

富士宮市小田貫湿原乾燥化防止対策検討ための
地質・水象調査実施業務

富士宮市猪之頭地先

中間報告書(令和2年分)

令和3年3月

富士宮市 花と緑と水の課
株式会社 建設コンサルタントセンター



目 次

1. はじめに	1
2. 今年度の調査内容	2
2-1. 調査の概要	2
2-2. 調査の内容	2
3. 有識者ヒアリング	5
4. 既往調査での地質・水象の整理	11
4-1. 追加既往文献による調査	11
4-2. 令和元年調査結果の補足整理	12
5. 調査の結果	14
5-1. 追加水質調査結果	14
5-2. ボーリング調査結果	18
5-3. 現場透水試験結果	27
5-4. 地下水検層結果	32
5-5. 簡易動的コーン貫入試験結果	37
5-6. 雨量計・水圧式水位計・流末流量測定の結果	44
5-6-1. 雨量計の設置	45
5-6-2. 水圧式水位計の設置	46
5-6-3. 三角ノッチ(流末流量測定)の設置	49
5-6-4. 観測結果総括グラフ	50
5-6-5. 各計器の観測結果の特徴	52
6. 調査結果の総括	56
6-1. 湿原内の地質	56
6-2. 湿原内の水質	59
6-3. 湿原内への水の供給について	61
6-4. 湿原内の概略水収支について	66
7. 乾燥化防止対策の検討	68

<補足>

<添付資料>

水質検査計量証明書

現場写真

各観測記録計算書

- ・雨量計
- ・自記水位計
- ・流量観測

1. はじめに

本報告書は、富士宮市猪之頭の田貫湖より北側長さ約 185m、幅 85m の約 1.348ha の小田貫湿原〔標高約 680m〕の乾燥防止対策を目的として地質及び土壌・水質について分析を行い、その結果により今後の地質・水象等の維持管理計画に供する資料を得ることを目的とした令和 2 年度分業務の中間報告書である。

田貫湖周辺は、かつて沼地があり、その周辺を取り囲むように湿地が続いたが、昭和に入り農業用貯水池としての田貫湖を整備する中で、周辺環境の改変等により湿地が減少している状況にある（平成 30 年度第 1 回富士宮市自然環境保全審議会資料より引用）。小田貫湿原は、富士山麓唯一の湿地性植物群落が発達している場所であり、「富士箱根伊豆国立公園」内に位置しており、環境省の「重要湿地」にも指定されている。



写真. 1-1

2019/8/15 撮影

雨期の植物繁茂状況

写真. 1-2

2020/12/25 撮影

乾期の状況



2. 今年度の調査内容

2-1. 調査の概要

調査件名：富士宮市小田貫湿原乾燥化防止対策検討のための地質・水象調査実施業務

調査場所：富士宮市猪之頭地先

調査期間：令和元年6月26日～令和4年3月31日

(本中間報告書対象期間：令和元年6月26日～令和3年3月31日)

委託者：富士宮市 花と緑と水の課 自然保全係

受注者：(株)建設コンサルタントセンター

主任技術者：柴田達哉〔技術士（建設・応用理学・総合技術監理部門）〕

業務代理人：牧野敦史〔地質調査技士・RCCM〕

2-2. 調査の内容

調査内容：有識者ヒアリング	2名 (2回)
水質検査	6検体
ボーリング調査	3箇所
現場透水試験	3回
地下水検層	1孔(8m)
簡易動的コーン貫入試験	5箇所
雨量計設置・観測・資料整理	1基
自記水位計設置・観測・資料整理	4基
三角ノッチ設置・観測・資料整理	1基

*実施数量表を次ページに示す。

令和2年度調査位置平面図 $s = 1:500$
(A3版:1000)

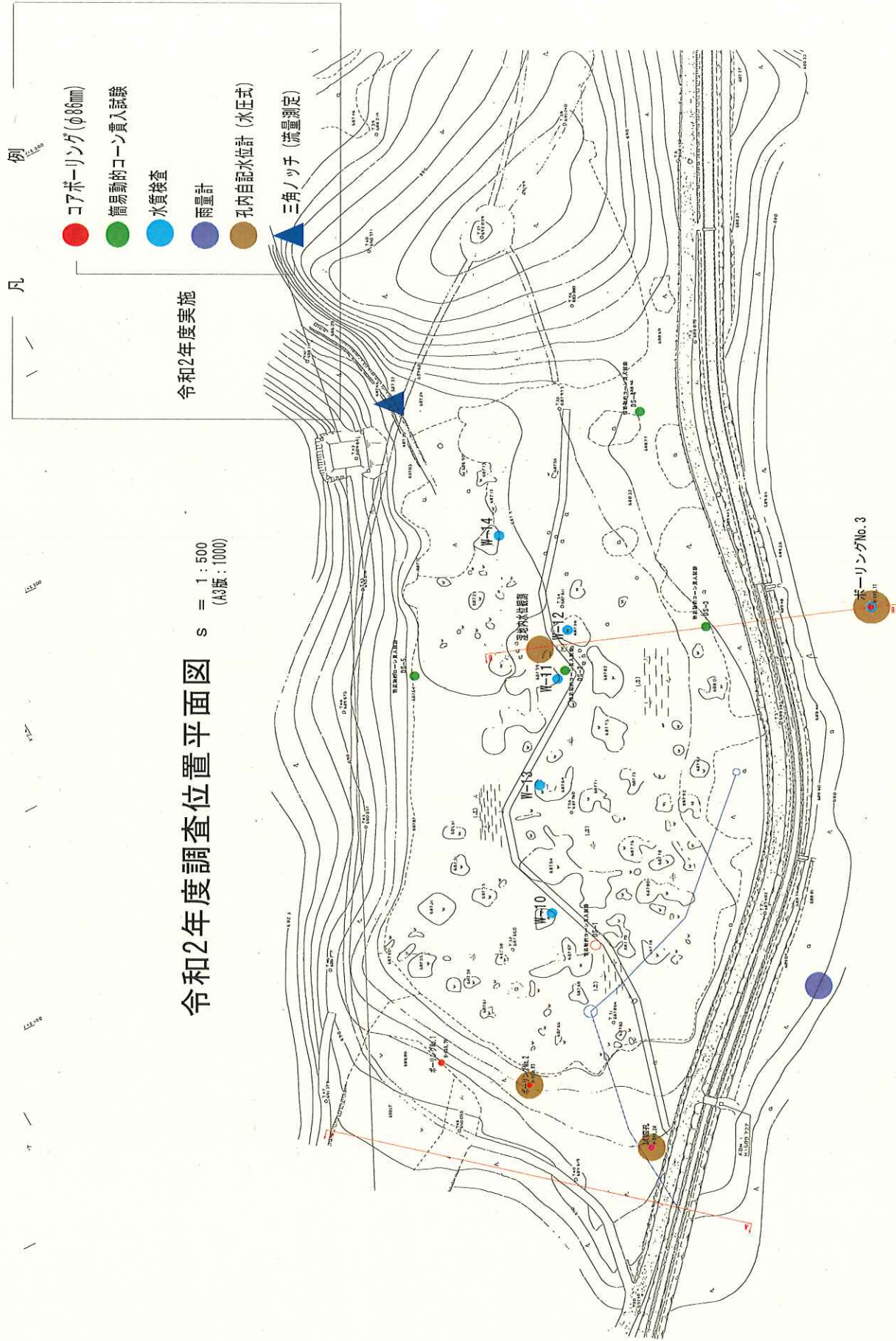


表 2-1. 調査実施数量表

名 称		単位	実施数量	備 考	
有識者ヒアリング		回	2	氏・渡邊定正氏	
水質検査	PH	検体	6	W10~W14, Br-No. 3	JIS K 0102 12.1
	電気伝導度	検体	6		JIS K 0102 13
	塩素イオン	検体	6		JIS K 0102 35.2
	硝酸イオン	検体	6		JIS K 0102 43.2
	硫酸イオン	検体	6		JIS K 0102 41.3
	炭酸水素イオン	検体	6		JIS K 0102 15.1
	カリウム	検体	6		JIS K 0102 49.1
	カルシウム	検体	6		JIS K 0102 50.2
	マグネシウム	検体	6		JIS K 0102 51.2
	ナトリウム	検体	6		JIS K 0102 48.4
ボーリング調査	φ86mm シルト・粘土	m	7.5	No. 1-2m, No. 3-3m, No. 3-8m Σ l = 3.0m	キャタピラー車搭載 オールコアボーリングマシン
	φ86mm 砂・砂質土	m	1.0		
	φ86mm 礫混じり土砂	m	4.5		
	足場仮設(平坦地足場)	箇所	3		
現場透水試験	定水位定常法	回	3	試掘孔、No. 2孔、No. 3孔	
地下水検層	NaCl使用	孔	1	No. 3孔 8m	
簡易動的コーン貫入試験	粘性土	m	21.3	5箇所	
雨量計	設置	基	1	自記式	5/26~12/26
	観測	回/月	4		
	資料整理	月	7		
水圧式水位計	設置	基	4	自記式	
	観測	回/月	4		
	資料整理	月	7		
三角ノッチ(流量計測)	設置	基	1	現地計測	
	観測	回	11		
	資料整理	月	7		

3. 有識者ヒアリング

3-1. 氏

富士宮市 花と緑と水の課 秋葉係長様

国際航業(株) 中島様、石川様

(株)建設コンサルタントセンター 柴田

令和2年10月21日(水) 10:30~12:30

①小田貫湿原の北側の幅広で浅い谷地形部(現在鉄塔下)から湧水があった。

現在は、湧水など浅層部に湿地が見られない。さらに南側山麓水の伏流水ではないかと推定する。

(株)建設コンサルタントセンターの所見

- ・本年度行ったボーリング No.1 孔では浅部で硬質地盤となり、地下水位も見られなかった。しかし、北側山地との境界部で崖面や古い土留め親杭あり、護岸の役目を果たしていた可能性がある(下の写真)。



写真. 3-1

また、過去の空中写真では現在の小田貫湿原北東端部は戦前には水田となっていた(次ページ写真)。



写真. 3-2

- ・南側山麓水の伏流水があったことを調べるには、別途な調査立案の必要がある。降雨の集水面積が狭く、踏査では表層土壌が薄い。また、ボーリング No. 1 での水位の確認がないことよりその伏流水の復帰は困難ではないかと考えられる

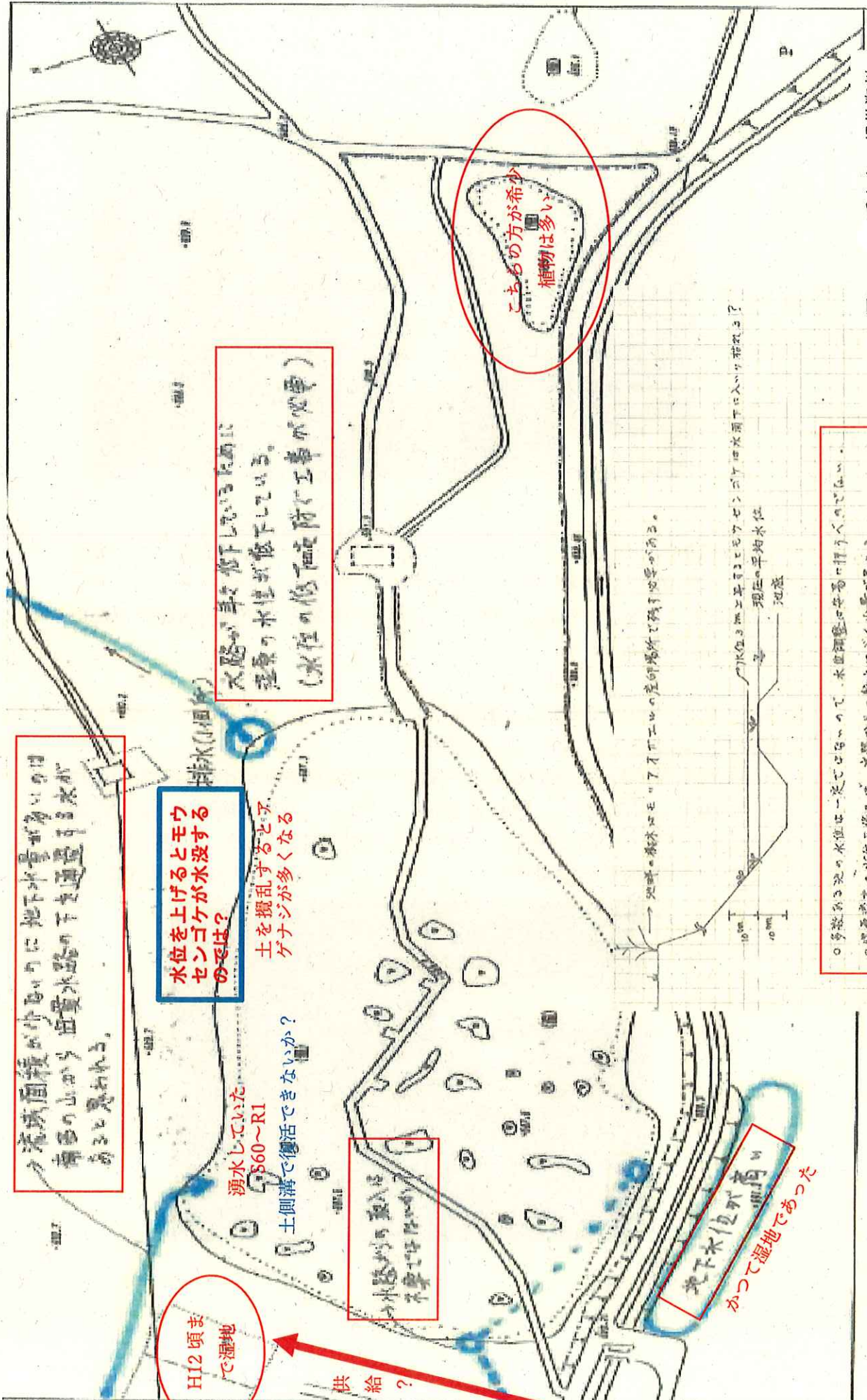
②上記を含め、次ページのような資料を頂く。

(株)建設コンサルタントセンターの所見

- ・植物は水際における適正な高さがあるようだが、各池の水位が一定ではないために（全体）水位の調整は安易にできない。→対策検討には重要な要素であり大きな課題である。しかし、一箇所の流末で水位の調整では、池ごとでの水位調整には困難であるため、さらなる検討を重ねる必要がある。



写真. 3-3 ヒアリングの様子



流域面積が小さいのに地下水量が非常に多い
 南西の山から雨量水路の下水通過する水が
 多量と見られる。

水位を上げるとモウ
 センゴケが水没する
 のでは？

土を攪乱すると
 ケナジが多くなる

湧水していた
 S60~R1
 土側溝で復活できな
 いか？

水路が流入
 不要で排水

H12頃
 ま
 で湿地

供給？

水路が手元で下しているために
 湿原の水位が低下している。
 (水位の低下を防ぐ工事が必要)

こちらの方が希少
 植物は多い

地味な森林はモウアヤナ工場の定時場所に残り地帯がある。

水位300mmとあるところのセンゴケの排水路は入り口が閉じた？
 現在の平均水位

地下水位が高
 かった湿地であった

○ 湧水のある池の水位は一定で止まっている。水位調整は容易にできる。
 ○ 感水域の水が水位を下げると、水漏れが少なくなる。

図. 3-1 氏からの提供資料

3-2. 渡邊定元氏

富士宮市 花と緑と水の課 秋葉係長様

国際航業 中島様、外山様

(株)建設コンサルタントセンター 柴田、小林

令和2年11月11日(水) 13:30~16:00

① 「鈹質湿原」と定義しているが、『過去の田貫湖には浮島があり、周辺には「底質泥炭湿原」が存在していた』と記述すべきと助言を頂く。

② ススキの繁茂する小丘区域(北西側)を攪乱(除去)して地表面を下げる(次ページにその範囲を示す)。

→対策としての攪乱は有効。

③ 地質と植物の自生とは相関性が強い(それを考えて保全すべき)。

④ 下流の喪失した湿原をビオトープとして造成し、現在の小田貫湿原の植物を移植してはどうか?(学習の場を創設)

⑤ 最下流に池をつくる。

⑥ 現田貫湖もスゲノ沢の水を導水した。

→現在の田貫湖の植物生態環境に悪影響する問題は無い

⑦ 1500万年前に天子ヶ岳が隆起して富士山側との谷筋が出来た。そこを田貫湖岩層なだれが流下した。その後上位に芝川溶岩が流下したが、末端の富士川逆断層群(AD575)活動の隆起により末端で分断された。

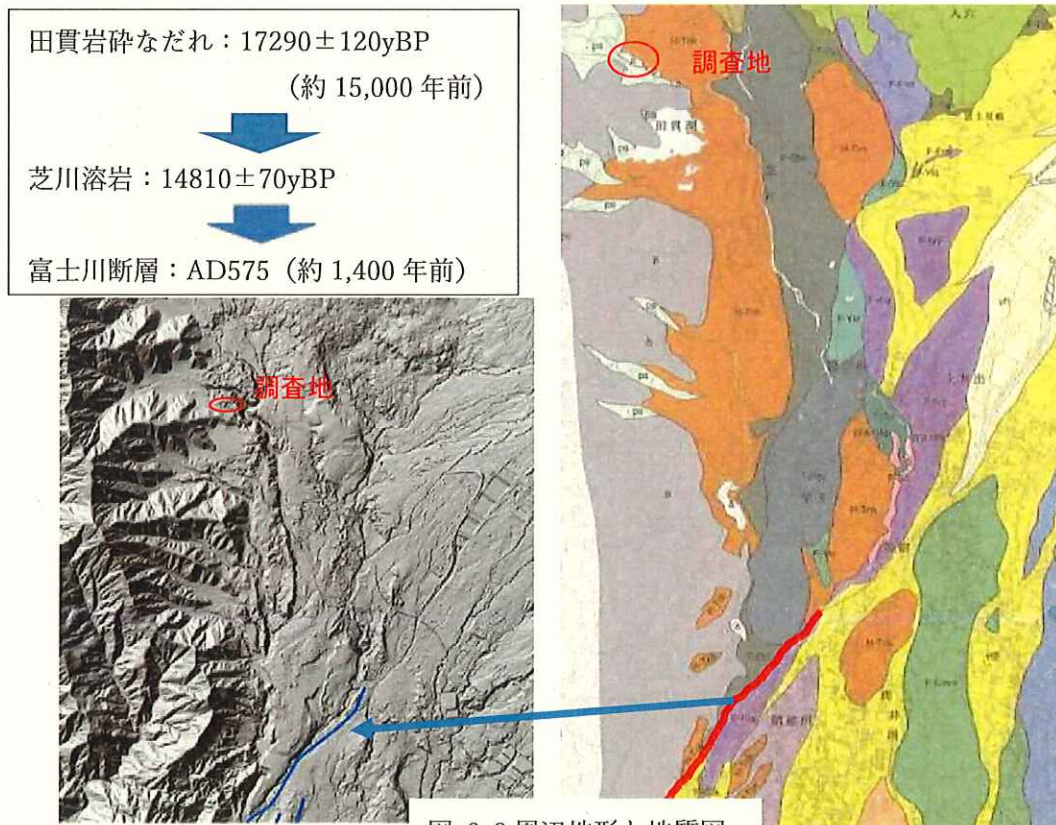


図. 3-2 周辺地形と地質図

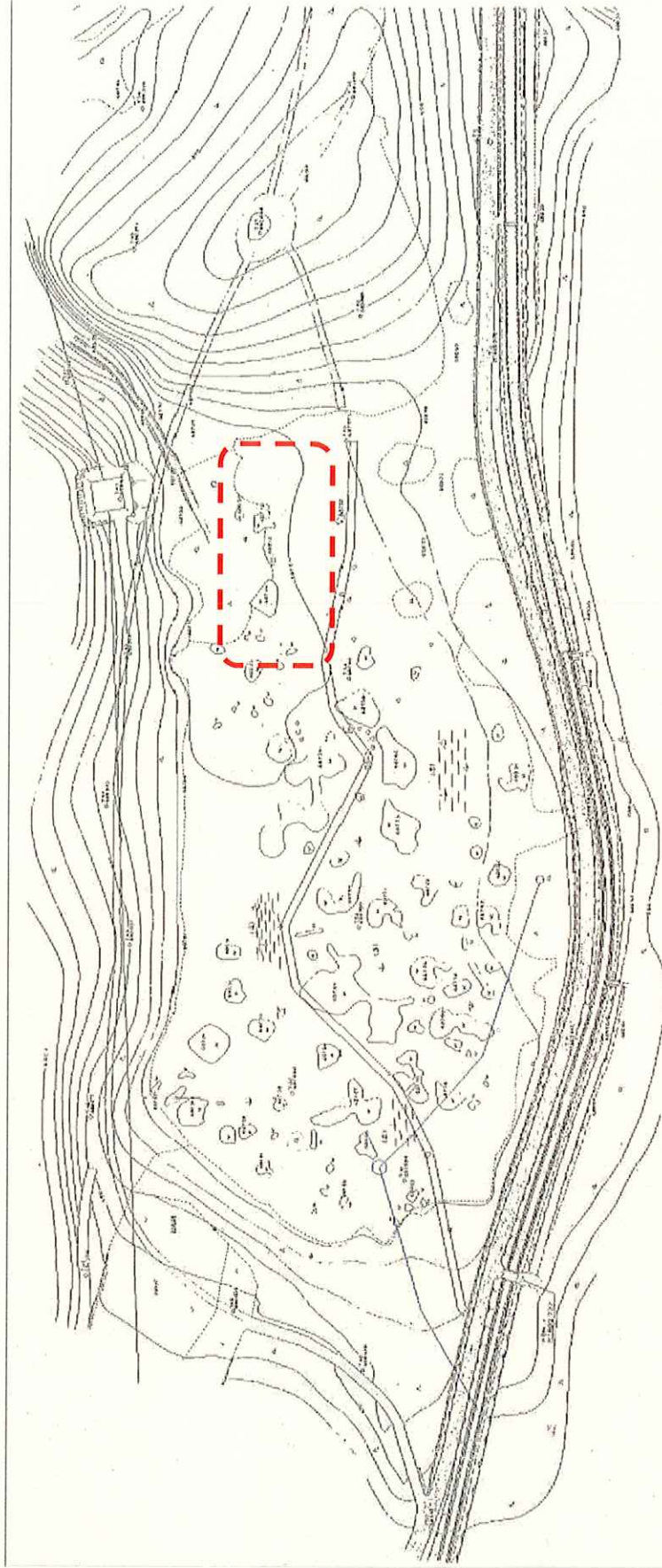


図 3-3. ヒアリングで同意されたススキの繁茂する小丘区域表層土の攪乱や地表面を下げる除去工法の範囲



写真. 3-4



写真. 3-5

4. 既往調査での地質・水象の整理

4-1. 追加既往文献による調査

文献名：平成 12 年度参加型国立公園環境保全活動推進事業報告書

：(株)ブレック研究所

以下より地質・水象に関わる記述を抜粋する。

- ・小田貫湿原を含む田貫湖周辺はもともと沼沢地が存在していた。
- ・このあたりは 4 千年前くらい前にはスギの天然林が覆っており、これが神代杉として沼底に埋蔵されたが、明治期に数度に渡り採掘されたようだ。
- ・東側の湿地は S 字状に湾曲し、小池は大小 81 個存在するとされる。
- ・湿原を形する水は主に降水に由来すると考えられるが、田貫尾根からの湧水も流入していると思われる。
- ・神代杉の採掘が行われた結果、採掘跡に水が溜まり、大小様々な沼が形成された。

＜保全方針・保全対策について＞

- ・湿原の乾燥化やこれに伴う木本の侵入、草原化の進行がいわれている。
- ・湿地の保全すべき姿や現状の問題点等の原因等が明確になっていない。
→情報の整備が必要。
- ・以下の表を「平成 12 年度参加型国立公園環境保全活動推進事業報告書」より引用掲載

表. 4-1 湿原保全上の問題点

問題点	主に考えられる要因	対策例
乾燥化による草原化の進行	・田貫沼隧道の三面張り化—水路の漏水がなくなったことによる水供給消失、南側尾根からの水供給減少 ・ヒノキ皆伐等、周辺植生の変化による保水力の低下 ・降水量の減少	・隧道を意図的に漏水させる。 ・上流域から導水する。 ・湿原周辺の自然林化。 ・湿原における進入樹木の除去や人為的な攪乱。
富栄養化	・上流部のキャンプ場からの汚水流入	
周辺環境の劣化	・周辺植生が単調なことによる生物多様性低下や景観上の問題	・湿原周辺の自然林化。
人の利用圧	・本道による植生の分断 ・盗掘 ・ごみ投棄	・監視の強化 ・看板の設置

- ・一定の規模を有する湿原という観点からは、原則として「現状保全・復元型」の手法をとるのが適当であると考える。
- ・表 4-1 については「平成 12 年度参加型国立公園環境保全活動推進事業報告書」転載であり、要因の調査検証は行われていない。

4-2. 令和元年調査結果の補足整理

①水質分析結果について

湿原北側及び湿原中央部では全窒素、全リンが 1mg/L 以上で「富養化」が一部見られる。

②土壌分析結果について

試掘孔 GL-2m で採取した褐色ロームのカルシウム分が多く含有された結果を得た。

表 4-2. No. 4 検体のカルシウム含有量

	カルシウム含有量(mg/kg)
1 回目	24,000

隣接部で湿原内への暗渠導水工事が平成 6 年度に実施された。このため直接改良したのではないが仮設工で石灰の添加などで固化したことも考えられる。

③周辺の地質環境

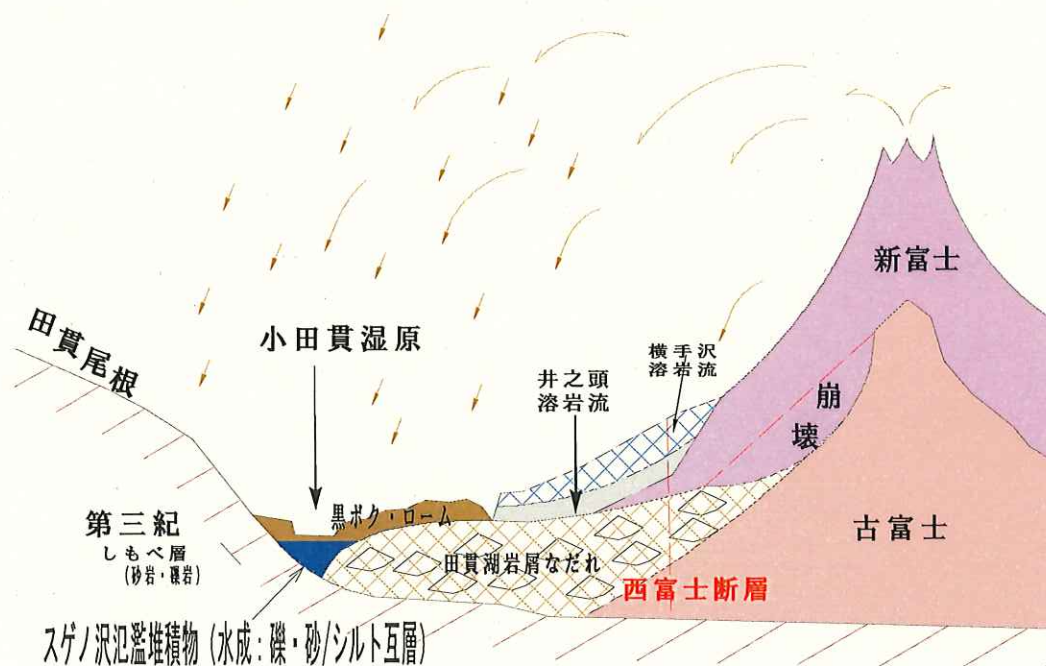


図. 4-1

上図は、小田貫湿原周辺の土地の起源を含む東西方向の模式断面図である。新第三紀身延層の砂岩・礫岩による田貫尾根を基盤岩上に約 18 千年前に古富士堆積物の田貫湖岩屑なだれ層が東側から流下してこの田貫尾根に衝突した。その際に圧縮され閉塞されたために谷状の凹部ができ古いスゲノ沢からの流路になった。

この凹部は、地形的にも窪地となりスゲノ沢の支川流路にもなり水成堆積物が堆積した。穏やかな流れのなかの堆積環境でシルトと砂が互層した。令和元年度の土検杖調査では、西側の水路沿いに上層より硬質な土質の堆積が確認され、平成29年度に行われた水路沿いのボーリング調査では、水路地表面より8m深度ほどで硬質なシルト層が堆積していることが確認されている。現在の地表面には、その後の富士山の噴火活動による風成堆積物である火山が約1~2m程堆積している。これは、噴出火山灰が風化することで褐色ロームや黒色の腐食の進んだ黒ボクであり、小田貫湿原の表層を覆い下層へ雨水を浸透させ難い不透水層となり、現在のような湿原を保持している。

鉾質湿原とは、通常は泥炭などの有機質土壌の発達するものを指すが、高層湿原または低層湿原とは区別する貧栄養湿地で泥炭を伴わない「中間湿原植生・貧栄養湿地草本植物群落」を定義している。しかし、古くは現在の田貫湖には浮島があり植物遺骸も多く有機質土壌が堆積していたことも示唆している。

5. 調査の結果

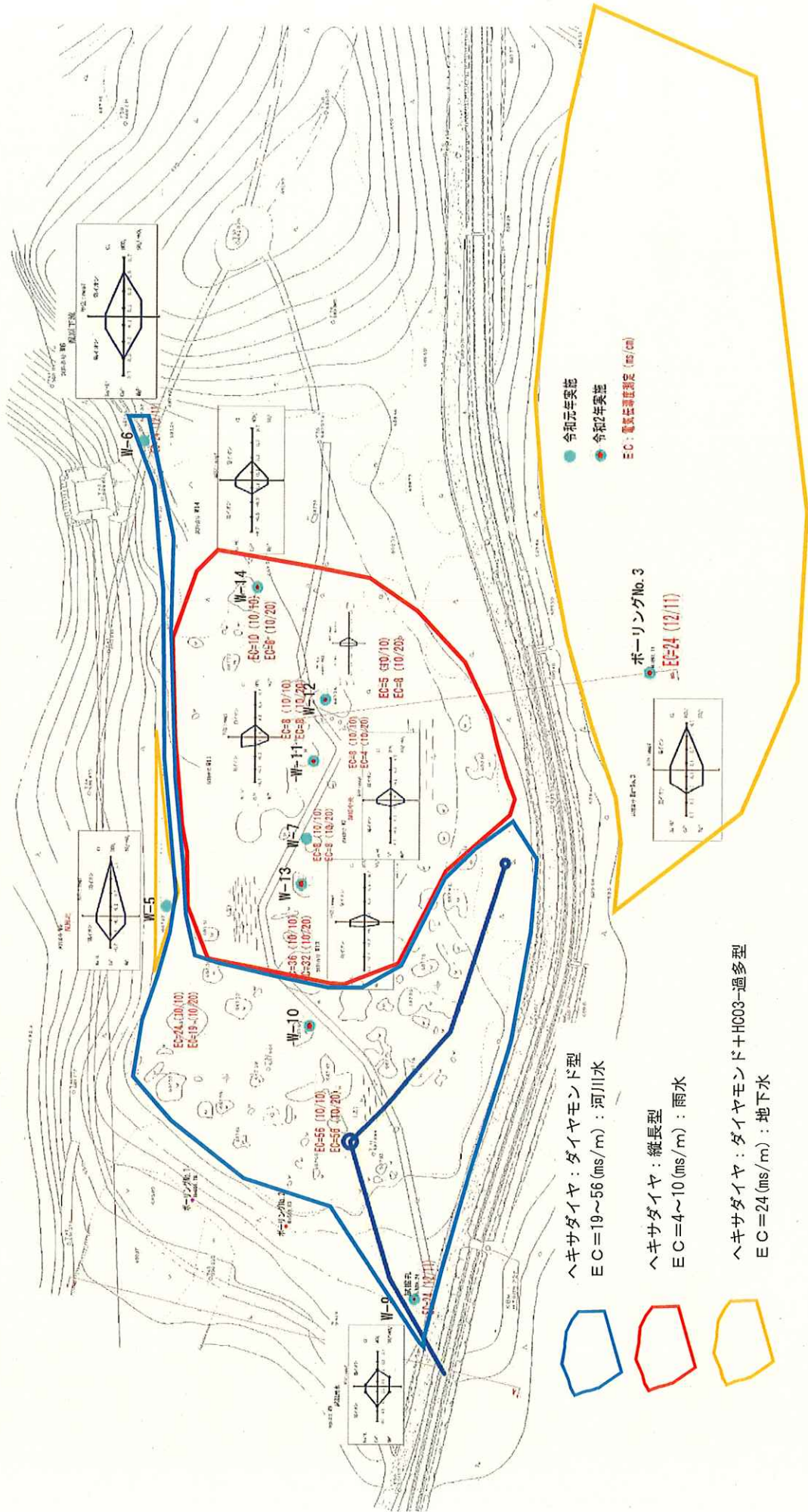
5-1. 追加水質調査の結果

令和元年度の分析結果と併せて下表に示す。また、次ページには、ヘキサダイアグラムで表記して平面図に示す。

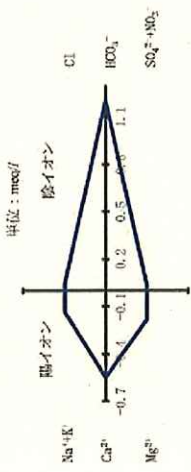
表 5-1. 水質分析結果表

年度	単位	R 1										R 2				Br-No. 3	
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14		
試料番号		スゲノ沢	水田横	分岐沢	湧水	温原北	温原下流	温原中央	田貫橋	武掘湧水							
採取場所																	
pH		7.0	6.9	7.0	6.7	6.2	6.9	5.7	7.2	6.5	6.5	5.7	6.0	6.0	6.6	6.1	
電気伝導度 (EC;at18°C)	ms/m	8.46	7.79	7.41	7.80	16.0	8.08	7.14	7.65	6.3	7.35	2.88	1.68	1.68	3.27	7.67	
ナトリウム (Na)	mg/L	3.0	2.9	2.9	3.1	2.6	3.1	0.9	3.9	2.4	2.6	2.1	1.2	1.2	1.8	4.0	
カリウム (K)	mg/L	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	0.4	0.3	0.4	0.3	1.1	2.3	0.2	0.2	0.3	1.0	
カルシウム (Ca)	mg/L	11.0	9.6	9.4	9.1	11.0	10.0	1.9	9.0	7.9	12.0	2.6	1.3	1.3	3.7	7.3	
マグネシウム (Mg)	mg/L	1.6	1.6	1.6	1.6	2.2	1.6	0.4	1.7	1.3	2.0	0.6	0.6	0.4	0.7	2.8	
塩素イオン (Cl ⁻)	mg/L	1.1	1.1	1.2	1.3	1.5	1.2	1.0	1.7	1.3	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.9	
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	11	9.4	8.8	8.1	0.2	8.7	1.0	6.8	7.9	4.5	1.0	1.0	1.0	1.5	2.9	
硫酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	mmol/L	0.54	0.47	0.48	0.48	1.20	0.53	0.20	0.52	0.34	0.63	0.19	0.13	0.11	0.25	0.64	
硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	mg/L	1.30	1.20	1.40	1.70	1.70	1.00	0.20	2.30	1.80	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	2.90	
全窒素	mg/L	0.30	0.22	0.32	0.36	1.60	0.22	1.10	0.58	0.41							
全リン	mg/L	0.005未満	0.007	0.009	0.005未満	0.032	0.005未満	0.021	0.014	0.011							
有機炭素 (TOC)	mg/L	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	1300.00	0.70	160.00	0.5未満	3.80							
Na	mg/L	0.130	0.126	0.126	0.135	0.113	0.135	0.039	0.170	0.104	0.113	0.091	0.052	0.052	0.078	0.174	
K	mg/L	0.010	0.010	0.010	0.013	0.020	0.010	0.008	0.010	0.008	0.028	0.059	0.005	0.005	0.008	0.026	
Ca	mg/L	0.549	0.479	0.469	0.454	0.549	0.499	0.095	0.449	0.394	0.599	0.130	0.065	0.065	0.185	0.364	
Mg	mg/L	0.132	0.132	0.132	0.132	0.181	0.132	0.033	0.140	0.107	0.165	0.049	0.049	0.049	0.058	0.230	
ΣC	mg/L	0.821	0.747	0.737	0.733	0.863	0.776	0.175	0.769	0.613	0.905	0.329	0.172	0.155	0.328	0.794	
Cl	mg/L	0.031	0.031	0.034	0.037	0.042	0.034	0.028	0.048	0.037	0.028	0.037	0.028	0.028	0.028	0.054	
SO ₄	mg/L	0.229	0.196	0.183	0.169	0.004	0.181	0.021	0.142	0.164	0.094	0.021	0.021	0.021	0.031	0.060	
HCO ₃	mg/L	0.540	0.470	0.480	0.480	1.200	0.530	0.200	0.520	0.340	0.630	0.190	0.130	0.110	0.250	0.640	
NO ₃	mg/L	0.021	0.019	0.023	0.027	0.027	0.016	0.003	0.037	0.029	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.047	
ΣA		0.821	0.716	0.720	0.713	1.274	0.761	0.252	0.747	0.570	0.755	0.251	0.182	0.162	0.313	0.801	
ΣC/ΣA		1.000	1.043	1.024	1.029	0.678	1.019	0.692	1.030	1.075	1.198	1.313	0.941	0.956	1.050	0.992	
ΣC/EC ₁₈		0.0971	0.0959	0.0995	0.0940	0.0540	0.0960	0.0244	0.1005	0.0967	0.1231	0.1143	0.1021	0.0923	0.1004	0.1035	
ΣA/EC ₁₈		0.0970	0.0919	0.0971	0.0914	0.0796	0.0942	0.0353	0.0976	0.0899	0.1027	0.0871	0.1085	0.0966	0.0956	0.1044	
Mg/Ca		0.15	0.17	0.17	0.18	0.20	0.16	0.21	0.19	0.16	0.17	0.23	0.46	0.31	0.19	0.38	

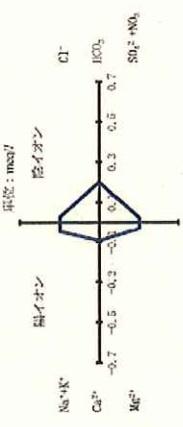
図5-1. ヘキサダイアグラム図と電気伝導度 (EC) の分布と区分図



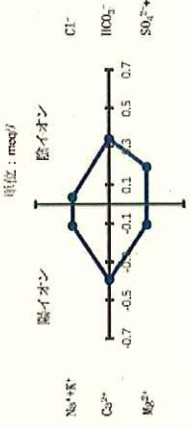
試料番号 W5
湿原北



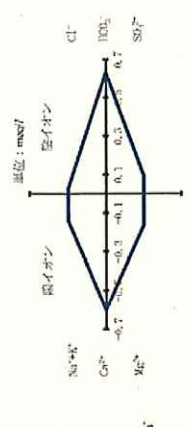
試料番号 W7
湿原中央



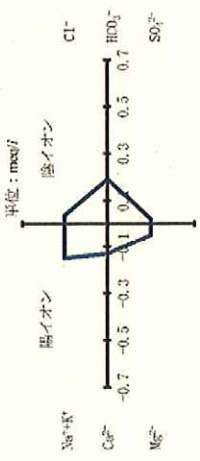
試料番号 W9
試掘湧水



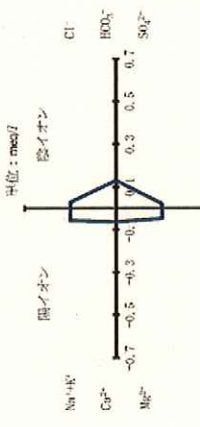
試料番号 W10



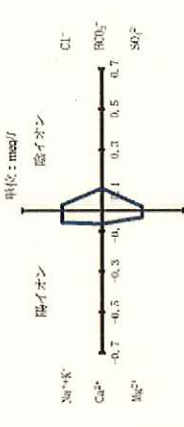
試料番号 W11



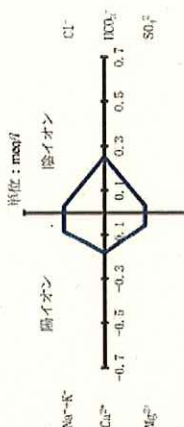
試料番号 W12



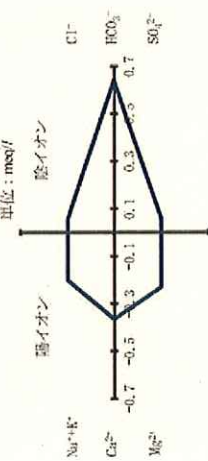
試料番号 W13



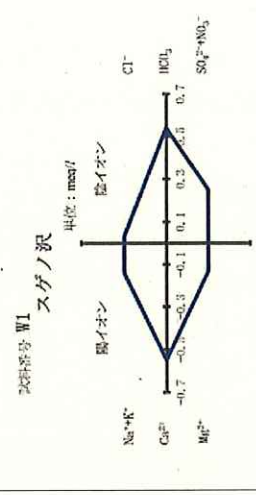
試料番号 W14



試料番号 Br-No. 3



典型的河川水
スダノ沢



EC=44 (ms/m)

図 5-2. ヘキサダイアグラム

小田貫湿原の水は3つのタイプに分類される。

I タイプ：河川水型

水路からの導水によるものとする

ヘキサダイヤ：ダイヤモンド型

EC=19~56(ms/m)：河川水

II タイプ：雨水型

湿地中央部の深い池の水

*冬季において降雨が少ないときは水位低下または凍結

*雨期は山地からの地下水の伏流も考えられる

ヘキサダイヤ：縦長型

EC=4~10(ms/m)：雨水

III タイプ：地下水型

ボーリング No. 3 で採取した地下水

*EC 値では東側端部で採取した水と同等

ヘキサダイヤ：ダイヤモンド+HC03-過多型

EC=24(ms/m)：地下水

<富養化について>

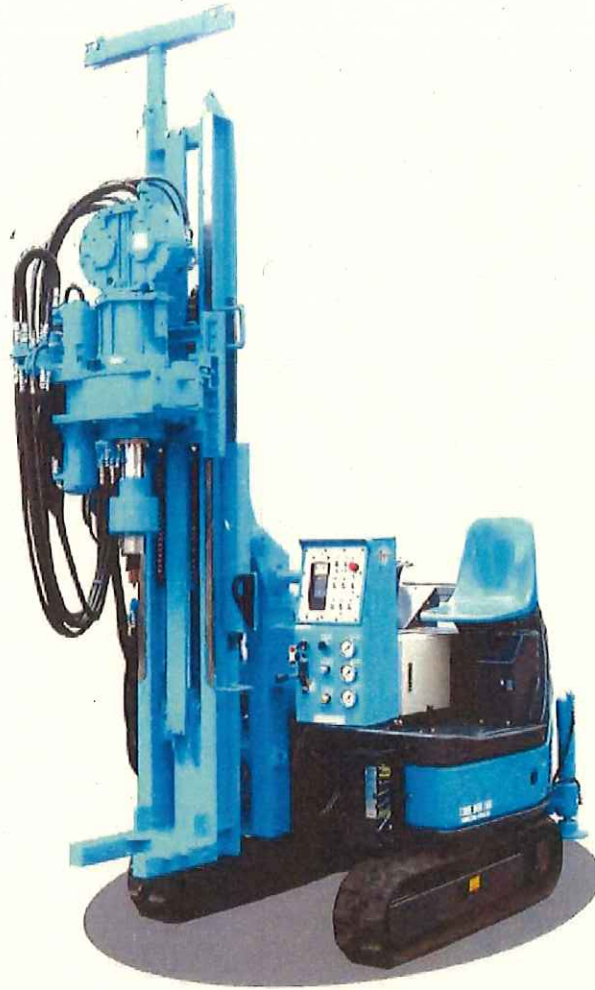
富養化と貧養の境界目安は全窒素量で 0.15~ 0.2 mg/l 程度、全リンでは 0.02 mg/l 程度とされている。「平成8年2月 水質調査の基礎知識(近畿地方整備局近畿技術事務所)を参考引用」

全窒素では、いずれもやや大きいものの「W5：湿原北」と「W7：湿原中央」の値が吐出して大きい。また、全リンでは、「W5：湿原北」と「W7：湿原中央」が上記の目安を超えている。

タイプIIとタイプIIIのエリアであり、スゲノ沢水が直接侵入したIエリアではないので、スゲノ沢上流に問題があるとは言及しがたい。

5-2. ボーリング調査結果

ボーリングは、 $\phi 86\text{mm}$ 孔径で掘削し、下記のような機械を使用した。下記機械は、不陸のある地形を自走することが出来、足場を要しない構造にある。また、送水することなく、震動によるコアチューブでのコア採取である。



◇EP-26N

パワースイベル部		パイプロ部	
形式	油圧モータ駆動	最高稼働数	4000 [rpm]
スピンドル回転数	LOW 30 [min ⁻¹] HIGH 60 [min ⁻¹]	最大起振力	38.0kN (3900kgf)
スピンドルトルク	LOW 3.2 [kNm] (330kgfm) HIGH 1.6 [kNm] (165kgfm)	マスト	形式 油圧シリンダー起倒式 マストスライド 500mm
フィード部		ヘッドシーブ	手動スライド式 ストローク730mm
形式	油圧シリンダフィード	ウインチ	
給圧力	20.0 [kN] (2000kgf)	巻き細力	MAX 3.8kN (400kgf)
バランス力 (最大)	9.3 [kN] (9975kgf)	巻き速度	0-50m/min
給圧速度	通常 0-9.7m/min 急速 27.0m/min	巻き取り能力	5m×23m
バランス速度	通常 0-3.7m/min 急速 11.1m/min	質量	約 2.69ton
ストローク	1.4m (0.P 1.9m)	クローラー	油圧駆動式 (ZX27U2+ZX-17U2)
		定格出力	19.7kW/2200min ⁻¹

図 5-3. ボーリング機械

ボーリング位置平面図

S = 1 : 500
(A3版 : 1000)

<ボーリング位置の選定>

ボーリング位置は、主に温原形成に最も関与している浅層部の地質構成を知り、かつその後の水位観測孔に利用するため、温地上流側で実施した (No.1, No.2)。また、対策工としての水の供給を考えた場合、明らかに供給源を上流側に求めるため、踏査露頭での地質を対比することも目的とした。

No.3 孔については、天子山地山麓の幅広谷からの供給地下水のための植物の攪乱や破壊があるため環境保全の側面から他の手法 (簡易動的コーン貫入試験) による表層土の厚さ分布調査を補足した。

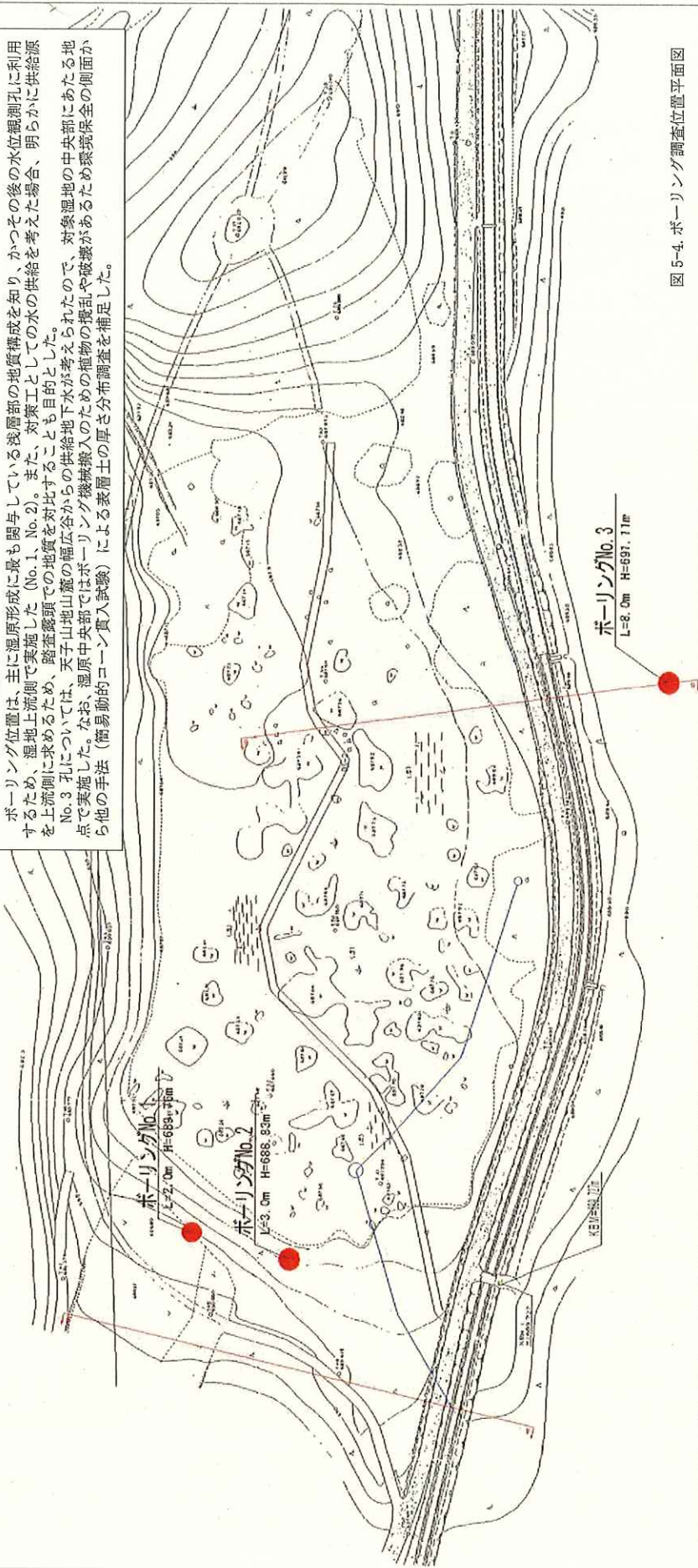


図 5-4. ボーリング調査位置平面図

<ボーリング調査経緯>

北側のかつての水田への供給水のあり方や水位を知るため、No.1より着手。No.1孔では、表層黒ボク〜褐色ロームが1.9m程堆積し、以深では硬質な安山岩質の玉石に遭遇した。田貫崩岩砕なだれ層かその上位のステージノ沢泥岩堆積物の一部であると認識したが、地下水はない。以深への掘削が使用機械では困難なため終了し水位観測孔を設けた。しかし、観測孔に侵入はないため観測は行っていない。したがって、No.2孔はより現在の温原に近づき温原水位を継続的に検測するために実施した。ここでは、同様に3m程で硬質層に遭遇したため調査を終了した。

No.3孔は、地層変化と共に深層地下水の存在がボーリング中にも認められたため、硬質地盤に遭遇するまで調査を行い、既存ボーリング調査との対比で同等層を確認して終了した。

<ボーリング調査結果>

ボーリング調査の結果は、以下より示す土質ボーリング柱状図・コア写真及び小田貫湿原の横断方向の推定地質断面図を作成した。

土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調査名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止化対策検討のための地質・水象調査業務

事業名 または 工事名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止化対策検討

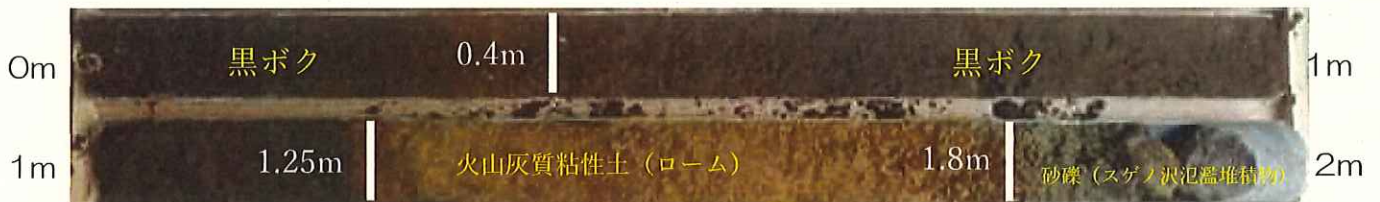
調査目的及び調査対象 その他 その他

ボーリング名	No. 1		調査位置	富士宮市猪之頭地先(小田貫湿原)		北緯	35° 21' 9.68"				
発注機関	富士宮市			調査期間	2020年 4月 24日 ~ 2020年 4月 24日			東経	138° 33' 19.08"		
調査業者名	(株)建設コンサルタントセンター 電話 051-345-2155		主任技師	柴田達哉 *建設士番号* 第09303号		現場代理人	牧野敦史 *建設士番号* 第21193号		コアア 鑑定者	柴田達哉 *建設士番号* 第09303号	
ボーリング責任者	川口隆志 *建設士番号* 第21193号		角	180° 上下 90°		方位	北 0° 東 90° 南 180° 西 270°		地盤勾配	水平0° 鉛直 90°	
使用機種	EP-26		エンジン	ポンプ		なし					
孔口標高	T.P. 689.76m		総削孔長	2.00m							

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	現場土質名 (模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色調	相対密度	相対稠度	地質時代名	記事	孔内水位 測定月日	標準貫入試験										試験採取 番号	室内位置 試験	削孔 月日			
												深度-N値図					N値	深 度 (m)	100mmごとの 打撃回数	100 200 300	100 200 300				打撃ごとの貫入量	50 回の貫入量	自沈時の貫入量
	689.85	0.40	黒ボク	黒ボク	粘土	暗黒				底性を混える、黒ボク。		0	10	20	30	40	50										
1	688.61	1.25	黒ボク	黒ボク	粘土	暗黒				暗黒色が強く、含水は少ない、粘性土草性。																	
	687.85	1.80	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	粘土	黄褐色				ローム質で砂分、粘性土分が卓越するが、角種を含む。																	
2	687.75	2.00	砂礫	砂礫	砂礫	黄褐色				100mm以上の安山岩種を混じえ、固結性高い砂礫。																	

図 5-5. No. 1 ボーリング柱状図

写真 5-1. No. 1 コア写真



土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調 査 名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止化対策検討のための地質・水象調査業務

事業名 または 工事名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止化対策検討

調査目的及び調査対象 その他 その他

ボーリング名	No. 2	調査位置	富士宮市猪之頭地先(小田貫湿原)	北緯	35° 21' 8.98"
発注機関	富士宮市	調査期間	2020年 4月 24日 ~ 2020年 4月 24日	東経	138° 33' 18.23"
調査業者名	(株)建設コンサルタントセンター 電話 054-345-2155	主任技師	柴田達哉 登録番号 第09303号	現場代理人	牧野敦史 登録番号 第21193号
コ ン 定 者	柴田達哉 登録番号 第09303号	ボーリング責任者	川口隆志 登録番号 第09303号	試験機	EP-26
孔口標高	T. P. 688.83m	角	180° 上下 0°	方位	北 0° 東 90° 南 180° 西 270°
総削孔長	3.00m	地盤勾配	鉛直 90° 0°	使用機種	エンジン
				ポンプ	なし

標尺 (m)	標高 (m)	深 度 (m)	現場土質名 (模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	地 質 時 代 名	記 事	孔内水位 / 測定月日	標準貫入試験						試料採取	室原位置試験	削 月 日				
												深度-N値図									深 度 (m)	100mmごとの打撃回数	50回の貫入量	自沈時の貫入量
	688.83	0.00	黒ボク	黒ぼく	雑草					草根を混える。黒ボク。		0	10	20	30	40	50							
1	687.88	0.95	黒ぼく	黒ぼく	雑草					暗黒色が強く、含水は少ない。粘性土感。0.2m-0.5m砂主体。以下に砂を混う。														
2	693.39	2.45	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	高吸着雑草					ローム質で砂分。粘性土分が盛れるが、全体に角礫を混むが、下方ほど硬さが大きくなり、量も多くなる。														
3	695.83	3.00	砂礫	玉石混じり砂	砂 沢					50mm以上の火山岩類を混じり、固粘性高い砂礫。														

図 5-6. No. 2 ボーリング柱状図

写真 5-2. No. 2 コア写真



土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調 査 名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止化対策検討のための地質・水象調査業務

事業名 または 工事名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止化対策検討

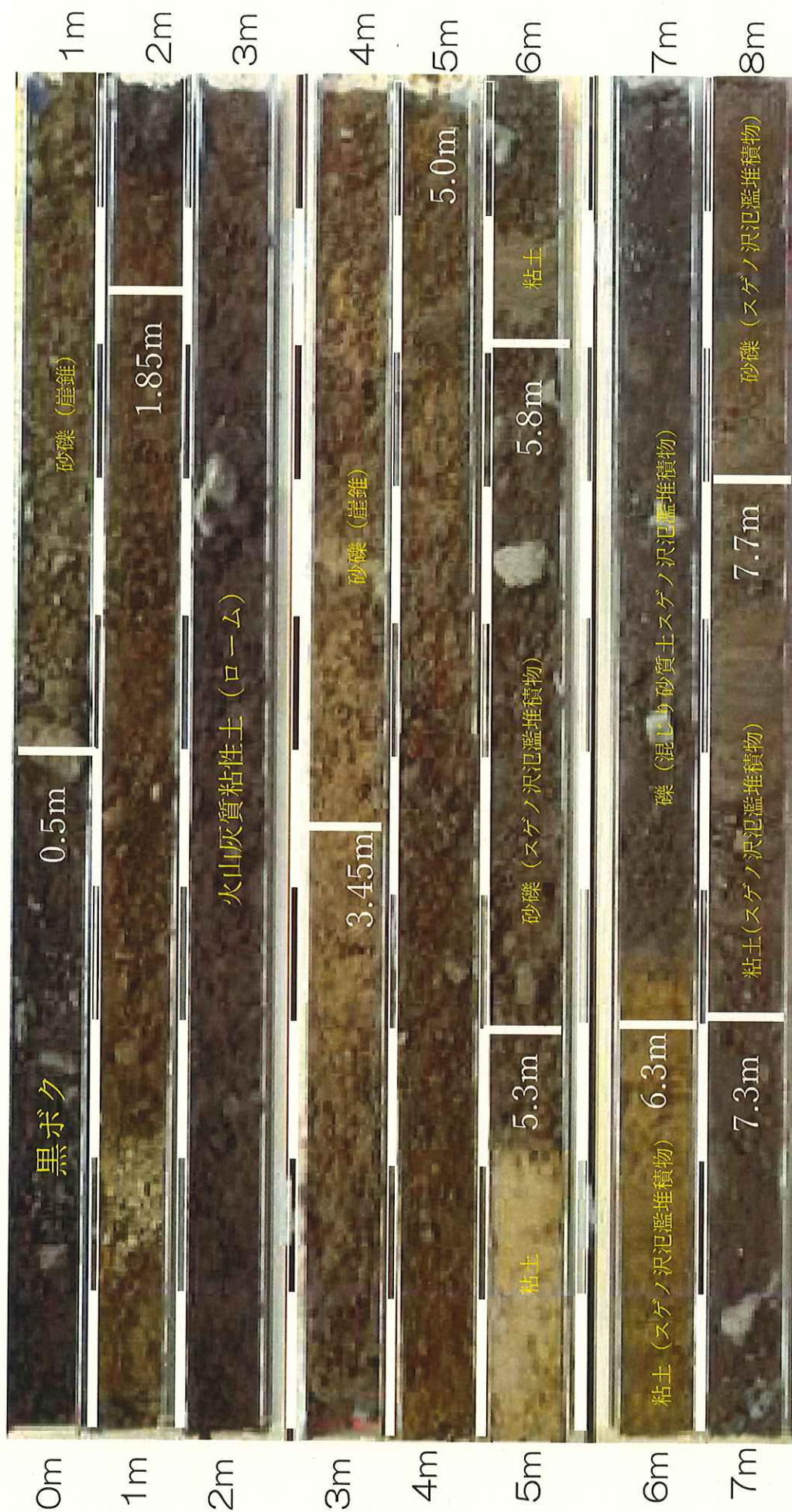
調査目的及び調査対象 その他 その他

ボーリング名 No. 3		調査位置 富士宮市猪之頭地先(小田貫湿原)		北緯 35° 21' 4.92"	
発注機関 富士宮市		調査期間 2020年 4月 24日 ~ 2020年 4月 24日		東経 138° 33' 20.12"	
調査業者名 (株)建設コンサルタントセンター 電話 054-345-2155		主任技師 柴田達哉 地質調査士 登録番号 第09303号		現代 堀人 牧野敏史 地質調査士 登録番号 第21193号	
孔口標高 T.P. 691.11m		角 180° 上下 0°		コ 鑑 定 者 柴田達哉 地質調査士 登録番号 第09303号	
総削孔長 8.00m		方位 北 0° 東 90° 南 180° 西 270°		ボーリング者 川口隆志 地質調査士 登録番号	
		地盤勾配 水平 0° 鉛直 90°		試 験 機 EP-26	
		使用機種 エンジン		ポンプ なし	

標 尺 (m)	標 高 (m)	深 度 (m)	現 場 土 質 名 (模 様)	現 場 土 質 名	地 盤 材 料 の 工 学 的 分 類	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	地 質 時 代 名	記 事	孔 内 水 位 / 測 定 月 日	標 準 貫 入 試 験						試 料 採 取 深 度 (m)	採 取 方 法	室 原 位 置 試 験	削 孔 月 日		
												深 度 - N 値 図										深 度	100mmごとの打撃回数
												0	100	200	300								
1	690.61	0.50	馬ぼく	馬ぼく	種茶					草根を混える。馬ぼく。													
2	690.28	1.85	シルト混じり砂礫	シルト混じり砂礫	種茶					堆積堆積物（背後斜面からの供給砂礫）、粘性土を混えるが微分草根。φ2mm~15mmの角礫混じる													
3	687.09	3.45	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	種茶場					全体に粘性土を混えるシルト混じり砂礫層である。礫はさほど大きなものはないが、円礫混じる。最大礫径φ40mm。													
4	687.09	3.45	火山灰混じり砂礫	火山灰混じり砂礫	種茶					やや角礫の混じる堆積性堆積物。φ10~50mmの礫混じる。マトリックスはシルト質砂。	64.24 4.00												
5	692.11	5.00	粘性土	粘性土	灰					含水量が少ない粘性土。他の砂や礫は伴わない													
6	685.31	5.60	火山灰混じり砂礫	火山灰混じり砂礫	茶					φ10mm程度の礫を伴う火山灰質粘性土であるが砂分が多い													
6	684.91	6.10	粘性土	粘性土	場					茶色を呈するが、粘土層。含水は中位。													
7	685.01	7.20	堆積性砂礫	堆積性砂礫	種灰					含水量が少ない粘性土混じる砂礫と砂の互層層													
8	685.41	7.70	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	種灰					粘性土がやや卓越するが、礫及び砂も伴う。													
8	683.11	8.00	シルト混じり砂礫	シルト混じり砂礫	茶					硬質ロースをマトリックスにφ100mm程度の礫を伴う。固結性高い。													

図 5-7. No. 3 ボーリング柱状図

写真 5-3. No. 3 コア写真



No. 3 (2 半裁直後)

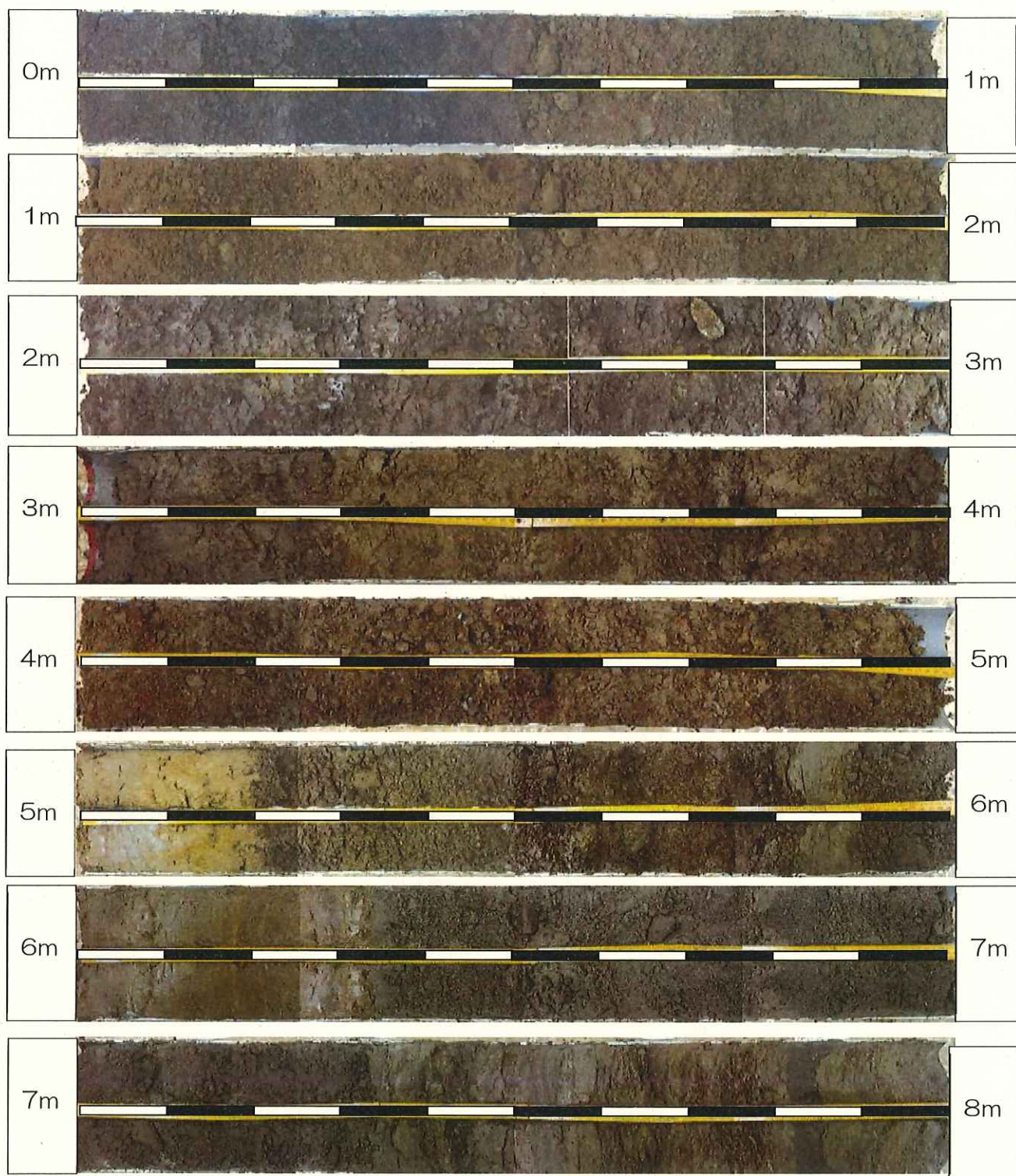


写真 5-4. No. 3 ボーリングコア (半裁状態上下同位置)

推定地質断面図

SV=1:100 SH=1:200

凡例

- | | | | |
|-----------|--------|------------|--------------|
| Kb | 黒ク・ローム | Asg | 砂・シルト・砂礫互層 |
| dt | 崖錐堆積物 | Tnd | 田貫湖岩層なだれ |
| Ac | 軟弱粘性土 | F | 天子山地 (砂岩・礫岩) |

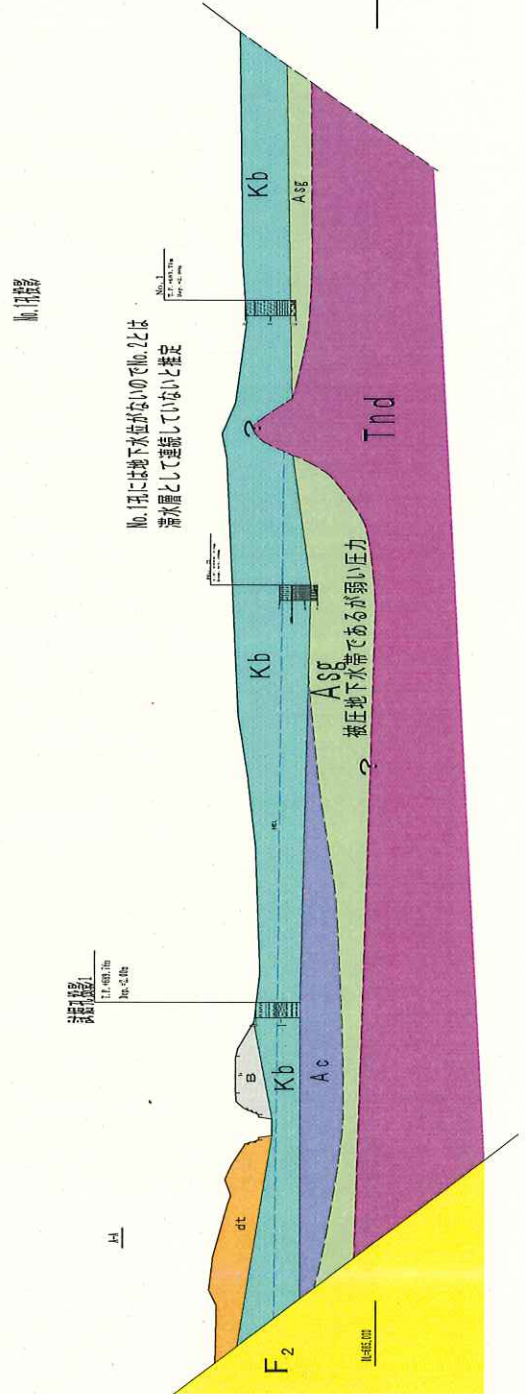
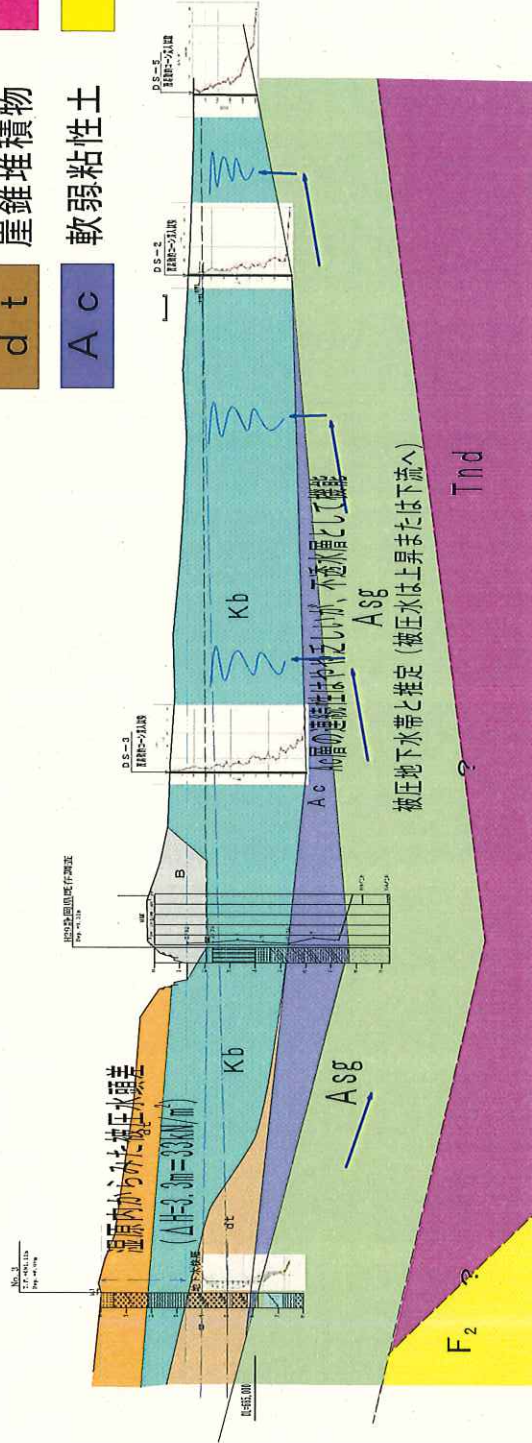


図5-8. 推定地質断面図

No. 1 孔：約 2m の黒ボク・ロームより玉石に遭遇（Asg 層と想定される）。
地下水は存在しない。

No. 2 孔：約 2.5m の黒ボク・ロームより砂礫層に達する（玉石に遭遇）。Asg 層と
想定され、暗灰色を呈して飽和状態といえる。砂礫層はシルト分を混え
る。地下水位は、掘削時は黒ボク層内に存在。

No. 3 孔：約 0.5m の黒ボク以深は、山側土砂の崩積土砂が堆積。より以深では褐
色ロームの風積がある。その下位には古い崩積土砂が堆積する。この層
には常時地下水が山側から供給されているもよう。さらに以深では粘土
層が 2 枚程度存在し、砂層と互層する。この砂層にはラミナ構造が発達
し水成堆積物であることを示唆する。最深度には砂礫層が堆積するが、
シルト分を多く混えており、淘汰されていない。
5m 以深は、灰～暗灰色を呈しており、飽和した状態である。

既存ボーリング柱状図を併せて推定地質断面図を描くと小田貫湿原内には 4m
程度の黒ボク・ローム層が堆積し、以深では滞水層である Asg 層の存在が考えら
れる。湿原内への供給される水は、山地谷部の深層部である崖錐またはスゲノ沢
氾濫堆積物（水成堆積物）からもたらされる湧水であることが伺える。

5-3. 現場透水試験結果

各孔の地盤は、黒ボク・ローム層などの透水性の低い土質が厚く堆積し、下位の砂礫層（Asg 層）のみ透水性が高いことより現場透水試験は、非定常状態の回復法により行った。

回復法は、孔内水位を強制的にペーラー又はポンプで低下させ、その回復過程での「時間—上昇水位量」の変化を計測し、計算式にて透水係数を算出するものである。

なお、透水試験は、ボーリング孔を用いストレーナー管を挿入した状態で実施した。したがって、透水係数は全層の透水性を示すものであるが、上記したように砂礫層などの透水性優越層に支配されている。

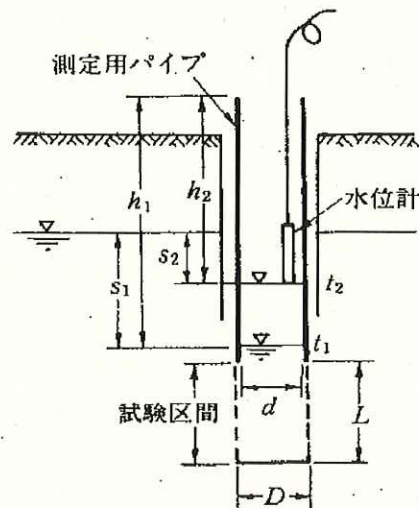


図 5-9. 現場透水試験（非定常回復法）

<現場透水試験結果>

現場透水試験の結果は、次ページに記録データシートを示すが、下表の一覧表にまとめる。

表 5-1. 現場透水試験結果一覧表

	透水試験係数 (m/sec)	評価	備考
No. 2 孔	1.63×10^{-6}	透水性は低い	ゆっくりと透水する
No. 3 孔	9.20×10^{-7}	透水性は低い	ゆっくりと透水する
試掘孔	1.61×10^{-5}	透水性は低い	ゆっくりと透水する

したがって、Asg 層の透水性は、土質状況があまり淘汰されていない透水性は低めの値となっている。

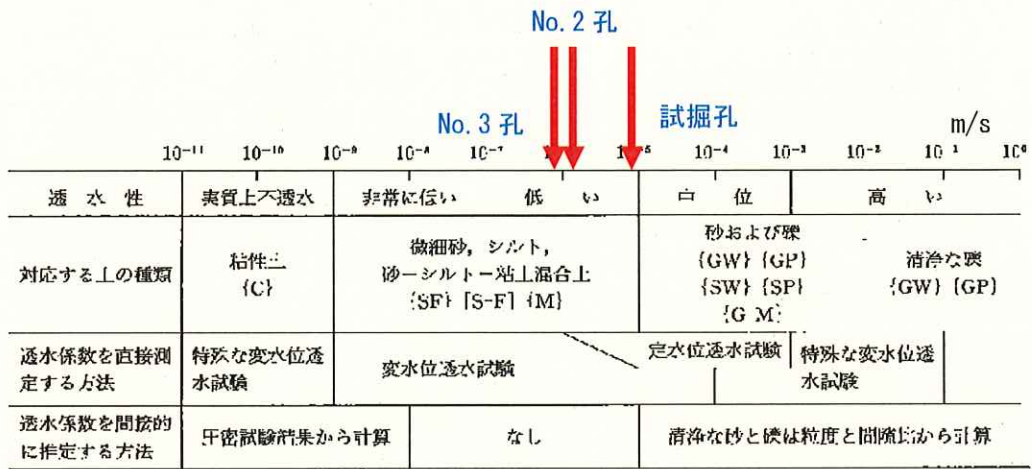


図 5-10. 透水性と土質区分

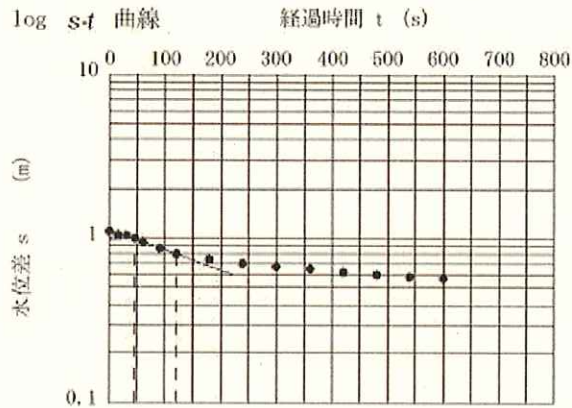
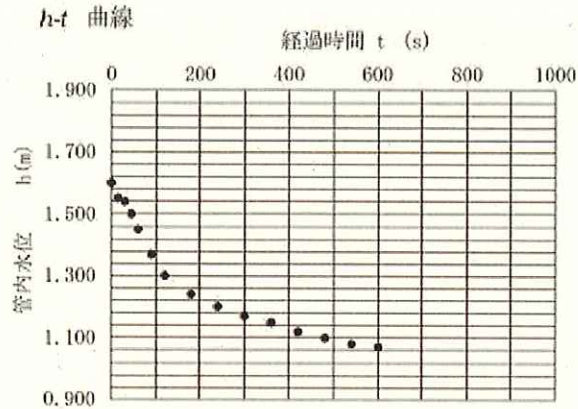
調査件名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止検討のための地質・水象調査委託 試験年月日 令和2年5月13日

地点番号 (地盤高) No.2 試験者 小林竜馬

試験条件	試験方法	汲上げ(回復)/挿入	天候		晴れ
	試験区間の深さ GL m	0.5~3.0	管口の高さ GL m		
	試験区間の長さ(試験前) L' m	2.5	上部離隔長 L ₁ ' m	2.5	
	試験区間の長さ(試験後) L m	2.5	下部離隔長 L ₂ ' m	2.5	
	平衡水位測定	試験前/試験後	試験区間の孔径 D m	0.050	
	平衡水位 h ₀ GL m	0.500	測定パイプの内径 d m	0.050	
	試験開始水位差 s ₀ m	0.900	等価内径 d _e m	0.050	

試験記録

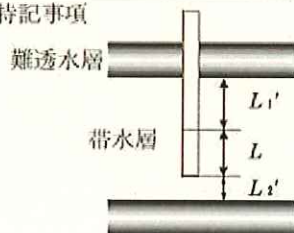
経過時間 t s	水位測定管内 水位 h GL m	水位差 s (=h ₀ -h) m
0	1.600	1.100
15	1.550	1.050
30	1.540	1.040
45	1.500	1.000
60	1.450	0.950
90	1.370	0.870
120	1.300	0.800
180	1.240	0.740
240	1.200	0.700
300	1.170	0.670
360	1.150	0.650
420	1.120	0.620
480	1.100	0.600
540	1.080	0.580
600	1.070	0.570



試験結果

直線上の点座標 t ₁ s	45	直線勾配 α 1/s	1.23 × 10 ⁻³	透水係数 k m/s	1.63 × 10 ⁻⁸
直線上の点座標 t ₂ s	120	$\alpha = \frac{\log_{10}(s_1/s_2)}{t_2 - t_1}$	$k = \frac{(2.3d_e)^2}{8L} \log_{10} \left(\frac{2L}{D} \right) \alpha$		
直線上の点座標 s ₁ m	0.990				
直線上の点座標 s ₂ m	0.800				

特記事項



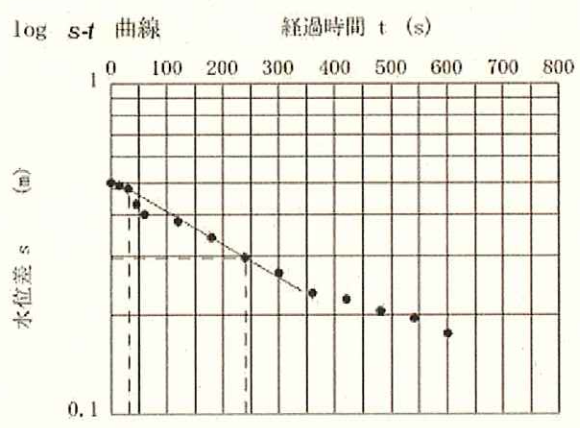
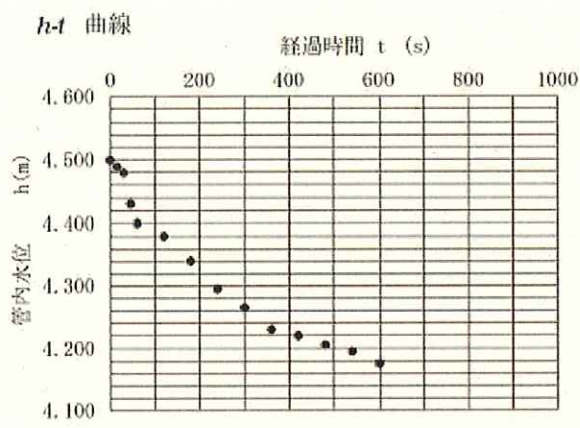
調査件名 富士宮市小田貫湿原乾燥化防止検討のための地質・水象調査業務 試験年月日 令和 2年 5月 13日

地点番号 (地盤高) No. 3 試験者 小林竜馬

試験条件	試験方法	汲上げ(回復)/投入	天候	晴れ
	試験区間の深さ GL m	4~8	管口の高さ GL m	
	試験区間の長さ(試験前) L' m	4	上部離隔長 L ₁ ' m	4
	試験区間の長さ(試験後) L m	4	下部離隔長 L ₂ ' m	4
	平衡水位測定	試験前/試験後	試験区間の孔径 D m	0.050
	平衡水位 h ₀ GL m	4.000	測定パイプの内径 d m	0.050
	試験開始水位差 s _p m	0.500	等価内径 d _e m	0.050

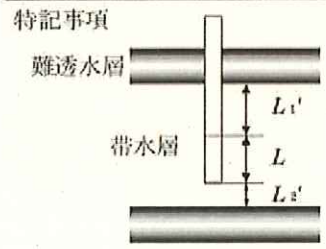
試 験 記 録

経過時間 t s	水位測定管内水位 h GL m	水位差 s (=h ₀ -h) m
0	4.500	0.500
15	4.490	0.490
30	4.480	0.480
45	4.430	0.430
60	4.400	0.400
120	4.380	0.380
180	4.340	0.340
240	4.295	0.295
300	4.265	0.265
360	4.230	0.230
420	4.220	0.220
480	4.205	0.205
540	4.195	0.195
600	4.175	0.175



試 験 結 果

直線上の点座標 t ₁ s	30	直線勾配 α 1/s	1.01 × 10 ⁻³	透水係数 k m/s	9.20 × 10 ⁻⁷
直線上の点座標 t ₂ s	240	$\alpha = \frac{\log_{10}(s_1/s_2)}{t_2 - t_1}$		$k = \frac{(2.3d_e)^2}{8L} \log_{10} \left(\frac{2L}{D} \right) \alpha$	
直線上の点座標 s ₁ m	0.480				
直線上の点座標 s ₂ m	0.295				



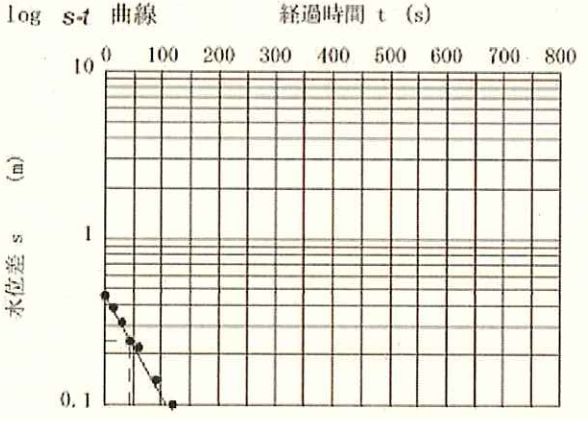
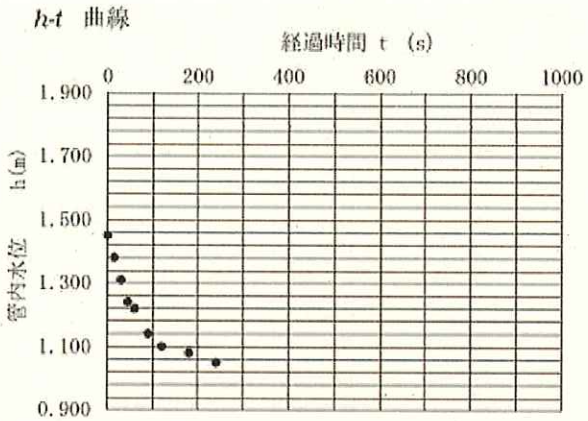
調査件名 富士宮市小田貫湿原乾燥防止検討のための地質・水象調査委託 試験年月日 令和 2年 5月 13日

地点番号 (地盤高) 試掘孔 試験者 小林竜馬

試験条件	試験方法	汲上げ(回復)/投入	天候	晴れ
	試験区間の深さ GL m	2~3	管口の高さ GL m	
	試験区間の長さ(試験前) L' m	1	上部離隔長 L_1' m	1
	試験区間の長さ(試験後) L m	1	下部離隔長 L_2' m	1
	平衡水位測定	試験前/試験後	試験区間の孔径 D m	0.050
	平衡水位 h_0 GL m	1.000	測定パイプの内径 d m	0.050
	試験開始水位差 s_p m	1.450	等価内径 d_e m	0.050

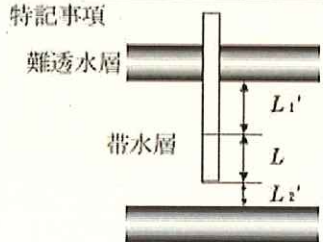
試験記録

経過時間 t s	水位測定管内 水位 h GL m	水位差 s (= h_0-h) m
0	1.450	0.450
15	1.380	0.380
30	1.310	0.310
45	1.240	0.240
60	1.220	0.220
90	1.140	0.140
120	1.100	0.100
180	1.080	0.080
240	1.050	0.050



試験結果

直線上の点座標 t_1 s	0	直線勾配 a 1/s	6.07 × 10 ⁻³	透水係数 k m/s	1.61 × 10 ⁻⁵
直線上の点座標 t_2 s	45	$a = \frac{\log_{10}(s_1/s_2)}{t_2 - t_1}$	$k = \frac{(2.3d_e)^2}{8L} \log_{10}\left(\frac{2L}{D}\right)a$		
直線上の点座標 s_1 m	0.450				
直線上の点座標 s_2 m	0.240				



5-4. 地下水検層結果

地下水検層は、ボーリング孔を利用して、25cm 間隔で地下水の比抵抗変化を観測する地下水の流動箇所を特定するための試験である。孔内地下水の比抵抗は流れがある場合には時間的に変化するために自然地下水のそれを強制的に低下させ、その回復速度を計測する方法である。強制的な比抵抗値の低下には、電解物質である食塩を地下水に溶かし攪乱させることになり、食塩の希釈度合いを計測することと同意である。

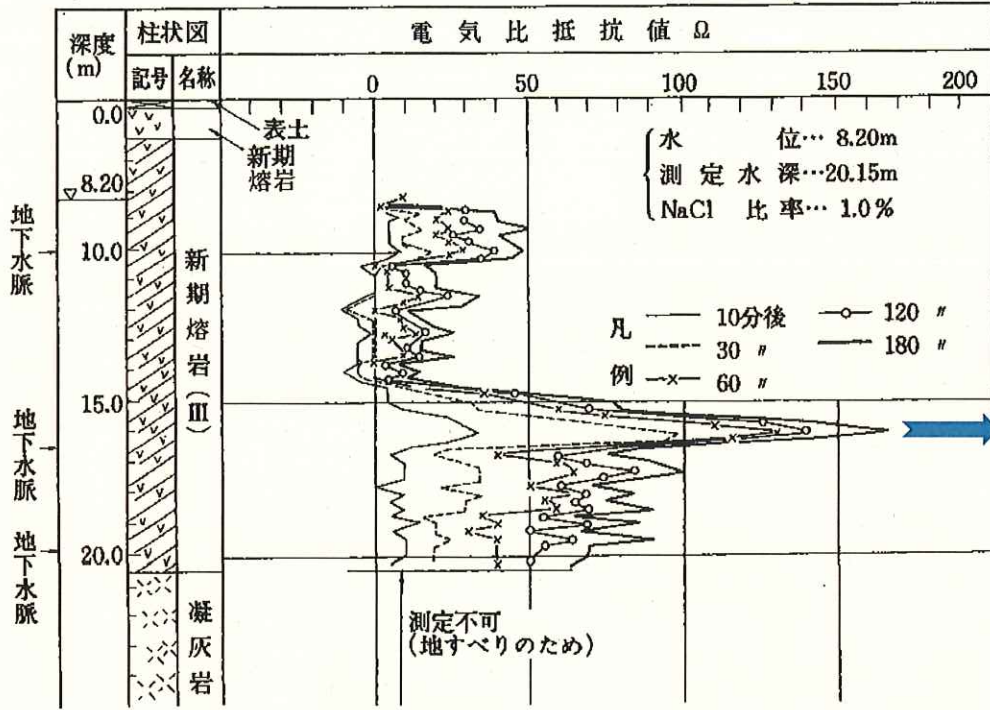
したがって、地下水の流動箇所においては、食塩水の希釈が速く、比抵抗値が真水のそれに向かって変化してゆく。また、地下水の流動が無い箇所では比抵抗値の変化は進まず、食塩水の下降により比抵抗値が上昇する程度である。

図 5-13. は、顕著な流動層を捉えた地下水検層結果整理の例であるが、相対的に右に凸になるほど流動層の可能性が高い。



図 5-11. 地下水検層概念図と比抵抗計測機器

計測は、食塩による均等な比抵抗低下後、5分、10分、15分、30分、60分、90分、120分、150分、180分が一般的であるため今回もその時刻で行った。



時間毎の計測結果をグラフ化すると時間に対して比抵抗値の変化が大きい箇所が流動層と判定。

図 5-12. 地下水検層結果例 (道路土工; 切土・斜面安定化工法指針より)

地下水検層結果図

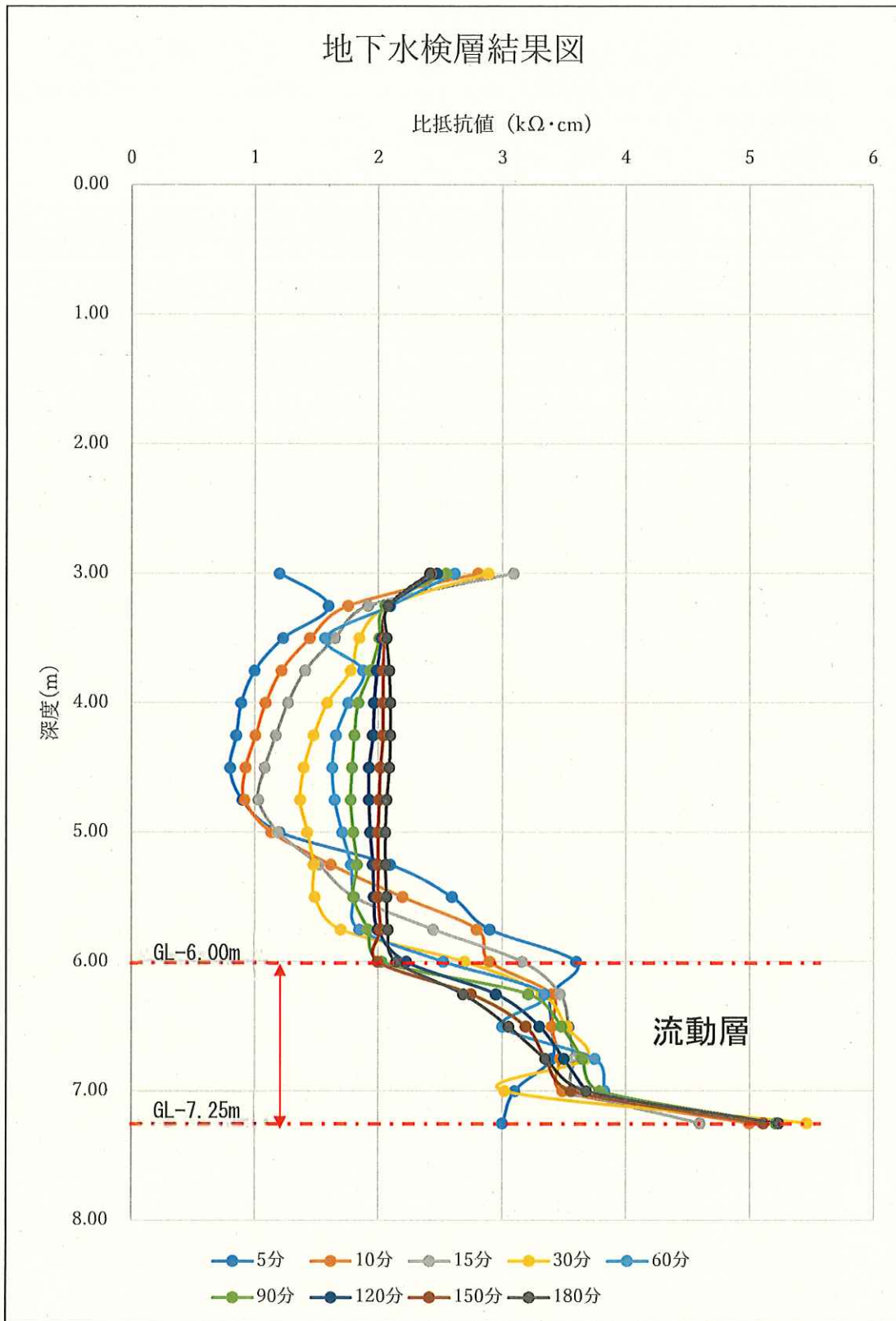


図 5-13. 地下水検層結果図

表 5-2. 地下水検層データシート

件名:	富士宮市小田貫湿原乾燥化防止対策検討のための地質・水象調査										
調査場所:	富士宮市猪之頭					試験日	2020年10月29日				
試験孔名称:	ボーリングNo.3孔										
孔内水位:	GL-	2.860	m								
深度 (m)	真水	経過時間									
	B.G	0	5分	10分	15分	30分	60分	90分	120分	150分	180分
0.00											
0.25											
0.50											
0.75											
1.00											
1.25											
1.50											
1.75											
2.00											
2.25											
2.50											
2.75											
3.00	23.20	1.10	1.20	2.81	3.09	2.89	2.62	2.55	2.48	2.43	2.42
3.25	23.20	1.50	1.60	1.76	1.92	2.08	2.10	2.06	2.09	2.08	2.08
3.50	22.80	1.32	1.23	1.45	1.65	1.85	1.57	2.01	2.03	2.05	2.07
3.75	23.20	0.95	1.00	1.22	1.41	1.78	1.88	1.94	1.99	2.04	2.09
4.00	26.60	0.75	0.89	1.09	1.27	1.59	1.76	1.84	1.97	2.04	2.10
4.25	27.30	0.67	0.85	1.01	1.17	1.48	1.66	1.81	1.96	2.04	2.10
4.50	28.10	0.75	0.80	0.93	1.08	1.40	1.63	1.79	1.93	2.02	2.09
4.75	27.60	0.90	0.90	0.92	1.03	1.37	1.65	1.78	1.93	2.01	2.07
5.00	26.70	1.00	1.20	1.14	1.19	1.43	1.71	1.80	1.94	2.00	2.06
5.25	26.70	1.50	2.10	1.62	1.52	1.48	1.78	1.83	1.96	2.00	2.06
5.50	25.30	2.40	2.60	2.20	1.81	1.49	1.80	1.80	1.97	2.00	2.07
5.75	25.30	3.00	2.90	2.80	2.45	1.70	1.85	1.92	2.00	2.02	2.08
6.00	25.50	3.80	3.60	2.90	3.16	2.70	2.53	2.03	2.23	2.00	2.15
6.25	27.30	3.50	3.40	3.40	3.47	3.32	3.34	3.21	2.95	2.75	2.69
6.50	27.50	3.10	3.40	3.40	3.54	3.52	3.00	3.48	3.30	3.19	3.05
6.75	28.20	2.60	3.40	3.47	3.58	3.68	3.75	3.65	3.50	3.35	3.35
7.00	25.60	2.90	3.10	3.49	3.61	3.02	3.83	3.79	3.68	3.56	3.68
7.25	22.60	2.70	3.00	5.00	4.60	5.46	5.68	5.21	4.85	5.11	5.23
7.50											
7.75											
8.00											

検層の結果、GL-6.00m～7.25m に早い時間に食塩水が希釈され、流動層と認められる。また、GL-7.25m では他に比べ、著しく回復が速く、顕著な地下水の流動と考えられる。

ボーリング調査では火山灰質粘性土層にあたるが、コア観察では礫や砂が伴う粘性土であり、透水性は低いものの地下水の流動がある。上下粘土に挟まれた被圧された地下水と思われる。

5-5. 簡易動的コーン貫入試験結果

試験方法については、「地盤調査の方法と解説」(社)地盤工学会を規定とする JGS1433の方法により実施する。試験方法を下記の様に行う。

1. ロッドの先端にコーンを取付け、上部にノッキングブロック、ガイドロッドおよびドライブハンマーを取付ける。
2. 試験機を調査地点上に鉛直に保持する。
3. 2 の状態で、ロッドが地中に自重沈下するかを確かめ、自重で貫入する場合は、貫入が止まった時の貫入量をはかる。
4. ドライブハンマーを 500 ± 10 mmの高さから自由落下させ、100 mm貫入させるのに要する打撃を Nd 値として記録する。
5. 10 回の打撃による貫入量が 20 mm未満の場合または貫入不能である場合、試験を中止する。

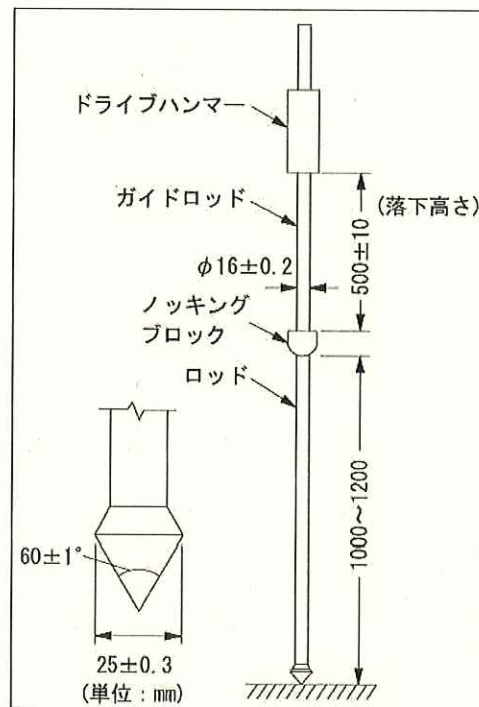
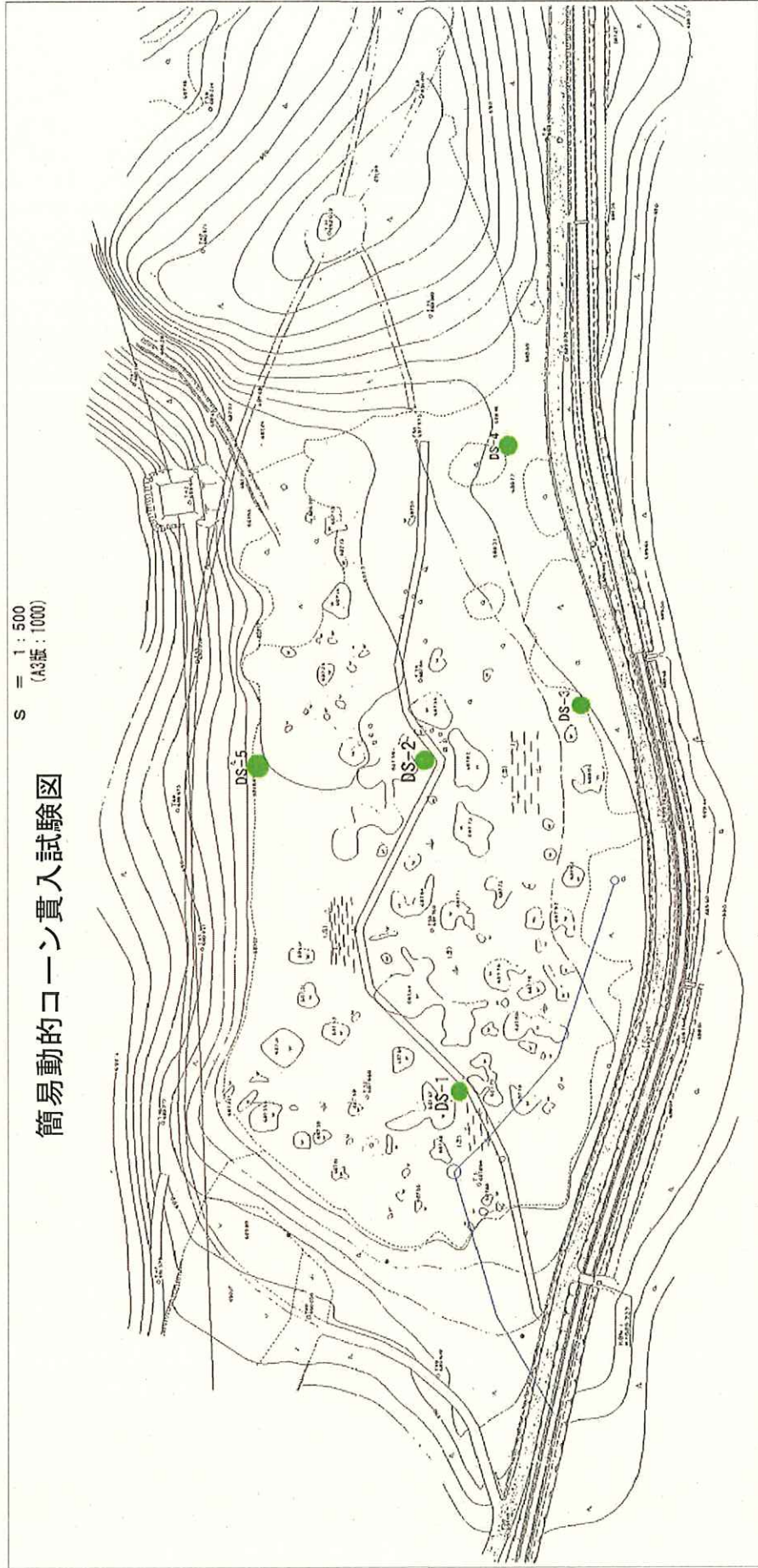


図 5-14. 簡易動的コーン貫入試験構成図

簡易動的コーン貫入試験は、検土丈のように土質の観察は出来ないが、表層が軟らかい場合は、深くまで貫入する抵抗値、すなわち地層の硬軟を知ることが出来る。ただし、貫入抵抗が大きくなり、貫入が出来ない深度を持って終了する。また、土質の種類の見極めは単独では困難である。

当地においては、検土丈調査または既存文献資料等により軟らかい黒ボク・ロームがほとんどと仮定される。また、貫入が困難な地層は、Asg 層と推定される。



簡易動的コーン貫入試験図

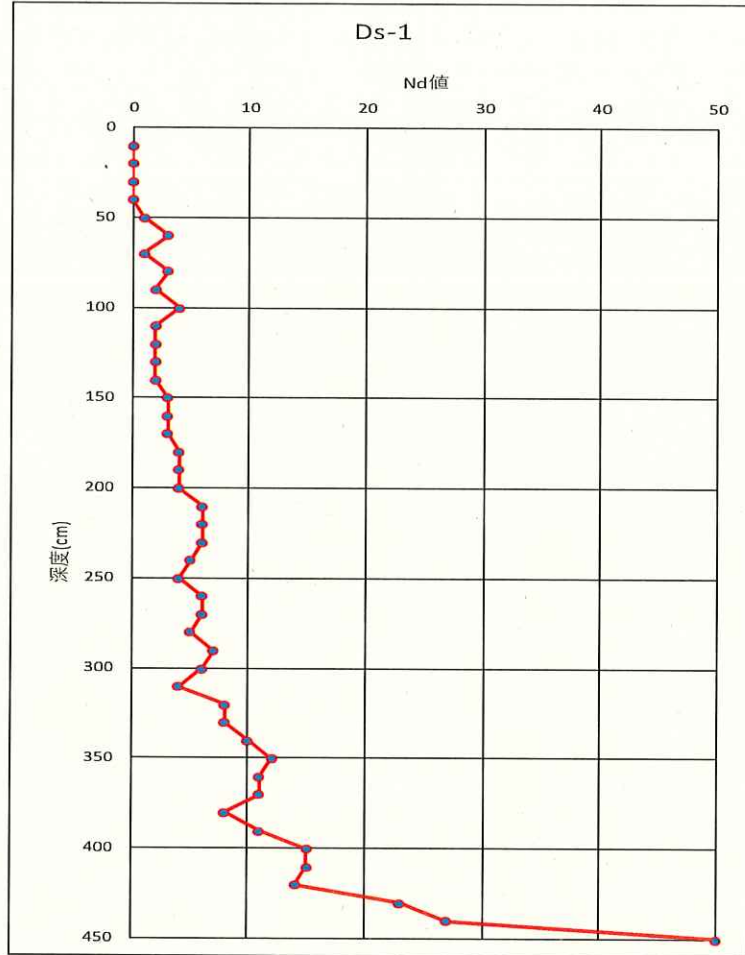
図 5-15. 簡易動的コーン貫入試験位置図

簡易動的コーン貫入試験結果

試験日： 2020/5/1 試験員：

小林・柴田

DS-1	
深度(cm)	Nd
10	0
20	0
30	0
40	0
50	1
60	3
70	1
80	3
90	2
100	4
110	2
120	2
130	2
140	2
150	3
160	3
170	3
180	4
190	4
200	4
210	6
220	6
230	6
240	5
250	4
260	6
270	6
280	5
290	7
300	6
310	4
320	8
330	8
340	10
350	12
360	11
370	11
380	8
390	11
400	15
410	15
420	14
430	23
440	27
450	50

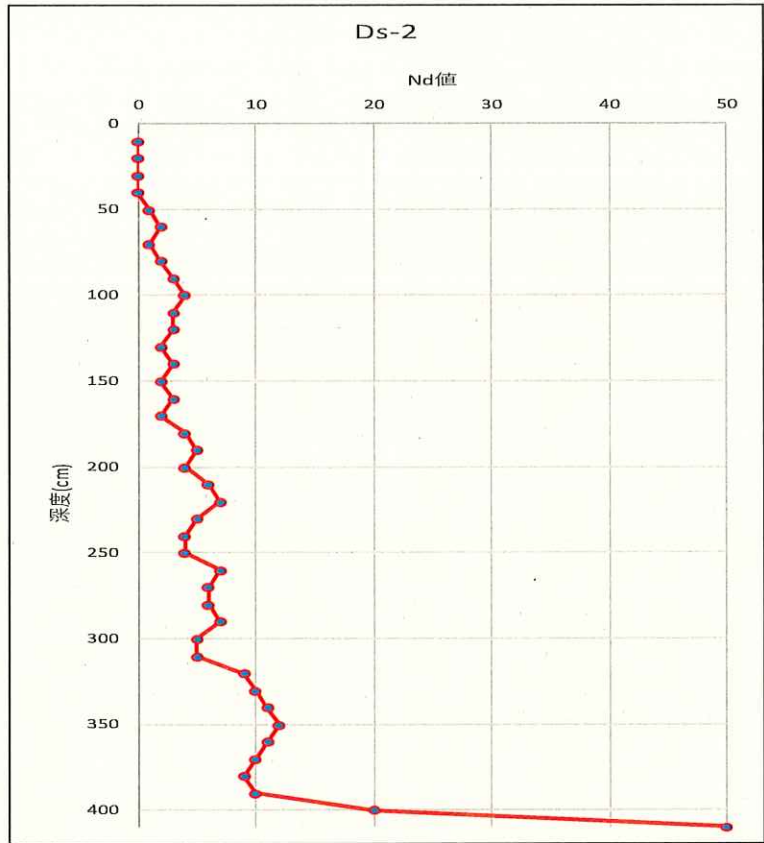


簡易動的コーン貫入試験結果

試験日： 2020/5/1 試験員：

小林・柴田

DS-2	
深度(cm)	Nd
10	0
20	0
30	0
40	0
50	1
60	2
70	1
80	2
90	3
100	4
110	3
120	3
130	2
140	3
150	2
160	3
170	2
180	4
190	5
200	4
210	6
220	7
230	5
240	4
250	4
260	7
270	6
280	6
290	7
300	5
310	5
320	9
330	10
340	11
350	12
360	11
370	10
380	9
390	10
400	20
410	50

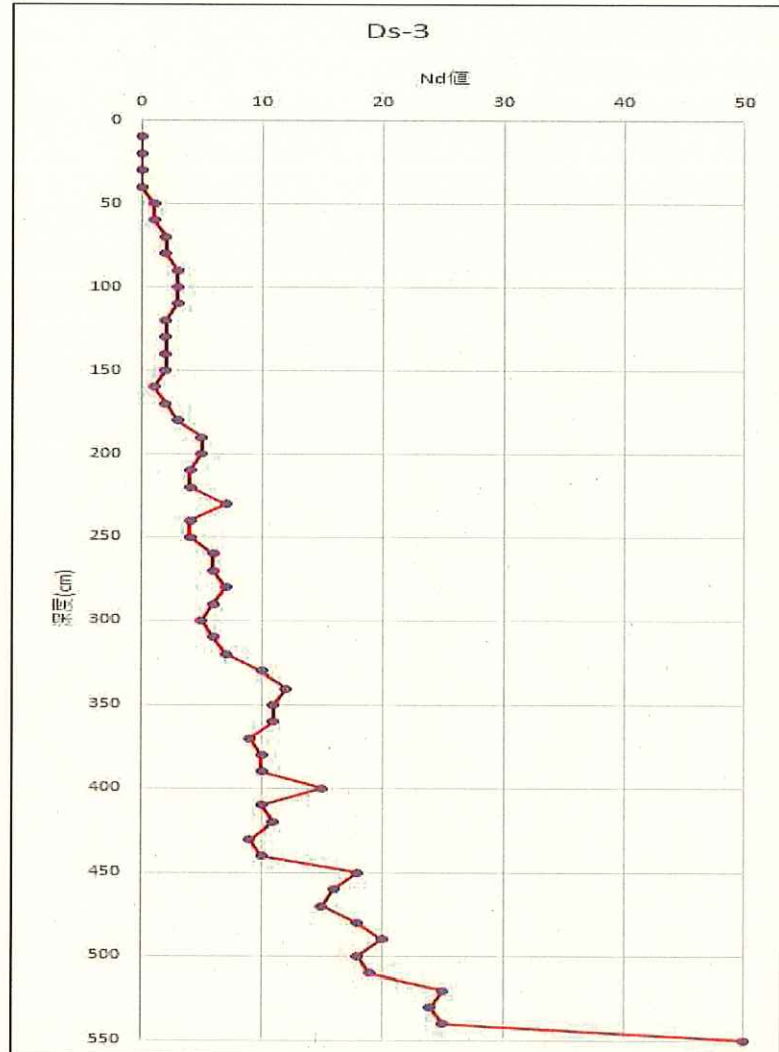


簡易動的コーン貫入試験結果

試験日： 2020/5/1 試験員：

小林・柴田

DS-3	
深度(cm)	Nd
10	0
20	0
30	0
40	0
50	1
60	1
70	2
80	2
90	3
100	3
110	3
120	2
130	2
140	2
150	2
160	1
170	2
180	3
190	5
200	5
210	4
220	4
230	7
240	4
250	4
260	6
270	6
280	7
290	6
300	5
310	6
320	7
330	10
340	12
350	11
360	11
370	9
380	10
390	10
400	15
410	10
420	11
430	9
440	10
450	18
460	16
470	15
480	18
490	20
500	18
510	19
520	25
530	24
540	25
550	50

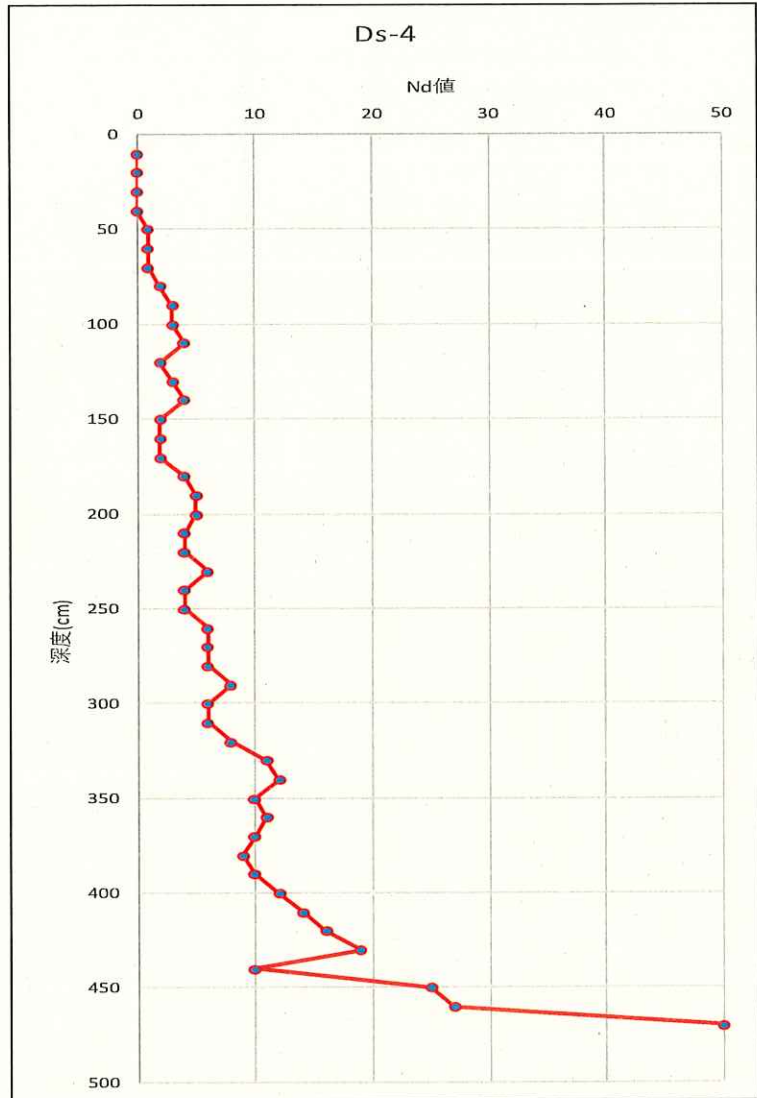


簡易動的コーン貫入試験結果

試験日： 2020/5/1 試験員：

小林・柴田

DS-4	
深度(cm)	Nd
10	0
20	0
30	0
40	0
50	1
60	1
70	1
80	2
90	3
100	3
110	4
120	2
130	3
140	4
150	2
160	2
170	2
180	4
190	5
200	5
210	4
220	4
230	6
240	4
250	4
260	6
270	6
280	6
290	8
300	6
310	6
320	8
330	11
340	12
350	10
360	11
370	10
380	9
390	10
400	12
410	14
420	16
430	19
440	10
450	25
460	27
470	50

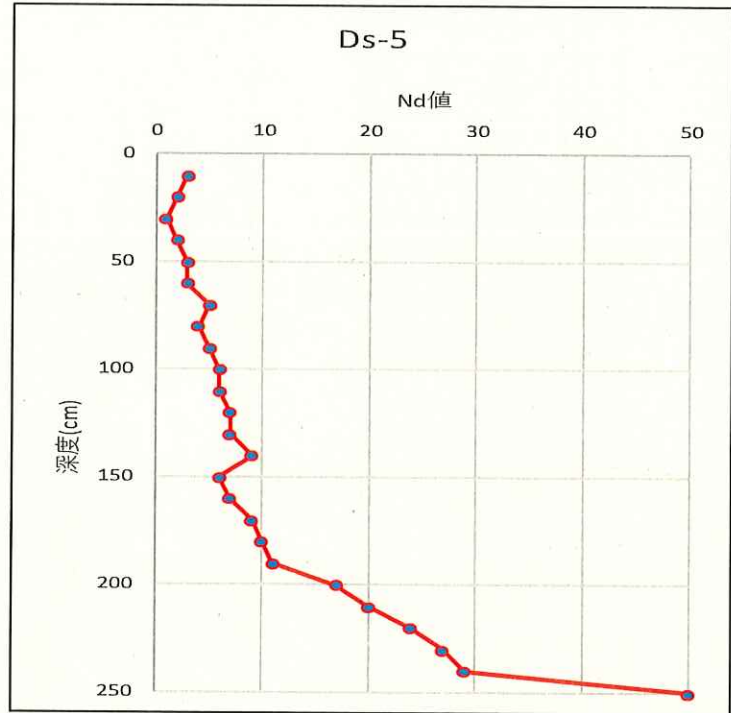


簡易動的コーン貫入試験結果

DS-5	
深度(cm)	Nd
10	3
20	2
30	1
40	2
50	3
60	3
70	5
80	4
90	5
100	6
110	6
120	7
130	7
140	9
150	6
160	7
170	9
180	10
190	11
200	17
210	20
220	24
230	27
240	29
250	50

試験日： 2020/5/1 試験員：

小林・柴田



簡易動的コーン貫入試験では、4~5m (平均で 4.5m とする) の深度で軟らかい黒ボク・ロームが堆積している。東岸においてはやや浅くなっている。

5-6. 雨量計・水圧式水位計・流末流量測定の結果
 それぞれの観測計器の設置位置を示す。

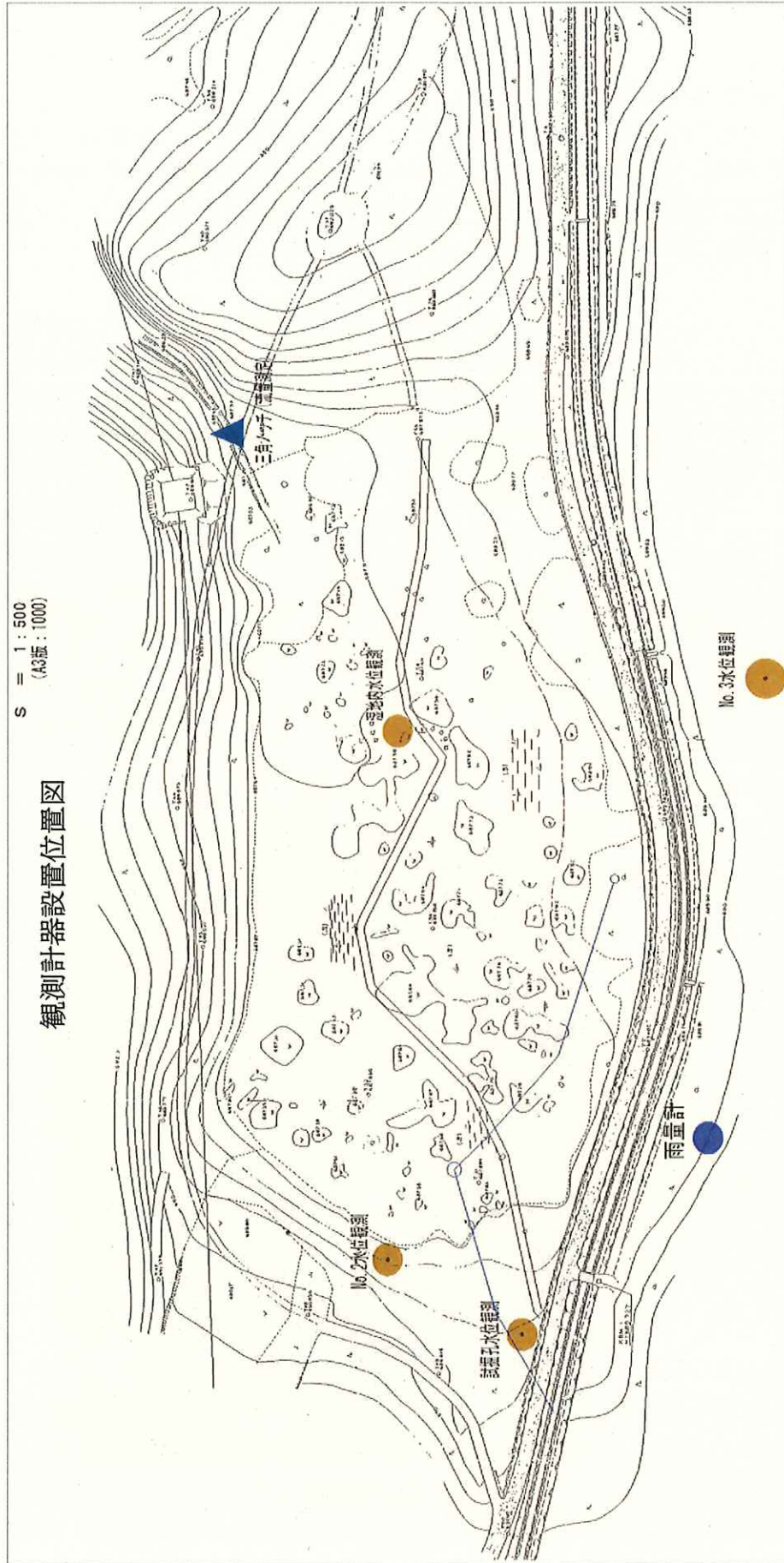


図 5-16. 観測計器設置位置図

5-6-1. 雨量計の設置

昨今の降雨形態は、局所的に短時間の大量の降雨をもたらす傾向にある。特に当地は、高標高地でもあり天候の変化が大きく、近隣の測候所での降雨データとは異なる形態が予想される。また、湿原周辺の地下水位の変動を細かに計測するため、当地に降った降雨状況もそれに連動しておく必要がある。

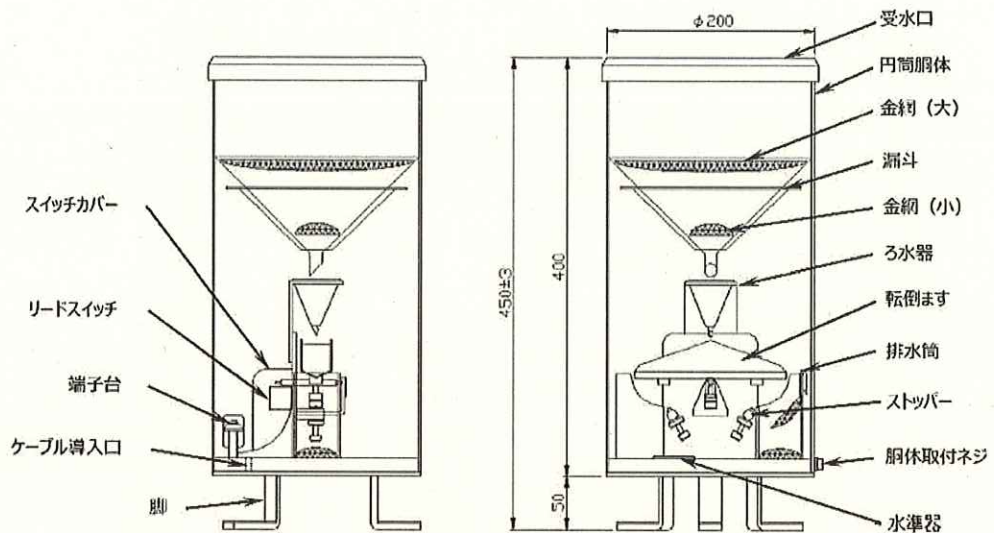


図 5-17. 雨量計構造図



図 5-18. 雨量計設置例

5-6-2. 水圧式水位計の設置

孔内水位を連続して計測して、降雨との関係及び水位変動場状況を把握するため下図のような水圧式水位計を設置した。

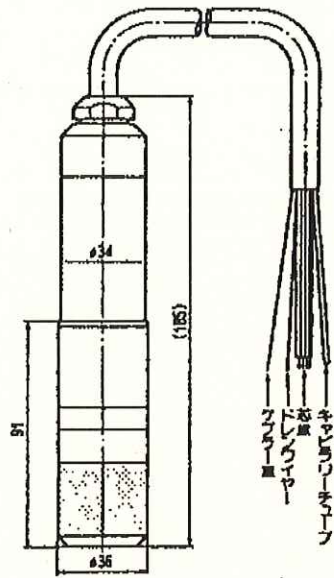


図 5-19. 水圧センサー

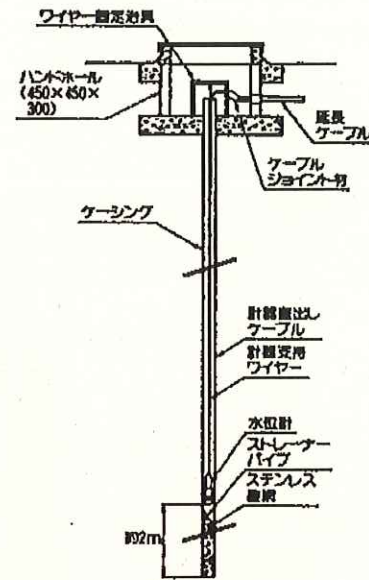


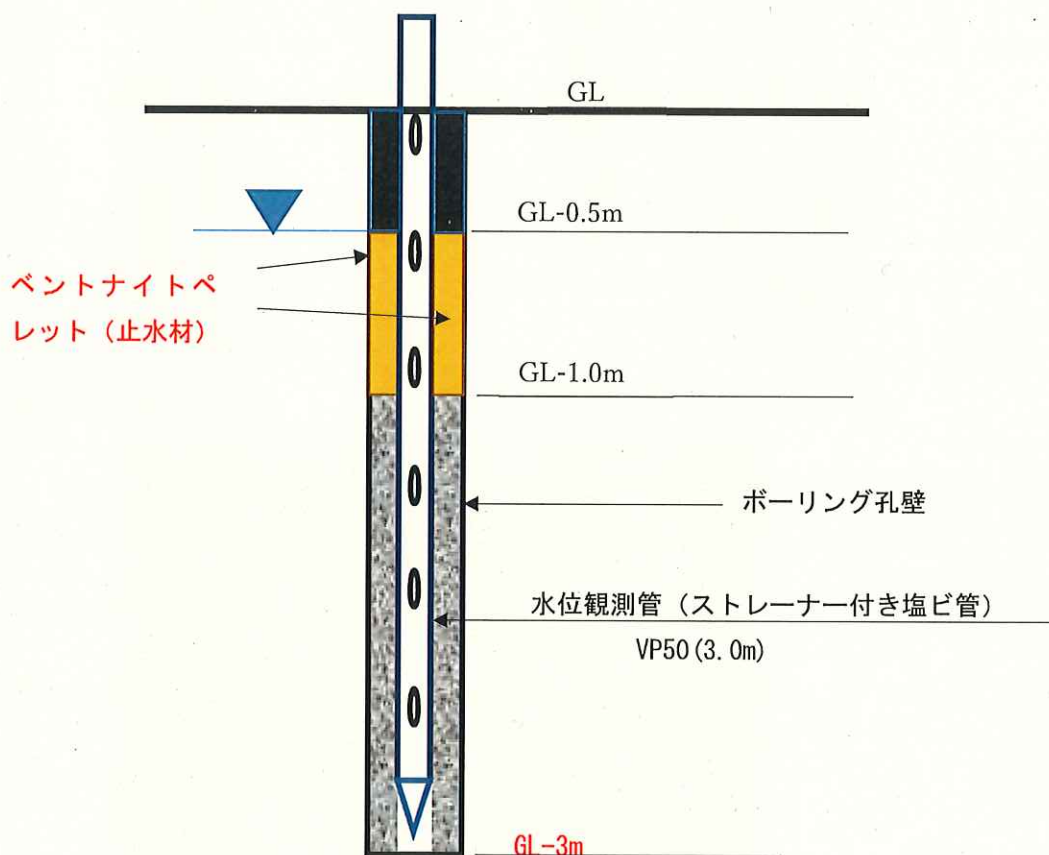
図 5-20. 孔内水位設置例



図 5-21. 外観 (データロガー収納)

なお、ボーリング孔に設置した水位観測孔は、ボーリングコアを観察し、表面水ではなく、やや深層水の湿原内へ供給されていると考える帯水層を対象に計測する。そのため以下の様に水位観測保孔管を設置にあたり、無孔管の使用（地下水の水平流入を防止）及び保孔管と孔壁との間のクリアランスをベントナイトペレット（遮水材）で充填することで、上部からの流入をなくした。この無孔管及び遮水ゾーンは「観測しない表面黒ボク層内の地下水」または「火山灰質粘性土」とした。

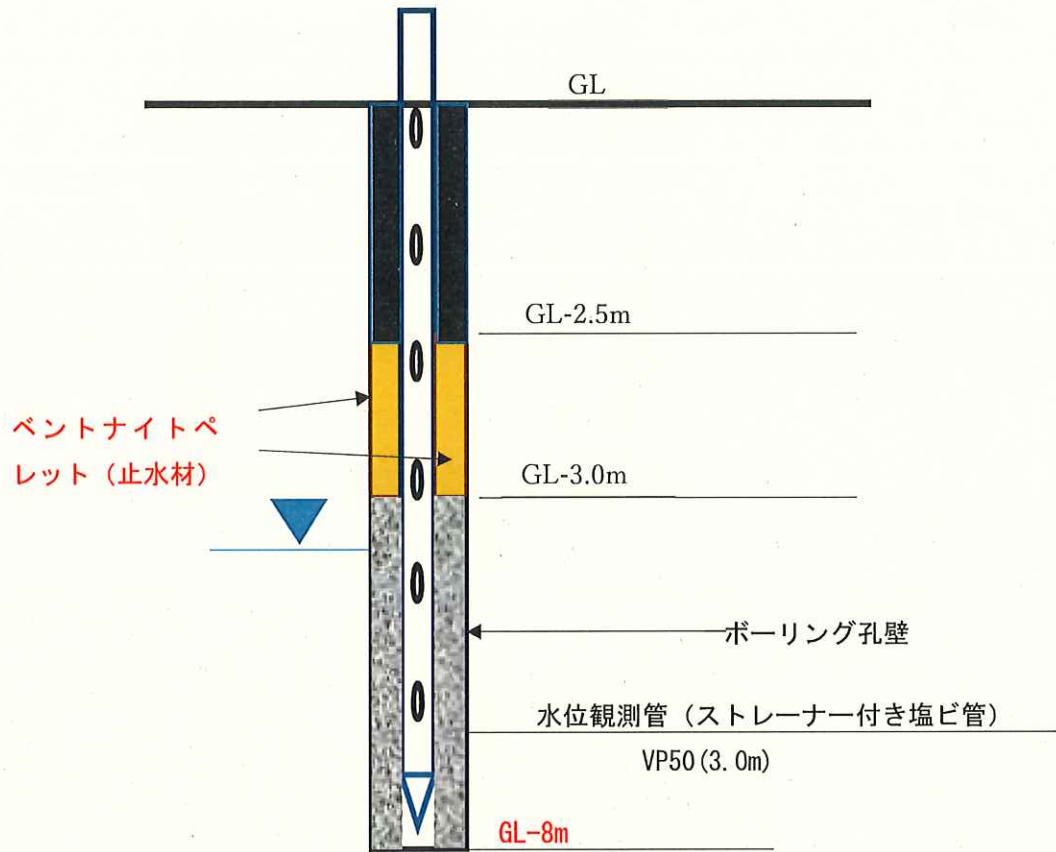
【No. 2 孔】



孔内水位は、GL-1.0m 以深の水位水頭を観測している。

図 5-22. No. 2 孔水位観測孔設置図

【No. 3 孔】



孔内水位は、GL-3.0m 以深の水位水頭を観測している。

図 5-23. No. 2 孔水位観測孔設置図

5-6-3. 三角ノッチ (流末流量測定) の設置

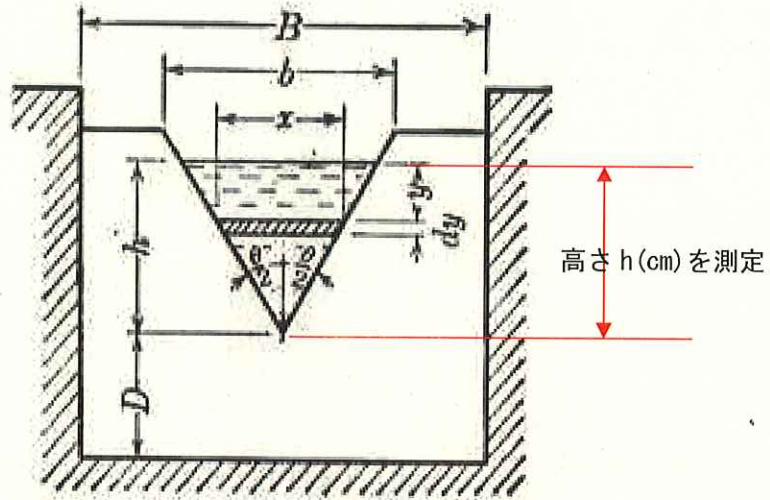


図 5-24. 三角堰構造

直角三角形堰流量表

$$Q = K H^{3/2}$$

W=1.0m D=0.6m

K: 流量係数 $\langle K=1.354+0.004/H+(0.14+0.2/\sqrt{D})(H/W-0.009)^2 \rangle$

Hcm	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	0.0011	0.0013	0.0016	0.0019	0.0023	0.0027	0.0031	0.0036	0.0041	0.0047
2	0.0053	0.0059	0.0066	0.0074	0.0081	0.0090	0.0099	0.0108	0.0118	0.0128
3	0.0139	0.0151	0.0163	0.0175	0.0188	0.0202	0.0216	0.0231	0.0247	0.0263
4	0.0279	0.0297	0.0314	0.0333	0.0352	0.0372	0.0393	0.0414	0.0436	0.0458
5	0.0481	0.0505	0.0530	0.0555	0.0581	0.0608	0.0635	0.0663	0.0692	0.0722
6	0.0752	0.0783	0.0815	0.0848	0.0881	0.0916	0.0951	0.0987	0.1023	0.1061
7	0.1099	0.1138	0.1178	0.1218	0.1260	0.1302	0.1346	0.1390	0.1435	0.1480
8	0.1527	0.1575	0.1623	0.1672	0.1723	0.1774	0.1826	0.1879	0.1932	0.1987
9	0.2043	0.2099	0.2157	0.2215	0.2275	0.2335	0.2396	0.2459	0.2522	0.2586
10	0.2651	0.2717	0.2784	0.2853	0.2922	0.2992	0.3063	0.3135	0.3208	0.3282
11	0.3358	0.3434	0.3511	0.3589	0.3669	0.3749	0.3831	0.3913	0.3997	0.4081
12	0.4167	0.4254	0.4342	0.4431	0.4521	0.4612	0.4704	0.4797	0.4892	0.4987
13	0.5084	0.5182	0.5281	0.5381	0.5482	0.5585	0.5688	0.5793	0.5899	0.6005
14	0.6114	0.6223	0.6333	0.6445	0.6558	0.6672	0.6787	0.6904	0.7021	0.7140
15	0.7260	0.7382	0.7504	0.7628	0.7753	0.7879	0.8006	0.8135	0.8265	0.8396
16	0.8528	0.8662	0.8797	0.8933	0.9071	0.9209	0.9349	0.9491	0.9633	0.9777
17	0.9922	1.0069	1.0217	1.0366	1.0516	1.0668	1.0821	1.0975	1.1131	1.1288
18	1.1447	1.1606	1.1768	1.1930	1.2094	1.2259	1.2426	1.2594	1.2763	1.2933
19	1.3106	1.3279	1.3454	1.3630	1.3808	1.3987	1.4167	1.4349	1.4532	1.4717
20	1.4903	1.5091	1.5280	1.5470	1.5662	1.5855	1.6050	1.6246	1.6444	1.6643
21	1.6844	1.7046	1.7250	1.7455	1.7661	1.7869	1.8079	1.8290	1.8502	1.8716
22	1.8932	1.9149	1.9368	1.9588	1.9809	2.0032	2.0257	2.0483	2.0711	2.0940
23	2.1171	2.1404	2.1638	2.1873	2.2110	2.2349	2.2589	2.2831	2.3075	2.3320
24	2.3566	2.3815	2.4064	2.4316	2.4569	2.4824	2.5080	2.5338	2.5597	2.5858
25	2.6121	2.6386	2.6652	2.6919	2.7189	2.7460	2.7732	2.8007	2.8283	2.8561
26	2.8840	2.9121	2.9404	2.9688	2.9974	3.0262	3.0552	3.0843	3.1136	3.1431
27	3.1727	3.2025	3.2325	3.2626	3.2930	3.3235	3.3542	3.3850	3.4160	3.4472
28	3.4786	3.5102	3.5419	3.5738	3.6059	3.6382	3.6706	3.7033	3.7361	3.7691
29	3.8022	3.8356	3.8691	3.9028	3.9367	3.9708	4.0050	4.0395	4.0741	4.1089
30	4.1439	4.1791	4.2144	4.2500	4.2857	4.3217	4.3578	4.3941	4.4306	4.4672

測定例)



計量槽の端部に三角形堰が付いており、
その高さが上記のように10.5cmであった場合
Q=排水量は0.29918 l m³/minとなる。

表 5-3. 三角堰流量計算表

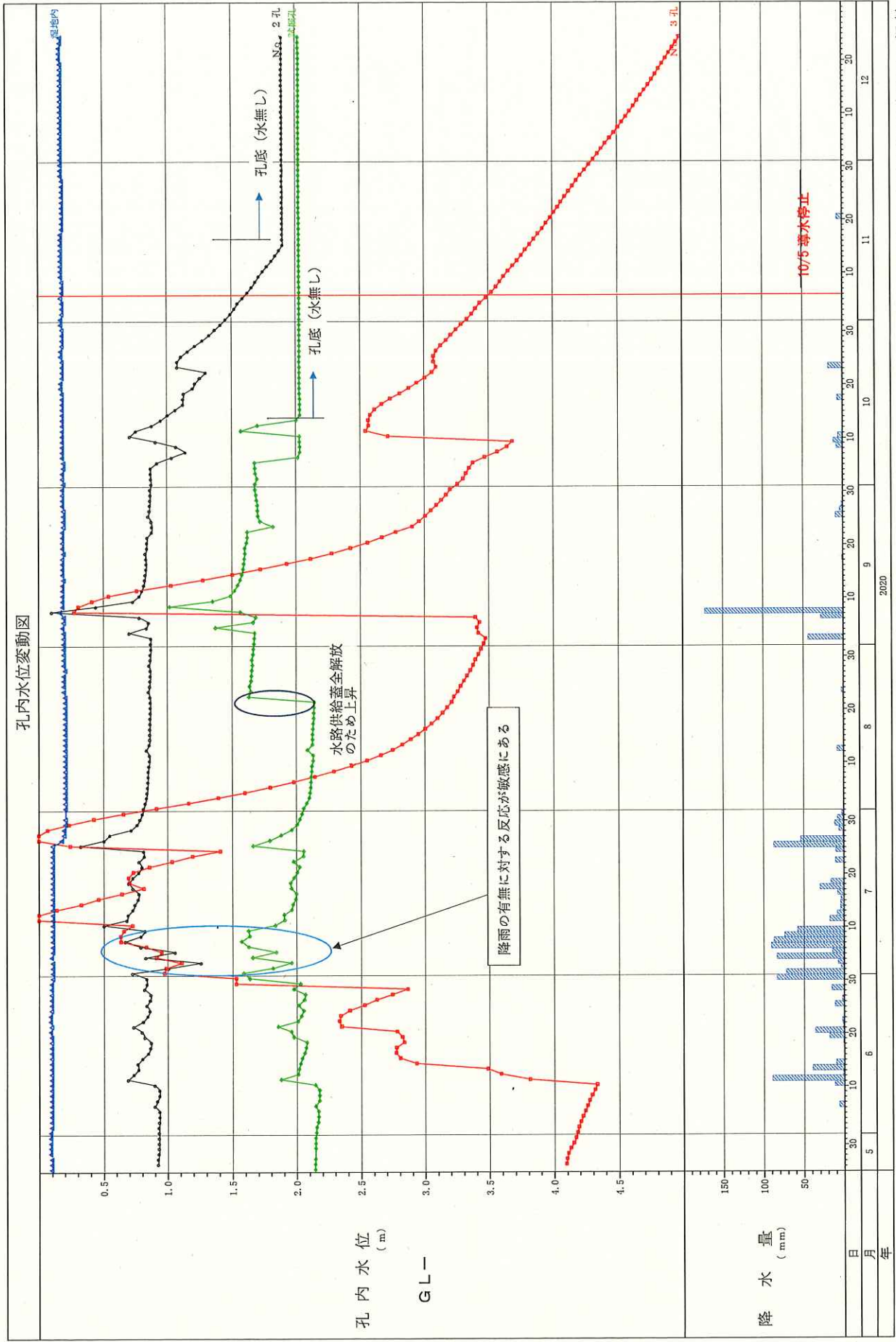


図 5-25 孔内水位—降水量関係グラフ (孔内水位は地表面からの深度)

孔内水位変動図

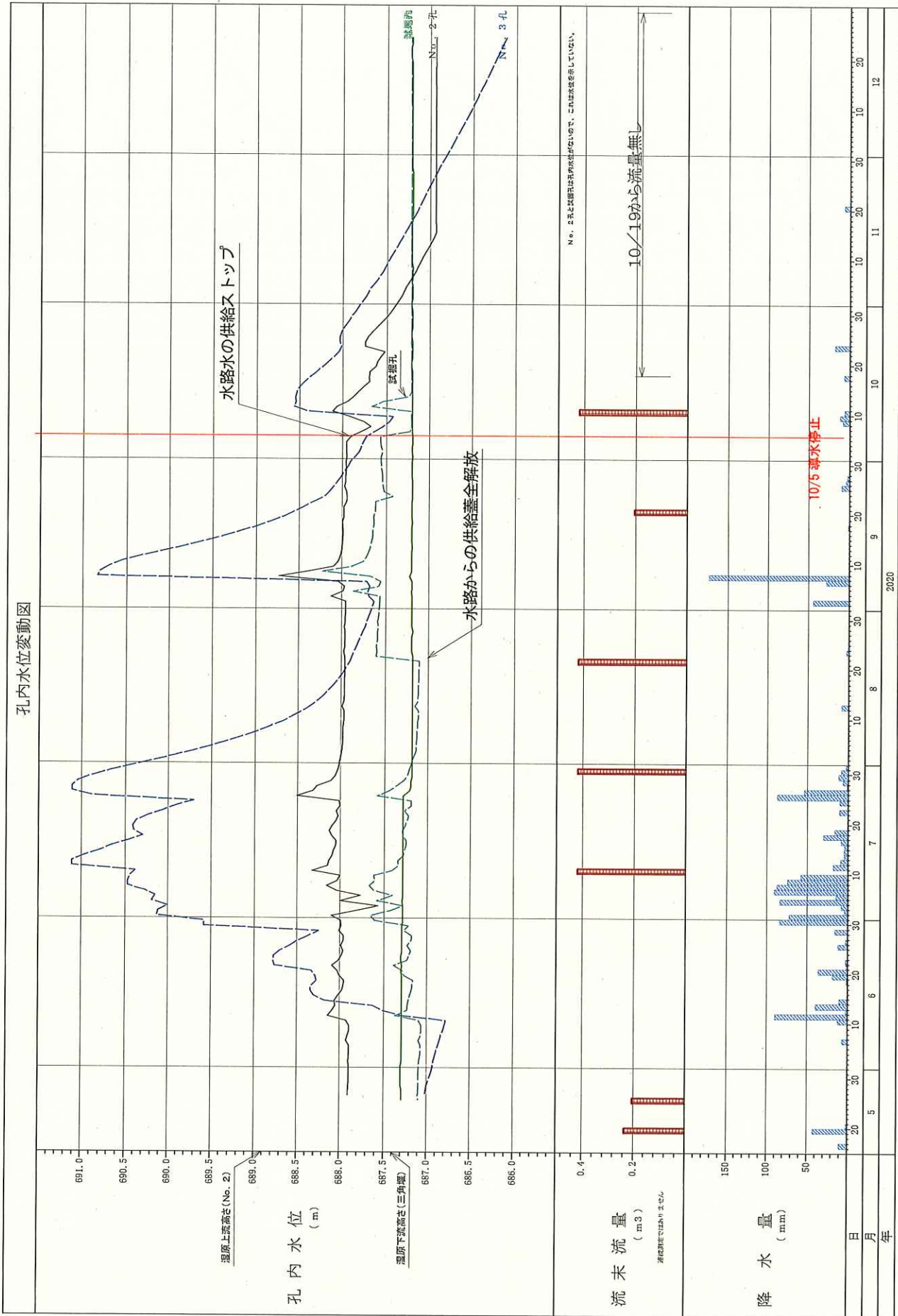


図 5-25 孔内水位—流量—降水量関係グラフ (孔内水位は標高)

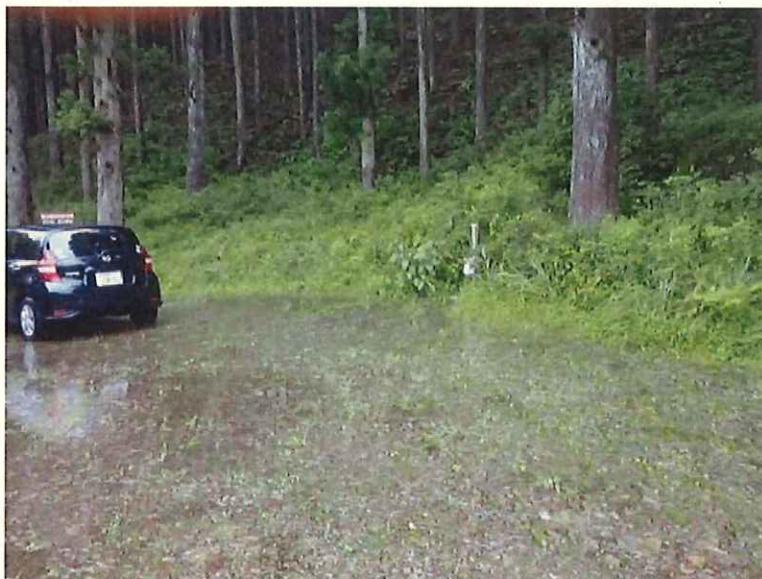
5-6-5. 各計器の観測結果の特徴

①雨量計

当調査地における降雨量を直接観測しているため、他の観測所のデータに比べ、精度は高い。

雨期の7月までに降雨が連続しているが、100mm/日を超す降雨はないが、10mm/日前後の降雨が毎日のように観測されている。

前日からの降雨であったが9月7日には172mm/日の今年の最大降雨量を記録している。その際の状況を代表する写真を以下に示す。1日の降雨量としては、さほど多くはないと思われるが、「地下への浸透より地表面流水が卓越する」印象があり、天子山地田貫尾根の基岩盤からの湧水が顕著であった。



地下への浸透はなく、大きな水たまりが形成

2020/9/7 撮影（最大雨量日）

溜まった水は、より低い水路
床板橋へ集まり流出する。

2020/9/7 撮影（最大雨量日）





市道を流れ湿原へ流入する箇所もある
2020/9/7 撮影（最大雨量日）

大量の岩盤亀裂からの湧水
2020/9/7 撮影（最大雨量日）



前日と合わせ 200mm の降雨であつが、さほど特別大きな降雨量ではない。しかし、天子山地の岩盤亀裂からは大量の湧水があつたことや降雨水が地下に浸透し難く、一時貯水される状況が観られる。山地と湿地を介する水路部では橋梁部のみが水ミチとなり湿原内へ流入している箇所はある。しかし、その量は多いとは観察されない。この様子から天子山地に降った雨は、末端の小田貫湿原では、橋梁を介した地表面水の流入と山地に浸透内包された地下水に変遷していると考えられる。

②水位計

a) 湿原内（保孔管 1.0m を打ち込み挿入）

地表面からのグラフで判るように ほぼ一定の高い水位を保持している。水位計設置位置は、常に水のある池の横であるため、池の水位と連動していると思われる。グラフでも降雨に対しての反応が見られ、降雨水の影響を受けていることが理解される。標高では 687.8m 前後の水位である。

b) 試掘孔（試掘後挿入）

降雨との関係は明らかで、降雨日に即上昇し、降雨が終わると同日に低下する。試掘時の 2020 年 1 月 21 日には GL-1.0m の水位であったが、2020 年 12 月 24 日には孔内に水位はない。2020 年 10 月 5 日から工事のため水路の流水を停止したが、その直後に低下傾向を示していることより導水の影響はあると判断される。しかし、その後の降雨時には上昇していることから、導水より降雨に対して影響力が大きいと評価される。

c) No. 2 孔（ボーリング後に保孔管挿入）

両グラフに示すように降雨との関係は顕著であり、敏感に反応する。2020/7/3 に 50cm ほどの低下を記録しているが、降雨が 2 日間少なかったことに主たる理由（他孔においても水位低下）があるが、その低下量が大きいことは不明である。

特徴的には 8 月の降雨が少なかった期間でも水位が GL-0.9m 程で高い位置に水位があったが、10 月後半の 17.5mm の降雨以後から水位が連続的かつ同速度で低下する。試掘孔同様に 2020 年 10 月 5 日から工事のため水路の流水を停止したが、その直後に低下傾向を示していることより導水の影響はあると判断される。しかし、その後の降雨時には上昇していることから、導水より降雨に対して影響力が大きいと評価される。

d) No. 3 孔（ボーリング後に保孔管挿入）

設置位置より背後山地から供給される地下水及びボーリングコア観察で判明した深層部での水成堆積物層の存在や地下水検層の結果からスゲノ沢深層伏流水の観測である。グラフに示すように 1 年を通じて大きな変動があり、降雨により 1 日程の遅れで反応する。豪雨時には地表面近くまで水位が上昇する一方、乾季には GL-5.0m まで低下し、5m 程度の範囲幅で変動する。観測孔は GL-0.0m~2.0m が無孔管でかつ GL-1.5m~2.0m をシールして最上位の黒ボク~シルト混じり砂礫層（GL-1.85m 下端）からの侵入水

がないよう浅層雨水の影響を排除している。したがって、降雨による影響を受けている挙動ではあるが、観測している地下水はGL-3.45m以深の砂礫層の滞水層を対象としていることになる。降下速度も他より遅いのは表面水の流下に影響していない深層地下水で透水性をそのまま反映しているからと思われる。

地下水検層の結果でも判明しているように、GL-6.0m以深の透水層である降雨の関係しているこの付近の水の変動を捉えた挙動と考えられる。

孔内水位が湿原内標高より高い標高にある時は、水頭の低い方向へと流れる水の重力による自然流下の法則により湿原内へ水の供給がなされている。

③流末水量（三角堰）

連続計測ではなく一ヶ月に一度程度の計測であるが、次表のようにまとめられる。グラフに示すように降雨との関係はあまり明確ではなく、一日内での変化もあるかとも思われる。概して、6月～10月には、0.2m³～0.4m³の流出水があり、11月～12月まではまったくない状態である。

表 5-4. 三角堰流量観測表

観測日	三角ノッチ高さ(H: cm)	流量(m ³ /min)	測定日降雨量(mm/日)
2020/05/19	9.5	0.2335	42.5
2020/05/25	9.0	0.2043	0.0
2020/06/19	0.0	0.0	18.5
2020/07/10	120.0	0.4167	0.5
2020/07/30	120.0	0.4167	8.0
2020/08/21	0.0	0.0	0.0
2020/09/20	9.0	0.2043	43.5
2020/10/10	120.0	0.4167	11.0
2020/10/19	0.0	0.0	0.5
2020/11/11	0.0	0.0	0.0
2020/12/24	0.0	0.0	0.0

大局的にも降雨との関係はあるが、大きく影響されてはいないと考えられる。これは、湿原土質のローム層の透水性が低いために湿原内を自然流下してきた流水が降雨に遅れて多くなるためではないかと推測される。

6. 調査結果の総括

6-1. 湿原内の地質

昨年度の試掘及び土検杖調査並びに本年度実施したボーリング調査と簡易動的コーン貫入試験の結果より、湿原内は次図のような地質構成であることが判明した。

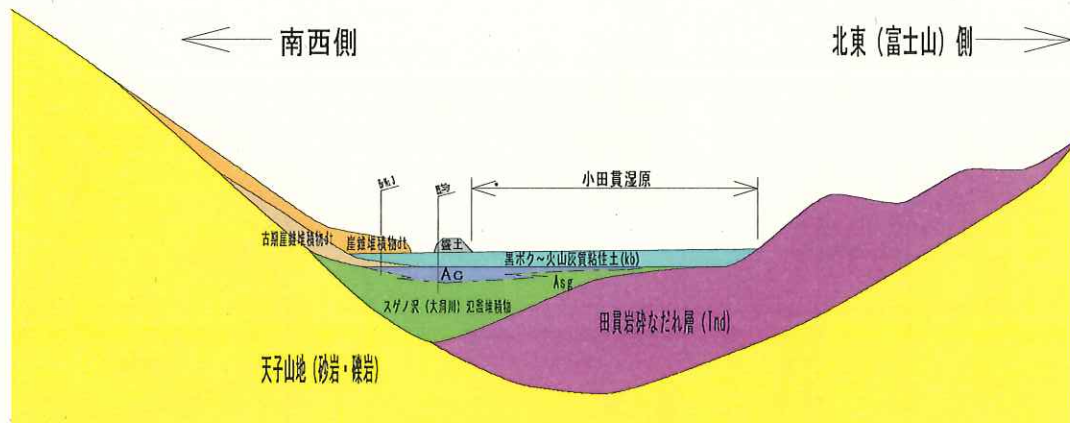


図 6-1. 小田貫湿原推定地質断面図

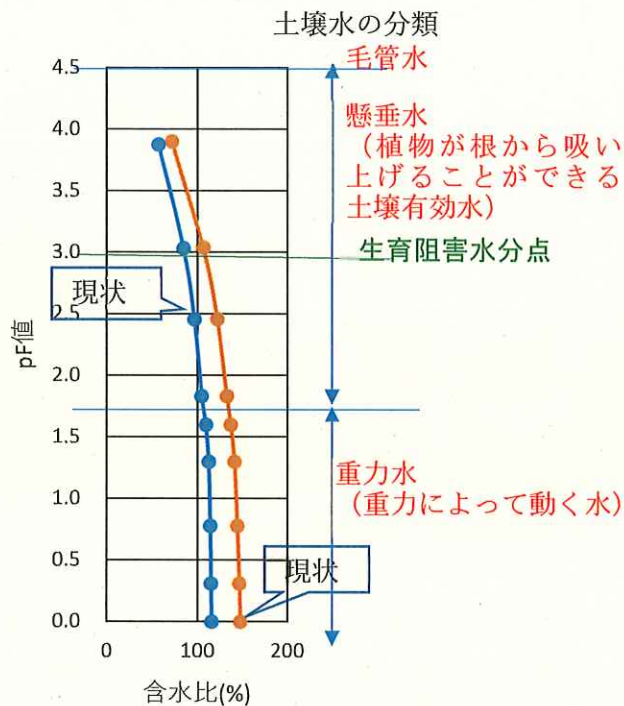
・基底岩盤：砂岩や礫岩による岩盤。斜面表層土は比較的薄い。岩盤は、亀裂が開口しているようで山地に降った雨水は地中に浸透し、岩盤中の裂か水となって斜面末端の解放部に湧水するか、さらに下位層に侵入する。直接的な湿原への地下水の流入は認められないが、スゲノ沢を流下する河川水はこの地下水が起源と考えられる。

・田貫岩屑なだれ層：現在から約1万7千年前に東側の古富士最終噴火により氷雪なだれと共に土砂を大量に運搬した土砂。層相は、基質を火山灰として安山岩や玄武岩の角礫を含み、熱変質を受けて赤色に変色している。固結性が非常に高い。

・スゲノ沢氾濫堆積物層：既存ボーリングまたはNo.3ボーリングでは礫を伴う砂層またはシルト層との細互層を呈するが、巨礫を含む砂礫層を堆積する箇所もある（ボーリングNo.1及び2）。固結しており非常に硬質層である。

・風成堆積物の火山灰質粘性土及び表層黒ボク：高含水比で黒ボクは現状の含水比では土壌水は重力水であり、火山灰質粘性土（ローム）は懸垂水であり、砂等に比べ保水性が高い。共に「植物の生育限界点以下のpF値であるので植物にとっ

での保水力は乾燥により含水比が下がってもそれが高い状態を維持すると解釈される。透水性は砂質土に比べ低いことは確かであるが、それほど低いレベルではなく、ある程度の透水性は有している。粘性土質が主であるが、砂・礫が多く混在するためだが、現場でも降雨後の水たまりをつくるが数日で消滅する。



● 黒ボク ● ローム
図 6-2. 表層土の水分特性曲線

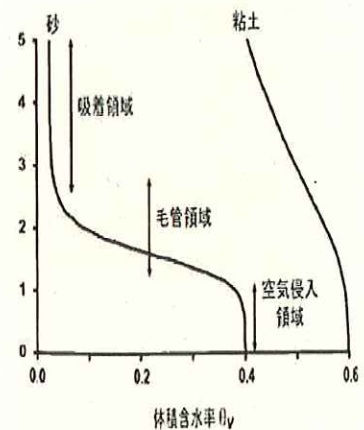


図 6-3. 一般的な水分特性曲線例

・崖錐堆積物：No. 3 ボーリング地点が代表されるように、天子山地からの崩壊による堆積土砂である。No. 3 孔では 2 層確認されているのでスゲノ沢氾濫堆積物が堆積した後の鮮新世初期の崩壊土砂ではないかと考えられる。

湿原状態を維持してきた地質的要因は、

- ①表層黒ボクまたは火山灰質粘性土は保水性が高く、透水性も低く、雨水などの地下への浸透がし難く、土壤の湿潤状態を維持できる。
- ②黒ボク・火山灰質粘性土の下位には、スゲノ沢供給の氾濫堆積物が湿原南西側（田貫岩屑なだれ層の末端部にできた凹状の埋没谷。現在の水路沿い）に厚く堆積し、東側に向かって薄くなると推定する。

この層の地下水はスゲノ沢からの有圧伏流水であるが、下流部が不透水な田貫岩屑なだれ層により閉塞されているため被圧状態がつけられ、高度の低い湿原内に「湧水」する機構と考えられる。

下に示す図は、昭和6年に測量した国土地理院旧版地形図であるが、これより小田貫湿原は、現在のスゲノ沢流路域の高度より一段高い領域にあり、この地形図に示す沖積土石流扇状堆積物よりやや古い埋没凹部のような窪地に氾濫堆積物層が狭い範囲で堆積したことが伺える。

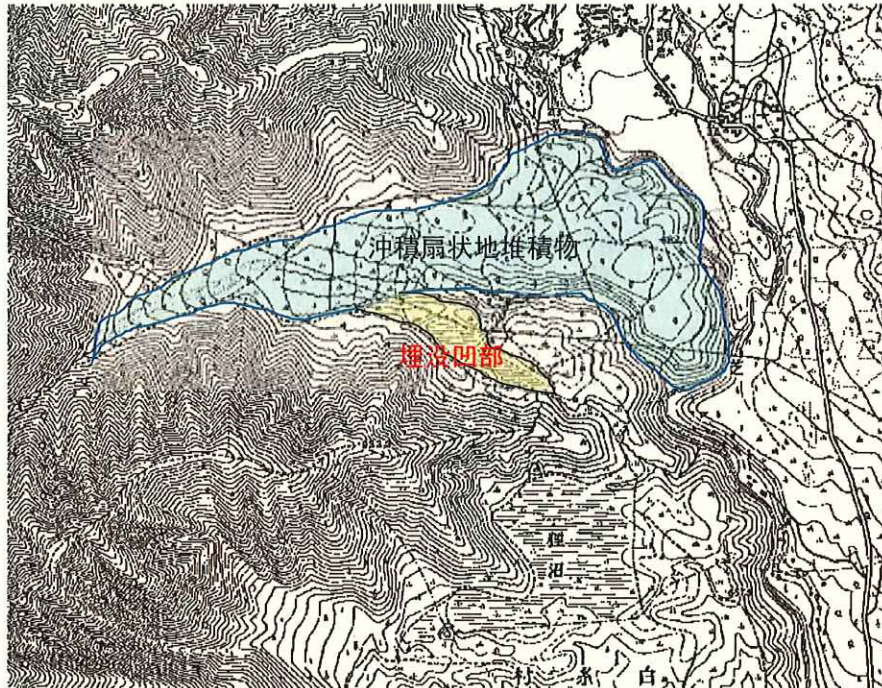


図 6-4 昭和6年測量地形図 (国土地理院旧版地形図)

③田貫岩屑なだれ層は不透水層でもあり、下位への浸透はできない。保水性のある黒ボク層に降雨水が保水貯留される。

6-2. 湿原内の水質

湿原内の水質は、下図に示すように3タイプに分類される。

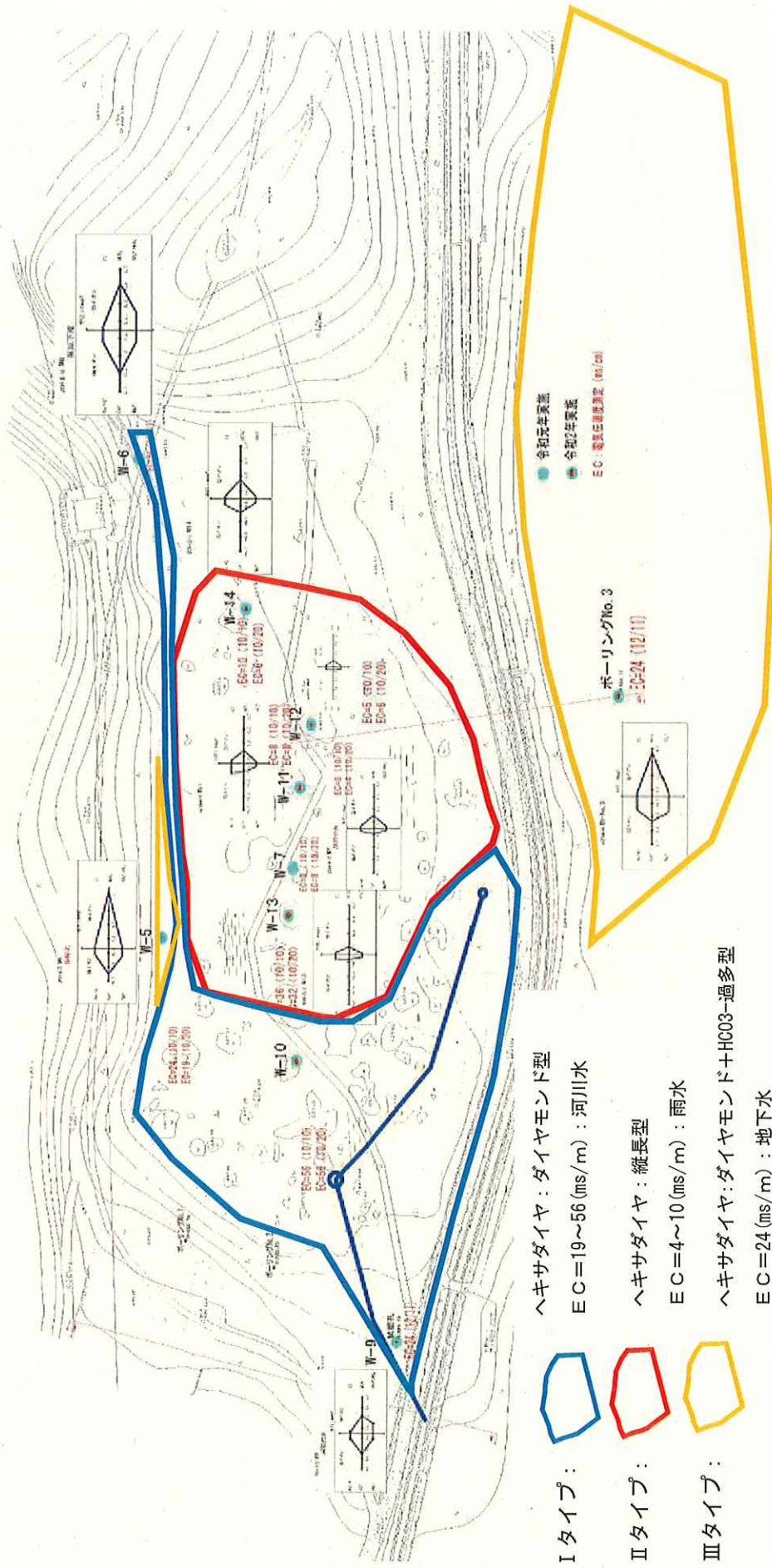


図 6-5 小田貫湿原の水質分布図

- ・ I タイプの水は、水路から導水したものと推定される。
- ・ II タイプの現在池を多く形成している湿原中央の水は、主に雨水の貯水と考えられる。Ca 型の水質で「停滞型」を示す。
- ・ III タイプは、深いスゲノ沢伏流水と背後山地から供給される崩積土層に流入した雨水を起源とする地下浸透土壌接触水と推定する。また、この地下水は、II タイプ領域の池底部から湧水して地下水を供給し続けていると考えられる。W5 地点での水質はこれに近いものと思われ、山地からの湧水の一部と推定する。

また、水質分析結果では、W1～W6、W8～W10 及びボーリング No. 3 においてカルシウム量が相対的に大きな値を示し、他は小さな値を示す。このことより「Ca 型の水であり流動型」であると評価され、対して「II タイプ領域の水」は「停滞気味型」といえる。ただし、典型的な「Na 型の停滞型水」であるようなナトリウム量は多くはない。

6-3. 湿原内への水の供給について

当地の地質調査と表層水の水質調査より判明したことより湿原内へ供給されている地下水についてそのメカニズムを推定する。

湿地水質は、前記したように三つのタイプに区分される。水質分析によりそれぞれの由来が推定される。周辺との高低差により水が集まりやすい窪み地形であることと黒ボク・火山灰質粘性土に透水性が低い保水能力がある。

現在、小田貫湿原北西部の上流域の「タイプⅠ領域」は、明らかに現水路から導水する（平成8年開始）水である。令和2年度の水路補修工事の際に水路水を止水したことにより湿原内への供給が断たれたことをきっかけに同年12月以降は、降雨がないことも付加されるが、湿原内の池は消失し、地表面が乾燥化し始めている。令和元年の同時期でも枯渇状況もあったが、導水により湿潤化している状況も対比して観察された。

一方、Ⅱタイプ領域の水質は、ヘキサダイアグラム形状や電気伝導度（EC）が他より極度に小さく、雨水のそれらに近似している。11月からの降雨が全くない乾季には徐々に水位低下し、池底が露出し始めて、さらに降雨がなければより乾燥化することも予想される。ただし、湿原中央付近にある大きな池（深さもあると思われる）は、池の大きさが小さくはなっているものの、池底が露呈される状況ではなく、水が湛えられている。現在でも湿原が維持されている事実がある。

同時にスゲノ沢から供給される伏流水は、季節的な降雨による量としての変化はあると考えられるが、被圧した有圧地下水であるので、標高が低い湿原内への上向きの湧水が常時供給されていることが推定される。このことは、「Ⅱタイプ領域」の湿原水が完全に枯渇しないことが示唆しているものと考えられる。

また、南西の天子山地から供給される表層雨水もあるが、集水地形である谷部からの崖錐堆積物を通しての湿原内への深部供給も存在することが考えられる、

今後の降雨により再度、湿原内の湿潤化が進み、降雨と湧水量が増加する。湿原内の水位が上昇することにより、植物も繁茂することの繰り返しが想定される。

以下に小田貫湿原内へ供給されている湿原水の由来についてまとめる。

表 6-1. 小田貫湿原への水の推定供給表

供給水種類	説明	過去	現在	タイプ
スゲノ沢水路導水	平成8年度以降導入 田貫湖水質も同様	なし	あり	Ⅰ
雨水（直接降雨水）	降雨による直接供給	あり	あり	Ⅱ
天子山地雨水表面水	小田貫湿原集水域の表面 水（現状では流域面積が狭 くわずかで無視できる）	水路はかつてより存在 している	道路、三面水 路により一 部減少	Ⅲ
天子山地雨水浸透水	谷部の集水から地下水浸 透	豊富	植林により やや減少	
スゲノ沢伏流水	湿原位置では有圧地下水 となり池内に湧水	あり	あり	

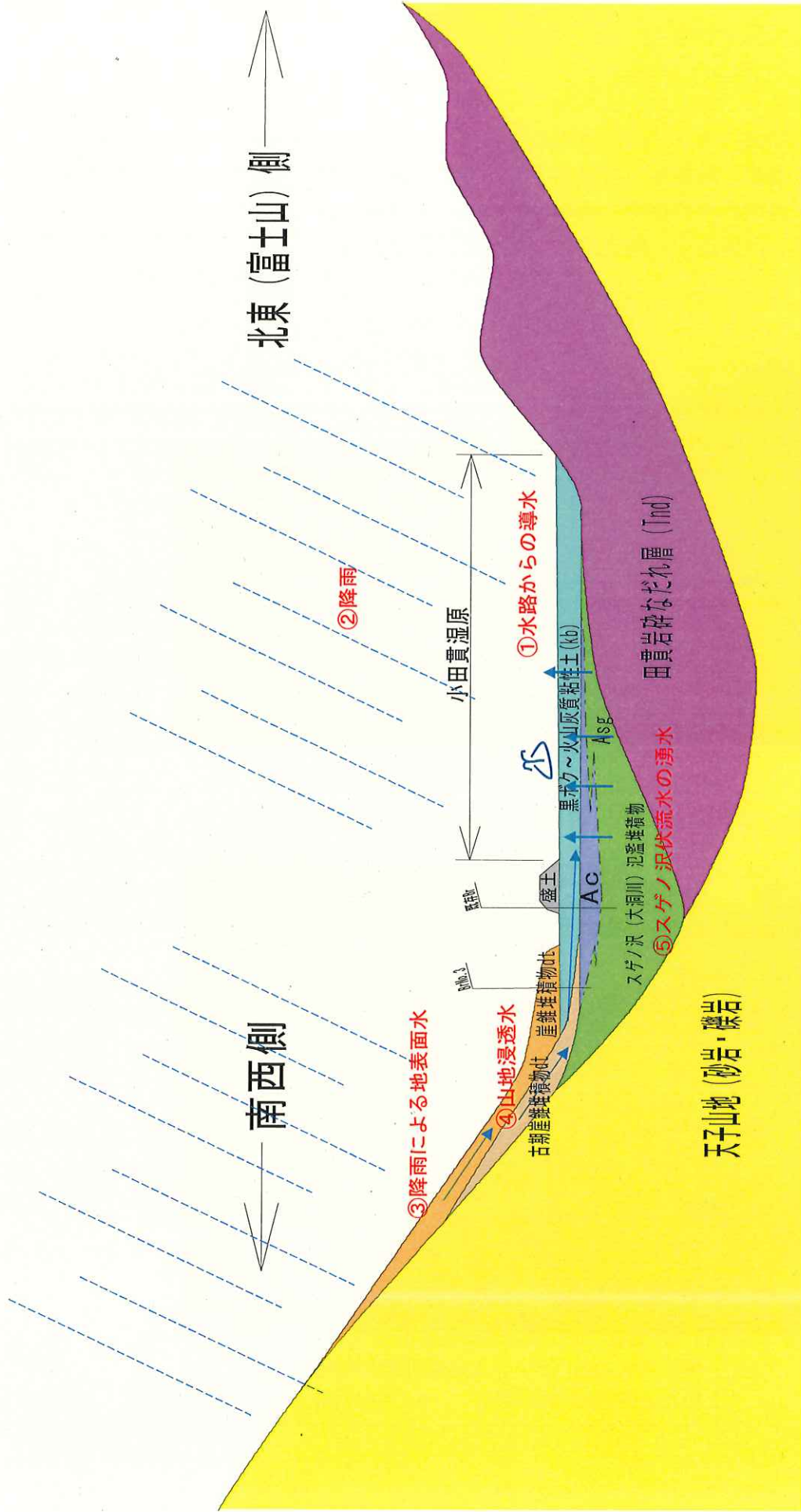


図 6-6 小田貫湿原推定地下水供給図

タイプ I 領域のスゲノ沢河川水の導水については、試掘孔とボーリング No. 2 孔での水位観測と隣接地の水路工事のための一時導水停止の時期からその影響を受けており湿原の水位保持に貢献していることが明らかである。
以上のことは湿原内の踏査によっても明らかである。



写真 6-1. 2020/12/24 導水停止期間撮影
湿原上流端部の池は消滅枯渇 一ヶ月降雨なし



写真 6-2. 2021/1/7 年末短期間導水期間直後撮影
湿原上流端部の池が復活 一ヶ月以上降雨なし

2020年10月21日の ヒアリングの際に「かつては湿原の北側の幅広で浅い谷地形部（現在鉄塔下）から湧水があった（以下に図示）」との情報を得ている。

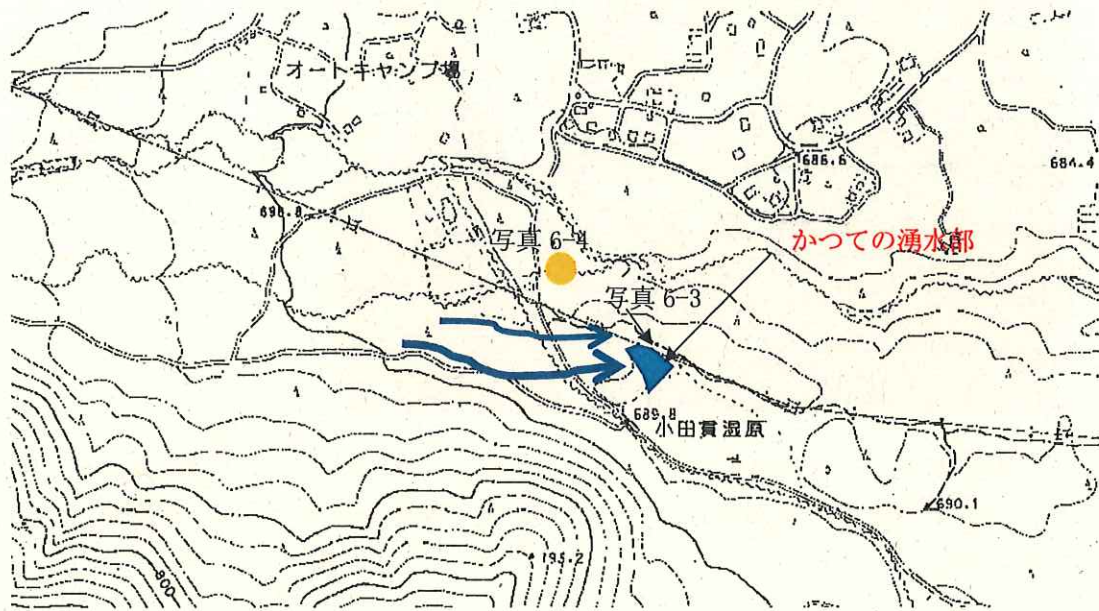


図 6-7 かつての湧水部（ヒアリングにより情報取得）

ここには、小さく浅い谷地形が存在する（以下の写真参照）。その端部の斜面には小規模な崩壊跡が見られる。これは、地山に浸透した降雨水が斜面の末端でパイピングしたことが原因であり、ここに斜面からの湧水があったことを示している。この水は、降雨水の地表面流下供給が考えられるが、集水範囲（面積）が小さいため、次の写真のようにスゲノ沢氾濫堆積物からの供給もわずかにあったと考えられる。



写真 6-3.

かつて湧水があったと聞く、小さな谷。一昨年まで植林されていたが、昨年伐採。左サイドローム層中にはパイピング跡のホールがあり、崩壊跡が伴う。

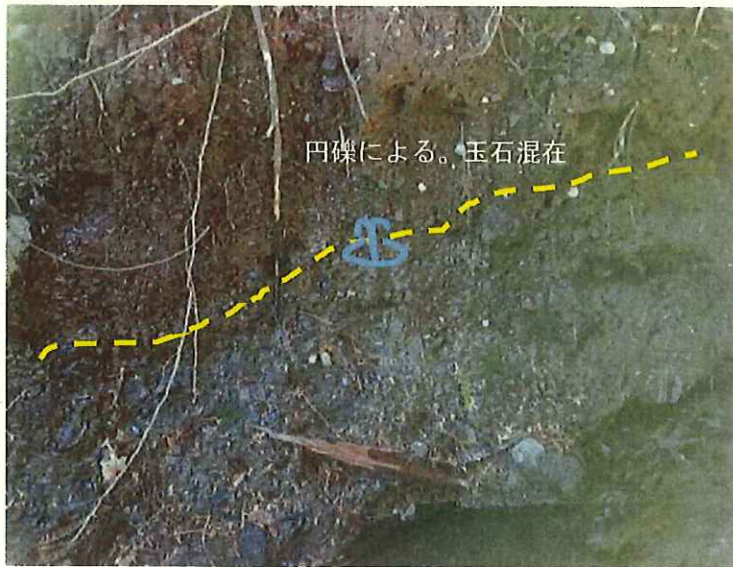


写真 6-4.

スゲノ沢氾濫堆積物層内からの湧水。(北側の河川に向かって湧水しているが、同様な箇所がこの谷側部にも存在していた可能性を示す)

少量であったと推定されるが、かつての湿原へ供給していた谷部の湧水は、植林による土壤水の吸収過多及びスゲノ沢氾濫堆積物からの供給水が減少したと考えられる。

6-4. 湿原内の概略水収支について

湿原内での水収支を考えると地表面は透水性の低い黒ボクによって覆われていることより地下への浸透はあまりなく、湿原内への流入量＝末端部1箇所での流出量と考えられる（低水流出水収支解析）。観測値を用いた短期間での解析であるため自然蒸発量を無視する）

ここでは、湿原背後からの地表面水の流入量は無視している。これは、水路により背後山地の地表面水流入を阻止していることとその他の湿原内流入面積が非常に少ないためである。

①降雨量＋③水路からの導水量（実測）＝

②（スゲノ沢伏流水の湧水量＋湿原内への保留水量）＋④流出量（実測）

なお、④流出量（実測）は観測期間中の最大量を採用しているので、降水量(mm)も現場観測での最大雨量値を用いる。また、降水量は1m²あたりの高さを示すので水量としては、

$$Q = 1(\text{mm}) / 1000 \times (1\text{m}^2) \text{となる。}$$

②を求めることで、湿原内に最大雨量時に地下からの湧水も含め、湿原内に保留される水量を求める。

$$\text{②} = (\text{①} + \text{③}) - \text{④}$$

①観測期間での最大降雨量

巻末、「雨量計計算書」より2020/9/7の $h_{\max} = 172.5\text{mm/日}$ とする。

よって、1日間に着目した場合の降雨は、 $V_{\text{①}} = 172.5 / 1000 \times 1\text{m}^2 \times \text{湿原面積}$
 $(A = 1.348\text{ha} = 13,480\text{m}^2) = 0.1725 \times 13,480 = 2,325.3 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。

③水路からの導水量

導水柵での流量計測より、 $V = 5.0\text{m}^3/\text{min}$ となる。この量は、降雨量に関わらず一定である。 $V_{\text{③}} = 5.0 \text{ m}^3/\text{min} \times (24\text{h} \times 60\text{min}) = 7,200.0 \text{ m}^3/\text{日}$



④流出量

「6. 調査の結果」 - 「5-6. 雨量計・自記水位計・流量観測の結果」より、
 2020/7/7の記録は $V=0.4176\text{m}^3/\text{min}$ であるので、1日あたり
 $V_{\text{④}}=0.4176\text{m}^3/\text{min} \times (24\text{h} \times 60\text{min}) = 601.3\text{m}^3/\text{日}$

したがって、②スゲノ沢伏流水の湧水量を $V_{\text{②}}=(2,345.3+7,200) - 601.3 = 8,924.0 \text{ m}^3/\text{日}$ として、以下の水収支関係がおおよそ推定できる。

表 6-2. 小田貫湿原水収支 (常に飽和状態を仮定)

流入量 (m ³ /日)		②湧水+貯留量 (m ³ /日)	④流出量 (m ³ /日)
①降雨量	$V_{\text{①}}=2,325.3$	8,924.0	$V_{\text{④}}=601.3$
③水路からの導水量	$V_{\text{③}}=7,200.0$		

したがって、この豪雨の時には $h = (8,240.0) / (13,480.0) = 0.7\text{m} \rightarrow 70\text{cm}$ が
 湿原内の水位となる。常に底質が飽和していると仮定して、これを湿原面積で除
 すると湿原内で豪雨時の水位ということになる。実際には、全体にこのような高
 い水位に至ってはいないので、豪雨時は不飽和土領域の土に浸透吸収されてい
 ると解釈される。したがって、供給水量をコントロールして湿原内の水位上昇させ
 るためには常に飽和状態を全体で保っている必要がある。乾湿を繰り返すよう
 な自然環境においては、湿潤を保ちかつ湿原内の水位をコントロールする解析的
 な適正供給量の決定には困難な点が多く、時間を掛けたモニタリングにより総合
 的に湿原保持をコントロールする方法と考えられる。

7. 乾燥化防止対策の検討

小田貫湿原の乾燥化防止対策の策定を地質・水象調査の結果から提案する。なお、乾燥化防止ということは、湿潤状態を常に保っておくこととし、現在より湿潤化の進行に伴う生態系への影響はここではあまり考慮しない。

小田貫湿原は、古くから年間の乾湿はあるものの常時植生が維持される湿潤な保水状態を保持し、生態系のバランスを保持してきたとの資料情報がある。

その基本的な条件を整理しておく。

<地形>

- ・全体的に窪地を呈しており、周辺土地に対して低地にある。
- ・流水末は、調査対象湿原の中でも最も低い標高にある。
- ・湿原内においても高低差があるが、下流南西域は乾燥化前からやや高い地形形状をしており、湿地との層相とは異なる。
- ・湿原中央部は、神代杉の発掘等により大小の池が形成されている。池の深さは様々であるが、最も深いもので2mを超えるとされる。

<地質>

・主として不透水層の「田貫岩砕なだれ層」上部に黒ボク層が堆積しており、黒ボク層の保水性と透水性により水循環がなされていると解釈されていたが、湿原外周でのボーリング調査、試掘並びに露頭観察により、混入礫に円磨された礫・玉石が混入することからスゲノ沢氾濫堆積物がその両層の間に存在する。

<湿原内の水>

- ・3つのタイプに分けられ、それらの起源は雨水、黒ボク層下位のスゲノ沢氾濫堆積物層からの湧水及び人工的な水路からの導水によるものと考えられる。
- ・地下水は、地層中を流動する間に地層からの成分溶出、酸化環境から還元状態に移行または粘土鉱物との間のイオン交換などによって、水質が変化してゆく。

このことは、天子山地に浸透してスゲノ沢（タイプⅠ水）がさらに異なる地層と接触してスゲノ川氾濫堆積物層（タイプⅢ水）の地下水質への変化と考えられる。また、それが土壌との接触期間を長くする滞留による変化を重ねると共に雨水の混在（タイプⅡ水）もあり、現在の水質群を形成していると推測される。

自然保護は目的管理の概念であるので、保護の目的を明確にする必要がある(自然保護目的管理理論)では「好ましい水準に保全し、系を保護する」ことを目的とする「Restoration (復元-回復-的自然保護)」と「すでに失われてしまっている自然を元の状態に復元するのではなく、機能的に同じレベルの自然を造成する」ことを目的とした「Rehabilitaion (再生的自然保護)」が考えられる(樹木社会学(渡邊定元著);東京大学出版会)より引用と令和元年度渡邊氏より助言)。

ここでは、前者のように「積極的な人為的行為を伴う管理」について提案する。以下の5案が考えられる。

①下流末で堰堤または水門を設け、湿地内水位を調整保持する

湿原内水の流出口は1箇所であるので、ここに堰や水門を設け、湿地内水位を調整する。ヒアリングでの佐野弘氏がご指摘され、反対されているように「池水位と植物生態」との関係が不明確であるのでこの案にはリスクが大きい。また、適正水位やそれに対する水位調整量には頻繁な水位測定と植物生育状態の観察が必須である。一方、工事による自然環境への影響は限定的。

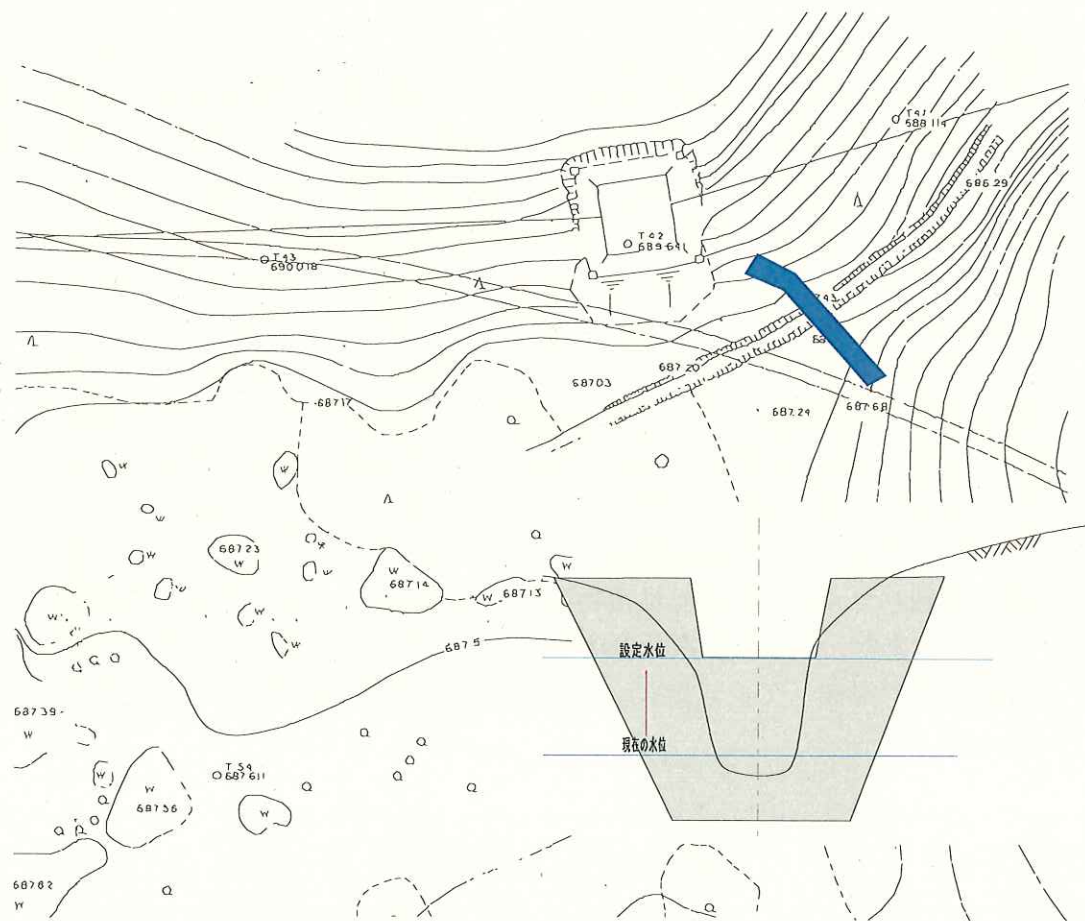


図 7-1. ①案：下流末端堰建設案

②湿地内地盤高がやや高い部分（ススキの繁茂する区域等）の土砂除去及び攪乱

物理的に窪地面積を大きくすることで湿原内の水域を広くすると共に下流流出口高さより地表を下げること流出を防ぐ。また、土壌を攪乱することで土壌間隙を大きくすることで間隙水を多くなりより湿潤で保水性が向上する。



図 7-2. ②案：バックホウなどによる湿原内土壌の除去・攪乱

③湿地上流側に雨水及びスゲノ沢からの水を湿地内に放流する調整池を造成

現水路に流入している雨水をその上流側で貯留したのちに、湿原内へ導水。また、水量が不足するようであれば、スゲノ沢流水をも導水することができる位置とする。湿地内への導水は暗渠（深さは湿原上流高さと調整池底高さとの関係で掘削工法が異なる）による。直接、スゲノ沢の水を湿原内に導入するには、自然状態を復元することにはならないので、調整池での滞留貯水を行い、地下水の土壌に触れることでの化学的変化の促進を期待する。調整池はコンクリート製ではなく、少なくとも底面は土構造が望ましい。

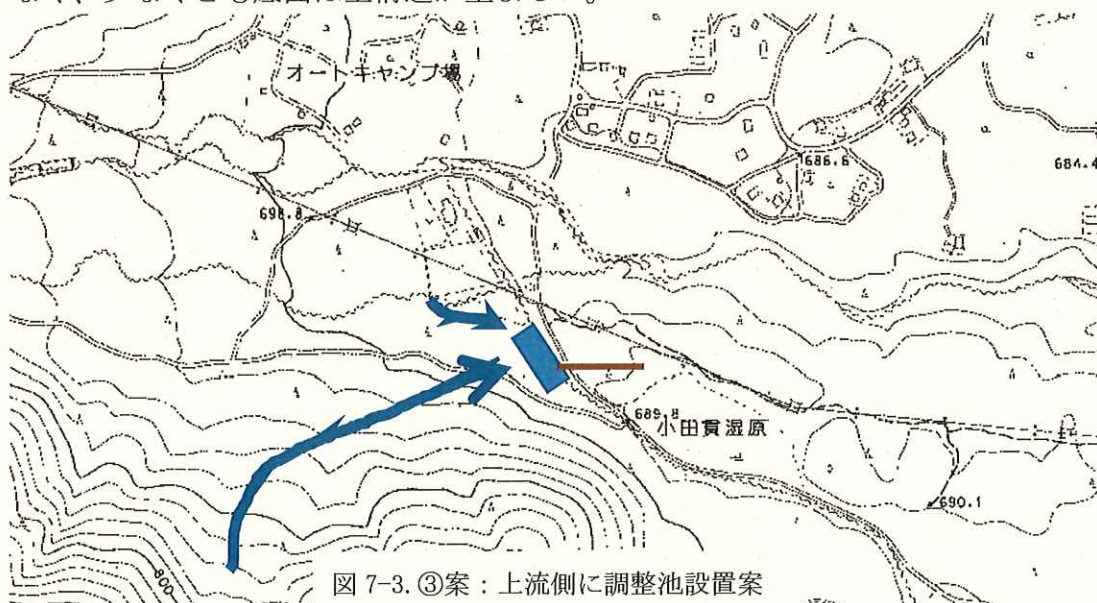


図 7-3. ③案：上流側に調整池設置案

④天子山側の広い谷に深層水を対象とした集水井を設置し、湿原内へ導水

③案と同様な考え方であるが、谷部に集水した深層地下水を湿原内へ供給する。湿原内へは、被圧による自然湧水を期待するが、湧水を促進するため鉛直ドレーンの付加が効果的と考えられる。

地すべり防止工事に多用される工法であるが、他目的での工事实績は無い。

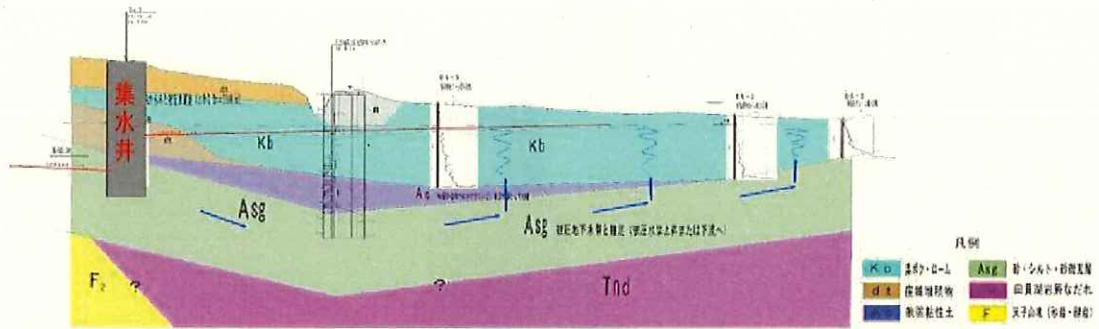


図 7-4. ④案：谷部に集水井置案断面図



図 7-5. ④案：集水井の例

⑤現在、田貫湖へ導水されている水路を暗渠化して暗渠構造にする

特に水路上流側の区間で山地からの雨水はすべて湿原内へ流入することを期待する。水路上部に床板を載せただけでは構造上の問題もあるのでボックスカルバート構造が考えられる。

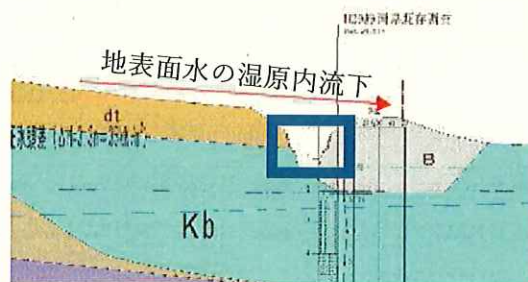


図 7-6. ⑤案：水路暗渠化工

いずれの案においても小田貫湿原内の水位、水質及びその成果としての植物生態をモニタリングしてゆく必要がある。また、これらの工法を組み合わせることを段階的に実施し、対策効果を評価したのちに次段階の工法実施の必要性を検討してゆく必要がある、

次ページに各案の比較一覧表を添付する。

以上

乾燥化防止対策案比較表 (小田貫温原乾燥化防止のために温原内へ水の供給または保持することを目標とすることに特化した対策案)

番号	工法案名称	概要図	工法のねらい	長所	短所	実施するにあたり必要な測量・調査	モニタリング事項
①	下流末端堰堤		下流末端で流出水量を調整することで温原水位を上昇させる	<p>工事による直接的な自然環境への影響は相対的に低い。</p> <p>工事費は容易</p>	<p>温原一様に水位上昇の可能性あり。池毎の植生変化が発生しする可能性がある</p>	堰堤設置箇所の測量・地盤調査 (河床以下の透水性・支持力の有無)	池の識別とそれぞれの水位と植生
②	掘削除去・攪乱 (池の造成)		<p>温原内の地盤高を相対的に下げ、集水・滞留し易くなり好気環境と土壌間隙を大きくすることで保水しやすくなる。かつての神代杉 (埋没した杉) の発掘により温原化が加速したと聞くので池の造成も温原化に寄与する。</p>	<p>工事のみで工事は容易</p>	<p>重機のトラフイカピリタイマーが確保しにくい</p>	高低平面測量	<p>工事後の植生変化。湿地内水位や池水位。</p>
③	上流側の調整池		<p>かつて温原内に流入していたと考えられる天子山斜面や各部に集水する地表水の強制的導水</p>	<p>現温原での土地変更を行わない。土壌に触れることで自然状態の温原内水質を回復する可能性がある</p>	<p>効果的な集水が得られる調整池の建設場所と湿地内へ自然流下できる高さ関係を設定すること</p>	調整池位置と温原上流部への縦断測量	<p>工事後の植生変化。湿地内水位や池水位。</p>
④	集水井		<p>天子山地谷部に存在する地下水の水頭差による圧力に期待した湧水の流入を通過させる</p>	<p>温原外で工事を行うため、温原の環境への影響は少ない。本来の温原内への湧水の促進になる。豪雨時には効果的。</p>	<p>工事費が高い。常時大きな被圧力を期待できない。費用対効果が明確ではない。</p>	集水井位置での地盤調査 (土圧、地下水等)。集水井～水路～温原の高低測量	<p>ボーリングNo. 3孔の水位変動観測。工事後の水質・植生変化。</p>
⑤	水路の暗渠化		<p>古くから池内へ供給されていたと考えられている表面水の流入回復</p>	<p>かつての水環境の復元</p>	<p>工事費が高い。小田貫温原と管理行政が異なる。</p>	水路の縦断・平面・横断測量	<p>工事後の水質・植生調査</p>

<補足資料> 下流域の湿原水の供給について

現在、小田貫湿原下流の2箇所については、湿原跡である低平面地と木類の繁茂などが無いことからその場所の特定や周辺地形環境などが確認される。

現在は、湿潤状態にはないが表面は黒ボク土壌であるので高含水な状態で、歩いてみても柔らかい感触がある。

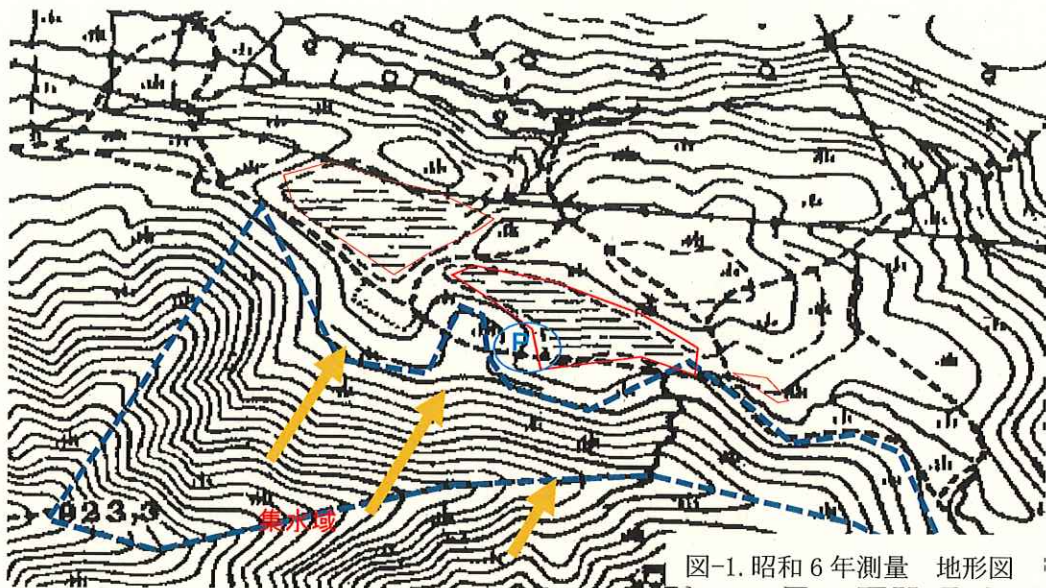


写真-1. 上流側の旧湿原

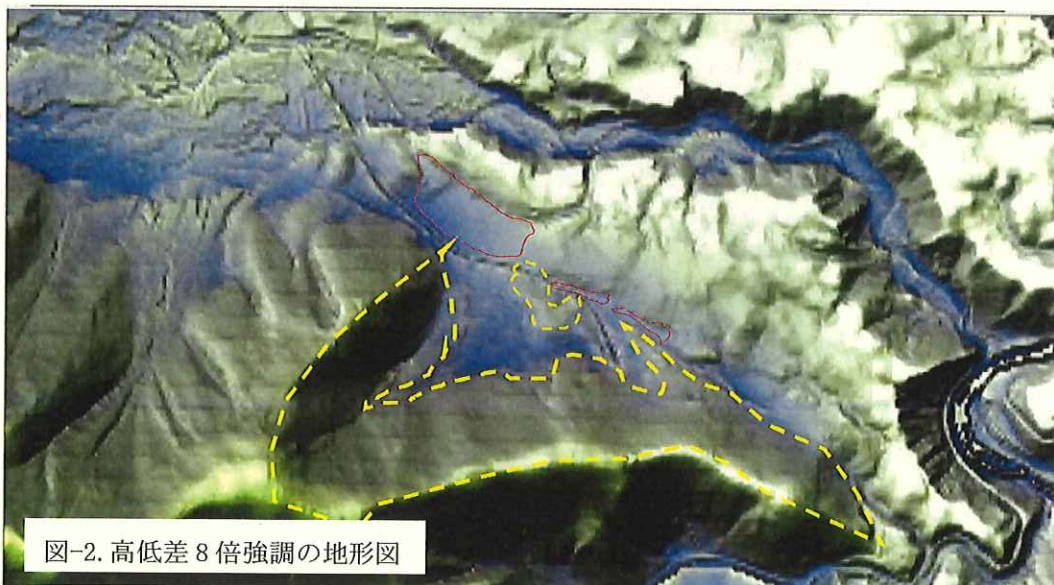


写真-2. 下流側の旧湿原

周辺の地形をみれば、南側に天子山の尾根が東西に走り、そこからの斜面が北側に傾斜している。報告書にも記してあるが、小田貫湿原背後に大きな谷地形を配しているが、同様に下流旧湿原地においても背後に谷地形がある。それに対して北側斜面は極めて緩斜面であるが緩やかな尾根筋はあるものの、ほぼ平坦な地形をなしている。以下の図は、昭和6年測量の国土地理院地形図である。これによれば、山地側に凹みがあり谷地形を背後に配している。



また、次ページの標高差を8倍に誇張した平面図（カシミールより作成）では、谷の奥に低部があり、この谷からの供給が考えられる。一方、湿原部の南側背後には、小高い丘状の凸部と水路の横断があり、湿原へのそのままの流入の妨げになっている。



さらに現場での微地形観察では、丘状の凸部があったが僅かな凹凸部があり、雨水等が浸食して谷を形成し、さらに湿原方向に向かう筋が認められる（写真－3）。



写真－3. 旧湿原最上流に繋がる南側山地の谷筋と下流平坦部
(この斜面末部と旧湿地は市道により分断)



写真－4. 現在の駐車場（かつては湿原背後の凹み？）

踏査により黒ボク以下の基盤の露頭はなかった。この位置はスゲノ沢氾濫堆積物の末端部にあたり、ここまでの到達があったかどうか不明である。したがって、黒ボク～ロームの堆積以下は田貫湖岩屑なだれ層と考えられ、背後山地～供給される浸透深層水は、この岩屑層の上位または薄層の水成堆積物を流下するものと推定する。

調査対象であった小田貫湿原（最上流部）の調査結果を併せて、中・下流湿原への水の供給を考えるうえでは、湿原をつくる自然条件を整理してみる。

<湿原形成の条件>

- ①末端が閉塞された凹状地形をなすこと
 - ②背後斜面は尾根ではなく、谷地形を配している（雨水が流入し易い地形）
 - ③地表面土壌は保水性が良いが、透水性は低く雨水は地表面水として流下
 - ④河川による堆積物（水成堆積物）が堆積している
- と考えられる。

したがって、そこへの水の供給は、以下のものと整理される。
これらの旧湿地では a) 雨水の直接滞水が主となっていると考える。

- a) 雨水の直接滞水
- b) 背後山地からの雨水地表面水とわずかな深層湧水
- c) 河川堆積物中の地下水の湧水



写真-5. 降雨後の中流域湿原の様子（2020/4/24 撮影）

現在の状態では、自然湧水の可能性は低い。潜在的な湿地形成の素因はあるので、人工的な水路工事を併用して最上流の小田貫湿原からの流出水を導水することが最適と考えられる。

111

111

