■三重県宮川村の春日谷における2004年台風21号時に発生した斜面災害の地質素因(予察報告)

Geological factor of slope failures caused by the 21st typhoon, 2004, within the Kasugadani Valley of the Miyagawa-mura, Mie Prefecture, Southwest Japan (Preliminary report)

株式会社 環境地質 (現:富山大学) / 柏木健司

Kankyo Chishitsu Co., Ltd. (Toyama University) / Kenji KASHIWAGI

キーワード: Miyagawa, Kasugadani Valley, slope failure, accretionary complex, dismembered formation
Key words: 宮川, 春日谷, 斜面崩壊, 付加体, 分断相

1. はじめに

2004年9月29日, 日本列島を縦断した台風21号は, 紀伊半島東部に位置する三重県宮川村に多大な災害の痕跡を残した。とくに, 宮川支流の春日谷で生じた大規模な斜面崩壊は, 春日谷流域に大量の崩壊堆積物を供給し, その結果として谷流域に天然ダムを形成した。現在, 宮川村の災害の速報がいくつか公表されている(近藤ほか, 2004; 林ほか, 2005)。しかし, 災害発生場の崩壊斜面と地質との関係については十分に把握されていない。この原因の一つとして, 付加体地質の観点に基づく宮川村周辺の大縮尺の地質図の整備・公表が遅れていることが挙げられる。このような現状において, 災害地質の解析に必須の大縮尺の地質図の早期公表が急務と考えられる。

本稿の目的は, 筆者が2002~2003年度に行った5万分の1地質図幅「長島」の調査研究で作成した春日谷流域の地質図と地質記載の詳細を公表し, 斜面崩壊の発生原因を地質素因の側面から議論することにある。

2. 春日谷流域の秩父北帯の地質

宮川村を東北東方向に流下する宮川の南西側山地斜面の基盤岩は, 三波川帯の結晶片岩とその南側の秩父北帯の地層から構成される。このうち, 秩父北帯の非変成(一部, 弱変成)付加体堆積岩類は, 岩相組み合わせと堆積年代の相違に基づいて, 断層で境される四つのコンプレックス(Ia, Ib, Ic, Id)に区分される(柏木, 2002; 柏木ほか, 2005)(図-1)。春日谷水系の秩父北帯は, 北

図-1 宮川村の秩父北帯の地質概略図

Fig. 1 Geological outline of the Northern Chichibu Belt in the Miyagawa-mura

東側のコンプレックスIaと南西側の広い範囲を占めるコンプレックスIcで構成される。コンプレックスIaは、断層を介してコンプレックスIcの構造的上位に累重する（図-2）。

コンプレックスIaは、複数の岩型のブロックを泥岩基質中に含む混在岩から構成され、地層全体としてメランジュの特徴を持つ。基質の泥岩は、1mm以下の間隔で密に発達する剪断面の発達で特徴づけられる。含まれるブロックは、緑色岩、石灰岩、チャート、珪質泥岩、砂岩、砂岩泥岩細互層などで、とくに緑色岩と砂岩が卓越する傾向にある。緑色岩は玄武岩質溶岩を多く含む。

一般に、ブロックは基質に発達する剪断面に沿って伸長し、しばしば非対称変形構造の形態を示す。

コンプレックスIcは、東西走向で急傾斜する鳴尾越断層（仮称）を境に、岩相組み合わせの異なる北側と南側の区域に細分される。北側のコンプレックスIcは、チャートと陸源碎屑岩の構造的繰り返して特徴づけられる。チャートは頻繁に層状酸性凝灰岩を伴い、しばしば急崖を形成する。陸源碎屑岩は塊状粗粒砂岩から主に構成され、少量の砂岩優勢または泥岩優勢の砂岩泥岩互層とその破断相（broken formation）ないし分断相（dis-membered formation）（Raymond, 1984；中江, 2000）を

図-2 春日谷流域における秩父北帯の地質図
Fig. 2 Geological map of the Northern Chichibu belt in the Kasugadani Valley

伴う。なお、破断相と分断相は、それぞれ砂岩泥岩互層が構造変形を受けた産状を指す。破断相は、露頭において側方への砂岩の断続的な連続性に基づき、砂岩と泥岩の互層状態への復元が可能な産状を指す。一方、破断相に比較してより強い変形を受けた分断相は、泥岩中に砂岩をブロック状ないし層状に孤立して含み、砂岩と泥岩との層序関係の復元が困難な産状を示す（写真－1）。また、分断相中の泥岩は、一般に幅数mm～数cm間隔で発達する剪断面を有し、剪断面で囲まれる泥岩岩片中には葉理や砂岩薄層がしばしば認められる。分断相と破断相は、しばしば一つの露頭内で共存し、漸移的な岩相変化を示す。

鳴尾越断層南側のコンプレックスIcは、緑色岩、石灰岩、チャート、陸源碎屑岩の構造的繰り返しで特徴づけられる。玄武岩質火山砕屑岩から主に構成される緑色岩は、石灰岩をしばしば密接に伴って露出する。珪質粘土岩と珪質泥岩がまれにチャートに伴われて産出する。陸源碎屑岩は、塊状粗粒砂岩、泥岩、砂岩泥岩互層とその破断相ないし分断相から主に構成され、石灰岩礫を含む含礫泥岩を少量伴う。また、緑色岩やチャート、砂岩などを、剪断面の発達する泥岩中にブロックとして含む混在岩が、コンプレックスIaとの境界断層の直下数m

写真－1 砂岩泥岩互層の分断相の産状（千石越付近）
Photo 1 Field occurrence of dismembered formation of alternation beds of sandstone and mudstone

の構造層準を含む数カ所に認められる。

鳴尾越断層は、岩相分布の不連続性から推定される、西北西－東南東走向の高角断層である。コンプレックスIaとIcの境界断層を切ることから、秩父北帯の構造累重関係が完成した後に活動した断層の一つに位置づけられる。また、その北方約500m付近の断層Aは、鳴尾越断層に関連して形成されたと考えられる。鳴尾越断層の南側には、砂岩泥岩互層の分断相が多くの露頭で観察される（図－2）。同様の傾向は、鳴尾越断層と断層Aに挟まれる範囲にも認められる。これら分断相の走向傾斜は、一般に北西－東西－北東走向で北に中～高角度の傾斜を示す。また、分断相にはほぼ平行な走向傾斜を有する断層が、鳴尾越断層周辺において主に分断相に伴われて多数発達する。鳴尾越断層とその近傍の分断相の分布する帯状の範囲は、付加体の構造を切る白亜紀古世中期以降に形成された変形帯に位置づけられる。

3. 崩壊斜面周辺の地形と地質

春日谷流域における大規模な斜面崩壊は、その上流の北東向き斜面内に位置する崩壊A、春日谷下流に流れ込む支流源頭部周辺にみられる崩壊Bで発生した（図－2、写真－2）。崩壊Aは春日谷下流に多量の土砂を供給し、崩壊Bはそれら堆積物をせき止める堤防状の高まりを形成した。

崩壊Aの斜面（図－3）は、その南東側に広がる山地斜面とともに、周囲よりも小さい谷の発達密度と、滑らかな斜面表層の形状を示す。この部分は、北東に開いた最大幅および延長約750～1000mに至る不明瞭な旧地すべり地形を呈する。さらに、崩壊Aの南東側に隣接する斜面は、明瞭な滑落崖と地すべり堆の地形的特徴を示す。崩壊Aを含む周辺の地質は、林道沿いの調査に基づく、塊状粗粒砂岩、砂岩泥岩互層とその分断相、泥岩、含礫泥岩などの陸源碎屑岩から主に構成され、少量のチャートと石灰岩、玄武岩質火山砕屑岩を含むと判断される。砂岩泥岩互層の分断相が所々に露出し、鳴尾越断層に関連する変形帯に含まれている。

崩壊Bの発生した支流の沢は、標高700m付近の尾根

写真－2 崩壊Aと崩壊Bの遠望
Photo 2 Panoramic view of the slope failures A and B

図-3 春日谷上流の崩壊A周辺におけるコンプレックスIcのルートマップ
Fig. 3 Route map of the Complex Ic around the slope failure A

から春日谷本流の標高180m付近まで、東から東北東方向に緩く蛇行しながら伸びている。標高350m付近の遷緩点を境に、沢の河床勾配は上流で約35°～20°，下流側で10°前後である（図-4のb-d区間）。災害発生前に作成した沢の下流部を含む隣接する沢のルートマップ（図-4のa-c-d区間）によると、岩相構成は上流側の層状酸性凝灰岩とチャートを主体とする部分（以下、酸性凝灰岩卓越相）と、下流側の塊状粗粒砂岩を主体とする部分（以下、砂岩卓越相）に明瞭に区分される。両者は断層で接するとともに、層厚数m以上の分断相が断層直下の砂岩卓越相中に観察される。崩壊Bは、遷緩点より上流側の沢左岸の斜面に発生しており、砂岩卓越相直上の酸性凝灰岩卓越相から構成されている。なお、隣接する沢（図-3のa-c区間）において、酸性凝灰岩の急崖は下位の分断相に対してオーバーハングしている。

4. 考察

斜面崩壊の発生機構を明らかにする上で、崩壊発生斜面の地質状況を正確に把握することが重要である。以下では、災害発生前に実施した野外調査の結果を基に、崩壊発生斜面の地質状況を復元し、その崩壊機構について

考察を行う。

春日谷の二つの斜面崩壊は、いずれもコンプレックスIcの分布域で生じている。崩壊Aの斜面は、林道と尾根沿いの岩相分布に基づく、泥岩を挟む塊状砂岩、および緑色岩とチャートを伴う石灰岩から主に構成される。また、巨視的には鳴尾越断層の変形帯の範囲に含まれることから、砂岩泥岩互層の分断相が所々に挟在されていると考えられる（図-5のA）。さらに、崩壊斜面は地形的に、旧地すべり地形の源頭部に位置する旧滑落崖に当たる。以上の地質および地形データに基づく、崩壊発生前の斜面は、その表層において多数の不連続面に沿う開口割れ目を伴う緩み領域を断続的に形成していたと考えられる。集中的な降雨に伴い、緩み領域の開口割れ目に沿う流動化が進行し、最終的に大規模な表層崩壊に至ったと解釈される。

一方、春日谷下流に堤防状の高まりを形成した崩壊Bは、酸性凝灰岩とチャートから主に構成される酸性凝灰岩卓越相を主体に、最下部に分断相を伴う斜面で発生したと推定される（図-5のB）。隣接する沢では、分断相の直上で酸性凝灰岩の急崖がオーバーハングしている産状が観察された。また、酸性凝灰岩卓越相は斜面の所々

図－4 春日谷支流の崩壊B周辺におけるコンプレックスIcのルートマップ
Fig. 4 Route map of the Complex Ic around the slope failure B

で急崖を形成し、遷緩線を境に下位の砂岩卓越相の構造的上位に累重している。以上に基づくと、周囲に対して凸斜面を形成していた酸性凝灰岩卓越相からなる斜面が、背面に亀裂の形成を伴いながら不安定化し、崩壊に至った可能性が指摘される。

崩壊AとBに共通する地質素因の一つとして、砂岩泥岩互層の分断相の存在が挙げられる。崩壊Aの発生要因は、砂岩泥岩互層の分断相に直接に求められる。一方、崩壊Bは主として酸性凝灰岩とチャートの斜面で発生している。ただし、その下盤側に断層を介して分断相が存在するように、分断相の存在が間接的に斜面崩壊の発生に関与していると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、斜面崩壊の発生過程を考察するに際して、災害前に得られた地質情報と、災害後の空中写真判読による地形情報を用いた。その結果として、春日谷における斜面崩壊の直接的ないし間接的な地質素因の一つとして、剪断面の発達で特徴づけられる“砂岩泥岩互層の分断相”の存在を指摘した。

今回の報告に際して、以下の問題点が挙げられる。ここで展開した斜面崩壊の発生機構に関する仮説は、災害が発生した斜面の詳細な実地調査により検証される必要

図－5 崩壊Aと崩壊Bの復元される地質状況
Fig. 5 Reconstructed geological occurrences of the slope failures A and B

がある。また、これら二つの崩壊地周辺の同様の岩相からなる斜面に、同程度の規模の斜面崩壊は発生していない。斜面崩壊の発生場が、どのような地質と地形条件に規制されているかを、災害地質の視点で再度見直す必要がある。また、その結果を基にしたハザードマップの作成が、地域防災の観点から最終的に強く求められる。現在、筆者と共同研究者は崩壊斜面とその周辺の災害地質調査を行い、今回の仮説の検証を進めている。稿を改めて、その詳細を報告する予定である。

謝 辞

春日谷の災害地質の調査に際して、名古屋大学の常盤哲也氏に御協力頂いている。産業技術総合研究所の中澤努博士には、地形地質の観点から斜面崩壊の発生機構に関して議論して頂いた。本誌の査読者には、多くの建設的な改善点を指摘して頂いた。以上の方々に心から感謝します。

引用文献

- 林 拙郎・土屋 智・近藤観慈・芝野博文・沼本晋也・小杉賢一郎・山越隆雄・池田暁彦（2005）：2004年9月29日、台風21号に伴って発生した三重県宮川村の土砂災害（速報）。砂防学会誌, Vol. 57, No. 4, pp. 48-55.
- 柏木健司（2002）：紀伊半島東部秩父帯のジュラ紀中世～白亜紀古世前期付加複合体の2帯配列。日本地質学会西日本支部会報, No. 120, pp. 1.
- 柏木健司・丹羽正和・常盤哲也（2005）：紀伊半島中央部の三之公地域の秩父累帯から産したジュラ紀古世放散虫化石。地質学雑誌, Vol. 111, No. 3, pp. 170-181.
- 近藤観慈・沼本晋也・林 拙郎（2004）：2004（平成16）年台風21号による三重県宮川村の斜面災害。日本地すべり学会誌, Vol. 41, No. 4, pp. 97-100.
- 中江 訓（2000）：付加複合体の区分法と付加体地質学における構造層序概念の有効性。地質学論集, No. 55, pp. 1-15.
- Raymond, L. A. (1984) : Classification of mélanges. (Raymond, L. A., ed.), Melanges: Their Nature, Origin and Significance. Geol. Soc. America, Special Paper, No. 198, pp. 7-20.
- （原稿受付2005年3月29日，原稿受理2005年8月9日）