

愛媛県における地すべりの地質特性

高橋 治郎

(愛媛大学教育学部地学教室)

(平成4年10月12日受理)

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LANDSLIDES IN EHIME PREFECTURE

Jiro TAKAHASHI

*Department of Geology, Faculty of Education,
Ehime University, Matsuyama, Ehime, 790 Japan*

(Received October 12, 1992)

This paper describes 29 examples of landslides in Ehime Prefecture and discusses their relationship to the geology and topography of the area. The greater part of these landslides are the secondary landslides from the ancient primary landslide masses, and can be classified into three types : ① colluvial deposit slides, ② high speed landcreeps and ③ creep type landslides.

The essential conditions for landslides are lack of support in front and a slip surface. Such conditions are liable to occur on the sides of undercut slopes and cliffs, or of road cuttings, particularly where thick colluvial deposits overlie basement rocks.

はじめに

愛媛県は山地の占める割合が大きいため、地すべり危険箇所や地すべり防止危険箇所が約1,000箇所あり、その内の約3分の1が地すべり防止区域に指定されている(浅井, 1988¹⁾, 鹿島, 1992²⁾). これら地すべり危険箇所や地すべり防止危険箇所の大半は、四国島の脊梁である四国山地山腹に位置している。

愛媛県の地すべりについては、近年、鹿島(1991³⁾, 1992²⁾)によってまとめられた。また、日本地質学会第98年学術大会(1991)の討論会において「四国のマス・ムーブメント」が

議論され、これらの成果を踏まえ、また新たな研究成果を加えて、月刊『地球』に「四国の山地地盤災害」(1992)として11編の論文が公表された。

筆者は、1978年以来、愛媛県の地すべり調査にたずさわってきており、その成果の一部については折にふれ公表してきた(高橋, 1987⁴⁾, 1988a⁵⁾, 1988b⁶⁾, 1990⁷⁾, 高橋・鹿島, 1990⁸⁾). 本稿では、これまでの調査事例をまとめ、主として愛媛県における三波川帯と秩父帯で発生している地すべりの地質特性について考察する。

本稿を草するにあたり、貴重な論文をお貸しいただいた、また地すべり調査をはじめ何かにつけご教示・ご指導いただいている、愛媛大学鹿島愛彦教授に厚くお礼申し上げる。

地 形 概 説

愛媛県は北側と西側が海に面し、ここには奥行き狭い平野が発達している。瀬戸内海には、芸予諸島や防予諸島が浮かび、変成岩類や花崗岩類とそれを貫く安山岩類岩頸の差別侵食地形を観察することができる。

愛媛県の山々は、地形学的にも地質学的にも中央構造線の北側に位置する高縄山地と南側に位置する四国山地とに大きく二分される。高縄山地は、愛媛県の中央部に位置する高縄半島を構成し、東三方ヶ森(1233m)や明神ヶ森(1217m)などの山々から成る。本山地は、主として花崗岩類より成るため、南の四国山地に比べて丸みのある山容を呈している。

四国山地は、ほぼ東西方向に連なり、四国島の背梁山脈を構成している。その北縁は中央構造線によって縁どられ、中央構造線付近から急激に高度を増大させ、石鎚山(天狗岳, 1992m)や瓶ヶ森(1897m)、笹ヶ峰(1860m)等をはじめとする標高1500m以上の山々を形成し、南の太平洋側へ高度を減じている。これらの山々は、面河川(仁淀川)や肱川、銅山川などの各水系に刻まれ、典型的な壮年期の地形を呈している。この急峻な四国山地の山腹には、緩傾斜面が多数発達しており、田畑や家屋をのせている。これらの緩傾斜面は、当然のことながら地形図等高線の平行性に不自然な乱れとして表現されている。一方、現地では、これらの緩傾斜面が非対称で波長の短い波曲をしていることが観察される。また、緩傾斜面の発達する地域は水に恵まれている。こうした緩傾斜地が、地すべり危険箇所や地すべり防止危険箇所となっている。

気 象 概 説

愛媛県の気候は、瀬戸内側では温暖少雨のいわゆる瀬戸内式気候であり、南の四国山地内は冷涼多雨と変化に富む。日本気象協会松山支部(1991)⁹⁾によれば、松山(平年値, 統計期間1961~1990, 宇和島も同, 他の地点は準平年値, 統計期間1979~1987, 図-1に観測地点を示した)の平均気温は15.8℃, 宇和島のそれは16.0℃である。以下、平均気温を瀬戸内側から豊後水道側へと見てゆくと、大三島:15.1℃, 三島:15.5℃, 新居浜:15.9℃, 丹原:15.2℃, 長浜:15.1℃, 三崎:16.2℃, 宇和:14.2℃, 御荘:16.2℃である。一方、山間部に位置する久万では11.9℃である。

年間平均降水量は、大三島:1164.7mm, 今治:1171.9mm, 玉川:1457.9mm, 三島:1222.6mm, 富郷:1764.4mm, 新居浜:1269.0mm, 丹原:1403.3mm, 松山:1286.0mm, 久万:1972.0mm, 中

山：1746.3mm，長浜：1297.7mm，
八幡浜：1671.4mm，三崎：1516.8
mm，宇和：1925.3mm，宇和島：
1635.3mm，御荘：1871.0mmである
(日本気象協会松山支部，1991)。

地質概説

愛媛県は、ほぼ東西方向に追跡される中央構造線によって北側の内帯と南側の外帯とに大きく二分される。県下における中央構造線は、東の川之江市境目より西北西方向へ松山自動車道に沿って、伊予三島市，土居町，新居浜市，西条市へと縦走し，周桑郡丹原町湯谷口付近から大きく南へ屈曲し，温泉郡川内町狩場から再び西北西方向をとり，伊予郡砥部町岩谷口を経て双海町上灘付近より伊予灘に入り，佐田岬半島の北縁近くを通り九州へ至る。

本県においては内帯には領家帯のみが位置し，高縄半島や島しょ部に変成岩類や花崗岩類が，また，これらの岩石を不整合に覆って最上部白亜系和泉層群が瀬戸内海に面した丘陵地に分布する。和泉層群は，東にプランジした一大向斜軸を有し，礫岩や砂岩，泥岩，凝灰岩より成る。本層群の南限は中央構造線に断たれ，三波川変成岩類あるいは始新統久万層群と接し，松山市南方では久万層群や中新統石鎚層群に覆われる部分もある。また，和泉層群を不整合に覆って，砂や礫，粘土から成る鮮新—更新統の郡中層や岡村層がわずかに分布する。

外帯には，北から南に，三波川帯，御荷鉾帯，秩父帯（含三宝山帯），四万十帯がそれぞれほぼ東西方向に帯状に分布している。三波川帯には，領家帯に分布する変成岩類と対をなす低温高圧型の変成岩類やこれらを不整合に覆って久万層群や石鎚層群が分布する。変成岩類は，三波川変成岩類あるいは三波川結晶片岩類と呼ばれ，緑色（塩基性）片岩，黒色（泥質）片岩，砂質片岩，珪質（石英）片岩，石灰質片岩等から成る。久万層群はおもに礫岩より成り砂岩層や泥岩層を挟む。石鎚層群は，火山碎屑物や安山岩類および花崗岩類より成る。

三波川帯の南には御荷鉾帯が位置し，主として緑色岩類（塩基性岩類）より成り，千枚岩やチャート，石灰岩を伴っている。秩父帯（含三宝山帯）は，その北縁は御荷鉾帯と，南限は仏像構造線によって断たれ四万十帯と接している。秩父帯には，粘板岩や砂岩，石灰岩，チャートおよび玄武岩質岩石等が分布する。秩父帯を北帯と中帯に分かつ黒瀬川構造帯には，寺野変成岩類をはじめ岡成層，三滝火成岩類，蛇紋岩等が，また，黒瀬川構造帯の南には礫岩や砂岩，泥岩より成る白亜系の真穴層や二及層等が分布する。

愛媛県の四万十帯には，白亜系の主として砂岩や頁岩，礫岩が分布し，石灰岩やチャート，玄武岩，酸性凝灰岩が介在する。これらを買いて宇和島市高月山付近などで花崗岩類が露出している。

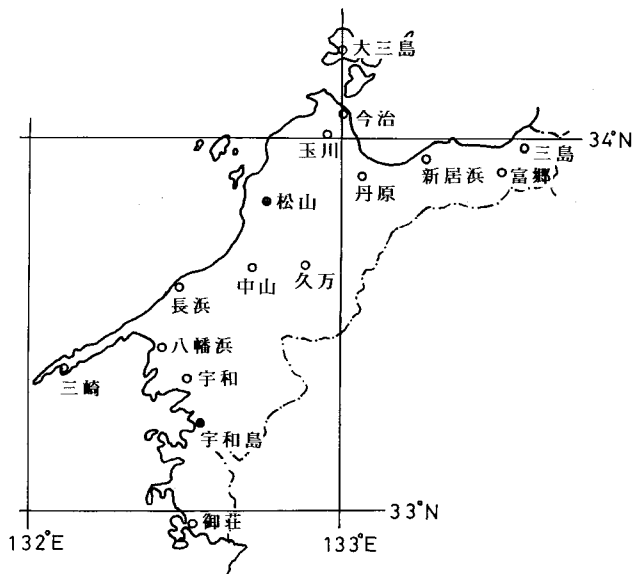


図-1 気象観測所配置図

上述した各帯には第四系が分布している。

調査事例

図-2に示したように、29箇所の地すべり地を調査した。領家帯における調査は一例のみで、大半は松山市南方の三波川帯から御荷鉾帯、秩父帯（北帯）にかけてであり、四万十帯のものはない。

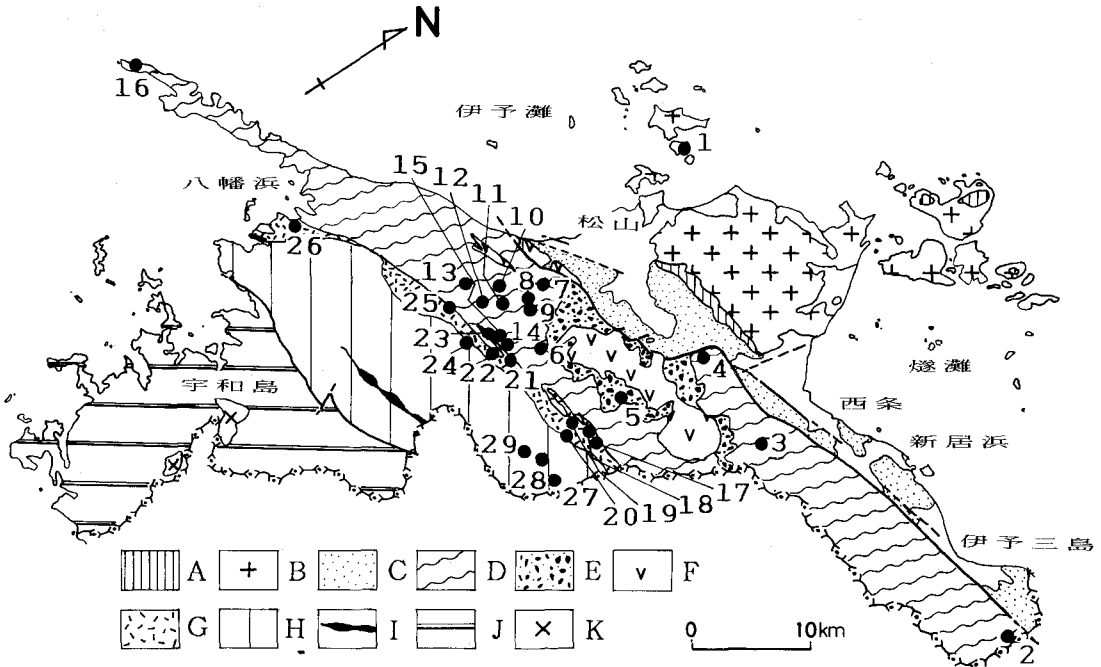


図-2 愛媛県地質略図および地すべり調査位置（番号は本文の調査事例番号に対応）
 凡例 A：領家変成岩類，B：領家花崗岩類，C：和泉層群，D：三波川変成岩類，
 E：久万層群，F：石鎚層群，G：御荷鉾綠色岩類，H：秩父中古生層，
 I：黒瀬川構造帯，J：四万十層群，K：高月山花崗岩類

領家帯

1) 温泉郡中島町睦月

強風化した花崗岩類と堅硬なホルンフェルス（領家変成岩類）との境界部の急峻な海岸部において、崩壊型地すべりが発生している。

三波川帯

2) 宇摩郡新宮村上山鳩岡

片理の密に発達した三波川変成岩類より成る地区で、地形が急峻であることや基盤岩が強風化を受けていること、断層破碎帯の発達することを素因とし、降水が誘因となって表層がすべ

っている。崖錐堆積物～崩積土の分布する緩傾斜地の末端部を切って道路をつけたために崩壊したと判断されるものもある。

3) 西条市中奥

本地区は、平均傾斜が27°と急な斜面上に位置していることとともに、脆弱な黒色片岩が広く分布し、これらの基盤岩の片理面（層理面にはほぼ一致）が流れ盤となっている。また、背後からの豊富な水の供給もある。これらを反映して、崩壊型地すべりが発生している。

4) 周桑郡丹原町千原

崩積土～崖錐堆積物がすべっている。地形的には急傾斜部がすべっており、明瞭な割れ目を伴うものと、割れ目を伴わない表層部のクリープ型地すべりが認められる。過疎化に伴う田畑や水管理の放置も地すべりの発生を促している。

5) 上浮穴郡久万町直瀬

斜面を牧草地として造成したり、道路を何本も作ったために、下部の支えを失った久万層群（礫を混じえる砂岩泥岩互層）がすべった。久万層群中に地表斜面とほぼ平行に貫入する斜方輝石安山岩が不透水層およびすべり面として、上位にのる久万層群がすべったものもある。本地区の地すべりについては、大龍（1988）¹⁰⁾の報告が公表されている。

6) 上浮穴郡小田町白杵

移動岩塊と判断される風化した変成岩類や粘土層を挟む6 m内外の崩積土が、三波川変成岩類を覆って分布している。地形的にも化石（古）地すべり地と認定され、明瞭な亀裂等は観察されないが家屋の基礎が沈下したり、柱が傾くなどクリープ型地すべりと判断される現象が観察される。こうした現象は、急傾斜地真上の水の多い部分で発生している。大雨時に発生した小規模な崩壊は数箇所で見られた。

7) 伊予郡中山町佐礼谷

本地区は、30°内外南に傾斜した斜面上にあり、変成岩類の片理面（層理面にはほぼ一致）は受け盤である。この斜面上をミカンや野菜畑として開墾したため、片岩類の風化殻がクリープ型の地すべりを起こしている。

8) 伊予郡中山町出淵小池

地質的には、変成岩類の片理面は受け盤となっており、この上にある古い時代の地すべりによる崩積土が、自然変化や水が引き金になって、緩慢な表層部の流動、あるいは急傾斜地で崩壊を発生させている。

9) 伊予郡中山町出淵影之浦

緑色片岩の表層風化部が崩壊型地すべりを起こしているものや、化石（古）地すべり地の崩積土（厚さ約12 m）が滑動したものがある（図-3）。

10) 伊予郡中山町中山梅原

基盤岩を覆う崩積土（化石（古）地すべり）が、土地の改変と降雨による水が誘因となってすべっている。一部、地形の急峻な部分が崩壊型地すべりを起こしている。



図-3 小規模地すべりの滑落崖（中山町出淵影之浦）

11) 伊予郡中山町出淵平沢

本地区の地すべりは、風化したり、片理に沿って剥離した脆弱な三波川変成岩類中で発生したものである。また、地質や地質構造に注意を払わず化石(古)地すべり地(緩傾斜地)に果樹園を造成したり、道路をつけたために、安定していた崩積土が滑動しはじめたものもある。小規模な崩壊も数箇所観察される。

12) 喜多郡内子町川中

本地区に発達する平坦地～緩傾斜地(図-4)は化石(古)地すべり地で、強風化した緑色片岩を覆って厚さ6～8mの崩積土が分布しており、この崩積土が水や土地改変が誘因となって再動している。また、急傾斜地での表層のクリープも観察される。



図-4 化石(古)地すべり地にのる家屋や田畑(内子町川中)

13) 喜多郡内子町論田本郷

急傾斜から緩傾斜あるいは緩傾斜から急傾斜へと急変する斜面上の風化殻や崩積土がすべっている。また、急傾斜地の風化殻や崩積土がクリープしていることが、杉や松の根元が系統的に「し」の字型に曲がっていることから推定される。

14) 上浮穴郡小田町吉野川

化石(古)地すべり地であり、崩積土(くさり礫を含む)や強風化を蒙った緑色片岩や黒色片岩の急峻な地形の部分がすべっている。

15) 上浮穴郡小田町立石日浦

片理面が剪断帯のように細かく発達し剥離性に富んだ部分が、風化とあいまって軟弱な基盤になっている。これらの急峻な部分がすべっている。

16) 西宇和郡三崎町正野

急峻な地形を反映して、緑色片岩の佐田岬半島の伸びの方向(北東-南西方向)に平行な剪断面や節理面等を使って、発生した崩壊型地すべりである。

御荷鉾帯

17) 上浮穴郡美川村七鳥簀川

枕状熔岩の構造が残っている部分も観察される御荷鉾緑色岩類が広く分布し、これを覆って崖錐性堆積物～崩積土が分布する。崖錐性堆積物～崩積土がすべっている地すべりと背斜北翼部の流れ盤になった部分の緑色岩が風化してすべったものがある。

18) 上浮穴郡美川村筒城

地層が流れ盤になっているとともに風化した緑色岩類が、背後から供給される豊富な水によってすべっている。田畑の石垣等に膨らみ等の変状や崩壊の観察される所もある。

19) 上浮穴郡美川村上黒岩

主として緑色岩類の風化殻が地形の急峻な部分ですべっている。地区内にある緩傾斜地とその背後は開析された地すべり地形を呈しており、本地区は、古い時代に発生した地すべりによって形成されたものと判断される。小規模な土石流が発生し、谷沿いの樹木をなぎ倒しているのが観察された。

20) 上浮穴郡美川村日野浦

緑色岩類の新鮮な部分が不透水層として振る舞うとともに、この上にある軟弱な風化殻が透水層の役割を演じ、両者の境界をすべり面として風化殻がすべった。崩積土のクリープも観察される。

21) 上浮穴郡小田町日野川峰

三波川帯と御荷鉾帯にまたがった地域に位置している。黒色片岩や緑色片岩・緑色岩を基盤岩として風化土壌や崩積土（土石流堆積物や地すべり堆積物的特徴を有する）が分布し、表層がクリープしていることが植林している杉や桧の根元が「し」の字型に曲がっていることから推定される。

22) 上浮穴郡小田町南山

化石（古）地すべり地であり、崩積土が大雨の後、急傾斜部で崩壊している（図-5）。水が作用することによって再活動する可能性のある場所が多くある。

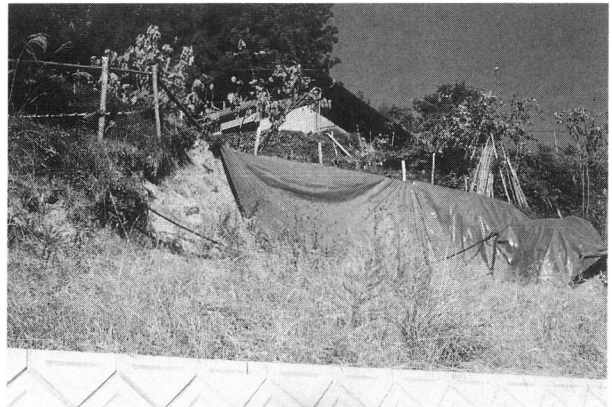


図-5 崩積土の崩壊（小田町南山）

23) 上浮穴郡小田町尾首

緑色岩やチャート、粘板岩、石灰岩が基盤岩として分布し、これらを覆って崖錐性堆積物～崩積土が広く分布している。本地区は、風化しやすい御荷鉾緑色岩類中に位置した化石（古）地すべり地であり、地形（傾斜）の急変する所や急傾斜部が崩壊型～クリープ型の地すべりを起こしている。

24) 上浮穴郡小田町立石八ッ松

基盤岩として緑色岩やチャート、泥質岩が分布し、これらを崩積土が覆う。地すべりは崩積土や風化した基盤岩類中において発生しており、地形的には緩傾斜から急傾斜に変わる部分で多く観察される。

25) 喜多郡五十崎町重松

いわゆる化石（古）地すべり地であり、基盤岩である緑色岩類の上にある崩積土が雑木林の伐採による畑地の拡張、道路の整備等の自然改変と背後からの豊富な水により再活動したものである。

26) 八幡浜市川上町白石

本地区は平均15°の勾配で西に傾斜する斜面上にあり、3～4段の小規模な平坦面～緩傾斜



図-6 地すべりによる亀裂と陥没，約80cmの落差
(八幡浜市川上町白石)

構成岩石が風化した緑色岩であること，さらに地すべりを誘発する水が背後から多量に流れてくる位置にあることが，地すべりを慢性的に発生させている．東隣が「西の谷地すべり」地である．

28) 上浮穴郡柳谷村柳井川立野

泥質岩や緑色岩，チャートを基盤として崩積土が広く分布している．緩傾斜地内の比較的傾斜の急な場所の崩積土中において慢性的に発生しているらしく，亀裂の風化の程度により新旧の区別をつくものが多い．これら一つ一つの地すべりの規模は小さい．

29) 上浮穴郡柳谷村本谷

塊状の部分，片状の部分および枕状熔岩の残存構造の観察される緑色岩が広く分布し，これを風化土壌や崩積土が覆う．本地区は，化石（古）地すべり地であり，この地すべりは片状緑色岩の風化による脆弱化と，地形面と地層面の一致，すなわち流れ盤という地質構造が原因で発生したものと考えられる．背後の広い集水面積をもつ山間部から供給される水と地形が急峻なことから化石（古）地すべりが再動しているものである．

考 察

筆者がかかわってきた地すべり地のうち，1) 中島町睦月と5) 久万町直瀬，16) 三崎町正野および26) 八幡浜市川上町白石を除く25地区は，開析された馬蹄型の急崖とその前面の平坦地～緩傾斜地の存在等の地形的特徴から，容易に化石（古）地すべり地であると判断される．また，現地踏査においても，崩積土地すべりや崩壊型地すべり，クリーブ型地すべりが発生あるいは進行中であることが確認された．しかし，これらの地すべりの規模は小さく，人的な被害はなかったものばかりであった．また，破碎帯地すべりと呼び得るようなものは，2) 新宮村上山鳩岡で観察されるのみである．これらの地すべり地区に共通して言えることは，急峻な四国山地山腹に位置していること，自動車が入れる道が整備されていること，果樹園や野菜畑等の拡張が進んでいること，水が豊富にあることを挙げることができる．すなわちこれらの地区の地すべりは，古い時代の地すべりによって形成された平坦地～緩傾斜地の崩積土が，無計画な道路建設等による人為的地形改変と水により再活動あるいは新に発生したものと推測され

面が発達する．全域が角閃岩より成り，ミカン畑として利用されている．本地区中央部の尾根部に降雨が誘因となり幅約50 m，長さ約60 mの岩盤すべりが発生した（図-6）．また，風化した角閃岩や崩積土が小規模な滑動をしている部分もある．本地区については，小野（1990）¹¹⁾の報告がある．

秩 父 帯

27) 上浮穴郡柳谷村越之峠

地形がきわめて急峻であることと

る。鹿島(1992)²⁾がすでに指摘しているように「人間生活の利便性・経済性をはかるための道路建設, 土地造成, ダム築造などの開発行為が, 自然のバランスを壊し地盤災害につながる例も多くなって来ていることも否定できない」のである。

崩壊型地すべりは, 16) 三崎町正野など(崩壊とっていいような小規模のものは各地区で発生している)で観察されたが, これらの地すべりは片理面や節理面, ときに断層面と地形斜面を素因として, 水が誘因となり発生したものである。崩壊型地すべりは, 片理面や節理面等が流れ盤の部分のみならず受け盤の部分でも観察される。

クリープ型地すべりは, 崩積土や風化殻の表層部で進行しており, 樹木根元の変形や家屋の基礎の沈降や歪みから推定される。風化殻のクリープ型地すべりは, 四国山地に発達する化石(古)地すべりの形成を考える際にきわめて重要である。すなわち, 三波川変成岩類のように片理面の発達する岩石は, 片理面に水がしみ込み, これが凝固と溶融を繰り返すことによって, また, 水の化学作用で容易に脆弱化する。この脆弱化した部分が急峻な斜面上を匍行(クリープ)し, 最終的には滑落崖をもつ初生的地すべりが発生したものと考えられる。地すべり地が, 田畑として使用しうる崩積土から成り, 大きな岩塊の少ないことが風化殻がすべったことを指示している。

初生的地すべりの発生した時代については, それを議論するデータを筆者は持ち合わせていないが, 長谷川ほか(1982)¹²⁾は, 三波川帯の地すべりについて, ポーリング中のシルト中の木片および腐食土質シルトの¹⁴C年代を測定し, 西条市川来須で2,150年B.P., 西条市下津池で2,050年B.P.を報告するとともに, 地形・地質発達史を論じている。また, 徳島県中部の三波川帯南縁に位置する森遠地すべりの厚い岩屑崩土の上部の木片の¹⁴C年代が, 15,400±400年B.P.と測定されている(藤田, 1990)¹³⁾。一方, 白石ほか(1983)¹⁴⁾は, 上浮穴郡美川村の三波川帯南縁のアヲツエ地すべり地において, 崖錐性土砂中に介在するアカホヤ火山灰(約6,300年前)と花粉分析の研究から地すべりの形成について考察している。以上のようにデータは少ないが, 四国山地内の平坦地～緩傾斜地(化石(古)地すべり地)に, 平家の落人が隠れ住んだという史実も考え合わせるとすくなくとも800年前には, 初生的地すべりがすでに数多く発生していたと言うことになる。

お わ り に

本稿では, 地すべりの地質特性の概略を述べるとともに, 無計画な人為的地形改変が地すべりを発生あるいは再動させていることを指摘したにとどまった。今後, 地すべりの発生・活動メカニズムをその年代決定とともに地形学や地質学, 土質力学, 地下水学等々, 多くの分野の研究者や技術者と協同研究をおこない, 地すべり対策法確立にむけて着実な成果をあげてゆく必要がある。本稿がそのために多少とも役立てば幸である。

文 献

- 1) 浅井涌太郎, 1988, 愛媛県の地すべり. 愛媛県・西の谷地すべりの調査対策史(地すべり学会関西支部現地討論会), p. 1-5.
- 2) 鹿島愛彦, 1992, 地質学から見た愛媛県の地すべり. 地球, v.14, no. 2, p.79-85.

- 3) 鹿島愛彦, 1991, 愛媛県の地すべり. 桃井 齊・鹿島愛彦・高橋治郎: 愛媛県の地質 第4版20万分の1地質図説明書, p.66-68, トモエヤ商事.
- 4) 高橋治郎, 1987, 四国の地質構造について(土砂崩壊の地質学的考察). 急傾斜地崩壊対策事業研修資料, p.1-15.
- 5) 高橋治郎, 1988a, 地質学用語としての破碎帯と破碎帯地すべり. 愛媛県における土質工学的諸問題(土質工学会四国支部), p.22-24.
- 6) 高橋治郎, 1988b, 秩父帯地すべりの地質的特徴. 愛媛県・西の谷地すべりの調査対策史(地すべり学会関西支部現地討論会), p.6-11.
- 7) 高橋治郎, 1990, マスムーブメントと第四紀地質環境. 破碎帯地すべりの地質構造並びに安定に関する講習会テキスト(愛媛県土質工学研究会), p.1-8.
- 8) 高橋治郎・鹿島愛彦, 1990, 三波川帯および御荷鉾帯の地すべり. 地質と斜面崩壊に関するシンポジウム発表論文集(土質工学会四国支部), p.13-17.
- 9) 日本気象協会松山支部, 1991, 愛媛県気象暦. 128p.
- 10) 大龍昭智, 1988, 愛媛県上浮穴郡久万町直瀬に発生している地すべりについて. 佐藤信次教授退官記念論文集, p.9-16.
- 11) 小野 誠, 1990, 御荷鉾緑色岩体中に発生した地すべり. 地質と斜面崩壊に関するシンポジウム発表論文集(土質工学会四国支部), p.93-98.
- 12) 長谷川修一・永峰良則・川上祐史, 1982, 愛媛県加茂川流域の地すべりの発生年代. 日本応用地質学会昭和57年度シンポジウム及び研究発表予稿集, p.86-89.
- 13) 藤田 崇, 1990, 地すべり. 126p. 共立出版.
- 14) 白石邦幸・高橋 和・本村泰久, 1983, 地すべり地での埋没したアカホヤ火山灰及び黒泥層. 愛媛の地学, 宮久三千年先生追悼記念号, p.165-168.