

論文

島根県中部, 堂床山北西急崖の構造と山麓の岩屑なだれ堆積物

横田修一郎*・田村友紀夫**・木村 健志***

Structures of the northwestern scarplet of Mt. Dotoko, Central Shimane, Japan
and the distribution of debris avalanche deposits at its foot

Shuichiro Yokota *, Yukio Tamura ** and Takeshi Kimura ***

Abstract

Numerous dacite blocks more than several meters in diameter are densely distributed at the foot of the northwestern scarplet of Mt. Dotoko in Central Shimane, Japan. The presence of these blocks implies the occurrence of large rock falls from the dacite scarplet in the past. The distinctive distribution and accumulation of the blocks indicates that they were deposited by repeated events of a style of debris avalanche.

The dacite rock body lies on clayey and soft lacustrine deposits, and thus any sliding movement tends to occur along the boundary plane between them. Such sliding may have influenced loosening of the rock mass. The presence of small open cracks on the top of the slope indicates that it is still unstable, and hence may fail during strong seismic vibrations in the future.

Key words: debris avalanche deposits, scarplet, landslides, Oda, Shimane

はじめに

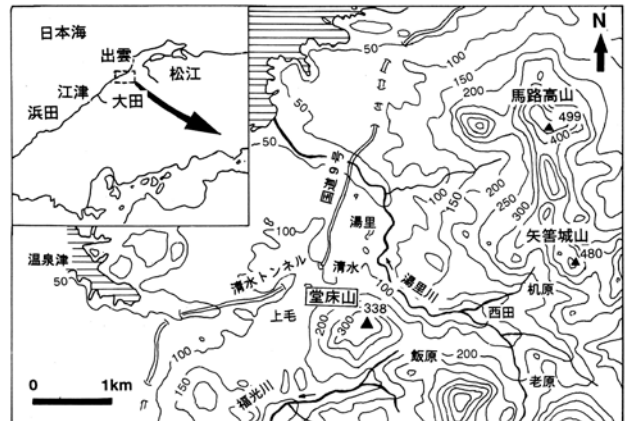
島根県中部の大田市とその周辺地域にはデイサイトを主体とする大江高山火山噴出物(鹿野ほか, 2001)が広く分布している。第四紀更新世の火山活動によるこの噴出物は大田市北部の馬路高山(標高 499 m, 第 1 図)からその南側の矢管城山をへて大江高山(標高 808 m)にいたる特徴的な山体群を構成している。

一般に火山岩類や溶結度の高い火砕岩類は急峻な山地を形成することが多く, 山腹や谷壁斜面では崩落等が発生しやすいが, 当火山噴出物の分布域でも斜面直下に崩落等による転石の見られることがある。なかでも堂床山(標高 338 m, 第 1 図)では, 山麓にデイサイトからなる巨大な転石群が散在しており, 過去に大規模な岩塊の崩落・移動現象があったことを示している。

筆者らは上記転石群の実態等を調査し, 結果の一部はすでに報告した(田村ほか, 2007 等)。それによれば, 転石の密集域は山体北西側の急崖直下に限定されており, 転石の大きさもその付近で最大となっている。そのため, それらは急崖斜

面からの崩落によるものと考えた。さらに, 密集域の地形的位置や急崖との位置関係等から岩屑なだれ(debris avalanche)のような移動タイプと推定した(田村ほか, 2007 等)。

しかしながら, 堂床山の山体裾部にはデイサイトとは別に軟質な砂, シルトよりなる江津層群野津層やデイサイト角礫を多量に含んだ礫層が存在し, それらとデイサイト岩体との層序的な関係は明らかではなく, かつ局所的な地すべり移動も加わって急崖斜面を含めた山体の構成岩石と地質構造には不明な点が多かった。そこで, 筆者らはデイサイト岩体に加えて, 大江高山火山噴出物の広域的な岩相分布の把握につとめ, それらをもとに山体の地質構成と層序および構造, 北西側斜面の構造を解明し, それらを併せて転石群形成の過程と機構を検討することとした。



第 1 図 堂床山の位置。

* 島根大学 総合理工学部 地球資源環境学科
Department of Geoscience, Shimane University, 1060 Nishikawatsu,
Matsue City 690-8504, Japan. E-mail: yokota@riko.shimane-u.ac.jp
** 島根大学大学院 総合理工学研究科 (現在, ㈱パシフィック
コンサルタンツ・調査部) Pacific Consultants, Co.1-7, Sekido, Tama
City 206-8550, Japan.
*** 島根大学大学院 総合理工学研究科 (現在, ㈱日本地研) Nihon
Chiken Co. 25-25, 1-chome, Morooka, Hakata-ku, Fukuoka 812-0894,
Japan.

堂床山の地形概要

1. 地形概要と緩斜面

第1図に示すように、堂床山（標高338 m）は日本海の海岸から約3 km 内陸に入った丘陵地帯に位置しており、馬路高山から南に延びる一連の山体群の西端に相当する。周辺も含めた堂床山の地形概要を第2図に示す。

山体は東西、南北いずれも約2.5 kmの広がりをもっている。標高300 m以上の山稜は定高性をもった緩斜面をなすが、標高150~300 mの山腹の大半は急斜面となっている。とりわけ、北西側の山腹斜面には延長約1 kmにわたって滑落崖状の急崖が存在し、巨大な転石群がその直下と山麓に散在している。

この滑落崖を除いては山腹斜面の切れ込みは全体に少なく、わずかに南南西方向に流下する河谷が存在するのみである。山麓の標高100~150 mには山体を取り囲むように緩斜面~平坦面が存在し、山腹の急斜面との間で地形的コントラストをなしている。これらの緩斜面~平坦面は末端部が大きく開析され、沖積平野には連続していない。

山体の北東側を湯里川が北西方向に流下し、南側を福光川が南西方向に流下している。両水系の分水界は山体東方の緩斜面上にあり、福光川支流最上流部の緩斜面を湯里川支流が谷頭を伴って開析するかたちとなっている。

第2図には空中写真判読に基づく平坦面~緩斜面の分布と滑落崖状急崖の位置を示す。平坦面~緩斜面は、面の開析程度とその連続性から、標高120~130 m、130~150 m、および230~250 mの3面に分けられ、それぞれをI、II、III面とした。

最も広いII面は山体の北西~西側と南側、東側に分布している。とくに北西麓で広く、清水地区の畑地とともに上毛地区の集落の大半がこの上に位置している。後述のI面に比

較すれば、この面はわずかに起伏を有し、やや開析が進んでいる。II面は山体の北東麓でも断片的に分布し、ここでも山腹の急斜面との間で地形的コントラストをなしている。

I面は山体北西側の清水地区にてII面に隣接して分布するのみである。II面とはある程度連続的であるが、標高はわずかに低い。大半は畑地となっており、溜池として活用されている清水池（横内大池、第11図(f))はこの面上に位置している。

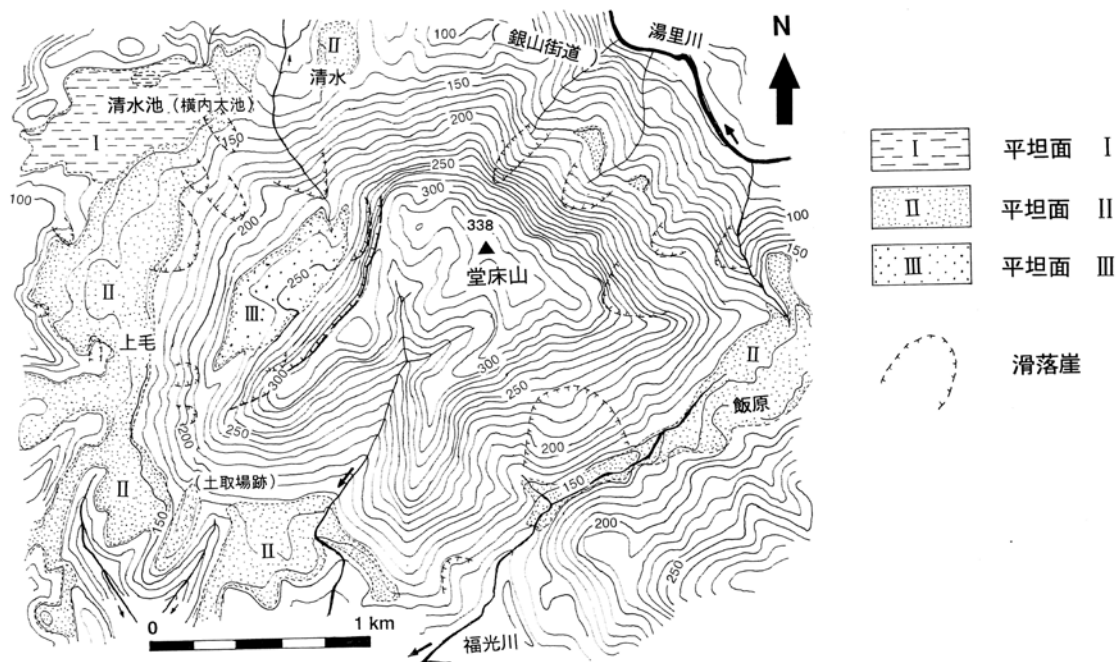
一方、III面は山体北西側の急崖に沿って分布するのみであり、I、II面より80 m以上高い。急崖沿いに幅約300 m、長さ600~700 mの広がりをもち、やや開析が進んでいる。面上には清水大師寺が位置している。

2. 急崖地形

堂床山の山体北西側の滑落崖状急斜面は延長約1 kmに及ぶ。標高300~310 mの山頂緩斜面から切れ込んだ滑落崖は平面的には浅い円弧状をなしている。比高は約80 mで、部分的には60~80°の急傾斜をなす。滑落崖直下は緩傾斜面となっており、急斜面との地形的コントラストは明瞭である（第10図(a)参照）。

地すべり地形分布図Web-GIS（防災科学技術研究所、2011）でも、この滑落崖は“輪郭明瞭”と表示され、比較的新しい崩落跡と推定される。山麓の転石群（第10図(c), (d), (e), (f))はこの急崖から崩落したもので、滑落崖の形成に関与したと考えられている（田村ほか、2007）。

堂床山の山腹や河谷には上記の顕著な滑落崖以外にも小規模な円弧状凹斜面が多数認められる。大半は幅数10~200 mの規模で、谷頭部等での斜面崩壊跡であるが、小規模でも滑落崖直下に凸型緩斜面を伴うものもある。清水地区背後の斜面でも幅100~200 mで北西~北向きに浅い凹斜面が認めら



第2図 堂床山地形と地形区分。I面：標高120~130 m、II面：標高130~150 m、III面：標高230~250 m。

れる。いずれも露岩は見られず、岩屑（転石）が斜面を覆っているのみであり、局所的な地すべり移動によるものと推定される。

堂床山と周辺の地質構成

1. 広域的にみた堂床山と周辺の地質概要

堂床山を含む大田市中部には流紋岩質凝灰岩を主体とする新第三紀中新世の久利層が広く分布し、それを江津層群都野津層（水野ほか, 1994）の砂層およびシルト層が薄く覆い、さらに大江高山火山噴出物（鹿野ほか, 2001）のデイサイト等がそれらを覆って山地の大半を構成している（田村ほか, 2007; 木村ほか, 2009）。岩石の露出状況は必ずしも良好ではないが、断片的な露頭をもとにした広域的な岩相分布と層序関係を考慮して堂床山とその周辺地域の地質図および地質断面図を作成した。それらを第3図および第4図に示す。

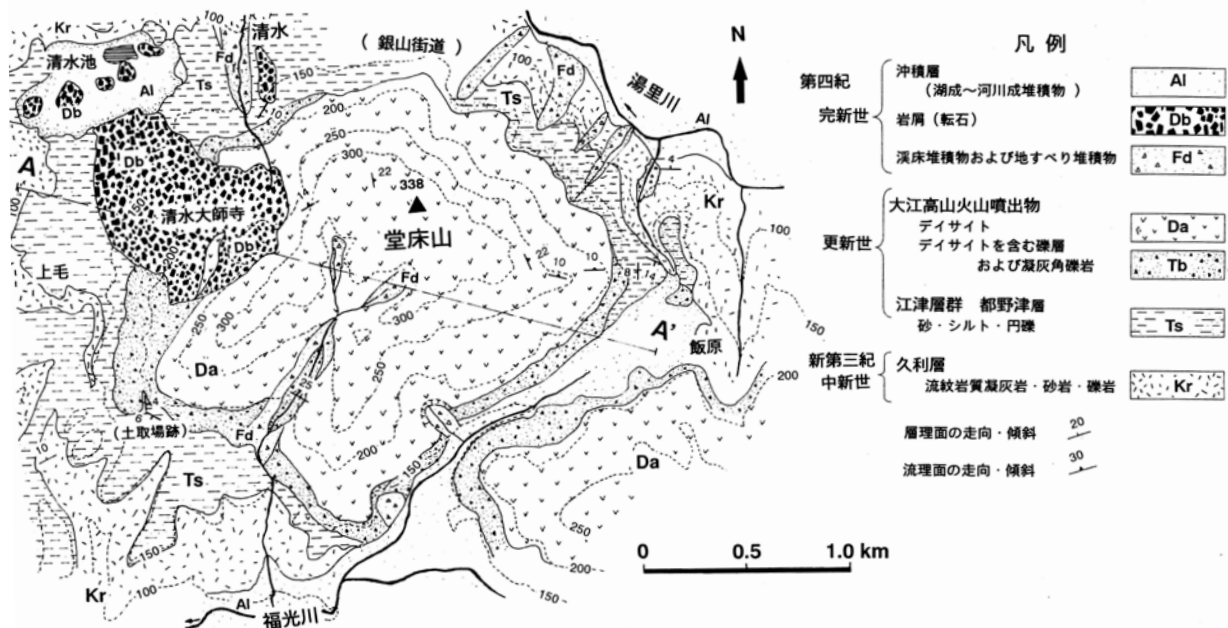
堂床山とその東側に隣接した山地群は主に大江高山火山噴出物のデイサイトならびに同質の火砕流堆積物よりなる。火砕流堆積物は凝灰岩礫岩～火山礫凝灰岩を主体とし、礫はデイサイトや泥岩よりなる。角礫だけでなく、亜角礫～亜円礫も含まれているとともに、マトリックスが砂質～シルト質の

箇所もあり、薄いながらも河川成～湖成の堆積物を伴うのが特徴である（木村ほか, 2009）。

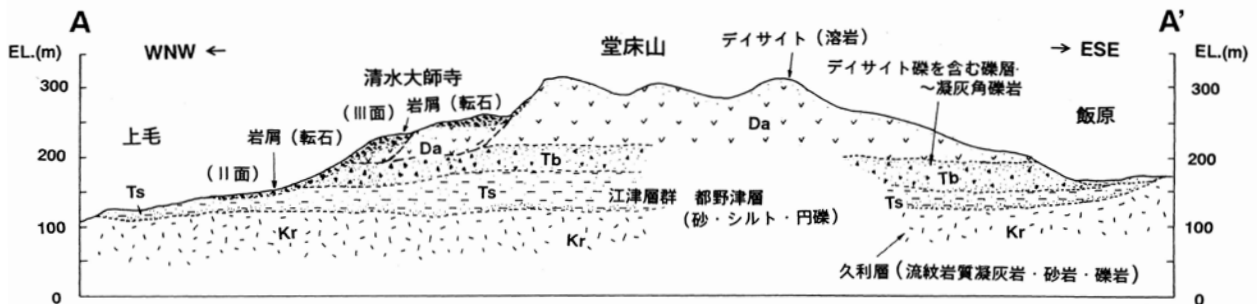
本火山噴出物中にはこのような火砕流堆積物がデイサイトの溶岩に挟まれるかたちで複数存在することが知られている（宇野, 1979, 1994; 都野津団体研究グループ, 1983; 鹿野ほか, 2001）。筆者らも堂床山東方約4kmの机原地区にて3層の火砕流堆積物の存在を確認し（木村ほか, 2009）、そのうち最下位のものは分布の連続性と岩相から柑子谷火砕流堆積物（鹿野ほか, 2001）に該当すると考えた（木村ほか, 2009）。

一方、江津層群はシルト、砂、円礫等よりなる湖成～浅海成～河川成の堆積物であり、鳥根県西部の浜田～江津地区を中心に丘陵を構成して広く分布している。（水野ほか, 1994）は、江津層群を互いに不整合関係にある都野津層、島の星層、室神山層に区分した。このうち、最下位の都野津層は潟湖ないし外浜環境の堆積物であるのに対し、島の星層は火山岩や火山砕屑物起源の砂礫に富んだ河川堆積物であり、さらに室神山層は海浜～砂丘堆積物といった違いがある（水野ほか, 1994）。本地域にて久利層を覆って分布している砂層・シルト層は、層相からこの江津層群都野津層の延長部に相当すると考えられる（第11図(a), (b)）。

都野津層の年代に関しては、1.7～2.7 MaのFT年代が得ら



第3図 堂床山と周辺の地質図.



第4図 堂床山を横断する地形・地質断面図 A-A' 断面.

れている(永井ほか, 2005)。デイサイトを主体とする大江高山火山噴出物は層序的には都野津層より上位となるが、両者の形成時代には大差はない(鹿野ほか, 2001)。

2. 堂床山の地質構成

以下では、第3図、第4図をもとに、堂床山の基本地質構成とその特徴を述べる。

(1) 久利層と江津層群都野津層

久利層は堂床山地域では標高150m以下に広く露出している。流紋岩質の凝灰岩、凝灰質砂岩、火山礫凝灰岩等を主体とするが、湯里川沿いには泥岩や安山岩の亜円礫よりなる礫岩も現れている。当地域の久利層は全体としてE-Wの走向で、5~10°で北側に傾斜している。

久利層を覆う都野津層は軟質の凝灰質砂~シルト層を主体とし、一部には円礫を含んでいる。同様の砂層は清水大師寺南方の土取場において少なくとも標高180m前後まで追跡可能である。都野津層は山体北西側では標高180m前後の谷頭部でも確認でき、さらに後述のように、清水地区でも平坦面I面の直下での存在をボーリング・コアにて確認した。都野津層と久利層との不整合面は上記の土取場南西方の標高150m付近や北東麓を通る“銀山街道”の標高150m付近、さらに堂床山東方の飯原地区の標高160m付近にて確認できる。これらの結果、本地域の都野津層は層厚50~60mで標高120~180mの範囲に分布すると推定される。

地形区分図(第2図)と対応させれば、平坦面II面がほぼ都野津層の分布域に相当する。これは軟質な都野津層は概して剝離されやすく、平坦面~緩斜面を生じやすいことに起因したものと考えられる。

(2) デイサイト(大江高山火山噴出物)

堂床山の山体はほぼ大江高山火山噴出物(鹿野ほか, 2001)の角閃石含黒雲母デイサイトによって構成されている。デイサイトには塊状のものだけでなく、自破砕によりわずかに角礫化したものも存在する。

これらは山体の北西側急崖(第10図(b))や南東側の尾根上に広く露出している。山体全体としては標高200m以下にも分布しており、北西麓の清水大師寺境内にもわずかな露出を確認した。これらのことから、デイサイトは堂床山の標高180~190mより高標高部を構成し、岩体としては約150mの厚さでほぼ水平な形状をなすと推定される。

流理構造は比較的明瞭であり、第4図には測定した数箇所での流理面の方向を示している。大局的には北側に10~30°で傾斜しているが、走向は北西部ではNE-SW、北東部ではNW-SE~EWと変化している。これらに基づけば、堂床山中央部に噴出口が存在し、デイサイト溶岩はそこから両側に流出した可能性が考えられる。

塊状のデイサイトには系統的な節理が発達している。節理面はNW-SE方向で鉛直に近いものが卓越しており、これに直交するNNE-SSWの走向で南東に20°前後で傾斜したものも多い。また、全体として柱状節理をなす箇所もある。露出しているデイサイトは岩石として全般に硬質であるが、山稜部の標高250m以上では多少風化し、節理面が開口して岩盤

としては緩んでいるものが多い。

(3) デイサイト礫を含む礫層(大江高山火山噴出物)

堂床山の山体の裾部にはデイサイトの亜角礫を含み、マトリックスが砂質~シルト質の特徴的な礫層が分布している。この礫層は清水大師寺の南側道路沿いのほか、山体を取り巻いて断片的に現れている(第11図(c), (d)参照)。径10cm以上、場合によっては径100cmに達するデイサイトの角礫を多く含み、一部は亜角礫となっている。また、部分的にはマトリックスが凝灰質を呈し、凝灰角礫岩に近い岩相も含まれている。

本礫層は、その分布から、江津層群都野津層を覆うことは容易に推定されるが、山体主部を構成するデイサイト岩体との層序関係はこれまで明確ではなかった。デイサイト礫を多量に含むことから、筆者らは、当初本礫層は山体裾部にてデイサイト岩体を覆っていると解釈した(田村ほか, 2007)。

しかしながら、その後の調査によれば、分布から本礫層はむしろデイサイト岩体の下位に位置する可能性が高い。たとえば、山体南西部の標高約200mの開析谷にてデイサイトより低標高部に火山礫凝灰岩~凝灰角礫岩を確認したが(第11図(e))、デイサイトの亜角礫を多く含んだその岩相は(こしょうじだに)柑子谷火砕流堆積物(鹿野ほか, 2001)に酷似している。後者の延長部は堂床山東方の飯原地区でも確認していることから、上記の礫層は分布標高と岩相の面からも柑子谷火砕流堆積物に連続すると考えられる。

本礫層の他の場所での分布、岩相も含めて検討した結果、この礫層は、シルト質から凝灰質まで岩相は変化に富むが、層序的には山体の大半を構成するデイサイト岩体の下位にあり、デイサイトとともに大江高山火山噴出物の一部をなすものと考えらるべきであろう。

3. 表層の堆積物

山麓には、平坦面を構成する河川成~湖成堆積物や土石流堆積物、主要河川沿いの沖積層等の表層堆積物が分布している。これらの上に点在する転石群の形成過程と時期の議論には表層堆積物の分布を明確にしておく必要がある。

(1) 清水地区の湖成~河川成堆積物

清水地区では高速道路計画のためのボーリング調査が2004年度に国土交通省によってなされたことから、表層堆積物の層相と分布の把握に際し、ボーリング・コアを観察した。対象は清水池西方約100~200mのB-5孔およびB-6孔(孔口標高はいずれも124m、深度は前者が約40m、後者が約42m)であり、平坦面I面上である。

両孔とも深度10~12mにて硬質の流紋岩質火山礫凝灰岩(久利層)を凝灰質シルト、砂、礫混じり砂(江津層群都野津層)が覆っている。後者は灰色~黄褐色を呈し、一部は赤褐色を帯びている。深度2~5mより浅部には都野津層を覆ってデイサイトの亜円礫を含んだ軟質な砂および礫が現れ、孔口近くまで続く。これにはわずかに炭質物が含まれている。堆積物基底部の亜円礫は最大径約1.5mに達し、それらを含めて河川成~湖成の堆積物と推定される。

したがって、平坦面I面はほぼこの堆積物による堆積面と

考えられる。前述のⅡ面よりわずかに低いことから、Ⅱ面を構成する軟質な都野津層が浅く開析されて湖ないし河川を生じ、それが埋積されてⅠ面を形成したと推定される。

(2) 溪床堆積物, 土石流堆積物および地すべり堆積物

土石流堆積物の顕著なものは清水地区から北方に分布するものである。ここには浅く幅の広い谷が存在し、谷中でなされた国土交通省のボーリング B-3 孔および B-4 孔 (孔口標高は前者が約 73 m, 後者が約 65 m) では、硬質の火山凝灰岩 (久利層) の上に厚さ約 30 m に達する堆積物の存在を確認した。

これは多少円磨されたデイサイトの巨礫 (最大径 3 m) を含んで数層の黄褐色の砂礫層と砂層を主体とし、部分的には炭質物を伴ったシルト層も含んでいる。この層相と地形的位置から土石流による堆積物と判断した。山腹斜面からの崩落物が土石流として繰り返して流下して堆積したと推定される。デイサイトの巨礫が多いことから、谷の上流域に分布していた転石群の一部も供給源となった可能性もある。

一方、湯里川、福光川に沿った平野は河川成堆積物によって構成されているほか、飯原地区の平坦面～緩斜面 (平坦面Ⅱ, 標高 150 m 前後) は都野津層とそれを薄く覆う福光川水系の河川成堆積物より構成されると推定される (第 4 図参照)。なお、第 3 図の地質図にはこれらの表層堆積物の分布範囲をも表示している。

4. 堂床山山体の地質層序と地質構造

山体の地質構造を地質断面図 (第 4 図) に、また層序関係を第 5 図に示す。後者は北西麓の沢沿い, 南西麓の土取場跡, および東麓の飯原地区における地質柱状図と相互の関係を示したものである。

これらによれば、都野津層はほぼ EW の走向で北側に 10～20° で傾斜する久利層を傾斜不整合で覆っている。都野津層は

大局的には北東方向に緩く傾斜するが、急傾斜した箇所は認められない。ただし、基底部の標高は北西麓から東に行くにつれて高くなる傾向がある。

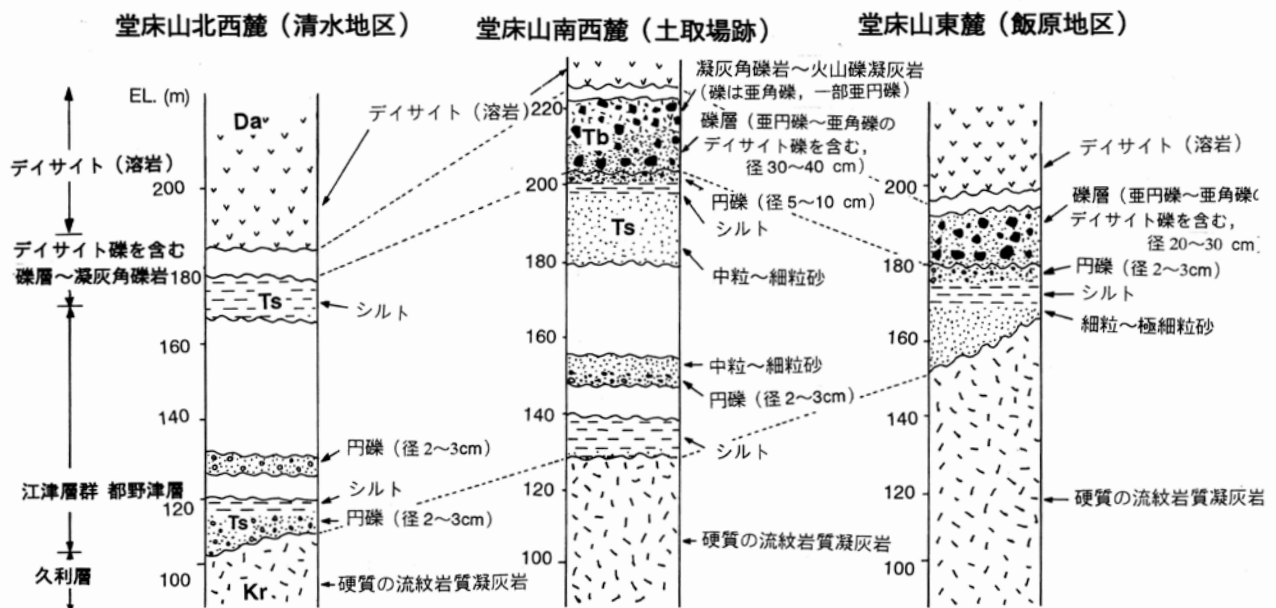
デイサイト礫を含む礫層がこれらの上を最大厚さ 20～30 m で覆い、その上を厚いデイサイトが覆って山体を構成していることになる。礫層は都野津層とともに山体の直下にも存在するであろうが、いずれも第 4 図のように水平～緩傾斜をなすものと推定される。

(鹿野ほか, 2001) の定義に基づけば、デイサイト礫を含む礫層とデイサイトを合わせたものが大江高山火山噴出物であり、上記の礫層は前述したように同噴出物のうちの^{こうしだに}柑子谷火砕流堆積物 (鹿野ほか, 2001) に相当するものと推定される。したがって、堂床山は、大江高山火山噴出物のうち、裾部は火砕流堆積物を主体とする礫層によって、また山体の大半はそれを覆うデイサイトによって構成されていることになる。ただし、一般にデイサイトの溶岩が高い粘性であることを考えると、火砕流堆積物との境界は必ずしも面状ではなく、不規則になっていると考えるべきであろう。

5. 北西側滑落崖直下に推定される地すべり

第 2 図に示すように、北西側の滑落崖直下の標高 230～250 m には、他の平坦面より標高が 80 m 前後高い平坦面～緩斜面Ⅲ面が存在するが、この部分を詳細にみると、中央部に高さ数 m の地形的高まりが存在し、それと急崖との間には幅 10～20 m で浅い溝状ゾーンとなっている。

現地での調査の結果、この溝状ゾーンには露岩は見られず、形状から緩斜面の形成以降にそれを構成する堆積物が多少水平に移動して生じた陥没帯の可能性もある。緩斜面直下には地質構造からみて、直下の礫層や都野津層との境界が存在するであろうから、岩相からみて、それらの間ですべりを生ずることは十分考え得る。デイサイト岩体直下の礫層と都野津



第 5 図 堂床山周辺における江津層群都野津層と大江高山火山噴出物の層序対比。

層はいずれもシルト質の箇所が多く、軟質かつ難透水性であることから、これらとデイサイトとの境界はすべり面になりやすいであろう。

こうしたすべり面は直接確認していないが、デイサイトとその下位にある礫層との境界は鉛直方向にも変位している可能性がある。第4図に示す地すべり構造はこのような地形と地質状況から推定したものである。

以上の結果、シャープな滑落崖は岩塊が頻繁に崩落した跡と推定されるものの、大局的には地すべり移動とともに形成された滑落崖の可能性もある。地すべり移動に伴って急崖構成岩盤が広い範囲で緩み、ルーズとなっていれば、後述するように、それが大規模な崩落発生を起しやすきさせる要因になることは十分考え得る。

北西側急崖斜面の構造と山麓の転石（巨礫）群の分布

1. 北西側急崖斜面の構造と急崖上の溝状凹地

急崖は60~80°をなし、頂部まで広い範囲にデイサイトが露出している。デイサイト中には系統的な節理面が発達しており、前述したように鉛直に近いものが多い（第10図(b)）。したがって、これらによって縦長の長柱状ブロックが形成され、部分的には柱状節理を呈している。柱状ブロックの幅は数10 cmから2~3 mであり、長さは数 m前後である。

頂部の露出している柱状ブロックには節理面に沿って緩み、急崖の本体から分離したものも見られる。その場合、柱状ブロックが急崖前方へのトップリングの移動形態をなす。

急崖頂部の標高300~320 mの緩斜面上には急崖面と平行またはわずかに斜交した溝状凹地の存在を確認した。幅1~2 m、深さ1~3 mと小規模であるが、断続的に長さ10~20 m

に達する。第6図(a)には、そのうちの主要な3箇所を示す。

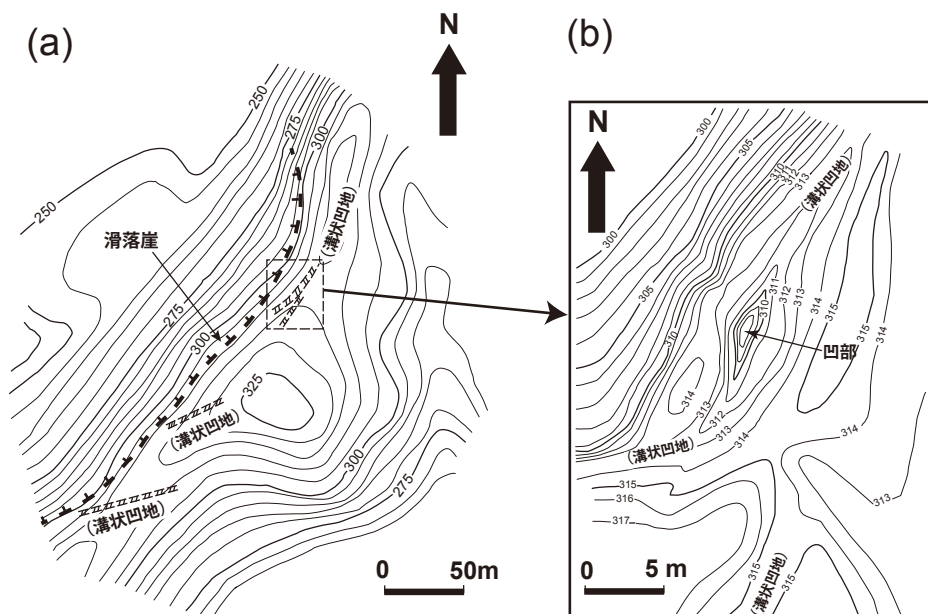
必ずしも同一線上ではないが、いずれも急崖から30 m前後の範囲内である。最も北東側のものについて形状を実測し、等高線で示したものを第6図(b)に示す。この溝状凹地の内部には土砂が堆積しており、転石が散在している。

いずれも深い溝状を呈することから、急崖に近いデイサイト岩盤中に形成されたオープクラック状のものである可能性が高い。急崖全体が緩んだ中で、崖方向への引張応力によって形成された頭部陥没部に相当し、地すべり移動による緩みと急崖表面の岩塊崩落後に急崖全体が不安定化して生じた引張割れ目と考えられる。ただし、徐々に形成されてきたものか、地震動などによって短時間に形成されたものかは明かではない。少なくとも、これらの存在により、現在の急崖面から20~30 mの厚さ（奥行き）の岩盤については、極めて緩んだ状態であることが推定される。

2. 転石の分布形態

山麓に散在する転石（巨礫）の分布の概要はすでに報告している（田村ほか、2007）。これによれば、径数 m またはそれ以上に達する、角張って長柱状をなすものが多く、一部では多数のものが積み重なって密集域を形成している（第10図(f)）。転石群は北西側の急崖直下に圧倒的に多いが、北~北東麓にも散在し、清水地区では北方に流下する幅広い沢の両側に散在している。これらは地質図（第3図）上では岩屑と表示している。

転石はいずれも角閃石含黒雲母デイサイトであり、岩石組織、鉱物組成からみて、堂床山の大半を構成するデイサイトと同一である。したがって、一連の転石群はデイサイトよりなる急崖の一部から崩落・移動して、山麓に散在したものと



第6図 急崖頂部に現れている溝状凹地

- (a) 溝状凹地は急崖に平行または斜交したものを少なくとも3箇所確認した。
 (b) (a)中の四角で囲んだ部分の拡大図。凹地部の地形を実測し、等高線で示したもの。

推定される。ただし、散在しているもののごく一部には前述した礫層中のデイサイト礫や土石流堆積物中の礫から移動したのも含まれている可能性もある。

堂床山の北西麓における転石（巨礫）の分布状況を第7図に示す。これには確認した主な転石を最大径も含めて示しており、分布範囲は急崖から北西方向に約1.5 kmに達している。緩斜面～平坦面上に加えて、急崖に沿っては標高270 m前後まで確認できる。また、清水大師寺東側および清水池南方約400 mには径8 m以上に達するものがあり（第10図(e)）、確認した最大長径は約11 mであった。

これらの転石（巨礫）の密集部は急崖直下から北西方向に向かっていくつかの地形的高まりをつくっている（第3図）。主なものは急崖直下の清水大師寺東、急崖の西方約600 mの上毛集落付近、急崖の北西方約1 kmの清水池南方である（第10図(c), (e)）。

第8図は急崖直下の密集部を横断する実測断面Ⅰ-Ⅰ'およびⅡ-Ⅱ'である。これに示すように、詳細に見ると、清水大師寺から急崖の間にも地形的高まりが形成されており、転石は高まりの前面に集まる傾向が認められる。さらに、長柱状のものは山側に傾斜することで、岩屑堆積物としてのインブリケーションが認められるようである。

急崖からの岩盤崩落機構と転石の形成

急崖では鉛直に近い節理面が柱状節理を形成していることを考慮すれば、転石群はその柱状ブロックの集合体がトップリング様式で一気に崩れるような大規模なものと推定される。

地形的高まりが急崖から数100 m以上離れた箇所にも見られることから、崩落した岩塊はかなりの水平移動があったと推

定されるが、転石の平面的な広がりや積み重なり状況から見て、移動形態は水の関与なしの岩屑なだれ（debris avalanche）のようなものであったと考えられる。

岩盤崩落の発生には、前述した地すべりとそれによる構成岩盤の緩みが発与していた可能性が考えられる。すなわち、岩盤の緩みが大規模な崩落の繰り返し発生の大きな要因であった可能性がある。そのような過程のイメージを第9図に示す。

転石の大半は山麓の平坦面～緩斜面上に散在するが、Ⅰ面上の清水池（横内大池）では転石の一部は堰堤に埋没しているし、さらにⅠ面を構成する湖成堆積物が巨礫を含むことがボーリングでも確認されていることから、転石群はⅡ面を開析した浅い河道を閉塞して、局所的なダム湖を出現させたことも考え得る。そうであれば、転石の一部はこの堆積物とほぼ同時期ということになる。

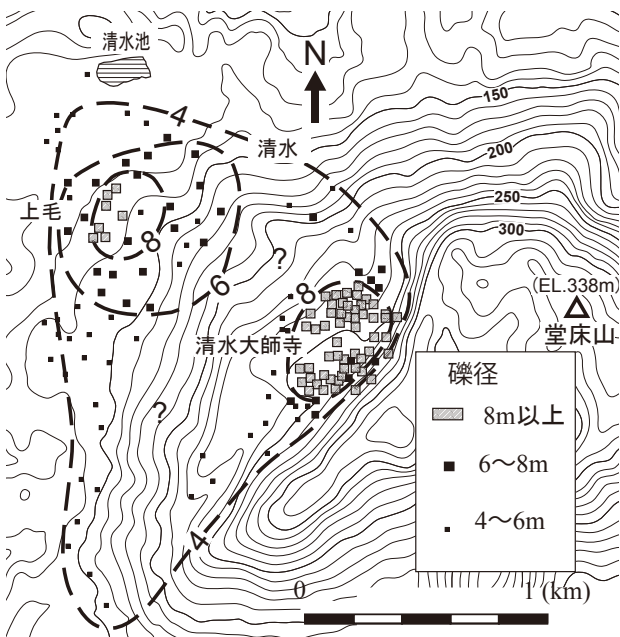
伝承としても、清水池（横内大池）は、かつて‘巨大な地震や山崩れで岩や土砂が谷間を埋め、そのとき形成された’とされており、池底からはときおり樹幹や枝が浮かび現れるとのことであった。今回、地元の方から、そのような木片の提供を受け、年代測定したところ、 $1,450 \pm 50$ 年（西暦530～670年）の ^{14}C 年代が得られた。飛鳥時代を示すが、平坦面を構成する湖成堆積物が岩屑の流下、堰き止めによって生じたのであれば、少なくとも約1,400年前に大きな崩落と岩屑なだれの発生があったと推定される。ただし、転石の形成がこうした崩落によるものとしても、広範囲に散在する転石群の全体は何度かの崩落によるものであろう。

急崖頂部には溝状凹地が存在し、急崖に沿って20～30 mの厚みの岩盤が大きく緩み、不安定化していることから、今後、地震動等によっては容易に不安定化し、大規模な崩落が発生することが懸念される。こうした繰り返しによって急崖は後退していくことであろう。

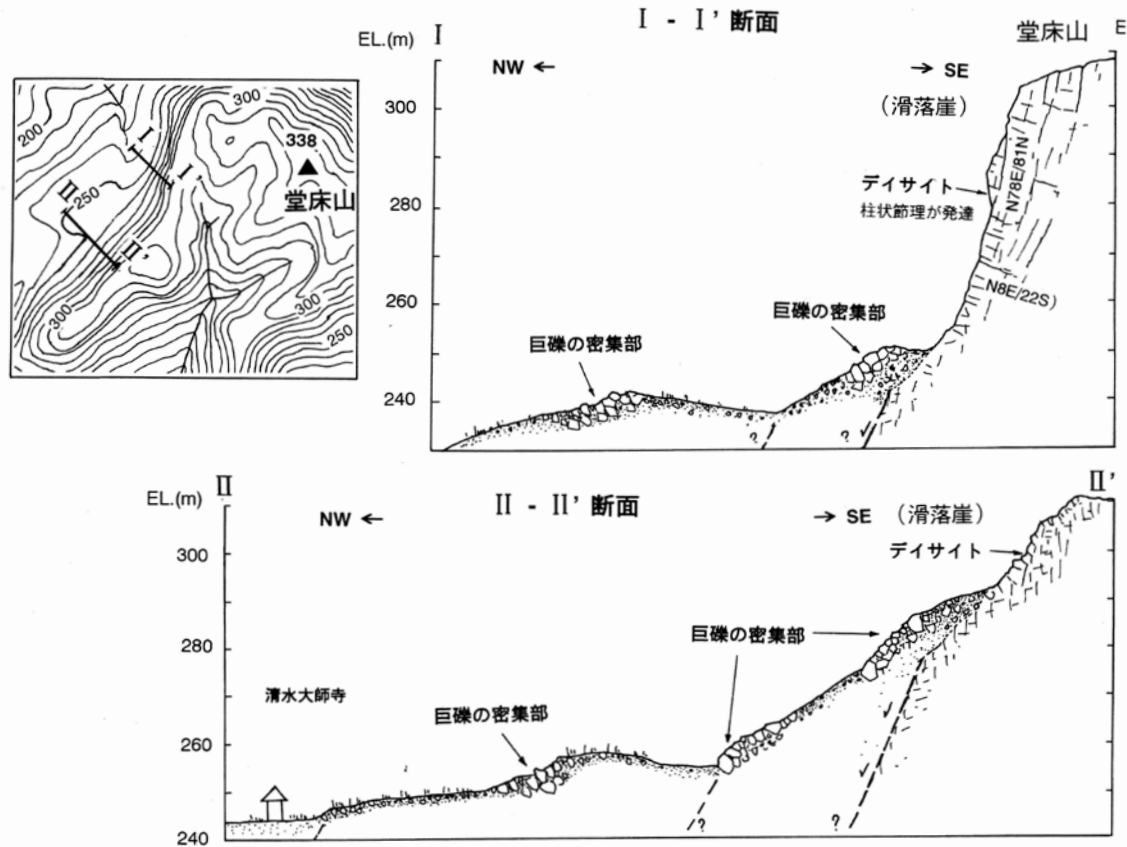
ま と め

堂床山北西麓等に散在する転石群の形成過程の解明のため、山体の地質構成と構造の解明とともに、その形成の機構と過程を検討した。結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 堂床山では中新統久利層を基盤として、それを江津層群都野津層、多量のデイサイト礫を含む礫層、デイサイト（溶岩）が覆って山体を構成している。デイサイト礫を含む礫層は、分布標高と岩相から大江高山火山噴出物の柑子谷火砕流堆積物に相当すると判断した。
- (2) 山体の北西側には延長約1 kmの明瞭な滑落崖が認められ、岩盤崩落を繰り返し発生させてきた痕跡と考えられる。一方、山麓には径数m以上のデイサイトの転石（巨礫）が散在しているが、構成鉱物と組織は急崖を構成する岩石と同一であり、この滑落崖から崩落したと推定される。
- (3) 転石の大半は長柱状をなし、密集域での積み重なった形態、部分的な地形的高まり、広範囲の分布等から、急崖表層が一気に崩れ落ちるような大規模な崩落が推定され、岩屑なだれ（debris avalanche）のようなタイプで移動・堆積したと推定される。



第7図 堂床山北西麓における転石（巨礫）の分布範囲とその大きさ。

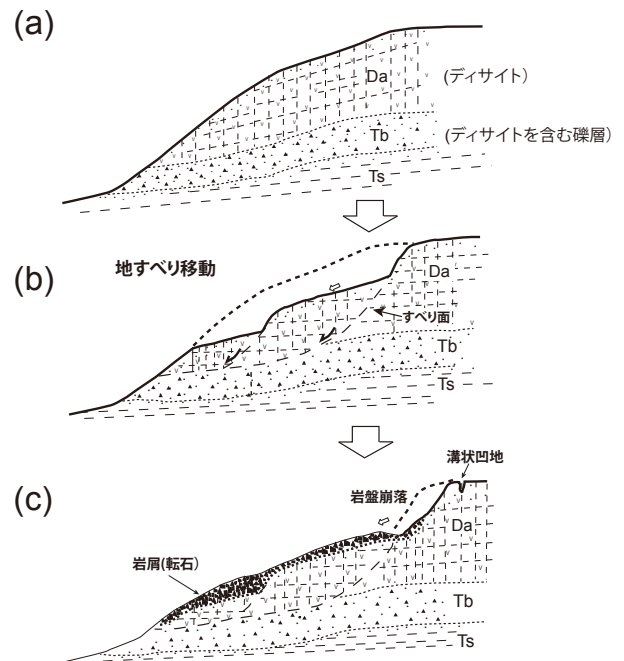


第8図 堂床山北西急崖における地形・地質断面図 I - I' , II - II'

- (4) 急崖直下の緩斜面の地形的特徴から、デイサイト岩体と下位のシルト質礫層との間に地すべり移動が存在した可能性がある。もし、そうであれば、これが急崖構成岩盤の緩みをもたらし、崩落発生に関与したことが考えられる。
- (5) 転石の大半は山麓の平坦面上に散在するが、一部では転石による小規模な河道閉塞が局所的なダム湖と湖成堆積物を出現させたと考えられ、これは地域の伝承とも一致する。池底の木材片の¹⁴C年代から、崩落と岩屑なだれの1つは約1,400年前と推定した。
- (6) 急崖頂部には急崖と平行～斜交したいくつかの溝状凹地が認められ、地すべり移動と崩落後に急崖が不安定化して生じた陥没部と考えられる。不安定な現状からみて、今後、地震動による大規模な崩落が発生する恐れは十分考えられる。

謝 辞

本研究の実施に際しては、島根大学・澤田順弘名誉教授をはじめ多くの方々に御支援いただいた。とくに、現地調査に関しては、島根大学大学院学生の立石 良さん（現）応用地質(株)、坂田聖二さん（現）島建コンサルタント(株)、中原毅さん（現）国際航業(株)にお世話になった。また、清水地区のボーリング・コアの観察に関しては、国土交通省・松江国道工事事務所に御便宜を図っていただいた。これらの方々にお礼を申し上げます。



第9図 堂床山北西急崖における地すべり移動から大規模な岩盤崩落、岩屑なだれ発生にいたる概念図。(a) デイサイト溶岩の形成、(b) デイサイトと下位の礫層との間をすべり面とした地すべりの発生、移動、(c) 緩んだ岩盤斜面から大規模な岩盤崩落・岩屑なだれの発生、溝状凹地の形成。

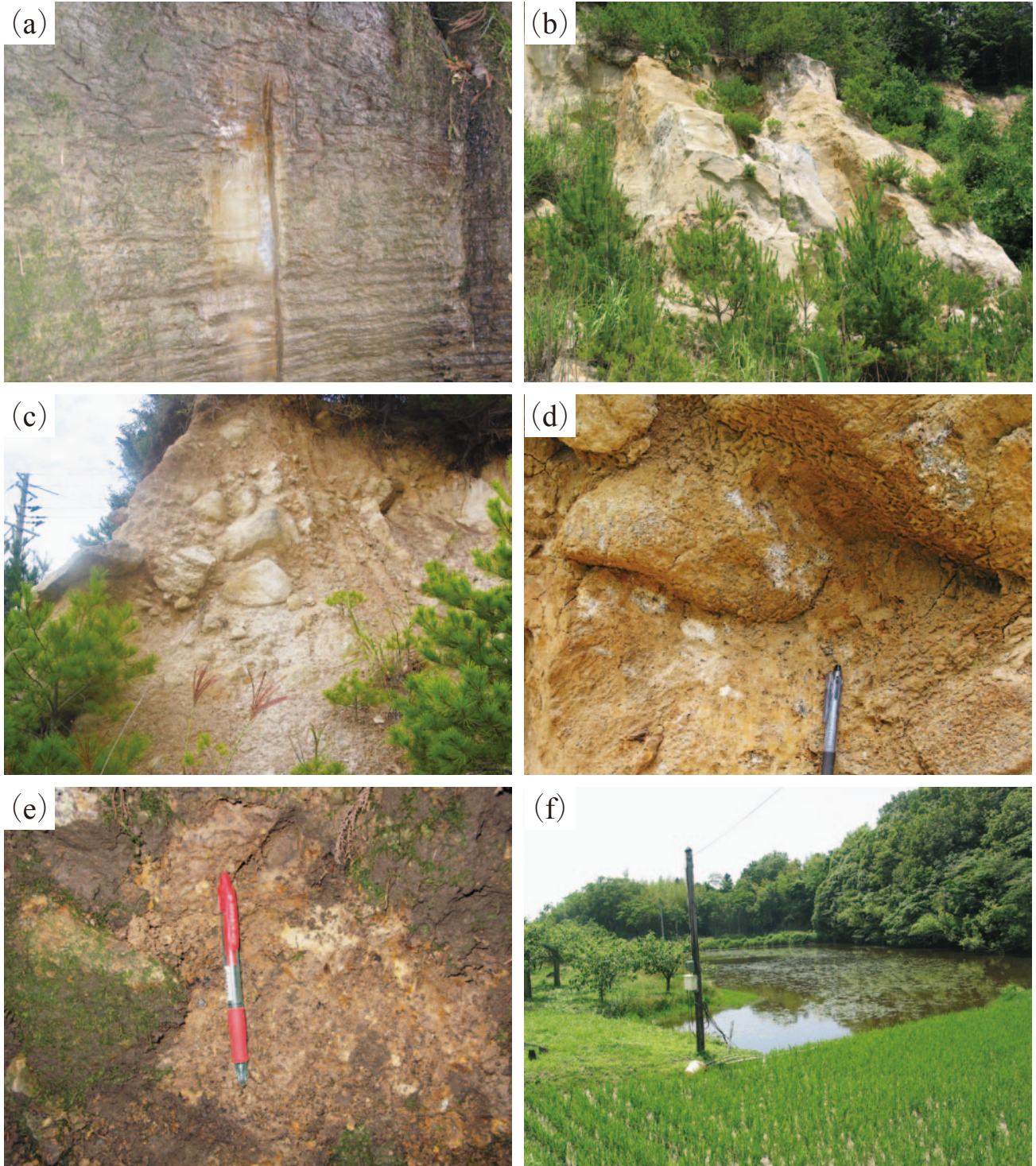


第10図 堂床山北西急崖と散在する転石(巨礫)群. (a) 急崖とその直下に広がる緩斜面, (b) 急崖を構成するデイサイト, (c) 山麓の耕作地に点在する転石, (d) 山麓の林地内の地表を覆う転石群, (e) 急崖直下の転石, (f) 急崖直下の転石

文 献

防災科学技術研究所, 2011, 地すべり地形分布図 Web-GIS.
 鹿野和彦・宝田晋治・牧本 博・土谷信之・豊 遙秋, 2001, 温泉津及び江津地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 4-95.
 木村健志・田村友紀夫・横田修一郎, 2009, 島根県中部, 馬路高山～

矢滝城山地域における大江高山火山噴出物の岩相分布とそれに関連した斜面運動, 地球資源環境学研究報告, no.28, 11-25.
 水野篤行・北尾秀夫・杉浦敏彦・増田哲史, 1994, 山陰西部の鮮新-更新統都野津層群: 模式地周辺地域における層位的・堆積学的新知見と今後の課題, 山陰地域研究(自然環境), no.10, 35-51.
 永井淳也・永島晴夫・山内靖喜・大平寛人, 2005, 山陰地域に分布する江津層群および大江高山火山群のFT年代, フィッショントラッ



第11図 堂床山基部を構成する岩相。(a) 江津層群都野津層(北西麓), (b) 江津層群都野津層(南西麓の土取場), (c) デイサイト礫を含む特徴的な礫層(南西麓の土取場), (d) デイサイト礫を含む特徴的な礫層(南西麓の土取場), (e) デイサイト礫を含む特徴的な礫層(堂床山南西の谷), (f) 平坦面I面と清水池(横内大池)。

ク・ニュースレター, no.18, 13-17.

田村友紀夫・横田修一郎・沢田順弘, 2007, 鳥根県堂床山の不安定急崖とその直下に広がる岩屑なだれ堆積物の形成, 平成19年度日本応用地質学会講演論文集, 155-156.

都野津団体研究グループ, 1983, 鳥根県中部の都野津層と大江高山火山群, 地団研専報, no.25, 151-160.

宇野泰光, 1979, 鳥根県大田市祖式-大家地域の都野津層群, とくに

大江高山火砕岩について-都野津層群の研究(その2)-, 地質学雑誌, 85, 239-257.

宇野泰光, 1994, 鳥根県江津-温泉津地域の鮮新-更新世都野津層の岩相層序と岩相分布, 地質学雑誌, 100, 815-827.

(受付: 2011年10月3日, 受理: 2011年10月28日)