

4. メランジェの応用地質的脆弱性

Cause of mélange landslide

○鈴木茂之（岡山大学）、竹末勘人（原子力開発機構）

1. はじめに

泥岩基質に砂岩、チャート、酸性凝灰岩、塩基性凝灰岩、石灰岩などがブロック状に混在する地層はメランジェと呼ばれる。構造的変形から堆積作用によるものまで多様な成因が考えられているが、剪断変形構造を持つものが多い。変形が塑性的になるような深所で剪断変形したもの、浅所で未固結な状態で剪断変形したものから、スランプ堆積によって混在岩になったものなど存在する。このようなメランジェは斜面災害を起こしやすいとみなされている。紀伊半島和歌山県中央部の上部白亜系四万十層群に発達するメランジェについて、その地質の特徴と成因を検討し、地すべりなど地質災害を起こしやすい要素は何なのか検討した。

2. 調査地域の地質

地質調査は紀伊半島西側の四万十帯のうち上部白亜系からなる日高川亜帯で行った（図1）。砂岩泥岩互層（タービダイト）が主体であるが、混在岩を呈すメランジェが挟まれる。メランジェの厚さは数10mから100m程度であるが、地層の走向方向に調和的に連続する。泥質基質に砂岩などのブロックがちぎれて含まれるBlock in matrix構造が特徴である。ブロックは流動的なsoft deformationの形態をなすことなどから、もともと砂岩泥岩互層であったものが、未固結時に始まる剪断変形を受けて地層が引きちぎられて形成されたと考えられている(Byrne, 1984, 1994)。また Takesue & Suzuki (2016)は本地域に分布するメランジェは、元の堆積物が未固結時に左横ずれ剪断変形を受けて形成されたと考えた。

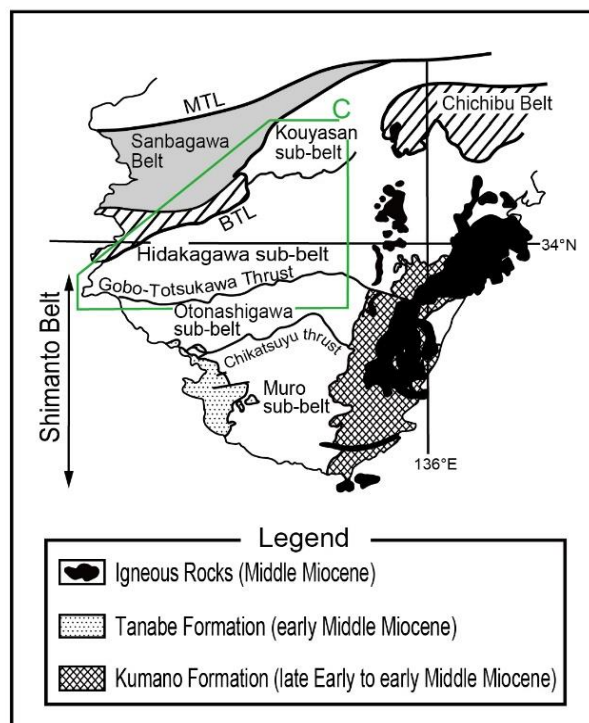


図1. 調査地域

3. 調査地域に分布するメランジェの地質

露頭スケールの観察から、メランジェは剪断変形を反映した滑り面（Y面）に調和的な構造をなすY-shear Zone (YSZ) とP面に対応する構造が発達するP-foliation Zone (PFZ) で構成されることが認識された (Takesue & Suzuki, 2016)。Y-shear Zoneは比較的厚い（1m程度から数m）のブーディン状の引き延ばされた砂岩レイヤーとそれをインコンピートな挙動で囲む泥岩からなる。砂岩は引き延ば

されてしばしばレンズに分離するが、10m 以上連続することが多い。P-foliation Zone には Y 面(Y-shear plane)に斜交する P 面構造が発達する。P 面構造は薄く細長い(厚さ 1~20 cm 程度、長さ数 10cm~数 m 程度) 砂岩レンズや、泥岩中に形成されている外観は葉理と区別がつかない面構造からなる。Y-shear Zone のうち特に剪断変形が強くなっている、厚さが 10cm~2m 程度の部分は Intense shear Band (ISB) と呼ばれた(Takesue & Suzuki, 2016)。この部分は変形した泥岩主体で剪断による複合面構造が発達している(図 3)。P-foliation Zone との境界をなすことが一般的である。

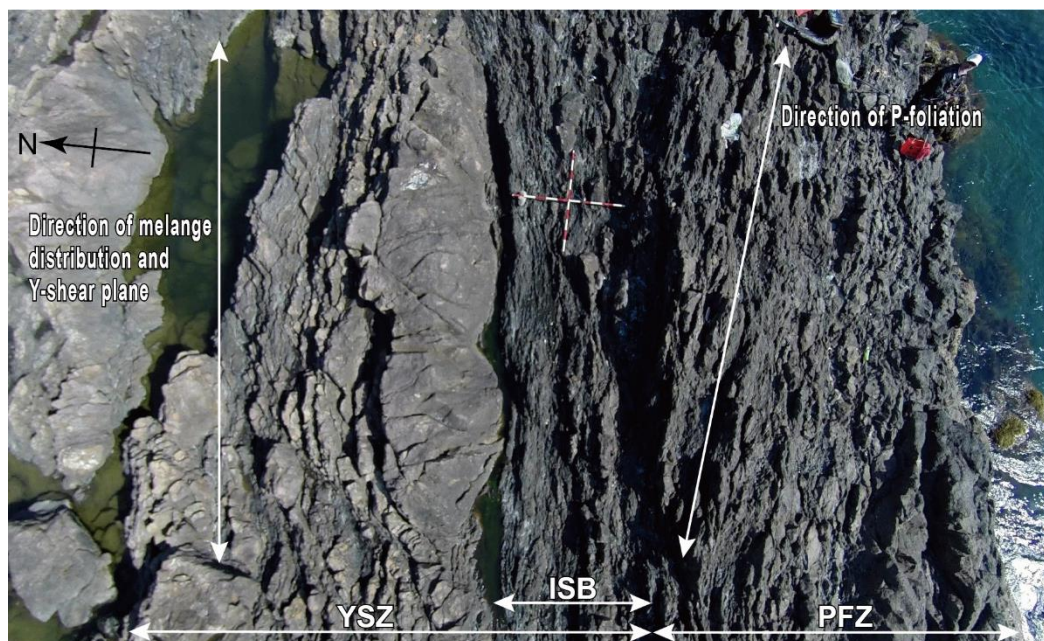


図 2. ドローンで撮影したメランジェの産状, 御坊市潮吹岩, スケールは 2m
YSZ; Y-shear Zone, ISB; Intense shear Band, PFZ; P-foliation Zone

顕微鏡スケールでも複合面構造は広く行き渡って存在する。ISB 中の縞状の部分では、顕微鏡スケールでも露头スケールで認められる Y-shear Zone と P-foliation Zone に対応する構造が全体に存在する(図 4)。図 4 の右下半の有機質な粘土サイズの泥に富む部分は、YSZ と同様に Y 面に平行な面構造(色調の違いによって識別できる葉理状のレイヤー)が発達している。図 4 の上半をなす、灰色砂混じり粘土サイズ泥からなる部分には PFZ と同じように、Y 面に斜交する P 面構造が発達している。両者の境界には脆性破壊を伴う破砕部はなく密着している。また境界左下には矢印で示した引きずり微褶曲構造が認められる。このような脆性破壊を伴わない塑性変形は soft deformation とみなされ、未固結時の変形によって形成されたものと考えられる。泥岩中の葉理状面構造は堆積構造ではなく剪断変形によって形成されたものと考えられる。ISB 中の泥岩部では微細スケールでもメランジェの構造をなしていることが多い(図 5)。ブロックには A で示した円いものと B で示したレンズ状のものがある。ブロックが剪断変形中に回転したものが前者 A で、引き延ばされつぶれたものが後者 B と考えられる。中央 B のレンズ中には粘土鉱物の配列が伸長方向と斜交する P 面構造が形成されている。このことはこのレンズが剪断変形を受け

て出来た変形構造であることを示す。また砂粒のサイズは周囲の泥サイズに対して唐突に大きい。すなわち泥サイズと砂サイズはバイモーダルな粒度分布をなす。混濁流による堆積物のように荒い砂から粘土まで連続的な粒度分布をしていない。砂岩部から砂粒が泥岩部に分離していく産状も観察されることから、これらの砂は砂岩が未固結時変形の際に泥部分に取り込まれたものと推測される。図6では泥岩中に粘土鉱物が形成されていることが認められる。YSZに対応する部分ではP面に調和的に、PFZに対応する部分ではP面方向に形成されている。これらの粘土鉱物はイライトと推定されるが、個々の結晶が識別できるほど再結晶は進んでおらず続成作用程度で変成作用は受けていない。このことは本地域のメランジエは変成作用など後の影響はほとんどなく、堆積時の産状を残していることを示す。以上のように脆性破壊を伴わないこと、複合面構造が全体に行き渡っていることなどから、本地域のメランジエは未固結時の剪断変形によって形成されたとみなされる。



図3. Y-P 構造が顕著な ISB

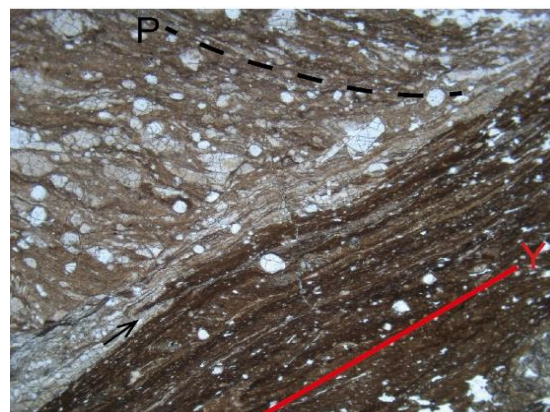


図4. ISB 中のレイヤー境界、横 3 mm

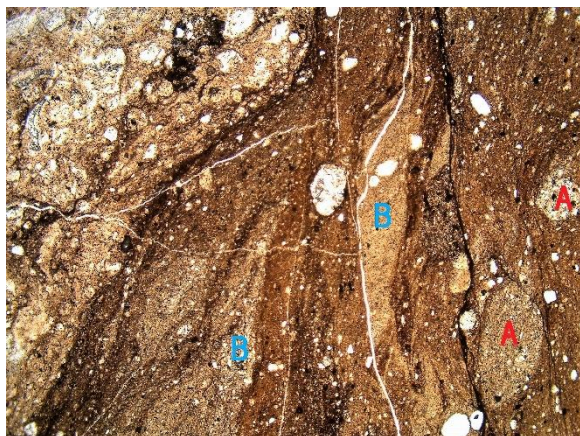


図5. ISB 中の微細メランジエ、横 3 mm

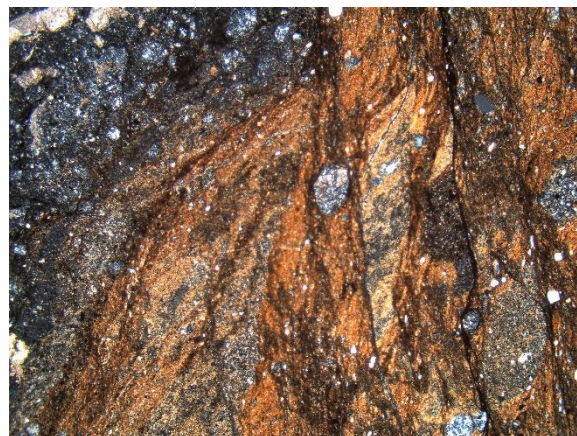


図6. 図5のクロスニコル

4. メランジェが応用地質的に脆弱な要因

斜面崩壊はメランジエの部分で起こりやすいことが知られている。本地域に分布するメランジ

エの地質から、その原因は Block in matrix 構造の影響と泥岩基質の特性によるのではないかと考えた。

Block in matrix 構造の影響：成層した地層の場合、砂岩のように強度がある地層が連続していれば地盤を支持する効果があると考えられる。砂岩がブロック化していると、周囲の泥岩と強度差があるため、ブロックごとに不安定化することが推測される。特にブロックが 1m を超えると差し盤であっても落石の発生につながることを危惧される。

泥岩基質の特性：外観では均質に見える泥岩でも、図 5 のように顕微鏡下では異なる岩相のブロックが混在している。これらが風化すると岩相ごとに劣化の性質がことなるため、スレーキングなどを起こしやすいと考えられる。また泥岩に形成されている粘土鉱物は結晶度が低いため、地表では風化が早いと考えられる。

5. 引用文献

Byrne, T., 1984, Early deformation in melange terrains of the Ghost Rock Formation, Kodiak Island Alaska: Melanges: their nature, origin and significance, v. 198, p. 21–51.

Byrne, T., 1994, Sediment deformation, dewatering and diagenesis: illustrations from selected melange zone, in Maltman, A., ed., The geological deformation of sediments: London, Chapman & Hall, p. 239–260.

Takesue, N., and Suzuki, S., 2016, Prelithification shear structures of mélangé unit in Shiofuki-iwa area, the upper Cretaceous Shimanto Belt, Wakayama Prefecture, Japan: Okayama University Earth Science Report, v. 23, no. 1, p. 9–15.