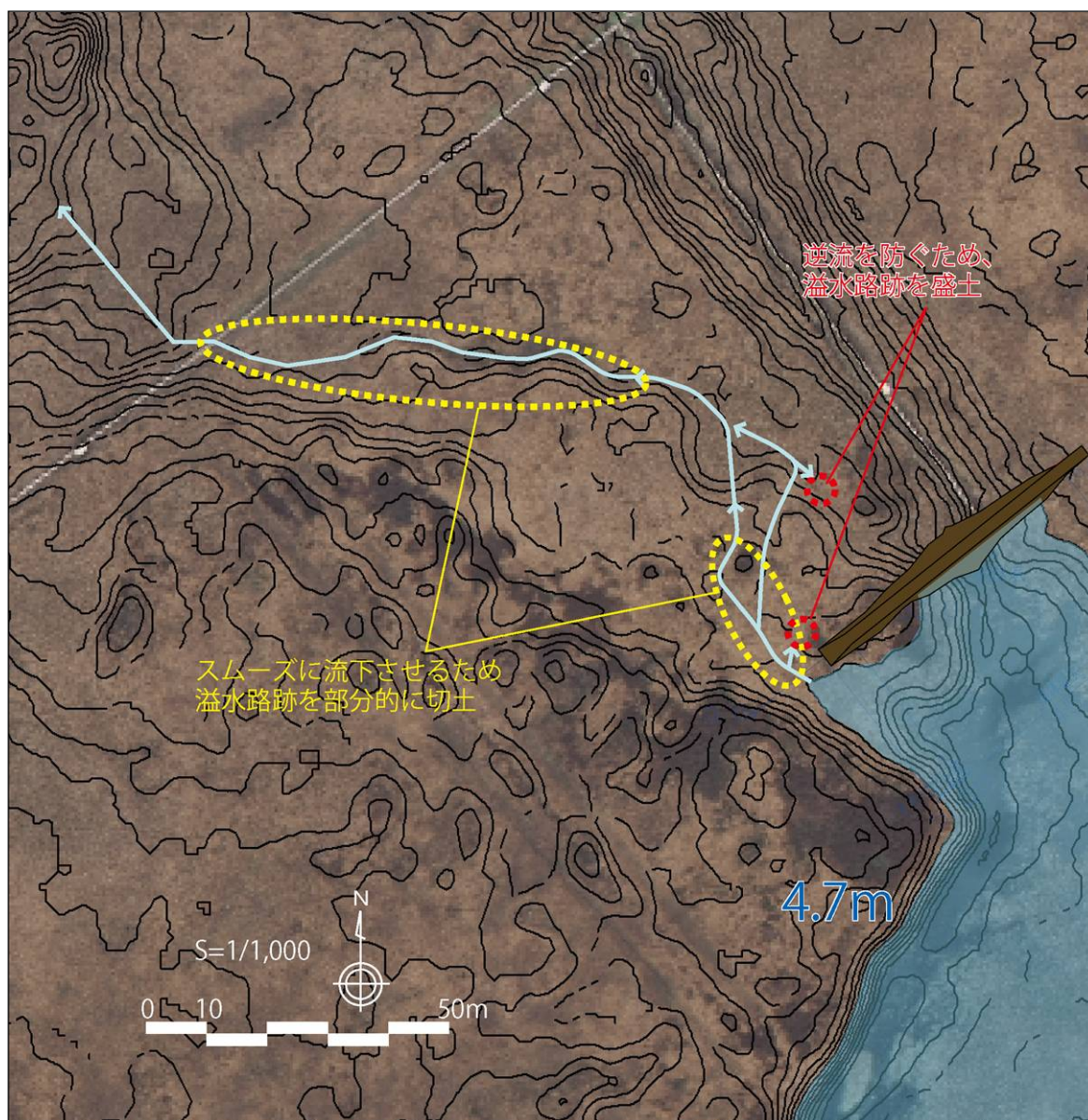


図 2.35 溢水路計画図

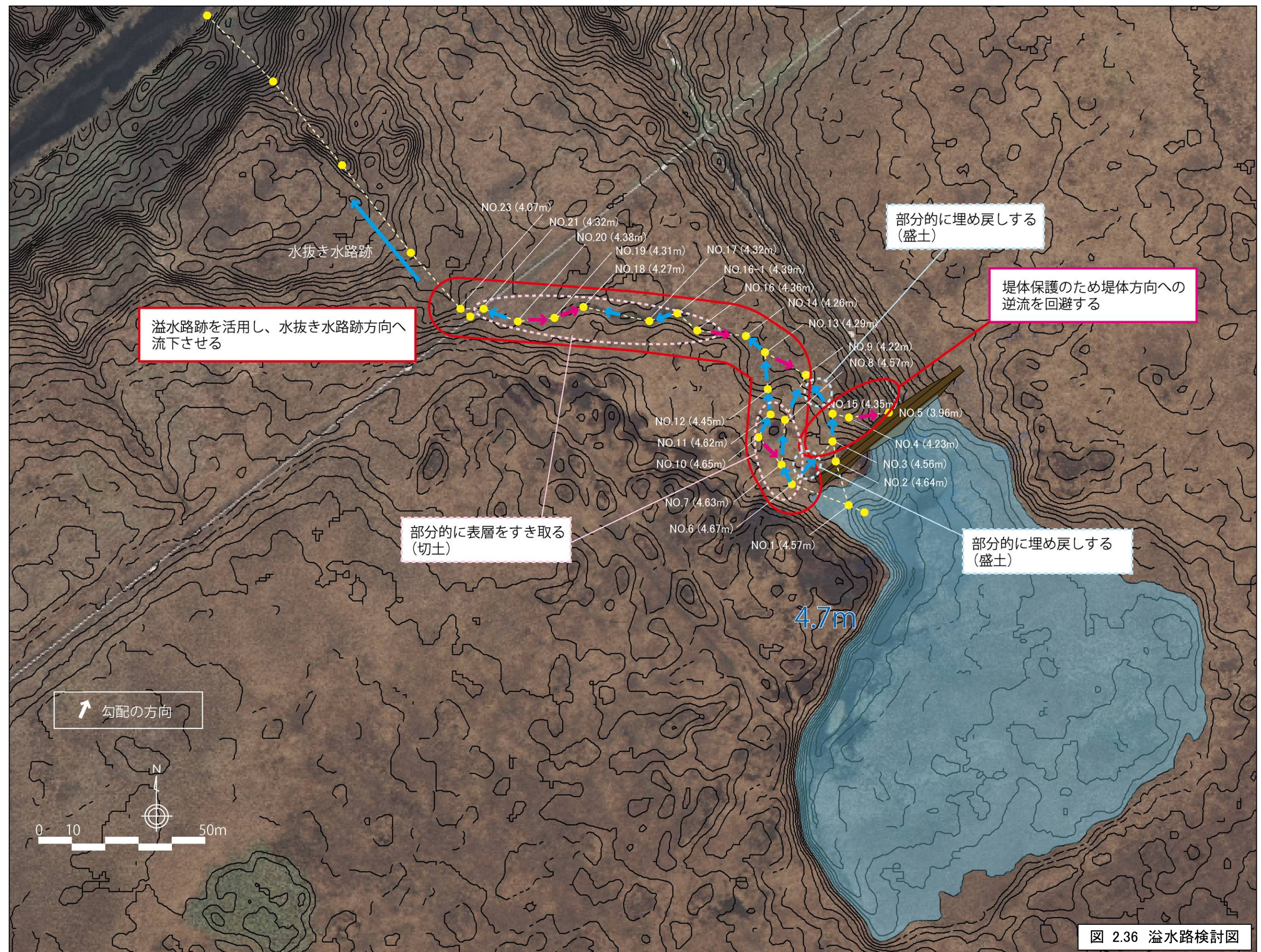


図 2.36 溢水路検討図

2) 溢水路の流下能力の検討

過年度（2006 年）の仮堰上げ実施後の水位観測結果をもとに最高水位時の越流量を算出し、この値を堰き止め工施工後の最大溢水量と仮定して溢水路の流下能力を検討した。

① 仮堰上げ時の最大越流量の算出

仮堰上げ実施後の水位観測期間中における最高水位をもとに越流量を算出した。水位観測結果の概要は以下のとおりである。

- ・ 水位観測期間：2006 年 5 月 17 日～2006 年 12 月 14 日
- ・ 越流部の標高：4.626m
- ・ 観測期間中の最高水位：4.729m（※）

※2006 年 10 月 19 日に観測 → アメダス豊富地点の降水量は 71mm/日（確率雨量 1/2.75）
36mm/h（確率雨量 1/10）

過去 30 年（1980 年 1 月～2009 年 12 月）の観測期間において日降水量は 10 位にあたる（表 1.10 参照）。

- ・ 観測期間中の最大越流水深 $h = 0.103\text{m}$

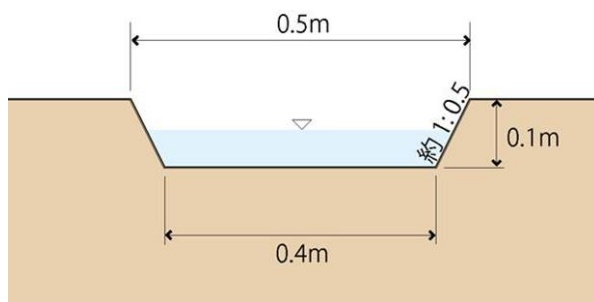
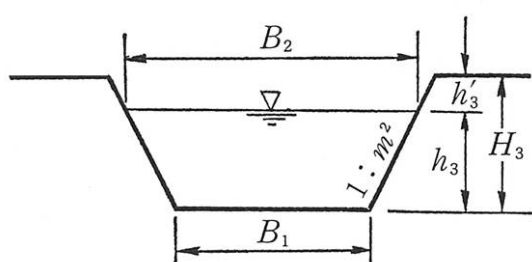


表 2.10 過去 30 年間の日降水量 1～10 位
(1980 年 1 月～2009 年 12 月)

順位	日降水量(mm)	観測日
1位	86	1999年7月30日
2位	84	1982年7月12日
3位	83	2004年7月28日
4位	82	2000年10月9日
5位	80	1985年10月22日
6位	78	1988年8月25日
7位	75	1990年9月3日
8位	73	2001年9月10日
9位	72	1989年9月28日
10位	71	2006年10月19日

仮堰の切り欠き形状である台形の水通し断面の流量計算式として、「河川砂防技術解説基準（案）同解説，設計編Ⅱ」より、以下の式を用いて越流量を試算した。

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot \sqrt{2g} \cdot (3B_1 + 2B_2) h_3^{3/2}$$



Q : 対象流量 (m^3/s)
 C : 流量係数 (0.60～0.66、一般に 0.6 を用いる)
 g : 重力の加速度 ($9.8\text{m}/\text{s}^2$)
 B_1 : 水通しの底幅 (m)
 B_2 : 越流水面幅 (m)
 h_3 : 越流水深 (m)
 m_2 : 袖小口勾配

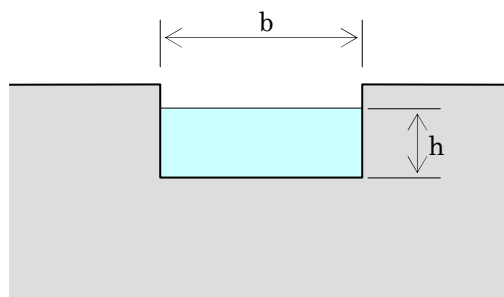
なお、袖小口勾配 $m_2 = 0.5$ 、 $C = 0.6$ の場合には、次式となる。

$$Q \div (0.71 h_3 + 1.77 B_1) h_3^{3/2}$$

水位観測期間中の最大越流水深は $h_3 = 0.103\text{m}$ であったことから、上記公式による観測期間中の最大流量は $Q_{\max} = 0.026\text{m}^3/\text{s}$ となる。

また、堰の越流量計算式として、四角堰の流量と断面の関係を示すフランシスの公式を用いて最大越流量を試算した。

フランシスの公式 $Q = 1.84 \times (b - 0.2 \times h) \times h^{3/2} \times 60$



Q : 流量 (m³/min)
b : 切欠の幅(m)
h : せきの越流水深(m)

落合沼仮堰の切欠き幅の上端幅をとって $b=0.5\text{m}$ とした。最大越流水深は $h=0.103\text{m}$ であったことから、上記公式による水位観測期間中の 最大流量は $Q_{\max}=1.750\text{m}^3/\text{min}$ ($0.029\text{m}^3/\text{s}$) となる。

② 溢水路の流下能力の検討

越流量の算出結果より、安全側を考慮し、想定される溢水量を $0.029\text{m}^3/\text{s}$ と仮定して溢水路の断面構造、勾配で流下可能かどうかを検討した。流下能力の算定に用いる流量計算式はマニング式を用いた。

$Q = A \cdot V$ マニング式 $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

Q : 流量 (m ³ /s)	A : 流水断面積 (m ²)
V : 流速 (m/s)	n : 粗度係数
R : 径深 (m)	I : 勾配

なお、落合沼から溢水して堤体横の溢水路を流下した後は、現況の自然地形に応じて流路が分岐するなど複雑な流路形態になると考えられる。そのため、堤体横の溢水部分における断面形状と勾配をもとに溢水路の流下能力を算定した。

$R=0.042\text{m}$ (図 2.38 溢水路横断面図より算定)

$I=0.005$ (図 2.39 溢水路縦断面図より 0.5% 勾配)

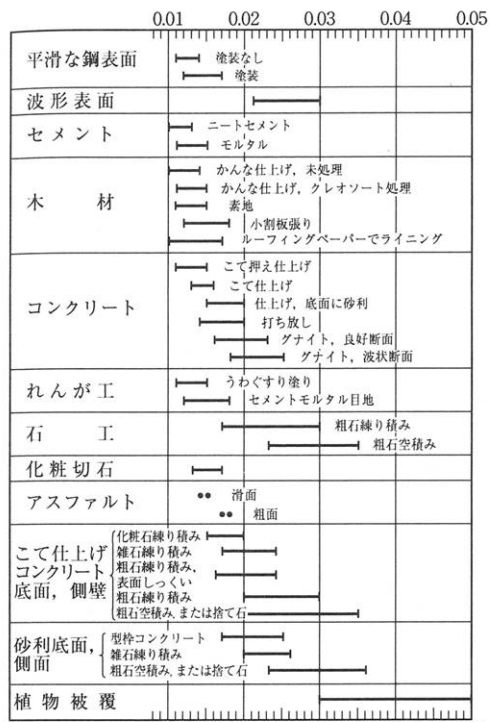
$n=0.08$ (図 2.40 より自然流路で雑草等がある場合の粗度係数を設定)

上記条件のとき、マニング式により $V=0.107\text{m/s}$ となる。また、 $A=0.333\text{m}^2$ (図 2.38 溢水路横断面図より CAD 上で測定) となる。

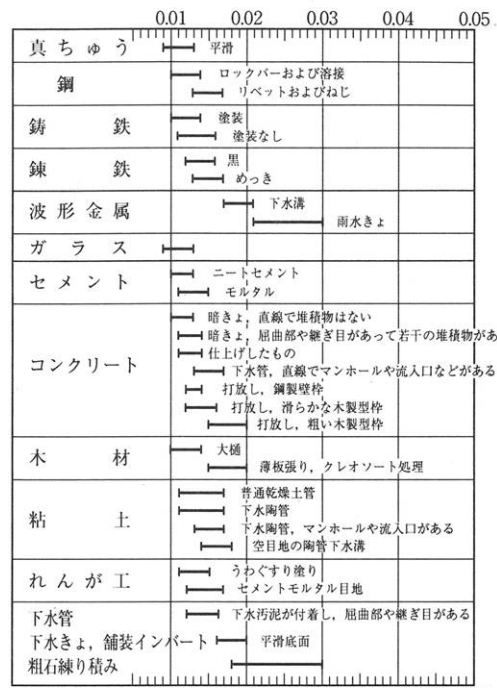
$$Q = 0.333 \times 0.107 = 0.036 \text{ m}^3/\text{s} > \text{最大溢水量 } 0.029 \text{ m}^3/\text{s}$$

想定される溢水量は $0.029\text{m}^3/\text{s}$ であり、これに対し溢水路の流下能力は $0.036\text{m}^3/\text{s}$ となり、安全率は 1.24 と十分な余裕をもっている。

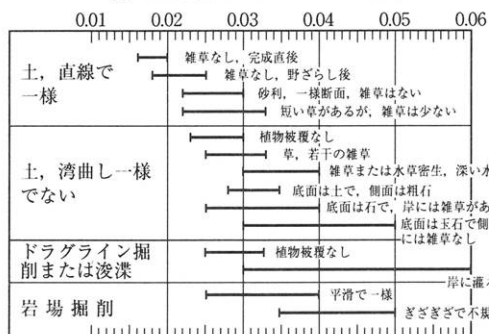




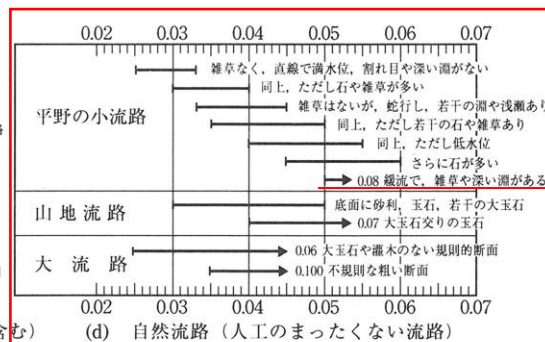
(a) 自由表面をもって流れる暗渠



(b) ライニングするか、あるいは組み立てた水路



(c) 掘削または浚渫水路 (築堤による水路改修河川を含む)



(d) 自然水路 (人工のまったくない水路)



(e) 高水敷

※「水理公式集」(土木学会, 平成 11 年度版) より引用

図 2.40 Manning の粗度係数 (n)

2.4.2 工事用進入路及び施工機械の検討

(1) 工事用侵入路候補地におけるコーン試験結果

工事用進入路は、高層湿原を回避しながら落合沼へアクセスする最短ルートと、既設木道に沿ってアクセスする迂回ルートの2パターンが考えられる。そこで工事用進入路及び築堤材を採取する落合沼の窪地において、地盤の硬軟の程度による建設機械のトラフィカビリティ（走行性）を判定するため、ポータブルコーン貫入試験を実施した。

アクセスルート及びポータブルコーン貫入試験地点を図 2.41 に、試験結果の概要を表 1.12 に示す。

- ・ ポータブルコーン試験結果から全調査地点において走行に必要な抵抗値が $q_c=200$ (kN/m²) 以下であったことから建設機械での夏季施工は困難と考えられる。
- ・ 泥炭地は冬季においても凍結していないと考えられることから、建設機械が湿原上をそのまま走行することは困難と考えられる。

表 2.11 建設機械の走行に必要なコーン貫入抵抗

建設機械の種類	ポータブルコーン貫入試験によるコーン貫入抵抗 q_c (kN/m ²)	建設機械の接地圧 (kN/m ²)
超湿地ブルドーザ	200 以上	15 ~ 23
湿地ブルドーザ	300 "	22 ~ 43
普通ブルドーザ (15t 級程度)	500 "	50 ~ 60
普通ブルドーザ (21t 級程度)	700 "	60 ~ 100
スクレープドーザ	600 " (超湿地型は 400 以上)	41 ~ 56 (27)
被けん引式スクレーパ (小型)	700 "	130 ~ 140
自走式スクレーパ (小型)	1000 "	400 ~ 450
ダンプトラック	1200 "	350 ~ 550

表 2.12 ポータブルコーン貫入試験結果の概要

試験地点NO	コーン貫入抵抗 q_c (kN/m ²) の範囲※2
1	25 ~ 136
2	25 ~ 130
3	25 ~ 60
4	31 ~ 101
5	31 ~ 150
6	73 ~ 171
7	9 ~ 81
8	45 ~ 164

※2：貫入深さ 2.0m における 10cm ごとの測定値の範囲

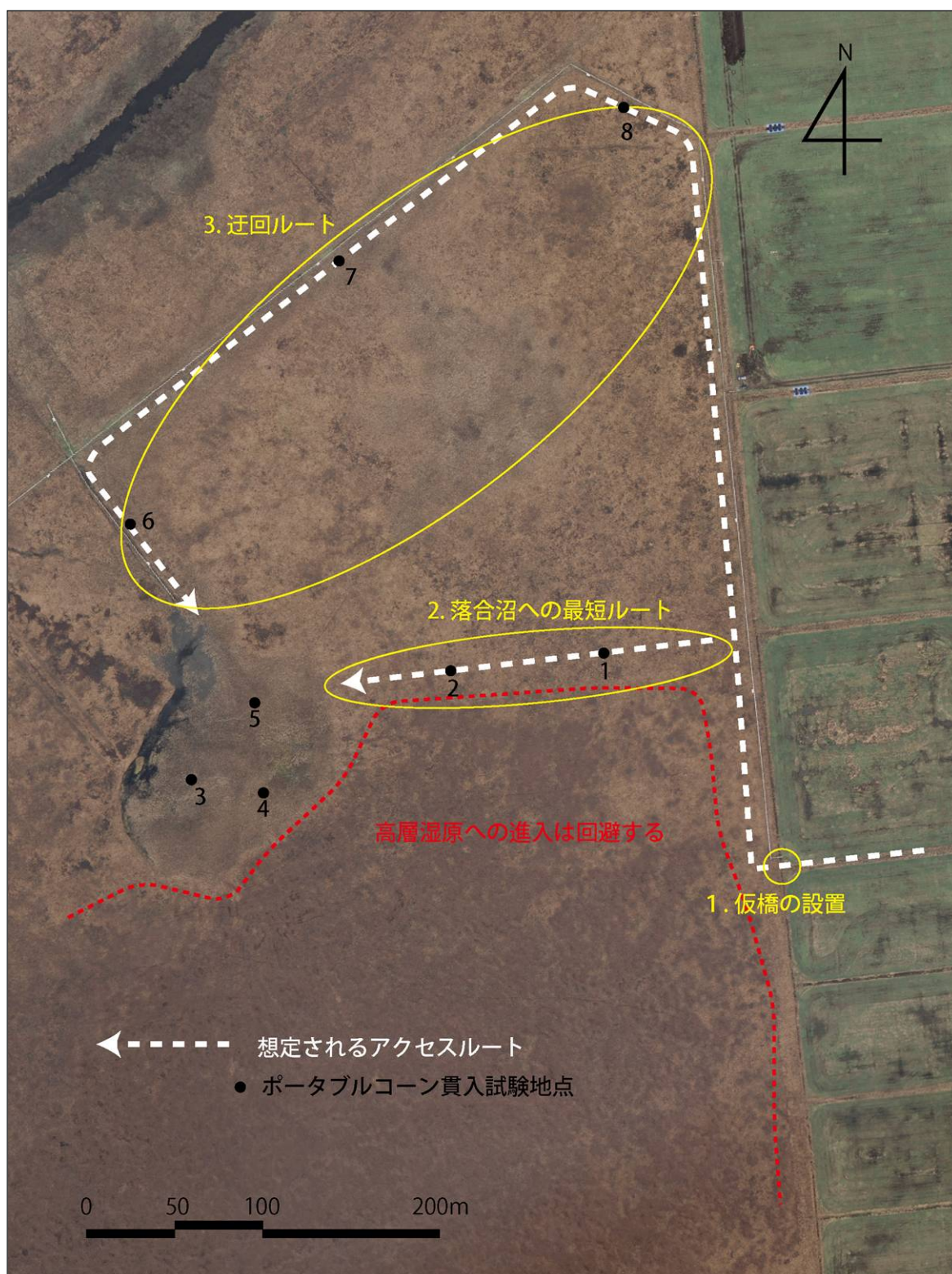


図 2.41 アクセスルート及びポータブルコーン貫入試験地点

(2) 湿原における冬季施工に関するヒアリング結果

豊富地域において冬季に泥炭の掘削を行っている施工業者に、湿原における冬季施工についてヒアリングを実施した。「ニッテンピート」（母体は日本甜菜製糖株式会社）という会社のもとで、地元施工業者が工場の管理と掘削を行っている。）

- ・ヒアリング実施日：平成 22 年 1 月 13 日、21 日
- ・ヒアリング対象：株式会社 佐々木組 担当：専務取締役 佐々木 秀一
北海道天塩郡豊富町東三条 7 丁目
電話 0162-82-1101 FAX0162-82-1125
メール：kikuchi@kk-sasakigumi.co.jp
- ・ヒアリング実施者：アジア航測株式会社 岩田

ヒアリング結果の概要は以下のとおりである。

1. 泥炭掘削作業に際する雪道の概要について

- ・冬季の泥炭掘削は通常 2 月に行う。そのため、1 月に湿原上へ泥炭運搬用の雪道をつくる。
- ・運搬作業は 10 t トラックによる。雪道の規格は高さ 2.0m、幅員 5.0m 程度である。交互通行ができるように幅員 7.0m 程度の退避場を部分的に設けている。
- ・泥炭の運搬作業は 10 t トラック 3 台でまわしており、1 日に 12 回程度往復する。運搬作業は 2～3 週間実施する。作業にあたって雪道が沈下することはない。

2. 泥炭掘削作業に際する雪道の施工方法について

- ・周辺に積雪している雪を超湿地ブルドーザによって寄せ集める。その後、バックホウで圧雪する。2～3 層に分けて各層でバックホウを走行させて転圧する。ただし、寄せ集めるだけでは雪量が足りないため、別途、雪を運搬して敷き均している。
- ・通常、泥炭地は冬季においても凍結していない。雪集め作業の際、地盤が緩いところでは超湿地ブルドーザでも動けなくなることが稀にある（そのときはバックホウで引き上げている）。
- ・造成後、散水することで雪道を凍結させている。4 t トラックにタンクを積み、川などから水をポンプで採水して雪道上に散水する。タンクに散水装置を取り付けている。
- ・氷点下にならないと凍結しないため、散水作業は、夜間の気温が氷点下になる前日の夕方に行う。気温があがる日中に散水すると、雪が解けてしまう。
- ・雪道の使用後は、圧雪した雪が溶け易くなるように、バックホウで解体して敷き均す作業を実施している。

(3) 工事中進入路における仮設道（雪道）の検討

泥炭掘削地における湿原での冬季施工の実態を参考に、湿原植生の保護と軟弱地盤施工の両立のため、工事中仮設道として雪道を造成する。本工事は泥炭掘削作業のように大型車両による頻繁な運搬にはならないことから、小型バックホウ（平積 0.2m^3 ）による掘削作業を想定し、雪道の高さは 0.5m 、雪道の幅員は 4.0m とする。また、バックホウが落合沼まで進入・退出する時は頻繁な往復とならないため、養生方法として鉄板を移設しながら進入する方法を採用する。

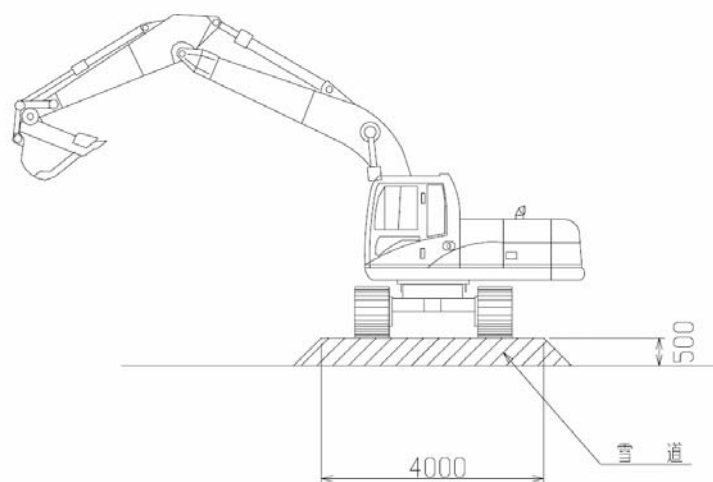


図 2.42 雪道の標準断面図

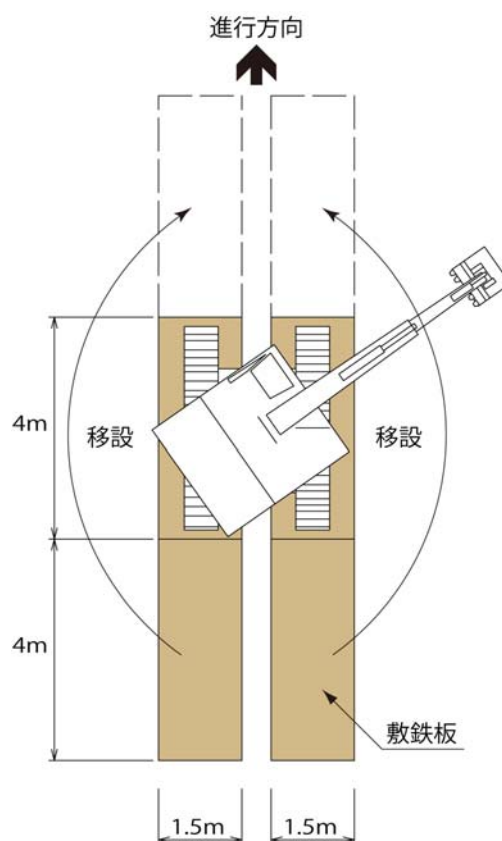


図 2.43 鉄板移設道平面図

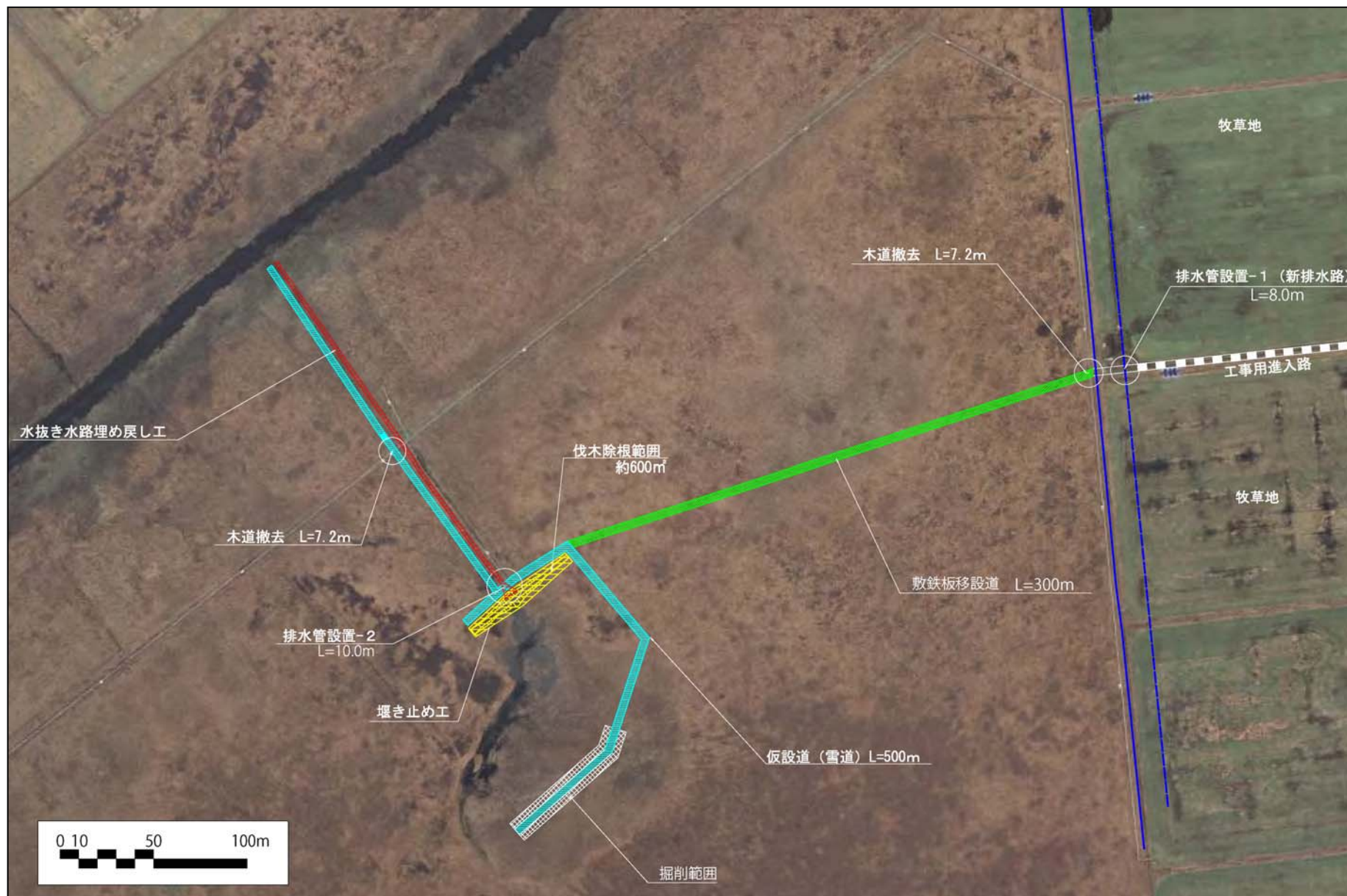
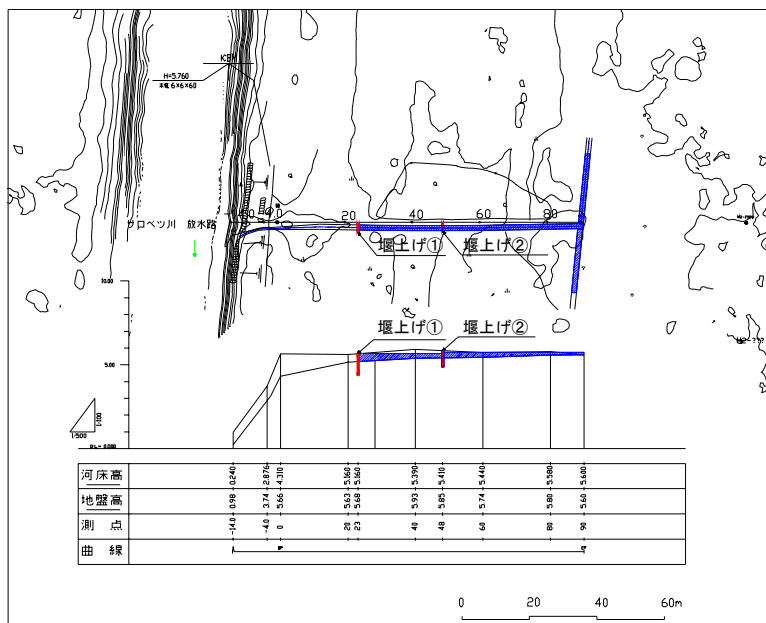
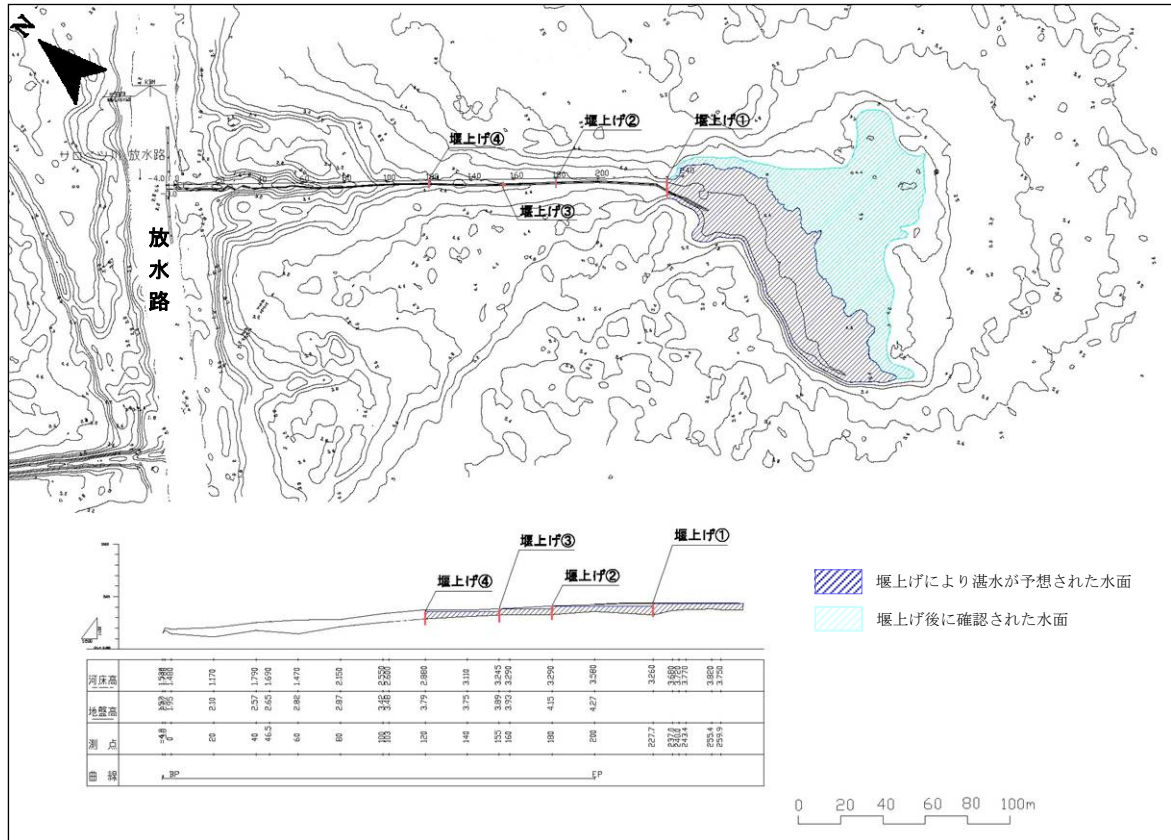


図 2.44 仮設道計画図(案)

2.5 水抜き水路の埋め戻し土量の検討

仮に水抜き水路を埋め戻すと想定した場合、必要な土量を断面測量結果をもとに平均断面法により算出した。算出結果は以下のとおりである。

- ・ 落合沼水抜き水路（水抜き水路①） 埋め戻し量・・・253 m³
 - ・ 標準的な水抜き水路（水抜き水路②） 埋め戻し量・・・39 m³
- 埋め戻し量合計・・・292 m³（根茎混入土で可）



（上図：水抜き水路①

下図：水抜き水路②）

図 2.45 水抜き水路縦断面図

表 2.13 土量計算書(水抜き水路①)

測 点	断面積 (m^2)	埋め戻し土			備 考
		① 平均断面積 (m^2)	② 距 離 (m)	①×② 体積(m^3)	
0.00	0.29				
5.00	1.72	1.0	5.00	5.0	
20.00	2.33	2.0	15.00	30.0	
40.00	2.28	2.3	20.00	46.0	
60.00	1.35	1.8	20.00	36.0	
80.00	1.06	1.2	20.00	24.0	
100.00	0.56	0.8	20.00	16.0	
120.00	0.77	0.7	20.00	14.0	
140.00	0.52	0.6	20.00	12.0	
160.00	0.84	0.7	20.00	14.0	
180.00	0.90	0.9	20.00	18.0	
200.00	0.79	0.8	20.00	16.0	
220.00	0.73	0.8	20.00	16.0	
228.00	0.6	0.7	8.00	5.6	
		合 計		252.6	

表 2.14 土量計算書(水抜き水路②)

測 点	断面積 (m^2)	埋め戻し土			備 考
		① 平均断面積 (m^2)	② 距 離 (m)	①×② 体積(m^3)	
0.00	1.11				
20.00	0.51	0.8	20.00	16.0	
40.00	0.26	0.4	20.00	8.0	
60.00	0.27	0.3	20.00	6.0	
80.00	0.32	0.3	20.00	6.0	
89.50	0.33	0.3	9.50	2.9	
		合 計		38.9	

3. 泥炭採掘跡地植生回復工の設計

3.1 泥炭採掘跡地における植生拡大の推移

工場で濾し残されて戻された泥炭残さが厚く堆積した採面では、植生が比較的早く定着した箇所と長期間に渡り裸地状態であった箇所がみられた。裸地状態が続いている箇所では、植物の生育阻害要因（乾燥、表層の攪乱、熱）が強いため、人為的に生育阻害要因を緩和して植物の定着を促すことが検討された。

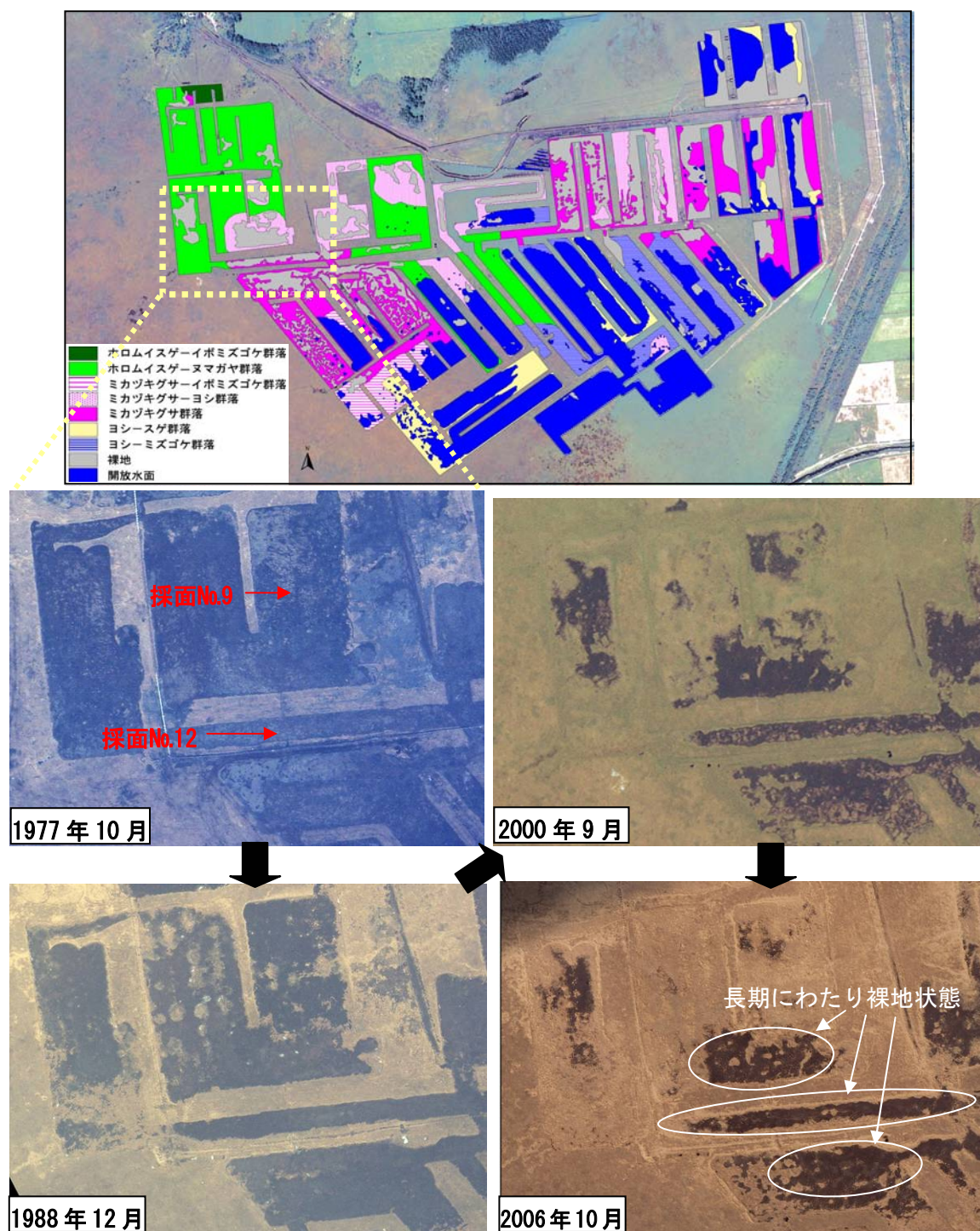
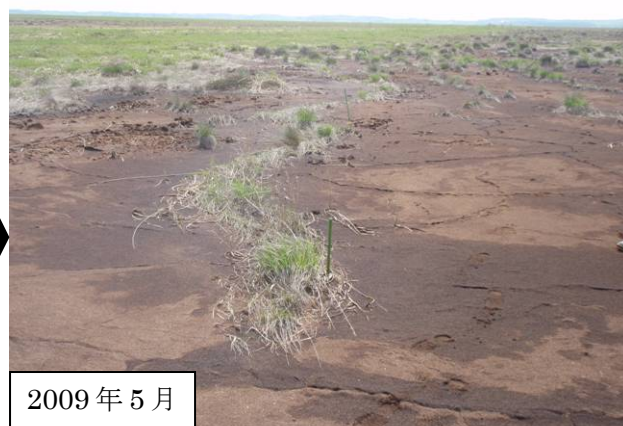
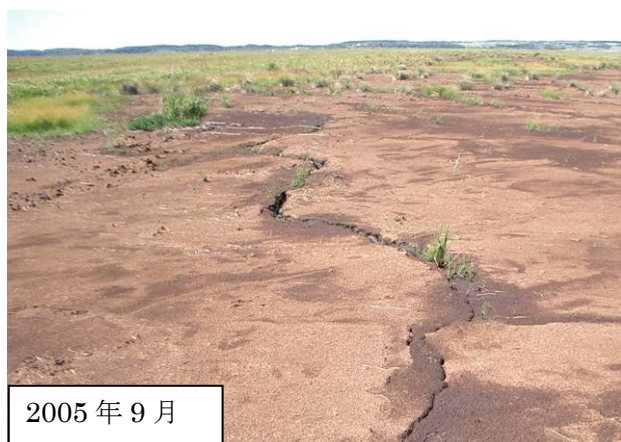
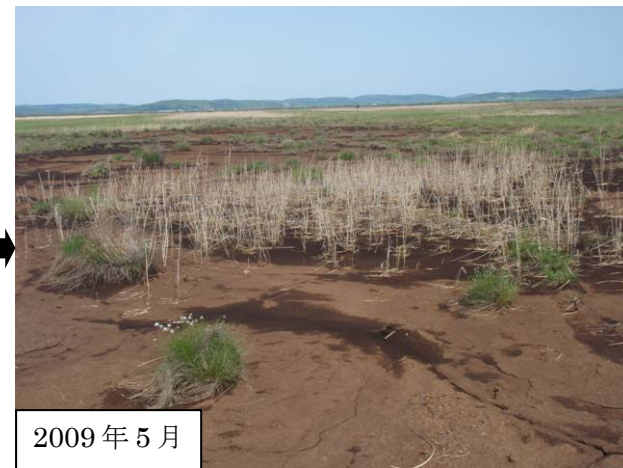


図 3.1 航空写真でみた泥炭採掘跡地における植生拡大の推移

一方、裸地状態が続いていた採面（採面No.12）を 2009 年に観察したところ、数年前と比べて植物の定着が進んでいる傾向が観察された。



亀裂に沿って植物が定着・拡大している。背後の植生も増加している。



ヨシの密度が増加している。前面及び後背のスゲ類の分布も増加している。



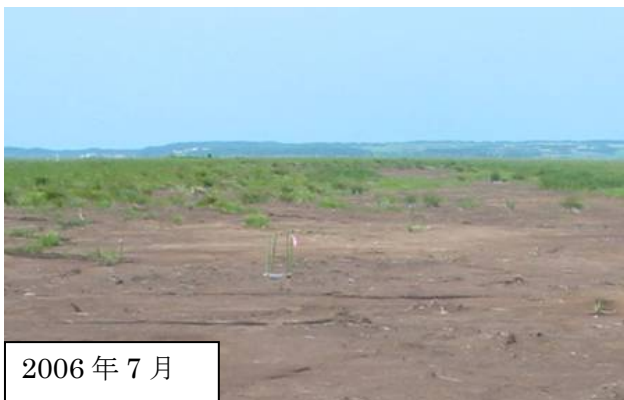


2005 年 11 月

点在するスゲ類が増えている。

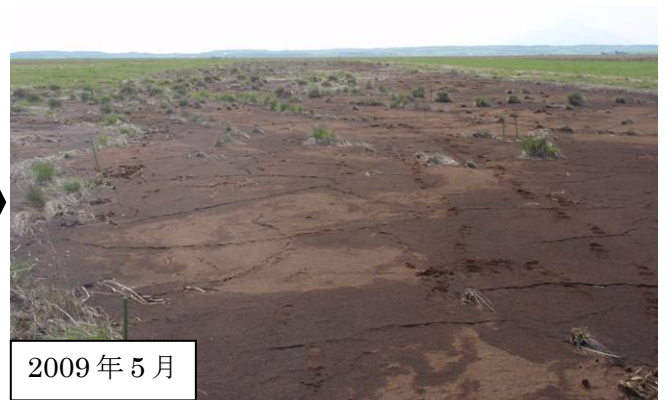


2009 年 5 月

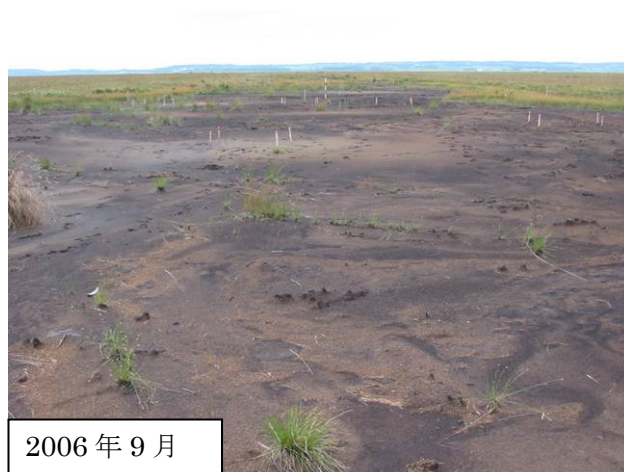


2006 年 7 月

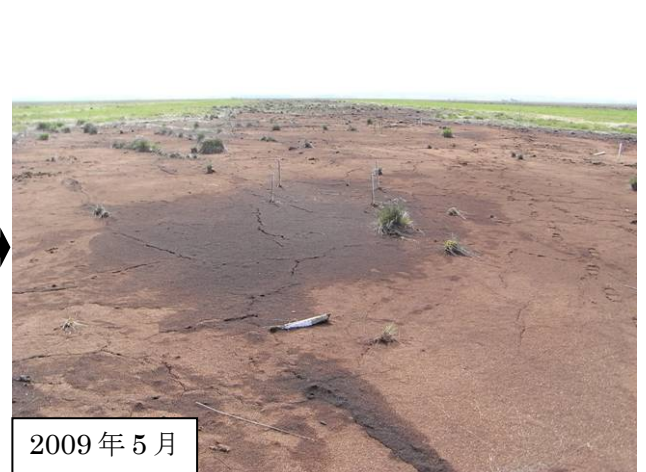
点在するスゲ類が増えている。



2009 年 5 月



2006 年 9 月



2009 年 5 月

過年度調査によると、採面No.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No.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、採面No.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こと、ただし、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ことが指摘されていた。

2009 年の観察では、採面No.12 の裸地には過去に比べて植生が増加している様子がみられた。この採面においても、何らかの環境条件が整って植生の増加軌道に乗った可能性もある。

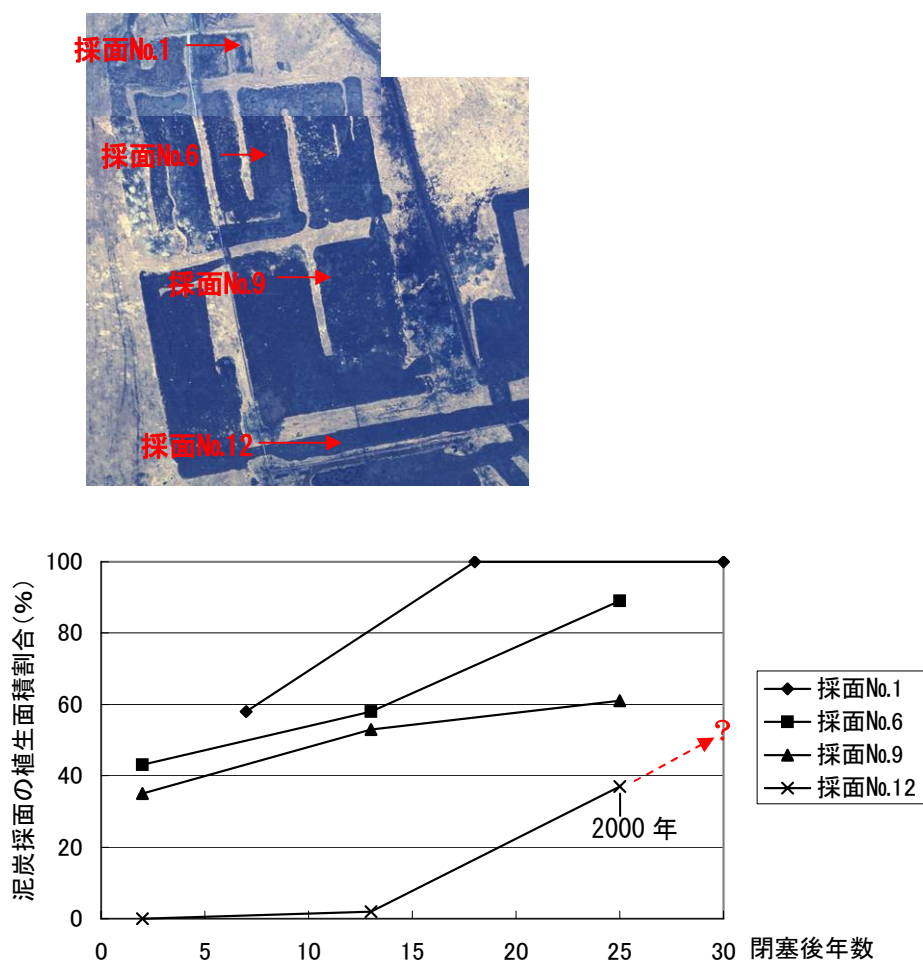


図 3.2 採面における植生面積の推移

「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）」

より引用

3.2 植生回復工候補地の選定

前述したように、長期間にわたり裸地状態にある採面においても、本年は植物の増加が確認されている。このまま植物の定着が進行し続ける可能性もあることから、植生回復工の施工は、植生の推移を見ながら、自然の回復を妨げないように慎重に行うことが望ましい。

この状況で植生回復工を施工するには、現在でも裸地が広がり、人為的に植物の定着を促す必要性が高い箇所を対象地とする必要がある。そこで、これまで裸地状態の典型的な採面として調査をしてきた採面No.12において、最も裸地が広がっている場所を選定した。



図 3.3 施工候補地

3.3 植生回復工候補地における植生および裸地の現況

過年度調査では、裸地における植物の主な生育阻害要因は表層の攪乱と土壤水分と推定されており（図 3.4）、これらを緩和するために各種の植生回復手法が提案されている。一方、表層の攪乱と土壤水分は地表の微細な凹凸に影響されるため、対象地内でも不均一であると考えられる。そこで、植生回復工の配置を検討するための基礎情報として、植物の生育状況と表層の攪乱の痕跡（水みち）の観察、土壤水分の計測を行った。

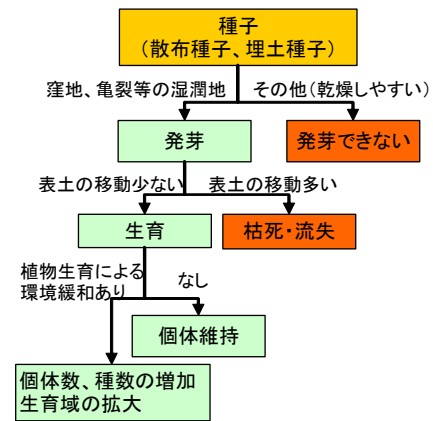


図 3.4 裸地における植物定着のメカニズム

3.3.1 調査内容

(1) 水みち等の記録

施工対象候補地（約 25m×40m）について、水みち（降雨時に水が流れた跡）と植物の群生範囲を記録した。

(2) 土壤水分調査

調査範囲内および周辺域において、以下の箇所についてセンサーを挿入し土壤水分を計測した。

表 3.1 土壤水分調査地点の内訳

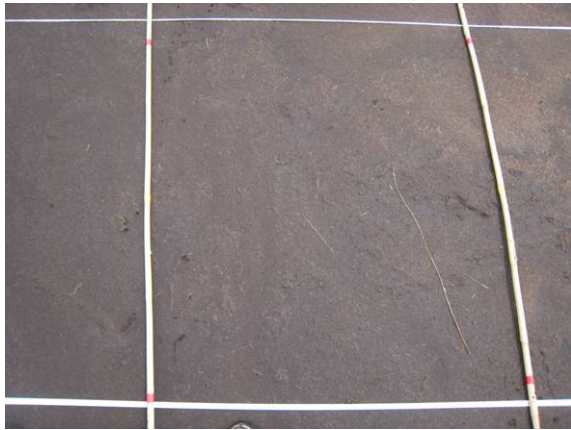
立地	性状等	地点数
裸地	水みち跡	4
	平坦面	2
	微高地	4
	亀裂脇	1
植物生育地	ミカヅキグサ散生（植被率 1%）	1
	ミカヅキグサ群生（植被率 90%）	1
採面周辺	高層湿原植生	1

(3) 植物生育状況の記録

調査範囲を 1 m×1 m メッシュに区切り、メッシュ内の植物の個体数をランク区分して記録した。

表 3.2 植物個体数ランク

ランク	植物個体数
0	0
1	1～9
2	10～29
3	30～49
4	50～99
5	100～199
6	200～



ランク 0



ランク 1



ランク 2



ランク 3



ランク 4



ランク 5

3.3.2 現地調査日程

以下の日程で現地調査を実施した。

水みち等の記録、植物生育状況の記録：2009年7月24日、25日

土壌水分の計測：2009年7月25日

3.3.3 調査結果

(1) 水みち及び植物生育状況

水みち等および植物生育状況を記録した結果を図 3.5 に、現地写真を写真 1～8 に示す。

基点より東側に約 15m の範囲には細い明瞭な水みちが分散し、15m 以東は一面に水みちが広がっていた。

植物は、採面の両縁にはミカヅキグサが群生し、亀裂上にはミカヅキグサやホロムイソゲ、ワタスゲの株が分布していた。これ以外の範囲は、遠景では裸地としてみえるが、ランク 0（生育個体数 0）は 20 メッシュにすぎず、ランク 1（生育個体数が 1 自個体以上 10 個体未満）のメッシュが最も多かった。

2009 年は夏季の降雨日数が多かったため、例年であれば春先に芽生えた幼個体は夏季の乾燥の影響で多くが枯死するが、本年は生存した個体が多かったと思われる。

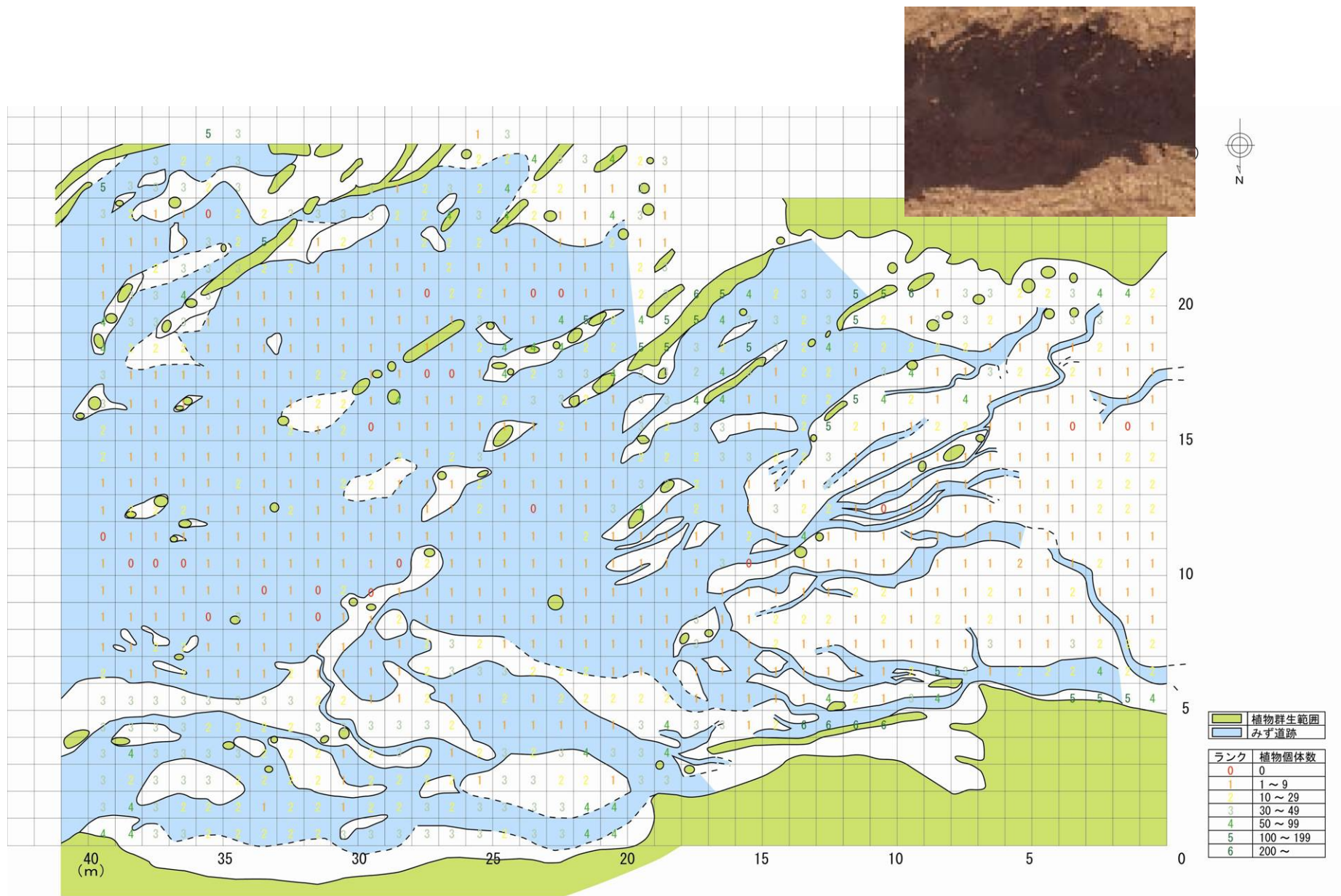


図 3.5 施工候補地における水みち跡および植物生育状況調査結果

N

S

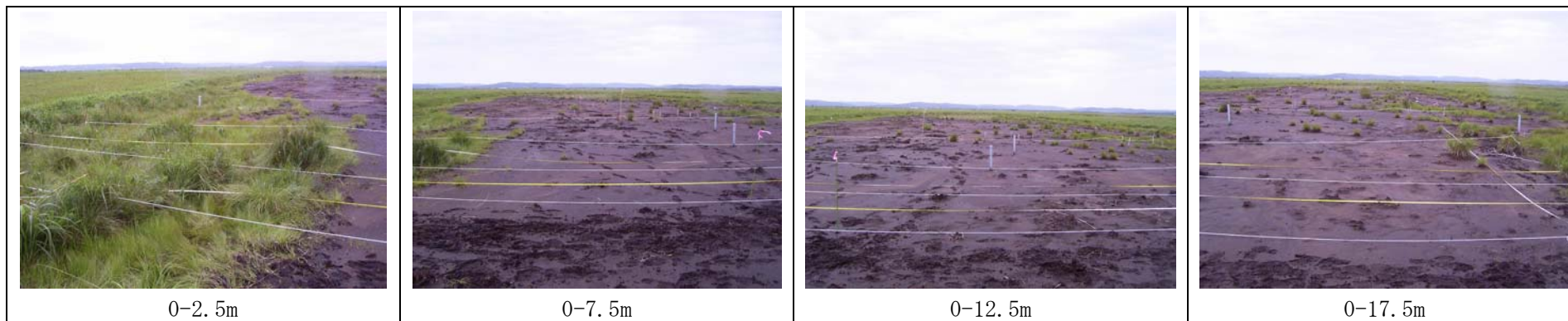
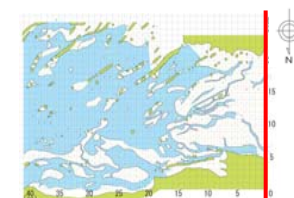


写真1 基点より0mのライン



73

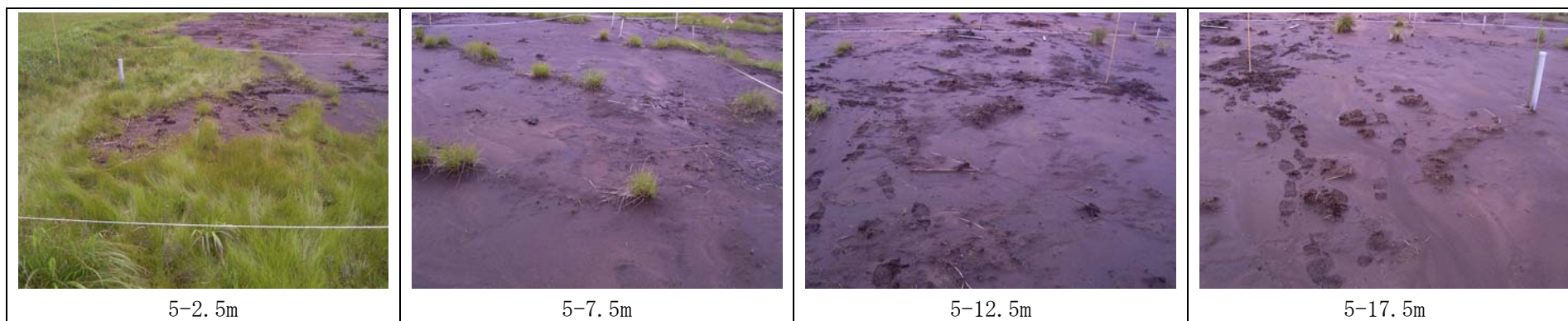
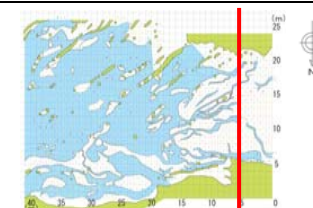


写真2 基点より5mのライン



N

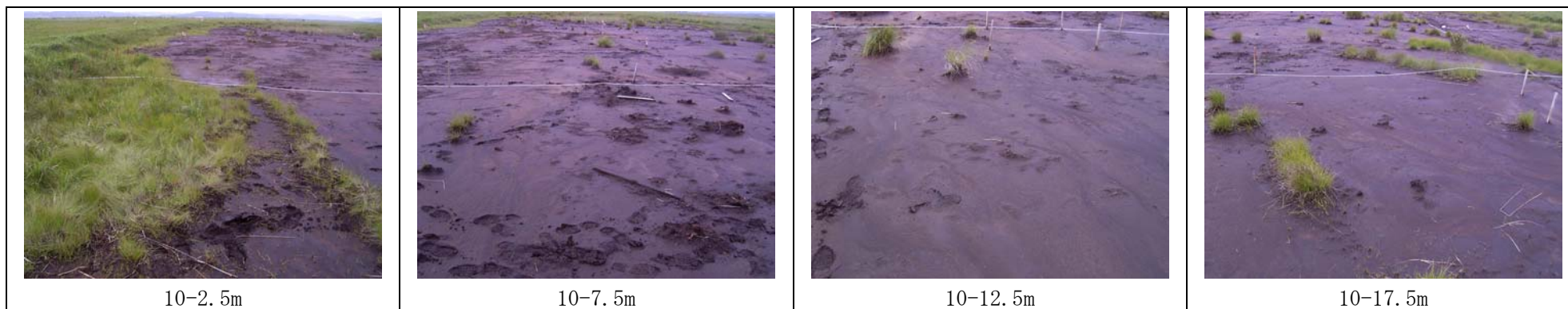


写真3 基点より10mのライン



74

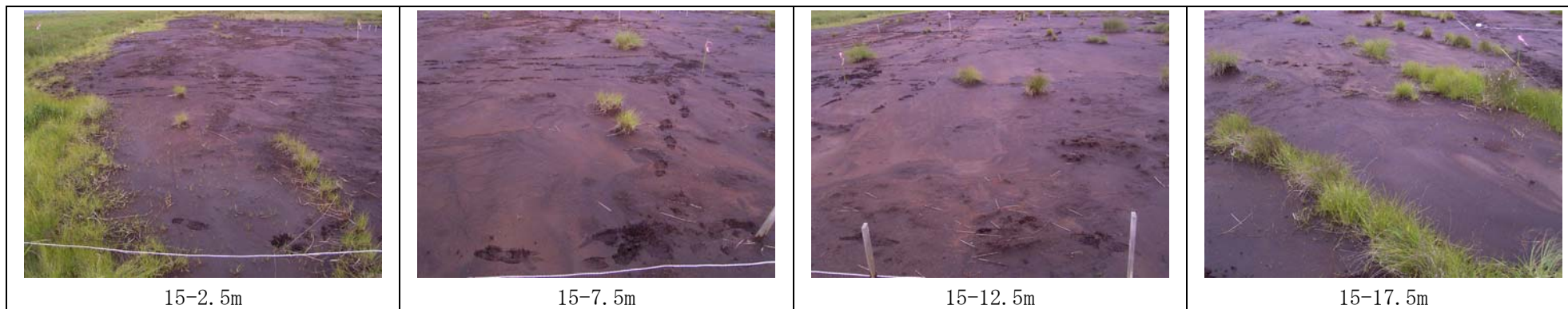


写真4 基点より15mのライン



N

S

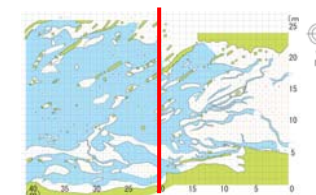
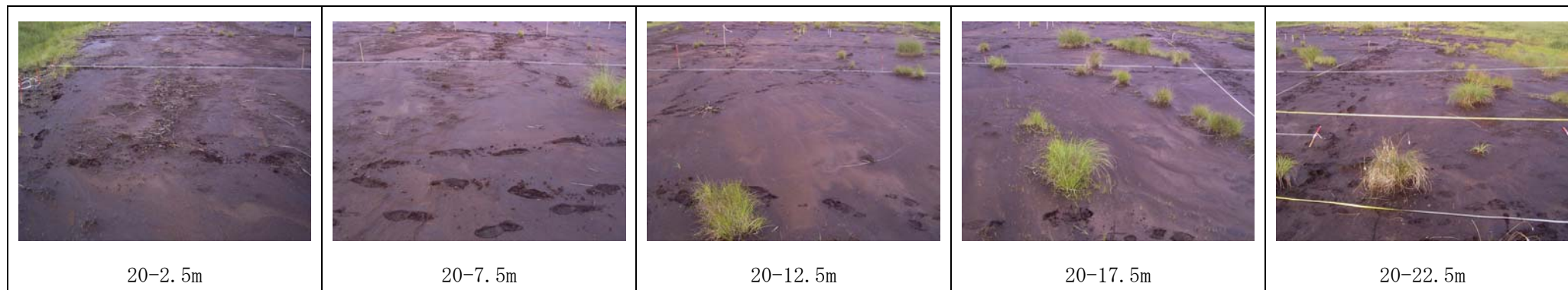


写真5 基点より20mのライン

75

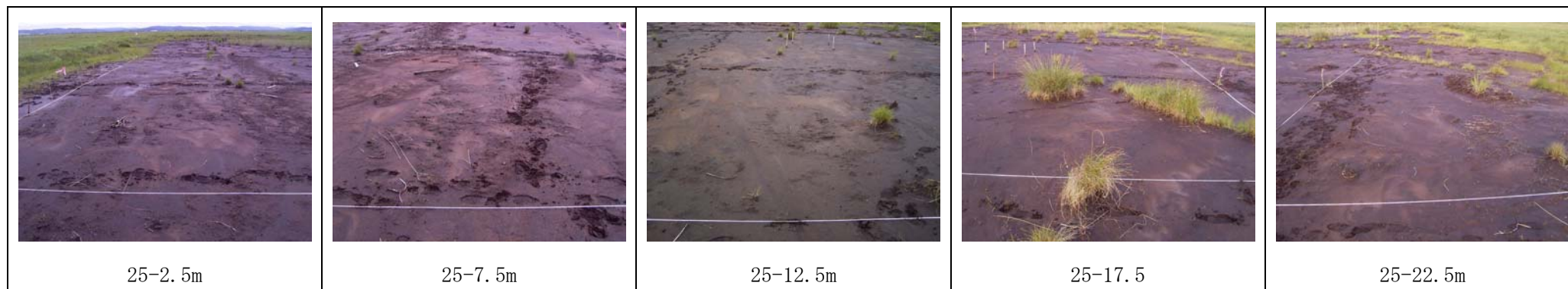


写真6 基点より25mのライン

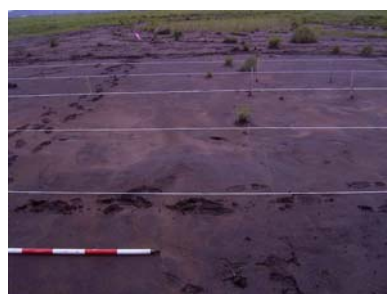
N



30-2.5m



30-7.5m



30-12.5m



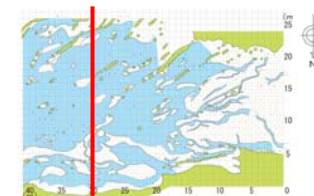
30-17.5m



30-22.5m

S

写真7 基点より30mのライン



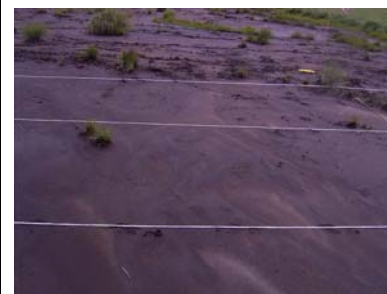
35-2.5m



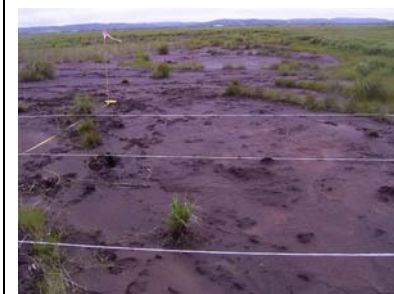
35-7.5m



35-12.5m

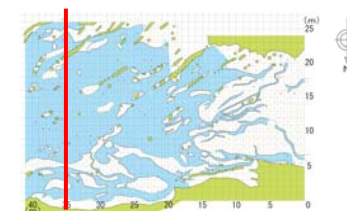


35-17.5m



35-22.5m

写真8 基点より35mのライン



(2) 土壌水分調査

土壌水分計測地点を図 3.6 に示す。計測は、ADR 土壌水分計（M12x：株式会社池田計器製作所）を用いて行った。同機のセンサー長は 4cm である。

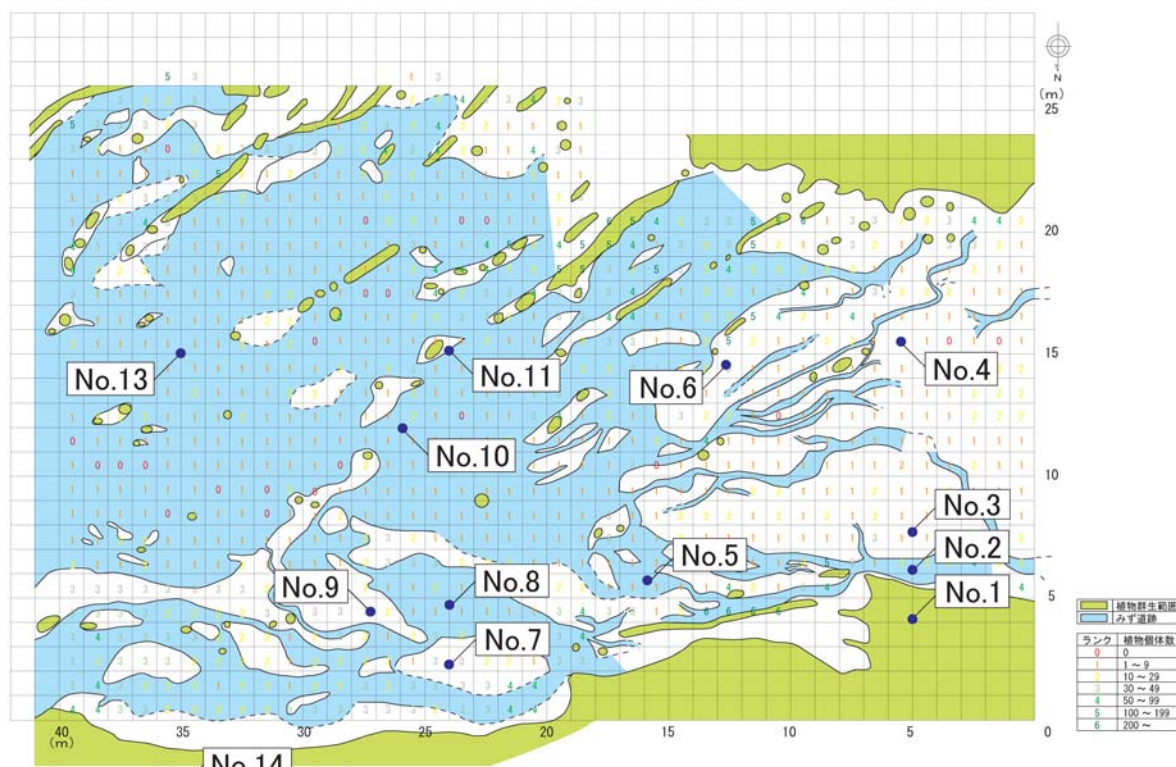


図 3.6 土壌水分計測地点

計測した各地点の電圧と、電圧から換算した土壌水分を表 3.3 に示す。なお、同センサーにおける適用可能な正確な数値は 5～60%とされており、60%を超え場合は誤差が大きくなるため、相対的な傾向をみる情報として扱う必要がある。

泥炭採掘跡地は、微高地で 93.9%、90.2%、70.2%で、その他の地点は 100%に達しており、いずれも高い土壌水分であることが示された。計測日の数日前に降雨があったために土壌水分が高い値を示したと考えられるが、今夏は降雨が多かったためこのように土壌水分が高い状況が続いていたと思われる。参考として、豊富観測所における 2002～2009 年の夏季の降水量を図 3.8 に示す。

なお、対照区として計測した高層湿原植生域の地点は、54.7%と泥炭採掘跡地に比べて低かったが、表層に植物遺体や根茎が多く間隙が多いために泥炭採掘跡地の裸地と比べて土壌水分が低く出たと思われる。また、裸地における地点の値を相対的にみると微高地の電圧が低い傾向がみられ、他の地点にくらべると乾燥しやすい条件にあると考えられる。

表 3.3 土壌水分測定結果

立地	性状等	No.	電圧	土壌水分(%)
植物生育地	ミカヅキグサ 90%	1	1.505	100<
	ミカヅキグサ 1%	2	1.476	100<
裸地	平坦地	3	1.463	100<
	微高地	4	1.537	100<
	水みち跡	5	1.498	100<
	平坦	6	1.477	100<
	微高地	7	1.256	93.9
	水みち跡	8	1.463	100<
	微高地	9	0.988	70.2
	水みち跡	10	1.561	100<
	亀裂脇	11	1.340	100<
	微高地	12	1.228	90.2
	水みち跡	13	1.433	100<
対照区	高層湿原	14	0.724	54.7

土壌水分が 100%の値に換算された地点は 100<と表示した

また土壌水分に関連する土壌性状を把握するために、土壌サンプルを採取して三相分布を分析した。土壌サンプルは、植物が生育する箇所としない箇所において、土壌性状の相違の有無を把握するために、植物生育地（ミカヅキグサ密生箇所と散生箇所）、裸地（微高地と平坦地）において採取した。

分析結果を表 3.4 および図 3.7 に示す。いずれの地点も液相率が 70%を超えており、調査時点では湿潤であることが示された。三相分布に大きな相違はみられなかったが、ミカヅキグサの密生地点で気相率が若干高い傾向がみられた。植物の生育とともに根茎が発達して土壌の空隙が増えたものと思われる。

表 3.4 三相分布分析結果

	カ キグサ 密生	カ キグサ 密生	カ キグサ 散生	カ キグサ 散生	裸地 (微高地)	裸地 (微高地)	裸地 (平坦地)	裸地 (平坦地)
%	12.3	17.1	7.9	5.9	3.6	9.4	4.1	8.0
%	84.9	74.0	85.3	87.0	88.0	83.4	88.2	84.7
固 %	2.8	8.9	6.8	7.1	8.4	7.2	7.7	7.3

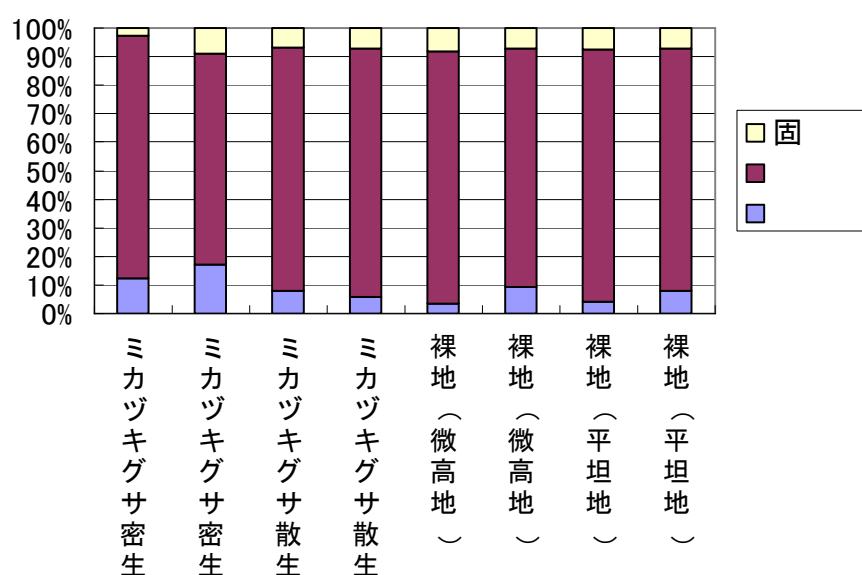
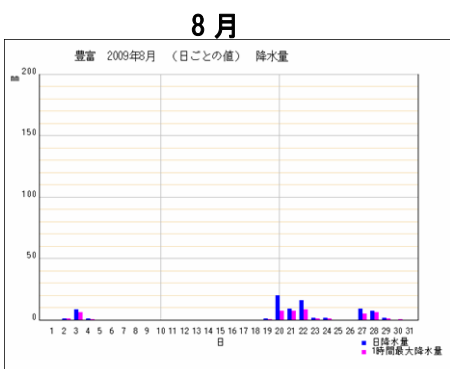
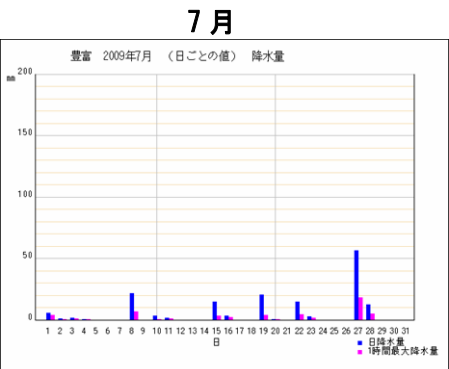
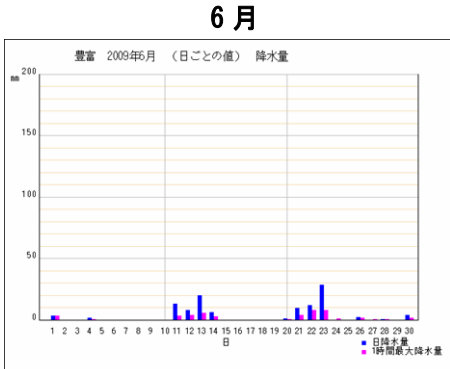
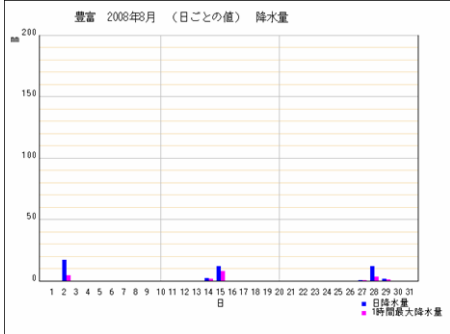
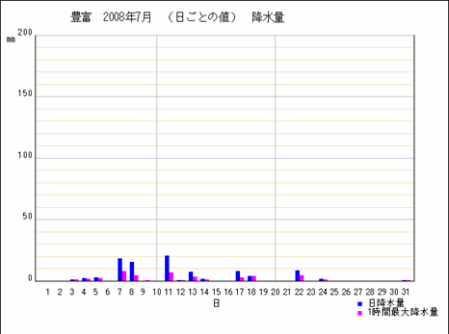
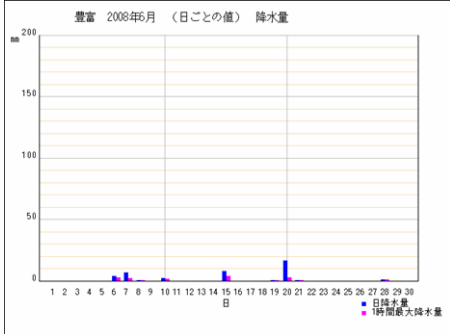


図 3.7 三相分布分析結果

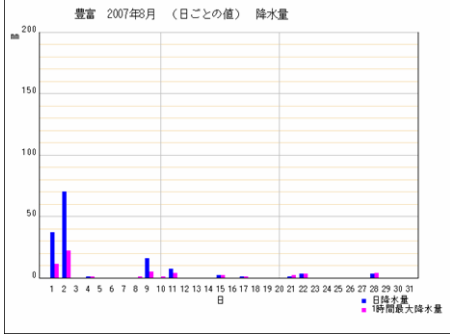
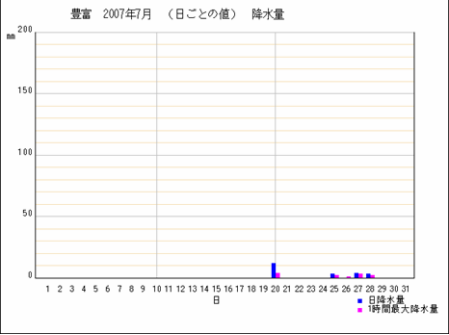
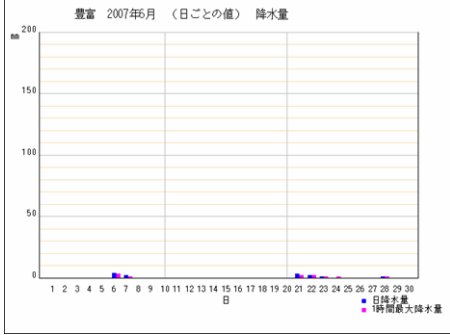
2009 年



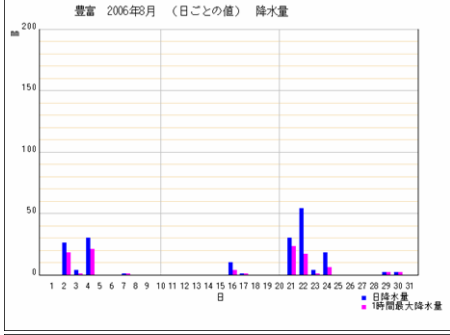
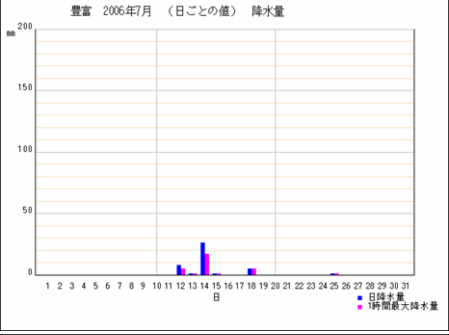
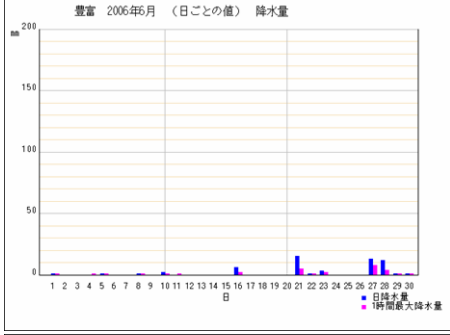
2008 年



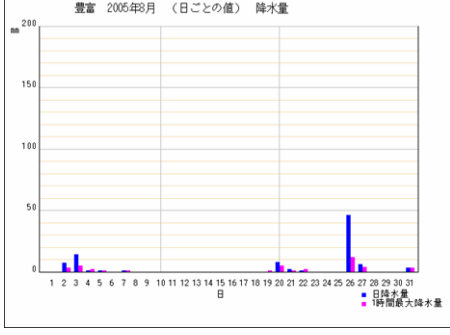
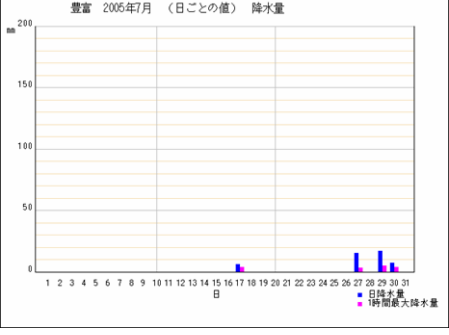
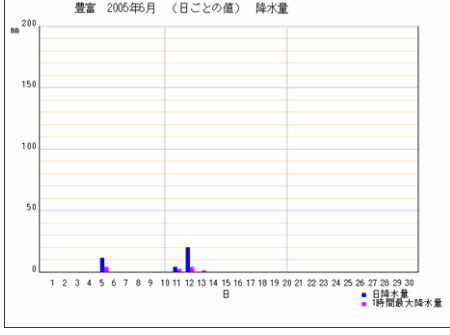
2007 年



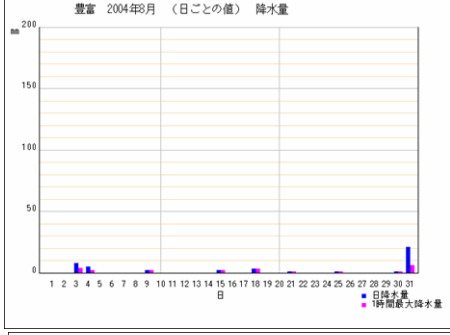
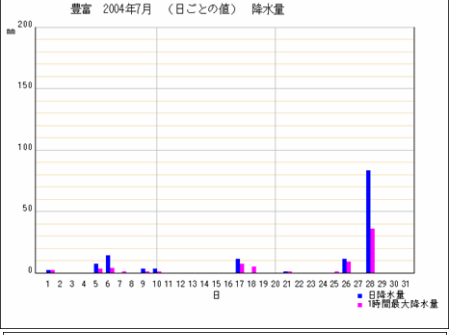
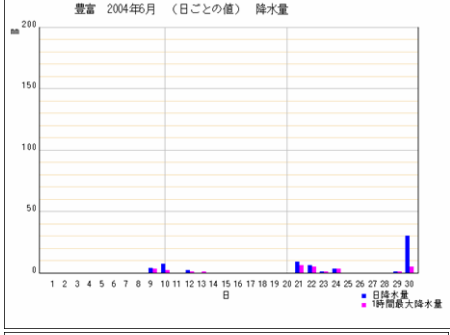
2006 年



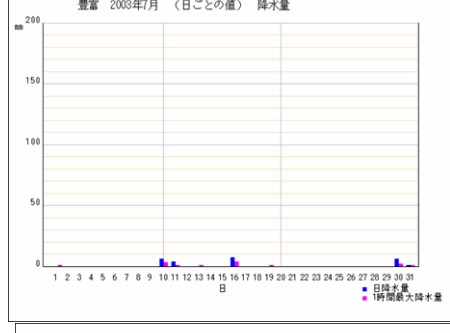
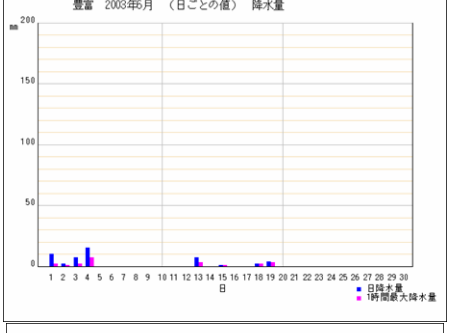
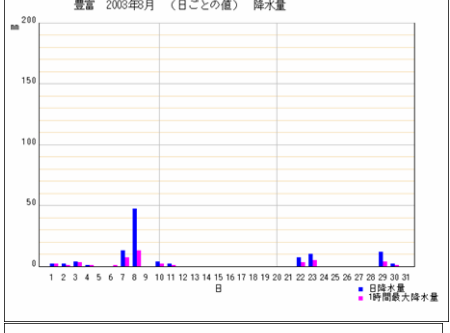
2005 年



2004 年



2003 年



2002 年

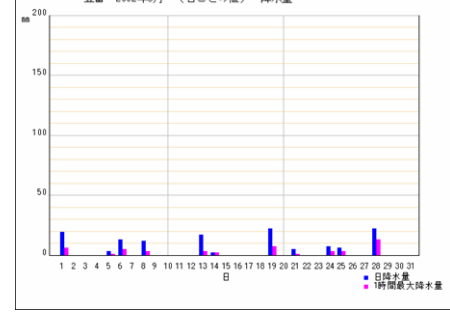
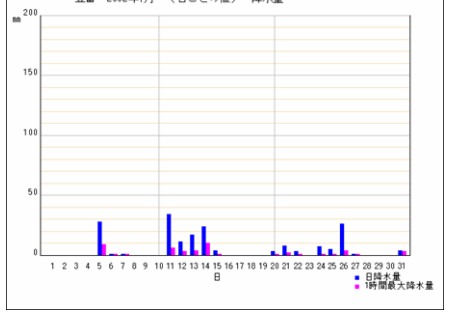
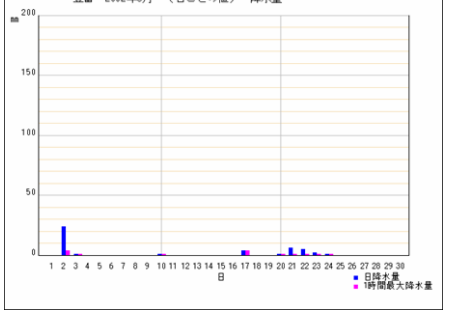


図 3.8 豊富観測所における 2002～2009 年の夏の降水量

3.4 試験区配置案の設定

自然再生事業実施計画書作成段階では、裸地への植物の生育は少なく、多くの植生回復工の案が提案されていた。しかし、本年の現地観察では、広く裸地が広がっていた採面にも植物が定着して今後の推移を見守るべき場所が多くなっており、人為により植生の回復を促す必要があると思われる場所は限定されていた。

この状況の中で、限られた面積で工法と施工箇所を絞って選定した。施工する再生手法は下表の考えに基づいて、マルチによる表土の保護、表土移動抑制材の設置、土壌改良、亀裂の造成を選定した。

表 3.5 実施計画書で提案されていた再生手法と現況を踏まえた判断

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

試験区の配置案を図 3.9 に示す。試験区の配置は以下の考えにもとづいて検討した。

- ①生育植物の損傷を避けるために、植物の個体数ランクが0または1の場所で施工する
- ②試験区相互に施工による影響を受けないように、一定の距離を離して試験区を配置する
- ③各試験区と同様の条件の場所に対照区を設けるようにする

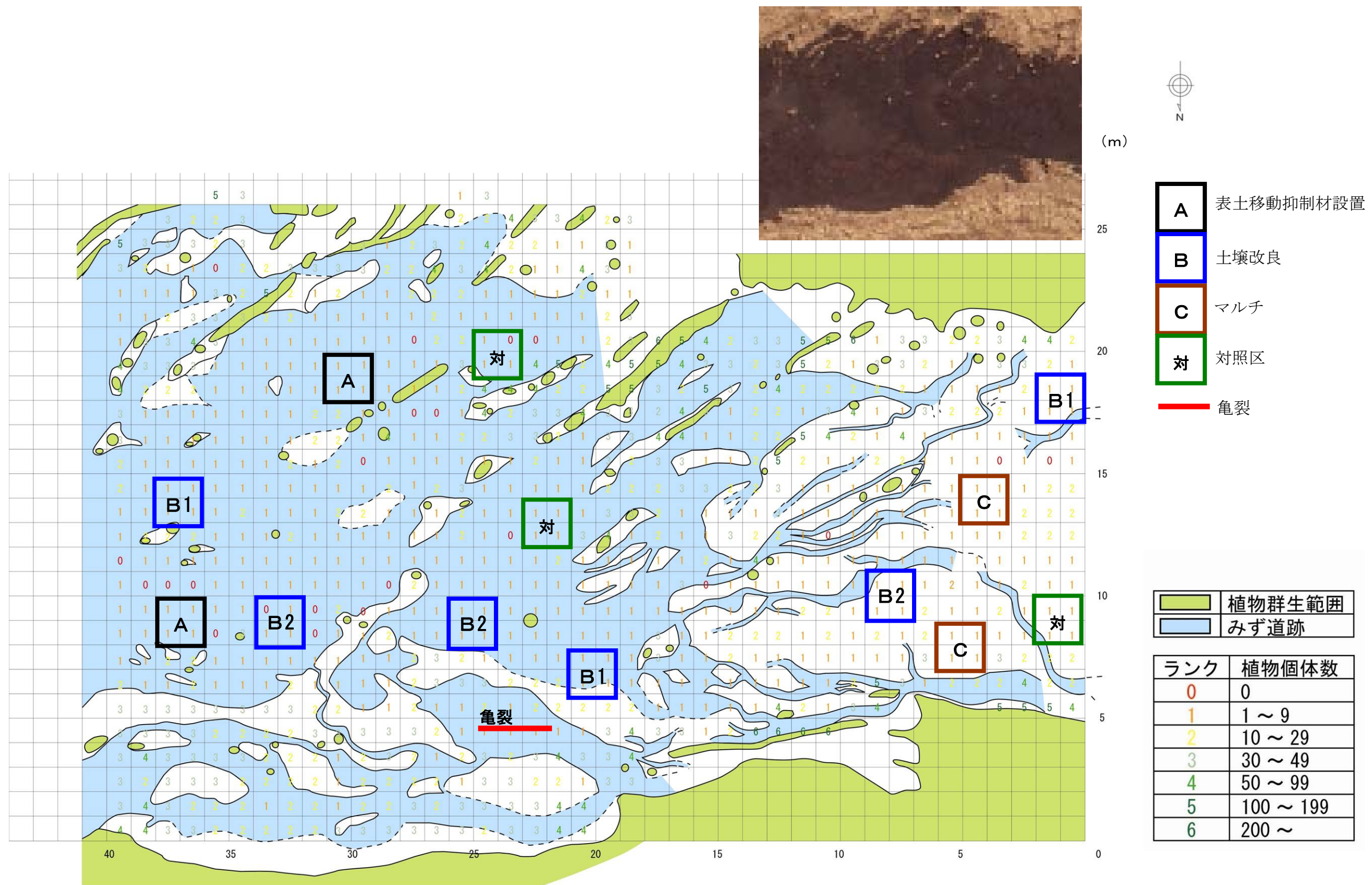


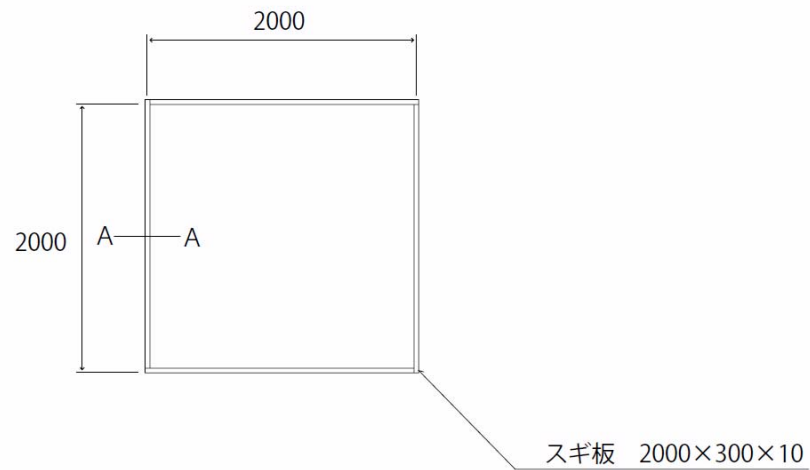
図 3.9 再生手法施工箇所配置案

3.5 植生回復工の設計

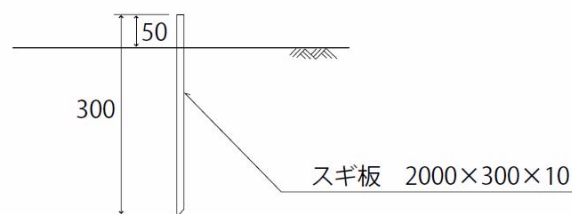
(1) 表土移動抑制材設置

木板を挿して地表に約 5cm の突起をつくることによって、表土の移動を抑制する。使用する板は杉材とする。埋め込み深さは 25cm とし、試験区面積は 2m×2m とする。

表土移動抑制材 設置平面図



A-A 断面図



(2) 土壌改良

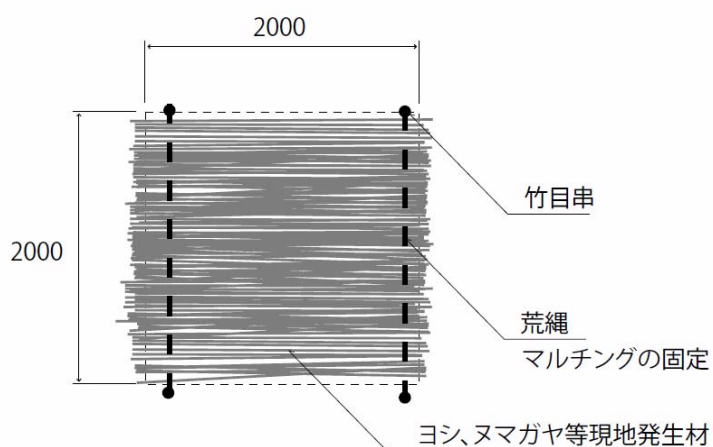
土壌構造を改良することによって、表層の攪乱と乾燥を抑制する。採掘跡地の水底に堆積している泥炭ブロックを鋤きこみ、土壌に植物繊維を混入させる。泥炭ブロックを混入させる量は、深さ 10cm 程度で 50% 混合とする。試験区面積は 2m×2m とする。

(3) マルチング

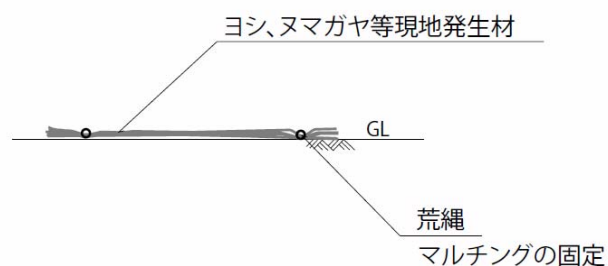
マルチングによって、表層の攪乱と乾燥を抑制する。また、マルチで全面を覆うと植物の発芽が難しくなるため、マルチに隙間を空け、マルチ上に葉体が出るように植物個体を植える等の工夫も行う。

マルチングの材料は外部からの動植物の侵入を避けるために、サロベツ湿原に生育するヌマガヤやヨシを用いる。材料採取にあたっては、湿原植生を改変することがないように注意する。また、敷き均したヨシ、ヌマガヤは飛散・流出抑制のために荒縄と竹目串で固定する。

マルチング 設置平面図



マルチング 設置断面図



(4) 亀裂

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。亀裂の幅は3cm内外、長さは3m内外とする。

4. 具体の事業評価指標の設定

4.1 水抜き水路堰き止め工

4.1.1 水抜き水路堰上げの目標

放水路周辺では、水抜き水路の堰止めによって、水抜き水路を介した水の流出を抑制し、背後の高層湿原植生の劣化を防ぐことを目的としている。特に落合沼水抜き水路では、落合沼跡の窪地及び水路に湛水面を形成させて、沼周辺を湿潤に保つことによって背後の高層湿原植生を維持することを目的としている。また、乾燥化により高層湿原植生からヌマガヤ群落に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ことも期待している。

このような目標を基盤条件である地下水位と再生対象である植物に着目すると表 4.1 のように整理できる。

表 4.1 堰上げによる目標

場所	目標とする状態	
	地下水位（基盤条件）	植物（再生対象）
後背の高層湿原植生域	現状の地下水位が低下しない	高層湿原植生の種組成に変動がない
沼周辺	現状の地下水位が上昇して高層湿原植生域の地下水位に近づく	ヌマガヤ群落の種組成が高層湿原植生の種組成に近づく
落合沼跡の窪地	湛水する	抽水植物、沈水植物が生育する

4.1.2 事業効果を評価するための指標の検討

前述した目標に向けて実施される事業の効果を評価する指標は、地下水位と植物となる。これらについて、具体的には以下のように検討した。

(1) 植物

「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」（環境省、平成 17 年）では、サロベツ湿原内の調査測線（A～E 測線）で実施された 173 地点の植生調査データを用いて TWINSpan 法によるクラスター分析により植生を大きく 8 つのグループに区分し、各グループの出現種が整理されている（表 4.2）。このうち、イボミズゴケ・ホロムイスゲ群落が高層湿原植生に、ヌマガヤ・ホロムイスゲ群落とヌマガヤ・イワノガリヤス群落がヌマガヤが優占する群落に該当する。ヨシ・イワノガリヤス群落が抽水植物群落に該当する。

また、落合沼では、仮堰上げ前の 2004 年、仮堰上げ後の 2006 年及び 2009 年にモニタリングとして植生調査が行われている。これらに結果から各群落に特徴的な種は次のように整理できる。

表 4.2 TWINSpan による各グループに特徴的な出現種

A イボミズゴケ-ホロムイソグ群落 E スマガヤ-イワノガリヤ群落
 B スマガヤ-ホロムイソグ群落 F ヨシ-イワノガリヤ群落
 C チマキザサ-ワタスグ群落 G チマキザサ群落
 D チマキザサ-スマガヤ群落 H チマキザサ-オオイトリ群落

群落区分	A	B	C	D	E	F	G	H
地点数	36	53	14	24	23	9	10	4
種名	存在度							
ヤチヤナギ	V	V	V	V	II			
ツルコケモモ	V	V	IV	I				
スマガヤ	V	V	V	V	V	II		
イワノガリヤ	I	I	I	I	V	IV	II	
ヨシ	I	I	I	II	V	V	V	
チマキザサ			V	V	II		V	4
スマガヤ	V	V	V	V	V	II		
モウセンゴケ	V	I	I					
ミカヅキグサ	IV	I	I					
ヒメシヤクナゲ	III	I	II					
イボミズゴケ	III	I	II					
ホロムイソグ	IV	IV	V	I				
ツルコケモモ	V	V	IV	I				
ワタスグ	I	I	IV	I	I			
スマガヤ	V	V	V	V	V	II		
イヌスギナ					I	V		
ヤナギトラノオ					I	IV		
エゾシロネ			I		I	V		
オオイトリ								4
ナガバノシロワレモコウ	IV	IV	III	III	III	II	I	
タチギボウシ	V	V	III	I	II	III		
ホロムイソグ	V	IV	II	II	I			
エゾカンノウ	IV	IV	IV	II	II	I		
ホロムイソグ	V	III	I	I	II			
コガネギク	III	IV	I	I	II	III		
ガンコウラン	IV	IV	I					
ミツバオウレン	IV	III	II					
ヤマドリゼンマイ	III	II	III	I	I			
エゾイソツツジ	I	II	V	II				
タチマンネンシ	III	II	III	I		I		
コツマトリソウ	II	III		I	II	II		
ハイイソツツジ		I	IV	IV	I			
ショウジョウバカマ	I	I	IV	II				
サワギキョウ	II	I			I	II		
ウメバチソウ	III	I						
ヒメシダ		I	II	II	I			
ホロムリンドウ	I	I		II	I	I		
オオヨモギ					II			2
ムラサキミズゴケ	II							
リウツギ		I	I	I	I	I		
ミツバ	I				I	IV		
ノハナショウブ	I	I		I	I			
チャミズゴケ	I	I						
ニッコウシダ	I	I			I	I		
ハンゴンソウ					I	I	I	1
クサレダマ				I	I	I		1
ヒオウギアヤメ	I	I			I			
コバトシソウ	I							
サンカクミズゴケ	I			I				
ワラミズゴケ	I					II		
チシマアザミ					II			
スギバミズゴケ	I		I					
オニシモツケ								4
ドクゼリ					I	II		
エゾオオヤマハコベ		I			I			1
イ	I				I	I		
キツリフネ								3
ヒメツルコケモモ	I	I						
ホロムイソウ	I							
オオミズゴケ	I					I		
ヤラメスグ						II		
スグ属の一種c						II		
クサヨシ								3
スギナ				I				

出現回数

120	ホソバアカバナ						I		3
90	トキソウ			I					3
143	ミソシダ					I			3
39	ハリミズゴケ			I					2
51	ミツガシワ			I				I	2
59	オオカサスグ							II	2
143	エゾカラマツ								2
42	コバイケイソウ			I				I	2
26	ヤチスグ			I					2
31	ヤマハハコ						I		2
24	エゾチドリ			I					1
77	ホソバミズゴケ			I					1
90	キソチドリ			I					1
26	カキツバタ			I					1
143	ミズチドリ			I					1
12	ネジバナ			I					1
7	ユガミミズゴケ				I				1
13	ムジナスグ				I				1
4	オオバセンキュウ				I				1
97	ヒメカイウ				I				1
93	イヌドクサ				I				1
88	アメリカセンダングサ				I				1
84	コヌカグサ				I				1
71	シダの一種				I				1
69	スマゼリ						I		1
58	チシマオドリコソウ						I		1
53	スグ属の一種a							I	1
48	スグ属の一種b							I	1
42	マイズルソウ							I	1
40	ウツクシミズゴケ							I	1
37	ヒロードスグ							I	1
33	エゾイヌゴマ								1
26	ミツバ							I	1
19	ツリフネソウ							I	1
18	ウド								1

調査地点数が5未満のグループは、調査地点数を示す。V 出現回数80%以上
 アンダーライン付きの植物は分類の指標となった種を示す IV 出現回数60~79%
 □は、それぞれの指標種の存在によって特徴付けられた III 出現回数40~59%
 グループを、点線の□は指標種の不在によって特徴づけ II 出現回数20~39%
 られたグループを示す。I 出現回数1~19%
 空白 出現なし

1) 高層湿原植生

TWINSPAN 法の結果では、イボミズゴケ・ホロムイスゲ群落にはモウセンゴケ、ミカヅキグサ、ヒメシャクナゲ、ホロムイソウ、ウメバチソウ、イボミズゴケ、ムラサキミズゴケなどが生育する。モニタリング結果では、対照区となる高層湿原植生域の調査地点（A2-W-300）では、イボミズゴケ、ムラサキミズゴケ、ヤチヤナギ、ホロムイスゲ、ツルコケモモ、ミカヅキグサ、タチギボウシなどが生育する。

堰上げ後にも、これらの種が減少したりより乾燥した立地に生育する種が侵入したりせずに現状維持されることが目標となる。

2) ヌマガヤ群落

TWINSPAN 法の結果では、ヌマガヤ・ホロムイスゲ群落、ヌマガヤ・イワノガリヤス群落がヌマガヤの優占する群落に該当する。両群落のみに出現する種はないが、高層湿原植生と比べてモウセンゴケ、ミカヅキグサ、ヒメシャクナゲ、イボミズゴケが少なく、イワノガリヤスとヨシが生育する場合が多い。

モニタリング結果でも、沼周囲の乾燥化した地点だけに出現する傾向のある種はみられないが、ヌマガヤの植被率が高い傾向がある。

堰上げ後には現在の構成種に高層湿原植生構成種が加わっていくことが目標となるだろう。

3) 抽水植物群落

TWINSPAN 法の結果では、ヨシ・イワノガリヤス群落にはヨシ、イワノガリヤス、イヌスギナ、ヤナギトラノオ、エゾシロネ、ミゾソバ、ドクゼリ、ヤラメスゲなどが生育する。モニタリング結果では、仮堰上げ後に湛水した地点ではヨシの他、湿性植物のイヌスギナ、ミゾソバなどが増加している。また、ミツガシワやヒメカイウなどの抽水植物が生育している地点もみられる。

「泥炭地の生態」（北海道開発局、1978）では、水抜き水路開削前の落合沼の水深は約 1.5m、平均水深 70cm で、沼岸に一部にはミツガシワ、水面にはコウホネが繁茂していると記載されている。また、「平成 16 年度サロベツ自然再生事業自然環境調査業務報告書」（平成 17 年、環境省）では、泥炭採掘跡地で沈水植物のコタヌキモが確認されている。

堰上げは沼周辺を湿潤に保つために沼を湛水させることがねらいであり、沼の植物の再生を主目的にはしていない。しかし、湛水面が形成されることによってこれらの種の生育可能性があり、副次的な効果として期待してよいであろう。

(2) 地下水位

「2.4 堰止め工の設計検討」で整理されたように、落合沼後背の高層湿原植生域に対照区として設置されている調査地点（A2-W-300）の地下水位は、潟水期には 12cm まで低下するが、それよりも深くなっているはいない。平均値は 3cm である。

また、「平成 16 年度サロベツ自然再生事業再生計画・技術手法検討調査業務報告書」（環境省、平成 17 年）では、高層湿原植生のイボミズゴケ・ホロムイスゲ群落（36 地点）では、地下水位の平均値が 8cm、標準偏差 7 と整理されている。いずれも地下水位の平均

値は 10cm より高く、これを一つの目安とすることができる。すなわち、高層湿原植生域では、概ね地下水位の平均値が 10cm より高い状態で維持されること、沼周辺では現状よりこの値に近づくことが目標となる。

以上を整理すると堰上げによる効果を把握するための指標は、表 4.3 のように考えることができる。

表 4.3 堰上げによる効果を把握するための指標

場所	目標とする状態	
	地下水位（基盤条件）	植物（再生対象）
後背の高層湿原植生域	地下水位が平均 10cm より高い状態で維持される	イボミズゴケ、ムラサキミズゴケ、モウセンゴケ、ミカヅキグサ、ヒメシャクナゲ、ホロムイソウ、ウメバチソウ、ヤチヤナギ、ホロムイヌゲ、ツルコケモモ、タチギボウシなどの高層湿原植生構成種に減少や他の種と入れ替わる傾向が生じない
沼周辺	現状の地下水位が上昇して、平均 10cm より高い状態に近づく	現状の生育種に上記の種が加わる
落合沼跡の窪地	湛水する	ヨシ、イワノガリヤス、イヌスギナ、ヤナギトラノオ、エゾシロネ、ミゾソバ、ドクゼリ、ヤラメスゲ、ミツガシワ、ヒメカイウ、コウホネ、コタヌキモなどが生育する

4.2 泥炭採掘跡地植生回復工

4.2.1 植生回復工実施の目標

泥炭採掘跡地の裸地部では、植物の生育阻害要因（乾燥、表土の移動）が強いと考えられ、この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。この場合の植生修復目標は、10 年程度の直近として、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ることが妥当だと考えられる。30 年程度の長期的には植生遷移の進行によって周囲の高層湿原植生とほぼ同質である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。

表 4.4 泥炭採掘跡地の裸地における植生回復工による目標

生育阻害要因（基盤条件）		植物（再生対象）
土壌水分	表土の移動	
渇水期に極端に乾燥しない	少ない	植物が生育する 初期：ミカヅキグサ等が生育 長期：高層湿原植生構成種が生育する

4.2.2 事業効果を評価するための指標の検討

泥炭採掘跡地では植生回復手法が確立されていないため、事業の実施にあたっては、各種植生回復工について小規模な試験区を施工し、モニタリングによって効果的な手法を絞り込むことになる。

手法の絞り込みにあたっては、植物については、植物がわずかながら生育する→植被率が高い→植被率が高く生育種数も多いといったように生育状態を段階的に評価し、より高い評価となった手法を採用することが妥当だと考えられる。

生育阻害要因である土壌の乾燥と表土の移動については、どの程度に抑えれば植物の生育が可能になるのかという知見が蓄積されていない。既に植物が生育している箇所、対策を実施しない裸地に調査地点を設けて施工箇所と比較して、より具体化していくことが望まれる。

表 4.5 植生回復工を評価するための指標

生育阻害要因（基盤条件）		植物（再生対象）
土壌水分	表土の移動	
渇水期に極端に乾燥しない	少ない	【段階的評価】 ①植物がわずかながら生育する ②高い植被率で生育する ③植被率が高く生育種数も多い
＊裸地、植物生育箇所との比較により明確にする		

5. 事業評価のための具体のモニタリング手法の確立

堰き止め工及び植生回復工予定地における施工前の植生等の現況調査を行った。それらの結果を踏まえ、今後、事業評価を行うに当たっての具体のモニタリング手法を検討した。

5.1 堰き止め工予定地施工前調査

5.1.1 施工前調査

(1) 植生調査

1) 調査地点

調査地点は既往の調査データとの比較や地下水位調査との対比等も考慮しつつ以下のよう
な考えにもとづいて設定した。調査地点の内訳を表 5.1 に、位置を図 5.1 に示す。

- ・ 仮堰上げ前の 2004 年、仮堰上げ後の 2006 年に植生調査が実施された地点については、データの継続性を確保するために堰止め工事により消失する地点を除き調査を継続する。
- ・ 沼周囲については、過年度は地下水位観測地点のうち代表的な地点において植生調査を行っていたが、堰止め工施工による変化を確実に把握するために全ての地点で植生調査を実施する。
- ・ 新たに施工される堰の下流部の状況を把握できるように、堰予定地の下流側に水抜き水路を横断する形で調査地点を配置する。
- ・ 堰止めにより湿潤状態になると予想される旧溢水路の変化も捉えられるように調査地点を配置する。
- ・ 堰止め工とともに農地側の緩衝帯の効果の関係も捉えられるように、A 1 測線の地下水位観測地点でも植生調査を行う。
- ・ 施工地における地下水位や植生の変化を典型的な高層湿原植生のものと比較できるように後背の高層湿原植生域に対照区を設ける。地下水位観測が行われている A 2 測線の最奥部の地点 (A2W-300) を対照区とする。

2) 調査方法

過年度の調査と同一手法で調査を実施した。各調査地点において 2m×2m のコドラートを設定し、全体植被率、高さ、生育する植物の種名、植被率、高さを記録した。

3) 調査日程

2009 年 7 月 21 日～24 日

表 5.1 植生調査地点の内訳

No.	過年度植生調査の有無	位 置	備 考
1		落合沼周囲(高層湿 域)	
2		落合沼周囲(高層湿 域)	
3		落合沼周囲(高層湿 域)	
4		落合沼周囲(高層湿 域)	
5		落合沼周囲(高層湿 域)	
6		落合沼周囲(高層湿 域)	
7		落合沼周囲(高層湿 域)	
8		落合沼周囲(高層湿 域)	
9		落合沼周囲(高層湿 域)	
10		落合沼周囲(高層湿 域)	
11		落合沼周囲	
12		落合沼周囲	
13		旧落合沼窪地	
14		旧落合沼窪地	A1W-300と
15		落合沼周囲	
16		落合沼周囲	A1W-200と
17		落合沼周囲	
18		落合沼周囲	
19		旧落合沼窪地	
20		旧落合沼窪地	
21		旧落合沼窪地	
22		落合沼周囲	
23		落合沼周囲	
24		落合沼周囲	
25		落合沼周囲	
26		旧落合沼窪地	
28		落合沼周囲	
35		試験施工堰の下流部	
36		試験施工堰の下流部	
37		試験施工堰の下流部	
38		試験施工堰の下流部	
39		試験施工堰の下流部	
40		試験施工堰の下流部	
53		緩 付	A1W-100と
80		設堰により再生する溢水路	2009年 設置地点
81		設堰により再生する溢水路	
82		設堰の下流部	
83		設堰の下流部	
84		設堰の下流部	
85		設堰の下流部	
86		設堰の下流部	
87		設堰の下流部	
A1W-80		緩 付	A1測線
A1W-60		緩 付	
A1W-40		緩 付	
A1W-20		緩 付	
A1W-10		緩 付	
A1W-5		緩 付	
A1W-2		緩 付	
A1W-0		緩 付	
A2W-300		対 区(高層湿 域)	A2測線

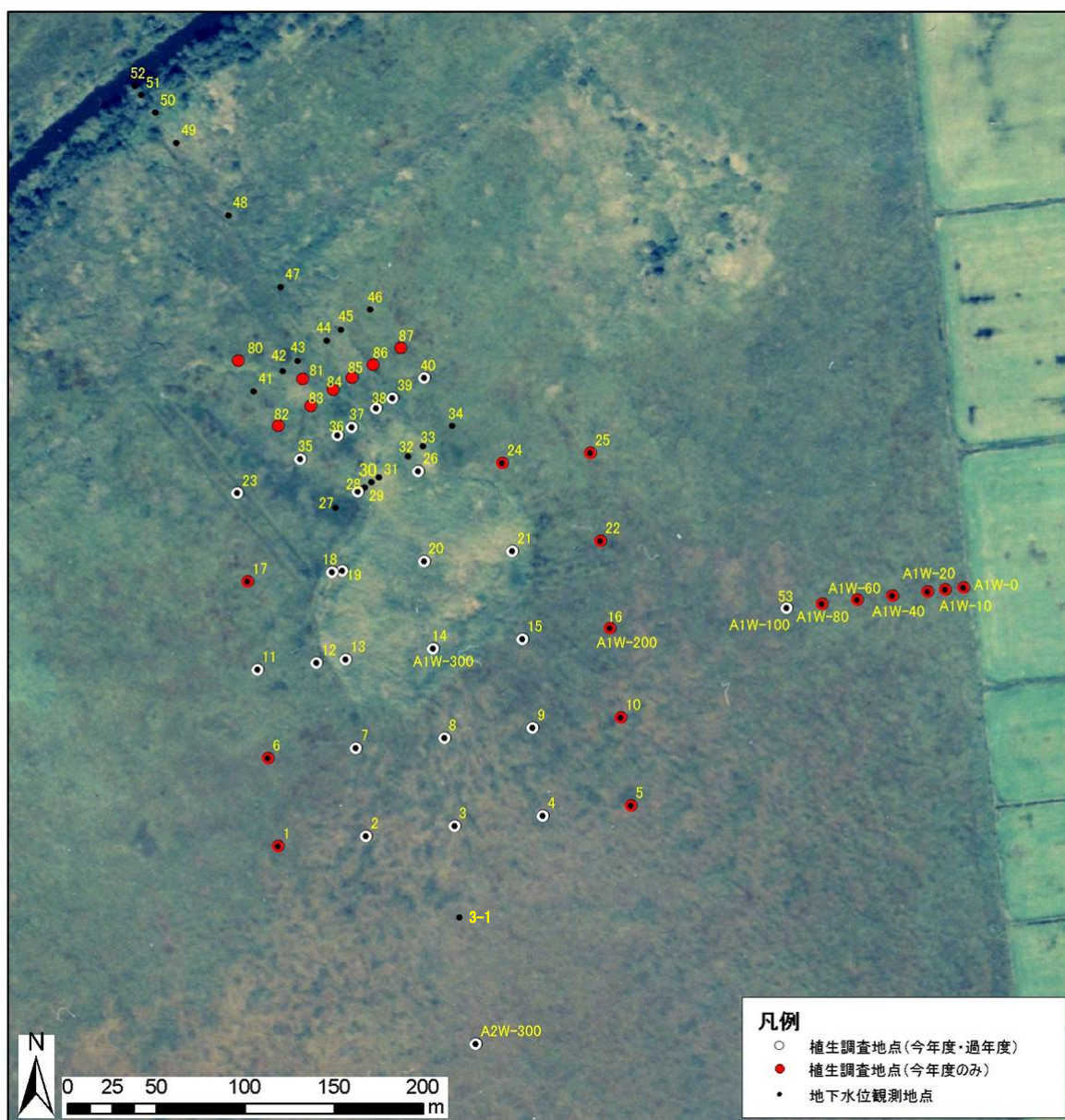


図 5.1 植生調査地点位置 (2009 年)

4) 調査結果

調査結果を表 5.2 に示す。落合沼後背の高層湿原植生域の調査地点 (No.1~10) および対照区 (A2W300) は、先に高層湿原植生域の指標として挙げたヤチヤナギ、ホロムイスゲ、ツツコケモモ、タチギボウシ、イボミズゴケ、ムラサキミズゴケ、モウセンゴケ、ミカヅキグサ、ヒメシヤクナゲ、ウメバチソウなどが生育していた。後背の高層湿原植生域では、これらの種が減少したり乾燥した立地を好む種が侵入するといったことがなければ、施工の効果があると評価できることになる。

それに対して落合沼周囲 (No.11,12,15,16,17,18,22,23,24,25,28) と緩衝帯付近 (A1W0~100) は、上記の種のうちイボミズゴケ、ムラサキミズゴケ、モウセンゴケ、ミカヅキ

グサ、ヒメシャクナゲ、ウメバチソウが欠けている傾向がみられた。堰止め施工後にこれらの種が出現するようになれば、施工の効果があると評価できることになる。

旧落合沼窪地内の地点（No.13,14,19,20,21,26）は、先に抽水植物群落の指標として挙げた種のうち、ヨシ、イワノガリヤス、ヤナギトラノオ、イヌスギナ、エゾシロネ、ミゾソバ、ドクゼリ、ヤラメスゲ、ミツガシワ、ヒメカイウなどが生育していた。その他に指標として挙げていたコウホネとコタヌキモは確認されなかった。堰止め後は、時間の経過とともに生育種は増加していくと思われるが、モニタリング地点では水深が比較的浅い地点では増加し、深くなる地点では減少する可能性がある。個々の地点ではなく、沼全体として評価することが必要だと考えられる。

表 5.2 植物調査結果 (2009 年)

[illegible]

高層湿 植生の評価指標として げた種
水植物 落の評価指標として げた種

(2) 地下水位調査

地下水位調査結果については、「7.地下水位観測データ回収」の章に記載した。

(3) 土壌成分等調査

施工予定箇所の泥炭を採取・分析し、鉍物質の量や含有成分の把握し、堰き止め工等に使用する搬入土の評価を行うための指標を得た。

図 5.2 に試験試料の採取箇所、表 5.3 に各試験試料の試験項目とその目的を示す。

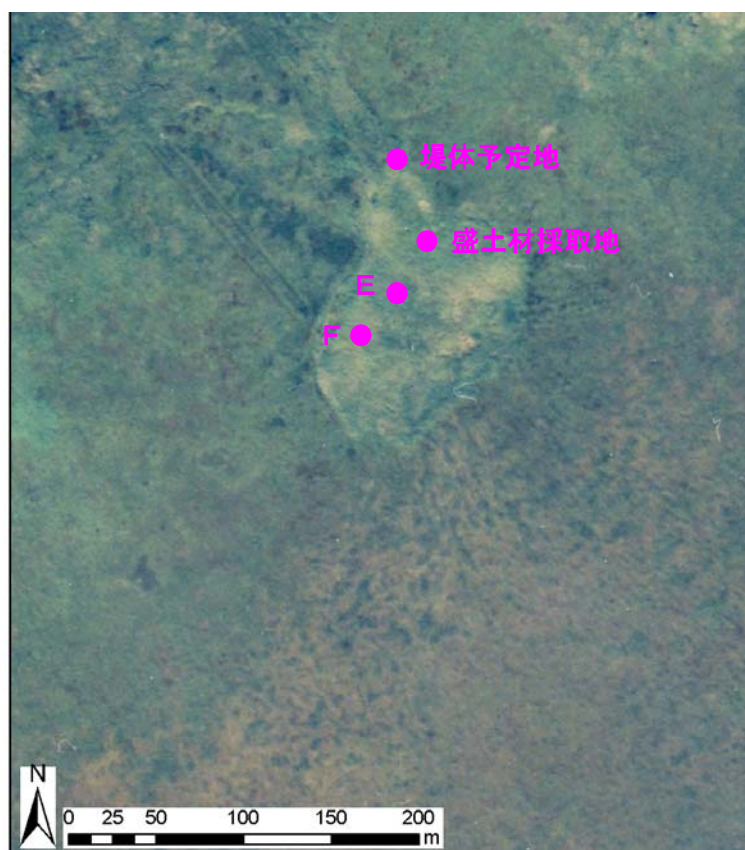


図 5.2 土壌成分等試験試料の採取地点

表 5.3 土壌成分等試験試料の一覧

地点名	採取深度 (GL-m)	試験項目	試料名
E	0.1～0.3	土粒子の密度、含水量、粒度、 強熱減量試験、溶出試験*	OC-5 (10-30cm)
F	0.2～0.4	土粒子の密度、含水量、粒度、 強熱減量試験、溶出試験*	OC-4 (20-40cm)
F	0.7～0.9	土粒子の密度、含水量、粒度、 強熱減量試験、溶出試験*	OC-4 (70-90cm)
堤体予定地	0.5～0.7	土粒子の密度、含水量、粒度、 強熱減量試験、湿潤密度、圧密	OC-9 (50-70cm) 不攪乱試料
盛土材採取地	—	土粒子の密度、含水量、粒度、 強熱減量試験、透水試験	OC-10 (築堤材の水密性試験試 料から抽出)
泥炭採掘跡地	0.1	土粒子の密度、含水量、粒度、 強熱減量試験、透水試験	DT-1

注) 溶出試験*は、以下の項目を実施した。

pH、EC、全有機体炭素、全窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、全リン、
有機体リン、ケイ酸、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン、ナトリウ
ムイオン、硫酸イオン、炭酸イオン、塩素イオン

試験結果の一覧を表 5.4 に示す。これらの結果は、「2.4 堰止め工の設計検討」において
圧密沈下量の予測等に用いた。また、試験結果の詳細および計量証明書は巻末試料に示す。

表 5.4 土壌成分等試験結果一覧表

試験項目	単位	OC-5 10-30cm	OC-4 20-40cm	OC-4 70-90cm	OC-9 50-70cm	OC-10	DT-1
湿潤密度	g/cm ³				0.996		
土粒子の密度	g/cm ³	1.680	2.457	2.230	1.923	2.245	1.521
自然含水比	%	958.6	137.8	314.0	387.8	239.5	1080.2
礫分	%	5	0	0	0	0	0
砂分	%	22	3	6	7	7	15
シルト分	%	73	47	51	93	49	85
粘土分	%		50	43		44	
圧縮指数					4.52		
圧密降伏応力	kN/m ²				12.12		
強熱減量	%	72.3	13.1	20.5			
透水係数	cm/s					1.20E-6	9.66E-6
最大乾燥密度	g/cm ³					0.864	0.368
pH		6.3	6.6	6.6			
EC	mS/m	46.6	6.16	8.07			
全有機体炭素	mg/L	210	23	37			
全窒素	mg/L	20	2.2	3.6			
アンモニア性窒素	mg/L	8.0	0.30	0.17			
亜硝酸性窒素	mg/L	不検出	不検出	不検出			
硝酸性窒素	mg/L	不検出	不検出	不検出			
全リン	mg/L	7.0	不検出	0.10			
有機体リン	mg/L	5.2	不検出	不検出			
ケイ酸	mg/L	13	6.1	19			
カルシウムイオン	mg/L	7.0	0.7	0.6			
マグネシウムイオン	mg/L	6.0	0.60	0.60			
カリウムイオン	mg/L	39	2.6	0.83			
ナトリウムイオン	mg/L	29	10	19			
硫酸イオン	mg/L	45	6.5	3.8			
炭酸イオン	mg/L	4.2	5.1	14			
塩素イオン	mg/L	62	7.6	9.7			

5.1.2 モニタリング計画

前述の調査結果などを踏まえて、今後のモニタリング計画を策定した。

(1) 調査項目

調査項目は、表 5.5 に示すものとする。

表 5.5 調査項目と調査目的

項目	調査目的
地下水位	評価指標である地下水位の推移を把握する
植物	評価指標である植物の生育の推移を把握する
水質	基礎的条件としての水質の推移を把握する
施設の破損状況	堰の破損の有無を監視する

(2) 調査方法

1) 地下水位

2009 年まで実施している格子状に配置した調査地点（図 5.3）において地下水位を計測する。なお、堰の前後を横断するライン及び落合沼を横断する代表的なライン上に位置する地点には地下水位計を設置し、地下水位を連続観測する。その他の調査地点では冬季を除き毎月 1 回計測する。調査結果から、堰止め施工前後の水位標高分布の変化を解析し、水位の現況を評価する。

2) 植物

「5.1.1 現況調査」で示した考えに基づいて配置した調査地点（図 5.4）において調査を実施する。調査地点は、基本的に 2009 年に実施した地点と同一であるが、堰の施工で消失する地点は今後のモニタリング地点から除いた。

各調査地点において 2m×2m のコドラートを設定し、コドラート内の平均高・植被率、全生育種の草丈・植被率・開花結実状況を記録して定点写真撮影を行う。また、初夏と秋の植生状況も記録しておくために 6 月及び 9 月にも定点写真撮影を行う。

これらの調査結果を過去のデータと比較して評価指標となる植物の推移を把握して現況を評価する。また、その基盤条件となる地下水位と種組成の変化の対応を解析する。

3) 水質

水面、水際、水際から離れた位置にある調査地点及び対照区において水質を分析し、水位の変化と水質の対応を解析する。調査は春、夏、秋、冬に実施する。分析項目は、pH、全有機体炭素、全窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、全リン、有機体リン、ケイ酸、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン、ナトリウムイオン、硫酸イオン、炭酸イオン、塩素イオンとする。

4) 施設の破損状況等

堰の破損の有無を地下水位または植物の調査時に観察し、記録する。

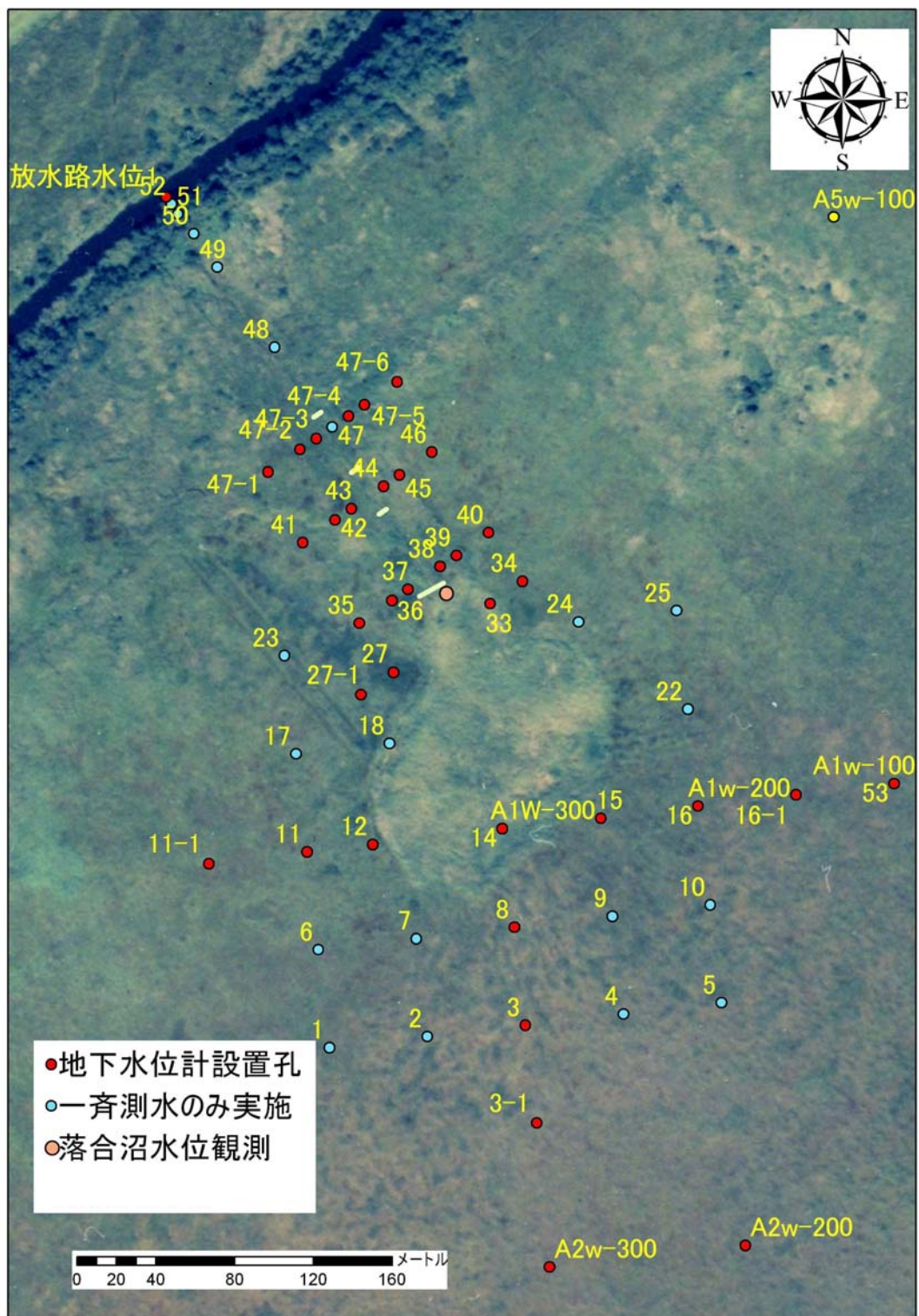


図 5.3 地下水位モニタリング地点

表 5.5 植物モニタリング地点の内訳

No.	位 置	備 考
1	落合沼周囲(高層湿 域)	
2	落合沼周囲(高層湿 域)	
3	落合沼周囲(高層湿 域)	
4	落合沼周囲(高層湿 域)	
5	落合沼周囲(高層湿 域)	
6	落合沼周囲(高層湿 域)	
7	落合沼周囲(高層湿 域)	
8	落合沼周囲(高層湿 域)	
9	落合沼周囲(高層湿 域)	
10	落合沼周囲(高層湿 域)	
11	落合沼周囲	
12	落合沼周囲	
13	旧落合沼窪地	
14	旧落合沼窪地	A1W-300と
15	落合沼周囲	
16	落合沼周囲	A1W-200と
17	落合沼周囲	
18	落合沼周囲	
19	旧落合沼窪地	
20	旧落合沼窪地	
21	旧落合沼窪地	
22	落合沼周囲	
23	落合沼周囲	
24	落合沼周囲	
25	落合沼周囲	
26	旧落合沼窪地	
28	落合沼周囲	
53	緩 付	A1W-100と
80	設堰により再生する溢水路	2009年 設置地点
81	設堰により再生する溢水路	
82	設堰の下流部	
83	設堰の下流部	
84	設堰の下流部	
85	設堰の下流部	
86	設堰の下流部	
87	設堰の下流部	
A1W-80	緩 付	A1測線
A1W-60	緩 付	
A1W-40	緩 付	
A1W-20	緩 付	
A1W-10	緩 付	
A1W-5	緩 付	
A1W-2	緩 付	
A1W-0	緩 付	
A2W-300	対 区(高層湿 域)	A2測線

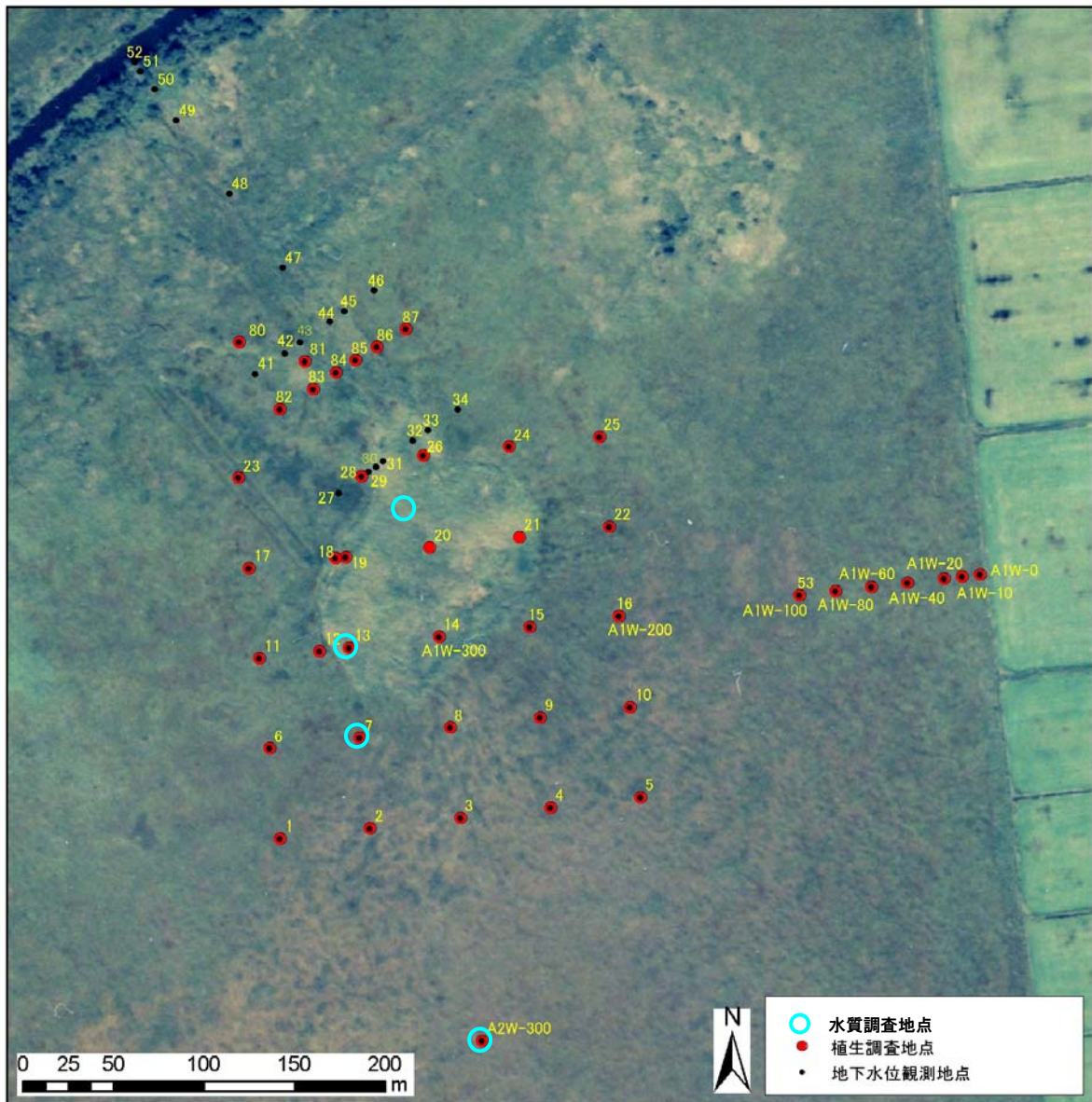


図 5.4 植物及び水質モニタリング地点

(3) スケジュール

施工は2010年5月頃に終了する見込みであることから、施工後のモニタリングは2010年5月以降に実施する。環境変化後の種組成の変動は概ね3年程度で傾向が明らかになると思われるため、モニタリングを3年間行う。その後も種組成の変動が続く場合は必要に応じて適宜調査を実施する。得られたデータから毎年事業の評価・検討を行う。

表 5.6 モニタリングと評価のスケジュール

		地下水位	植物		水質	評価等
			調査	写真		
2010年	4月					堰止め施工 ↓ 中間評価 ↓ 中間評価 ↓ 結果の評価
	5月					
	6月	●		●		
	7月	●	●	●	●	
	8月	●				
	9月	●		●	●	
	10月	●				
	11月	●			●	
	12月					
2011年	1月					堰のな の事 発生した合 は、適設計 の直し・ を
	2月					
	3月					
	4月	●			●	
	5月	●				
	6月	●		●		
	7月	●	●	●	●	
	8月	●				
	9月	●		●	●	
	10月	●				
2012年	11月	●			●	
	12月					
	1月					
	2月					
	3月					
	4月	●			●	
	5月	●				
	6月	●		●		
	7月	●	●	●	●	
	8月	●				
2013年	9月	●		●	●	
	10月	●				
	11月	●			●	
	12月					
	1月					
	2月					
	3月					
	4月					
	5月					
	6月					
	7月					
	8月					
	9月					
	10月					
	11月					
	12月					

種 成等の変動
合は、適 調
査を実施

5.2 植生回復工予定地施工前調査

5.2.1 施工前調査

施工前調査については、「3. 泥炭採掘跡地植生回復工の設計」に記述した。

5.2.2 モニタリング計画

マルチによる表土の保護、表土移動抑制材の設置、土壌改良、亀裂の造成について試験的に実施し、乾燥化の防止及び表土移動の抑制がどの程度機能し、植物がどの程度定着できるのかを確認する。調査結果から、各種法の中で高い効果が認められる手法を広域的に実施する手法として選定する。試験区と対照区（植物生育箇所、対策を実施しない裸地）を設け（図 5.5）以下の調査を実施する。

(1) 土壌水分及び地下水の水位・水質

試験区に土壌水分センサーを設置し、地表部の土壌水分を計測する。計測結果から年間を通した土壌水分の変動を整理し、特に夏季の土壌水分の値及び乾燥状態の連続日数を明らかにする。また、地下水の水位・水質を分析し、植物の生育状況と地下水の水位・水質の対応を把握する。

(2) 表層の攪乱状況

試験区の地表にピンを設置し、ピンの先端から地表までの長さを計測する。春期～秋期にかけて毎月 1 回実施する。計測結果から、調査期間中の地表面の高さの変動を整理する。

(3) 植物

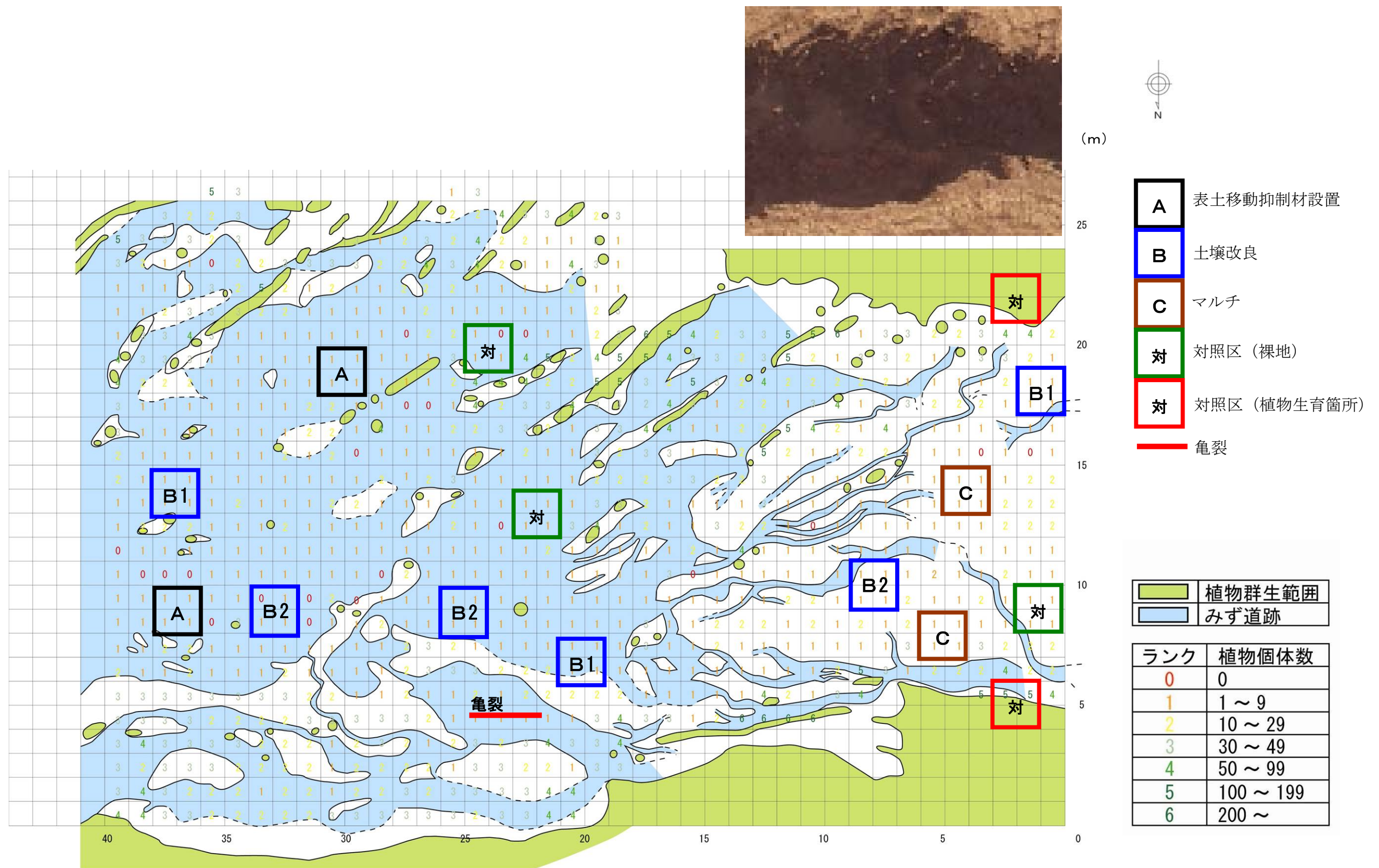
試験区における植物群落の平均高、植被率、生育種別の草丈・植被率・開花結実状況を記録し、定点における写真撮影を行う。調査は植物の生育が旺盛な夏季に 1 回実施する。また、初夏と秋の植生概況も記録するために 6 月及び 9 月にも定点写真撮影を行う。調査結果から、植物の生育の有無、生育種の種類等から今後の群落の発達の可能性を整理する。

(4) 評価

試験を実施した各手法について、施工上の課題の有無や今後の広域への施工範囲の拡大の可否について判断するために、土壌水分、地表面の変動量、植被率等について試験区における値を対照区と比較する。調査結果を踏まえて下表のように評価する。

表 5.7 調査結果の評価イメージ

項 目	調査結果例①	調査結果例②	調査結果例③
乾燥時の土壌水分	変わらない・多い	少ない	変わらない・多い
表層の攪乱状況	攪乱少ない	攪乱多い	攪乱少ない
植物	生育あり	生育無し	生育無し
評価	効果が認められるので、広域に展開する	環境条件の緩和効果がないので施工内容、材料を見直す必要がある	環境条件の緩和効果があるが植物の種子や繁殖体の供給源がない可能性があるため、播種・移植を行う必要がある



(5) スケジュール

モニタリングは、1 サイクルの季節変動を捉えることによって施工後の環境条件を概ね把握できると考えられる施工翌年まで実施する。

表 5.8 モニタリングと評価のスケジュール

		土壌水分	表層攪乱状況	地下水位・水質	植物		評価等
					調査	写真	
2010年	4月						試験施工 ↓ 結果の評価
	5月						
	6月	●	●			●	
	7月	●	●	●	●	●	
	8月	●	●				
	9月	●	●	●		●	
	10月	●	●				
	11月	●	●	●			
	12月						
2011年	1月						
	2月						
	3月						
	4月	●	●	●			
	5月	●	●				
	6月	●	●			●	
	7月	●	●		●	●	
	8月	●	●				
	9月	●	●			●	
	10月	●	●				
	11月	●	●				
	12月						
2012年	1月						
	2月						
	3月						

6. 有識者等へのヒアリング等

設計及び評価指標の設定等に当たり、サロベツ湿原に関して豊富な知見を持つ有識者からのヒアリング等を行った。ヒアリング結果は以下のとおりである。

(1) 第1回ヒアリング結果（北海道大学大学院 井上准教授）

日 時：平成21年10月13日 10:00～12:00

場 所：北海道大学 環境資源学部門 土地改良学研究室

出席者：北海道大学大学院 井上准教授

北海道地方環境事務所 藤森課長、藤生課長補佐、千田上席自然保護官

アジア航測株式会社 佐野、岩田

■水抜き水路堰き止め工関連

（築堤材料について）

- ・ コア材として、落合沼の表層土ではなく、周辺工事で発生する良質な粘土を使用してはどうか。その際、外から築堤材を持ってくることに對してどのように考えるべきかが課題。また、落合沼下層土を使用してはどうか。

（圧密沈下への対応について）

- ・ 軟弱地盤であり圧密沈下量が大きくなるため、堤体のボリュームを減らして沈下量を小さくすることが課題。
- ・ 余盛は盛土高が大きくなる中央部分を厚くして、両サイドは薄くしてはどうか。
- ・ 下流側の水抜き水路を埋め戻して堤体の抑え盛土となれば、堤体ボリュームをさらに減らせるのではないか。
- ・ 満水位に対する余裕高さは30cmあれば十分と思う。できる限り堤体ボリュームを小さくしたい。
- ・ 遮水性を高めてボリュームを小さくする案として、木杭をコア部分に打つ案はどうか。さらに上流側には遮水シート、下流側にはジオテキスタイルのシートを敷設して荷重を分散させてはどうか。

【ポイント】

堤頂幅を小さくする。

堤体を小さくする。

遮水性を高める。

- ・ 堤頂幅が2m必要かどうか。1mくらいでも大丈夫か。浸透路長の計算を検討してはどうか。

（築堤表面の保護について）

- ・ 竣工後、雪解け水によって万が一越水した場合、堤体が浸食される恐れがある。植生が発生する前の春季のしばらくの間、ブルーシート、プラスチックシート（芝生保護で使用するもの）等で被覆するという案もあるのではないか。景観よりも、ま

ずは安全に水を溜めることが大切。

- ・ 堤体は5年も経過すれば周辺景観になじむものと考えられる。

(溢水路の流下能力の検討について)

- ・ 溢水路の流下能力の検討に際して、仮堰上げ時の最高水位時の越流量を用いているが、水位観測期間中、最高水位であった観測日の降水量データを参照してはどうか。

以上

(2) 第2回ヒアリング結果（北海道大学 富士田准教授）

日 時：平成21年12月18日 14:00～15:45

場 所：北海道大学植物園

出席者：北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 富士田准教授

北海道地方環境事務所 藤森課長、藤生課長補佐

アジア航測株式会社 佐野

アジア航測（株）より検討資料について説明し、以下のご意見を頂いた。

■水抜き水路堰き止め工関連

(重機使用の可否について)

- ・ サロベツ湿原は雪が積もるため、冬季でも地盤は凍結しない可能性が高い。軟弱な落合沼跡に重機が入れない場合は、築堤材料の土は湿原外から搬入するしかないのではないかと。
- ・ 開発局が実施している緩衝帯の施工で発生した深い層の泥炭を使うのは一つの方策である。
- ・ <電話でご意見を伺った井上准教授より>落合沼跡にも雪を敷き固めて雪道（せつどう）を作れば重機による掘削作業も可能ではないか。近隣地区で泥炭の採掘を行っている業者に冬季作業の実態を聞いてみるのも有効と思われる。

(落合沼跡を掘削する場合の留意事項について)

- ・ 沼が干し上げられる前に堆積した泥炭層に埋土種子が生きている可能性が高い。湛水後に想定される水際付近はできるだけ掘削を避け、沼の中央付近から築堤材料を採取した方が水際植生の再生を図る上で好ましい。
- ・ 開水面が形成されれば飛来する水鳥によって植物の種子が運ばれることも期待できる。

(築堤表面の保護について)

- ・ 築堤表面は部位によって水分条件等が異なるため、どのような植物が現れるか予測できない。浸食防止等のためにマルチングを施す際は、種子などを含ませるのは控え、自然の推移に任せた方が良い。

(水抜き水路の埋め立てについて)

- ・ 落合沼水抜き水路を泥炭で埋めるのは良いと思うが、地下水の流動等によって埋め戻し土が不安定化しないように現仮堰のベニア板を残置するのも一案である。
- ・ 標準的な水抜き水路については、ベニア板等の堰で簡易に堰き止めができるのであれば、効果はあると考えられる。

(モニタリングの重要性について)

- ・ このような自然再生のための工事は前例の無い取り組みであるため、予測と異なる結果が出た場合には随時手直しをしていけば良い。そのためにもモニタリングを継続することが大切である。

■泥炭採掘跡地植生回復工関連

(実施全般について)

- ・ 裸地状態が永く続いている箇所について実験として植生回復を試みるのは良いと思う。
- ・ 降雨の多寡は年によって変動があるため、裸地部の植生の消長は 10 年くらいのタイムスパンで傾向を見ていく必要がある。
- ・

(対策手法について)

- ・ 「土壌改良」は泥炭の繊維を漉き込むとのことだが、掘って混ぜるだけでは降雨時に流亡してしまうので、何らかの囲いが必要である。
- ・ 対策案として挙げられているのは生育基盤条件の改善を図るものだが、これらの方法で効果が得られない場合は、泥炭等を固めた「苗ブロック」のようなものを試してみることも考えられる。
- ・ 対策による効果をある程度検証するにも、最低 3～5 年はモニタリングを続けることが必要である。

以上

7. 地下水位観測網データ回収

上サロベツ湿原では経年的な地下水位の動向を把握するために観測孔が設けられており、平成 19 年度には連続計測が可能な地下水位計が設置されている。本年度は、環境省が湿原内に設置した地下水位計 206 箇所からデータの回収を行い、地下水位の経年的な推移を把握するための基礎データとして整理した。また、春季、夏季、秋季の 3 時期において、A 測線、水抜き水路 1、水抜き水路 2 の各測線の一斉測水調査を実施した。なお、地下水位観測網の調査日程を表 8.1 に示す。

表 8.1 地下水位調査の調査日程と調査内容

調査日程	調査内容	備考
2009 年 5 月 27～30 日	一斉測水、地下水位計データ回収	
2009 年 8 月 24～25 日	一斉測水	
2009 年 10 月 28～30 日	一斉測水、地下水位計データ回収	

7.1 地下水位データの回収

上サロベツ湿原には平成 19 年度に地下水の連続モニタリングを目的として地下水位計が設置された。本業務では、各地点の地下水位連続観測のデータを回収すると共にメンテナンスを実施した。また、大気圧補正用のバロメーターのデータ回収も合わせて実施した。回収した地下水位データは大気圧補正を行ない、地下水位標高に換算して各測線毎にグラフとして示した。

7.1.1 A測線

A測線における連続地下水位計測結果をA-1～A-6 測線毎に整理した。なお、各地点の地下水位グラフは湿原側を寒色系、農地側を暖色系に分けて表示した。



図 8.1 A測線の地下水位モニタリング位置図

(1) A-1 測線の地下水位変動

A-1 測線の地下水位変動グラフを図 8.2 に示す。A-1 測線では農地側の排水路水位が低い傾向が見られ、湿原－農地境界部の A-1 水路 1 地点よりも 1 枚目と 2 枚目の農地間の A-1 水路 2 地点のほうが低くなっている。また、農地側の排水路肩に位置する A-1-E267 と A-1-E0 地点は排水路水位に影響を受けて農地中心部の A-1-E-135 等よりも低い地下水位を示している。湿原側の地下水位は概ね農地よりも地下水位が高いが、湿原側で最も高い地点は A-1-W80 地点（湿原－農地境界から 80m の地点）で、ここより西側では落合沼に向けて定常的に地下水位が低くなっている。また、東側では湿原－農地境界の排水路に向かって低くなっている。

2008 年 3 月中旬から 4 月初旬までと、2009 年 3 月初旬から 4 月初旬までの時期には、降水量が多くないのに、地下水位・水路水位が上昇している。これらの水位上昇は、融雪による排水路水位および地下水位の上昇と考えられる。なお、その他の期間では降水量と水位の上昇には明瞭な相関が見られる。

2009 年 8 月 20 日以降、A-1 水路 1 地点と A-1-E0 地点の水路水位と地下水位が上昇を初め 10 月までに約 1m 程度上昇した。これは、緩衝帯の施工による水路 1 の堰上げの効果が計測されているものである。

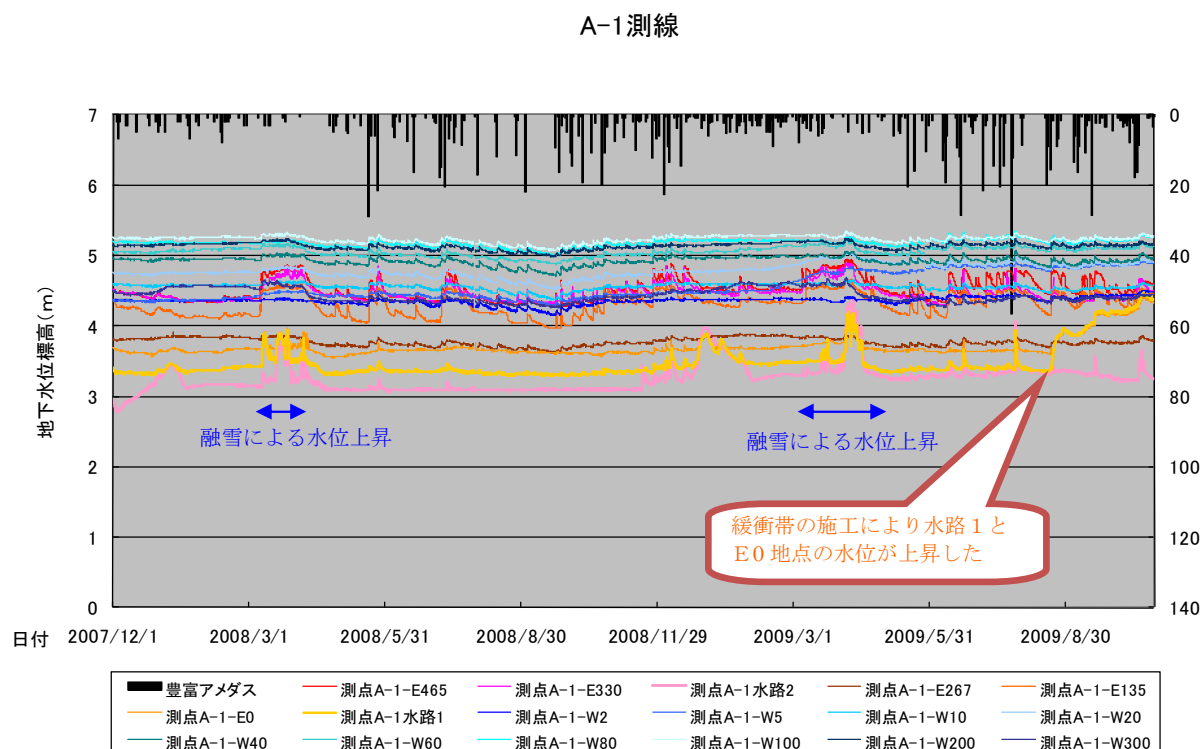


図 8.2 A-1 測線の地下水位変動グラフ

(2) A-2 測線の地下水位変動

A-2 測線の地下水位変動グラフを図 8.3 に示す。A-2 測線でも A-1 測線と同様に農地側の排水路水位が低い傾向が見られ、1 枚目と 2 枚目の農地間の A-2 水路 2 地点が最も低くなっている。また、農地側の排水路肩に位置する A-2-E267 と A-2-E0 地点は水路水位に影響を受けて農地中心部よりも低い地下水位を示している。

A-2 測線には最も東側に農地内に残存する湿原があり（図 8.1 参照）、地形的にも高くなっている。残存湿原の地下水位は中心部の A-2-E825 地点が最も高く、周辺の排水路に向かって低くなっている。また、湿原側の地下水位は湿原奥部の A-2-W300 地点が最も高く、湿原－農地境界の排水路に向かって低下する傾向が見られる。

2008 年 3 月中旬から 4 月初旬までと、2009 年 3 月初旬から 4 月初旬までの時期には、降水量が多くないのに、地下水位・水路水位が上昇している。これらの水位上昇は、融雪による排水路水位および地下水位の上昇と考えられる。なお、その他の期間では降水量と水位の上昇には明瞭な相関が見られる。

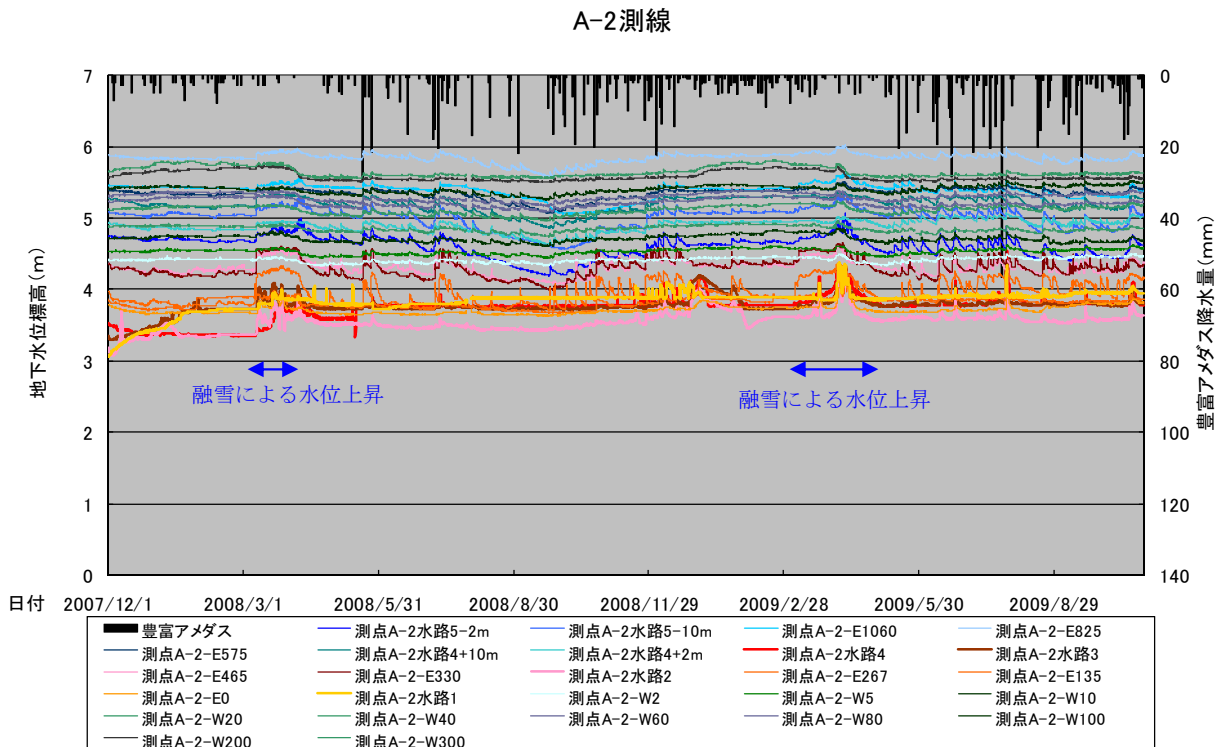


図 8.3 A-2 測線の地下水位変動グラフ

(3) A－3測線の地下水位変動

A-3 測線の地下水位変動グラフを図 8.4 に示す。A-3 測線では1枚目と2枚目の農地間のA-3水路2地点が最も低く、次いでA-3水路2西側肩部のA-3-E267地点が低くなっている。また、農地中央部に位置するA-3-E135、A-3-E330、A-3-E465地点は、東側の農地ほど地下水位が高い傾向が見られる。

A-3 測線の湿原側地下水位は湿原奥部のA-3-W300地点が最も高く、湿原－農地境界の排水路に向かって低下する傾向が見られる。

2008年3月中旬から4月初旬までと、2009年3月初旬から4月初旬までの時期には、降水量が多くないのに、地下水位・水路水位が上昇している。これらの水位上昇は、融雪による排水路水位および地下水位の上昇と考えられる。なお、その他の期間では降水量と水位の上昇には明瞭な相関が見られる。

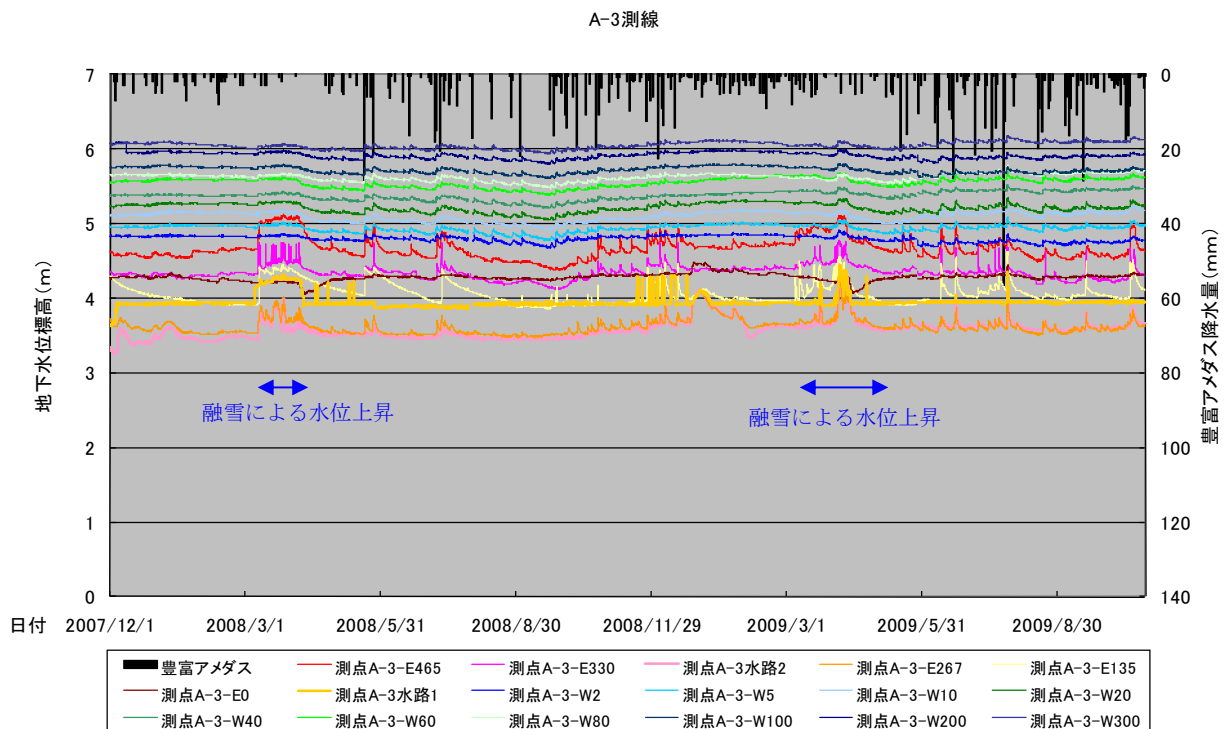


図 8.4 A-3 測線の地下水位変動グラフ

(4) A-4 測線の地下水位変動

A-4 測線の地下水位変動グラフを図 8.5 に示す。A-4 測線では農地側の排水路水位が低い傾向が見られ、1 枚目と 2 枚目の農地間の A-4 水路 2 地点が最も低くなっている。また、農地中央部に位置する A-4-E135、A-4-E330、A-4-E465 地点は、東側の農地ほど地下水位が高い傾向が見られる。

A-4 測線の湿原側地下水位は湿原奥部の A-4-W300 地点が最も高く、湿原－農地境界の排水路に向かって低下する傾向が見られる。

2008 年 3 月中旬から 4 月初旬までと、2009 年 3 月初旬から 4 月初旬までの時期には、降水量が多くないのに、地下水位・水路水位が上昇している。これらの水位上昇は、融雪による排水路水位および地下水位の上昇と考えられる。なお、その他の期間では降水量と水位の上昇には明瞭な相関が見られる。

A-4 測線では排水路水位が A-1～3 測線の排水路ほどの水位上昇はみられない。これは、A-4 測線では排水路が他の測線の排水路の上流側に位置し、下流側よりも融雪水を集水する面積が少ないことが要因と考えられる。

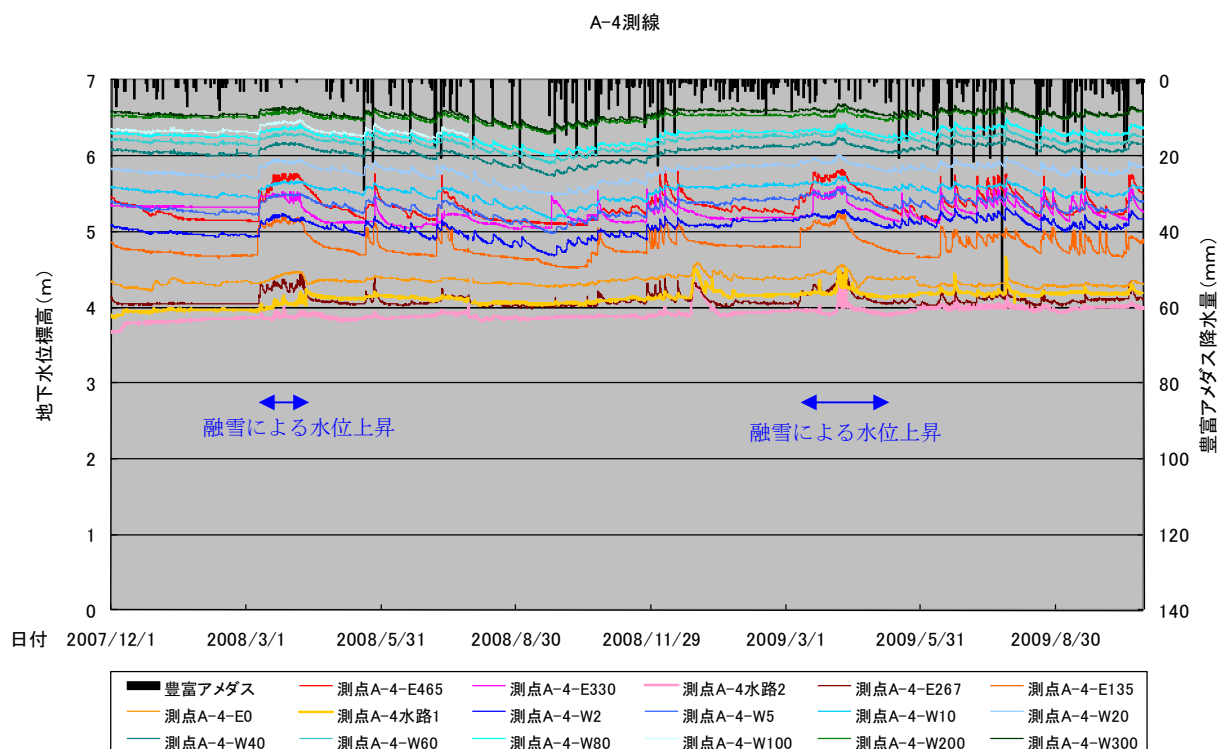


図 8.5 A-4 測線の地下水位変動グラフ

(5) A－5 測線の地下水位変動

A-5 測線の地下水位変動グラフを図 8.6 に示す。A-5 測線では湿原奥部の A-5-W100 地点が A-5-W50 地点よりも若干地下水位が高くなっている。融雪による地下水位上昇は、2008 年 3 月中旬から 4 月初旬までと、2009 年 3 月初旬から 4 月初旬にあまり大きくはないが、他の測線の湿原側地点と同様に見ることができる。

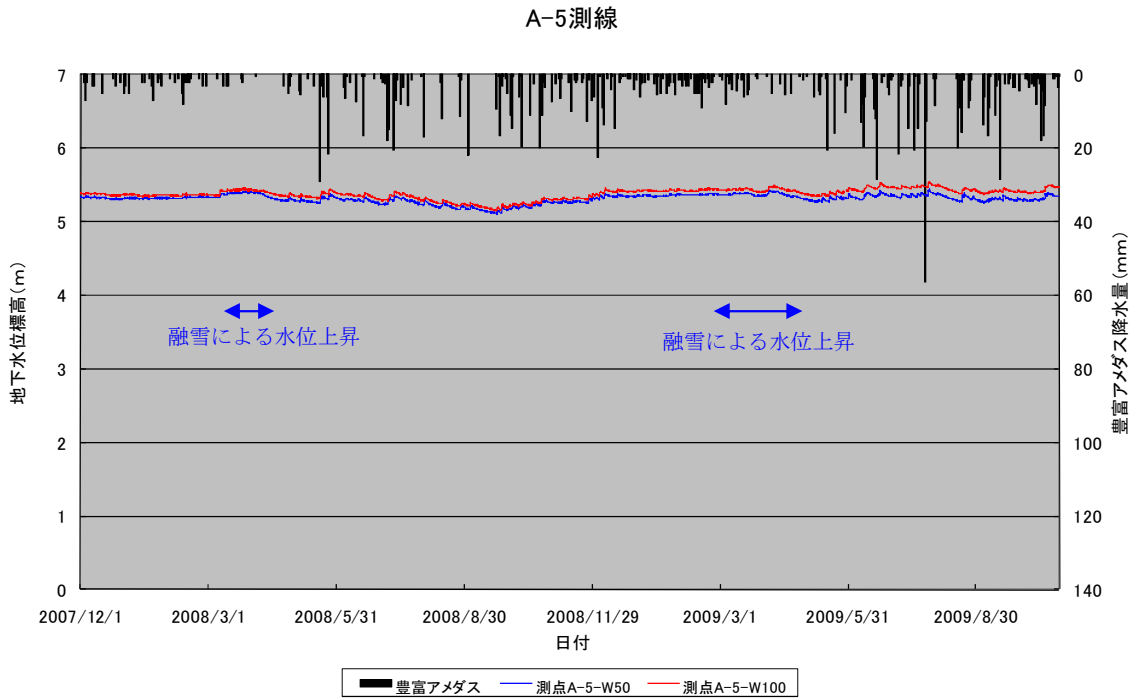


図 8.6 A-5 測線の地下水位変動グラフ

(6) A－6 測線の地下水位変動

A-6 測線の地下水位変動グラフを図 8.7 に示す。A-6 測線では A-6-W100 地点と A-5-W50 地点はほとんど同じ高さの地下水位を示す。融雪による地下水位上昇は、A-5 測線よりは大きく変動し、2008 年 3 月中旬から 4 月初旬までと、2009 年 3 月初旬から 4 月初旬にみられる。

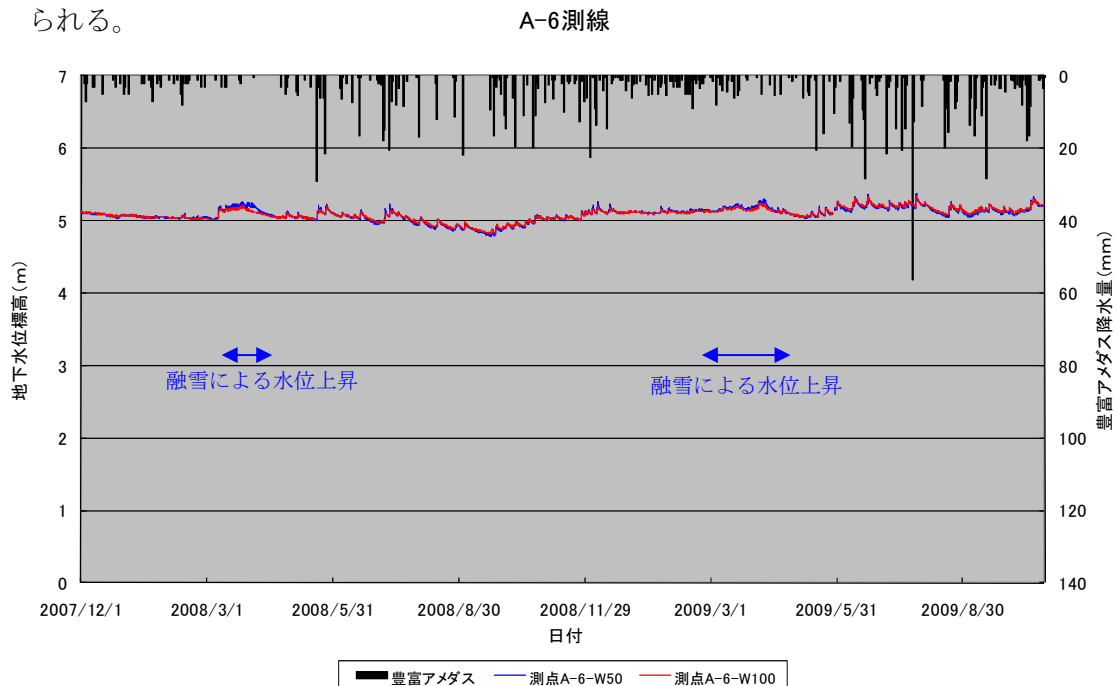


図 8.7 A-6 測線の地下水位変動グラフ

7.1.2 B測線

B測線のモニタリング位置図を図 8.8 に示す。B測線では、地下水位計のデータ回収のみ実施した。

B測線における地下水位変動グラフを図 8.9 に示す。

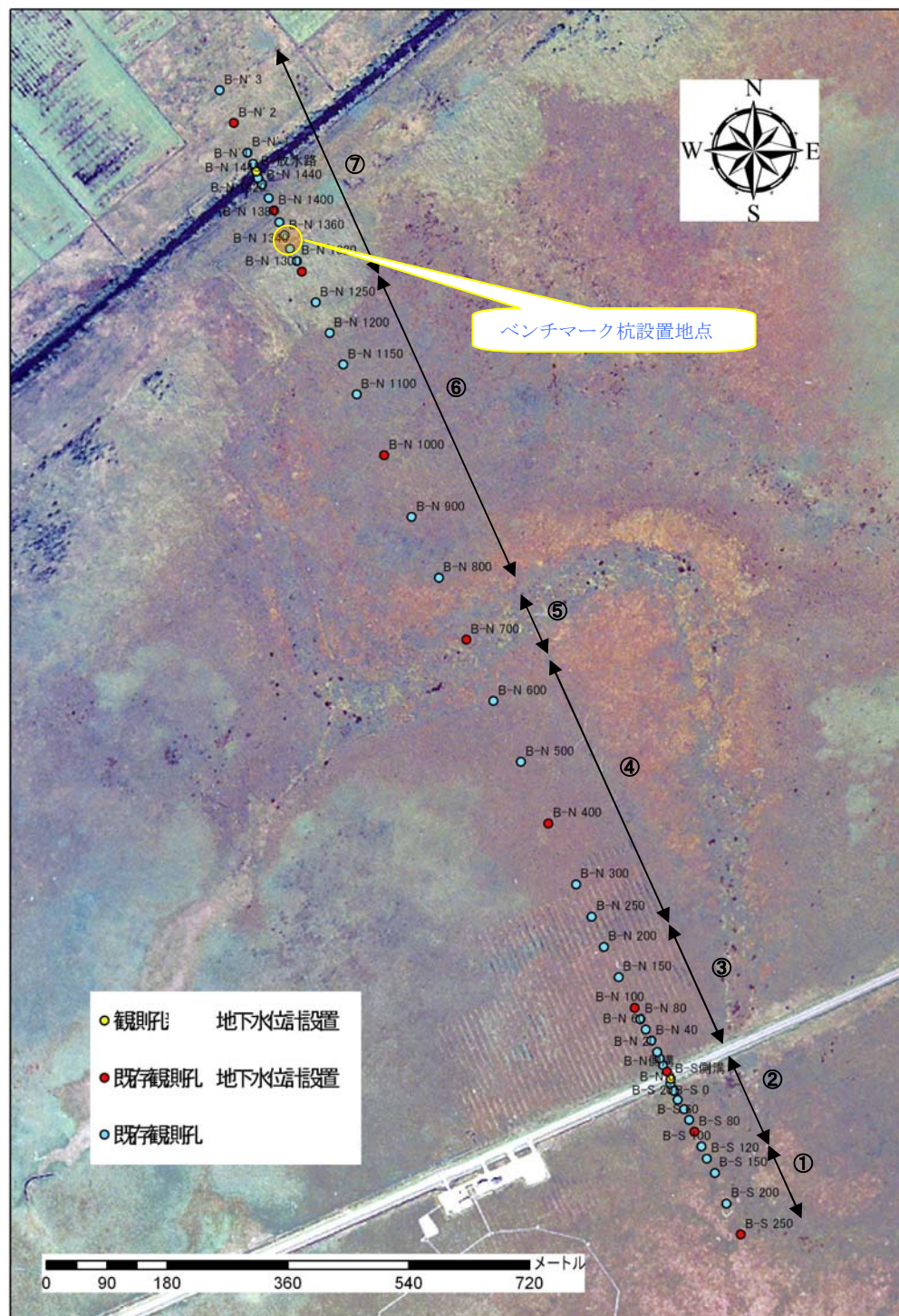


図 8.8 B測線の地下水位モニタリング位置図

B測線の湿原地下水位は南側湿原（B-S-250、B-S-80 地点）が最も高く、サロベツ川放水路近傍（B-N-1400、B-N'-2 地点）に向かって低くなっている。

地下水位変動の傾向は、2008 年、2009 年ともに同様の傾向を示し、丸山道路を挟んだ南側湿原と北側湿原で大きく異なっている。南側湿原と南側道路側溝では積雪期から融雪が終了するまで地下水位が徐々に上昇し、融雪後は急激に水位が低下する。これに対して北側湿原では、積雪期の地下水位は低下傾向を示し、融雪が始まると水位が上昇し、融雪後に水位が低下する。これは、南側湿原では積雪により主な排水系である南側道路側溝が埋められて水抜けが悪くなるため地下水位が上昇するのに対し、北側湿原では南側湿原や丸山側からの水の供給が減少するために地下水位が徐々に下がっているものと考えられる。したがって、北側湿原では水の供給が始まる融雪期のはじめから地下水位の上昇がみられる。

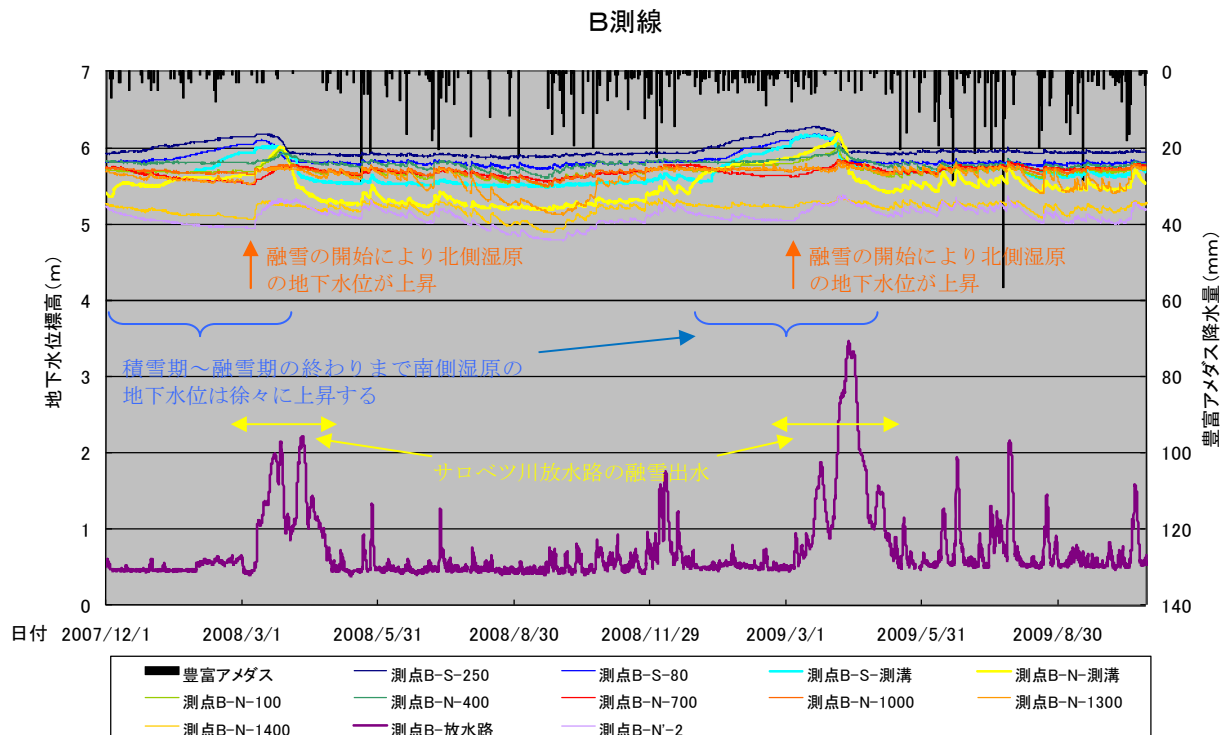


図 8.9 B測線の地下水位変動グラフ

7.1.3 E 測線

E 測線におけるモニタリング位置図を図 8.10 に示す。E 測線では、地下水位計のデータ回収のみ実施した。

地下水位変動グラフを図 8.11 に示す。E 測線の地下水位は東側の Ee 地点から西側の湿地溝（WW 地点）に向けて低くなっている。融雪期や降水による地下水位の変動はあまり大きくないが、Ee-40 地点では比較的水位変動が大きい。

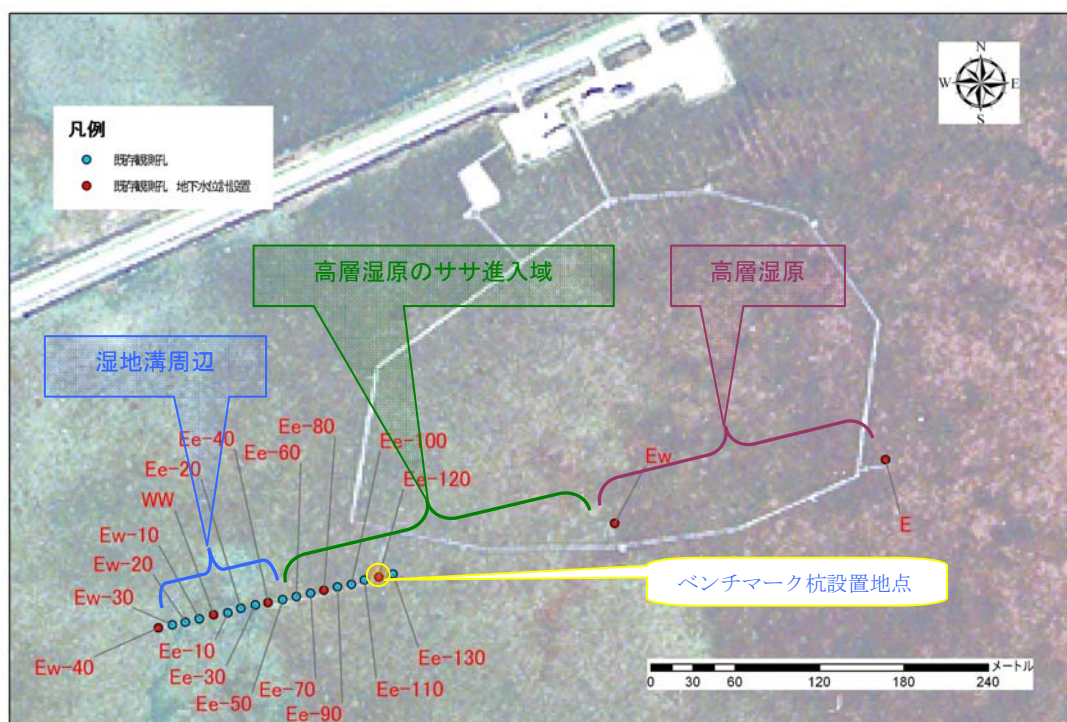


図 8.10 E 測線の地下水位モニタリング位置図

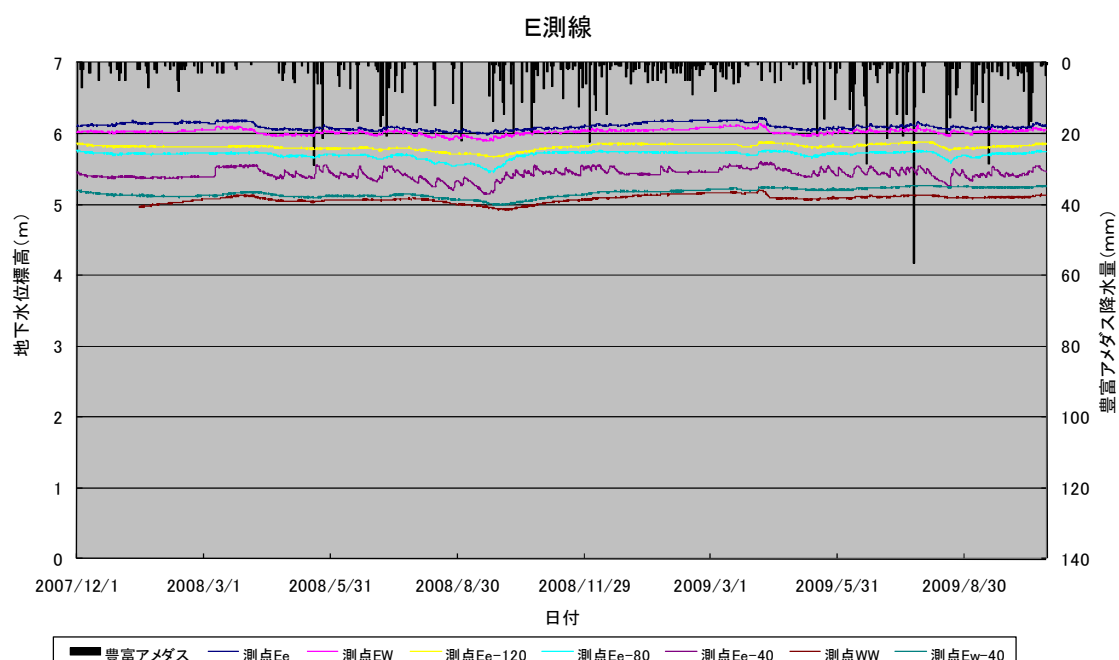


図 8.11 E 測線の地下水位変動グラフ

7.1.4 ササ刈り試験区

E測線では、地下水位計のデータ回収のみ実施した。ササ刈り試験区の連続地下水位データは、地下水位標高では比較がしづらいため、地表からの地下水位深度のグラフで比較した（図 8.13）。ササ刈り試験区はB測線の北側湿原と同様に、降雪期から融雪開始期にかけて地下水位が低下する傾向が見られる。融雪期にはどの地点でも地下水の位上昇がみられ、特に刈り取り無し区の水位が最も高くなる。しかし、雪解け以降、ササの活動が活発になる時期から 2 回刈り区と夏刈り区よりも刈り取り無し区の地下水位低下が大きくなっている。

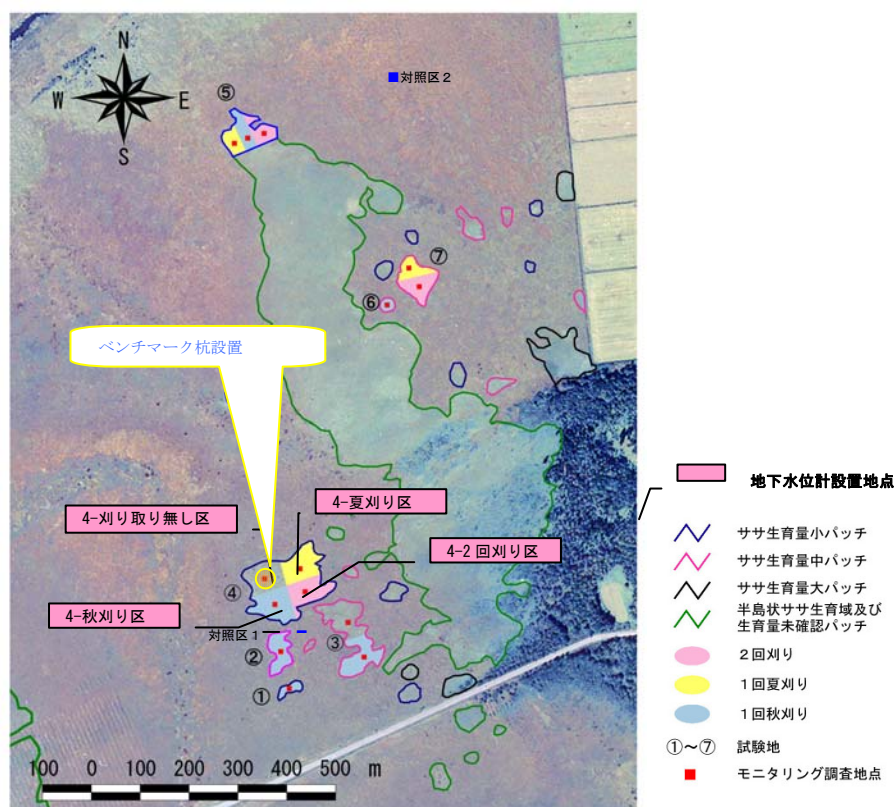


図 8.12 丸山地区ササ刈り試験区の地下水位モニタリング位置図
ササ刈り試験区

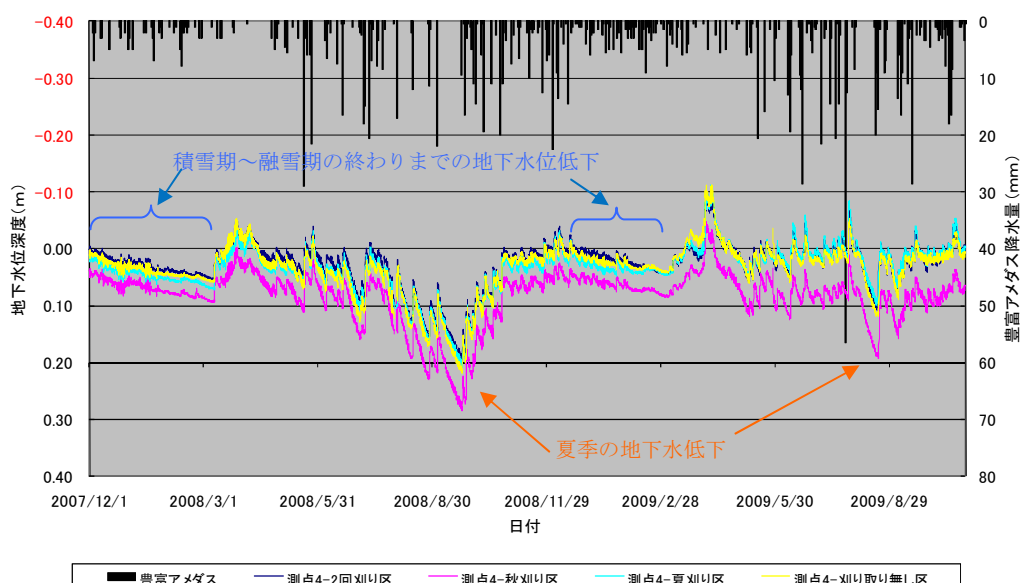


図 8.13 丸山地区ササ刈り試験区の地下水位変動グラフ

7.1.5 水抜き水路実証試験地

(1) 水抜き水路 1 実証試験地

水抜き水路 1 実証試験地のモニタリング地点図を図 8. 14 に、地下水位変動グラフを図 8. 15、16 に示す。水抜き水路 1 実証試験地では、地下水位計のデータ回収と一斉測水調査を実施した。

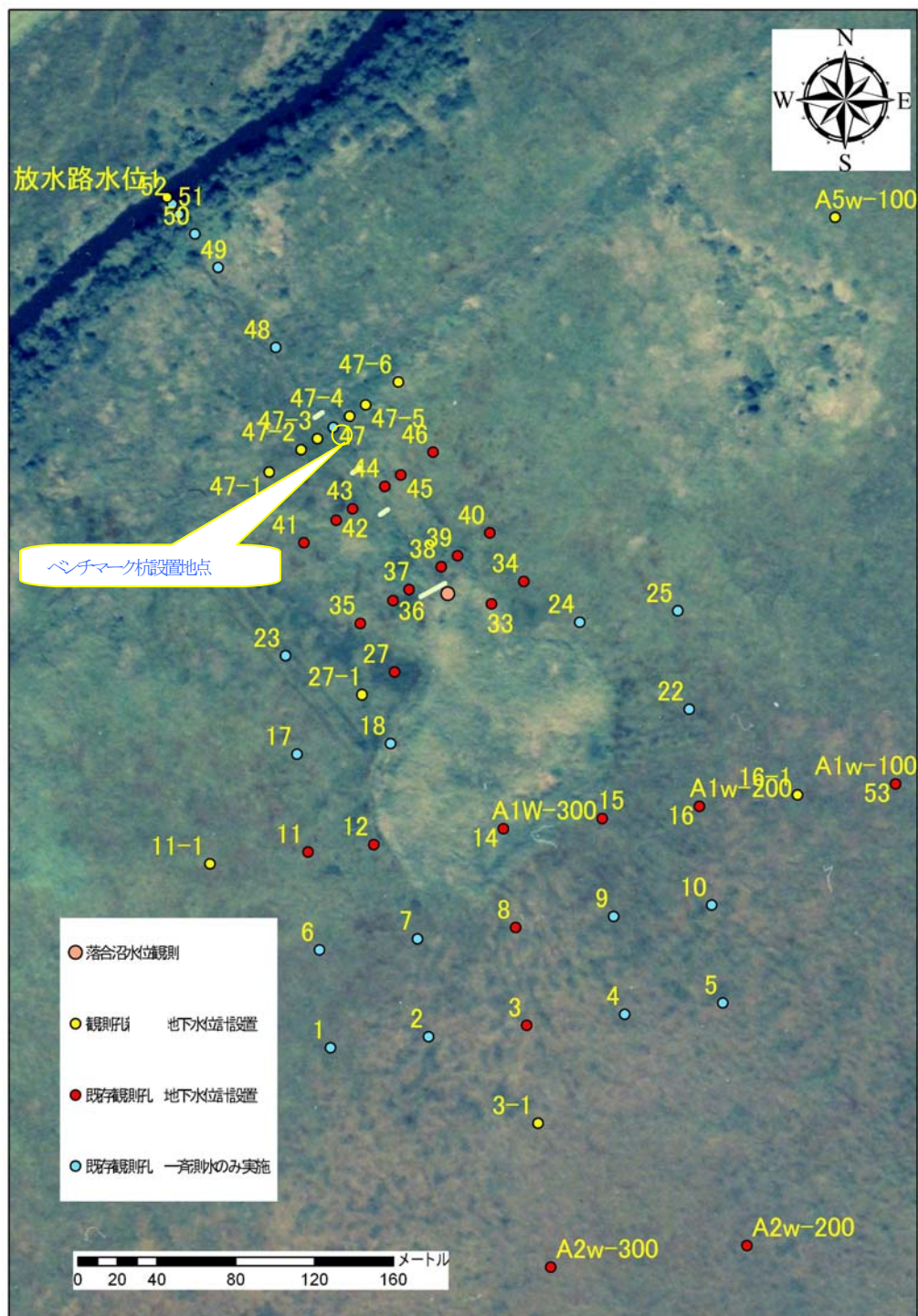


図 7. 1. 14 水抜き水路 1 の地下水位モニタリング位置図

落合沼周辺の地下水位変動（図 8.15）は、落合沼の水位が最も低く、落合沼から離れるにしたがって地下水位標高が高くなっている。なお、落合沼周辺で最も地下水位が高い場所は落合沼南方向の測点 3 及び 3-1 地点の方向となっている。

次に、落合沼の最上流部の堰より下流側の地下水位（図 8.16）は、各横断測線で水抜き水路に近くなるほど地下水位が低く、離れるほど高くなっている。これは、これまでの一斉測水の結果と整合する結果であるが、2008 年、2009 年ともに水路の近傍の 37 及び 43 地点で冬期間に比較的大きな地下水位の上昇がみられる。これは積雪による一時的な水路内の埋積が、部分的な水路水位の上昇をもたらし、近傍の地下水に影響が出ていると考えられる。

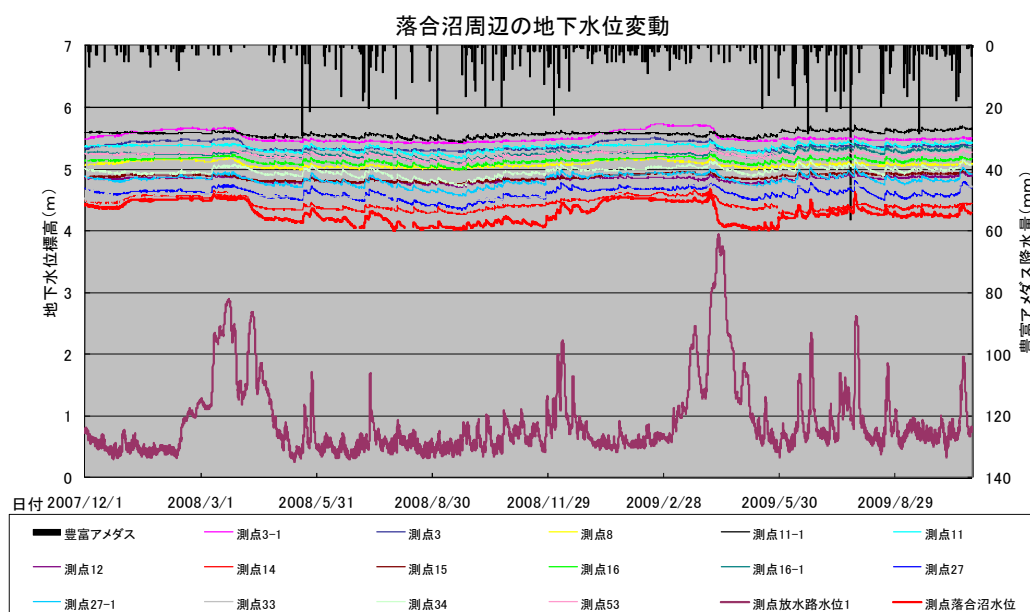


図 7. 1. 15 落合沼周辺の地下水位変動グラフ

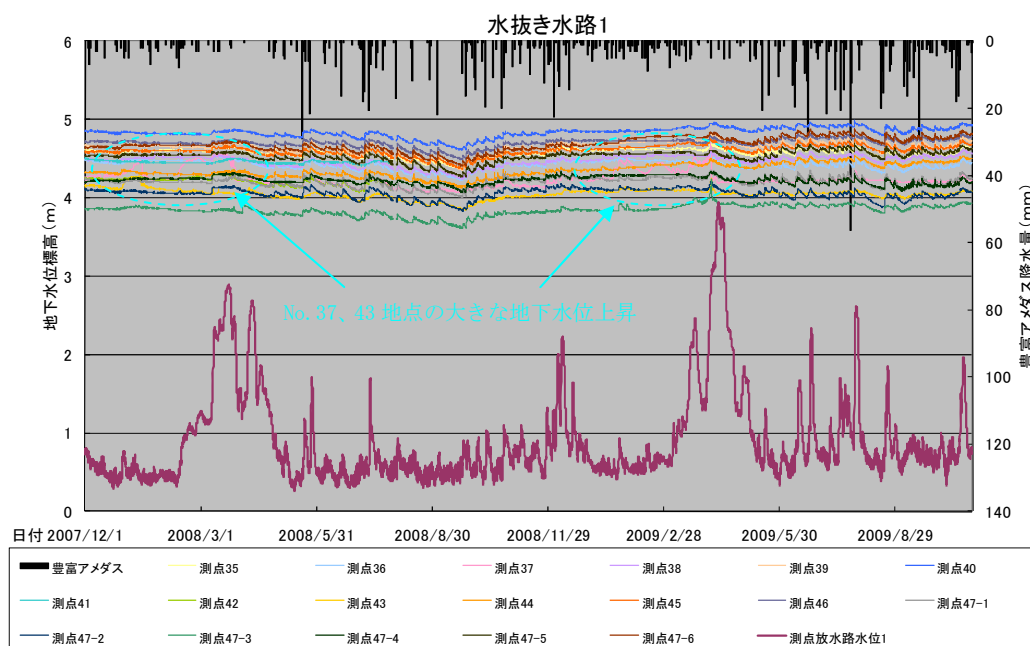


図 7. 1. 16 水抜き水路 1 近傍の地下水位変動グラフ

(2) 水抜き水路2実証試験地

水抜き水路2実証試験地のモニタリング地点図を図8.17に、地下水位変動グラフを図8.18に示す。水抜き水路1実証試験地では、地下水位計のデータ回収と一斉測水調査を実施した。



図 8.17 水抜き水路2の地下水位モニタリング位置図

水抜き水路2では、湿原奥部の測点78や78-1地点の地下水位が高い傾向を示し、年間を通じて標高6m以上の地下水位を示す。また、土砂堆積扇中心付近の測点54から58地点では、秋季から春季にかけては高い地下水位を示すが、夏季には標高6mを下回る。

これに対して、横断方向測線の測点61～66地点から下流から2番目の堰直上の測点74地点までの範囲では地下水位が5.5～5.7m付近に集中し、観測期間全体の地下水位変動幅も小さい特徴がある。これは、堰上げにより水抜き水路の水位が年間を通じて高い状態が維持されており、周辺の地下水位が安定しているためと考えられる。

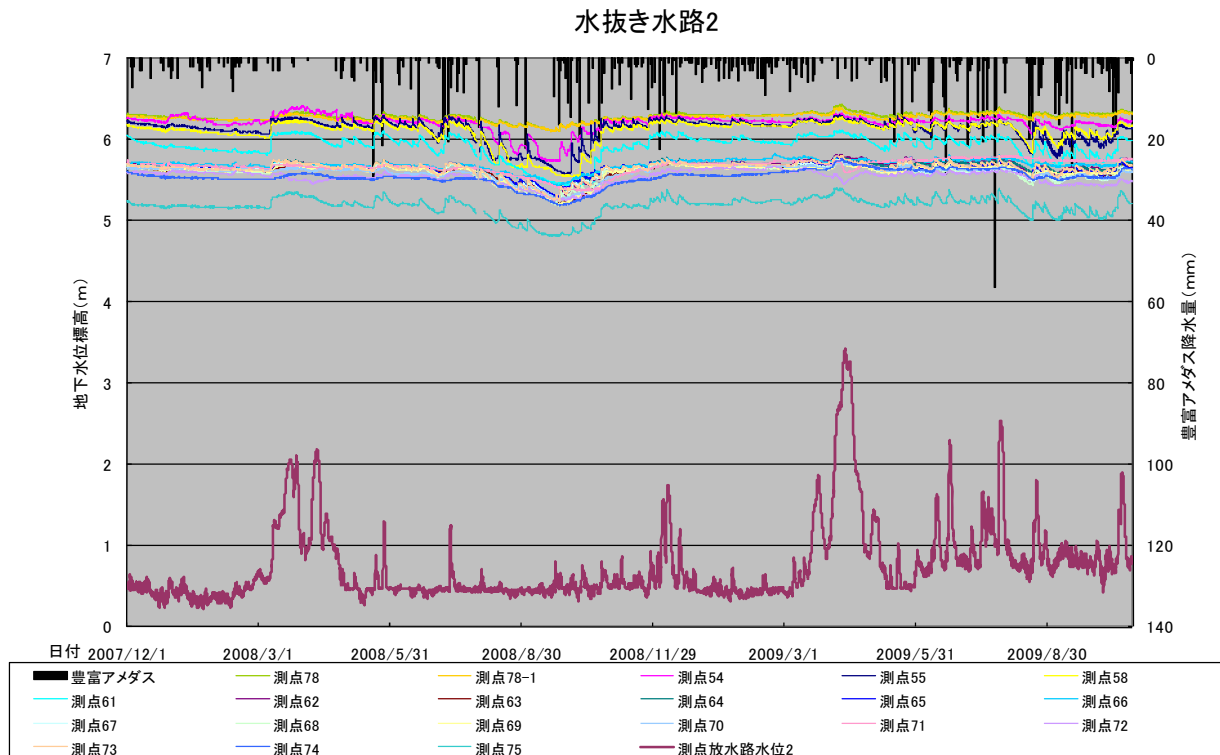


図 8.18 水抜き水路2 実証試験地の地下水位変動グラフ

(3) 水抜き水路3実証試験地

水抜き水路3のモニタリング地点図を図 8.19 に、地下水位変動グラフを図 8.20～23 に示す。

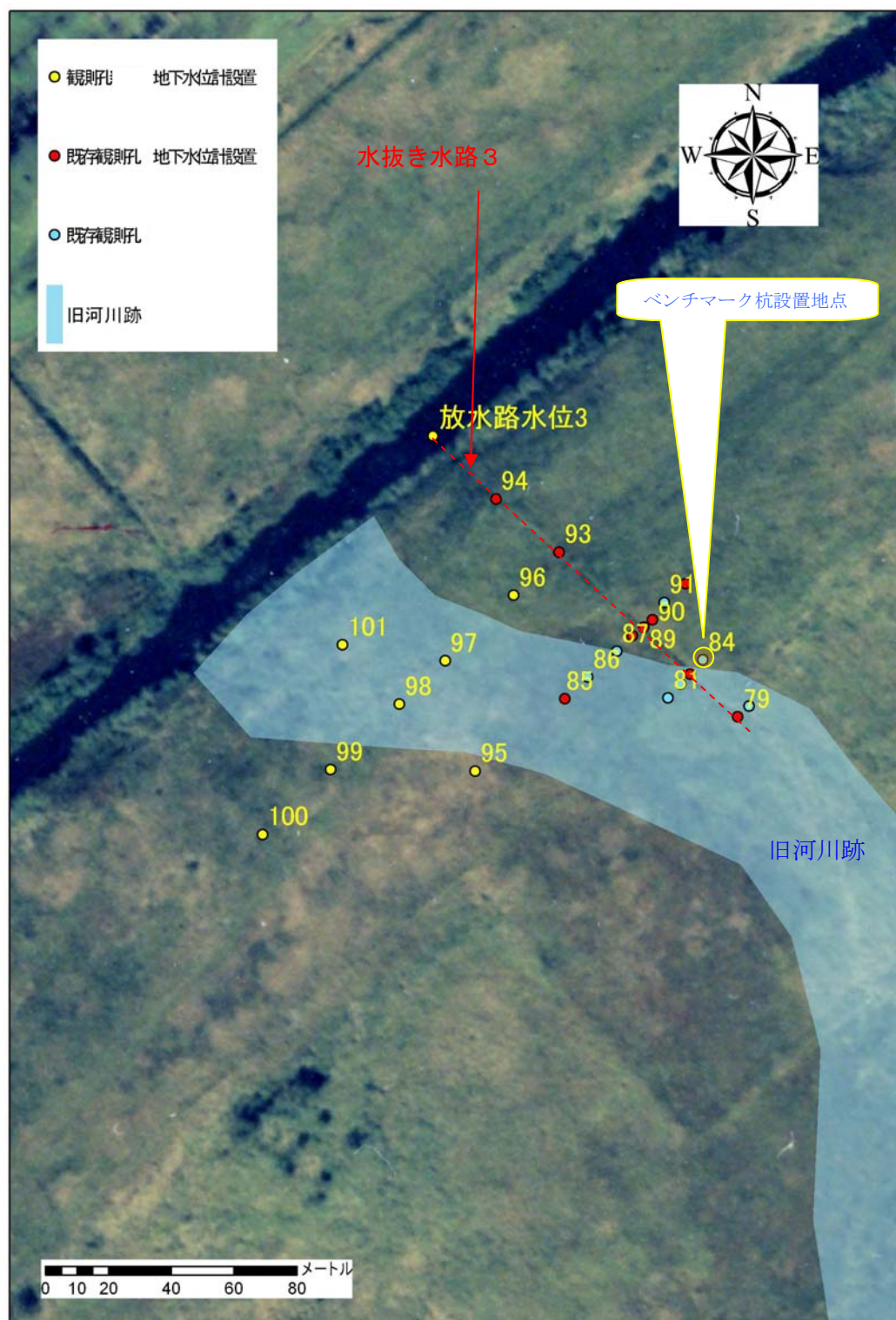


図 8.19 水抜き水路3の地下水位モニタリング位置図

水抜き水路3と旧河川跡の横断方向にグラフを並べた図 8. 20、21 からは、旧河川跡内から水抜き水路3に挟まれる範囲（No. 93、96、97、98 地点）の地下水位が低く、その両側では地下水位が高くなっている。したがって、湿原地下水位は水抜き水路だけでなく、旧河川跡からも流出していることが考えられる。また、旧河川跡縦断方向の測点を並べた図 8. 22 と水抜き水路沿いの縦断方向を示した図 8. 23 を比較すると、放水路からの距離がほぼ同じである測点 94 地点と測点 101 地点の地下水位は測点 101 地点の方が低くなっている。これは、湿原の水が旧河川跡では地下水として地中を通して放水路側に流出しているのに対し、水抜き水路の放水路近傍では、水路を流れる表流水の一部が地下水に還元されることによって、地下水位を比較的高く維持する効果が現れている。

水抜き水路3 下流側横断方向

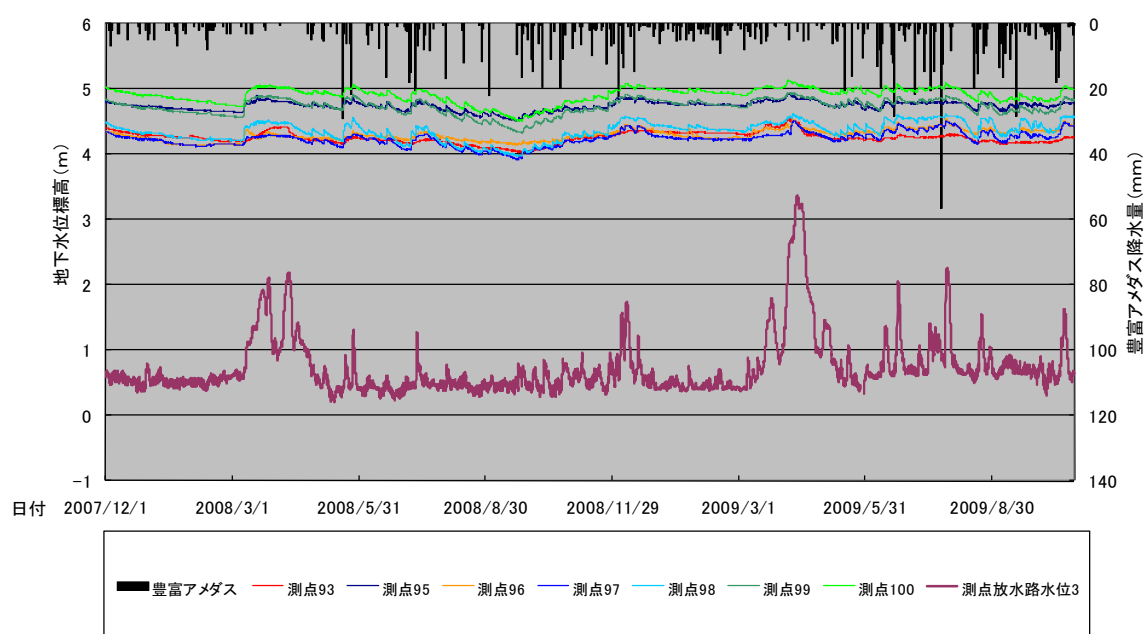


図 8. 20 水抜き水路3下流側横断測線の地下水位変動グラフ
水抜き水路3 上流側横断方向

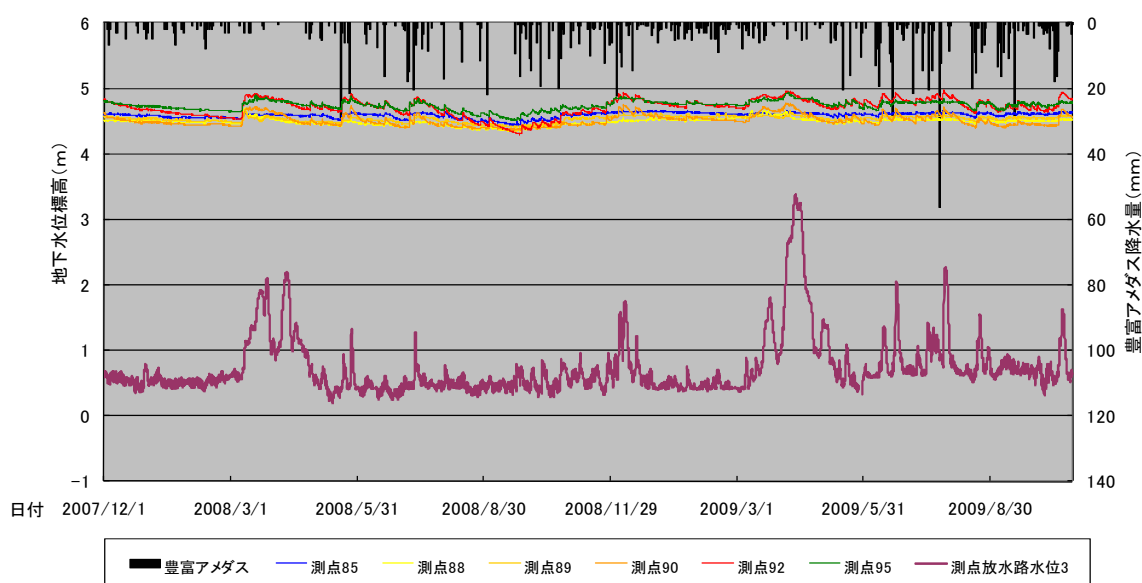


図 8. 21 水抜き水路3上流側横断測線の地下水位変動グラフ

水抜き水路3 水路縦断方向

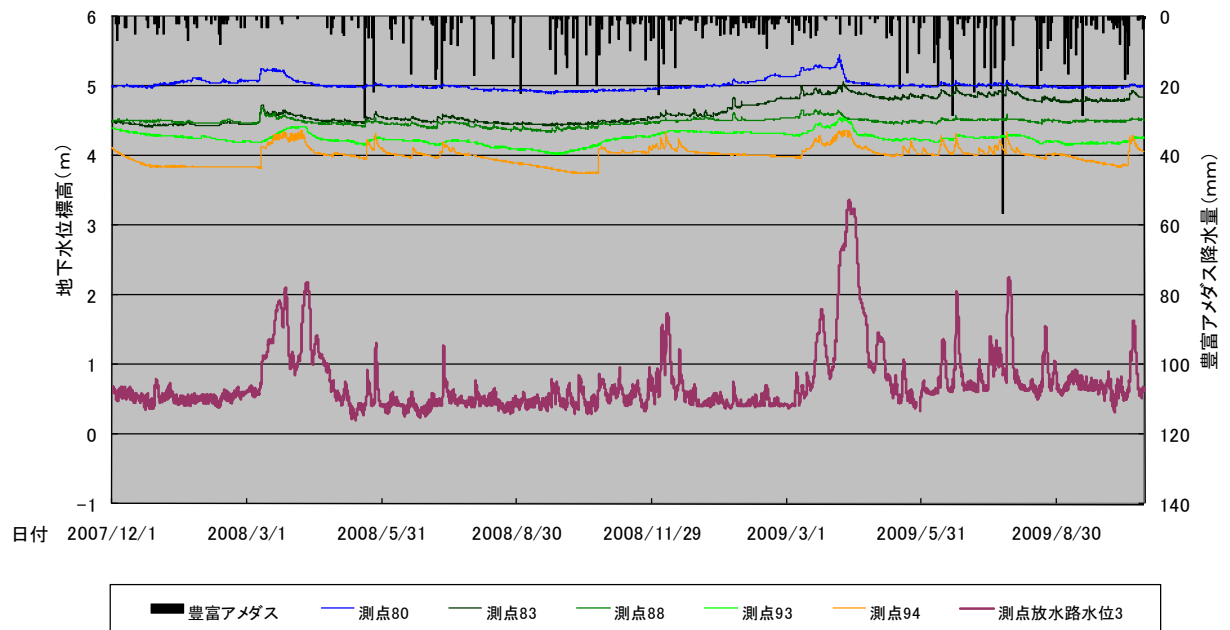


図 8.22 水抜き水路3 縦断測線の地下水位変動グラフ

水抜き水路3 旧河川跡縦断方向

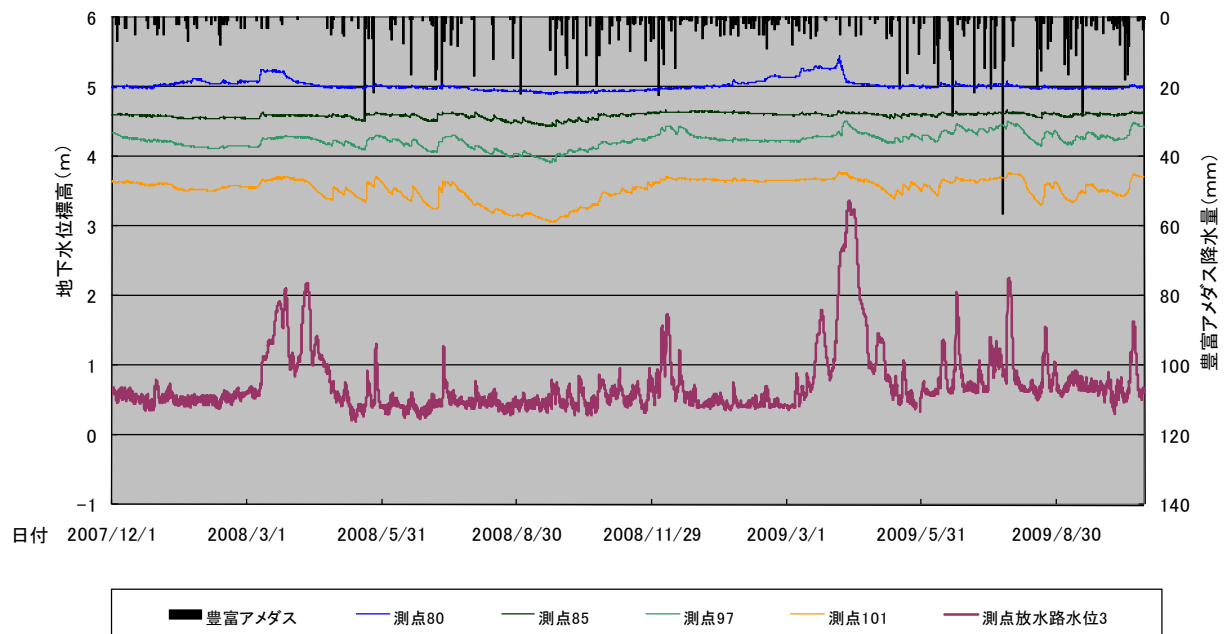


図 8.23 旧河川跡縦断測線の地下水位変動グラフ

7.1.6 泥炭採掘跡地

(1) 採面 9

泥炭採掘跡地採面 9 のモニタリング地点図を図 8.24 に、地下水位変動グラフを図 8.25 に示す。採面 9 では降雪期から融雪期にかけて徐々に地下水位が上昇する傾向が見られ、これはB測線の南側湿原の傾向と類似している。融雪期以降から秋季にかけて地下水位は東側の 130m 地点が最も高く、西側に向かって標高が低くなっている。

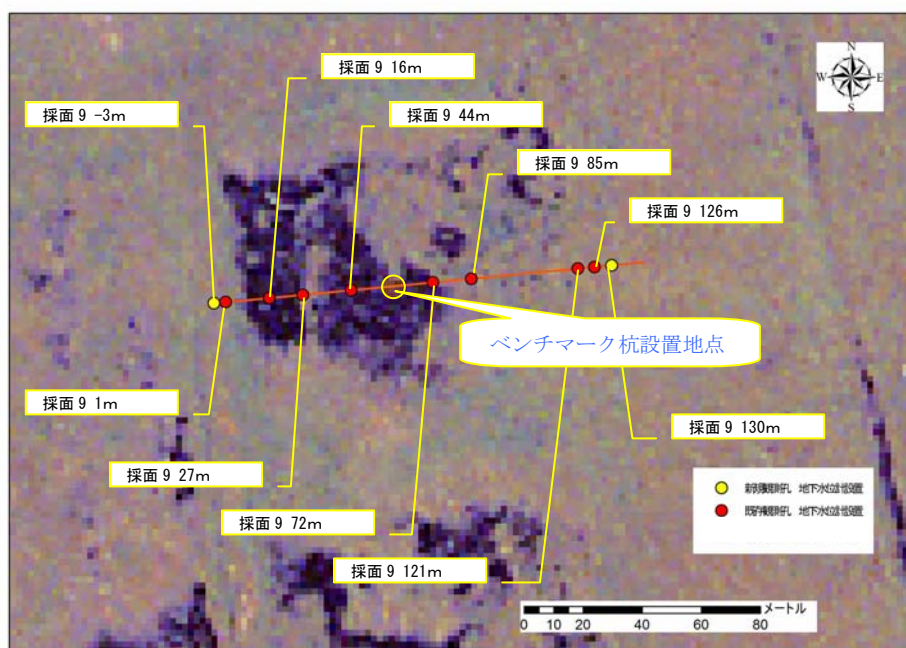


図 8.24 泥炭採掘跡地 採面 9 測線の地下水位モニタリング位置図

採面9

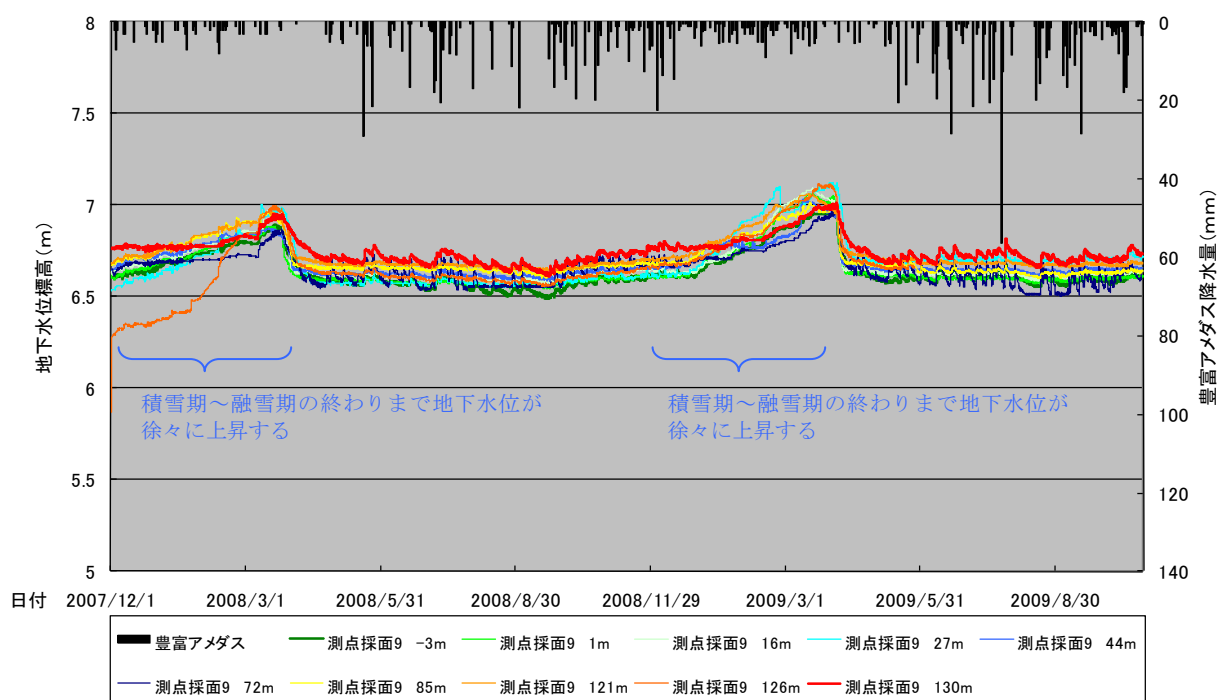


図 8.25 採面 9 測線の地下水位変動グラフ

(2) 採面 18

泥炭採掘跡地採面 18 のモニタリング地点図を図 8.26 に、地下水位変動グラフを図 8.27 に示す。採面 18 測線の地下水位及び採面 19 水面の水位は、降雪期に徐々に上昇する傾向が見られ、これは B 測線の南側湿原、採面 9 の傾向と類似する。融雪以降、秋季までは、採面 19 水面が最も低く、周辺の湿原や採面 18 の地下水位よりも低くなっている。採面 19 は、水路等による表面からの流出が無いので、水の出入りは地下水流出か水面からの蒸発のどちらかと考えられる。周辺の地下水位が採面 19 水位よりも高いため、地下水への流出は考えにくい。したがって、採面 19 では周辺の湿原部よりも蒸発量が多いため、結果的に水面水位が周辺地下水位よりも低くなっているものと考えられる。

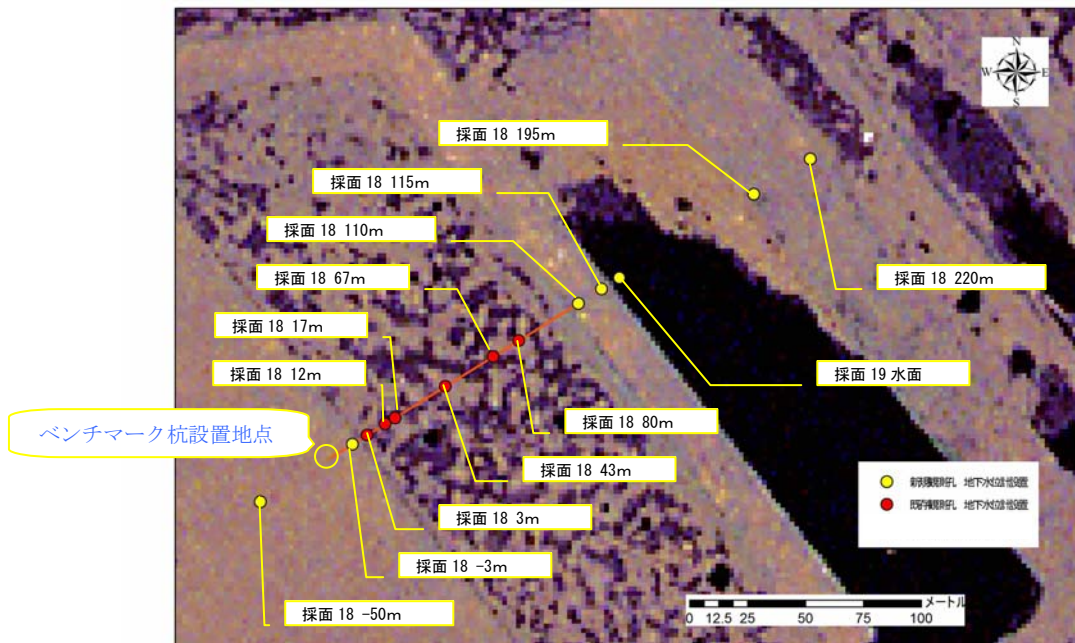


図 8.26 泥炭採掘跡地 採面 18 測線の地下水位モニタリング位置図

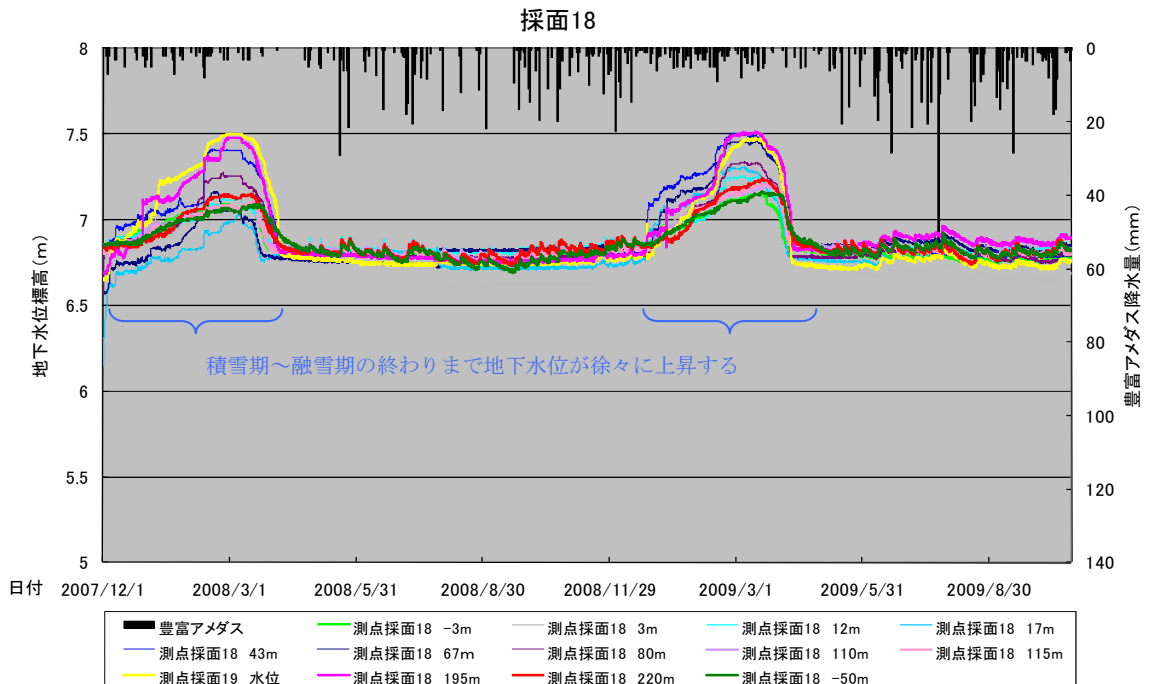


図 8.27 採面 18 測線の地下水位変動グラフ

7.2 一斉測水

地下水位一斉測水は、地下水位計による連続観測結果をキャリブレーションするための実測水位を得るために実施した。一斉測水の対象は、A、水抜き水路1、2実証試験地の観測孔を対象とした。表8.2～8.8に各測線の一斉測水結果を示す。

表 8.2 A-1 測線の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日								
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)
A1-E465	4.745	4.745	0.330	4.415	0.330	-0.020	4.765	-0.020	0.219	4.526	0.219
A1-E330	4.812	4.812	0.446	4.366	0.446	0.360	4.452	0.360	0.297	4.515	0.297
A1水路2	2.642	3.122	-0.161	3.283	-0.641	-0.200	3.322	-0.680	-0.091	3.213	-0.571
A1-E267	4.318	4.318	0.740	3.578	0.740	0.650	3.668	0.650	0.650	3.668	0.650
A1-E135	4.498	4.498	0.310	4.188	0.310	-0.030	4.528	-0.030	-0.038	4.536	-0.038
A1-E 0	4.233	4.723	1.072	3.651	0.582	0.833	3.890	0.343	0.321	4.402	-0.169
A1水路1	3.117	3.877	0.498	3.379	-0.262	0.000	3.877	-0.760	-0.525	4.402	-1.285
A1-W 0	4.423	4.703	0.513	4.190	0.233	0.452	4.251	0.172	0.259	4.444	-0.021
A1-W 2	4.482	4.942	0.539	4.403	0.079	0.633	4.309	0.173	0.464	4.478	0.004
A1-W 5	4.540	4.890	0.055	4.835	-0.295	0.060	4.830	-0.290	0.002	4.888	-0.348
A1-W 10	4.825	5.225	0.665	4.560	0.265	0.672	4.553	0.272	0.633	4.592	0.233
A1-W 20	4.883	5.050	0.199	4.851	0.032	0.164	4.886	-0.003	0.158	4.892	-0.009
A1-W 40	5.187	5.677	0.755	4.922	0.265	0.760	4.917	0.270	0.662	5.015	0.172
A1-W 60	5.205	5.585	0.488	5.097	0.108	0.485	5.100	0.105	0.455	5.130	0.075
A1-W 80	5.383	5.743	0.532	5.211	0.172	0.586	5.157	0.226	0.499	5.244	0.139
A1-W100	5.410	5.720	0.490	5.230	0.180	0.515	5.205	0.205	0.432	5.288	0.122
A1-W200	5.241	5.761	0.622	5.139	0.102	0.570	5.191	0.050	0.628	5.133	0.108
A1-W300	4.531	4.951	0.587	4.364	0.167	0.404	4.547	-0.016	0.363	4.588	-0.057

表 8.3 A-2 測線の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日			観測年月日			観測年月日		
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)
A2水路5-2m	5.136	5.506	0.926	4.580	0.556	0.900	4.606	0.530	0.907	4.599	0.537
A2水路5-10m	5.429	5.789	0.741	5.048	0.381	0.728	5.061	0.368	0.731	5.058	0.371
A2-E1060	5.635	5.995	0.582	5.413	0.222	0.511	5.484	0.151	0.550	5.445	0.190
A2-E825	6.024	6.474	0.620	5.854	0.170	0.596	5.878	0.146	0.581	5.893	0.131
A2-E575	5.568	6.008	0.604	5.404	0.164	0.604	5.404	0.164	0.618	5.390	0.178
A2水路4+10m	5.418	5.858	0.600	5.258	0.160	0.611	5.247	0.171	0.607	5.251	0.167
A2水路4+2m	4.986	5.536	0.558	4.978	0.008	0.581	4.955	0.031	0.560	4.976	0.010
A2水路4	3.257	3.787	0.000	3.787	-0.530	-0.030	3.817	-0.560	0.010	3.777	-0.520
A2水路3	3.264	3.754	-0.077	3.831	-0.567	-0.060	3.814	-0.550	-0.075	3.829	-0.565
A2-E465	4.472	4.472	0.221	4.251	0.221	0.151	4.321	0.151	-0.024	4.496	-0.024
A2-E330	4.527	4.527	0.333	4.194	0.333	0.206	4.321	0.206	0.178	4.349	0.178
A2水路2	3.183	3.303	-0.318	3.621	-0.438	-0.230	3.533	-0.350	-0.310	3.613	-0.430
A2-E267	3.995	4.115	0.260	3.855	0.140	0.250	3.865	0.130	0.268	3.847	0.148
A2-E135	4.101	4.131	0.255	3.876	0.225	0.000	4.131	-0.030	-0.027	4.158	-0.057
A2-E 0	4.183	4.293	0.644	3.649	0.534	0.507	3.786	0.397	0.516	3.777	0.406
A2水路1	3.666	3.856	0.000	3.856	-0.190	0.000	3.856	-0.190	-0.040	3.896	-0.230
A2-W 0	4.314	4.704	0.497	4.207	0.107	0.420	4.284	0.030	0.432	4.272	0.042
A2-W 2	4.468	4.928	0.523	4.405	0.063	0.431	4.497	-0.029	0.419	4.509	-0.041
A2-W 5	4.682	5.032	0.528	4.504	0.178	0.443	4.589	0.093	0.450	4.582	0.100
A2-W 10	4.759	5.159	0.473	4.686	0.073	0.429	4.730	0.029	0.411	4.748	0.011
A2-W 20	4.967	5.417	0.629	4.788	0.179	0.537	4.880	0.087	0.565	4.852	0.115
A2-W 40	5.151	5.471	0.344	5.127	0.024	0.330	5.141	0.010	0.311	5.160	-0.009
A2-W 60	5.267	5.667	0.502	5.165	0.102	0.455	5.212	0.055	0.429	5.238	0.029
A2-W 80	5.367	5.757	0.483	5.274	0.093	0.460	5.297	0.070	0.427	5.330	0.037
A2-W100	5.493	5.813	0.406	5.407	0.086	0.337	5.476	0.017	0.340	5.473	0.020
A2-W200	5.651	6.171	0.637	5.534	0.117	0.634	5.537	0.114	0.614	5.557	0.094
A2-W300	5.718	6.018	0.415	5.603	0.115	0.335	5.683	0.035	0.316	5.702	0.016

表 8.4 A-3 測線の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日			観測年月日			観測年月日		
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)
A3-E465	5.000	5.000	0.408	4.592	0.408	0.407	4.593	0.407	0.357	4.643	0.357
A3-E330	4.725	4.725	0.365	4.360	0.365	0.405	4.320	0.405	0.398	4.327	0.398
A3水路2	3.405	3.485	-0.153	3.638	-0.233	-0.070	3.555	-0.150	-0.160	3.645	-0.240
A3-E267	4.016	4.236	0.618	3.618	0.398	0.645	3.591	0.425	0.590	3.646	0.370
A3-E135	4.498	4.498	0.532	3.966	0.532	0.495	4.003	0.495	0.506	3.992	0.506
A3-E 0	4.455	4.665	0.400	4.265	0.190	0.324	4.341	0.114	0.339	4.326	0.129
A3水路1	3.659	3.989	0.000	3.989	-0.330	0.000	3.989	-0.330	0.053	3.936	-0.277
A3-W 0	4.711	4.711	0.180	4.531	0.180	0.188	4.523	0.188	0.210	4.501	0.210
A3-W 2	5.099	5.649	0.877	4.772	0.327	0.814	4.835	0.264	0.847	4.802	0.297
A3-W 5	5.118	5.668	0.756	4.912	0.206	0.668	5.000	0.118	0.716	4.952	0.166
A3-W 10	5.272	5.812	0.710	5.102	0.170	0.659	5.153	0.119	0.668	5.144	0.128
A3-W 20	5.360	5.760	0.602	5.158	0.202	0.460	5.300	0.060	0.461	5.299	0.061
A3-W 40	5.361	5.791	0.380	5.411	-0.050	0.343	5.448	-0.087	0.324	5.467	-0.106
A3-W 60	5.626	5.976	0.430	5.546	0.080	0.343	5.633	-0.007	0.370	5.606	0.020
A3-W 80	5.807	6.377	0.748	5.629	0.178	0.665	5.712	0.095	0.653	5.724	0.083
A3-W100	5.900	6.370	0.650	5.720	0.180	0.564	5.806	0.094	0.554	5.816	0.084
A3-W200	6.082	6.522	0.605	5.917	0.165	0.530	5.992	0.090	0.530	5.992	0.090
A3-W300	6.257	6.757	0.704	6.053	0.204	0.616	6.141	0.116	0.604	6.153	0.104

表 8.5 A-4 測線の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日			観測年月日			観測年月日		
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	管頭一 地下水位 (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	管頭一 地下水位 (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	管頭一 地下水位 (m)
A4-E465	5.764	5.764	0.533	5.231	0.533	0.380	5.384	0.380	0.265	5.499	0.265
A4-E330	5.541	5.541	0.350	5.191	0.350	0.250	5.291	0.250	0.277	5.264	0.277
A4水路2	3.516	3.826	-0.137	3.963	-0.447	-0.120	3.946	-0.430	-0.130	3.956	-0.440
A4-E267	4.545	4.915	0.880	4.035	0.510	0.800	4.115	0.430	0.853	4.062	0.483
A4-E135	5.072	5.072	0.410	4.662	0.410	0.320	4.752	0.320	0.209	4.863	0.209
A4-E 0	4.728	4.918	0.558	4.360	0.368	0.632	4.286	0.442	0.610	4.308	0.420
A4水路1	3.703	3.953	-0.214	4.167	-0.464	-0.190	4.143	-0.440	-0.260	4.213	-0.510
A4-W 0	4.957	4.957	0.200	4.757	0.200	0.268	4.689	0.268	0.210	4.747	0.210
A4-W 2	5.406	5.856	0.730	5.126	0.280	0.730	5.126	0.280	0.651	5.205	0.201
A4-W 5	5.705	6.045	0.682	5.363	0.342	0.614	5.431	0.274	0.641	5.404	0.301
A4-W 10	5.897	6.397	0.830	5.567	0.330	0.775	5.622	0.275	0.794	5.603	0.294
A4-W 20	6.119	6.579	0.752	5.827	0.292	0.712	5.867	0.252	0.686	5.893	0.226
A4-W 40	6.301	6.731	0.630	6.101	0.200	0.573	6.158	0.143	0.561	6.170	0.131
A4-W 60	6.401	6.891	0.690	6.201	0.200	0.626	6.265	0.136	0.605	6.286	0.115
A4-W 80	6.510	7.100	0.795	6.305	0.205	0.736	6.364	0.146	0.713	6.387	0.123
A4-W100	6.527	6.917	0.522	6.395	0.132	0.509	6.408	0.119	0.470	6.447	0.080
A4-W200	6.739	7.249	0.714	6.535	0.204	0.667	6.582	0.157	0.637	6.612	0.127
A4-W300	6.761	7.271	0.723	6.548	0.213	0.668	6.603	0.158	0.662	6.609	0.152

表 8.6 A-5、A-6 測線の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日			観測年月日			観測年月日		
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)
A5-W 50	5.453	6.063	0.740	5.323	0.130	0.700	5.363	0.090	0.683	5.380	0.073
A5-W100	5.622	5.922	0.495	5.427	0.195	0.514	5.408	0.214	0.442	5.480	0.142
A6-W 50	5.351	5.921	0.755	5.166	0.185	0.830	5.091	0.260	0.734	5.187	0.164
A6-W100	5.283	5.733	0.545	5.188	0.095	0.613	5.120	0.163	0.533	5.200	0.083

表 8.7 水抜き水路 1 実証試験地の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日			観測年月日			観測年月日		
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)
No.1	5.627	5.947	0.413	5.534	0.093	0.421	5.526	0.101	0.390	5.557	0.070
No.2	5.462	5.942	0.540	5.402	0.060	0.541	5.401	0.061	0.527	5.415	0.047
No.3	5.379	5.789	0.443	5.346	0.033	0.410	5.379	0.000	0.415	5.374	0.005
No.3-1	5.547	6.037	0.512	5.525	0.022	0.515	5.522	0.025	0.519	5.518	0.029
No.4	5.450	5.850	0.522	5.328	0.122	0.491	5.359	0.091	0.456	5.394	0.056
No.5	5.468	5.818	0.478	5.340	0.128	0.442	5.376	0.092	0.428	5.390	0.078
No.6	5.671	6.101	0.627	5.474	0.197	0.603	5.498	0.173	0.546	5.555	0.116
No.7	5.303	5.713	0.530	5.183	0.120	0.487	5.226	0.077	0.476	5.237	0.066
No.8	5.123	5.553	0.505	5.048	0.075	0.454	5.099	0.024	0.490	5.063	0.060
No.9	5.215	5.615	0.518	5.097	0.118	0.475	5.140	0.075	0.447	5.168	0.047
No.10	5.292	5.652	0.432	5.220	0.072	0.405	5.247	0.045	0.373	5.279	0.013
No.11	5.515	5.975	0.620	5.355	0.160	0.533	5.442	0.073	0.552	5.423	0.092
No.11-1	5.700	6.190	0.590	5.600	0.100	0.577	5.613	0.087	0.518	5.672	0.028
No.12	5.023	5.443	0.612	4.831	0.192	0.525	4.918	0.105	0.540	4.903	0.120
No.14	4.531	4.951	0.587	4.364	0.167	0.404	4.547	-0.016	0.363	4.588	-0.057
No.15	4.912	5.312	0.420	4.892	0.020	0.390	4.922	-0.010	0.406	4.906	0.006
No.16	5.241	5.761	0.622	5.139	0.102	0.570	5.191	0.050	0.628	5.133	0.108
No.16-1	5.317	5.727	0.452	5.275	0.042	0.402	5.325	-0.008	0.361	5.366	-0.049
No.17	5.440	5.890	0.620	5.270	0.170	0.607	5.283	0.157	0.572	5.318	0.122
No.18	4.759	5.099	0.565	4.534	0.225	0.531	4.568	0.191	0.518	4.581	0.178
No.22	5.260	5.680	0.557	5.123	0.137	0.550	5.130	0.130	0.507	5.173	0.087
No.23	5.229	5.679	0.608	5.071	0.158	0.576	5.103	0.126	0.513	5.166	0.063
No.24	5.262	5.672	0.652	5.020	0.242	0.678	4.994	0.268	0.623	5.049	0.213
No.25	5.446	5.896	0.600	5.296	0.150	0.523	5.373	0.073	0.557	5.339	0.107
No.27	5.105	5.595	1.031	4.564	0.541	1.022	4.573	0.532	0.925	4.670	0.435
No.27-1	5.048	5.538	0.730	4.808	0.240	0.664	4.874	0.174	0.604	4.934	0.114
No.33	4.620	4.920	0.221	4.699	-0.079	0.196	4.724	-0.104	0.192	4.728	-0.108
No.34	5.188	5.668	0.655	5.013	0.175	0.895	4.773	0.415	0.622	5.046	0.142
No.35	4.699	5.189	0.622	4.567	0.132	0.632	4.557	0.142	0.567	4.622	0.077
No.36	4.660	5.160	0.767	4.393	0.267	0.774	4.386	0.274	0.698	4.462	0.198
No.37	4.223	4.303	0.100	4.203	0.020	0.100	4.203	0.020	0.002	4.301	-0.078
No.38	4.648	5.068	0.568	4.500	0.148	0.563	4.505	0.143	0.524	4.544	0.104
No.39	4.799	5.219	0.538	4.681	0.118	0.500	4.719	0.080	0.493	4.726	0.073
No.40	4.909	5.309	0.417	4.892	0.017	0.432	4.877	0.032	0.372	4.937	-0.028
No.41	4.618	5.208	0.790	4.418	0.200	0.698	4.510	0.108	0.753	4.455	0.163
No.42	4.370	4.820	0.655	4.165	0.205	0.571	4.249	0.121	0.588	4.232	0.138
No.43	4.152	4.492	0.442	4.050	0.102	0.470	4.022	0.130	0.400	4.092	0.060
No.44	4.451	4.841	0.395	4.446	0.005	0.408	4.433	0.018	0.347	4.494	-0.043
No.45	4.706	5.176	0.525	4.651	0.055	0.570	4.606	0.100	0.457	4.719	-0.013
No.46	4.794	5.294	0.545	4.749	0.045	0.603	4.691	0.103	0.522	4.772	0.022
No.47	3.851	4.151	0.268	3.883	-0.032	0.291	3.860	-0.009	0.218	3.933	-0.082
No.47-1	4.433	4.843	0.625	4.218	0.215	0.640	4.203	0.230	0.576	4.267	0.166
No.47-2	4.450	4.950	0.883	4.067	0.383	0.887	4.063	0.387	0.830	4.120	0.330
No.47-3	3.892	4.422	0.515	3.907	-0.015	0.533	3.889	0.003	0.485	3.937	-0.045
No.47-4	4.515	5.085	0.857	4.228	0.287	0.810	4.275	0.240	0.740	4.345	0.170
No.47-5	4.685	5.235	0.635	4.600	0.085	0.659	4.576	0.109	0.608	4.627	0.058
No.47-6	4.754	5.314	0.524	4.790	-0.036	0.542	4.772	-0.018	0.481	4.833	-0.079
No.48	3.381	3.881	0.680	3.201	0.180	0.722	3.159	0.222	0.648	3.233	0.148
No.49	1.916	2.136	0.517	1.619	0.297	0.498	1.638	0.278	0.483	1.653	0.263
No.50	2.265	2.795	1.247	1.548	0.717	1.210	1.585	0.680	1.148	1.647	0.618
No.51	2.027	2.527	1.418	1.109	0.918	1.400	1.127	0.900	1.393	1.134	0.893
No.52	1.979	2.379	1.508	0.871	1.108	1.507	0.872	1.107	1.497	0.882	1.097
放水路水位1	0.203	0.893	0.635	0.258	-0.055	1.262	-0.369	0.572	1.488	-0.595	0.798
落合沼水位	4.125	4.595	0.508	4.087	0.038	0.452	4.143	-0.018	0.393	4.202	-0.077

表 8.8 水抜き水路2 実証試験地の一斉測水結果

観測地点名	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)	観測年月日			観測年月日			観測年月日		
			2008年5月27日			2008年8月25日			2008年10月28日		
			管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)	管頭一 地下水位 (m)	地下水位 標高 (m)	地下水位 GL- (m)
No.54	6.324	6.794	0.545	6.249	0.075	0.538	6.256	0.068	0.560	6.234	0.090
No.55	6.301	6.821	0.672	6.149	0.152	0.612	6.209	0.092	0.590	6.231	0.070
No.56	6.209	6.669	0.552	6.117	0.092	0.612	6.057	0.152	0.495	6.174	0.035
No.57	6.168	6.628	0.495	6.133	0.035	0.537	6.091	0.077	0.461	6.167	0.001
No.58	6.222	6.672	0.531	6.141	0.081	0.492	6.180	0.042	0.502	6.170	0.052
No.59	6.217	6.717	0.554	6.163	0.054	0.581	6.136	0.081	0.530	6.187	0.030
No.60	6.215	6.755	0.560	6.195	0.020	0.635	6.120	0.095	0.517	6.238	-0.023
No.61	6.183	6.743	0.780	5.963	0.220	0.830	5.913	0.270	0.670	6.073	0.110
No.62	5.742	6.142	0.436	5.706	0.036	0.467	5.675	0.067	0.424	5.718	0.024
No.63	5.775	6.255	0.612	5.643	0.132	0.650	5.605	0.170	0.592	5.663	0.112
No.64	5.781	6.211	0.560	5.651	0.130	0.606	5.605	0.176	0.543	5.668	0.113
No.65	5.746	6.246	0.593	5.653	0.093	0.603	5.643	0.103	0.572	5.674	0.072
No.66	5.751	6.081	0.385	5.696	0.055	0.402	5.679	0.072	0.390	5.691	0.060
No.67	5.696	6.146	0.495	5.651	0.045	0.542	5.604	0.092	0.498	5.648	0.048
No.68	5.735	6.185	0.560	5.625	0.110	0.578	5.607	0.128	0.540	5.645	0.090
No.69	5.704	6.134	0.540	5.594	0.110	0.522	5.612	0.092	0.528	5.606	0.098
No.70	5.767	6.127	0.512	5.615	0.152	0.591	5.536	0.231	0.564	5.563	0.204
No.71	5.678	5.998	0.308	5.690	-0.012	0.268	5.730	-0.052	0.259	5.739	-0.061
No.72	5.703	6.103	0.555	5.548	0.155	0.569	5.534	0.169	0.541	5.562	0.141
No.73	5.707	6.107	0.448	5.659	0.048	0.449	5.658	0.049	0.420	5.687	0.020
No.74	5.602	6.072	0.497	5.575	0.027	0.587	5.485	0.117	0.470	5.602	0.000
No.75	5.446	5.866	0.673	5.193	0.253	0.705	5.161	0.285	0.660	5.206	0.240
No.76	5.432	5.952	1.592	4.360	1.072	1.505	4.447	0.985	1.512	4.440	0.992
No.77	3.313	3.783	1.818	1.965	1.348	1.844	1.939	1.374	1.798	1.985	1.328
No.78	6.275	6.675	0.360	6.315	-0.040	0.340	6.335	-0.060	0.318	6.357	-0.082
No.78-1	6.318	6.818	0.518	6.300	0.018	0.492	6.326	-0.008	0.483	6.335	-0.017
放水路水位2	0.117	0.541	0.000	0.541	-0.424	1.019	-0.478	0.595	1.325	-0.784	0.901