

遺跡の保存技術の確立に向けた
連携研究報告書Ⅰ 資料編

２０２６

福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館

独立行政法人国立文化財機構
奈良文化財研究所



遺跡の保存技術の確立に向けた
連携研究報告書Ⅰ

資 料 編

２０２６

福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館

独立行政法人国立文化財機構
奈良文化財研究所

挿図目次

第1図　福井県の地形 …… 1
第2図　一乗谷周辺の地質図 …… 2
第3図　本遺跡の範囲図 …… 3
第4図　調査位置図 …… 4
第5図　奈良文化財研究所と当館の研究体制 …… 5
第6図　調査箇所と遺構展示室内の設備（展示室断面） …… 6
第7図　調査箇所と遺構展示室内の設備（展示室平面） …… 7
第8図　外気と展示室内の温度 …… 8
第9図　展示室内の温度と絶対湿度（夏季） …… 9
展示室内の温度と絶対湿度（冬季） …… 10
第10図　展示室内の温度と相対湿度（夏季） …… 11
展示室内の温度と相対湿度（冬季） …… 12
第11図　雨量と遺構展示室直下の地下水位及び足羽川の水位 …… 13
第12図　遺構土の水ポテンシャル …… 14
第13図　降雨時の遺構土の水ポテンシャルと展示室内外の絶対湿度 …… 15
第14図　遺構展示室直下の地下水と足羽川の水質分析結果 …… 16
第15図　土質部分の割れ及び塩類の分布 …… 17
第16図　粘着トラップ設置箇所 …… 18
第17図　空中浮遊菌調査箇所 …… 19
第18図　白色菌類様物質の走査型電子顕微鏡画像 …… 20
第19図　保護層上面の生物捕獲個体数の変移 …… 21
第20図　各生物の月別捕獲割合 …… 22
第21図　各エリアに設置した粘着トラップの生物平均捕獲数 …… 23
第22図　各エリアにおける平均空中浮遊菌量 …… 24
第23図　カビ・コケ類の分布 …… 25
第24図　スポットライトの照明光波長分布 …… 26
第25図　吸光度と照度の測定結果 …… 26
第26図　粒度分布及び粒径加積曲線 …… 27
第27図　遺構面の水ポテンシャル …… 28
第28図　水ポテンシャル（Case A） …… 29
水ポテンシャル（Case B） …… 30
水ポテンシャル（Case C） …… 31
水ポテンシャル（Case D） …… 32
第29図　埋め戻し土最表層の pF 値 …… 33
第30図　埋め戻し土最表層の水分活性 …… 34
第31図　岩石鑑定のフロー …… 35
第32図　割れが認められる景石等の分布 …… 36
割れが認められる景石等の岩種 …… 37
第33図　景石等の岩種 …… 38
第34図　対象景石と測定項目 …… 39
第35図　景石クラック内部の温度 …… 40
第36図　調査箇所 …… 41
第37図　対象石の表面温度と日射量（非養生期間） …… 42
第38図　対象石の表面温度（養生期間） …… 43
第39図　養生材内部の絶対湿度（養生期間） …… 44
第40図　対象石の表面温度（非養生期間） …… 45
第41図　対象石の表面温度（養生期間） …… 46
第42図　排水現況図その① …… 47
排水現況図その② …… 48
排水現況図その③ …… 49
排水現況図その④ …… 50
排水現況図その⑤ …… 51
排水現況図その⑥ …… 52
第43図　調査対象区域の排水流域（全体図） …… 53
第44図　山地部の排水流域図その① …… 54
山地部の排水流域図その② …… 55
山地部の排水流域図その③ …… 56
山地部の排水流域図その④ …… 57
山地部の排水流域図その⑤ …… 58
山地部の排水流域図その⑥ …… 59
第45図　平地部の排水現況図その① …… 60
平地部の排水現況図その② …… 61
平地部の排水現況図その③ …… 62
平地部の排水現況図その④ …… 63
平地部の排水現況図その⑤ …… 64
平地部の排水現況図その⑥ …… 65
第46図　排水施設の写真位置図（A流域） …… 66
現地調査写真（A流域） …… 67
排水施設の写真位置図（B流域） …… 70
現地調査写真（B流域） …… 71
排水施設の写真位置図（H流域） …… 74
現地調査写真（H流域） …… 75
排水施設の写真位置図（J流域） …… 79
現地調査写真（J流域） …… 80
排水施設の写真位置図（L流域） …… 82
現地調査写真（L流域） …… 83
排水施設の写真位置図（S流域） …… 84
現地調査写真（S流域） …… 85
排水施設の写真位置図（T流域） …… 87
現地調査写真（T流域） …… 88
第47図　土砂流出防止工の計画流域 …… 89

表目次

第１表　連携研究担当者及び担当期間 …… 90
第２表　調査の経過及び成果の公開履歴 …… 91
第３表　白色菌類様物質の細菌を対象とした次世代シーケンス解析（門レベル） …… 93
第４表　白色菌類様物質の細菌を対象とした次世代シーケンス解析（種レベル） …… 93
第５表　生物調査①結果（その１） …… 94
　　生物調査①結果（その２） …… 95
第６表　生物調査②結果 …… 96
第７表　空中浮遊菌量調査結果 …… 97
第８表　山地部の流域概要 …… 98
第９表　平地部の流域概要 …… 100
第 10 表　山麓部における確率年数ごとの最大高水流量 …… 104
第 11 表　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ａ流域） …… 105
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｂ流域） …… 107
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｃ流域） …… 109
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｄ流域） …… 110
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｅ流域） …… 112
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｆ流域） …… 112
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｇ流域） …… 113
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｈ流域） …… 115
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｉ流域） …… 119
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｊ流域） …… 123
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｋ流域） …… 124
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｌ流域） …… 125
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｍ流域） …… 127
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｎ流域） …… 129
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｏ流域） …… 131
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｐ流域） …… 132
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｑ流域） …… 133
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｒ流域） …… 133
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｓ流域） …… 134
　　既整備地における排水環境評価及び対応方策（Ｔ流域） …… 135

根拠資料目次

資料１　最大高水流量等の計算 …… 136
資料２　設計の検討過程 …… 140

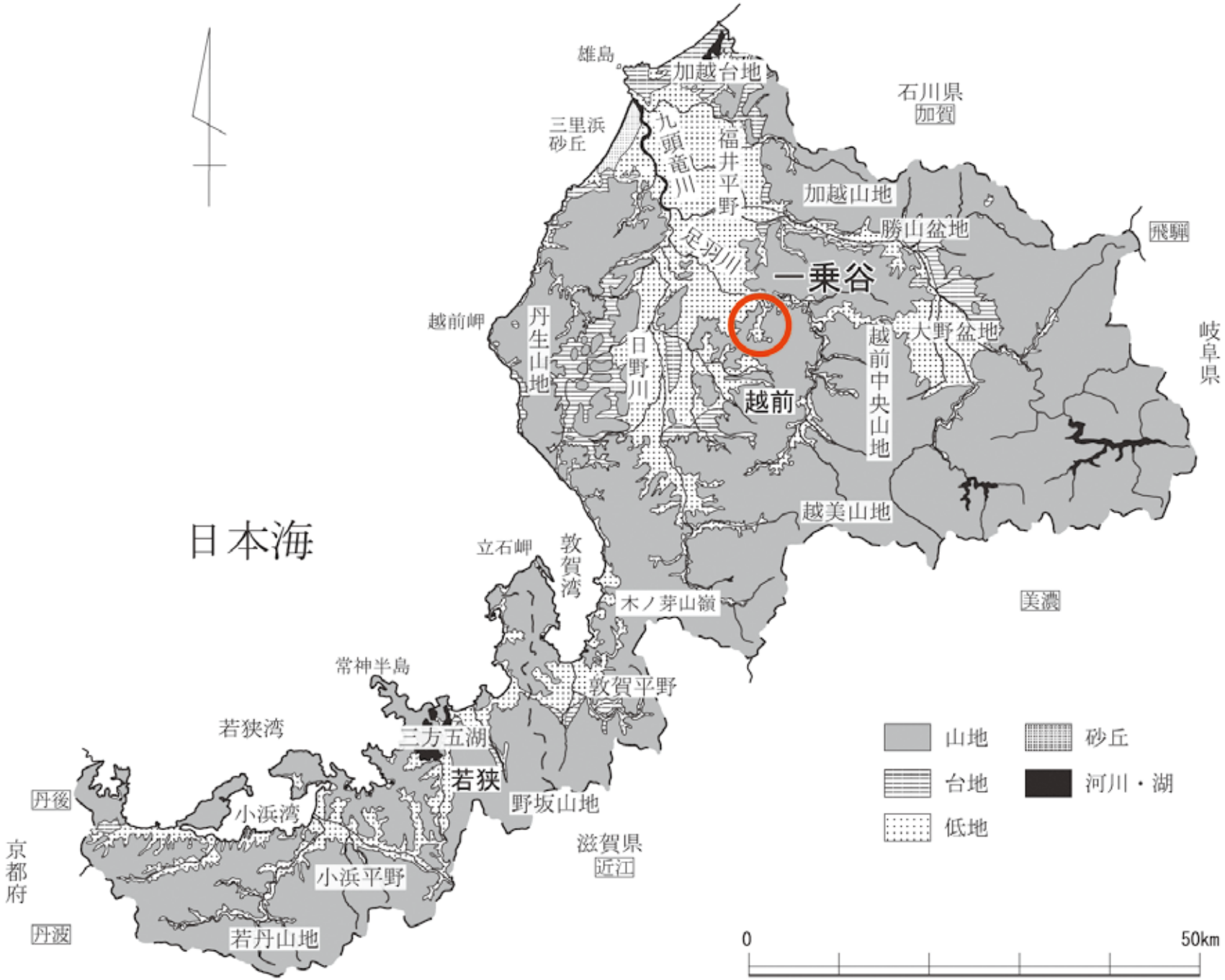


図１　福井県の地形（1/100,000）〈本編 1p 掲載〉

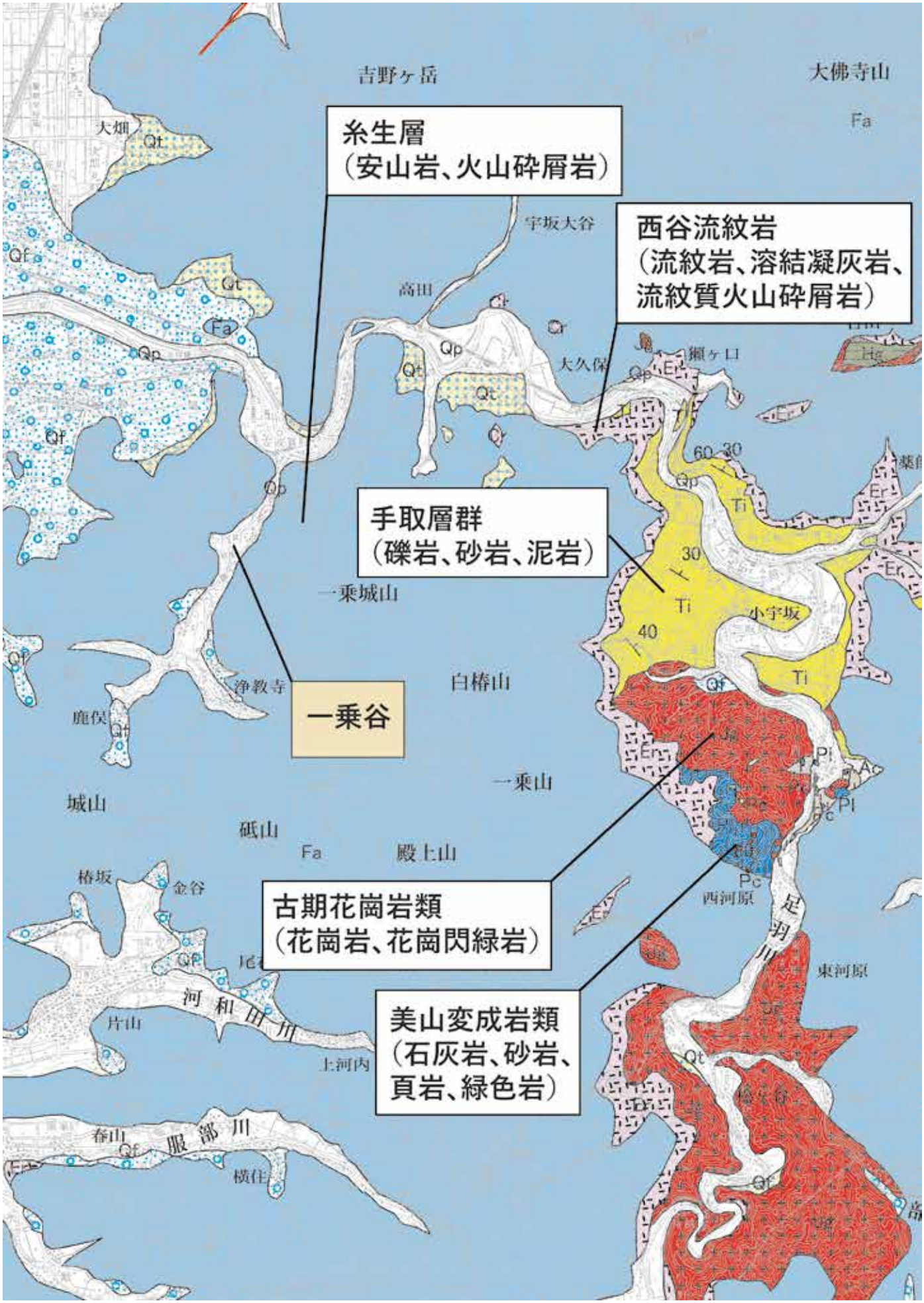


図２　一乗谷周辺の地質図（『令和4年度一乗谷朝倉氏遺跡岩石鑑定業務委託報告書（諏訪館跡庭園）』を一部改変）〈本編 2p 掲載〉

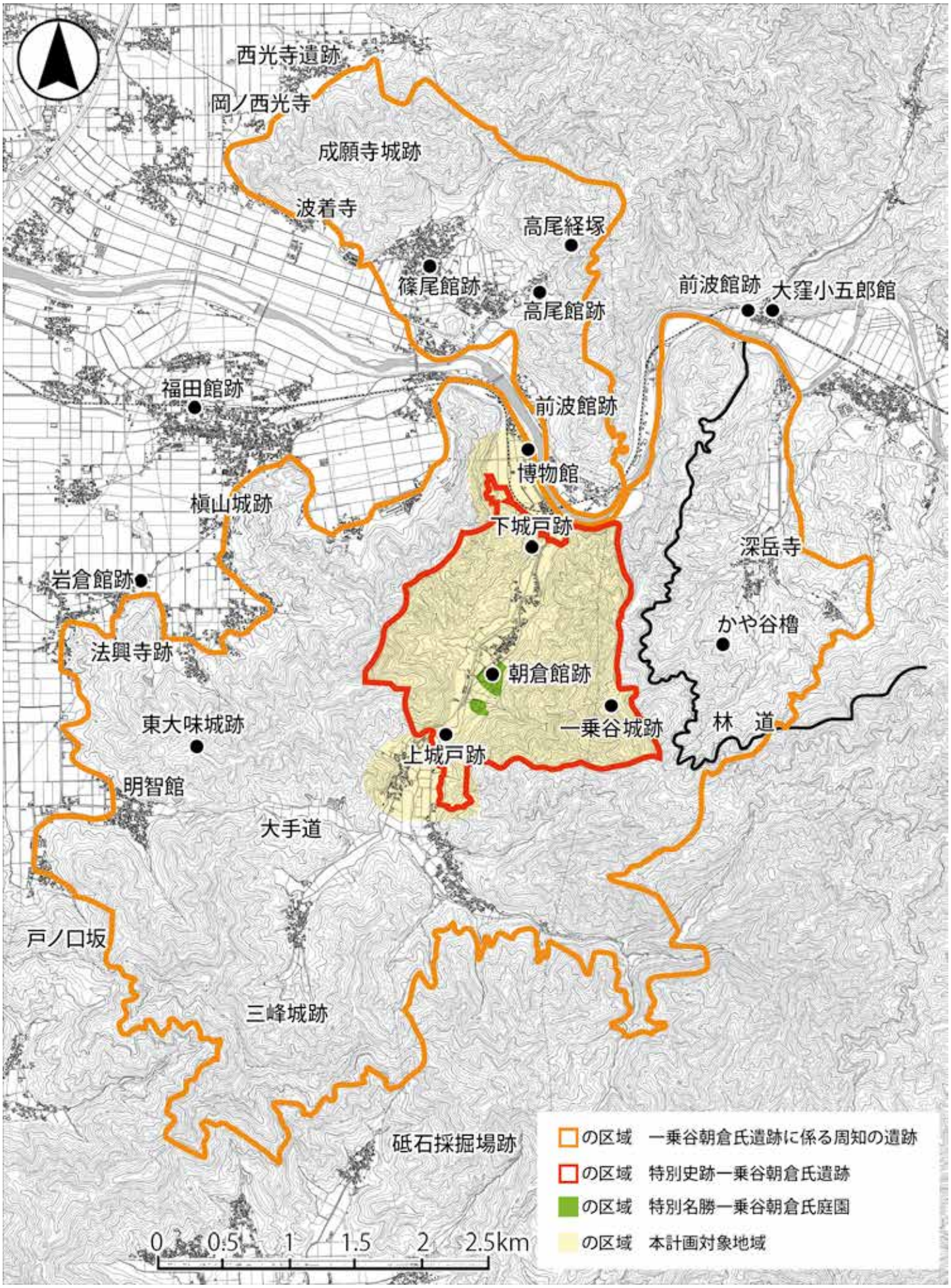


図３　本遺跡の範囲図（『特別史跡一乗谷朝倉氏遺跡再整備等計画』より引用）〈本編 7p 掲載〉



図4　調査位置図〈本編 8p 掲載〉

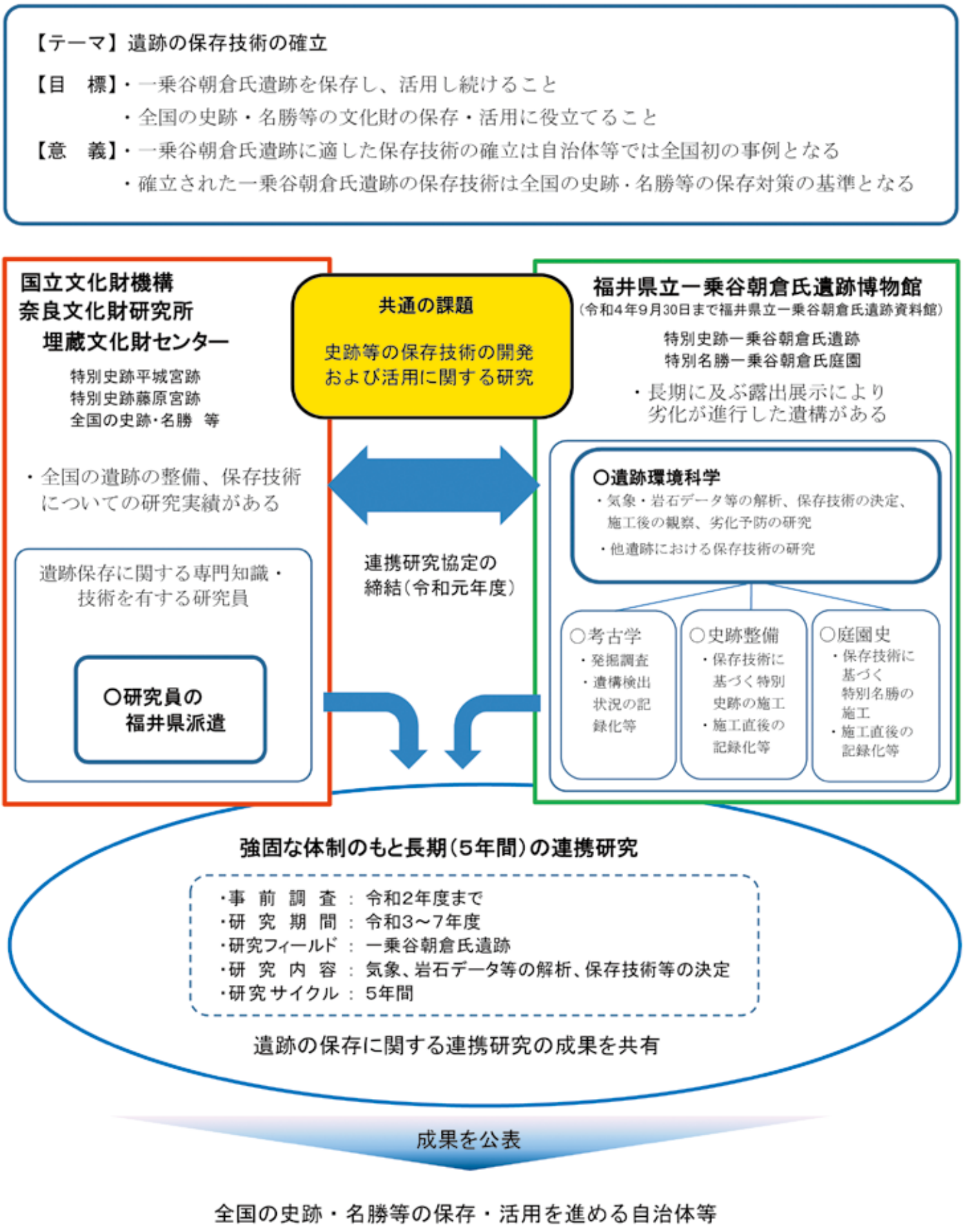


図５　奈良文化財研究所と当館の研究体制（令和元年 12 月 24 日 連携研究協定締結式 配付資料を一部改変）〈本編 9p 掲載〉

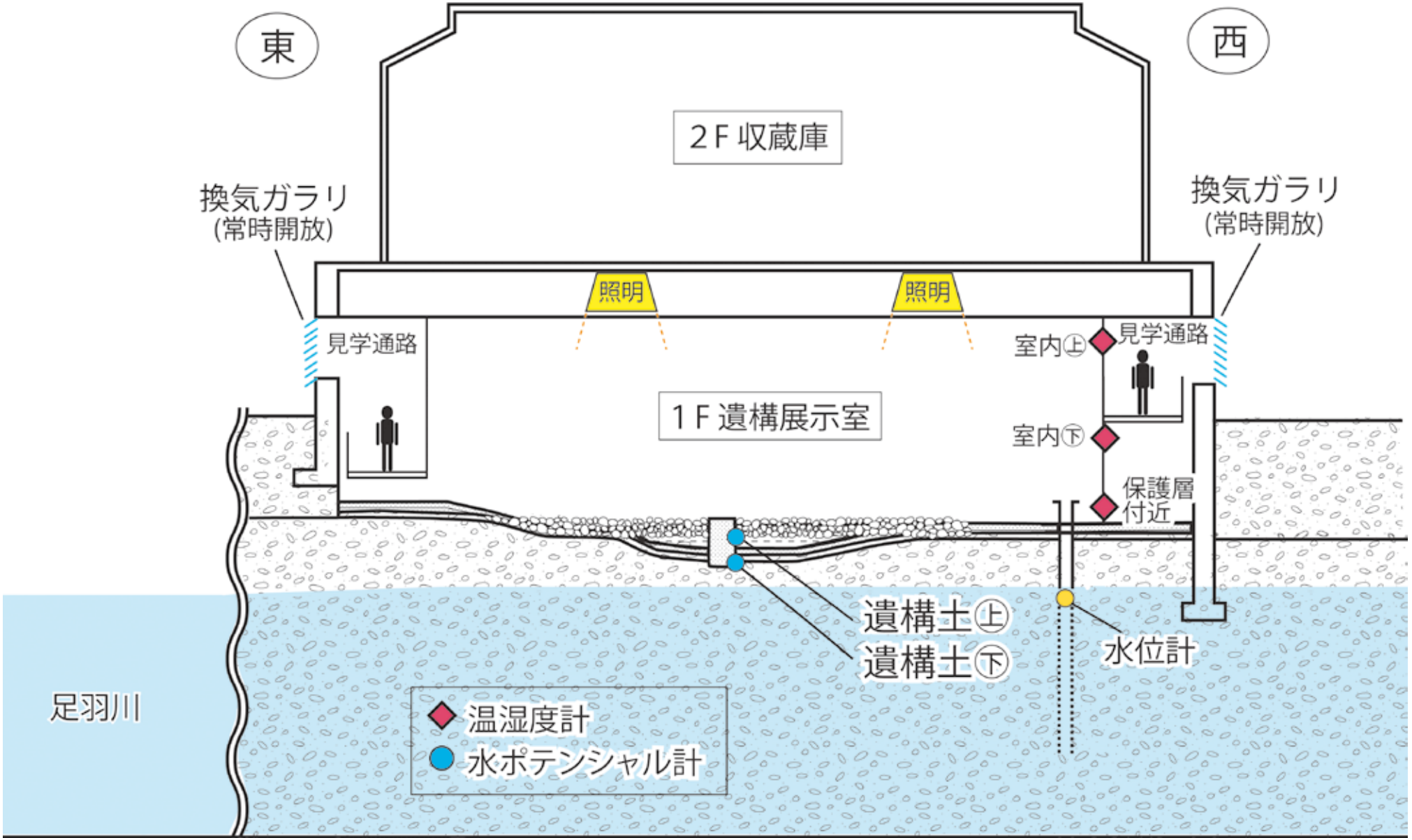


図6　調査箇所と遺構展示室内の設備（展示室断面）〈本編 17p 掲載〉

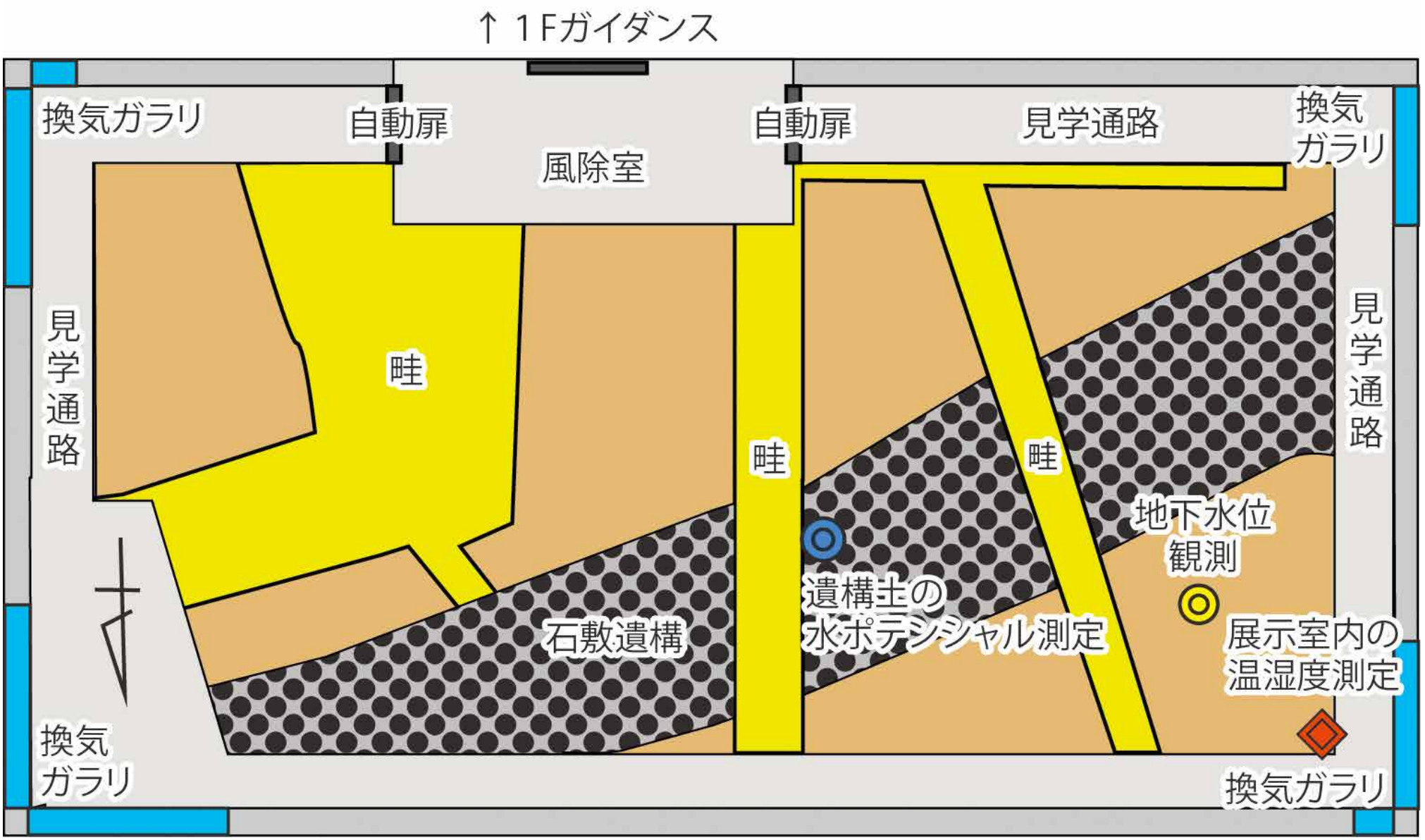


図７　調査箇所と遺構展示室内の設備（展示室平面）〈本編 17p 掲載〉

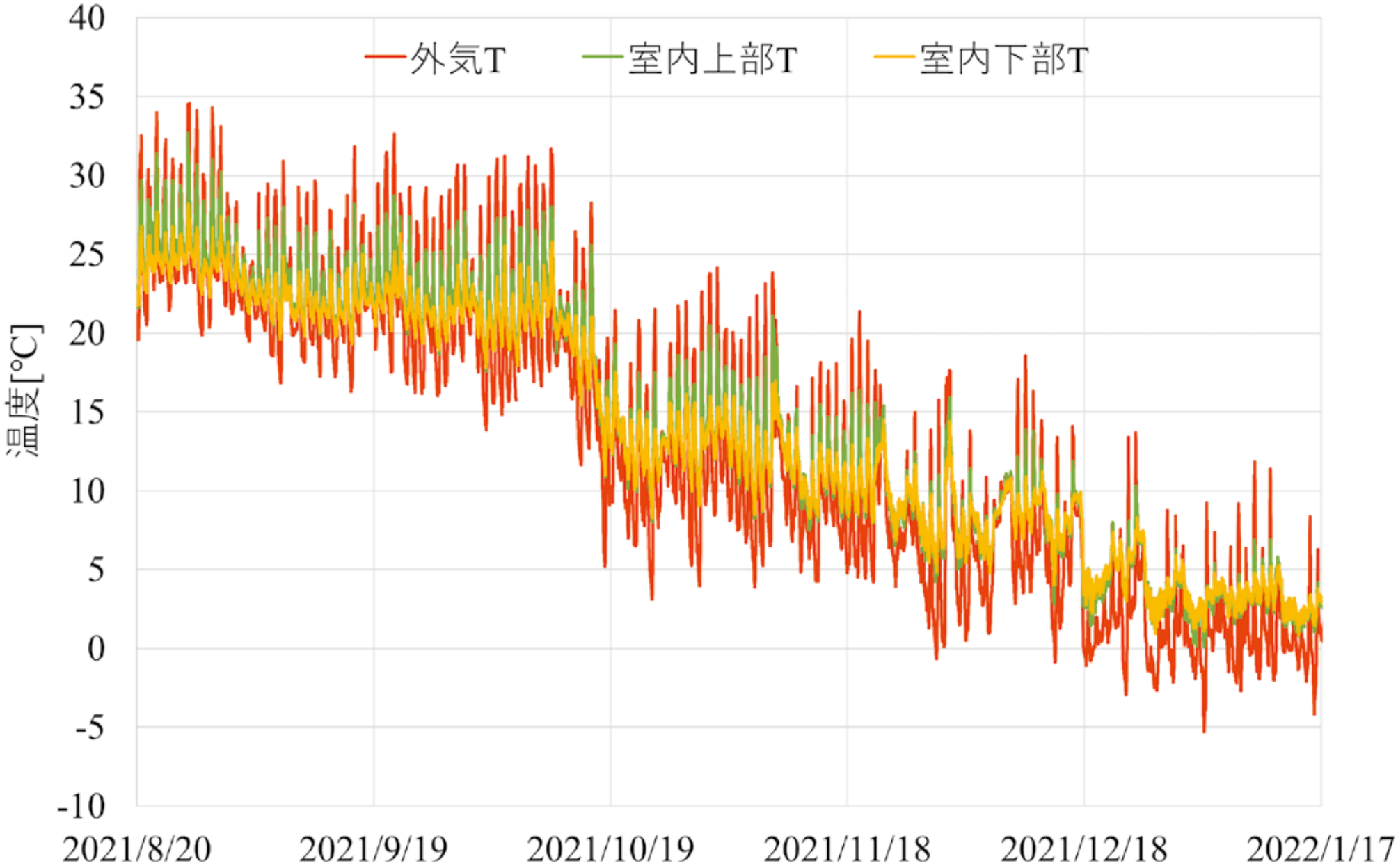


図８　外気と展示室内の温度〈本編 18p 掲載〉

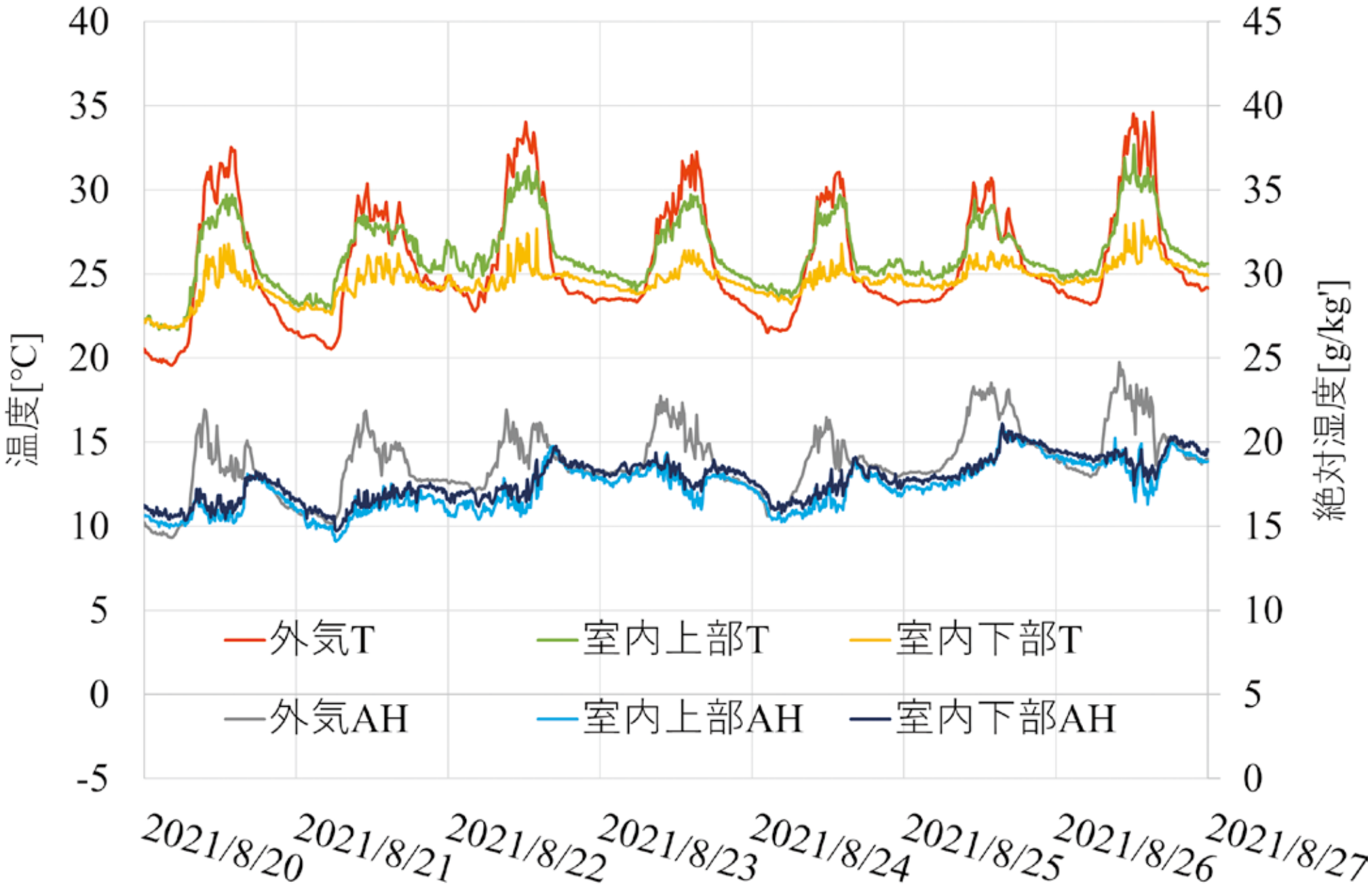


図９-1　展示室内の温度と絶対湿度（夏季）〈本編 19p 掲載〉

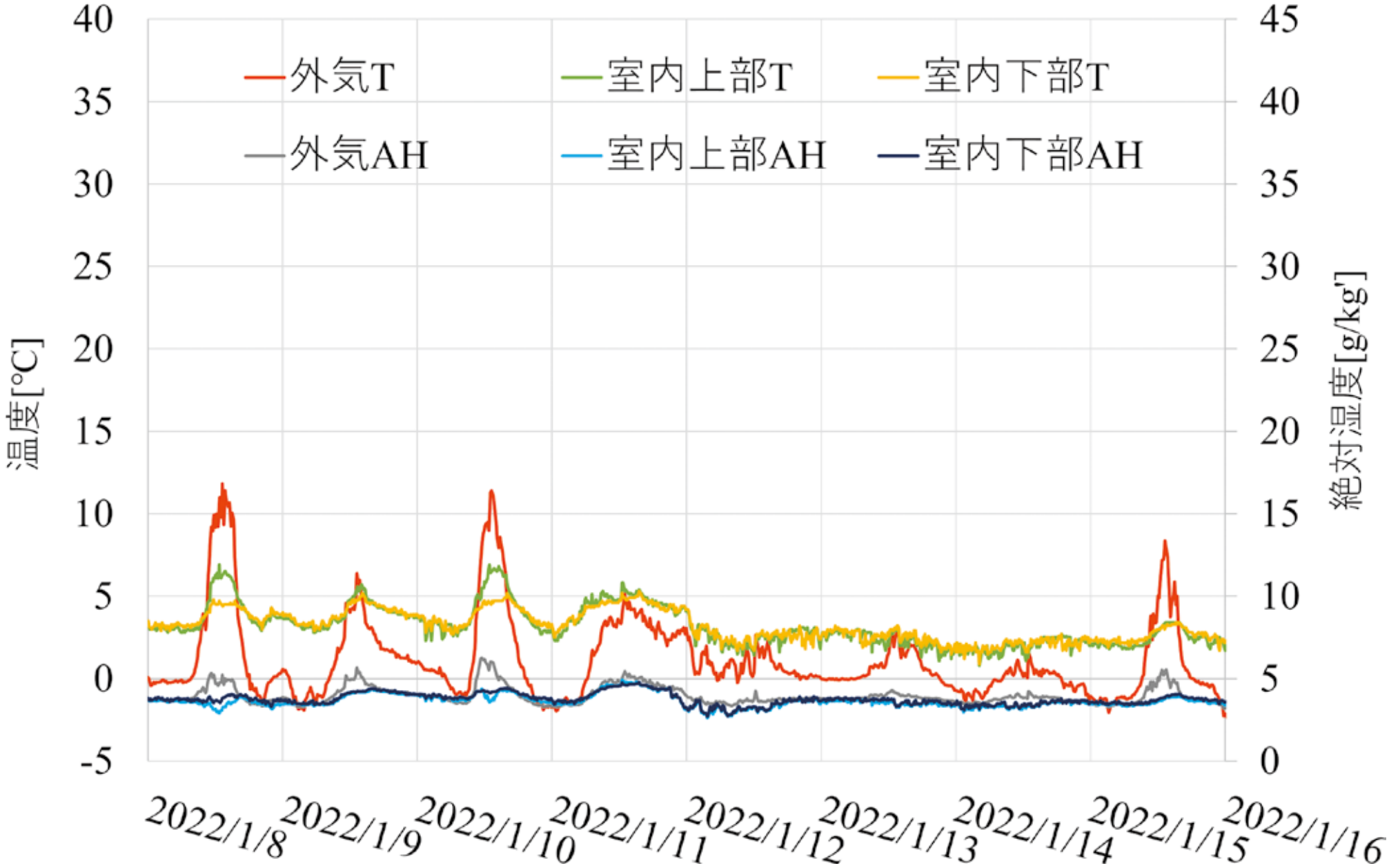


図9-2　展示室内の温度と絶対湿度（冬季）〈本編 19p 掲載〉

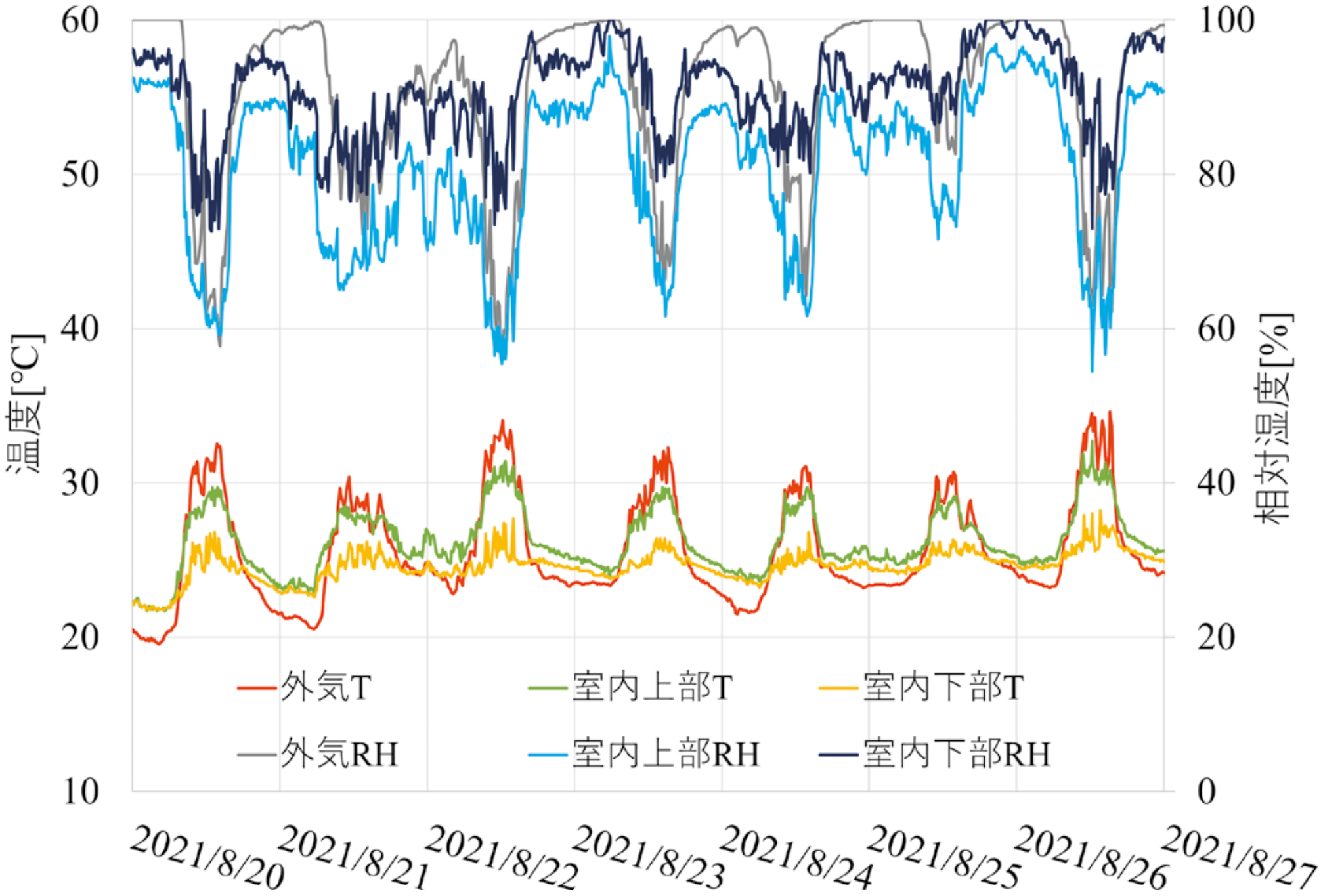


図 10-1　展示室内の温度と相対湿度（夏季）〈本編 20p 掲載〉

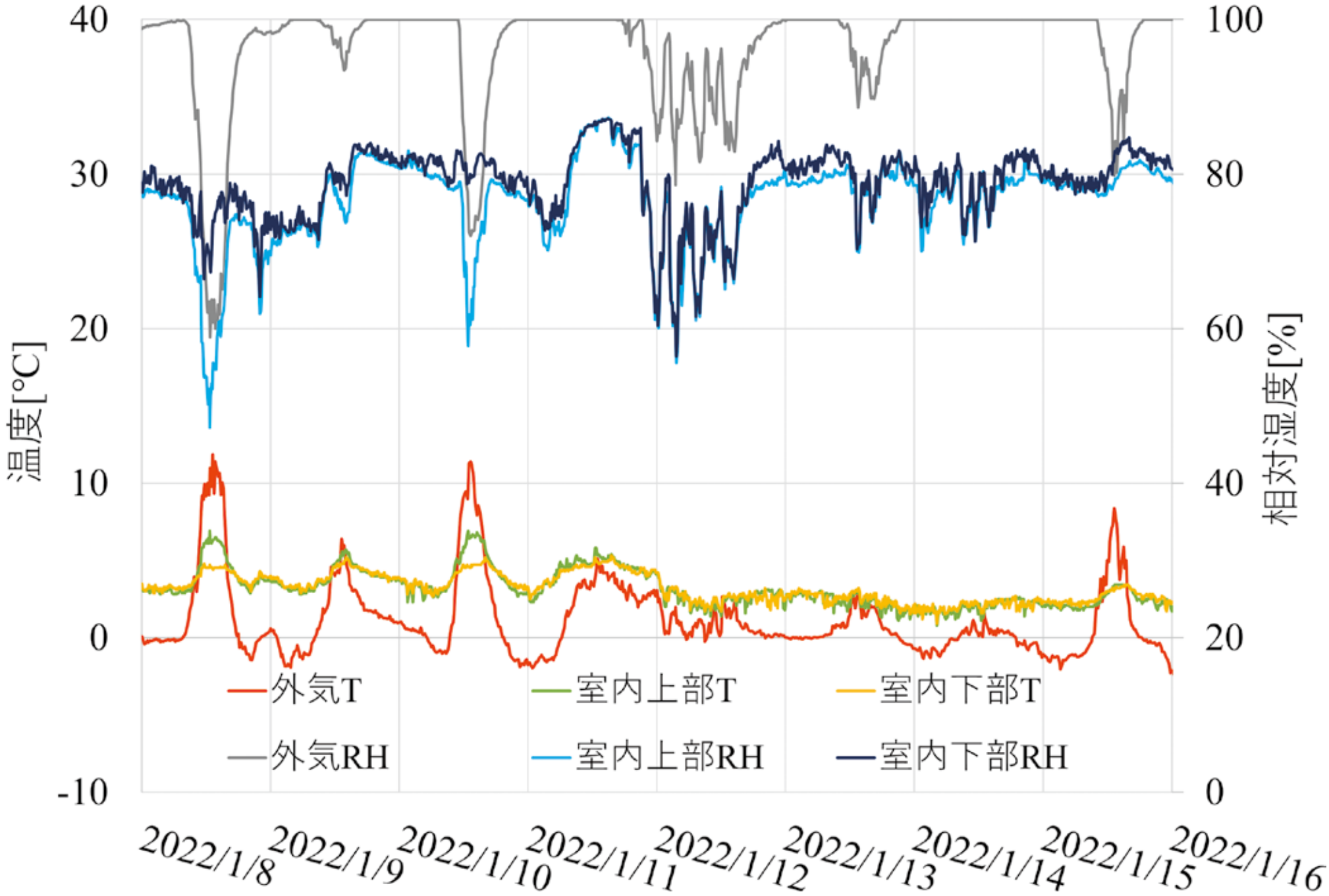


図 10-2　展示室内の温度と相対湿度（冬季）〈本編 20p 掲載〉



図 11　雨量と遺構展示室直下の地下水位及び足羽川の水位〈本編 22p 掲載〉

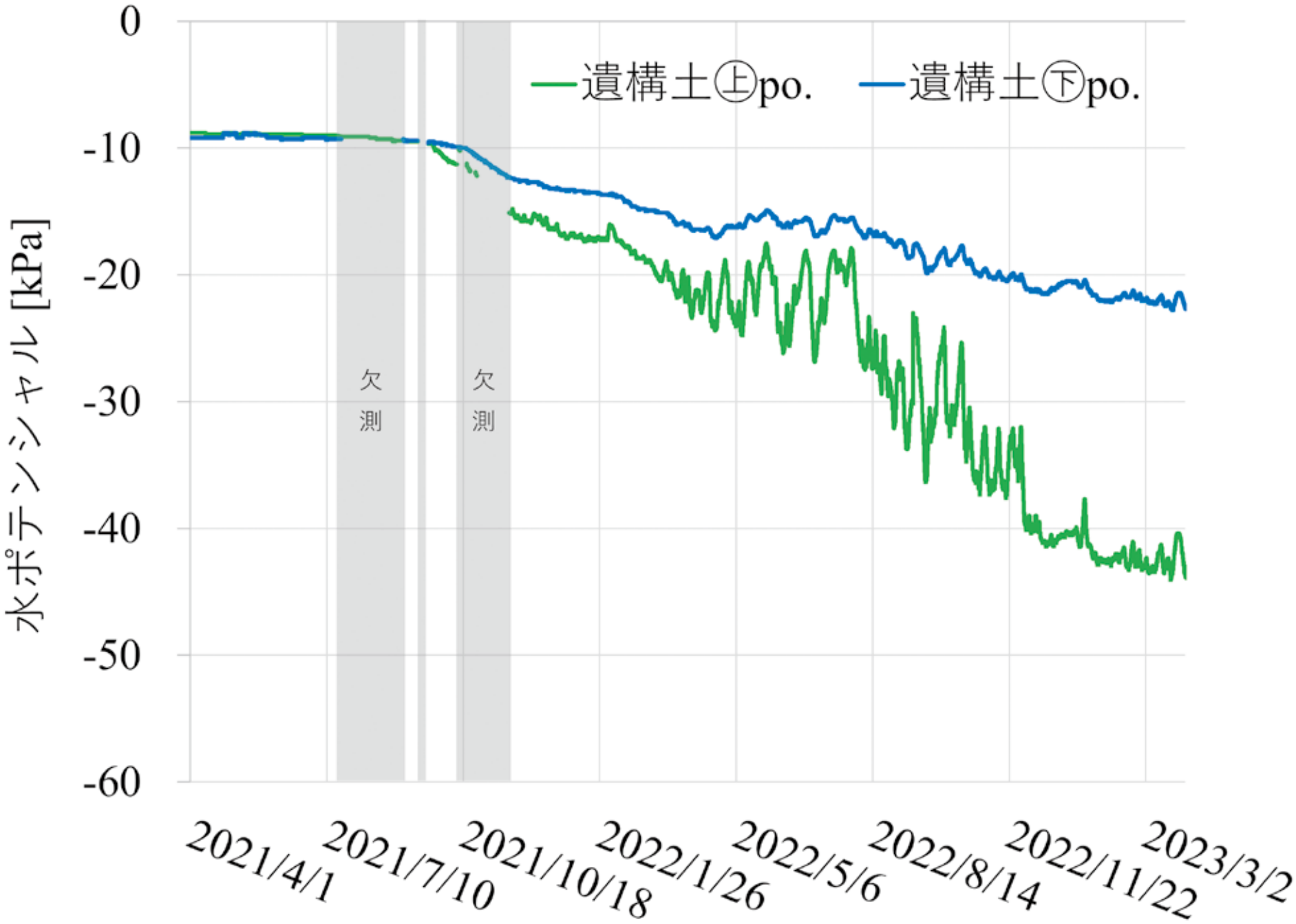


図 12　遺構土の水ポテンシャル〈本編 23p 掲載〉

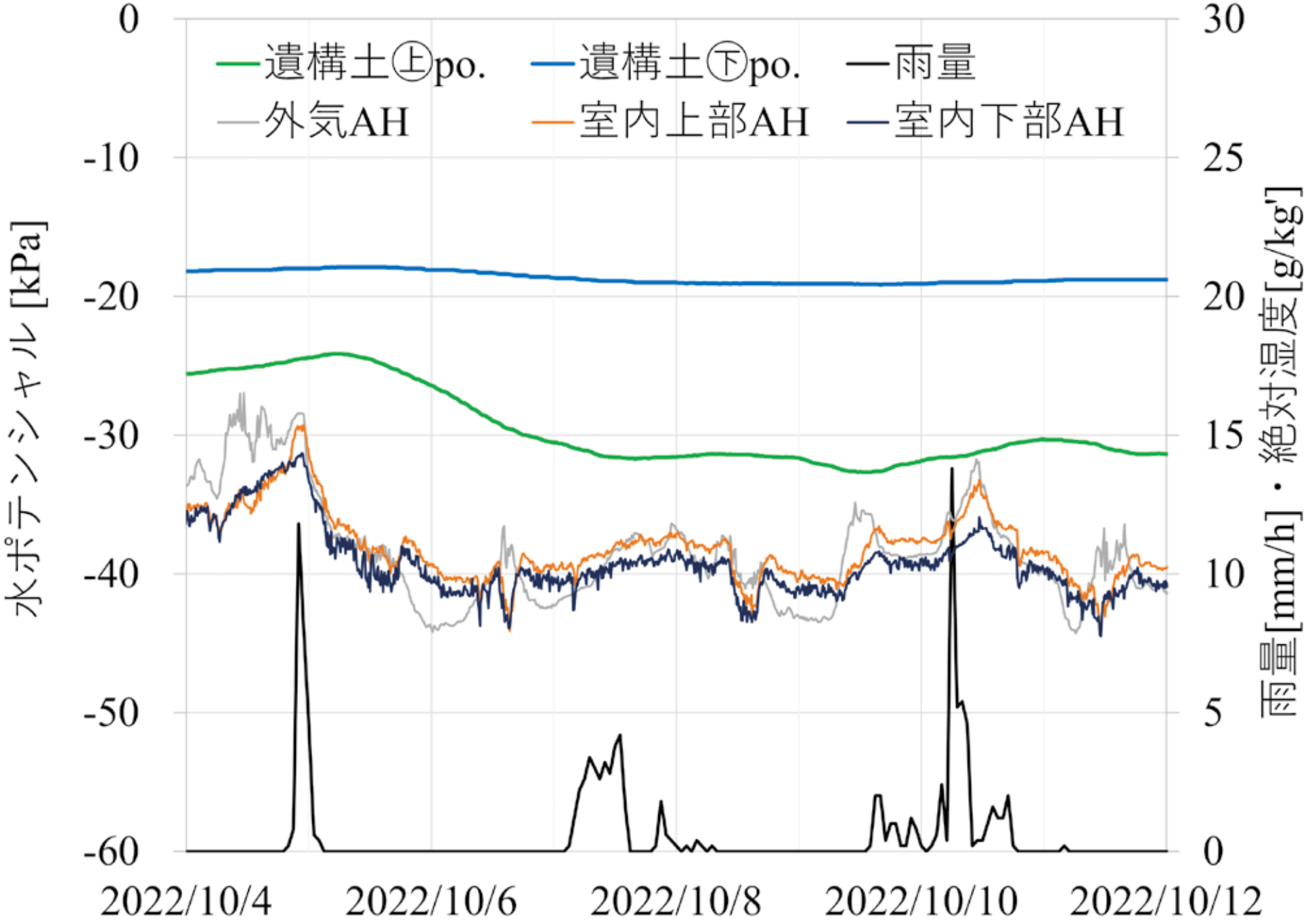


図 13　降雨時の遺構土の水ポテンシャルと展示室内外の絶対湿度〈本編 23p 掲載〉

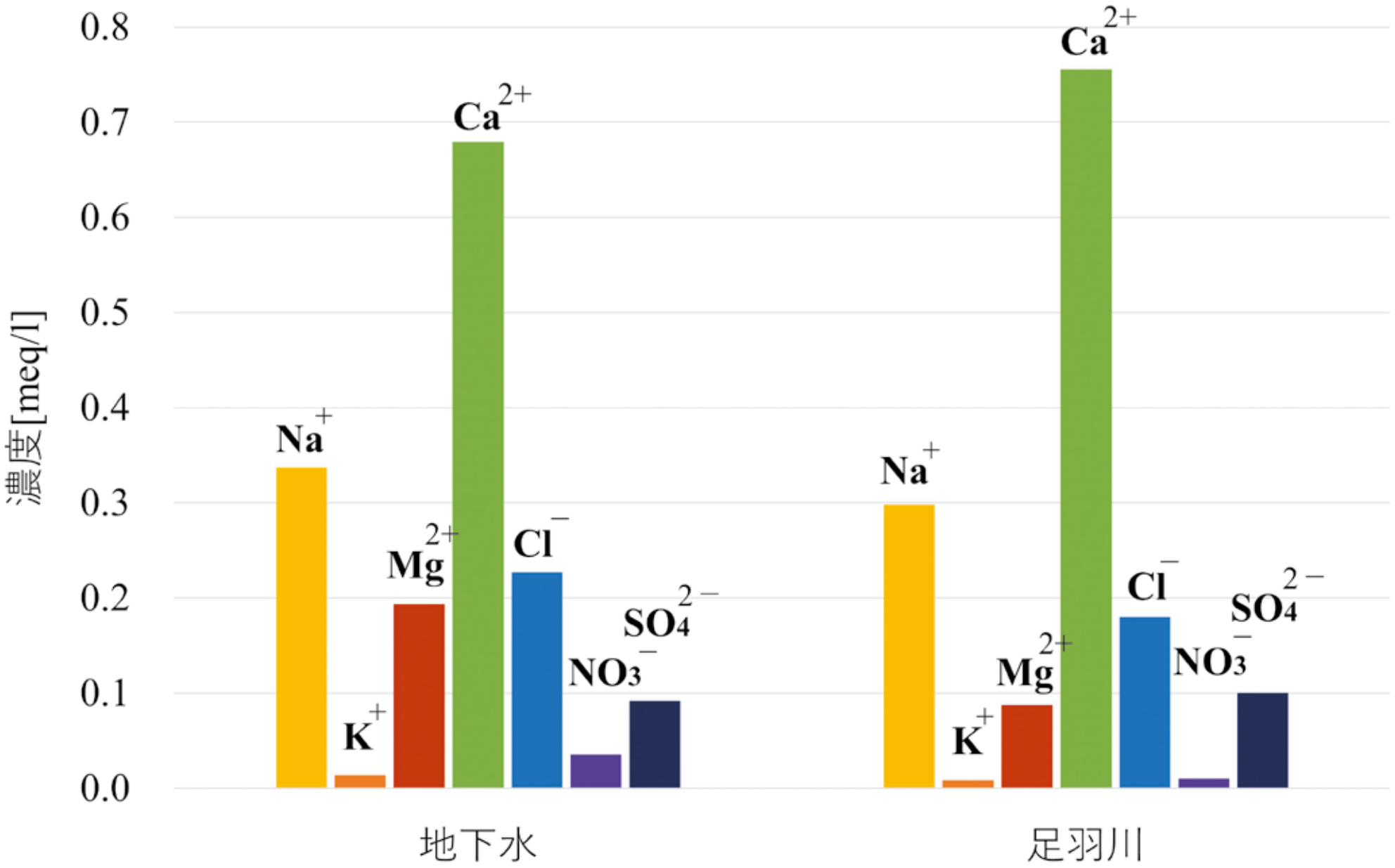


図 14　遺構展示室直下の地下水と足羽川の水質分析結果〈本編 24p 掲載〉

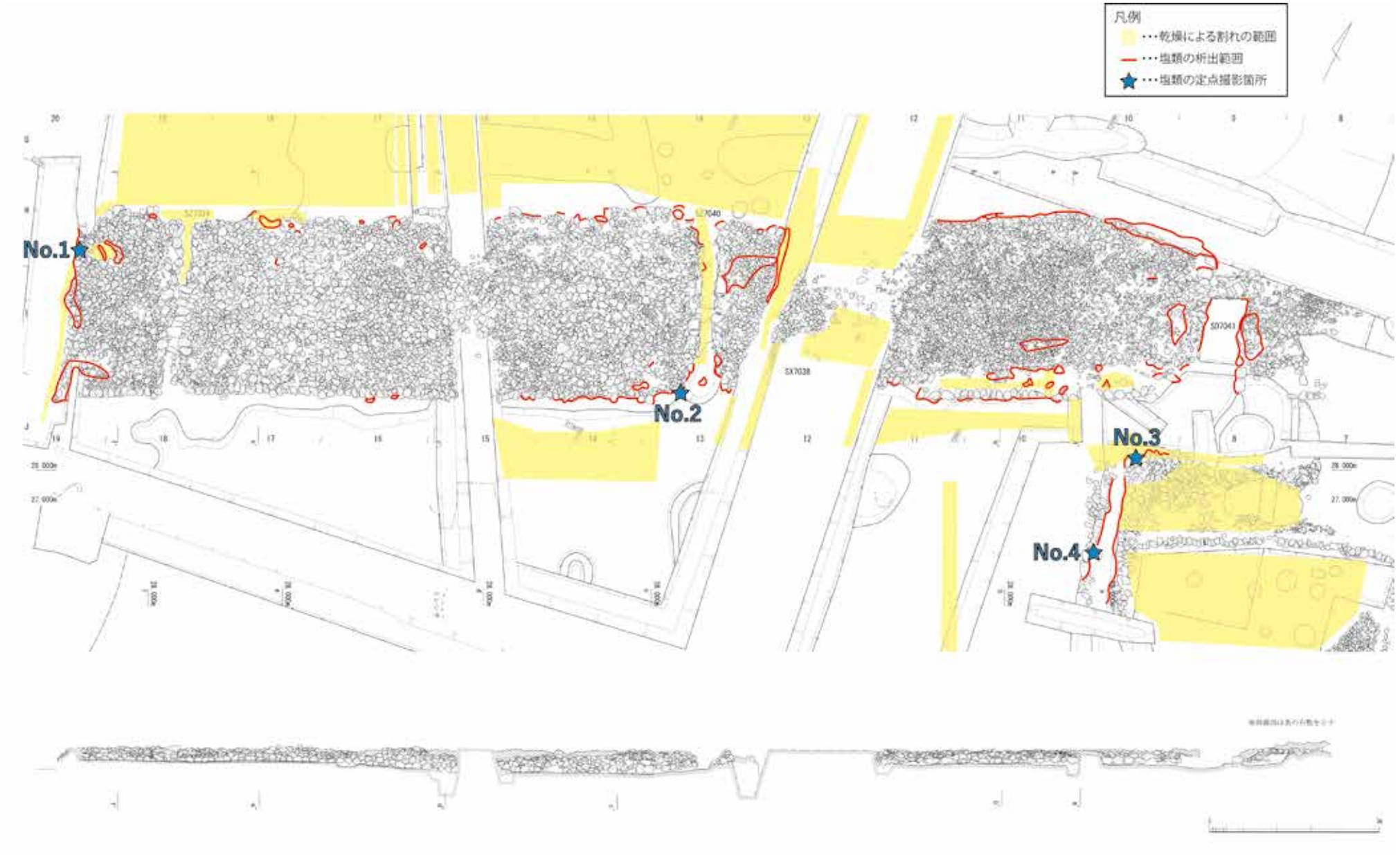


図 15　土質部分の割れ及び塩類の分布（『特別史跡一乗谷朝倉氏遺跡発掘調査報告書第 150 次調査』に掲載の遺構図を元に作成）〈本編 27p 掲載〉

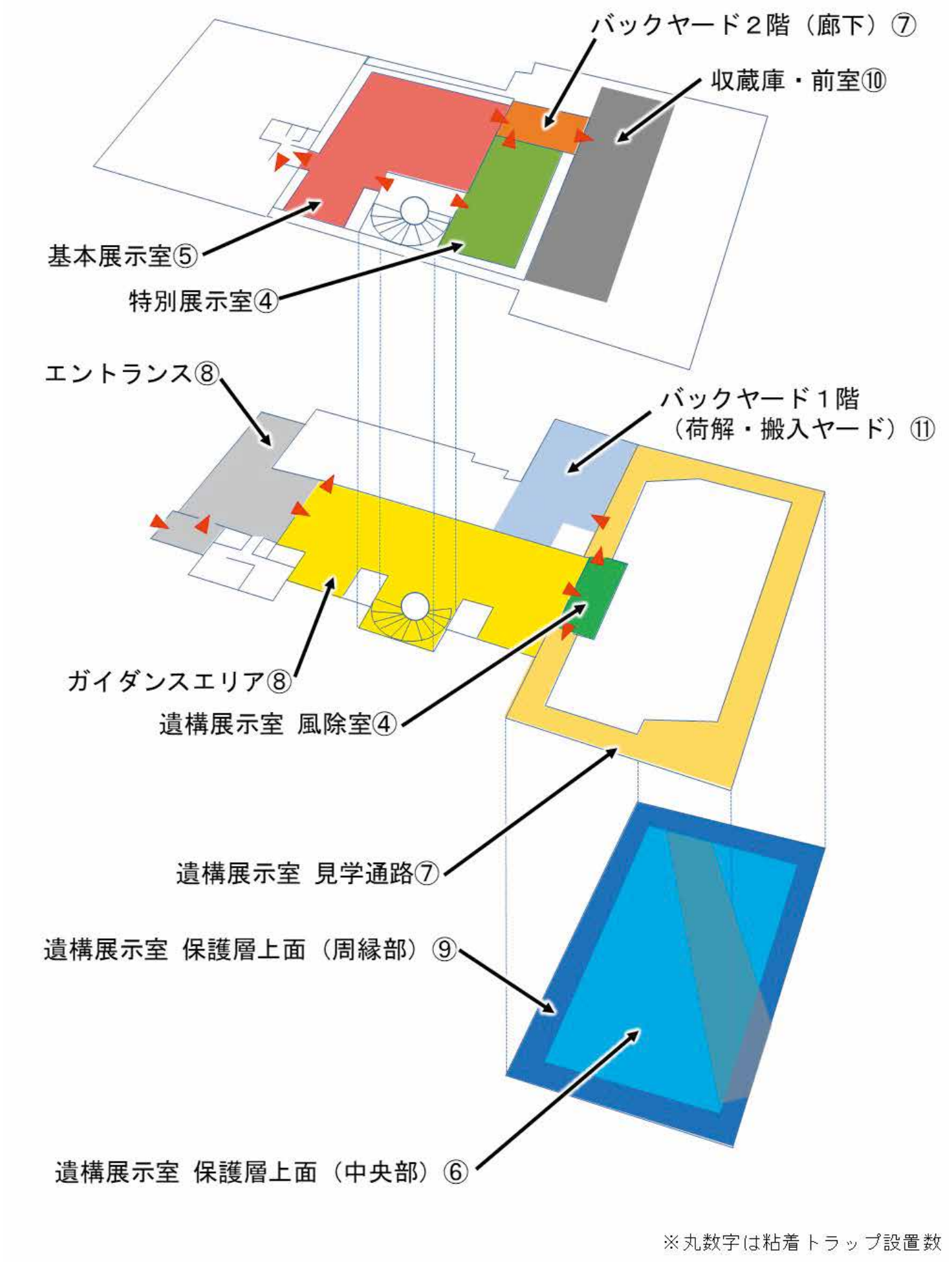


図 16　粘着トラップ設置箇所〈本編 31p 掲載〉

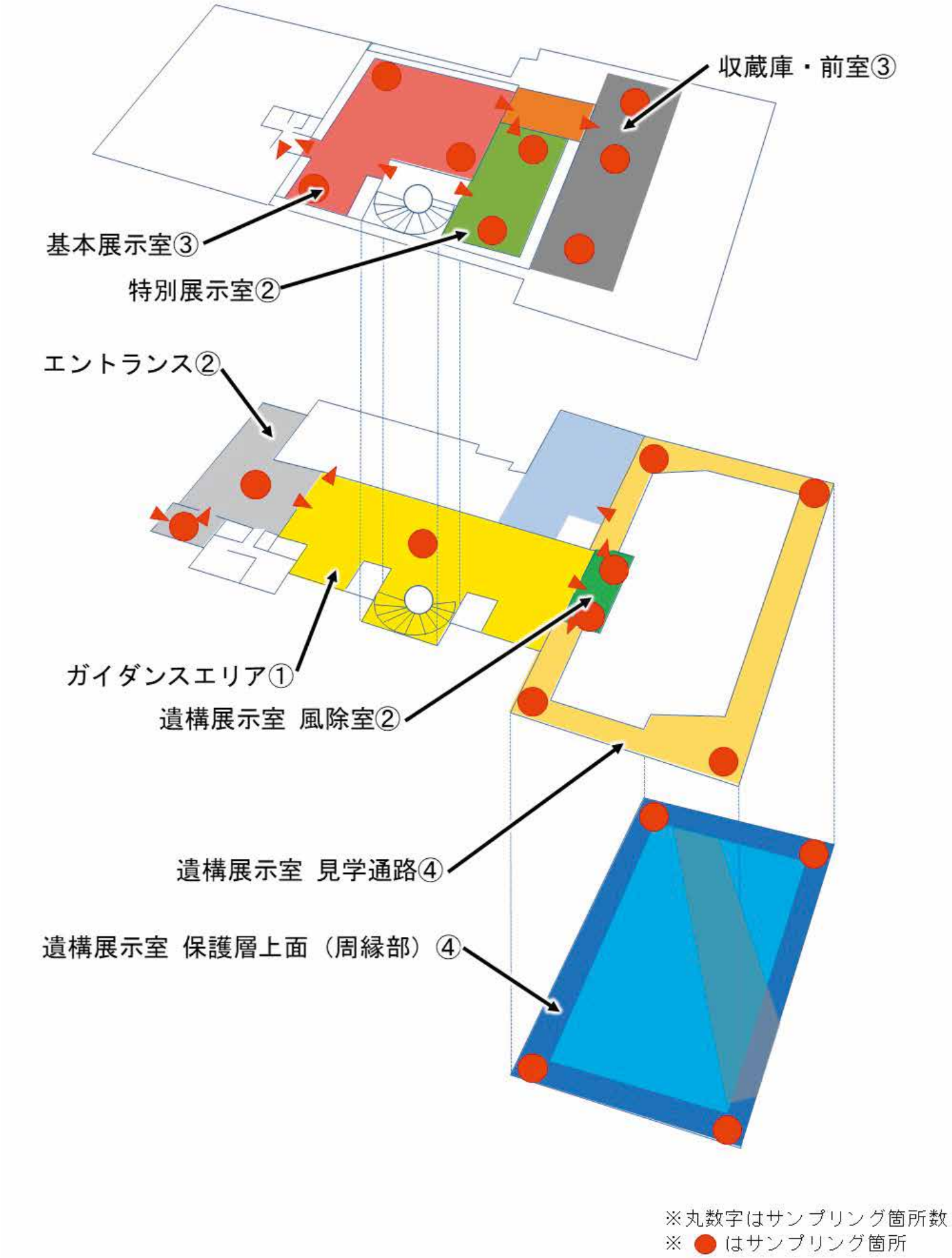
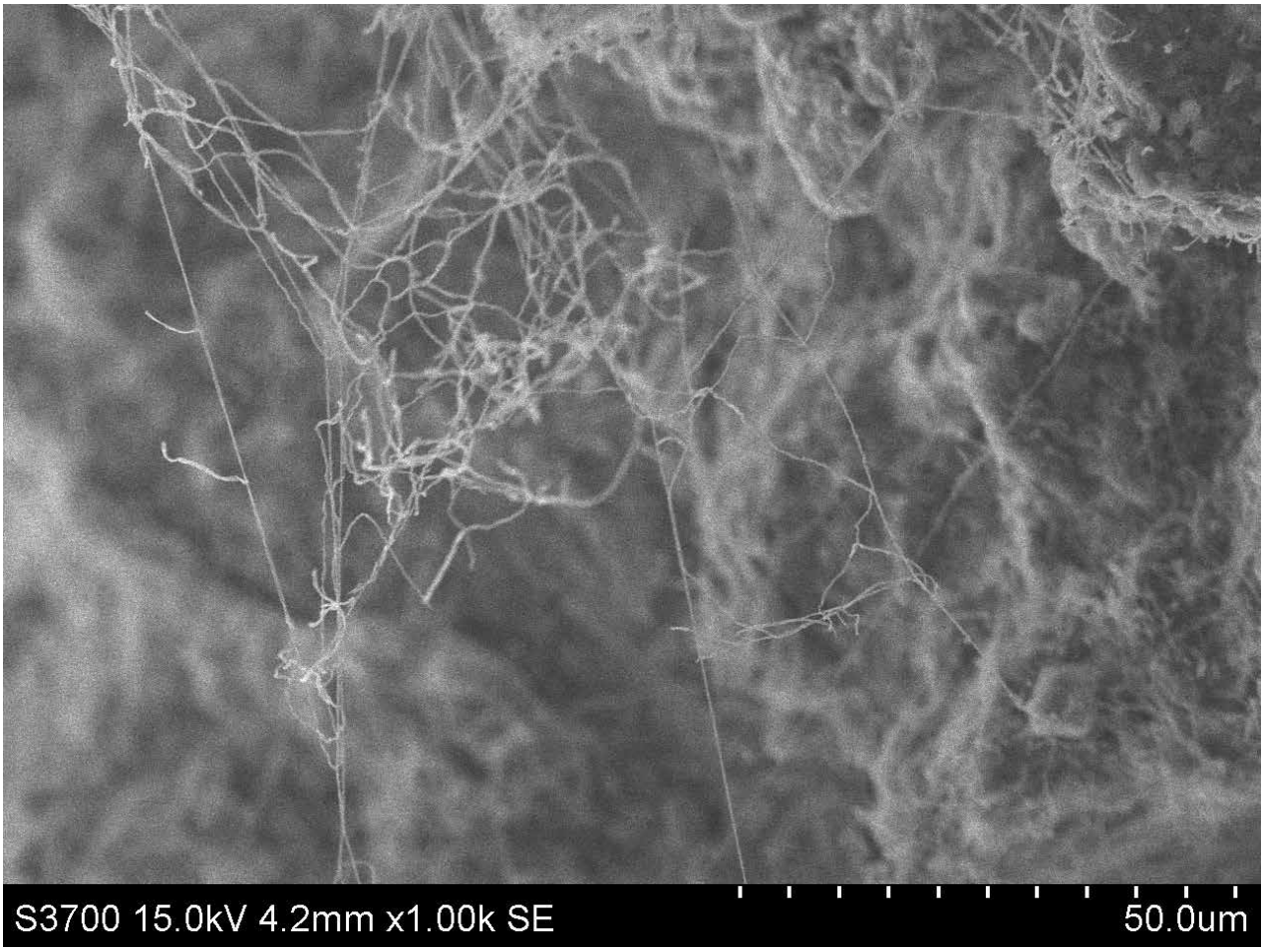


図 17　空中浮遊菌調査箇所〈本編 31p 掲載〉



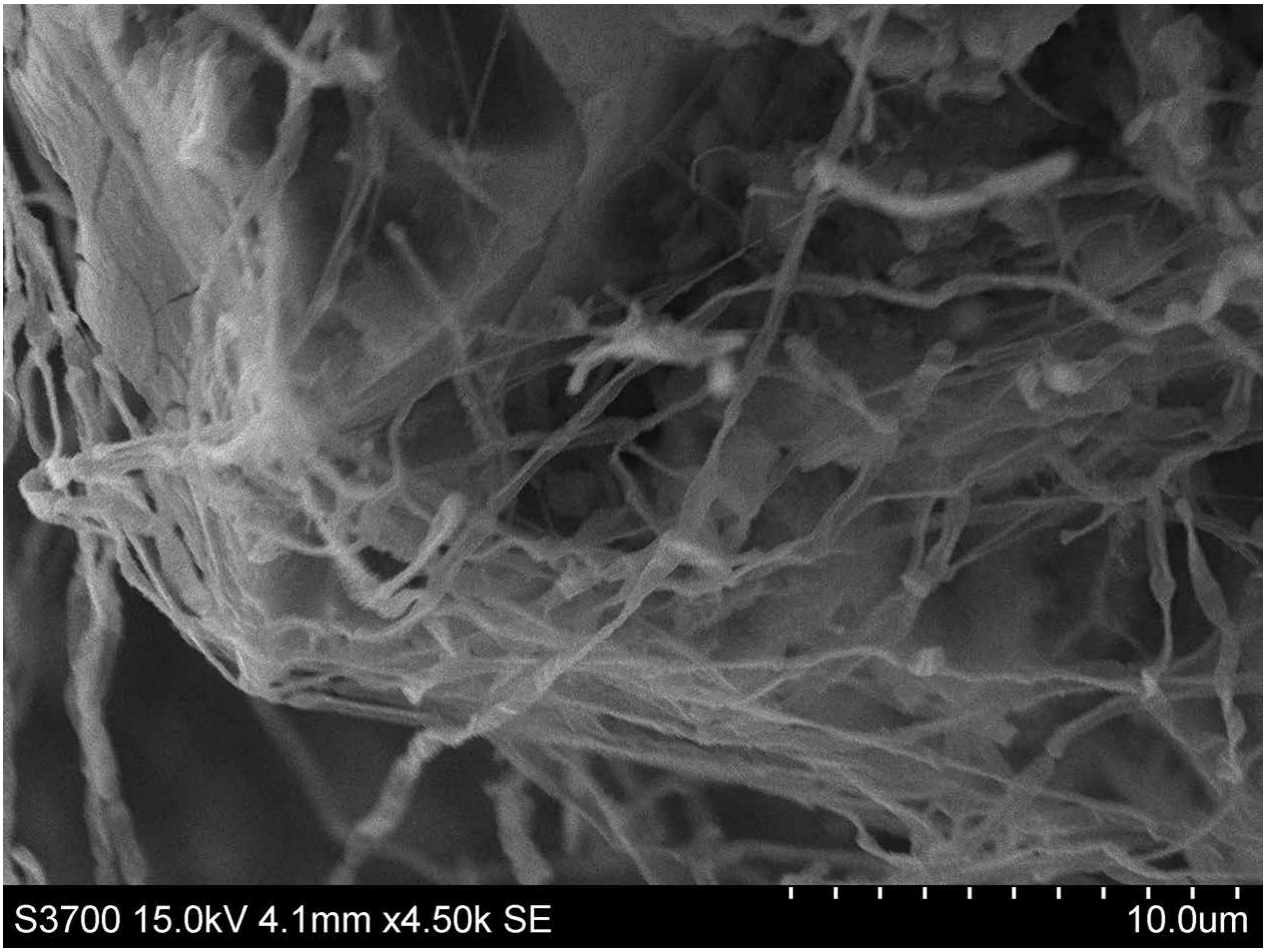


図 18　白色菌類様物質の走査型電子顕微鏡画像〈本編 31p 掲載〉

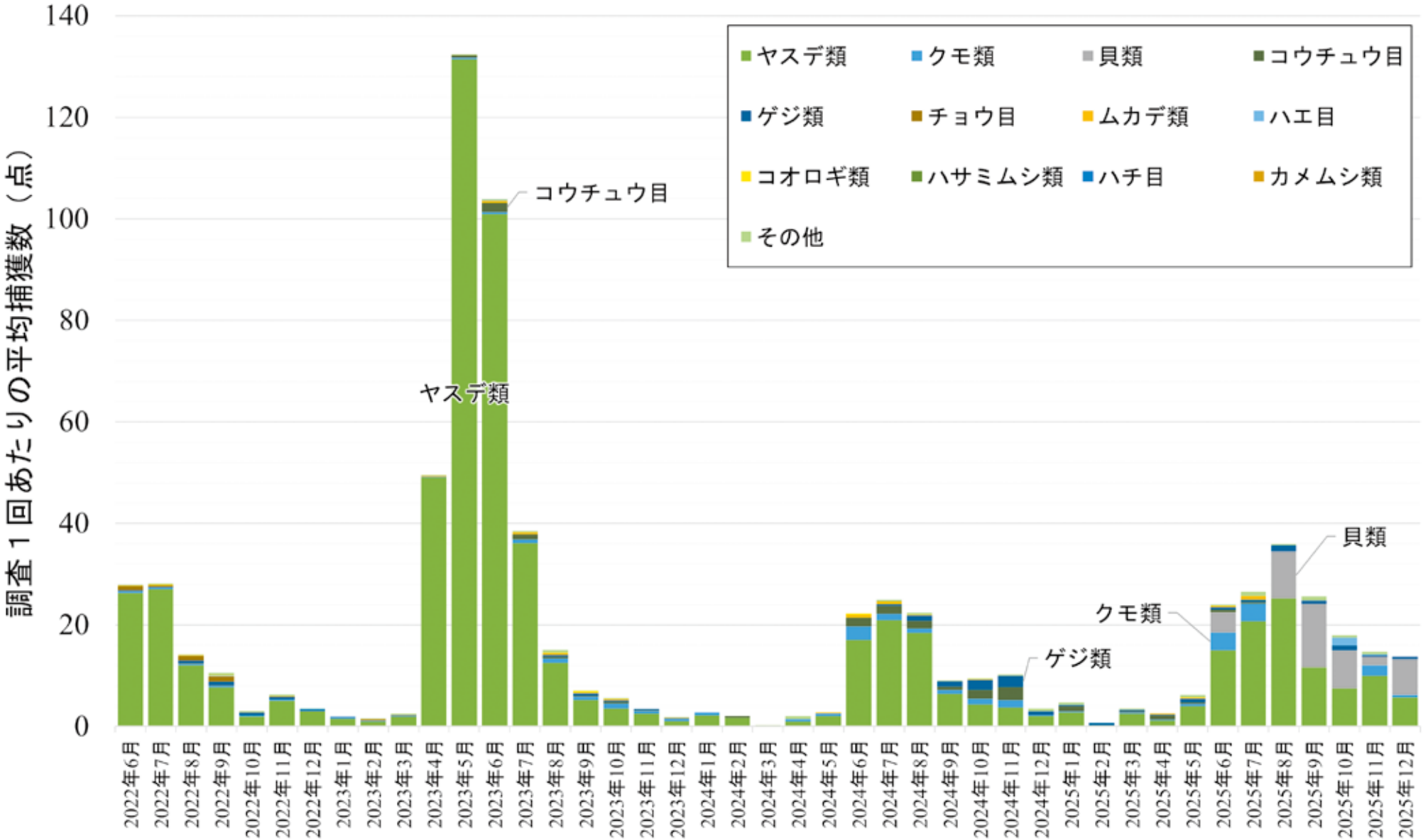


図 19　保護層上面の生物捕獲個体数の変移〈本編 33p 掲載〉

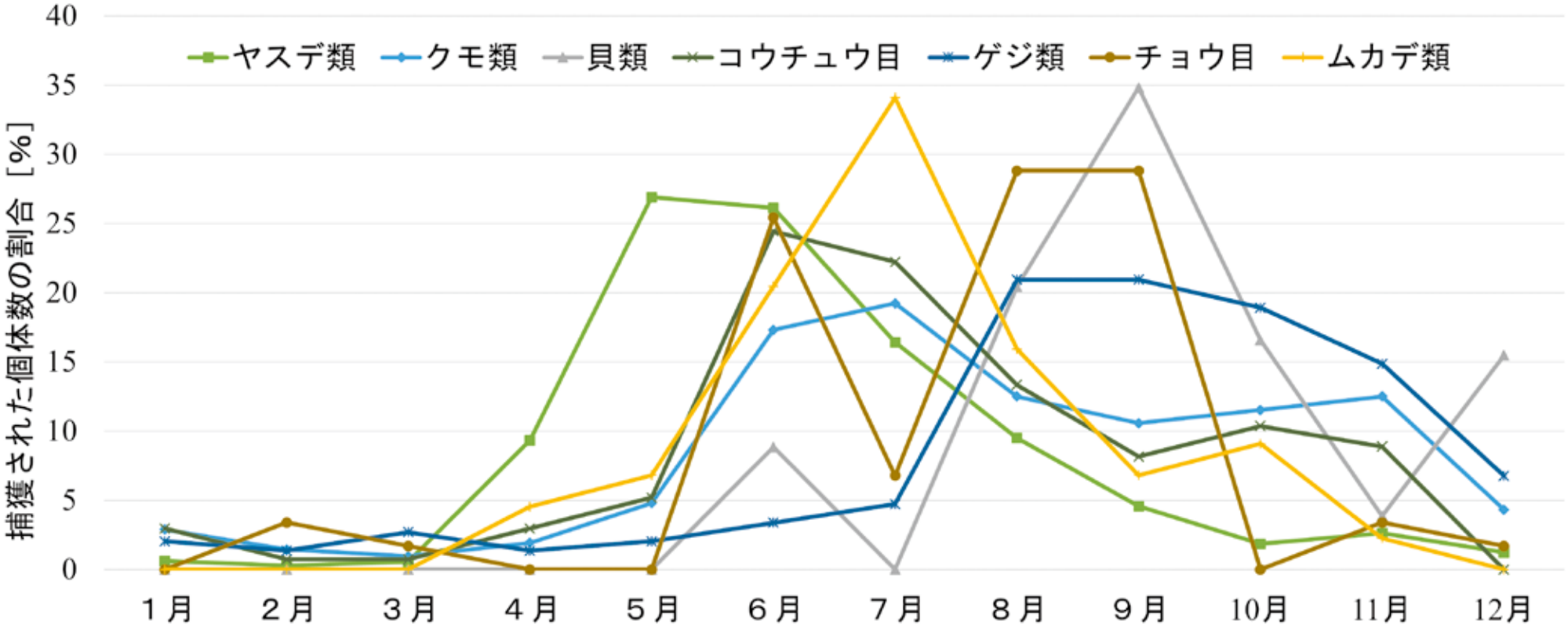


図 20　各生物の月別捕獲割合〈本編 33p 掲載〉

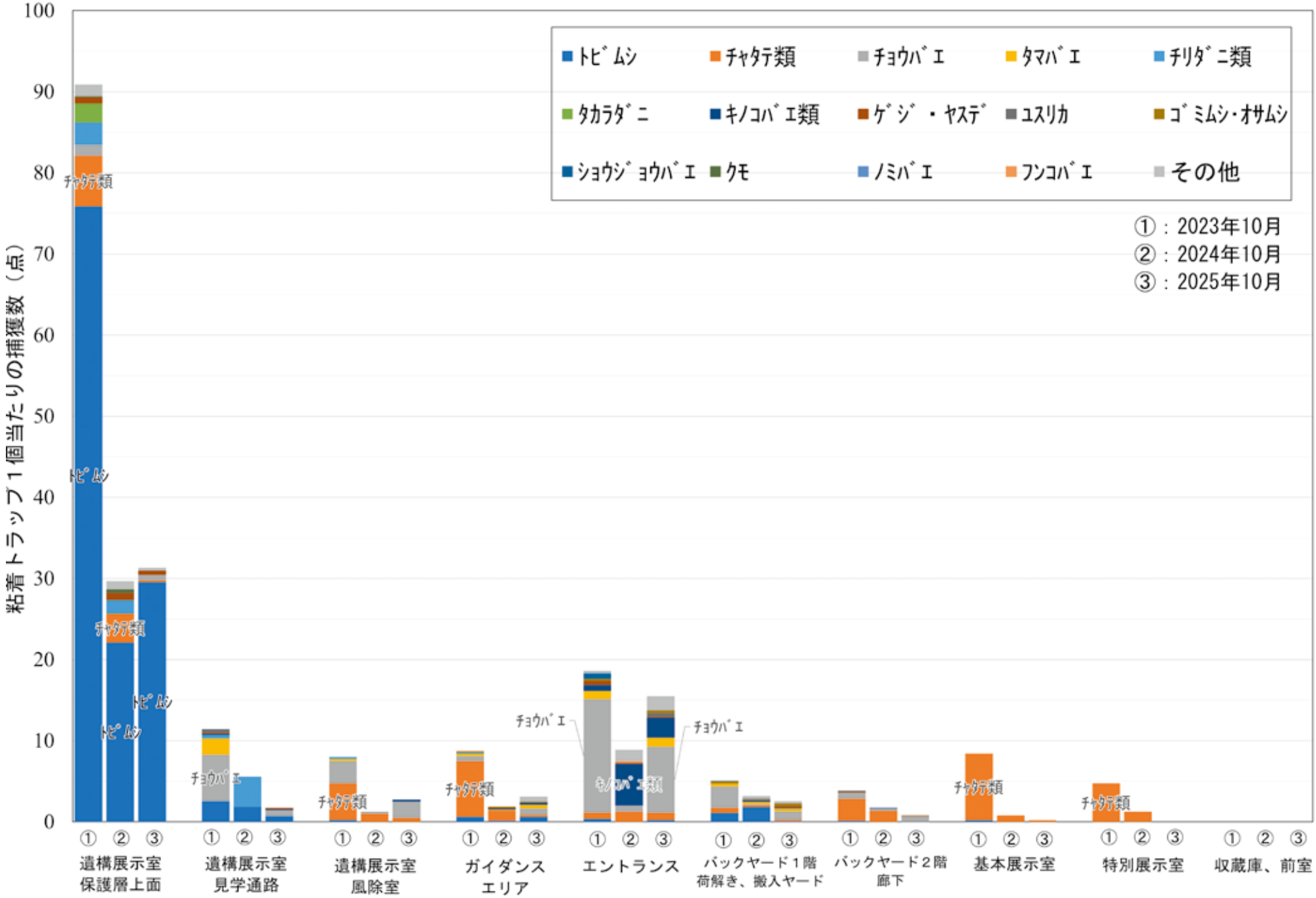


図 21　各エリアに設置した粘着トラップの生物平均捕獲数〈本編 34p 掲載〉

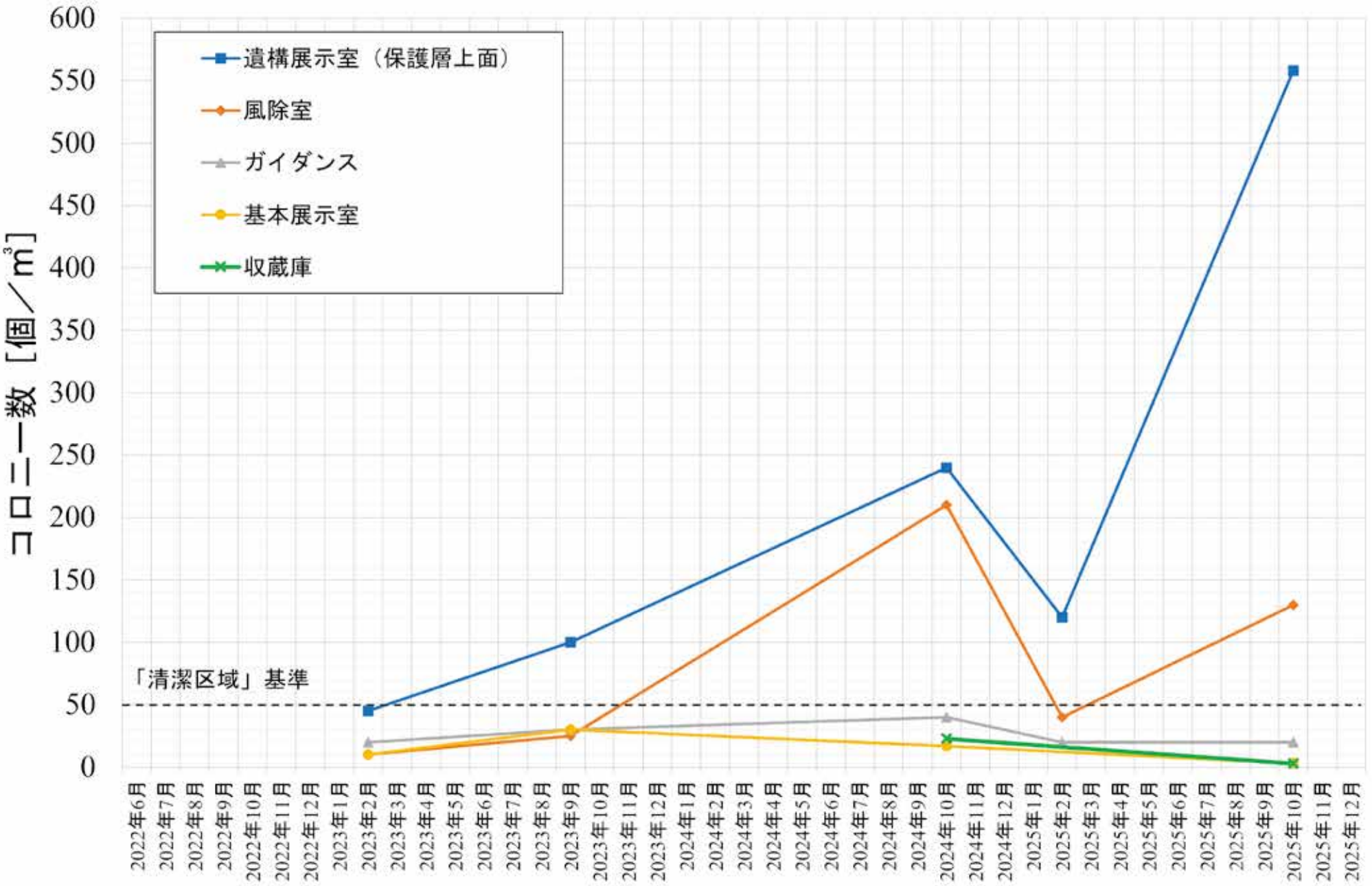


図 22　各エリアにおける平均空中浮遊菌量〈本編 35p 掲載〉

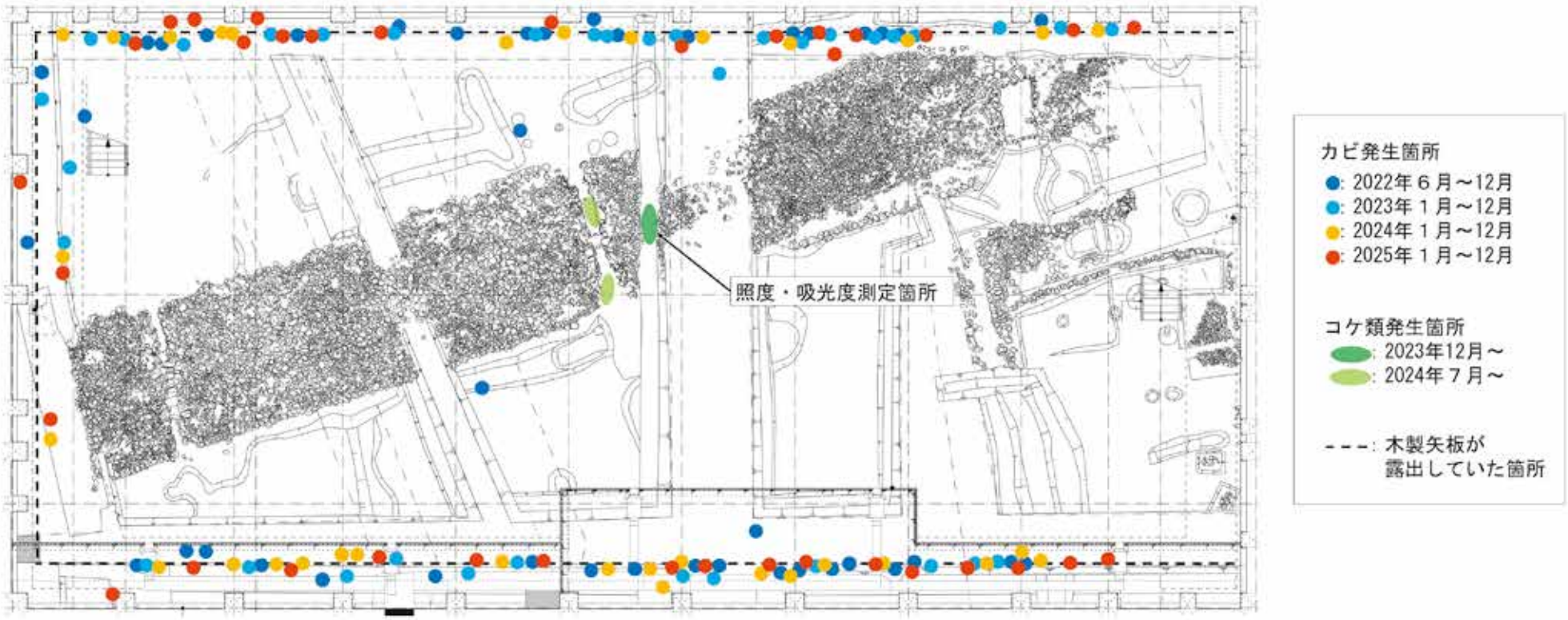


図 23　カビ・コケ類の分布〈本編 36p 掲載〉

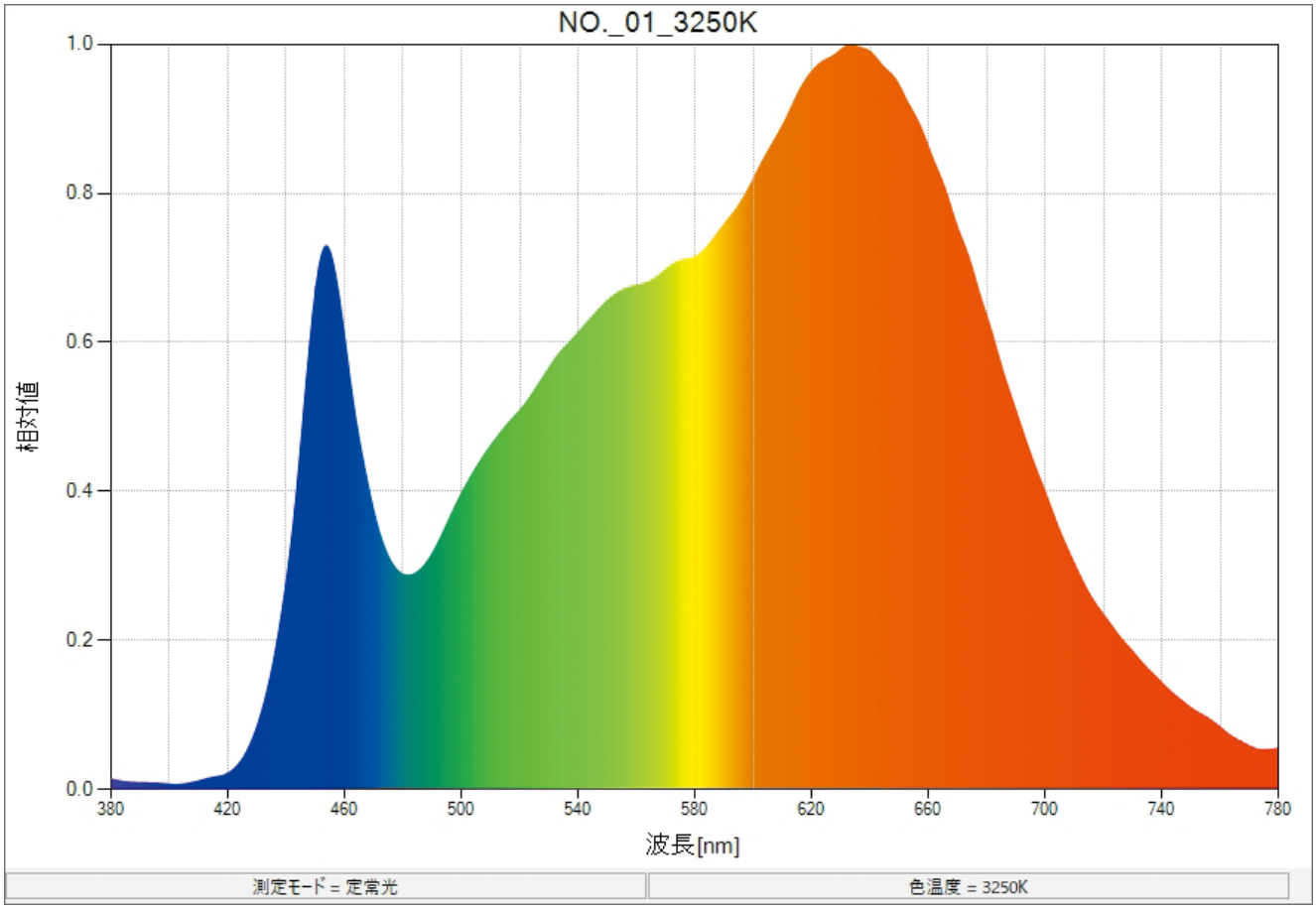


図 24　スポットライトの照明光波長分布〈本編 37p 掲載〉

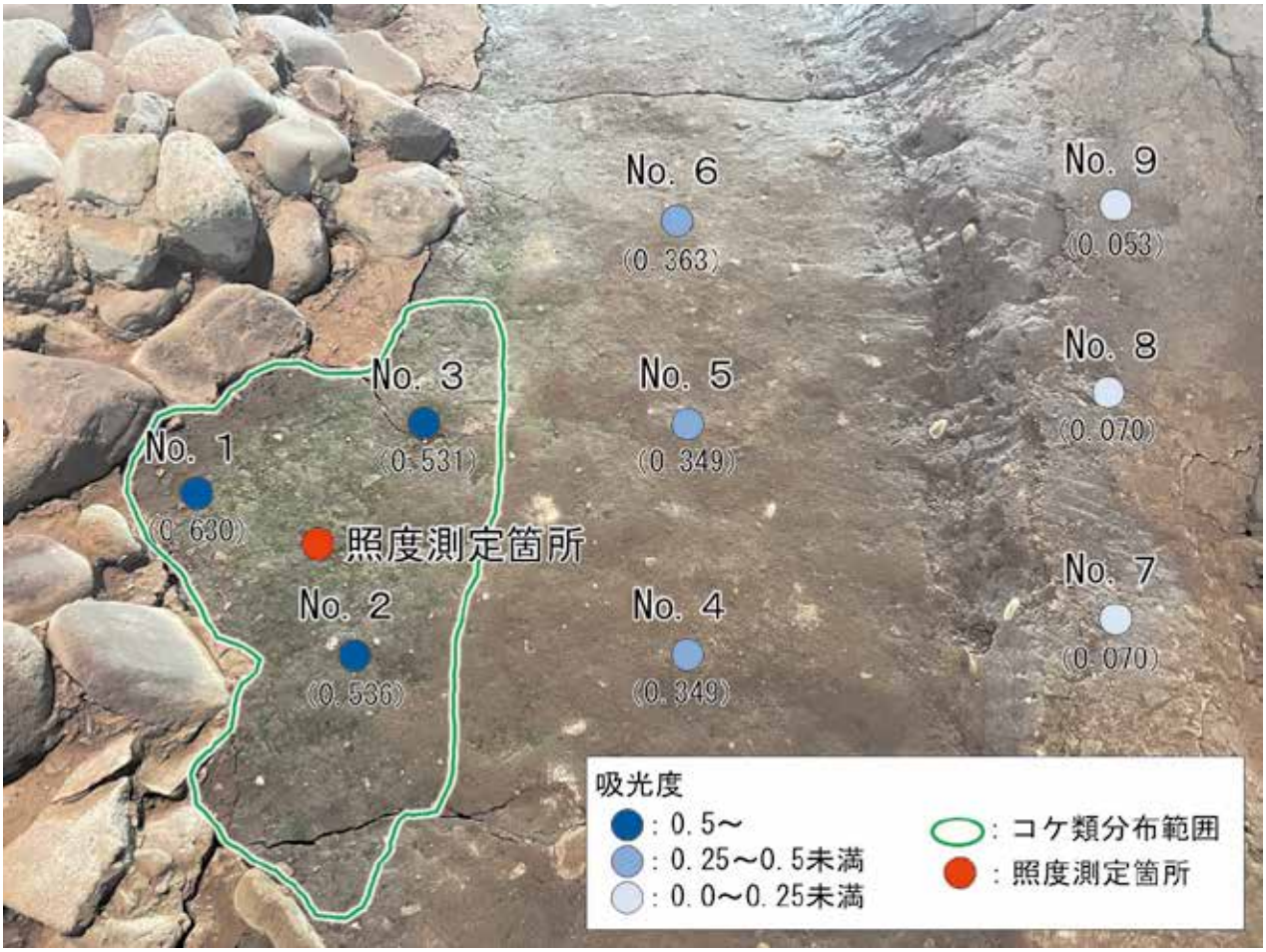


図 25　吸光度と照度の測定結果〈本編 37p 掲載〉

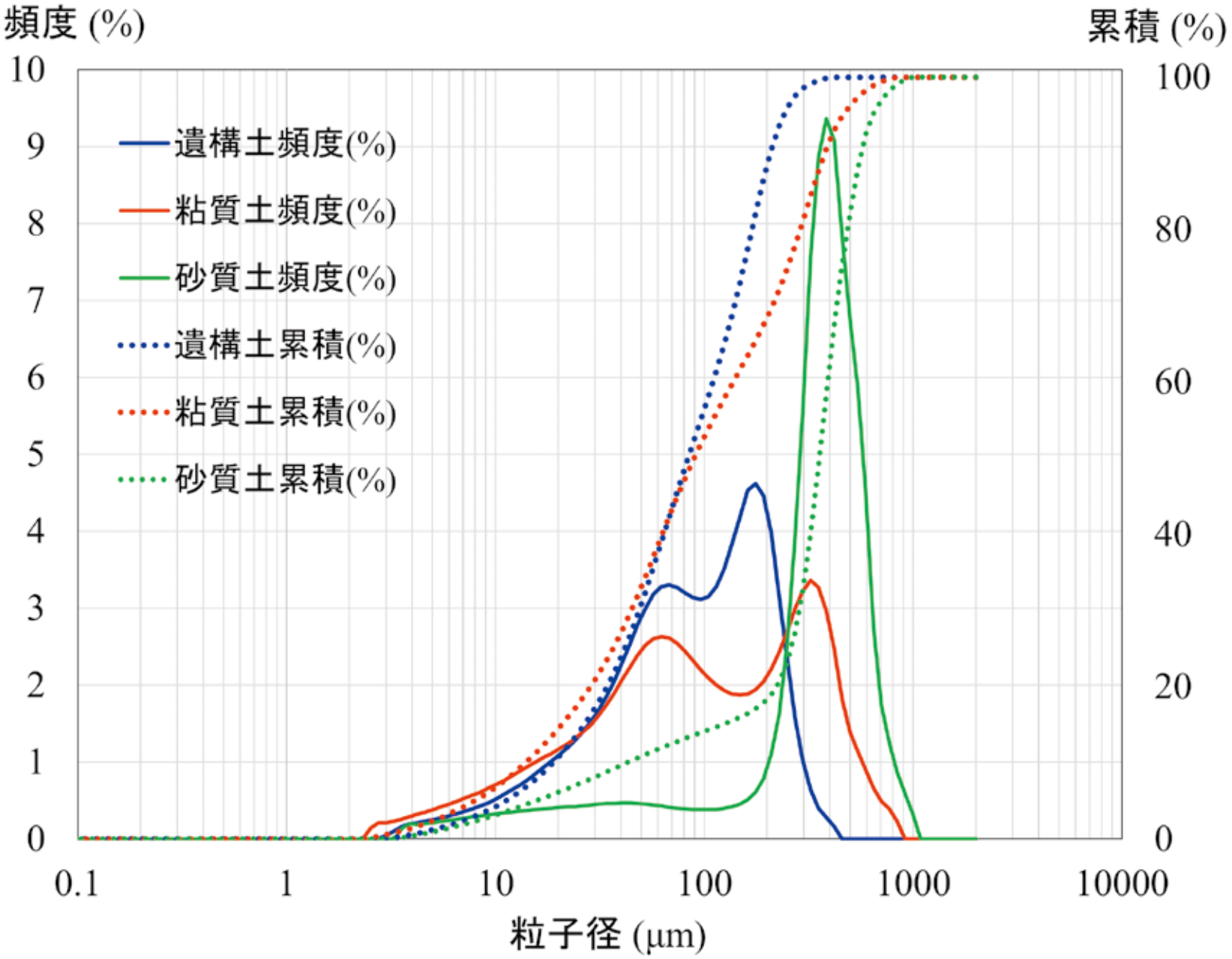


図 26　粒度分布及び粒径加積曲線〈本編 39p 掲載〉

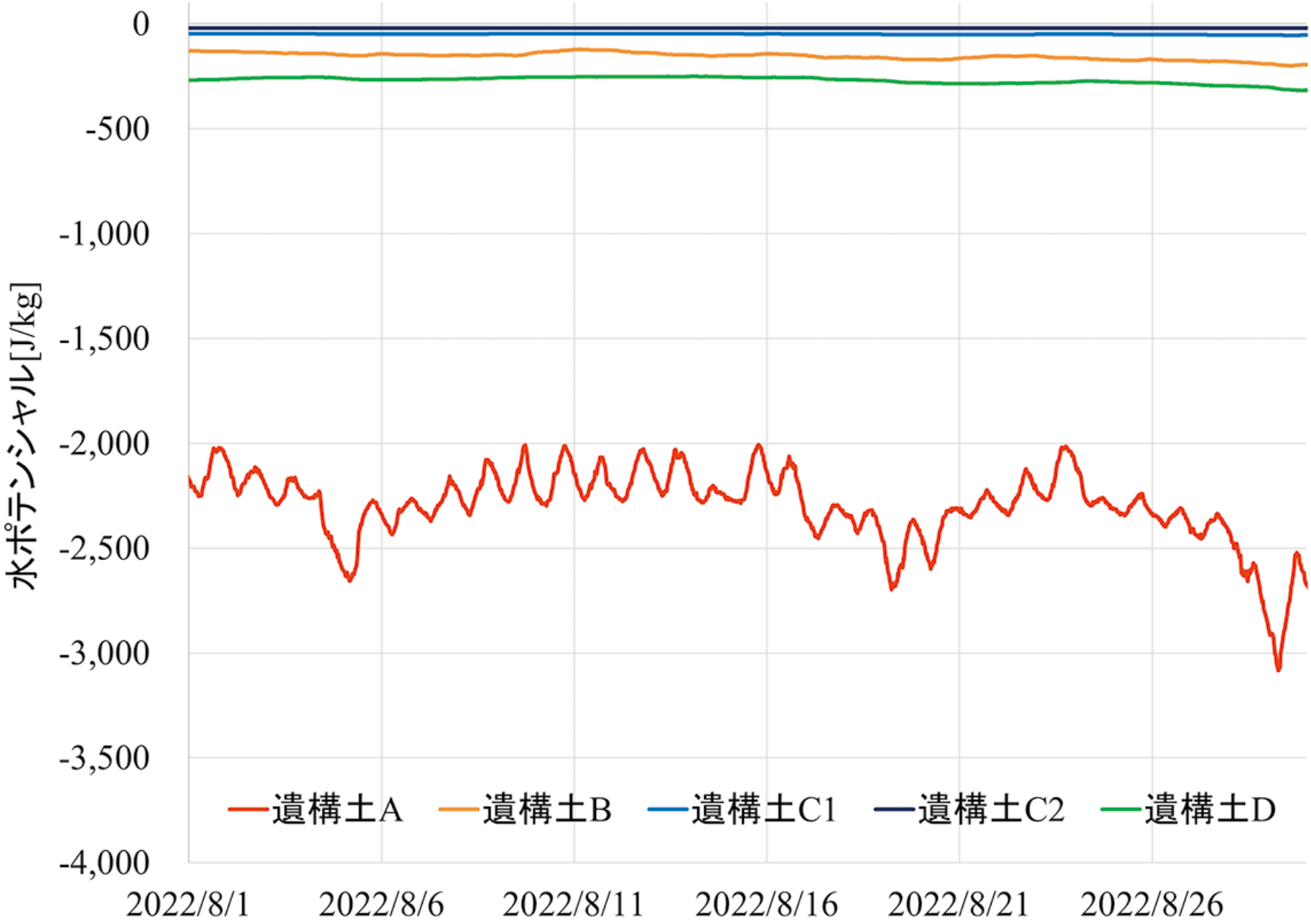


図 27　遺構面の水ポテンシャル〈本編 41p 掲載〉

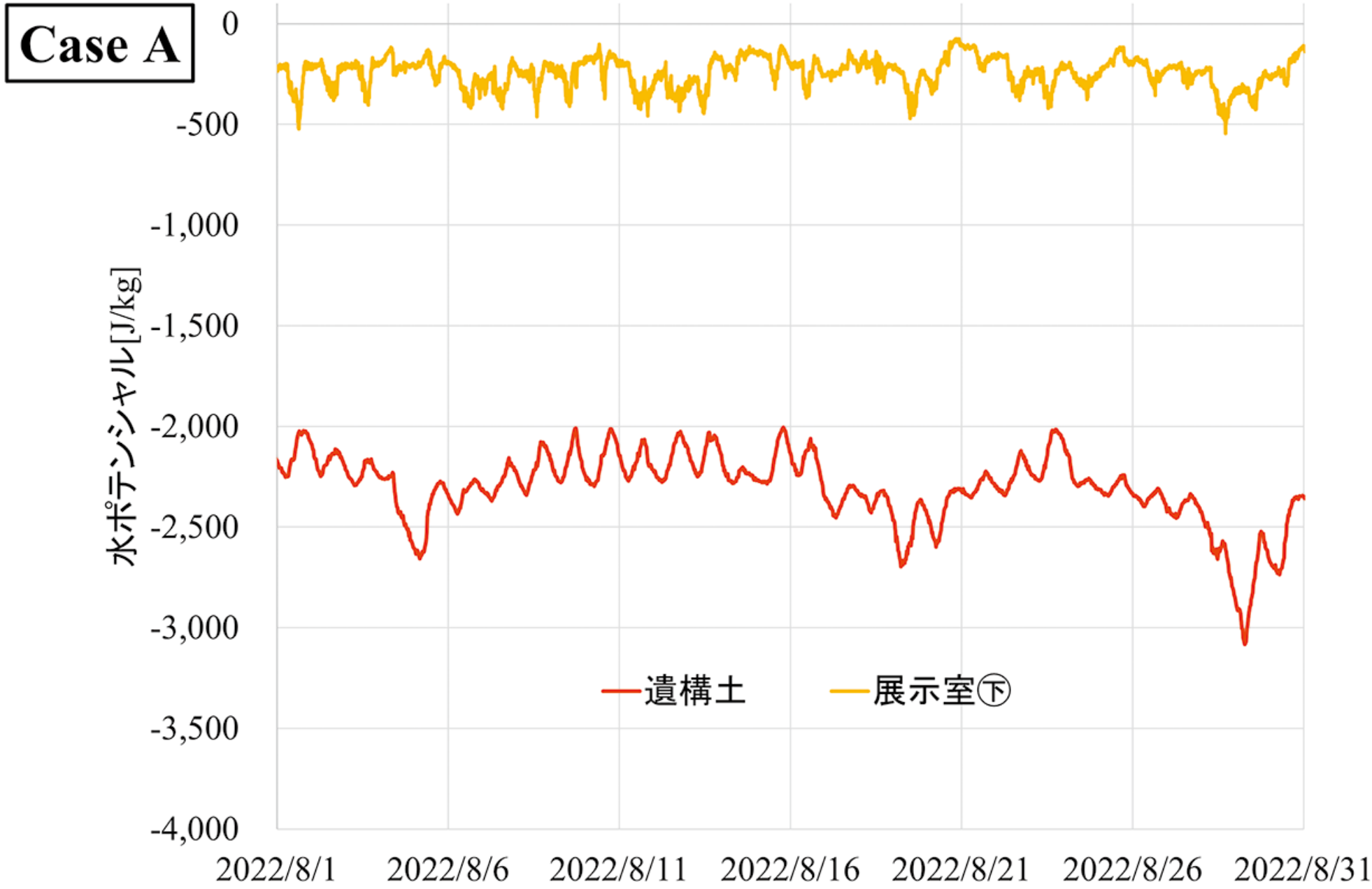


図 28-A　水ポテンシャル（Case A：戦国期の遺構面を露出）〈本編 42p 掲載〉

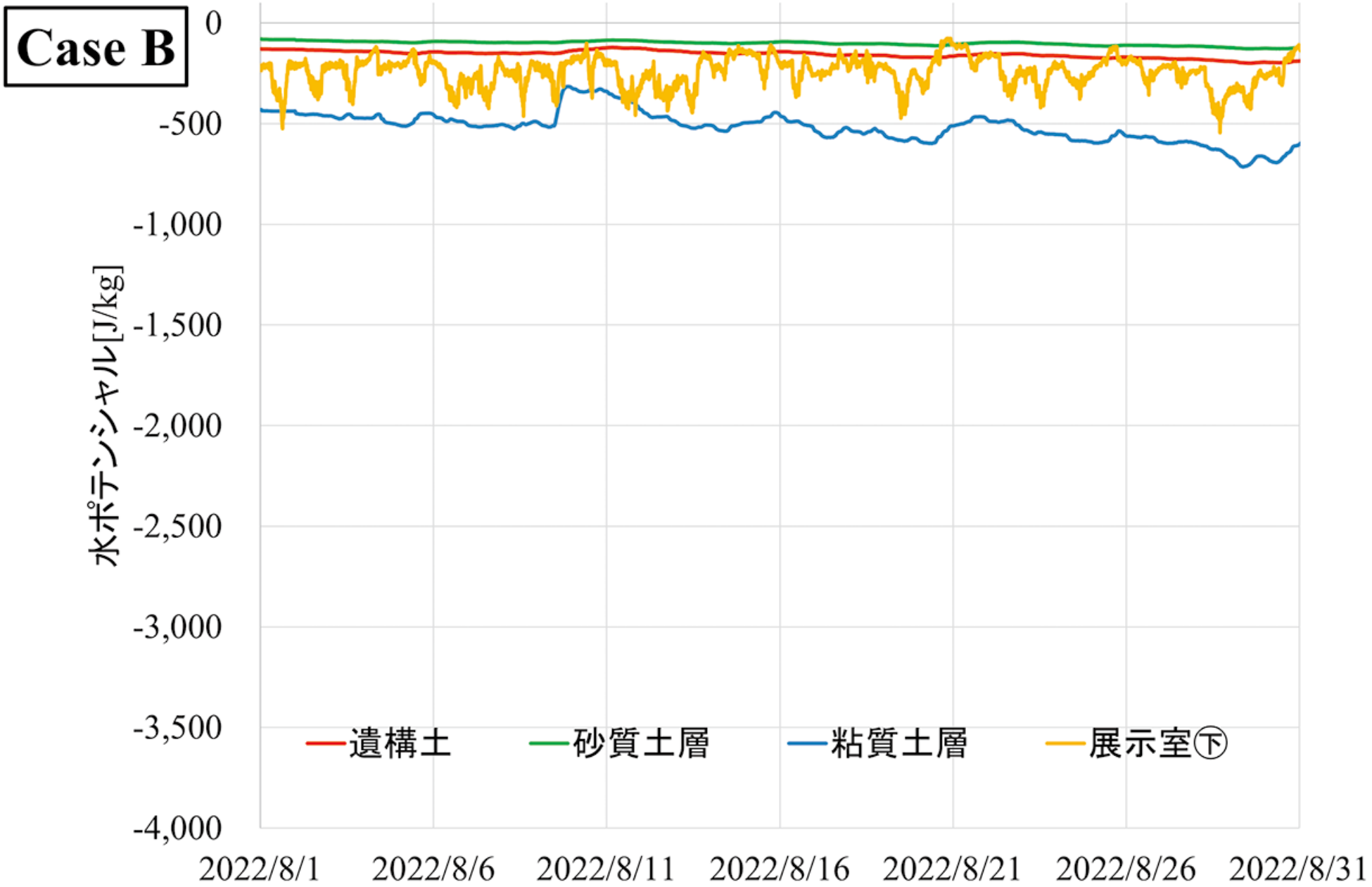


図 28-B　水ポテンシャル（Case B：砂質土と粘質土で埋め戻す）〈本編 42p 掲載〉

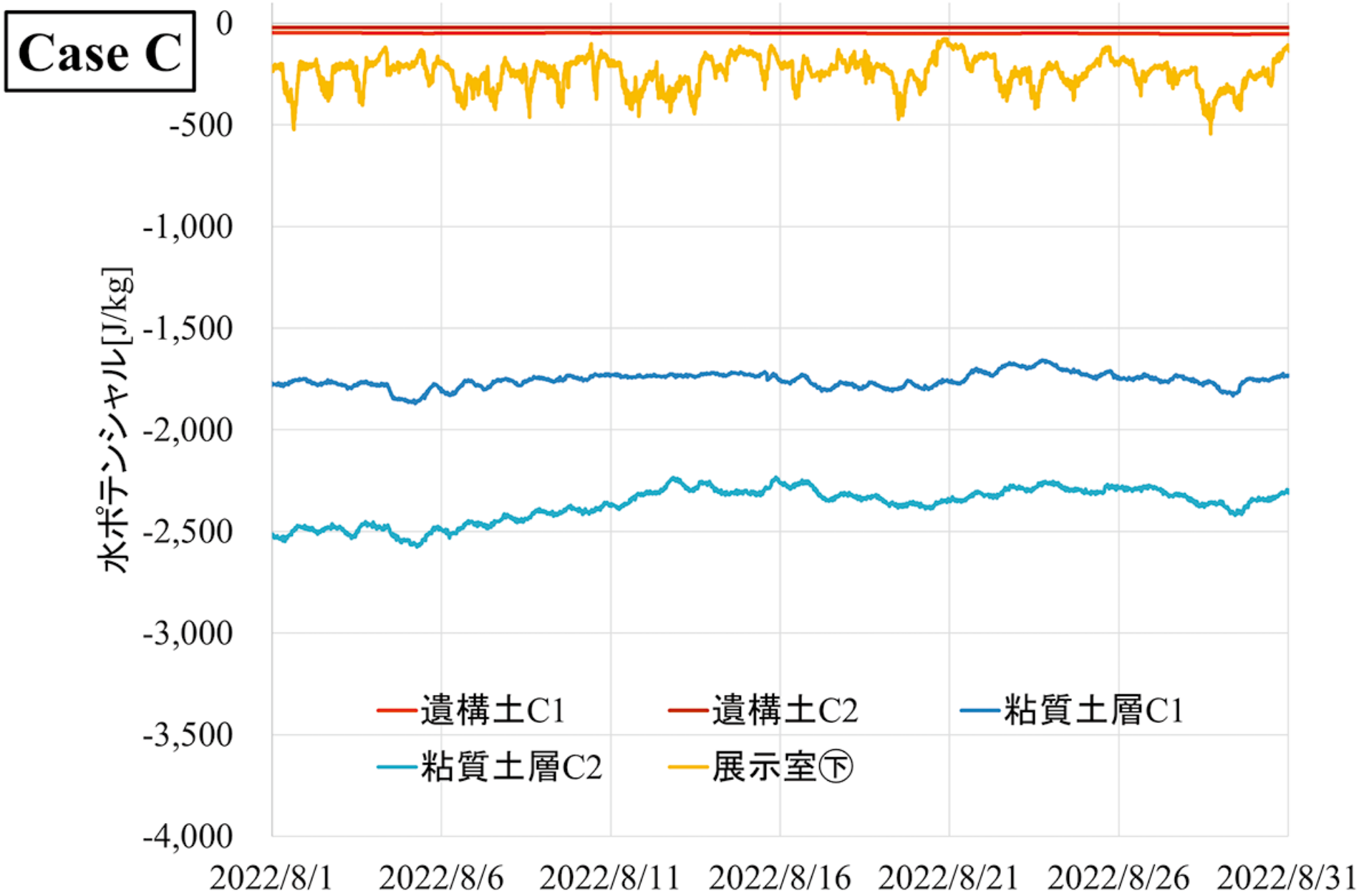


図 28-C　水ポテンシャル（Case C：砂質土、砂利、粘質土で埋め戻す）〈本編 43p 掲載〉

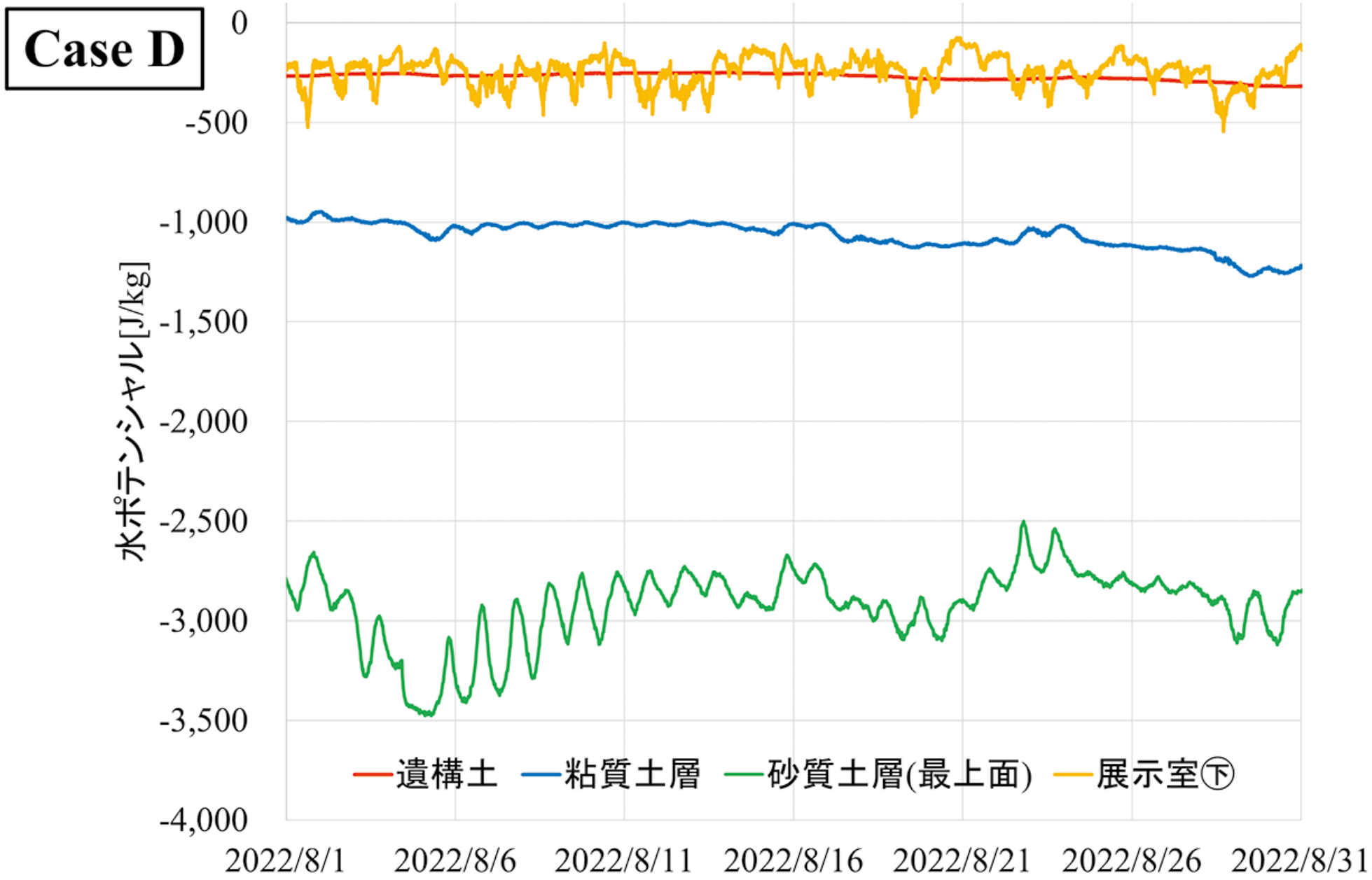


図 28-D　水ポテンシャル（Case D：Case B の上層に砂質土を敷設）〈本編 43p 掲載〉

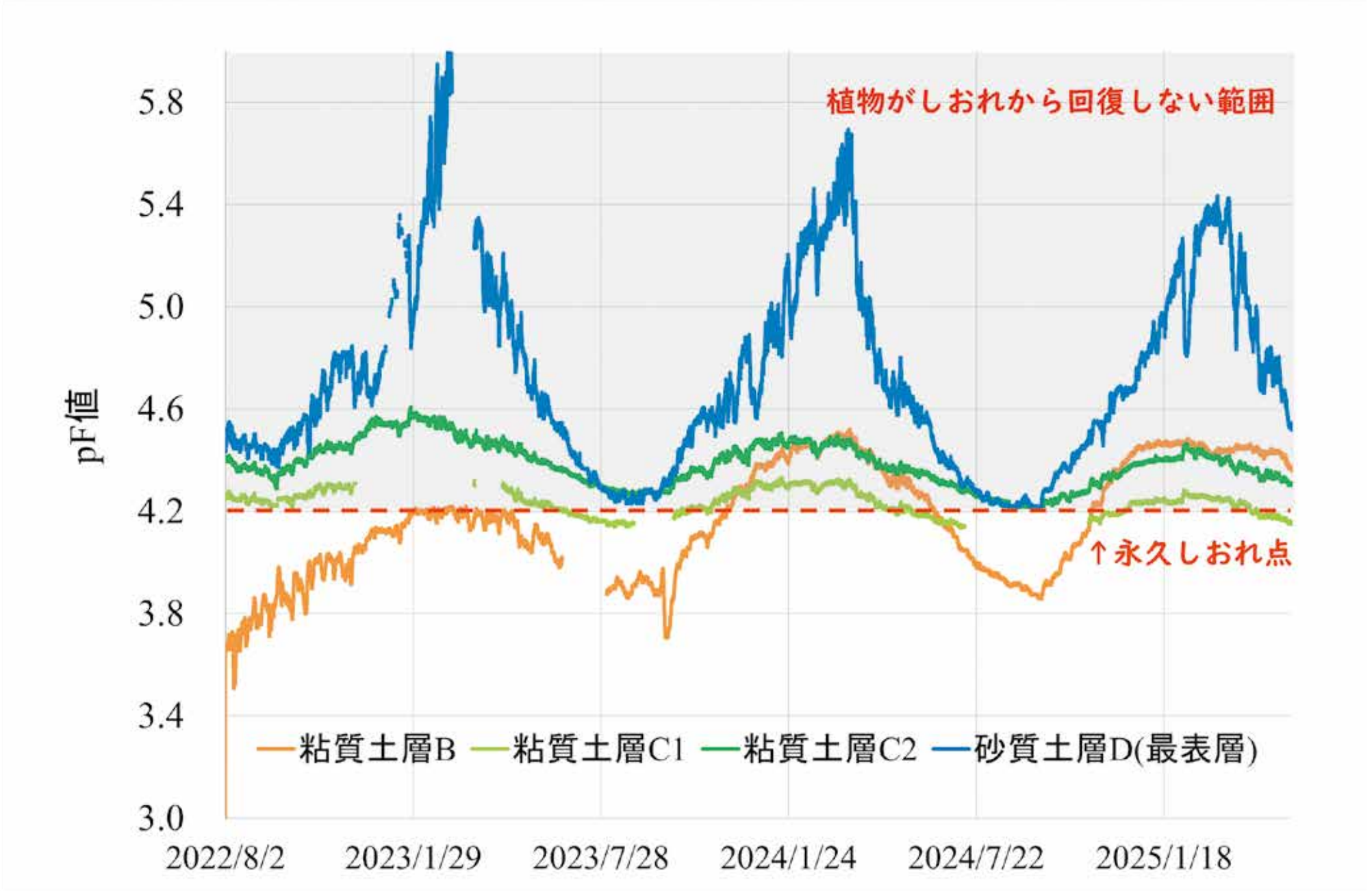


図 29　埋め戻し土最表層の pF 値〈本編 45p 掲載〉

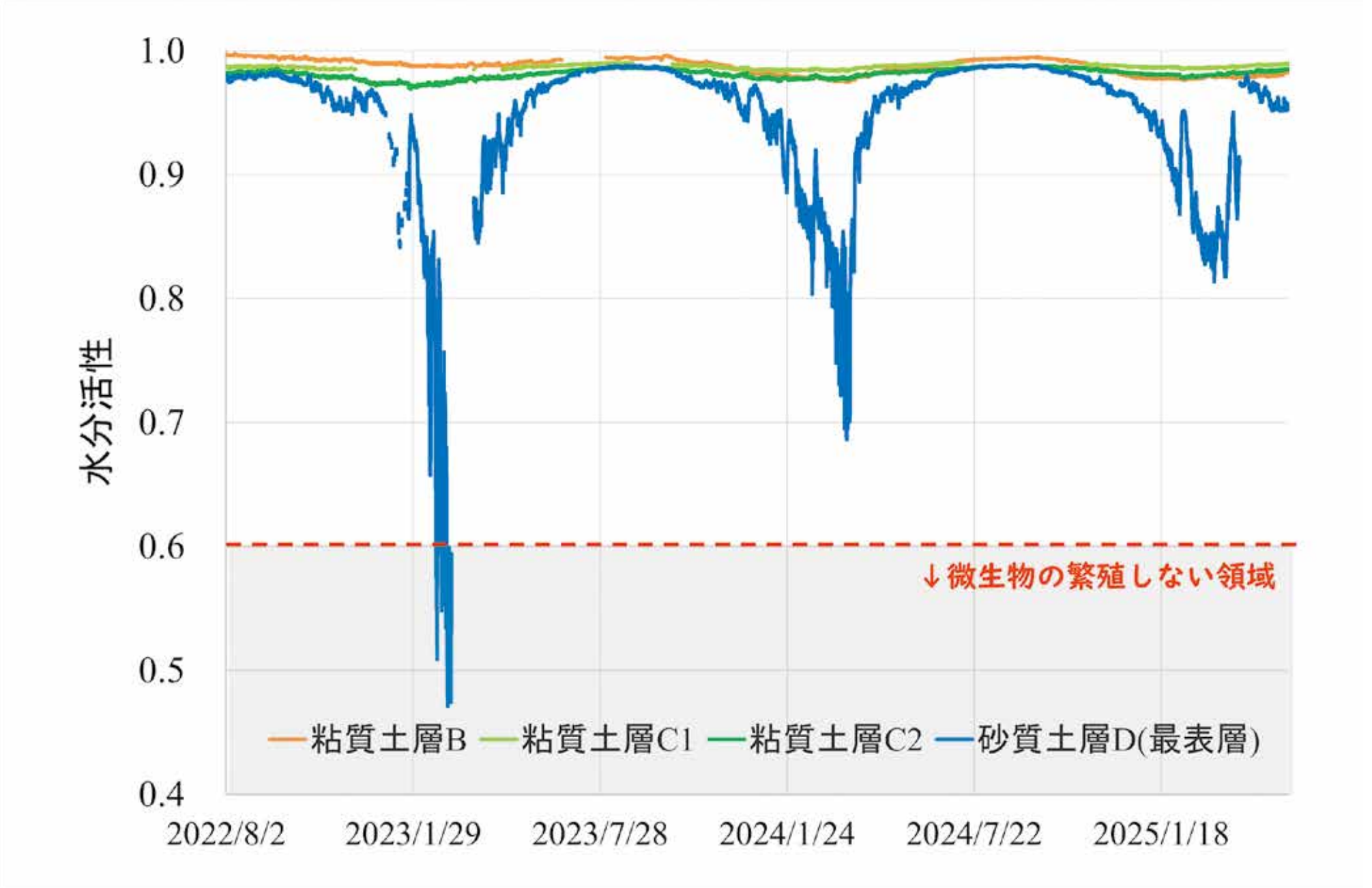


図 30　埋め戻し土最表層の水分活性〈本編 45p 掲載〉

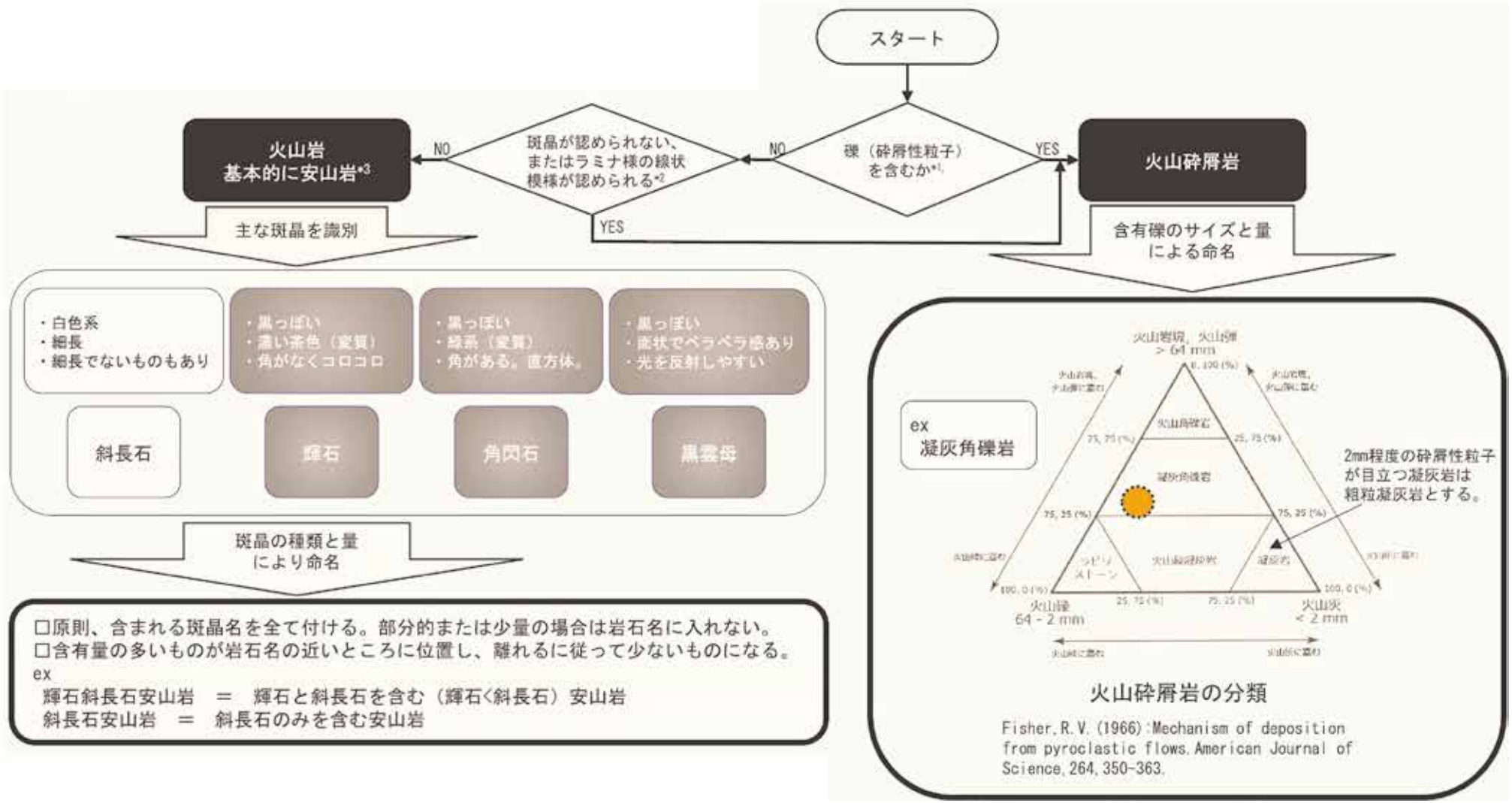


図 31　岩石鑑定のフロー〈本編 51p 関連〉

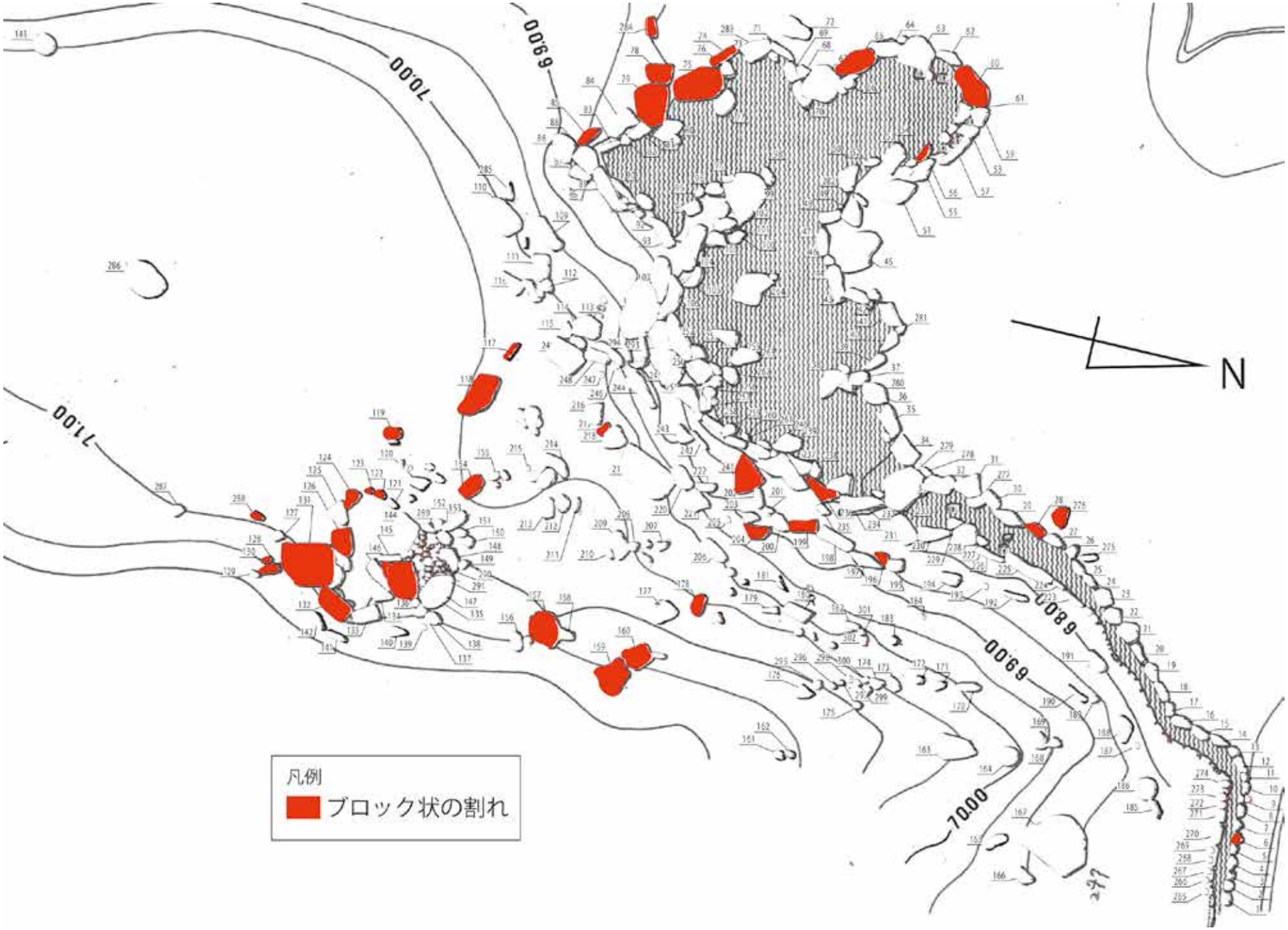


図 32-1　割れが認められる景石等の分布（諏訪館跡庭園）〈本編 53p 掲載〉

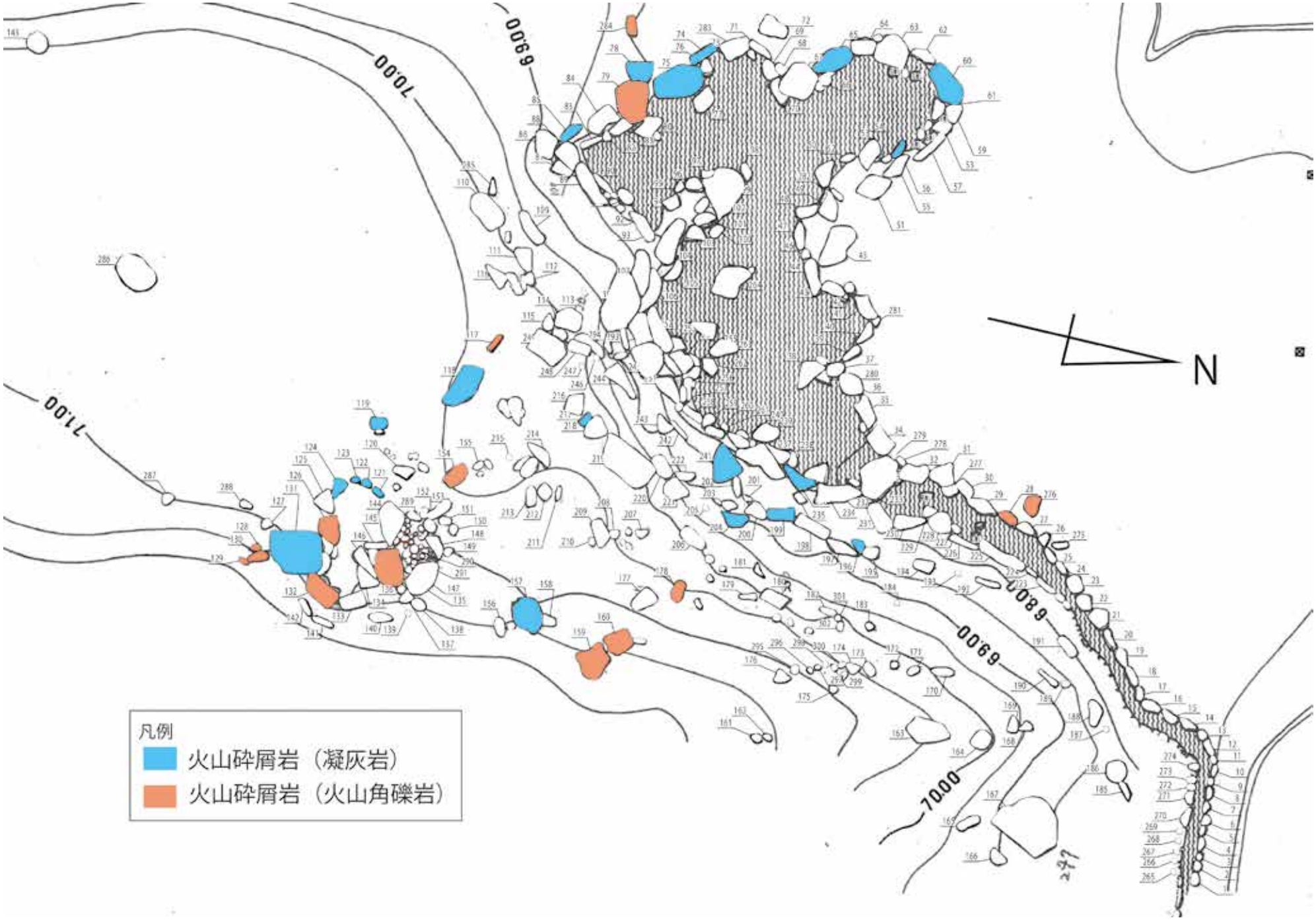


図 32-2　割れが認められる景石等の岩種（諏訪館跡庭園）〈本編 53p 掲載〉

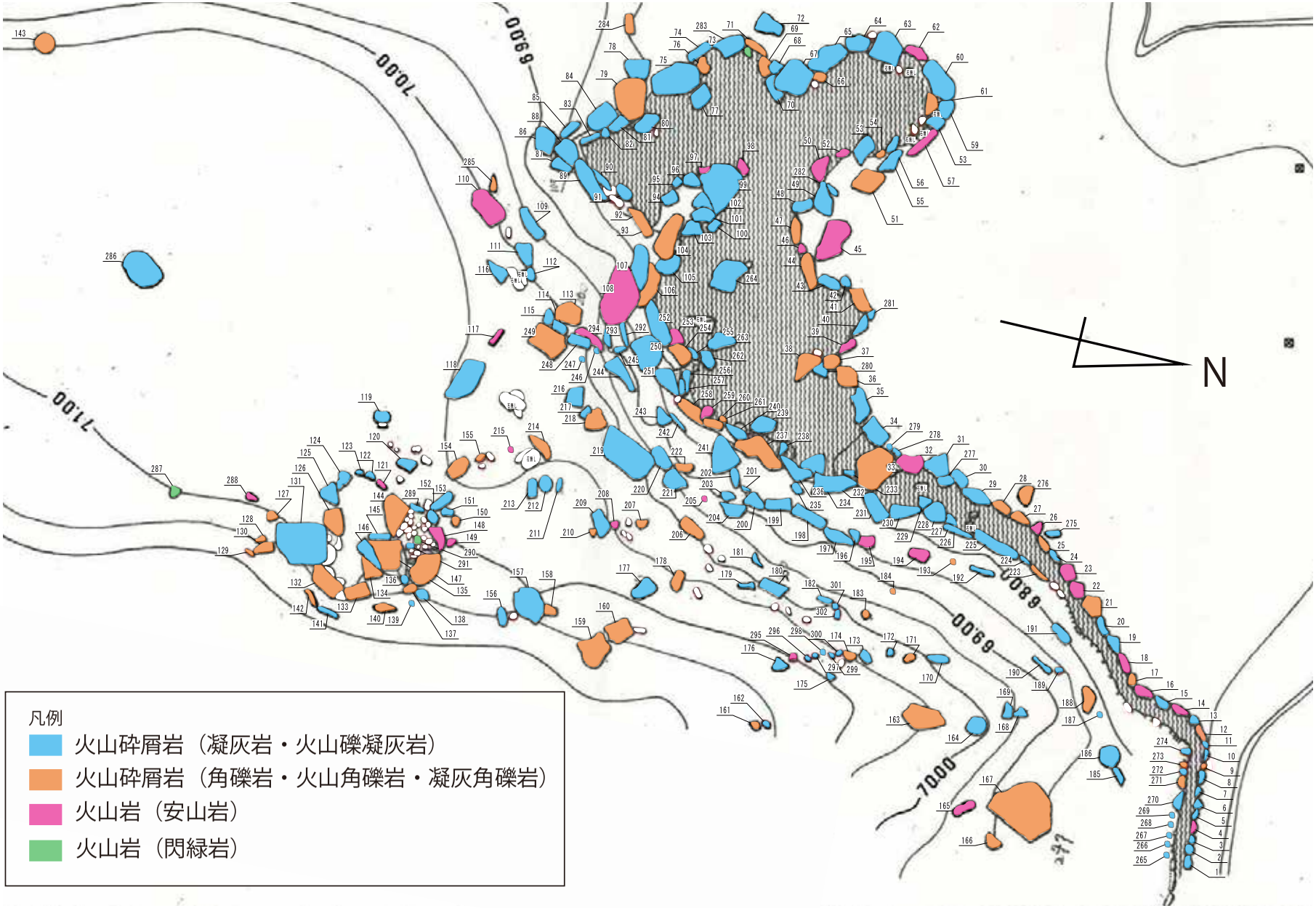


図 33　景石等の岩種（諏訪館跡庭園）〈本編 53p 関連〉

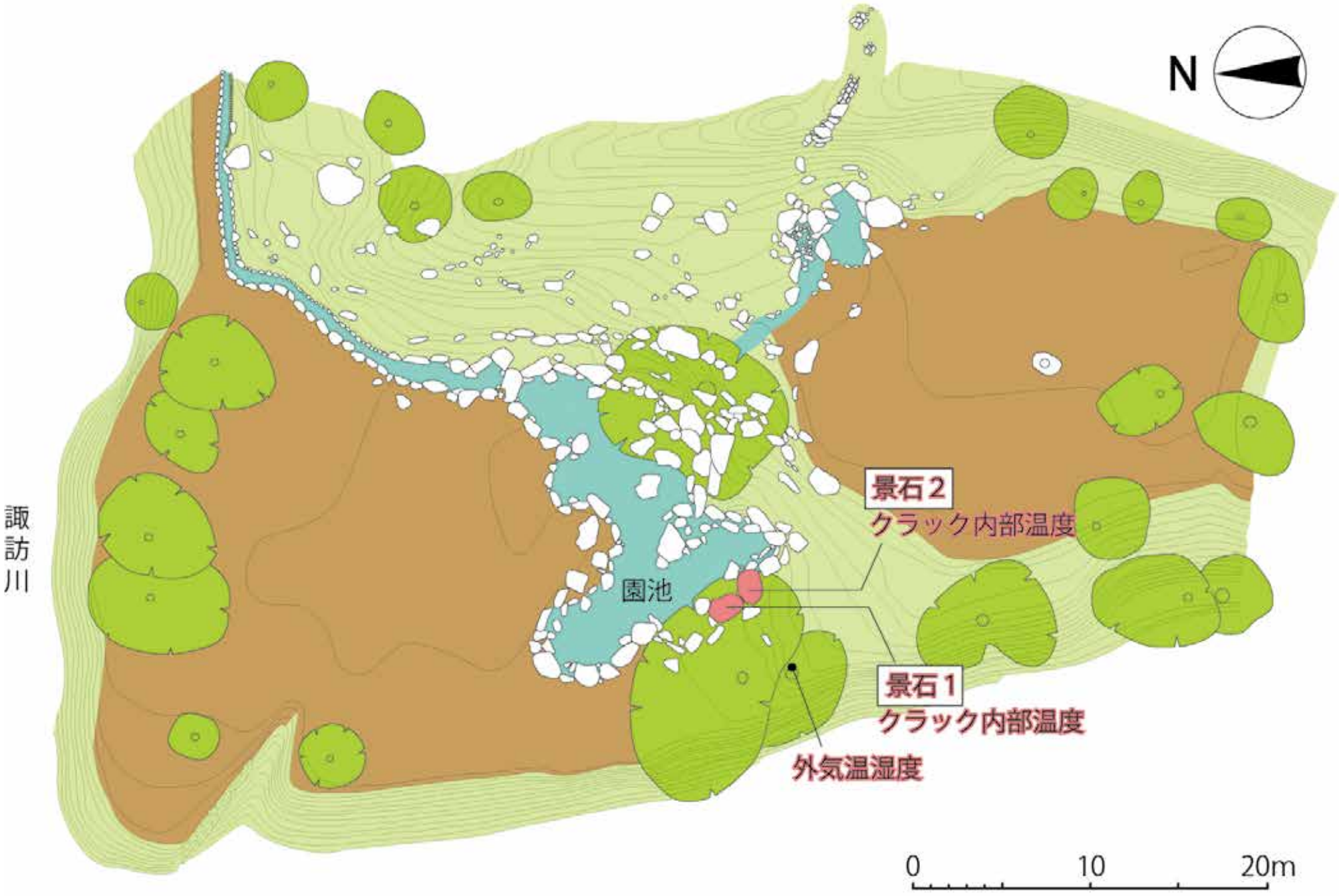


図 34　対象景石と測定項目〈本編 54p 掲載〉

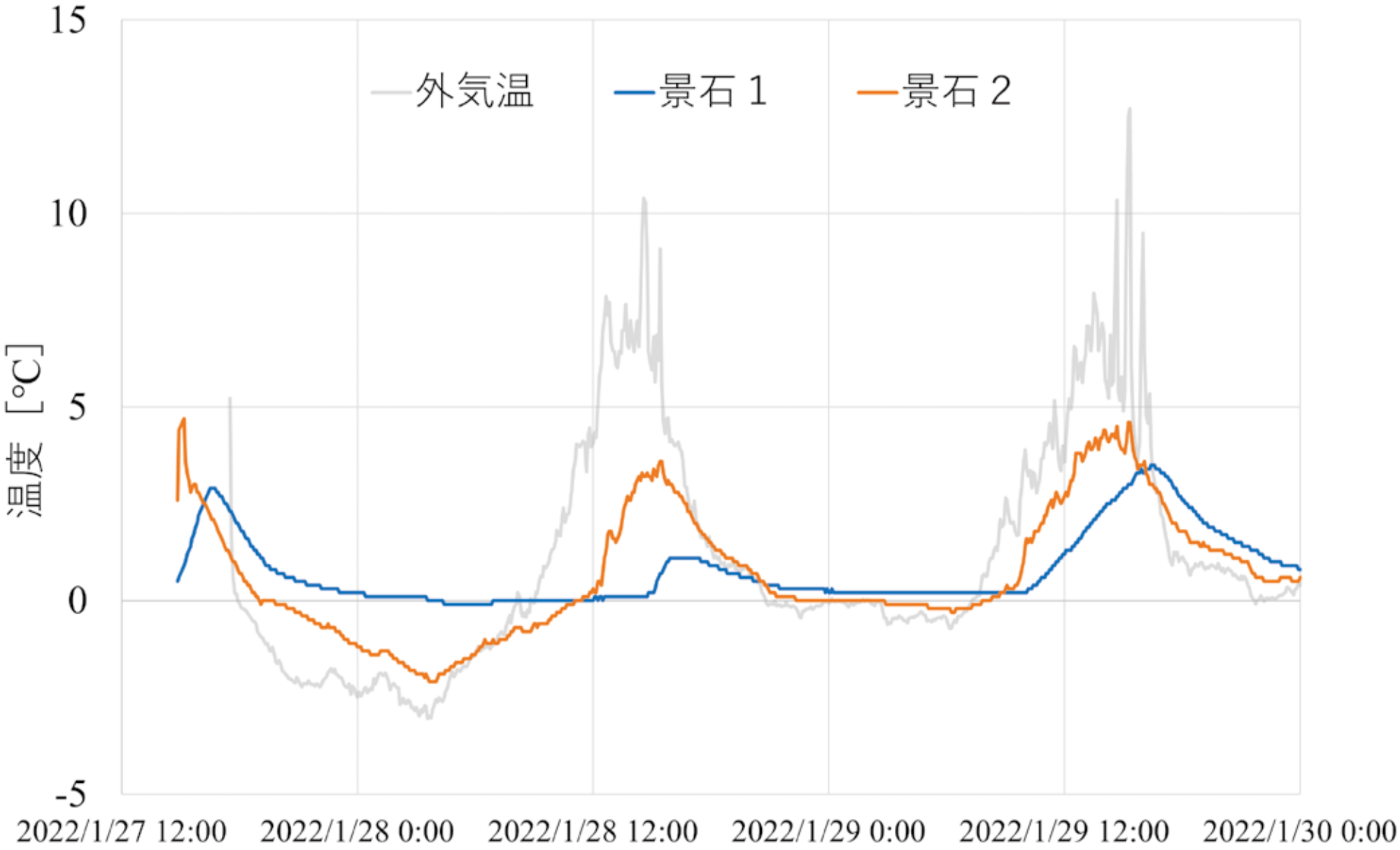


図 35　景石クラック内部の温度〈本編 55p 掲載〉

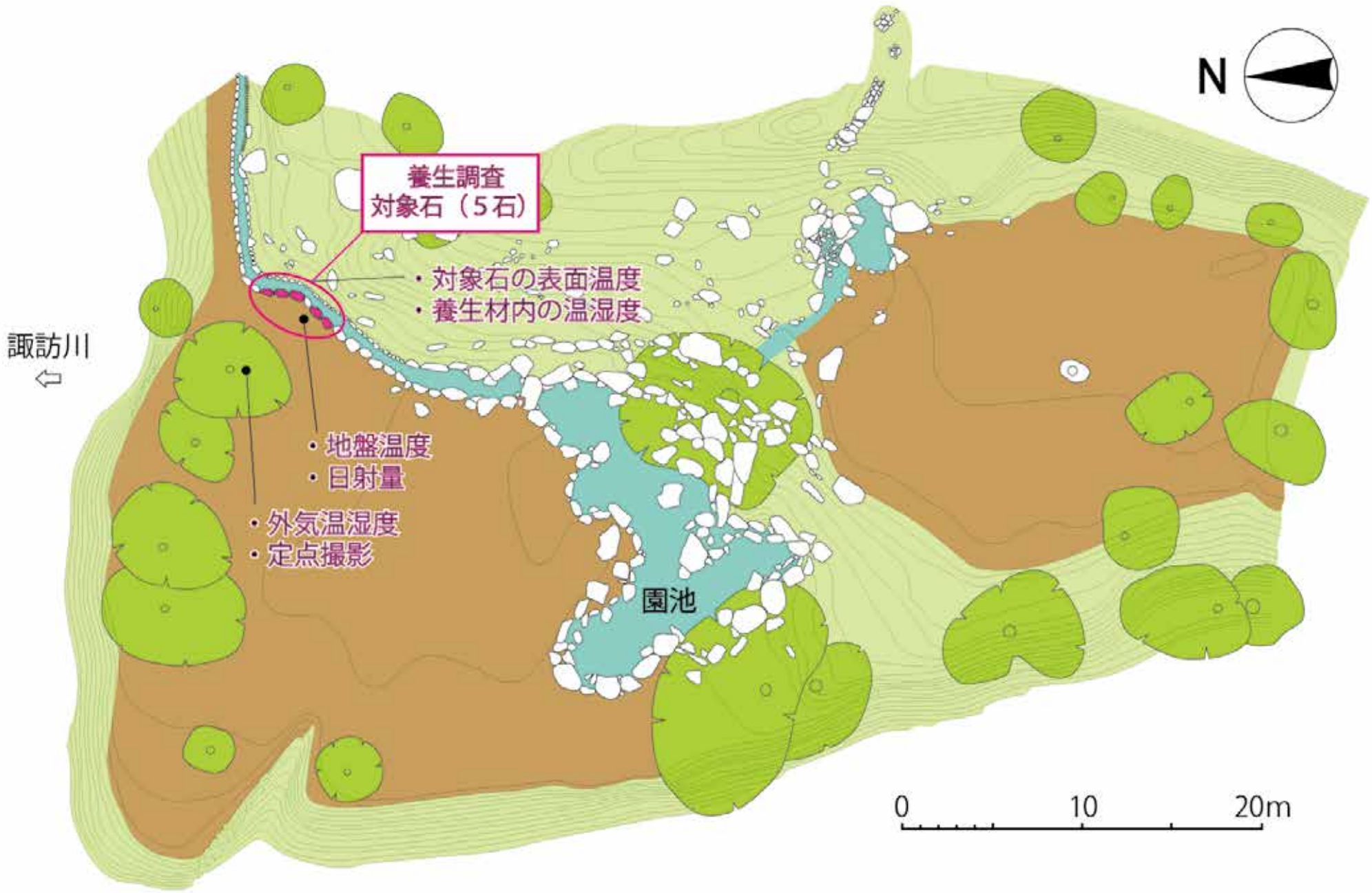


図 36　調査箇所（諏訪館跡庭園）〈本編 59p 掲載〉

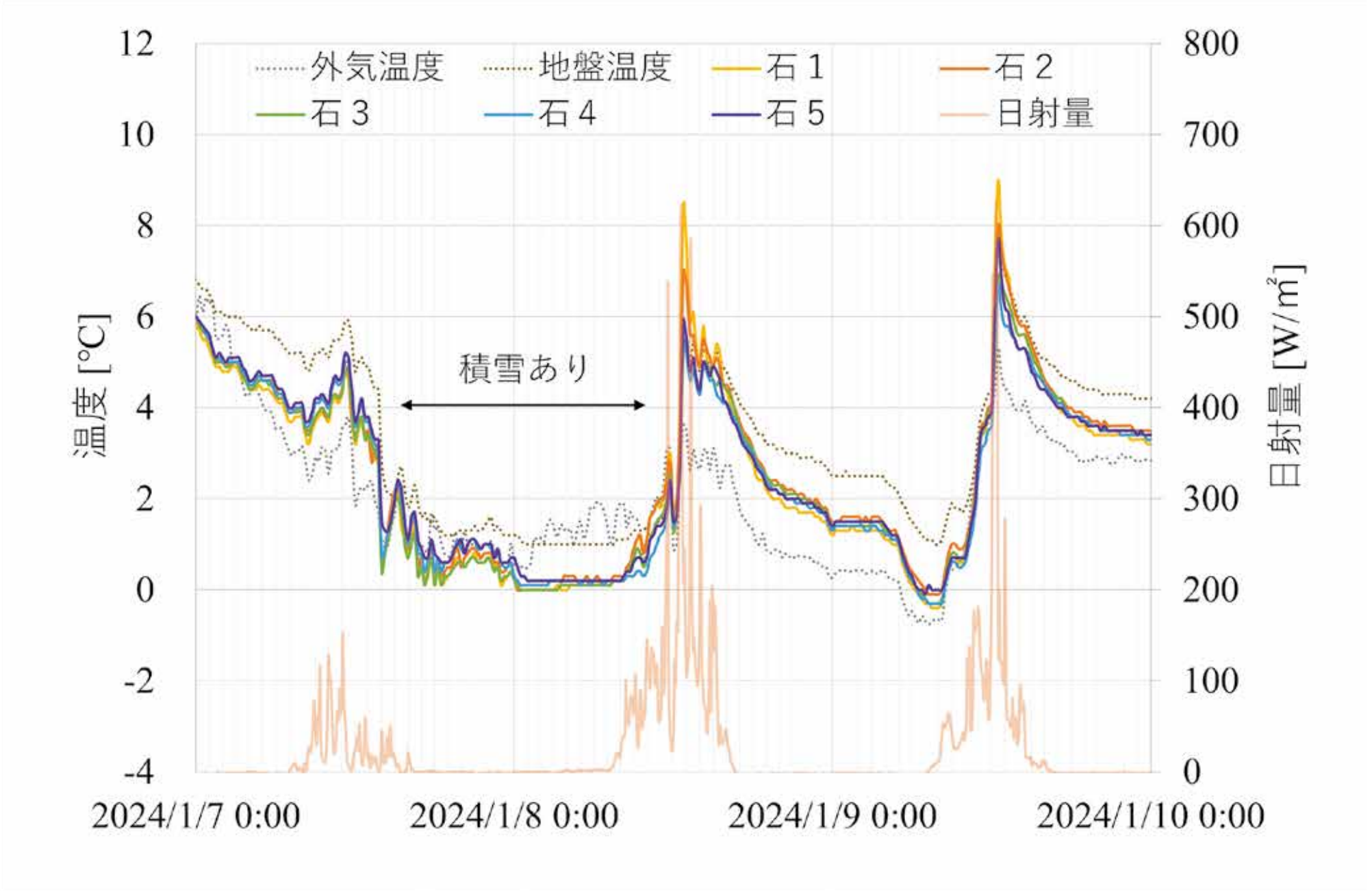


図 37　対象石の表面温度と日射量（非養生期間）〈本編 61p 掲載〉

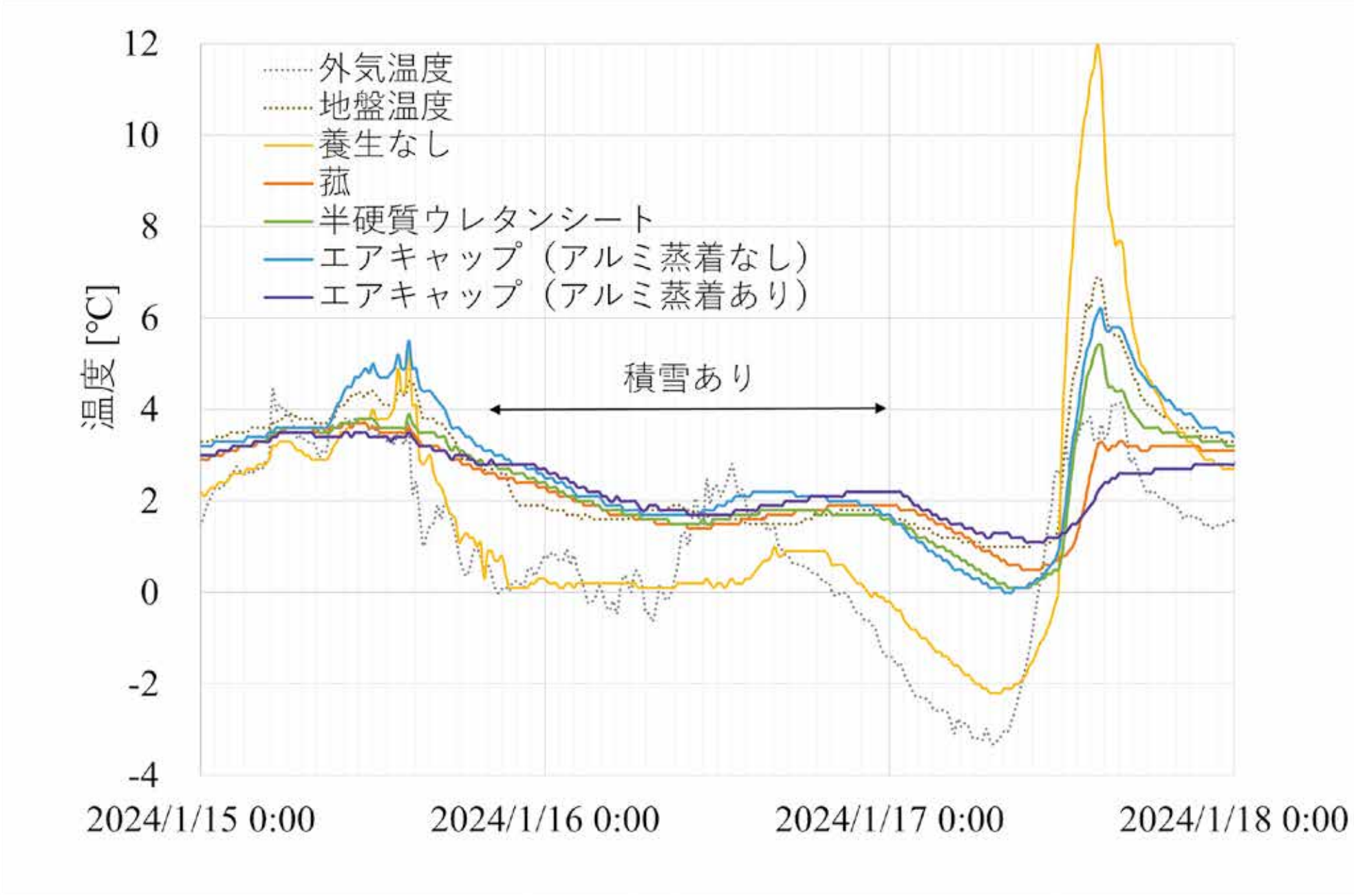


図 38　対象石の表面温度（養生期間）〈本編 61p 掲載〉

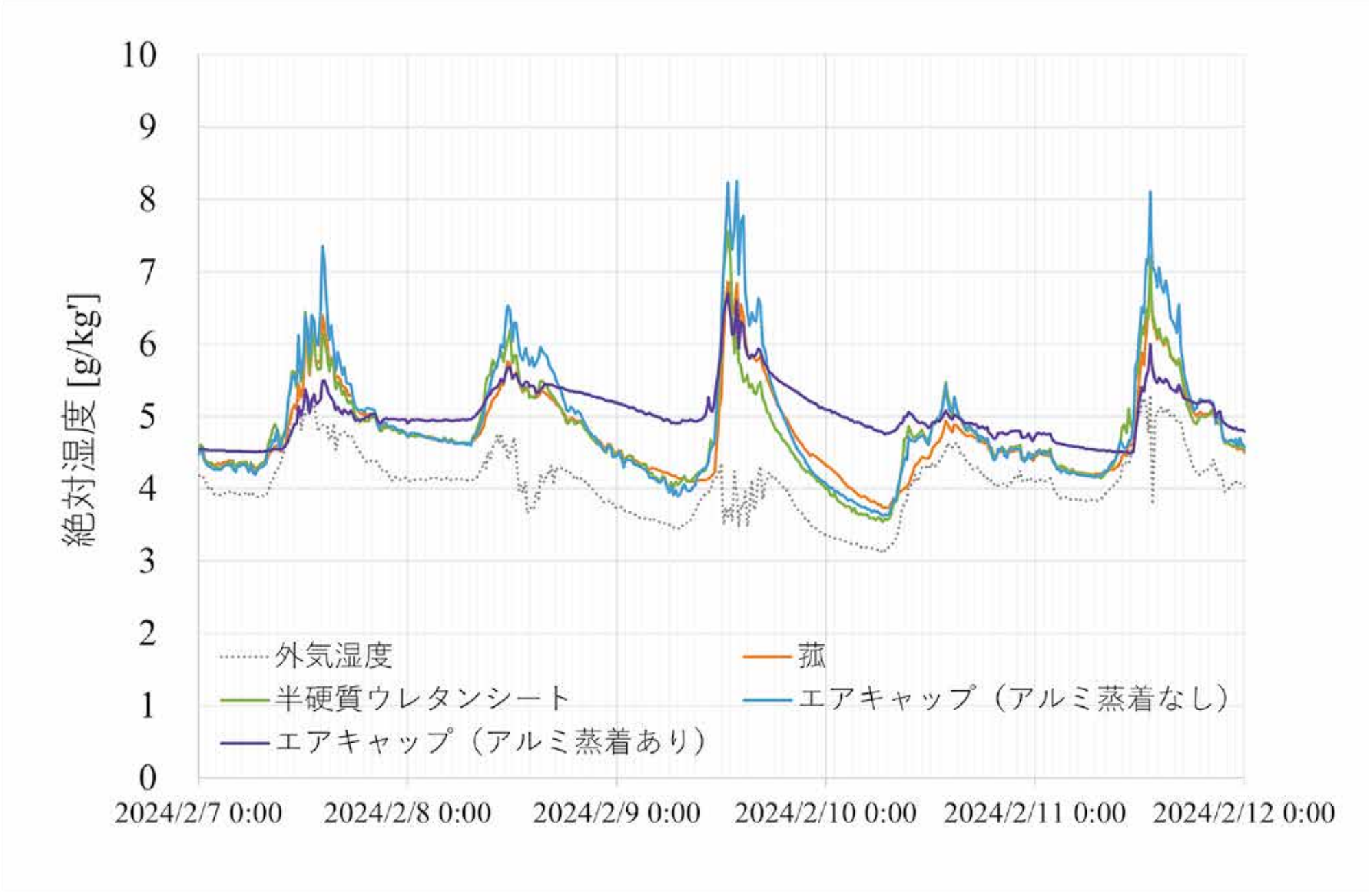


図 39　養生材内部の絶対湿度（養生期間）〈本編 62p 掲載〉

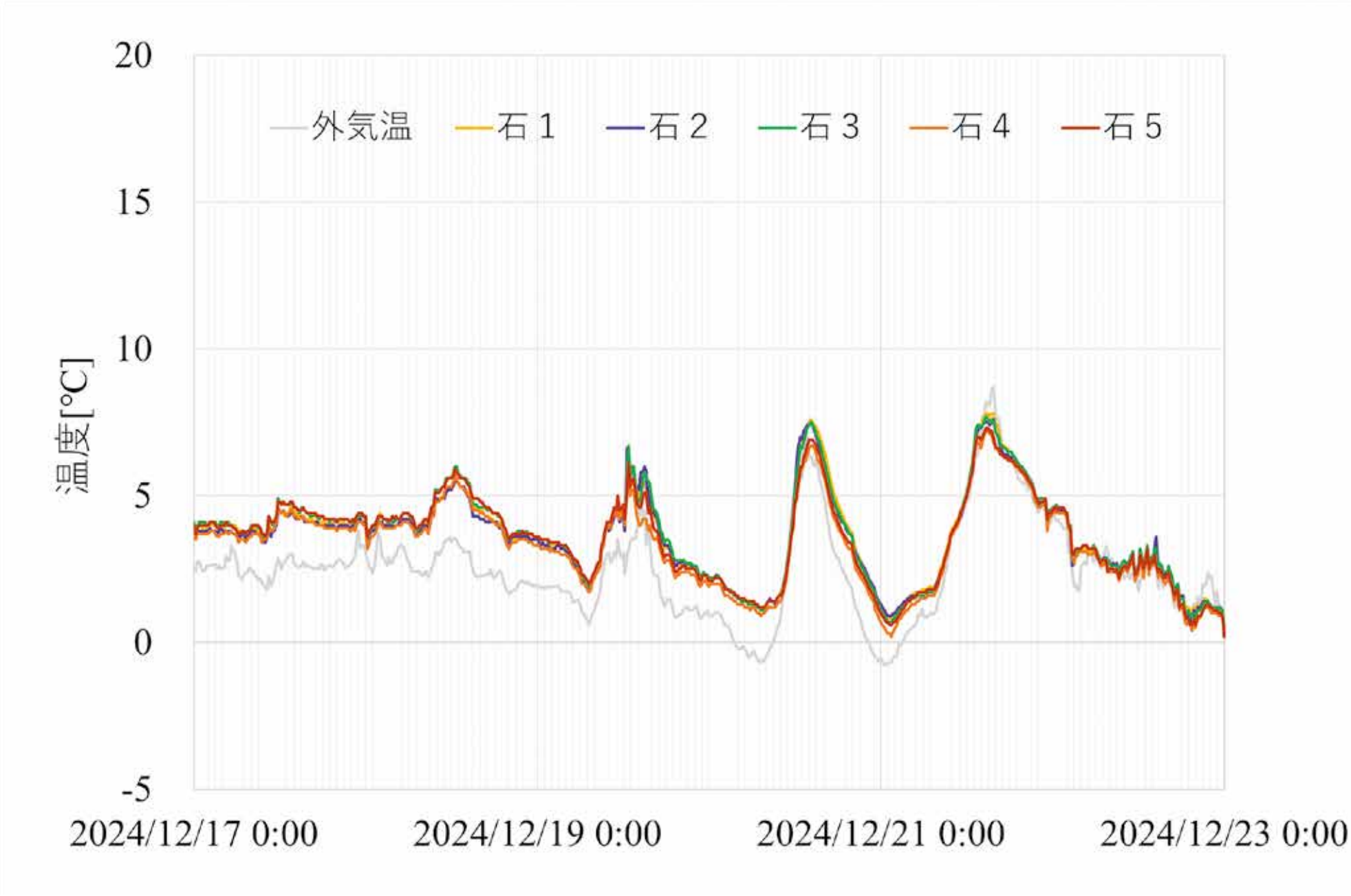


図 40　対象石の表面温度（非養生期間）〈本編 64p 掲載〉

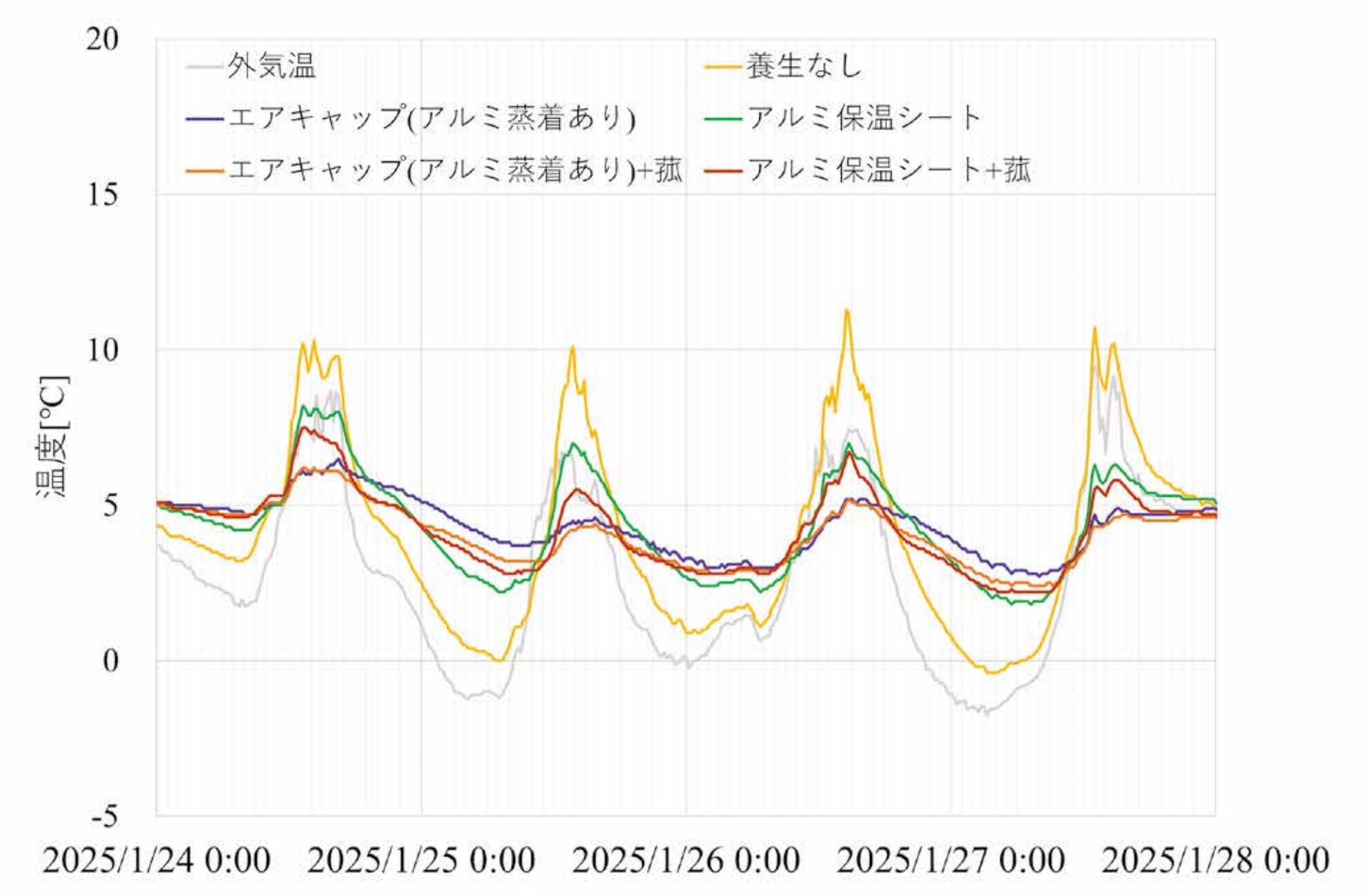


図 41　対象石の表面温度（養生期間）〈本編 65p 掲載〉

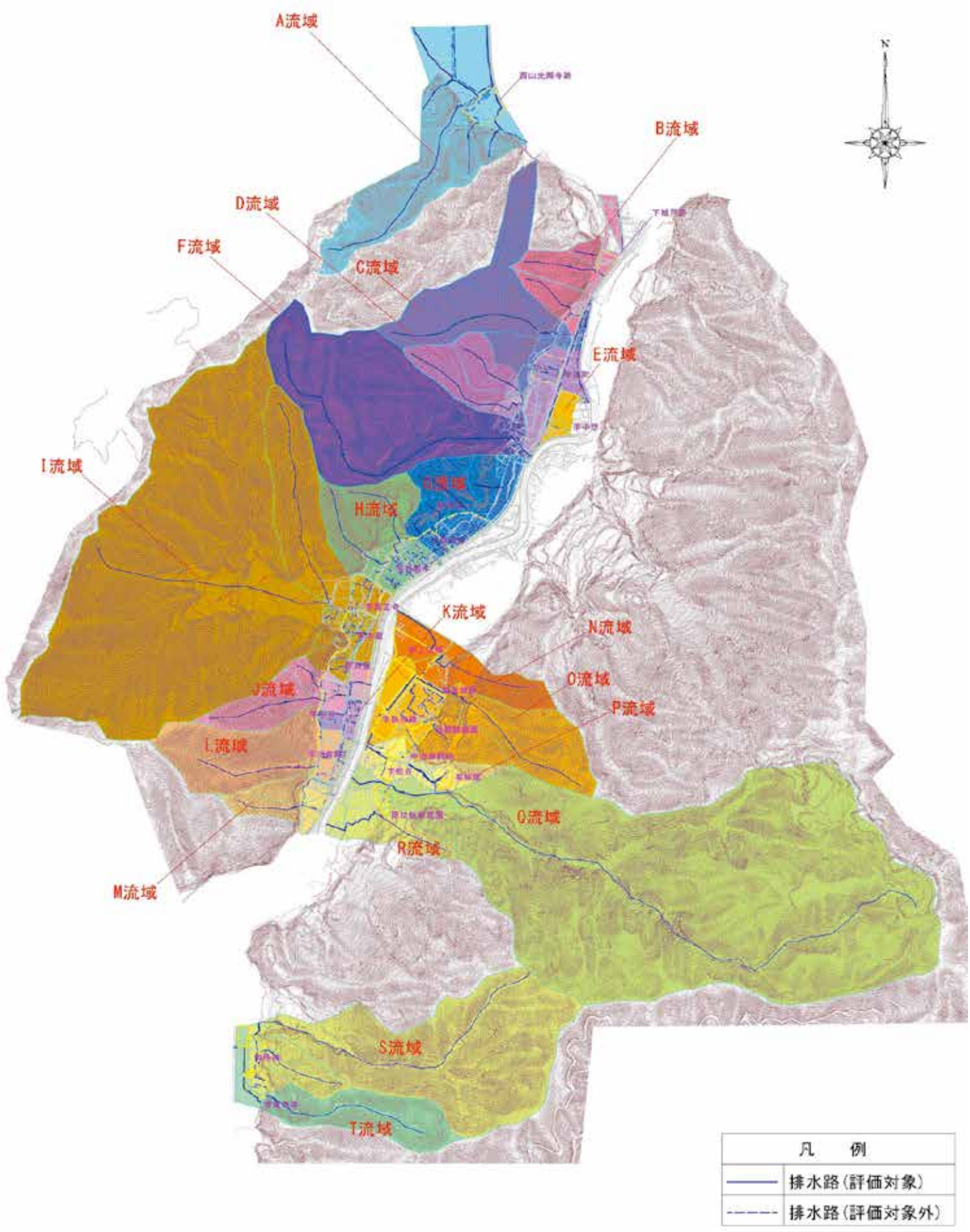


図 43　調査対象区域の排水流域（全体図）〈本編 74p 掲載〉

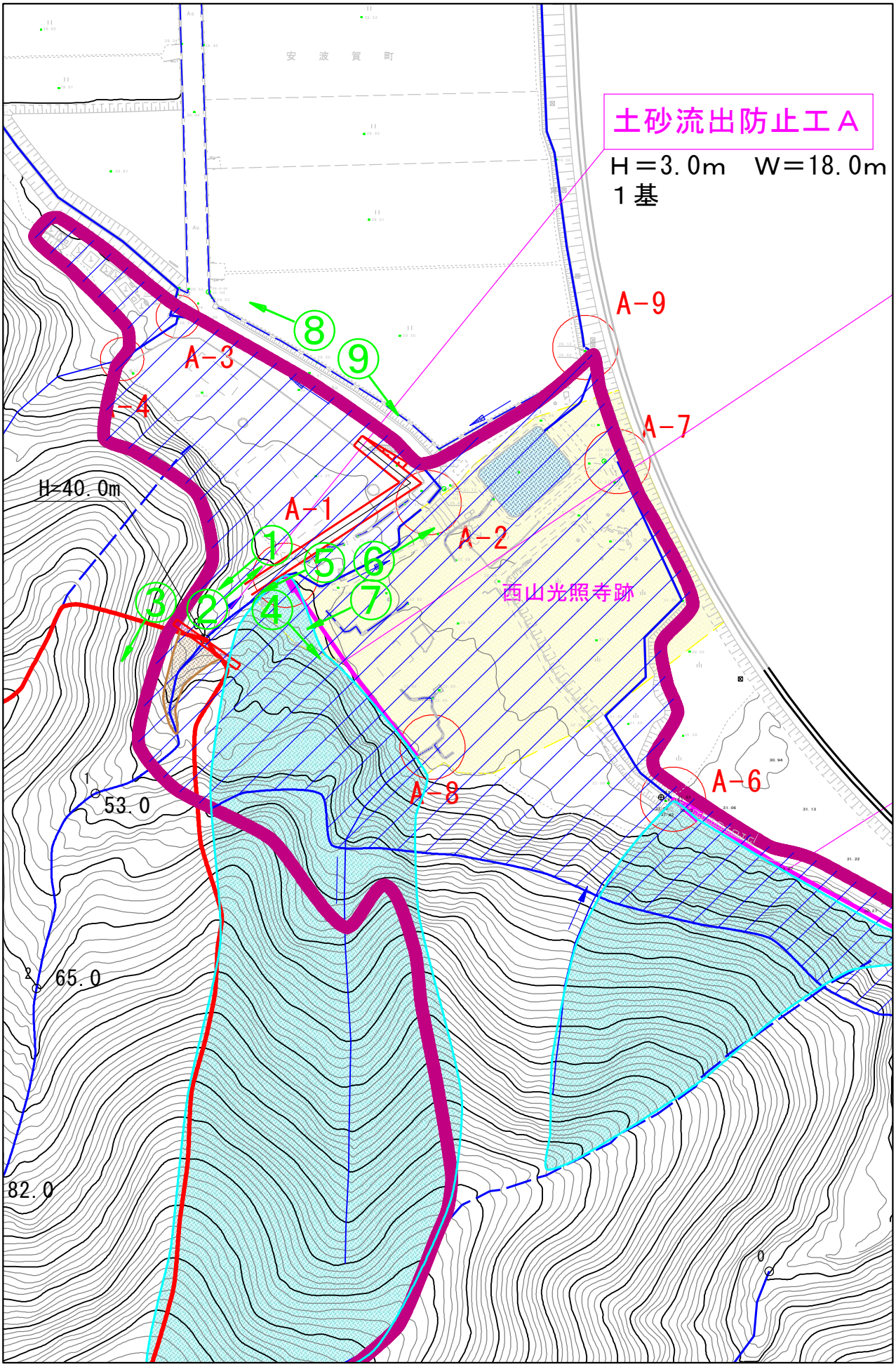


図 46-1　排水施設の写真位置図（A 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 1 土砂流出防止工計画位置
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 2 土砂流出防止工から下流を望む
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 3 土砂流出防止工から上流を望む

図 46-1　現地調査写真（A 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 4 右岸側の墓地群
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 5 土砂流出防止工下流付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 6 資材搬入路計画位置

図 46-1　現地調査写真（A 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 7 外周水路A-1下流付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 8 資材搬入路予定地
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 9 資材搬入路予定地

図 46-1　現地調査写真（A 流域）〈本編 83p 関連〉

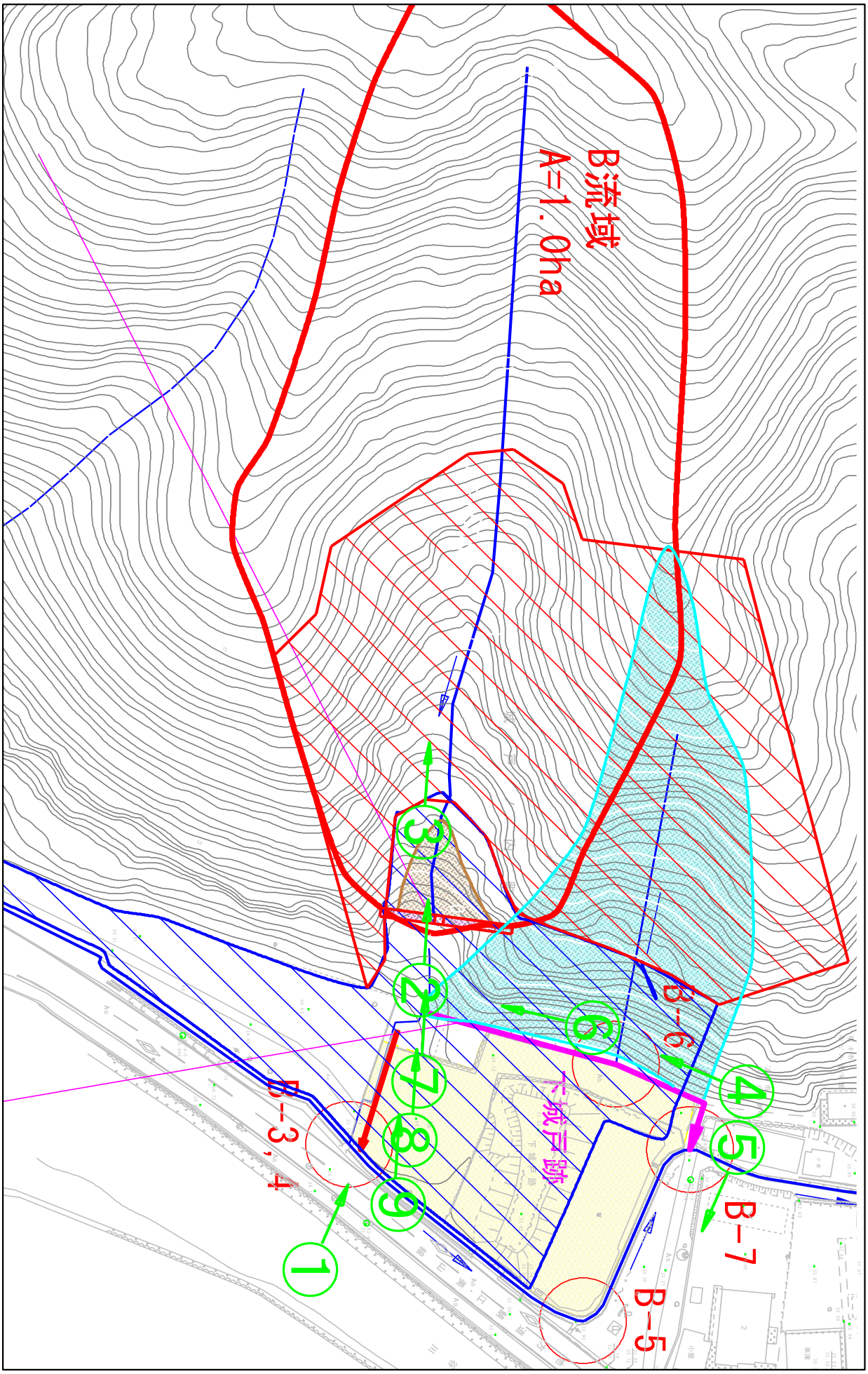


図 46-2　排水施設の写真位置図（B 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 1 土砂流出防止工計画位置
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 2 土砂流出防止工から下流を望む
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 3 土砂流出防止工から上流を望む

図 46-2　現地調査写真（B 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 4 右岸側の墓地群
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 5 土砂流出防止工下流付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか A流域 6 資材搬入路計画位置

図 46-2　現地調査写真（B 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	A流域
	7
	外周水路A-1下流付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	A流域
	8
	資材搬入路予定地
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	A流域
	9
	資材搬入路予定地

図 46-2　現地調査写真（B 流域）〈本編 83p 関連〉

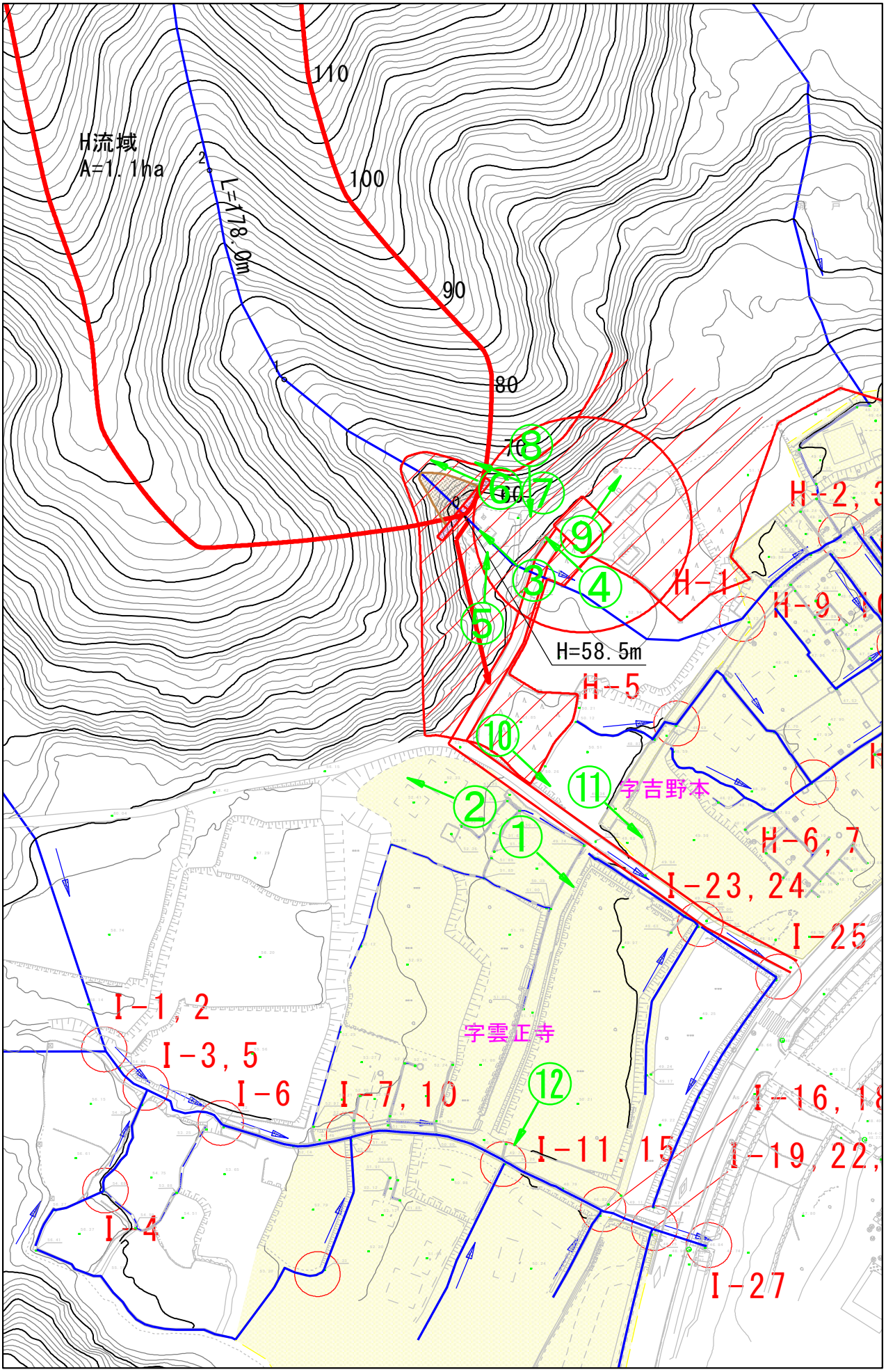


図 46-3　排水施設の写真位置図（H 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 1 外周水路I-23より下流付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 2 外周水路I-23流末付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 3 土砂流出防止工下流付近

図 46-3　現地調査写真（H 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 4 湧水地 外周水路I-23起点
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 5 資材搬入路
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 6 土砂流出防止工計画位置

図 46-3　現地調査写真（H 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 7 土砂流出防止工計画位置
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 8 資材搬入路
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか H流域 9 資材搬入路

図 46-3　現地調査写真（H 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	H流域
	10
	資材搬入路
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	H流域
	11
	資材搬入路
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	H流域
	12
	外周水路I-11,15付近

図 46-3　現地調査写真（H 流域）〈本編 83p 関連〉

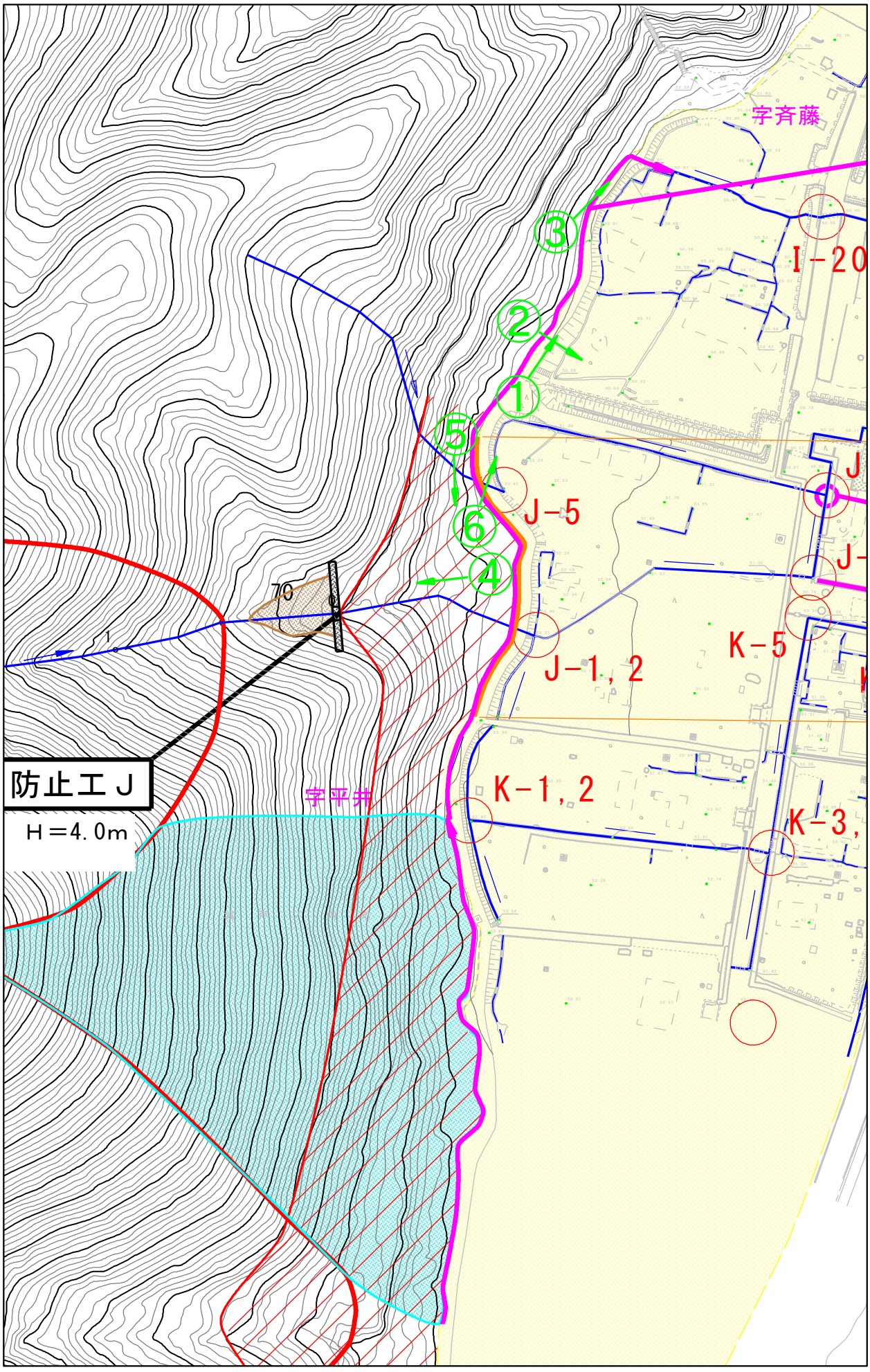


図 46-4　排水施設の写真位置図（J 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか J流域 1 外周水路③中間付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか J流域 2 外周水路③
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか J流域 3 外周水路③流末付近

図 46-4　現地調査写真（J 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか J流域 4 土砂流出防止工計画位置 （将来計画）
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか J流域 5 土砂流出防止工計画位置
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか J流域 6 外周水路③上流付近

図 46-4　現地調査写真（J 流域）〈本編 83p 関連〉

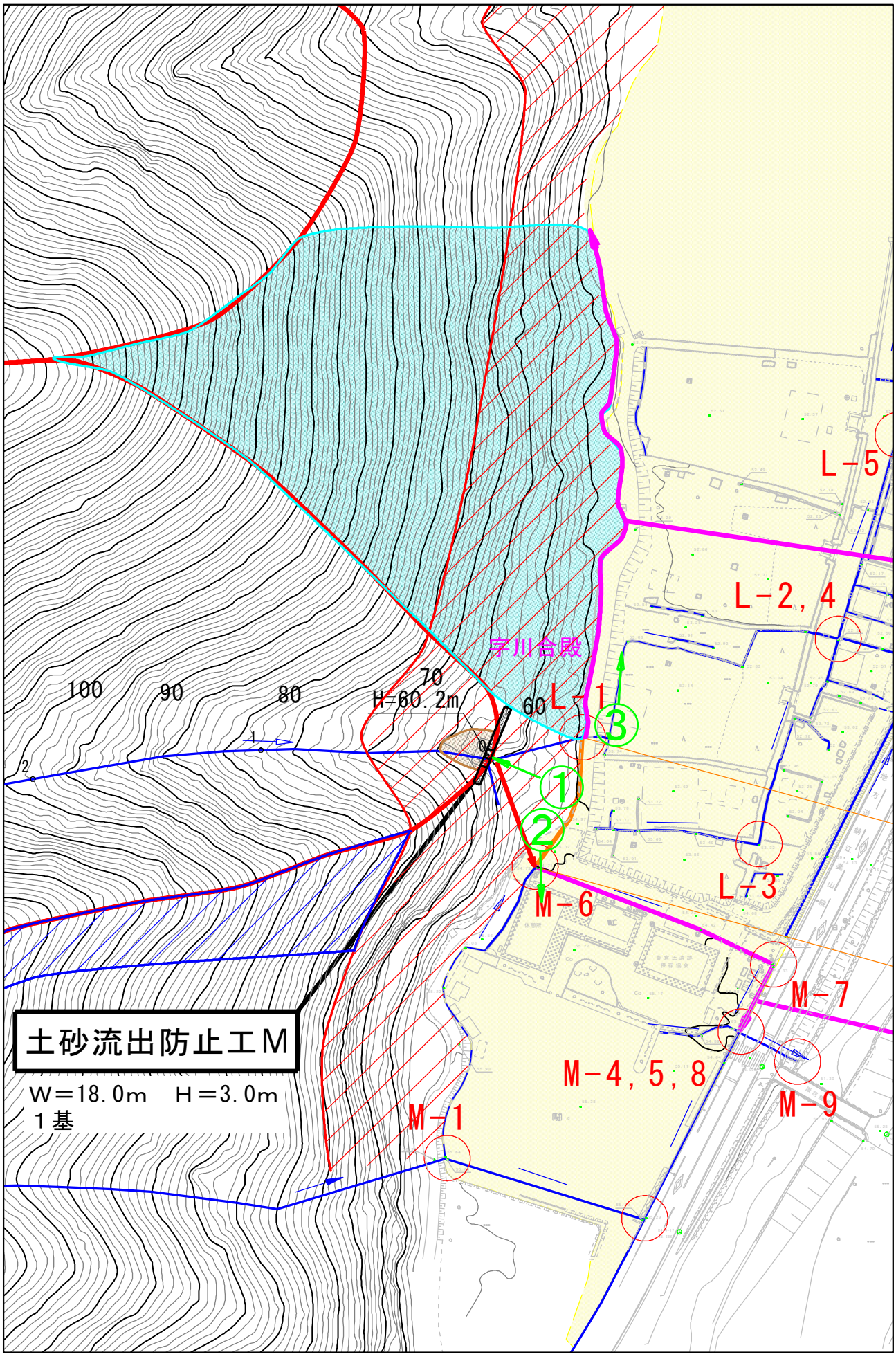


図 46-5　排水施設の写真位置図（L 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか L流域 1 土砂流出防止工計画位置 （将来計画）
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか L流域 2 外周水路①起点付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか L流域 3 外周水路②上流付近

図 46-5　現地調査写真（L 流域）〈本編 83p 関連〉

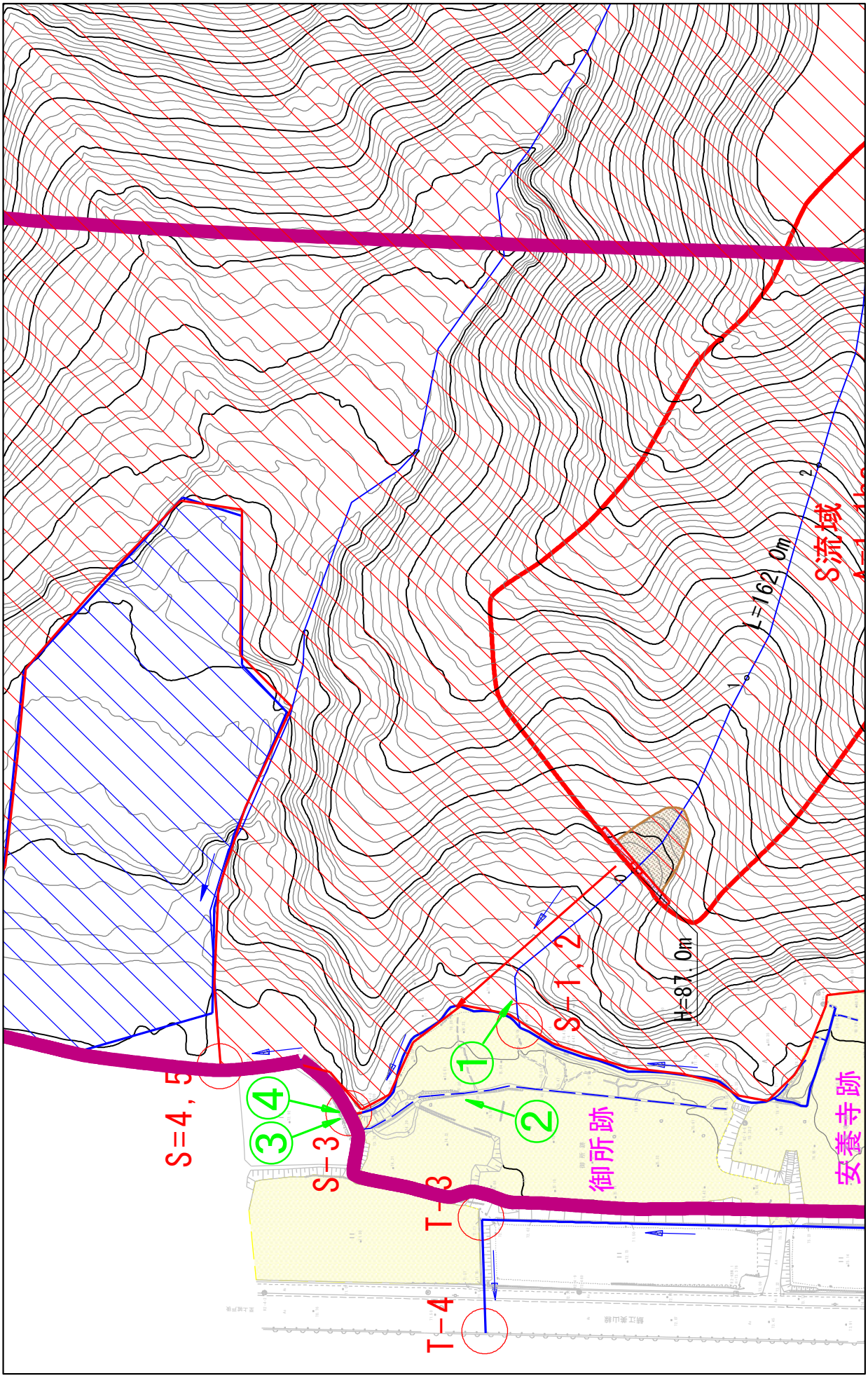


図 46-7　排水施設の写真位置図（S 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか S流域 1 土砂流出防止工計画位置
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか S流域 2 外周水路S-3付近
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託 福井市 新御殿 地係ほか S流域 3 外周水路S-3破損状況 φ600HP

図 46-7　現地調査写真（S 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	S流域
	4
	外周水路S-3破損状況 φ600HP

図 46-7　現地調査写真（S 流域）〈本編 83p 関連〉

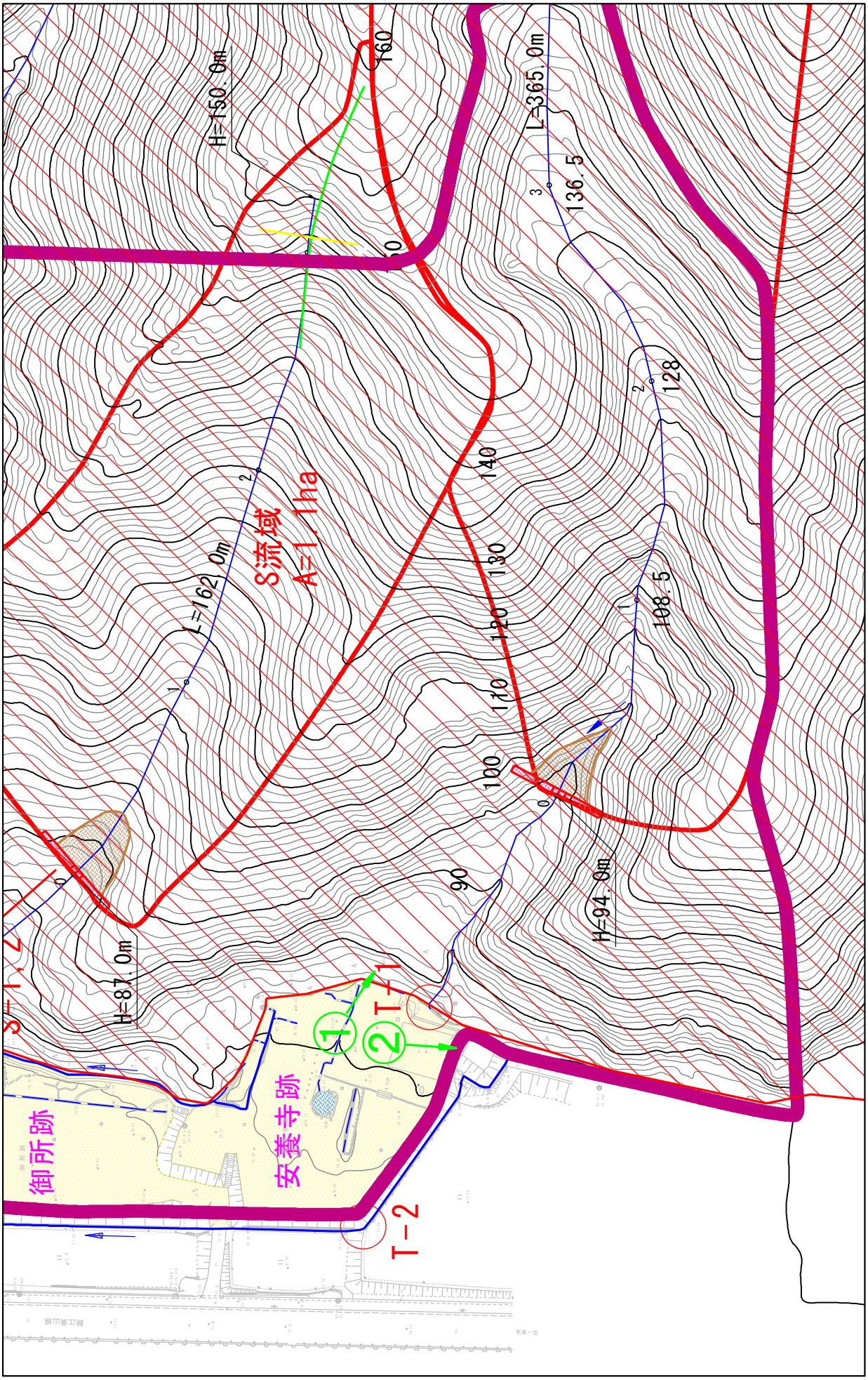


図 46-8　排水施設の写真位置図（T 流域）〈本編 83p 関連〉

	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	T流域
	1
	土砂流出防止工計画位置
	令和6年度 一乗谷朝倉氏遺跡保存のための排水環境調査及び設計業務委託
	福井市 新御殿 地係ほか
	T流域
	2
	外周水路T-2付近

図 46-8　現地調査写真（T 流域）〈本編 83p 関連〉

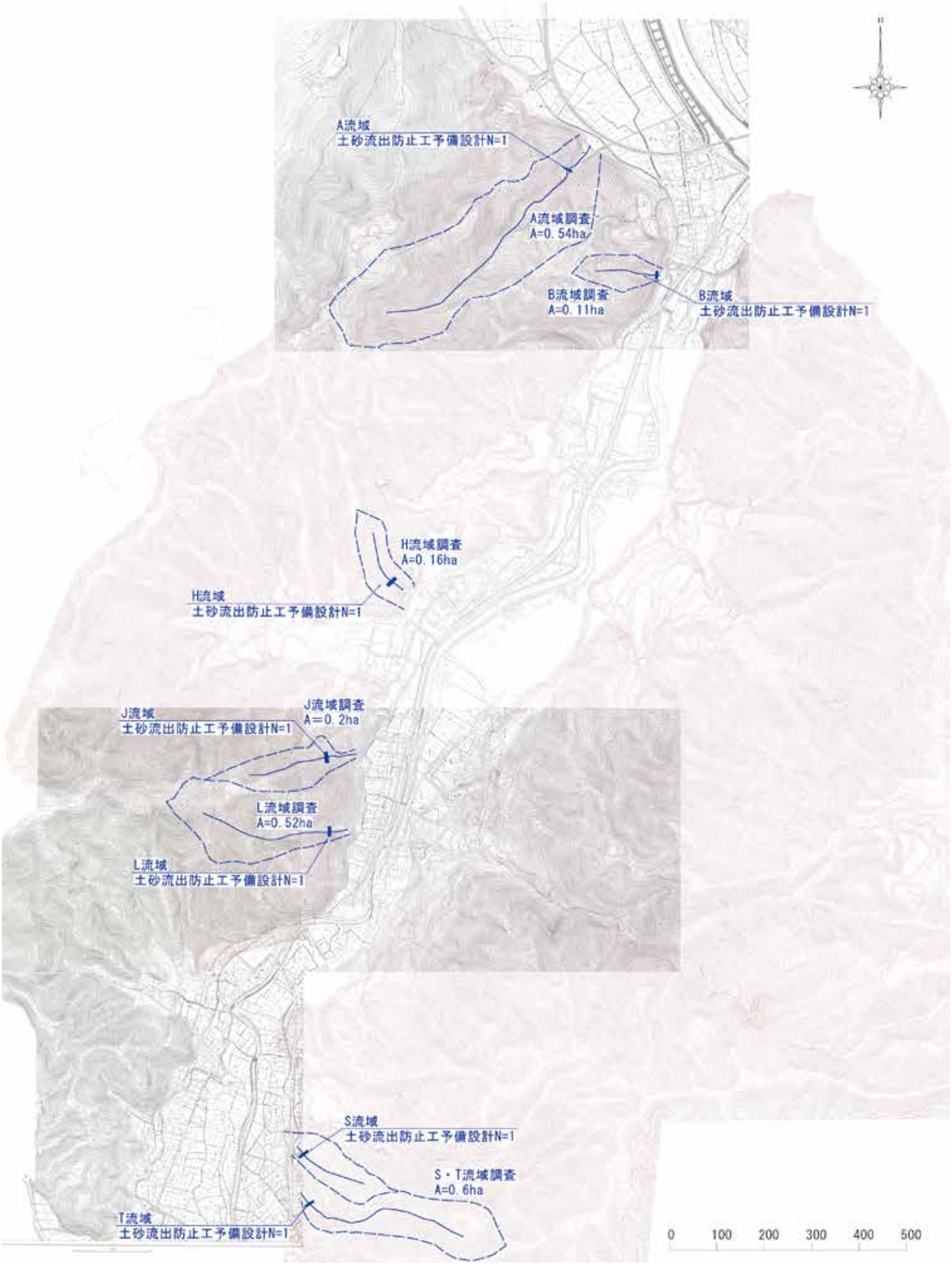


図 47　土砂流出防止工の計画流域〈本編 87p 掲載〉

表１　連携研究担当者及び担当期間（所属・役職は令和７年度末時点）〈本編 10p 掲載〉

氏　名	所属・役職	専門分野	担当期間
高妻　洋成	独立行政法人国立文化財機構　文化財防災センター　センター長（兼）奈良文化財研究所　参与	保存科学・文化財防災	令和元年度～令和７年度
脇谷　草一郎	独立行政法人国立文化財機構　奈良文化財研究所埋蔵文化財センター　保存修復科学研究室　室長	保存科学	令和元年度～令和７年度
田村　朋美	独立行政法人国立文化財機構　奈良文化財研究所都城発掘調査部　主任研究員（兼）埋蔵文化財センター　保存修復科学研究室	保存科学	令和元年度～令和７年度
柳田　明進	独立行政法人国立文化財機構　奈良文化財研究所埋蔵文化財センター　主任研究員	保存科学	令和元年度～令和７年度
松田　和貴	独立行政法人国立文化財機構　奈良文化財研究所埋蔵文化財センター　主任研究員	保存科学	令和５年度～令和７年度
川越　光洋	福井県立歴史博物館　副館長（前福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　副館長（調査研究））	考古学	令和元年度～令和６年度
中原　義史	福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　副館長（調査研究）	考古学	令和７年度
藤田　若菜	福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　主査（文化財調査員）	庭園史	令和元年度～令和７年度
渡邊　英明	福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　主査（学芸員）	保存科学	令和元年度～令和７年度
藤井　佐由里	福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　学芸員	遺跡環境科学	令和３年度～令和７年度
大竹　桃子	福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　学芸員	史跡整備	令和元年度～令和２年度
下見　茜	福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館　学芸員	造園学	令和６年度～令和７年度

表２　調査の経過及び成果の公開履歴〈本編 11p 掲載〉

年	月	内　容
令和元年	12 月	・連携研究協定締結、事前調査開始
令和２年	４月	・遺跡の排水環境調査開始
令和３年	３月	・事前調査終了
	４月	・本格調査開始
	８月	・第 14 回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議 ・石敷遺構の再発掘・保護措置・環境調査の開始（於 当館遺構展示室）
	９月	・遺構展示室の開館後の展示環境に関する共同調査・協議 ・第 68 回研究協議会にて遺構展示室の調査結果の報告・協議 ・日本文化財科学会第 38 回大会石造文化財ワーキンググループにて遺構展示室の調査結果の発表（於 岡山理科大学）
	11 月	・佐藤嘉則氏（国立文化財機構東京文化財研究所生物科学研究室　室長）による遺構展示室内の菌類調査に関する指導（於 当館遺構展示室）
令和４年	１月	・日本建築学会文化財ワーキンググループ（於 当館）にて遺構展示室の調査結果の報告 ・冬季における景石の劣化要因解明のための共同調査（於 当館・本遺跡）
	３月	・第 15 回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議 ・遺構展示室内で遺構土の埋め戻し試験を開始
	６月	・奈良文化財研究所、飛騨市教育委員会及び当館職員による景石の劣化対策に関する現地視察・協議（於 当館・本遺跡）
	７月	・佐藤嘉則氏（前掲のとおり）による遺構展示室内の菌類調査に関する指導（於 当館遺構展示室）
	９月	・日本文化財科学会第 39 回大会にて景石の劣化要因の検討、遺構展示室内の生物調査結果、当館内での遺構土の埋め戻し方法の調査結果（計３本）発表（於 千葉大学）
	10 月	・福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館開館
	12 月	・第 16 回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議 ・庭石の凍結破砕抑制に向けた冬季養生調査の開始（於 諏訪館跡庭園）
令和５年	１月	・遺構展示室で発生した白色物質の X 線回折分析及び埋め戻し土の土質試験（於 奈良文化財研究所）

令和5年	6月	・遺構展示室の埋め戻し土及び遺構土の土質試験（於 奈良文化財研究所）
	7月	・遺跡の排水環境設計開始 ・第17回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議 ・奈良文化財研究所、小椋大輔氏（京都大学大学院工学研究科　教授)、高取伸光氏（京都大学大学院工学研究科　助教）による遺構の保存対策に関する現地視察・協議
	9月	・石造文化財の塩害に関する国際会議（First International Conference in Asia on Salt Weathering of Buildings and Stone Sculptures, 於 奈良文化財研究所)にて当館内での遺構土の埋め戻し方法に関する発表
	11月	・第52回大規模遺跡調査連絡協議会（於 福井市）にて当館内での遺構土の埋め戻し方法に関する発表 ・飛騨市教育委員会と共同で庭石の冬季養生調査を開始（於 江馬氏館跡庭園（飛騨市)、諏訪館跡庭園（本遺跡)）
令和6年	3月	・第18回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議 ・連携研究に関する調査結果の報告・協議、現地視察（於 当館・本遺跡）
	7月	・日本文化財科学会第41回大会にて庭石の冬季養生調査の結果を発表（於 青山学院大学）
	9月	・第19回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議
	12月	・景観に配慮した庭石の冬季養生調査の開始（於 諏訪館跡庭園）
令和7年	3月	・第20回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議
	7月	・第21回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議
	8月	・第75回研究協議会にて遺跡の排水環境設計（実施設計）に関する協議
	9月	・第15回石造文化財の保存に関する国際会議（15th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, 於 パリ）にて庭石の冬季養生調査の結果を発表
	10月	・第6回新知創造学際ハブ研究会（於 福井県立大学）にて連携研究事業の調査成果を発表
令和8年	1月	・第76回研究協議会にて遺跡の排水環境設計に関する協議
	2月	・第22回劣化対応ワーキンググループにて調査結果の報告・協議

表３　白色菌類様物質の細菌を対象とした次世代シーケンス解析（門レベル）〈本編 32p 掲載〉

RDP　Classifier による系統分類		構成比（総リード数に対する割合）			リード数		
ドメイン	門	試料①	試料②	試料③	試料①	試料②	試料③
Bacteria	Actinobacteria	57.90%	70.20%	41.00%	31416	18613	21928
Bacteria	Proteobacteria	40.80%	21.40%	58,0%	22110	5671	31020
Bacteria	Others	1.30%	8.40%	1.00%	727	2244	543

表４　白色菌類様物質の細菌を対象とした次世代シーケンス解析（種レベル）〈本編 32p 掲載〉

RDP　Classifier による系統分類		構成比（総リード数に対する割合）			リード数		
ドメイン	種	試料①	試料②	試料③	試料①	試料②	試料③
Bacteria	*Pseudonocardia spinosa*	37.70%	38.10%	23.20%	20431	10119	12418
Bacteria	*Nevskia ramosa*	34.40%	1.40%	50.70%	18669	367	27110
Bacteria	*Pseudonocardia petroleophila*	11.30%	14.90%	9.50%	6111	3958	5107

表８　山地部の流域概要〈本編 75p 関連〉

流域名		流域面積 (ha)	最大流路長 (m)
A 流域	A1	4.7ha	509.5m
	A2	0.42ha	84.1m
	A3	0.71ha	76.6m
	A4	0.74ha	128.9m
計		**6.57ha**	–
B 流域	B1	0.92ha	151.0m
	B2	1.24ha	199.3m
	B3	0.32ha	59.1m
計		**2.48ha**	–
C 流域	C1	6.46ha	409.4m
計		**6.46ha**	–
D 流域	D1	1.79ha	326.0m
	D2	1.35ha	180.4m
計		**3.14ha**	–
E 流域	※山地部の流域なし		
F 流域	F1	13.8ha	811.1m
計		**13.8ha**	–
G 流域	G1	0.30ha	53.6m
	G2	0.28ha	61.8m
	G3	1.39ha	151.3m
	G4	0.44ha	70.7m
計		**2.41ha**	–
H 流域	H1	1.52ha	249.4m
	H2	2.16ha	20.7m
計		**3.68ha**	–
I 流域	I1	5.39ha	499.2m
	I2	36.9ha	591.1m
計		**42.29ha**	–
J 流域	J1	2.06ha	278.5m
	J2	0.43ha	82.1m
計		**2.49ha**	–
K 流域	※山地部の流域なし		
L 流域	L1	4.24ha	290.7m
計		**4.24ha**	–
M 流域	M1	0.83ha	158.1m
計		**0.83ha**	–
N 流域	N1	1.88ha	255.9m
計		**1.88ha**	–

O 流域	O1	4.14ha	405.5m
計		4.14ha	–
P 流域	※山地部の流域なし		
Q 流域	Q1	48.5ha	1349.2m
計		**48.5ha**	–
R 流域	R1	1.17ha	191.7m
計		**1.17ha**	–
S 流域	S1	1.07ha	210.2m
	S2	14.9ha	775.7m
計		**16.0ha**	–
T 流域	T1	3.87ha	422.3m
計		**3.87ha**	–
合計		**159.92ha**	–

表９　平地部の流域概要〈本編 76p 関連〉

流域名/懸案地点		面積 (ha)	最大流路長 (m)
A 流域	a-1　※山地部	4.66ha	509.5m
	a-2	0.22ha	40.1m
	a-3	0.27ha	78.3m
	a-4　※山地部	0.42ha	84.0m
	a-5	1.03ha	177.0m
	a-6　※山地部	0.71ha	76.6m
	a-7	0.97ha	95.4m
	a-8　※山地部	0.74ha	128.9m
	a-9	0.30ha	132.8m
	a-10	1.30ha	136.2m
計		**10.62ha**	–
B 流域	b-1　※山地部	0.92ha	151.0m
	b-2	0.14ha	17.3m
	b-3	0.16ha	110.3m
	b-4　※山地部	1.24ha	199.3m
	b-5	0.10ha	51.6m
	b-6　※山地部	0.32ha	59.1m
	b-7	0.10ha	36.8m
	b-8	0.07ha	61.0m
	b-9	0.12ha	26.6m
	b-10	0.12ha	67.2m
	b-11	0.13ha	67.2m
計		**2.48ha**	–
C 流域	c-1　※山地部	6.46ha	420.1m
	c-2	1.09ha	116.6m
	c-3	0.11ha	34.4m
	c-4	0.04ha	31.8m
	c-5	0.19ha	25.0m
	c-6	0.03ha	6.3m
計		**7.92ha**	–
D 流域	d-1　※山地部	1.79ha	326.0m
	d-2	0.07ha	32.9m
	d-3　※山地部	1.35ha	180.4m
	d-4	0.23ha	57.6m
	d-5	0.74ha	64.0m
	d-6	0.04ha	34.1m
	d-7	0.21ha	88.9m
	d-8	0.24ha	52.4m
	d-9	0.56ha	27.6m
計		**5.23ha**	–
E 流域	e-1	0.28ha	133.5m
	e-2	0.28ha	78.6m
	e-3	0.11ha	25.3m
計		**0.67ha**	–
F 流域	f-1　※山地部	13.78ha	811.1m
	f-2	0.05ha	31.0m
計		**13.83ha**	–
G 流域	g-1　※山地部	0.30ha	53.6m
	g-2	0.24ha	54.4m
	g-3	0.13ha	32.3m

	g-4　※山地部	0.28ha	61.8m
	g-5	0.04ha	35.8m
	g-6	0.10ha	103.3m
	g-7	0.31ha	72.4m
	g-8	0.00ha	6.6m
	g-9　※山地部	1.39ha	151.3m
	g-10	0.25ha	42.1m
	g-11	0.01ha	15.2m
	g-12	0.10ha	48.6m
	g-13　※山地部	0.44ha	70.7m
	g-14	1.00ha	184.6m
計		**4.59ha**	–
H 流域	h-1　※山地部	1.52ha	249.4m
	h-2	0.04ha	29.0m
	h-3　※山地部	2.16ha	245.7m
	h-4	0.02ha	54.2m
	h-5	0.30ha	25.4m
	h-6	0.06ha	48.3m
	h-7	0.20ha	39.1m
	h-8	0.05ha	39.7m
	h-9	0.04ha	25.6m
	h-10	0.04ha	40.1m
	h-11	0.01ha	19.8m
	h-12	0.01ha	14.2m
	h-13	0.06ha	40.5m
	h-14	0.01ha	14.4m
	h-15	0.13ha	62.8m
	h-16	0.03ha	24.1m
	h-17	0.05ha	47.5m
	h-18	0.06ha	40.8m
	h-19	0.04ha	22.6m
	h-20	0.11ha	60.5m
	h-21	0.02ha	14.4m
	h-22	0.05ha	24.7m
	h-23	0.02ha	18.6m
	h-24	0.02ha	15.3m
計		**5.05ha**	–
I 流域	i-1　※山地部	36.93ha	591.1m
	i-2　※山地部	5.39ha	499.2m
	i-3	0.01ha	12.8m
	i-4	0.03ha	21.0m
	i-5	0.09ha	25.6m
	i-6	0.01ha	19.8m
	i-7	0.16ha	29.1m
	i-8	0.26ha	50.7m
	i-9	0.07ha	27.2m
	i-10	0.05ha	32.3m
	i-11	0.05ha	35.5m
	i-12	0.06ha	27.7m
	i-13	0.03ha	29.5m
	i-14	0.03ha	25.8m
	i-15	0.08ha	43.8m
	i-16	0.02ha	23.7m

	i-17	0.18ha	73.5m
	i-18	0.03ha	22.2m
	i-19	0.00ha	12.1m
	i-20	0.65ha	54.5m
	i-21	0.03ha	46.6m
	i-22	0.37ha	111.4m
	i-23	0.30ha	29.1m
	i-24	0.21ha	40.8m
	i-25	0.01ha	20.1m
	i-26	0.12ha	58.4m
	i-27	0.01ha	12.5m
計		**45.18ha**	–
J 流域	j-1　※山地部	2.06ha	278.5m
	j-2	0.01ha	20.7m
	j-3	0.26ha	60.6m
	j-4	0.07ha	18.5m
	j-5　※山地部	0.43ha	82.1m
	j-6	0.23ha	88.7m
	j-7	0.38ha	72.1m
計		**3.44ha**	–
K 流域	k-1	0.02ha	22.8m
	k-2	0.02ha	23.0m
	k-3	0.17ha	66.2m
	k-4	0.09ha	30.4m
	k-5	0.05ha	53.1m
	k-6	0.01ha	29.9m
	k-7	0.28ha	94.5m
	k-8	0.01ha	16.5m
計		**0.65ha**	–
L 流域	l-1　※山地部	4.24ha	290.4m
	l-2	1.27ha	79.9m
	l-3	0.14ha	36.2m
	l-4	0.09ha	59.0m
	l-5	0.18ha	46.4m
	l-6	0.02ha	22.1m
	l-7	0.08ha	85.5m
	l-8	0.06ha	39.5m
	l-9	0.02ha	26.5m
	l-10	0.01ha	13.2m
計		**6.11ha**	–
M 流域	m-1　※山地部	0.83ha	158.1m
	m-2	0.17ha	45.2m
	m-3	0.15ha	64.9m
	m-4	0.07ha	46.1m
	m-5	0.10ha	18.2m
	m-6	0.71ha	20.8m
	m-7	0.05ha	56.1m
	m-8	0.01ha	16.8m
	m-9	0.01ha	14.2m
計		**2.10ha**	–
N 流域	n-1　※山地部	1.89ha	255.9m
	n-2	0.18ha	24.8m
	n-3	0.31ha	74.7m

	n-4	1.02ha	163.3m
計		**3.40ha**	–
O 流域	o-1　※山地部	4.14ha	405.5m
	o-2	0.53ha	97.6m
	o-3	3.29ha	111.5m
	o-4	0.56ha	59.7m
計		**8.52ha**	–
P 流域	p-1	0.79ha	31.8m
	p-2	0.36ha	76.5m
	p-3	0.08ha	30.6m
	p-4	0.34ha	55.3m
	p-5	0.53ha	58.8m
計		**2.10ha**	–
Q 流域	q-1　※山地部	48.5ha	1349.2m
	q-2	1.88ha	243.8m
計		**50.38ha**	–
R 流域	r-1　※山地部	1.17ha	191.7m
	r-2	1.04ha	107.6m
	r-3	0.32ha	45.1m
計		**2.53ha**	–
S 流域	s-1　※山地部	1.07ha	210.2m
	s-2	0.63ha	90.1m
	s-3	0.51ha	51.7m
	s-4	0.16ha	34.1m
	s-5　※山地部	14.9ha	775.7m
計		**17.3ha**	–
T 流域	t-1　※山地部	3.87ha	422.3m
	t-2	0.34ha	55.7m
	t-3	0.29ha	97.2m
	t-4	0.18ha	25.2m
計		**4.68ha**	–

表 10　山麓部における確率年数ごとの最大高水流量〈本編 82p 掲載〉

流域名	懸案地点	最大高水流量（㎥ /sec）		
		確率年数 n ＝ 10	確率年数 n ＝ 50	確率年数 n ＝ 100
A 流域	a-1	1.30	1.60	1.60
	a-4	0.10	0.10	0.20
	a-6	0.20	0.20	0.30
	a-8	0.20	0.30	0.30
B 流域	b-1	0.30	0.30	0.30
	b-4	0.40	0.40	0.40
	b-6	0.10	0.10	0.10
C 流域	c-1	1.80	2.20	2.30
D 流域	d-1	0.50	0.60	0.60
	d-3	0.40	0.50	0.50
F 流域	f-1	3.70	4.60	4.70
G 流域	g-1	0.10	0.10	0.10
	g-4	0.10	0.10	0.10
	g-9	0.40	0.50	0.50
	g-13	0.10	0.10	0.20
H 流域	h-1	0.40	0.50	0.50
	h-3	0.60	0.70	0.80
I 流域	i-1	10.20	12.40	12.90
	i-2	1.50	1.80	1.90
J 流域	j-1	0.60	0.70	0.70
	j-5	0.10	0.10	0.20
L 流域	l-1	1.20	1.50	1.50
M 流域	m-1	0.20	0.30	0.30
N 流域	n-1	0.50	0.50	0.60
O 流域	o-1	1.20	1.40	1.50
Q 流域	q-1	13.00	15.80	16.50
R 流域	r-1	0.30	0.40	0.40
S 流域	s-1	0.30	0.40	0.40
	s-5	4.10	5.00	5.20
T 流域	t-1	1.10	1.30	1.40

排水環境評価

・現状把握のため、排水環境評価は排水構造物の排水計算で行うが、一般的な排水構造物のような流下能力の是非により構造部の改良を行うものではない。遺跡排水構造物の能力を数値化し、現状把握を行う。

（１）排水計算

・排水計算の算定方法及び算定基準等は『福井県砂防事業技術指針』に準拠する。

・遺跡保全を対象とした一般的な算定基準がないため、山地部および平地部の最大高水流量の算定に用いる計画規模は砂防計画で用いられる確率年数 1/100 年、1/50 年、および一般に道路計画の排水計算で用いられる確率年数 1/10 年とする。

※なお、1/50 年、1/100 年は参考値とする。

１）山地部の最大高水流量

・以下の条件により、山地部の最大高水流量を算定した。

・合理式により、計画高水流量を計算する。

$$Q = 1/3.6 \cdot f \cdot r \cdot A \cdot (1 + \alpha)$$

Q：計画高水流量（㎥/sec）

ｆ：流出係数

ｒ：洪水到達時間内の平均雨量強度（㎜/ｈ）

Ａ：流域面積（㎢）

α：土砂混入率（一般的には考慮しない）

f：流出係数

・『建設省河川砂防技術基準(案)同解説』の日本内地河川の流出係数に基づき、流出係数を設定する。

・本調査地区の山地は、上記基準の「急峻な山地」を考慮して、流出係数は 0.83（f=0.75～0.9 の平均値）とする。※次項参照

■日本内地河川の流出係数　出典:建設省河川砂防技術基準(案)同解説

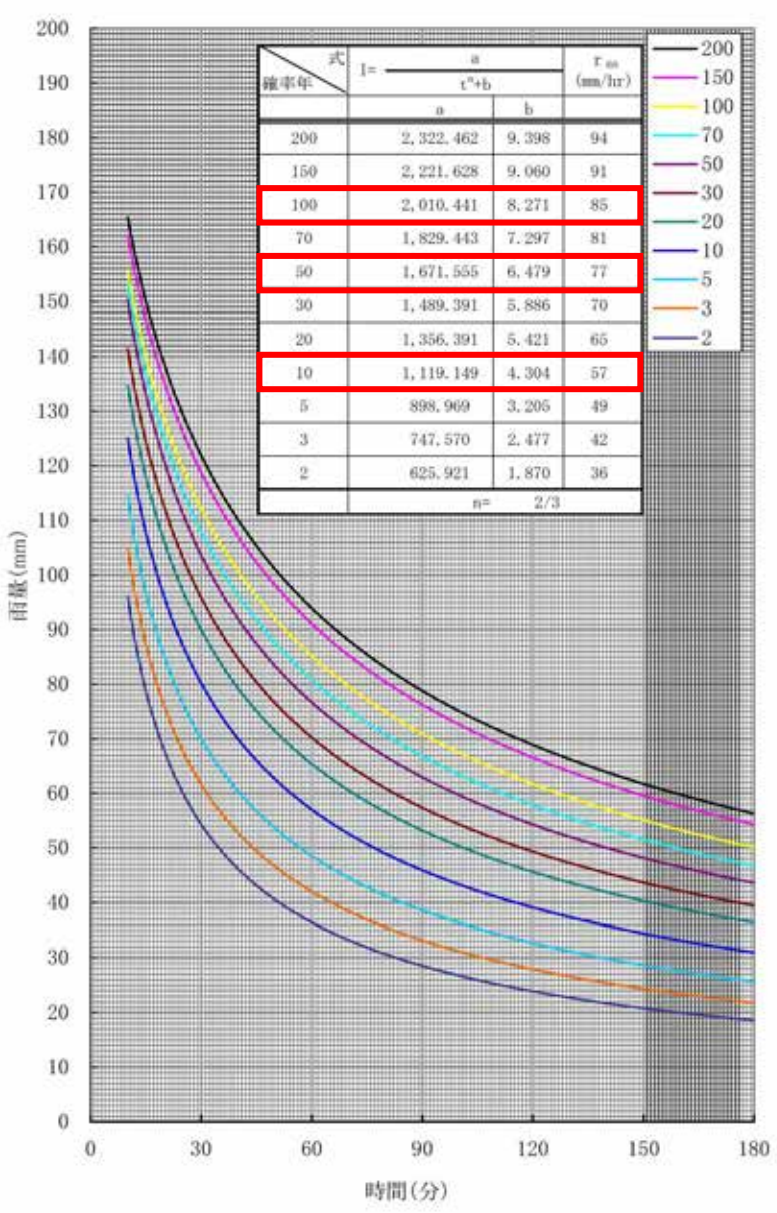
急峻な山地	**0.75～0.90**
三紀層山岳	0.70～0.80
起伏のある土地および樹林	0.50～0.75
平坦な耕地	0.45～0.60
かんがい中の水田	0.70～0.80
山地河川	0.75～0.85
平地小河川	0.45～0.75
流域の半ば以上が平地である大河川	0.50～0.75

r：時間雨量強度

・福井県の降雨強度式を基に、確率年数(10 年、50 年、100 年確率)ごとの時間雨量強度を算定する。

・本調査対象地区は足羽川中流に含まれる。

■降雨強度式　＜足羽川中流＞適用時間：10≦t≦180 分



・上記の算定手順に準じて、計算した山地部における各懸案地点の計画高水流量は以下の通りである。なお、各懸案地点の計画高水流量の算定手順は参考資料を参照

■各懸案地点の最大高水流量

流域	懸案地点	最大高水流量(㎥/sec)		
		確率年数n=10	確率年数n=50	確率年数n=100
A流域	a－1	1.3	1.6	1.6
	a－4	0.1	0.1	0.2
	a－6	0.2	0.2	0.3
	a－8	0.2	0.3	0.3
B流域	b－1	0.3	0.3	0.3
	b－4	0.4	0.4	0.4
	b－6	0.1	0.1	0.1
C流域	c－1	1.8	2.2	2.3
D流域	d－1	0.5	0.6	0.6
	d－3	0.4	0.5	0.5
F流域	f－1	3.7	4.6	4.7
G流域	g－1	0.1	0.1	0.1
	g－4	0.1	0.1	0.1
	g－9	0.4	0.5	0.5
	g－13	0.1	0.1	0.2
H流域	h－1	0.4	0.5	0.5
	h－3	0.6	0.7	0.8
I流域	i－1	10.2	12.4	12.9
	i－2	1.5	1.8	1.9
J流域	j－1	0.6	0.7	0.7
	j－5	0.1	0.1	0.2
L流域	l－1	1.2	1.5	1.5
M流域	m－1	0.2	0.3	0.3
N流域	n－1	0.5	0.5	0.6
O流域	o－1	1.2	1.4	1.5
Q流域	q－1	13.0	15.8	16.5
R流域	r－1	0.3	0.4	0.4
S流域	s－1	0.3	0.4	0.4
	s－5	4.1	5.0	5.2
T流域	t－1	1.1	1.3	1.4

２）平地部の排水量

・平地部の既設排水路に懸案地点を設けて、各懸案地点における排水量の算定を行い、以下の条件により、流下能力の検証を行った。

・合理式により、平地部の雨水流出量を計算する。

$$Qa = 1/3.6 \times f \times r \times A$$

Ｑａ：計画高水流量（㎥／sec）
ｆ：流出係数
ｒ：確率雨量強度（洪水到達時間内の平均雨量強度㎜／hr）
Ａ：流域面積（㎢）

ｆ：流出係数

・『建設省河川砂防技術基準(案)同解説』の日本内地河川の流出係数に基づき、流出係数を設定する。

・上記基準の「平地小河川」の流出係数 0.6(f=0.45～0.75 の平均値)を基準として、山地部の流出係数 0.83 と懸案地点ごとの排水面積の按分により平地部の流出係数を設定する。

■日本内地河川の流出係数 出典:建設省河川砂防技術基準(案)同解説

急峻な山地	0.75～0.90
三紀層山岳	0.70～0.80
起伏のある土地および樹林	0.50～0.75
平坦な耕地	0.45～0.60
かんがい中の水田	0.70～0.80
山地河川	0.75～0.85
平地小河川	**0.45～0.75**
流域の半ば以上が平地である大河川	0.50～0.75

ｒ：確率雨量強度

・福井県の降雨強度式を基に、確率年数(10 年、50 年、100 年確率)ごとの時間雨量強度を算定する。

・流下能力流量の計算は以下の通りとする。

$$Qb = V \times A$$

Ｑｂ：流下能力（㎥／sec）
Ｖ：平均流速（ｍ／sec）
Ａ：流水断面積（㎡）

計画最大高水流量の算出

①　計画最大高水流量の算出は、次のラショナル式（合理式）で算出する。

Ｑmax=1／360・ｆ・ｒ・Ａ

Ｑ：計画最大高水流量（㎥／ｓ）

ｆ：流出係数（表－１）

ｒ：洪水到達時間内の雨量強度（㎜／hr）

Ａ：集水面積（ha）

表－１　日本内地河川の流出係数（物部）

地表の状況	流出係数
急峻な山地	0.75～0.90
三紀層山岳	0.70～0.80
起伏のある土地 および土地	0.50～0.75
平坦な耕地	0.45～0.60
かんがい 中の水田	0.70～0.80
山地河川	0.75～0.85
平地小河川	0.45～0.75
流域のなかば以上が 平地である大河川	0.50～0.75

※急峻とは 35° 以上の斜面

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P80

本設計で流出係数は、三紀層山岳の平均値 0.75 とする。

② 雨量強度

雨量強度は、福井県土木部により県内各地での降雨量の実測値を統計処理して作成された「福井県降雨強度式」によるものとし、原則として 100 年確率の値とする。

（算出式）

$$r = \frac{a}{t^n + b}$$

r ：雨量強度（mm／h）

t ：継続時間（min）

a, b, n：地域ごとの降雨分布の特性を示す常数

地域ごとの降雨分布の特性を示す常数（a, b, n）、雨量強度（ｒ）については次の表のとおりとする。なお、180 分を越える場合については、福井県降雨強度式に基づき、別途算出すること。

表－２　確率年 100 年の地域ごとの雨量強度（適用時間：10≦ t ≦180 分）

単位時間	地　域				
	北川・大阪	敦賀	美浜	嶺北海岸	九頭竜川下流
10 分	149	156	179	140	151
20 分	117	112	145	112	110
30 分	101	91	126	96	90

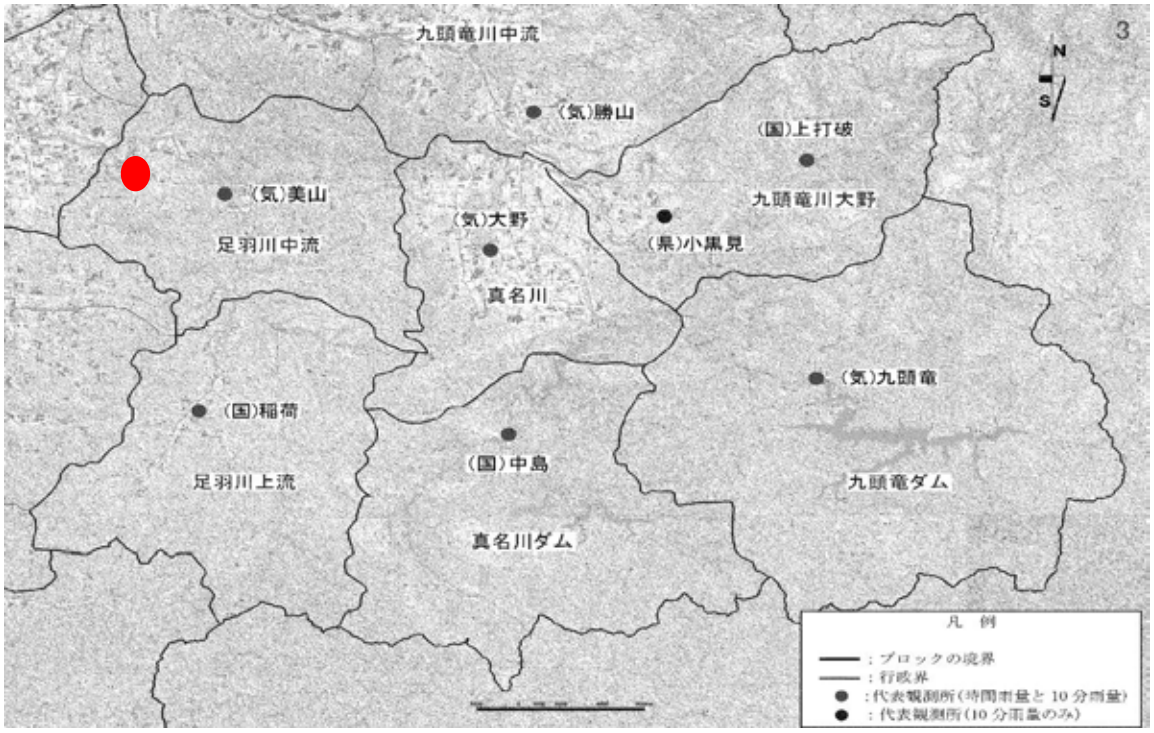
単位時間	地　域				
	九頭竜川中流	九頭竜川大野	真名川	真名川ダム	九頭竜ダム
10 分	143	116	128	162	162
20 分	112	100	97	125	129
30 分	95	91	82	107	112

単位時間	地　域				
	足羽川中流	足羽川上流	日野川下流	日野川中流	日野川上流
10 分	156	157	161	174	142
20 分	129	132	129	137	115
30 分	113	117	111	116	101

※　雨量強度（ｒ）は整数止め、端数切り上げとする。

※　（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P82

本設計で雨量強度は、足羽川中流の 10 分を適用し 156mm/h とする。



③ 単位時間の算定

単位時間は到達時間を勘案し、以下の表を標準とするが、集水区域の面積、地表の状態、勾配等によって適当でない場合は、別途計算によること。

表－３

流域面積	単位時間
50ha 以下	10 分
50ha 超え 100ha 以下	20 分
100ha 超え 500ha 以下	30 分
500ha 超え	別途計算

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P82

本設計で単位時間は、流域面積が 50ha 以下 なので 10 分 とする。

④ 計画最大高水流量の算出

Qmax=1／360・f・ｒ・Ａ

Ｑ：計画最大高水流量（㎥／ｓ）

ｆ：流出係数　　：0.75

ｒ：洪水到達時間内の雨量強度　：156㎜/h

Ａ：集水面積　　：別紙にて計測

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P80

Qmax=1／360・f・ｒ・Ａ

本設計で計画最大高水流量は、別紙にて算出する。

治山ダムの放水路

① 位　置

治山ダムの放水路の位置は、治山ダム設置箇所の上下流の渓流の状態、流水の方向等を考慮して決定するものとする。

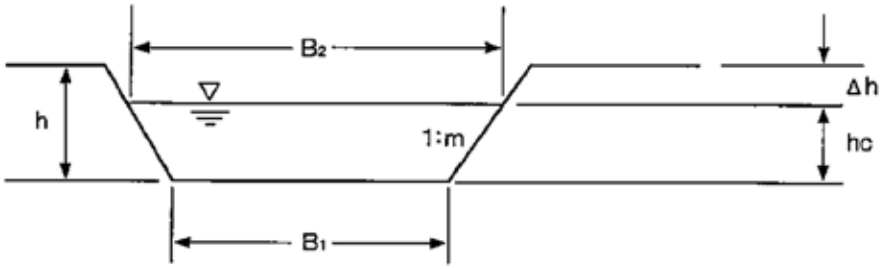
② 形　状

放水路の形状は、底部が水平な台形を標準とする。放水路の側のり勾配は 1 割又は 5 分を標準とする。

※渓流幅の広い箇所では側のりを 1 割、狭い個所では 5 分を標準とする。

③ 放水路断面

治山ダムの放水路断面は、洪水時に流木とともに流下する砂礫、流木、土石流等を考慮して計画最大高水流量で算出された流積に、余裕高を見込んで決定しなければならない。



福井県では放水路の最小長さは 2.0mとし、0.5m単位で設計するものとする。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P87）

治山ダムの計画水深は、原則として計画高水流量を基に「縮流ぜき」として算出する。

ただし、放水路高さが h<1.0m となった場合は h=1.0m とする。h≧1.0m となった場合は 0.1m で高さを決定するものとする。

hc は 3.0m 以下とする。

本設計で放水路の位置及び形状は、治山ダム設置個所の上下流の状態を考慮し決定する。

放水路の最小長さは 2.0m以上とし、放水路の側のり勾配は渓流幅が狭いため 5 分勾配とする。

放水路断面の設計

治山ダムの放水断面は原則として「縮流ぜき」として設計するものとする。ただし、床固工等のように､その完工後比較的早く満砂することが予想される場合は｢開水路｣として設計する。

① 縮流ぜき式

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

Q：縮流ぜき流量（㎥／S）

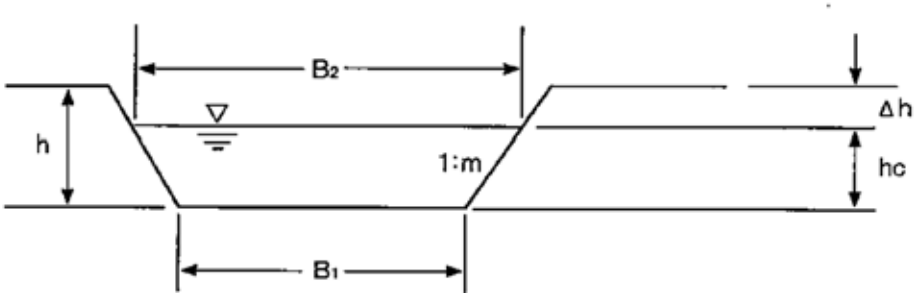
C：流量係数（通常 0.6）

g：重力の加速度（9.8m／S^2）

B_1：放水路下長（m）

B_2：越流水面長（m）

*放水路断面の諸元



ここに、

B_1：放水路下長（最小 2.0m,0.5m 単位）

B_2：越流水面長

hc：計画水深

Δh：余裕高

h：放水路高（0.1m 単位）

m：放水路の側法勾配

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P87）

側のり 1 割の場合　$Q=(1.77B_1+1.42h)\ h^{\frac{3}{2}}$

側のり 5 分の場合　$Q=(1.77B_1+0.71h)\ h^{\frac{3}{2}}$

B_1：放水路下長＝2.00m以上

h：越流水深　＝3.00m以下

Δh：余裕高　＝0.40m

計画高水流量と余裕高

計画高水流量　Qmax	余裕高　Δh
50m3/s 未満	0.4m
50m3/s 以上　200m3/s 未満	0.6m
200m3/s 以上　500m3/s 未満	0.8m
500m3/s 以上	1.0m

（出典：福井県治山必携　（総則・山地治山）編 P90）

イ）縮流ぜき式による断面決定の手順

ａ.計画最大高水流量Qmax を算出する。

ｂ.側法勾配ｍより放水路下長 B1 を決定する。

ｃ.Qs＞Qmax の条件を満たすようにｈｃを算出する。

ｄ.ｈｃに余裕高さΔｈを加え、ｈ＞ｈｃ＋Δｈを満たすようｈを決定する。

※放水路高がｈ＜1.0ｍとなった場合は、ｈ＝1.0ｍとする。ｈ＞1.0ｍとなった場合は、0.1ｍ単位で高さを決定するものとする。計画水深ｈｃは 3.0ｍ以下とする。

放水路下長は 2.00ｍ以上、側のりは 5 分とする。

$Q = (1.77B_1 + 1.42h)\ h^{\frac{3}{2}}$

＝（縮流ぜき流量）

（縮流ぜき流量）　＞　（計画最大高水流量）…ＯＫ

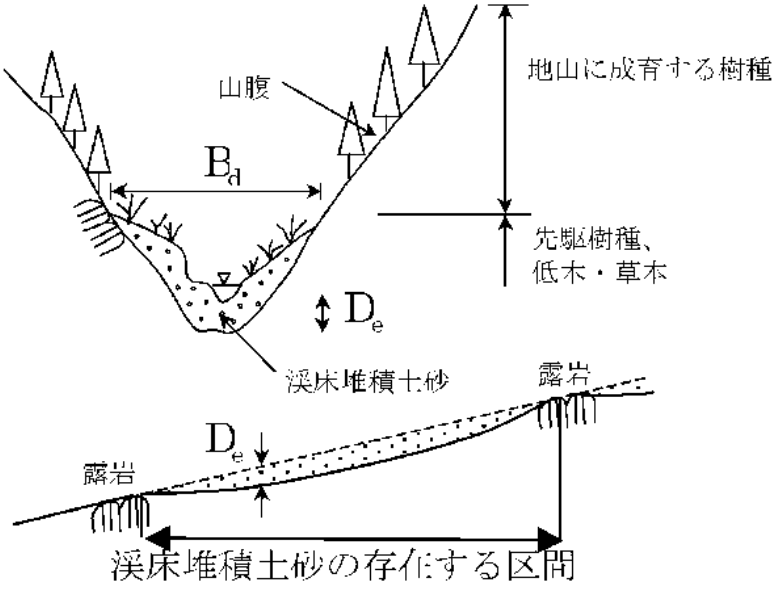
放水路の高さは越流水深＋余裕高、放水路高さの最小値は 1.0ｍとする。
水通し諸元は別紙にて算出する。

崩壊土砂量の推定

侵食幅と浸食深の推定方法は、地形・植生・露岩状況等より推定する。

過去の土石流災害における事例から平均浸食深は 0.5m～2.0m 程度の範囲であることも参考とする。

本計画の浸食深は 1.0m、浸食幅は 2.0m と推定する。



参考資料

土石流発生の機構

大雨による山崩れの土塊が，砕けながら谷間に滑り落ち，増水した谷の水と混じりあって谷底を高速で流れ下るというのが，最もよく起こるタイプの土石流です（写真16.1）． 直径1mを超えるような岩塊や砂礫の集合体を流れる状態にする力は，岩や礫が衝突してお互いを跳ねのけあう反発力（分散力）です．谷底が急勾配であると，この集合体の運動速度が大きくなるので，ぶつかり合いが激しくなって岩や礫の間にすき間ができます．このすき間には泥水が入り込むので，岩や礫はいわば浮いたような状態になり，全体が流体にすなわち土石の流れに変わります．



写真16.1　土石流事例（1997年鹿児島県出水市針原川）
山崩れ(A)の土砂が谷間を流れ，砂防ダム(D)を乗り越え，B付近で住家全壊18，死者21の被害を与えた．土石流は勾配3.5°付近で停止し（流動距離800m），その下流（C）へは泥水が流れ下っている．
（中日本航空（株）撮影）

土石流中には種々の大きさの砂礫や岩塊が混じっていますが，小さいものは狭いすき間でもすり抜けて落ちていく結果として，大きい岩や礫は上方へ押し上げられる状態になります．土石流の表面に出た大きな岩礫は，表面の速い流れに運ばれて先頭に集まります．こうして土石流の先端では大きな岩や礫が盛り上がり，激しく転がりながら後から続く流れを従えて進みます．

流れを駆動する力は，流動する層の厚さと地表面の勾配との積に比例します．谷底に厚い堆積土砂があると，土石流はこれを取り込み流動層を厚くして勢力を増し，さらなる取り込みを行って，雪だるま式に成長していきます．運動速度はおよそ10～20m/秒程度です．

谷の勾配が10°以下ともなると，駆動力が低下して岩や礫の間の接触抵抗が大きくなります．これにより流動性は低下して土石流は減速しはじめ，勾配がおよそ2～3°までのところで土石流本体は停止します（図16.1）．この減速・停止域では，砂礫が堆積して扇状地のような堆積地形がつくられます．

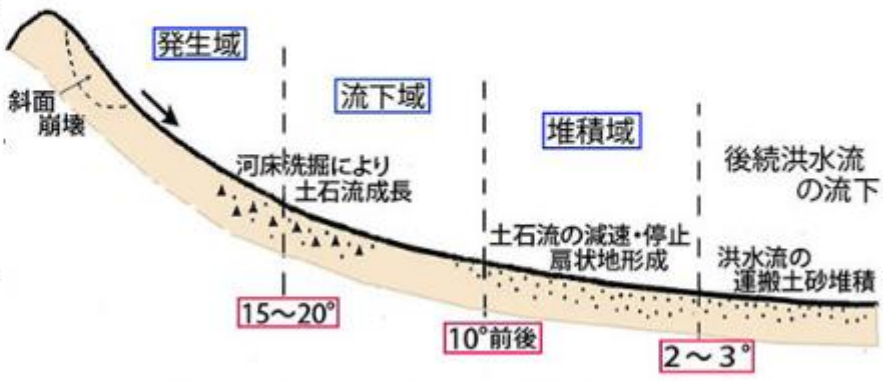


図16.1　土石流の発生・流下・停止の勾配領域

（出典：「防災基礎講座 16 土石流」 国立研究開発法人 防災科学技術研究所）

施設効果量と整備率の算定

施設効果量は堰堤位置の断面積×堆砂延長とする。

なお、計画捕捉量及び土石流発生抑制量は見込まない。各流域の施設効果量は別紙にて算出する。

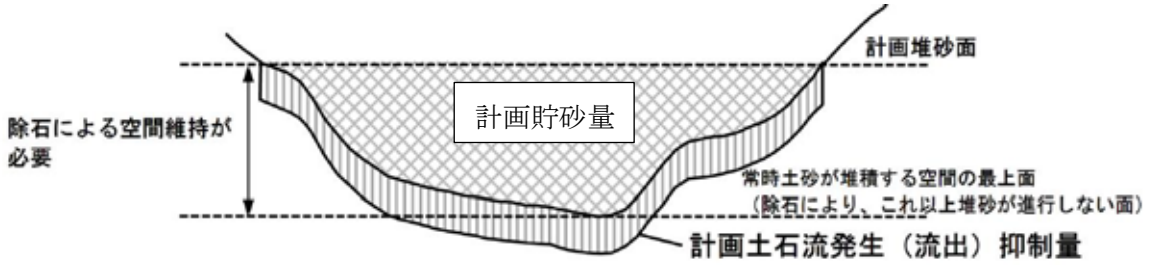
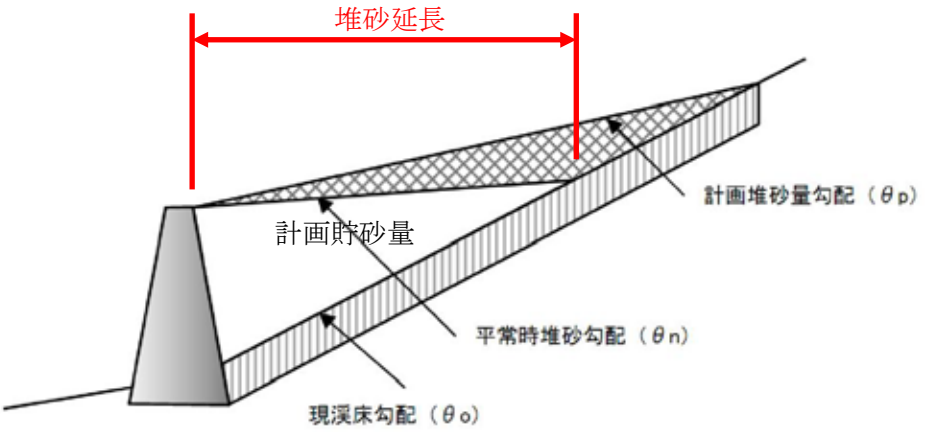


図3-7-4-1(1)　砂防堰堤の型式別の計画で扱う土砂・流木量等

（出典：福井県砂防事業技術指針 Ⅲ-90）



（出典：福井県砂防事業技術指針 Ⅲ-92）

整備率は施設効果量÷崩壊土砂量＝100%以上とする。

治山ダムの安定計算

1 重力式治山ダムの安定条件

重力式治山ダムの断面は、次の条件すべてを満たすものでなければならない。

1　転倒に対する安定
　堤体が転倒を引き起こさないこと。

2　滑動に対する安定
　堤体が滑動を引き起こさないこと。

3　堤体の破壊に対する安定
　堤体の最大応力に対して破壊を引き起こさないこと。

4　基礎地盤に対する安定
　堤体の最大応力に対して基礎地盤の地耐力が十分であること。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P109）

2 基礎地盤の摩擦係数

基礎地盤の摩擦係数の標準値は、表－４のとおりである。

表－４ 基礎地盤の摩擦係数

基礎の状態	摩擦係数
岩盤	0.7
礫層	0.6
砂質地盤	0.5
粘性土地盤	0.45

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P113）

3 基礎の許容支持力

重力式治山ダムの許容支持力は、経験的に次のような値とすることが多い（長期荷重の場合）。

岩盤　　700kN/㎡
礫層　　300～600kN/㎡
砂質地盤　200～300kN/㎡
粘性土地盤　100～200kN/㎡

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P113）

4 治山ダムの安定計算に用いる数値

① コンクリート製の堤体（試験等を行わない時）：23kN/㎥
② 玉石等を中詰した枠製の堤体（試験等を行わない時）：18kN/㎥
③ 静　水：9.8～11.8kN/㎥（密度　1.0～1.2t/㎥）
④ 越流水：9.8～11.8kN/㎥（密度　1.0～1.2t/㎥）
⑤ 堆砂礫：18kN/㎥

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P109）

治山ダムの設計

1. 治山ダムの下流法

① 重力式治山ダムの下流法は、堤高 6.0m 以上は 2 分、堤高 6.0m 未満は 3 分を標準とする。

② 堤高 6.0m 未満の重力治山ダムでは、上流法を直とし、下流法を 3 分より急としても安定する場合があるので、経済性も考慮して決定する。

③ シラス、マサ土等で流出土砂の粒径が小さく、その量が少ない場合は必要に応じて下流法を緩くすることができる。

2. 治山ダムの天端厚

① 重力式治山ダムの天端厚は流送砂礫の大きさ、越流水深、上流側の勾配等を考慮して決定しなければならない。

② 天端厚の決定は次の表を目安として決定する。

	現　地　の　状　況	標　準　厚
1	一般荒廃渓流	1.5m
2	洪水により大転石の流下の恐れのある場合	2.0m
3	大規模な土石流発生の恐れのある場合	2.0～4.0m
4	シラス等流送砂礫の粒径が小さい小渓流	0.8～1.0m

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P103）

本設計で放水路天端厚は、1.5m とする。

3. 治山ダムの袖

① 袖の突込み深さ

治山ダムの袖の突込み深さは、現地の諸条件により異なるが、次の値が用いられることが多い。

1	岩の場合	1.0m程度
2	軟岩（風化が進行した岩又は亀裂の多い岩）の場合	1.5m程度
3	締った地山の場合	2.0m程度
4	軟弱な地山又は堆積土砂の場合	3.0m程度

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P95）

② インクライン

ア）治山ダムの袖天端は、容易に越流を起こさないように、原則として両岸に向かって勾配（インクライン）をつけるものとする。特に次の場合は、越流による袖抜け等を防ぐために袖天端の勾配が必要である。

ａ．土石流が流下するおそれがあるとき

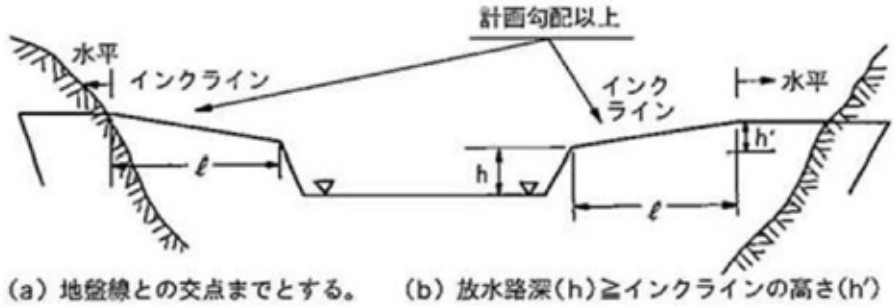
ｂ．袖の上流部に崩壊地があるとき

ｃ．流木等が流出するおそれのあるとき

ｄ．治山ダムの位置が渓流の屈曲部にあるとき

イ）袖天端の勾配は、計画勾配以上とする。特に上流側に崖錐斜面がある場合や、土石流の流下を想定している場合等は、急勾配とすることが望ましい。

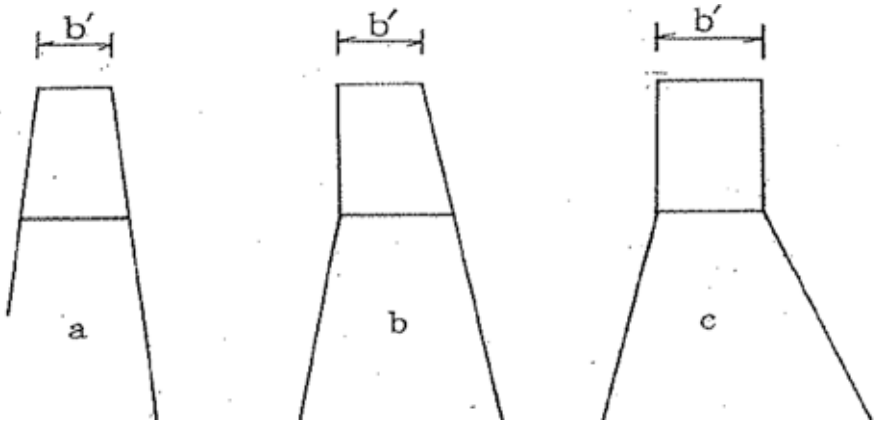
（参考）袖天端の勾配の例



本設計の袖の突込み深さは、土砂の場合 1.0m 程度とする。また、インクラインは計画しないものとする。

③　袖天端厚

ア）袖天端厚の最小厚はｂ′＝1.0m とし、次の構造を標準とする。



ａ．上流法、下流法とも通し法とするもの

ｂ．上流法を直とし、下流法は通し法とするもの

ｃ．上流法、下流法とも直とするもの

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P97）

本設計で袖天端厚は 1.0m以上確保する。

4.治山ダムの断面

断面の決定方法

断面の決定に当たっては、林野庁「治山ダム・安定計算ファイルの配布について」（平成30年3月）を使用し、適用条件を検討のうえ決定する。

なお、断面表の越流水深（ｈ′）については、「5.放水路断面の設計」により求められた越流水深（ｈ）を安全性を考慮して、0.1m括約により使用する。

ただし、断面表にないもの、又は、適用条件が著しく異なる場合は、安定計算により「治山技術基準（解説）第2編第4章2-9-1-4」の条件を満たす断面を決定しなければならない。

*下流法の決定

重力式治山ダムの下流法は堤高6.0m以上は2分、堤高6.0m未満は3分を標準とする。ただし、堤高が低い場合においては3分以下にしても安定する場合があるので、経済性を考慮して決定する。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P98）

本設計で安定計算は、「治山ダム安定計算H30.3版」を使用し安定計算を行うものとする。

5.治山ダムの基礎

治山ダムの基礎部は、地盤の不均質性（特に砂礫層等）や長年の風化作用によって不安定化しやすいことから、十分な地耐力が得られるように基礎の根入れを決定しなければならない。

① 治山ダム基礎の根入れ深さ

治山ダム基礎の根入れ深は、基礎地盤の状況、治山ダムの高さ等の条件により異なるが、一般に単独の治山ダムの場合は下記の値とすることが多い。

(1) 盤状硬岩で風化していない場合　0.5m程度
(2) 岩の場合　1.0m程度
(3) 軟岩（風化が進行した岩盤または、亀裂の多い岩盤）の場合　1.5m程度
(4) 砂礫層等の場合　2.0m～3.0m程度

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P127）

本設計で基礎底面の根入れは、砂礫層の場合砂礫層の場合2.0m～3.0mに該当するが、遺構への影響を考慮し、基準通り根入れが確保できる（掘削できる）とは限らないため、1.0m程度とする。

② 基礎部及び袖部の掘削勾配

袖部の掘削法勾配は労働安全衛生規則第 356 条、第 357 条による。

ａ.岩盤の場合

掘削面の高さ	５ｍ未満……直　　細則図-25 a
	５ｍ以上……３分　細則図-25 b

ｂ.土砂の場合

掘削面の高さ	２ｍ未満……直　　細則図-25 a,b
	２～５ｍ未満……３分　細則図-25 b,e
	５ｍ以上……６分　細則図-25 c,f

ｃ.砂の場合

掘削面の高さ	砂からなる地山　５ｍ未満　１割５分
	発破等により崩壊しやすい地山 ２ｍ未満　１割

注)・土砂岩盤互層の地山は「その他の地山」扱いとし、土砂の場合の勾配とする。

・掘削面に奥行きが 2m 以上の水平な段があるときは、当段により区切られる掘削法勾配を上表より決定する。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P129）

本設計で袖部の取付けは、ｂタイプとする。

ア）治山ダム工、上、下法掘削法勾配

ａ．土砂の場合は、原則として 6 分とする。

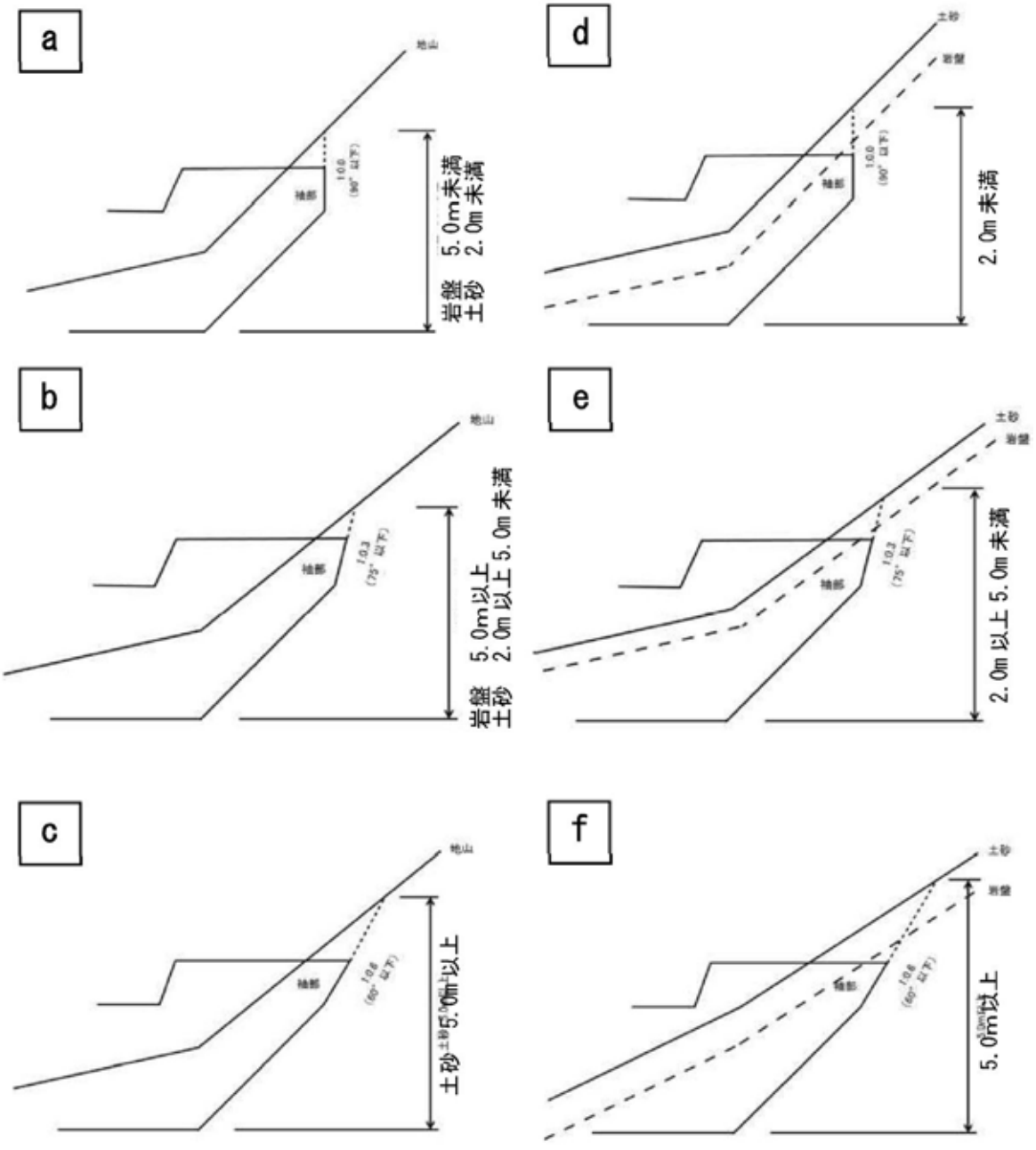
ｂ．岩盤の場合は、原則として 3 分とする。

ｃ．余掘は原則として 0.4ｍとする。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P129）

本設計で上下流掘削法勾配は、土砂の場合を適用し 3 分、余掘は 0.4ｍとする。

細則図－25　基礎部および袖部の掘削勾配



（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P130）

6. 治山ダムの間詰等

（１）土砂掘削の余堀部分の埋戻しに当たり、土質により斜面の安定が保てない場合には、擁壁間詰等を施工するものとする。擁壁間詰の構造は次のとおりとする。

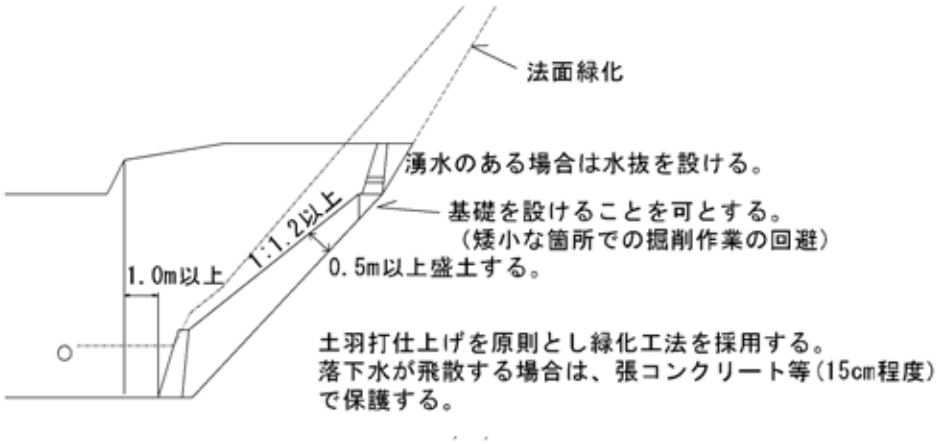
① 擁壁間詰の断面構造は、天端厚 0.3m、表法３分、裏法逆１分を標準とし、これによりがたい場合は、土留工断面表により別途検討するものとする。

② 盛土法面勾配は、１割２分※を最急勾配とする。盛土厚さは 0.5m 以上とし、高さ 1.5m以内の間隔で丸太筋工を施工する。これにより難い場合は、別の工法を検討する。

③ 擁壁間詰の位置は、放水路鏡面より 1.0m 離した位置とする。

④ 擁壁間詰の天端は、最下段の水抜きパイプより上とする。

細則図－26　土砂掘削部における間詰等の例



〔出典〕

※　日本林道協会「林道必携（技術編）（平成 23 年版）」（平成 23 年８月）p87

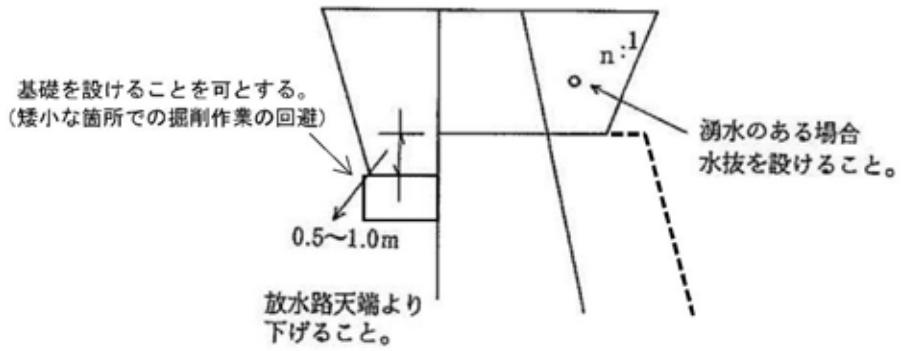
（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P132）

3　上流袖かくし

（1）上流袖かくしは、洪水時に放水路天端から下方への洗い出しを防ぐため、根入れを放水路天端より 0.5m～1.0m 下げる。

（2）湧水がある場合は、間詰に水抜き（VPφ50）を設ける。

細則図－28　袖かくしにおける間詰等の例



4　間詰めの構造は、細則図－29 の標準図に準じるものとする。

5　輪荷重が作用する場合は、別途考慮する。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P133）

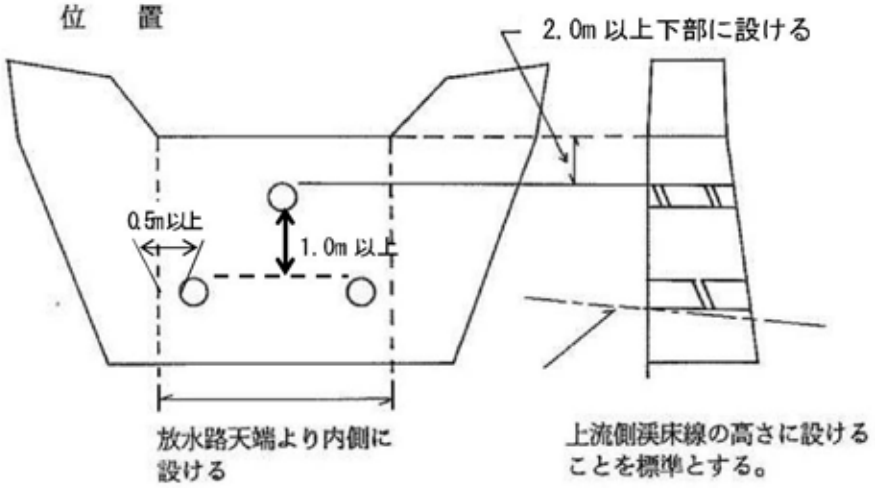
7. 治山ダムの水抜き

治山ダムの水抜きは、主として施工中の排水を目的とするものであるが、堆砂後の浸透水圧を軽減する効果も期待し得るよう設計するとともに、堤体の弱点とならないようにしなければならい。

① 水抜きの大きさ

0.4m の円形を標準とするが、集水面積、流量等から通常起きる出水（10㎜/h）を想定して、大きさと個数を決定するものとする。

② 位　置



※二段以上の水抜きを設ける場合は千鳥状に配列する。

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P143）

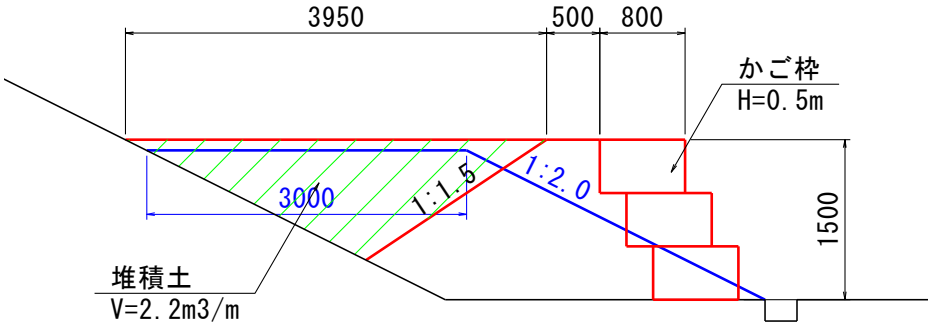
本設計の水抜孔の大きさは、別紙にて算出する。

3-3-9 Ｊ及びＬ流域の土砂流出防止工

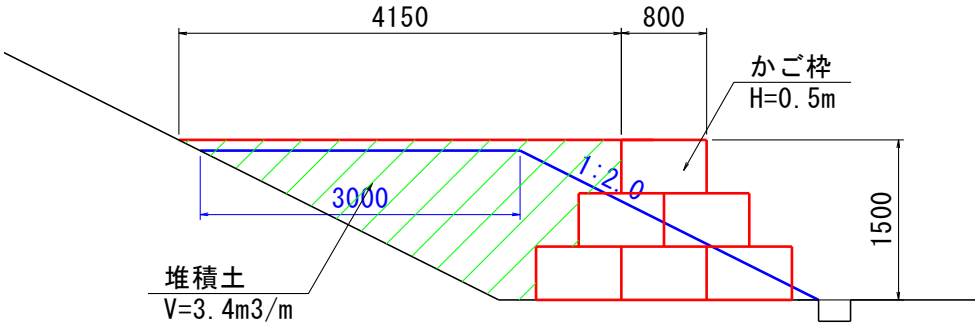
Ｊ及び Ｌ 流域の土砂流出防止工は、上下流２基土砂流出防止工を設置し、上流側土砂流防止工（将来計画）は公有地予定地に、また、下流側土砂流出防止工は公有地に設置する。

① 土砂流出防止工比較図

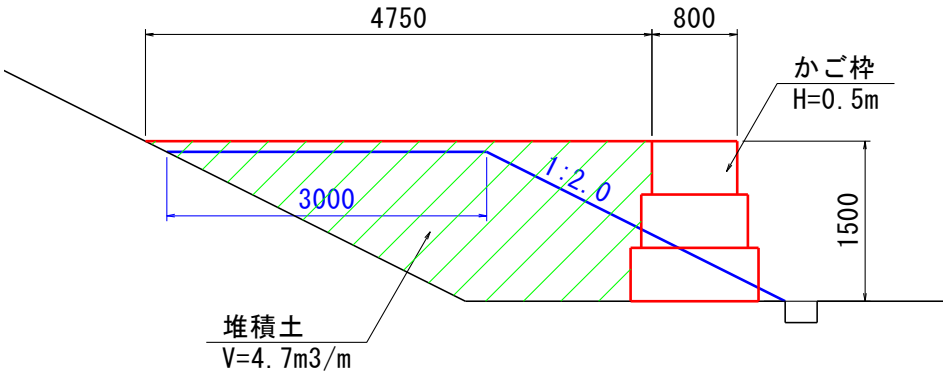
かごエ（もたれ式）



かごエ（重力式 1）



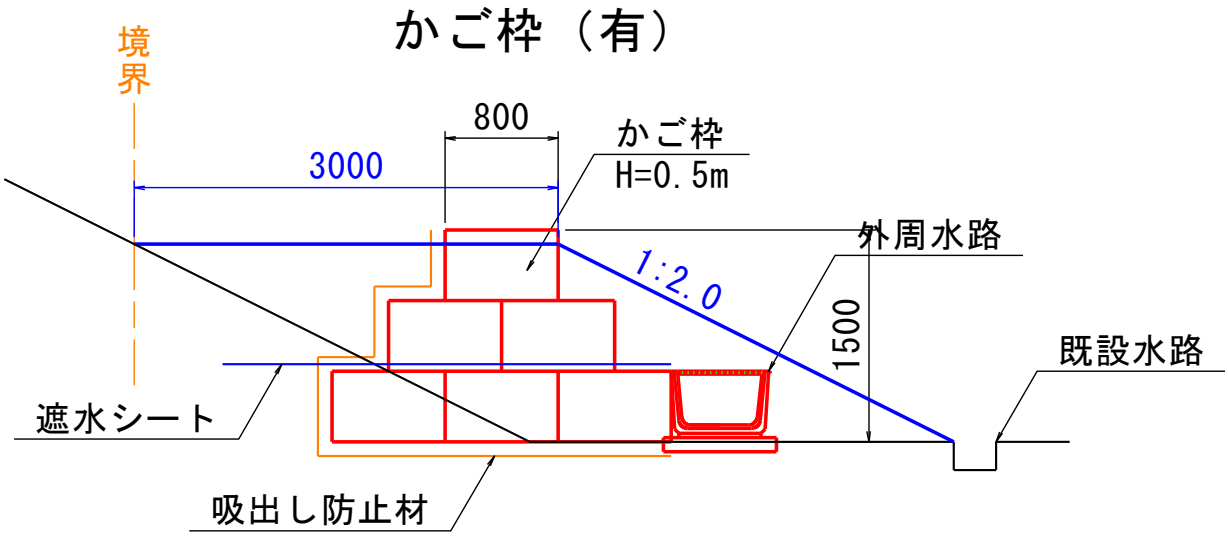
かごエ（重力式 2）



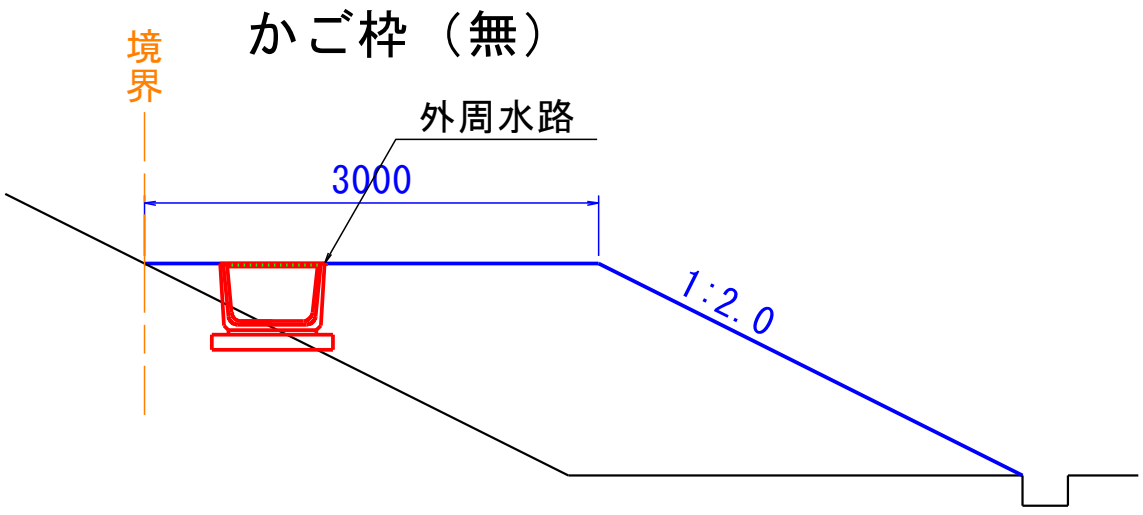
Ｊ及びＬ流域の構造は、土石流が直撃しても安定する「かごエ（重力式 1）を選定する。

② 土砂流出防止工構造図

かご枠（有）



かご枠（無）



3-3-10 流路工予備設計

① 計画最大高水流量の算出は、次のラショナル式（合理式）で算出する。

Qmax=1／360・f・ｒ・Ａ

Ｑ：計画最大高水流量（㎥／ｓ）

ｆ：流出係数（三紀層山岳：0.75）

ｒ：洪水到達時間内の雨量強度（126㎜／hr：足羽川中流　10 分）

Ａ：集水面積（ha）

本設計で流出係数は、三紀層山岳の平均値 0.75 とする。

② 雨量強度

排水施設の雨量強度は、福井県土木部により県内各地での降雨量の実測値を統計処理して作成された「福井県降雨強度式」によるものとし、10 年確率の値を参考とする。

本設計で雨量強度は、足羽川中流の 10 分を適用し 126㎜/h とする。

③ 単位時間の算定

単位時間は到達時間を勘案し、以下の表を標準とするが、集水区域の面積、地表の状態、勾配等によって適当でない場合は、別途計算によること。

表－３

流域面積	単位時間
50ha 以下	10 分
50ha 超え 100ha 以下	20 分
100ha 超え 500ha 以下	30 分
500ha 超え	別途計算

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P82

本設計で単位時間は、流域面積が 50ha 以下 なので 10 分 とする。

本設計で流路工の断面計算は、別紙にて算出する。

3-3-11　外周水路断面の検討

計画最大高水流量の算出

①　計画最大高水流量の算出は、次のラショナル式（合理式）で算出する。

Qmax=1／360・f・ｒ・Ａ

Ｑ：計画最大高水流量（㎥／ｓ）

ｆ：流出係数（表－１）

ｒ：洪水到達時間内の雨量強度（㎜／hr）

Ａ：集水面積（ha）

表－１　日本内地河川の流出係数（物部）

地表の状況	流出係数
急峻な山地	0.75～0.90
三紀層山岳	0.70～0.80
起伏のある土地 および土地	0.50～0.75
平坦な耕地	0.45～0.60
かんがい 中の水田	0.70～0.80
山地河川	0.75～0.85
平地小河川	0.45～0.75
流域のなかば以上が 平地である大河川	0.50～0.75

※急峻とは 35° 以上の斜面

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P80

本設計で流出係数は、三紀層山岳の平均値 0.75 とする。

② 雨量強度

排水施設の雨量強度は、福井県土木部により県内各地での降雨量の実測値を統計処理して作成された「福井県降雨強度式」によるものとし、10 年確率の値を参考とする。

（算出式）

$$r = \frac{a}{t^n + b}$$

r ：雨量強度（mm／h）

t ：継続時間（min）

a, b, n：地域ごとの降雨分布の特性を示す常数

地域ごとの降雨分布の特性を示す常数（a, b, n）、雨量強度（ｒ）については次の表のとおりとする。なお、180 分を越える場合については、福井県降雨強度式に基づき、別途算出すること。

表－２　確率年 10 年の地域ごとの雨量強度（適用時間：10≦ t ≦180 分）

単位時間	地　域				
	北川・大阪	敦賀	美浜	嶺北海岸	九頭竜川下流
10 分	119	114	123	110	116
20 分	91	83	99	87	84
30 分	77	68	85	74	68

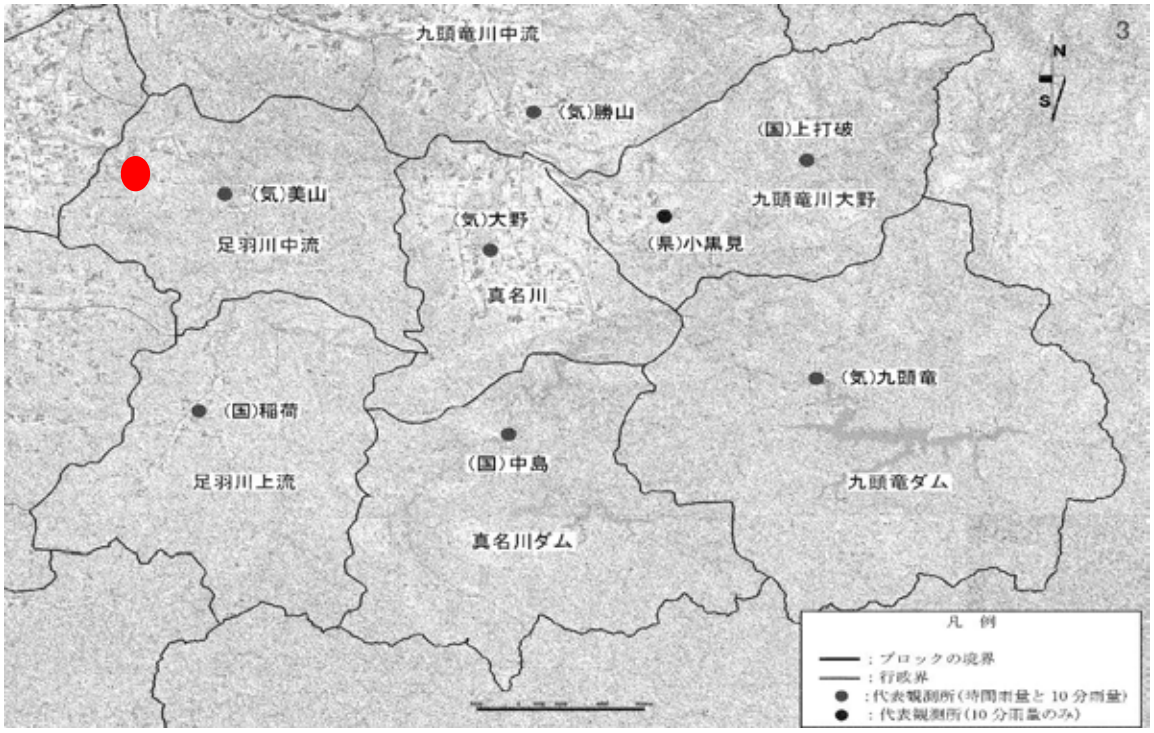
単位時間	地　域				
	九頭竜川中流	九頭竜川大野	真名川	真名川ダム	九頭竜ダム
10 分	114	105	105	109	110
20 分	86	81	80	83	84
30 分	72	69	68	70	71

単位時間	地　域				
	足羽川中流	足羽川上流	日野川下流	日野川中流	日野川上流
10 分	126	125	113	137	114
20 分	96	94	87	100	87
30 分	81	78	73	82	73

※　雨量強度（ｒ）は整数止め、端数切り上げとする。

※　（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P83

本設計で雨量強度は、足羽川中流の 10 分を適用し 126mm/h とする。



③ 単位時間の算定

単位時間は到達時間を勘案し、以下の表を標準とするが、集水区域の面積、地表の状態、勾配等によって適当でない場合は、別途計算によること。

表－３

流域面積	単位時間
50ha 以下	10 分
50ha 超え 100ha 以下	20 分
100ha 超え 500ha 以下	30 分
500ha 超え	別途計算

（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P82

本設計で単位時間は、流域面積が 50ha 以下 なので 10 分 とする。

④ 計画最大高水流量の算出

Qmax=1／360・f・ｒ・A

Q：計画最大高水流量（㎥／ｓ）

f ：流出係数　　：0.75

ｒ：洪水到達時間内の雨量強度　：126㎜/h

A：集水面積　　：別紙にて計測

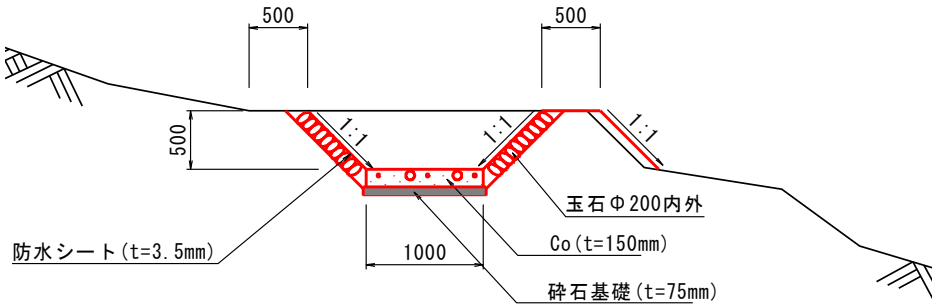
（出典：福井県治山必携（総則・山地治山）編 P80

Qmax=1／360・f・ｒ・A

本設計で計画最大高水流量は、別紙にて算出する。

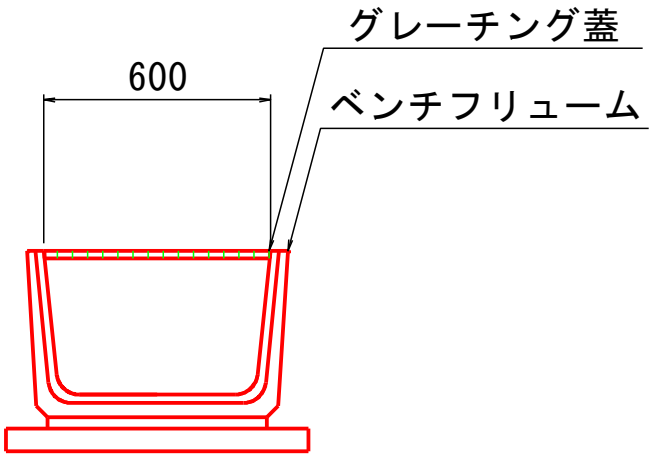
外周水路断面の検討

① 概略設計時の外周水路断面



② 外周水路断面

外周水路断面は、維持管理（堆積土砂、落葉等による目詰まり）に対して余裕を持つ断面を確保するものとし、最小内幅 600 ㎜以上のグレーチング蓋付ベンチフリュームとする。

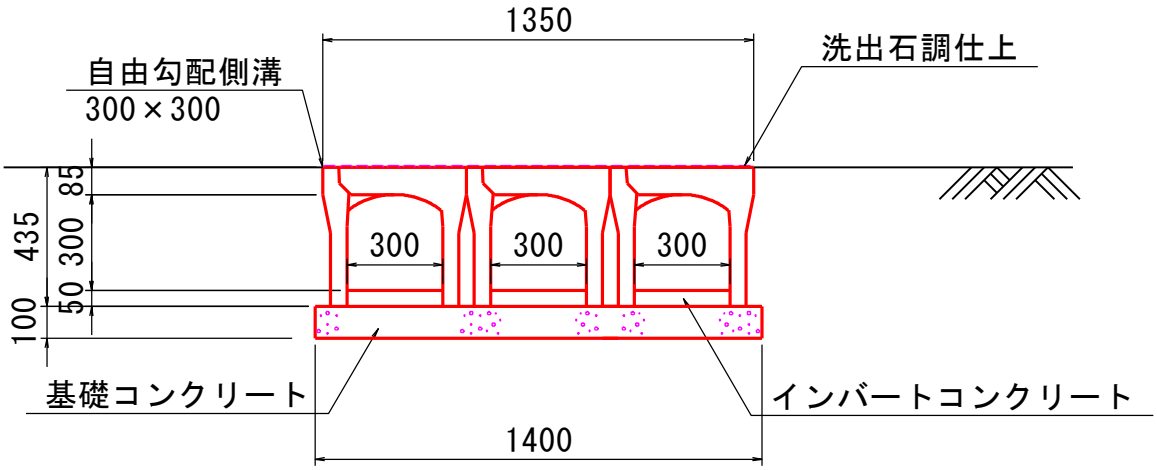


本設計で外周水路の断面計算は、別紙にて算出する。

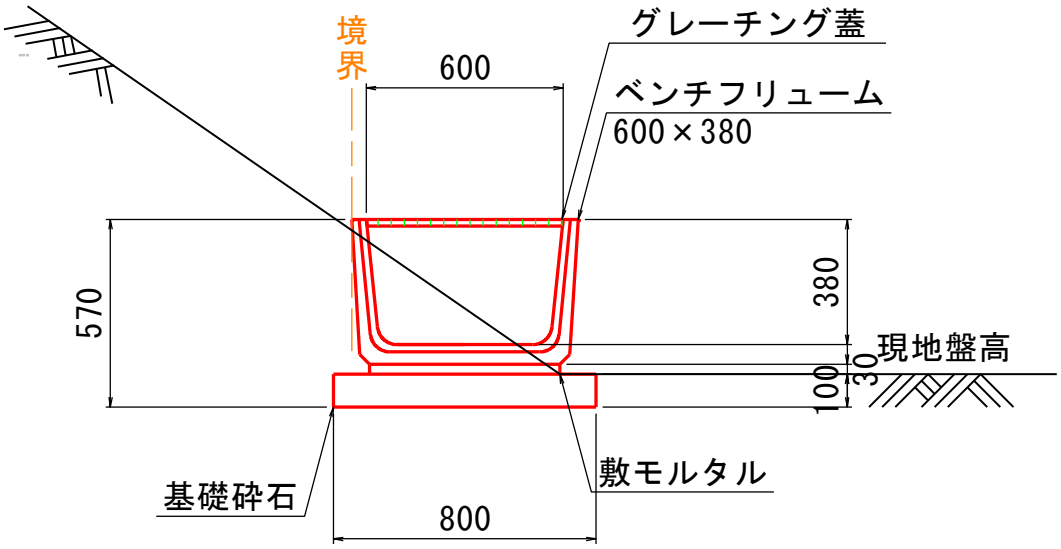
3-3-12　Ｊ及びＬ流域の外周水路、流路工断面の検討

Ｊ及びＬ流域の外周水路は公有地内に設け、掘削深さが約 50cm 以内と制限があるため自由勾配側溝又はベンチフリューム工を基本とする。

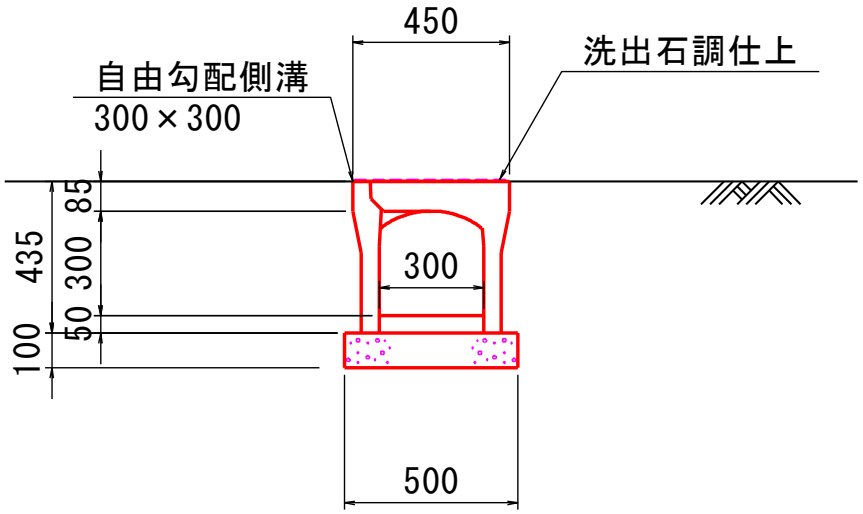
①　流路工①



②　外周水路②・③



③　外周水路Ｋ－８



本設計で外周水路の断面計算は、別紙にて算出する。

一乗谷朝倉氏遺跡博物館
ICHIJODANI ASAKURA FAMILY SITE MUSEUM