

小出(1955)の破碎帯地すべりと三波川帯の斜面変動

Shear zone landslide after Koide (1955) and slope movements in the Sanbagawa belt

○横山 俊治(高知大学・理学部)・塩田 次男(徳島大学・総合科学部)

1. はじめに

小出 博は、著書「日本の地回り」なかで、日本の地すべりを第三紀層地すべり、温泉地すべり、破碎帯地すべりに分類している。¹⁾これらの用語は今日においても活きている。そのうち第三紀層地すべりと温泉地すべりはその実態に関して多くの点で共通した認識が得られているが、破碎帯地すべりはいまだその実態が明らかではない。

四国三波川帯は、その中を小出による御荷鉢破碎帯と吉野川ー紀ノ川破碎帯の一部が走っていて、多数の地すべりが発生していることから、今日破碎帯地すべりのメッカと言われている。

しかし、「日本の地回り」以降の研究で、四国三波川帯の「破碎帯」や「破碎帯地すべり」はこういうものであると明確に記述されたものはないようである。そればかりか、小出が定義した用語「破碎帯」・「破碎帯地すべり」の内容を全く無視して、断層が発達している地すべりが破碎帯地すべりであるかのように考えている節もある。また結晶片岩の地すべりが破碎帯地すべりであるかのような誤った認識もみうけられる。

小出が四国三波川帯において「破碎帯」と呼んだ地帯は現在の地質学の知識で解釈するとすれば、どのような現象がおこっている地帯であろうか。四国三波川帯の中で、どこに「破碎帯」および「破碎帯地すべり」が発達している可能性があるのだろうか。四国三波川帯における破碎帯地すべり研究の戦略ー作業仮説ーが本講演の話題である。

2. 小出(1955)の「破碎帯」とはなにか

小出は、破碎帯とは「地殻変動で岩石が歪力(わいりょく)をうけ、壊された地帯である」と定義し、さらに、「断層そのものはむしろ破碎帯ではない。・・・(断層角礫とか断層粘土)のような破碎帯が、たとえ幅 20~30 メートルにわたってできた断層であっても、それだけではむしろ破碎帯ではないし、破碎帯と呼ぶ資格もない」と言い切っている。今日用語「破碎帯」の定義は「主に断層運動に伴い岩石が機械的に破碎され、不規則な割れ目の集合体をなし、断層角礫や断層粘土などから構成されるある幅をもった帯」で、「脆性剪断帯のなかでも、未固結~半固結の断層内物質を含むもの」である。²⁾それからすると、小出の「破碎帯」は非常に奇異に感じる。

では、小出はどのような構造地質学的特徴を有する地帯を「破碎帯」と呼んだのであろうか。彼の著書をもう少し詳しくみてみよう。

「破碎帯」の岩石がうける破碎作用の特徴を列記すると以下のように記している。「自然にあるがままの状態を歪力をうけ、もまれるための破碎作用」、「岩石が粘土化するまで徹底的にこわされることもあり、細粒化・ブロック化という程度にこわされることもある」、「鏡肌という特徴のある摩擦面

がしばしばできている。・・・鏡肌をわかりやすく説明すれば、蛇紋岩の面と思えばよい。このような鏡肌は、小さな一塊の岩片の中にもたくさんできていることもあるから、岩片を砕いてみると、新しい鏡肌がつぎつぎにでてくる。そして鏡肌と鏡肌の間はこわされたもろい岩石である。」「歪力による機械的な破碎作用には、多くの場合化学的変化が伴っている。」「破碎作用というのはつまり、岩石がたとえ見かけの上では塊状であっても、内容的には粘土化作用である。」など。

小出は「破碎帯と断層とは概念が根本的に違う」と述べているが、今日いうところの断層岩のすべてが破碎帯から除かれているのではない。当時は断層岩としての認識があまりなかった鹿塩片麻岩を破碎帯であると認識し、それが独特の斜面変動の原因になっていることに着目したのは卓見であろう。鹿塩片麻岩は高温・高圧条件で形成された断層岩(マイロナイト)であることが今日明らかになっている。双葉破碎帯(現在も使用されている)は阿武隈山地の東縁に沿って約100km追跡される断層で、断層に沿う白亜紀の花崗岩は、第三系とともに破碎帯を構成しているが、脆性的な変形に先行してマイロナイトになっている。²⁾

小出による「破碎帯」のひとつは今日構造線と呼ばれている大断層帯である。その発生は古く、発生当時地下深部に存在していたマイロナイトやカタクレーサイトが熱水変質作用を被った時代を経て地表に顔を出し、現在は活断層として活動する過程で未固結～半固結の断層内物質を生じていることが多い。さまざまな条件で形成された断層岩の複合体が小出のいう「破碎帯」の実態であると考えられる。これが「断層そのものは破碎帯ではない」という小出の真意であろう。そして小出はその地帯の中でマイロナイトやカタクレーサイトなどの固結した断層岩に注目して地すべりとの関連性を考察したものと思われる。ただし、小出のいう化学的作用による粘土化作用は第四紀まで継続しており、小出のいう粘土化した破碎帯と断層粘土を識別することは難しい。

小出が当時認定した「破碎帯」は上述したような構造線と呼ばれる大断層帯と一致している地帯もあるが、明らかに構造線でない地帯もある(図-1)。後者の「破碎帯」は付加体中に発達している。たとえば、小出の大江山破碎帯は三郡帯と丹波帯の中を走り、御荷鉾破碎帯は九州から四国、近畿を横切って、中部から関東に延びていて、秩父帯、三波川帯、四万十帯の中を走っているようにみえる。吉野川-紀ノ川破碎帯は中央構造線沿いだけでなく、中央構造線を離れて三波川帯の中を走っているところもある。南四国破碎帯の大部分や十津川破碎帯、大井川-安倍川破碎帯群は四万十帯の中を走っている。

こういった付加体には、基質の泥質岩中に、砂岩や緑色岩、石灰岩、チャートといった岩塊が機械的に破碎・混合した混在岩が存在していて、こういった混在岩はしばしば基質の泥質岩が剥離性をもち、剥離面にはすべった後を示す条線が着いている。そして少し風化するだけでも、ハンマーの打撃でぼろぼろになる。このような混在岩の特徴は破碎帯の認定基準を満たしている。

付加体のなかでも、三波川帯や北部秩父帯、四万十帯の一部の岩石は変成作用と共に強い変形作用を受けている。とくに泥質岩や緑色岩は劈開や片理が発達していて、それらの面構造の剥離面には鏡肌や条線が発達している。劈開や片理の発達する岩石は、「地殻変動で岩石が歪力(わいりょく)をうけ、壊された」ことを示す変形岩(テクトナイト)である。

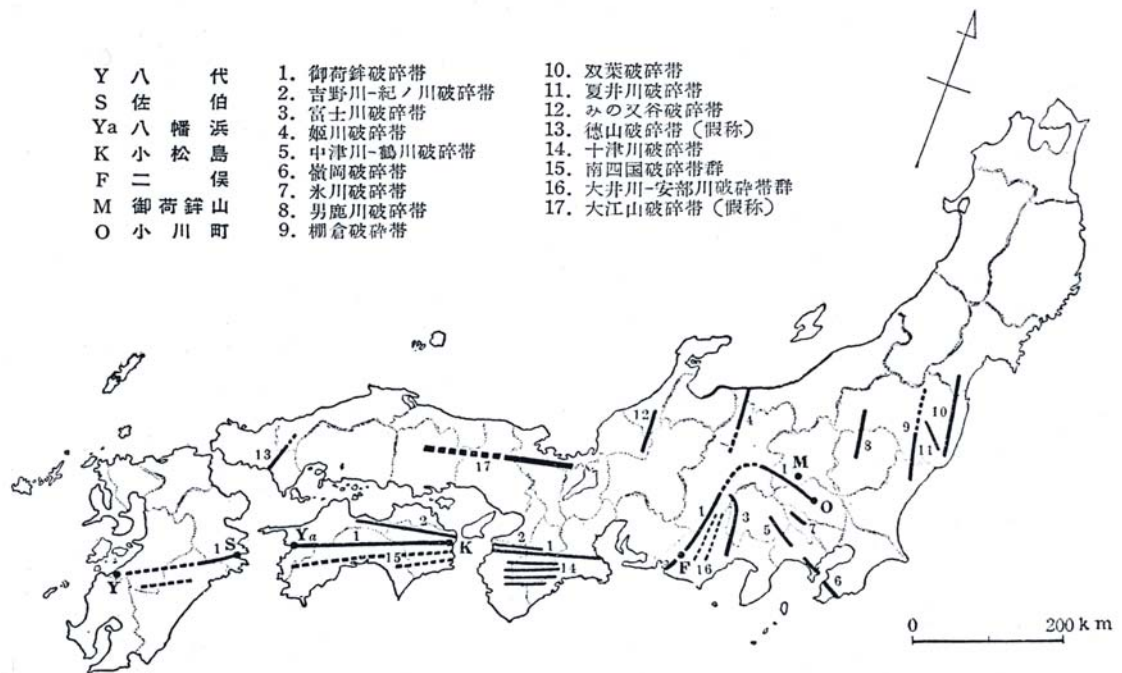


図-1 日本の破碎帯¹⁾

しかし、混在岩や変形岩は河床に露岩していると非常に新鮮かつ硬質である。「破碎帯」の帯状分布とその幅からみて、小出自身、付加体からなる地質体全体が「破碎帯」であるとは考えていないのは明白である。では、彼は付加体のどのような現象を「破碎帯」と認定したのであろうか。四国三波川帯においても、このことが最大の課題である。

3. 小出(1955)の「破碎帯地すべり」とはなにか

小出の「破碎帯地すべり」の特徴を「日本の地汙り」の記述に従って整理してみよう。

- ①「一次的地すべりが多く、しかも地すべり性崩壊の形をとる場合が多い。従って、…運動の速さが早いので、…」
- ②「岩石が破碎されている限りでどんな地質や岩石のところでもおこる。」
- ③「この点(面積的な広がりのあること)は同じことであるが、ただその面積的な広がりがより鋭敏に現れる。そして、地すべり地帯は帯状となってほとんど直線上にある幅をもってあらわれるから、…地すべりがおこるところを予見することもできる。」
- ④「…土壌は、…砂礫質で、…地表層の水もちがわるく、水が地下にしみこみやすい。これが破碎帯地すべり地にみごとな傾斜畑がつくられるもっとも大きな理由であらう。」
- ⑤「大地すべりがおこった場合には谷の崩壊が長い期間にわたっておこる。だから、破碎帯を流れる河川の中には、荒廢河川とみなされるものが非常に多い。」
- ⑥昭和28年7月豪雨による紀伊半島有田川災害(御荷鉾破碎帯)や明治22年8月豪雨災害によ

る十津川災害(十津川破碎帯)のようにしばしば天然ダムが形成されている。

⑦一度崩れるとその斜面は安定し、つぎに崩れるまでは長時間を要するという意味での免疫性がある。

以上を要約するとつぎのようになる。

「破碎帯地すべり」は崩壊に近い高速運動を示す一次的地すべりで、地すべり移動体は発生域を離れて遠くまで移動し、しばしば河川に突っ込んで天然ダムをつくる。これが荒廃河川の原因になる。崩壊後の斜面は安定性が高く、地すべり移動体の構成物は砂礫質であるために傾斜畑として利用されることが多い。

「破碎帯地すべり」の大きな特徴のひとつは帯状分布にある。それは帯状分布を示す「破碎帯」の構造規制を受けて地すべりが発生したことを意味する。小出は破碎されている限りで、どんな地質や岩石のところでも、地すべりはおこるとしているが、発生頻度からみると、「破碎帯地すべり」は付加体の斜面変動を特徴づけるものである。

4. 大井川－安倍川破碎帯群の「破碎帯」・「破碎帯地すべり」

残念ながら、われわれは、四国三波川帯では、「破碎帯」の実態解明の手がかりすらほとんどもっていないのが現状である。そこで、われわれは、ほかの付加体の「破碎帯」・「破碎帯地すべり」を作業仮説として四国三波川帯に適用し、それを検証すべく調査・研究を進めることとした。作業仮説の構築に選んだ「破碎帯」は大井川－安倍川破碎帯群である。

安倍川に沿って走る「破碎帯」は四万十帯の瀬戸川層群の中を走っている。瀬戸川層群の粘板岩に発達するスレート劈開は高角度で、スレート劈開と平行に走る谷では、とくに受け盤側斜面で谷側に向かって岩盤がクリープ的に傾動して谷側への曲げ褶曲が形成されている(図-2)³⁾。傾動域では、スレート劈開に沿ったすべり・開口(割れ目の形成)、スレート劈開に直交する引張り割れ目の形成、キンク面に沿った折れ曲がりなどによって、岩盤は破碎されたような様相を呈する。とくに褶曲軸部に当たる最大屈曲部では、岩盤の緩みが大きく、最終的な斜面変動は褶曲軸面に生じた破壊面をすべり面として、一気に崩壊し、地すべり性崩壊の特徴を示す。調査期間中の関の沢(安倍川の支流)で発生した崩壊も、谷側への曲げ褶曲の下翼部を残して、その上部が崩れ落ち、ばらばらに分解して関の沢の河床を埋めた。関の沢沿いには類似の崩壊地が多数存在する。また安倍川の上流には巨大崩壊である大谷(おおや)崩れが存在し、ここでも崩壊跡には谷側への曲げ褶曲が残っている。この巨大崩壊ほか、多数の崩壊によって安倍川は現在も荒廃河川で、土砂排出量が多い。これらの崩壊は小出のいう「破碎帯地すべり」の特徴をもっている。ただし、関の沢に沿って「破碎帯」が走っているのではない。河床の粘板岩は新鮮で硬質である。岩盤に緩みが認められるのは谷側に傾動している部分である。小出は谷側への曲げ褶曲を「破碎帯」と呼んだ可能性が高い。谷側への曲げ褶曲はスレート劈開伸張方向と平行な谷に沿って形成されるために、崩壊地も帯状分布をすることになる。

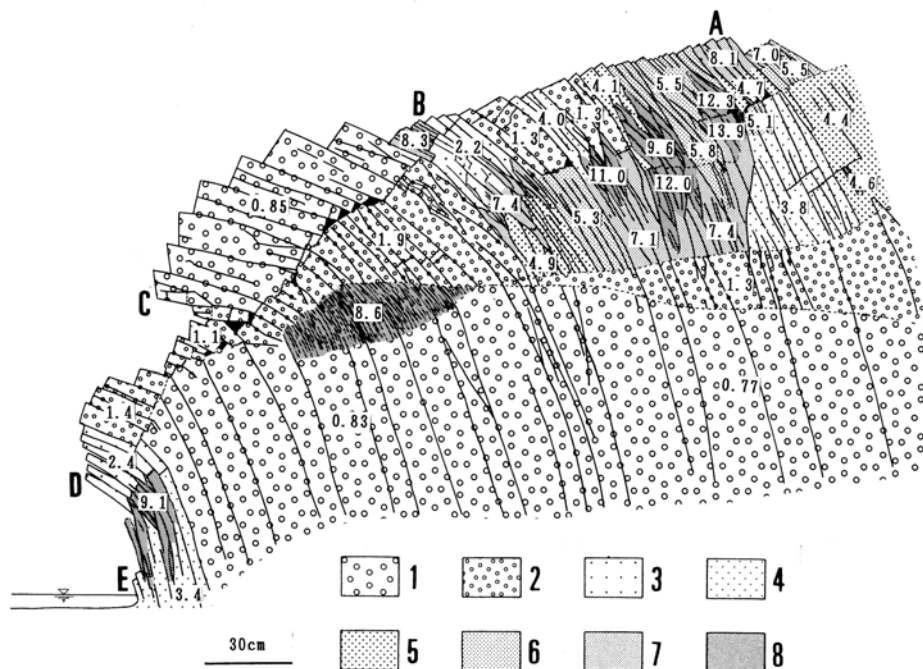


図-2 瀬戸川層群粘板岩中に発生した谷側への曲げ褶曲と劈開割れ目の分布密度³⁾

1=0~1, 2=1~2, 3=2~3, 4=3~4, 5=4~5, 6=5~7, 7=7~8.5, 8=8.5~(10cm 辺りの劈開割れ目の数)

5. 四国三波川帯の「破碎帯」・「破碎帯地すべり」発生の可能性

四国三波川帯の結晶片岩も片状岩盤であるので、瀬戸川層群粘板岩にみられたような谷側への曲げ褶曲の発達地帯が「破碎帯」を形成している可能性がある。

ただし、瀬戸川層群のスレート劈開がほとんどどこでも高角度であるのに対して、四国三波川帯の片理は岩相構造と共に緩やかな褶曲をしていて、高角度の片理が発達する領域は限られる。谷側への曲げ褶曲は鉛直褶曲運動によって高角度の片理が発達している領域で形成される可能性がある。そして鉛直褶曲の褶曲軸の伸張方向が東北東を向く傾向があることからすれば、鉛直褶曲の褶曲軸に沿って走る東北東の谷沿いで谷側への曲げ褶曲がつくる「破碎帯」が発達する可能性がある。

最近、谷側への曲げ褶曲の存在情報が集まってきている。御荷鉾破碎帯に相当する地帯では、愛媛県大洲市西部夜昼トンネル⁴⁾、愛媛県上浮穴郡久万町国道 380 線沿い(未確認)、高知県吾川郡吾北村葛(三波川帯プロパーではないが)において;吉野川-紀ノ川破碎帯に相当する地帯では、徳島県貞光町捨子(谷、徳島市眉山において情報を得ている。

しかし、徳島市眉山の緑色片岩で観察された谷側への曲げ褶曲(写真-1)のように、片理面は微褶曲の発達でスレート劈開ほど剥離性に乏しく、片理に直交する引張り割れ目も傾動に重要な働きをしている。その結果、片理に沿った割れ目は引張り割れ目のところで停止したり、片理に沿った割れ目から引張り割れ目に移ったりして、割れ目系は複雑である。

このことは、地質時代の褶曲との識別を益々難しくしている。



写真-1 徳島県眉山の緑色片岩中に発生した谷側への曲げ褶曲
矢印は引張り割れ目の位置を示す。

6. 今後の展望

今後の四国三波川帯の「破砕帯」・「破砕帯地すべり」の実態解明には、谷側への曲げ褶曲の検出が課題である。現状では、肱川時相の鉛直褶曲による片理の急傾斜領域において、片理に平行な谷沿いを中心に探索することになる。ただし、小出は高知県では清水構造帯を御荷鉾破砕帯としている可能性もある。清水構造帯で破砕帯地すべりが発生しているかどうかの検討が必要である。地すべり性崩壊地に谷側への曲げ褶曲の一部が露出している可能性もある。地すべり崩壊地の検出も必要である。

<引用文献>

- 1) 小出 博(1955):日本の地すべり, 東洋新聞社, 東京, 259p
- 2) 地学団体研究会編(1996):新版 地学事典, 平凡社, 東京, 1443p
- 3) 横山俊治・柏木健司(1996):安倍川支流関の沢流域の瀬戸川層群に発達する斜面の傾動構造の運動像, 応用地質, Vol.37, No.2, pp.20-32
- 4) 池永 茂・横山俊治(1996):三波川帯結晶片岩の岩盤クリープ変形(谷側への曲げ褶曲)による切り土斜面の変形, 第35回地すべり学会研究発表会講演要旨集, pp.385-388