

# 和歌山演習林における森林情報処理と数値地形図の利用

長谷川尚史\*・吉村哲彦\*\*

## 1 はじめに

森林に関する情報は膨大であり、和歌山演習林においても年々蓄積される森林情報のデータベース化は急務である。現在、和歌山演習林にはパーソナルコンピュータ（マッキントッシュ）をベースにした GIS システムが導入されている。このシステムの特徴は、基本ラスタデータとして、1m間隔の空中写真の画像データ（デジタルカラーオルソフォトマップ）と 2m間隔の林冠面及び地表面標高データを持っている<sup>1)</sup>ことである。

和歌山演習林は急峻であり、森林経営や林道の計画の際には、地形に関する情報に十分注意をしなければならない。例えば、集水面積は林地の水分環境を示し、斜面傾斜は土砂流出の危険性を示す重要な指標である。このような各種の経営、作業に対する指標を知ることができれば便利であるが、演習林全域で詳細な調査を行うことは不可能に近い。しかし、数値地形図を使用すれば、上記に示したような、地形に深く関与すると思われる各種の森林情報を簡単に得ることができる。これらの情報を的確に処理することによって、林地の状況に適した森林管理が可能になると考えられる。

そこで本報では、和歌山演習林の GIS システムに使用されている DEM(digital elevation maps, 数値地形図) の分析事例について述べ、それらを統合した指標の一例として崩壊危険度を算出したので、その結果について報告する。

## 2 方法

崩壊危険度判定の理論的解説は既報<sup>6,7,8)</sup>で行っているため、本報では数値地形図を使用して地形の判断を行い危険度を自動的に判定する部分について説明する。崩壊危険度は、崩壊の危険性すなわち斜面の安定性を数値化したものである。斜面崩壊発生地<sup>9)</sup>の十分な予測は現時点では不可能であるが、一般に崩壊は谷部で起こりやすく尾根部では起こりにくい。つまり、地形によって、そのような確率には明らかに大きな違いがある。崩壊危険度は、そのような「確率」を示しており、どこでいつ起こるという「予測」ではない。しかし、林道を計画する場合には、確率の

---

Hisashi HASEGAWA and Tetsuhiko YOSHIMURA

Forest information processing and use of DEM in Kyoto University Forest in Wakayama

\* : 京都大学農学部附属演習林      \*\* : 京都大学農学研究科

低い場所をつないで路線を決定すれば路線全体の安全性は増加する。実際このような手法を用いることによって、傾斜が急で降水量もたいへん多く路網など不可能と思われるような山岳地で高密度路網を開設し成功している事例もある<sup>2,3)</sup>。

崩壊危険度を判定する要因は「傾斜」「斜面横断形状」「傾斜変換点」「集水面積」である。まず、これらの各要因について25mメッシュを用いて判定する方法について述べる。

「傾斜」の計算にはメッシュ四隅の4点を用いるが、一平面を構成するには3点で十分なので、1点余分となる。渡辺<sup>5)</sup>は、このような場合の傾斜の計算に以下の式を示しており、それを利用した。

$$\theta = \sin^{-1} \left[ \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2 + 1}} \right]$$

ただし、

$$a = \frac{(z_1 + z_2) - (z_3 + z_4)}{2 \times D}$$

$$b = -\frac{(z_1 + z_3) - (z_2 + z_4)}{2 \times D}$$

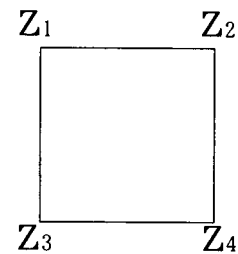


図-1 傾斜の判定

ここで、 $z_1, z_2, z_3, z_4$  は、図-1 に示すメッシュ四隅の標高値であり、 $D$  はメッシュ間隔（本報では25m）である。

「斜面横断形状」は、尾根、谷、そのどちらでもないまっすぐな斜面を判定する指標である。このような判定には、竹内ら<sup>4)</sup>によって凹凸指数が提案されており、その考え方を援用して以下の式から求めた。

$$I = (d + e + h + i) / 4 - (a + b + c + f + g + j + k + l) / 8$$

ここで、 $I$  は凹凸指数であり、 $a \sim l$  は図-2 の A~L の標高値である。この  $I$  の値によって以下のような判定を行っている。

- $I < -15$             ならば、斜面横断形状は凹
- $-15 < I < 15$       ならば、斜面横断形状は平行
- $I > 15$              ならば、斜面横断形状は凸

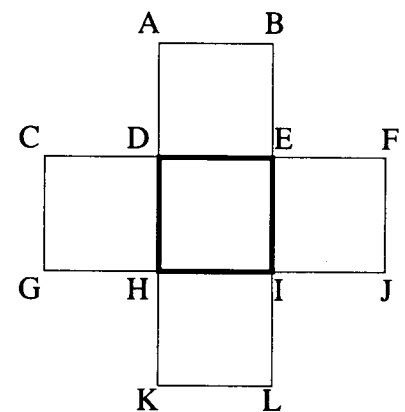


図-2 凹凸指数

「傾斜変換点」は、斜面縦断方向における傾斜変換点に対する位置関係を示している。傾斜変換点は斜面崩壊や地滑りの先端部と考えられ、非常に不安定な地形である。そこで、図-3 に示すような区分を行った。図-4 において、中心メッシュ（Center：以下 C とする）の変換点を

判別するとき、まず周囲 4 メッシュの中から最も平均標高の高いメッシュ (High: 以下 H とする) と最も平均標高の低いメッシュ (Low: 以下 L とする) を選択する。

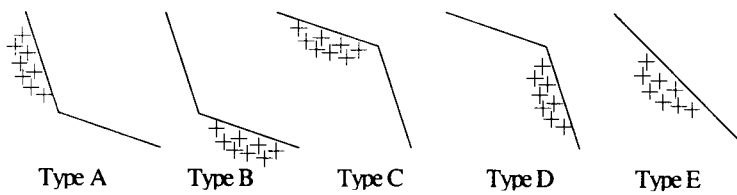


図-3 傾斜変換点の分類

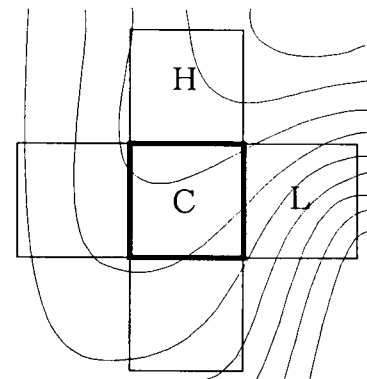


図-4 傾斜変換点の判定  
曲線は等高線。この例ではタイプCと判定される。

ここで、C、H、L の各メッシュにおける傾斜度をそれぞれ  $c$ 、 $h$ 、 $l$  とするとき、中心メッシュ C における「傾斜変換点」のタイプを以下のように判定する。

$|l-c| > |h-c|$  かつ  $|l-c| > 10$  のとき

$l > c$  ならば、タイプ C: 凸型傾斜変換点の上

$c > l$  ならば、タイプ A: 凹型傾斜変換点の上

$|h-c| > |l-c|$  かつ  $|h-c| > 10$  のとき

$h > c$  ならば、タイプ B: 凹型傾斜変換点の下

$c > h$  ならば、タイプ D: 凸型傾斜変換点の下

どちらでもない ( $|h-c| < 10$  かつ  $|l-c| < 10$ ) のとき

タイプ E: 周辺に傾斜変換点はない

以上のプロセスにおいては、H は C よりも標高が高く、L は C よりも標高が低くなければならない。これに該当しない H や L については C との関係を考えず、もう一方の H あるいは L と C との関係だけを用いて判定することとした。

「集水面積」は、ある地点の水の集まり方を示したものであり、谷部で大きく尾根部で小さくなる。本報では、すべてのメッシュに一単位の降雨量を与え、図-5 のような周囲 8 メッシュのうち、最も平均標高が低いメッシュへすべての水が流れるものとして、シミュレーションを行った。ただし、中心のメッシュの平均標高が最も低い場合には、水はこのメッシュから流出せず、滞留することとした。このシミュレーションにおいて、各メッシュを通過する単位水量にメッシュ面積をかけたものを集水面積とした。

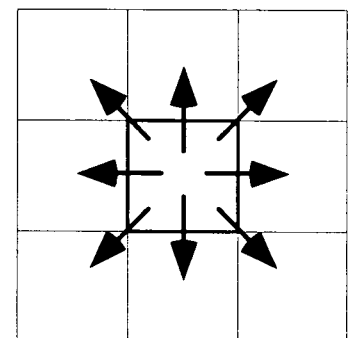


図-5 集水面積の判定

### 3 結果

図-6 は、和歌山演習林の地形を 3 次元的に見た図であり、いわば白地図である。図-7~10 は、それぞれ「傾斜」「斜面横断形状」「傾斜変換点」「集水面積」を示したものである。これらの情報を統合して計算された崩壊危険度を示したものが図-11 である。谷部を中心に危険なエリアが分布し、尾根を中心に安全なエリアが分布する。この図を参照することによって、安全性の高い林道網計画が可能になる。路線を入れるポイントは、安全なエリアが広がっている場所にヘアピンカーブを配置しながら、既存林道から尾根まで到達することである。現在、この林道網計画まで、すべてコンピューターに決定させようという試みがある。その詳細は文献<sup>6)</sup>に示すが、アルゴリズムをさらに改善することによって、その実用化は十分可能であると考えている。

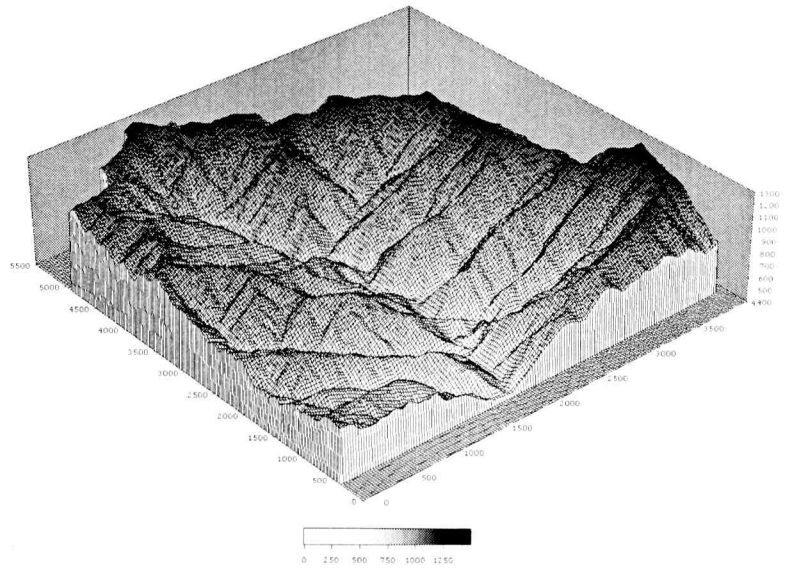


図-6 和歌山演習林の地形

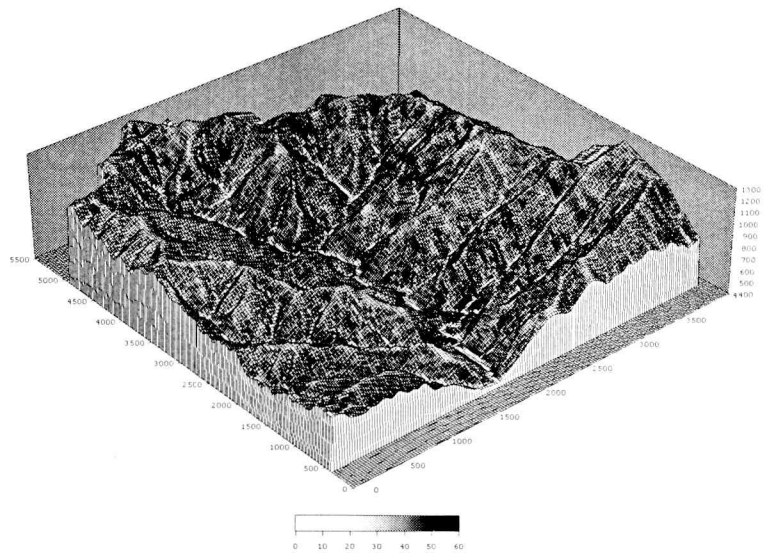
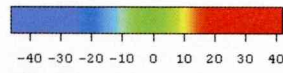
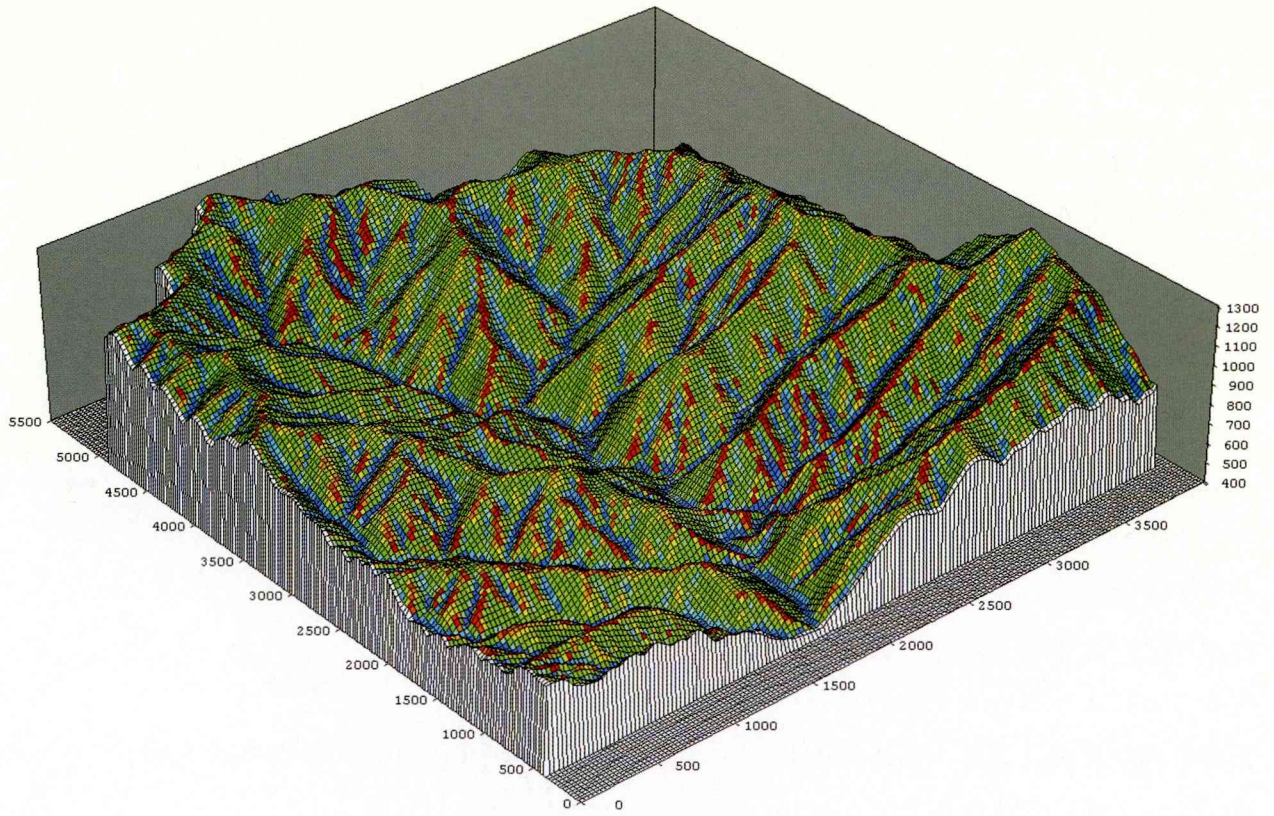


図-7 傾斜

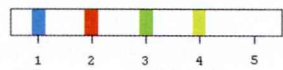
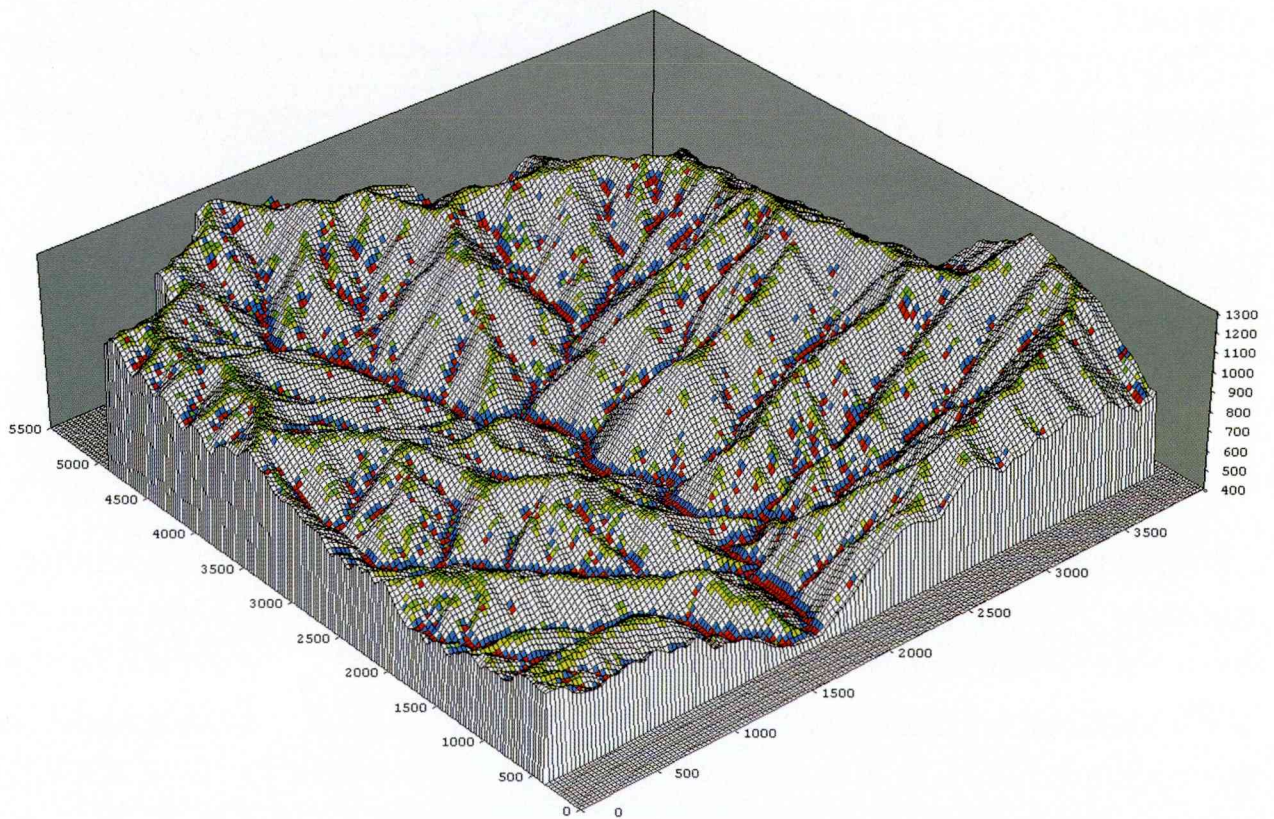
### 4 おわりに

本報では森林における数値地形図利用の可能性を、DEM からの各種情報の分析と崩壊危険度地図作成という実用的観点から示した。現在 DEM は、国土地理院から 50m 間隔の数値地形図が発行されているが、これは 1/25,000 の地形図をもとに生成されたもので、山地の地形の起伏などの再現性が十分ではなく、細かな尾根、谷が消えている。そのため、詳細な地形解析には不向きであろう。

本研究で使用したメッシュは 25m 間隔のものであり、国土地理院から発行されている 50m よ



图一8 斜面横断形状



图一9 倾斜变换点

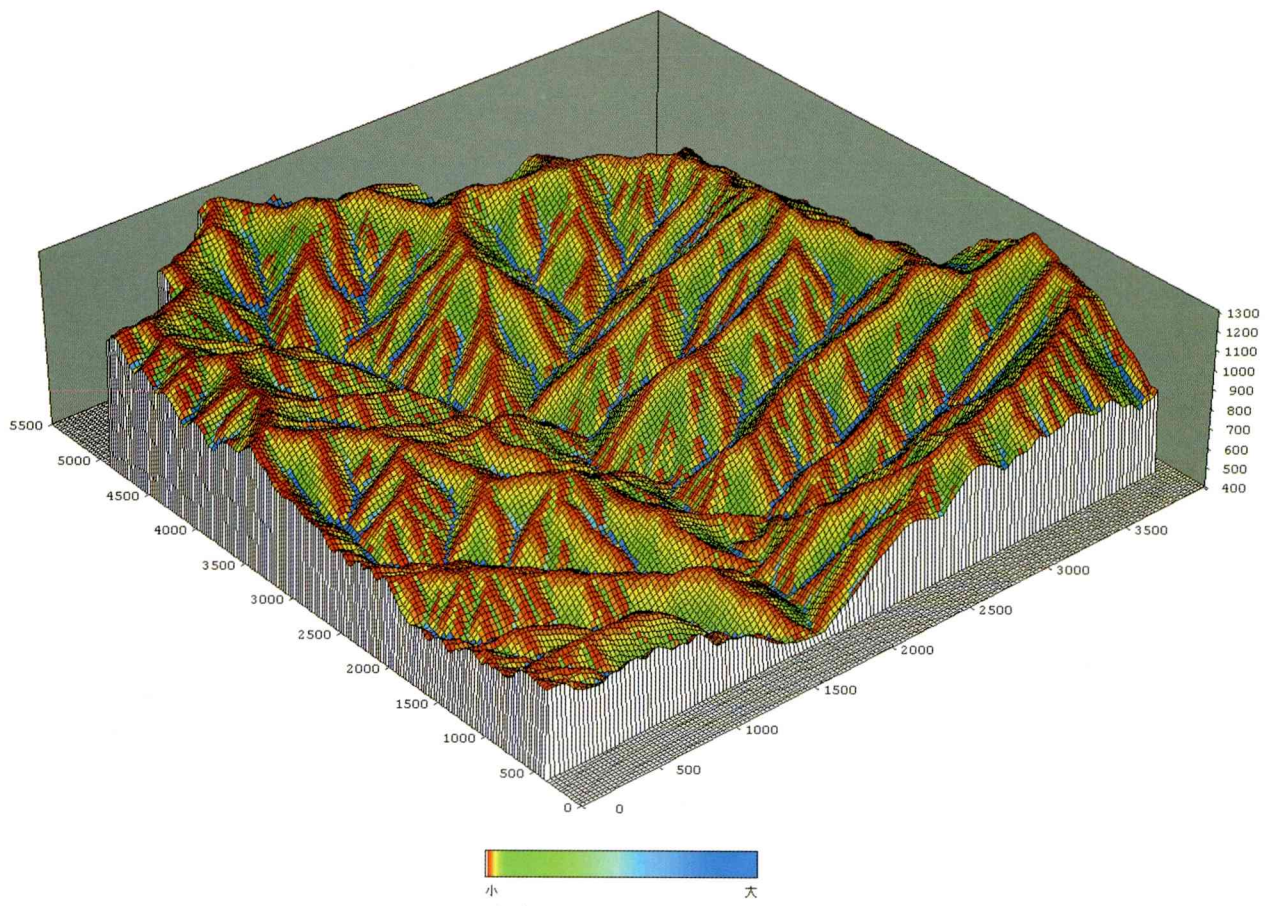


圖-10 集水面積

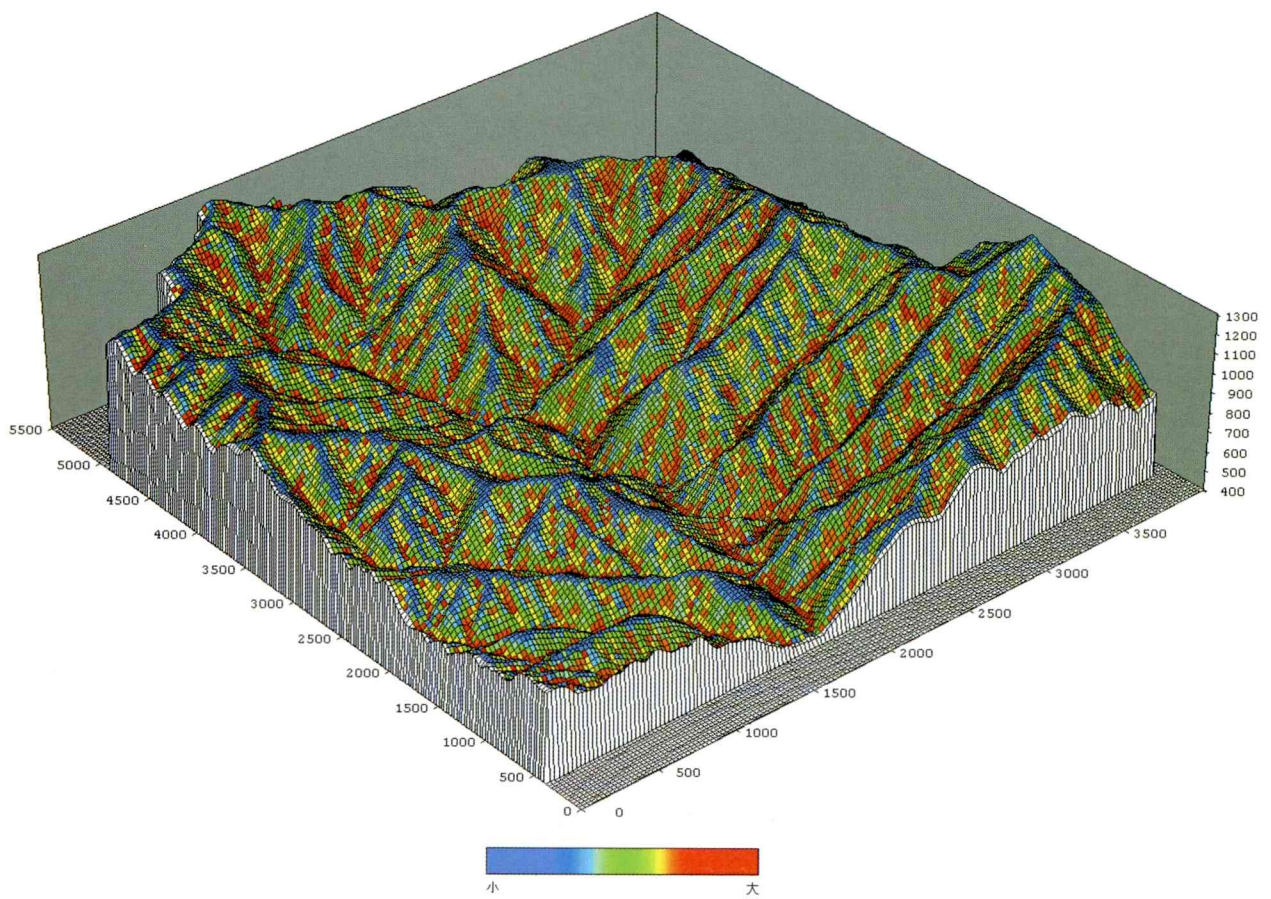


圖-11 崩壞危險度

りも詳細なものである。現時点で 25m 間隔の数値地形図は、1/5,000 の森林基本図の等高線から手作業で作成しなければならないが、本報告で一例を示したように森林管理に有用な情報を得ることができる。本報告で作成したデータも、和歌山演習林の GIS システムにおける基礎ラスタデータとして活用する予定である。

なお、崩壊危険度判定プログラムは京都大学農学研究科大学院生の佐々木重樹氏（現勤務先：静岡県）によって作成されており、京都大学農学研究科森林利用学研究室ホームページ（<http://brkiym-1.kais.kyoto-u.ac.jp/>）より公開している。また、同氏が作成した数値地形図作成プログラム（デジタイザーから読みとった等高線データを数値地形図に変換するもの）も併せて公開している。

#### 引用文献

- 1) 長谷川尚史・境慎二郎・浅野善和・山田幸三・松場輝信・松場京子 (1996) 和歌山演習林における人工林調査(Ⅲ)－固定標準地の標準性と類型化について－. 京大演集報 29. 69-83.
- 2) 大橋慶三郎 (1992) 路網を生かした間伐林業のマネージメント. 187pp. 全国林業改良普及協会. 東京.
- 3) 大橋慶三郎・神崎康一 (1989) 急傾斜地の路網マニュアル. 173pp. 全国林業改良普及協会. 東京.
- 4) 竹内典之・光枝和夫・長谷川孝・境慎二郎・藤本純也・松場京子 (1992) 和歌山演習林における人工林調査(I)スギ人工林の樹高について(1). 京大演集報 23. 81-89.
- 5) 渡辺宏 (1993) 最新森林航測テキストブック. 264pp. 日本林業技術協会. 東京.
- 6) Tetsuhiko Yoshimura (1997) Development of an Expert System Planning a Forest Road Based on the Risk Assessment. 82pp. Kyoto University. Kyoto.
- 7) Tetsuhiko Yoshimura and Kouichi Kanzaki (1995) Method of Planning a Forest-Road Network Using Slope Failure Potentials. Proceedings of the Technical Sessions of Subject Group 3.06. IUFRO XX World Congress. Forest Operations Under Mountainous Conditions. 103-110.
- 8) 吉村哲彦・神崎康一 (1995) 破碎帯急傾斜地における崩壊危険度を用いた高密度路網の計画法(I)地形図による崩壊危険度の判定. 日林誌 77(1). 1-8.