成羽層群の炭層地すべり群 ―岩相と地史を反映したその構造特性*

Coaly beds landslides of the Triassic Nariwa Group

- Characteristics of landslide structures influenced by their lithofacies and geohistory

横田修一郎¹ 田中 元²
山田琢哉²

*Shuichiro Yokota¹, Hajime Tanaka²
and Takuya Yamada²*

受付: 2009年4月30日

受理: 2009年7月20日

* 日本地質学会第116年学術大会 (2009年・岡山) 見
学旅行 (G班) 案内書

1. 島根大学 総合理工学部 地球資源環境学科
Department of Geoscience, Shimane University,
Nishikawatsu 1060, Matsue 690-8504, Japan
2. 復建調査設計(株) 岡山支社
Okayama Branch, Fukken Co. Ltd., Higashi-shimada
cho 1-3-5, Okayama 700-0983, Japan

Corresponding author: S.Yokota

E-mail: yokota@riko.shimane-u.ac.jp

概要

地すべりは、斜面崩壊や落石、土石流などに比較して突発的な災害を発生させることは少ないものの、大小様々な地すべりによる被害は今日でも後を絶たない。岡山県西部に分布する上部トリアス系成羽層群^{なりわ}の分布域は地すべり多発地帯であり、農地や家屋等の被害に対して調査と対策が繰り返されてきた。これらの地すべりは“成羽層群地すべり”とよばれ、成羽層群の砂岩・泥岩中に挟まれる薄い炭層や特有の小褶曲構造がその発生に関与していると考えられている。本見学コースでは当地域のこうした地すべりの形態と構造の特徴をとらえ、発生にかかわる地形・地質条件を地質学あるいは応用地質学の立場から考えることを目的とする。

Keywords

地すべり, 成羽層群, 炭層, 褶曲
landslides, Nariwa Group, coaly beds, folds

地形図

1 : 25,000 「地頭」

見学コース

8:30 岡山駅西口出発→岡山県高梁市川上町 (名原→大賀→松原→仁賀→安成→地頭) →18:00 岡山駅西口解散

見学地点

- Stop 1 (34° 44' 00" N, 133° 28' 54" E) 川上町地頭: 名原地すべり地の遠望と地すべりの概要
- Stop 2 (34° 44' 18" N, 133° 28' 48" E) 名原地すべり: 名原地すべり頭部の地形と流れ盤をなす地すべりの地質特性
- Stop 3 (34° 44' 12" N, 133° 28' 54" E) 名原地すべり: 名原地すべり下方に見られる仁賀層の岩相と構造
- Stop 4 (34° 43' 22" N, 133° 27' 36" E) 川上町大賀: “大賀の押し被せ” 説明板と石灰岩
- Stop 5 (34° 43' 15" N, 133° 27' 26" E) 川上町松原: 大賀西方の岩相分布 (石灰岩と塩基性火山岩類)
- Stop 6 (34° 42' 42" N, 133° 27' 30" E) 仁賀地区高原上: 山砂利層と吉備高原
- Stop 7 (34° 42' 36" N, 133° 27' 54" E) 安成地すべり: 向斜構造に規制された地すべりの露頭
- Stop 8 (34° 42' 30" N, 133° 27' 48" E) 安成地すべり: 安成地すべりと地質構造との関係
- Stop 9 (34° 42' 48" N, 133° 27' 42" E) 安成地区高原上: 山砂利層直下の風化した成羽層群
- Stop 10 (34° 44' 12" N, 133° 29' 06" E) 川上町地頭: 川上町郷土資料館

はじめに

地すべりは、斜面崩壊や落石、土石流などに比較して突発的な災害を発生させることは少ないものの、大小様々な地すべりによる被害は今日でも後を絶たない。岡山県西部に分布する上部トリアス系成羽層群の分布域（第1図）は地すべり多発地帯であり、農地や家屋などの被害に対して調査と対策が繰り返されてきた。これらの地すべりは“成羽層群地すべり”とよばれ、成羽層群の砂岩・泥岩中に挟まれる薄い炭層や特有の小褶曲構造がその発生に関与していると考えられている（田中ほか，2006，2007）。本見学コースでは、当地域のこうした地すべりの形態と構造の特徴をとらえ、発生にかかわる地形・地質条件を地質学あるいは応用地質学の立場から考えることを目的とする。

成羽層群は炭層を含むことから地質研究の歴史は古い。しかし、多数の小規模な褶曲構造に上記のような地すべり移動による表層の構造が加わっていることから、地質構造は複雑であり、全貌の解明は長い間困難であった。とくに、大賀地区では地質構造が複雑で、石炭紀～ペルム紀化石を含む石灰岩が見かけ上トリアス系砂岩の上位に現れることから、“大賀デッケ（大賀の押し被せ）”とよばれるナップ構造が指摘されたこと（小澤，1924；Ozawa，1925）はよく知られている。

成羽層群の地質構造解明はその後しだいに進み、“大賀デッケ”に関しても様々な解釈が可能となってきた（沖村・長谷，1973；大藤，1985；鈴木ほか，1990など）。さらに、地すべり移動に起因した表層の構造も部分的に明らかになり、基盤の構造と併せた議論も可能になりつつある（横田ほか，1998）。

本見学コースではこうした研究を踏まえ、成羽層群地すべ

りの代表として高梁市川上町の^{なばら}名原地すべりと^{やすなり}安成地すべりをとりあげ、地すべり発生にかかわる成羽層群の岩相、とくに頻繁に挟まれる脆弱化した炭層の役割や特徴的な小褶曲構造などを見学する。さらに、当地域の地史を考えるうえで重要な古第三系の礫層（山砂利層）の層相と分布を見学し、それが示す地域の風化環境を通じて地すべり発生との関係も考えてみる。

高梁市川上地域の地形・地質概要

見学地域は第1図(a)に示すように、岡山県中部の高梁市市街地の南西10～15kmの川上町地頭、大賀、安成、仁賀などを含めた範囲である。広域的には、吉備高原とよばれる標高300～400mの定高性をもった山地が広がり、瀬戸内海に注ぐ高梁川水系の成羽川、領家川などがそれを開析している。吉備高原の中でも成羽層群分布地域は地形的にやや低く、盆地状を呈しているが、この地形的低まりは成羽層群とその基盤岩類との間で生じた一種の組織地形と考えられる。山腹には地すべり性緩斜面が各所に見られ、それらの多くは耕作地として利用されている。

当地域の成羽層群は砂岩、泥岩とそれらの互層を主体とし、砂岩は部分的に礫岩を含んでいる。本層群から産出する *Entomonotis* や植物化石は古くから研究され（例えば、大石，1931；小林ほか，1937）、それらに基づいて地質時代はトリアス紀後期Norianとされている。小林ほか（1937）は産出化石と岩相から、本層群を礫岩に富んだ下部層、砂岩・泥岩主体の中部層、砂岩に富み *Entomonotis* を産する上部層の3層に区分した。また、寺岡（1959）は下位より、最上山層、日名畑層、地頭層とよんだ。しかし、岩相の単調さと側方変化の著しさとともに層理面の走向・傾斜が頻繁に変化することがか

(a)

(b)

第1図 見学地域の地質概要。(a) 成羽層群分布地域周辺の地形概要（田中ほか，2006）。(b) 高梁市成羽地区～川上地区の成羽層群を主体とした地質図（鈴木・Asiediu，1995に加筆）

ら、詳細な層序や全体の構造は長い間不明であった。

1980年代になって、大藤（1985）、鈴木ほか（1990）は砂岩・泥岩に挟まれている酸性凝灰岩薄層を鍵層として構造の把握に努め、成羽層群は大局的にはENE-WSW走向で鉛直に近い褶曲軸面をもつ向斜構造が基本であるとした。さらに、鈴木・Asiedu（1995）はこうした地質構造をなす成羽層群を、下位から仁賀層、地頭層、最上山層、日名層、日名畑層の5層に細分した（第1図(b)）。このうち、地頭層のみが海成であり、他は河川成の陸成層と考えられている。後者には上方細粒化のユニットがいくつか認められ、薄い炭層が頻繁に挟まれているのが特徴である。

成羽層群分布域の周辺には、石灰岩や砂岩・粘板岩を主体として成羽層群の基盤をなす非変成ペルム系、凝灰岩や凝灰質砂岩を主体として成羽層群を覆う白亜紀前期の硯石層（関門層群相当層）、さらに白亜紀後期の火砕岩類や花崗岩類などが分布している。一方、吉備高原の一部をなす定高性をもった山稜部には“山砂利層”とよばれる礫層が点在しており、古第三紀の河川成堆積物と考えられている（松浦ほか、2002；鈴木ほか、2003；田中ほか、2003；Tanaka and Suzuki, 2004など）。

成羽層群地すべりの概要

成羽層群の分布域は岡山県下でも有数の地すべり地帯であり、緩斜面を伴った地すべり地形が多数点在しているとともに、地すべり防止区域や同危険箇所が密集している（田中ほか、2006）。今回見学する名原地すべりなどの多くの地区では、昭和40年代を中心として地すべり変動が活発化し、農地や家屋が被災した。

第1図(b)は成羽層群の岩相層序区分上に地すべり地形の分布を示したものである。地すべり地形は、成羽層群最下位の仁賀層が広範囲に現れる南西部に多く、長さ75～175m、幅50～150m、地表面の傾斜15～22°のものが多く（田中、2007）。こうした成羽層群地すべりの地質素因に関して2つの特徴が指摘されている（岡本・田中、1990；田中、1999；田中ほか、2006、2007など）。1つは脆弱な炭層の存在であり、もうひとつは小褶曲構造の存在である。前者に関しては、炭層を頻繁に含んだ仁賀層分布域で地すべりが密集しており、炭層に沿ってすべり面が確認される例が多いこと、後者に関しては、地すべりが福地地区、名原地区などのように背斜構造翼部の流れ盤に形成されている例や、安成地区のようにプランジした向斜構造部軸部に形成されている例（岡本・田中、1990；田中ほか、2006、2007）のあることがあげられる。

地すべりの地質素因としての成羽層群中の炭層

成羽層群仁賀層の分布域を中心に、かつては炭層を対象とした炭鉱が多数存在し、全体は“成羽炭田”とよばれてきた（徳永ほか、1973）。昭和20年代には練炭や石灰製造用燃料として数ヶ所で採炭されていたが（河合、1951）、日の丸炭鉱の閉山（昭和39年）を最後に皆無となった（川上町岩石植物調査会、1970）。

河合（1951）に基づけば、当地域の炭層の特徴は、①無煙

炭の微粉炭を主とした灰分の多い暗炭であり、油脂感があること、②薄層で膨縮性に富み、採炭対象の豊肥部（厚さ数～10数m）が褶曲構造の急傾斜から緩傾斜に移る部分に多いことが指摘されている。後者は炭層の層厚が褶曲変形に規制された可能性を示している。また、鈴木・小田（1995）に基づけば、ビトリナイト反射率の変化から、当地域の炭層は白亜紀花崗岩体の熱的影響を受けており、岩体近傍から外側へ向かって変無煙炭から無煙炭へと変化する。

炭層中の粘土鉱物に関しては、井上ほか（2001）が野田地区の集水井とボーリング試料で、宝谷ほか（1997）が名原地区のボーリング試料で、さらに田中（2007）が安成地区の露頭試料で、それぞれすべり面と非すべり面の微粉炭状の炭層に対するX線粉末回析を行っている。これらによれば、炭層中の粘土鉱物はイライトが主体で、含有量はすべり面、非すべり面のいずれでも20%前後であり、大差はない（田中、2007）。

見学地点

今回の見学旅行では名原地すべりと安成地すべりを主な対象とするが、それとともに成羽層群の代表的な岩相、構造、基盤の石灰岩などとの関係、緩やかな山稜部に点在する古第三紀山砂利層なども見学する。見学ルートと各見学地点Stop 1～10を見学地点位置図に示すとともに、各地点の内容を以下に記す。Stop 1～9では地すべりに関連した地形・地質状態などを、またStop10では当地域の化石・鉱物などを展示した資料館の見学を予定している。

Stop 1 名原地区地すべり地の遠望と地すべりの概要（高梁市川上町地頭；第2図）

〔地形図〕 1：25,000「地頭」

〔位置〕 34°44′00″N, 133°28′54″E

〔解説〕 Stop 1からは、北西方に緩斜面をなす名原地区地すべり地の全体を遠望できる。名原地区は古くからの変動経緯があり、代表的な成羽層群地すべりの1つである。領家川に面した南東向き緩斜面の中に典型的な地すべり地形がいくつか認められる。川上町の市街地背後に位置し、地すべり末端部を中心に人家が多い。岡山県（2000）によれば、当地区では後述のAブロックを中心として昭和36年、同43～44年、同47年の豪雨時に活発に変動した。家屋の傾斜、宅地や畑の亀裂や段差などの変状が現れ、いくつかの民家が移転した。

第2図(a)に示すように、地形的には5つの地すべりブロックA～Eが識別される。Aブロックでは、上部は傾斜10～15°の緩斜面を、下部は約35°の急斜面をなしている。標高約200m、約220mに2段の滑落崖が認められ、それらによってAブロックはA-1ブロックとA-2ブロックに2分される。第2図(b)に示すように、前者は小さくて浅く、その末端は急斜面中腹の標高160m付近にある。これに対して後者は前者を内包したかたちで大きくて深く、末端は標高140m付近の段丘面へ至っている。

Stop 2 名原地区地すべり頭部の地形と流れ盤をなす地すべりの地質特性（高梁市川上町名原；第2図）

〔地形図〕 1：25,000「地頭」

〔位置〕 34°44′18″N, 133°28′48″E

〔解説〕 名原地区Aブロックの頭部に認められる特徴的地形と地すべりにかかわる成羽層群の特徴的な岩相である“脆弱な炭層を繰り返し挟む地層”を中心に、以下の①～⑤を見学する（第2図(a)）。

- ①A-1, 2ブロック頭部の2段の滑落崖。
- ②Aブロック地表部を構成する海成の地頭層（Jss層）の風化砂岩。
- ③Aブロック北側の露天掘り炭鉱跡地。河川成の仁賀層（Nal層）最上部の炭層が採掘対象。
- ④大きく変動した昭和45年頃の変状跡地と当時設置されたアナログ伸縮計（一部）。
- ⑤地すべり対策工（第1次の排水ボーリング工と第2次の集水井工）。

当地区は昭和37年に地すべり防止区域に指定され（岡山県下で5番目）、昭和36年から同50年にかけて排水ボーリング工と表面排水工が広範囲に施工された。これらによって、全体の地すべり変動はほぼ沈静化した。A-1ブロックでは緩傾斜という地形的制約によって排水ボーリング工が十分配置できなかったことから、その後も微弱な変動が残っていた。このため、平成4年から3基の集水井工を主体とした対策工が実施され、同8年に概成した。変動はその後現れていない。

Aブロックには以下の特徴がある。①すべり面は粘土状～砂状を呈し、著しく破碎された炭層部に推定される。ブロックの構成岩盤は開口亀裂が発達し、緩んでいる。②A-1ブロックはA-2ブロックより破碎が進み、崩積土状となった部分が多い。③地下水位は上下それぞれのすべり面の直上に2層認められ、A-2ブロック頭部付近では地下水位が高く、地表付近にある。

第2図(b)の地質断面図はボーリングなどに基づいて作成したものである。深部は仁賀層の夾炭砂岩と泥岩、また浅部は地頭層の砂岩主体層よりなる。前者は河川成で、Aブロック周辺の沢沿いなどに分布し、砂岩層、砂岩・泥岩互層、泥岩層、炭層の順で重なる厚さ5～10mの小規模な上方細粒化ユニットを構成している。これに対して後者は海成で、領家川沿いとAブロックおよびその西側の尾根上に分布し、地すべりブロックの最上部を薄く覆うのみである（第2図(b)）。したがって、すべり面の多くは仁賀層中にある。

名原地区とその周辺でも、成羽層群には波長400m～1000mの褶曲構造が顕著である。各地すべりブロックは主要な背斜構造南翼の流れ盤部分に形成されている。すべり面は、地表面の傾斜に近い約15°の層理面に沿っていると推定される（第2図(b)）。

第2図(c)はボーリング・コアに基づいた岩相柱状図とコア形状区分、およびすべり面の位置を示したものである。上位の地頭層は塊状の中粒砂岩を主体とするが、地すべり移動によって崩積土化している。下位の仁賀層は硬質な砂岩中に泥

岩と軟質化した炭層を頻繁に含んでいる。ボーリング・コアの仁賀層は、次の特徴からU-1～U-4の4つの上方細粒化ユニットに区分される。各ユニット最下部は厚さ1～4mの砂岩層、最上部は炭層を伴う泥岩層からなる。また、層厚は変化するものの、ユニットとしてはほぼ連続し、とくにU-3とU-4ユニット下部の砂岩層は鍵層として追跡可能である。

炭層部の細礫化は、地すべり移動による直接的な影響が少ない深部（B-4の深度9m以深）でも見られることから、炭層の脆弱化は地すべり発生前に生じたものと考えられる。図中には推定すべり面A-1、A-2を矢印で示しているが、約3年間の孔内傾斜計観測でA-2すべり面には断続的に1～2mmの変位が認められた。

Stop 3 名原地区地すべり下方に見られる仁賀層の岩相と構造（高梁市川上町名原）

〔地形図〕 1：25,000「地頭」

〔位置〕 34°44′12″N, 133°28′54″E

〔解説〕 名原地区下方の領家川沿いでは仁賀層の一部が露出している（第2図(a)）。道路沿いに露出した泥岩優勢の砂岩・泥岩互層は走向・傾斜の若干の乱れを伴いながら、全体として南東へ緩く傾斜している。この下位の部分が領家川河床に露出しているが、ここでは砂岩優勢層である。これらも全体として厚さ約10mの上方細粒化ユニットを構成している。このすぐ上位（南東側）は法面保護工のため現在は見られないが、かつては炭層が露出していた。また、炭鉱の坑口跡が露頭の南端にある。

Stop 4 “大賀の押し被せ”説明板と石灰岩（高梁市川上町大賀；第3,4図）

〔地形図〕 1：25,000「地頭」

〔位置〕 34°43′22″N, 133°27′36″E

〔解説〕 Stop 3から領家川を上流に遡って大賀地区に至ると、左右両岸から山腹が迫ってくる。ここでは領家川左岸の護岸部に「大賀の押し被せ（昭和12年6月15日 文部省指定天然記念物）」と書かれた説明板がある。いうまでもなく、1920年代にトリアス系の上をペルム系が低角の断層で載るナップ構造“大賀デッケ”（小澤, 1924; Ozawa, 1925）が指摘された地点である。

説明板にはトリアス系成羽層群の上にペルム系が低角の断層を境に覆うような地質断面図が描かれている。説明板近くの左岸道路沿い急崖には灰白色の石灰岩が広く現れており、また、すぐ下流方での砂岩の露出をみると、大局的にはこの地点が成羽層群の砂岩と石灰岩体の境界近くであることが理解できる。さらに、河床には砂岩と石灰岩が点在することから、分布の境界は河川を横断するように延びていると推定できる。ただし、現在の露頭状況では両者の関係は不明であるし、図示されているような構造が直接見えるわけではない。したがって、説明板が示す地質構造などは一般の人々には理解できるものではない。

この付近の成羽層群と石灰岩体との関係に関してはその後も多く調査がなされ、低角の断層説だけでなく、不整合関係

(a)

(b)

(c)

第2図 名原地すべり地区の地形と地質構成 (田中ほか, 2006). (a) 地すべりブロックの区分および対策工. ①～⑤はStop 2での観察箇所. (b) Aブロックの地形・地質縦断面図 (a-a'断面). (c) ボーリング・コアに現れた炭層とそれに沿ったすべり面. U1～U4は上方細粒化のユニット.

も含めて様々な解釈がなされてきた（沖村・長谷，1973；大藤，1985など）。第3図にこれまでの代表的な解釈を示す。当地域全体としては、石灰岩は成羽層群の下位にあり、両者は基本的に不整合関係と考えるのが妥当であろう。しかし、石灰岩の一部は二次的な堆積物である可能性もある。

第4図(a)はStop 4, 5を含めた地域の岩相分布ルートマップである（横田ほか，1998）。この地域には砂岩や砂岩・頁岩（泥岩）互層、石灰岩の他に塩基性火山岩類が点在している。砂岩・頁岩互層はほぼトリアス系の成羽層群である。砂岩または砂岩優勢層にはベルム紀のものとトリアス紀のものが含まれるが、図ではそれらを含め、地質時代を明記していない。山腹斜面に点在しているものには地すべり移動などによる2次的な堆積物の含まれている可能性があるためである。

Stop 5 大賀西方の岩相分布（石灰岩と塩基性火山岩類） （高梁市川上町松原；第4，5図）

〔地形図〕 1：25,000「地頭」

〔位置〕 34°43'15"N, 133°27'26"E

〔解説〕 Stop 4から領家川左岸の道路に沿って約250m上流にいくと、道路沿いに塩基性火山岩類が広く露出しており、この地点をStop 5とする。塩基性火山岩類は、風化・変質によって緑色を帯びたものから赤褐色を帯びたものなどが見られる。Stop 5からStop 4の方向（東側）をみると、領家川を挟んで左岸側（北側）の最上山と右岸側（南側）の南天山が遠望される。いずれも頂部は石灰岩であり、当地域の高標高部には石灰岩が広く分布していることが分かる。火山岩類の分布は断片的ではあるが、大局的には石灰岩体の下位に分布している。

第4図(b)は第4図(a)の岩相分布に基づいて作成したStop 5西方約400m付近を通る南北方向の地質断面図である。ここでは基本的にはベルム系の砂岩優勢層を成羽層群の砂岩・頁岩互層が覆うが、その上にさらに石灰岩と塩基性火山岩類が載っていることになる。ただし、詳細な地質構造の把握には岩相分布だけでなく、地すべり移動による表層構造も含めて検討していく必要がある。

当地区の南方では、1994年前後から山稜部を横切るかたちで広域農道が建設され、掘削面に多く露岩が現れた。最大は農道のカーブに沿った掘削法面で、砂岩・頁岩の上位に薄い凝灰岩とともに火山岩類が広く現れた（第4図(a)のLoc.C）。

ここでの岩相分布の平面図を第5図(a)に示す。本掘削法面に関しては、藤本ほか（1994）や鈴木・Asiedu（1995）でも記載されているが、第5図(a)は掘削が最大になった時点（長さ約70m、法高約19m）のものである。掘削面はその後モルタルが吹きつけられ、全く見られなくなったことから、現地ではパネルにて紹介したい。

以下は横田ほか（1998）の記載による。第5図(a)に示すように、法面の下半分には主に砂岩と頁岩（泥岩）が、上半分には火山岩類などが現れ、後者は風化・変質による褐色化が著しい。最下段法面に広く現れる砂岩は、粗粒～中粒で、塊状または成層構造の砂岩である。これは不規則に泥岩を挟んでいる。層理面は大局的にはいずれも西側へ緩傾斜しているが、走向・傾斜の変化が大きい（横田ほか，1998）。中央部ではN30～40°Eで北西に緩く傾斜しているが、東にいくと水平ないし緩く南東側に傾斜しており、結果として法面の東端から約30m付近に軸をもつ小規模な背斜構造が推定された。

砂岩層の上位には層厚4～5mの黒色炭質頁岩が存在する。これは剥離性を有し、破碎されて軟質化し、下位の砂岩との境界は凹凸をなす。この炭質頁岩層はNE-SWの走向で北西に緩く傾斜しており、下位の砂岩層と調和的である。頁岩優勢部の上位には褐色を呈する軟質層が存在し、最大層厚約1mの安山岩質凝灰岩である。この東端では消滅している。これらの上位には灰褐色～赤褐色、一部緑褐色を呈する火山岩類が存在し、安山岩質の溶岩～火砕岩と考えられた。

なお、石灰岩は本掘削面の南側などに広く分布しているが、分布からは火山岩類の上位に位置することになる。本掘削面を横断する地質断面図を描くと第5図(b)のようになる。藤本ほか（1994）は砂岩・頁岩を成羽層群、軟質凝灰岩層から上位をベルム系と考え、低角断層と解釈した。上記の産状からこの部分に沿ってなんらかの移動があったものと推定されるが、どのようなものか、時期を含めて明らかではない。

Stop 6 山砂利層の露頭と吉備高原（高梁市川上町仁賀；第6図）

〔地形図〕 1：25,000「地頭」

〔位置〕 34°42'42"N, 133°27'30"E

〔解説〕 Stop 6は広域農道を南東方向に進んだ位置であり、標高350～400mのなだらかな山頂平坦面が連続している。フールツパークとなっているが、その南西端には切土後約10年

第3図 「大賀の押し被せ」に対するいくつかの地質構造解釈例（横田ほか，1998）。(a) 低角逆断層によるナップ（デッケ）。(b) 石灰岩ブロックの2次堆積物との不整合面。(c) 起伏に富んだ不整合面。

第4図 大賀地域における石灰岩、塩基性火山岩類 (火砕岩相を含む緑色岩類)、砂岩優勢層、砂岩・頁岩互層などの分布 (横田ほか, 1998). (a) 地質ルートマップ. Loc.Cは第5図の位置. (b) 領家川を横断するN-S方向の地質断面図.

第5図 広域農道 (Loc.C) の大規模な切土法面の平面図と地質断面図 (横田ほか, 1998). (a)切土法面の平面図 (第4図のLoc.C). (b)切土法面を横断する地質断面図 (砂岩・頁岩の最大傾斜方向).

経過した北向き法面があり, 河川成の山砂利層が露出している. 山砂利層は礫支持礫岩を主体として薄い砂岩レンズをはさんでいる. 礫には比較的新鮮なものもあるが, 風化が進み"くさり礫"となっているものも多い. しばしばインプリケーションが認められ, ここでは扁平な礫の表面が北東に緩傾斜していることから, 南西方向への古流向が推定される. 山砂利層が示す古流路は, 第6図に示すように大局的には南流しているが, 見学地点は流路が北東から西へと曲流する部分にあたる. 流路底面は標高350m付近であり, 堆積層厚は約50m以上である. 後で観察するStop 9はこの流路の北東約500m上流部に位置しており, 流路底の不整合面と下位の成り層群の風化状況が観察できる.

こうした山砂利層は吉備高原上の広範囲に点在し, 大局的には帯状に分布している. これらの山砂利層はかつては漠然と更新統とされてきたが, 最近多くの地点でフィッシュントラック年代によって始新世~漸新世の値が得られ, 基本的には古第三系と考えられるようになってきた (鈴木ほか, 2003; 田中ほか, 2003, Tanaka and Suzuki, 2004など). 山砂利層は一般に層厚約100mより薄く, 削剥されやすい層相であるが, 削剥を免れて高原上に広範囲に残存していることなどから, 当地域では古第三紀以降, 構造運動の少ない環境が長く継続していたと考えられている (田中ほか, 2003). このため, 高原上は風化による地質劣化が進みやすく, これも当地域における地すべり多発のひとつの要因となっている可

第6図 成羽層群分布域における山砂利層の分布と流路（田中，2007に基づく）。

能性がある。

Stop 7 向斜構造に規制された地すべりの露頭（高梁市川上町安成；第7, 8図）

〔地形図〕 1：25,000〔地頭〕

〔位置〕 34° 42' 36" N, 133° 27' 54" E

〔解説〕 安成地区には第7図に示すように、5つの地すべりブロックが認められ、それらをLs-1～Ls-5とした。当地区全体の地すべりについてはStop 8で説明することとし、ここではLs-5ブロックのみを見学する。

Ls-5ブロックの地すべり地形はやや不明瞭であるが、地形的には外側と内側の2つの地すべりブロックが推定される（第7図）。外側のブロックに関しては、標高310m付近に比高約5mの滑落崖があり、頭部の緩斜面は等高線でみると川側へ張り出している。側部は溝状の沢で区切られ、とくに北側の沢は直線的で明瞭である。末端部に相当する河床から約15m高い標高275m前後では、遷急線を伴い等高線は緩く川側へ突出している。一方、内側のブロックに関しては、標高300m前後に低い滑落崖を伴った狭い頭部緩斜面が認められる。この末端部は道路盛土のために確認できないが、標高290m前後の斜面中腹にあると推定される。

Ls-5ブロックの中央を約5年前に拡幅切土された道路が通過し、法面は全面露頭となっている。ここでは地すべりブロックの内部構造が観察できる（第8図）。

当法面の地質構造と地すべりとの関係を第8図(a)に基づいて説明する。図中に地点番号①～⑦を付している。法面は層理面の走向とほぼ直交している。炭層をはさむ砂岩・泥岩互層の層理面は、南端で約60°北傾斜（第8図中の地点⑤）を示すが、北にいくにつれて徐々に緩傾斜（地点③）になる。地点②では緩く小褶曲するが、地点①付近から南傾斜に変化する。地点①付近には向斜軸が認められる。層理面のステレオ投影解析から、この向斜軸はN85°W方向で西方に約5°でブランチしている。

一方、地すべり地形と対応させると、強く破碎した炭層の層理面は2つのすべり面と考えられる。法面には開口亀裂を伴う緩みが認められるため、第8図(b)に緩みの強弱を定性的に示した。これによれば、2つのすべり面付近では緩みが強く、すべり面-1の上部はすべり面-2の上部より緩んでいる。

すべり面付近を詳しくみると、地点②付近のすべり面-1ではすべり面は厚さ約50cmの塊状砂岩層の上面に沿っており、鏡肌と条線を伴う褐色～灰色の薄い粘土が観察できる。この直上には軟質化した厚さ10～50cmの炭層が存在する。ここ

では細粒化した薄く葉片状を呈する破砕片がすべり面に沿って配列している。すべり面直下では、塊状砂岩層が10~30cm間隔の節理面に沿って開口・破断し、破砕した炭層がその開口部を埋めるように上から下へ侵入している。

地点⑥付近のすべり面-2は、著しく破砕され、砂~粘土状に脆弱化した炭層を含む厚さ約4mの泥岩層の最下端とした。ここには多量の湧水が認められ、下位の砂岩層との境界面に

は弱い条線を伴う厚さ約1cmの青灰色の軟質な粘土が挟まれる。一方、すべり面-2より下盤の地点⑦では地すべり移動の影響はなく、クラックは密着している。また、地点④では北側に凸部に向けた屈曲構造が認められる。これに関しては、両翼が平面的で折れ曲がるような形態であること、軸面が水平に近いこと、大きく見ると斜面外側に向かって凸型をなすことなどの特徴から、横田ほか（2001）はさらに古い地

第7図 安成地区の地質ルートマップと見学箇所 (Stop 7, 8) (田中ほか, 2007に基づく)。

第8図 安成川右岸Stop 7における地すべりブロックLs-5を中心とした露頭スケッチ (田中ほか, 2007)。(a)切土法面の平面図。(b)切土法面の緩み状態区分図。

すべり移動の痕跡を示す地質構造の可能性があると指摘している。

以上のことから、Ls-5ブロックでは、すべり面が向斜構造をなす脆弱な炭層部に形成され、その上盤の部分が向斜軸のプランジ方向へ移動して地すべりを形成したと推定される。このため、移動体内部には地すべりによる局所的な剪断面ともの向斜構造が残存しているものと考えられる。

Stop 8 安成地すべりと地質構造との関係および成羽層群地すべりのタイプ (高梁市川上町安成; 第7, 9, 10図)

[地形図] 1 : 25,000 「地頭」

[位置] 34° 42' 30" N, 133° 27' 48" E

[解説] 安成地区周辺の成羽層群では小褶曲構造がとくに

明瞭で、地層中には脆弱化した炭層が繰返し挟まれている。地すべりは、こうした脆弱な炭層の層理面をすべり面としていと考えられている (田中ほか, 2007)。Stop 8は安成地すべりに隣接し、道路沿いの露頭状況が良好なため、成羽層群の岩相と地質構造の特徴を概観するとともに、安成地区における地質構造と地すべりの関係を説明し、成羽層群地すべりに多くみられる地すべりのタイプを総括する。

第7図に安成地区周辺のルートマップと地質構造、ならびにStop 8の位置を示す。主に砂岩と泥岩からなるが、詳細にみると、上位へ向かって礫岩層を含んだ砂岩層、厚さ10～30cmの砂岩と泥岩の互層、および砂岩薄層と炭層を含む泥岩層が累重し、最上部には炭層が頻繁に認められ、全体として厚さ10～30mの上方細粒化ユニットを構成している。層理面は、NW-SE～WNW-ESE走向で北へ緩傾斜するものが多いが、傾斜方向は狭い範囲で頻繁に変化し、多数の小褶曲構造が認められる。褶曲軸は地層の走向と調和してNW～WNW方向で、いずれも開いた褶曲構造である。

集落があるLs-2, 3, 4は昭和53年に地すべり防止区域に指定された。ここでは、明治初年と昭和51, 55年に地すべり変動の記録がある。B-1～4の4本のボーリング調査のうち、B-2では昭和55年にすべりによる変位が確認されている。対策としては、排水ボーリング工による地下水排除が中心で、一部では鋼管杭工も施工された (岡山市, 1987)。その後は変位の報告はなく、安定化している。

地すべりブロックと地質構造の関係 (第7図) をみると、5つのブロックのうち、Ls-1, 2, 5は向斜構造に対応し、移動方向はそれぞれの軸のプランジ方向と推定される。これに対しLs-3, 4は同斜構造に対応し、移動方向は層理面の傾斜方向に近い。なお、すべり面はいずれのブロックも主に炭層を含む泥岩層の層理面に沿うものと推定されている。このように、当地区の5つの地すべりブロックには地質構造に依存した「同斜構造型」と「向斜軸型」の2つのタイプが認められる (第9図)。

なお、成羽層群の地質構造と地すべり移動方向の関係は、広い範囲の多数の地すべりを対象として統計的にも検討した (田中ほか, 1999; 田中ほか, 2007)。第10図は、成羽層群仁賀層分布域を対象とした122箇所の地すべり地において、地形的に推定される地すべり移動方向とその近傍の層理面の傾斜方向との斜交角度の度数分布を示したものである。これによれば、成羽層群地すべりには受け盤型は少なく、典型的な流れ盤型ないしは層理面の走向方向に移動する横盤型が多い。流れ盤型の場合には、地質構造が素因となっていることは自明であるが、横盤型の場合には明確ではない。しかし、前述した「向斜軸型」では層理面の走向方向が地すべりの移動方向となることから、成羽層群には「向斜軸型」が多く存在する可能性があるものと解釈できる (田中ほか, 2007)。

このように、成羽層群では褶曲構造が形成されており、このうち斜面に対して流れ盤となる小規模な褶曲部で、炭層をすべり面とする地すべりが発生しやすいという特徴がある。

Stop 9 山砂利層直下の風化した成羽層群（高梁市川上町安成；第11図）

〔地形図〕 1 : 25,000 「地頭」

〔位置〕 34° 42′ 48″ N, 133° 27′ 42″ E

〔解説〕 広域農道から東方に折れ、安成集落に降りていく道路沿いには炭層を伴う成羽層群の砂岩・泥岩が連続的に露出しているとともに、標高360m以上の高標高部には山砂利層の大礫が分布している。このため、不整合面直下の強風化した成羽層群の状況、とくに風化した炭層周辺での層理面方向の頻繁な変化などをよく観察できる。

この区間の地質分布とスケッチを第11図に示す。道路法面は最大高さ約3mにすぎないが、図には標高380~360m、延長約150mの区間のものを示している。砂岩が主体であるが、泥岩とともに炭層も多数挟まれている。ここでは炭層を黒色太線で示している。全体として向斜構造をなしているが、層理面の走向・傾斜は狭い範囲内でも頻繁に変化している。10

~30° の低角を示す部分は局所的な崩壊や地すべり移動に伴うものと推定される。これ以外に微小な屈曲なども認められる。炭層はほとんど軟質化しており、それに沿った砂岩も多くの場合、角礫化している。

Stop 10 川上町郷土資料館（高梁市川上町地頭）

〔地形図〕 1 : 25,000 「地頭」

〔位置〕 34° 44′ 12″ N, 133° 29′ 06″ E

〔解説〕 旧川上町内にて古くから使用されてきた農具、民具に加え、各種化石類が展示されている。地学展示室が設けられており、地質時代と地史の説明と鉱物、岩石、貝化石などの展示がある。旧川上町では一時期「地学」を通じて町興しを企画されていたようでもあり、その活動がこうした資料館の設置になった。ジオパークが議論される今日、こうした地方の資料館をみて、地質学と社会との接点を考えたい。

第9図 安成地区の地すべりで得られた“褶曲構造に規制された地すべり移動”の2つのタイプ。左：同斜構造型、右：向斜軸型（田中ほか，2007）。

第10図 成羽層群地すべりにおける移動方向と層理面の交角の度数分布。移動方向は地すべり地形から推定したもの（田中ほか，2007）。

第11図 安成地区背後における稜線部の成羽層群の岩相と道路沿いの層理面方向の変化（横田ほか，2001）。（a）道路沿いの地質分布。（b）道路沿いに連続して現れた成羽層群の砂岩・泥岩と炭層の走向・傾斜の変化。

謝 辞

当見学コースの設定に際しては、岡山県備中県民局建設部高梁地域事務所ならびに高梁市川上地域局地域振興課の皆様には様々な便宜を図っていただいた。また、本見学案内原稿

に関して、岡山大学・鈴木茂之先生、鹿児島大学・井村隆介先生には査読いただき、表現の不備などを指摘いただいた。関係者の皆様方には記して謝意を表します。

文 献

- 藤本 睦・於保幸正・平山恭之, 1994, 岡山県大賀南西部における非変成古生層と上部三畳系成羽層群の間の衝上断層. 地質雑, **100**, 709-712.
- 宝谷 周・鈴木茂之・田中 元・山田琢哉, 1997, 三畳系成羽層群の地質と地すべり. 岡山大学地球科学研究報告, **4**, 21-32.
- 井上 基・山田琢哉・田中 元・北川隆司, 2001, 岡山県の三畳紀層に発達する野田地すべり地のすべり面の起源について. 応用地質, **42**, 88-100.
- 河合正虎, 1951, 岡山県成羽町附近の上部三畳系. 地質調査所報告, 特別号, 57-72.
- 川上町岩石植物調査会, 1970, 川上町地質関係文化財とその解説, (Ⅲ) 大賀デッケン. 川上の自然, 83-85.
- 小林貞一・堀越義一・昭和11年度東大地質学科中期生一同, 1937, 吉備高原の地史に就いて. 地質雑, **44**, 797-821.
- 松浦浩久・栗本史雄・吉田史郎・斉藤文紀・牧本 博・利光誠一・巖谷敏光・駒澤正夫・広島俊男, 2002, 20万分の1地質図幅「岡山及び丸亀」. 産業技術総合研究所.
- 大石三郎, 1931, 備中成羽地方上部三畳紀層に就いて. 地質雑, **38**, 1-8.
- 岡本広文・田中 元, 1990, 岡山県における地すべりの地質特性－特に中生代成羽層群に頻発する地すべりの特徴－. 第29回地すべり学会研究発表講演集, 84-87.
- 岡山県, 1987, 地すべり防止区域台帳, 安成(追加)地区, 地すべり防止区域設備箇所調査報告書. 岡山県, 17-21.
- 岡山県, 2000, 地すべり防止工事基本計画書, No.5名原地区. 岡山県, 228p.
- 沖村雄二・長谷 晃, 1973, 岡山県成羽町北西部の“大賀衝上”. 梅垣嘉治先生退官記念文集, 113-120.
- 大藤 茂, 1985, 岡山県大賀地域の非変成古生層と上部三畳系成羽層群の間の不整合の発見. 地質雑, **91**, 779-786.
- 小澤儀明, 1924, 中生代末の大押し被せ. 地質雑, **31**, 318-319.
- Ozawa, Y., 1925, The Post-Paleozoic and late-Mesozoic earth-movements in the Inner Zone of Japan. *Jour. Fac.Sci., Imp. Univ. Tokyo, ser.2*, **1**, 91-104.
- 鈴木舜一・小田幸人, 1995, 西南日本内帯夾炭三畳系のビトリナイト反射異方性と熱構造. 地質雑, **101**, 605-614.
- 鈴木茂之・小坂丈与・光野千春, 昭和61年度岡山大学地学科進級論文履修生一同, 1990, 岡山県川上郡周辺の古生界および三畳系にみられる褶曲の構造解析. 地質雑, **96**, 371-377.
- 鈴木茂之・Asiedu, D.K., 1995, 岡山県成羽地域の中・古生界. 日本地質学会第102年学術大会(広島)見学旅行案内書, 89-95.
- 鈴木茂之・檀原 徹・田中 元, 2003, 吉備高原に分布する第三系のフィッシュン・トラック年代. 地学雑, **112**, 35-49.
- 田中 元, 1999, 成羽層群の地すべり. 日本応用地質学会編, 「斜面地質学－その研究動向と今後の展望－」. 日本応用地質学会, 258-262.
- 田中 元, 2007, 三畳系成羽層群分布地域に発生する地すべりの地質素因－小褶曲構造と“破碎炭質層”に規制される地すべり－. 岡山大学自然科学研究科博士論文, 197p.
- Tanaka, H. and Suzuki, S., 2004, The Paleogene gravelly valley-fill deposits in the Kibi plateau area, Okayama Prefecture, southwest Japan. *Proc. 32nd Intern. Geol. Congr., General Symposia*, G21-02, 223-224.
- 田中 元・鈴木茂之・宝谷 周・山本裕雄・檀原 徹, 2003, 吉備高原周辺の新第三系に関する最近の知見とその古地理学的意義. 岡山大学地球科学研究報告, no.10, 15-22.
- 田中 元・山田琢哉・鈴木茂之, 2006, 成羽層群地すべりの特徴－“破碎炭質層”とすべり面の形成・発達との関係－. 応用地質, **47**, 272-281.
- 田中 元・山田琢哉・横田修一郎・鈴木茂之, 2007, 岡山県, 成羽層群の小褶曲構造に規制された地すべりとその内部構造. 応用地質, **48**, 232-240.
- 寺岡易司, 1959, 岡山県成羽町南域の中・古生層, 特に上部三畳系成羽層群について. 地質雑, **65**, 494-504.
- 徳永重元・高井保明・曾我部正敏・谷 正巳・植田芳郎・井上英二・鈴木泰輔・尾上 亨, 1973, 日本炭田図第2版, 20万分の1地質編集図. 地質調査所.
- 横田修一郎・松村聡明・島内 健, 1998, 岡山県川上町における成羽層群とそれを覆う石灰岩体の構造関係. 島根大学地球資源環境学研究報告, no. 17, 31-47.
- 横田修一郎・杉山光正, 2001, 岡山県川上町における成羽層群の微小構造と地すべり移動の痕跡. 島根大学地球資源環境学研究報告, no. 20, 143-152.