

RA2015-5

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 九州旅客鉄道株式会社 指宿枕崎線 薩摩今和泉駅～生見駅間
列車脱線事故

II 東日本旅客鉄道株式会社 中央線 相模湖駅構内 列車脱線事故

平成27年7月30日

本報告書の調査は、本件鉄道事故に関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、鉄道事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会
委員長 後藤 昇 弘

《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

I 九州旅客鉄道株式会社 指宿枕崎線
薩摩今和泉駅～生見駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：九州旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成26年6月21日 11時07分ごろ

発生場所：鹿児島県指宿市

指宿枕崎線 薩摩今和泉駅～生見駅間（単線）

鹿児島中央駅起点 37k250m付近

平成27年6月29日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	松本陽（部会長）
委員	横山茂
委員	石川敏行
委員	富井規雄
委員	岡村美好

要旨

<概要>

九州旅客鉄道株式会社の指宿枕崎線指宿駅発鹿児島中央駅行き2両編成ワンマン運転の上り特通気第3072D列車は、平成26年6月21日、薩摩今和泉駅を定刻（11時06分）に通過した。その後列車の運転士は、速度約50km/hで力行運転中、約60m先に線路内を支障している木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを使用した。が、列車は木及び土砂に乗り上げて脱線した。

その後の調査の結果、1両目の前台車全2軸が右側に脱線していた。なお、1両目後台車及び2両目の輪軸は脱線していなかった。

列車には、乗客44名及び乗務員3名（運転士1名、客室乗務員2名）が乗車しており、乗客16名（重傷3名、軽傷13名）及び客室乗務員2名（軽傷2名）が負傷した。

<原因>

本事故は、線路左側の切土斜面が崩壊したため、線路内に木及び土砂が流入し、列車が木に衝突するとともに木及び堆積した土砂に乗り上げて脱線したことにより発生したものと推定される。

斜面が崩壊したのは、崩壊した斜面の地形、地質の状況に加えて、当該箇所は切土斜面における地山の経年劣化により力学的な緩みが進行し、斜面の安定度が限界に近い状態であったところに、最大時雨量39mm、連続降雨量100mmの降雨により土の重量が増加したことによる可能性があると考えられる。

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

九州旅客鉄道株式会社の指宿枕崎線指宿駅発鹿児島中央駅行き2両編成ワンマン運転の上り特通気第3072D列車は、平成26年6月21日（土）、薩摩今和泉駅を定刻（11時06分）に通過した。その後列車の運転士は、速度約50km/hで力行運転中、約60m先に線路内を支障している木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを使用した。列車は木及び土砂に乗り上げて脱線した。

その後の調査の結果、1両目の前台車全2軸が右側（前後左右は列車の進行方向を基準とする。）に脱線していた。なお、1両目後台車及び2両目の輪軸は脱線していなかった。

列車には、乗客44名及び乗務員3名（運転士1名、客室乗務員2名）が乗車しており、乗客16名（重傷3名、軽傷13名）及び客室乗務員2名（軽傷2名）が負傷した。

1.2 鉄道事故調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成26年6月21日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の鉄道事故調査官を指名した。

九州運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

平成26年 6 月 21 日	現場調査
平成26年 6 月 22 日	現場調査及び口述聴取
平成26年 6 月 23 日	現場調査及び車両調査

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 事実情報

2.1 運行の経過

事故に至るまでの経過は、九州旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の指宿枕崎線指宿駅発鹿児島中央駅行き2両編成の特通気第3072D列車（指宿のたま

て箱2号。以下「本件列車」という。)の運転士(以下「本件運転士」という。)及び2名の客室乗務員の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

事故当日は、8時30分ごろに出勤して点呼を受けた。点呼では、当日は朝方に雨がひどかったため、ブレーキ距離が延びるので停車時のブレーキに注意するようにとの指示を受けた。また、列車のダイヤに乱れが生じていたため、所定の行路ではなく、鹿児島中央駅発指宿駅行き3071D列車(指宿のたまて箱1号。以下「1号列車」という。)に便乗して指宿駅まで行くように指示を受けた。

1号列車は、鹿児島中央駅を9時58分(定刻)に出発し、10時48分(定刻)に指宿駅に到着した。朝方は、指宿付近で徐行の規制がかかっていたと聞いていたが、1号列車が走行する時間には、鹿児島中央駅から指宿駅までの区間に運転規制はかかっていた。また、走行中は運転台の助手側にいたが、事故現場付近を走行した時、線路に異状を感じることはなかった。

その後、折り返して本件列車となり、乗務を開始した。本件列車は10時56分(定刻)に指宿駅を出発し、薩摩今和泉駅(鹿児島中央駅起点37k880m、以下「鹿児島中央駅起点」は省略する。)を11時06分(定刻)ごろに通過して、曲線が続く区間を速度50km/h(制限速度は55km/h)で走行中、約60m先の線路内に、線路全体を覆うように大きな木があるのに気付いた。直ちに非常ブレーキを使用した。間に合わず、本件列車は木に衝突して停止した。

その後は、輸送指令へ列車の停止位置などの現場の状況報告や、客室乗務員と協力して乗客のけがの状態の確認等をした。また、救急隊や工務センターの方が到着してからは乗客の避難誘導をし、車内に人が残っていないことを確認してから自分も避難をした。

なお、指宿駅を出発してから現場までの間の走行中には、特に車両に異状を感じることはなく、また途中の線路上にも落石等はなかった。

(2) 客室乗務員

事故当日は、9時02分に出勤し、1号列車から乗務を開始した。1号列車は、鹿児島中央駅を定刻の9時58分に出発して、遅れることもなく指宿駅に到着した。走行中に違和感はなかった。

指宿駅で本件列車の乗務を開始し、客室内でのワゴンサービスと沿線のご案内に分かれて業務をしていた。

1両目でワゴンサービス、2両目で沿線のご案内をしていたところ、指宿商業高校が見えた辺りを走行中に、急ブレーキがかかり本件列車が停止した。本件列車が急に停止したため倒れ込んだが、1両目車両の前方に倒れてきている

木や土砂が見えたので、すぐに乗客が無事であるかを確認した。その後、客室乗務員2人で連携して、乗客に簡単な状況説明をしながら各車両のけが人の数と状態を確認し、けがをされた乗客には車内にある保冷剤等を配るなどした。

その後、本件運転士から救急車を手配したとの連絡があったため、再度乗客のけがの状態を確認していた時、2回落石があり、1両目の車両に石がぶつかったため、1両目の乗客を2両目に避難させた。

その後、救急隊が到着してからは、避難誘導の手伝いと乗客への声掛けをし、乗客が全員避難したことを確認してから自分たちも避難をした。

本件列車には、運転状況を記録する装置は装備されていない。

なお、本事故の発生時刻は、乗務員の口述を総合すると、本件列車が薩摩今和泉駅を11時06分（定刻）ごろに通過後の、11時07分ごろであったものと推定される。（付図1 指宿枕崎線路線図、付図2 事故現場付近の地形図 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

本件列車に乗車していた乗客44名及び乗員3名のうち、18名が負傷した。負傷の程度は次のとおりである。

乗客	重傷	3名
	軽傷	13名
客室乗務員	軽傷	2名

2.3 鉄道施設及び車両等に関する情報

2.3.1 事故現場に関する情報

(1) 線形

事故現場である指宿枕崎線の薩摩今和泉駅～生見駅間は、鹿児島中央駅方面に向けて薩摩今和泉駅（37k880m）を出発すると、6つの半径200mの曲線が連続する線形であり、曲線の内軌側には脱線防止ガードが設置されている。本件列車の進行方向に対しては、37k671m～37k557mが左曲線、37k544m～37k219mが右曲線、37k198m～36k969mが左曲線のように続いている。また、本件列車の進行方向に対して、25‰の上り勾配である。

(2) 脱線の状況

本件列車の停止位置は、1両目車両の先頭が37k243m、2両目車両の後部が37k286mであり、1両目車両の前台車全2軸が、木及び土砂に乗り上げて右側に脱線していた。なお、1両目車両の停止位置の右側には

露岩があるが、車両との接触はなかった。

(3) 事故現場の状況

本件列車が停止した位置の左側の斜面が37k255m～37k245m付近で幅約10mにわたって崩壊し（以下崩壊した部分の斜面を「本件斜面」という。）、木及び土砂が37k260m付近から鹿児島中央駅方面へ約21mの距離にわたって線路上に流入していた。

(4) その他の情報

事故現場付近の斜面のうち、37k243m～37k209mまでは、2.7.3 に後述する過去に発生した斜面崩壊の対策として、平成17年度に吹付け格子砕工及び吹付けコンクリート工が施工されている。また、37k350m～37k294mまでは、計画的に実施している対策工として、平成17年度に落石防護網工らくせきぼうごもうこうが施工されている。なお、今回崩壊した斜面は同社の管理用地であった。

(付図3 事故現場の略図、付図4 事故現場の略図（航空写真）、写真1 事故現場の状況（事故当日）、写真2 事故現場の状況（道路脇の樹木伐採後）、写真3 事故前後の現場の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設

(1) 指宿枕崎線の概要

指宿枕崎線（鹿児島中央駅～枕崎駅間）は、営業キロが87.8kmの単線の非電化線区であり、軌間は1,067mmである。

(2) 信号保安設備

閉そく方式は、特殊自動閉そく式（軌道回路検知方式）^{*1}である。

(3) 軌道構造

事故現場付近の軌道構造は、50kgNレールを使用し、まくらぎは25m当たり39本、道床の種類は砕石で厚さは200mmである。

(4) 軌道の検査

事故現場付近の軌道に関する事故前直近及び事故後の検査記録には、異常は見られなかった。

^{*1} 「特殊自動閉そく式（軌道回路検知方式）」とは、停車場構内に軌道回路を設け、停車場間については1閉そく区間としてその両端にそれぞれ2種類の列車検知用軌道回路を設けることで、列車の進入出を検知して信号現示を自動的に制御する閉そく方式のことをいう。単線区間に適用される。

2.3.3 車両

(1) 車両の概要

車種 内燃動車（ディーゼル動車）

編成両数 2両

記号番号



	キハ47-9079	キハ47-8060
空車重量*2	36.3 t	37.9 t
定員	81人	91人
座席定員	29人	31人
最大寸法	21,300mm×2,990mm×4,063mm	21,300mm×2,990mm×4,063mm
車両床下高さ	1,252 mm	1,252 mm
スカート高さ	425 mm	425 mm

(2) 車両の検査

本件列車の車両の定期検査の記録には、異常は見られなかった。

(3) 車両の損傷及び痕跡等の状況

本事故後に本件列車の車両を確認したところ、1両目車両に損傷が見られた。

1両目車両の主な損傷状況は、次のとおりであった。

- ・車両の床下機器については、ATS車上子や冷却水管は変形し、除湿装置、送風機及び空気清浄器等は破損していた。
- ・車体の前面については、助手席側の前面角部は陥没していた。また、運転席前面ガラスや後部標識灯レンズは割れ、貫通戸は破損していた。
- ・前台車については、左右の排障器は変形し、可変減衰上下動ダンパは破損していた。

(付図5 1両目車両の主な損傷状況（床下機器）、付図6 1両目車両の主な損傷状況（車体前面及び前台車） 参照)

2.4 乗務員等に関する情報

列車運転士 男性28歳

*2 [単位換算] 1t=1000kg(重量)、1kg(重量) : 1kgf、1kgf : 9.8N

2.5 本件斜面に関する情報

2.5.1 本件斜面付近の地形の状況

崩壊した本件斜面は、薩摩半島南東部の鹿児島湾に面した北東向きの斜面で、周辺の地形は、火砕流の堆積により形成された台地が大小の谷により開析^{*3}され、比較的急傾斜の斜面が台地を囲んでいる。また、本件斜面は尾根状の地形の側面にあたるが、尾根の頂部の幅は数mと狭く、かつ斜面の勾配は約60°と急傾斜（いわゆる、やせ尾根）である。本件斜面の植生は、直径約50～150mmの灌木^{かんぼく}が分布している。なお、崩壊発生箇所周辺は、切土してから約80年が経過している。

本件斜面の上方には、尾根部に沿うように幅2.5mの水路が施工されており、この水路は本件斜面から薩摩今和泉駅方の縦下水^{たてげすい}に連続している。

2.5.2 斜面の維持管理に関する情報

(1) 斜面の定期検査等

斜面（鉄道構造物）の検査については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が九州運輸局長に届け出ている実施基準の一部である施設設備実施基準及び同社の社内規程である在来線構造物検査要領に定められており、2年ごとに通常全般検査を実施し、詳細な検査が必要な場合は個別検査を実施することとされている。この検査結果に基づき、必要により監視、補修・補強、改築・取替等の措置を計画的に行うこととされている。

通常全般検査の検査方法は目視を基本とし、「鉄道構造物等維持管理標準^{*4}・同解説（構造物編）土構造物（盛土・切土）（平成19年1月）」^{*5}に基づき、変状の種類、程度及び進行性等に関する調査の結果を表1に示す構造物の状態と健全度の判定区分（A、B、C、S）により、健全度の判定及び措置等を行うこととされている。

^{*3} 「開析」とは、台地状の地形が川などによって浸食され、数多くの谷が刻まれることをいう。

^{*4} 「鉄道構造物等維持管理標準」とは、国土交通省鉄道局が、鉄道の安全をいかに維持するかという観点から軌道・鉄道土木構造物の検査のあり方を検討し、鉄道事業者の実務担当者が理解しやすい標準的な維持管理の手法としてとりまとめたものをいう。

^{*5} 「鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）土構造物（盛土・切土）（平成19年1月）」とは、鉄道総合技術研究所が、これまでの調査研究で得られたデータの蓄積を活用して検査実務の一助となるように鉄道構造物等維持管理標準に解説を加えて刊行したものをいう。

表1 構造物の状態と健全度の判定区分

健全度	構造物の状態	措置等	
A	運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす、またはそのおそれのある変状等があるもの	措置等	
	AA 運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす変状等があり、緊急に措置を必要とするもの		緊急に措置
	A1 進行している変状等があり、構造物の性能が低下しつつあるもの、または、大雨、出水、地震等により、構造物の性能を失うおそれのあるもの		早急に措置
	A2 変状等があり、将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの		必要な時期に措置
B	将来、健全度Aになるおそれのある変状等があるもの	必要に応じて監視等の措置	
C	軽微な変状等があるもの	次回検査時に必要に応じて重点的に調査	
S	健全なもの	なし	

(2) 気象異常時の要注意箇所

同社では、社内規程である線路等災害警備基準（規程）に基づいて、降雨、地震、風に分類して気象異常時に予想される災害とその規模を考慮した警備計画を策定し、災害警備時の点検等の対象とする要注意箇所を指定している。

同社によると、切土斜面においては、下記の「切土における要注意箇所の対象とする条件」に該当する箇所を参考に降雨時の要注意箇所を指定し、斜面の検査等により把握した現地の状況等に応じて随時、要注意箇所の見直しを行っているとのことであるが、本件斜面はこれらに該当しないことから要注意箇所に指定していなかった。

（切土における要注意箇所の対象とする条件）

- ・過去に倒壊し、なお恐れのある箇所
- ・地質不良又は亀裂の多いのり面で、山上からの流下水の多い箇所
- ・大河川がのり尻を洗い、洗掘される恐れのある箇所

2.5.3 本件斜面に関する状況

(1) 本件斜面の検査結果

本件斜面を含む事故現場付近（37k370m～36k961m）の直近の通常全般検査は平成25年1月28日に行われており、検査により37k265m～37k255mの区間において「岩目の拡大」が確認されたため、

表1に示した健全度は「B」と判定した。そのため、同社によると、今後の通常全般検査時にも継続して目視等により岩目の変状の状況や進行性を確認する措置を取ることとしていたとのことであった。なお、検査の記録には、検査時に健全度「B」と判定した箇所では撮影され、図1に示す「岩目の拡大」の状態が分かる写真も一緒に記録・保管されていた。



37k265m～37k260m 付近（進行方向左側）

図1 通常全般検査（平成25年1月28日）記録写真

(2) 本件斜面の地質

同社は、本件斜面の地質を把握するために、事故後にボーリング調査を実施した。同社から提出されたボーリング調査の結果をまとめた資料（付図7 本件斜面の地質断面図 参照）によると、本件斜面及び崩壊した箇所の地質は次のとおりであった。

- ・ 本件斜面の地質は、下方から溶結凝灰岩、火砕流堆積物、風化火砕流堆積物、ローム、固結火山灰、降下軽石、シラス、風化シラスからなる。
- ・ 崩壊した箇所の大部分は、火砕流堆積物と風化火砕流堆積物の層であると考えられる。
- ・ 崩壊面で見られた地山^{*6}では、溶結や風化の程度が異なる火砕流堆積物、火山灰質土（ローム層、固結火山灰層）が成層構造を呈していると推定される。

^{*6} 「地山」とは、土工・トンネル工事を行うに当たって対象とする自然のままの地盤をいう。

(3) 事故後の調査における本件斜面の状況

事故後の本件斜面の状況については、同社から提出された資料及び事故後に撮影された写真によると、概略次のとおりであった。

- ・ 6月22日～23日に同社が本件斜面を調査（以下「同調査」という。）した際、溶結凝灰岩の層には、顕著な亀裂や崩壊などは見られなかった。
- ・ 同調査で、(2)で記述した本件斜面の崩壊面内には、地下水の流出及び流出した明瞭な痕跡は見られなかった。
- ・ 同調査で、斜面上方の排水設備及び縦下水には、枯れ葉や表土が堆積していたが、斜面上方から表面水が集中的に流れた痕跡は見られなかった。
- ・ 同調査で、崩壊した土の一部は泥濁化^{*7}していたが、崩壊時に既に泥濁化していたのか、崩壊後の降雨によるものなのかは明らかにできなかった。
- ・ 同調査で、崩壊箇所は高さ約10m、最大幅約10m、最大厚さ約3mであり、崩壊面の形状は円弧すべり状の形状を呈していた。
- ・ 7月11日に同社が本件斜面を再度調査した際、火砕流堆積物層と溶結凝灰岩との境界部に湧水点を確認し、毎分数十ミリリットル程度の湧水があった。

(付図7 本件斜面の地質断面図、付図8 本件斜面の崩壊箇所（平面図）、付図9 本件斜面の崩壊箇所（断面図）、写真4 事故後の調査における本件斜面の状況参照)

2.6 運転取扱い等に関する情報

2.6.1 同社の運転規制に関する規則

気象異常時における列車又は車両の運転取扱いは、同社の「運転保安全管理規程」に基づく「気象異常時運転規制手続（規程）（以下「運転規制手続」という。）」に次のように定められている。

第6条 雨量警報器の動作は、運転規制区間ごとに設けた雨量警報器の種別に
応じて次のとおりとする。

- | | | | |
|-----|------|--------|-------|
| (1) | 警備鳴動 | 白色灯点灯 | ブザー鳴動 |
| (2) | 注意鳴動 | 橙黄色灯点灯 | ブザー鳴動 |
| (3) | 警戒鳴動 | 紫色灯点灯 | ブザー鳴動 |
| (4) | 停止鳴動 | 赤色灯点灯 | ブザー鳴動 |

^{*7} 「泥濁化」とは、土の水はけが悪く、ぬかるんでいる状態をいう。

第7条 豪雨のため、運転規制を行う場合は次のとおりとする。

(1) 雨量警報器が注意鳴動、警戒鳴動又は停止鳴動した場合の運転速度は次による。

区分	運 転 速 度 等		
	注意鳴動の場合	警戒鳴動の場合	停止鳴動の場合
甲	4.5 km/h 以下	3.5 km/h 以下	列車の運転中止
乙	3.5 km/h 以下	2.5 km/h 以下	
丙	2.5 km/h 以下	—	

(2) ~ (3) (略)

第8条 輸送指令員等は、雨量警報器が鳴動したとき又は指定保守区長^{*8}から雨に関する運転規制の要請を受けたときは、次の取扱いを行う。

(1) 雨量警報器が鳴動の場合は当該運転規制区間の指定保守区長に通知する。なお、通知は施設指令員を介して行うことができる。

(2) ~ (4) (略)

第9条 (略)

第10条 指定保守区長は、第8条に規定する通知を受けた場合は、直ちに担当区域内の巡回等必要な手配を行うとともに、その旨を関係する保守区長に通知する。なお、関係する保守区長は線路点検を行った後、運転規制継続の要否を指定保守区長に報告する。

2 (略)

3 指定保守区長は、線路点検の結果及び降雨の状況に応じて運転規制継続の要否を輸送指令員等又は駅長に報告する。なお、保守区長は、運転規制の解除にあたっては、次のことに留意する。

(1) 注意鳴動の場合は、時雨量^{*9}が注意鳴動ラインを下回って一定時間を経過してから規制を解除する。

(2) 警戒鳴動の場合は、時雨量が警戒鳴動ラインを下回ってから規制速度を段階的に緩和し、注意鳴動ラインを下回って一定時間を経過してから規制を解除する。

(3) 停止鳴動の場合は、時雨量が停止鳴動ラインを下回ってから規制速度を段階的に緩和し、注意鳴動ラインを下回って一定時間を経過してから規制を解除する。

^{*8} 「指定保守区長」とは、運転規制区間を担当する施設を保守、管理する保線区長、電力区長、信号通信区長及び鉄道事業部長をいう。

^{*9} 「時雨量」とは、現在時刻より過去1時間の降雨量をいう。

4 保守区長は、降雨の量にかかわらず、線路に災害が発生する恐れのある場合は、輸送指令員等又は駅長に速やかに運転規制を要請する。なお、保守区長は、運転規制の必要がないと認めたときは、輸送指令員等又は駅長にその旨を報告する。

指宿枕崎線には、6 駅に雨量警報器が設置されており、10～30 km 間隔で7 区間の運転規制区間に分けて降雨量を観測している。雨量警報器設置駅及び運転規制区間を図2に示す。本事故現場付近は、薩摩今和泉駅設置の雨量警報器により降雨を観測し、その雨量警報器の鳴動によって運転規制を行っており、運転規制手続第7条に規定する区分では「丙」に該当する区間である。

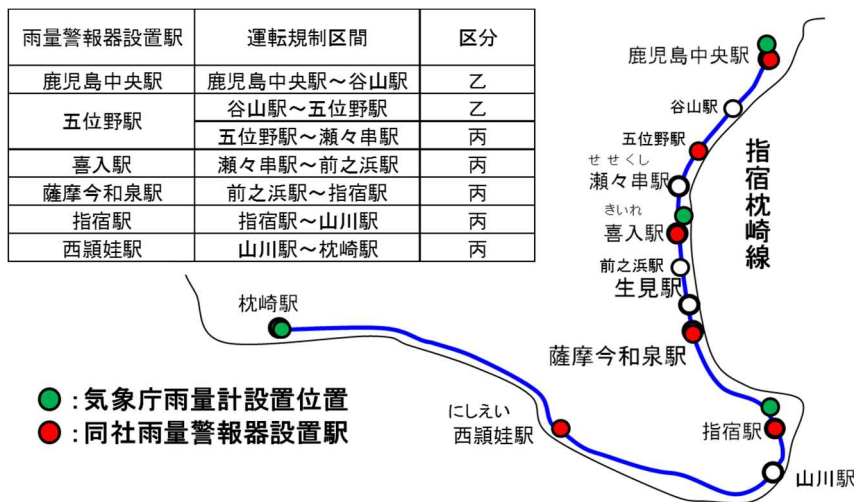


図2 雨量警報器設置駅及び運転規制区間

雨量警報器については、1 mm 以上の雨が観測されると1分ごとに時雨量及び連続降雨量^{*10}が記録され、区間ごとに定められた雨量警報鳴動基準に達すると、運転規制手続第6条に規定する警報（ブザー）が自動的に鳴動することとなっている。

事故発生現場付近の雨量警報鳴動基準は、図3のとおりである。

^{*10} 「連続降雨量」とは、降り始めから降りやむまでの総雨量（24時間以内の中断は一連の降雨とみなす）をいう。

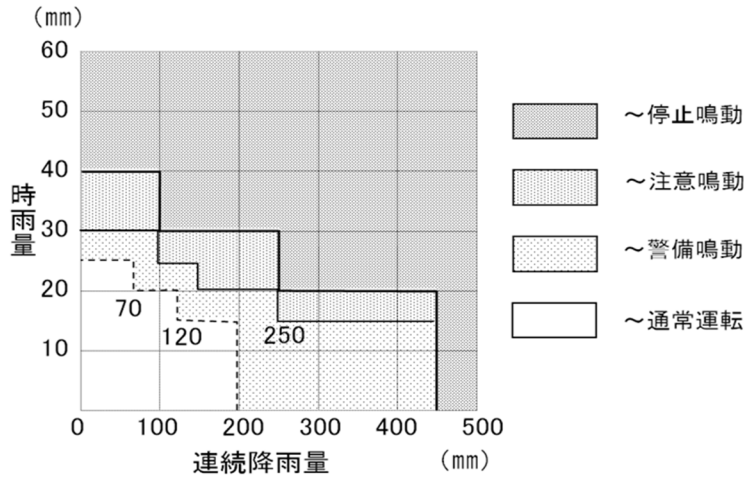


図3 雨量警報鳴動基準

2.6.2 事故当日の運転規制等

事故当日の指宿枕崎線の雨量警報器の鳴動時間及び運転規制の状況は、表2のとおりである。また、運転士の口述及び同社から提出を受けた資料から、事故現場付近の運転状況に関する情報を整理すると、概略表3のとおりであった。

事故現場付近においては、薩摩今和泉駅設置の雨量警報器で観測された時雨量が当日の7時18分に注意鳴動ラインに達しブザーが鳴動したことに伴い、同時刻から25km/h徐行の運転規制がとられていた。しかし、9時35分～10時09分に運転規制区間の要注意箇所の点検を行って異常が無いことを確認し、かつ、雨量警報器の時雨量が8時11分に注意鳴動ラインを下回ってから一定時間経過したため、10時10分に運転規制が解除されており、事故発生時には運転規制は行われていなかった。

また、1号列車は事故発生の約30分前に事故現場付近を通過したが、便乗していた本件運転士の口述によると、線路に異状はなかったとのことである。

表2 事故当日の運転規制の状況

雨量警報器設置駅	運転規制区間	鳴動時刻(6/21)		運転規制終了時刻
		注意鳴動	停止鳴動	
鹿児島中央駅	鹿児島中央駅～谷山駅	16:37(事故後)		18:28
五位野駅	谷山駅～瀬々串駅	20:45(事故後)		0:10(6/22)
喜入駅	瀬々串駅～前之浜駅	16:41(事故後)		1:09(6/22)
薩摩今和泉駅	前之浜駅～指宿駅	7:18		10:10
		16:30(事故後)	16:44(事故後)	0:48(6/23)
指宿駅	指宿駅～山川駅	7:13	7:20	10:22
		13:09(事故後)	16:42(事故後)	1:01(6/22)
西穎娃駅	山川駅～枕崎駅	7:18	7:29	11:06
		16:27(事故後)	16:32(事故後)	1:17(6/22)

表3 事故現場付近の運転状況に係わる情報

時刻	事故現場付近の運転状況に関する情報	運転規制
7時18分	薩摩今和泉駅設置の雨量警報器が注意鳴動（前之浜駅～指宿駅間運転規制開始）。	25km/h 徐行
8時11分	雨量警報器の時雨量が注意鳴動ライン（30mm）を下回る。	
8時40分	工務センター社員が点検のため事務所を出発。	
9時35分	工務センター社員が前之浜駅から指宿駅間の要注意箇所の点検を開始。	
9時58分	1号列車が定刻に鹿児島中央駅を出発。	
10時09分	工務センター社員が指宿駅までの点検を終了。	
10時10分	前之浜駅～指宿駅間の運転規制を解除。	なし
10時36分ごろ	1号列車が生見駅を通過。	
	1号列車が事故現場付近を走行。	
10時40分ごろ	1号列車が薩摩今和泉駅を通過。	
10時57分	本件列車が定刻に指宿駅を出発。	
11時06分ごろ	本件列車が薩摩今和泉駅を通過。	
11時07分ごろ	事故発生。	

（付図10 事故当日の気象の状況（時雨量） 参照）

2.7 気象等に関する情報

2.7.1 事故当日の気象に関する情報

鹿児島県では停滞した梅雨前線の影響により、事故当日の朝から雨が降っていた。事故現場付近の降雨の状況については、薩摩今和泉駅に設置された同社の雨量警報器において、平成26年6月20日～23日に観測された記録によると、概略次のとおりである。

(1) 事故発生時（11時07分）の時雨量は5mm/h、連続降雨量は100mmであった。

(2) 2.6.2に記述したように、事故当日の7時18分～8時11分までの時雨量は、同区間の注意鳴動ラインである30mmを超えていた。なお、8時11分～事故発生時までの時雨量は30mmを下回っていた。

(3) 事故発生前までの時雨量の最大は、7時49分に計測された39mmであった。

また、同時期に事故現場から南東へ約6.5kmの距離に位置する気象庁のアメダス観測点「指宿」において観測された10分ごとの降雨量の記録及び同地点の降雨量についてガンベル法^{*11}により算出された時雨量と連続降雨量の再現期間^{*12}ごとの確率降水量^{*13}によると、概略次のとおりである。

*11 「ガンベル法」とは、長期間に観測された年最大値から想定する再現期間の超過確率を推定する方法のことをいう。

*12 「再現期間」とは、ある現象が平均的に何年に1回起きるかを表した値をいう。

*13 「確率降水量」とは、ある再現期間に1回起きると考えられる降水量をいう。

- (1) 観測された降雨量は、11時00分の時雨量が4.5mm、連続降雨量が106mmであり、薩摩今和泉駅に設置された同社の雨量警報器とほぼ同程度であった。
- (2) 事故発生前までの毎正時の時雨量の最大値は、8時00分の44.5mmであった。
- (3) 事故発生時の降雨量は、時雨量及び連続降雨量ともに同観測点における再現期間2年の確率降水量以下であり、頻度の多い降雨であった。

なお、同社の薩摩今和泉駅設置の雨量警報器を含む指宿枕崎線の雨量警報器については、平成26年4月21日～23日に点検がされており、点検記録に異常は見られなかった。

(付図10 事故当日の気象の状況(時雨量)、付図11 事故当日の気象の状況(時雨量と連続降雨量の関係) 参照)

2.7.2 事故現場付近における過去2年間の降雨に関する情報

薩摩今和泉駅に設置された同社の雨量警報器の過去2年間の記録によると、事故当日の降雨については、概略次のとおりである。

- (1) 時雨量、連続降雨量ともに、過去2年以内に本事故発生時と同程度以上の降雨量を記録した日があった。
- (2) (1)に記述した同程度以上の降雨量を記録した時と比較すると、本事故発生時の降雨の特徴は、比較的多い時雨量を連続降雨量が100mm未満の時点で記録していた。

(付図12 当日の降雨と過去2年間の降雨の比較(時雨量と連続降雨量の関係) 参照)

2.7.3 事故現場付近における過去の斜面崩壊時の降雨に関する情報

事故現場付近においては、過去に2回、大規模な斜面崩壊が発生している。過去の斜面崩壊発生時の降雨及び復旧工事の内容等については、概略次のとおりである。

- (1) 平成17年9月6日

発生時刻 : 8時00分ごろ

キロ程 : 37k220m付近(本件斜面に隣接)

降雨量 : 時雨量7mm(最大時雨量は5時～6時の43mm)

連続降雨量306mm

(気象庁 アメダス観測点「指宿」)

復旧工事等 : 吹付け格子枠工及び吹付けコンクリート工(施工区間37k243m～37k209m)、転落防止柵工

(2) 平成19年7月3日（列車脱線事故）

発生時刻：23時48分ごろ

キロ程：38k098m付近（部外用地の斜面崩壊）

降雨量：時雨量10mm（最大時雨量は22時～23時の52mm）

連続降雨量307mm

（気象庁 アメダス観測点「指宿」）

復旧工事等：のり面工（自治体施工）

薩摩今和泉駅に雨量警報器を新設

類似の部外用地について自治体と協議等を実施

2.7.4 その他の情報

同社では、他の鉄道事業者を含む過去の類似災害の経験等を参考にして、災害に対する備えをしている。同社によると、降雨に対する備えとして、事故当日の運行管理部在来線指令は、九州南部地方で降雨が予報されていたため、自社の雨量警報器等による気象情報だけではなく、国土交通省や気象庁の気象データをもとにした日本気象協会の気象情報を関係各所に配信し、降雨状況の把握及び監視体制の充実に努めていたとのことである。

2.8 避難及び救護に関する情報

事故発生からの乗客の避難及び救護に関しては、本件運転士及び2名の客室乗務員の口述並びに同社から提出された資料によると、概略表4のとおりであった。

表4 避難及び救護に関する手続き

時刻	避難及び救護に関する情報
11時07分ごろ (列車脱線事故発生)	<ul style="list-style-type: none">・本件運転士は、輸送指令に事故が発生したことを連絡。無線の感度が悪く、2、3の会話後に途切れる。・客室乗務員は、2名で手分けをして、けが人の状況の把握開始。
11時11分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・本件運転士は、無線の感度が良くなるので、職場（鹿児島乗務センター）の助役に携帯電話で脱線したこと及びけが人がいることを報告。・その後、転動防止の措置をとって、助役の指示で、列車の停止位置を確認。また、客室乗務員にけが人の状態（程度）を確認。
11時16分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・本件運転士は、職場に、けが人の数と列車の停止位置を報告。
11時26分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・救急隊が到着し、斜面に足場の組立てを開始。
11時45分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・職場から本件運転士に、指宿商業高校に避難する計画を立てているとの連絡有り。
12時30分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・本件運転士は、けがをされた方と家族が救急車で搬送された旨を職場に報告。
12時49分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・救急隊を先頭に、指宿商業高校に向けて避難開始。
13時01分ごろ	<ul style="list-style-type: none">・本件運転士、客室乗務員2名が避難開始。

3 分析

3.1 脱線に関する分析

2.1(1)に記述した本件運転士の口述及び2.3.1に記述した事故現場の状況から、本件斜面が崩壊して線路内に木及び土砂が流入し、本件列車が木に衝突するとともに木及び堆積した土砂に乗り上げ、先頭車両の前台車全2軸が右へ脱線したものと推定される。

3.2 本件斜面が崩壊した時刻に関する分析

本件斜面が崩壊した時刻については、2.1(1)に記述した本件運転士の口述及び2.6.2に記述した事故当日の運転規制等の状況によると、

- (1) 本件運転士が便乗した1号列車は、9時58分（定刻）に鹿児島中央駅を出発し、10時36分ごろに生見駅を通過してから10時40分ごろに薩摩今和泉駅を通過するまでの間に事故現場を走行したが、その際には線路に異状はなかったこと、
- (2) 本件列車は、10時57分（定刻）に指宿駅を出発し、薩摩今和泉駅を11時06分（定刻）に通過後に事故現場付近に進入し、11時07分ごろに本事故が発生したと推定されること

から、1号列車が事故現場付近を通過した10時40分ごろから11時07分までの間に、本件斜面が崩壊し、線路内に木及び土砂が流入したものと推定される。

3.3 運転規制に関する分析

2.6.1に記述したように、本事故現場付近の降雨による運転規制については、薩摩今和泉駅設置の雨量警報器により降雨量を観測し、時雨量と連続降雨量の関係から警報鳴動によって運転規制が行われている。

2.6.2に記述したように、当日の運転規制については、

- (1) 7時18分に薩摩今和泉駅設置の雨量警報器の時雨量が30mmに達したことから、注意鳴動により前之浜駅～指宿駅間では25km/h徐行の措置がとられていること、
- (2) 薩摩今和泉駅設置の雨量警報器の時雨量は、8時11分に注意鳴動ラインである30mmを下回り、事故発生までの間30mmを超えることはなく一定の時間が経過し、かつ、工務センター社員による当該区間内の指定された要注意箇所 の点検（9時35分～10時09分）の結果、異常がないことを確認後、10時10分に運転規制が解除されていること

から、運転規制に関する手続きは規則どおりに行われていたと考えられる。

なお、2.7.1 に記述したように、薩摩今和泉駅設置の雨量警報器を含む指宿枕崎線の雨量警報器の点検記録に異常は見られず、かつ、周辺に設置された気象庁の雨量計においても同様の降雨量を記録していることから、雨量警報器の動作に異常はなかったと推定される。

3.4 本件斜面の検査に関する分析

2.5.3に記述したように、同社によると本件斜面の検査については、平成25年1月28日に実施した通常全般検査において、健全度は「岩目の拡大」が確認されたため、「B」と判定されており、今後の通常全般検査時にも継続して目視等により変状の状況や進行性を確認する措置を取ることとしていたとのことであった。なお、この検査の記録には「岩目の拡大」の状態が分かる写真が添付されており、検査の判定に問題はなかったと考えられる。

また、2.5.2(2)に記述したように、同社では社内規程である線路等災害警備基準(規程)に基づいて警備計画を策定し、要注意箇所を指定しているが、本件斜面はその対象ではなかった。

このことについては、切土における要注意箇所の対象とする条件が、

- ・過去に倒壊し、なお恐れのある箇所
- ・地質不良又は亀裂の多いのり面で、山上からの流下水の多い箇所
- ・大河川がのり尻を洗い、洗掘される恐れのある箇所

であることから、要注意箇所に指定するのは難しかったものと考えられる。

なお、2.5.3(3)に記述したように、事故後の調査において、本件斜面の崩壊面内には地下水の流出及び流出した明瞭な痕跡は見られなかったこと並びに斜面上方から表面水が集中的に流れた痕跡がないことから、要注意箇所の対象であったとしても、目視による点検で斜面崩壊の兆候を発見するのは困難であったものと考えられる。

3.5 本事故発生前の降雨に関する分析

2.7.1 及び 2.7.2 に記述したように、本事故発生前の降雨については、事故現場の最も近くに位置する同社の薩摩今和泉駅設置の雨量警報器の記録によると、

- (1) 事故発生前までの降雨は、最大時雨量39mm(7時49分)、連続降雨量100mm(11時07分時点)であり、2.7.3 に記述したように、事故発生現場付近で発生した過去の大規模な斜面崩壊事象時の降雨量と比較して、少ない連続降雨量で斜面が崩壊していること、
- (2) 本事故発生時の降雨は、時雨量、連続降雨量ともに再現期間2年の確率降水量以下の降雨量であること、
- (3) 一方で、過去2年間のうちに、本事故と同様の降雨量を記録したときと時雨量と

連続降雨量の関係を比較したところ、事故当日の降雨は、比較的多い時雨量を記録しているが、連続降雨量が100mm未満という比較的降り始めから早い時点であるということ

から、降雨が本件斜面の崩壊要因の一つと考えられるが、単独の要因となるほどの特別な降雨ではなかったと考えられる。

したがって、本件斜面の崩壊には、降雨以外の要因が大きく影響した可能性があるものと考えられる。

3.6 本件斜面の崩壊に関する分析

2.5.3 に記述したように、事故後に同社が実施した本件斜面のボーリング調査の結果によると、本件斜面の地層は、下方から溶結凝灰岩、火砕流堆積物、風化火砕流堆積物、ローム、固結火山灰、降下軽石、シラス、風化シラスからなり、主たる崩壊部は、火砕流堆積物と風化火砕流堆積物の層であると考えられる。

本件斜面が崩壊したことについては、

- (1) 2.5.1 に記述したように、当該尾根の頂部の幅は数mと狭く、かつ勾配が非常に急であり、集水域が狭いので降雨の影響を受けにくい地形であること、
- (2) 2.5.3 に記述したように、本件斜面の崩壊面内には地下水の流出及び流出した明瞭な痕跡は見られなかったこと、
- (3) 2.5.3 に記述したように、斜面上方から表面水が集中的に流れた痕跡がないこと

からも、降雨以外の要因が大きく影響した可能性があるものと考えられる。

降雨以外の要因としては、2.5.1及び2.5.3に記述した急傾斜である斜面の地形、火砕流堆積物の層を含む地質の状況に加えて、2.5.1に記述したように、当該箇所は切土してから約80年が経過している斜面であることから、地山の経年劣化により力学的な緩みが進行し、斜面の安定度^{*14}が限界に近い状態であったことが影響した可能性が考えられる。本件斜面の崩壊は、このような斜面に、2.7.1に記述したように、最大時雨量39mm、連続降雨量100mmの降雨により土の重量が増加したため発生した可能性があると考えられる。

3.7 避難及び救護に関する分析

本事故後の乗客の避難及び救護に関しては、2.1に記述した本件運転士及び客室乗務員の口述並びに2.8に表4で示した避難及び救護に関する情報から、事故発生

^{*14} ここでいう「斜面の安定度」とは、土の重量によって斜面を滑らそうとする力と土の滑りに抵抗する力の比で表される斜面崩壊に対する斜面の安定性をいう。

後の同社の関係者の連絡や措置に問題はなかったものと推定される。

4 原因

本事故は、線路左側の切土斜面が崩壊したため、線路内に木及び土砂が流入し、列車が木に衝突するとともに木及び堆積した土砂に乗り上げて脱線したことにより発生したものと推定される。

斜面が崩壊したのは、崩壊した斜面の地形、地質の状況に加えて、当該箇所は切土斜面における地山の経年劣化により力学的な緩みが進行し、斜面の安定度が限界に近い状態であったところに、最大時雨量39mm、連続降雨量100mmの降雨により土の重量が増加したことによる可能性があると考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

本事故は、過去の斜面崩壊時よりも少ない降雨量で斜面崩壊が発生して、事故に至っている。また、事故発生後の調査において、地下水が流出した明瞭な痕跡や、斜面上方から表面水が集中的に流れた痕跡が見られなかったことから、運転規制を解除する前に点検を行っていたとしても、斜面崩壊の兆候を発見するのは困難であったと考えられる。

一方で、今回崩壊が発生した斜面は、勾配が非常に急であり、かつ、火砕流堆積物の層を含む斜面であったことから、同社は、線路に近接している類似の斜面に対して、のり面防護工等の対策を行うか、土砂崩壊等を検知する装置を設置するなどの措置をとることが望ましい。

さらに、事故当日の降雨（降り方）は、過去2年間のうちに同様の降雨量を記録したときと比較して、連続降雨量が100mm未満の時点で比較的多い時雨量であったことから、同社は、火砕流堆積物からなる地形が近接する区間においては、上記ののり面防護工等の対策の進捗状況等を勘案した上で、連続降雨量が100mm未満の場合についての運転規制及び規制解除の条件の見直しを行うことが望ましい。また、要注意箇所について本事故を踏まえた適切な指定を行うことが望ましい。

5.2 事故後に同社が講じた措置

同社は、本事故後に次の措置を講じた。

(1) 応急措置

- ① 本件斜面において、崩壊面に残った一部の不安定土砂の撤去及び崩壊面上部の伐木を行い、ブルーシートによる切土面の養生をした上で、線路脇に高さ約1 mの防護柵を設置した。
- ② 恒久措置が講じられるまでの間、事故現場付近で2.5 km/hの徐行運転を実施することとした。
- ③ 本件斜面に土砂崩壊等を検知する装置を設置することとし、設置までの間は監視員を配置した。

(2) 恒久措置

本件斜面において、ハード対策として、侵食防止並びに風化防止を目的としたのり面防護工（格子砕工）を実施した。（平成27年3月11日しゅん工）

(3) その他の措置

- ① 平成26年7月1日から、指宿枕崎線五位野駅～枕崎駅間について、連続降雨量100 mm未満時における停止鳴動となる時雨量を40 mmから30 mmへ下げるなどの見直しを行った。

また、連続降雨量100 mm未満で注意鳴動となった場合に実施している運転規制については、注意鳴動となる時雨量を1時間以上継続して下回ってから点検を行うとともに、点検終了後においても注意鳴動となる時雨量を1時間以上継続して下回ったことを確認してから解除するなどの見直しを行った。

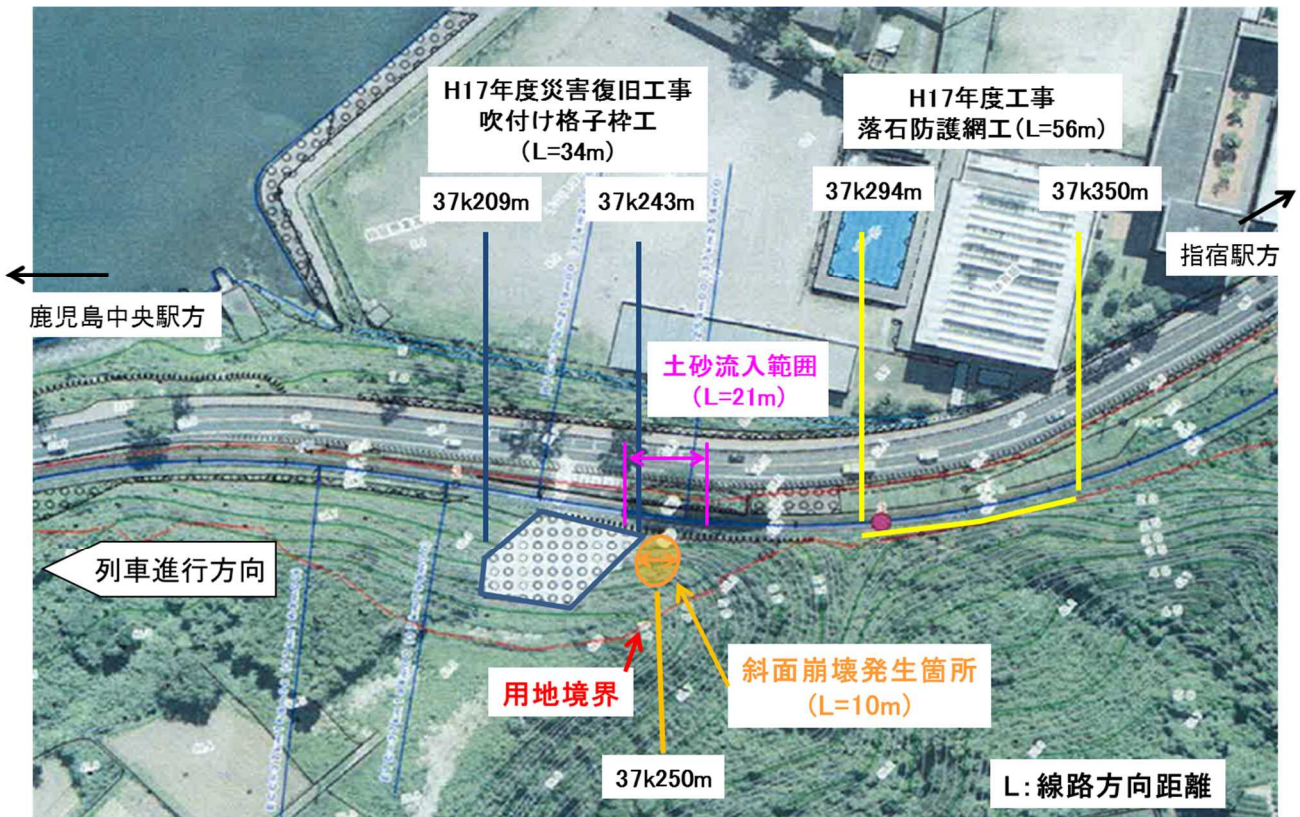
- ② 本件斜面と地形等が類似している斜面（本件斜面又は平成17年に斜面崩壊が発生した本件斜面に近接した斜面と同程度の勾配を有すること、有効な防護工が施工されていないこと、線路敷設時期から本件斜面と同程度の経過年数であると推定されること、及び斜面が線路に近接していること）である3箇所に対し、ボーリング調査等による斜面の地質的な類似性の調査を行った。

調査の結果、対象箇所3箇所とも地質的観点等から本件斜面とは異なる斜面であることが分かった。なお、調査が完了するまでの間（平成26年8月29日まで）は、対象箇所付近で2.5 km/hの徐行運転及び警備員の配置を実施した。

付図3 事故現場の略図



付図4 事故現場の略図 (航空写真)



付図5 1両目車両の主な損傷状況（床下機器）

●ATS車上子変形 ●CCS破損 ●除湿装置破損 ●冷却水管変形 ●送風機破損

列車進行方向

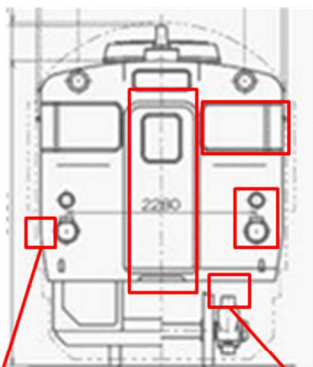
●第1消音器変形 ●空気清浄器～エンジン配管破損 ●空気清浄器破損 ●接触器箱側面カバー割れ

付図6 1両目車両の主な損傷状況（車体前面及び前台車）

車体前面

前台車

●貫通戸破損



●運転席前面ガラス割れ



●後部標識灯レンズ割れ



●助士席側前面角部陥没

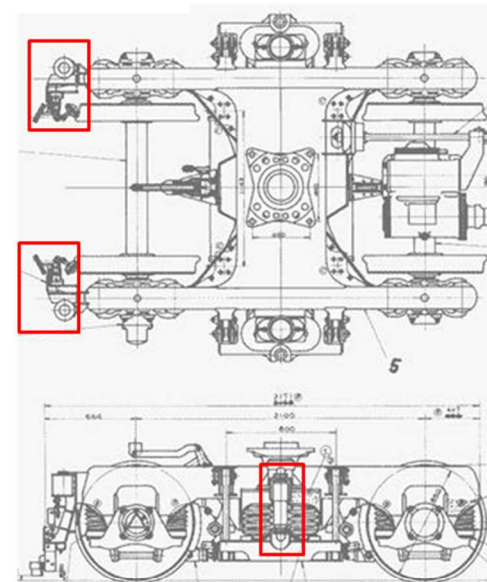


●制御配管(BPコック)折損

●1位排障器変形

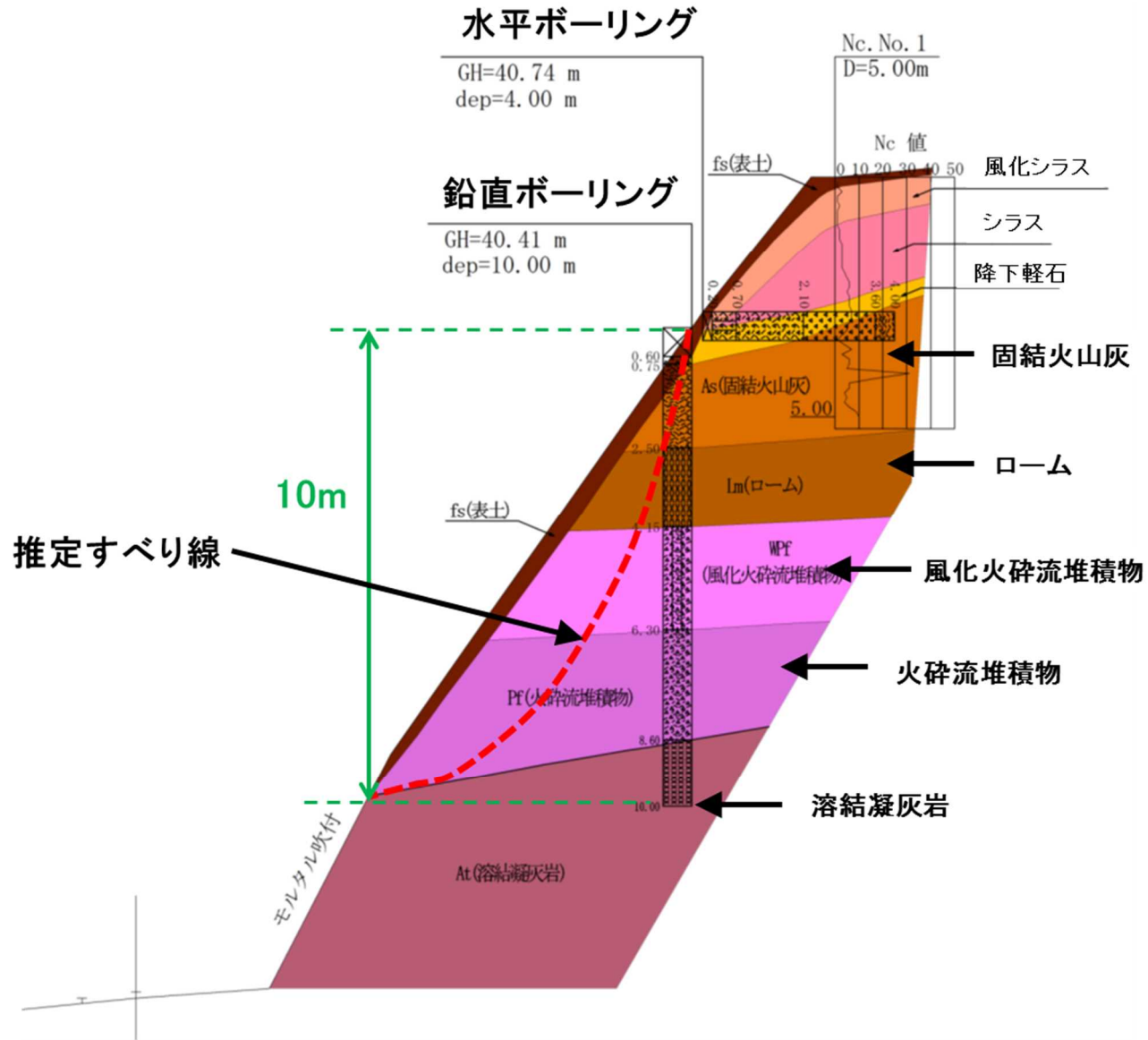


●2位排障器変形



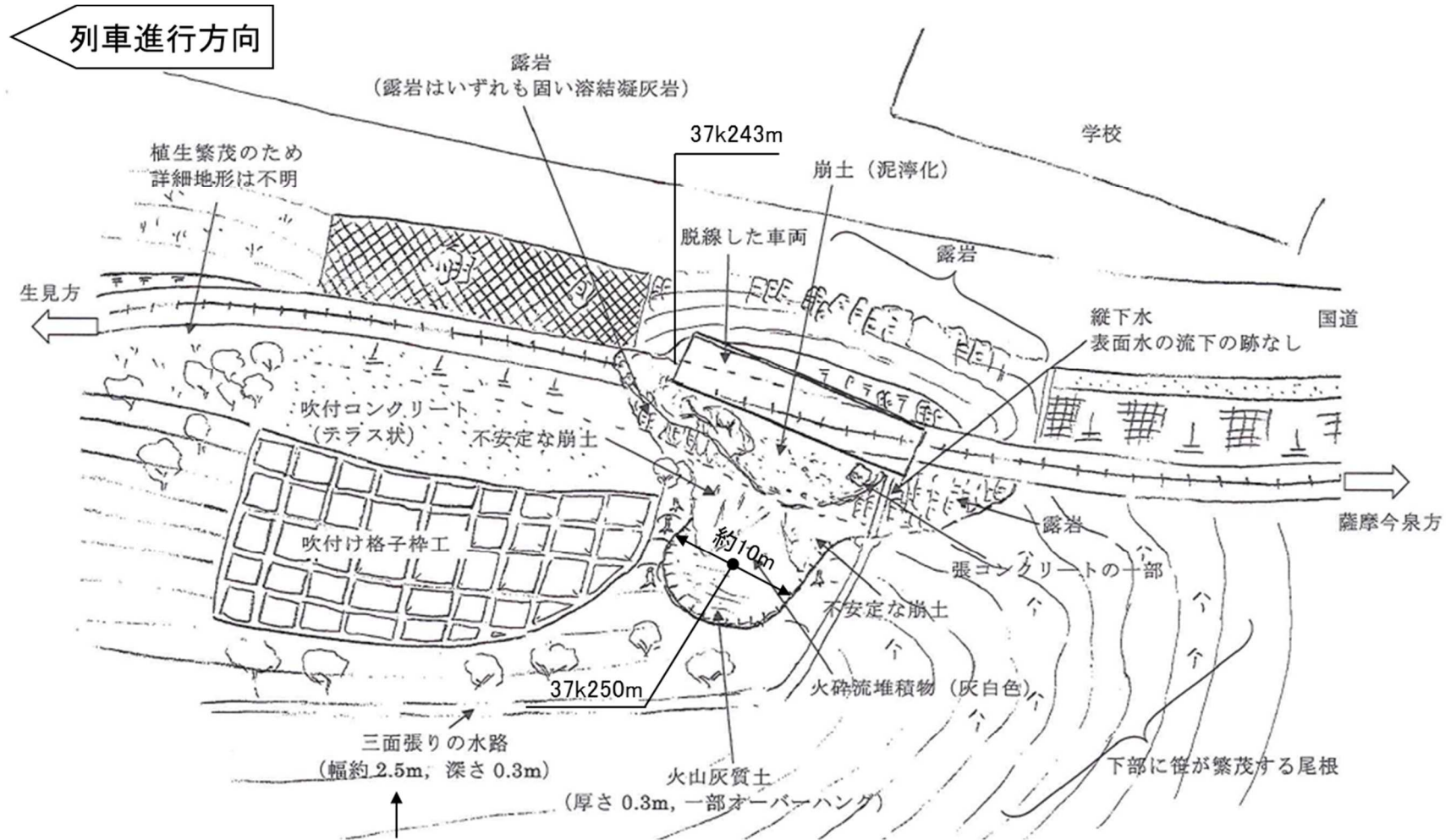
●可変減衰上下動ダンパ破損

付図7 本件斜面の地質断面図



※同社より提供された資料

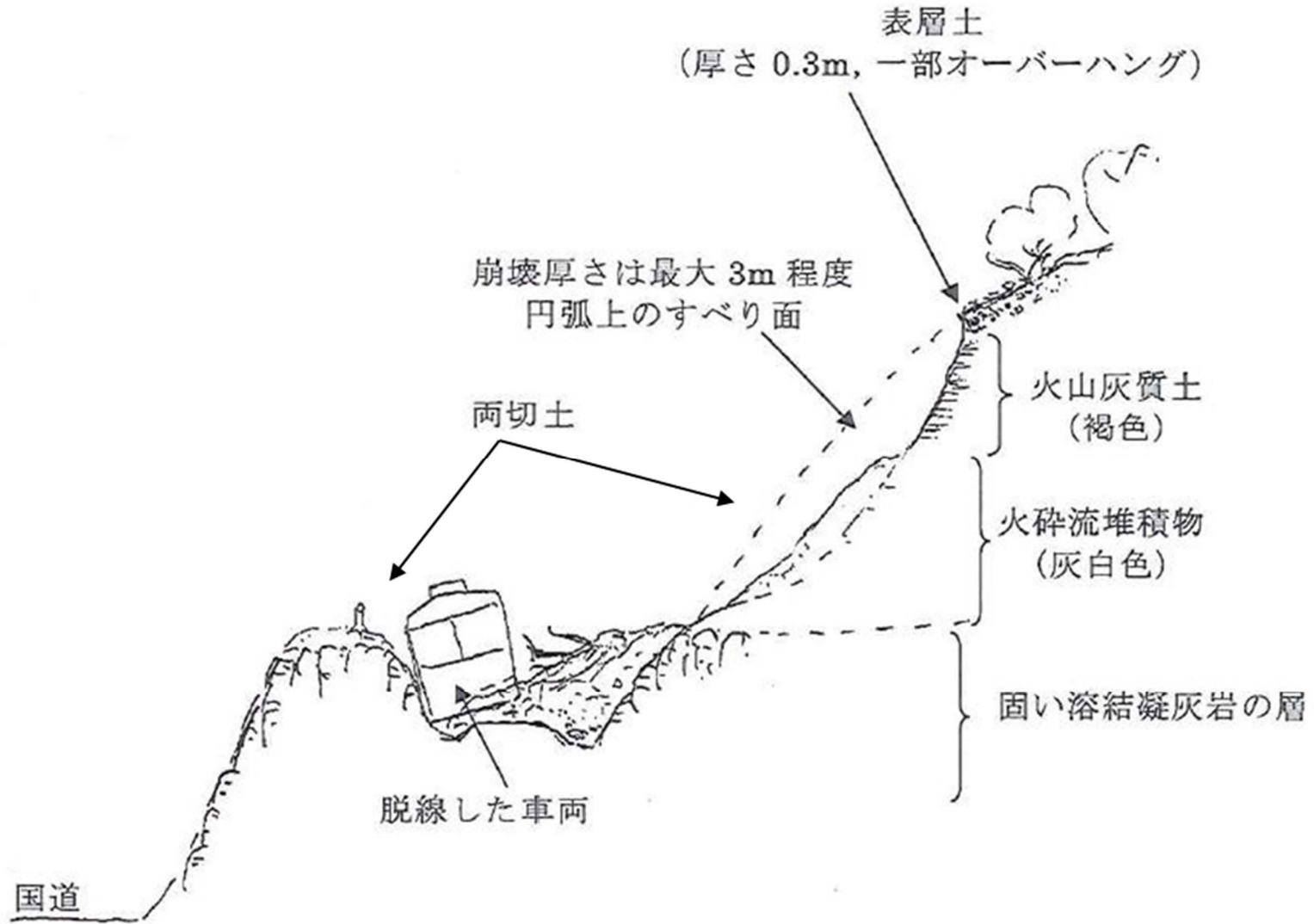
付図8 本件斜面の崩壊箇所（平面図）



※ 崩壊面より上方には尾根部に沿うように幅約2.5mの三面張りの水路が施工されている。
この水路は、崩壊箇所より終点方の縦下水に連続している。

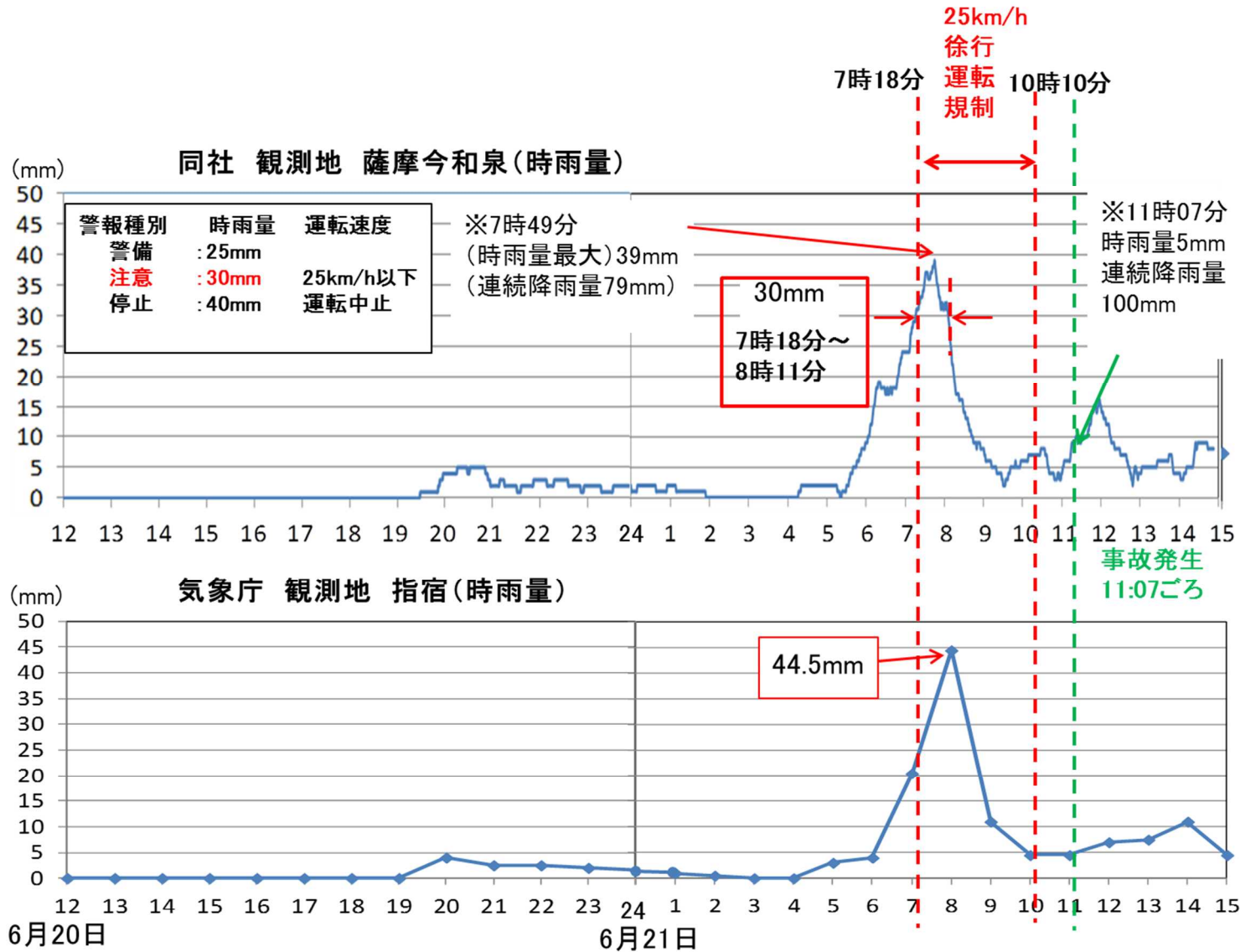
※同社より提供された資料

付図9 本件斜面の崩壊箇所（断面図）



※同社より提供された資料

付図10 事故当日の気象の状況（時雨量）

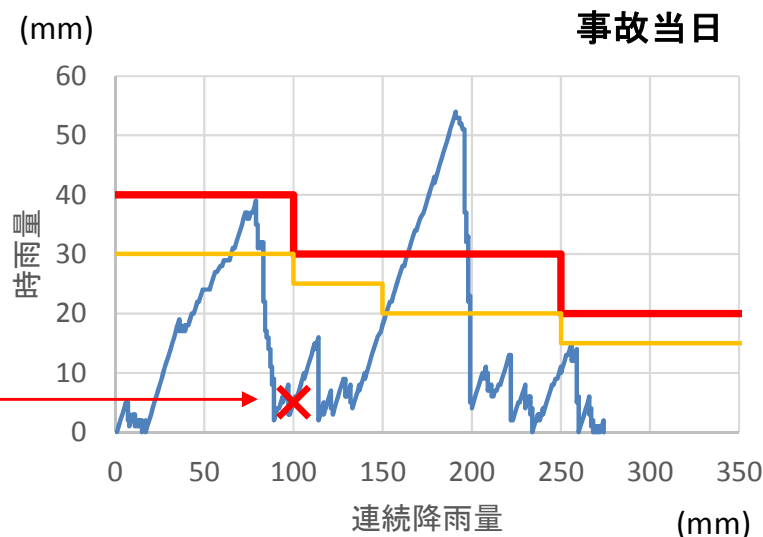


付図 1 1 事故当日の気象の状況（時雨量と連続降雨量の関係）

同社
薩摩今和泉（雨量警報器）

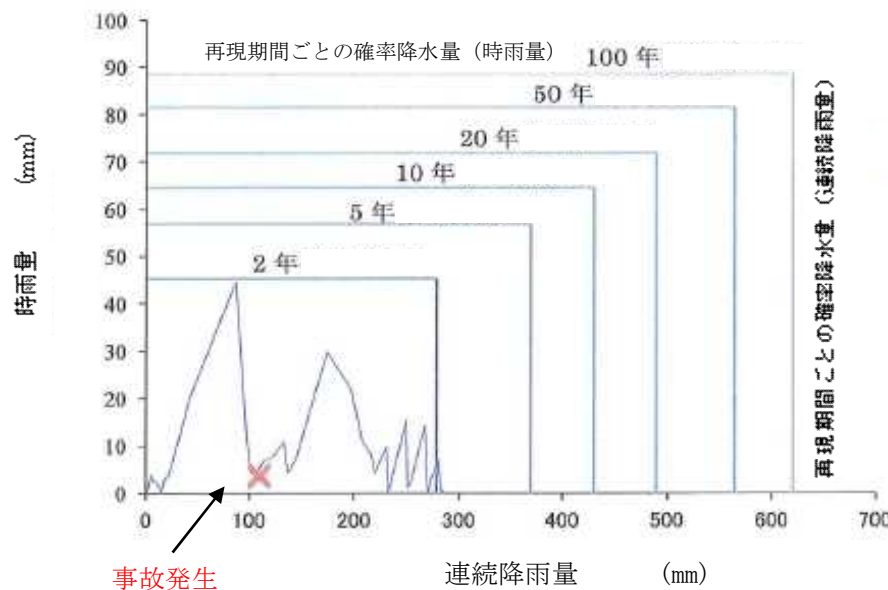
停止鳴動ライン
注意鳴動ライン

- ・ 列車脱線事故発生
11時07分ごろ
時雨量 5mm
連続降雨量 100mm



気象庁
指宿（雨量計）
時雨量と連続降雨量の関係

- ・ 本事故発生時の雨量は、
時雨量、連続降雨量ともに
再現期間2年の確率降水量以下。



付図 1 2 当日の降雨と過去 2 年間の降雨の比較（時雨量と連続降雨量の関係）

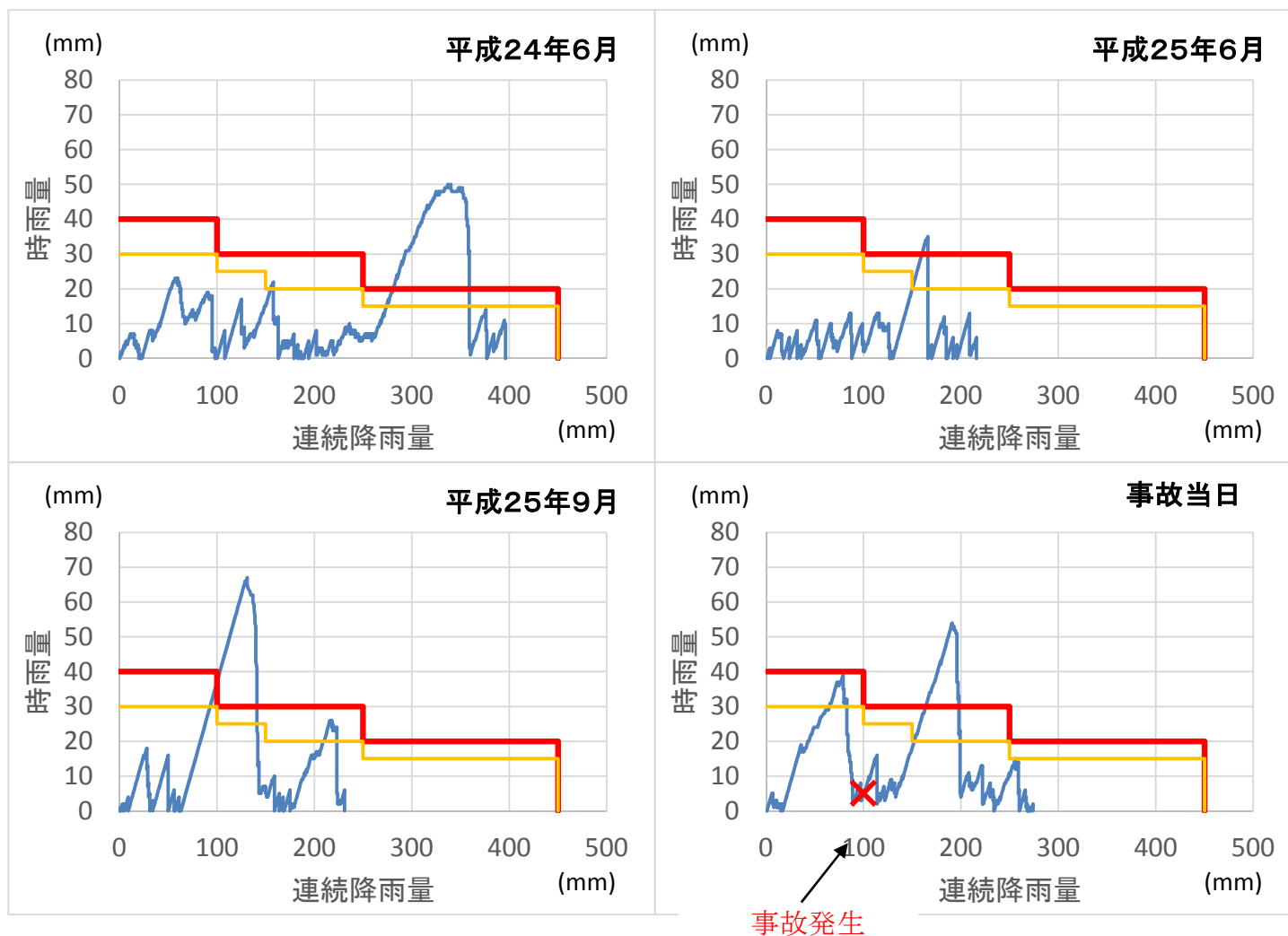


写真1 事故現場の状況（事故当日）



写真2 事故現場の状況（道路脇の樹木伐採後）



写真3 事故前後の現場の状況

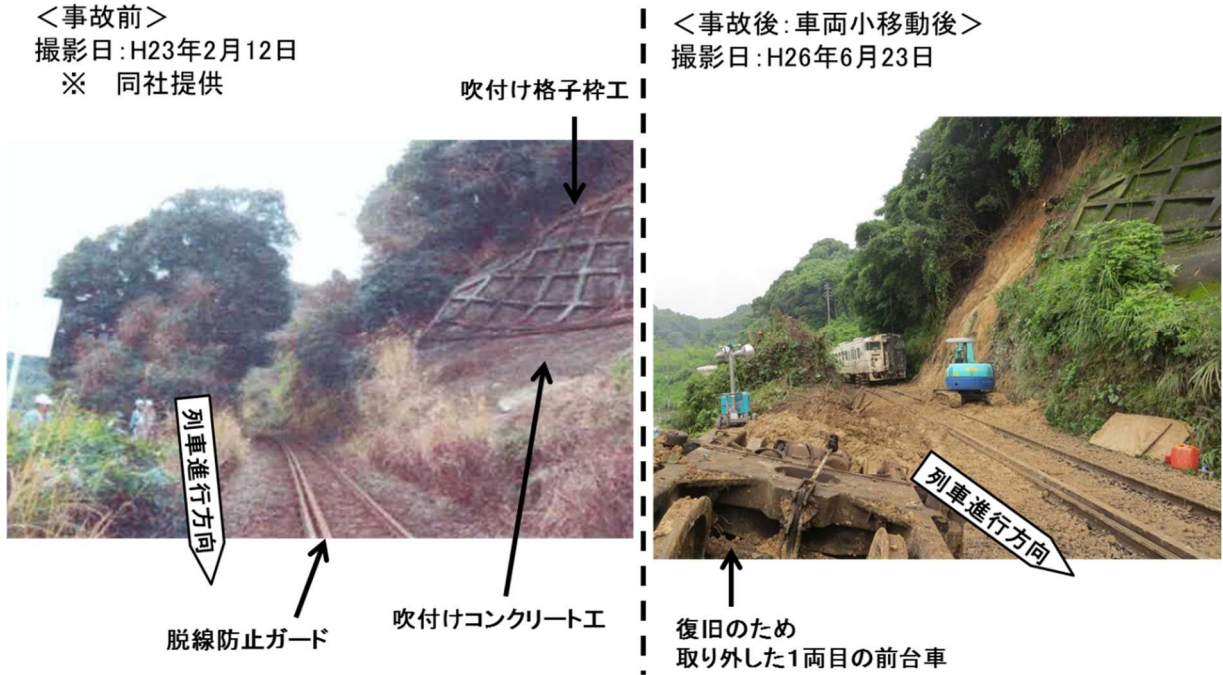


写真4 事故後の調査における本件斜面の状況

