

平成 23 年度
サロベツ自然再生事業
水抜き水路堰き止め工調査設計等業務

報 告 書

平成 24 年 3 月

環境省 北海道地方環境事務所
北電総合設計株式会社

目 次

I 業務概要	1
1. 業務目的	1
2. 業務実施期間	1
3. 業務対象地	1
4. 業務フロー	3
5. 業務実施内容	4
5.1 計画準備	4
5.2 今後の水抜き水路堰き止め工事の施工に必要な調査等	4
5.2.1 旧河川跡の基盤条件調査	4
(1) 泥炭の断面構造の把握	4
(2) 地下水流出量の推定	4
(3) 水質調査	4
5.2.2 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施	4
5.2.3 水抜き水路のモニタリング	4
(1) 地下水位調査	4
(2) 植物調査	5
5.2.4 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討（基本設計）	5
5.3 水抜き水路堰き止め工施工後のモニタリング	5
(1) 地下水位調査	5
(2) 植物調査	5
(3) 施設の破損状況調査	5
5.4 原生花園跡地のモニタリング	5
(1) 地下水位調査	5
(2) 植物調査（歩道設置跡）	6
(3) 植物調査（A～D 区画）	6
(4) 水質調査	6
(5) 標高の基準点	6
5.5 丸山周辺におけるササの侵入抑制対策の検討	6
(1) ササの生育状況の把握	6
(2) ササの侵入抑制対策の確立	6
5.6 地下水位のモニタリング（水位計データの回収等）	6
(1) 水位計新規設置	6
(2) データ回収	7
(3) 水位計のメンテナンス	7
(4) データの取りまとめ	7
5.7 有識者ヒアリング等	7

5.8 成果品	7
II 今後の水抜き水路堰き止め工事の施工に必要な調査等	8
1. 調査目的	8
2. 調査対象箇所	8
3. 調査項目	9
4. 調査方法	9
4.1 旧河川跡の基盤条件調査	9
4.1.1 泥炭の断面構造把握	9
(1) 調査地点の設定	10
(2) 調査機材の搬入および搬出	12
(3) サウンディング試験	12
(4) ピートサンプリング	13
(5) 室内土質試験	14
4.1.2 地下水流出量の推定	15
4.1.3 地下水調査	16
4.2 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施	16
4.2.1 縦横断測量	16
4.2.2 仮堰の設置	17
4.3 水抜き水路のモニタリング	18
4.3.1 地下水位調査	18
4.3.2 植物調査	20
4.4 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討	20
5. 調査実施状況	21
6. 調査結果	22
6.1 旧河川跡の基盤条件調査	22
6.1.1 泥炭の断面構造把握	22
(1) サウンディング試験及びピートサンプリング	22
(2) 室内土質試験	29
6.1.2 地下水流出量の推定	30
(1) 地下水位の動向把握	30
(2) 地下水流出量の推定	37
6.1.3 地下水調査	39
(1) 調査の状況	39
(2) 水質分析結果	40
(3) 考察	42
6.2 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施	44
6.2.1 縦横断測量	44
6.2.2 仮堰の設置検討	53
(1) 水抜き水路について	53

(2) 仮堰上げの検討調査	57
(3) 堰上げの実施	89
6.3 水抜き水路のモニタリング	96
6.3.1 堰上げ後の評価指標の検討	96
(1) 水抜き水路 3.....	96
(2) 水抜き水路 4.....	98
(3) 水抜き水路 5.....	98
6.4 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討	99
6.4.1 地下水の流出状況	99
6.4.2 対策手法の進め方	100
6.4.3 対策手法	101
(1) 水抜き水路 3.....	101
(2) 旧河川跡	101
III 水抜き水路堰き止め工施工後のモニタリング	112
1. 調査目的	112
2. 調査対象箇所	112
3. 調査項目	112
4. 調査方法	115
4.1 地下水位調査	115
4.2 植物調査	115
4.3 施設の破損状況調査	115
5. 調査実施状況	116
6. 調査結果	116
6.1 水抜き水路 1（落合沼）	116
6.1.1 堰き止め工の目標及び指標	116
6.1.2 対象モニタリング地点	117
6.1.3 地下水位調査結果.....	117
(1) 後背高層湿原植生域	119
(2) 落合沼周囲	120
(3) 落合沼跡の窪地	121
(4) 堰の下流部	123
6.1.4 植物調査	124
(1) 対照区（No. A2-W300）	129
(2) 高層湿原植生域（No. 1～10）	130
(3) 落合沼周辺（No. 11、12、15～18、22～25）	131
(4) 旧落合沼窪地（No. 13、14、19、20、21、26、28）	133
(5) 新設堰の下流部（No. 82～87）	134
(6) 溢水路（地点番号：80、81）	134
(7) A1 測線（地点番号：A1-W0、W2、W5、W10、W20、W40、W60、W80、W100）	135

6.1.5 落合沼モニタリング結果のまとめ	136
(1) 後背の高層湿原域	136
(2) 落合沼周囲	136
(3) 落合沼跡の窪地	137
6.2 水抜き水路 2.	139
6.2.1 堰き止め工の目標及び指標	139
6.2.2 対象モニタリング地点	139
6.2.3 地下水位調査結果	141
(1) 後背高層湿原植生域	142
(2) 浚渫土砂堆積地	143
(3) 放水路～土堤の間	144
6.2.4 植物調査	145
(1) 後背高層湿原植生域 (No. 78)	149
(2) 浚渫土砂堆積地 (No. 54、55、58、61～66)	150
(3) 放水路～土堤の間 (No. 68～73)	151
6.2.5 水抜き水路 2 モニタリング結果のまとめ	152
(1) 後背の高層湿原植生域	152
(2) 浚渫土砂堆積地	152
(3) 放水路～土堤の間	153
6.3 施設の破損状況調査	155
IV 原生花園園地跡地のモニタリング	158
1. 調査目的	158
2. 調査対象箇所	158
3. 調査項目	160
4. 調査方法	160
4.1 地下水位調査	160
4.2 植物調査	161
4.3 水質調査	161
4.4 標高の基準点	162
5. 調査実施状況	163
6. 調査結果	164
6.1 地下水位調査	164
6.1.1 地下水位計の設置	164
6.1.2 地下水位動向	165
6.2 植物調査	167
6.2.1 歩道設置跡植物調査	167
(1) 調査地点	167
(2) 調査結果	168
(3) まとめ	174

6.2.2 原生花園園地跡地植物調査	175
(1) A 区画	175
(2) B 区画	175
(3) C 区画	175
(4) D 区画	176
(5) まとめ	183
6.3 水質調査	184
6.3.1 調査状況	184
6.3.2 水質分析結果	185
6.3.3 考察	188
6.4 標高の基準点	190
V 丸山周辺におけるササの侵入抑制対策の検討	191
1. 調査目的	191
2. 調査対象箇所	191
3. 調査項目	192
4. 調査方法	193
5. 調査結果	193
5.1 ササの生育状況確認	193
5.1.1 ササ密度	193
5.1.2 根系	194
5.2 水位計の設置及びデータ回収	194
6. 考察	196
6.1 生育状況	196
6.2 環境条件	196
7. ササ侵入箇所の抑制対策の検討	197
7.1 事業実施状況	197
7.2 ササ侵入抑制対策手法の検討	200
7.2.1 エリア毎の状況と抑制対策の検討	200
(1) 道路北側東部	200
(2) 道路北側西部及び道路南側 1.	200
(3) 道路南側 2.	200
VI 地下水位のモニタリング（水位計データの回収等）	202
1. 調査目的	202
2. 調査項目	202
3. 調査方法	203
3.1 水位計新規設置	203
3.2 データ回収	203
3.3 水位計のメンテナンス	204
3.4 データの取りまとめ	204

4. 調査実施状況	204
5. 調査結果	205
5.1 観測孔の状況	205
5.2 各測線の地下水位データ	207
5.2.1 A 測線.....	207
(1) A1 測線.....	208
(2) A2 測線.....	209
(3) A3 測線.....	211
(4) A4 測線.....	212
(5) A5 測線.....	214
(6) A6 測線.....	215
5.2.2 B 測線.....	217
5.2.3 E 測線.....	219
5.2.4 ササ刈り試験区	221
5.2.5 水抜き水路 1（落合沼）	224
5.2.6 水抜き水路 2.....	227
5.2.7 水抜き水路 3.....	229
5.2.8 水抜き水路 4.....	231
5.2.9 水抜き水路 5.....	233
5.2.10 泥炭採掘跡地	236
(1) 採面 9.....	237
(2) 採面 18.....	238
5.2.11 原生花園園地跡地	240
5.2.12 ササ地	242
VII 有識者ヒアリング等	244
1. 目的	244
2. 有識者ヒアリング結果	244
3. 上サロベツ自然再生協議会説明資料の作成	245
VIII 今後の課題	246

資料編

- 資料 1 上サロベツ自然再生協議会第 15 回再生技術部会 説明資料
- 資料 2 土質調査結果
- 資料 3 植生調査結果（落合沼、水抜き水路 2、3、4、5、原生花園園地跡）
- 資料 4 地下水位観測孔一覧
- 資料 5 地下水位観測孔配置図
- 資料 6 地下水位グラフ
- 資料 7 水質分析計量証明書

図表目録

図Ⅰ.3.1 業務対象地位置図	2
図Ⅰ.4.1 業務フロー	3
図Ⅱ.2.1 調査対象箇所	8
表Ⅱ.3.1 調査項目一覧	9
表Ⅱ.4.1 旧河川跡調査地点の諸元	10
図Ⅱ.4.1 土質調査地点	11
図Ⅱ.4.2 スウェーデン式サウンディング試験器具概要図	12
写真Ⅱ.4.1 サウンディング試験状況	12
図Ⅱ.4.3 ピートサンプラーの概念図	13
写真Ⅱ.4.2 サンプリング状況	13
写真Ⅱ.4.3 室内試験状況	14
写真Ⅱ.4.4 採水方法	16
写真Ⅱ.4.5 GPSによる測量（機器名：ニコン Trimble 5800Ⅱ）	16
写真Ⅱ.4.6 仮堰設置作業	17
写真Ⅱ.4.7 ロープ式水位計による計測	18
写真Ⅱ.4.8 地下水位計の設置	18
図Ⅱ.4.4 地下水位計の設置方法	19
写真Ⅱ.4.9 植生調査の方法	20
表Ⅱ.5.1 調査実施状況	21
表Ⅱ.6.1 構成土層一覧表	22
表Ⅱ.6.2 換算 N 値一覧表(25cm ピッチ)	25
図Ⅱ.6.1 土層想定断面図	27
表Ⅱ.6.3 室内土質試験結果一覧表	29
図Ⅱ.6.2 観測位置およびグループ平面図	30
表Ⅱ.6.4 水位観測結果一覧表	30
図Ⅱ.6.3 地下水位標高変動図(湿原側、放水路側)	33
図Ⅱ.6.4 地下水位深度変動図(湿原側、放水路側)	33
図Ⅱ.6.5 地下水位標高変動図(旧河川跡、水抜き水路 3)	35
図Ⅱ.6.6 地下水位深度変動図(旧河川跡、水抜き水路 3)	35
図Ⅱ.6.7 土層想定断面図(A-A' 断面)	37
図Ⅱ.6.8 旧河川跡部の地下水位標高変動図	37
図Ⅱ.6.9 採水地点	39
表Ⅱ.6.5 採水時の状況	39
写真Ⅱ.6.1 採水試料	39
表Ⅱ.6.6 水質分析結果	40
図Ⅱ.6.10 ヘキサダイアグラムの見方	42
図Ⅱ.6.11 旧河川跡の水質ヘキサダイアグラム	43
図Ⅱ.6.12 水抜き水路 4 縦平面図	45

図Ⅱ.6.13 水抜き水路4横断面図	47
図Ⅱ.6.14 水抜き水路5縦断面図	49
図Ⅱ.6.15 水抜き水路5横断面図	51
図Ⅱ.6.16 サロベツ川放水路周辺の概況(2000年)	53
図Ⅱ.6.17 サロベツ川放水路周辺の航空写真(1970年)	53
図Ⅱ.6.18 水抜き水路周辺の植生	54
図Ⅱ.6.19 水抜き水路位置図	55
表Ⅱ.6.7 水抜き水路の堰き止め実施状況	56
表Ⅱ.6.8 現況把握調査実施内容	57
図Ⅱ.6.20 水抜き水路3の堰上げ検討図(2010年度業務)	57
図Ⅱ.6.21 水抜き水路3及び旧河川跡の地形	59
写真Ⅱ.6.4 水抜き水路4、5の河床状況(9月)	61
図Ⅱ.6.22 水抜き水路4の地形	63
図Ⅱ.6.23 水抜き水路5の地形	65
図Ⅱ.6.24 水抜き水路3の地下水位動向	67
図Ⅱ.6.25 水抜き水路3及び旧河川跡の地下水位深度	68
図Ⅱ.6.26 水抜き水路3及び旧河川跡の地下水位標高	69
図Ⅱ.6.27 水抜き水路3及び旧河川跡の地下水位標高(縦断方向)	70
表Ⅱ.6.9 水抜き水路4の地下水位観測孔位置	71
表Ⅱ.6.10 水抜き水路5の地下水位観測孔位置	71
図Ⅱ.6.28 水抜き水路4の地下水位計設置地点(ベース図2000年航空写真)	72
図Ⅱ.6.29 水抜き水路5の地下水位計設置地点(ベース図2000年航空写真)	73
図Ⅱ.6.30 水抜き水路4の地下水位深度	74
図Ⅱ.6.31 水抜き水路4の地下水位標高	75
図Ⅱ.6.32 水抜き水路5の地下水位深度	76
図Ⅱ.6.33 水抜き水路5の地下水位標高	77
図Ⅱ.6.34 過年度調査によるサロベツ湿原の群落区分	78
表Ⅱ.6.11 過年度調査による群落区分及び指標種	79
表Ⅱ.6.12 植物調査結果	81
写真Ⅱ.6.3 水抜き水路3及び旧河川跡の状況(7月)	83
図Ⅱ.6.35 水抜き水路3の植物調査地点	84
図Ⅱ.6.36 水抜き水路3の植物調査地点の水位変動	84
写真Ⅱ.6.4 水抜き水路4付近の状況	85
図Ⅱ.6.37 水抜き水路4の植物調査地点	86
図Ⅱ.6.38 水抜き水路4の植物調査地点の水位変動	86
写真Ⅱ.6.5 水抜き水路5付近の状況	87
図Ⅱ.6.39 水抜き水路5の植物調査地点	88
図Ⅱ.6.40 水抜き水路5の植物調査地点の水位変動	88
図Ⅱ.6.41 仮堰の構造	89

図Ⅱ.6.42 水抜き水路3の仮堰上げ位置（縦断図）	90
図Ⅱ.6.43 水抜き水路3の仮堰上げ位置（平面図）	90
図Ⅱ.6.44 水抜き水路4の仮堰上げ位置（縦断図）	91
図Ⅱ.6.45 水抜き水路4の仮堰上げ位置（平面図）	91
図Ⅱ.6.46 水抜き水路5の仮堰上げ位置（縦断図）	92
図Ⅱ.6.47 水抜き水路5の仮堰上げ位置（平面図）	92
表Ⅱ.6.13 仮堰上げの位置及び標高	93
写真Ⅱ.6.6 水抜き水路3の仮堰上げ実施状況	93
写真Ⅱ.6.7 仮堰上げ直後の水抜き水路3の状況	94
写真Ⅱ.6.8 水抜き水路4の仮堰上げ実施状況	94
写真Ⅱ.6.9 水抜き水路5の仮堰上げ実施状況	95
表Ⅱ.6.14 水抜き水路3における仮堰上げ評価のための指標	96
図Ⅱ.6.48 水抜き水路3における指標地点	97
表Ⅱ.6.15 水抜き水路4における仮堰上げ評価のための指標	98
表Ⅱ.6.16 水抜き水路5における仮堰上げ評価のための指標	98
図Ⅱ.6.49 旧河川跡及び水抜き水路3の対策手法フロー	100
図Ⅱ.6.50 水抜き水路3および旧河川跡 堰き止め位置の比較	102
図Ⅱ.6.51 畔板敷設模式断面	103
写真Ⅱ.6.10 畔板参考事例	103
図Ⅱ.6.52 塩ビ遮水シート敷設模式断面	104
写真Ⅱ.6.11 塩ビシート埋設機器参考事例	104
図Ⅱ.6.53 ベントナイト遮水シート敷設模式断面	105
写真Ⅱ.6.12 ベントナイトシート参考事例	105
図Ⅱ.6.54 旧河川跡と周辺湿原部の境界に配置	106
図Ⅱ.6.55 旧河川跡横断方向に配置	107
図Ⅱ.6.56 旧河川跡の対策実施フロー	108
図Ⅱ.6.57 試験施工候補地	109
図Ⅱ.6.58 試験施工方案A配置模式平面図	110
図Ⅱ.6.59 試験施工方案B配置模式平面図	110
表Ⅲ.3.1 調査項目	112
図Ⅲ.3.1 調査実施箇所（水抜き水路（落合沼））	113
図Ⅲ.3.2 調査実施箇所（水抜き水路2）	114
写真Ⅲ.4.1 地下水位計データ回収	115
写真Ⅲ.4.2 植物調査状況	115
表Ⅲ.5.1 調査実施状況	116
表Ⅲ.6.1 堰き止めによる目標	116
表Ⅲ.6.2 堰き止めによる効果を把握するための指標	116
表Ⅲ.6.3 対象とするモニタリング地点	117
図Ⅲ.6.1 対象モニタリング地点図	118

図Ⅲ. 6. 2 高層湿原植生域の地下水位変動 (GL 以下深度)	119
図Ⅲ. 6. 3 高層湿原植生域の地下水位変動 (標高)	119
図Ⅲ. 6. 4 落合沼周囲の地下水位変動 (GL 以下深度)	120
図Ⅲ. 6. 5 落合沼周囲の地下水位変動 (標高)	120
写真Ⅲ. 6. 1 落合沼地下水観測孔 (2011 年 9 月 15 日)	121
図Ⅲ. 6. 6 落合沼窪地の地下水位変動 (GL 以下深度)	122
図Ⅲ. 6. 7 落合沼窪地の地下水位変動 (標高)	122
図Ⅲ. 6. 8 堰下流部の地下水位変動 (GL 以下深度)	123
図Ⅲ. 6. 9 堰下流部の地下水位変動 (標高)	123
表Ⅲ. 6. 4 各調査地点における生育種別の 2010 年-2011 年の植被率の変化	125
表Ⅲ. 6. 5 各調査地点における生育種別の 2010 年-2011 年の植被率の変化	127
写真Ⅲ. 6. 2 A2-W300 地点	129
写真Ⅲ. 6. 3 No. 8 地点	130
写真Ⅲ. 6. 4 No. 12 地点	131
写真Ⅲ. 6. 5 No. 25 地点	132
写真Ⅲ. 6. 6 No. 19 地点	133
写真Ⅲ. 6. 7 No. 81 地点	134
写真Ⅲ. 6. 8 A1-W5 地点	135
表Ⅲ. 6. 6 堰き止め効果の指標と現況評価	138
表Ⅲ. 6. 7 堰き止めによる効果を把握するための指標	139
表Ⅲ. 6. 8 対象とするモニタリング地点	139
図Ⅲ. 6. 10 対象モニタリング地点	140
図Ⅲ. 6. 11 後背高層湿原植生域の地下水位変動 (GL 以下深度)	142
図Ⅲ. 6. 12 後背高層湿原植生域の地下水位変動 (標高)	142
図Ⅲ. 6. 13 落合沼周囲の地下水位変動 (GL 以下深度)	143
図Ⅲ. 6. 14 落合沼周囲の地下水位変動 (標高)	143
図Ⅲ. 6. 15 放水路～土堤の間の地下水位変動 (GL 以下深度)	144
図Ⅲ. 6. 16 放水路～土堤の間の地下水位変動 (標高)	144
表Ⅲ. 6. 9 各調査地点における生育種別の 2010 年-2011 年の植被率の変化	147
写真Ⅲ. 6. 9 No. 78 地点	149
写真Ⅲ. 6. 10 No. 55 地点	150
写真Ⅲ. 6. 11 No. 71 地点	151
表Ⅲ. 6. 10 水抜き水路 2 堰き止め効果の指標と現況評価	154
写真Ⅲ. 6. 12 落合沼堰き止め工堰堤 (2010/8)	155
写真Ⅲ. 6. 13 落合沼堰き止め工堰堤 (2011/9/15)	155
写真Ⅲ. 6. 14 堰き止め工堰堤上からのぞむ落合沼 (2011/7/29)	156
写真Ⅲ. 6. 15 堰き止め工堰堤上からのぞむ落合沼 (2011/9/15)	156
写真Ⅲ. 6. 16 堰き止め工堰堤上からのぞむ落合沼 (2011/10/20)	156
写真Ⅲ. 6. 17 水抜き水路 2 堰き止め工 (2011/7/29)	157

写真Ⅲ. 6. 18 水抜き水路 2 堰き止め工 (2011/7/29)	157
図Ⅳ. 2. 1 原生花園園地跡地調査対象箇所	158
図Ⅳ. 2. 2 原生花園園地跡地状況	159
表Ⅳ. 3. 1 調査項目	160
写真Ⅳ. 4. 1 コドラートによる植物調査	161
写真Ⅳ. 4. 2 採水状況	161
写真Ⅳ. 4. 3 標柱設置作業状況	162
表Ⅳ. 5. 1 調査実施状況	163
図Ⅳ. 6. 1 原生花園園地跡地地下水観測孔位置	164
表Ⅳ. 6. 1 D 区画観測孔地点	164
図Ⅳ. 6. 2 原生花園園地跡地周辺の地下水位変動 (GL 以下深度)	165
図Ⅳ. 6. 3 原生花園園地跡地周辺の地下水位変動 (標高)	165
写真Ⅳ. 6. 1 降雨時の原生花園園地跡地の様子 (2011/9)	166
写真Ⅳ. 6. 2 積雪期の原生花園園地跡地の様子 (2012/ 2)	166
図Ⅳ. 6. 4 歩道設置跡植物調査位置図	167
表Ⅳ. 6. 2 歩道設置跡植物調査結果	168
写真Ⅳ. 6. 3 コドラート No. 1 (2011/07/27)	169
写真Ⅳ. 6. 4 コドラート No. 2 (2011/07/27)	170
写真Ⅳ. 6. 5 コドラート No. 3 (2011/07/27)	171
写真Ⅳ. 6. 6 コドラート No. 4 (2011/07/27)	172
写真Ⅳ. 6. 7 コドラート No. 5 (2011/07/27)	173
写真Ⅳ. 6. 8 A 区画 2011/07/27	176
写真Ⅳ. 6. 9 A 区画 2011/10/11	177
写真Ⅳ. 6. 10 B 区画 2011/07/27	177
写真Ⅳ. 6. 11 B 区画 2011/10/11	178
写真Ⅳ. 6. 12 C 区画 2011/07/27	178
写真Ⅳ. 6. 13 C 区画 2011/10/11	179
写真Ⅳ. 6. 14 D 区画 2011/07/27	179
写真Ⅳ. 6. 15 D 区画 2011/10/11	180
図Ⅳ. 6. 5 原生花園跡地調査結果	181
図Ⅳ. 6. 6 採水地点	184
表Ⅳ. 6. 3 採水時の状況	184
写真Ⅳ. 6. 16 採水試料	184
表Ⅳ. 6. 4 水質分析結果	185
図Ⅳ. 6. 7 ヘキサダイアグラムの見方	188
図Ⅳ. 6. 8 ヘキサダイアグラム	189
写真Ⅳ. 6. 9 設置した標柱	190
表Ⅳ. 6. 5 標柱設置箇所の GL 標高	190
図Ⅴ. 2. 1 ササ地調査対象地	191

表V.3.1 調査項目	192
表V.3.1 調査位置図	192
表V.4.1 調査方法	193
写真V.4.2 水位計の設置状況	193
写真V.4.1 根系の調査状況	193
写真V.5.1 水位計設置地点（400 稈/m ² 程度）	193
写真V.5.2 掘削地点 600 稈/m ² 程度	193
表V.5.1 地下水位計設置地点	194
写真V.5.3 掘削部全景	194
写真V.5.4 根系の状況	194
写真V.5.6 ササ地 2.....	194
写真V.5.5 ササ地 1.....	194
図V.5.1 ササ地の地下水位標高	195
図V.5.2 ササ地の地下水位深度	195
表V.7.1 ササ生育地の拡大域の特徴	197
表V.7.2 ササ関連の事業実施状況	197
表V.7.3 ササ生育抑制の取り組み事例	198
図V.7.1 事業の取り組み状況	199
表V.7.4 ササ侵入抑制対策手法	201
表VI.2.1 調査項目	202
写真VI.3.1 水位計設置状況	203
写真VI.3.2 データ回収状況	203
表VI.4.1 調査実施状況	204
表VI.5.1 観測孔の現状	206
図VI.5.1 A 測線観測孔位置図.....	207
図VI.5.2 A1 測線の地下水位標高.....	208
図VI.5.3 A1 測線の地下水位深度.....	209
図VI.5.4 A2 測線の地下水位標高.....	210
図VI.5.5 A2 測線の地下水位深度.....	210
図VI.5.6 A3 測線の地下水位標高.....	211
図VI.5.7 A3 測線の地下水位深度.....	212
図VI.5.8 A4 測線の地下水位標高.....	213
図VI.5.9 A4 測線の地下水位深度.....	213
図VI.5.10 A5 測線の地下水位標高.....	214
図VI.5.11 A5 測線の地下水位深度.....	215
図VI.5.12 A6 測線の地下水位標高.....	216
図VI.5.13 A6 測線の地下水位深度.....	216
図VI.5.14 B 測線観測孔位置図.....	217
図VI.5.15 B 測線の地下水位標高.....	218

図VI. 5. 16 B 測線の地下水位深度	219
図VI. 5. 17 E 測線観測孔位置図	219
図VI. 5. 18 E 測線の地下水位標高	220
図VI. 5. 19 E 測線の地下水位深度	221
図VI. 5. 20 ササ刈り試験区観測孔位置図	221
図VI. 5. 21 ササ刈り試験区の地下水位標高	222
図VI. 5. 22 ササ刈り試験区の地下水位深度	223
図VI. 5. 23 水抜き水路 1（落合沼）観測孔位置図	224
図VI. 5. 24 落合沼周辺の地下水位標高	225
図VI. 5. 25 落合沼周辺の地下水位深度	226
図VI. 5. 26 水抜き水路 1 の地下水位標高	226
図VI. 5. 27 水抜き水路 1 の地下水位深度	227
図VI. 5. 28 水抜き水路 2 観測孔位置図	227
図VI. 5. 29 水抜き水路 2 の地下水位標高	228
図VI. 5. 30 水抜き水路 2 の地下水位深度	229
図VI. 5. 31 水抜き水路 3 観測孔位置図	229
図VI. 5. 32 水抜き水路 3 の地下水位標高	230
図VI. 5. 33 水抜き水路 3 の地下水位深度	231
図VI. 5. 34 水抜き水路 4 観測孔位置図	231
図VI. 5. 35 水抜き水路 4 の地下水位標高	232
図VI. 5. 36 水抜き水路 4 の地下水位深度	233
図VI. 5. 37 水抜き水路 5 観測孔位置図	233
図VI. 5. 38 水抜き水路 5 の地下水位標高	234
図VI. 5. 39 水抜き水路 5 の地下水位深度	235
図VI. 5. 40 泥炭採掘跡地観測孔位置図	236
図VI. 5. 41 泥炭採掘跡地採面 9 の地下水位標高	237
図VI. 5. 42 泥炭採掘跡地採面 9 の地下水位深度	238
図VI. 5. 43 泥炭採掘跡地採面 18 の地下水位標高	239
図VI. 5. 44 泥炭採掘跡地採面 18 の地下水位深度	239
図VI. 5. 45 原生花園園地跡地観測孔位置	240
図VI. 5. 46 原生花園園地跡地の地下水位標高	241
図VI. 5. 47 原生花園園地跡地の地下水位深度	241
図VI. 5. 48 ササ地観測孔位置	242
図VI. 5. 49 ササ地の地下水位標高	243
図VI. 5. 50 ササ地の地下水位深度	243

I 業務概要

1. 業務目的

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の復元や、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等の自然再生を行いながら、一体的に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。

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

本業務は、環境省の「上サロベツ自然再生事業実施計画書」に基づき、サロベツ川放水路南
側湿原の乾燥化対策及び丸山周辺におけるササの侵入抑制対策のための調査・基本設計、自然
再生工事施工後の経過観察等を行うものである。

2. 業務実施期間

本業務の業務実施期間は以下に示すとおりである。

平成23年6月21日から平成24年3月28日

3. 業務対象地

業務対象地は北海道天塩郡豊富町の上サロベツ湿原であり、図 I.3.1に示すとおりである。

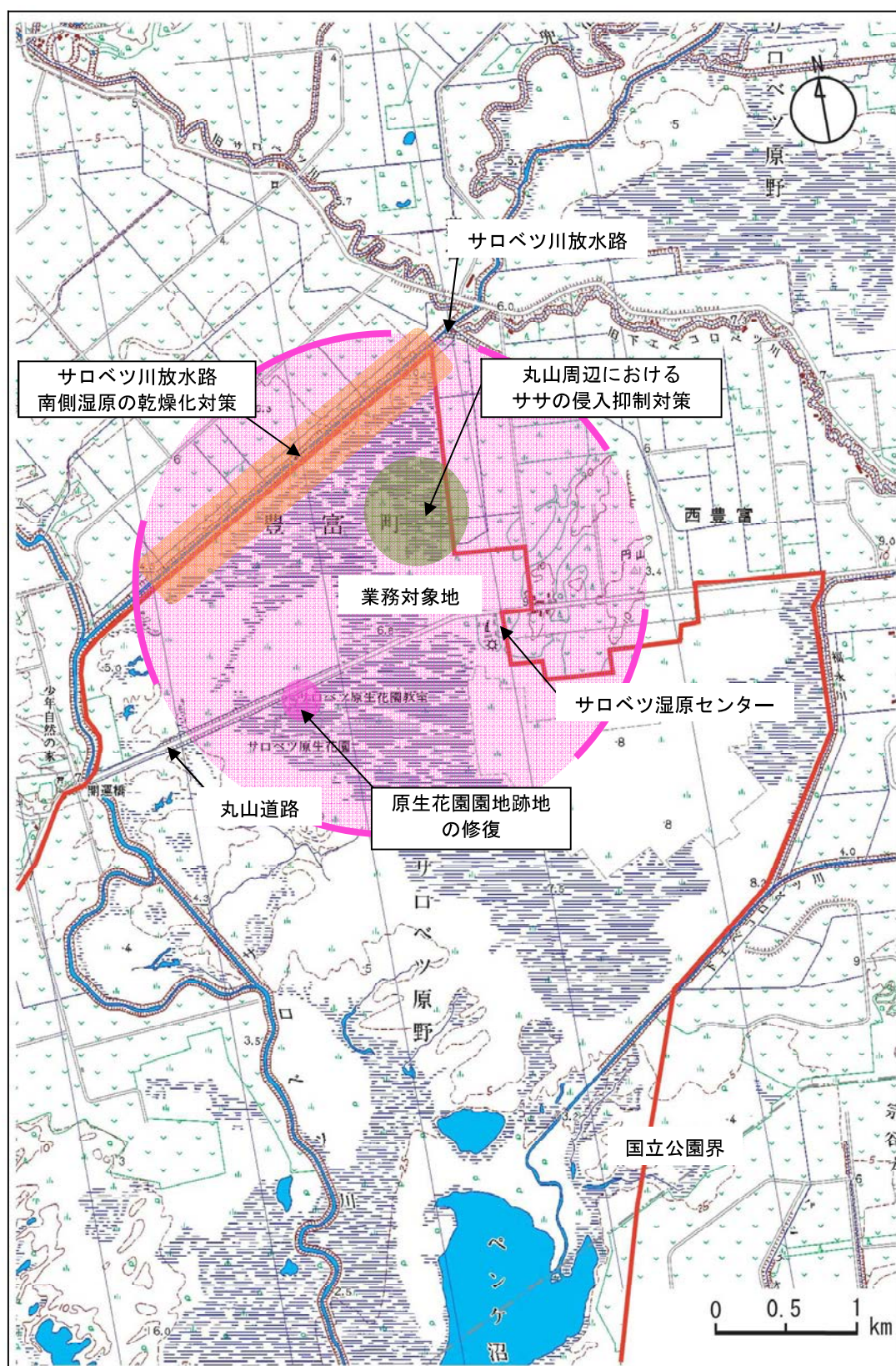


図 I. 3. 1 業務対象地位置図

下図出典：国土地理院数値地図 1/25, 000

4. 業務フロー

本業務は5項目について、以下に示すフローに従い実施した。

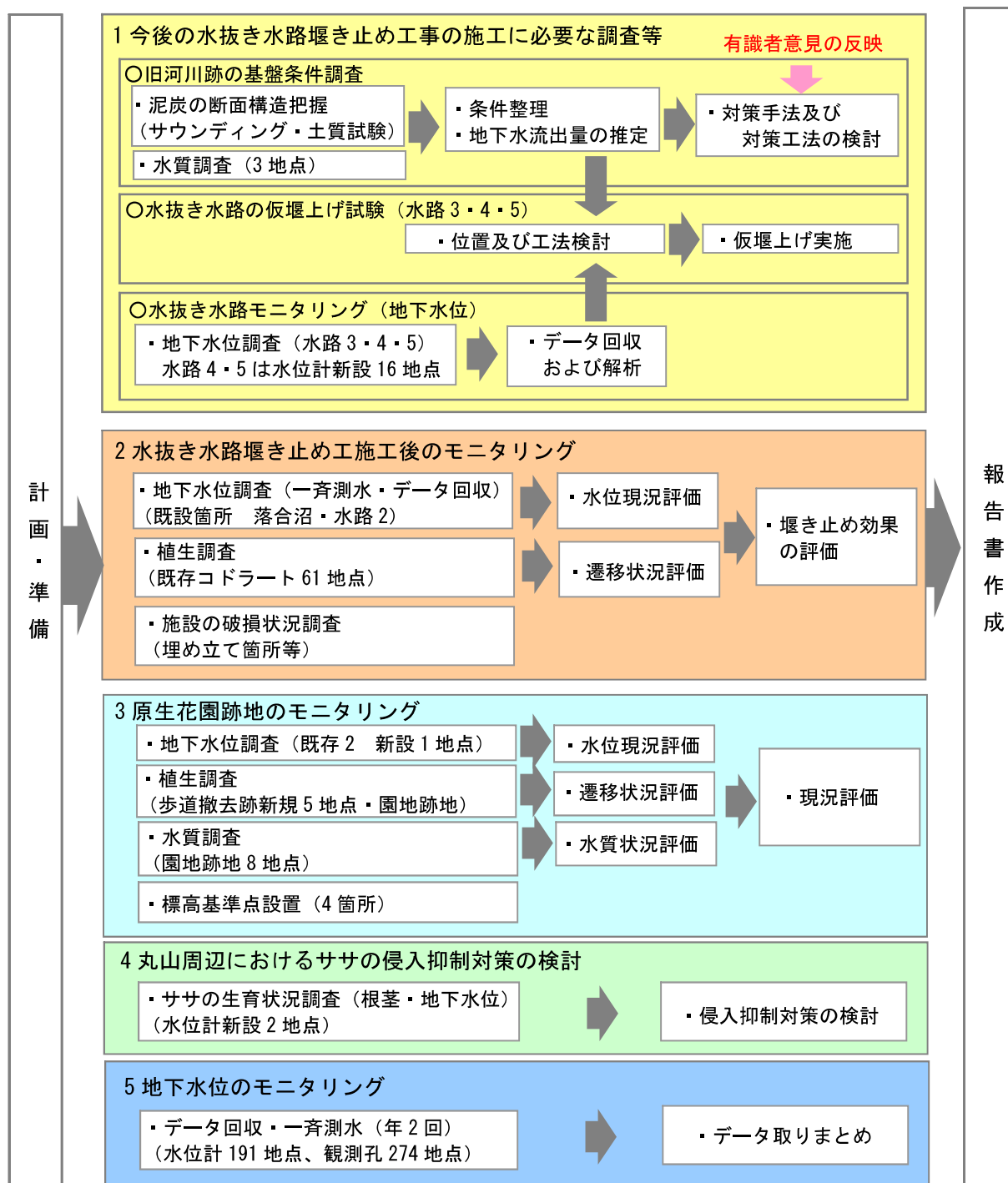


図 I.4.1 業務フロー

5. 業務実施内容

5.1 計画準備

業務の目的及び主旨を十分に把握したうえで、本業務の業務実施計画書を作成した。

5.2 今後の水抜き水路堰き止め工事の施工に必要な調査等

水抜き水路と同様に、湿原から多量の地下水が流出する要因となっている旧河川跡について、基礎的な調査を行うとともに対策工法を検討した。また、地下水位上昇の効果を確認するため、水抜き水路 3 及び水抜き水路 4、5 について仮堰上げ試験を実施した。

5.2.1 旧河川跡の基盤条件調査

(1) 泥炭の断面構造の把握

旧河川跡及び周辺湿原部において、人力によるスウェーデン式サウンディング試験（深度約 10m）及びピートサンプリング試験を実施し、旧河川跡およびその周辺の土層構成を把握した。（計 6 地点（1 地点はサンプリング・室内土質試験のみ））

(2) 地下水流出量の推定

旧河川跡及び周辺の湿原部の表層の泥炭層について室内土質試験を実施し、物理特性、透水係数を把握した。（計 6 地点）

また、調査地周辺において計測されている地下水位計のデータに基づき、旧河川跡の動水勾配を想定し、本試験で得られた透水係数を用いて地下水の見かけの流速を算出し、前項で検討した旧河川跡の地質構造から、旧河川跡における地下水流の断面を推定し、旧河川跡からの地下水流出量を推定した。

(3) 水質調査

旧河川跡と隣接する湿原において水質を分析し、旧河川跡と湿原内における水質の相違を把握した。（16 項目 計 3 箇所）

5.2.2 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施

水抜き水路 3、4、5 について、現地の微地形・植生状況及び既往の地下水位調査結果や前述の旧河川の調査結果を踏まえ、仮堰上げの位置及び方法について検討し、仮堰上げ試験を実施した。

なお、水抜き水路 4、5 については現地の地形情報が把握されていないため、縦横断測量を実施した。また、仮堰の設置後は、堰の位置、堰高を測量し記録した。

5.2.3 水抜き水路のモニタリング

(1) 地下水位調査

仮堰上げ実施後の効果を把握するため、堰上げ実施前の水抜き水路 3、4、5 の地下水位調査を行った。

水抜き水路 3 については、既設の地下水調査地点を利用し、水抜き水路 4、5 については、

新規に地下水位計を設置した。

(水路 3 既設 17 箇所、水路 4、5 新設各 8 箇所 新設計 16 箇所)

(2) 植物調査

水抜き水路 3、4、5 の水位観測地点にコドラート (2m×2m) 調査区を設定し、植物調査を実施した。調査は仮堰上げ実施前の夏季に 1 回実施した。

(水路 3 8 地点、水路 4、5 各 8 地点 計 24 地点)

5.2.4 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討 (基本設計)

前述の調査結果を踏まえ、旧河川跡からの水分流出を抑制する対策工として考えられる手法を整理した。なお手法については有識者 (北海道大学大学院農学研究院井上京准教授) の意見を聞きつつ有効な対策を検討した。

5.3 水抜き水路堰き止め工施工後のモニタリング

落合沼水抜き水路堰き止め工 (2010 年 6 月完成) 及び水抜き水路 2 堰き止め工 (2011 年 3 月完成) について、施工後のモニタリングを実施し、その結果を踏まえた中間評価を行った。モニタリング実施にあたっては、既往調査との比較が行えるように配慮した。

(1) 地下水位調査

連続観測のデータ回収及び一斉測水を実施し、調査結果から対策実施前後の水位標高分布の変化を解析し、水位の現況を評価した。(落合沼 32 箇所、水抜き水路 21 箇所)

(2) 植物調査

落合沼、水抜き水路 2 の既設コドラート (2m×2m) の植生調査を行った。

既往調査との比較を行うことから、調査実績のある 7 月末～8 月上旬に 1 回実施した。

これらの調査結果を既往データと比較し、評価指標となる植物の遷移を把握して現況評価を行った。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した。

(落合沼 45 地点、水抜き水路 2 16 地点 計 61 地点)

(3) 施設の破損状況調査

落合沼及び水抜き水路 2 の堰や埋め立て箇所の破損の有無を地下水位または植物の調査時に確認した。

5.4 原生花園跡地のモニタリング

原生花園園地跡地の再生工事 (2011 年 6 月完成) について、施工後のモニタリングを実施した。

(1) 地下水位調査

既設の東観測孔、西観測孔の他、D 区画付近に新規観測孔 (水位計設置) を設置した。

(既設 2 箇所、新規 1 箇所 計 3 箇所)

(2) 植物調査（歩道設置跡）

園地施設（歩道等）の撤去跡においてコドラート（2m×2m）を設定し、夏季に1回植物調査を行った。また周辺の植生と比較し、現況評価を行った。

（歩道設置跡 4 地点、対照区 1 地点 計 5 地点）

(3) 植物調査（A～D 区画）

園地跡地で剥ぎ取り等の再生工事を行った A～D 区画の植生について現況を把握し、モニタリング方法を検討した。

(4) 水質調査

昨年度実施した 3 地点（D 区画、東観測、西観測）に加え、A 区画、B 区画、C 区画、道路側溝及び湿原側の全 8 地点で水質を調査し分析した。

（16 項目 8 地点）

(5) 標高の基準点

A～D 区画内の水位を把握できるように、「標高」を示した基準点（標柱等）を設置した。

5.5 丸山周辺におけるササの侵入抑制対策の検討

ササ生育域の拡大が著しい丸山周辺において、ササの生育状況を把握し、効果的な侵入抑制対策について検討した。

(1) ササの生育状況の把握

著しく生育域が拡大している箇所を対象に、ササ密度、根茎の深さ、地下水位などのササの生育状況を把握した。

(2) ササの侵入抑制対策の確立

過去に行ったササ対策試験の調査結果等を踏まえ、丸山周辺における対策として、有効かつ実施可能なものを選定し、今後の手法について検討した。

また、他地域での取組を参考に新たな工法についても検討した。

5.6 地下水位のモニタリング（水位計データの回収等）

既設観測網において継続して観測している地下水位計（191 個、データはカーに記録）のデータ回収を行うとともに、水位計の調整等を行うために必要な大気圧補正用バロメーターのデータ回収を併せて行った。また、地下水位の一斉測水（観測孔 274 地点。水位計設置箇所を含む。）を 2 回（春季、秋季）実施した。

(1) 水位計新規設置

観測地点計 19 箇所において、観測孔の設置、管頭高及び地盤高の測量、観測座標値の算出等を行い、水位計を設置した。

(2) データ回収

水位計 191(既設 172 地点+新設 19 地点)の回収時期は、既往の調査状況を踏まえ、7 月下旬～8 月上旬及び 10 月下旬の 2 回とし、その際に水位計が設置されていない観測孔も含めた一斉測水も実施した。

(3) 水位計のメンテナンス

データ回収時には、水位計の設置高の調整を行うとともに、故障・破損等の有無の確認を行った。なお、1 回目に回収したデータに、水位が地表面を大幅に超えるなど明らかな異常値があった場合は、観測孔等の点検を行い必要な措置を講ずるものとした。

<2011 年度地下水位観測地点 (自動観測) : 191 地点>

・ A 測線 (継続)	54 箇所	
・ B 測線 (継続)	12 "	
・ E 測線 (継続)	7 "	
・ 水抜き水路 1[落合沼] (継続)	32 "	
・ 水抜き水路 2 (継続)	21 "	
・ 水抜き水路 3 (継続)	17 "	
・ ササ刈り実証試験地 (継続)	4 "	
・ 泥炭採掘跡地 (継続)	23 "	
・ 原生花園園地跡地[園地敷外] (継続)	2 "	(継続計 : 172 箇所)
・ 原生花園園地跡地[園地敷内] (新設)	1 箇所	
・ 水抜き水路 4[その他の水抜き水路] (新設)	8 "	
・ 水抜き水路 5[その他の水抜き水路] (新設)	8 "	
・ 丸山周辺ササ生育地 (新設)	2 "	(新設計 : 19 箇所)

(4) データの取りまとめ

回収したデータの気圧補正を行い、地下水位標高に換算して各測線毎にグラフ化し、水位変動についての原因分析を行った。また、観測座標値を整理して記録した。

観測網、観測機器、取りまとめ手法の詳細については、既往報告書を参照とした。

5.7 有識者ヒアリング等

自然再生事業に係る調査や工法の選択、モニタリング結果の評価等については、サロベツ湿原に関して豊富な知見を持つ有識者からの意見を聞き取るためのヒアリングを実施した。(計 2 回) また、上サロベツ自然再生協議会等において説明する資料等を作成した。

5.8 成果品

成果品は下記のとおり作成した。

- ① 業務報告書 A4 版 (5 部)
- ② 電子媒体 2 式 (CD-ROM)
- ③ ホームページで公開可能なファイル 1 部 (CD-ROM)

Ⅱ 今後の水抜き水路堰き止め工事の施工に必要な調査等

1. 調査目的

サロベツ川放水路南側一帯では、開削時に浚渫船で吸い上げられた浚渫土からの水分を抜くために水抜き水路が一定間隔で設けられており、湿原からの水分流出による乾燥化が課題となっている。そのような背景を受け、環境省の「上サロベツ自然再生事業実施計画」では、サロベツ川放水路南側湿原周辺の乾燥化対策が自然再生事業の一つとして位置づけられ、これまで水抜き水路 1（落合沼）、水抜き水路 2 の予備調査、仮堰上げ、堰き止め工の施工、施工後のモニタリング等が実施されてきている。

本調査は、対策の実施対象に選定されている水抜き水路 3、4、5 について、予備調査及び仮堰上げ試験を行うとともに、湿原から多量の地下水が流出する要因と考えられる「旧河川跡」について、基礎的な調査を行い、対策工法を検討することを目的とし実施した。

2. 調査対象箇所

調査対象箇所はサロベツ川放水路南側の水抜き水路 3、4、5 とし、位置は図Ⅱ.2.1 に示すとおりである。



図Ⅱ.2.1 調査対象箇所

下図出典：平成 14 年度サロベツ地区自然再生事業地形計測業務

3. 調査項目

調査項目は以下に示すとおりである。

表Ⅱ.3.1 調査項目一覧

調査内容	項目	数量
1. 旧河川跡の基盤条件調査		
(1) 泥炭の断面構造把握	サウンディング試験	5 箇所
	ピートサンプリング (土質試験試料採取)	6 箇所
	室内土質試験 ○物理特性把握 ・密度、含水比、強熱減量、湿潤密度 ○透水性把握 ・透水試験(変水位)	6 試料
(2) 地下水流出量の推定	上記調査結果による推定	-
(3) 地下水調査	16 項目 ・pH、全有機炭素、全窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、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、硫酸イオン、炭酸イオン、塩素イオン	3 箇所
2. 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施		
	縦横断測量	2 箇所 水路 4、5
	仮堰上げの検討・仮堰の設置	3 箇所 水路 3、4、5
3. 水抜き水路のモニタリング		
(1) 地下水位調査	地下水位計設置	水抜き水路 4、5 各 8 箇所
	地下水位モニタリング (一斉測水、データ回収・分析)	上記箇所
(2) 植物調査	コドラート調査	水路 3、4、5 各 8 箇所
4. 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討	上記調査結果に基づく検討	-

4. 調査方法

各調査方法は以下に示すとおりである。

4.1 旧河川跡の基盤条件調査

4.1.1 泥炭の断面構造把握

調査にあたっては、基本的に「地盤調査の方法と解説」※¹、および「地盤材料試験の方法と解説」※²に準じて実施した。以下に調査項目毎の方法を示す。

※¹ 地盤調査の方法と解説 (社)地盤工学会 平成 16 年 6 月

※² 地盤材料試験の方法と解説 (社)地盤工学会平成 21 年 11 月

(1) 調査地点の設定

調査地点については、平面的に旧河川跡の範囲を確定するため、旧河川跡右岸（S-1、S-5）、左岸（S-3、S-4）、旧河川跡内（S-2、S-6）の各 2 箇所、計 6 箇所について実施した（S-6 地点については、室内土質試験のみ実施）。

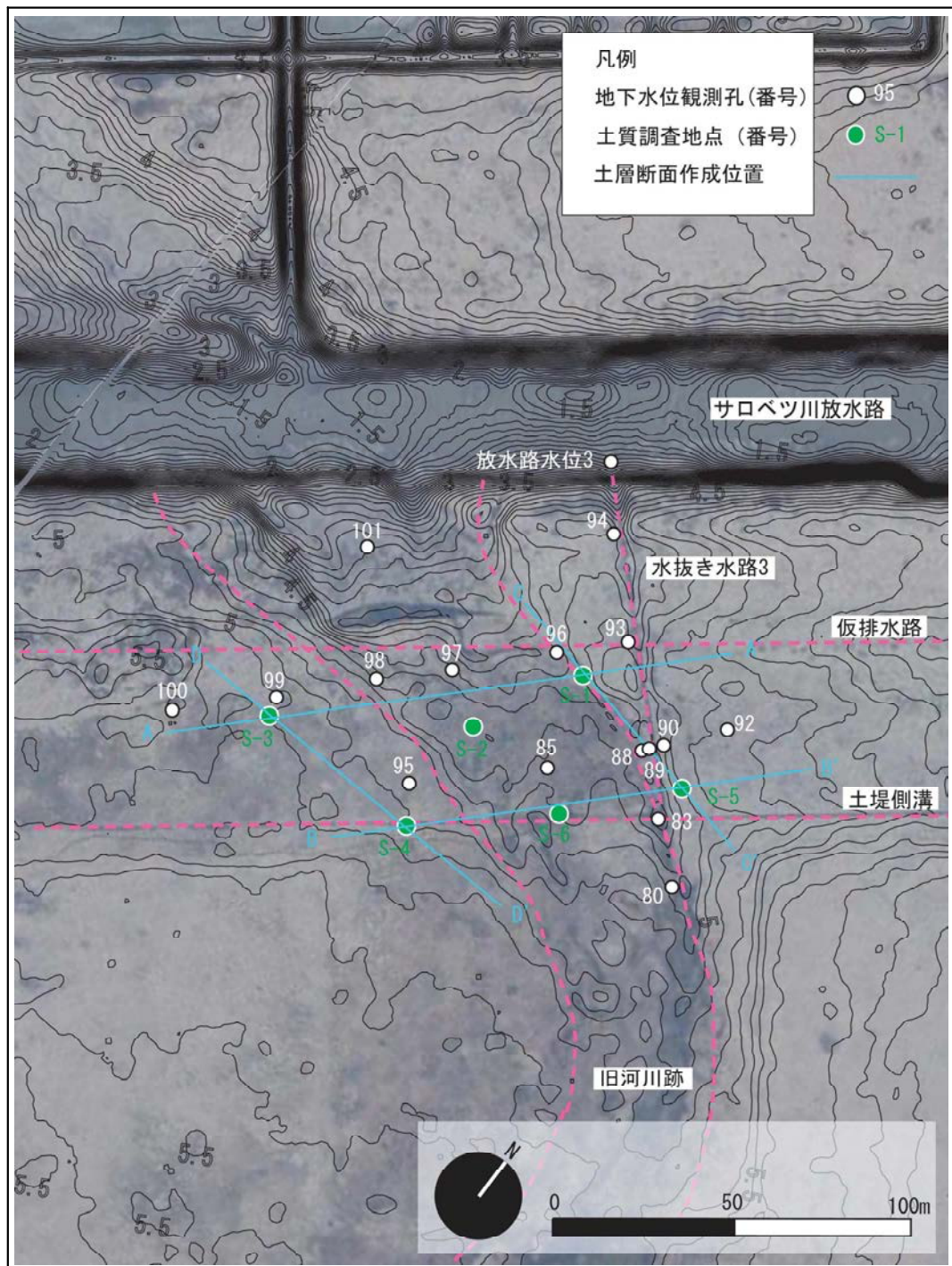
調査地点の位置出しについては、既往の地下水位観測孔よりテープにより位置を決定し、調査実施後に、GPS を用いた測量により位置および地盤高さを確認した。

なお、各調査地点の位置および標高については、以下に示すとおりである。

表Ⅱ.4.1 旧河川跡調査地点の諸元

調査地点	位置		地盤高	備考
	X	Y	H(m)	
S-1	124,511.59	-44,845.07	4.58	右岸下流側
S-2	124,481.26	-44,861.73	4.65	旧河川跡内
S-3	124,448.62	-44,905.39	5.06	左岸下流側
S-4	124,447.92	-44,854.64	4.96	左岸上流側
S-5	124,506.76	-44,806.85	4.69	右岸上流側
S-6	124,477.94	-44,825.87	4.82	旧河川跡内 土質試験のみ実施

※座標値は世界測地系による



図Ⅱ.4.1 土質調査地点

(2) 調査機材の搬入および搬出

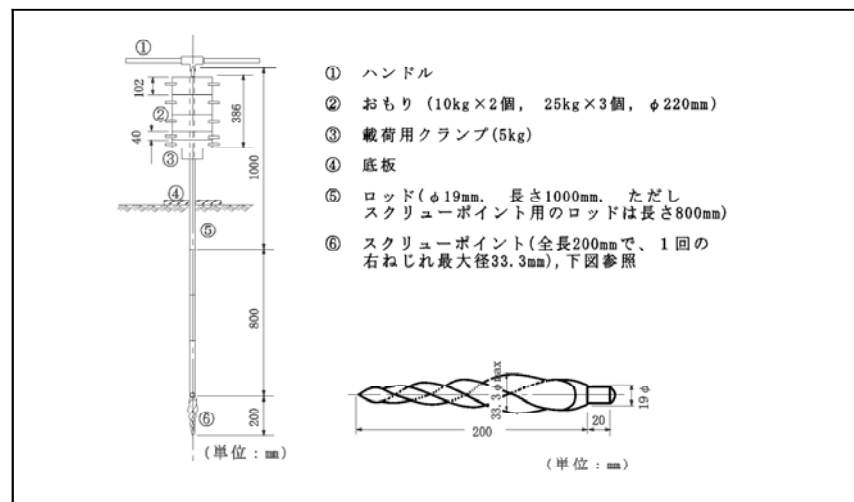
スウェーデン式サウンディング試験およびピートサンプリングに用いる資機材については、運搬による湿原植生への環境負荷軽減のため、木道および湿地内をすべて人肩運搬にて実施した(運搬距離：往復約 8km)。

(3) サウンディング試験

本試験は、調査地の地盤状況を確認することを目的に、以下に示すとおり「JIS A 1221 : 2002」に準じて実施した。

スクリーポイントをおもり荷重により地中に静的に貫入させ、その荷重(WSW)と貫入量を測定する。おもりは、50N、150N、250N、500N、750N、1kN の順に段階的に増加させる。

1kN の静荷重で貫入しない場合は、ハンドルを一方方向に半回転ずつ回転させて、25cm 貫入させるのに要する半回転数を連続的に測定し、NSW(貫入量 1m 当たりの半回転数換算値)を求める。



図Ⅱ.4.2 スウェーデン式サウンディング試験器具概要図



写真Ⅱ.4.1 サウンディング試験状況

(4) ピートサンプリング

ピートサンプリングは、泥炭および軟弱地盤を対象としたサンプリング方法であり、簡易的な土質と土層構成を明らかにすると共に、土質確認のための試料採取を目的に実施した。サンプリング方法は、下記図に示すように、カバーを閉じて地盤に垂直に所定の深さまで押し込み、サンプラーを右に回転させてカバーを開き、カバーの刃口で周辺の土砂をスプーン内に削り込み試料を採取するものである。

なお、ピートサンプラーは、スプーン内に周辺の土砂を削り込む際に、試料を横方向にこね返すが、縦方向にこね返しが無いので、成層状態を知るには信頼性が高い。したがって、土層構成を知る場合に有効である。

また、本サンプリングは、非常に簡便であり、一人でも運搬・作業ができるので、調査深度が浅いとき(通常 5m 程度)には泥炭および軟弱地盤の成層状態を能率的に調査することができる。

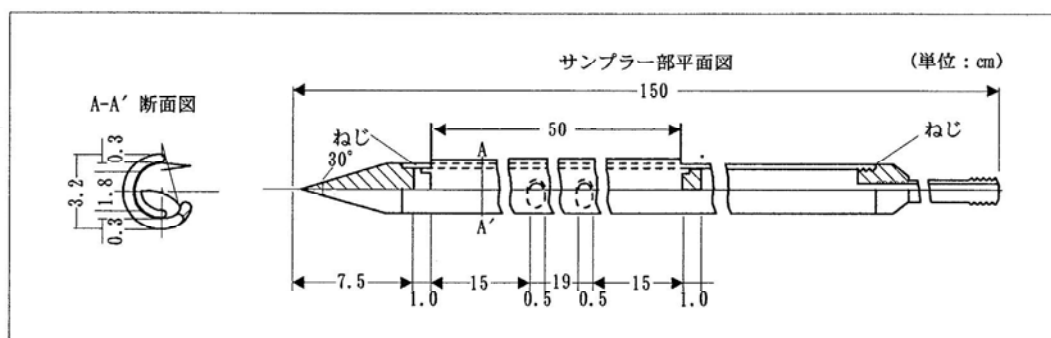


図 II.4.3 ピートサンプラーの概念図



写真 II.4.2 サンプリング状況

(5) 室内土質試験

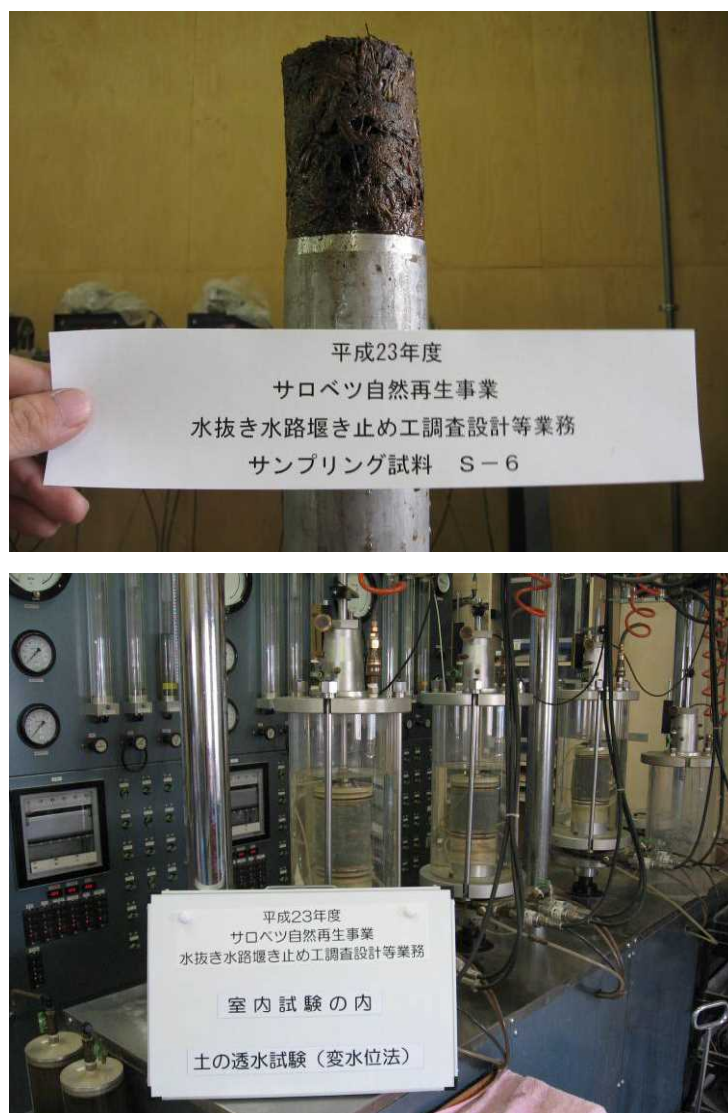
室内土質試験は、泥炭層を対象とし、物理試験および透水試験について実施した。試験試料については、原位置にてシンウォールサンプリングチューブを静的に圧入して採取した乱れの少ない試料を用いた。なお、以下に今回実施した試験名および規格を示す。

○物理特性把握のための試験

- ・土粒子の密度試験 ----- JIS A 1202:2009
- ・土の含水比試験 ----- JIS A 1203:2009
- ・土の強熱減量試験 ----- JIS A 1226:2009
- ・土の湿潤密度試験 ----- JIS A 1225:2009

○透水性把握のための試験

- ・土の透水試験(変水位) ----- JIS A 1218:2009



写真Ⅱ.4.3 室内試験状況

4.1.2 地下水流出量の推定

旧河川跡における地下水流出量の推定方法については、以下に示すとおりとした。

①旧河川跡の土層構成を把握する。

スウェーデン式サウンディング試験およびピートサンプリングにより、旧河川跡の土層構成および断面形状を推定する。

②当該地地下水の帯水層であると考えられる泥炭層の透水係数を決定する。

旧河川跡に分布する泥炭層の透水係数を、透水試験結果より決定する。

③地下水位観測結果から動水勾配を決定する。

旧河川跡箇所の観測地点の最上流箇所である No. 80 と最下流の No. 101 の距離と水位差から動水勾配を求める。なお、水位差については、安全側に動水勾配が最も大きくなる様に、観測期間内において水位差が最大と日時の値を採用する。

④見かけの流速を算出し、旧河川跡の断面形状から地下水流出量を推定する。

下式^{※1}に示す「ダルシーの法則」の関係から地下水の見かけの流速を求め、その流速から断面積を乗じて地下水流出量を求める。

$$Q = k \times A \times i = k \times A \times \frac{\Delta h}{L}$$

ここに、 Q ：流量(m^3/s)

A ：流水のある土の断面積(m^2)

i ：動水勾配

Δh ：水頭差(m)

L ： Δh に应ずる距離(m)

k ：透水係数(m/s)

^{※1} 土質力学 第5版 p55 河上房義著 昭和58年1月

4.1.3 地下水調査

旧河川跡及びその周辺部に設置されている地下水位計測地点（図Ⅱ.4.1 参照）のうち、旧河川跡内の No. 86、右岸の No92、左岸の 99 の計 3 地点の地表面近くの地下水を採取し、室内試験により 16 項目（pH、全有機炭素、全窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、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、硫酸イオン、炭酸イオン、塩素イオン）の分析を行った。

採水は、地下水位計観測孔内の水をサイフォンポンプで汲み上げ、容器に密閉し、クーラーボックスに保管の上、運搬後、速やかに分析を行った。



写真Ⅱ.4.4 採水方法

4.2 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施

4.2.1 縦横断測量

仮堰上げの検討を行うため、GPS 測量により、水抜き水路 4 及び 5 の水路縦断及び横断測量を行った。



写真Ⅱ.4.5 GPS による測量（機器名：ニコン Trimble 5800Ⅱ）

4.2.2 仮堰の設置

水抜き水路 3、4、5 について、旧河川跡の調査結果や水路形状、地下水位の状況等を踏まえ、地下水位の上昇に効果的と考えられる仮堰上げ位置の検討を行った。

また、検討の結果を踏まえ、仮堰の設置を行った。仮堰の構造は、水抜き水路 1 や 2 で実績のある合板を用いた構造と同じ工法を採用することとした。また仮堰の位置及び高さについては、設置後に計測し記録した。なお資材の運搬及び設置は湿原植生への環境負荷軽減のため人力で行った。



写真Ⅱ.4.6 仮堰設置作業

4.3 水抜き水路のモニタリング

4.3.1 地下水位調査

仮堰上げ実施前の水抜き水路 3、4、5 の地下水位について、ロープ式水位計による直測りと、地下水位計のデータ回収及び分析により、地下水位の状況を把握した。水抜き水路 3 については、既設の調査地点（地下水位計設置 17 地点、観測孔のみ 7 地点）とし、水抜き水路 4、5 については、新規に観測孔を各 8 地点ずつ設置した。

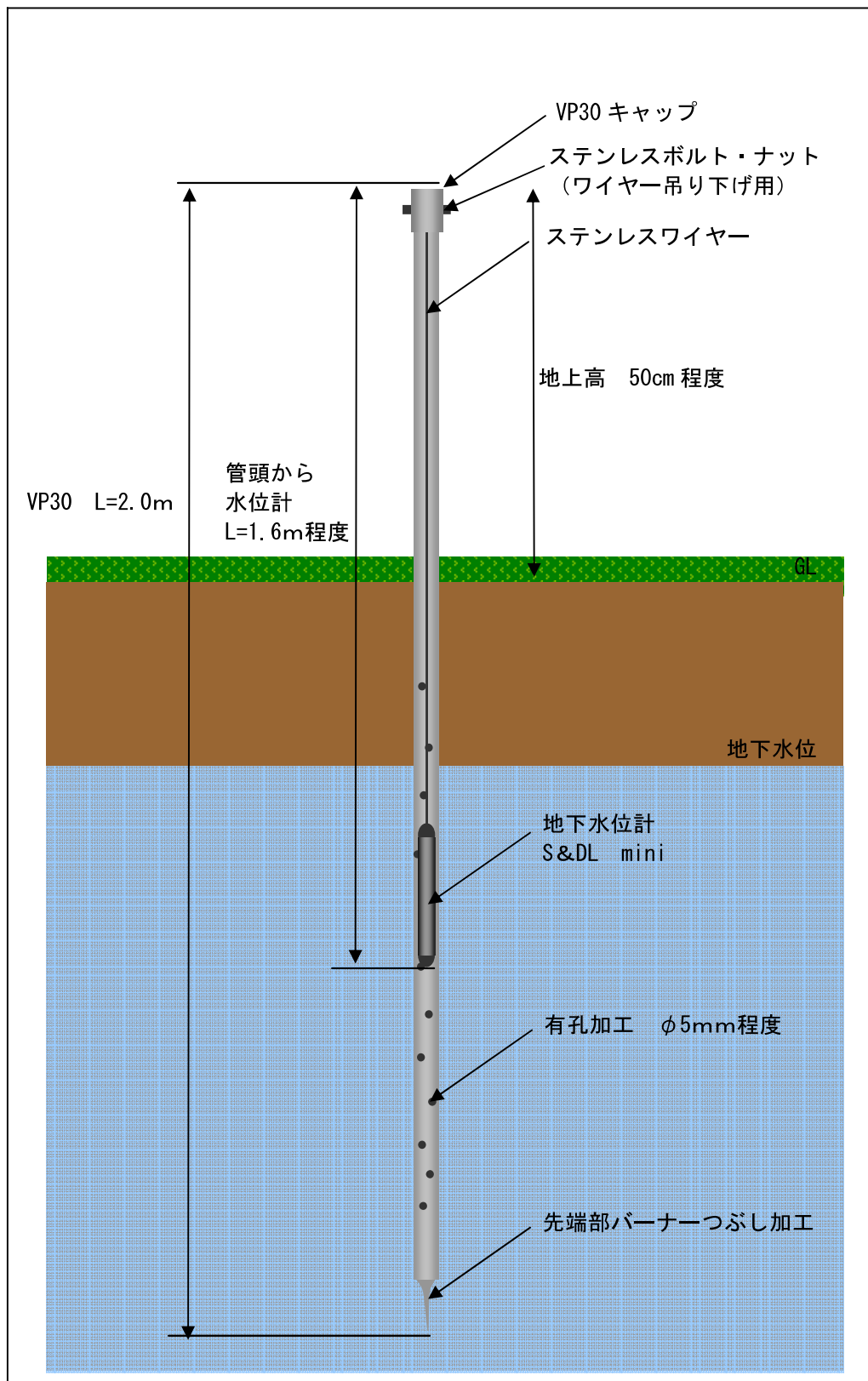
観測孔は既設の観測孔と同じ手法とし、長さ 2m の塩ビ管（VP30）を加工したものを使用し、人力で地中に挿入した。地下水位計は環境省貸与により、既設と同様の応用地質（株）製 S&Dlmini を使用した。



写真Ⅱ.4.7 ロープ式水位計による計測



写真Ⅱ.4.8 地下水位計の設置



図Ⅱ.4.4 地下水位計の設置方法

4.3.2 植物調査

水抜き水路 3、4、5 にそれぞれ 8 地点ずつ、計 24 地点、コドラート（2m×2m）調査区を設定し、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った。調査は仮堰上げ実施前の夏季に 1 回実施した。なお調査地点については、地下水位計設置箇所にあわせ設定し、地下水位との関連を把握できるように配慮した。



写真Ⅱ.4.9 植生調査の方法

4.4 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討

旧河川跡の基盤条件調査に基づき想定した、旧河川跡から放水路への地下水流出状況を踏まえ、流出を抑制する対策について検討を行った。検討にあたっては、学識経験者として北海道大学大学院農学研究院井上京准教授の意見を伺った。

5. 調査実施状況

調査実施状況は以下に示すとおりである。

表Ⅱ.5.1 調査実施状況

調査内容	項目	実施日	天候
1. 旧河川跡の基盤条件調査			
(1) 泥炭の断面構造把握	サウンディング試験	2011 年 7 月 26 日～28 日	晴
	ピートサンプリング	2011 年 7 月 26 日～28 日	晴
	室内土質試験	2011 年 8 月 2 日～11 日	-
(2) 地下水流出量の推定	上記調査結果による推定	-	-
(3) 地下水調査	16 項目	2011 年 10 月 11 日（採水）	晴
2. 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施			
	縦横断測量	2011 年 9 月 16 日	雨
	仮堰の設置	2011 年 12 月 1 日	雪
3. 水抜き水路のモニタリング			
(1) 地下水位調査	地下水位計設置	2011 年 9 月 16 日	雨
	地下水位モニタリング	2011 年 10 月 21 日（回収）	晴
(2) 植物調査	コドラート調査	2011 年 7 月 28 日	晴
4. 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討	上記調査結果に基づく検討	-	-

6. 調査結果

6.1 旧河川跡の基盤条件調査

6.1.1 泥炭の断面構造把握

(1) サウンディング試験及びピートサンプリング

調査実績は下記のとおりとなった。

サウンディング実施数量：

S-1 :8.38m、S-2 :10.43m、S-3 :9.5m、S-4 :8.75m、S-5 :8.75m

ピートサンプリング実施数量：

S-1 :4.0m、S-2 :5.0m、S-3 :4.3m、S-4 :4.5m、S-5 :4.5m

調査結果として、表Ⅱ.6.1に構成土層一覧表を、表Ⅱ.6.2に換算 N 値の一覧表を、図Ⅱ.6.1に土層想定断面図を示した。

詳細な調査結果は、巻末の「スウェーデン式サウンディング試験データシート」及び「ピートサンプリング柱状図」、「調査位置平面図および土層想定断面図」に整理した。

なお、換算 N 値については、次式^{※1}で求めることとした。

○礫・砂・砂質土

$$N=0.002W_{sw}+0.067N_{sw}$$

○粘土・粘性土

$$N=0.003W_{sw}+0.050N_{sw}$$

ここに、

W_{sw} ： 1000N以下で貫入した場合の荷重(N)

N_{sw} ： 上記の荷重で貫入が停止した後、回転により貫入させた時の貫入量1m当たりの半回転数(回/m)

※1 地盤調査の方法と解説 p285 (社)地盤工学会 平成16年6月

表Ⅱ.6.1 構成土層一覧表

時代		土層名	記号	構成土質名	換算 <i>N</i> 値	備考
第四紀	現世	泥炭1	Ap1	泥炭	0.4～0.7 (0.5)	旧河川跡
		粘性土1	Ac1	シルト，砂混じりシルト	0.4～1.5 (0.8)	旧河川跡
		泥炭2	Ap2	泥炭，砂混じり泥炭 有機質シルト	0.1～1.5 (0.7)	素地
		粘性土2	Ac2	シルト，砂混じりシルト 砂質シルト	0.4～3.0 (1.7)	素地
		砂質土	As	シルト質細砂 砂混じり細砂，中砂	1.0～169.5 (5.7)	素地

以下に、今回調査で確認された土層ごとに特徴を述べる。

調査結果としては、旧河川跡の土層 (Ap1、Ac1)の方が、素地の土層 (Ap2、Ac2)と比べて、換算 N 値が低い値となっている。

これは、旧河川跡の土質 (Ap1、Ac1)が、河川の氾濫により素地部が削られ、その後堆積したものであり、堆積後の時間が短く、締まり具合が弱いことに起因することによるものであると推察される。

○泥炭 1 層 (Ap1)

- ・ S-2 地点でのみ確認され、茶褐色を呈する泥炭からなり、層厚 2.15m を有する。
- ・ 旧河川跡に堆積した泥炭であると考えられる。
- ・ 全体的に、繊維質が明瞭であり、含水量が非常に多い。
- ・ 換算 N 値は、0.4～0.7 であり、平均 0.5 を有する。

○粘性土 1 層 (Ac1)

- ・ S-2 地点でのみ確認され、暗灰色を呈するシルト、砂質シルトからなり、層厚 2.55m を有する。
- ・ 旧河川跡に堆積した粘性土であると考えられる。
- ・ シルトは、粒径が均質であり、粘性がやや強く、含水量が多い。
- ・ 換算 N 値は、0.4～1.5 であり、平均 0.8 を有する。

○泥炭 2 層 (Ap2)

- ・ S-2 地点を除く全地点で確認され、茶褐色を呈する泥炭、砂混じり泥炭からなり、層厚 1.40～3.75m を有する。
- ・ 当該地に河川の氾濫前より、広範囲に分布していたものと考えられる。
- ・ S-5 地点において、局部的に有機質シルト状を呈する。
- ・ 全体的に、繊維質が明瞭であり、含水量が非常に多い。
- ・ 換算 N 値は、0.1～1.5 であり、平均 0.7 を有する。

○粘性土 2 層 (Ac2)

- ・ S-3、S-4、S-5 地点で確認され、暗灰色を呈するシルト、砂混じりシルト、砂質シルトからなり、層厚 0.25～2.90m を有する。
- ・ 当該地に河川の氾濫前より、広範囲に分布していたものと考えられる。
- ・ シルトは、粒径が均質であり、粘性がやや強く、含水量が多い。
- ・ 換算 N 値は、0.4～3.0 であり、平均 1.7 を有する。

○砂質土層 (As)

- ・ 全地点で確認され、暗灰色を呈するシルト質細砂、シルト混じり細砂、中砂からなり、層厚 4.75～5.73m 以上を有する。
- ・ 砂は、粒径がやや均一な細～中砂であり、含水量が多い。
- ・ 換算 N 値は、1.0～13.9 であり、平均 4.0 を有する。

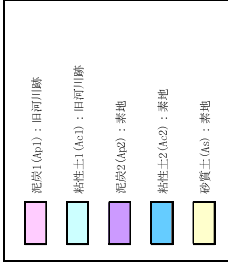
表Ⅱ.6.2 換算 N 値一覧表 (25cm ピッチ)

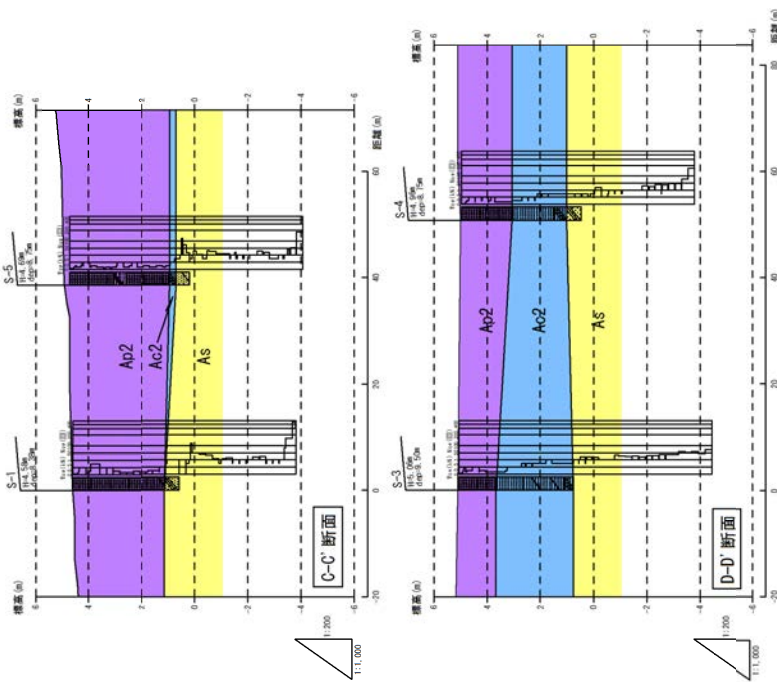
地点番号	試験中心 深度 (G1-0m)	荷重 (N_{50})	1m当たり の平均抵抗 (N_{50})	換算 N 値	想定 土質
S-1	0.25	0.25	0.25	0.7	泥炭
	0.50	0.05	0.15	0.1	
	1.00	0.25		0.7	
	1.25	0.25	0.25	0.7	
	1.50	0.15	0.15	0.4	
	1.75	0.05		0.1	泥炭
	2.00	0.05		0.1	
	2.25	0.15	0.15	0.4	
	2.50	0.05		0.1	
	2.75	0.05	0.15	0.1	
	3.00	0.15		0.4	
	3.25	0.25		0.7	砂礫より硬い シルト質 細砂
	3.50	0.50	1.00	1.0	
	3.67	1.00		2.0	
	4.00	0.75		1.5	
	4.25	0.75		1.5	
S-2	4.50	1.00		2.0	砂質土
	4.75	1.00	114	9.6	
	5.00	1.00	48	5.2	
	5.25	1.00	40	4.6	
	5.50	1.00	32	4.1	
	5.75	1.00	8	2.5	砂質土
	6.00	1.00	13	2.8	
	6.25	1.00		2.0	
	6.50	1.00		2.0	
	6.75	1.00		2.0	
	7.00	1.00	21	3.4	砂質土
	7.25	1.00	23	3.5	
	7.50	1.00		2.0	
	7.75	1.00	83	2.0	
	8.00	1.00		7.5	
S-3	8.25	1.00	100	12.7	砂質土
					砂質土
					砂質土
S-4					砂質土
					砂質土
					砂質土
S-5					砂質土
					砂質土
					砂質土

地点番号	試験中心 深度 (G1-0m)	荷重 (N_{50})	1m当たり の平均抵抗 (N_{50})	換算 N 値	想定 土質
S-1	0.25	0.25	0.25	0.7	泥炭
	0.50	0.50	0.50	1.5	
	0.75	0.50		1.5	
	1.00	0.25	0.25	0.7	
	1.25	0.15	0.15	0.4	
	1.50	0.15		0.4	シルト
	1.75	0.15	0.4	0.4	
	2.00	0.50	1.5	1.5	
	2.25	0.50		1.5	
	2.50	0.75	2.2	2.2	
	2.75	0.75		2.2	砂礫じり シルト
	3.00	0.75		2.2	
	3.25	0.75	2.2	2.2	
	3.50	1.00	3.0	3.0	
	3.75	0.75		2.2	
S-2	4.00	0.75		2.2	砂質 シルト
	4.25	0.75	2.2	2.2	
	4.50	1.00	2.0	2.0	
	4.75	1.00	3.4	3.4	
	5.00	1.00	21	3.2	
	5.25	1.00	19	3.2	砂質土
	5.50	1.00	17	3.1	
	5.75	1.00		2.0	
	6.00	1.00		2.0	
	6.25	1.00	33	4.2	
	6.50	1.00	28	3.8	砂質土
	6.75	1.00	24	3.6	
	7.00	1.00	25	3.6	
	7.25	1.00	30	4.0	
	7.50	1.00	30	4.0	
S-3	7.75	1.00	36	4.4	砂質土
	8.00	1.00	35	4.4	
	8.25	1.00	36	4.4	
	8.50	1.00	60	6.0	
	8.75	1.00	62	5.4	
	9.00	1.00	60	6.0	砂質土
	9.25	1.00	44	4.9	
	9.50	1.00	72	6.8	
					砂質土

地点番号	試験中心 深度 (G1-0m)	荷重 (N_{50})	1m当たり の平均抵抗 (N_{50})	換算 N 値	想定 土質
S-1	0.25	0.25	0.25	0.7	泥炭
	0.50	0.50	0.50	1.5	
	0.75	0.50		1.5	
	1.00	0.25	0.25	0.7	
	1.25	0.15	0.15	0.4	
	1.50	0.15		0.4	シルト
	1.75	0.15	0.4	0.4	
	2.00	0.25	0.7	0.7	
	2.25	0.25		0.7	
	2.50	0.50	1.5	1.5	
	2.75	0.50		1.5	シルト 細砂
	3.00	0.75		2.2	
	3.25	0.75	2.2	2.2	
	3.50	0.75	2.2	2.2	
	3.75	0.75		1.5	
S-2	4.00	0.75		1.5	シルト質 細砂
	4.25	0.75		1.5	
	4.50	0.75		1.5	
	4.75	0.75		1.5	
	5.00	0.75		1.5	
	5.25	1.00	17	3.1	砂質土
	5.50	0.50		1.0	
	5.75	1.00	2.0	2.0	
	6.00	1.00		2.0	
	6.25	1.00	2.0	2.0	
	6.50	1.00	2.0	2.0	砂質土
	6.75	1.00		2.0	
	7.00	1.00	30	4.0	
	7.25	1.00	25	3.6	
	7.50	1.00	39	4.6	
S-3	7.75	1.00	38	4.5	砂質土
	8.00	1.00	45	5.0	
	8.25	1.00	45	5.0	
	8.50	1.00	78	7.2	
	8.75	1.00	164	12.9	
					砂質土

地点番号	試験中心 深度 (G1-0m)	荷重 (N_{50})	1m当たり の平均抵抗 (N_{50})	換算 N 値	想定 土質
S-5	0.25	0.25		1.5	泥炭
	0.50	0.50		1.5	
	0.75	0.50		1.5	
	1.00	0.25		0.7	
	1.25	0.15		0.4	
	1.50	0.15		0.4	有機質 シルト
	1.75	0.25		0.7	
	2.00	0.50		1.5	
	2.25	0.25		0.7	
	2.50	0.50		1.5	泥炭
	2.75	0.15		0.4	
	3.00	0.25		0.7	
	3.25	0.15		0.4	
	3.50	0.25		0.7	
	3.75	0.25		0.7	砂質シルト 細砂
	4.00	0.75		2.2	
	4.25	1.00	120	10.0	
	4.50	1.00	17	3.1	
	4.75	1.00	30	4.0	砂質土
	5.00	1.00	6	2.4	
	5.25	1.00	33	4.2	
	5.50	1.00	28	3.8	
	5.75	1.00	12	2.8	
S-4	6.00	1.00	12	2.8	砂質土
	6.25	1.00	20	3.3	
	6.50	1.00		2.0	
	6.75	1.00		2.0	
	7.00	1.00		2.0	
	7.25	1.00	29	3.9	砂質土
	7.50	1.00	20	3.3	
	7.75	0.75		1.5	
	8.00	1.00		2.0	
	8.25	1.00	43	4.8	
	8.50	1.00	52	5.4	砂質土
	8.75	1.00	179	13.9	





時代	土器名	記号	構成土質名	検出寸法	備考
新 石器 時代	土器Ⅰ	Ac1	泥炭	0.4-0.7 (0.5)	田原川跡
	粘性土Ⅰ	Ac1	シルト、砂泥じりシルト	0.4-1.5 (0.8)	田原川跡
	粘性土Ⅱ	Ac2	シルト、砂泥じり泥炭	0.4-0.7 (0.5)	
	粘性土Ⅲ	Ac3	シルト、砂泥じりシルト	0.4-1.0 (0.7)	
	砂質土	A3	砂質シルト、砂質粘土、砂質砂	0.4-3.0 (1.7)	

公園名称	利根川上サカベツ公園
工事名称	サカベツ田舎水産養魚場 水坑造成管理必用工事設備工事等
図面名称	図面第1200 第11000 図面第1200 第11000 図面第1200 第11000
年 月	平成24年3月
会社名	北郷建設株式会社
事務所名	茨城県水戸市 水戸市水戸区 水戸市水戸区
設計	設計
監理	監理
監査	監査

图 II.6.1 土層想定断面図

(2) 室内土質試験

室内土質試験は、土の物理特性および透水性を把握する目的で、表層に分布する泥炭層 (Ap1、Ap2) を対象に実施した。表Ⅱ. 6. 3 に結果一覧を示した。

詳細な調査結果は、巻末の「室内土質試験データシート」に一括して整理した。

表Ⅱ. 6. 3 室内土質試験結果一覧表

土層	地点番号	実施深度 GL-(m)	物理特性				透水性
			湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	自然含水比 w_n (%)	強熱減量 L_i (%)	透水係数 k (m/s)
Ap1 (旧河川跡)	S-2	0.00 ~ 0.80	1.003	1.591	1315.82	94.02	1.27×10^{-5}
	S-6	0.00 ~ 0.80	1.010	1.611	1266.59	89.11	1.37×10^{-5}
	統計値	最小値	1.003	1.591	1266.59	89.11	1.27×10^{-5}
		最大値	1.010	1.611	1315.82	94.02	1.37×10^{-5}
		平均値	1.01	1.60	1291.2	91.6	1.3×10^{-5}
Ap2 (素地)	S-1	0.00 ~ 0.80	1.007	1.627	893.16	90.46	8.33×10^{-6}
	S-3	0.00 ~ 0.80	1.010	1.552	1283.99	95.70	1.00×10^{-5}
	S-4	0.00 ~ 0.80	1.015	1.662	830.45	86.09	1.08×10^{-5}
	S-5	0.00 ~ 0.80	1.024	1.559	1064.71	88.45	5.53×10^{-6}
	統計値	最小値	1.007	1.552	830.45	86.09	5.53×10^{-6}
		最大値	1.024	1.662	1283.99	95.70	1.08×10^{-5}
		平均値	1.01	1.60	1018.1	90.2	8.7×10^{-6}

以下に、今回試験を実施した泥炭層 (Ap1、Ap2) について、旧河川跡部および素地部に分けて特徴的な点を述べる。

調査結果としては、旧河川跡部の泥炭 (Ap1) の方が、素地部の泥炭 (Ap2) と比べて、含水比が高く、透水係数が大きい値となっている。

これは、前述で述べたとおり、堆積時間が短いことに起因すると推察される。

○泥炭 1 層 (Ap1)

- ・湿潤密度は、 $\rho_t = 1.003 \sim 1.010$ (平均 1.01) g/cm³ である。
- ・土粒子の密度は、 $\rho_s = 1.591 \sim 1.661$ (平均 1.60) g/cm³ である。
- ・自然含水比は、 $w_n = 1266.59 \sim 1315.82$ (平均 1291.2) % である。
- ・強熱減量は、 $L_i = 89.11 \sim 94.02$ (平均 91.6) % である。
- ・透水係数は、 $k = 1.27 \times 10^{-5} \sim 1.37 \times 10^{-5}$ (平均 1.3×10^{-5}) m/s である。

○泥炭 2 層 (Ap2)

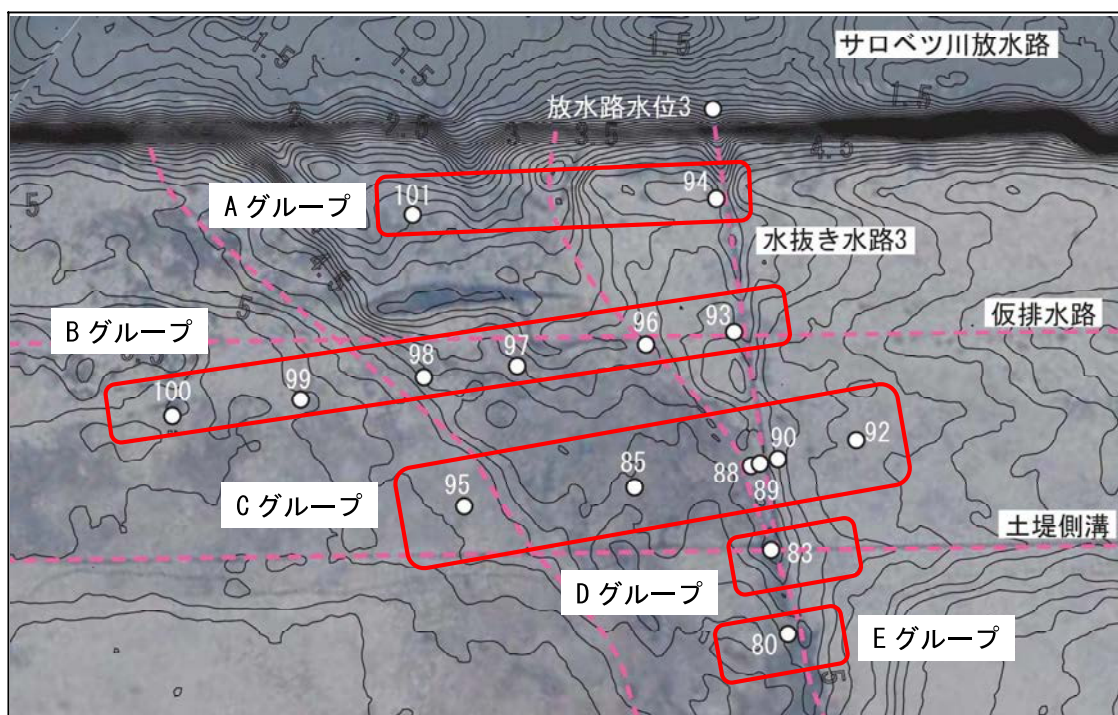
- ・湿潤密度は、 $\rho_t = 1.007 \sim 1.024$ (平均 1.01) g/cm³ である。
- ・土粒子の密度は、 $\rho_s = 1.552 \sim 1.662$ (平均 1.60) g/cm³ である。
- ・自然含水比は、 $w_n = 830.45 \sim 1283.99$ (平均 1018.1) % である。
- ・強熱減量は、 $L_i = 86.09 \sim 95.70$ (平均 90.2) % である。
- ・透水係数は、 $k = 5.53 \times 10^{-6} \sim 1.08 \times 10^{-5}$ (平均 8.7×10^{-6}) m/s である。

6.1.2 地下水流出力の推定

(1) 地下水位の動向把握

水抜き水路3においては、図Ⅱ.6.2に示す17地点について地下水位調査が実施されている。(詳細は後述の地下水位調査項目参照)水抜き水路3では、2007年以降から地下水位データが蓄積されているが、水位計のずれなどの課題も生じているため、ここでは2010年10月から2011年10月までの1年間のデータにより、動向を把握した。結果として、表Ⅱ.6.4に各孔の観測水位の一覧表を、図Ⅱ.6.3～Ⅱ.6.6に観測期間全体の地下水位経時変動図をそれぞれ示した。

なお、地下水の大きな動向を把握するために、放水路からの距離により、図Ⅱ.6.2に示すA～Eの5つのグループに分けて整理することとした。



図Ⅱ.6.2 観測位置およびグループ平面図

表Ⅱ.6.4 水位観測結果一覧表

グループ	観測孔番号	最低		最高		水位差	備考
		水位	観測日	水位	観測日		
Aグループ	No.94	3.8724	2011/9/1 14:00	4.2850	2011/4/1 22:00	0.4126	水抜き水路3
	No.101	3.2273	2011/8/14 9:00	3.8848	2011/10/3 1:00	0.6575	旧河川跡
Bグループ	No.93	4.1171	2011/9/2 10:00	4.4873	2011/4/2 1:00	0.3702	水抜き水路3
	No.96	4.0518	2011/8/14 12:00	4.4538	2011/10/2 22:00	0.4020	
	No.97	3.8812	2011/8/14 12:00	4.4310	2011/10/3 2:00	0.5498	旧河川跡
	No.98	4.0404	2011/8/14 10:00	4.6568	2011/4/6 7:00	0.6164	旧河川跡
	No.99	4.4019	2011/8/30 13:00	4.9107	2010/10/30 11:00	0.5088	
	No.100	4.5352	2011/8/30 10:00	5.0867	2010/10/30 11:00	0.5515	
Cグループ	No.85	4.4809	2011/8/13 16:00	4.7275	2011/7/15 1:00	0.2466	旧河川跡
	No.88	4.2926	2011/8/13 17:00	4.6333	2011/3/20 0:00	0.3407	
	No.89	4.3566	2011/8/14 10:00	4.6189	2011/3/20 2:00	0.2623	水抜き水路3
	No.90	4.2433	2011/8/14 11:00	4.6598	2011/10/2 21:00	0.4165	水抜き水路3
	No.92	4.4020	2011/9/2 11:00	4.9660	2011/4/1 22:00	0.5640	
	No.95	4.5906	2011/8/14 10:00	4.9616	2011/4/1 22:00	0.3710	
Dグループ	No.83	4.4300	2011/2/23 15:00	4.7734	2011/10/2 22:00	0.3434	水抜き水路3
Eグループ	No.80	4.5817	2010/11/7 13:00	4.9863	2011/3/19 20:00	0.4046	旧河川跡

以下に、横断方向のグループ毎の特徴および縦断方向の旧河川跡と水抜き水路 3 での特徴をそれぞれ述べる。横断方向の特徴としては、放水路側（グループ A、B）で、旧河川跡が最も地下水位が低く、湿原側（グループ C、D、E）で、水抜き水路 3 が最も地下水位が低い傾向となった。また縦断方向については、他の水抜き水路と同様に、放水路側ほど地下水位が低くなる傾向となった。

1) 横断方向の特徴

○グループ A

- ・旧河川跡箇所の No. 101、水抜き水路 3 箇所の No. 94 の 2 孔について観測している。
- ・旧河川跡箇所の観測水位は、最低で H=3.23m、最高で H=3.88m である。
- ・水抜き水路 3 箇所の観測水位は、最低で H=3.87m、最高で H=4.28m である。
- ・水位としては、旧河川跡箇所の方が、最低水位で 0.65m、最高水位で 0.40m 低い。
- ・水位変動幅は、旧河川跡箇所で 0.40m、水抜き水路 3 箇所で 0.34m と、旧河川跡箇所の方がやや大きい。

○グループ B

- ・旧河道跡箇所の No. 97、98、水抜き水路 3 箇所の No. 93、素地部の No. 96、99、100 の 6 孔について観測している。
- ・旧河川跡箇所の観測水位は、最低で H=3.88~4.04m、最高で H=4.43~4.66m である。
- ・水抜き水路 3 箇所の観測水位は、最低で H=4.12m、最高で H=4.49m である。
- ・素地部の観測水位は、最低で H=4.05~4.54m、最高で H=4.45~5.09m である。
- ・水位としては、素地部、水抜き水路 3 箇所、旧河川跡箇所の順に水位が低くなっている。
- ・水位変動幅は、旧河川跡箇所で 0.55~0.62m、水抜き水路 3 箇所で 0.3m、素地部で 0.40~0.55m と、旧河川跡箇所が大きく、水抜き水路 3 箇所が最も小さい。

○グループ C

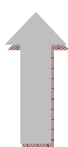
- ・旧河道跡箇所の No. 97、98、水抜き水路 3 箇所の No. 93、素地部の No. 96、99、100 の 6 孔について観測している。
- ・旧河川跡箇所の観測水位は、最低で H=4.48m、最高で H=4.73m である。
- ・水抜き水路 3 箇所の観測水位は、最低で H=4.24~4.36m、最高で H=4.62~4.66m である。
- ・素地部の観測水位は、最低で H=4.29~4.59m、最高で H=4.63~4.97m である。
- ・水位としては、素地部、旧河川跡箇所、水抜き水路 3 箇所の順に水位が低くなっている。
- ・水位変動幅は、旧河川跡箇所で 0.25m、水抜き水路 3 箇所で 0.26~0.42m、素地部で 0.34~0.56m と、素地部が大きく、旧河川跡箇所が最も小さい。

○グループ D

- ・水抜き水路 3 箇所である No. 83 の 1 孔について観測している。
- ・観測水位は、最低で H=4.43m、最高で H=4.77m である。
- ・水位変動幅は、0.34m である。

○グループ E

- ・旧河川跡箇所である No. 80 の 1 孔について観測している。
- ・観測水位は、最低で H=4.58m、最高で H=4.99m である。
- ・水位変動幅は、0.40m である。



放水路側

旧河川跡が最も地下水位が低い

水抜き水路が最も地下水位が低い

湿原側



2) 縦断方向の特徴

○旧河川跡

- ・湿原側から放水路側に向かって No. 80、85、98、97、101 の 5 孔について観測している。
- ・観測水位の標高は、湿原側から放水路に向かって徐々に低下しており、No. 80 と No. 101 において水位差が最大で 1.35m を有する。
- ・観測水位の深度は、放水路に近い箇所 No. 97、98、101 の 3 孔が夏期の水位低下が 40cm 程度確認される。

○水抜き水路 3

- ・湿原側から放水路側に向かって No. 80、83、88、93、94 の 5 孔について観測している。
- ・観測水位の標高は、湿原側から放水路に向かって徐々に低下しており、No. 80 と No. 94 において水位差が最大で 0.71m を有する。
- ・観測水位の深度は、湿原側から放水路に向かって徐々に低下しており、特に最も放水路側の No. 94 において GL-0.34～0.75m と他地点に比べると乾燥化が進んでいる。

図 II. 6. 4 地下水位深度変動図(湿原側、放水路側)

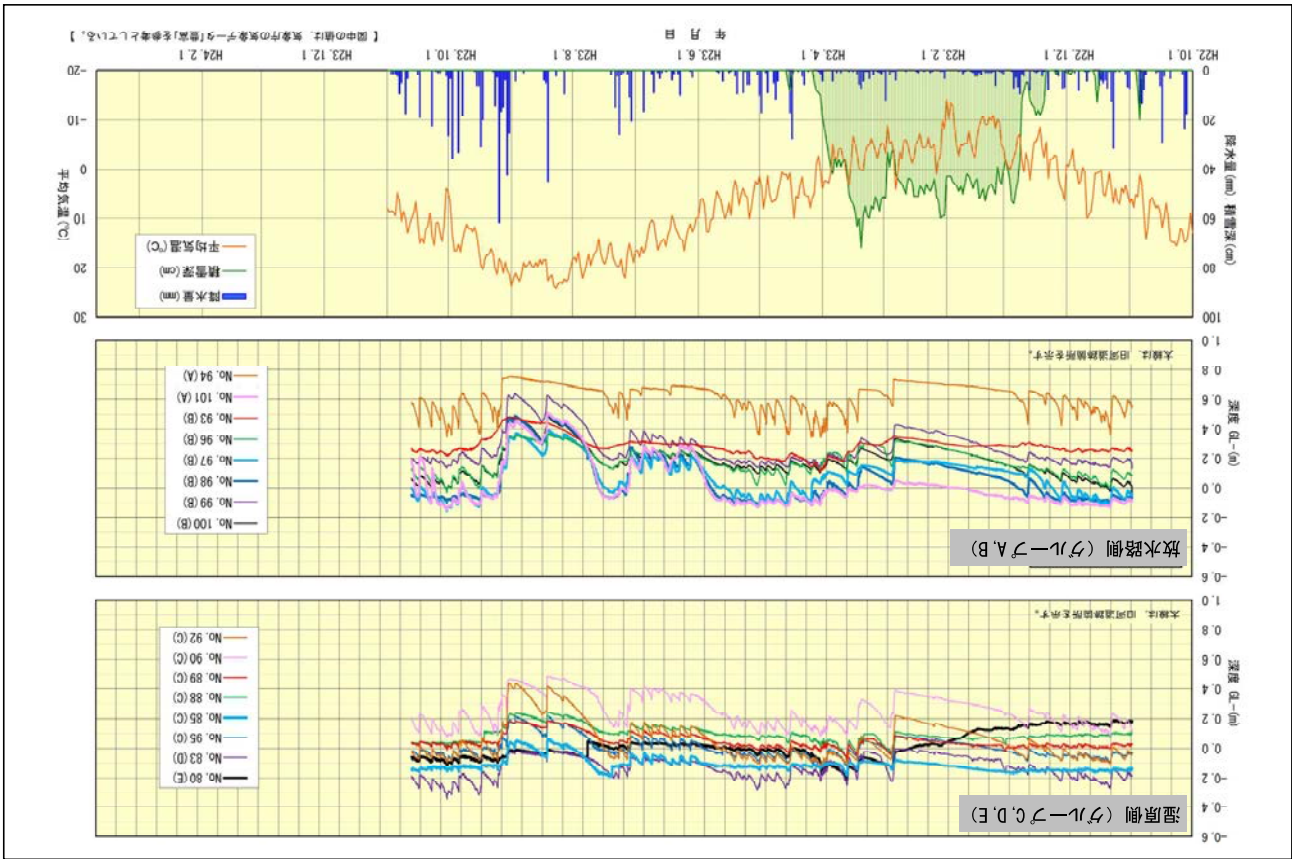


図 II. 6. 3 地下水位標高変動図(湿原側、放水路側)

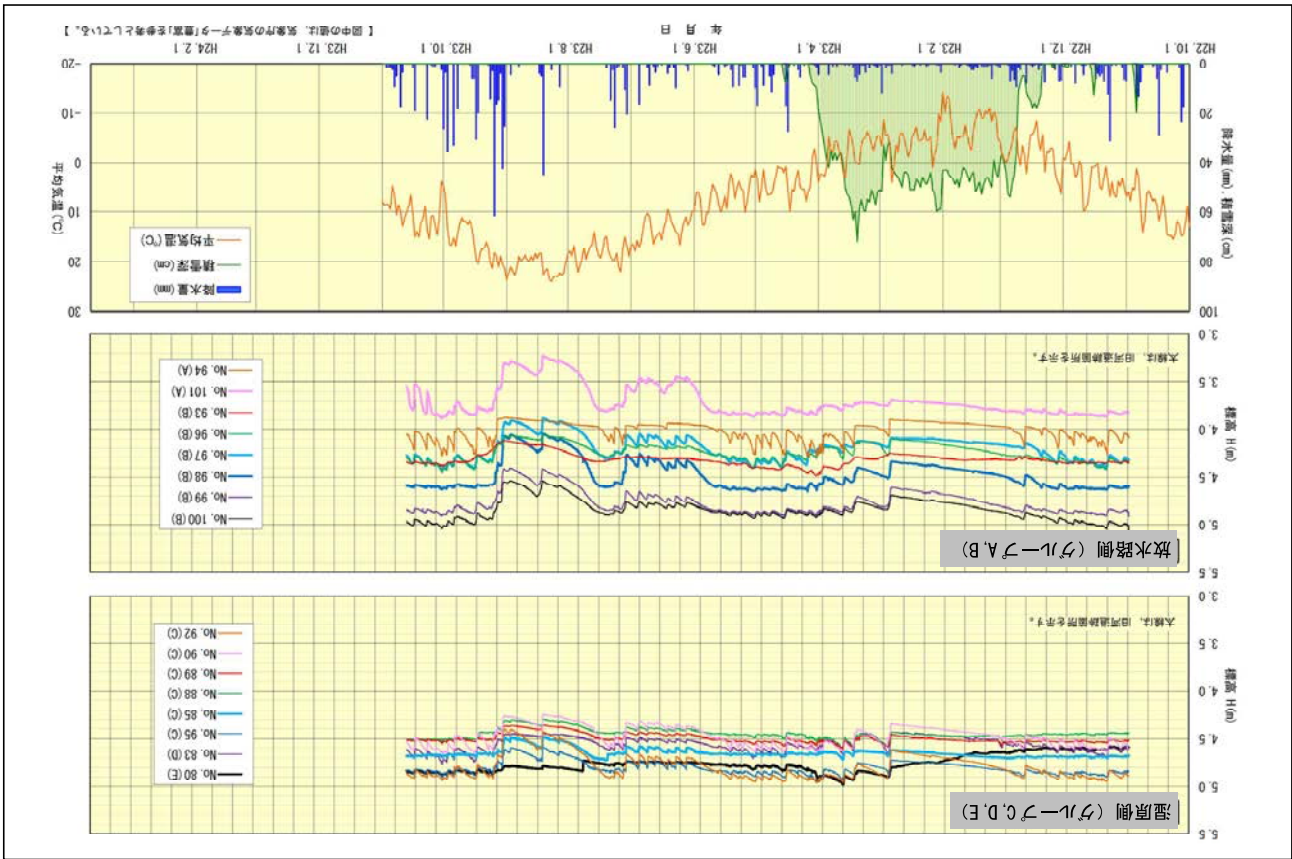


図 II. 6. 6 地下水位深度変動図 (旧河川跡、水抜き水路 3)



図 II. 6. 5 地下水位標高変動図 (旧河川跡、水抜き水路 3)



(2) 地下水流出量の推定

調査結果を踏まえ、旧河川跡における地下水流出量を推定する。なお、推定方法については、前述の調査方法に示すとおりとする。

1) 試算条件

① 泥炭層 (Ap1) の断面積

A-A' 断面からの読み取りより、断面積 $A=129.74(\text{m}^2)$

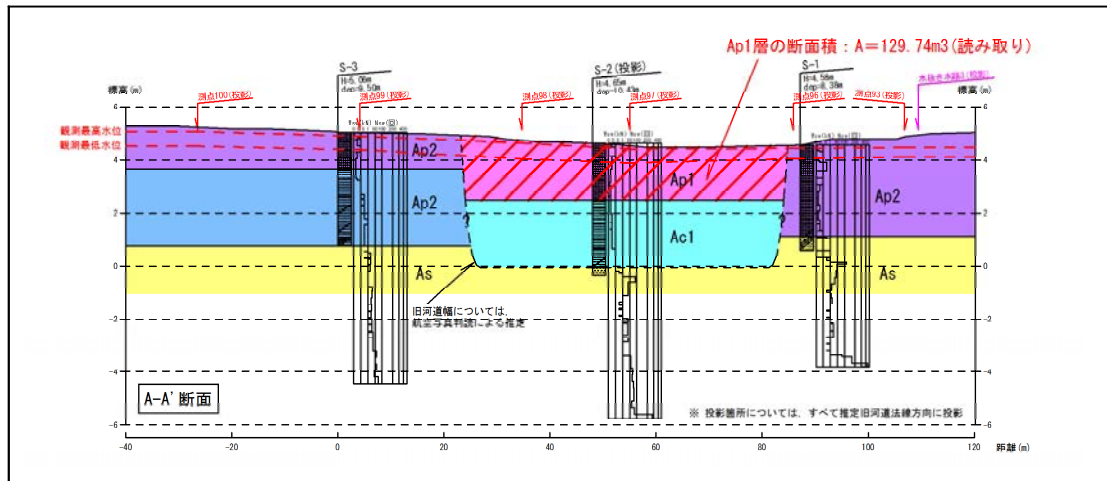


図 II. 6. 7 土層想定断面図 (A-A' 断面)

② 泥炭層 (Ap1) の透水係数

透水試験より、 $k=1.3 \times 10^{-5}(\text{m/s})$

③ 動水勾配 (上流側 No. 80 と下流側 No. 101 に着目)

地下水位観測結果より、水位差 $\Delta h=1.56(\text{m})$ 、距離 $L=129.14(\text{m})$

したがって、動水勾配 $i=1.56/129.14=1.21 \times 10^{-2}$

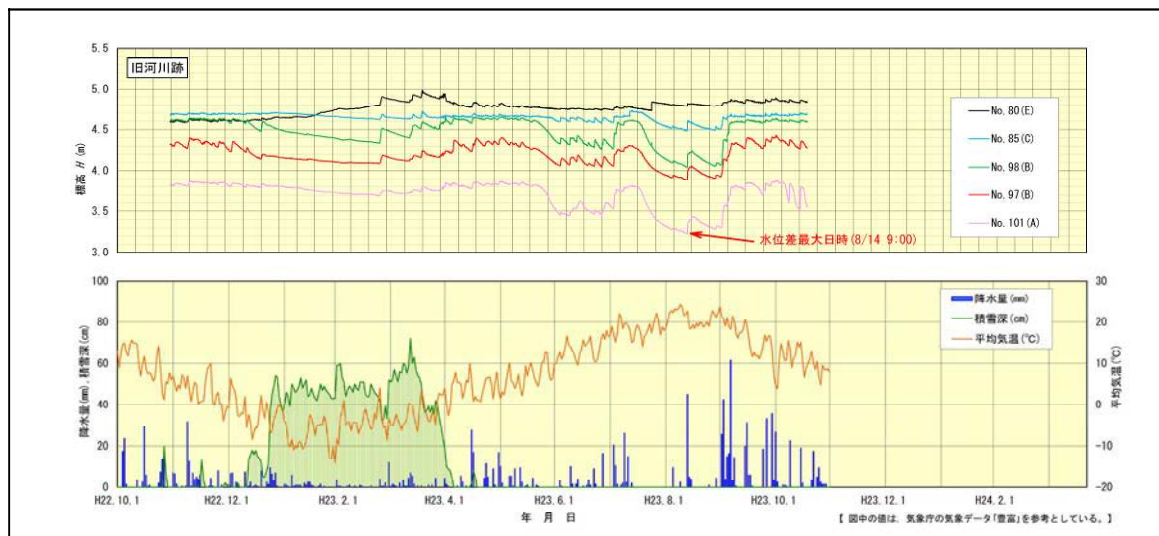


図 II. 6. 8 旧河川跡部の地下水標高変動図

2) 地下水流出量の試算

前述式より、旧河川跡部の推定地下水流出量は、以下のとおりとなる。

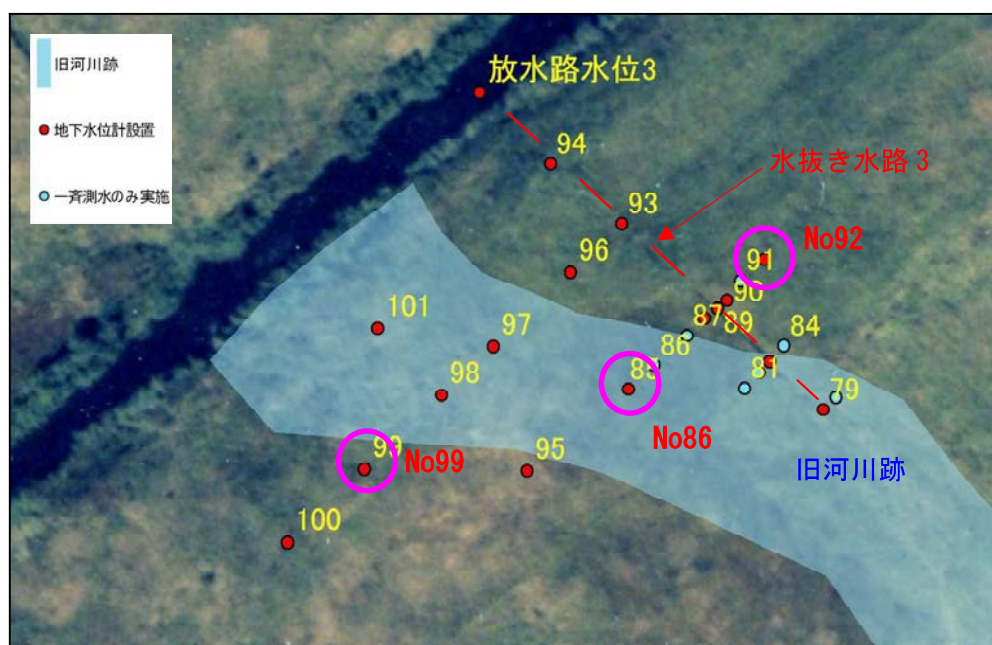
$$\begin{aligned} Q &= k \times A \times i = (1.3 \times 10^{-5}) \times 129.74 \times (1.21 \times 10^{-2}) \\ &= 2.04 \times 10^{-5} (\text{m}^3/\text{s}) = \underline{1.76 (\text{m}^3/\text{day}) = 1,760 (\text{L}/\text{day})} \end{aligned}$$

ここで算定した流出量に関しては、6.4 旧河川跡における対策手法の整理及び対策工法の検討の項で考察を行う。

6.1.3 地下水調査

(1) 調査の状況

調査地点は、旧河川跡内外を比較するため、地形や植生状況から判断した旧河川跡内の No. 86、河川跡右岸の No. 92、左岸の No. 99 の 3 地点とし、採水時の状況は以下に示すとおりである。



図Ⅱ.6.9 採水地点

表Ⅱ.6.5 採水時の状況

地点	採水日	時刻	天候	気温 (°C)	水温 (°C)
No. 86	2011 年 10 月 12 日	10:20	晴	15.0	13.0
No. 92	2011 年 10 月 12 日	10:30	晴	15.0	13.0
No. 99	2011 年 10 月 12 日	10:10	晴	15.0	11.0



写真Ⅱ.6.1 採水試料

(2) 水質分析結果

水質分析結果は以下に示すとおりである。

各地点間において、明確な数値の差異は確認されなかった。

表Ⅱ.6.6 水質分析結果

計量項目	No86 (旧河川跡)	No92 (右岸)	No99 (左岸)	計量方法
水素イオン濃度 pH	5.2	4.4	4.1	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
全有機炭素 TOC (mg/L)	27	40	43	JIS K 0102 22.1 燃焼酸化-赤外線式 TOC 分析法
全窒素 T-N (mg/L)	2.0	2.3	3.7	JIS K 0102 45.2 紫外線吸光度法
アンモニア態窒素 NH ₄ -N (mg/L)	0.10	0.09	0.27	JIS K 0102 42.2 インドフェノール青吸光度法
亜硝酸態窒素 NO ₂ -N (mg/L)	<0.005	0.007	0.008	JIS K 0102 43.1.1 ナフチエチレンジアミン吸光度法
硝酸態窒素 NO ₃ -N (mg/L)	<0.05	<0.05	0.05	JIS K 0102 43.2.3 銅・カドミウム還元法
全リン T-P (mg/L)	0.085	0.034	0.31	JIS K 0102 46.3.1 モリブデン硫酸カリウム分解法
リン酸態リン PO ₄ -P (mg/L)	0.015	0.017	0.069	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青吸光度法
有機態リン Org-P (mg/L)	0.070	0.017	0.24	全リン-リン酸態リン
ケイ酸 SiO ₂ (mg/L)	7	<1	<1	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光度法
カルシウム Ca (mg/L)	0.9	1.6	1.4	JIS K 0102 50.2 フレイム原子吸光法
マグネシウム Mg (mg/L)	1.1	1.1	1.1	JIS K 0102 51.2 フレイム原子吸光法
カリウム K (mg/L)	0.9	1.4	1.5	JIS K 0102 49.2 フレイム原子吸光法
ナトリウム Na (mg/L)	7.5	8.0	7.5	JIS K 0102 48.2 フレイム原子吸光法
硫酸イオン SO ₄ ²⁻ (mg/L)	0.5	<0.2	2.7	JIS K 0102 41.3 バロメトリック法
炭酸イオン HCO ₃ ⁻ (mg/L)	2.0	<0.1	<0.1	JIS K 0102 15.1 pH4.8 酸滴定法
塩素イオン Cl ⁻ (mg/L)	11	13	13	JIS K 0102 35.3 バロメトリック法

各項目の特徴は以下のように整理される。なお数値の比較として 2010 年に実施された原生花園園地跡地の湿原泥炭部の値を参考とした。

○水素イオン濃度

pH4.1～5.2 というれの地点も酸性を示し、植物の不完全な分解に起因する腐植酸によるものと考えられる。

なお、2010 年の水質検査においては、湿原泥炭部で pH5.1～6.0 と同様の酸性傾向となっている。

○全有機炭素

27～43mg/L となり、旧河川跡内の No86 が最低値となった。

2010 年の水質検査においては、湿原泥炭部で 25～30mg/L となっており、同程度の有機物量となっている。

○窒素（全窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素）

全窒素は 2.0～3.7mg/L、アンモニア態窒素は 0.09～0.27mg/L、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素は検出限界値に近い数値となった。

2010 年の水質検査においては、全窒素は 1.0～1.4mg/L、アンモニア態窒素は 0.07～0.67mg/L、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素は検出限界値未満となっており、同様な傾向である。

○リン（全リン、リン酸態リン）

全リンは 0.034～0.31mg/L、リン酸態リンは 0.015～0.069mg/L となった。

2010 年の水質検査においては、全リンは検出限界値（0.01）未満、リン酸態リンも検出限界値（0.1）未満であった。本調査の数値が高い傾向ではあるが、大きな開きはなく似た傾向といえる。

○陽イオン（カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム）

カルシウムが 0.9～1.6mg/L、マグネシウムが 1.1mg/L、カリウムが 0.9～1.5mg/L、ナトリウムが 7.5～8.0mg/L となった。

2010 年の水質検査においては、カルシウムが 0.7～1.3mg/L、マグネシウムが 1.4～2.8mg/L、カリウムが 0.1～0.41mg/L、ナトリウムが 8.5～9.5mg/L となっており、同様な傾向である。

○陰イオン（硫酸、炭酸、塩素）

硫酸が 0.2 未満～2.7mg/L、炭酸が 0.1 未満～2.0mg/L、塩素が 11～13mg/L となった。

2010 年の水質検査においては、硫酸が 0.2 未満、炭酸が 1.0～10.0mg/L、塩素が 13～14mg/L となっており、同様な傾向である。

○ケイ酸

ケイ酸は 1 未満～7mg/L となった。

2010 年の水質検査においては、6.8～13mg/L となっており、同様な傾向である。

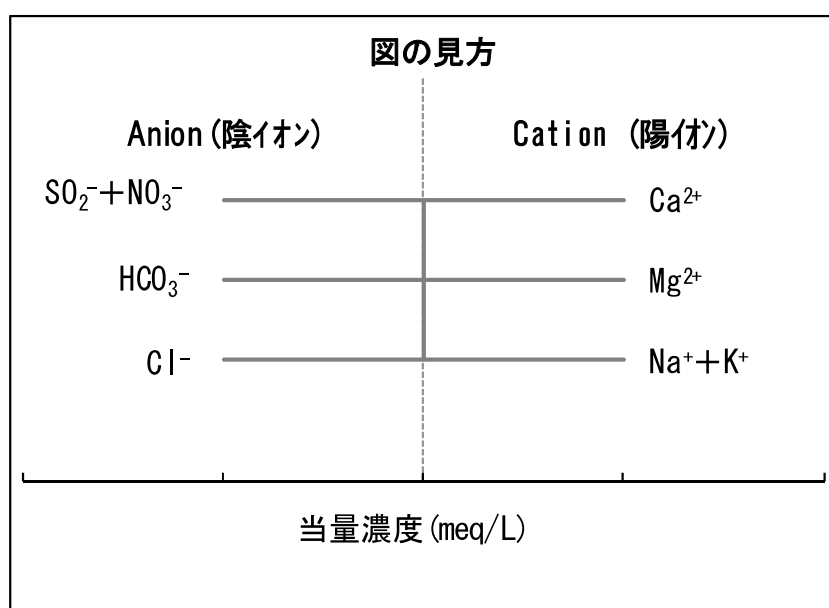
(3) 考察

以下に地下水水質のヘキサダイアグラムを示す。

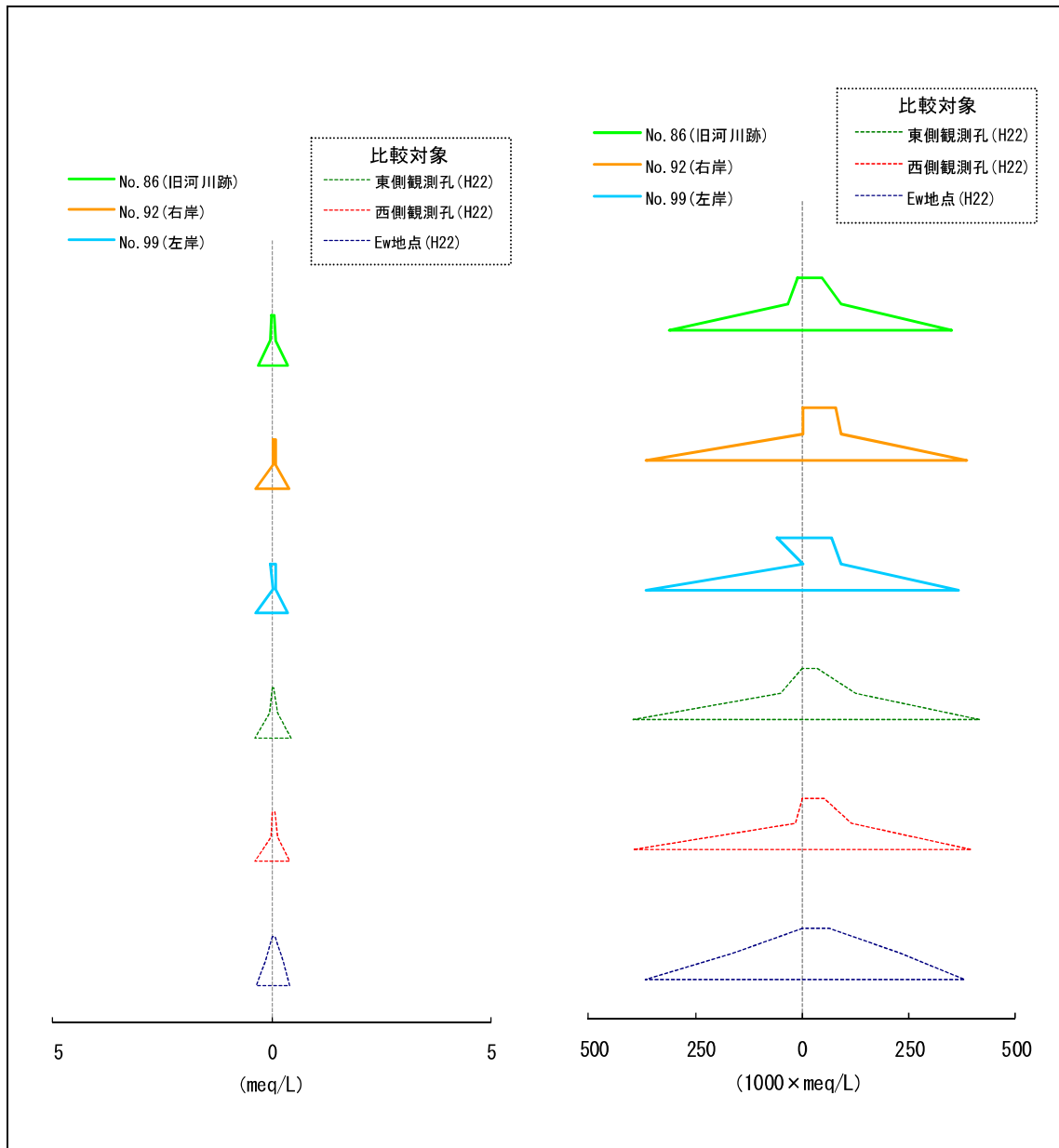
ヘキサダイアグラムは主要イオンの分析値を当量換算し、陽イオン、陰イオンを比較評価する手法である。ヘキサダイアグラムが示すイオン濃度は図Ⅱ.6.10 に示すとおりである。

泥炭湿原における地下水は貧栄養であり、溶存物質が少ない性質を持っている。本調査地点においても同様な傾向と考えられ、比較数値として 2010 年に実施した原生花園跡地での湿地内の調査結果を用いた。

図Ⅱ.6.11 に示すとおり各地点でのイオン濃度は低く、いずれも縦に細長い形状となった。したがって、各地点における水質の差異はなく、湿原特有の貧栄養の水質となっていると考えられる。



図Ⅱ.6.10 ヘキサダイアグラムの見方



図Ⅱ.6.11 旧河川跡の水質ヘキサダイアグラム
(イオン毎の差異を明確にするため、右側は横軸を1,000倍表記としている)

6.2 水抜き水路の仮堰上げ試験の実施

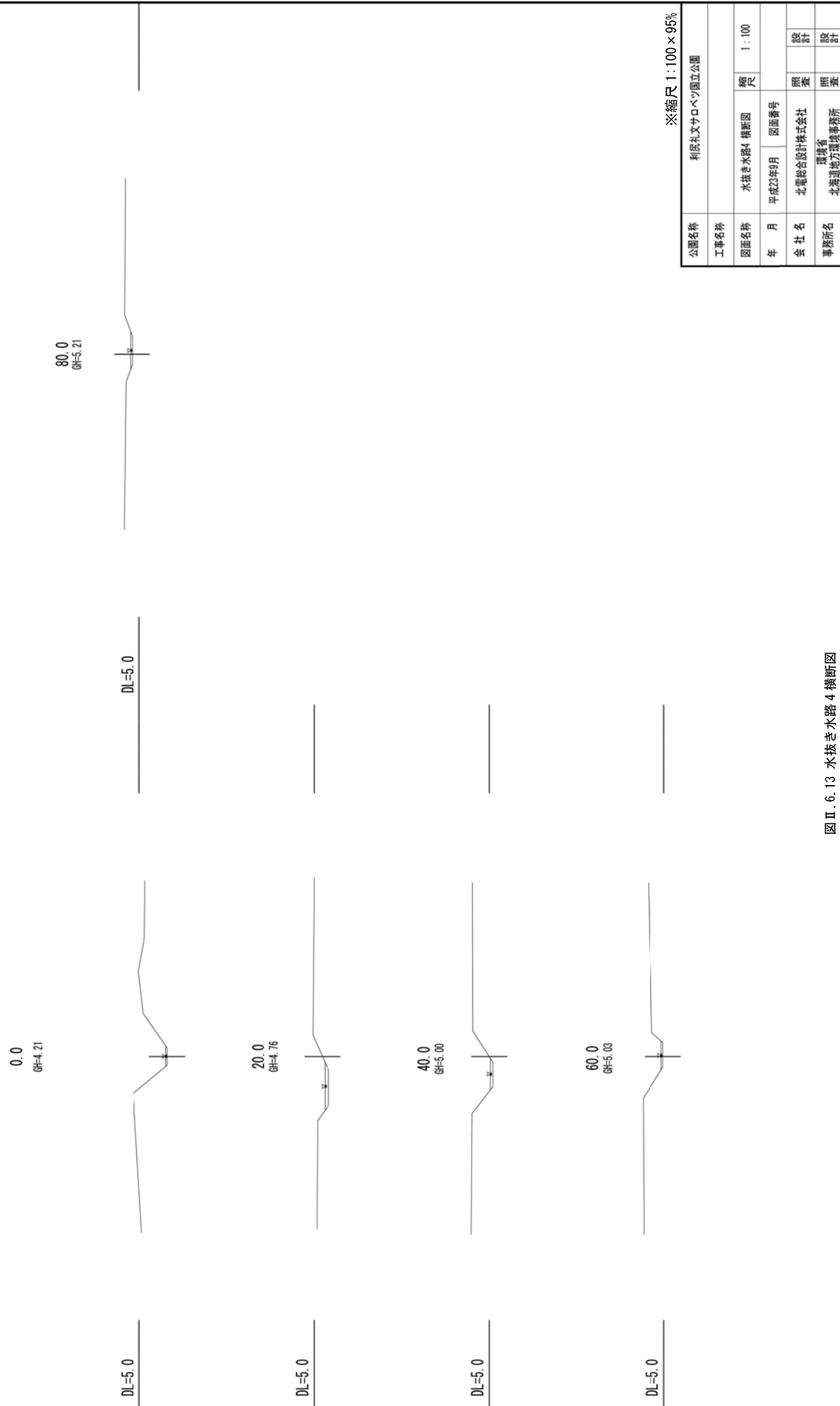
6.2.1 縦横断測量

仮堰上げの検討を行うため、地形データが存在しない水抜き水路 4、5 について、GPS 測量機器にて縦横断測量を行った。

測量の範囲は、放水路合流部付近から、土堤側溝付近までの 100m 程度とし、横断図は 20m 毎に作成した。

測量図を図Ⅱ. 6. 12～Ⅱ. 6. 15 に示す。

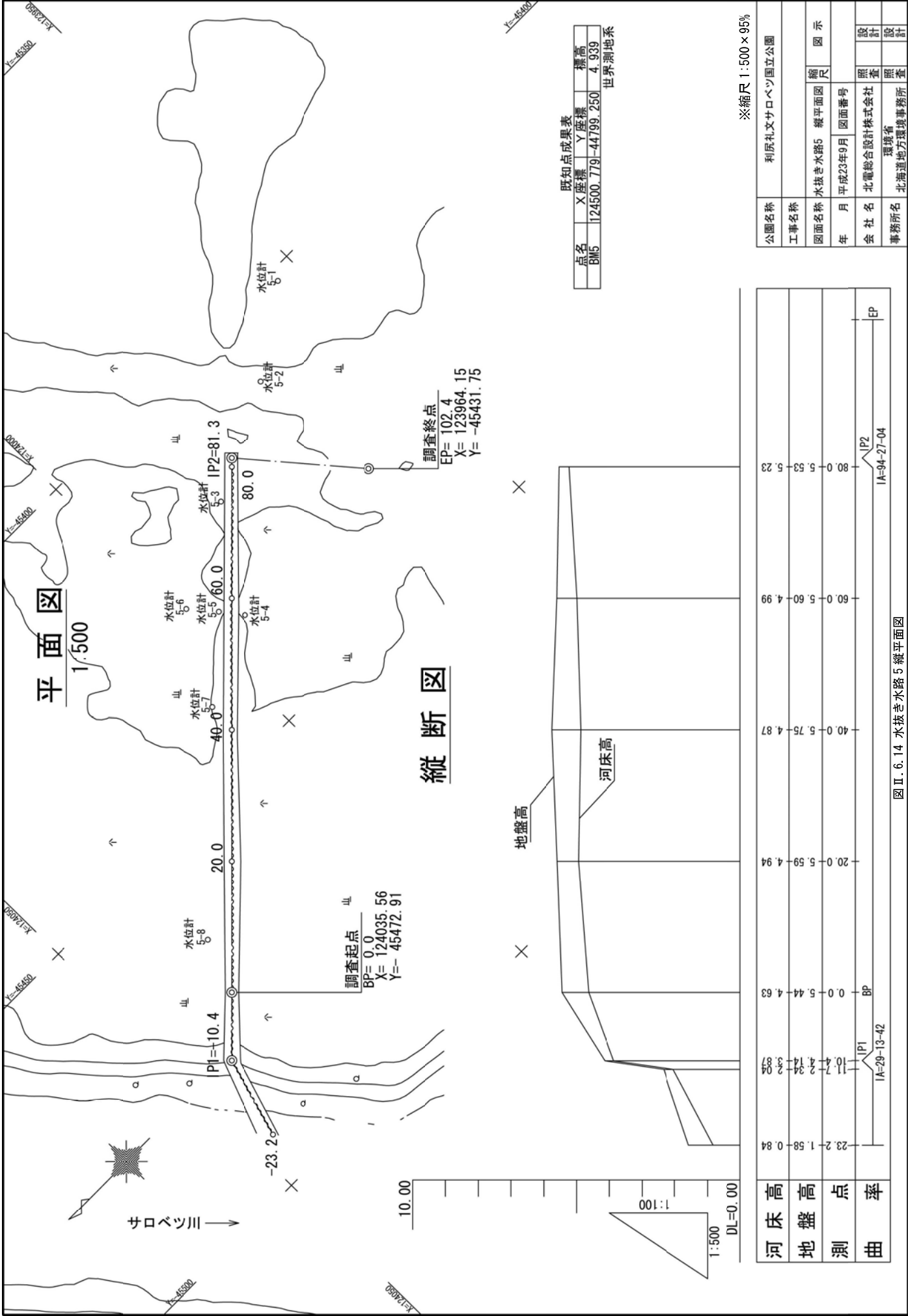
横断図 1:100



※縮尺 1:100×95%

公園名称	利根社文サロベツ国立公園			
工事名称				
図面名称	水抜き水路4 横断図	縮尺	1:100	
年 月	平成22年9月	図面番号		
会社名	北電総合設計株式会社	照査	設計	
事務所名	環境省 北海道地方環境事務所	照査	照査	設計

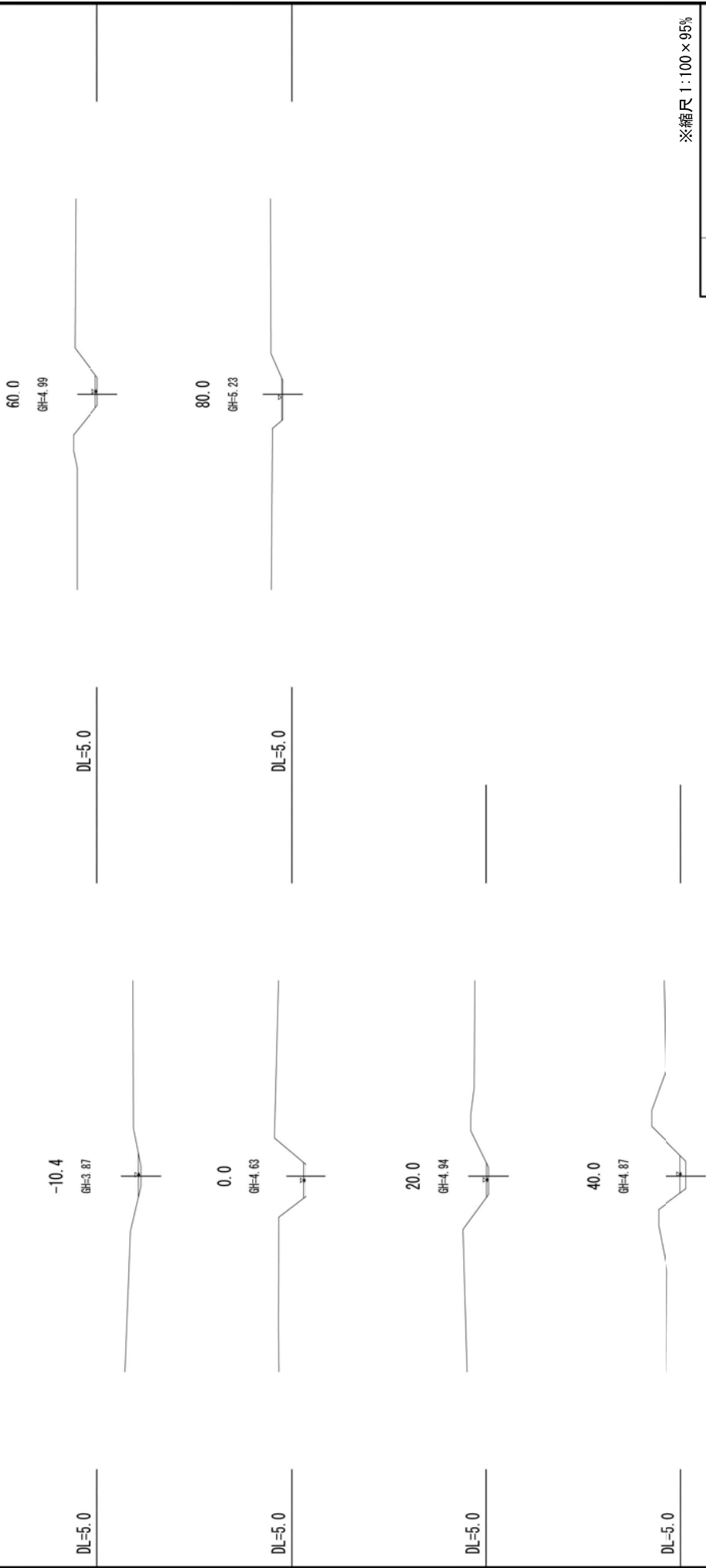
図Ⅱ.6.13 水抜き水路4 横断図



図Ⅱ. 6.14 水抜き水路5 縦断面図

横断図

1:100



※縮尺 1:100×95%

公園名称	利原礼文サロベツ国立公園				
工事名称					
図面名称	水抜き水路5 横断図	縮尺	1:100		
年 月	平成23年9月	図面番号			
会 社 名	北電総合設計株式会社	監 査	設 計		
事務所名	環境省 北海道地方環境事務所	監 査	設 計		

図Ⅱ. 6. 15 水抜き水路5 横断図

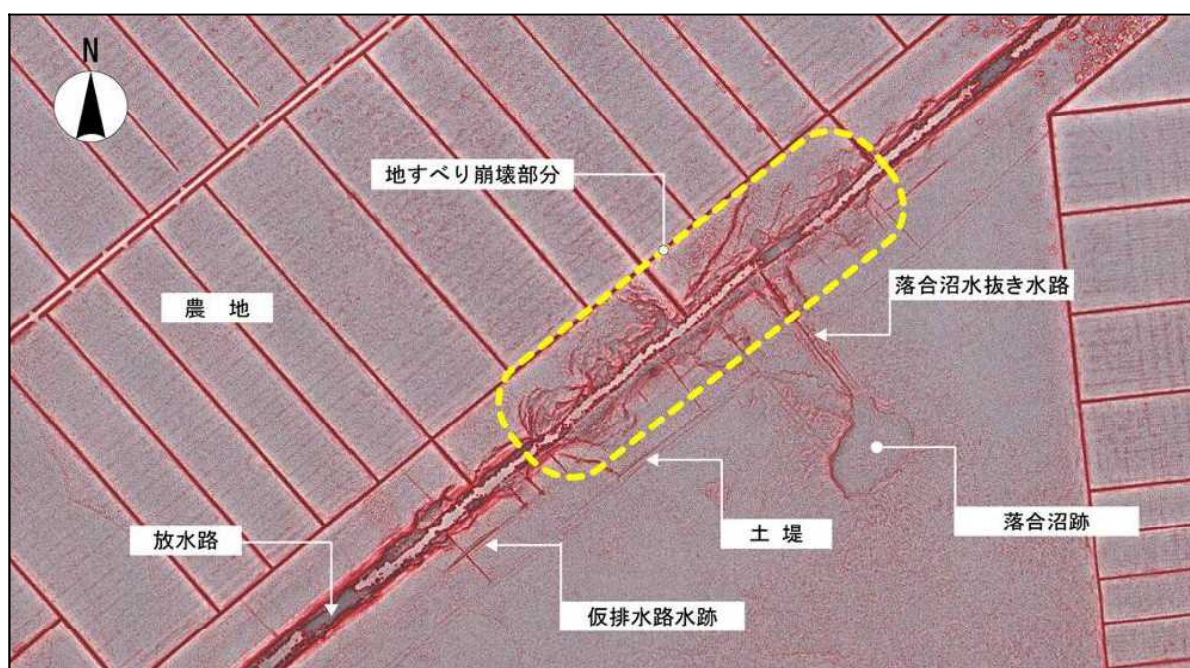
6.2.2 仮堰の設置検討

(1) 水抜き水路について

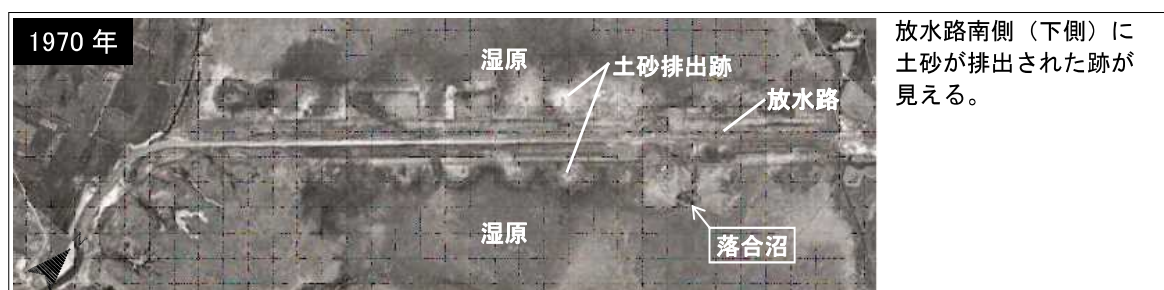
1) 水抜き水路と堰上げ事業の目的

放水路南側一帯には、開削時に浚渫船で吸い上げられた浚渫土からの水分を抜くために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、泥炭層の地下水及び地表水の排出を促したものと考えられる。

水抜き水路の堰き止めは、自然再生事業実施計画に基づき実施されるものであり、地下水の流出要因となっている水抜き水路を堰き止め、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。

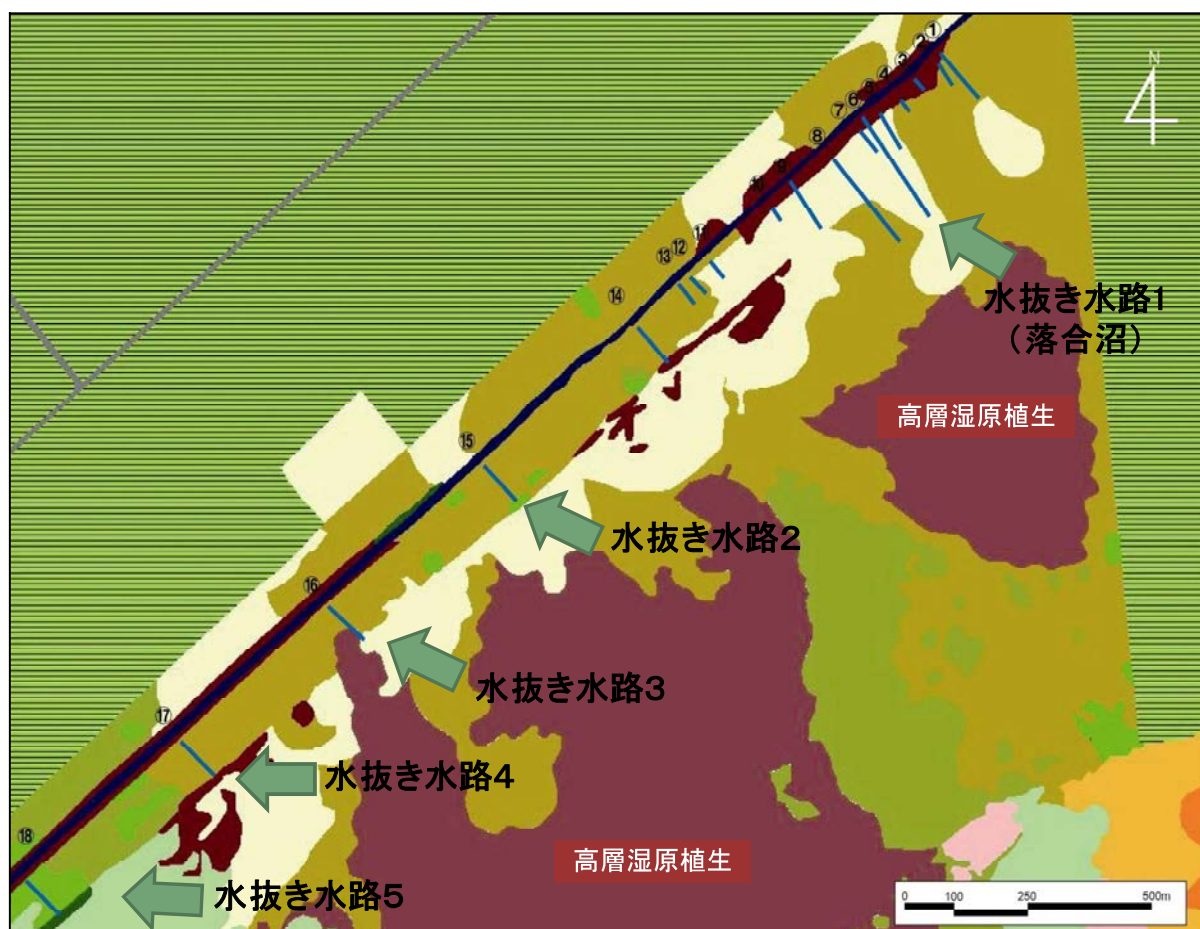


図Ⅱ.6.16 サロベツ川放水路周辺の概況（2000年）



図Ⅱ.6.17 サロベツ川放水路周辺の航空写真（1970年）

出典：平成22年度サロベツ水抜き水路堰き止め工調査設計等業務



図Ⅱ. 6. 18 水抜き水路周辺の植生

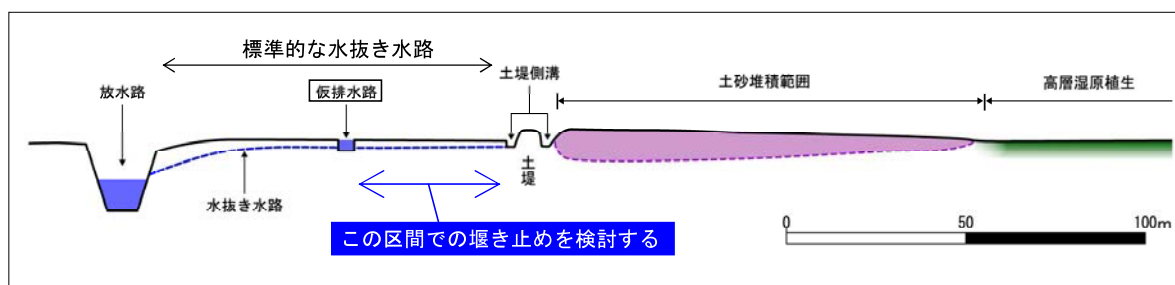
出典：平成 22 年度サロベツ水抜き水路堰き止め工調査設計等業務

2) 堰き止め対象水路

2010 年度業務において水抜き水路における現況調査が実施され、堰き止め対象とする水抜き水路の考え方が整理された。

その結果、調査で確認された 18 箇所の水路のうち、堰き止め対象の水路として 5 箇所の水路が選定された。以下にその選定の考え方を示す。

- (1) 湿原からの水分流出に及ぼす影響が大きく、堰き止め工によって後背の高層湿原域の地下水位低下を抑制する効果が期待できる「標準的な水抜き水路」を堰き止めの検討対象とする。
- (2) 湿原からの水分流出に及ぼす影響が小さいと考えられる「相対的に短い水路」は堰き止めの対象外とする。
- (3) 放水路開削時に地すべり崩壊が発生した部分は、堰き止めに伴う地下水位の上昇によって地盤の不安定化を招くおそれがあることから、新たな堰き止めは実施しない。
- (4) 仮排水路部分からの地盤の亀裂拡大が一部で確認されていることから、地下水位の上昇に伴う地盤の不安定化を回避するため、仮排水路よりも下流側は手をつけず、上流側の堰き止めを検討する。



堰き止め対象水路

水抜き水路 1（落合沼）、水路 2、水路 3、水路 4、水路 5



図Ⅱ.6.19 水抜き水路位置図

3) 堰き止め事業実施状況

堰き止め対象である5箇所の水抜き水路のうち、水抜き水路1、2については既に仮堰上げの検証ののち、堰き止め工が施工されており、その実施状況は以下に示すとおりである。

今年度は、水抜き水路1、2の地下水位、植物等の継続モニタリングを行うとともに、それ以外の水抜き水路3、4、5について、仮堰上げのための調査、検討を行った。

表Ⅱ.6.7 水抜き水路の堰き止め実施状況

水路名称	検討の実施状況	2011年度調査実施内容
水抜き水路1 (落合沼)	2005年11月 仮堰上げ実施 2010年5月 本堰き止め実施	・既設地下水位観測地点、植物コドラート 地点の継続調査による堰き止め効果のモニタリング
水抜き水路2	2005年11月 仮堰上げ実施 2011年6月 本堰き止め (盛土実施)	・既設地下水位観測地点の継続調査による 堰き止め効果のモニタリング
水抜き水路3	2010年度 仮堰き止め位置の検討実施 →旧河川跡の影響を再検討	・旧河川跡の基盤条件調査 ・地下水流出量の推計 ・既設地下水位観測地点のモニタリング ・植物コドラートの新規設定、調査 ・仮堰上げの検討、実施
水抜き水路4	2010年度 事業実施対象水路として選定	・地下水位計の新規設置、調査 ・植物コドラートの新規設定、調査 ・仮堰上げの検討、実施
水抜き水路5	2010年度 事業実施対象水路として選定	・地下水位計の新規設置、調査 ・植物コドラートの新規設定、調査 ・仮堰上げの検討、実施

(2) 仮堰上げの検討調査

1) 現況把握調査項目

水抜き水路 3、4、5 の仮堰上げを検討するため、下記の現況把握調査を行った。

表Ⅱ.6.8 現況把握調査実施内容

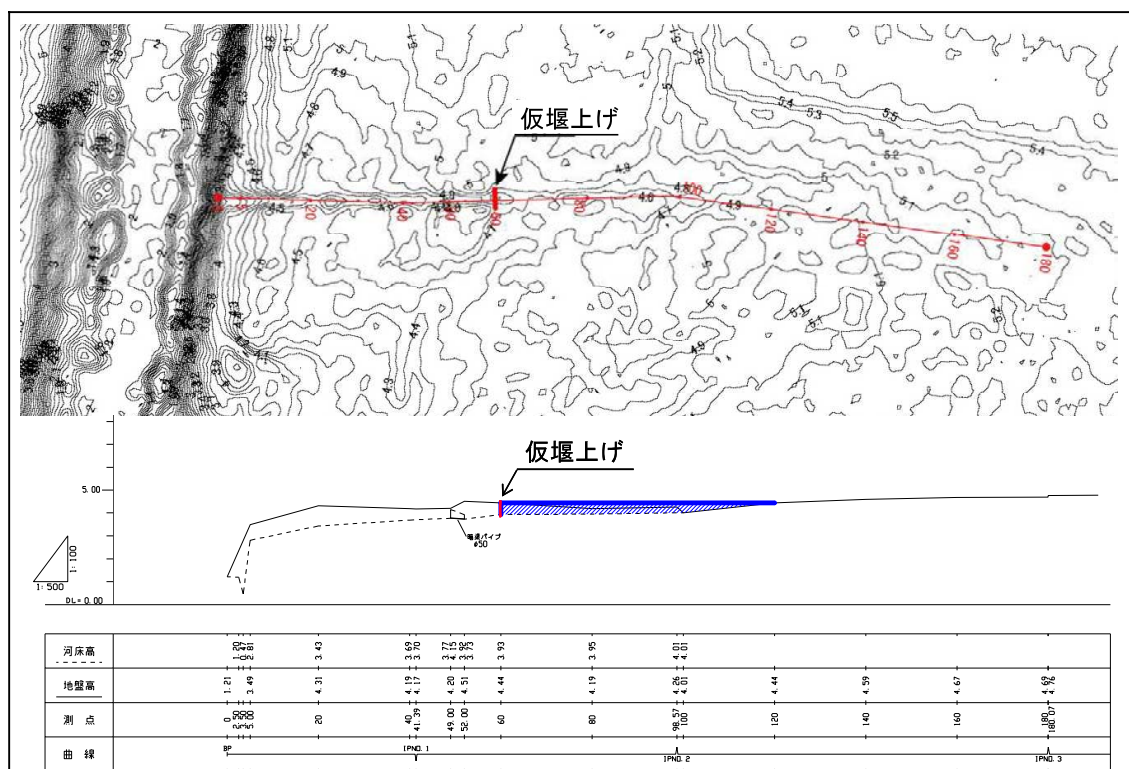
調査項目	内容
地形調査	水抜き水路 3 の地形把握（既往資料） 水抜き水路 4、5 の測量実施、縦横断面図の作成
地下水位調査	水抜き水路 3 の地下水位変動の把握 水抜き水路 4、5 の地下水位計の新規設置（各 8 箇所）、データ回収
植物調査	水抜き水路 3、4、5 の植物コドラート新規設定、調査（8 箇所） ※地下水位計設置地点

2) 地形調査結果

① 水抜き水路 3

水抜き水路 3 については、2010 年度業務の堰上げ検討図を参考にするとともに、平面図については、「平成 14 年度 サロベツ地区自然再生事業地形計測業務」成果の三次元標高データを用いて、GIS プログラムにより 0.1m 間隔の等高線図を作成し、オルソ画像と重ね合わせて作成した。

調査の結果、水抜き水路に隣接する旧河川跡は周辺に比べ地盤高が低く、周辺から表流水が集まりやすい状態であること、また、水抜き水路 3 については、旧河川跡の右岸端部に接続しており、放水路へ水を流出させていると考えられた。



図Ⅱ.6.20 水抜き水路 3 の堰上げ検討図 (2010 年度業務)

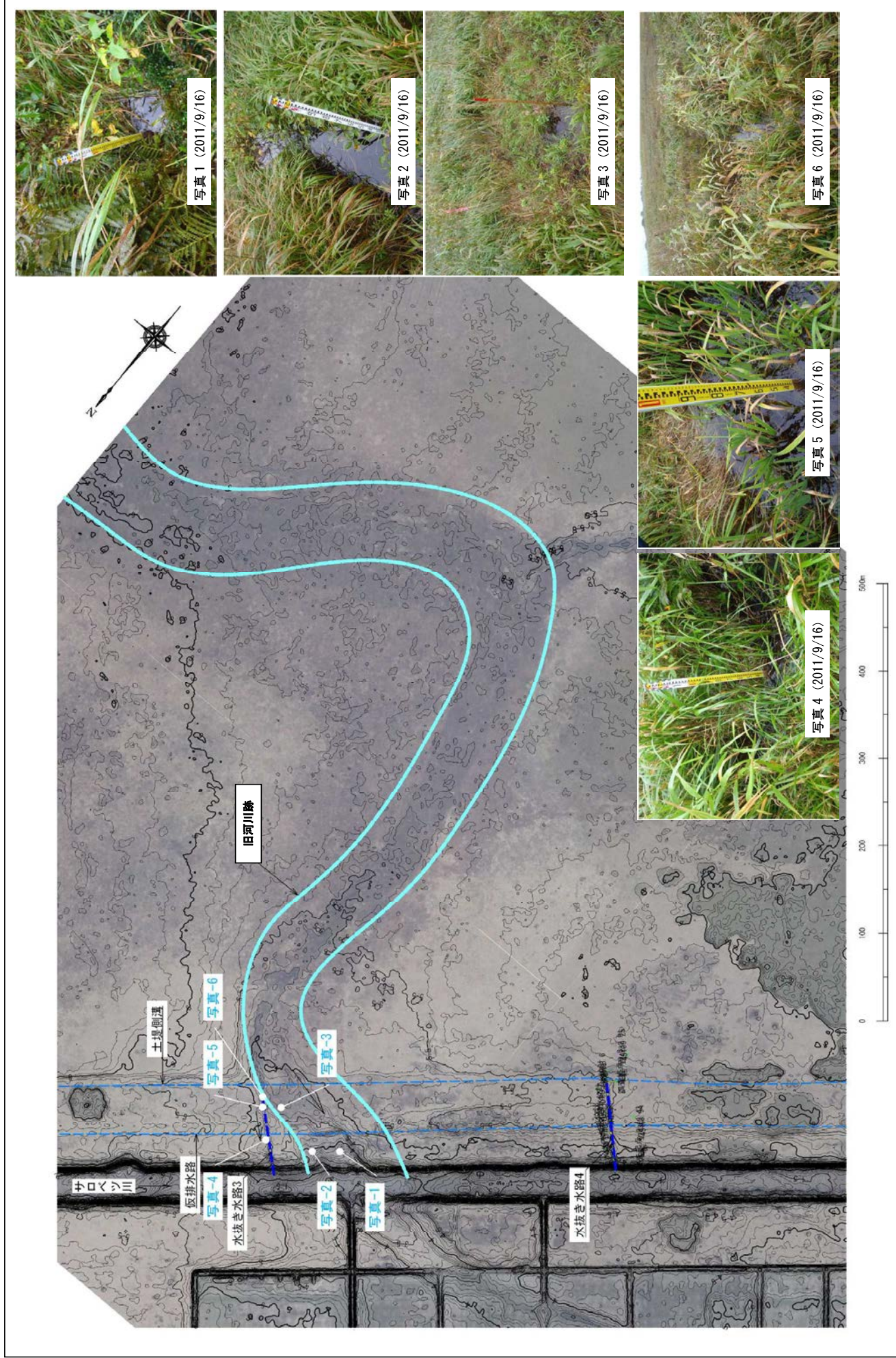
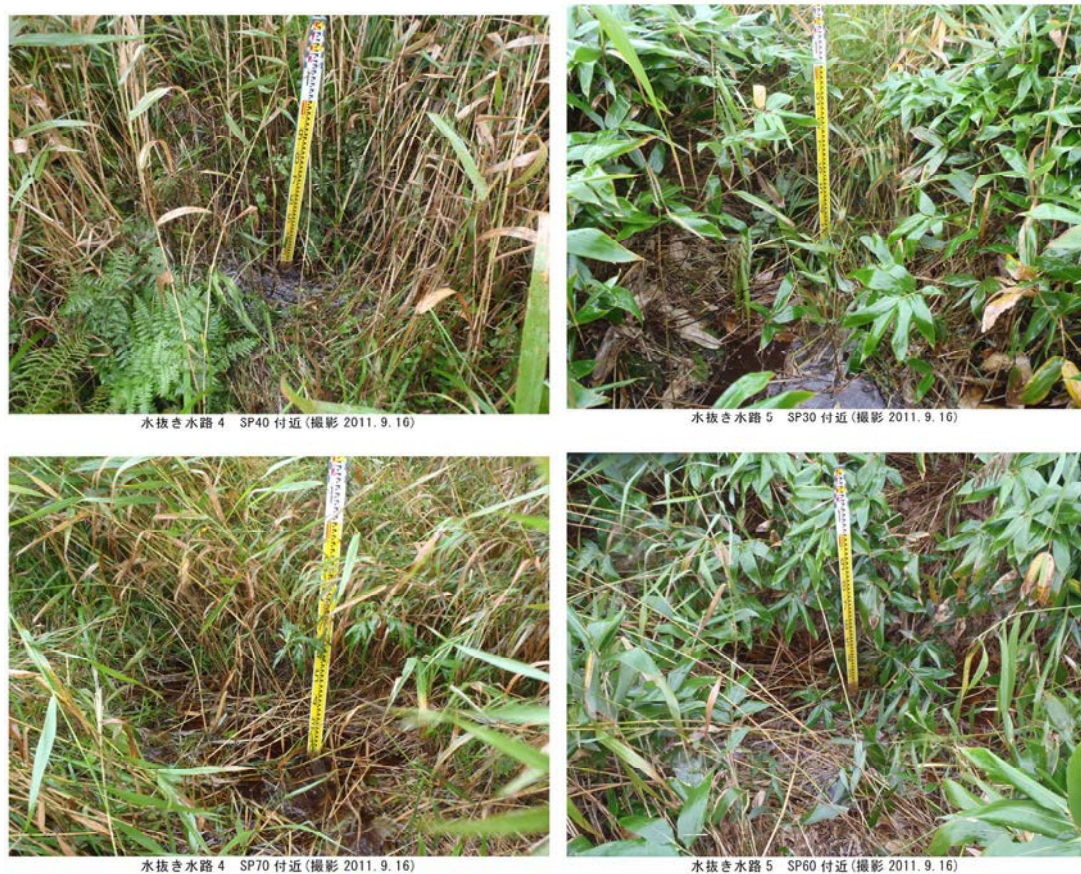


図 II. 6. 21 水抜き水路 3 及び旧河川跡の地形

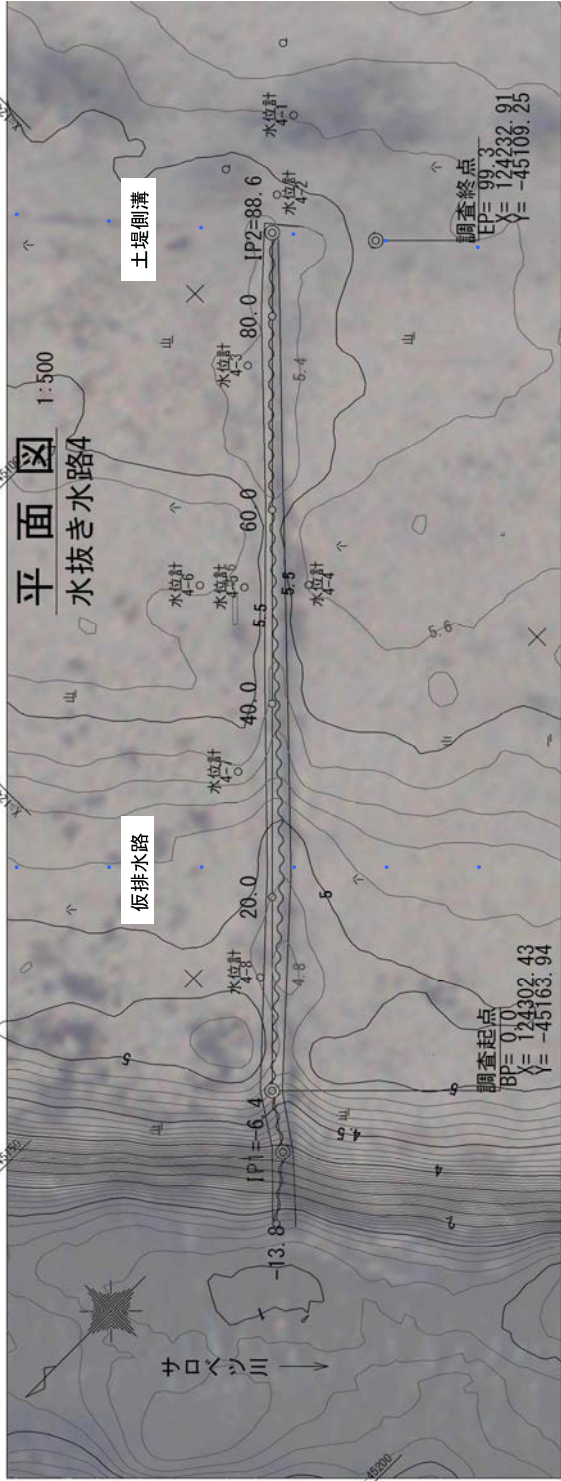
② 水抜き水路 4、5

水抜き水路 4、5 については、縦横断測量の実施により地形を把握し、成果は前項のとおりである。なお、より詳細に地形を把握するため、平面図については、測量図をベースに、「平成 14 年度 サロベツ地区自然再生事業地形計測業務」成果の三次元標高データを用いて、GIS プログラムにより 0.1m 間隔の等高線図を作成し、オルソ画像と重ね合わせて地形図面を作成した。

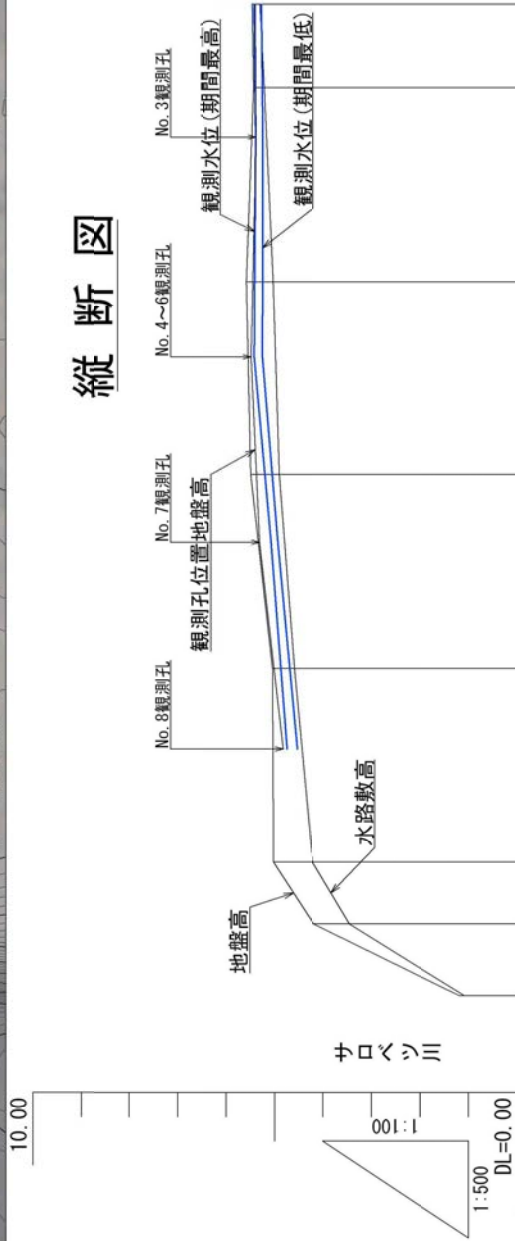
基本的な地形は水抜き水路 2、3 等と同様であり、サロベツ放水路に合流する直前で大きく落ち込む縦断形状であった。なお水路の河床は枯死したヨシ等の植物の堆積が多く、目視では流水が確認しにくい状況であった。



写真Ⅱ. 6. 4 水抜き水路 4、5 の河床状況 (9 月)



縦断面図



河床高	13.8	1.18	1.08	6.4	4.19	3.45	0.0	5.02	4.21	20.0	5.04	4.59	40.0	5.49	4.90	60.0	5.58	5.03	80.0	5.43	5.21	88.6	5.46	5.30
地盤高	13.8	1.18	1.08	6.4	4.19	3.45	0.0	5.02	4.21	20.0	5.04	4.59	40.0	5.49	4.90	60.0	5.58	5.03	80.0	5.43	5.21	88.6	5.46	5.30
測点	IA=5-21-08	PI1	IA=9-57-39																			IP2	IA=94-17-34	EP
曲率																								

図Ⅱ.6.22 水抜き水路4の地形

① 水抜き水路 3

サロベツ川放水路

放水路水位3

A グループ

水抜き水路3

B グループ

仮排水路

C グループ

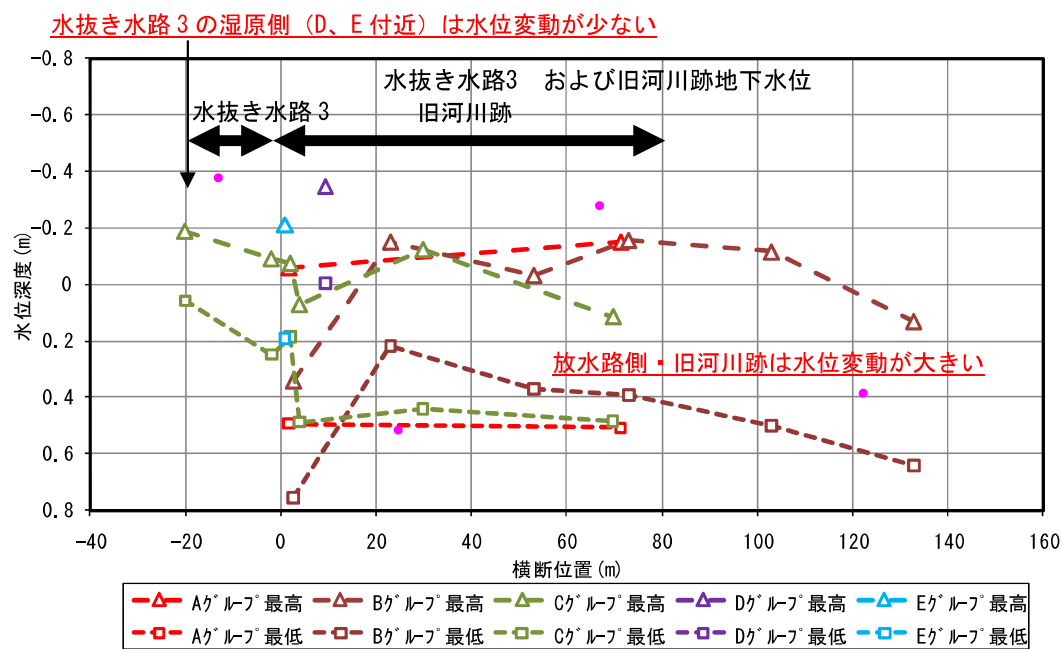
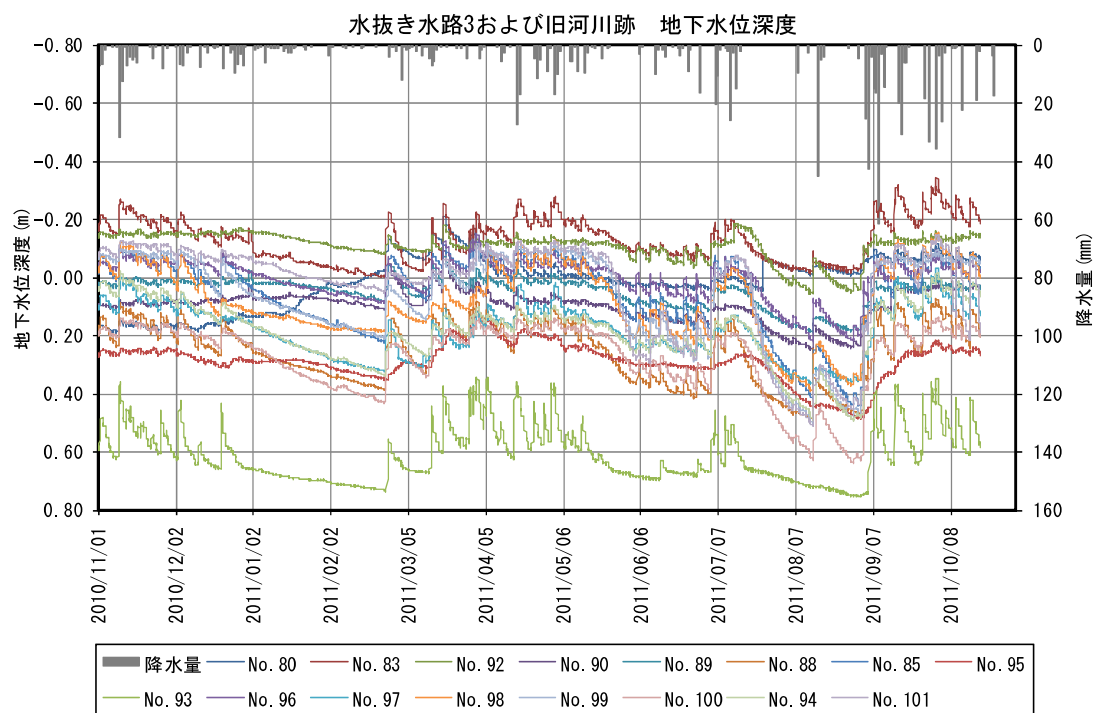
土堤側溝

D グループ

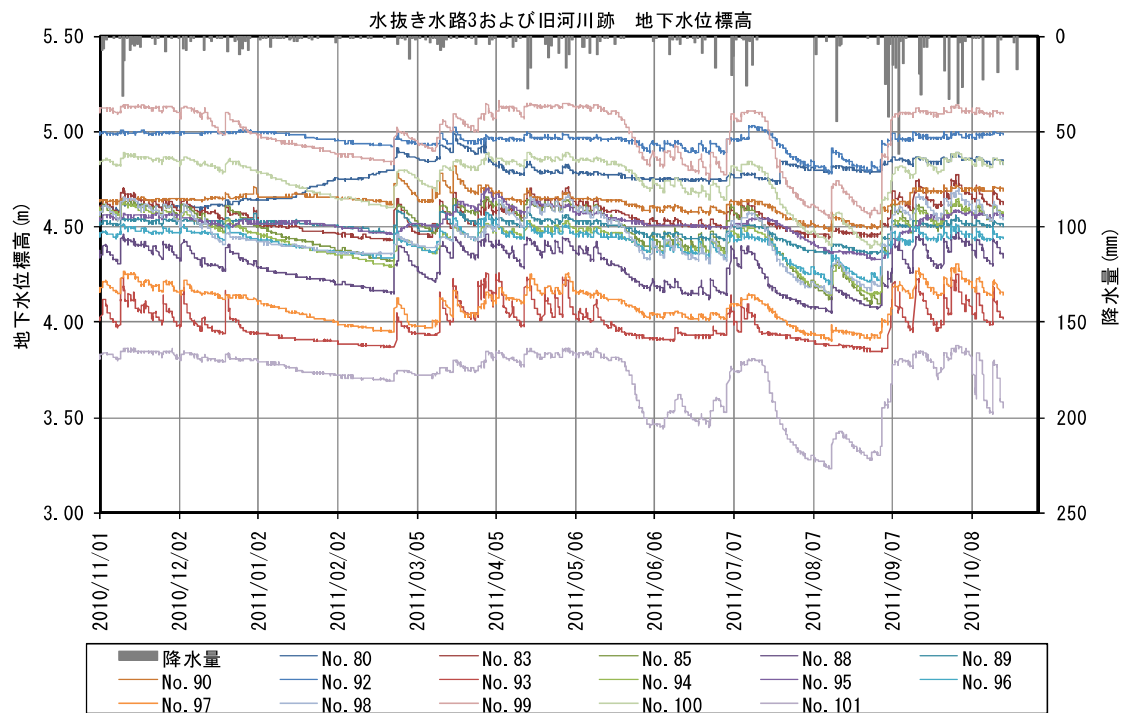
E グループ

地下水の流動方向

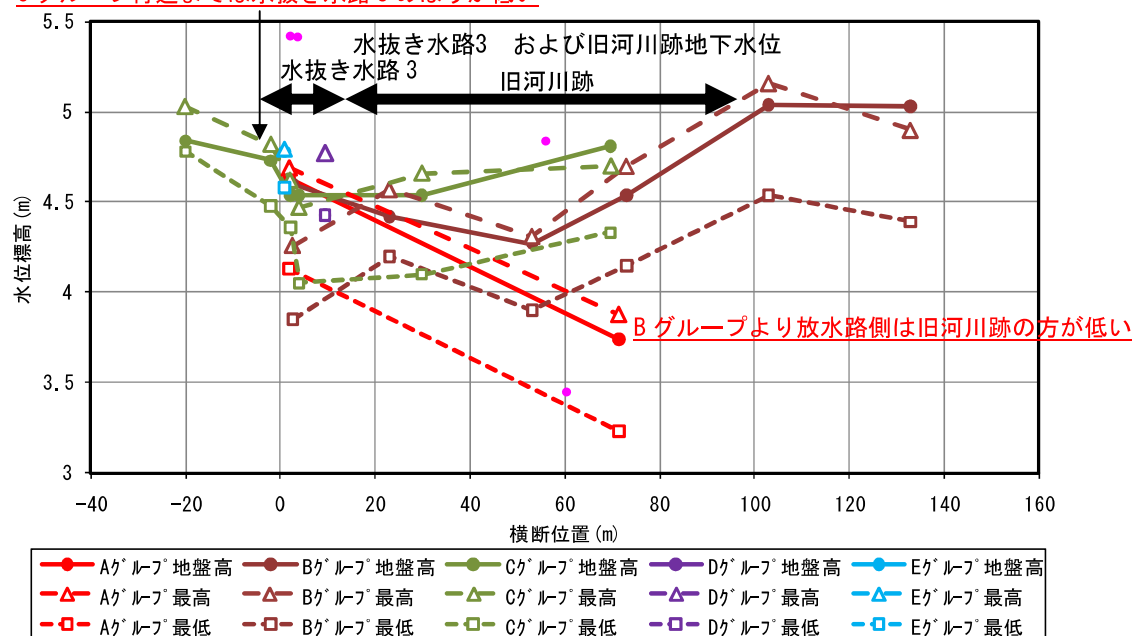
67



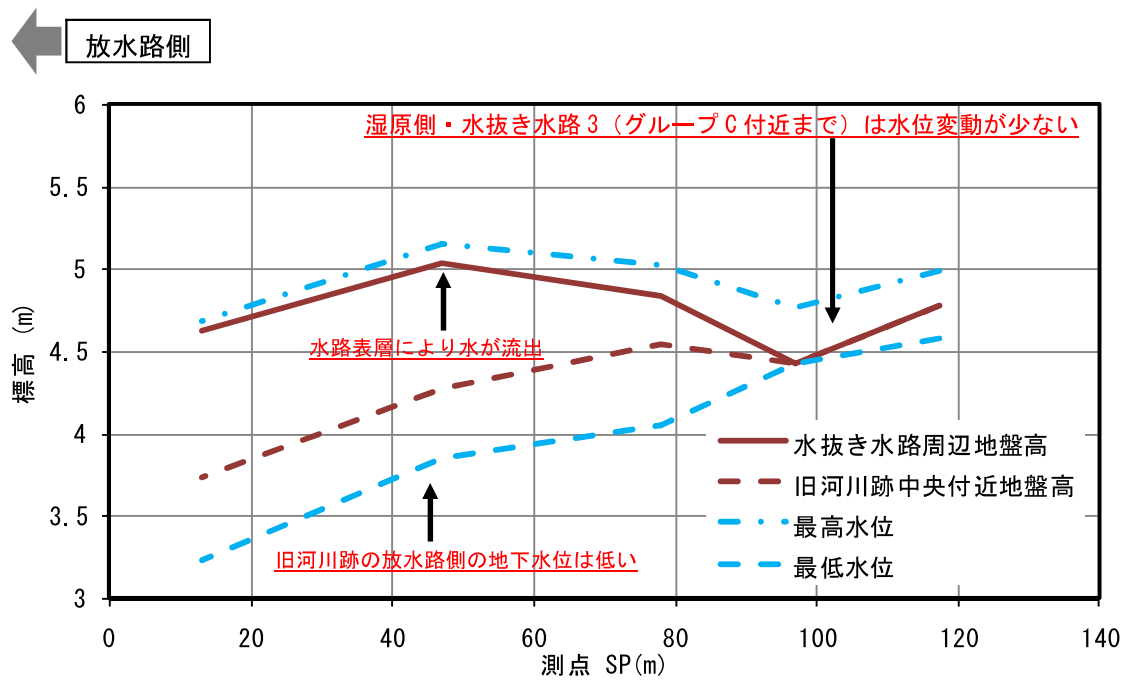
図Ⅱ. 6. 25 水抜き水路3 及び旧河川跡の地下水位深度



Cグループ付近までは水抜き水路3のほうが低い



図Ⅱ. 6. 26 水抜き水路3及び旧河川跡の地下水位標高



図Ⅱ. 6. 27 水抜き水路3 及び旧河川跡の地下水位標高 (縦断方向)

② 水抜き水路 4、5

水抜き水路 4、5 については、地下水位計が設置されていないことから、仮堰上げの効果を検証するため、地下水位計の設置を行った。設置にあたっては、水路縦断方向に地下水位変化が顕著であることを踏まえ、縦断方向に重きを置き、各 8 地点設置した。また、設置後に動作確認も含め、地下水位計のデータを回収した。

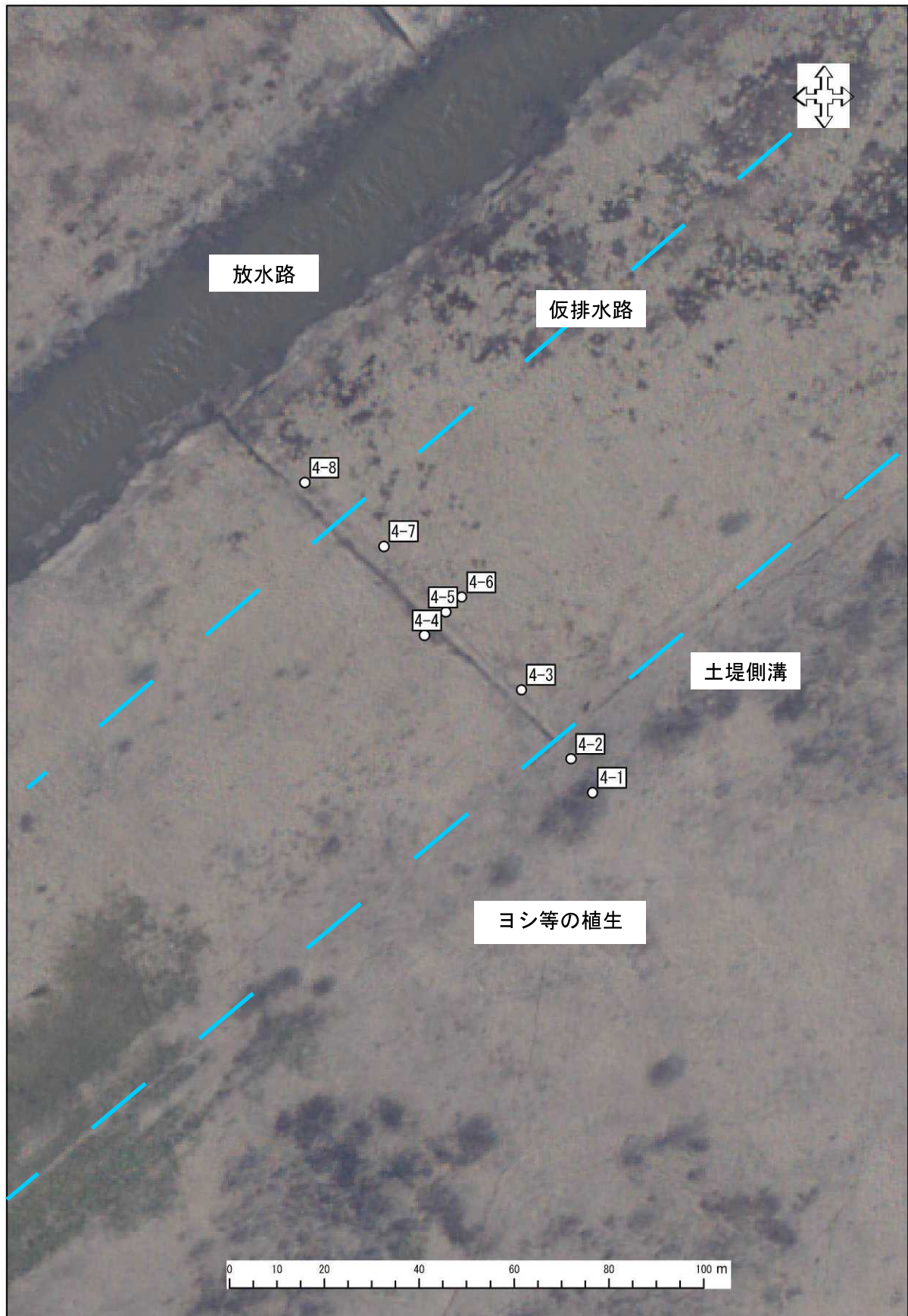
地下水位観測孔の位置等は以下に示すとおりである。

表Ⅱ.6.9 水抜き水路 4 の地下水位観測孔位置

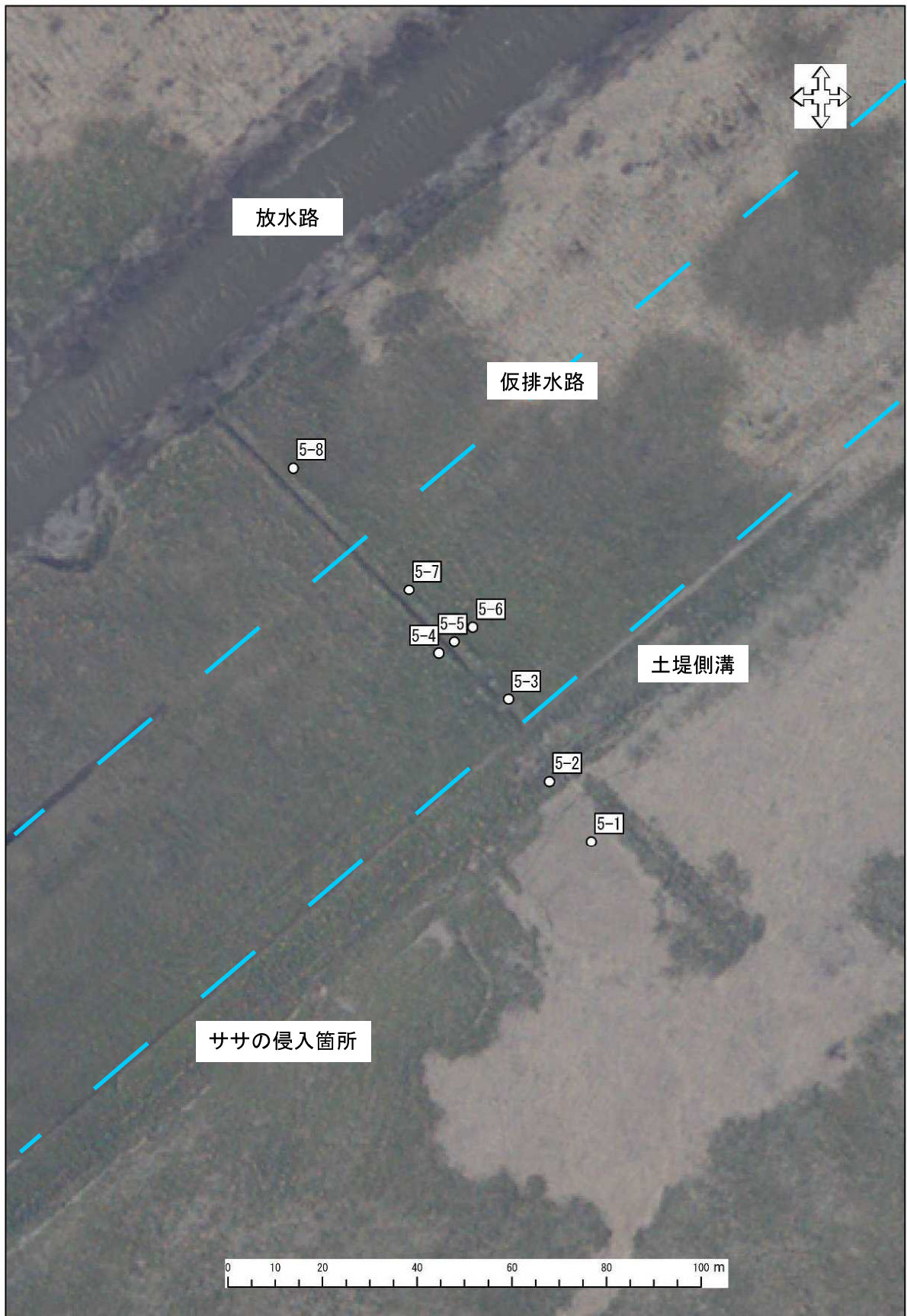
観測地点名	X 座標	Y 座標	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)
4-1	124229.773	-45094.111	5.557	6.198
4-2	124236.799	-45098.715	5.404	6.005
4-3	124251.379	-45109.106	5.379	5.979
4-4	124262.921	-45129.568	5.519	6.135
4-5	124267.771	-45125.061	5.480	6.174
4-6	124270.886	-45121.692	5.576	6.282
4-7	124281.660	-45138.103	5.305	5.888
4-8	124295.050	-45154.781	4.820	5.340

表Ⅱ.6.10 水抜き水路 5 の地下水位観測孔位置

観測地点名	X 座標	Y 座標	観測地点 地盤高 (m)	観測孔 天端高 (m)
5-1	123953.584	-45401.694	5.700	6.400
5-2	123966.325	-45410.593	5.768	6.455
5-3	123983.608	-45419.197	5.406	6.110
5-4	123993.287	-45433.930	5.533	6.123
5-5	123995.770	-45430.659	5.523	6.235
5-6	123998.874	-45426.708	5.524	6.153
5-7	124006.811	-45440.179	5.471	6.034
5-8	124032.422	-45464.680	5.224	5.804



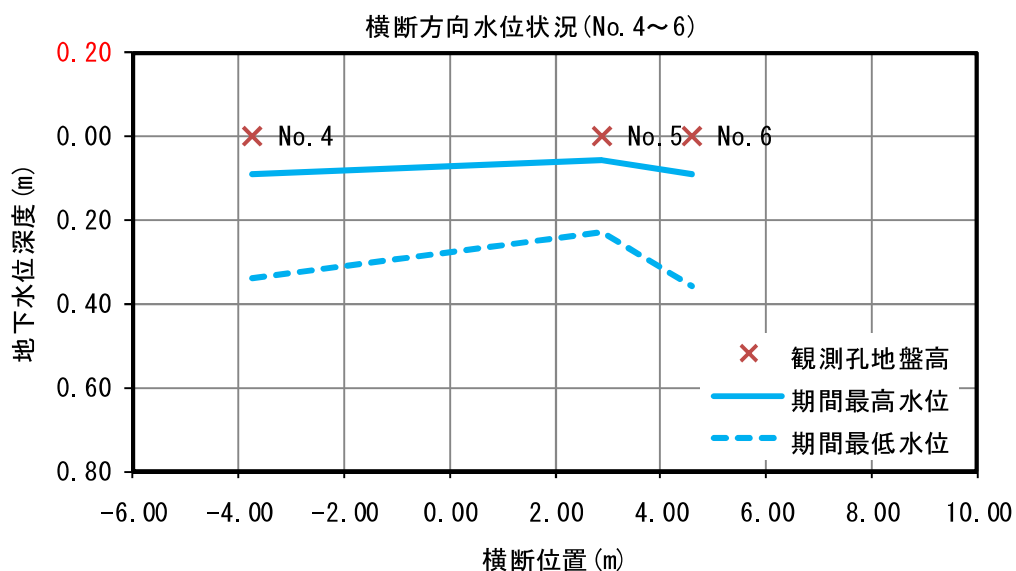
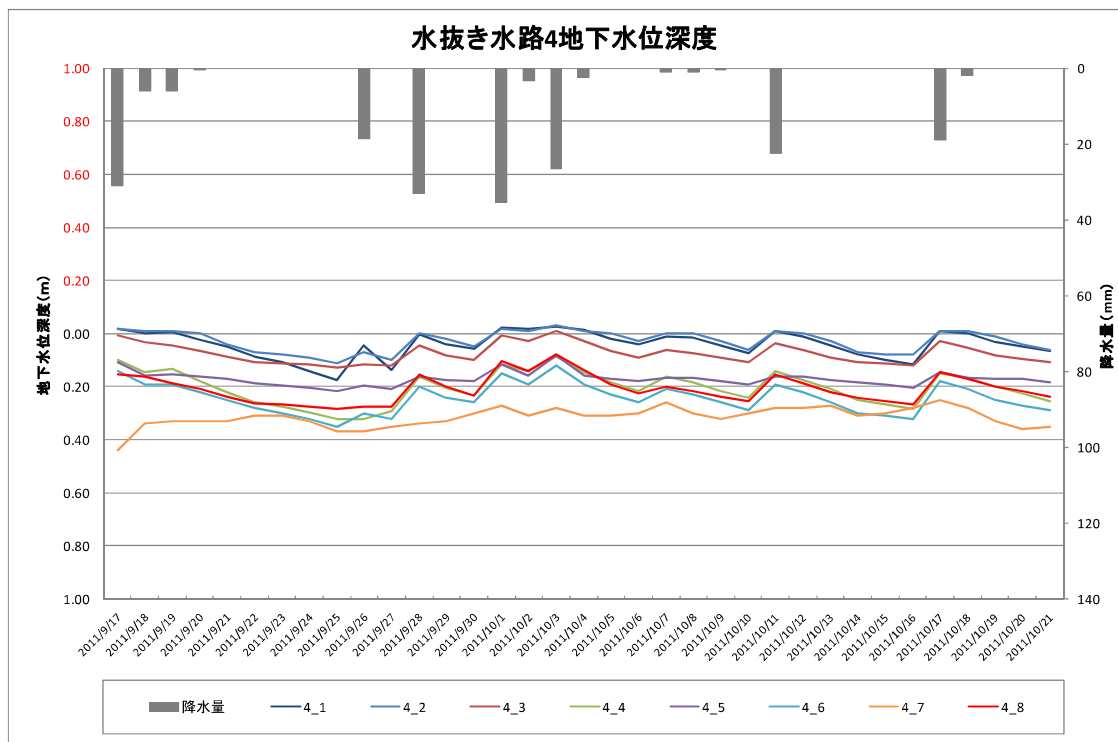
図Ⅱ.6.28 水抜き水路4の地下水位計設置地点（ベース図2000年航空写真）



図Ⅱ.6.29 水抜き水路5の地下水位計設置地点（ベース図2000年航空写真）

地下水位計は機材の準備の都合により、9月の設置となったため、回収したデータは9月～10月までの1ヶ月間となった。1ヶ月間の傾向をみると、水抜き水路4、5とも類似した動向となっており、変動範囲はGL+10cm付近からGL-40cmの範囲となった。

縦断方向に関しては、水抜き水路2や3と同様に、放水路に近づくにしたがって地下水位が深くなる傾向となった。



図Ⅱ.6.30 水抜き水路4の地下水位深度