

原著論文

岡山県笹尾山の植生
— 流紋岩質岩地域の地形・土壌と植生 —太田 謙¹・能美洋介²・波田善夫²The vegetation development on rhyolitic rocks of the Sasaoyama Hill, Bizen City,
Okayama Prefecture, JapanKen Oota¹, Yousuke Noumi², Yosio Hada²

Abstract : We focused on the vegetation development on rhyolitic rocks of the Sasaoyama Hill (268.4m a.s.l.; 34°43' N, 134°11' E; Bizen City, southeastern Okayama Prefecture), of which geological surface are rhyolitic lava and pyroclastics. We drew its vegetation maps, and analyzed its phytosociologic communities in relation with topography, soil particle diameter composition, and penetrable soil depth. On Sasaoyama, shrubby *Pinus densifolia* forests dominated the vegetation. *Quercus serrata* forest patches occurred only in valley bottoms and lower slopes. Our analysis indicated no clear relation of its vegetation with the drainage area index; topography and vegetation were not directly related. However, we revealed that the more deeply depressed the ground was, the richer vegetation increased as well. In addition, analysis of penetrable soil depth clearly showed that richer vegetation occurred on thicker soil ground. In short, where thick soil develops under some geomorphological features, plants grow well and vegetation tends to progress in succession even in rhyolitic areas.

Key words : rhyolitic rocks, vegetation, succession, DEM (digital elevation model), drainage, soil depth

I はじめに

地質の化学成分が植生に影響を与える例としては、石灰岩や蛇紋岩の例が古くから知られている。一方、小出(1952)は、岡山県児島半島などで、花崗岩の尾根や上昇斜面には禿山が見られるが、古生層には全く見られないことなど、地質によって植生が異なることを指摘した。石橋・豊原(1979)は広島県小瀬川流域、石橋(1980, 1981, 1995)は、岡山県児島半島・広島県西能美島・広島県呉市白岳山において、地質によって群落が偏って分布する事を報告した。波田ほか(1994)は、岡山県岡山市牟佐と岡山県自然保護センターにおいて、花崗岩・古生層・流紋岩が

分布する地域の土壌が異なり、同時に植生が異なることを明らかにした。寺下ほか(2002)は、岡山県岡山理科大学自然植物園において、斑れい岩地域では集水面積が群落の分布割合に影響していることを指摘した。これらの植生と地質の関係は、土壌の形成や地形の発達を伴う複合的な事象であると考えられる。

地質構成が複雑な地域では、標高の高い所にある岩石が風化した土壌が、低い所の岩石と反応し、形成される土壌の性質に影響を与えている可能性がある。そのため、地質と植生の関係を検討する場合には、単一の地質からなる山塊を選ぶことが望ましい。本研究では、ほぼ流紋岩質岩

1 〒700-0005 岡山県岡山市理大町1-1 岡山理科大学大学院総合情報研究科生物地球システム専攻

2 〒700-0005 岡山県岡山市理大町1-1 岡山理科大学総合情報学部生物地球システム学科

のみからなる岡山県南東部の笹尾山において植生調査を行い、植生図と傾斜角度・集水面積指数・斜面方位・ラプシアン(凹凸指数)さらに土壌粒径組成・土壌貫入深の対応関係を検討したので、その結果を報告する。

本研究を行なうにあたり、現地踏査・試料分析に多大なご協力をいただいた、岡山理科大学生物地球システム学科の石川笑子氏に謝意を表す。

II 調査地

笹尾山(268.4m)は岡山県備前市に位置し、備前焼で有名な伊部の市街に程近い(Fig. 1)。解析対象とした範囲は、久々井地区の北にそびえる山塊で、笹尾山の東に向かって走る稜線を中心とした地域である。調査範囲は東西0.8km, 南北1.5kmの範囲で、標高は199.5mである。岡山県メッシュ気候図(岡山県, 1988)によると、年平均気温14.7°C, 年平均降水量1,456mm, WI(暖かさの指数)は

118°C・月であり、暖温帯に位置する。気候は少雨かつ温暖を特徴とする瀬戸内式気候に属する。

笹尾山の地質は、白亜紀の流紋岩質岩(凝灰岩及び凝灰角礫岩)である(岡山県, 1981)。同様の地質は岡山県南部から兵庫県姫路にかけて広く分布しており、共通して痩悪林となっているため、成立要因の解明が必要である。土壌は薄く、未熟土壌となっている。ごく一部に固結した泥質岩が含まれるが、解析対象から除外した。

解析対象エリアの植生は、Fig. 2の様に、ほぼ全域が荒涼としたアカマツの低木林となっており、コナラなどの落葉広葉樹林は谷のごくわずかな地域に発達しており、常緑広葉樹林に至っては神社の周囲にコジイ林がわずかに存在するのみであった。谷頭や崩壊跡地、湧水のある場所では、イトイヌノハナヒゲやモウセンゴケなど湿原生の植物が生育しており、初生貧栄養湿地となっている。

III 調査・解析方法

1. 植生調査と植生図

植生調査法は2003年8～10月にBraun-Blanquet(1964)に従い、調査区内の出現種とその被度及び群度を記録した。調査区の形と大きさは植生に応じて任意とし、高木林では15×15m程度、低木林では5×5m, 湿原では1×1m程度とした。以上の方法を用いて、森林79地点、湿原23地点の合計102地点で植生調査を行った。得られた植生調査資料は、植物社会学的表操作プログラムVEGET(波田・豊原, 1990)を用いて階層別に表操作を行い、種組成から群落を区分し、常在度級表にまとめた。植生図は得られた植生単位をもとに、現地踏査によって1/2,500地形図を基図として作成した。

2. DEM・地形属性・表層地質

DEM(Digital Elevation Model)はSTRIPE法(能美ほか, 1999)により、1/2,500地形図をもとに格子間隔5mのDEMを作成した。作成したDEMより地形属性として傾斜角度、斜面方位、ラプシアン(凹凸指数)、集水面積指数を算出した。なお、集水面積指数、ラプシアンの算出には、フリーソフトウェアの「みんなでGIS」(小池, 2001)を使用した。表層地質については、土地分類基本調査 和気・播州赤穂(岡山県, 1982)によった。

3. 土壌粒径組成と土壌貫入深

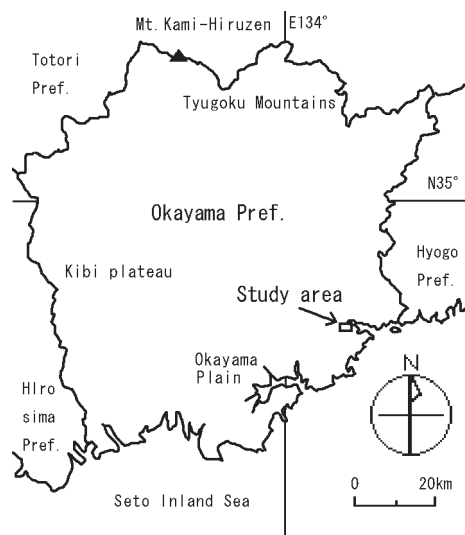


Fig.1. Location of study area.



Fig.2. The southwest slope of study area.

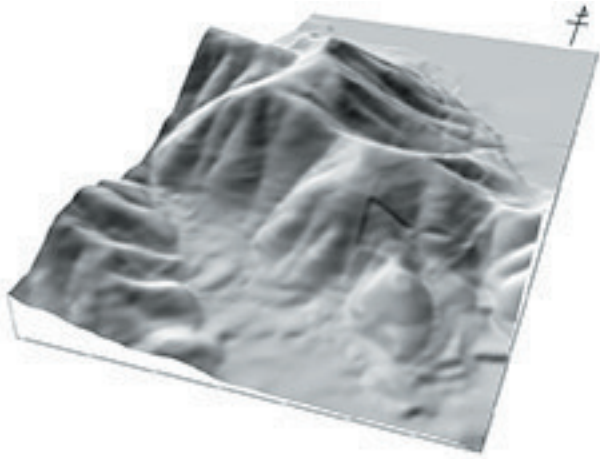


Fig.3. The shaded relief map of the study area.

植生調査地点の内21地点において、A層と根など植物体を取り除き、B層の土壌を採取し持ち帰った。土壌は60°C、24時間以上乾燥した後、16~0.125mmの8段階の篩(ふるい)にかけ、それぞれの分区は乾燥後に電子天秤により重量を測定した。土壌貫入深に関しては、植生調査を行った13地点において長谷川式土壌貫入計を用い、1地点について50回打撃を3回測定した。以上の土壌の採集・測定地点の属性は、植生調査表の地形区分と群落区分に従って集計した。

IV 結果

得られた102地点の植生調査資料を階層別に表操作した結果、植生は種組成から8つの植生単位に区分された(Table 1)。得られた植生単位をもとに、航空写真を補助的に使いながら現地踏査によって植生図を作成した(Fig4)。

A. 代償植生 Secondary vegetation

1. アカマツ林 *Pinus densiflora* forest

アカマツの低木から亜高木が優占する群落であり、流紋岩質岩地域の大部分を占める群落である。種群1[アカマツ(S, H, T2)、ススキ(H)、ガンピ(H)、コシダ(H)、ナツハゼ(H)]を持ち、種群7、種群8を欠くことにより区分される。亜高木のアカマツが疎に生えるものの、主体は低木のアカマツとなっている。山頂、尾根筋及び南向き斜面の上部では、樹林の生育がまばらで見通しが良い。

アカマツ林は、次の4群落に区分された。

1 - (1). アカマツトダシバ群落 *Pinus densiflora* - *Arundinella hirta* community

山頂の平坦面に分布する群落であり、低木層の平均植生高は3mである。種群2[トダシバ(H)、アリノトウグサ(H)]と種群3[ワレモコウ(H)]を持ち、種群5[ウラジロ(H)]と種群6[ネズ(T2, S)、マルバアオダモ(T2, S)]を欠くことによって区分される。植生調査時には確認できなかったが、初夏にはイシモチソウ(H)が見られ、特徴的である。全体的に植物の生長は不良であり、自然裸地が目立つ。遷移の進行は非常にゆっくりとしており、当面は草原の様な相観が続くと予想される。

1 - (2). アカマツ典型群落 *Pinus densiflora* typical community

調査地内で最も広い面積を占める群落であり、斜面上部から下部まで広がっている。種群4[ツクシハギ(H)、メリケンカルカヤ(H)、ワラビ(H)]が出現し、種群2、種群3、種群5、種群6を欠くことで識別される。アカマツがある程度生長しているものの、地表付近に十分日光が届く状態であり、草本層の植被率が高く雑然とした林分となっている。植生の発達は良好ではないが、しだいにアカマツの亜高木林へと発達していくと考えられる。

1 - (3). アカマツウラジロ群落 *Pinus densiflora* - *Gleichenia japonica* community

北斜面の上部から中部にかけて分布する群落であり、種群5[ウラジロ(H)]が草本層に優占することで区分される。特に谷筋にかけて多く、南向き斜面には全く見られないことから、水分条件が発達に大きく影響していると考えられる。ウラジロが高さ約2mに繁茂しているため、構成種は極めて乏しい。わずかに生育するアカマツの生長などにより、ウラジロが被陰されるまではウラジロの優占する状態が続くと考えられ、遷移の進行は当面遅れると予想される。

1 - (4). アカマツネズ群落 *Pinus densiflora* - *Juniperus rigida* community

谷筋や斜面下部に分布する群落で、斜面部よりも水分条件に恵まれ、崖錐の堆積する立地に発達している。種群6を持つことで区分される。コナラの低木の優占度の高いアカマツ低木林であり、コシ

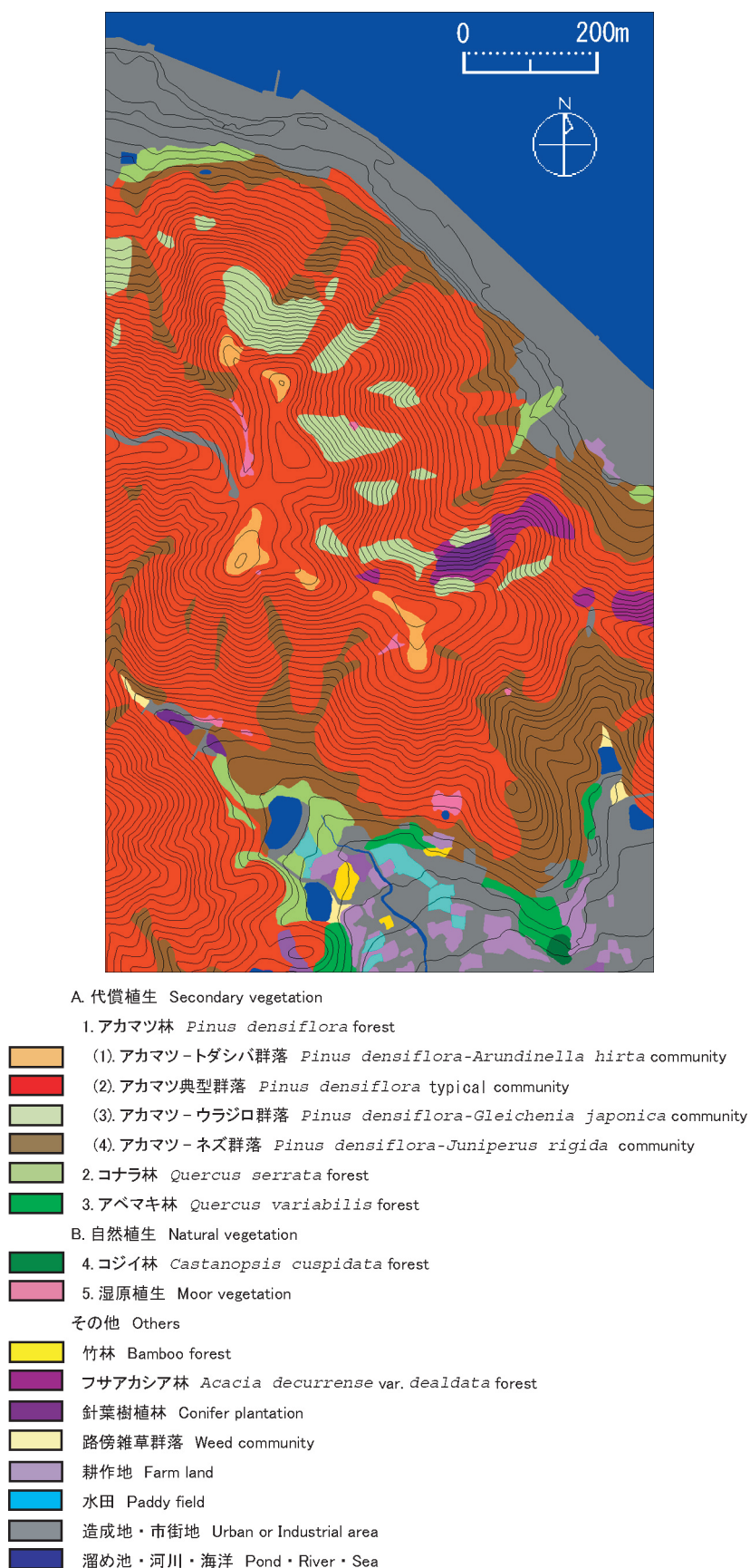


Fig.4. Vegetation map of Investigation area.

ダが林床に優占している場合が多い。水を多く必要とするミツバアケビなどのツル植物が全く見られないことから、持続的な水分の供給は無いと考えられる。アカマツとコナラの混交した状態が当分続くものの、典型群(3)よりも早期にコナラの優占する状態になると考えられる。

2. コナラ林 *Quercus serrata* forest

土砂の厚く堆積した大きな谷の底に分布するコナラの高木林である。種群7[ヘクソカズラ(H), ヤブツバキ(S,H), コナラ(T1)など]を持ち、種群8[アベマキ(T1, H), アラカシ(T2,H,T1), ヤブニッケイ(H), ジャノヒゲ(H)など]を欠くことにより区分される。落葉広葉樹二次林に普通の種群8を欠くことから、比較的最近にアカマツが枯れ、コナラが急速に生長した林分と考えられる。しかしコナラが高木に達するほどの立地は限られており、面積としては少ない。南斜面の大きな谷の底と、北斜面の下部に見られる。

3. アベマキ林 *Quercus variabilis* forest

集落の周辺に局在する群落であり、種群8[アベマキ(T1, H), アラカシ(T2,H,T1), ヤブニッケイ(H), ジャノヒゲ(H)など]が出現することにより区分される。胸高直径30cm程度のアベマキが林冠を覆い、亜高木にアラカシやヤブツバキなどの常緑の植物が多いために林内は暗い。コナラ林に比べてかく乱の頻度が少なかったため、種群8の植物が保存されていたものと考えられる。林床にモッコクなど常緑高木になる低木が多数見られる。当面は落葉広葉樹林が続き、次第に常緑広葉樹林と遷移していくものと考えられる。

B. 自然植生 Natural vegetation

4. コジイ林 *Castanopsis cuspidata* forest

天神社の周囲にわずか残された林分であり、種群9[コジイ(T1)]を持つことにより区分される。林冠をコジイが閉鎖し、林内は暗い。林床にアリドオシ(H)などを持ち、調査地内で見られた最も遷移の進んだ群落である。社業林であるため周囲の林分よりも攪乱の頻度が低かったと考えられ、遷移段階に大きな差がある。

5. 湿原植生 Moor vegetation

常に過湿な条件が保たれる谷頭部や、持続的な湧水の見られる崩壊跡地に発達する群落であり、種群10[イトイヌ

ノハナヒゲ(H), モウセンゴケ(H)など]を持つことにより区分される。岡山県沿岸域の貧栄養湿地の代表的な構成種である、食虫植物のモウセンゴケ属やミミカキグサ属やミカヅキグサ属などが出現している。一部にムラサキミミカキグサ(H)が見られたが、ミズゴケ類は生育していない。貧栄養な条件に発達する植生であることから、流紋岩質岩からの湧水が栄養塩類の含有量に乏しいことを示唆させる群落である。表水の電気伝導度は概ね $30\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度であった。立地としては、南斜面がほとんどであった。北斜面に存在する場合は、ウラジロの生育しにくい過湿な谷頭に発達する場合か、急傾斜地で極めて不安定な場所に限られるものと考えられる。

これらの他に、針葉樹植林、竹林、フサアカシア群落などが見られた。

豊原ら(1980)は、約15km離れた流紋岩の兵庫県黒鉄山にの植生を報告している。この結果と比較すると、本研究のアカマツ林は、豊原らのI.シャシャンボ亜群集のI-A典型変群集と同質であると考えられるが、笹尾山の方が出現種数がより少ない。

踏査を行なった範囲ではタブノキやシリブカガシ、モチノキ、クロガネモチ、ナナミノキ、カナメモチの生育は全く確認できなかった。コジイ林は存在するものの、社業林を一步出るとコジイは芽生えすら全く見られず、分布を拡大している気配はない。調査地内で常緑高木になり得る樹種として幼樹や低木が見られたのは、クロバイ、クスノキ、亜高木でモッコク、ヤブニッケイ、ネズミモチ、アラカシであった。難波ら(1997)は、岡山県南部の極相植生として、シイ・タブノキの発達は局所的であり、アラカシ・モチノキ・クロガネモチ・ナナミノキ・クスノキ・ヤブニッケイ・モッコク・ネズミモチ等からなる多様な常緑高木の混生する植生を想定している。本研究の結果は、シイ優占林は山際のみ発達しており、その見解を支持している。さらに難波らが挙げている常緑樹のうちモチノキ・クロガネモチ・ナナミノキは欠落していた。したがって、さらに構成樹種の少ない常緑広葉樹林の成立が予想され、流紋岩質岩地域の特徴なのではないかと考えられた。

岡山県南部の流紋岩地域における湿原植生の報告としては、波田(1985)の鹿久居島の例があり、本研究の湿原植生は、イトノハナヒゲ群集のイトイヌノハナヒゲ亜群集とコイ

ヌノハナヒゲ亜群集に対比されたと考えられた。面積的に狭い湿原が多く、周囲の森林の遷移にともなって消滅する場所が多いと考えられる。しかしながら、ムラサキミミカキグサなど岡山県南部では比較的まれな種の生育が見られる。山火事や伐採などの攪乱が長期間にわたって継続されてきたとともに、森林の回復が極度に遅いために、消失や発生を繰り返しつつ、地域的には飛び石的に何処かに湿原が存続し続けてきたのではないかと考えられる。

V 植生と地形・土壌の関係

流紋岩地域の植生がどのような地形条件に発達しているのかを検討するため、格子間隔5mのDEMを用いて解析した。使用したDEMの標高点数は南北281個、東西161個である。植生図・地形属性・表層地質図を、同じ格子数のラスター型データに変換し、オーバーレイ解析した。

また、土壌の粒径組成と土壌貫入深についても地形・植生と対応をまとめた。

1. 傾斜角度

植生と傾斜角度の対応関係を検討するため、まず傾斜角度の頻度を5°区切りでまとめ、さらにそれぞれの傾斜角度ごとに該当する植生のメッシュの数を集計し、割合をまとめた。

傾斜角度の頻度 (Fig.5) は、30–35°が最多頻度であり、35°以下の傾斜のメッシュの割合が高くなっていた。40°を上回る急傾斜地はごく少なくなっている。最多頻度の30–35°の分布はFig.6の様であり、斜面上部と下部に多く位置している。斜面中部は35°以上となっている事が多い。山頂や尾根は比較的広く、緩傾斜地となっている。

傾斜角度と植生の対応関係をFig.7-1に示した。全体の傾向としては、落葉広葉樹林や湿原が25°以下の緩傾斜地に限られ、アカマツ林はいずれの傾斜にも分布していた。細部を見ると、アカマツトダシバ群落の分布は、緩傾斜地の0–25°に限られていた。これは、本群落が結果的には山頂に局在するためである。アカマツ典型群落は傾斜が急になるほど割合を増していた。アカマツウラジロ群落は25°以上に限って分布しており、傾斜が急になるほど割合が増えていた。アカマツネズ群落は15–20°に最も割合が多く、傾斜が急になるほど割合を減じていた。コナラ林、アベマキ林、コジイ林は0–15°の緩傾斜地で割合が高い。これ

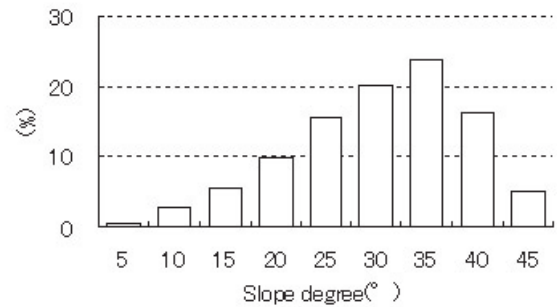


Fig.5. Frequency of slop degree.

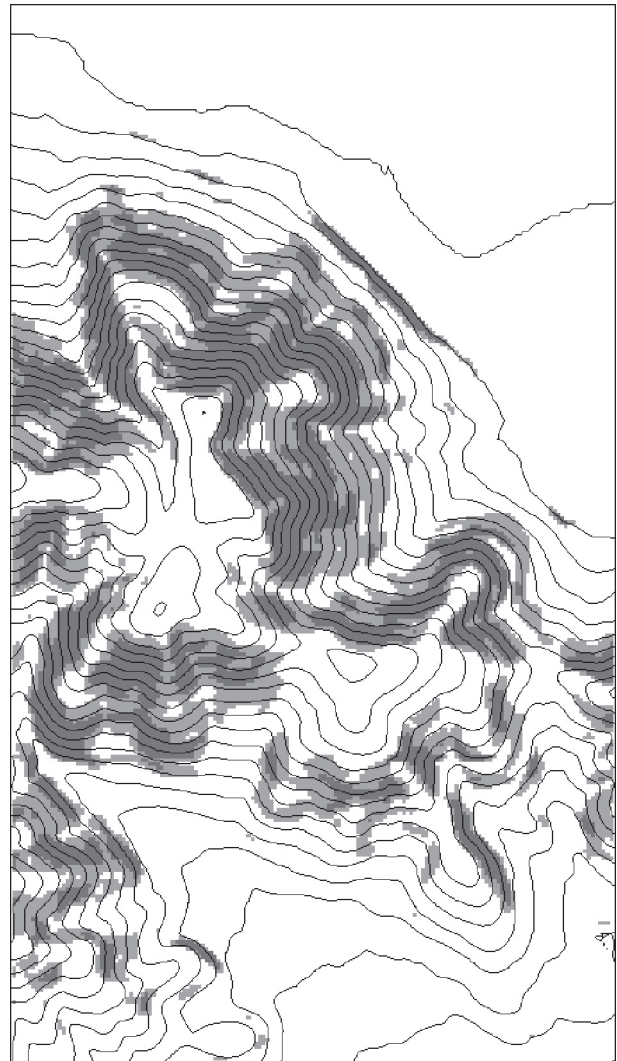


Fig.6. The distribution of Slop degree.
(Thin gray:30 - 35°, Thick gray: over 35°)

は結果的に斜面下部に局在するためである。湿原植生は5–10°と15–20°の2つに頻度のピークがみられた。

2. 斜面方位と植生

斜面の傾斜方向の方位を8方向に分割し、分布する群落の割合を求めた (Fig.7-2)。アカマツ典型群落は、西および東向き斜面で少なくなっている。アカマツウラジロ群

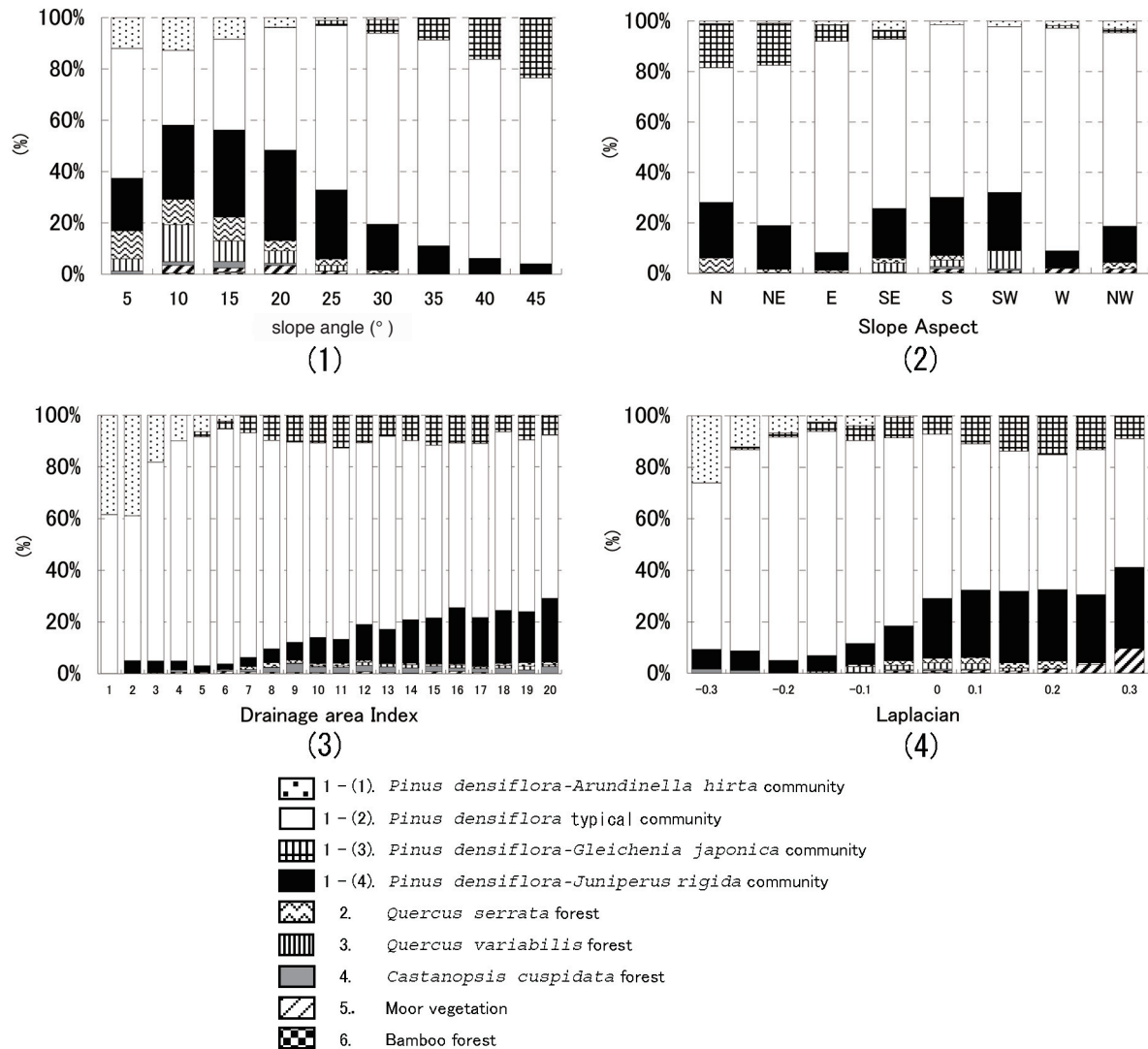


Fig.7.Relation between communities and landform.

(1) slope angle (2) slope aspect (3) drainage area index (4) laplacian

落は、北向き斜面に限って分布している。アベマキ林は、南向きを中心に偏って分布している。コナラ林は西及び東向きで少なくなっていたが、この点は斜面方位のデータ数が解析対象の山塊の形状に影響されており、東および西向き斜面にコナラ林の分布する谷や斜面下部がほぼ存在しないためである。斜面方位と植生については、地域によって積雪量や季節風など様々な環境要因による影響を示していると考えられるが、当地では主に日照の条件の違いが大きいであろう。直射日光を受ける量は、南向き斜面は受ける日射量が多く、北斜面は相対的に少ないという関係にある。日射量は間接的に土壌の乾きやすさに影響を与えていると考えられ、日射量の多い南斜面ほど乾燥傾向に陥りやすいと考えられる。東および西向きの環境

条件は、概ね南と北の間であろう。

3. 集水面積指数と植生

水分や栄養塩類などの供給域である集水域の広さは、植生の発達に大きな影響を与えるものと考えられる。格子面の傾斜方位や相互の高さから、降水の流下方向を計算することができ、それぞれの格子に対して流入する格子数を得ることができる。格子数に格子面積を乗算すれば、集水面積が算定される。現実の集水面積とは異なる可能性もあるが、5m間隔の詳細メッシュでは、ほぼ実状に近いのではないかと考えられる。算定される集水域は、メッシュ数として算定されるので、本研究では、集水域をメッシュ数で表し、集水面積指数とした。

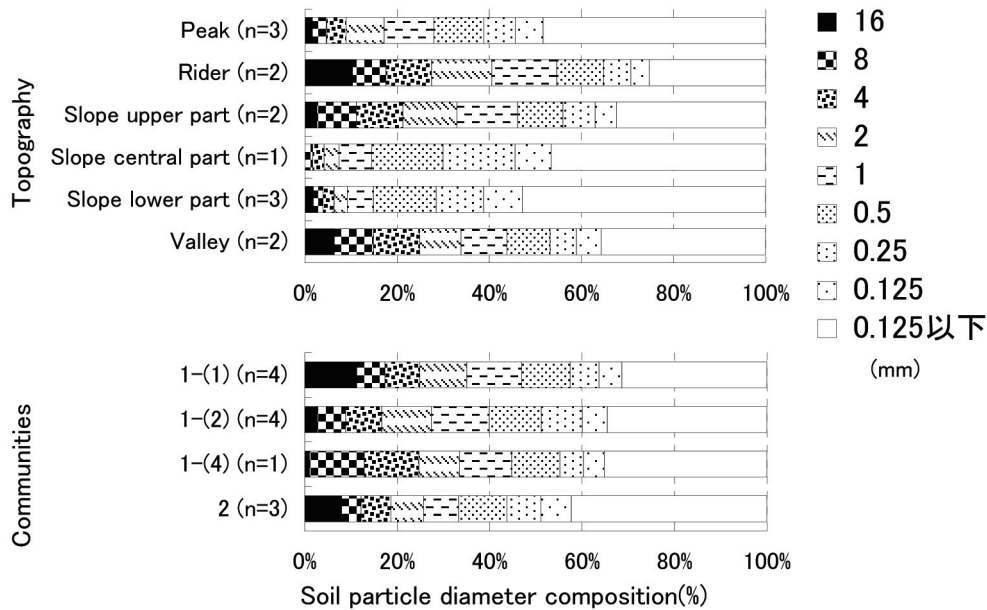


Fig.8. Soil particle diameter composition every.
Upper: topography. Lower: communities.

集水面積指数と植生の関係 (Fig.7-3) は、1～5の区間で大きく変化し、それ以上の値では、傾向はあるものの大きな変化は見られなかった。アカマツ・トダシバ群落は、集水面積指数5以下でみられ、特に1, 2で多い。即ち、他からの流入がない場所か、1つのメッシュからしか流入がない場所であることになり、きわめて水分条件に厳しい立地に成立する群落であることがわかる。アカマツ・ウラジロ群落は、集水面積指数5以上から出現し始めるが、集水面積指数が大きくなっても出現頻度は大きくならない。コナラ林やアベマキ林は集水面積指数7程度からわずかに出現し始め、指数の増加にともなう、頻度が増加する。しかしながら、大きな集水面積指数の場所においてもアカマツ典型群落は大きな出現頻度を示している。当地においては、集水域が広い場所においても土壌が未熟であることによるものと思われる。

4. ラプラシアンと植生

地表面の凹凸と群落の分布の関係を明らかにするため、ラプラシアン (凹凸指数) と群落の対応関係をまとめた (Fig. 7-4)。ラプラシアンは地表面高度の二次微分であり、任意の標高点が周囲と比べて凹斜面となるか、凸斜面となるかを求めたものである。値としては直線斜面を0として、周囲に比べて凹斜面であるほど正の大きな値を示し、凸斜面になるほど負の大きな値となる。凸斜面と算出されるメッ

シュは主に山頂・尾根や斜面の中にある凸地であり、水分や土壌が流出する傾向にある立地であると考えられる。凹斜面と算出されるメッシュは谷のメッシュであり、水分や土壌の流入する傾向にある立地であると考えられる。直線斜面は平地と尾根・谷の刻まれていない直線的な斜面を示している。傾斜のある直線斜面は、供給もあり流出もする通過点的な立地と考えられる。微細な斜面の凹凸が植生と関係が認められれば、地形と植生を考える上で重要な環境要因の一つとなるだろう。

アカマツ・トダシバ群落は凸地に限定して分布しており、より凸になるほど割合を増していた。アカマツ・ウラジロ群落とアカマツ・ネズ群落は多少は凸地に見られるものの、凹の方が割合は多い。コナラ林とアベマキ林は直線斜面からやや凹地にみられた。湿原植生は直線斜面にも存在するものの、凹地ほど割合が高くなっている。

5. 土壌と植生

(1) 土壌粒径組成と植生

植生が発達する基盤である土壌の性質を明らかにするため、篩により選別した各粒径の重量を割合としてまとめ、地形ごとに比較した。

土壌粒径組成を地形ごとに整理すると (Fig.8), 地形ごとに傾向が異なっていた。尾根は基盤の岩石が出るため礫など大きい成分の割合が高く、斜面を下るほど相対的

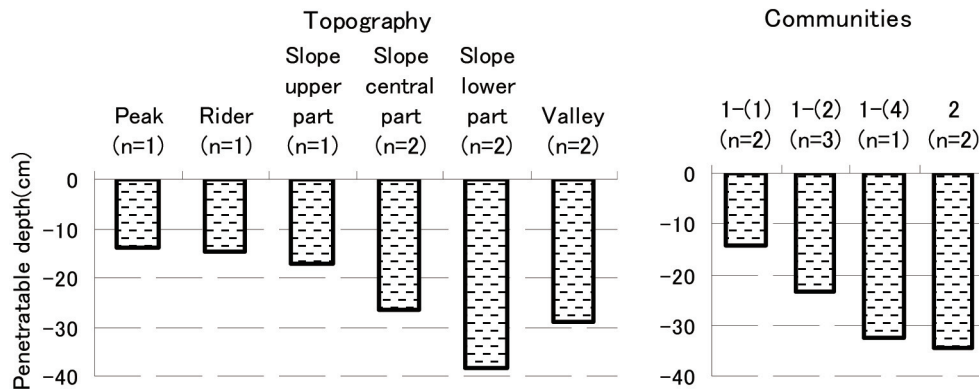


Fig.9. Penetratable depth.

left: topography, right: communities (20 times blow).

に細かい成分が多くなるものと考えられる。一方、谷では崖錐堆積物となって再び礫が多くなると考えられる。山頂は細粒成分が多く0.125mm以下の成分が約半分を占めていた。植生と地形の関係では、山頂と尾根は類似した地形として包括的に扱われることが多いが、土壌の粒度組成には大きな違いがあることがわかった。

篩い分けた土壌の粒度組成の割合を、群落別にまとめて平均値を示した。結果としては地形ごとの比較ほど、土壌の粒度組成と植生の間には、傾向を認めることが出来なかった。植生の発達が劣悪であり、植生の組成が土壌の粒度組成の影響を強く受ける段階ではないものと考えられる。

(2) 土壌貫入深と植生

植生が用いることの出来る土壌の深さを推定するために、長谷川式土壌貫入計を用いて土壌の深さを測定した。50回打撃を基本としたが、比較には共通する回数の20回打撃の貫入深を用いた。

地形ごとの平均値では、貫入深は大きく異なっていた (Fig 9)。基盤が浅い尾根では10cm程度であり、崖錐堆積物の堆積する谷では40cmほど貫入した。浅いものの地形と対応した土壌の厚さである。全体的に貫入深は浅く、非常に堅密な土壌であることがわかった。

土壌貫入深を群落ごとに平均して比較した。貫入深はより遷移の進んだコナラ林がアカマツ林に比べて深くなっている。ここから土壌の深く堆積する立地において遷移が進みやすいと考えられる。調査地では土壌の堆積しにくい急傾斜地や凸地等が広く、遷移の遅れた群落の割合が多くなるという結果を生み出しているのであろう。この点については、Fig. 7-4のラプラシアンの結果とよく一致している。

波田ほか(1994)は、表層地質に流紋岩が分布する岡山市牟佐天王山の二次林と土壌について報告しており、植生と土壌三相や最大毛管含水量の間には、有意な相関が得られなかったとしている。本研究においても土壌粒径組成と植生の間に関係が見られなかった。これらのことから、流紋岩質岩では、土壌の粒径組成が植生に大きく影響を与えていないものと考えられる。また、天王山では土壌貫入深についても検討されているが、これについても有意な相関は得られていない。この点については本研究の結果と異なる。天王山の調査では地点数が少なかった可能性や、天王山の流紋岩がホルンフェルス化しているなどの、笹尾山の流紋岩質岩と異なる性質の岩石であったことなどの可能性が考えられる。

VI 考察

アカマツ林は、水分条件の厳しい集水面積指数5以下、30°以上の急傾斜、山頂や尾根に該当するラプラシアン凸地のほとんどすべてを占めていた。コナラは草本層に比較的高い常在度で生育しているものの、葉が小さく樹高も低く、極めて生長は不良であった。コナラの生長が極めて悪い立地であることが、本群落の重要な成立要因の1つであると考えられる。

アカマツトダシバ群落は、集水面積指数からみると5以下に限られ、極めて水分条件の厳しい立地にみられた。ラプラシアンからみると凸地であり、さらには緩傾斜地が多い。植生図から分かるように、この群落は尾根には分布しておらず、山頂に分布していた。草本層に生育するアリノトウグサやイシモチソウが特徴的な群落であり、地表付近まで十分な日射が得られることと、土壌に微粒成分が多いこ

とが成立要因と考えられる。土壌は堅密であり、アカマツやコナラの生育が特に不良な立地であることが重要なのであろう。また、尾根に分布がないのは、土壌粒径組成からみると尾根に礫が多い事との関連が考えられた。しかしFig. 8にあるように群落としては、土壌と明瞭な関係は見られなかった。尾根は凸地であるうえに傾斜もあることから、侵食傾向にあり土壌が不安定であることがアカマツトダシバ群落の分布しない要因ではないかと考えられる。

アカマツ典型群落は、尾根から斜面中にかけて広く分布しており、分布する立地は広がった。ラプラシアンからみれば凹地になるほど割合が減り、緩傾斜地でも割合が減っている傾向があるが、実際には、先に述べたアカマツトダシバ群落が発達することのできない傾斜のある尾根と、アカマツウラジロ群落や後述のアカマツネズ群落やコナラ林が発達することのない、水分条件の悪い斜面部において成立する群落であると考えられる。このようなアカマツ低木林の群落が広い立地条件に分布することが、流紋岩質岩地域の特徴であるといえるだろう。

アカマツウラジロ群落は、集水面積指数5付近から出現し始めることから、ある程度の水分条件が必須なのだと考えられた。斜面方位では南と南西向き斜面には欠落していた。この点については、北向きの斜面が相対的に日射量が少ないため、乾燥の傾向が穏やかであり、土壌の水分量や谷の水分量が多くなるのではないかと考えられた。ラプラシアンから見て凹地に割合が高くなるので、ウラジロはそういった水分条件に比較的恵まれる場所を足場として生育しているのではないかと考えられた。またウラジロは毎年新葉を出して、斜面を流れ下るように生長するため、傾斜が急であるほうが優占しやすいのだと考えられる。

アカマツネズ群落はラプラシアンで凹地に多いことから、谷に分布していることが分かった。集水面積指数でも大きくなるほど割合を増しているため、水分条件が分布の大きな要因になっていると考えられ、この点はアカマツウラジロ群落と似ていた。植生図から稜線をはさんで北側と南側でアカマツウラジロ群落とアカマツネズ群落が対立的に分布しているように見える。しかしFig. 7-2にあるように斜面方位の割合で見るとアカマツネズ群落は南斜面付近に多いものの、全体に分布していた。そのため、特に水分条件に恵まれる場所にアカマツウラジロ群落が優占する

か、急傾斜地ほどウラジロの生育に適しており、優占するのではないかと考えられた。またFig. 9の土壌貫入深にあるように、アカマツ林の中でアカマツネズ群落は貫入深が最も深くなっており、後述のコナラ林と近い値になっていた。これはコナラの生育に土壌が非常に重要であることを示していると考えられる。

コナラ林は当地域にわずかしこ分布していないが、その点に留意しつつ傾向をまとめておく。集水面積指数の小さいところに存在しないのは明らかであり、成立には欠かせない要因と考えられる。ラプラシアンでは直線斜面に分布し、傾斜は緩傾斜地に見られることから、地形としては谷の底の平地と斜面下部に分布している。コナラ林は水分条件が最も恵まれる場所に成立する群落であった。また、Fig. 9にあるように、コナラ林は貫入深が深いことが特徴的である。20回打撃の貫入深としてはアカマツネズ群落とあまり差が無い。コナラ林とアカマツネズ群落の違いは、おそらく傾斜角度であり、緩傾斜地であつて水の移動がゆっくりな立地であることによりコナラが高木層に達し、本群落を形作ったのではないかと考えられる。また斜面下部の立地で唯一コナラ林が立地しているのは北斜面である。これは北斜面が乾燥が穏やかであり、土壌中の水分に恵まれているため成立しているのではないかと考えられる。

アベマキ林もコナラ林と同様に、当地域にわずかしこ分布していなかった。アベマキ林はコナラ林とグラフ上では良く似た立地を示している。しかしコナラ林が谷に見られるのに対して、ほとんどは斜面下部に分布している。集落と墓地の周辺に局在する群落であることから、植栽起源である可能性が考えられる。

湿原植生は、傾斜角度からみると5-10°と15-20°の2つに頻度の多いピークがあった。これは前者が谷頭の緩傾斜地に発達するタイプであり、後者が斜面中の崩壊地後に成立するタイプと、それぞれ発達する地形が異なっているためである。集水面積指数では5からみられ、かなり小さい値となっている。これは谷頭型の湿原であると考えられ、湿原は持続的な水を必要とするものの、谷に発達する場合は集水面積が広すぎると降雨時に濁流が流れ、植生が破壊されるためであると考えられる。一方、崩壊地の湧水に涵養されている湿原は集水面積指数15付近に見られる。集水面積指数15ではアカマツ典型群落やアカ

マツ・ネズ群落が発達しやすいはずであるが、斜面崩壊の後に過湿な立地が形成され、湿原へと遷移が向かったのではないかと考えられる。

以上の群落の各論をまとめ、流紋岩地域の植生の成立要因を考察した。

流紋岩質岩地域は集水面積と植生に深い対応関係が見られないのが第一の特徴であった。一方で傾斜角度から見ると、緩傾斜地にコナラ林が分布していた。また、ラブラシアンからは凹地ほど遷移の進んだ群落が増える傾向が明らかとなった。これらは土壌の厚く堆積している谷や斜面下部で遷移の進んだ群落が多いという土壌貫入深の結果と一致していた。よって、流紋岩質岩地域では土壌の発達が極めて未熟なため、十分な厚さが堆積しなければ植物の生育基盤として十分な機能を持たないと推定される。このことから、集水面積とは関係なく、地形的に土壌が厚く堆積しやすい緩傾斜地かつ凹地となる斜面下部と谷において植物の生育が良好となるのだと考えられる。逆に相対的に土壌が流出したり、移動が激しい立地では遷移が進みにくく、アカマツ典型群落の様な荒涼とした群落に広く覆われるのだと考えられる。

土壌が劣悪な点については、当地の気候・歴史的要因に加え、山林火災の関与が考えられる。波田ほか(1988)は岡山県の山林火災についてまとめ、流紋岩地域では、山林火災の焼失面積が花崗岩や古生層地域より約2倍多いことを指摘している。本研究の踏査でも地表に炭化木片を見かけることがあり、比較的最近に山林火災にあったことは確かであろう。しかし、ここで重要なのは、火災によって植生が破壊されることだけでなく、植生が破壊されることにより表土が流れやすくなってしまったことではないだろうか。おそらく歴史的に薪炭材の伐採と山火事を繰り返す中で、土壌を失って延焼しやすいコシダ・ウラジロが繁茂する悪循環を繰り返し、温暖・乾燥の気候では容易にそこから抜け出せないでいるのであろう。

今後、山火事が起こらないとすれば、アカマツの後継木として考えられるのはコナラが主であると考えられる。他に常緑樹で主要となるであろう樹種は、クロバイが山頂の平坦面と斜面下部に見られ、ウバメガシが尾根に散見される程度であり、現在アカマツ林となっている多くの場所では、現

時点で遷移の後半に登場する常緑広葉樹の高木・亜高木は欠落しており、今後の侵入を待たねばならない状態である。モッコク、アラカシ、ヤブニッケイ、クスノキなどは現在のアベマキ林とコナラ林の草本層から亜高木層に見られるのみであり、斜面下部の崖錐上に限られた。そのため、常緑高木の生育する群落は当面斜面下部に限定されると考えられ、特に斜面中部についてはアカマツの優占状態が、一種の土地的な極相として当面続くのではないかと考えられた。非常に長い時間の経過を考えると、おそらく流紋岩質岩地域の斜面部はコナラは生長不良であっても、アカマツが生長し、徐々に有機物が地表に堆積する中で、少しずつ土壌は改善され、非常にゆっくりした速度であろうが遷移が進んでゆくものと考えられる。しかし、ある見方からすれば、そうしてゆっくりと遷移が進んでいく途中で再び山火事が発生し、退行遷移する可能性も高い。

今後は、広い面積を占める堆積岩や花崗岩の地域において同様の調査を行い、比較検討することにより、地質ごとの植生発達理論を明らかにしたい。

VII. まとめ

1. 表層地質に流紋岩質岩の分布する笹尾山において、植生調査を行い、群落を区分し、植生図を作成した。さらに格子間隔5mのDEMから計算した地形属性と、植生図をオーバーレイ解析した。さらに土壌粒径組成と土壌貫入深を調査し、群落ごとに比較した。
2. 地形属性を計算した結果、傾斜角度の最多頻度は30°~35°であった。土壌の粒径組成は、地形ごとに明瞭な違いがあったが、植物群落ごとに違いはなかった。土壌は全体に浅く、未発達であった。
3. アカマツ林は、水分条件の厳しい集水面積指数5以下、30°以上の急傾斜地、山頂や尾根に該当するラブラシアンの凸地のほとんどを占めていた。
4. コナラ林は、谷の底の平地と斜面下部に分布していた。集水面積指数の小さいところには存在せず、水分の供給が成立に欠かせないと考えられた。また、コナラ林では土壌貫入深が大きく、土壌が深いことが特徴的である。
5. 全般的にアカマツ林が広く発達しており、他の地質地域と比較すると、集水面積指数と植生の対応関係は低か

った, 当地域の流紋岩質岩地域では, 土壌の発達に極度に未熟であるため, 集水面積が植生の発達に大きな影響を与えていないことがわかった. この要因が瀬戸内沿岸地域の流紋岩地域に広く発達する痩悪林地に共通すると考えられた.

VIII. 参考文献

波田善夫・谷野弘明(1988). 岡山県の山林火災. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, 14:88.

波田善夫・豊原源太郎(1990). 植物社会学表操作プログラムVEGET. ヒコビア会:112.

波田善夫・小新真代・福澤好晃(1994). 岡山県南部の二次林と地形・地質 ―特に土壌と毎木調査について―. 岡山県自然保護センター研究報告, 1:13, 21.

石橋 昇(1980). 岡山県児島半島の植生. 広島大学学校教育学部紀要, 2(3):90-91.

石橋 昇(1981). 広島県西能美島の森林植生. 広島大学学校教育学部紀要, 2(4):84-85.

石橋 昇(1995). 広島県呉市白岳山の森林植生と地質. 広島大学学校教育学部紀要, 2(17):76-77.

石橋 昇・豊原 源太郎(1979). 小瀬川流域の森林植生. 弥栄峡の自然(総合学術調査研究報告書):387.

小池文人(2001). 教育・研究・市民アセスメント用空間情報システムみんなでGIS. < <http://www13.ocn.ne.jp/~minnagis/>>.

小出 博(1952). 応用地質―岩石の風化と森林立地―. 古今書院, 東京.

難波靖司・波田善夫 (1997). 岡山県における植物分布要因の解析―特に森林構成樹種の分布とその気候的要因―. 岡山県自然保護センター研究報告, 5:34.

Y.Noumi, K.Shiono, S.Masumoto, V.Raghavan.(2002). Generation of DEM from the Topographic Maps ―Utilization of Inter Contour Height Information―. 8th Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, II:291―294.

岡山県(1977). 土地分類基本調査 岡山県北部.

岡山県(1981). 土地分類基本調査 和気・播州赤穂.

岡山県(1988). 岡山県メッシュ気候図, 資料編:126, 224, 地図編:7.

寺下史恵・斉藤由希子・能美洋介・波田善夫 (2002). 岡山理科大学自然植物園の森林植生. 岡山理科大学自然植物園研究報告, 7:32.

豊原源太郎・吉野由紀夫(1980). 黒鉄山の崖錐上に発達する森林植生. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, 4・5:18-19.

Table.1 Synthesis table of plant communities in the Sasaoyama, Okayama prefecture.

A. Secondary vegetation

1. *Pinus densiflora* forest(1) *Pinus densiflora*-*Arundinella hirta* community (2) *Pinus densiflora* typical community(3) *Pinus densiflora*-*Gleichenia japonica* community (4) *Pinus densiflora*-*Juniperus rigida* community2. *Quercus serrata* forest 3. *Quercus variabilis* forest

B. Natural vegetation

4. *Castanopsis cuspidata* forest 5. Moor vegetation

Communities	A					B		
	1				2	3	4	5
	(1)	(2)	(3)	(4)				
Record number	1	3	2	4	5	6	7	8
Total number of records	9	39	5	9	9	6	1	23
Average number of species	16	15	12	16	21	24	18	10
Average number of elements	18	19	12	22	28	32	36	10
Group1.								
<i>Pinus densiflora</i>	S	V+3	IV1-4	IV1-2	II 1	•	•	アカマツ
<i>Miscanthus sinensis</i>	H	V+2	V+2	II+	I+	•	•	ススキ
<i>Diplomorpha sikokiana</i>	H	V+1	IV+2	V+	I+	•	•	カンヒ
<i>Pinus densiflora</i>	H	III+1	III+2	I+	•	•	•	アカマツ
<i>Dicranopteris pedata</i>	H	III1-5	IV+5	III1-4	IV1-5	II+	•	コシダ
<i>Pinus densiflora</i>	T2	II1-3	IV1-3	I 2	IV1-3	•	•	アカマツ
<i>Vaccinium oldhamii</i>	H	II 1	II+2	III+1	I+	•	•	ナツハゼ
Group2.								
<i>Arundinella hirta</i>	H	IV+1	r+	•	•	•	IV+2	トダシハ
<i>Haloragis micrantha</i>	H	IV+	r+	•	•	•	IV+2	アリノウケサ
Group3.								
<i>Sanguisorba officinalis</i>	H	II+	r+	•	•	•	r+	ワレモコウ
Group4.								
<i>Lespedeza homoloba</i>	H	IV+	IV+2	I+	I+	•	r+	ツクシハキ
<i>Andropogon virginicus</i>	H	IV+3	III+3	•	•	•	r1	メリケンカルカヤ
<i>Pleridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	H	IV+2	III+3	•	I 2	•	•	ワラビ
Group5.								
<i>Gleichenia japonica</i>	H	•	•	V3-5	II1-3	•	•	ウラボシ
Group6.								
<i>Juniperus rigida</i>	T2	•	r1	•	IV1-2	IV1	•	ネス
<i>Juniperus rigida</i>	S	•	r2	•	IV+2	II 1	•	ネス
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	T2	•	r1-2	•	III 1	II1-3	I 1	マルハアオダモ
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	S	•	I+1	•	III 1	•	11	マルハアオダモ
Group7.								
<i>Paederia scandens</i>	H	•	I+	•	III+	V+	III+	ヘクソカズラ
<i>Camellia japonica</i>	S	•	•	•	•	IV1-3	II2-3	ヤブツバキ
<i>Quercus serrata</i>	T1	•	•	•	I 2	IV3-5	III2-3	コナラ
<i>Camellia japonica</i>	H	•	•	•	•	IV+1	II+1	ヤブツバキ
<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>laevis</i>	S	•	r+1	•	•	III 1	•	カマツカ
<i>Wisteria floribunda</i>	H	•	•	•	I+	III+	III+	フジ
<i>Diospyros kaki</i>	H	•	•	•	•	II+	II+1	カキノキ
<i>Aucuba japonica</i>	H	•	•	•	•	II+	II+	アオキ
Group8.								
<i>Quercus variabilis</i>	T1	•	•	•	•	I 4	V2-5	アヘマキ
<i>Quercus glauca</i>	T2	•	•	•	I 2	•	V1-3	アラカシ
<i>Quercus glauca</i>	H	•	•	•	II+1	•	V+2	アラカシ
<i>Cinnamomum japonicum</i>	H	•	•	•	•	II+	V+2	ヤブニツケイ
<i>Ophiopogon japonicus</i>	H	•	r+	•	I+	•	V+	シヤノヒゲ
<i>Quercus glauca</i>	S	•	•	•	I 1	•	IV1-2	アラカシ
<i>Dendropanax trifidus</i>	H	•	•	•	•	II+	IV+1	カクレミノ
<i>Kadsura japonica</i>	H	•	•	•	•	•	IV+1	サネカズラ
<i>Quercus variabilis</i>	H	•	r+	•	I+	I+	IV+	アヘマキ
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	H	•	•	•	I+	•	IV+	タイカズラ
<i>Neolitsea sericea</i>	H	•	•	•	•	II+1	IV+	シロダモ
<i>Cinnamomum camphora</i>	H	•	•	•	•	•	IV+	クスノキ
<i>Quercus glauca</i>	T1	•	•	•	•	•	III1-3	アラカシ

Communities		A					B		
		1				2	3	4	
		(1)	(2)	(3)	(4)			5	
Record number		1	3	2	4	5	6	7	8
<i>Damnacanthus indicus</i>	H	•	•	•	•	•	III+2	11	• アリト [○] オン
<i>Ficus erecta</i>	H	•	•	•	•	•	III+1	1+	• イヌビ [○] ワ
<i>Camellia japonica</i>	T2	•	•	•	•	I 2	III 1	•	• ヤブ [○] ツハ [○] キ
<i>Osmanthus heterophyllus</i>	H	•	•	•	I +	I +	III +	•	• ヒイラキ [○]
Group9.									
<i>Castanopsis cuspidata</i>	T1	•	•	•	•	•	•	15	• コシ [○] イ
Group10.									
<i>Rhynchospora faberi</i>	H	•	•	•	•	•	•	V +5	イトヌノハナヒゲ [○]
<i>Utricularia racemosa</i>	H	•	•	•	•	•	•	V +2	ホサ [○] キノミカキク [○] サ
<i>Scleria rugosa</i>	H	•	•	•	•	•	•	IV +4	マネキシシ [○] ユカ [○] ヤ
<i>Dimeria ornithopoda</i>	H	•	•	•	•	•	•	III +4	カリマタカ [○] ヤ
<i>Utricularia bifida</i>	H	•	•	•	•	•	•	III +1	ミミカキ [○] サ
<i>Drosera rotundifolia</i>	H	•	•	•	•	•	•	III +1	モウセンゴ [○] ケ
<i>Rhynchospora fujiana</i>	H	•	•	•	•	•	•	II +4	コイヌノハナヒゲ [○]
<i>Rhynchospora rugosa</i>	H	•	•	•	•	•	•	II +3	イヌノハナヒゲ [○]
Group11.									
<i>Rhododendron reticulatum</i>	H	IV1-3	V +3	IV +1	IV +1	III +1	I +	•	• コハ [○] ミツハ [○] ツツジ [○]
<i>Quercus serrata</i>	S	IV1-2	III +4	II 1-2	III 1-2	II 1-2	•	•	• コナラ
<i>Quercus serrata</i>	H	III +3	IV +3	II 1	IV +1	V +1	II +	•	• コナラ
<i>Rosa paniculigera</i>	H	III +	II +1	I +	II +	II +	•	•	• ミヤコイバラ
<i>Rhododendron reticulatum</i>	S	II +2	II +3	•	III 1-2	IV +2	I 1	•	• コハ [○] ミツハ [○] ツツジ [○]
<i>Smilax china</i>	S	II +	II +1	•	IV +1	III +	•	•	• サルトリイバラ
<i>Ilex crenata</i>	H	III +2	III +3	IV +2	II +1	II +	I +	•	• r1 イヌツケ [○]
<i>Quercus serrata</i>	T2	I 1	II 1-3	I 2	IV 1-3	III 2-4	•	•	• コナラ
Companions									
<i>Eurya japonica</i>	H	V 1-2	V +3	IV 1	IV +1	IV +1	IV +	1+	r+ ヒサカキ
<i>Pleioblastus fortunei</i> forma <i>pubescens</i>	H	II 2-3	II +3	I +	III +3	III +3	IV +2	•	II +2 ケネサ [○] サ
<i>Ilex pedunculosa</i>	H	II 1-2	II +2	•	II +1	III +1	III +	•	• ソヨコ [○]
<i>Ilex pedunculosa</i>	S	II +1	III 1-2	I 1	•	I 1	•	•	• ソヨコ [○]
<i>Eurya japonica</i>	S	II +1	II +2	I 1	IV +4	V 2-4	III 1	•	• ヒサカキ
<i>Pleioblastus chino</i> var. <i>viridis</i>	H	II +1	I 1-4	•	II +1	I +	•	•	I +2 ネサ [○] サ
<i>Metanarthecium luteo-viride</i>	H	II +	r+	I +	•	•	•	•	r1 ノギ [○] ラン
<i>Cladia aggregata</i>	H	II +	I +1	•	•	•	•	•	r1 トゲシハリ
<i>Schoenus apogon</i>	H	I 3	•	•	•	•	•	•	III 1-3 ノグ [○] サ
<i>Ilex pedunculosa</i>	T2	I 1	r2	I 1	III 1-2	II 1-2	I 1	•	• ソヨコ [○]
<i>Symplocos prunifolia</i>	H	I 1	I +1	•	II +1	•	I +	•	• クロバ [○] イ
<i>Reynoutria japonica</i>	H	I 1	I +1	•	•	•	•	•	• イタドリ
<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>	H	I +	I +	•	I +	•	•	•	• アキノキリンソウ
<i>Rhynchospora rubra</i>	H	I +	•	•	•	•	•	•	II +4 イガ [○] クサ
<i>Ilex crenata</i>	S	•	r1	I 1	I 1	II +1	•	•	• イヌツケ [○]
<i>Rhus trichocarpa</i>	H	•	II +1	I +	III +	III +	IV +	•	• ヤマウルシ
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	H	•	I +1	I +	II +	III +	I +	1+	• マルバ [○] アオダ [○] モ
<i>Rhododendron macrosepalum</i>	H	•	I +1	•	I 1	II +	II +	•	• モチツツジ [○]
<i>Akebia trifoliata</i>	H	•	I +1	I +	•	III +	I +	•	• ミツハ [○] アケビ [○]
<i>Clethra barvinervis</i>	T2	•	I 1-2	•	II 1-2	I 1	•	•	• リョウブ [○]
<i>Quercus phillyraeoides</i>	H	•	r+1	•	•	•	•	•	• ウバ [○] メガ [○] シ
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	H	•	r+	•	II +	I +	•	•	• ノガ [○] リヤス
<i>Carex lenta</i>	H	•	r+	•	I +	II +	I 1	1+	• ナキリスケ [○]
<i>Ardisia japonica</i>	H	•	•	•	II +	II +	V +	1+	• ヤブ [○] コウシ [○]
<i>Pinus densiflora</i>	T1	•	•	•	I 2	II 1	•	•	• アカマツ
<i>Castanea crenata</i>	H	•	•	•	I 2	•	•	•	• クリ
<i>Wisteria floribunda</i>	S	•	•	•	I +	I +	III +	•	• フジ [○]
<i>Ardisia crenata</i>	H	•	•	•	•	II +	I +	1+	• マンリョウ
<i>Akebia trifoliata</i>	T2	•	•	•	•	II +	•	•	• ミツハ [○] アケビ [○]
<i>Vaccinium bracteatum</i>	H	•	•	•	•	•	I +	•	• シヤンヤンホ [○]