

RA2014-8

# 鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 東日本旅客鉄道株式会社 上越線 津久田駅～岩本駅間 列車火災事故

II 九州旅客鉄道株式会社 久大線 天ヶ瀬駅～杉河内駅間 列車脱線事故

平成26年 8 月 29 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」

# 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2月13日 20時20分ごろ

発生場所：大分県日田市

久大線 天ヶ瀬駅あまがせ～杉河内駅間すぎかわち（単線）

久留米駅起点60k753m付近

平成26年7月28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日田駅発豊後森駅行き1両編成の下り第1879D列車は、平成26年2月13日、上り列車の遅れにより天ヶ瀬駅を定刻より約10分遅れて出発した。

列車の運転士は、速度約70km/hで力行運転中、約50m先の線路上に倒木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを使用した。列車は、倒木と衝突し、約60m走行して停止した。

停止後、運転士が列車を確認したところ、列車は全軸が脱線し、右に傾いていた。列車には乗客2名及び運転士1名が乗車しており、乗客1名が負傷した。

### <原因>

本事故は、線路を横断する状態で杉の木が倒れていたため、走行していた列車が乗

り上げ、その際に右へ移動し、脱線したものと考えられる。

杉の木が倒れたのは、以下のことから、冠雪による根返りであると考えられる。

- (1) 事故当日に降った湿り気が多い付着力の大きな雪による樹冠への積雪により、杉の木の重心位置が通常より高くなっていたこと。
- (2) 倒れた杉が壮齢木で、樹高に対して幹も十分な太さであったことから、幹の強度は比較的大きかったが、それに比して根系の支持力が小さかったと考えられること。

なお、少ない積雪でありながら倒木したことについては、倒木が発生した斜面が、谷状で付近の雨水等を集めやすい地形であり、また、斜面の上部にある温泉施設の排水設備が破損して漏れた水が斜面に流れ出していたことにより、立木の根元の斜面が水分を多く含んだ状態であっ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日田駅発豊後森駅行き1両編成の下り第1879D列車(ワンマン運転)は、平成26年2月13日(木)、上り列車の遅れにより天ヶ瀬駅を定刻(20時08分)より約10分遅れて出発した。

列車の運転士は、速度約70km/hで力行運転中、約50m先の線路上に倒木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを使用した。列車は、倒木と衝突し、約60m走行して停止した。

停止後、運転士が列車を確認したところ、列車は全軸が脱線し、右(前後左右は列車の進行方向を基準とする。)に傾いていた。

列車には乗客2名及び運転士1名が乗車しており、乗客1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2月13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2月14日及び15日	現場調査及び口述聴取
平成26年2月19日及び20日	現場調査及び車両調査

### 1.2.5 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

### 2.1.1 運転士の口述

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。)の日田駅発豊後森駅行き1両編成の下り第1879D列車(以下「本件列車」という。)の運転士(以下「本件運転士」という。)の口述によれば、概略次のとおりであった。

事故当日の10時55分に大分運輸センターに出勤し、予定された仕業を行い、日田駅から本件列車の運転を担当した。本件列車が日田駅を出発したのは定刻（19時50分）であり、天ヶ瀬駅（久留米駅起点59k490m、以下「久留米駅起点」は省略。）到着も定刻であった。天ヶ瀬駅では、行き違いする上り列車の遅れにより本件列車は定刻（20時08分）より約10分遅れて出発した。

途中にある曲線（半径250m）に速度制限があり、そこを過ぎてから加速を始め、右曲線（60k338mから60k483mまでの半径300mの曲線）を抜けて速度60～70km/hで力行運転中、約50m先に線路を支障する黒いもの（以下「支障物」という。）を認めた。直ちに非常ブレーキを使用した。間に合わず、本件列車は支障物に衝突した。その際、衝撃音のような「ドン」という感じがあり、その後、何かを巻き込んだ「ガガガー」という音がし、本件列車は最前部が60k799m付近で停止した。しかし、衝突してからは一瞬であり、あまり覚えていない。なお、この支障物が倒木（以下「本件倒木」という。）と確認できたのは衝突する直前であった。

本件列車が停止した後は、まず、乗客が2名乗車していたので「大丈夫ですか」と聞くと、一人の方は「私は大丈夫です」と答えたが、もう一人の方は横たわった状態であり、肩をぶつけたということであった。列車無線で連絡を取ろうとしたが応答がないので、カバンから携帯電話を取り出し、大分運輸センターに電話し、警察、消防などの手配を依頼した。その後、現場の状況などの連絡を随時大分運輸センター及び運輸指令と行った。

警察官が来たので、運転席から車両を降りて事情聴取に応じ、一緒に現場の確認を行った。また、救急隊員が来た時には、乗客を降ろすために扉を開けてよいかを運輸指令に確認した上で、運転席の車掌スイッチを操作して左側の乗降扉を全て開けた。乗客は、救急隊員が運転席後ろの乗降扉から降ろした。

事故当時の天候は、雪で、本件列車の運転を担当した日田駅から降り続いていた。

## 2.1.2 運転状況の記録

本件列車には自動列車停止（ATS-SK形）装置が搭載されており、同装置の状態、信号の受信状態、制御リレーの動作状態などの記録が残されていた。この記録には、20時26分19秒に同装置が無信号を検知した記録、同時刻に装置による非常ブレーキ制御が動作した記録などが残っていた。主な記録を表1に示す。

表1 自動列車停止装置の動作記録

記録No.	時刻	記録
5103	20時26分19秒	常時発振信号受信不可 (発振周波数103kHz)
5104	20時26分19秒	無信号検知
5105	20時26分19秒	非常ブレーキ制御
5106	20時26分19秒	警報ベル鳴動制御

なお、同装置については、脱線復旧後そのままの状態ですべて正常に動作することが確認された。

(付図1 久大線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場付近の概況 参照)

## 2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

本件列車の乗客1名が負傷した。

負傷した状況は、座席に座っていた乗客が脱線の際に床面等に投げ出されたことによる左肩の骨折であった。

## 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

久大線は、福岡県の久留米駅から大分県の大分駅まで九州を東西に横断している路線で、水分峠みずわけとうげより西側は筑後川とその支流である玖珠川くすがわに沿い、東側は大分川に沿っている。事故現場付近は玖珠川に沿っている区間であり、天ヶ瀬駅付近からは玖珠川は線路の左側に位置する。天ヶ瀬駅からの線形は、同駅から曲線が続き、約1km先にある60k338mから60k483mまでの半径300mの右曲線を過ぎると直線となり、並行している筑後街道の高架橋（天ヶ瀬2高架橋：60k667m）の下をくぐると事故現場に至る。線路の縦断勾配は60k100mから60k814mまで2%の上りである。また、事故現場付近の線路は盛土路盤上に敷設されている。

#### (2) 脱線状況

本件列車は、最前部が60k799m付近、最後部が60k779m付近に位置し、右側に敷設されていた通信ケーブル用の支柱を支えるワイヤーに車体が支えられている状態で、右に傾いて停止していた。前台車第1軸と第

2軸の左右車輪は線路右側の碎石に埋まった状態であり、また、後台車第1軸の右車輪はレール上に傾いて乗った状態で、第2軸右車輪は軌間内に落ちた状態であり、後台車の左車輪はいずれも浮いた状態であった。

(付図4 脱線状況、付図5 事故現場付近の略図 参照)

### 2.3.2 鉄道施設に関する情報

#### (1) 久大線の概要

久大線は、営業キロが141.5kmの単線・非電化線区であり、軌間は1,067mmである。

#### (2) 信号保安設備

閉そく装置は、特殊自動閉そく式(軌道回路検知方式)である。

#### (3) 軌道構造

軌道の基本構造は、50kgNレールを使用し、まくらぎ(基本的に木まくらぎであるが、4本に1本は鉄まくらぎを使用)の配置数量は25mあたり37本であり、レール締結装置は犬くぎ又は線ばねが使用されている。道床の種類は碎石で、厚さは200mmであり、60k750m付近は施工基面幅が左2.7m、右3.0mであり、水平距離が約5.0mで傾斜率1:1の盛土路盤上に線路は敷設されている。

なお、事故現場付近の軌道関係の事故前直近の検査記録に異常は見られなかった。

(付図6 60k750m付近の断面図 参照)

### 2.3.3 車両に関する情報

本件列車に使用された車両は、キハ220系気動車で、同社が保有する一般形内燃動車である。車両の主要諸元は次のとおりであった。

編成両数 1両

形式記号 キハ220-1503

空車重量 36.5t

定員 115名

座席定員 38名

最大寸法 21,300mm×2,990mm×4,050mm(長さ×幅×高さ)



また、本件列車については、事故直近の平成19年11月16日に実施した全般検査、平成23年9月30日に実施した要部検査、平成25年12月12日に実施した交番検査、平成26年2月11日に実施した仕業検査の各記録によると異常は見られなかった。

#### 2.3.4 事故現場付近の構造物及び構造物の管理に関する情報

##### (1) 事故現場付近の構造物

事故現場付近の線路は盛土路盤上に敷設されており、左側には2軒の民家がある。

また、右側は谷状の急な斜面（以下「本件斜面」という。平均斜度は約22度である。）となっており、付近の雨水や、融雪水が集まりやすい地形になっている。本件斜面にはスギ（以下樹種を表す場合は「スギ」、立木そのものを表す場合は「杉」という。）が植林されており、事故後、伐採した付近の杉の年輪での確認によると林齢は約50年であった。植林された杉は、立木間隔が狭い部分もあり、杉相互の樹冠（木の枝葉が茂っている部分）が重なり合う状態で葉が枯れた木や、既に倒れた状態の木も複数見られ、木々にはつる植物の繁茂や巻付きなどもあり、スギ以外の低層木も育っていた。また、線路に隣接して植林された杉の樹高は20m以上のものが多かった。

なお、同社が地権者に確認したところ、この杉の木は木材生産目的で植林されたもので、保育<sup>\*1</sup>作業状況としては、植林して10年から15年後に間伐及び枝打ちをし、その後は適宜実施していたとのことであった。

また、本件斜面の上部には温泉施設があり、温泉施設の排水を処理するための排水設備が本件斜面に設置されていた。

なお、これらの民家、本件斜面及び温泉施設は同社の用地外にある。

<sup>\*1</sup> 森林業における「保育」とは、植栽を終了してから伐採するまでの間に、樹木の成育を促すために行う下刈り、除伐等の作業の総称をいう。

## (2) 事故現場付近の構造物の管理状況

同社では、在来線の土木構造物を保守管理するための検査の標準的な進め方を示した「在来線構造物検査要領（以下「要領」という。）」を定めており、鉄道構造物については、具体的な健全度判定の例等の記載があるため、「鉄道構造物等維持管理標準<sup>\*2</sup>」に基づいて実施しているとのことである。また、同社の用地外の斜面への対応については、以下に示すとおり、要領に「部外に起因するものの措置」として、確認及び措置について定めて、実施しているとのことである。

### 1.3 部外に起因するものの措置（抜粋）

- (1) 区長等は、変状の発生又は発生の恐れのある条件を認め、その原因が部外にあると確認した時は、該当構造物の管理者に協議して解決をはかること。
- (2) 区長等は、用地外における各種条件の変化及び部外の構造物の変化により線路に障害を受ける恐れがあると認められたものについては、適時監視を行うとともに該当構造物の管理者に協議してその防止をはかること。

事故現場付近の鉄道構造物である盛土（事故現場付近を含む切取区間（60k663m～60k845m））については、事故直近に実施した通常全般検査（平成24年5月7日）の検査記録簿によると、結果は「のり痩せ<sup>\*3</sup>」が確認されたが軽微な変状等があるものであった。なお、本件斜面については、その際に併せて行った斜面の確認では異常は確認されていなかった。

また、同社の倒木対策としては、平成22年に過去10年間（平成12年～21年）の倒木及び倒竹による災害が発生した箇所を整理し、その結果を基に注意を要する箇所を抽出した上で、優先順位を定めて伐採計画を策定し、伐採を実施しているとのことである。この災害が発生した箇所の記録によると、事故現場付近については、この記録の10年間及びその後事故当日までに倒木災害の発生した記録はなく、注意を要する箇所にもなっていないとのことである。このため、伐採等について地権者と協議を行った経緯もないとのことである。なお、伐採に当たっては、用地内は同社が、用地外においては、基本的には地権者にて対応してもらうが、地権者による対応が困難

<sup>\*2</sup> 「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、鉄道事業者の実務を担当する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である。

<sup>\*3</sup> 「のり痩せ」とは、のり面が痩せたように変形し、正規の断面形状が確保されていないように見える状態をいう。

な場合は、同社にて対応する場合もあるとのことである。

## 2.4 鉄道施設及び車両等の損傷、痕跡に関する情報

### 2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

事故によって付けられたと思われる損傷は、60k759mから60k761m付近の2本のまくらぎの軌間内の部分に最初に残されており、その後、60k777m付近から停止した本件列車の後台車第2軸右車輪までの碎石、まくらぎ、締結装置のボルト及び線ばねなどにほぼ連続して損傷が残っていた。また、60k764mから60k790m付近までタイプレートのずれ、線ばねの損傷、まくらぎにレールの移動痕及び軌間外右側のまくらぎに損傷などが残っていた。

(写真1 脱線痕1、写真2 脱線痕2 参照)

### 2.4.2 車両の損傷及び痕跡の状況

本件列車の最前部付近が大きく損傷していたが、床下全体には大きな損傷はなかった。

主な損傷状況は以下のとおりであった。

- (1) 先頭部左側スカート損傷及び取付け穴破損
  - (2) 先頭部右側ジャンパー線損傷、スカート及びスカート枠曲損  
(レール踏頂面からスカート下部の高さ：設計値350mm)
  - (3) 先頭部左側踏み段曲損  
(レール踏頂面から踏み段下部の高さ：設計値450mm)
  - (4) 前台車の左側排障器脱落  
排障器は後台車に挟まった状態、その取付け部品は60k775m付近に落下  
(レール踏頂面から排障器下部の高さ：交番検査時測定値94mm)
  - (5) 前台車の右側排障器曲損  
(レール踏頂面から排障器下部の高さ：交番検査時測定値91mm)
  - (6) 第1及び第2減速機底蓋に油漏れ
  - (7) 前台車左側空気ばねが車体と分離
- (写真3 車両の主な損傷及び痕跡 参照)

## 2.5 鉄道施設以外の損傷、痕跡に関する情報

### 2.5.1 残っていた木の状況

本件斜面(60k753m付近)から根系<sup>こんけい</sup>\*4もろとも倒れ、片側が折れた状態の

\*4 「根系」とは、植物を構成する根の部分をいう。

木（長さ約12.9m、直径約22cm、以下「残木①」という。）が右レール軌間外に進路を支障する形で倒れた状態で残っており、折れた側の位置は60k759m付近であった。また、木の先端にあたる部分（長さ約9m、以下「残木③」という。）が線路と平行に左側の路盤上に残っており、折れた側の位置が60k764m付近であった。さらに、両端が折れた状態の木（長さ約2.5m、以下「残木②」という。）が線路と平行に右側道床上に残っており、大きく裂けて折れた側の位置は60k763m付近であった。

事故後に、残木①～③について組み合わせた結果、全長（樹高）約23.4m、胸高直径<sup>\*5</sup>が約45cmの1本の木としてつながり、その木の立っていた根元の部分にできた穴の大きさは、線路平行方向約3.0m、直角方向約1.8m、深さ約1.2mであった。また、確認された残木②の残木③側の折れ目と残木①側の大きく裂けた側の切り込みの入った部分との間隔は約1.2mであった。

（付図7 残木、写真4 残木の状況（残木①）、写真5 残木の状況（残木②、③） 参照）

## 2.5.2 本件斜面等の痕跡の状況

- (1) 60k753m付近の盛土左側にある1軒の民家（以下「本件民家」という。）の屋根には、杉の枝及び葉が散乱しており、更にベランダの屋根が破損していた。
- (2) 本件斜面には2.5.1に記述した残木①の他に同様に根系もろとも引き抜かれた状態で倒れた杉の木が複数確認できた。
- (3) 本件斜面に設置されていた温泉施設の排水設備である排水管及び排水枡が破損しており、施設からの排水があるたび（浴槽の清掃時など）に壊れた排水管や排水枡から漏れた水が本件斜面に流れ出している状態であった。なお、この施設の管理者によると、排水設備は先代の時代に既に設置されていたようであるが、いつから設置されていたのか、施設外の本件斜面に排水管が通っているがその場所に設置できた経緯などは分からないとのことであった。また、この排水設備が破損したことも認知しておらず、破損した時期も分からないとのことであった。

（写真6 60k750m付近の斜面の状態、写真7 斜面上部の温泉施設の排水設備の状態 参照）

<sup>\*5</sup> 「胸高直径」とは、立木材積測定の一つで、成人の胸の高さの位置における樹木の直径をいい、後に示す「形状比」（脚注8）を組成する一要素となる。

## 2.6 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 50歳

甲種電気車運転免許

平成4年3月19日

甲種内燃車運転免許

平成22年10月6日

## 2.7 運転取扱いに関する情報

事故当日は、積雪の影響により17時30分ごろからダイヤが乱れていた。

本件列車は、天ヶ瀬駅に定刻に到着しているが、当駅で行き違い予定であった上り列車（天ヶ瀬駅定刻（20時08分）発）の遅れで出発時間が遅れていた。運輸指令の装置ジャーナル\*6によると、本件列車の出発時刻は、定刻20時08分に対して、およそ10分30秒遅れの20時18分30秒であった。また、天ヶ瀬駅から事故現場付近までの走行時間は約1分30秒である。

なお、同社では、濃霧や吹雪の場合において信号機の確認が困難になることを考慮した運転取扱いに関する規定はあるが、降積雪時における運転規制の基準を定めた規定等はないとのことである。

## 2.8 気象に関する情報

事故当日から翌日にかけて、低気圧が発達しながら九州の南海上から本州の南岸へ進んでおり、大分県では広い範囲で雪や雨となっていた。

事故現場付近の天ヶ瀬駅の雨量計によると、降水量は観測されていなかったが、久大線の沿線にある気象庁アメダス観測所（玖珠）の記録によると、事故当日の降り始めの13時10分から20時20分までの総雨量が14.5mmで、同時間の気温は-0.1℃～0.3℃を観測していた。ただし、降雪・積雪については観測しておらず、風向・風速については16時10分以降欠測状態であった。

また、本件運転士と大分運輸センターとの通話記録によると、事故現場付近の線路上の積雪は本件運転士の感覚で約4cmであった。

## 2.9 事故発生前の事故現場付近の状況

### 2.9.1 事故現場付近の住民からの同社への通報

事故当日の17時40分ごろ住民より本件民家付近で杉の木が倒れかかり、電線に引っ掛かっている旨の連絡が天ヶ瀬駅にあった。この通報を受けてからの時系列状況は同社によると表2のとおりである。

\*6 この「装置ジャーナル」とは、久大線の輸送指令業務を受け持つ大分指令における自動進路制御装置の記録で、装置による進路を制御した情報、各列車の現在位置の情報などが日付及び時刻とともに記録されている。

表2 通報を受けてからの時系列状況

時刻	状況
17時45分	天ヶ瀬駅の駅員は、通報情報を運輸指令に伝えて確認を依頼した。
17時52分	運輸指令は、天ヶ瀬駅に停車中の下り列車の運転士に運転への注意と運行への支障状況の確認をすることを伝えた。
17時56分	定刻より約5分遅れで出発したこの下り列車の運転士が現場付近を注視して確認したが、本件民家付近にて異常は確認できなかった。また、工務関係同社社員も事故当日の降雪による倒木、倒竹の有無を確認するために添乗しており、現場付近を注視して確認したが、本件民家付近にて異常は確認できなかった。
18時16分	この下り列車が豊後森駅に定刻より約8分遅れて到着したが、運転士から連絡がなかったため運輸指令は本件民家付近について列車の運行への支障なしと判断した。

なお、事故後、同社が通報した住民に確認したところ、この倒れ掛かった杉の木は本件倒木ではないとのことである。

### 2.9.2 事故直近に事故現場を通過した列車の運転士による情報

本件列車は、天ヶ瀬駅で定刻（20時08分発）より約10分遅れていた上り列車と行き違いを行っているため、事故直近に事故現場を通過した列車はこの上り列車であった。同社によると、この上り列車が事故現場付近を通過した際の状況は、倒木はなく、沿線の竹が雪の重みで垂れ下がっていたが運転には支障がないため、運転士は運転を継続したとのことであった。ただし、この運転士によると事故現場付近を含めて全線で雪が降っており、通常よりは見通しが良くなかったとのことである。

## 3 分析

### 3.1 脱線に関する分析

#### 3.1.1 脱線について

本件倒木は、2.3.1(2)に記述した脱線状況や、2.5.1に記述した残木の位置関係から、樹高が約23.4m、胸高直径が約45cmの杉の木（残木①、②、③）であったと考えられる。また、2.5.2(1)に記述したとおり、本件民家の屋根に枝及び

葉が散乱しており、ベランダの屋根が破損していることから、60k753m付近に本件斜面側から線路と直角方向に本件民家の屋根に先端部分が乗る形で本件倒木が倒れていたと考えられる。

このため、本件列車は、本件倒木と60k753m付近で衝突し、その後、脱線したものと考えられる。なお、脱線の経緯は以下のとおりであった可能性が考えられる。

- (1) 2.5.1に記述したとおり、残木①の長さは、約12.9mであり根元と本件民家の屋根を結ぶ直線上に残木①を戻すと右レール付近に折れた部分が達する。また、残木②の残木①側が大きく裂けていたことから、本件列車が本件倒木と衝突した際、残木①と残木②はすぐに折れたのではなく、前台車右車輪が本件倒木の根元から約12.9mの位置に固定された状態となっていた可能性が考えられる。このため、前台車は本件倒木の根元を中心とする半径約12.9mの円の中心に引かれる力と本件列車が進行方向へ進むための推進力の合力方向に引かれたため右へ脱線した可能性が考えられる。

また、2.4.1に記述した60k760m付近のまくらぎ上にある傷は、前台車左車輪によるものと考えられるが、この先に脱線痕がないことから、本件列車は60k760m付近で右に傾き、左車輪が浮いた可能性が考えられる。

- (2) 前述のとおり、本件倒木は右車輪の位置で固定された状態となり、さらに、本件列車が本件倒木の先端側を引きずるように進んだため、残木②の残木③側が切断された可能性が考えられる。
- (3) 2.3.1(2)に記述したとおり、後台車第1軸右車輪は右レールに乗った状態であったことから、第2軸右車輪は第1軸の右車輪を支点に右に傾いた車両の回転力により落輪した可能性が考えられる。また、2.4.1に記述したとおり、60k777m付近から本件列車が停止していた第2軸右車輪があった位置に向けてまくらぎなどにほぼ連続して損傷が残っていたことから、この付近で落輪した可能性が考えられる。
- (4) なお、後台車左車輪については、本件列車が右に傾いたことにより浮いた状態となったと考えられる。

(付図8 本件倒木と残木の位置関係 参照)

### 3.1.2 本件列車が本件倒木と衝突した時刻について

2.7に記述したとおり、本件列車の天ヶ瀬駅出発時刻は20時18分30秒であり、天ヶ瀬駅から事故現場付近までの走行時間は約1分30秒であることから、本件列車が本件倒木と衝突した時刻は20時20分ごろであると推定される。

なお、2.1.2に記述したとおり、自動列車停止装置の動作記録には、20時26

分19秒に常時発振信号受信不可、同時刻に無信号を検知した記録が残されている。事故後の確認で装置が正常であったことから、この記録は、本件列車が脱線し、碎石に突っ込んだことなどにより装置機能の健全性を確認するために常時発振している信号が確認できなくなり、無信号と検知したものであると考えられるため、衝突及び脱線はこれ以前に発生していると推定される。

### 3.1.3 本件運転士が本件倒木を確認した地点について

2.3.1(1)に記述したように、事故現場付近は半径300mの右曲線を抜けると直線となるが、事故現場直前に筑後街道の高架橋が在り事故現場を遮るような状態であった。また、2.1.1及び2.9.2に記述したとおり事故発生時は天候が雪であり、降雪の影響もあり夜間での走行においては、高架橋の先にある倒木を認識し難い状況にあったと考えられる。このことから、本件運転士は高架橋の下をくぐり抜けた後の事故現場約50m手前に至るまで線路を支障していた本件倒木を確認できなかったと考えられる。

## 3.2 本件倒木に関する分析

### 3.2.1 本件倒木の発生原因

倒木の発生は、気象要因、立木要因、地形要因など複数の要因が関与するため、それぞれについて分析した結果は以下のようになる。

#### (1) 気象要因

2.8に記述したとおり、気象庁アメダス観測所（玖珠）の記録によると、気温が0℃前後で降水量を観測していることから、事故現場付近で降っていた雪は湿り気の多い付着力の大きな雪であったと考えられる。さらに、2.3.4(1)に記述したとおり、杉の樹冠同士が接した状態であったことから、樹冠に雪が積もりやすい状態であったものと考えられる。ただし、2.8に記述したとおり、事故現場付近の事故当日の積雪は約4cmであったとされ、気象庁アメダス観測所（玖珠）の記録でも事故当日の降り始めからの総雨量が14.5mmであったことから、冠雪害<sup>\*7</sup>が発生する条件とされる降雪量約20cm（降水量に換算して30mm以上の降雪）を超えるほどではなかった可能性が考えられる。しかしながら、事故当時の実際の樹冠への降積雪量は、明らかにすることはできなかった。

<sup>\*7</sup> 「冠雪害」とは、樹木の雪害の一つで、湿った雪が樹木の枝や葉に付着し、その重量を幹や枝が支えきれずに折れたり、曲がったり、倒れたりする被害である。

## (2) 立木要因

木のサイズを基にした雪害危険度の指標として形状比<sup>\*8</sup>があり、冠雪害に対しては既往調査結果から、形状比＝樹高（m）／胸高直径（cm）×100が、70以下では被害が少なく、100を超えると危険とされている。

スギは国内の主要造林樹種（スギ、マツ、ヒノキ）の中では冠雪害には特に弱いとされているが、本件倒木の形状比は、2.5.1に記述した条件では52となり、指標によると、本件倒木は冠雪害に対しては安全な範囲と言える状態であった可能性があると考えられる。また、この形状比から、冠雪害の被害の形態としては、「幹折れや幹曲がり」<sup>\*9</sup>といった被害には強かったと考えられる。

なお、2.5.1に記述したとおり、根系については根元の穴の大きさからすると、線路平行方向に根が長くなった水平根<sup>\*10</sup>型であったことから、根返り<sup>\*11</sup>した場合は線路側方向に倒れやすい状態であったと考えられる。

## (3) 地形要因

2.3.4(1)に記述したとおり、本件倒木が立っていた場所は、北向きの谷状の急斜面であったことから、根返りの発生しやすい地形条件であったと考えられる。

また、本件倒木を含むこの付近に植林された杉は、立木間隔が狭い部分もあり、杉相互の樹冠が重なり合う状態で葉が枯れた木があり、木々にはつる植物の繁茂や巻付きなどもあったことから、光が林床にあたらず下層植生<sup>\*12</sup>の成長に影響していた可能性が考えられる。幼齢期<sup>\*13</sup>の間伐などの実施により、前述の形状比に示すとおり成長状態は悪くはなかったと考えられるが、本件斜面は明瞭な流路を持たない谷状の急な斜面で、付近の雨水や、融雪水が集まりやすい地形である。このことから、本件斜面は、融雪水により多量の水を含んだ状態となり、斜面の状態が根系の支持力を低下させていた可能性があると考えられる。このため、杉を管理する地権者においては、壮齢期以降においても、継続して適切かつ有効な保育作業を行っていくことが重要であり、特に斜面下の設備に影響を与えるおそれがある箇所については、地

<sup>\*8</sup> 「形状比」とは、樹幹の形状を示す物差しの一つで、樹高を胸高直径で割った値をいう。形状比が大きいほど細長い幹となっていることを示す。

<sup>\*9</sup> 「幹折れ」は、幹の途中から折れる被害であり、「幹曲がり」は、根元は立ったままで幹が湾曲する被害であり、根返り被害に対して、比較的若く、幹が細い木で発生しやすい。

<sup>\*10</sup> 「水平根」とは、地表に沿って水平方向に伸びる根の形態をいう。

<sup>\*11</sup> 「根返り」とは、根系の損傷によって林木が倒伏する被害であり、幹の強度よりも根系の支持力が小さい場合に発生する。

<sup>\*12</sup> 「下層植生」とは、森林において上木に対する下木（低木）、及び草木類からなる植物集団のまとまりのことをいい、その土地の環境を知る上での指標となる。

<sup>\*13</sup> 「幼齢期」とは、木の年齢で10年～20年位まで木の成長時期をいい、以後約50年までを壮齢期、それ以上を老齢期という。

形条件も考慮して保育作業を実施していくことが望ましい。

なお、2.5.2(3)に記述したとおり、斜面の上にある温泉施設の排水設備が破損し漏れた水が本件斜面に流れ出している状態であったことにより、本件斜面の含水量が増し根系の支持力の低下に關与した可能性があると考えられる。このため、一度に大量の排水が行われるような施設の管理者は、斜面下の鉄道設備に影響を与えるおそれのある排水設備の健全性について、定期的に確認し必要に応じて補修を行うことが望ましい。

以上のことから、倒木の発生原因は、杉の樹冠への積雪による冠雪荷重に根系の支持力が耐えられなくなったために発生した冠雪による根返りであると考えられる。なお、少ない積雪でありながら倒木したことについては、倒木が発生した斜面が、谷状で付近の雨水等を集めやすい地形であり、また、斜面の上部にある温泉施設の排水設備が破損して漏れた水が斜面に流れ出していたことにより、立木の根元の斜面が水分を多く含んだ状態であったことによる可能性があると考えられる。

### 3.2.2 本件倒木の発生時刻

2.9.2に記述したとおり、本件列車と天ヶ瀬駅で行き違いを行った上り列車が事故現場を通過した際には、運転士は特に異常を認めず通過していることから、本件倒木は、2.7に記述した運輸指令の装置ジャーナルから本件列車と天ヶ瀬駅で行き違いをした上り列車が事故現場を通過した20時16分ごろから、3.1.2に記述した本件列車が本件倒木と衝突した20時20分ごろまでの約4分の間に発生したと推定される。

### 3.3 斜面等の管理に関する分析

同社の用地外の倒木対策に関しては、2.3.4(2)に記述したとおり、過去の倒木による災害が発生した箇所の記録を活用した対応がされており、要領の「13 部外に起因するものの措置(1)」に対しての措置は行われていたと考えられる。しかしながら、以下のことから、「13 部外に起因するものの措置(2)」による用地外における各種条件の変化により線路に障害を受けるおそれがあると認められたものに対しての措置については、変化を見据えた対応が十分でなかったと考えられる。

- (1) 2.5.2(2)に記述したとおり、本件倒木以外に同様に根系もろとも引き抜かれた状態で倒れた杉の木が複数あったこと。
- (2) 3.1.1及び2.3.4(1)に記述したとおり、本件倒木及び線路に隣接する木々の樹高は20m以上であったこと。
- (3) 2.3.4(1)に記述したとおり、本件斜面は、付近の雨水、融雪水が流れやすい地形であり、2.5.2(3)に記述したとおり、温泉施設の排水設備の破損による排水

漏れがあり斜面に水が流れ出しているなどの状況が見受けられたこと。

以上のことから、同社は、この記録のない箇所についても、沿線木が倒れた場合、線路に支障を及ぼすおそれがある範囲を整理・抽出し、必要に応じて地権者に対して、倒木が発生した場合に線路に支障を及ぼす可能性についての注意喚起を行いつつ、伐採作業を依頼していく必要があると考えられる。

また、2.9.1に記述したとおり、事故の約3時間前に事故現場付近について、住民から本件民家付近で杉の木が電線に引っ掛かっている旨の通報を受けた天ヶ瀬駅の駅員からの確認依頼により運転指令は、事故現場付近を運転していた列車の運転士による目視できる範囲の確認を指示していた。このことから、事故要因となった降雪要因がなくなるまでは監視を継続するなど、住民からの通報なども有効活用し、倒木が発生した場合に線路に支障を及ぼす箇所を確認する方法について定め、運転規制前の警戒段階としてそれらの箇所の確認を実施していくことが望ましい。

## 4 原因

本事故は、線路を横断する状態で杉の木が倒れていたため、走行していた列車が乗り上げ、その際に右へ移動し、脱線したものと考えられる。

杉の木が倒れたのは、以下のことから、冠雪による根返りであると考えられる。

- (1) 事故当日に降った湿り気が多い付着力の大きな雪による樹冠への積雪により、杉の木の重心位置が通常より高くなっていたこと。
- (2) 倒れた杉が壮齢木で、樹高に対して幹も十分な太さであったことから、幹の強度は比較的大きかったが、それに比して根系の支持力が小さかったと考えられること。

なお、少ない積雪でありながら倒木したことについては、倒木が発生した斜面が、谷状で付近の雨水等を集めやすい地形であり、また、斜面の上部にある温泉施設の排水設備が破損して漏れた水が斜面に流れ出していたことにより、立木の根元の斜面が水分を多く含んだ状態であっ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

同社では、用地外の倒木対策に関して、過去に倒木による災害が発生した箇所の記録を活用し、注意を要する箇所についての伐採措置が行われていたが、この記録のな

い箇所についても、沿線木が倒れた場合、線路に支障を及ぼすおそれがある範囲を整理・抽出し、必要に応じて地権者に対して、倒木が発生した場合に線路に支障を及ぼす可能性についての注意喚起を行いつつ、伐採作業を依頼していく必要があると考えられる。

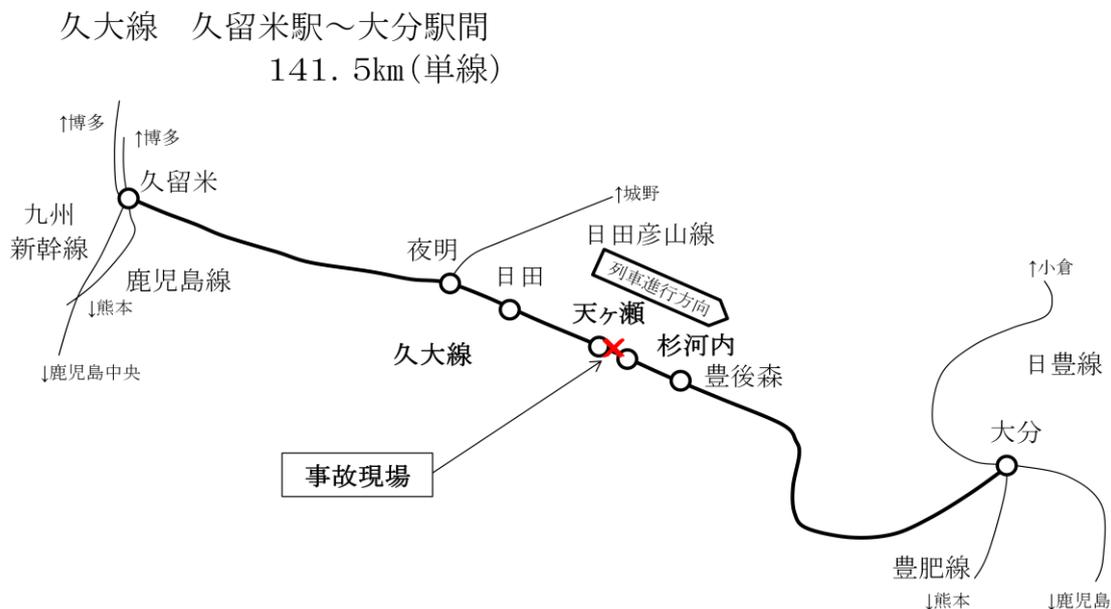
また、降雪時においては、住民からの通報なども有効活用し、周辺状況の変化を加味して倒木が発生した場合に線路に支障を及ぼすおそれのある箇所を確認する方法について定め、運転規制前の警戒段階としてそれらの箇所の確認を実施していくことが望ましい。

## 5.2 事故後に同社が講じた措置

倒木のあった斜面において、線路への影響のおそれがある木の伐採を実施し、この斜面の上にある温泉施設の排水設備について修繕工事を行った上で、今冬季終了までは事故現場付近で25km/hの徐行運転を実施した。

また、降雪時における運転規制として、積雪状況により25km/h以下の徐行運転や運転中止とすることを、暫定的な取扱いとして実施している。

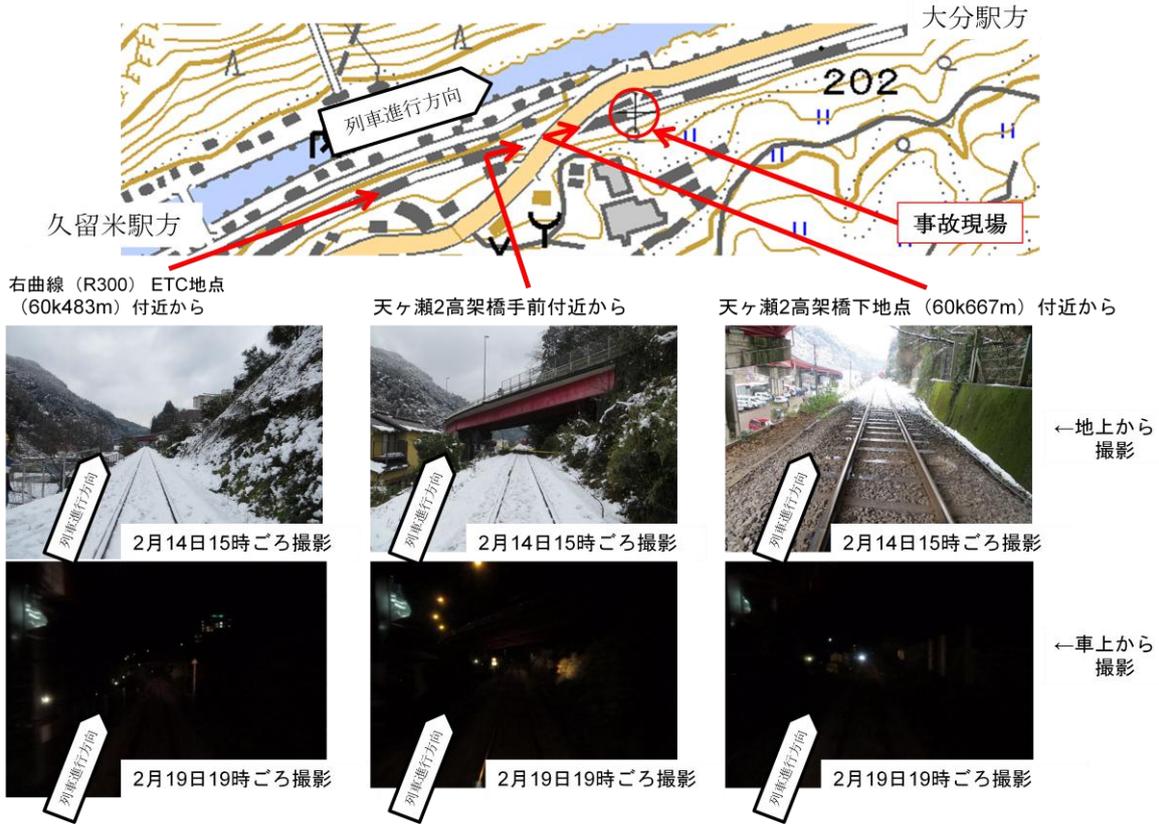
## 付図1 久大線路線図



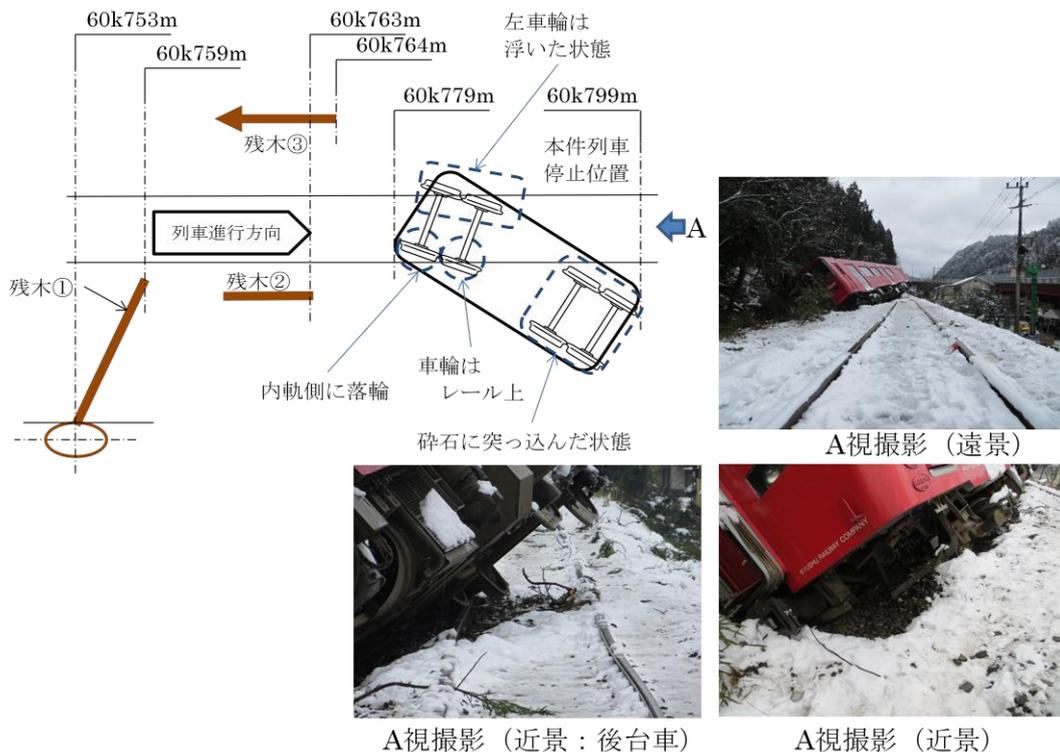
## 付図2 事故現場付近の地形図



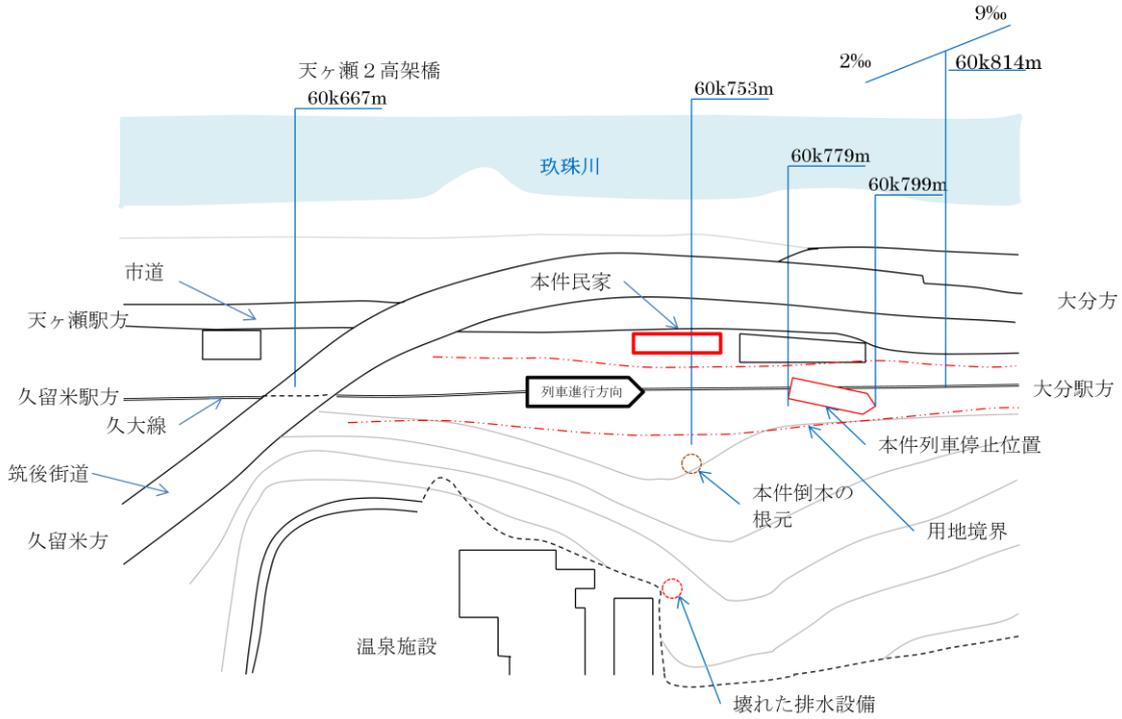
### 付図3 事故現場付近の概況



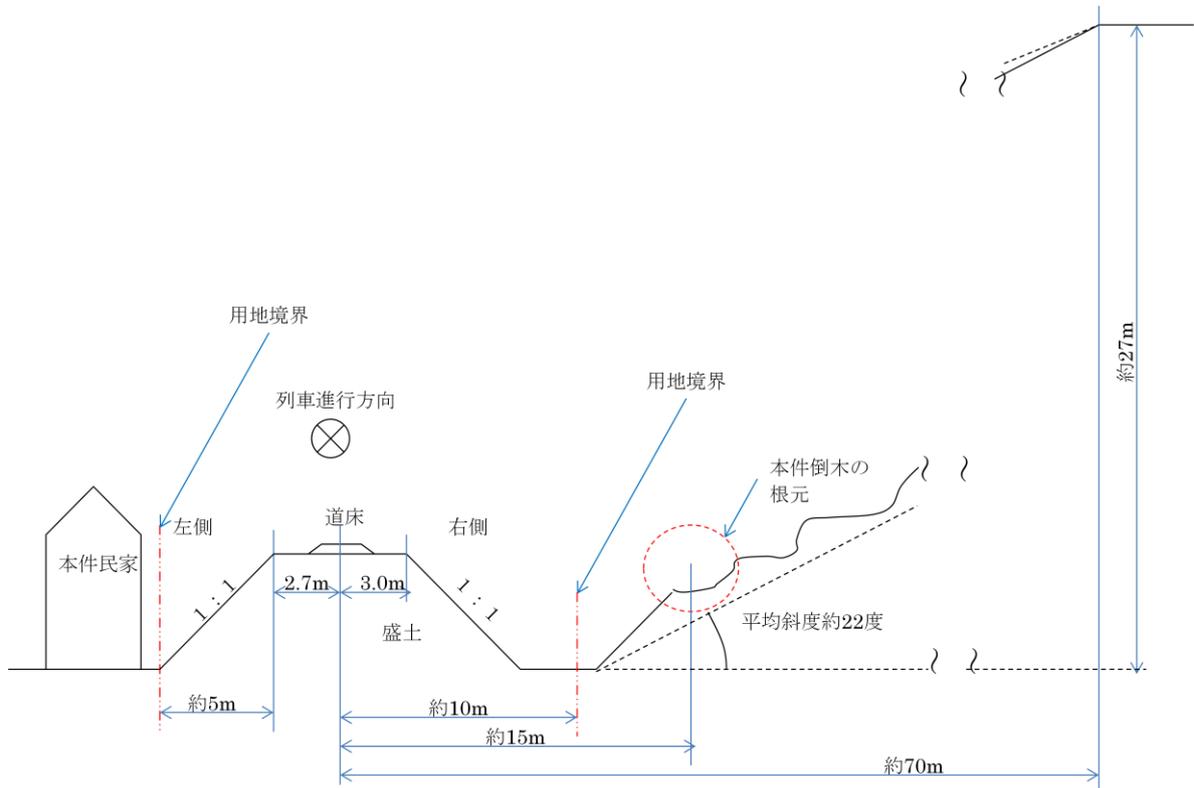
### 付図4 脱線状況



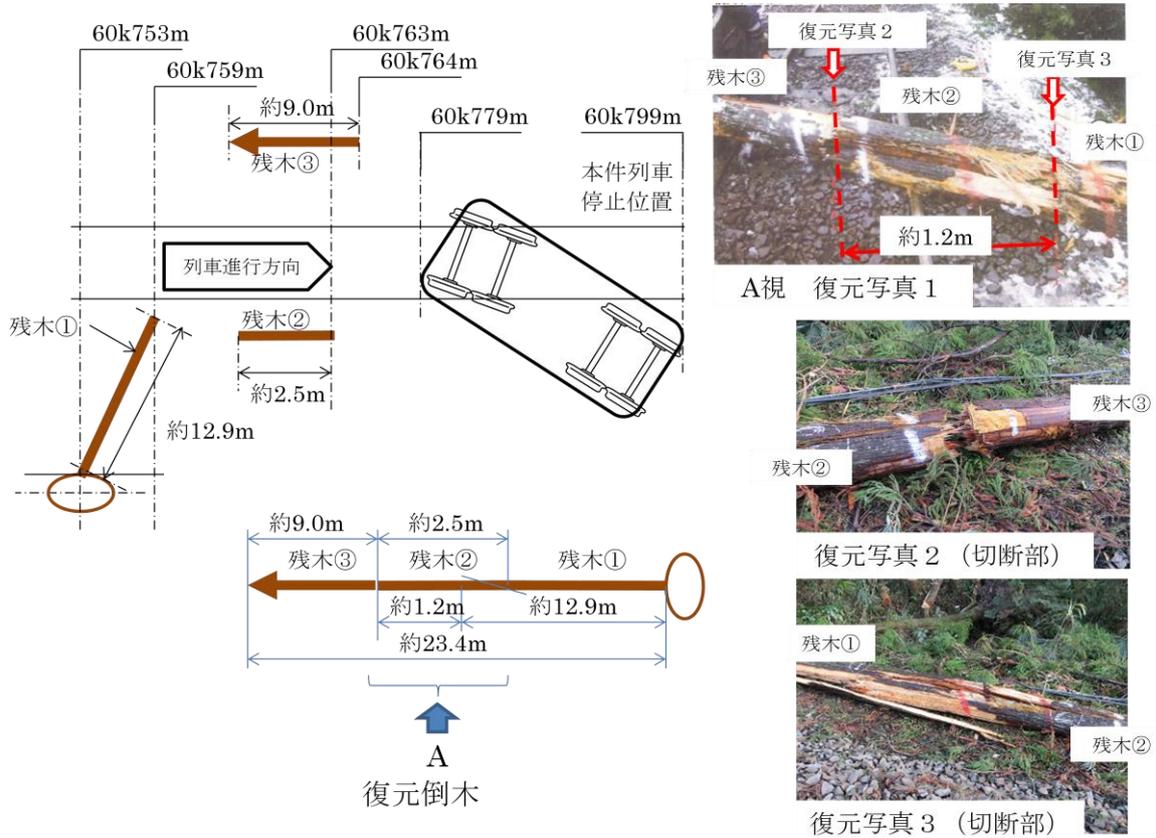
付図5 事故現場付近の略図



付図6 60k750m付近の断面図



付図7 残木



付図8 本件倒木と残木の位置関係

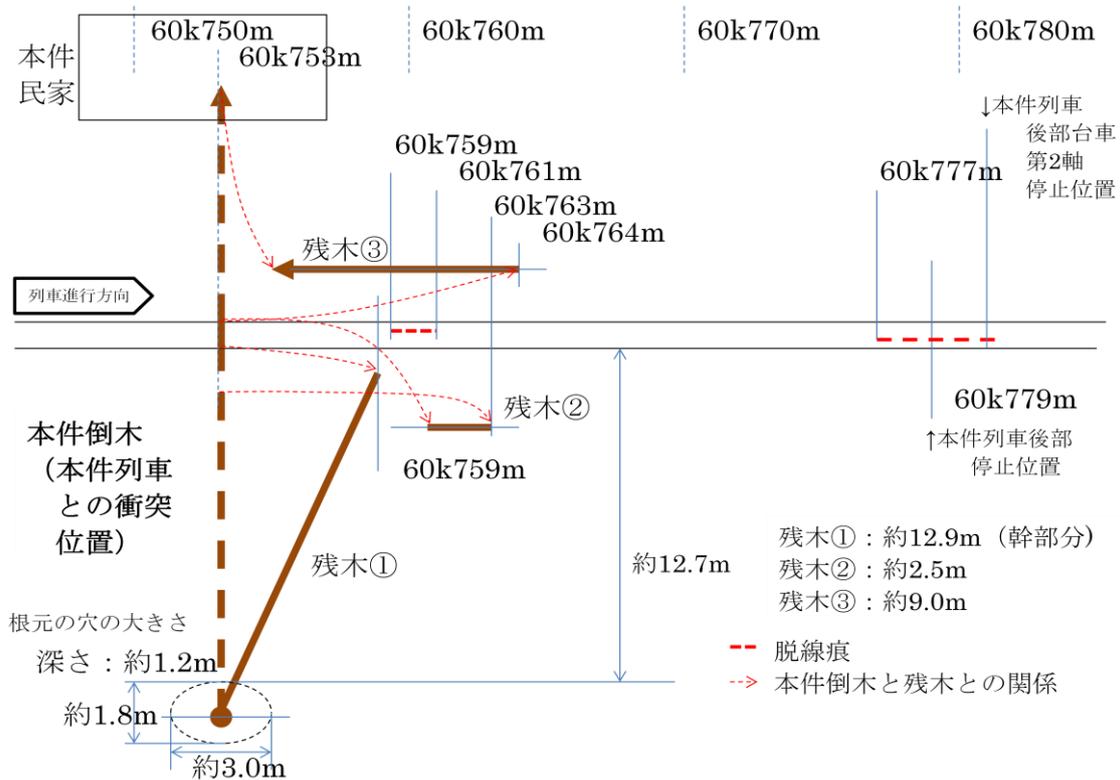


写真1 脱線痕1

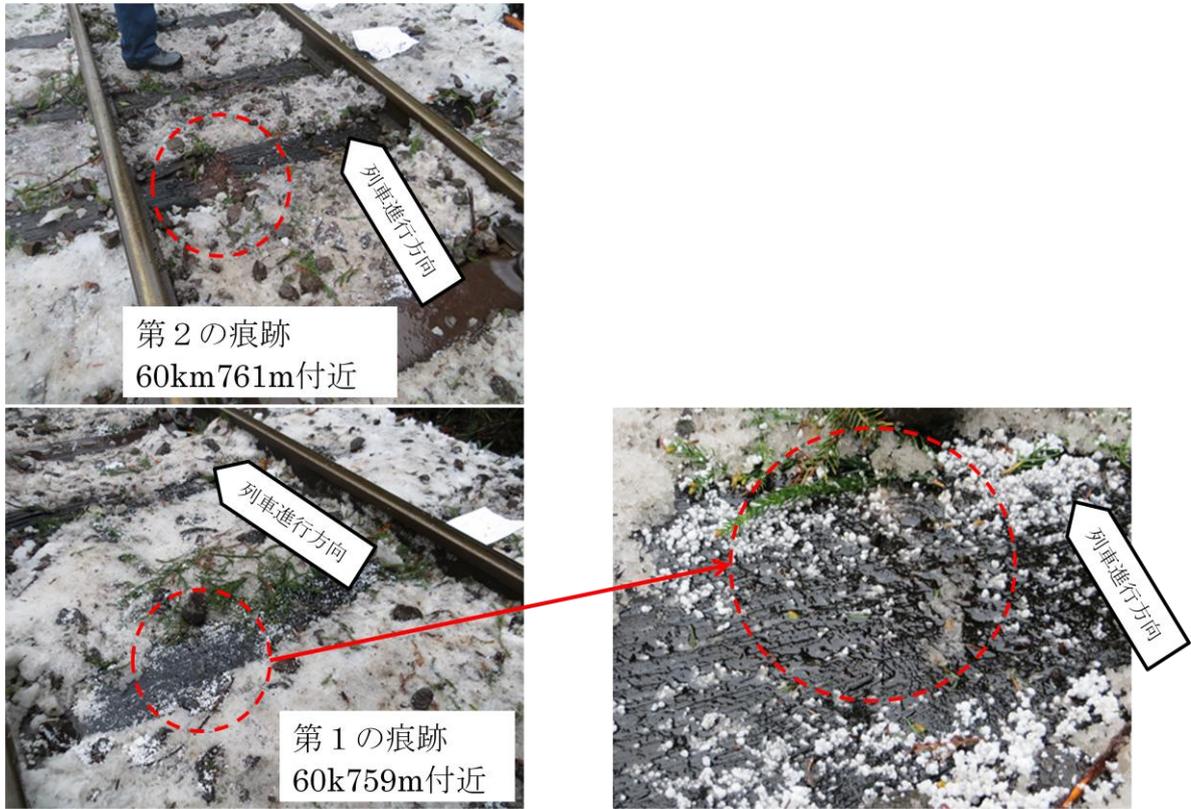


写真2 脱線痕2



### 写真3 車両の主な損傷及び痕跡



### 写真4 残木の状況（残木①）

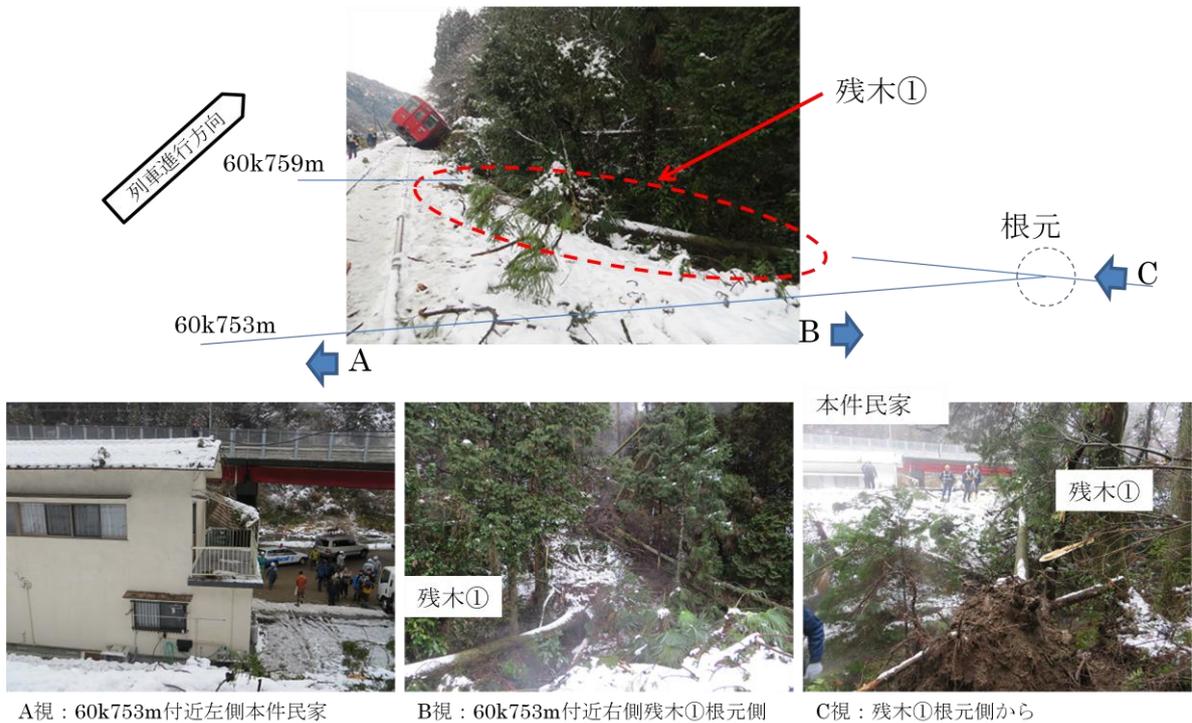


写真5 残木の状況（残木②、③）

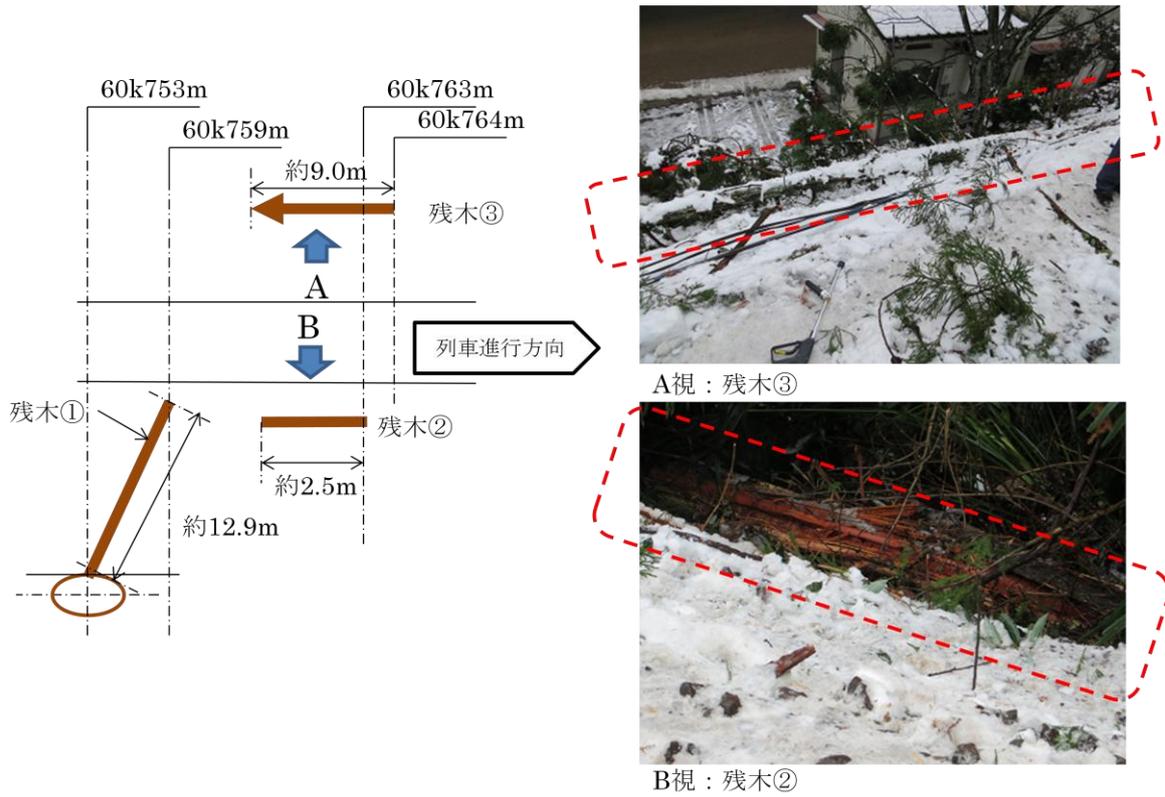
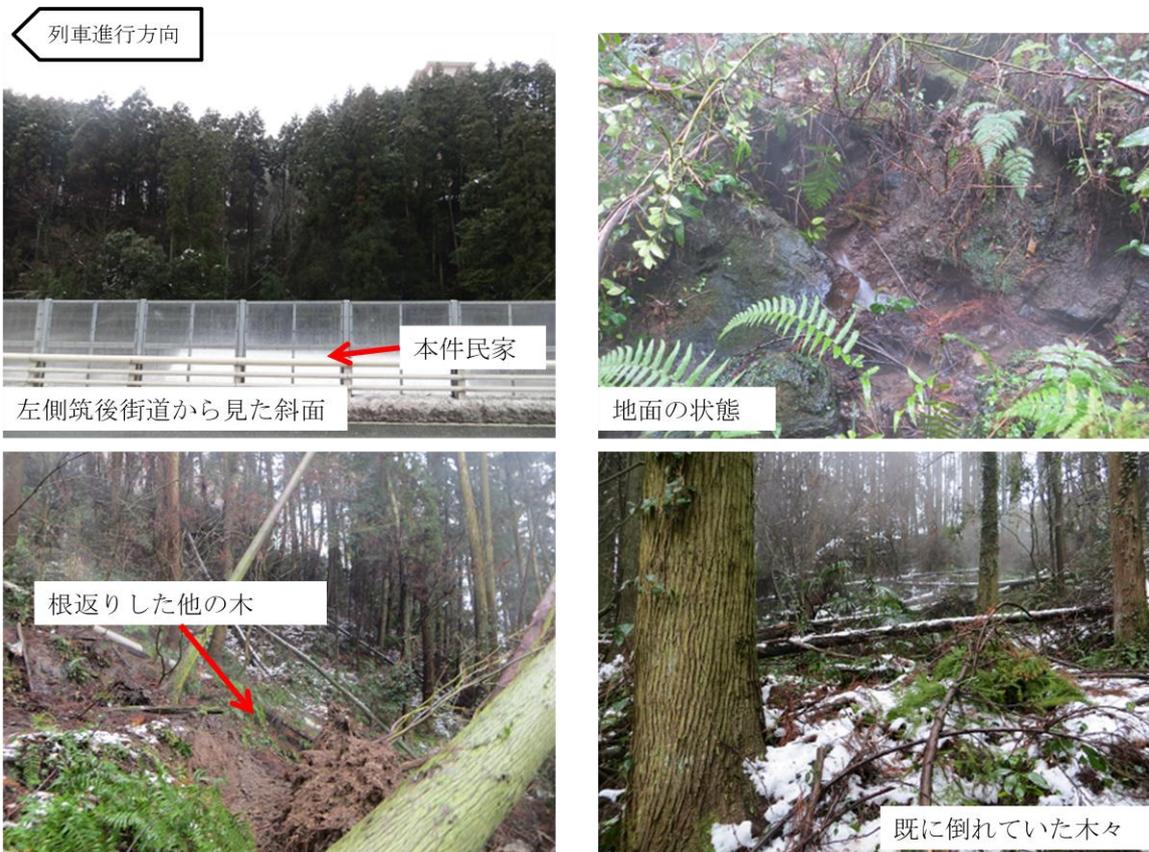


写真6 60k750m付近の斜面の状態



## 写真7 斜面上部の温泉施設の排水設備の状態

