

森林の持つ多面的機能の数量化手法の開発

2001年度～2003年度（県単）

鈴木祥仁 竹内 豊

要 旨

森林の持つ多面的機能について、主にラスタ－GISを使用して各種因子を分析し、数量化手法の検討を行った。月平均気温から愛知県内の潜在植生区分を求めたところ、森林地域の約80%が暖温帯の常緑広葉樹林に分類された。県内を1 kmのメッシュに区切り、水源かん養機能、山地災害防止機能、生物多様性保全機能の評価を試行し、5段階の区分図を作成した。その結果、山地災害防止機能については機能を重視すべき森林として山間部の河川沿いに評価の高い場所が分布していた。各機能の一定の面積を対象とした分析では、土壌型、下層植生と接峰面から求めた侵食高、未侵食高との関係が認められた。また、東海豪雨災害の被害箇所を地形因子との関係から分析したところ、傾斜が大きく、縦横断面形では凹形、集水面積が大きい場所で崩壊発生率が高くなり、危険箇所の抽出に利用できることが明らかになった。

I 目的

近年、森林に求められる役割は、水源かん養機能、生物多様性保全機能等の公益的機能を中心に多様化してきており、森林の特性に応じ、それらの機能を発揮させる取り扱いが望まれている。そのためには、森林の持つ多くの機能を的確に把握し、評価する必要がある。

本研究では、GIS（地理情報システム）を活用し、森林の持つ多面的機能を数量化し、評価する手法の開発を行った。

II 方法

1. データ収集及びGISデータ化

GISのデータは大きくベクター形式のデータ（ポイント、ライン、エリア等）とラスタ－形式のデータ（グリッド、画像等）とに分類され、一般的にそれぞれの取り扱いに適したソフトウェアは異なっている。ベクター形式のデータはデータの作成、管理を行う上では適しているが、ラスタ

－形式のデータの方が科学的な分析を容易に行うことができる。また、自然環境のような境界の明確でないものを対象とする場合、ラスタ－データが適しているとされている。

当センターにはGISソフトウェアとしてcadcorp SIS ver5. 0が導入されているが、ベクター主体のソフトウェアであるため、併せてラスタ－での解析が行えるシステムを構築した。ソフトウェアとして、米国陸軍建築工学研究所（USA-CERL）で開発され、現在はGPLとして無償で提供されているGRASS ver5. 0. 3を導入した。また、安価なGISソフトウェアSuperMap Editor 2003を導入し数値地図の読み込み・変換に使用した。

県内の森林について機能の数量化を行う上で必要となるデータを収集した。なお、愛知県の森林情報についてはGISデータ化が進行中であり、本研究ではまだ利用することができなかった。収集したデータのうち、メッシュデータとして提供されているものは、Microsoft Visual Basicで作成した

プログラムを用いてフォーマットを変換し、GRASSへラスターとしてインポートした。またベクターデータとして提供されているものについては、SISまたはSuperMap Editorを用いて読み込み、編集を行ったのち、GRASSへラスター及びベクターとしてインポートした。

2. 数量化手法の検討

(1) 県内森林の立地状況の把握

数量化手法の検討に先立ち、愛知県の森林の立地状況について把握するため、森林地域データと地理・気象データを用いて集計を行った。森林地域のベクターを解像度10mのラスターに変換し、森林の範囲を得た。集計は県下全域及び森林部分のセルで行い両者を比較した。

地理データは数値地図50mメッシュ（標高）を用い、経緯度座標系から平面直角座標系へ変換し、解像度50mの標高データを作成した。標高からは斜面傾斜を算出した。

気象データは気象庁から提供されているメッシュ統計値（三次メッシュサイズ）を用いた。年降水量及び年平均気温の度数分布を求めるとともに、月平均気温からWI（暖かさの指数）とCI（寒さの指数）を算出し、県内の森林地域における潜在植生の区分（2）を行った。

(2) 多面的機能の数量化手法の検討

数量化手法の具体例の検討として、収集したデータから県内森林の多面的機能についての評価を試みた。評価したのは水源かん養機能、山地災害防止機能、生物多様性保全機能である。評価単位は平面直角座標系の1 km四方のセルとした。

水源かん養機能の評価としては、森林の属性が同じである場合、供給となる降水量が多く、かつ、水流出の遅い緩傾斜の場所が高評価であると仮定した。一般的に流速は勾配の2分の1乗に比例することから、その逆数を滞留時間と考えた。降水量と滞留時間の積を水資源評価指数(WRI)とし、

次式で表した。

$$WRI = \frac{RF}{(\tan \theta)^2}$$

WRI：水資源評価指数（独自の定義）

RF：年降水量(mm)

θ ：傾斜(°) ただし、 $\tan \theta < 0.01$ のときは $\tan \theta = 0.01$

解像度約1 kmの年降水量と解像度50mの標高から求めた傾斜を使用し、WRIを算出した。

山地災害防止機能について、機能を重視する必要がある、立地的に崩壊の発生しやすい場所の森林を高評価とした。ここでは、傾斜の大きいほど崩壊が発生しやすいとした。ただし、同じ傾斜でも地質の違いによって崩壊の危険度が変わることが予想されることから、地質ごとの傾斜の分布と比較して補正を行った。大まかな地質区分（第四紀、第三紀、火山岩、深成岩、変成岩、その他）ごとに傾斜の平均と標準偏差を求め、各セルの傾斜を偏差値に変換した。計算に使用したデータは解像度50mのラスターに変換した10万分の1地質図と、解像度50mの傾斜である。

生物多様性保全機能の評価については様々な手法があるが、本研究では自然環境情報GISの中の植生調査データを用いて評価を行った。植生調査データは植生区分ごとに植生自然度の値が示されており、この値が大きいほど高評価とした。植生自然度は植生を人為的な影響の少なさで区分したものであり、生物の多様性を示すものではないが、一指標にはなると考えられる。二次林のほうが天然林より多様性が高いとする考え方もあるが、今回は植生自然度をそのまま用いた。植生調査データは解像度50mのラスターに変換し使用した。

評価の基礎数値は解像度50mのセルで算出したのち、一辺1 kmの範囲で平均した。ただし、平均は森林地域の値のみで行い、1 km四方で森林率が30%に満たないセルは除外した。求めた1 kmサイズのセルの値の分布を、標準偏差を1段階として

平均を中心に5段階に区分し、評価値とした。

3. 一定面積の地域を対象とした評価手法の確立

(1) 小流域を対象とした森林機能の数量化

広い地域を対象として解析を行うには、現段階では必要となるデータの種類や精度が限られているため、小流域を対象として各種データを整備し、評価手法の検討を行った。対象とした小流域は南設楽郡鳳来町の森林・林業技術センター試験林を含む流域で、2.5km四方の地域をデータ作成範囲とした(図-1)。

地形解析を行う上で高精度の標高データが必要になるため、5000分の1森林基本図の等高線からDEM(数値標高モデル)を作成した。スキャナーで取り込んだ森林基本図の画像をGRASSにラスターとして読み込み、平面直角座標系に位置合わせをしたのち、画像をトレースして等高線のベクターを作成した。精度を高めるため尾根上や流路上にも標高点を追加した。作成したベクターデータをもとにスプライン曲線による補間方法を用いて、解像度5mの標高データを作成した。

作成した標高データを用いて斜面傾斜、斜面方向、縦断面形状、横断面形状の地形属性を求めた。また、侵食段階を把握するため、接峰面及び接谷

面を計算により求め、接峰面と現標高との差から侵食高を、現標高と接谷面との差から未侵食高を算出した。接峰面及び接谷面の計算方法は中山ら(5)の方法を用いた。計算方法としては、各セルにおいて、そのセルを中心とした105m四方の範囲で標高を平均し、接峰面の計算では現標高と平均標高の高い方の値を、接谷面の計算では低い方の値をとる。この計算を20回繰り返し、滑らかな地形が得られたものを接峰面、接谷面とした。

水流出に関しては各セルごとに集水面積を求め、単位幅当たりの集水面積で表した。これは、セルに流入する上流域の面積をセルの一辺のサイズで除したもので、値が解析に用いるセルのサイズに依存しないようにするためである。また、水流出に関するパラメータとして、流出モデル「TOPMODEL」で用いられるパラメータである地形指数(Topographic Index: TPI)を求めた。

$$TPI = \ln\left(\frac{FA}{\tan\theta}\right)$$

TPI: 地形指数

FA: 単位幅あたり上流域集水面積(m²/m)

θ: 傾斜(°)

森林の属性情報としては小林ら(4)をもとに、

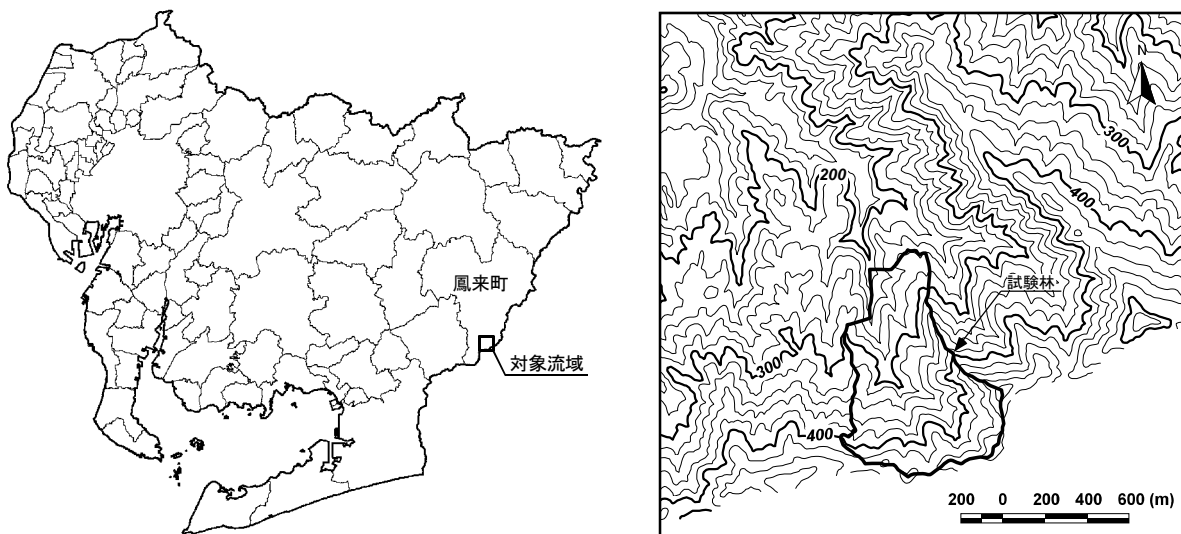


図-1 対象とした試験林を含む流域

地質、下層植生、土壌型について、分布図をトレースしてベクターデータを作成した。解析のためGRASSには解像度1mのラスタースとして読み込ませた。

作成したデータに基づき、地形属性と森林属性との関係について解析を行った。

(2) 東海豪雨災害に基づく山地災害の分析

2000年9月に発生した東海豪雨災害の林地被害状況をもとに、地形因子と山地災害の関係について分析を行った。対象地域は被害の大きかった小牧市から犬山市にかけての8km四方とした(図-2)。東海豪雨災害の林地被害箇所について尾張農林水産事務所から資料(1)の提供を受け、SIS上で崩壊地をポイントデータとして入力した。線状の崩壊地・土石流発生地については、最上流の崩壊発生地点が重要であると考えられることから、崩壊発生地点の位置とした。対象地域内に含まれる崩壊地は104か所であった。崩壊地及び森林地域のデータは平面直角座標系の解像度10mのラスタースとしてGRASSにインポートした。

標高データは経緯度座標系のラスタースからポイントデータを作成し座標変換後、スプライン曲線による補間を行い解像度10mのラスタースを作成し

た。標高から傾斜、斜面方向、縦断面形、横断面形、集水面積を計算した。また、山腹崩壊の危険度の指標として、危険度指数を水の位置エネルギーを想定して次のように定義し、算出した。

$$SDI = \ln(FA \times \tan \theta + 1)$$

SDI: 斜面危険度指数 (独自の定義)

FA: 単位幅あたり上流域集水面積 (m²/m)

θ: 傾斜(°)

これらの地形因子を森林地域全体と崩壊地部分で頻度を比較して、どのような場所で崩壊発生率が高いか分析を行った。なお、崩壊地部分として崩壊地のポイントの属するセルのほか、周囲10m、周囲20mのセルもあわせて分析し傾向を調べた。

III 結果と考察

1. データ収集及びGISデータ化

収集し、分析に使用したデータは表-1のとおりである。

地形解析の基準となる標高データとして現在最も利用されているのが国土地理院の50mメッシュ標高である。ただし、これは経度2.25秒、緯度1.5秒のセルサイズで不等辺四角形の形状をしており、

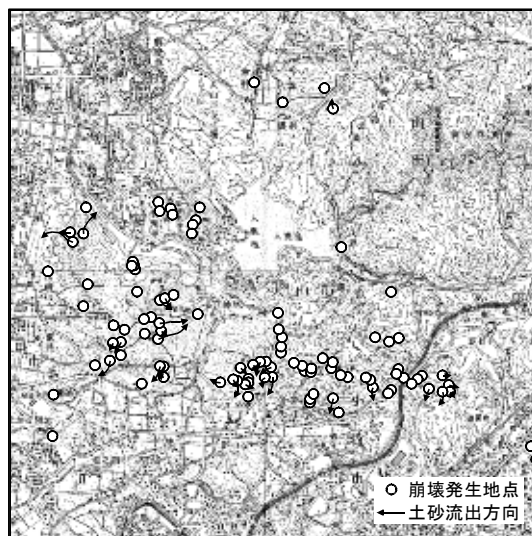


図-2 山地災害について分析を行った地域

表－１ 使用したデータ

分野	名称	発行年	発行元
森林	森林地域GISデータ		愛知県企画部土地水資源課
地理	数値地図50mメッシュ（標高）	1997	国土地理院
地理	数値地図25,000分の1（行政界・海岸線）	2000	国土地理院
地理	数値地図25,000分の1（地図画像）	1997	国土地理院
自然環境	自然環境情報GIS	1999	環境庁自然保護局
気象	気象庁観測平年値	1996	気象庁
地質	100万分の1日本地質図第3版CD-ROM第2版	2003	産業技術総合研究所 地質調査総合センター

解析を行うためには投影座標系の方形セルに変換する必要がある。投影変換の過程では元の値が少なからず失われるため、変換方法を工夫する必要があった。平面直角座標系の50mメッシュに変換する方法としては、あらかじめ変換元の経緯度座標系のラスターをバイリニア法で解像度を細かくしておいたのち、ニアレストネイバー法で座標系を変換した。また、より高解像度の10mメッシュの標高については、変換元のラスターをポイントに変換したのち座標系変換を行い、スプライン曲線による補間を行った。いずれの方法も最適ではないが実用上十分なデータを得ることができた。

自然環境データは自然環境情報GISに環境庁が実施した自然環境保全基礎調査のデータが収録されている。このうち、植生調査の植生分類データは基となるデータが1979年から1986年とやや古いものの、広範囲にわたり5万分の1地形図上で表現する程度の精度で植生を分類した唯一のデータであることから使用することとした。

地質データについては既存の紙地図では土地分類基本調査の5万分1地質図や旧地質調査所の20万分の1地質図があるが、デジタル化されているものは国土数値情報（三次メッシュ）か100万分の1地質図しかない。このうち100万分の1地図はベクター形式で記録されており、任意の座標系への読み込みが容易なことからこれを使用した。

今回使用したGRASSはラスター型のGISソフトであり、ラスターの解析機能は非常に優れていた。ラスターでは広範囲かつ詳細なデータを扱うこと

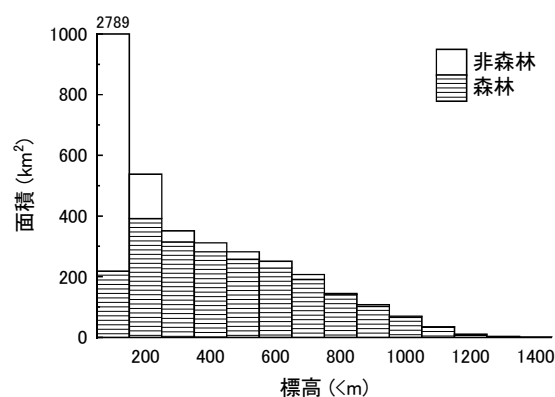
ができ、愛知県を含む120km四方の地域を解像度10m（セルの数は1億4400万個）で分析を行うことが可能であった。

2. 数量化手法の検討

(1) 県内森林の立地状況の把握

県内の森林地域及び非森林地域の標高分布を集計したところ、県土全体では100m未満の面積が大部分であったのに対し、森林は主に100m以上に分布していた（図－3）。斜面傾斜では5°未満の平地における森林面積はわずかであり、20～25°の分布が最も多く、25°以上ではほとんどが森林地域であった（図－4）。地理的には、矢作川流域では傾斜が緩やかで、北設楽郡東部の天竜川沿いの地域及び鳳来寺山周辺においては急傾斜であった。

県内の森林地域における年降水量分布では1600～1900mmと2400～2600mmの二つのピークがみられ、三河山間部の標高が高い地域の降水量が多かった（図－5）。年平均気温では12～15℃にかけ



図－3 県内における標高分布

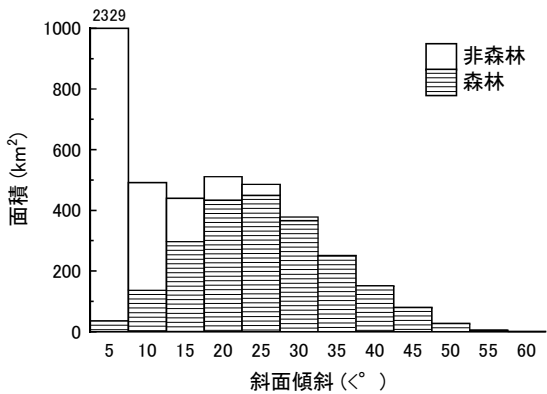


図-4 県内における斜面傾斜分布

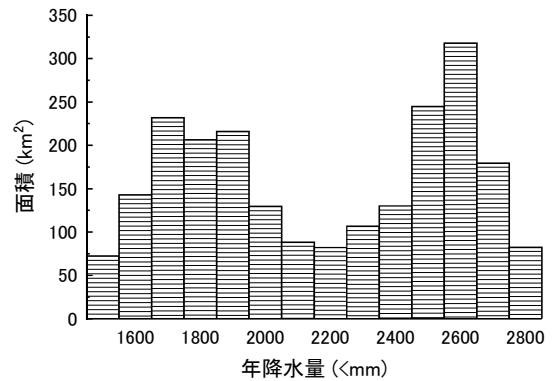


図-5 県内森林における降水量分布

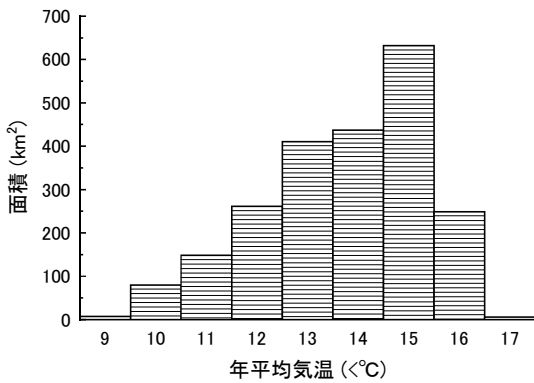


図-6 県内森林における気温分布

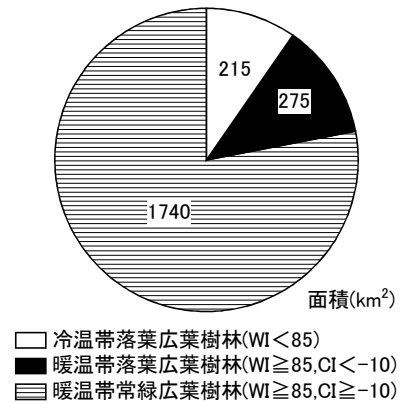


図-7 県内森林における潜在植生区分

て、WIでは85～125にかけての森林分布が多く、森林地域における潜在植生区分では約80%が暖温帯の常緑広葉樹林に区分された（図-6，7）。

(2) 多面的機能の数量化手法の検討

水源かん養機能の評価では作手村、設楽町、津具村の森林の評価が高くなった。一方、降水量が少ない西三河地域や、傾斜の急な天竜川、矢作川沿い及び鳳来寺山周辺では評価が低くなった（図-8）。なお、算出した水資源評価指数は傾斜の影響を強く受けることから、一部の平地林について特に高い値になった。このことについては検討の余地はあるものの、小面積であることもあり今回はそのままの値とした。

山地災害防止機能は、同じ傾斜でも平均傾斜が小さい第四紀においては評価が高くなり、平均傾

斜の大きい火山岩においては評価が低くなった。1 kmメッシュの5段階評価では富山村、豊根村、東栄町の天竜川及びその支流沿いと、稲武町、旭

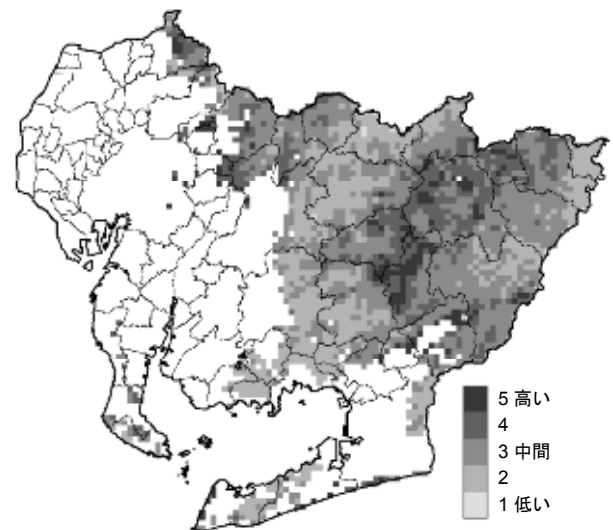


図-8 水源かん養機能の評価

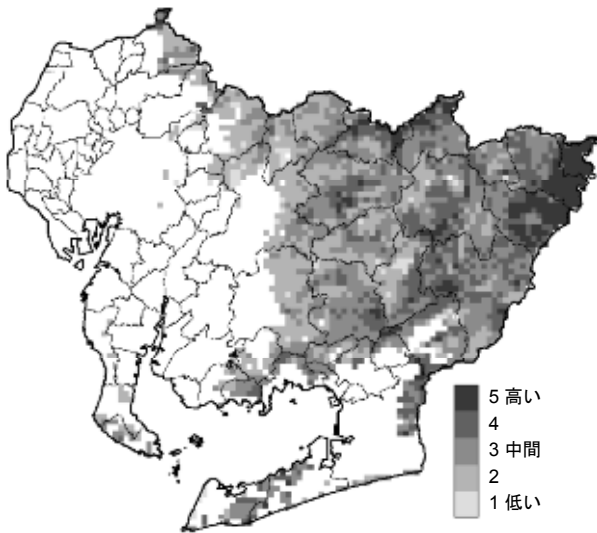


図-9 山地災害防止機能の評価

町の矢作川沿いの評価が高かった。そのほかにも小面積ではあるが、河川の流路沿いに評価の高い場所があった(図-9)。このような場所では、山地災害防止を十分配慮した森林管理が必要であると考えられた。

生物多様性保全機能の評価は南北設楽郡の天然林において高く、尾張、西三河地域の二次林が次いで高く、人工林が低くなった。1 kmメッシュの5段階評価では瀬戸市から豊田市にかけての猿投山周辺、豊根村、津具村、稲武町の茶臼山、面の木峠周辺、鳳来町の鳳来寺山周辺の評価が高くなった(図-10)。

今回行った機能評価は試行的な意味合いが大きいものの、それなりに妥当な結果が出たと判断された。今後データの整備、評価方法の改善により、より実用性を高めていくことが期待される。

3. 一定面積の地域を対象とした評価手法の確立 (1) 小流域を対象とした森林機能の数量化

得られた標高データをGRASSのツールで三次元表示したものを図-11に示す。等高線からのDEMの作成にあたって、当初直線的な補間を試したが、三次元表示では問題ないものの、等高線ごとに標高の変化量が変わるため地形解析の元デー

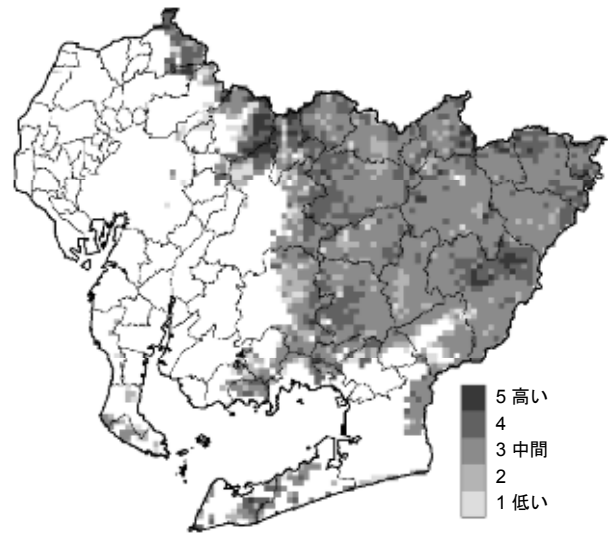


図-10 生物多様性保全機能の評価

タとしては不適であった。そのため、滑らかな地表面が得られるスプライン曲線による補間法を用いたが、等高線ごとに急激に傾斜が変化しないよう、また実際の地形にはない凹凸地などのオーバーシュートが生じないように、パラメータの決定に注意が必要であった。

標高から求めた、地形因子、水文因子の地図を図-12~19に示す。

試験林の標高は250mから450mまで各階級にほぼ同じ面積が分布しており、大きくいえば片斜面にあるといえる(図-20)。傾斜は流域内ではやや緩やかであるものの、15° から35° の面積が多

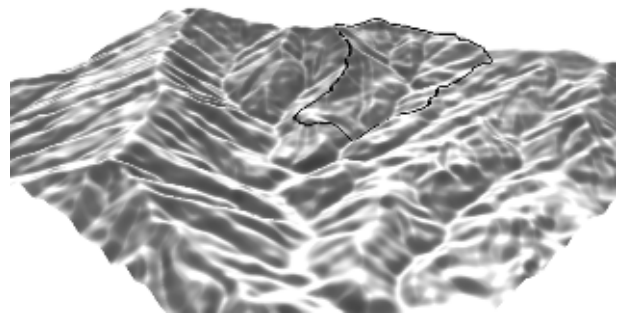


図-11 対象流域の三次元表示

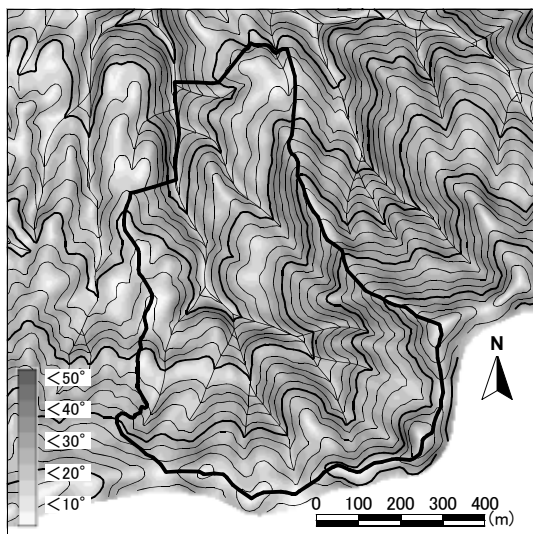


図-12 試験林流域の傾斜図

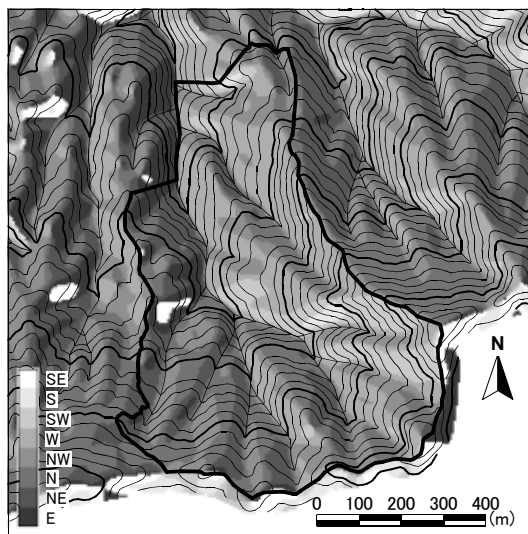


図-13 試験林流域の斜面方向図

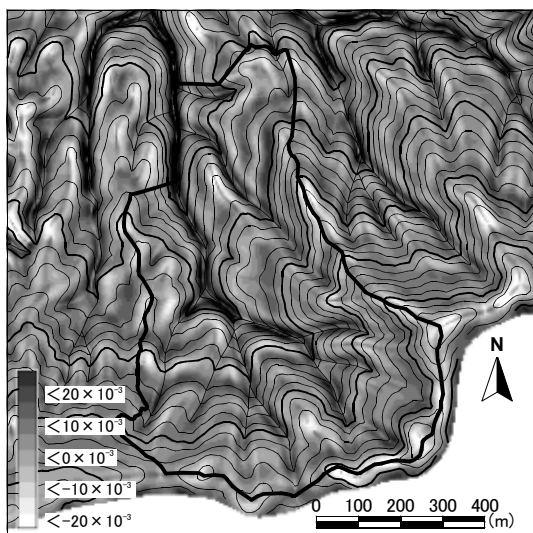


図-14 試験林流域の縦断変化量図

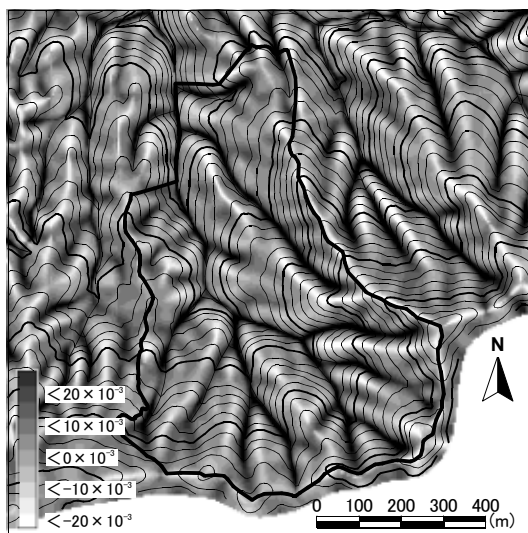


図-15 試験林流域の横断変化量図

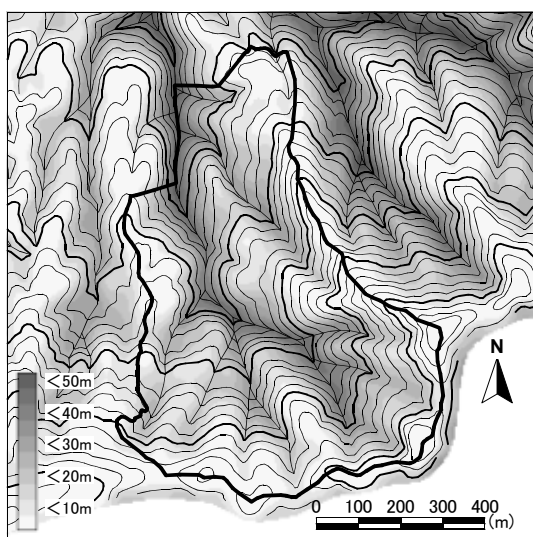


図-16 試験林流域の侵食高図

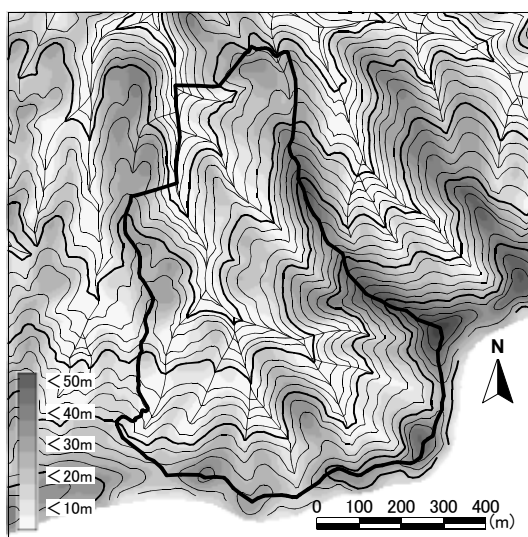


図-17 試験林流域の未侵食高図

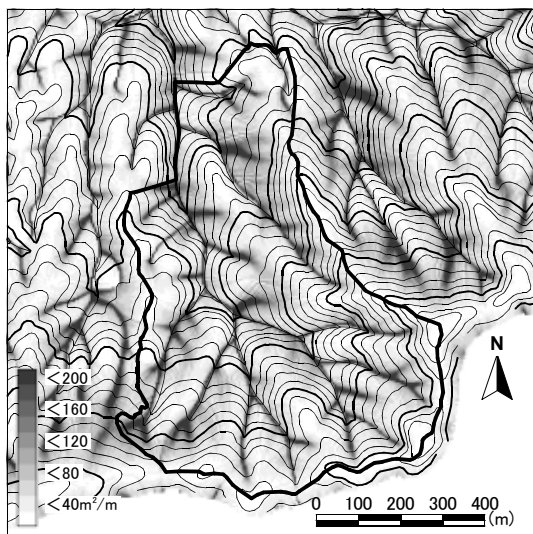


図-18 試験林流域の集水面積図

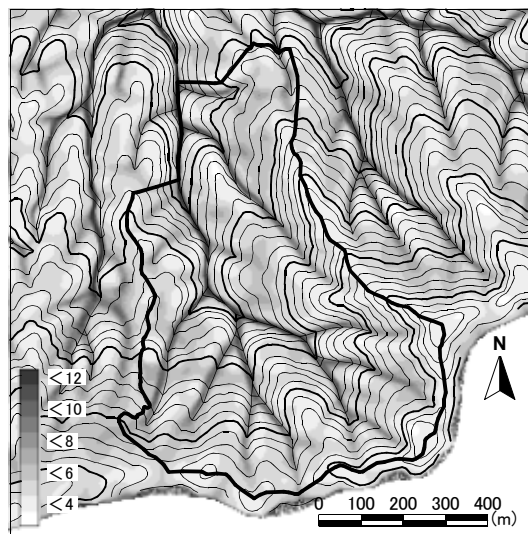


図-19 試験林流域の地形指数図

い。傾斜による下層植生、土壌型の違いは特に認められなかった(図-21)。斜面方向では試験林においては北から西向き斜面が大部分を占め、南向きの斜面はほとんどなかった。下層植生ではチゴユリ・コウヤボウキが、土壌型ではBcが西向き斜面に特に出現するのが特徴的であった(図-22)。Bc型の土壌は風衝地に出現する土壌型であり、西向き斜面においての北西の季節風の風当たりが強いことを伺わせた。

縦断面形状、横断面形状は変化率で表され、変化率0は傾斜の変化がないことを意味する。負は凸地形(上昇斜面)、正は凹地形(下降斜面)を表し、絶対値が大きいほど曲率が大きい。縦断面形状と下層植生との関係ではヒサカキの分布が上昇斜面に、ヤマアジサイ、タマアジサイは下降斜面に分布の偏りが見られた。土壌型との関係は、Bc、B_{D(d)}が上昇斜面に、B_Dが下降斜面に分布が偏った(図-23)。横断面形状との関係も縦断面形状と似たような傾向となったが、縦断面では分布の偏りのなかったチゴユリ・コウヤボウキが横断面ではやや凸地形に分布が偏った。土壌型ではBc、B_{D(d)}が凸地形に、B_Dが凹地形に分布が偏った(図-24)。

侵食高、未侵食高と下層植生との関係ではヒサ

カキ、チゴユリ・コウヤボウキは侵食高が小さく未侵食高が大きい場所に、ヤマアジサイ、コアカソ、タマアジサイは侵食高が大きく未侵食高が小さい場所に分布していた。コアアジサイは中間的な分布を示した。土壌型ではB_B、rB_Cは侵食高が小さく未侵食高が大きい場所に、B_Dは侵食高が大きく未侵食高が小さい場所に分布した。Bc、B_{D(d)}は中間からやや侵食高が小さい場所に分布が広がっていた(図-25, 26)。侵食高、未侵食高ともに下層植生、土壌型との関係が認められ、特に尾根部下層植生、土壌型は侵食高との関係が、谷部の要素は未侵食高との関係が明瞭であった。

集水面積と地形指数といった水文属性との関係では、下層植生は事前の予想に反して、目立った傾向はみられなかった。土壌型では集水面積、地形指数ともに、B_B、Bc、B_{D(d)}の数値が小さく、B_Dの数値が大きかった(図-27, 28)。下層植生、土壌型とも水文因子より地形因子のほうが関係が強かった原因として、元となるデータが地形により区分されたことによる影響も可能性として考えられた。

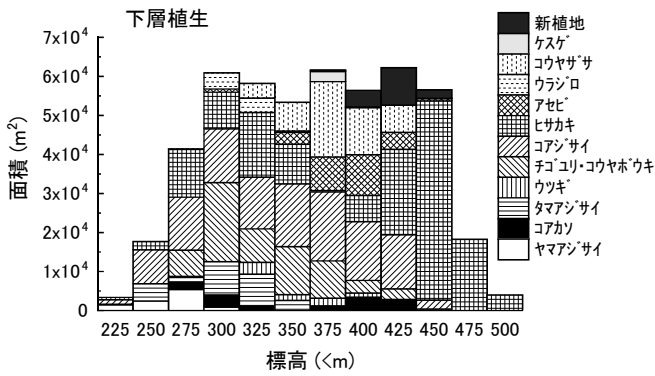


図-20 下層植生、土壌型別の標高分布

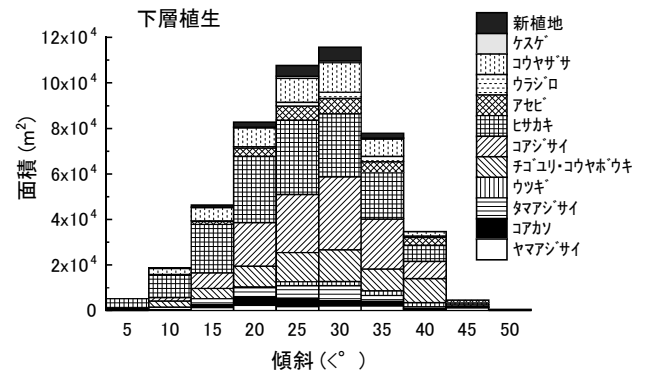


図-21 下層植生、土壌型別の傾斜分布

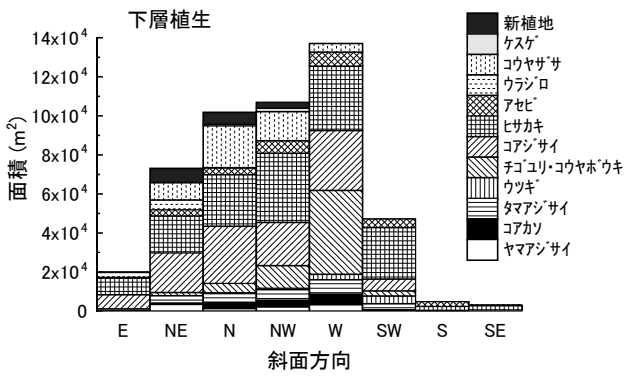
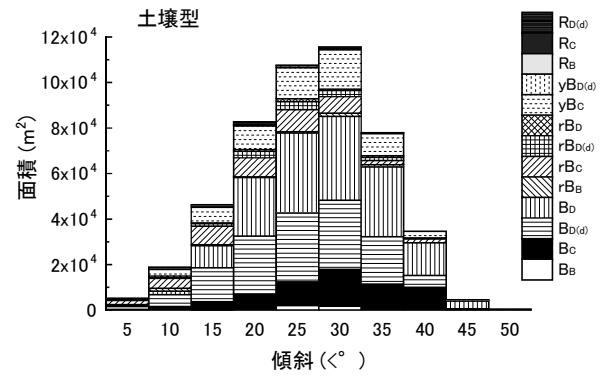
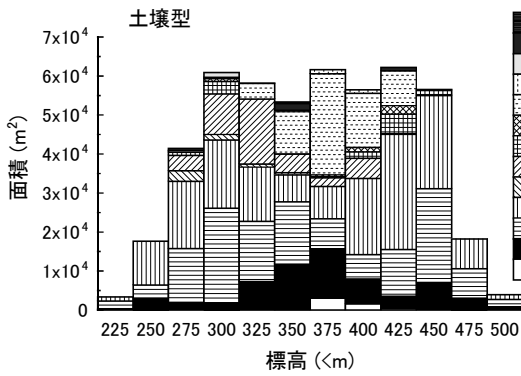


図-22 下層植生、土壌型別の斜面方向分布

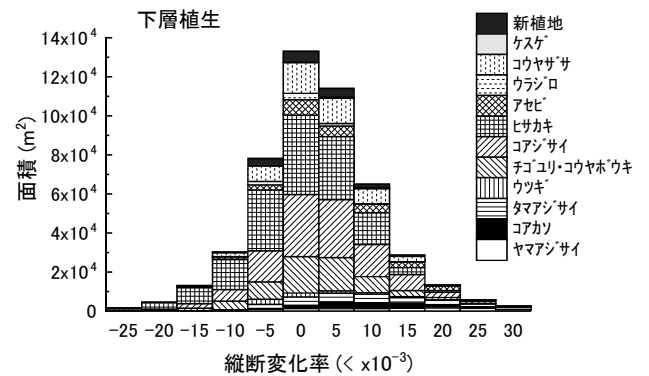
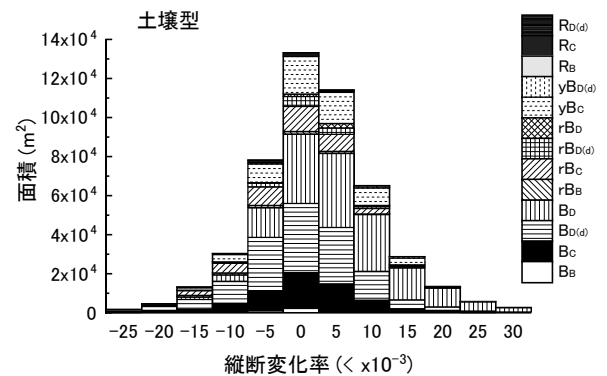
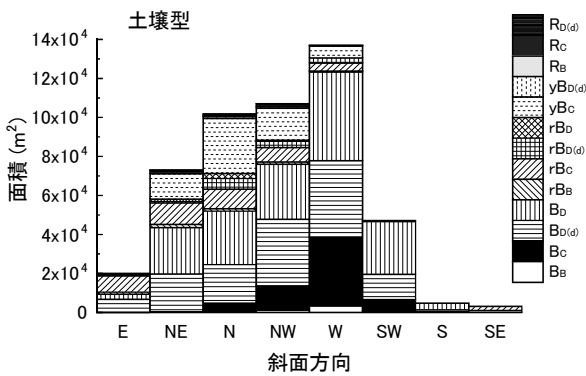


図-23 下層植生、土壌型別の縦断面形分布



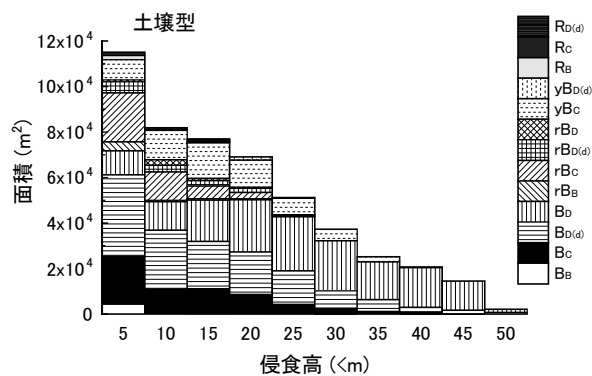
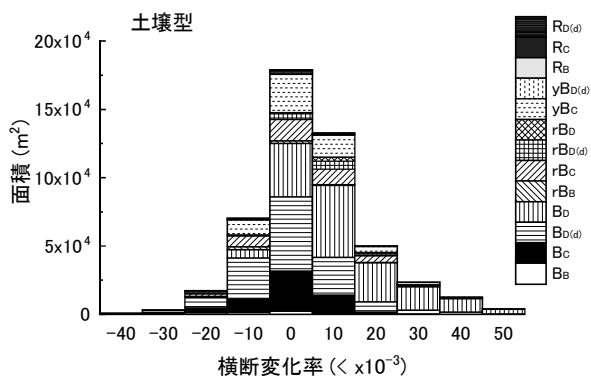
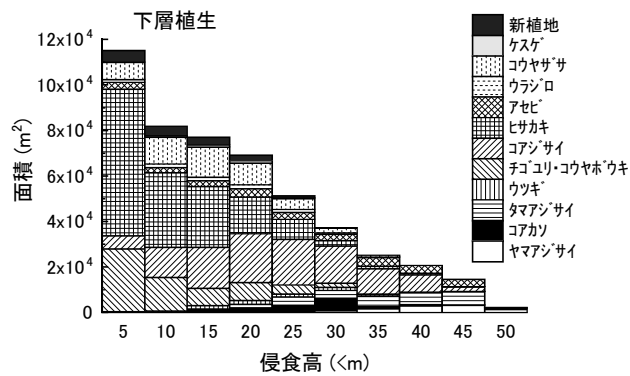
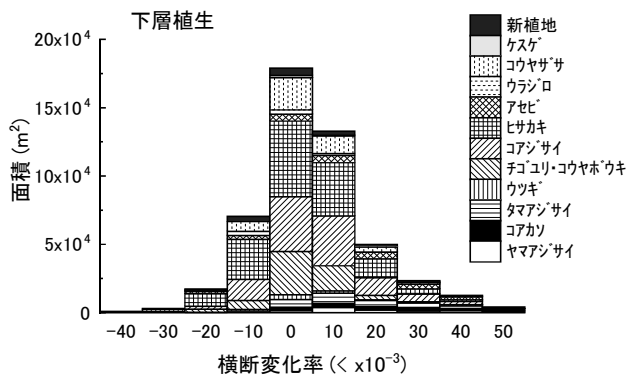


図-24 下層植生、土壌型別の横断面形分布

図-25 下層植生、土壌型別の侵食高分布

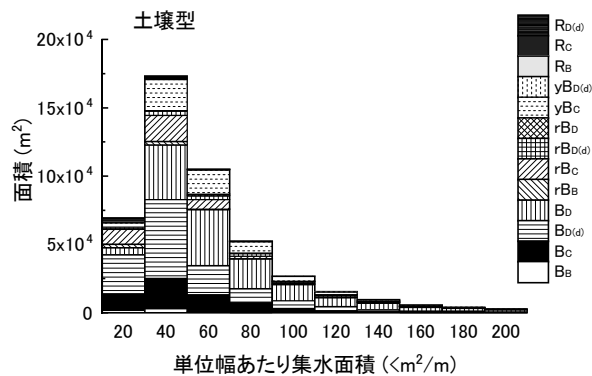
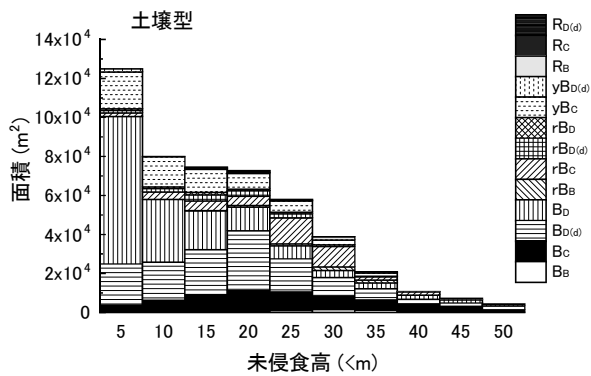
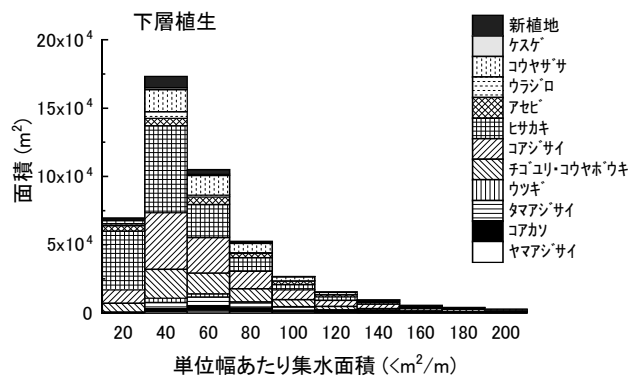
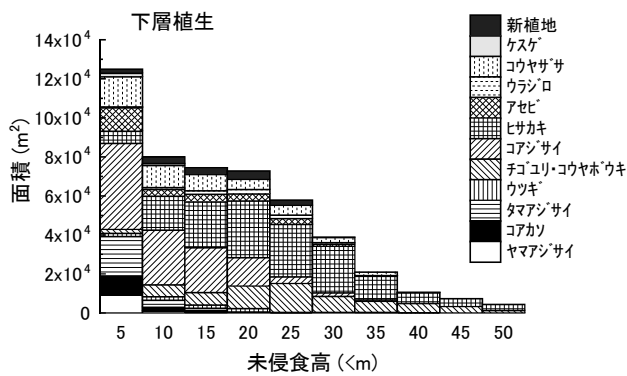


図-26 下層植生、土壌型別の未侵食高分布

図-27 下層植生、土壌型別の集水面積分布

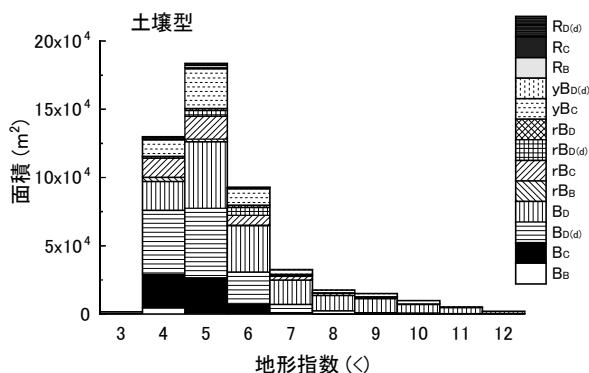
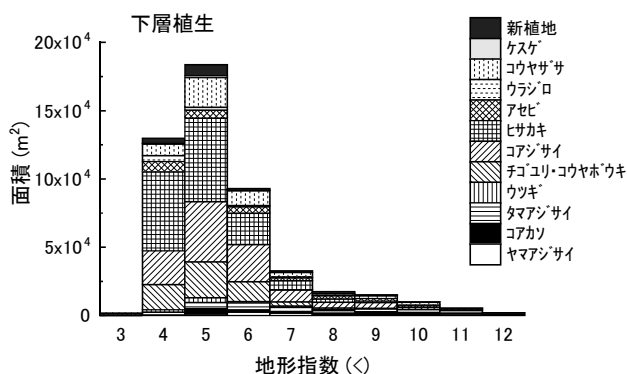


図-28 下層植生、土壌型別の地形指数分布

(2) 東海豪雨災害に基づく山地災害の分析

対象地の森林の標高は75mから250mにかけて分布しており、崩壊地の標高分布もあまり違いはなかったが、175mから225mにかけてやや発生が多い傾向がみられた(図-29)。斜面傾斜では崩壊地は森林地域と比較し約10° 大きい方向に傾斜の分布が移動した。傾斜30° までは傾斜が大きくなるに従い、発生率が高くなる相関を示し、サンプル数が少なくなるためばらつきは大きくなるものの40° までは同じ傾向であった(図-30)。崩壊地の斜面方向別分布では南向き斜面での発生数が多く、発生率も高かった(図-31)。

縦断面形では0から 10×10^{-3} の変化率、すなわち下降斜面における発生率が高かった。また、崩壊地周囲20mの崩壊地面積率は正負とも変化率が大きい値でも高くなっており、崩壊地が尾根、谷といった変化率の大きい場所の近くに位置していることが推察された(図-32)。横断面形では $5 \times$

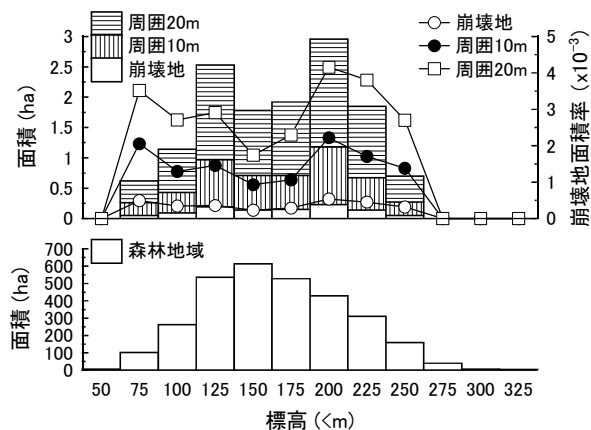


図-29 崩壊地の標高分布

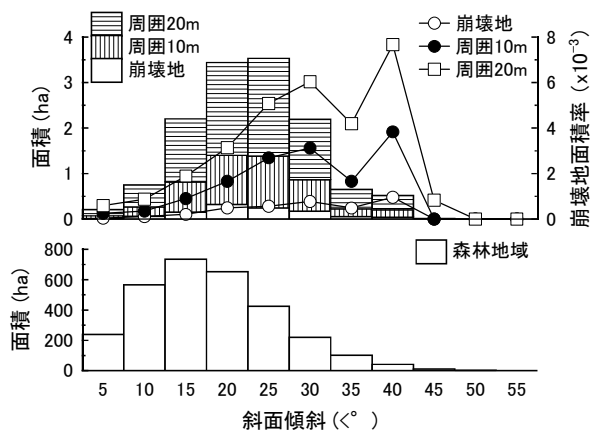


図-30 崩壊地の傾斜分布

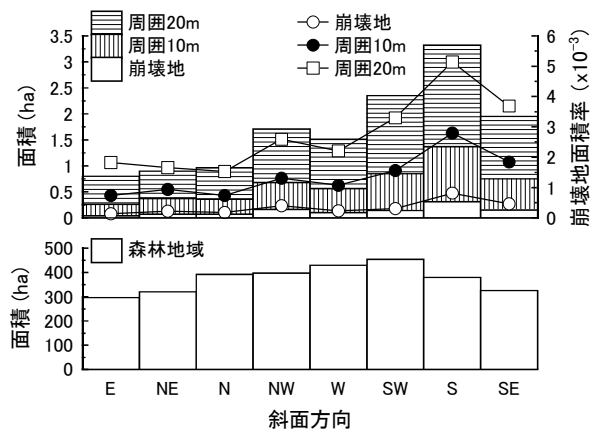


図-31 崩壊地の斜面方向分布

10^{-3} から 15×10^{-3} の変化率、すなわち凹地形での発生率が高かった。崩壊地の横断面形の分布は、縦断面形より偏りの程度が大きかった(図-33)。

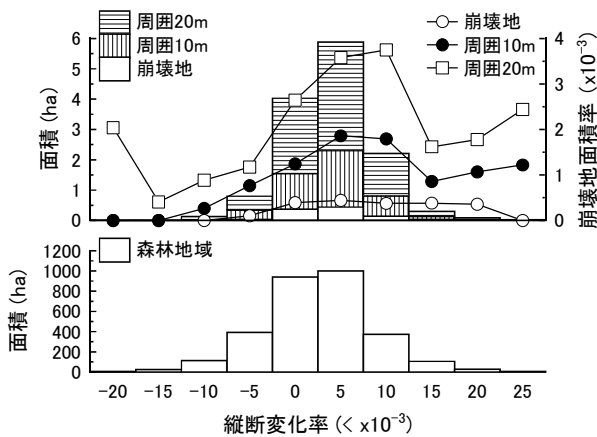


図-32 崩壊地の縦断面形分布

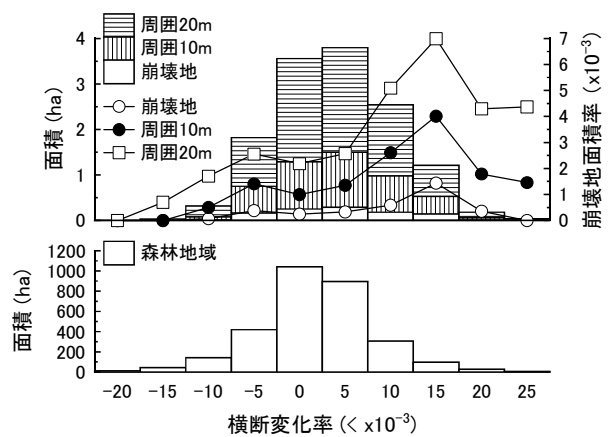


図-33 崩壊地の横断面形分布

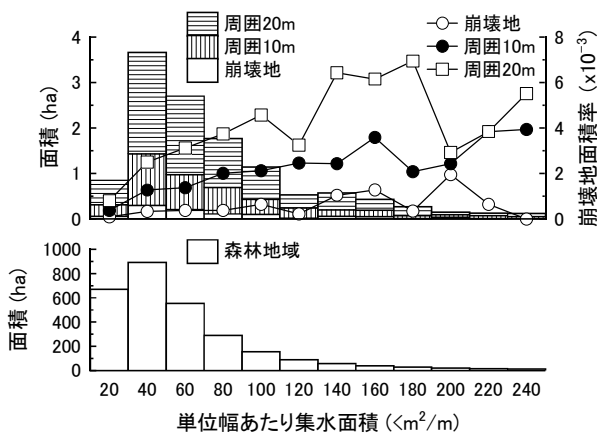


図-34 崩壊地の集水面積分布

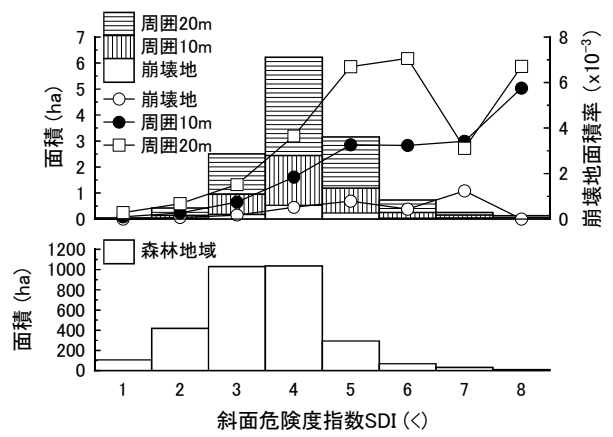


図-35 崩壊地の危険度指数分布

集水面積との関係においては、集水面積が大きくなるに従い、崩壊地面積率も高くなる傾向を示した。ただし、集水面積の分布は値が大きくなると指数関数的に減少する分布であり、横軸をリニアでとったグラフでは値がばらついた（図-34）。危険度指数は対数による指数としたため、分布は正規分布に近い形を示した。危険度指数と崩壊地面積率と明らかな関係が認められ、危険度指数4以上の面積率が高かった（図-35）。

以上のことから山地災害の危険箇所の抽出に必要な地形因子として、傾斜、縦断面形、横断面形、集水面積が有効であることが明らかになった。危険度指数についても崩壊地との強い相関が認められたものの、傾斜と集水面積のどちらが作用して

いるのか不明であることと、非常に急傾斜の場所で危険度が小さくなる可能性の考慮など、より詳細な検討が必要であると考えられた。なお、山地災害には地形因子だけではなく、地質、土壌、植生など他の因子も関係しており、これらを併せて検討していくことも今後の課題である。

山地災害の分析は、当初50mの解像度のDEMを用いて行ったが、傾斜以外は崩壊地との関係がはっきりせず、斜面方向の分布は10mでの計算結果とかなり違いがあった。今回使用した10mのDEMは解像度50mから補間したものであるが、山地災害の分析を行う際に一定の精度の範囲内で使用可能であると考えられた。今後、レーザースキャナなどから得られる高精度なDEMが整備されれば、

より分析の可能性が広がるであろう。

IV まとめ

今回の研究においては、ラスターの解析が行えるGISを構築し、様々な解析を行うことができた。ラスターの分析はベクターに比べて重ね合わせが容易であり、パソコン上での計算処理も比較的軽かった。

地形データ、気象データ、環境データを用いて県下森林の属性や機能評価を行うことができた。同様の手法により、造林における樹種選定や施業体系の区分の可能性が示唆された。ただし、森林の機能区分を行うためには、各機能を評価したうえでその評価値をどのように取り扱うかという判断が必要であり、選択肢は一つではない。現段階では、基礎となる機能評価の精度向上が重要であると考えられる。

一定面積の地域を対象とした分析では、詳細なデータを整備することにより、地形と森林属性との関係や山地災害との関係を把握することができた。ここでは、5mもしくは10mのDEMを分析に使用したが、その有効性が明らかになった。

GISは地図上に表すことのできるあらゆる事象をデータ化し、分析できるツールであり、その可能性は非常に大きい。現在、ハードウェア、ソフトウェアともに処理に十分なレベルに達しているが、ベースとなるデータの蓄積が遅れている。今後のデータの整備とともに、GISを使用した森林研究の進展が期待される。

V 参考文献

- (1) 愛知県尾張事務所林務課編 (2001) 東海豪雨災害—尾張地域の山地災害と対策—, 57pp, 尾張治山・緑化振興会, 瀬戸.
- (2) 荒木峻, 沼田眞, 和田攻編 (1985) 環境科学辞典, 1015pp, 東京化学同人, 東京.
- (3) 小林元男, 山下昇 (1985) 試験林調査報告. 愛知林試報21: 40—121.
- (4) 建設省国土地理院監修 (1998) 数値地図ユーザーズガイド (第2版補訂版), 471pp, 日本地図センター, 東京.
- (5) 中山大地, 隈元崇 (2000) 細密DEMに関する研究展望. (デジタル観測手法を統合した里山のGIS解析—東京大学空間情報科学研究センターシンポジウム—, 杉盛啓明ほか編, 85pp, 地域環境GIS研究会), 31—34.