

中央構造線沿いの大規模地すべり

(株)四国総合研究所 長谷川修一

1. はじめに

中央構造線 (MTL: Median Tectonic Line) は、西南日本を北側の領家帯と南側の三波川帯とに分ける大断層であるとともに、紀伊半島西部から四国にかけての地域では、第四紀後半に活発な右横ずれ断層運動をした活断層としても注目されている⁶。また、この区間の中央構造線は山地と平野との境界断層となっているため、地下の断層破碎帯の存在と共に破碎帯類似の地すべり岩体など多くの建設工事の問題点を抱えている。ここでは、四国の中央構造線活断層系沿いに発生した地すべりの事例を紹介する。特に、地すべり地形が完全に解析された第四紀前半の大規模岩盤すべりの重要性について報告する。

2. 四国の中央構造線の概観

中央構造線は、紀伊半島中央部より東では領家帯変成岩類と三波川帯変成岩類との境界断層として認定されている。四国陸域では領家帯変成岩類の南縁部に和泉層群が分布するので、中央構造線は北側の和泉層群と南側の三波川帯変成岩類を境する断層が中央構造線として取扱われている (図-1)。一方、地質境界としての中央構造線に沿って、第四紀断層群が形成されている (中央構造線活断層系⁶)。

四国では三波川帯変成岩類と和泉層群との地表境界断層としての中央構造線は、鳴門市から池田町にかけて讃岐山脈の南麓を通り、更に川之江市から西条市にかけて四国山地の北縁を画し、丹原町付近で一旦南北方向に屈曲 (桜樹屈曲) した後、再び西南西方向を取り、双海町から伊予灘に入る。

讃岐山脈南麓では、第四紀に和泉層群からなる巨大な岩盤すべりが発生したため、地すべり起源の和泉層群と三波川帯変成岩類もしくは第四紀層との境界が中央構造線の衝上断層と誤認されている²。ここでは、中央構造線とされた地表物質境界の北側を走る右横ずれ活断層が、基盤岩における三波川帯変成岩類と和泉層群との境界断層 (地下では領家帯を三波川帯との境界断層) の地表断層に相当する (図-2a)。これらの断層は一般に高角度の断層面を持ち、100万年前以降上述の地すべり岩体および第四紀前半の土柱層を数km右横ずれ変位させている⁴。

四国中央部北縁では、中央構造線は法皇山脈-石鎚山脈と平野との直線的な境界をなし、比高1500m以上にも及ぶ石鎚断層崖を形成していると考えられている。しかしながら、和泉層群と三波川帯変成岩類との境界断層が第四紀後期に

活動的なのは石鎚断層の一部のみで、大部分の活断層はその北側の和泉層群中を走る。これらの活断層は、右横ずれが卓越する高角度断層で、第四紀における右横ずれ変位量はkmのオーダーに達する可能性が高い (図-2b)。

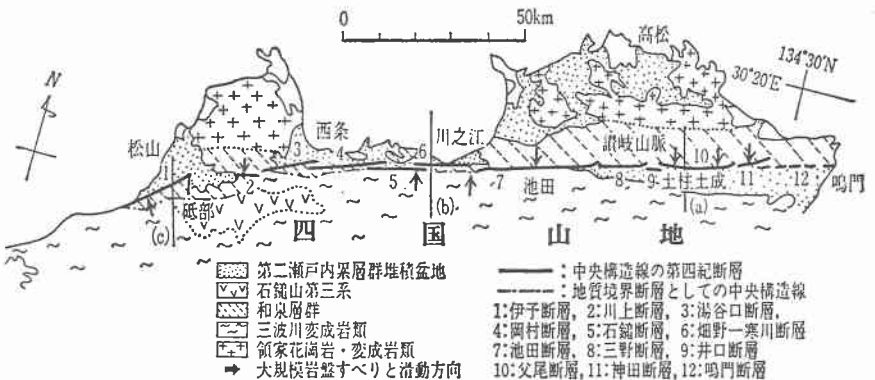


図-1 四国の中央構造線の第四紀断層と大規模地すべりの分布 (長谷川, 1992)³

四国西部における地質境界断層としての中央構造線は北へ30°前後傾斜する逆断層で、中新世中期の石鎚層群堆積後の断層運動は認められない。ただし、この境界断層に沿っては、中期中新世の火山岩類が貫入し、同時期の断層運動も認められる¹⁾。一方地質境界断層の北側の和泉層群分布域では、中央構造線活断層系の川上断層および伊予断層は桜樹屈曲のように大きく屈曲することなく、四国中央部の活断層の西方延長部を走る。これらの活断層は、高角度の断層面を持ち、第四紀後半に右横ずれが卓越した断層運動をしていることから、地表地質境界としての中央構造線を切っている可能性が高い(図-2c)。

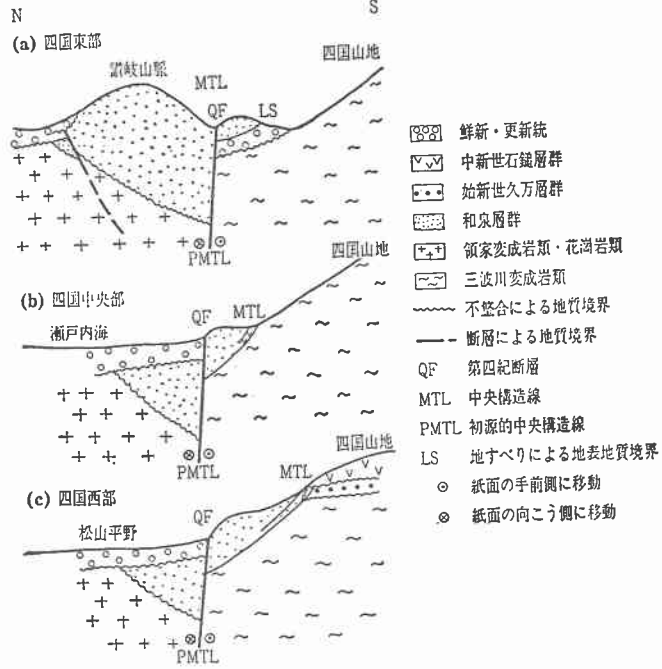


図-2 四国の中央構造線の地下構造模式図(長谷川, 1992)³⁾

3. 中央構造線の建設工事上の問題点

中央構造線の建設工事上の問題点は、(1)地形上の制約、(2)断層破砕帯と地すべり性岩盤・堆積物の評価、(3)活断層の評価3点に要約できる。

(1) 地形上の制約

中央構造線は急峻な山地と平野との境界を形成するため、切り土斜面の安定性評価が常に問題とされる。また、急峻な山麓では、自然斜面からの崩壊や谷の溪流からの土石流の発生など現地形を形成する土砂移動が活発である。

(2) 断層破砕帯と地すべり性岩盤・堆積物の評価

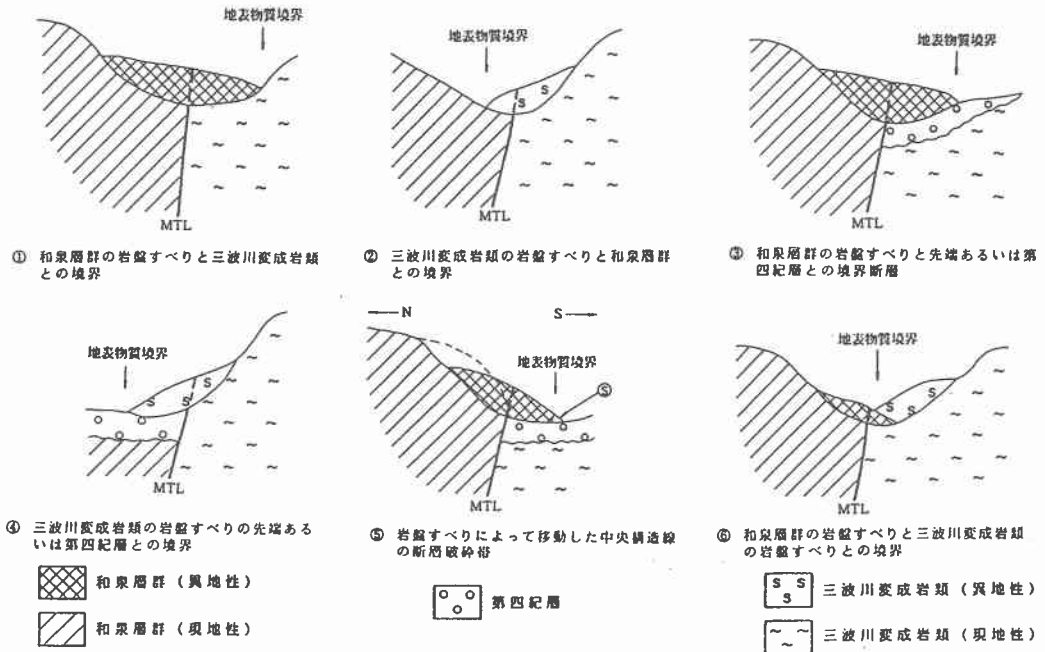
中央構造線は、過去の長期間、大規模な断層運動のため、地下には大規模な断層破砕帯が形成されている。しかし、地表付近では断層崖斜面からの堆積物、地すべり岩体、破砕帯類似の堆積物によって断層破砕帯は覆われていることが多い(図-3)。また、断層破砕帯そのものも、重力による二次的な変形うけたり、地すべりによって移動岩塊となっていることもある。

地表部の地すべりによって接触した地表物質境界は、中央構造線の断層とは区別されるべきものである。これまで地すべり岩体もしくは堆積物を、中央構造線の断層破砕帯あるいは普通の地山とみなしたため、中央構造線の位置、断層運動の様式、破砕帯の規模、性質、空間分布形状を誤認し、予想外の難工事になった例もある。

(3) 活断層の評価

中央構造線に沿って、第四紀の断層活動があるのは、紀伊半島中央部以西の地域で、特に四国中・東部で顕著である。これらの第四紀断層は断層変位地形から、第四紀後期に数m/千年オーダーの右横ずれ運動をしたと推定されている。すなわち、中央構造線沿いの第四紀後期断層は将来断層運動を起す第一級の活断層と

して注目され、トレンチ調査によって最新の断層活動の時期、変位量の解明が行われている⁸。その結果、これらの活断層が千年～千数百年一回、数m右横ずれ変位をすることは分かってきたが⁷、活動履歴の判明しているのはわずかな部分にすぎず、どの活断層が現在危険度の高い状態かを評価することが地震防災上の緊急課題である。



図一三 中央構造線と誤認される地すべりによる地表地質境界(長谷川,1992)

4. 中央構造線沿いの和泉層群の地すべり岩体の特徴

中央構造線沿いに分布する和泉層群からなる地すべり岩体の特徴は以下の通りである。

- (1) 地すべり岩体は、山地と平野とを境する第四紀断層を越えて、平野側の第四紀堆積物中へ滑動している。
- (2) 地表で確認できる地すべり岩体は、更新世前期から完新世にかけて形成されている。
- (3) 更新世後期以降に形成された地すべり岩体は地すべり地形が明瞭であるが、更新世前期以前の地すべり岩体の地すべり地形は完全に開析されている。
- (4) 地すべり岩体は、中央構造線の第四紀断層による右横ずれ断層変位を受けている。その変位量は古いものほど大きい。
- (5) 更新世前期・中期の地すべり岩体は鮮新・更新統と共に第四紀断層前面の丘陵を形成している。
- (6) 地すべり岩体は、背後の山地とほぼ同様の岩質と、大構造をしているが、破断および緩みの著しい岩盤から構成される。
- (7) 地すべりによる破砕部は真正の断層破砕帯とは異なるえせ破砕帯で、以下の特徴を持つ。
 - ① 砂岩泥岩互層の成層構造は大まかに保存されているが、その内部は破砕されている。
 - ② 大きさ、向き、発達密度の不規則な破断面が岩体全体にわたり発達する。
 - ③ 砂岩の破断面は開口し、割れ目を地表からの土壌および下盤由来の礫混りの泥質堆積物が充填する場合がある。

- ④ 泥岩には層面すべりによる剪断破碎が卓越し、層理面を切る剪断破碎は少ない。
 - ⑤ 通常の断層のように直線的な分布をとらず、破碎の著しい岩体の分布は局所的である。
 - ⑥ すべり面の上盤(すなわち地すべり岩体)が著しく破碎されているが、下盤側の破碎はほとんどない。
 - ⑦ すべり面付近には、しばしば粘土を基質とする角礫層が形成され、滑剤層となっている。
 - ⑧ 地表近くほど緩みが著しく、地表部に角礫層が形成されている場合がある。
- (8) 地すべり岩体が第四紀層中に滑動した結果、岩体の基底には粘土と角礫層からなるすべり層が、前面には不整合状の高角度の境界面が形成されている。
- (9) 地すべり岩体の前面の第四紀層中には、ブルドーシングによる急傾斜構造が形成されている。

5. 中央構造線沿いの地すべりの事例

四国の中央構造線に沿っては、背後の山地斜面から滑動した地すべり岩体が多数分布している(図-1)。このうち、徳島県に讃岐山脈南麓では中央構造線の活断層の南側に、池田町馬路川沿いおよびシンヤマ、阿波町土柱周辺、切幡丘陵等と和泉層群から構成される地すべり岩体が分布している。また、愛媛県においても、中央構造線の活断層の平野側に地すべり岩体が分布している。

これらの和泉層群からなる地すべり岩体は、現在活動的ではなく、地すべり地形や地すべり岩体として認識されるものである。これらの地すべり岩体は中央構造線の断層運動と密接に関係して形成された可能性が高い。すなわち、中央構造線沿いの巨大な岩盤すべりは、断層崖斜面を含む長大斜面が長期間における重力変形を受け、中央構造線の活断層運動による大地震によって、形成されたと推定される。

以下、新しい時代から古い時代の地すべり岩体について紹介する。

(1) 完新世の地すべり【佐野上浦】

徳島県池田町佐野上浦の地すべり地形は、開析をほとんど受けていないため、完新世に形成されたと推定される(図-4)。地すべり岩体は角礫状に破碎された和泉層群の泥岩勝ち互層を主体にし、馬路川を越えて約150m南へ滑動した結果、その先端が対岸の山裾まで達し、三波川変成岩類と接している。地すべり発生後、地すべり岩体は中央構造線池田断層によって、約25m右横ずれ変位を受けている。

(2) 更新世後期の地すべり【井ノ久保】

徳島県池田町井ノ久保の地すべり地形はその開析の程度から、更新世後期の低位段丘と同時期に形成されたと推定される(図-5)。この地すべり地形は、東西幅1.5km、南北幅1.0kmと馬路川沿いで最大級の規模を持つ。地すべり岩体は、著しく擾乱を受けた和泉層群からなり、馬路川を越えて約400m南へ滑動した結果、その先端が対岸の山裾まで達し、三波川変成岩類と接している。井ノ久保の地すべり地塊には、比較的連続性の良い低崖が東西に連なっており、ここを中央構造線池田断層が通過する可能性が高い(岡田、1968・1978)。この地すべり地塊は崖を境にして、約150m右横ずれしている。これは、地すべり岩塊形成後の池田断層の横ずれ変位量の可能性が高い。

(3) 更新世中期の地すべり【シンヤマ】

池田断層の南側に位置する徳島県池田町シンヤマの和泉層群は、讃岐山脈の和泉層群が岩盤すべりを発生し、山麓の土石流堆積物をもるとも、古吉野川の河床礫を取り込みながら、約500m南へ滑動したと推定される(図-6)。シンヤマの地すべり岩体は、以下の事実から中期更新世前半に形成された可能性が高い⁵⁾。

- ① 地すべり地形がほとんど開析されている。
- ② 地表に赤色化した地すべり堆積物が残っている。
- ③ 地すべり岩体はメタセコイア消滅後の先段丘堆積物が未固結のとき滑動している。

また、地すべり岩体を地形、地質的に復元すると、地すべり岩体は滑動後池田断層によって5~6km右ずれ

変位を受けていると推定される。

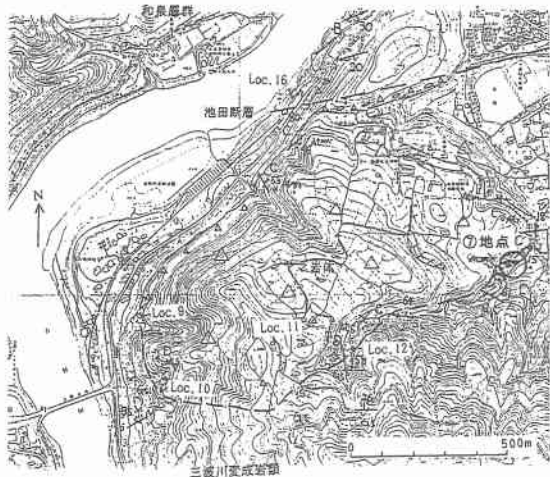
（4）更新世前期の地すべり【切幡丘陵】

徳島県市場町から土成町にかけて讃岐山脈の南麓に分布する切幡丘陵は、和泉層群から構成される東西幅3.5km、南北側1.5km、厚さ200m以上の巨大な地すべり岩体である(図-7)⁴。この岩体は、中央構造線父尾断層の北側の讃岐山脈から南方に1.0～1.5km滑動し、その南東端で更新世前期土柱層に低角度で載っている。また、また地すべり岩体の復元によれば、地すべり岩体は約100万年前に形成され、その後父尾断層によって2～3km右横ずれ変位を受けている。



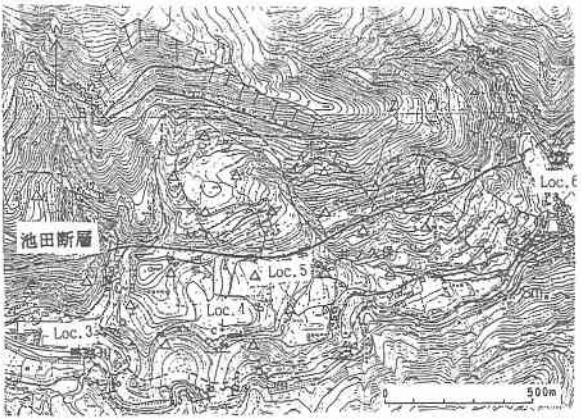
△：地すべり岩体、Ats：砂岩勝ち互層、Atn：泥岩勝ち互層、B,C：角礫化の程度
～：砂質片岩・泥質片岩

図-4 完新世の地すべり【佐野上浦】
徳島県池田町佐野上浦



△：地すべり岩体、△：和泉層群角礫層、○：片岩片麻岩、□：礫岩
(和泉層群) Ats：砂岩勝ち互層、Atn：泥岩勝ち互層、B,C,D：角礫化の程度
(三波川変成岩類) Gs：炭質性片岩

図-6 更新世中期の地すべり【シンヤマ】
徳島県池田町シンヤマ



△：地すべり岩体、Iz：和泉層群、Sm：三波川変成岩類、霧頭(B,C,Dは角礫化の程度)

図-5 更新世後期の地すべり【井ノ久保】
徳島県池田町井ノ久保

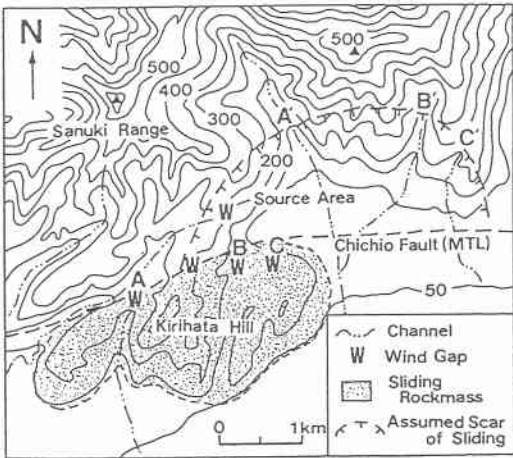


図-7 更新世前期の地すべり【切幡丘陵】
徳島県市場町・土成町

6. 岩盤すべり起源えせ破碎帯の建設工事上の注意点

岩盤すべり起源のえせ破碎帯は、構造運動による断層破碎帯と見誤れやすいので、岩盤の破碎や構造を周囲の不動岩盤の区域と比較して、識別する必要がある。また、このような地すべり岩体は岩盤として次の問題点を持っているので、建設工事に注意が必要である。

- ① 極めて緩みの著しい岩盤で、岩盤としての固結性を保持していない。岩盤としての成層構造はあるが、性状は角礫層に類似する。
- ② 破碎帯の固結度が悪い。また、破碎帯中に堆積物が入り込み、礫質粘性土状になっている場合がある。
- ③ 強破碎部と弱破碎部の分布が不規則で、悪質部の予測が難しい。断層破碎帯と異なり、主断層から離れるほど、健岩になるわけではない。また、普通の地山と異なり、地下深くなるほど、健岩になるわけではない。
- ④ 開口割れ目が発達した透水性が著しい部分と、粘土質の透水性が悪い部分とが、不規則に分布するため、みずみちの予測が難しい。
- ⑤ 地下に幅の広い開口割れ目が存在する可能性がある。また、この開口部を軟弱な堆積物が充填している可能性がある。

7. おわりに

中央構造線沿いのどの断層が過去の地表地震断層の累積である活断層であるか、地すべりによるえせ破碎帯、えせ活断層、えせ中央構造線であるかは、詳細な地質調査で識別可能である。これを工学に結ぶつけることが今後の課題と思われる。

参 考 文 献

- 1) 長谷川修一、中央構造線沿いの破碎帯と道路建設の事例、「中央構造線沿いの破碎帯と道路建設」土質工学会破碎帯の工学的性質に関する研究委員会、62p.
- 2) 長谷川修一、中央構造線の断層破碎帯と岩盤すべりによる破碎帯、破碎帯の工学的性質に関するシンポジウム発表論文集、土質工学会、pp.9-16、1992.
- 3) 長谷川修一、中央構造線、土と基礎、Vol.40、No.8、pp.37-38、1992.
- 4) 長谷川修一、讃岐山脈南麓における中央構造線沿いの大規模岩盤すべりと第四紀断層運動、地質学論集、No.40、pp.145-172、1992.
- 5) 長谷川修一・柳田誠、阿波池田町における中央構造線沿いの大規模地すべりとその復元、土質工学会四国支部技術・研究発表会論文集、p.35-36、1991.
- 6) 岡田篤正、中央構造線の第四紀断層運動について、「中央構造線」東海大学出版会、pp.49-86、1973.
- 7) 岡田篤正、中央構造線活断層系の活動区の分割試案、地質学論集、No.40、pp.15-30、1992.
- 8) 岡田篤正・中田高・堤浩之、トレンチ掘削調査による中央構造線活断層系岡村断層の活動時期と変位量の解明、地学雑誌、Vol.98、pp.489-491、1989.
- 9) 奥園誠之、中央構造線に沿った道路斜面の安定性検討—高速道路切土のり面の施工事例と適正のり勾配—、第5回岩の力学委員会研究懇談会、pp.1-8.
- 10) 高橋治郎、愛媛県松山市周辺地域の“中央構造線”、愛媛大学教育学部紀要、Ⅲ、Vol.6、pp.1-44、1986.
- 11) 田崎耕市・高橋治郎・板谷徹丸・グレブス、R. H.・鹿島愛彦、四国北西部の中央構造線に貫入した安山岩のK-Ar年代、岩鉱、Vol.85、pp.155-160、1986.