令和６年５月

ASO VOLCANO TRAIL 2024
(阿蘇ボルケーノトレイル2024)
モニタリング調査

報　告　書

令和６年５月

肥後地質調査株式会社
〒861-8043 熊本市東区戸島西１丁18番25号
TEL(096)-365-3121 FAX(096)-365-3133

目次

第 1 章　まえがき……1
第 2 章　調査概要……2
第 3 章　地形・地質・植生概要……6
3.1 地形概要……6
3.2 地質概要……9
3.3 植生概要……12
第 4 章　調査箇所選定理由……15
4.1　調査地選定方法……15
4.2　各地点の選定理由……17
第 5 章　調査方法……20
5.1　土壌硬度測定……20
5.2　植生等観察……21
5.3　トレイルの 3D 撮影……22
第 6 章　調査結果……24
6.1　トレイルランニング大会概要及び調査地点……24
6.2　測定及び観察日時……27
6.3　測定期間の天候……27
6.4　各ポイントにおける通過者の推移……28
6.5　土壌硬度測定及び観察結果……29
6.6　3D モデル写真……33
6.7　点群データ加工(解析)……43
第 7 章　まとめ・考察……50
7.1　各地点に対するまとめ……50
(1)モニタリング地点①……50
(2)モニタリング地点②……51
(3)モニタリング地点③……52
7.2　考察(各地点のまとめ)……53
第 8 章　今後の課題及び 2023 年大会との比較……54

添付資料

モニタリング地点測定状況写真

３ Ｄ　モ デ ル 資 料

第１章　まえがき

本調査報告書は、(株)Local Gain(ローカルゲイン)様のご依頼より、肥後地質調査株式会社が実施し作成したものである。

調査目的は、阿蘇市・高森町・南阿蘇村をまたがる地域にて開催された ASO VOLCANO TRAIL2024(阿蘇ボルケーノトレイル 2024)の開催前後におけるトレイル状況をモニタリングし、トレイルの変化の有無及びその程度について把握する事である。

調査は指定された 3 箇所において土壌硬度測定並びに植生状況等の観察を実施した。また、調査地点を 3D モデル化する事により大会前後のえぐれ具合等の変化の可視化を試みた。

以下、これらの結果について報告する。

第 2 章　調査概要

本調査の概要は次の通りである。

業務発注者　：　(株)Local Gain(ローカルゲイン)

業　務　名　：　ASO VOLCANO TRAIL2024(阿蘇ボルケーノトレイル 2024)
コース モニタリング調査

履行場所　：　阿蘇市・高森町・南阿蘇等

測定実施日　：　令和 6 年 5 月 9 日・14 日

調査目的　：　阿蘇市・高森町・南阿蘇村をまたがる地域にて開催された ASO VOLCANO TRAIL2024(阿蘇ボルケーノトレイル 2024)の開催前後における国立公園内のトレイルの状況をモニタリングし、登山道(遊歩道)の変化の有無を把握すること。

調査内容　：　[1] 土壌高度測定　3 箇所　各 9 点×3 箇所
[2] 植生観察　3 箇所
[3] ３D 撮影及び解析　3 箇所
[4] 報告書作成　1 式

受　注　者　：　肥後地質調査株式会社
〒861-8043　熊本市東区戸島西 1 丁目 18 番 25 号
TEL：096-365-3121
FAX：096-365-3133

調　査　者　：　内村　敬一郎
甲斐　義規

図 2.1.1 調査地点(国土地理院地図 より引用)

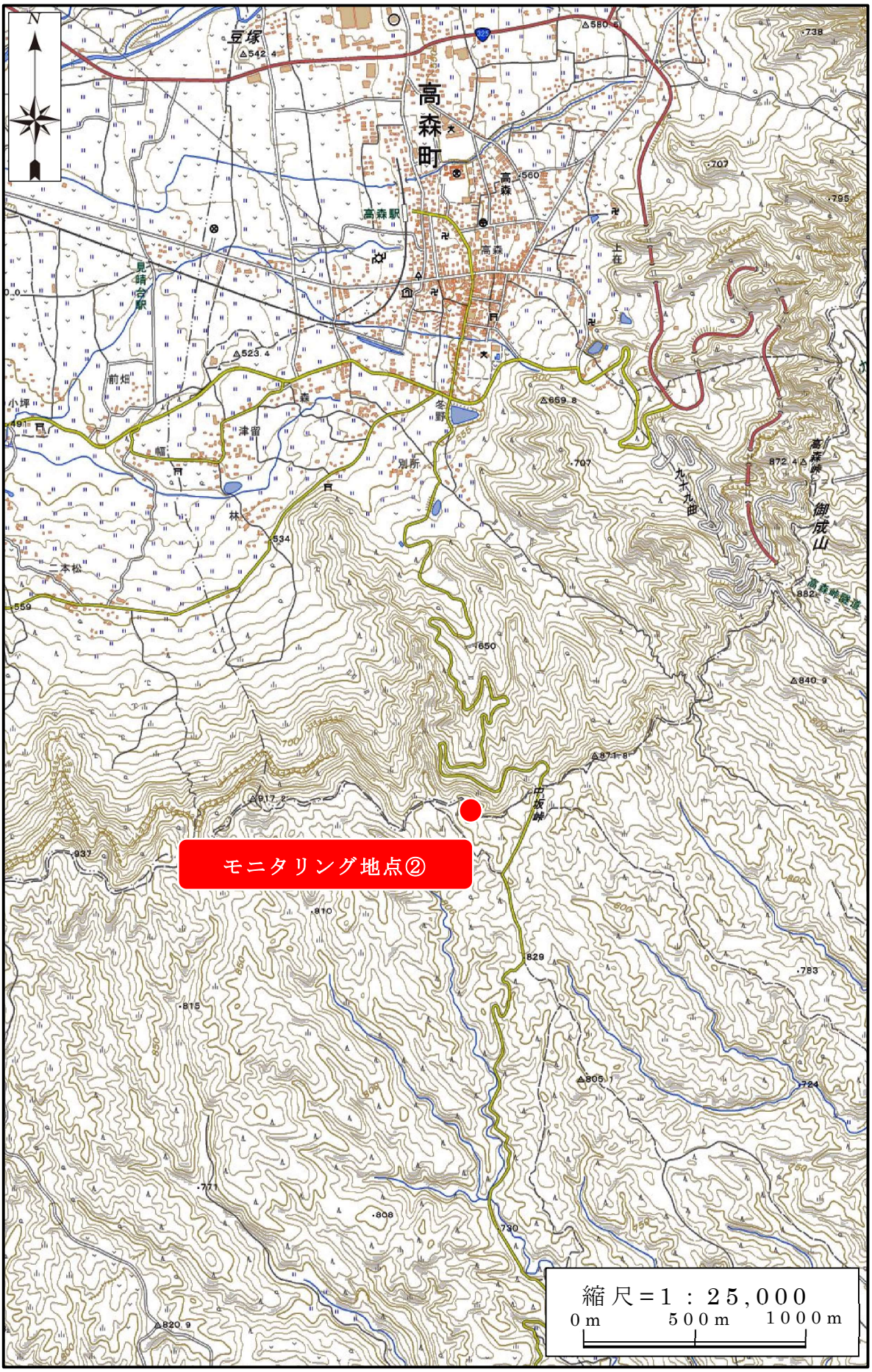


図 2.1.2 調査地点(国土地理院地図 より引用)

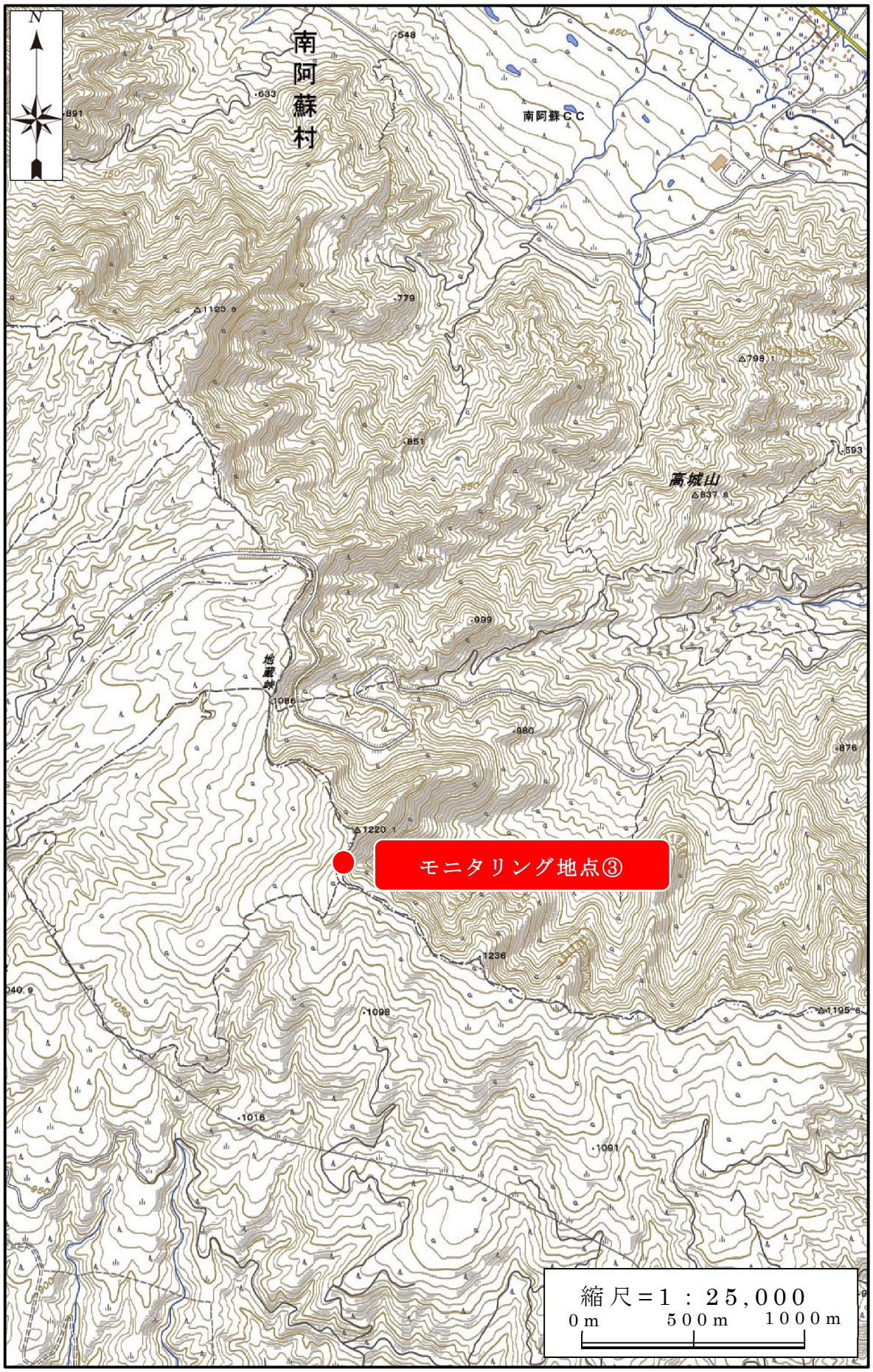


図 2.1.3 調査地点(国土地理院地図 より引用)

第 3 章　地形・地質・植生概要

3.1 地形概要

・モニタリング地点①

調査地点一帯は、阿蘇カルデラ南東側外輪山の一部であり、左から、清栄山(1006m)や黒岩峠などの山体により形成されている。

図 3.1.1 に示すように、阿蘇カルデラの内側は急傾斜で、外側は緩傾斜となっている。このような地形は約 9 万年前に発生した阿蘇のカルデラ噴火(阿蘇火山の 4 回目の噴火)より斜面が形成されたと考えられている。その後の地震や降雨により現在の外輪山及びカルデラが形成された。

モニタリング地点①では、黒岩峠よりトレイル進行方向に向かって約 500m に位置し、カルデラ内側の斜面部には、高森殿の杉などの杉の自生場所となっている。

図 3.1.1 モニタリング地点①の 3D 写真(Google Earth より参照)

・モニタリング地点②

調査地点一帯は、阿蘇カルデラ南側外輪山の一部であり、図 3.1.2 に示すように、中坂峠の西約 350m に位置する。中坂峠周辺の最大標高は 871.8m となる。

また、モニタリング地点①と同様、阿蘇カルデラの内側は急傾斜で、外側は緩傾斜となっている。

近くには太陽光発電所があり一部コースの景観は開けている。

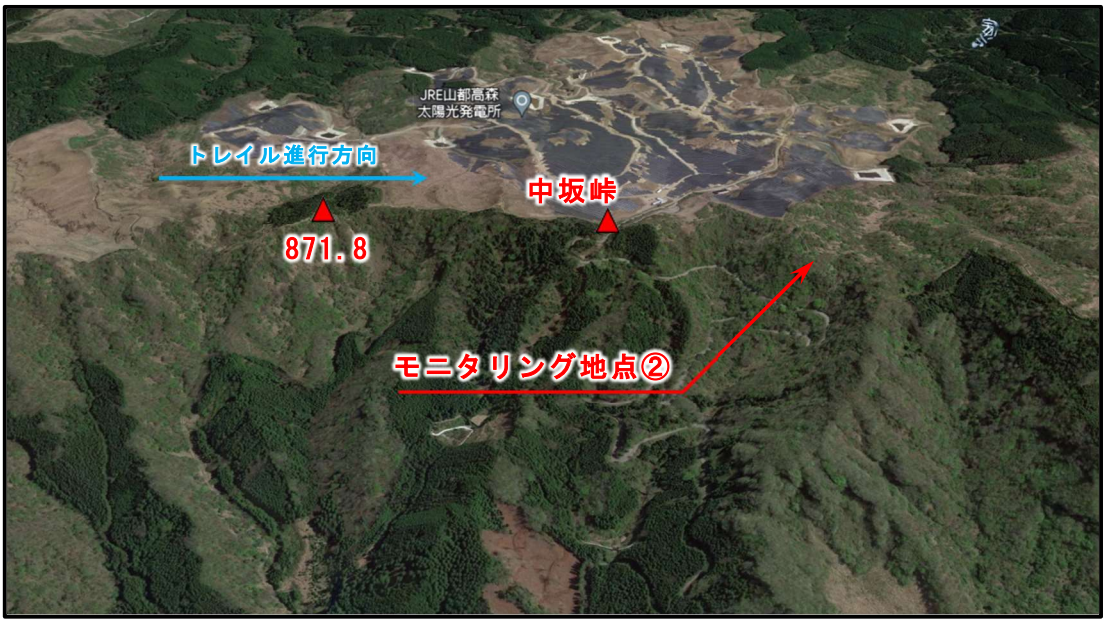


図 3.1.2 モニタリング地点②の 3D 写真(Google Earth より参照)

・モニタリング地点③

調査地点一帯は、阿蘇カルデラ南側外輪山の一部であり、図 3.1.3 に示すように、地蔵峠(1086m)・大矢岳(1220m)などの山体によって形成される。

また、モニタリング地点①と同様、阿蘇カルデラの内側は急傾斜で、外側は緩傾斜となっている。

モニタリング地点③では、大矢岳よりトレイル進行方向とは逆方向に約 200m 進んだ位置にて調査を行った。また、調査箇所以外の登山道には、他の調査箇所と異なり、最大φ30cm 程度の火山岩・礫が点在する。

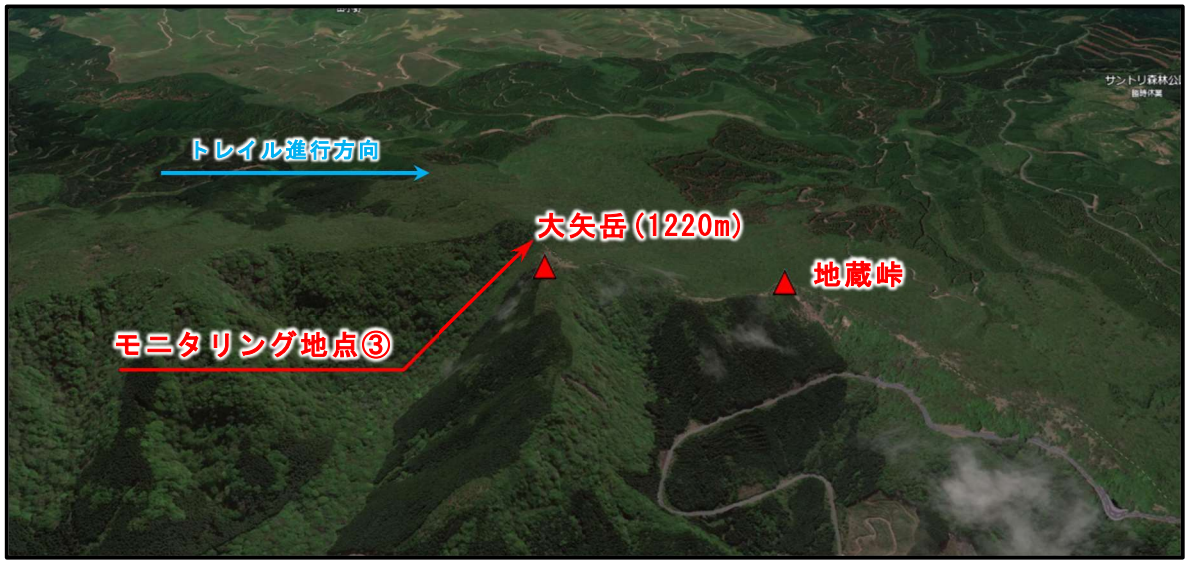


図 3.1.3 モニタリング地点③の 3D 写真(Google Earth より参照)

3.2 地質概要

・モニタリング地点①

調査地の地質は、第四紀更新世～完新世(約 260 万年前～現在)の阿蘇中央火口丘火山灰の堆積物が広く分布している。

表 3.2.1 に示すように、カルデラ外部は阿蘇中央火口丘火山灰(Ac)が広く分布し、カルデラ内部は新第三紀鮮新世(約 500 万年前～約 260 万年前)の高森玄武岩質凝灰角礫岩(Tam)が分布している。

調査地点の地表面は火山性粘性土の黒ボクが見られた。

表 3.2.1 モニタリング地点①の地質概要

分布箇所	年代			色・記号	地質名
カルデラ外部	新生代	第四紀	更新世	Ac	阿蘇中央火口丘火山灰
カルデラ内部	新生代	新第三紀	鮮新世	Tam	高森玄武岩質凝灰角礫岩 (玄武岩質火砕岩・溶岩を含む)

※熊本県地質図(10 万分の 1)熊本県地質図編纂委員会 参照

・モニタリング地点②

調査地の地質は、第四紀更新世～完新世(約 260 万年前～現在)の阿蘇中央火口丘火山灰の堆積物が広く分布している。

表 3.2.2 に示すように、カルデラ外部は阿蘇中央火口丘火山灰(Ac)が広く分布している。また、峰に沿って阿蘇-4 火砕流堆積物が分布している。カルデラ内部は新第三紀鮮新世(約 500 万年前～約 260 万年前)の高森玄武岩質凝灰角礫岩(Tam)が広く分布し、一部に阿蘇-1～3 火砕流堆積物(A13)、阿蘇カルデラ壁輝石安山岩類(複輝石安山岩)(Aca)が分布している。

調査地点の地表面は火山性粘性土の黒ボクが見られた。

表 3.2.2 モニタリング地点②の地質概要

分布箇所	年代			色・記号	地質名
カルデラ外部	新生代	第四紀	更新世	Ac	阿蘇中央火口丘火山灰
カルデラ内部	新生代	第四紀	後期更新世	A4	阿蘇-4 火砕流堆積物
カルデラ内部	新生代	第四紀	中期更新世	A13	阿蘇-1～-3 火砕流堆積物
カルデラ内部	新生代	第四紀	後期更新世～前期更新世	Aca	阿蘇カルデラ壁輝石安山岩類 (複輝石安山岩)
カルデラ内部	新生代	新第三紀	鮮新世	Tam	高森玄武岩質凝灰角礫岩 (玄武岩質火砕岩・溶岩を含む)

※熊本県地質図(10 万分の 1)熊本県地質図編纂委員会 参照

・モニタリング地点③

調査地の地質は、第四紀更新世～完新世(約 260 万年前～現在)の阿蘇カルデラ壁輝石安山岩類(複輝石安山岩)(Aca)の堆積物が広く分布している。

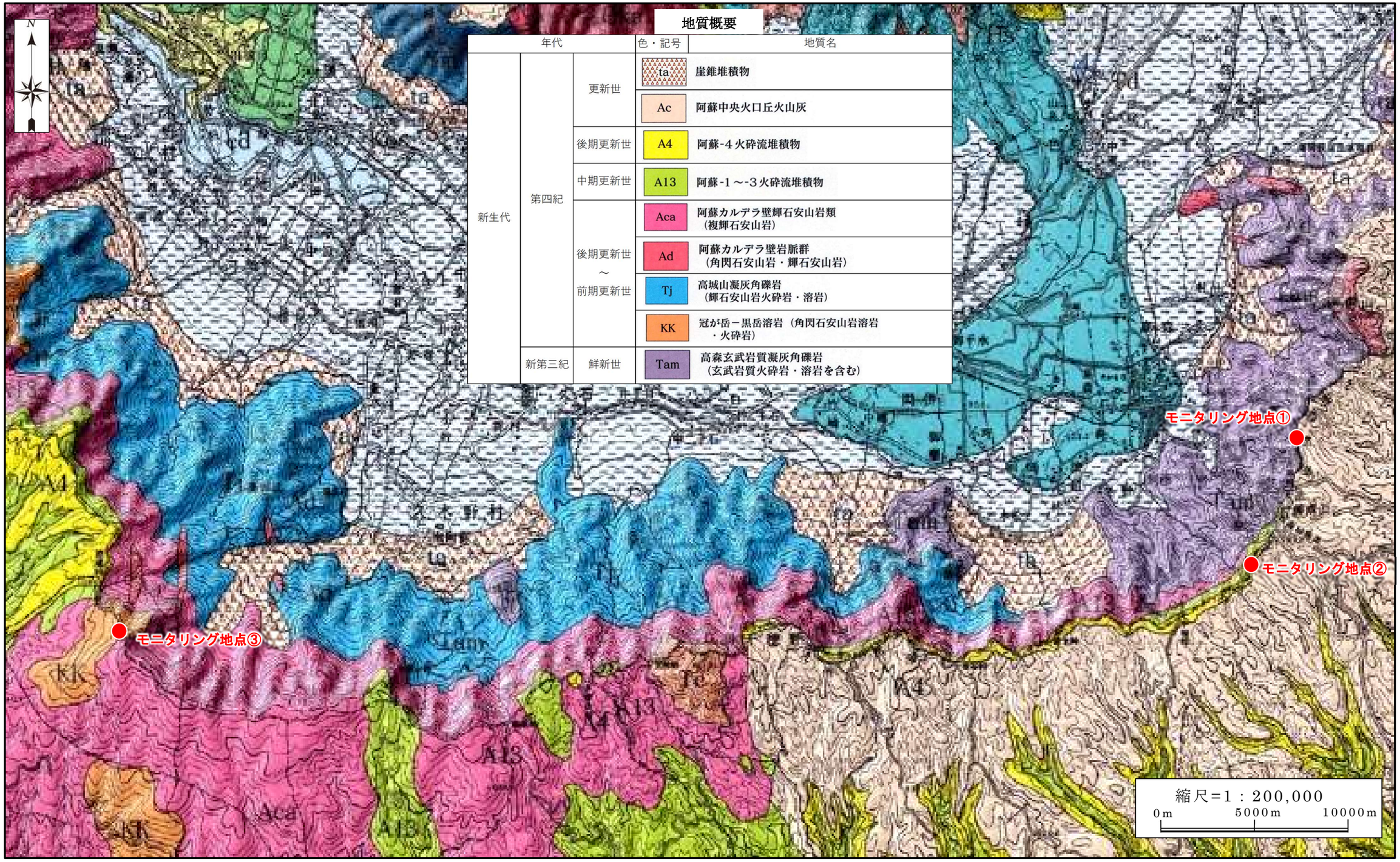
表 3.2.3 に示すように、カルデラ外部は阿蘇カルデラ壁輝石安山岩類(複輝石安山岩)(Aca)が広く分布している。また、一部に冠が岳-黒岳溶岩(角閃石安山岩溶岩・火砕岩)(KK)が分布している。カルデラ内部は第四紀更新世(約 260 万年前～現在)の阿蘇カルデラ壁岩脈群(角閃石安山岩・輝石安山岩)(Ad)と高城山凝灰角礫岩(輝石安山岩火砕岩・溶岩)(Tj)が広く分布している。

調査地点の地表面は火山性粘性土の黒ボクや洗堀が著しい箇所では赤ボクが見られた。

表 3.2.3 モニタリング地点③の地質概要

分布箇所	年代			色・記号	地質名
カルデラ外部	新生代	第四紀	後期更新世～前期更新世	Aca	阿蘇カルデラ壁輝石安山岩類（複輝石安山岩）
				KK	冠が岳－黒岳溶岩（角閃石安山岩溶岩・火砕岩）
カルデラ内部			後期更新世	Ad	阿蘇カルデラ壁岩脈群（角閃石安山岩・輝石安山岩）
			後期更新世～前期更新世	Tj	高城山凝灰角礫岩（輝石安山岩火砕岩・溶岩）

※熊本県地質図(10 万分の 1)熊本県地質図編纂委員会 参照



地質概要

年代			色・記号	地質名
新生代	第四紀	更新世	ta	崖錐堆積物
			Ac	阿蘇中央火口丘火山灰
		後期更新世	A4	阿蘇-4 火砕流堆積物
		中期更新世	A13	阿蘇-1～-3 火砕流堆積物
		後期更新世～前期更新世	Aca	阿蘇カルデラ壁輝石安山岩類（複輝石安山岩）
			Ad	阿蘇カルデラ壁岩脈群（角閃石安山岩・輝石安山岩）
			Tj	高城山凝灰角礫岩（輝石安山岩火砕岩・溶岩）
			KK	冠が岳－黒岳溶岩（角閃石安山岩溶岩・火砕岩）
	新第三紀	鮮新世	Tam	高森玄武岩質凝灰角礫岩（玄武岩質火砕岩・溶岩を含む）

図 3.2.1 調査範囲全体の地質図及び地質概要(熊本県地質図(10 万分の 1)熊本県地質図編纂委員会 引用)

3.3 植生概要

・モニタリング地点①

図 3.3.1 に示すように、調査一体の植生は、山道付近にクヌギ植林やアカマツ群落(Ⅶ)、スギ・ヒノキ・サワラ植林が分布する。また、調査地より広範囲には、ススキ群団(Ⅶ)やクヌギ植林が分布している。

現地調査時には、登山道に胸丈ほどのネザサ。登山道脇にアジサイやアザミ科植物などが自生していた。

写真 3.3.1 アジサイ
(図 3.3.1 に場所記載)

写真 3.3.2 アザミ科植物
(図 3.3.1 に場所記載)

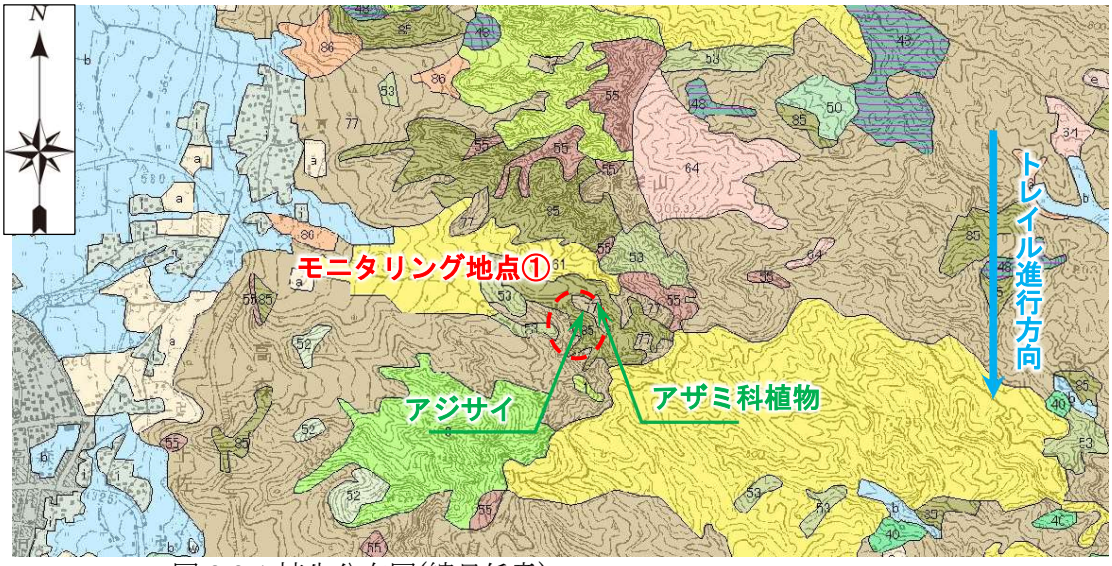


図 3.3.1 植生分布図(縮尺任意)(生物多様性センターweb　より参照(縮尺 1/25,00　493111 高森)

表 3.3.1 調査地周辺の植生分布図(生物多様性センターweb　より参照(縮尺 1/25,00　493111 高森)

凡例	植生図凡例番号	統一凡例コード	統一凡例名
	1	130106	シラキ-ブナ群集
	3	130301	リョウブ-ミズナラ群集
	53	410700	アカメガシワ-カラスザンショウ群落
	55	420100	アカマツ群集(Ⅶ)
	61	450100	ススキ群団(Ⅶ)
	64	460000	伐採跡地群落(Ⅶ)
	77	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林
	85	541202	クヌギ植林

・モニタリング地点②

図 3.3.2 に示すように、調査一体の植生は、山道付近にススキ群団(Ⅶ)、スギ・ヒノキ・サワラ植林が分布する。また、調査地より広範囲には、ススキ群団(Ⅶ)、スギ・ヒノキ・サワラ植林、ケクロモミジ-コナラ群集、アカマツ群生が分布している。

現地調査時には、登山道にアザミ、キジムシロ属植物、トキワハゼの山草。登山道脇にアカマツ、クヌギ、コナラなどの針葉樹と広葉樹が自生している。

写真 3.3.3 キジムシロ属植物
(図 3.3.2 に場所記載)

写真 3.3.4 トキワハゼ
(図 3.3.2 に場所記載)

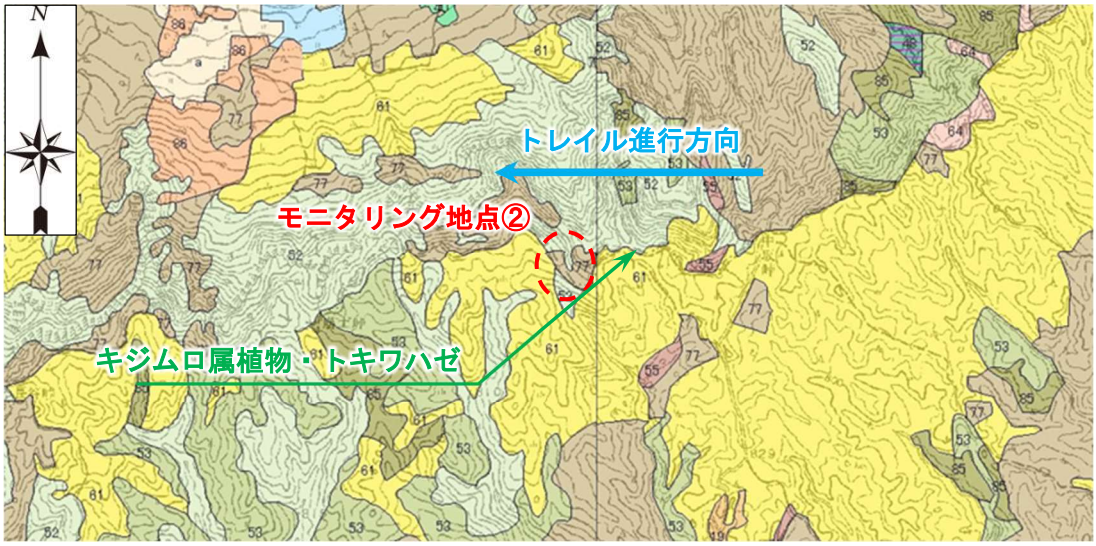


図 3.3.2 植生分布図(縮尺任意)(生物多様性センターweb　より参照(縮尺 1/25,00　49311 高森及び 493110 肥後吉田)

表 3.3.2 調査地周辺の植生分布図(生物多様性センターweb　より参照(縮尺 1/25,00　49311 高森)

凡例	植生図凡例番号	統一凡例コード	統一凡例名
	52	410107	ケクロモジ-コナラ群集
	53	410700	アカメガシワ-カラスザンショウ群落
	55	420100	アカマツ群集
	61	450100	ススキ群団(Ⅶ)
	77	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林
	85	541202	クヌギ植林

・モニタリング地点③

図 3.3.3 に示すように、調査一体の植生は、ツシマママコナ-アセビ群集、シラキ-ブナ群集、アカマツ群集(V)などが分布する。また、調査地より広範囲には、スギ・ヒノキ・サワラ植林、シラキ-ブナ群集、ミヤマキリシマ-ススキ群集、リョウブ-ミズナラ群集が分布している。

現地調査時には、登山道にハルリンドウなどの山草。登山道脇にミヤマキリシマ、ネザサ、コナラなどが自生している。

写真 3.3.5 ミヤマキリシマ
(図 3.3.3 に場所記載)

写真 3.3.6 ハルリンドウ
(図 3.3.3 に場所記載)

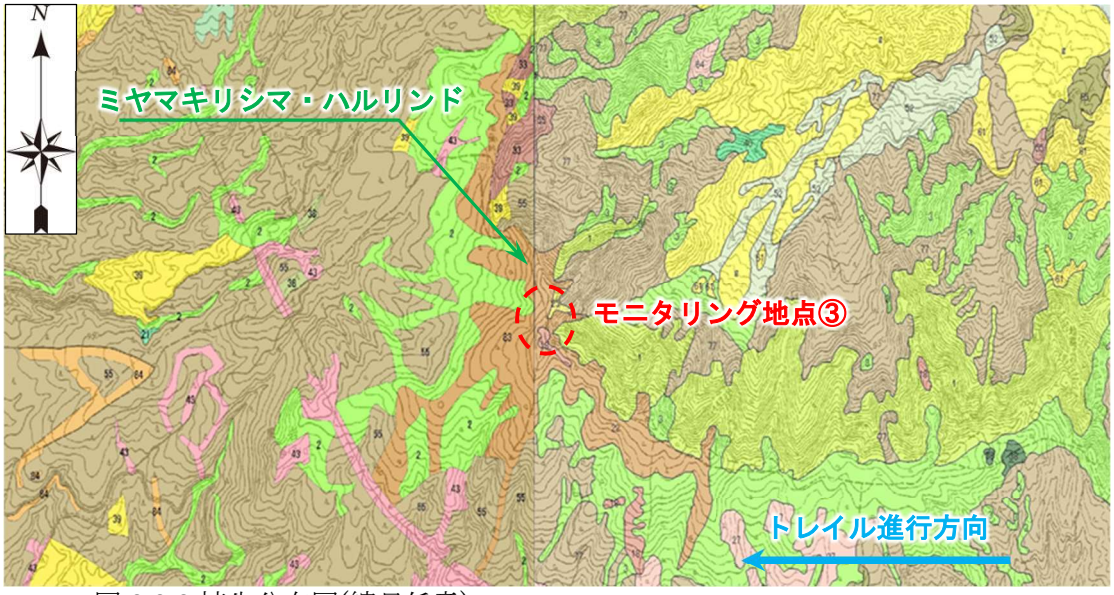


図 3.3.3 植生分布図(縮尺任意)(生物多様性センターweb　より参照(縮尺 1/25,00　493110 肥後吉田 493017 大矢野原)

表 3.3.3 調査地周辺の植生分布図(生物多様性センターweb　より参照(縮尺 1/25,00　493110 肥後吉田)

凡例	植生図凡例番号	統一凡例コード	統一凡例名
	1	130106	シラキ-ブナ群集
	3	130301	リョウブ-ミズナラ群集
	18	230100	アカマツ群集(V)
	22	240301	ツシマママコナ-アセビ群集
	25	250207	ミヤマキリシマ-ススキ群落
	77	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林

第 4 章　調査箇所選定理由

4.1　調査地選定方法

図 4.1.1 と表 4.1.1 に「国立公園内で開催されるトレイルランニング大会等におけるモニタリングの手引き(平成 29 年 3 月 環境省 自然環境局 国立公園課)」より調査箇所の選定方法の一部を抜粋して示す。

本調査では、これらの資料を参考に調査箇所を選定した。

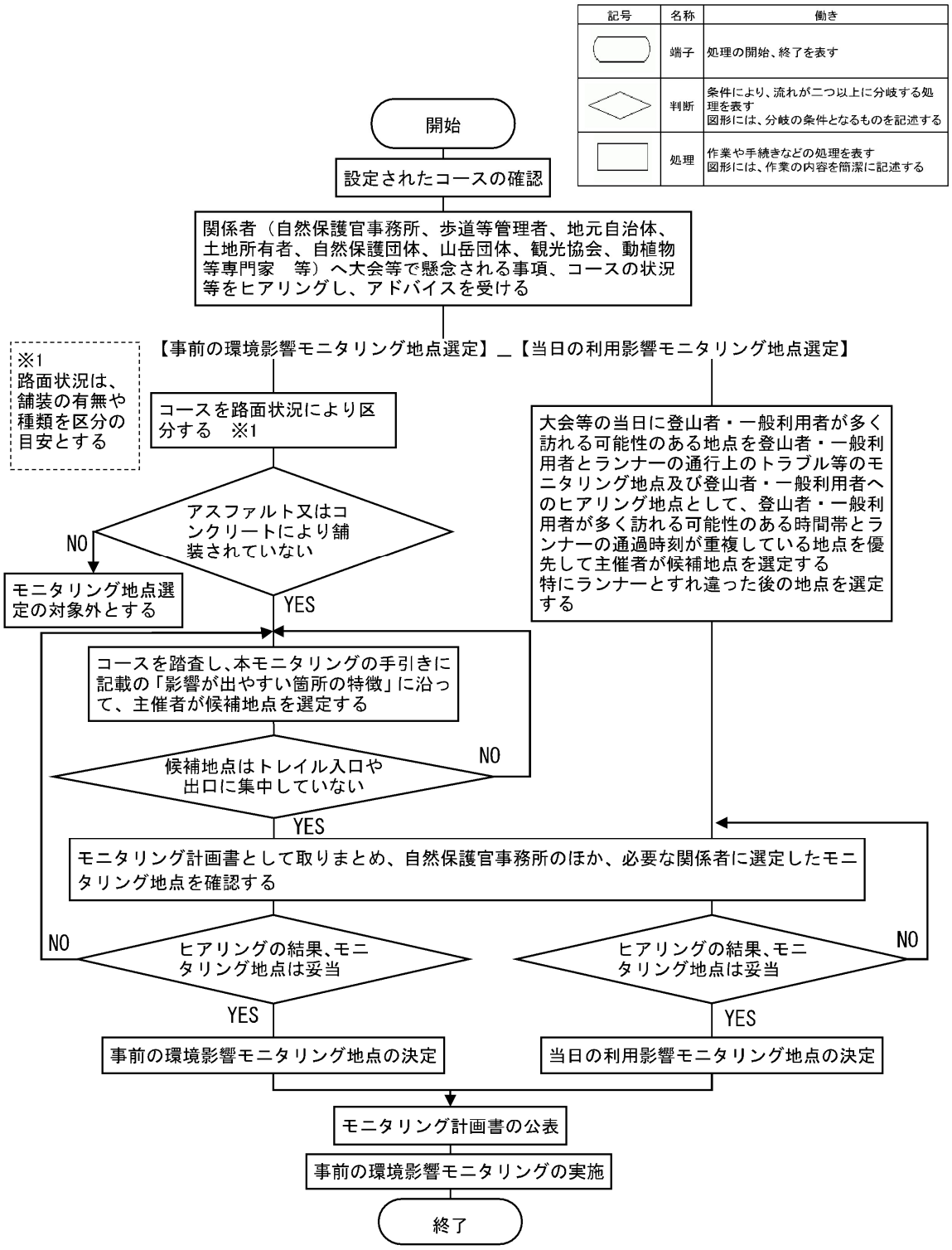


図 4.1.1 モニタリング地点選定フロー

～選定要件～

トレイルランニングの影響が出やすい箇所の特徴として以下のことが挙げられる。

表 4.1.1 トレイルランニングの影響が出やすい箇所の特徴

1.コースから外すべき区間とされている地点
→懸念される事項：植生の損傷・脆弱箇所の崩壊

2.歩道の幅員が狭い地点(手前の幅員が広く、急に狭くなる地点)
→懸念される事項：歩道外の植生の損傷・歩道外の脆弱箇所の崩壊

3.路面にぬかるみが生じている地点・雨天時にぬかるみが生じやすい地点
→懸念される事項：歩道外の植生の損傷・歩道外の脆弱箇所の崩壊

4.洗堀が生じている地点
→懸念される事項：洗堀側面の植生の損傷・洗堀側面の崩壊・
歩道外の植生の損傷・歩道外の脆弱箇所の崩壊

5.傾斜がある地点(コースの進行方向に対して下っている地点)
→懸念される事項：傾斜面の植生の損傷・脆弱箇所の崩壊
着地地点の植生の損傷・脆弱箇所の崩壊

6.下り方向のカーブや緩やかなカーブを連続する地点・開けて見通しがよい地点
→懸念される事項：歩道の外側に向かって強い力が働く地点の崩壊
・歩道外の植生の損傷・脆弱箇所の崩壊

7.木製等の階段が設置されている地点(特に下り方向で使われる場合)
→懸念される事項：木製階段等の破損・土留め効果の損失・路面の崩壊・浸食

8.路面上に樹木の根が張り出している(露出根のある)地点
→懸念される事項：露出根の損傷・路面の崩壊

9.樹木の枝がコースに張り出している地点
→懸念される事項：樹木の損傷

10.希少な植物や動物が確認される地点
→懸念される事項：希少な植物の損傷・希少な動物な逃避

＊10 は、レッドデータブックくまもと 2019-熊本県絶滅の恐れのある野生植物-及び
日本のレッドデータ検索システム(日本のレッドデータ検索システム (jpnrdb.com))を参考

11.登山道が不明瞭な地点
→懸念される事項：登山道の複線化・歩道外の植生の損傷

12.直前に同じ区間で大会等が開催されている地点
→懸念される事項：脆弱箇所の崩壊

(国立公園内で開催されるトレイルランニング大会等におけるモニタリングの手引き(平成 29 年 3 月 環境省 自然環境局 国立公園課)より抜粋

4.2　各地点の選定理由

・モニタリング地点①

モニタリング位置①では、登山道の道路幅が 1m 以下と狭く 2 人の成人男性がすれ違うのに必要な道幅（1.5m 程度)を満たしていない。また、道の両側には胸丈のササが自生している。そのため、先行者の追い越し等は考えられないが、同じ走行ラインに走行者が集中すると考えられ、元々あった洗堀がさらに拡大すると考えられる。

写真 4.2.1(調査地の全体図及びイメージ図)に示しているモニタリング地点①には、幅 52cm・深さ 40cm 程度の洗堀が認められた。

モニタリング地点①で懸念される事項としては、歩道の洗堀側面の崩壊及び拡大・歩道外の樹木の損傷、歩道外の植生の損傷等が考えられる。

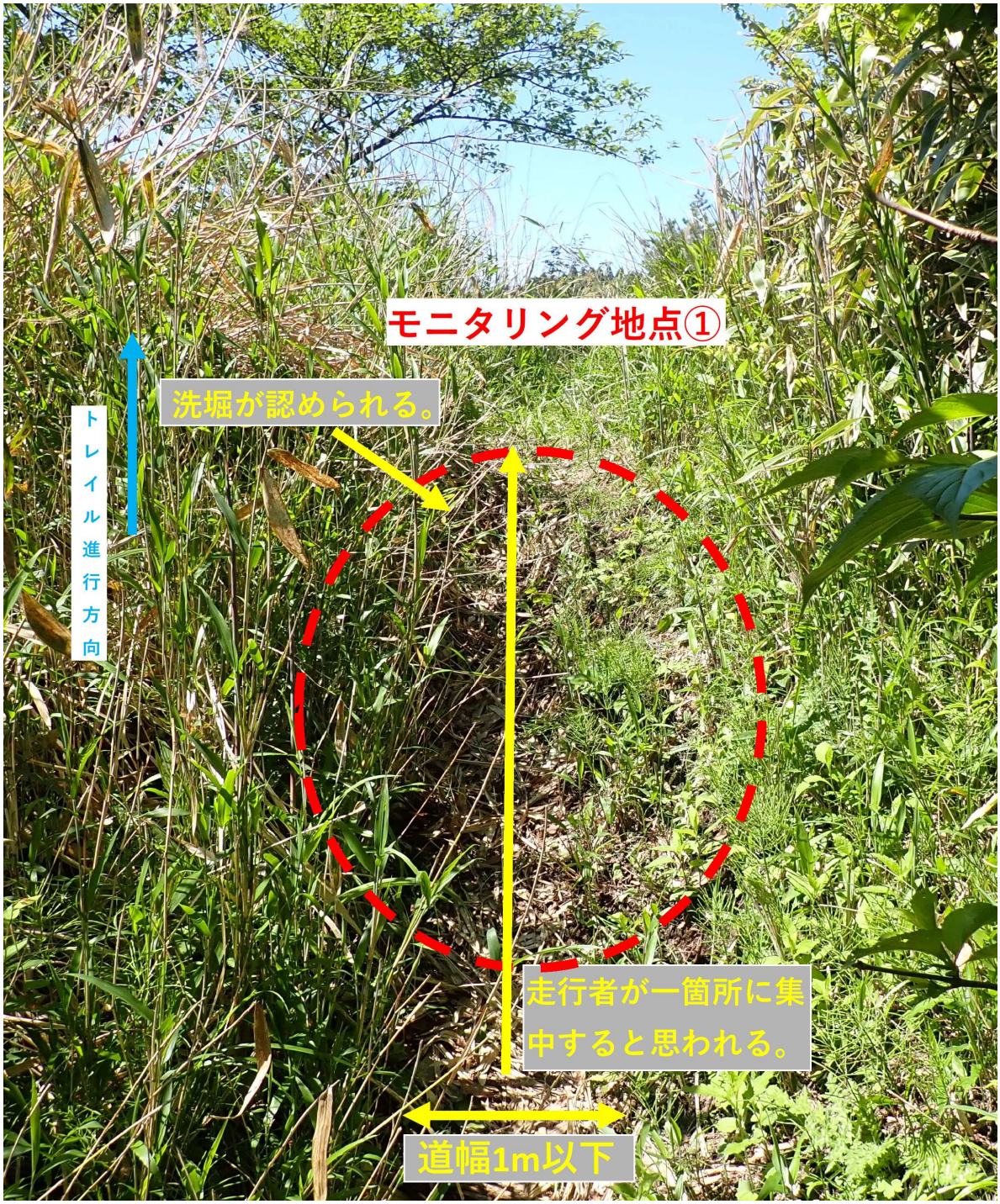


写真 4.2.1 モニタリング地点①選定箇所の写真及びイメージ図

・モニタリング地点②

モニタリング位置②は、ASO VOLCANO TRAIL2023 時の調査箇所と同様である。

モニタリング地点②は、表 4.1.1 の 5 の下り斜面による飛び降り行為による強い踏圧が考えられる。また、モニタリング地点②より数メートル先にカーブがある為に、走者が減速することによる接地圧の増大箇所になると考えられる。その他に、モニタリング地点②の範囲には、表 4.1.1 の 8 の樹木の根の張り出しや表 4.1.1 の 9 のコース上に樹木の枝が張り出している事より調査箇所として選定した。

写真 4.2.2 には調査地の全体図及びイメージ図を記載している。

モニタリング地点②で懸念される事項としては、着地地点の植生の損傷・脆弱箇所の崩壊・露出根の損傷・路面の崩壊・樹木の損傷等が考えられる。

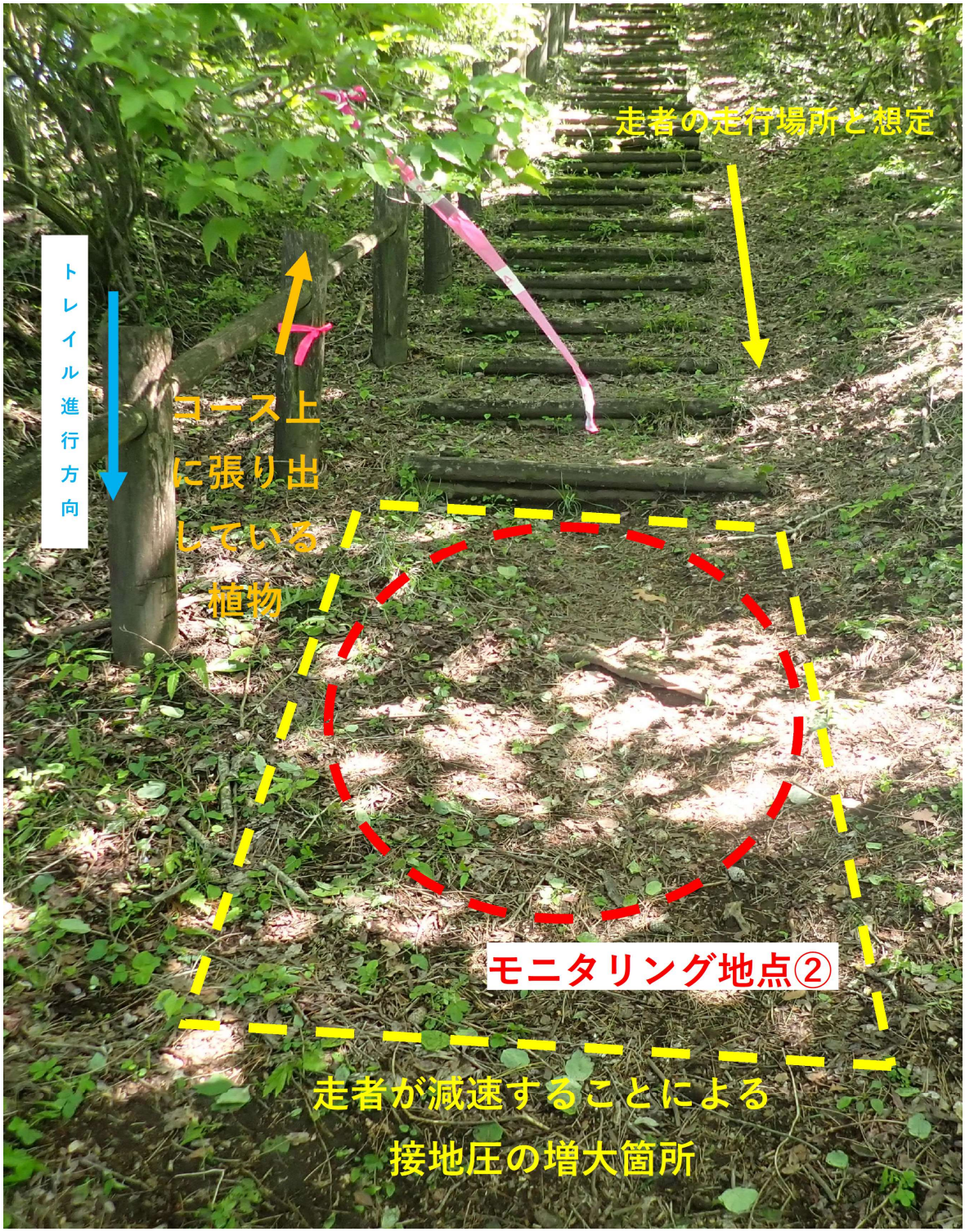


写真 4.2.2 モニタリング地点②選定箇所の写真及びイメージ図

・モニタリング地点③

モニタリング位置③は、ASO VOLCANO TRAIL2023 時の調査箇所と同様である。

モニタリング位置③では、表 4.1.1 の 4 の洗堀が生じている地点である。大会前の洗堀は 60cm 程度の洗堀を確認し、今後洗堀が拡大する可能性が考えられる。また、調査地の地表はかなり滑りやすく、靴跡が残りやすい土質でもある。その他に、表 4.1.1 の 8 の樹木の根の張り出している事より調査箇所として選定した。

写真 4.2.3 には調査地の全体図及びイメージ図を記載している。

モニタリング地点③で懸念される事項としては、洗堀側面の植生の損傷・洗堀側面の崩壊・脆弱箇所の崩壊・露出根の損傷・路面の崩壊等が考えられる。

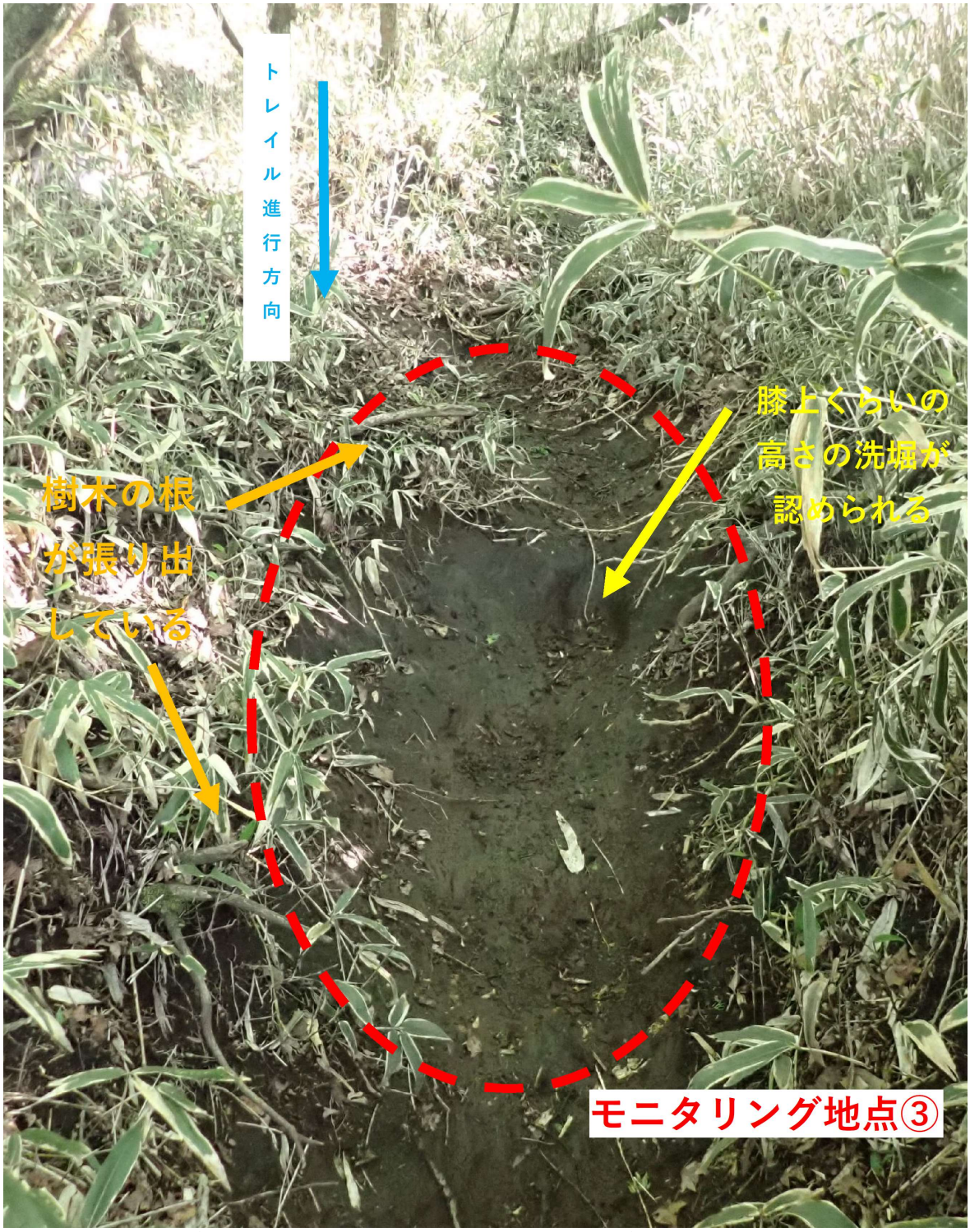


写真 4.2.3 モニタリング地点③選定箇所の写真及びイメージ図

第 5 章　調査方法

5.1　土壌硬度測定

(1)目的

本測定は、大会前後における土壌硬度の変化を測定することを目的として行った。

(2)作業手順

本調査では、大会前と大会後の測定位置を再現しやすいように第 5 章の 5.3 項で紹介する 3D モデルの基準物を起点に測定を行った。

測定地点は、図 5.1.1 に示している。

・モニタリング地点①：縦 2.8m・横(3・6・9 番側)1.2m・横(1・4・7 番側)1.2m
・モニタリング地点②：縦 2.0m・横(3・6・9 番側)2.0m・横(1・4・7 番側)2.0m
・モニタリング地点③：縦 2.0m・横(3・6・9 番側)1.4m・横(1・4・7 番側)1.4m

上記の 3 地点各 9 箇所の測定を行った。

測定器は図 5.1.2 に示す山中式土壌硬度計を使用した。また、表 5.1.1 には土壌硬度指数と支持力強度の関係を示す。

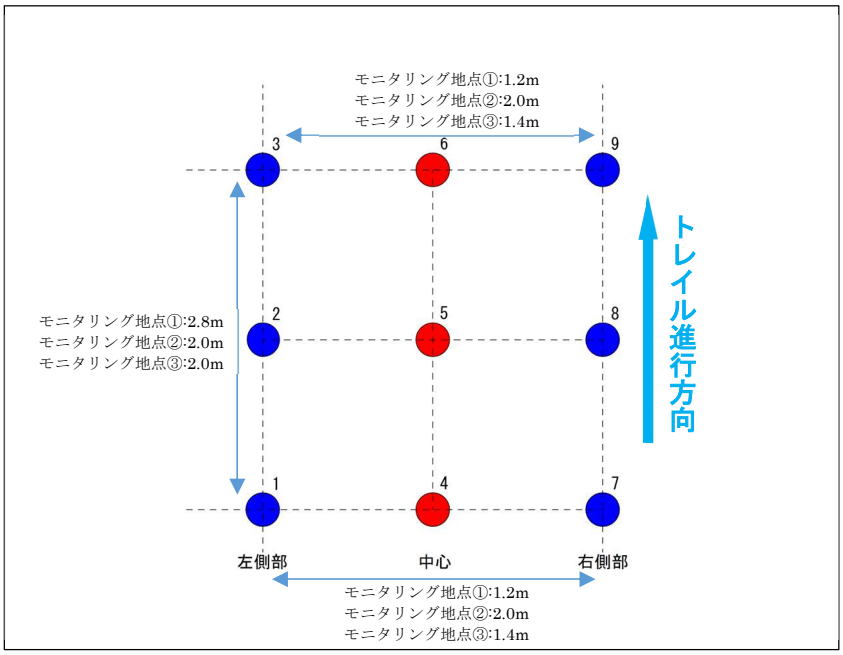


図 5.1.1　測点模式図

図 5.1.2　山中式土壌硬度計

表 5.1.1　土壌硬度指数と支持力強度の関係

硬度指数(mm)	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
支持力強度(kg/cm²)	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0
硬度指数(mm)	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0
支持力強度(kg/cm²)	3.5	4.0	4.7	5.4	6.3	7.3	8.5	10.0	12.0	14.0	17.0

5.2　植生等観察

(1)目的

本観察は、大会前後における植生等の変化や天然記念物への被害の有無について目視による判定を実施した。

(2)観察手順

指定された地点について、以下の作業を実施する。

・地表地盤の地質について観察・判定を行う。
・被度及び落葉層の有無について、大会前後で目視観察、写真撮影を実施し、それらを比較する。
・植生の損傷状況について、大会前後で目視観察、写真撮影を実施し、それらを比較する。
・地盤の損傷状況について、大会前後で目視観察、写真撮影を実施し、それらを比較する。
・地盤の損傷・えぐれ等について、大会前後で目視観察、写真撮影を実施し、それらを比較する。(場合によってはえぐれの深さを測定する)
・「レッドデータブックくまもと 2019-熊本県絶滅の恐れのある野生植物・及び日本のレッドデータ検索システム」を参考に天然記念物の有無の判定。天然記念物がある場合、天然記念物への被害の有無を観察する。

表 5.2.1 被度ランク

ランク 0	植生無し
ランク 1	1～10%
ランク 2	10～25%
ランク 3	25～50%
ランク 4	50～75%
ランク 5	75%以上

5.3　トレイルの 3D 撮影

(1)目的

調査個所を 3D モデル化する事により大会前と大会後のトレイル状況を可視化する事が目的である。

(2)作業手順

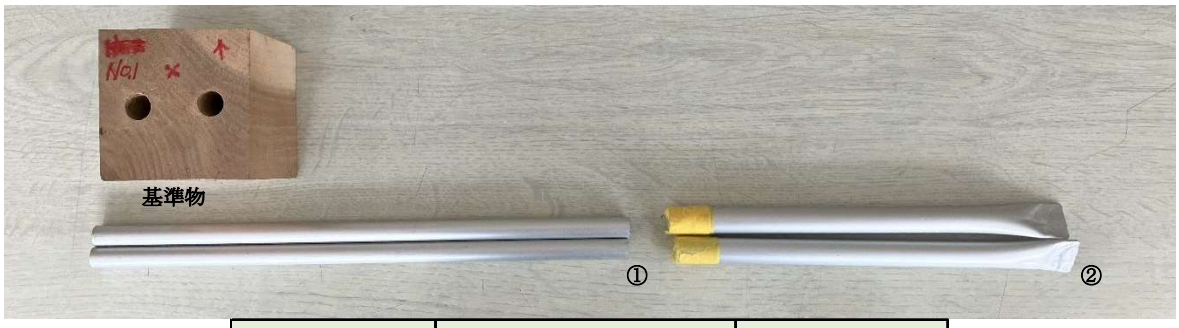
指定された地点にて、大会前と大会後の変化状況を iPad Pro 11inch(第三世代)の LIDAR システムによる撮影を行った。

撮影範囲は、図 5.3.2 に示している範囲で撮影を行った。また、大会前後で同じ箇所、同じ範囲の撮影を行うため、基準点として図 5.3.1 の道具を設置し撮影を行った。

図 5.3.3 には測定中及び測定後(大会中)のイメージ図を記している。

撮影後、3D モデル解析ソフトにより編集や解析を行った

＊解析ソフトは、CloudCompare を使用。3D モデル作成アプリは Polycam を使用。



名称	詳細	使用個数
基準物	5×5×5の木材	4個
①	アルミ棒	8本
②	アルミパイプ	24本

図 5.3.1　使用道具

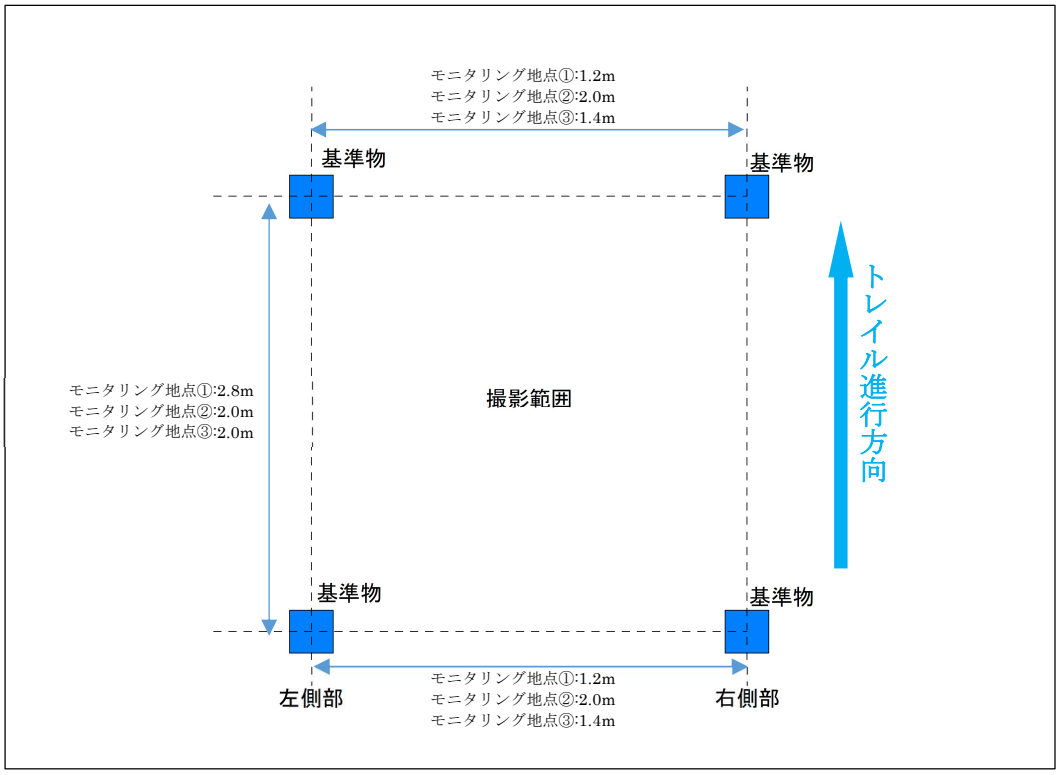
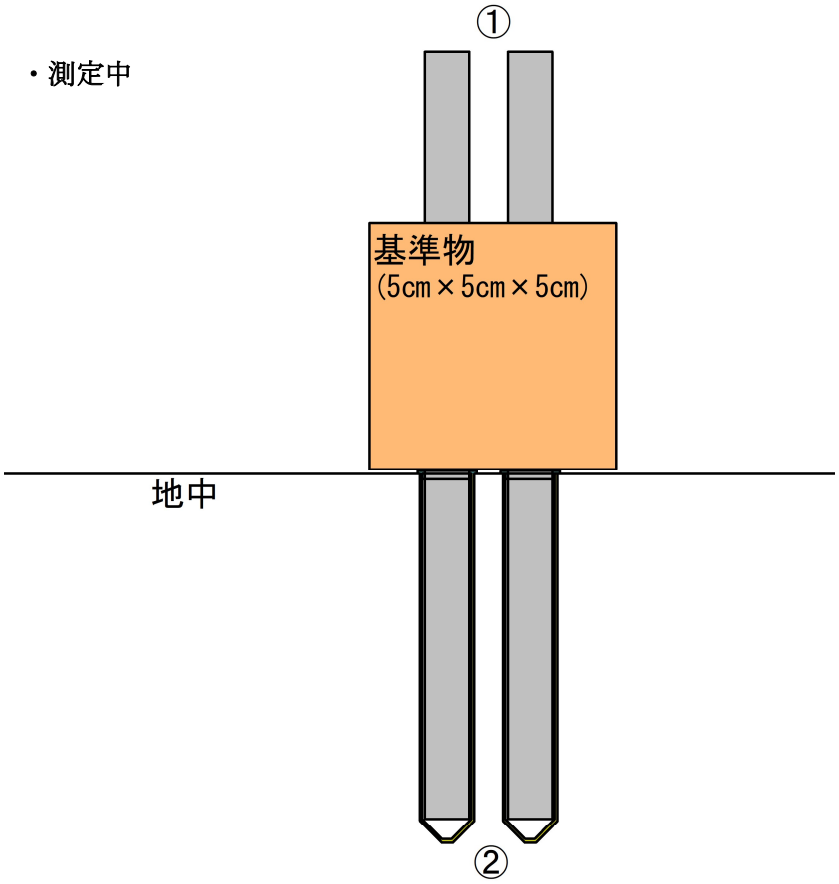


図 5.3.2 撮影範囲模式図

・測定中



・測定後(大会中)

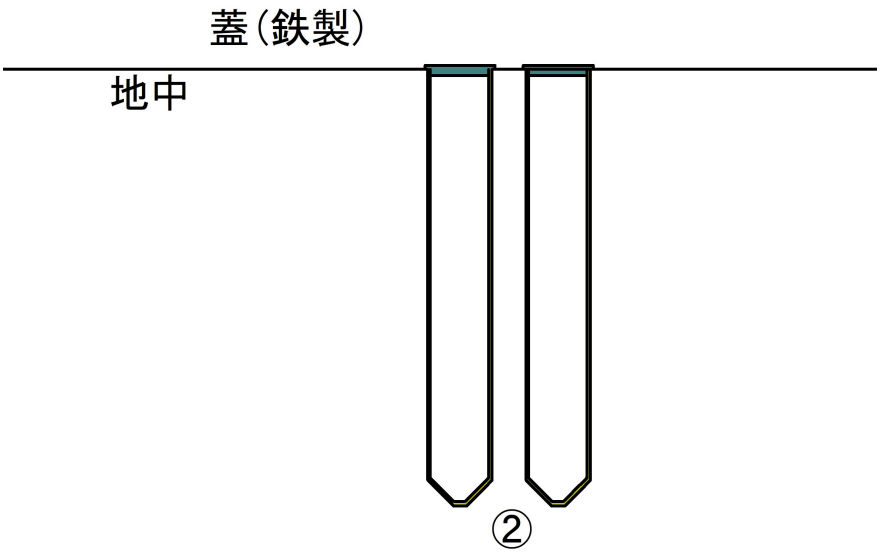


図 5.3.3 測定中と測定後(大会中)(イメージ図)

第 6 章　調査結果

6.1　トレイルランニング大会概要及び調査地点

大会概要(一部抜粋)と調査地点を図 6.1.1～6.1.3 に調査位置を表 6.1.1 に示す。

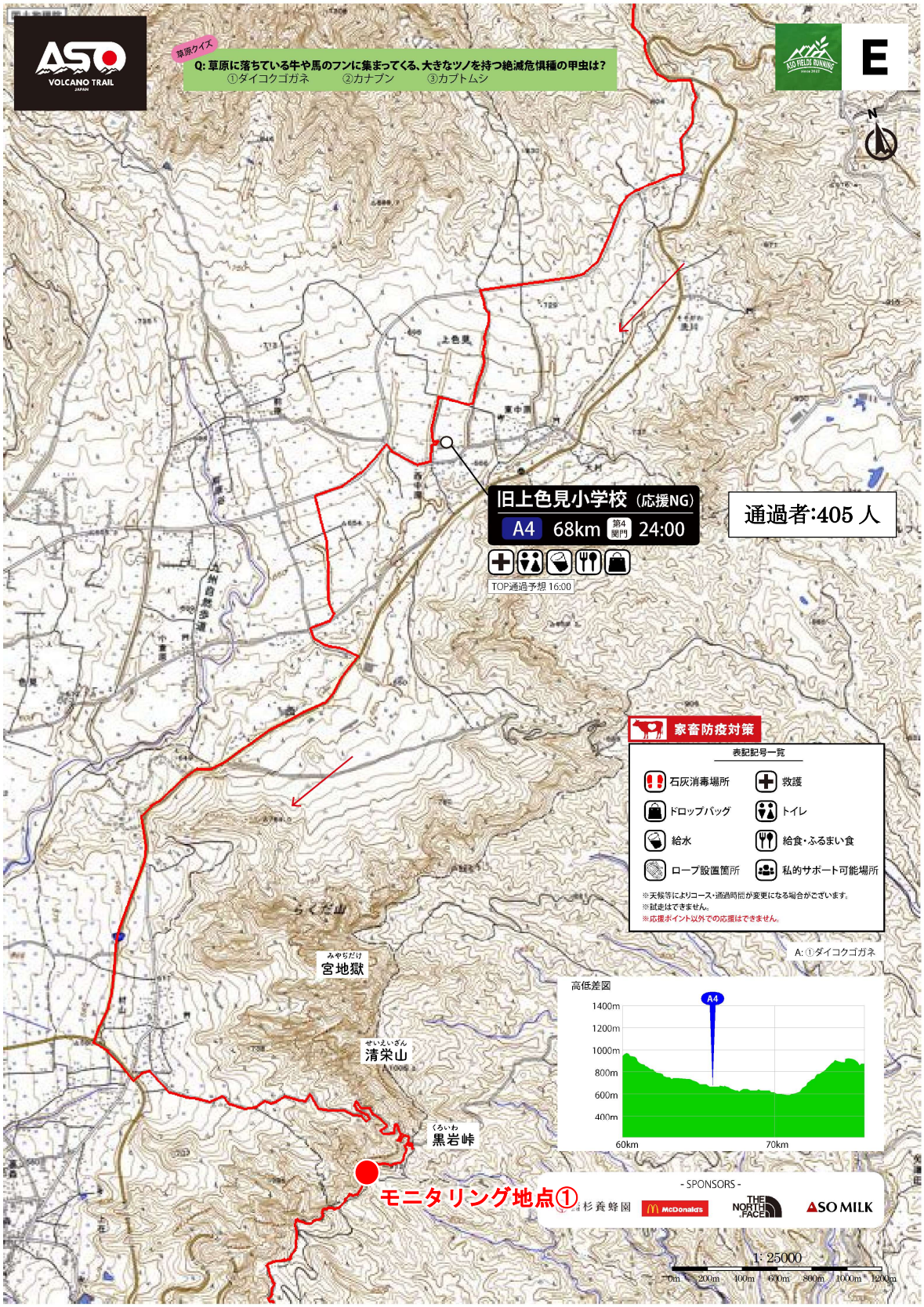


図 6.1.1　モニタリング地点①平面図(縮尺任意)

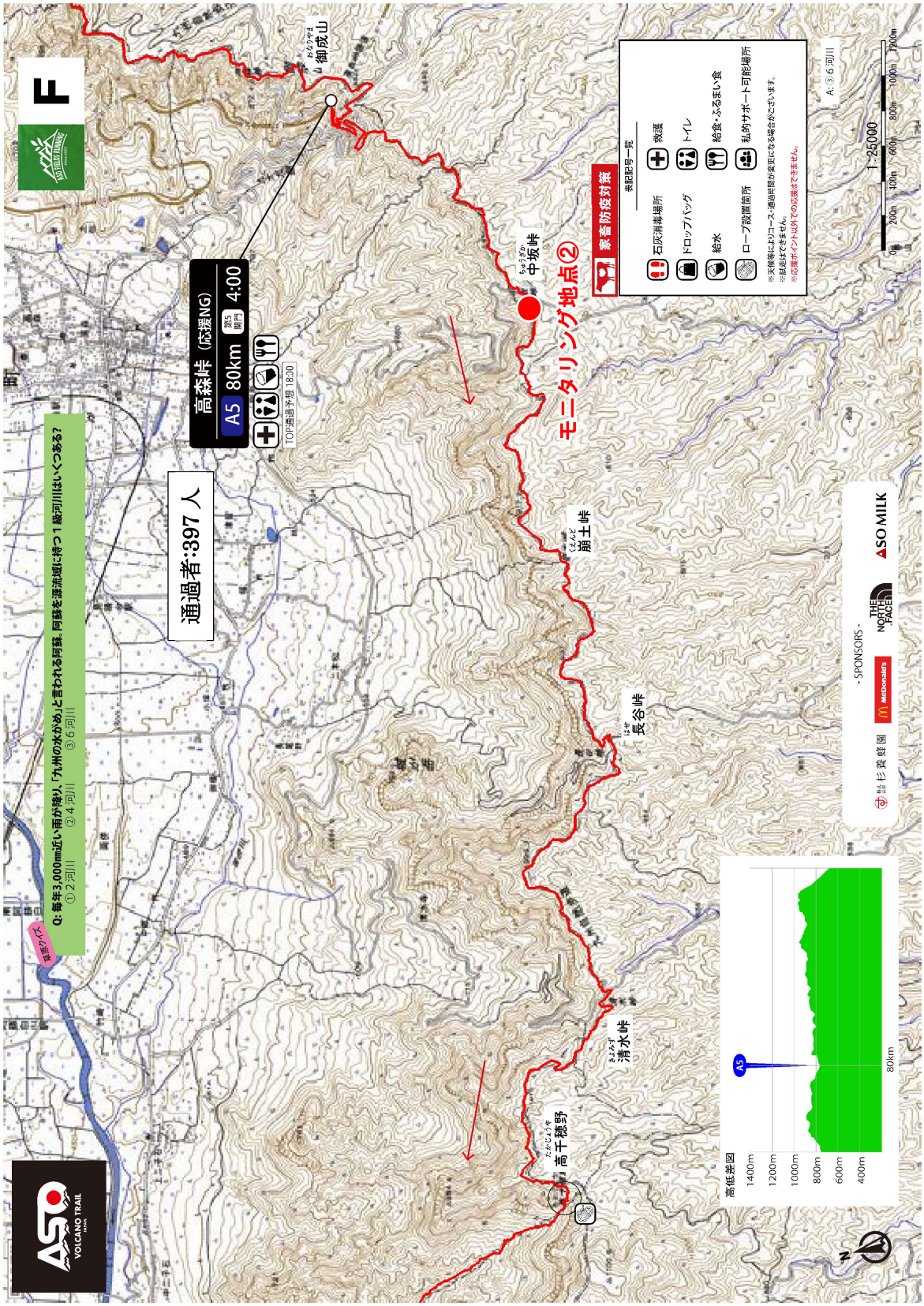


図 6.1.2　モニタリング地点②平面図(縮尺任意)

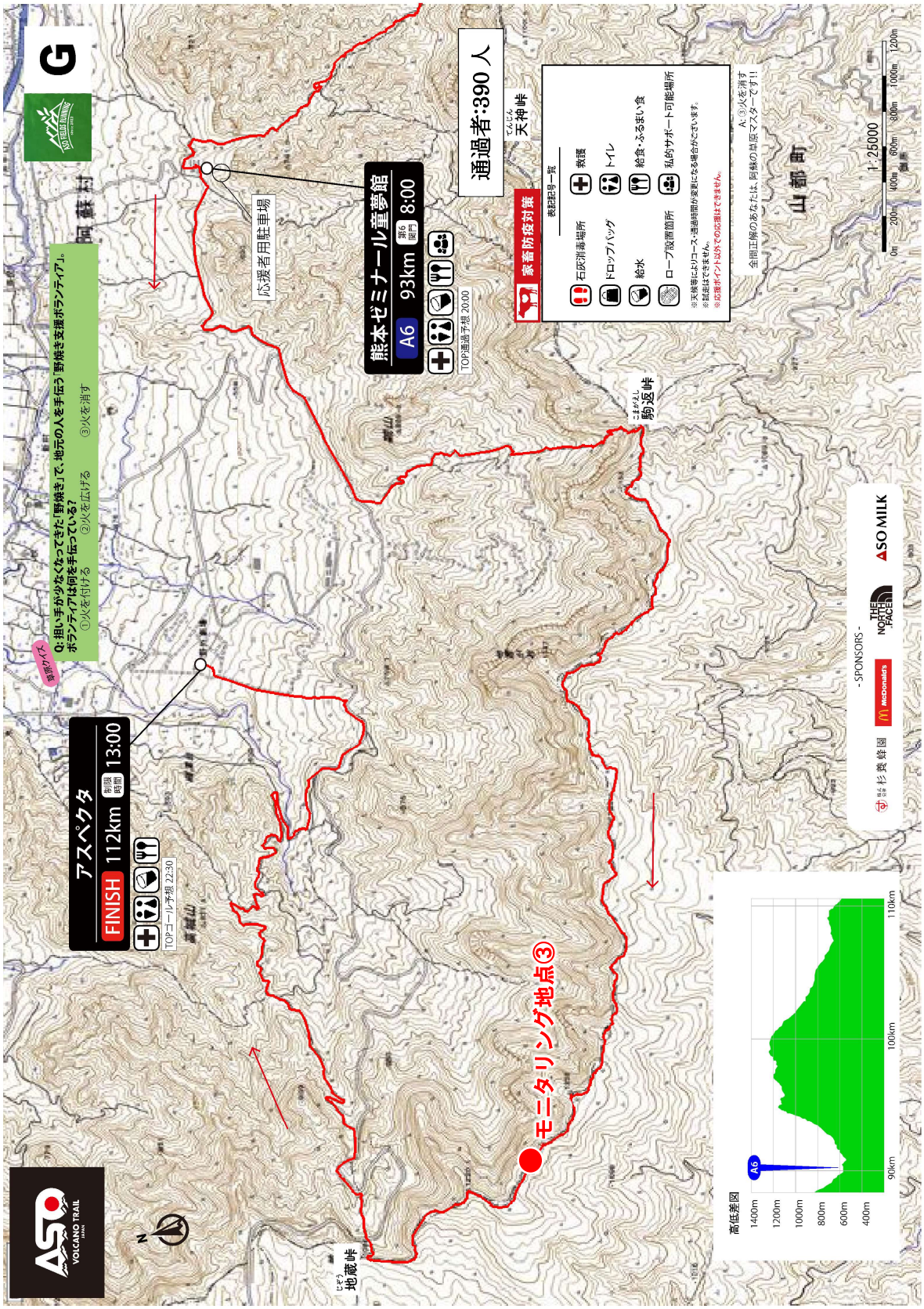


図 6.1.3　モニタリング地点③平面図(縮尺任意)

表 6.1.1　調査地点位置図

箇所	地点番号	標高	北緯	東経
黒岩峠より 約 500m	モニタリング 地点①	約 880m	32°　49′　11.70″	131°　08′　54.80″
中坂峠より 約 350m	モニタリング 地点②	約 855m	32°　79′　56.30″	131°　12′　55.20″
大矢岳より 約 200m 手前	モニタリング 地点③	約 1200m	32°　79′　23.00″	130°　99′　82.40″

6.2　測定及び観察日時

測定及び観察日時を表 6.2.1 に示す。

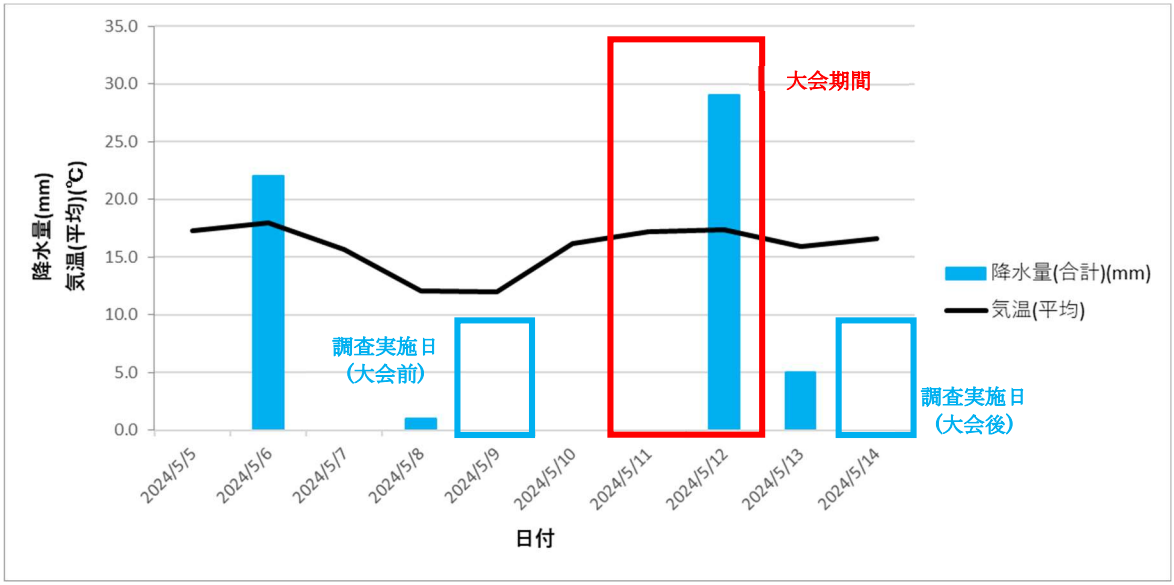
表 6.2.1　測定及び観察日時

地点番号	観察	年月日	時間	備考
モニタリング地点①	大会前	令和 6 年 5 月 09 日	午前 11:38	—
	大会後	令和 6 年 5 月 14 日	午前 10:47	—
モニタリング地点②	大会前	令和 6 年 5 月 09 日	午後 14:02	ASO VOLCANO TRAIL 2023　同様箇所
	大会後	令和 6 年 5 月 14 日	午後 13:00	ASO VOLCANO TRAIL 2023　同様箇所
モニタリング地点③	大会前	令和 6 年 5 月 09 日	午後 16:00	ASO VOLCANO TRAIL 2023　同様箇所
	大会後	令和 6 年 5 月 14 日	午後 15:14	ASO VOLCANO TRAIL 2023　同様箇所

6.3　測定期間の天候

観測及び大会中の天候を図 6.3.1 に示す。

図 6.3.1 より大会 2 日目は雨天だったために、コースへの影響が考えられる。



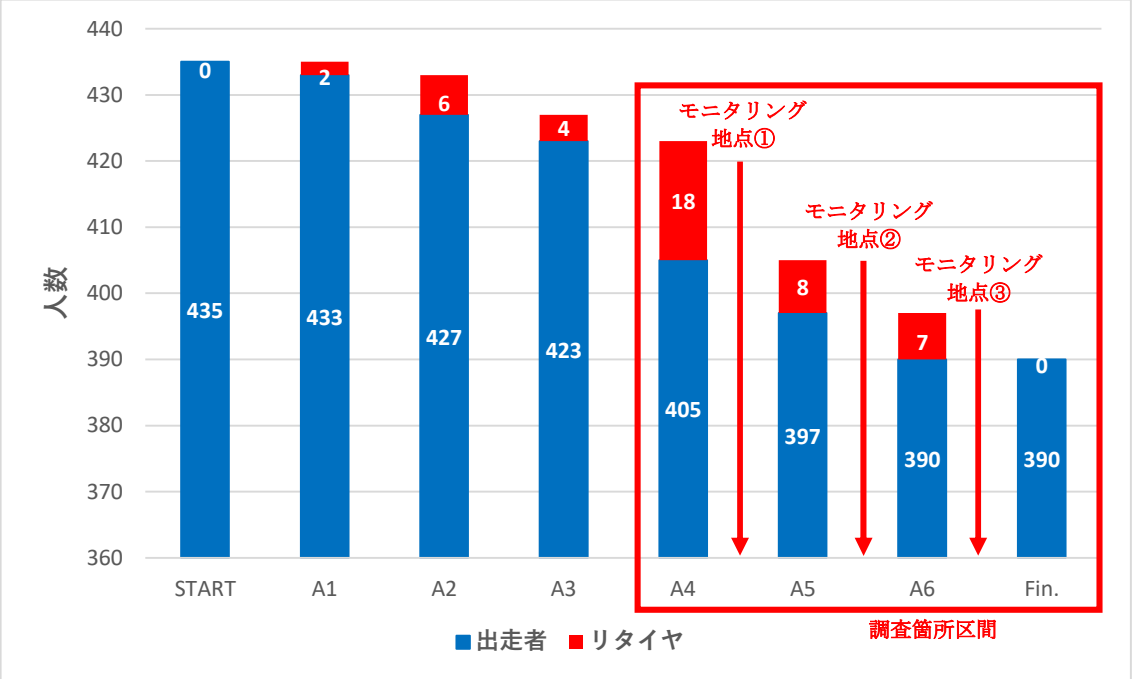
	2024/5/5	2024/5/6	2024/5/7	2024/5/8	2024/5/9	2024/5/10	2024/5/11	2024/5/12	2024/5/13	2024/5/14
降水量(合計)(mm)	0.0	22.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	29.0	5.0	0.0
気温(平均)	17.3	18.0	15.7	12.1	12.0	16.2	17.2	17.4	15.9	16.6
					調査実施日 (大会前)		大会期間			調査実施日 (大会後)

図 6.3.1 熊本県高森の調査期間中の降水量及び気温(国土交通省 気象庁 参考(気象庁｜過去の気象データ検索 (jma.go.jp))

6.4　各ポイントにおける通過者の推移

各ポイントにおける通過者の人数を図 6.4.1 記す。

・モニタリング地点①:A4～A5 の間:405 人
・モニタリング地点②:A5～A6 の間:397 人
・モニタリング地点③:A6～Fin.の間:390 人



	START	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Fin.
出走者	435	433	427	423	405	397	390	390
リタイヤ	0	2	6	4	18	8	7	0

調査箇所区間

図 6.4.1 各チェックポイントで通過者とリタイヤ者の推移

6.5　土壌硬度測定及び観察結果

測定観察結果を図 6.5.1～6.5.3 に示す。なお、本調査地点にて懸念される事項を第 4 章の 4.2 項に記している。

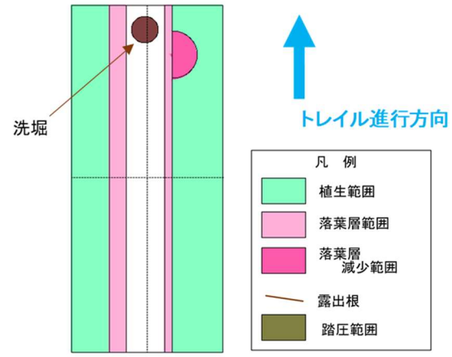
地点別　調査結果シート

地点番号	モニタリング地点①
箇　所	黒岩峠より約500m
基盤地質	高森玄武岩質凝灰角礫岩
周辺植生	スギナやアザミなど
地盤植生	アジサイやアザミ科植物など
地盤土質	黒ボク
地盤傾斜	約22°
備考	ASO VOLCANO TRAILのコース上

調査位置図

植生状況等

植生被度	被度ランク	特記事項
	5	・土壌硬度計は中心測線の6にて最大15.5mm(大会前)である。 ・大会前後の硬度の差は最大3.3mm(中心測線の6)と増加しているため、大会中にて踏み付けられていることが分かる。 ・植生被度(落葉・樹木も含む)は、約80%→75～80%へと若干の減少が見られる。(右側線上のネザサやアザミ科植物等が一部踏まれている)



測定データ・写真

大会前

日付	令和6年5月9日	時刻	午前11:38	天候	晴れ

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬度(mm)	9.0	4.7	13.8	15.0	13.2	15.5	11.0	9.3	9.3
植生被度	ランク(縦2.8m×横1.2m)		露出根延長(本)(計mm)		露出根損傷(本)(計mm)		－		
	5		0		0		－		

大会後

日付	令和6年5月14日	時刻	午前10:47	天候	晴れ

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬度(mm)	5.3	3.7	8.3	17.0	16.5	16.0	6.5	10.3	8.3
植生被度	ランク(縦2.8m×横1.2m)		露出根延長(本)(計mm)		露出根損傷(本)(計mm)		変化量(cm)(大会前後の変化)		
	5		0		0		最大2.16cm(3Dモデルより)		

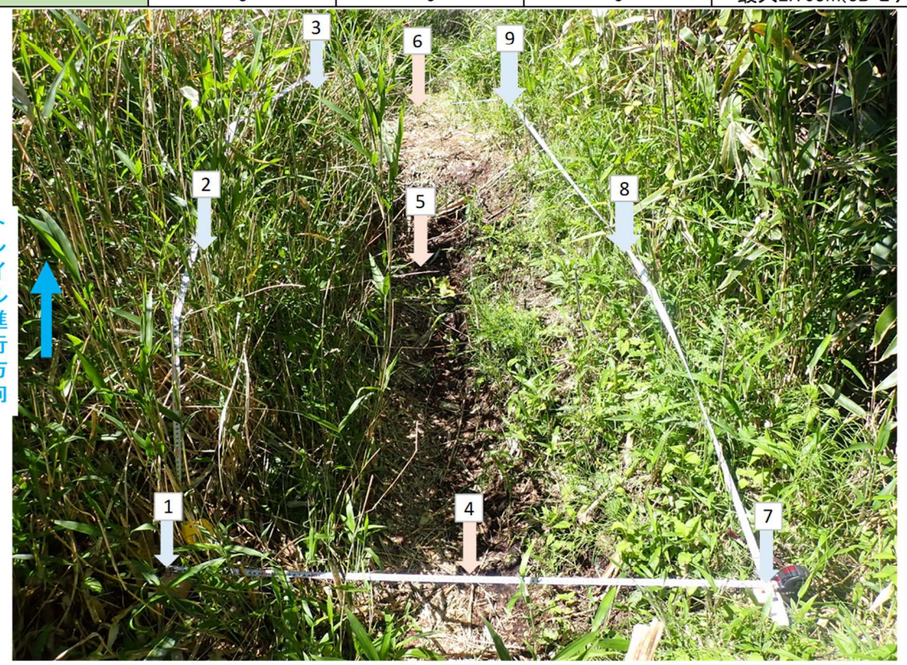


図 6.5.1　モニタリング地点①の地点別調査結果シート

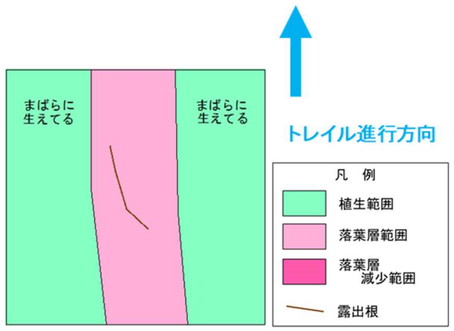
地点別　調査結果シート

地点番号	モニタリング地点②
箇　所	中坂峠より約350m
基盤地質	安山岩類
周辺植生	キジムシロ属やトキワハゼなど
地盤植生	アザミなど
地盤土質	黒ボク
地盤傾斜	18°
備考	ASO VOLCANO TRAILのコース上

調査位置図

植生状況等

植生被度	被度ランク
	3



特記事項

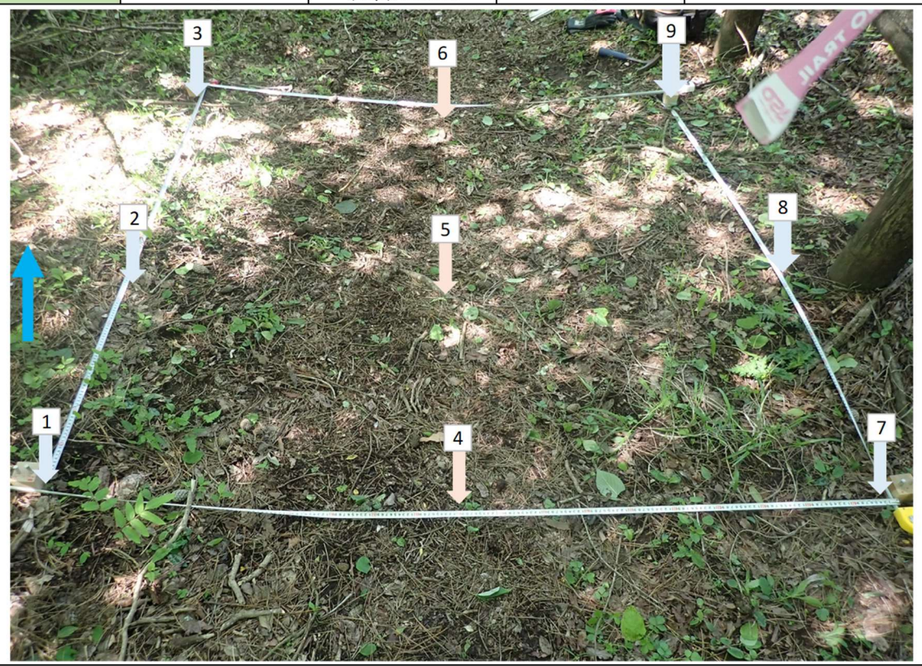
・土壌硬度計は、中心測線の4にて最大18.7mm(大会前)である。
・大会前後差は最大0.7mm(右側測線の9)の変化が見られた。
・植生被度(落葉も含む)は、約50%→約50%と主に落葉が減少している。(落葉の細分化)
・対象範囲では最大1.30cmの変化量が3Dモデルより求められたが、主に地表面の落ち葉が減少したことによる変化量である。
・露出根の延長拡大や損傷は確認されなかった。

測定データ・写真

大会前

日付	令和6年5月9日	時刻	午後14:02	天候	晴れ

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬度(mm)	15.7	10.0	10.0	18.7	17.3	15.0	11.3	11.1	5.3
植生被度	ランク(2.0m×2.0m)		露出根延長(本)(計mm)		露出根損傷(本)(計mm)		－		
	3		(1本)509mm		0		－		



大会後

日付	令和6年5月14日	時刻	午後13:00	天候	晴れ

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬度(mm)	15.3	8.5	9.7	17.8	16.3	15.3	10.0	11.3	6.0
植生被度	ランク(1.5m×1.7m)		露出根延長(本)(計mm)		露出根損傷(本)(計mm)		変化量(cm)(大会前後の変化)		
	3		(1本)509mm		0		最大1.78cm(3Dモデルより)		

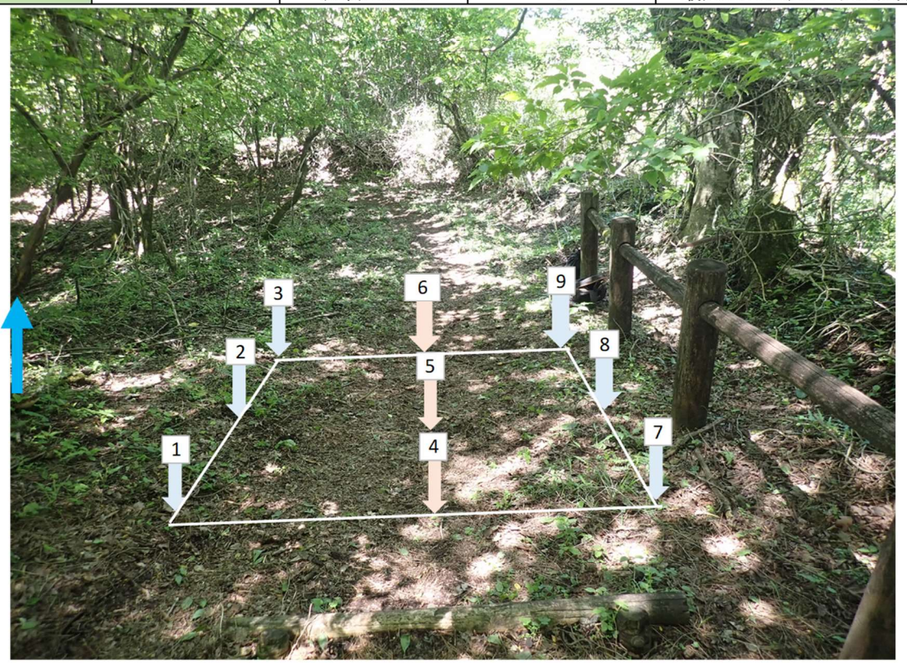


図 6.5.2　モニタリング地点②の地点別調査結果シート

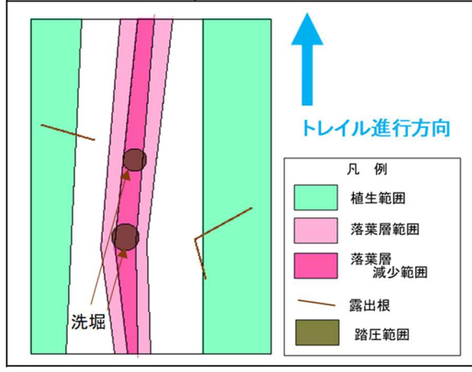
地点別　調査結果シート

地点番号	モニタリング地点③
箇　所	大矢岳より約200m
基盤地質	安山岩類
周辺植生	ハルリンドウやミヤマキリシマなど
地盤植生	ネザサやコナラなど
地盤土質	黒ボク(洗堀箇所は赤ボク)
地盤傾斜	30.3°
備考	ASO VOLCANO TRAILのコース上

調査位置図

植生状況等

植生被度	被度ランク
	4



特記事項

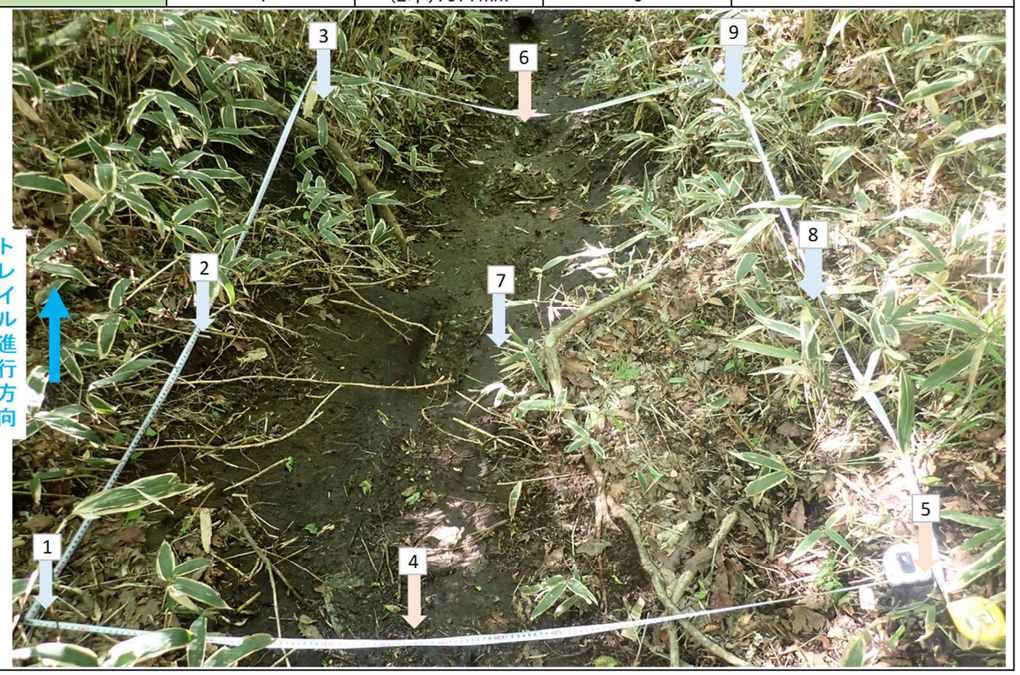
- 土壌硬度計は、中心測線で最大17.7mm(大会前)である。
- 大会前後の差は最大0.6mmであった。
- 植生被度(落葉も含む)は、約70%→約60%と主に落葉の細分化である。
- 対象範囲全体のえぐれの変化は2.34cmと拡大はあまりしていない。
- 降雨の影響にて、調査箇所以外より土砂が流れ込み体積していた。
- 露出根の延長拡大や損傷は確認されなかった。

測定データ・写真

大会前

日付	令和6年5月9日	時刻	午後16:00	天候	晴れ

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬度(mm)	9.0	8.8	6.2	17.7	18.7	19.8	8.3	11.7	7.3
植生被度	ランク(1.4m×2.0m)		露出根延長(本)(計mm)		露出根損傷(本)(計mm)		−		
	4		(2本)1677mm		0		−		



大会後

日付	令和6年5月14日	時刻	午後15:14	天候	晴れ

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
硬度(mm)	9.6	9.3	2.2	14.8	19.1	19.1	7.0	7.6	5.7
植生被度	ランク(1.4m×2.0m)		露出根延長(本)(計mm)		露出根損傷(本)(計mm)		変化量(cm)(大会前後の変化)		
	4		(2本)1677mm		0		最大2.34cm(3Dモデルより)		

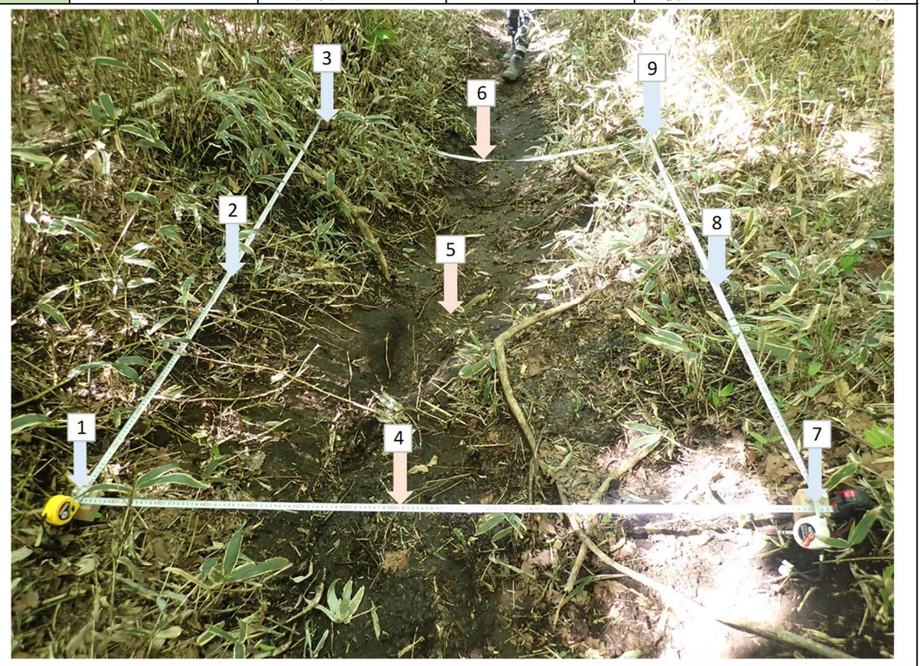


図 6.5.3　モニタリング地点③の地点別調査結果シート

6.6　3D モデル写真

図 6.6.1～6.6.9 には、真上の写真及び、コースのトレイル進行方向(上方から)と進行方向の逆方向(下方から)から見た 3D モデル写真を記している。

モニタリング地点①(真上)

大会前

大会後

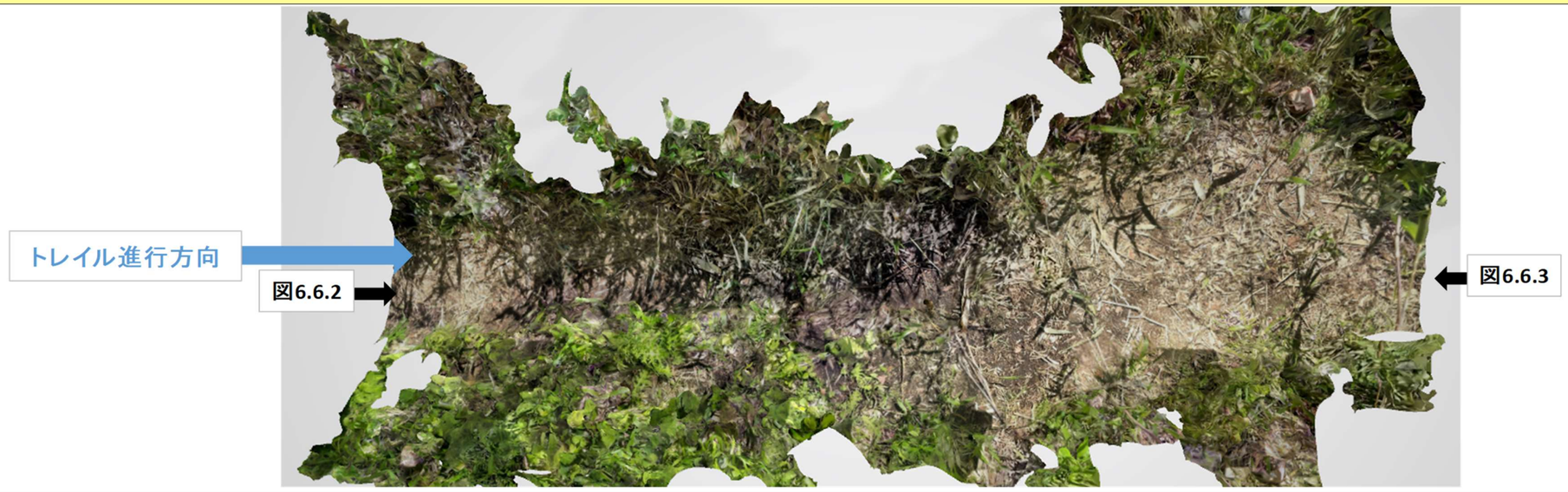


図 6.6.1　モニタリング地点①　真上の画像

モニタリング地点①(上方から)

大会前	大会後

図 6.6.2　モニタリング地点①　上方の画像

モニタリング地点①(下方から)

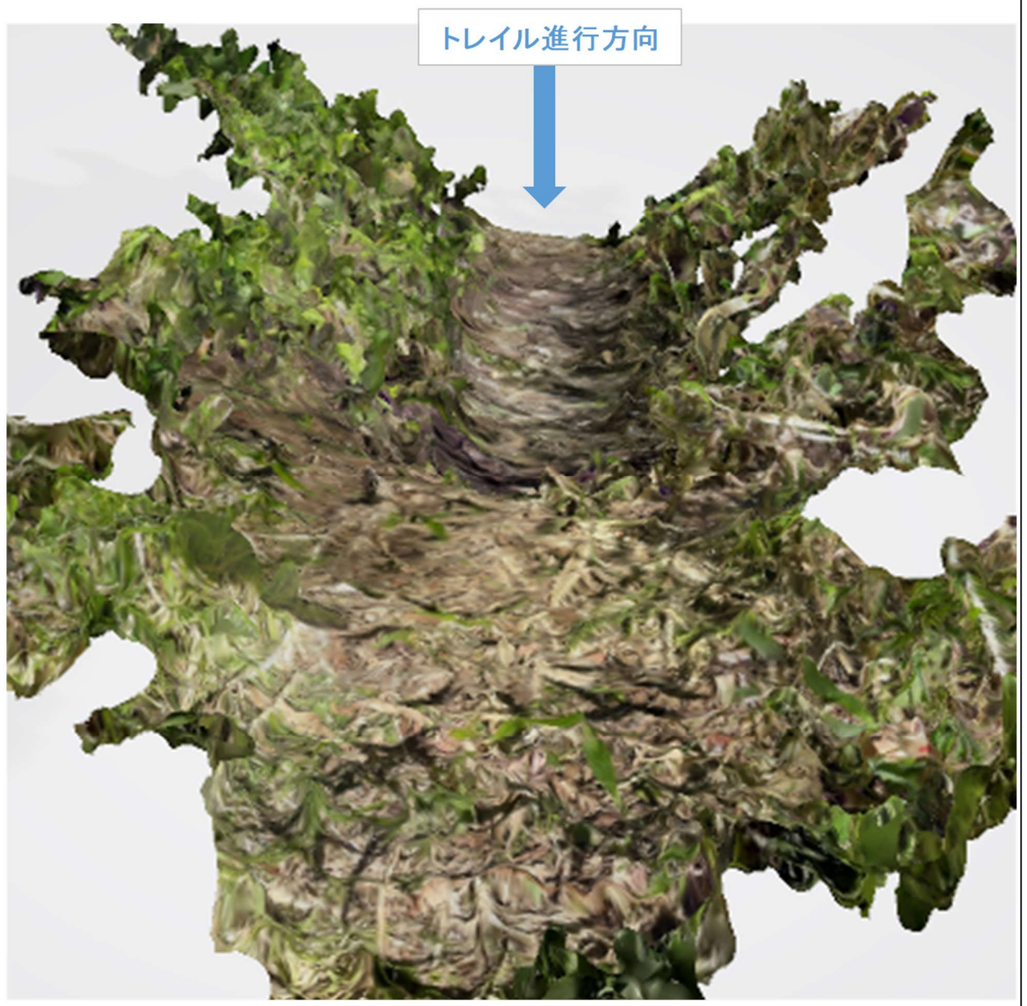
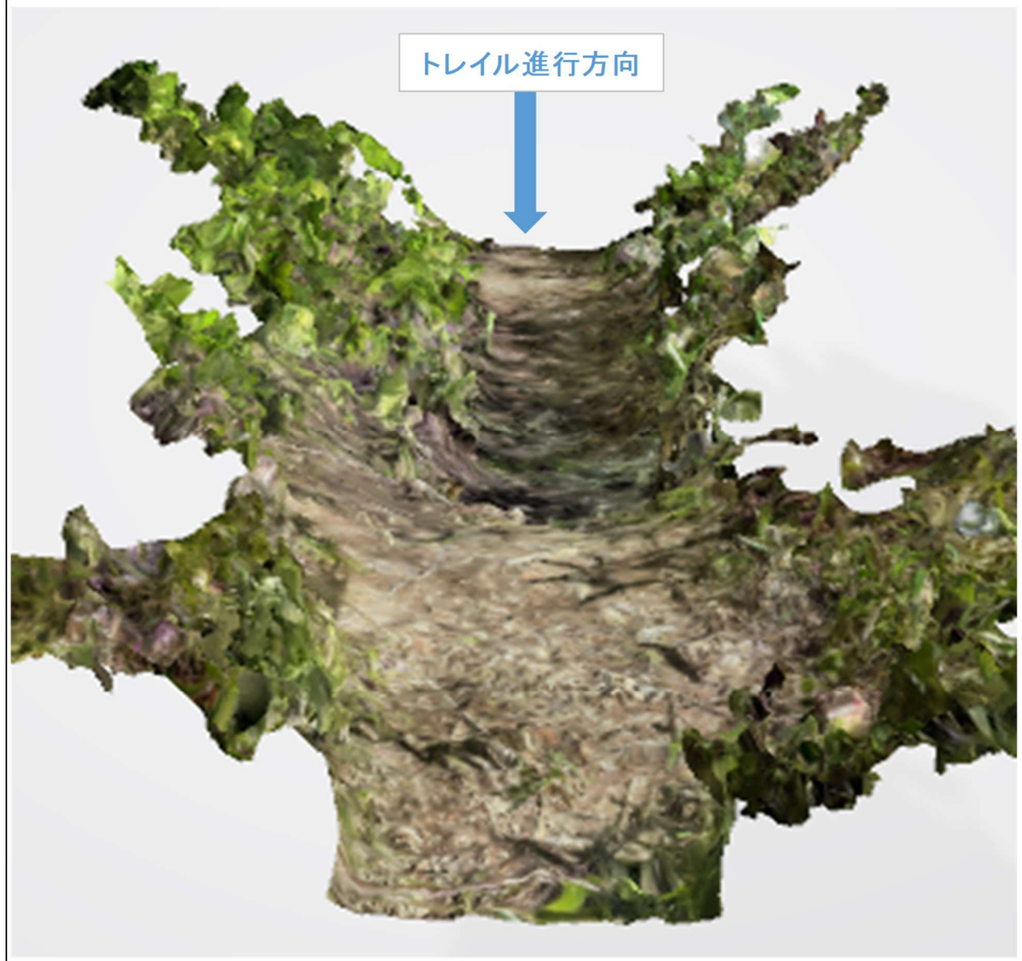
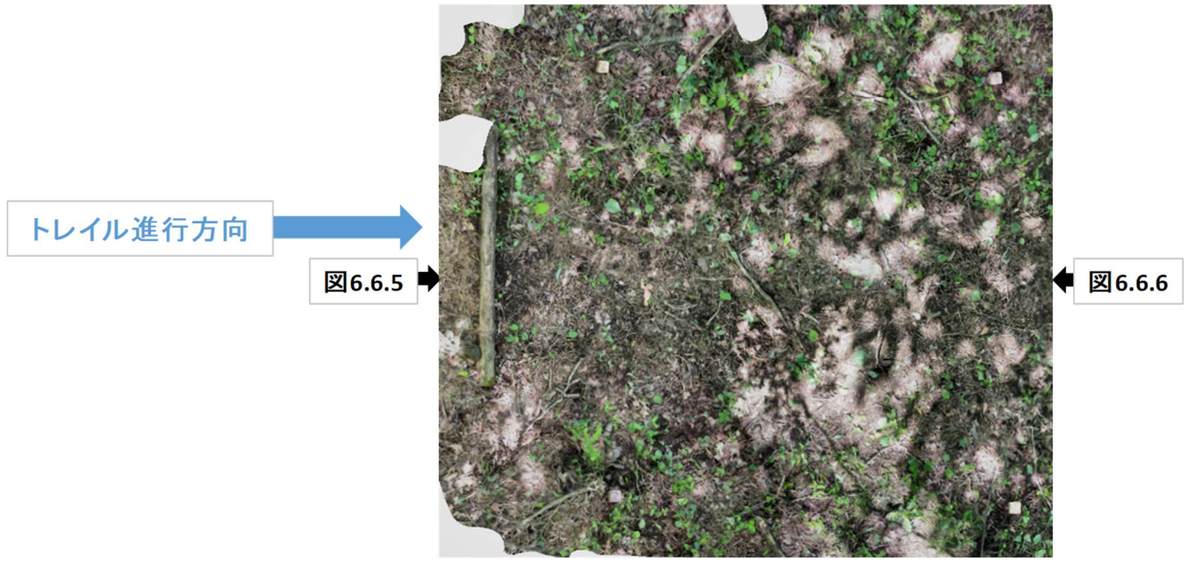
大会前	大会後
	

図 6.6.3　モニタリング地点①　下方の画像

モニタリング地点②(真上)

大会前



大会後

図 6.6.4　モニタリング地点②　真上の画像

モニタリング地点②(上方から)

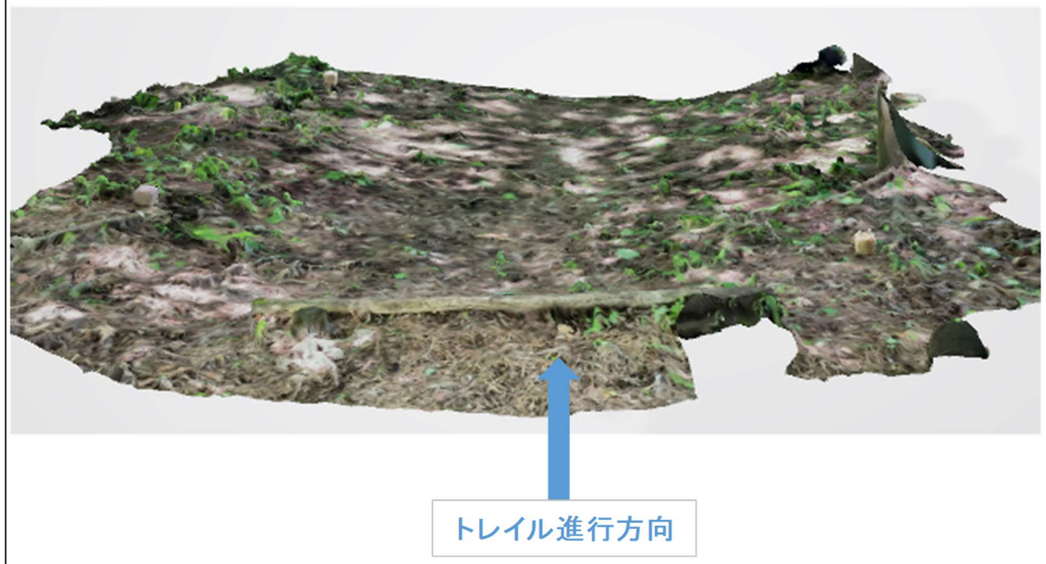
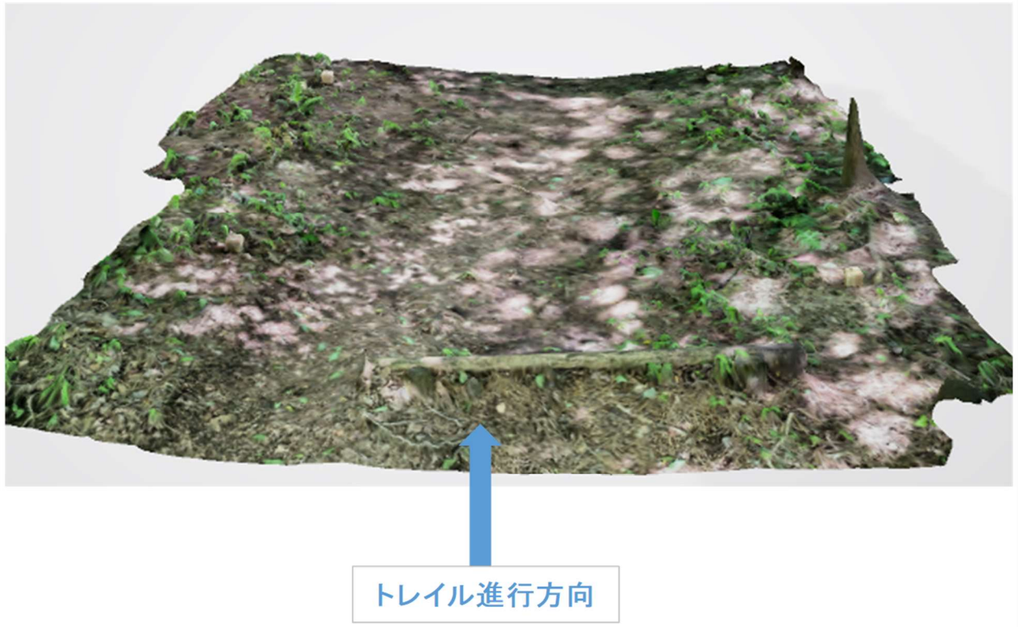
大会前	大会後
	

図 6.6.5　モニタリング地点②　上方の画像

モニタリング地点②(下方から)

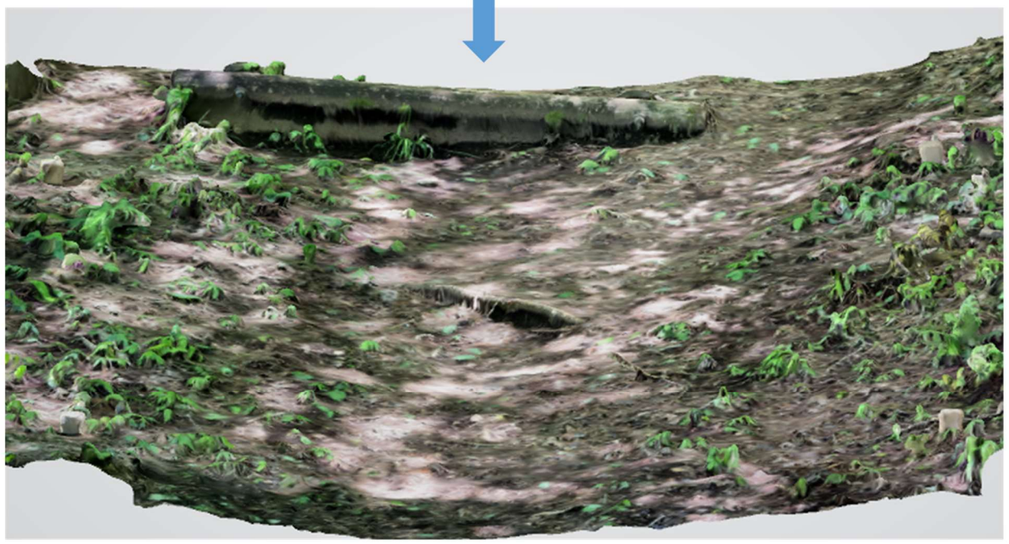
大会前	大会後
	

図 6.6.6　モニタリング地点②　下方の画像

モニタリング地点③(真上)

大会前

トレイル進行方向

図6.6.8

図6.6.9

大会後

トレイル進行方向

図6.6.8

図6.6.9

図 6.6.7　モニタリング地点③　真上の画像

モニタリング地点③(上方から)

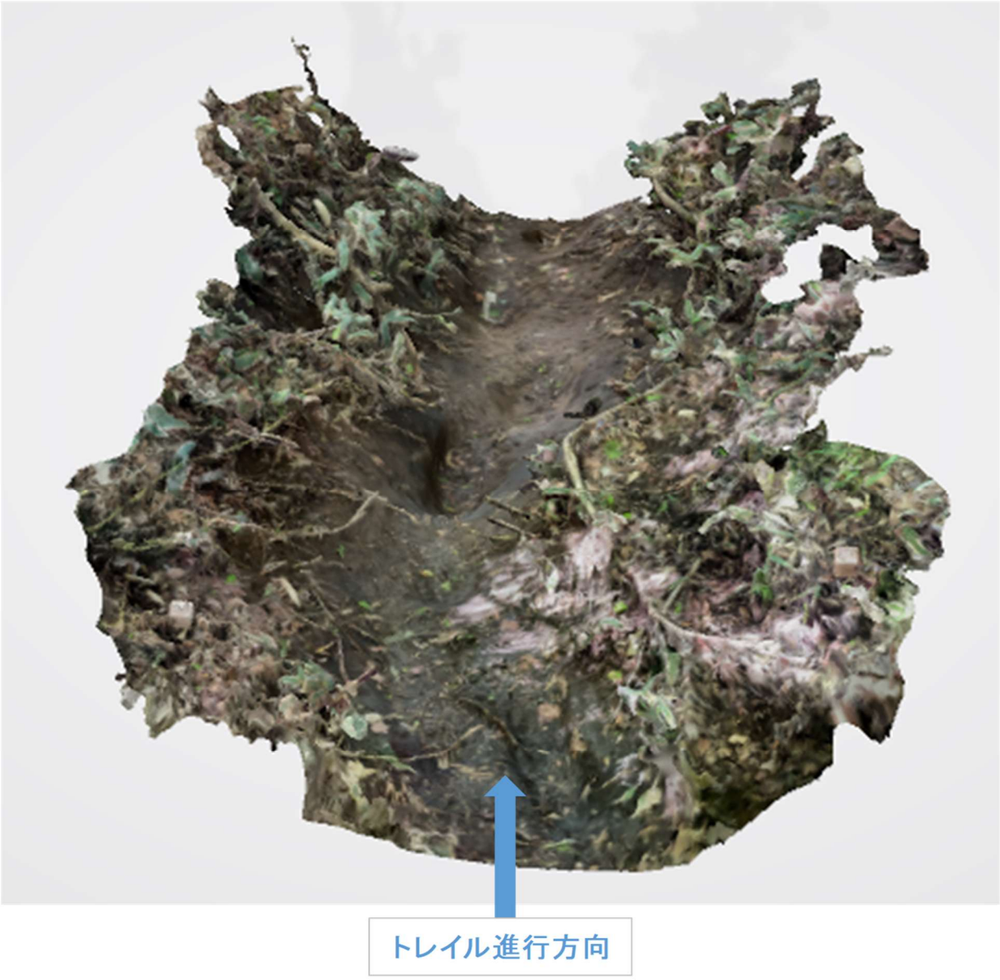
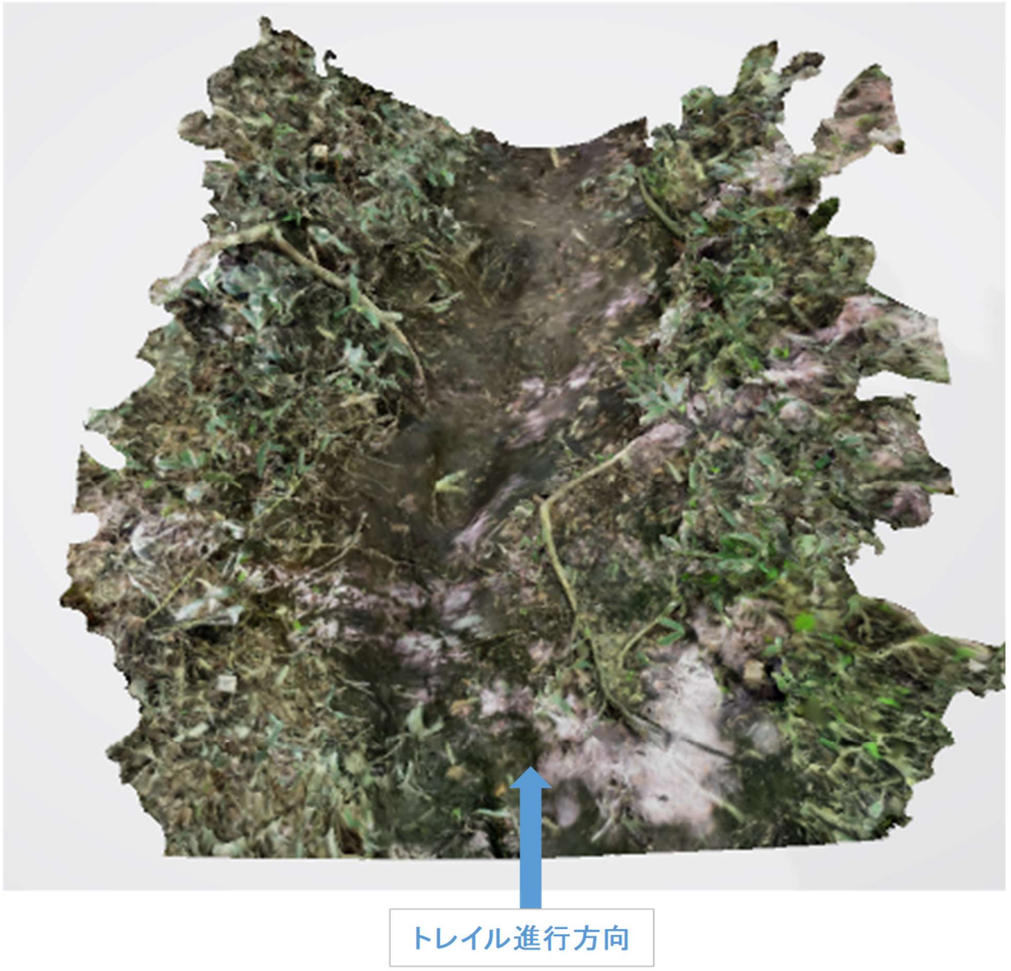
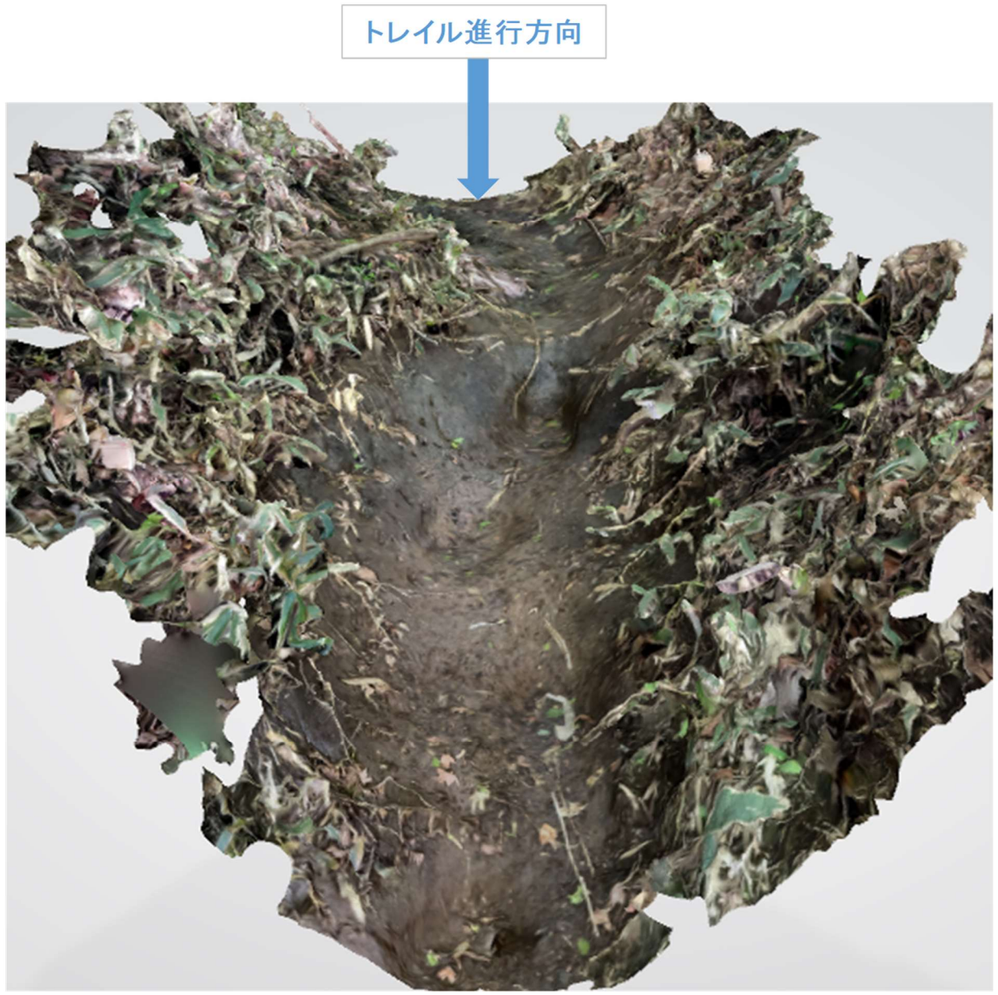
大会前	大会後
	

図 6.6.8　モニタリング地点③　上方の画像

モニタリング地点③(下方から)

大会前



大会後

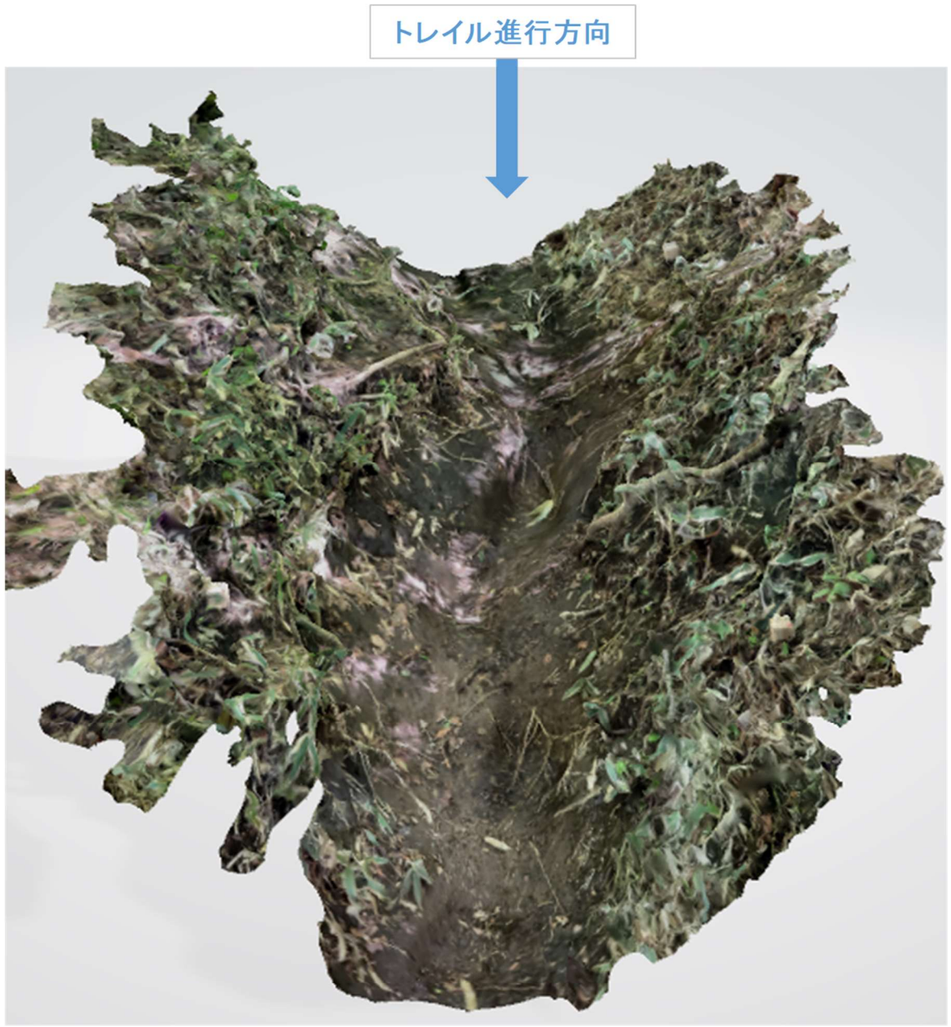


図 6.6.9　モニタリング地点③　下方の画像

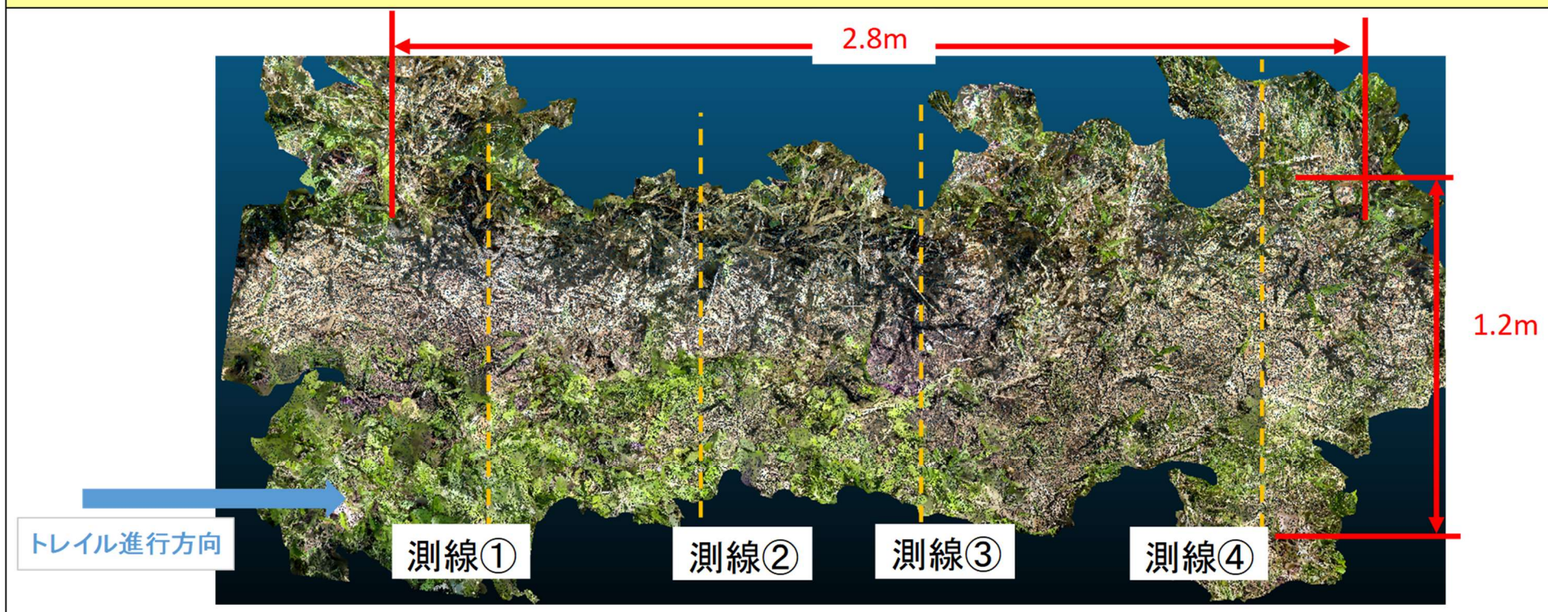
6.7　点群データ加工(解析)

下記には 6.6 項に示した 3D モデルを元に各調査地点の測線①～④に該当する横断図を図 6.7.1～6.7.6 に示す。

地点別　調査結果シート(3Dモデル)	
地点番号	モニタリング地点①
使用機器	iPad Pro 11inch (第3世代)
使用アプリ	Polycam
最大変状(cm)	2.16cm(3Dデータより)

調査位置図

大会前の全体3Dモデル(大会前)



大会前の全体3Dモデル(大会後)

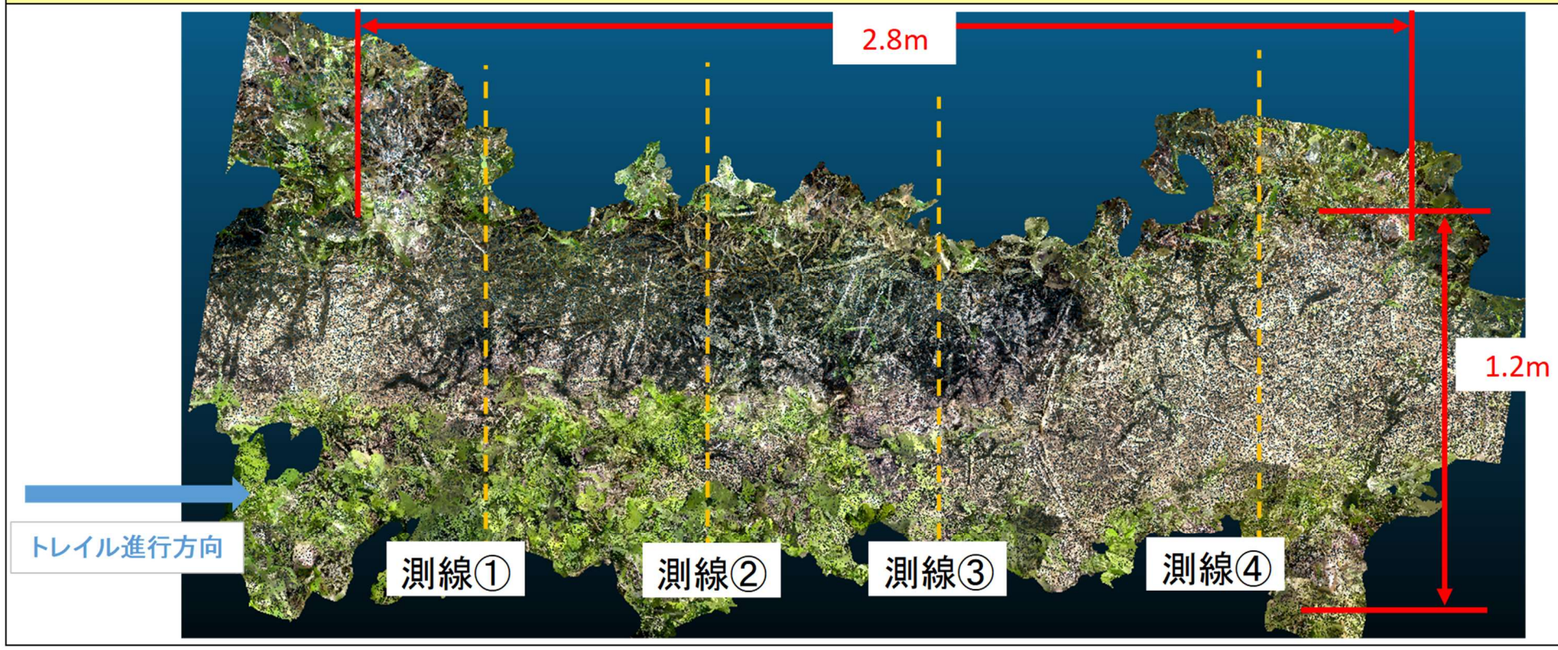
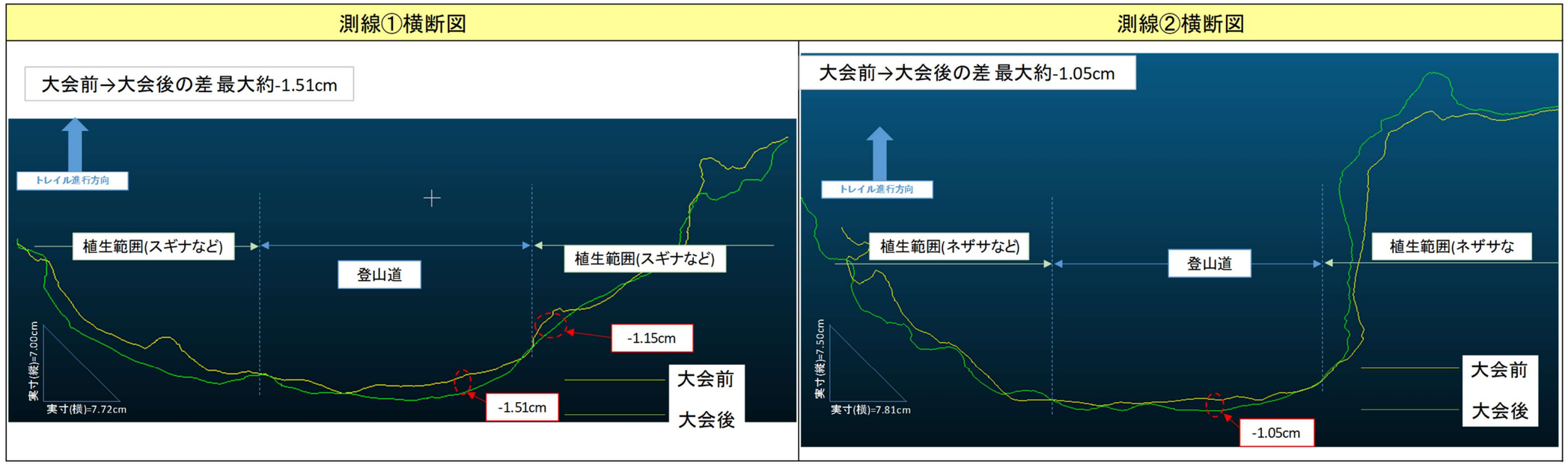


図 6.7.1　モニタリング地点①　3D 解析の測線箇所



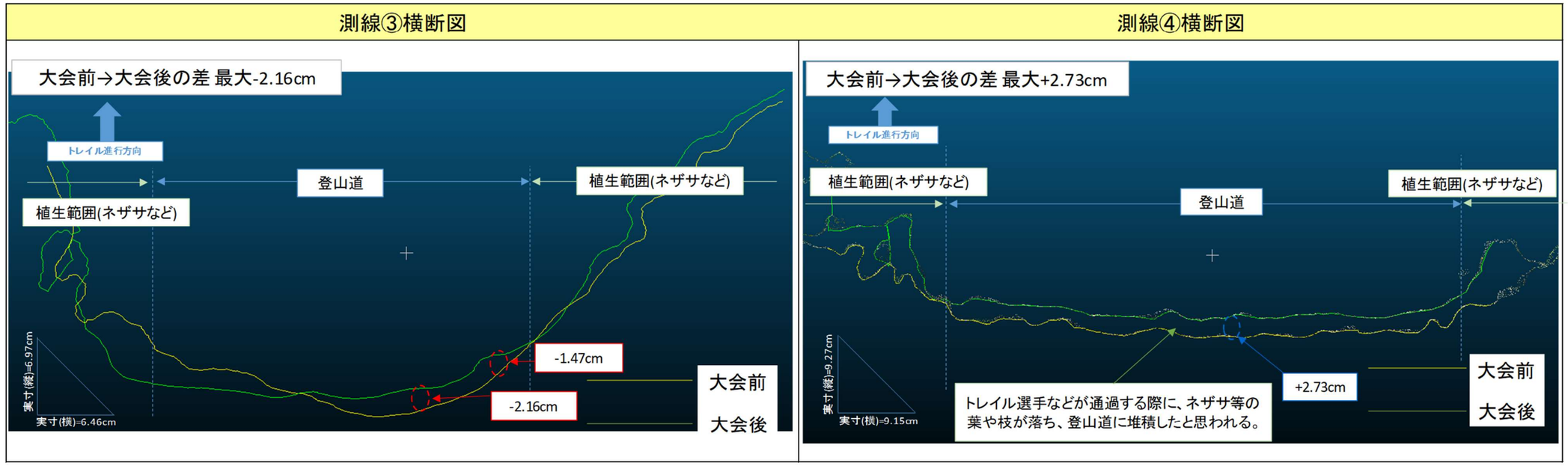
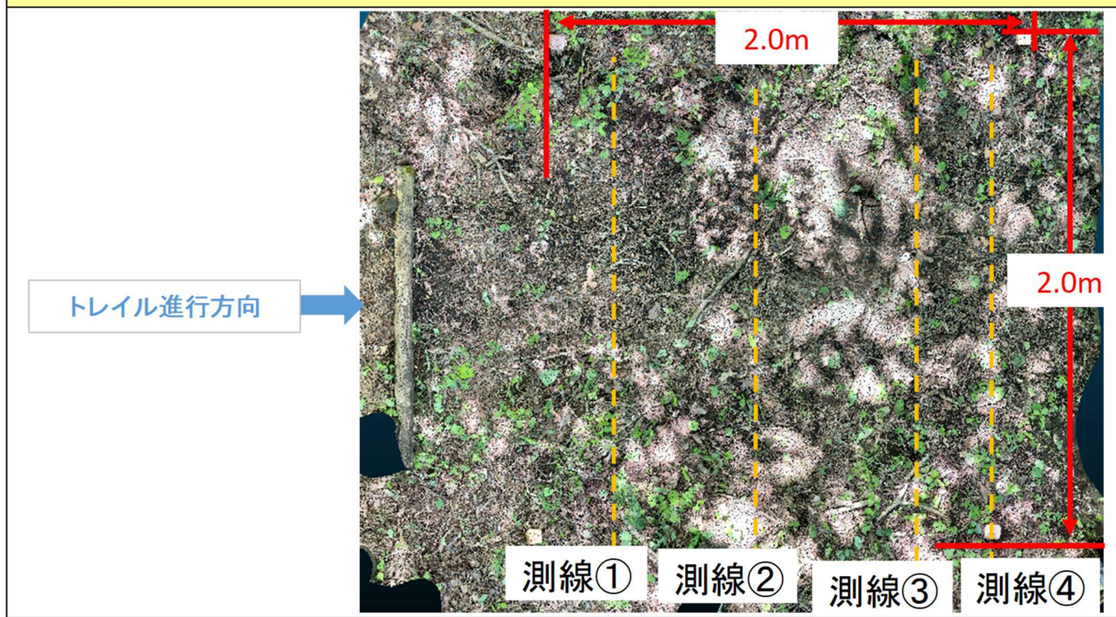


図 6.7.2　モニタリング地点①　3D 解析結果

地点別　調査結果シート(3Dモデル)	
地点番号	モニタリング地点②
使用機器	iPad Pro 11inch (第3世代)
使用アプリ	Polycam
最大変状(cm)	1.78cm(3Dデータより)

調査位置図

大会前の全体3Dモデル(大会前)



大会前の全体3Dモデル(大会後)

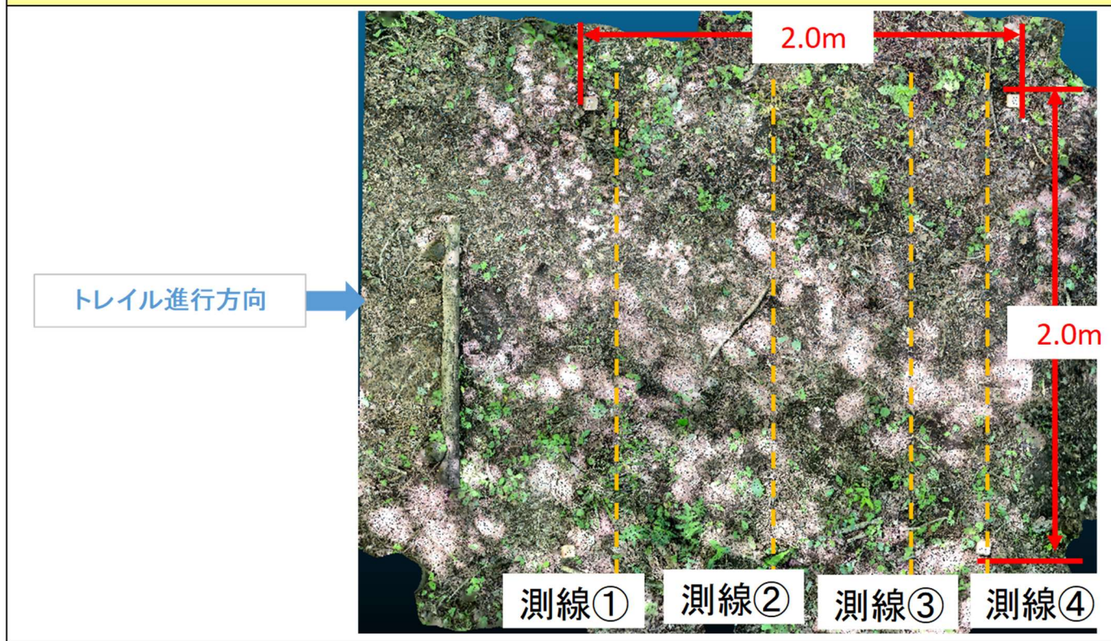
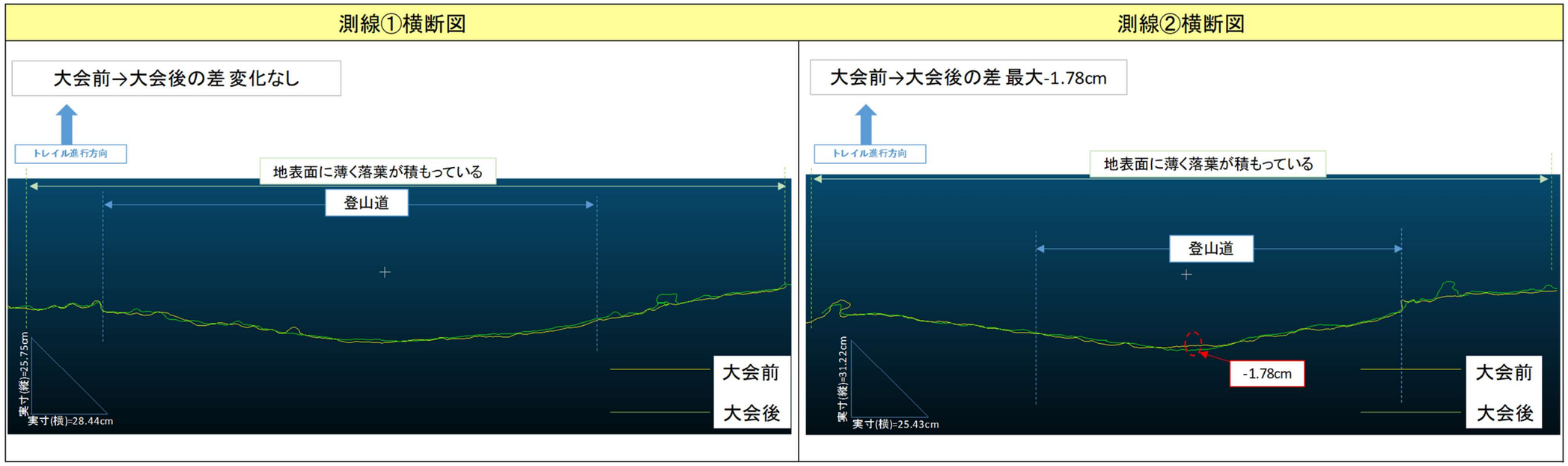


図 6.7.3　モニタリング地点②　3D 解析の測線箇所



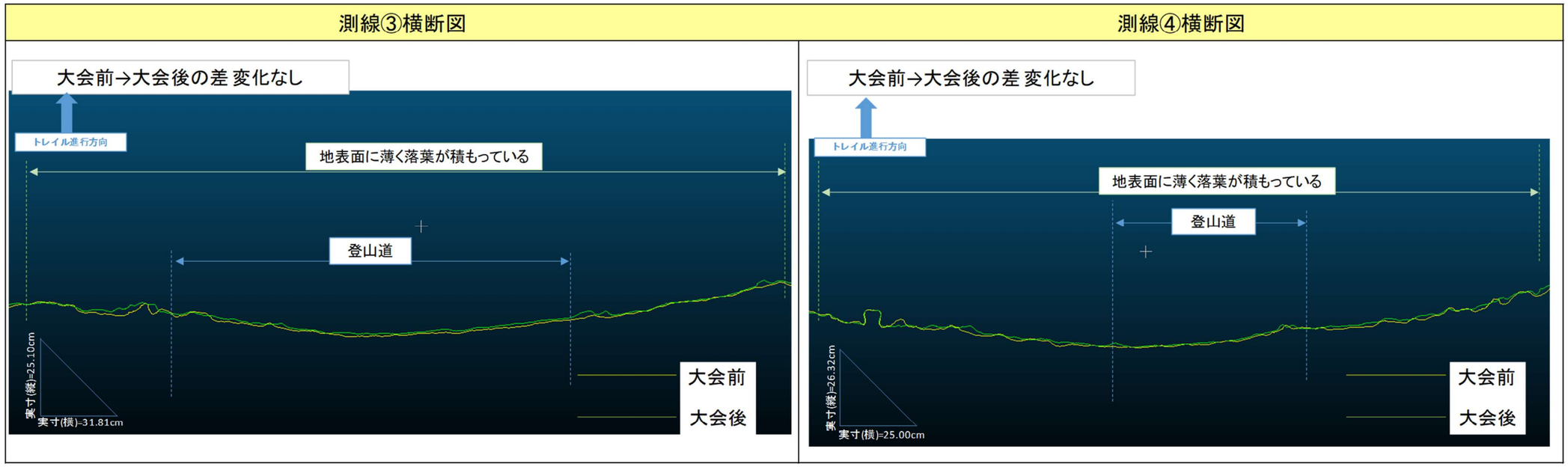
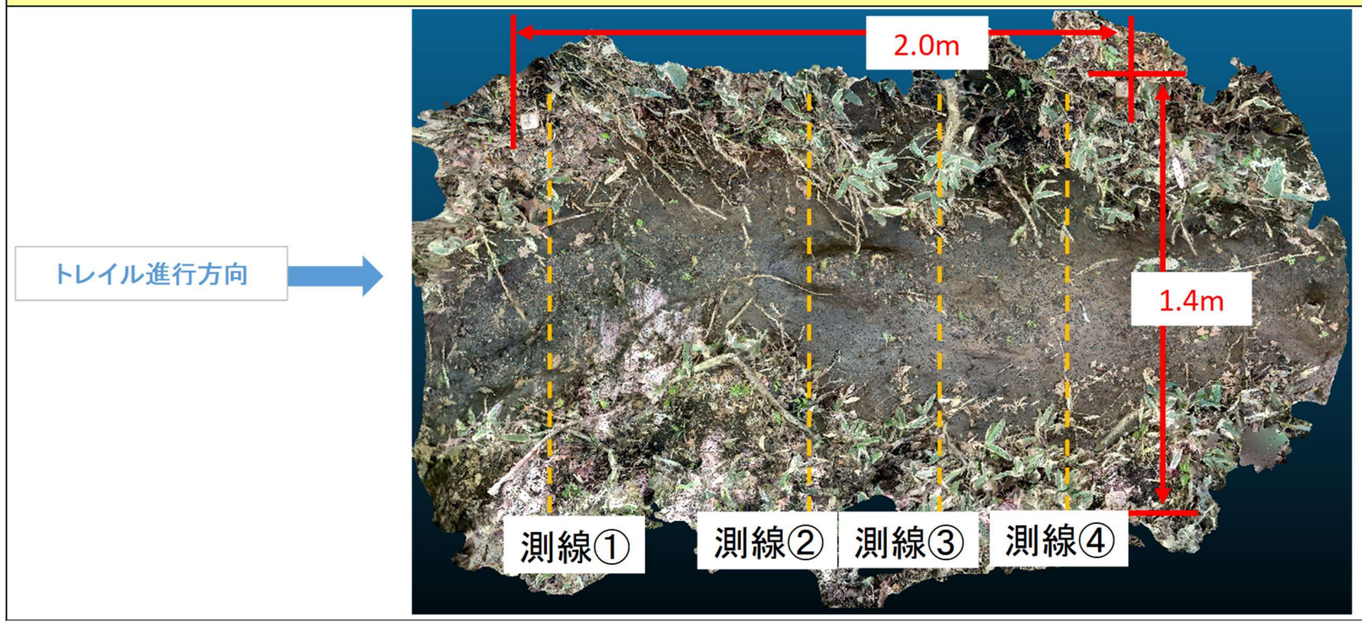


図 6.7.4　モニタリング地点②　3D 解析結果

地点別　調査結果シート(3Dモデル)	
地点番号	モニタリング地点③
使用機器	iPad Pro 11inch (第3世代)
使用アプリ	Polycam
最大変状(cm)	2.34cm(3Dデータより)

調査位置図

大会前の全体3Dモデル(大会前)



大会前の全体3Dモデル(大会後)

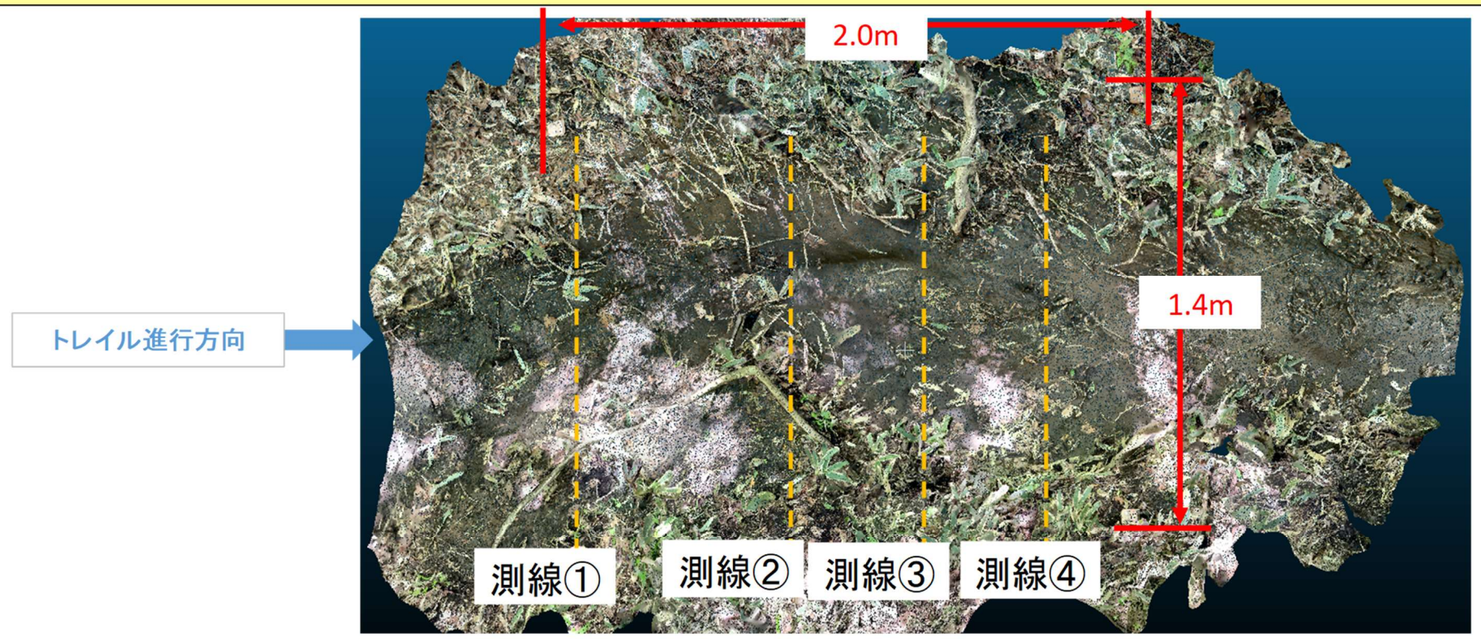
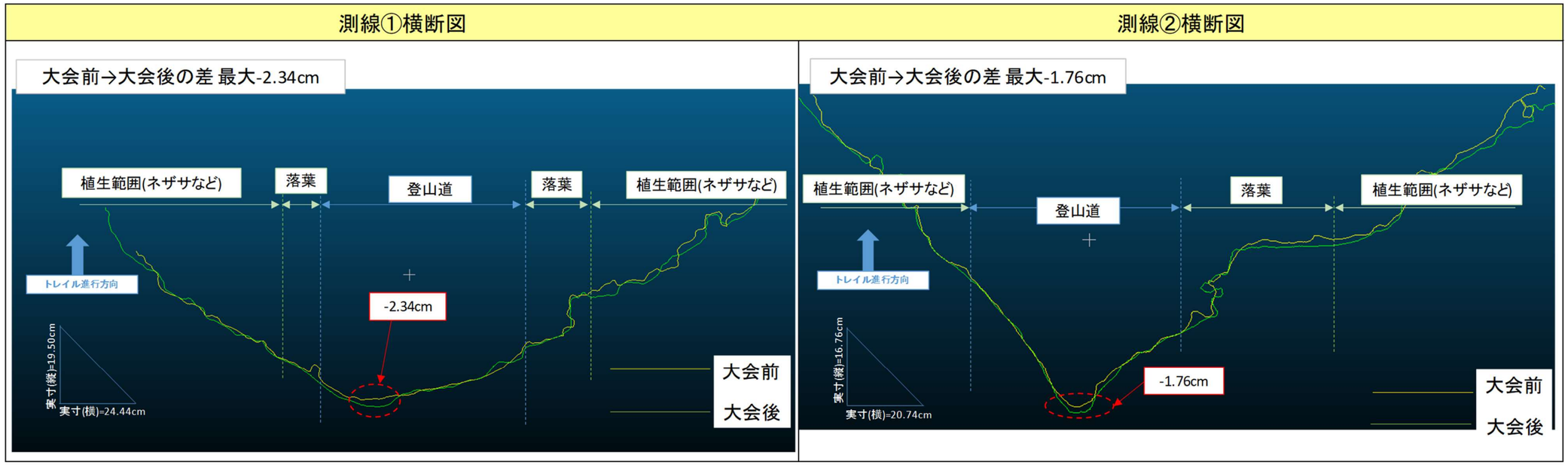


図 6.7.5　モニタリング地点③　3D 解析の測線箇所



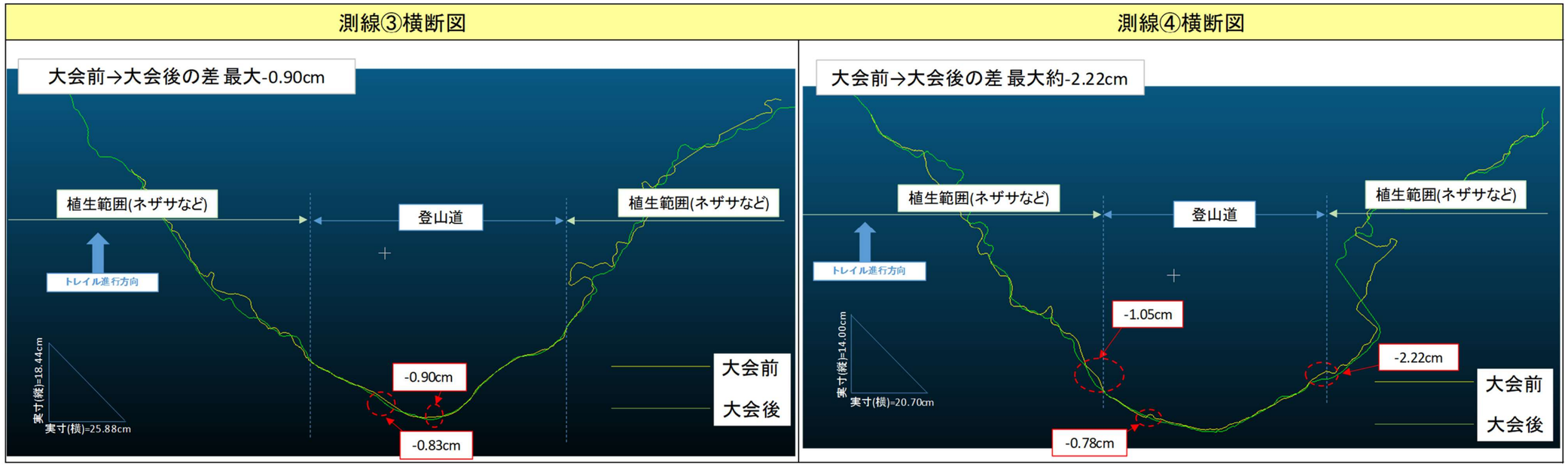


図 6.7.6　モニタリング地点③　3D 解析結果

第７章　まとめ・考察

7.1　各地点に対するまとめ

(1)モニタリング地点①

【土壌硬度】

土壌硬度計の大会前後の測定結果を表 7.1.1 に示す。

モニタリング地点①の大会前後の差は、中心測線の最大 3.3mm である。また、左側測線と右側測線では、変化量がマイナスになっていることから、踏み固められていないことが考えられる。

モニタリング地点①では、左側測線及び右側測線にて植生が認められた。今回の大会では、土壌硬度計より踏み固められなかったと判断されるため、通過者は植生の範囲を通過していないと考えられる。

表 7.1.1　モニタリング地点①における土壌硬度の変化

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
大会前 硬度(mm)	9.0	4.7	13.8	15.0	13.2	15.5	11.0	9.3	9.3
大会後 硬度(mm)	5.3	3.7	8.3	17.0	16.5	16.0	6.5	10.3	8.3
変化(Δmm)後-前	-3.7	-1.0	-5.5	2.0	3.3	0.5	-4.5	1.0	-1.0

【植生被度(落葉も含む)】

植生被度(落葉を含む)は、約 80%→75～80%へと若干の減少が見られる。

植生の変化箇所は、主にネザサを含む胸丈の植物の落葉である。そのため、右側測線及び左側測線の植生の葉っぱが減っている状況が確認された。

【3D スキャニング】

モニタリング地点①の 3D 解析より、大会前後の変化を読み取ることが出来た。

表 7.1.2 より、測線 3 にて最大 2.16cm の変化が認められた。変化の原因としては、地表面が削れたことが原因である。また、測線 4 の+2.73cm は、通過者がネザサ等の植生と接触し落ちた葉が登山道に堆積したことが原因と思われる。このようなことから、測線 3 の地表面は、多少削られているが、約 2cm 程度と極めて軽微であったことが判断される。

表 7.1.2　モニタリング地点①における変化量

モニタリング地点①				
	測線1	測線2	測線3	測線4
変化量(cm)	-1.51	-1.05	-2.16	+2.73

(2)モニタリング地点②

【土壌硬度】
土壌硬度計の大会前後の測定結果を表 7.1.3 に示す。
モニタリング地点②の大会前後の差は、右側測線の最大 0.7mm である。全体的に大きな変化はない。よって、各測線にて平均的に踏圧されたことが判断される。

表 7.1.3　モニタリング地点②における土壌硬度の変化

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
大会前 硬度(mm)	15.7	10.0	10.0	18.7	17.3	15.0	11.3	11.1	5.3
大会後 硬度(mm)	15.3	8.5	9.7	17.8	16.3	15.3	10.0	11.3	6.0
変化(Δmm)後-前	-0.4	-1.5	-0.3	-0.9	-1.0	0.3	-1.3	0.2	0.7

【植生被度(落葉も含む)】
植生被度(落葉も含む)は、約 50%→約 50%と主に落葉が減少している。
モニタリング地点②では、登山道上に植生があまり自生しておらず、大会前では落ち葉が地表面を覆っている状況であった。
大会前と大会後での変化は、土壌硬度測定結果と同様変化は認められなかった。

【3D スキャニング】
モニタリング地点②の 3D 解析より、大会前後の変化を読み取ることが出来た。
表 7.1.4 より、測線 2 にて最大 1.78cm の変化が認められた。変化の原因としては、地表面に堆積した落ち葉等が風等の自然の影響や通過者により払い除けた又はは細分化したのが原因だと考えられる。また、他の測線では変化はない。このことから、大会前後での地表面の変化は極軽微であったと判断される。

表 7.1.4　モニタリング地点②における変化量

モニタリング地点②				
	測線1	測線2	測線3	測線4
変化量(cm)	変化なし	-1.78	変化なし	変化なし

(3)モニタリング地点③

【土壌硬度】
土壌硬度計の大会前後の測定結果を表 7.1.5 に示す。
モニタリング地点③の大会前後の差は、左側測線の最大 0.6mm である。
点番号 5 は大会前よりえぐれが激しい箇所である。しかし、大会当日の降雨により土砂が流入し堆積しているのが認められた。そのため、土壌硬度測定の結果は大会後が緩くなったと考えられる。

表 7.1.5　モニタリング地点③における土壌硬度の変化

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
大会前 硬度(mm)	9.0	8.8	6.2	17.7	18.7	19.8	8.3	11.7	7.3
大会後 硬度(mm)	9.6	9.3	2.2	14.8	19.1	19.1	7.0	7.6	5.7
変化(Δmm)後-前	0.6	0.5	-4.0	-2.9	0.4	-0.7	-1.3	-4.1	-1.6

【植生被度(落葉も含む)】
植生被度(落葉も含む)は、約 70%→約 60%と主に落葉が減少している。
モニタリング地点③では、登山道脇にネザサが自生しているが、登山道上には植生は自生しておらず、大会前では落ち葉が地表面を覆っている状況であった。しかし、大会後では覆っていた落ち葉が細分化や降雨による流出により減少した。

【3D スキャニング】
モニタリング地点③の 3D 解析より、大会前後の変化を読み取ることが出来た。
表 7.1.6 より、測線 1 にて最大 2.34cm の変化が認められた。変化の原因としては、落ち葉の細分化や降雨による土砂の流出が考えられる。

表 7.1.6　モニタリング地点③における変化量

モニタリング地点③				
	測線1	測線2	測線3	測線4
変化量(cm)	-2.34	-1.76	-0.90	-2.22

7.2　考察(各地点のまとめ)

今回実施した各地点におけるモニタリングの結果、大会の前後において登山道には大きな損傷や形状の変化は確認されなかった。

地点①、地点②での微小な変化は、落葉等の払い除けに伴ったものである。一方で地点③の変化は、シューズの踏み込みによる掘削跡であると判断され、変化量は 2cm であった。

土壌硬度測定の結果では、地点①ではトレイルの中心部において硬度の上昇が確認された。後半の地点②と③では降雨の影響の可能性が考えられるが、殆ど変化が見られなかった。また、地点③では、降雨の影響により上部より土砂が流入し、モニタリング地点付近に堆積している箇所が認められた。

主催者の発表による各モニタリング地点の通過者数についてみてみると、地点①では 405 人、地点②では 397 人、地点③では 390 人となっている。大会スタート時における出走者数は 435 人であり、モニタリング地点の通過者は出走者数の 89%以上である。

大会期間の 5 月 11 日～12 日にかけては、阿蘇地方(高森)で 12 日に 29mm の降水量がありコースコンディションは良好ではなかった。このような降雨は、トレイルに悪影響を及ぼす最大の要因となる。また、草地に広く分布する黒ボクは含水によって著しく強度低下を起こす特殊土であることが知られている。しかし、各モニタリング地点で観察や測定を行った結果は、損傷や変化は極めて軽微であった。これは、12 日の降雨がイベント終了時刻に近く、影響が少なかったためと考えられる。

今後は、降雨の時間雨量と通過者の関係性について考察する必要もある。

第 8 章　今後の課題及び 2023 年大会との比較

今回のモニタリングでは、大会 2 日目にて降雨があったもののモニタリング地点に大きな変化は確認されなかった。

この様な結果となった理由としては、大会開始前より測定地点の地表面が締め固まっていたことが起因していると考えられる。表 8.1.1 と表 8.1.2 は、ASO VOLCANO TRAIL2023 と今回の大会の結果を比べた内容であり、今回の地点②と③は前回の地点②と③に該当している個所となる。

表 8.1.1　モニタリング地点②における土壌硬度の変化(大会前)

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
前回 硬度(mm)	2.0	6.0	2.0	11.5	12.0	11.0	7.0	9.0	6.0
今回 硬度(mm)	15.7	10.0	10.0	18.7	17.3	15.0	11.3	11.1	5.3

表 8.1.2　モニタリング地点③における土壌硬度の変化(大会前)

土壌硬度測定	左側測線			中心測線			右側測線		
点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
前回 硬度(mm)	9.0	2.0	9.5	14.5	17.5	17.0	3.0	6.5	3.0
今回 硬度(mm)	9.6	9.3	2.2	14.8	19.1	19.1	7.0	7.6	5.7

両表より、土壌硬度測定結果の値が前回(2023 年)より大きい値となっている。

この様に、大会前の土壌硬度測定結果の「大きさ」の違いが変化の度合いに影響を与えている可能性がある。なお、前回(2023 年)に比べ締め固まっている理由として、登山者による踏圧等の影響も考えられる。

一方、地点③の一部では、モニタリング地点以外の箇所からの土砂の流入(写真 8.1.1)が認められた。

写真 8.1.1 モニタリング地点③の周辺状況-大会後

写真 8.1.1 は、元々赤褐色(赤ボク)の地表面だったが大会二日目の雨の影響により、黒色の土(黒ボク)が流入している。このように、降雨と通過者の影響により地表面の土が削られ下部

へ流され登山道に堆積したと思われる。

よって、300 人以上の通過者と雨の条件が整った場合には、写真 8.1.1 の様な登山道では、流出や堆積が起こりやすいと思われる。また、写真 8.1.2 では降雨の影響と思われるぬかるみ跡も認められた。

写真 8.1.2 モニタリング地点③の周辺状況-大会後

このようなことから、気象、場所、通過者人数等によりコースへの影響が異なると考えられる。そのため、影響状況及び登山道の特徴把握のために、今後のモニタリング調査では継続観察とともに新規箇所での調査も推奨される。

また、今後はこのように蓄積されたデータを元に、損傷に備えた復旧方法(例えば近自然工法の導入)や管理方法や新たなモニタリング地点の選定について検討していく必要がある。

以上.

モニタリング地点測定状況写真

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月9日
測定箇所
大会前

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月9日
測定範囲
大会前

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月9日
土壌硬度測定
大会前

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月9日
LIDAR撮影
大会前

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月14日
測定箇所
大会後

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月14日
土壌硬度測定
大会後

現地測定状況
モニタリング地点①
2024年5月14日
LIDAR撮影
大会後

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月9日
測定箇所
大会前

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月9日
測定範囲
大会前

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月9日
土壌硬度測定
大会前

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月9日
LIDAR撮影
大会前

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月14日
測定箇所
大会後

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月14日
土壌硬度測定
大会後

現地測定状況
モニタリング地点②
2024年5月14日
LIDAR撮影
大会後

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月9日
測定箇所
大会前

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月9日
測定範囲
大会前

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月9日
土壌硬度測定
大会前

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月9日
LIDAR撮影
大会前

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月14日
測定箇所
大会後

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月14日
土壌硬度測定
大会後

現地測定状況
モニタリング地点③
2024年5月14日
LIDAR撮影
大会後