山城史跡の公園整備における管理目的設定のための 景観解析と意思決定支援

佐藤 妙¹・宗円 典久¹・伊藤 哲^{1*}・山川 博美²
島田 正浩³・光田 靖⁴

¹ 宮崎大学農学部 889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1

² 鹿児島大学大学院連合農学研究科 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24

³ 宮崎市教育委員会文化振興課 880-8505 宮崎県宮崎市橘通西 1-1-1

⁴ 森林総合研究所森林管理研究領域 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

Decision support based on landscape analysis for planning of an ancient mountain castle ruin park in Miyazaki, southern Kyushu

Tae Sato¹, Norihisa Soen¹, Satoshi Ito^{1*}, Hiromi Yamagawa²,
Masahiro Shimada³, Yasushi Mitsuda⁴

¹ Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, 1-1 Gakuen Kibanadai Nishi, Miyazaki,
889-2192 Japan

² The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, 1-21-24,
Korimoto, Kagoshima, 890-0065 Japan

³ The Cultural Promotion Department, Miyazaki Board of Education, Miyazaki City Office,
1-1-1, Tachibanadorinishi, Miyazaki, 880-8505 Japan

⁴ Department of Forest Management, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI),
1, Matsunosato, Tsukuba, 305-8687 Japan

Abstract: Mukasa ruin of ancient mountain castle, located in Miyazaki, southern Kyushu, has been designated as a National Historic Ruin by Agency for Cultural Affairs, and requires an appropriate strategy of management. Management of this type of mountain castle ruin should take into account the two aspects of management objectives: preservation of topography (which itself has a historic value), and promotion of educational use. We aimed to propose a decision support model based on functional evaluation of site and vegetation conditions in relation to these two aspects, and to examine its usefulness by sensitivity analysis. Two axes corresponding to these two aspects were evaluated by scoring the relating topography and vegetation features hierarchically. In the scoring procedure, unchangeable factors such as topography or the academic value of each ruin part were weighed more than those which can be improved by management practices such as vegetation types or structure. Based on the combination of the scores of two axes, focal parts of the ruin area were classified into four types having different management objectives: 1) intensive management compatible with both conservation and educational use, 2) conservation- preferred management, 3) educational use-preferred management, and 4) less intensive management. This method was able to provide objective priority and required intensiveness of management simultaneously. Sensitivity analysis was performed by producing four different alternatives using different threshold scores for two axes. By overlaying the alternatives, several parts were extracted to have a consistent management objective throughout the all alternatives. These parts were considered to be the cores for establishing a management plan considering different potential opinions setting different priorities. These analyses enabled to provide information

* 連絡先 : s.ito@cc.miyazaki-u.ac.jp

受付 : 2008 年 3 月 13 日 / 受理 : 2008 年 4 月 18 日

for efficient decision support.

Key Words: Decision support, GIS, Intensiveness, Landscape analysis, Priority, Sensitivity analysis

要旨：宮崎市の山城史跡穆佐城跡は国指定史跡であり、現在その有効な管理方策の立案が望まれている。山城史跡の整備・保全においては、史跡としての価値そのものである山体形状の保全、および史跡の公開・教育的利用を目的とした植生管理が必要とされる。そこで保全および利用の2軸から穆佐城跡の立地評価を行い、これに基づき管理方針設定モデルを作成し、その有効性を検討した。立地評価に用いる2軸は、穆佐城跡を構成する複数の因子を階層的なスコアリングにより統合的に評価して作成した。その際、史跡保全上改変出来ない地形要因および史跡そのものの展示利用価値に重みをおいた。立地区分の結果、穆佐城跡の地形的な特徴および史跡としての特徴を反映して各区分が分布した。このように改変不可な要因に重みをおいた階層的なスコアリングにより、史跡としての価値が高い部分を重視したゾーニング案が提示できた。また2軸直交座標系で評価したことにより、管理の方向性と集約度を同時に提示することが可能であった。このモデルの妥当性および意思決定支援上の適用性を検討するため、区分の閾値を変えた複数の代替案作成による感受性分析を行った結果、閾値を変えても管理目的が変化しない場所や、逆に閾値設定によって結果が大きく変動する地点が抽出された。このような分析により、不変的に管理目的を設定できる場所や、一定の制約を持たせるべき場所、さらに重点的に管理目的の是非を検討すべき場所など、意思決定上の優先順位に関する有効な支援情報を提示することが可能であった。

キーワード：意思決定支援, GIS, 景観解析, 管理の優先度, 集約度, 感受性分析

はじめに

宮崎県宮崎市（旧高岡町）の穆佐城跡は、宮崎の中世を代表する山城である（高岡町教育委員会 2004）。穆佐城跡はその遺構の保存状態が極めて良いことから、文化財として保全と活用を前提とした整備を推進していくこととなり、平成8年度に「穆佐城跡保存整備基本計画」（高岡町教育委員会 2004）が策定され、平成14年3月には国指定史跡に指定された。

穆佐城に限らず南九州における中世の山城跡は、その大半がシラス台地縁辺の急崖上にある。中世の山城とは、それに適した小丘を適宜加工して土塁や空堀などを造り、防御機能を高めたものであり、地形そのもの、あるいは自然の地形に多少の人工的な加工を施したものが文化財となっている（高岡町教育委員会 2004）。このように山城は山体の形状そのものが史跡としての重要な価値を有する。穆佐城跡の場合、山体形状がほぼ当時のままに維持されており、遺構の人為的攪乱の度合いが小さいことが、国指定を受けた大きな理由である。したがって、山城である穆佐城跡の整備・保全を行うにあたり、山体の形状の保全は最も重要な要件である。特に、穆佐城跡は崩壊・侵食が発生しやすいとされるシラス上に築城されていることから、斜面侵食や崩壊の発生が懸念される。また、史跡としての役割には一般に向けた史跡の公開ならびに教育的利用もあげられる。しかし現在の穆佐城跡は、その大部分が針葉樹人工林に覆われており、その中に二次林や竹林および果樹園跡などが点在しているため、一般の利用者が史跡として認識することが難しい状況にある。そ

のため史跡としての視認性の確保や、樹木の風倒による山体形状の崩壊・侵食を防ぐような植生管理も必要とされる。

このような特徴をもつ山城史跡の整備計画を立案する上では、その土地の保有する多面的なポテンシャルの評価に基づき、保全・修復または教育・展示利用など適切な管理方針を設定することが重要である（伊藤・光田 2007）。これまで、山城史跡の管理計画が立案された例は、宮崎県内の都於郡城跡など全国に複数あるが、穆佐城跡のようにシラス上に成立する山城史跡が国指定を受け、保全・利用計画が立案された例は極めて少なく（知覧町教育委員会 1997）、また、土地の保有する多面的なポテンシャルを科学的に積み上げて分析した例はほとんどない。この理由のひとつとして、上記のように、山体形状が保全対象であり同時に教育展示利用の素材でもあるという山城史跡の性質上、複数の管理目的の間にトレード・オフが生じるため、管理目的の優先順位付けや具体的配置に関する合理的な合意形成が難しいことが挙げられる。すなわち、山城史跡の教育・観光的な利用のためには施設の導入や植生改変等の整備が必要であるが、これらの整備は史跡表面の改変や山体形状変化のリスク増加を伴うことが多い。また、このような条件の下で史跡の保全と利用を両立できるような集約的な整備を実施するには相応のコストが必要となるため、史跡全体に一律な集約度の整備を行うことは現実的ではなく、場所に応じた適切なコスト配分が求められる。したがって、穆佐城跡に詳細な管理目的の配置を行うためには、城跡内の各部分における保全の必要性和教育・展示利用の可能性を評価することに加えて、これらの情報

を基に、管理目的の設定や集約的にコストを投下する場所の選定について、地域住民や有識者の意向を考慮しながら合意を形成するための効率的かつ合理的な手法が求められる。

そこで本研究では、穆佐城跡における適切な管理方針を設定するために、穆佐城跡の景観構造を学術的価値、地形的特徴、植生の現況および史跡の外部からの可視度等の面から解析し、景観の階層的なポテンシャル評価を用いた段階的な意思決定支援モデルを提案することにより、意思決定支援の方法論を構築することを目的とした。

方法

1. 対象地

調査対象は宮崎県宮崎市西南部（旧高岡町）の穆佐地区に位置する国指定史跡穆佐城跡である（図1）。穆佐城跡は標高約 60 m の丘陵上に位置し、その規模は南北に約 170 m、東西に約 610 m である。丘陵の外郭の多くは傾斜度 30 度以上の斜面となっている。立地の地質は基盤岩である宮崎層群と、この上位に分布するシラスから構成されている。現在の穆佐城跡の法面はシラス層であり、崩壊箇所及び湧水箇所が点在している。

対象地は、1970 年代以前は平坦地のほとんどが畑地や果樹園として利用されており、その傾斜地は一部スギまたはヒノキの植栽がなされていた。1980 年代以降になると、畑地・果樹園のほとんどがスギまたはヒノキの人工林に転換され、現在に至っている。本研究の調査を行なった 2006 年時点では、穆佐城跡

を覆う植生の 8 割はスギまたはヒノキの人工林であり、その他に常緑広葉樹林、果樹園、竹林などとなっている（図-2(c)を参照）。これらのスギ・ヒノキ人工林の多くは間伐が遅れた林分であり、形状比が高く樹冠長の短い個体が多く見られる。なお、史跡指定後は、高岡町（現宮崎市）が史跡のほぼ全域を所有者から買い上げ、市の所有地として管理している。

穆佐城跡は、内部の史跡要素の特徴と分布から 4 つの曲輪群（曲輪群 A、曲輪群 B、曲輪群 C、曲輪群 D）と 3 つの堀切（堀切 I、堀切 II、堀切 III）をベースに区域が区分されている（高岡町教育委員会 2004）（図 1-b）。曲輪群 A および D は主に戦闘に係わる要害機能を発揮した地区であり、曲輪群 B は主郭であった地区、曲輪群 C は家臣団の屋敷として機能した地区とされている。

2. データセット

穆佐城跡のほぼ全域を対象として、現地測量により作成された既存の地形図（標高 1 m 間隔の等高線図：1/1000）（高岡町教育委員会 2004）をイメージ・スキャナでコンピュータに取り込み、GIS ソフト（TNTmips, Microimages 社）上で等高線をトレースすることによりベクターデータを作成した。このデータから、GIS の機能を用いて、1 m 解像度の数値標高モデル（DEM）を発生させた。以降、作成した DEM をレファレンスとして、次に述べる全てのデータをラスター化して解析に用いた。

図 1. 調査地の位置と史跡の概況。

a) 調査地の位置、b) 穆佐城跡整備基本ゾーン区分（高岡町教育委員会 2004）

図2. 基礎調査結果.
a) 傾斜度分布, b) 凹凸度 (ASG), c) 現存植生図, d) 外部からの可視度.

図3. 山体形状の保全の必要性和史跡としての展示利用価値からみた管理方針の設定方法の模式.

図4. 異なる閾値による管理方針の設定方法の感受性分析の模式.

図5. 2つの評価項目のスコアのマッピング結果.
a) 山体形状の保全の必要性, b) 史跡公園としての展示利用価値.

図 6. 2つの評価項目のスコアの中央値を閾値に用いた場合の管理方針設定の結果.

図 7. 異なる閾値による管理方針設定のバリエーション.
凡例は図 6 と同じ.

図 8. 閾値を変化させたときの管理方針 (図 7) の重ね合わせによる不変部分の抽出結果.

GISの機能を用いてDEMから各ピクセルの最大傾斜方向の傾斜度(°)を算出した(図2-a)。また、対象ピクセルからこれに隣接する周囲のピクセル(計8ピクセル)との間の傾斜角(上向きの傾斜を正、下向きの傾斜を負の数値で表す)を求め、この値を平均することで凹凸度の指標のひとつであるASG(Average Slope Gradient)(Błaszczyński 1997)を算出した(図2-b)。この凹凸度指数は、数値が正であれば凹地形、負であれば凸地形を表し、数値の絶対値の大小は凹または凸の度合いを表す。

現存の植生概況を把握するために、航空写真(2001年宮崎県撮影、撮影高度:1200 m)の判読により、穆佐城跡全域の相観的な植生判読を行い、この結果と現地踏査による確認をもとに現存植生図を作成した(図2-c)。また、航空写真判読および現地踏査で認識された個々の植生パッチごとに、パッチ内の最大樹木胸高直径および林床のササの植被率を記録した。針葉樹人工林については、立木密度および林齢の異なる14林分に100~323 m²のプロットを設置し、プロット内の全植栽木について樹高、胸高直径および生枝下高を記録し、形状比(樹高/胸高直径)と樹冠長率([樹高-生枝下高]/樹高×100)の林分平均値を算出した。これらの値を、相観上同質とみなせる林分の属性値として与えた。また、人工林を含む全ての植生パッチについて、パッチ内の最大樹木胸高直径が50 cm以上の林分またはパッチ内の最大樹木胸高直径が50 cm未満の林分の2つに分類した。外部からの穆佐城跡の可視度について、穆佐城跡に隣接する県道の6箇所に視点を設定し、上記のDEMおよびGISの可視分析機能を用いてそれぞれの視点からの可視域を推定した。その結果を合計し、穆佐城跡の外部からの可視度を0~6の7段階で評価した(図2-d)。

史跡としての展示利用価値については、史跡の学術的な重要度および史跡としての視認性に基づき、上記のA~Dの各曲輪群の有する史跡としての展示利用価値を史跡の学術的な重要度に基づいて序列した。すなわち、主郭であった曲輪群Bを最も重要度の高い部分とし、また史跡としての視認性は、曲輪と掘切が明瞭な、一般的に史跡として認識しやすい形状であるかを評価基準とした。

3. 管理方針を設定するための支援モデル

穆佐城跡は、保全および利用という相反する管理目的が求められることに加え、急斜面や平坦部が明

瞭に分かれる起伏に富んだ地形構造を有している。そのため、穆佐城跡全域に一律の管理方針を布くことは適切ではないと考えられる。そこで管理方針を設定するにあたり、1) 山体形状の保全の必要性および2) 史跡公園としての展示利用価値の2軸を設定し、ピクセル単位で景観要素の評価を行うことにより、次の4つの管理方針に区分するモデルを構築した:1) 集約的保全・利用両立型、2) 保全型、3) 利用型および4) 粗放型(図3)。区分に際しては、それぞれの軸のスコアの中央値でピクセルを二分し、これを組み合わせることで4つの管理方針にピクセルを分類した。

ここで設定した2つの評価軸はそれぞれが総合的な評価軸であり、地形因子、植生、外部からの視認性、史跡の学術的展示利用価値など、複数の因子によって定義される。そこで、複数の因子を統合的に評価するために、それぞれの評価軸についてAHP法(Saaty 1980; Mendoza and Prabhu 2000)に準じた階層的なスコアリング(光田ほか2006)を行った。なお、各軸において設定された各レベルにおける評価項目および閾値のスコアリングを行う際は、各評価項目および閾値間にどのように重み付けを行うかが重要である。今回のケーススタディでは、各軸ともレベル1においては史跡保全上改変不可能な要因である地形因子等に重みを置いたスコアリングを行った。

(1) 軸1: 山体形状の保全の必要性

山体形状の保全の必要性は、レベル1~3の3つの階層から評価した(表1)。山体形状を保全するためには、崩壊、侵食、表土攪乱の発生を防止することが必要である。これらの現象を左右する要因として、傾斜度などの地形に起因する要因と、植生に起因する要因が考えられる。そこでレベル1では崩壊・侵食の発生危険度を、地形構造に起因する「崩壊・侵食の危険度」と、植生に起因する「風倒木発生危険度」の2つの評価項目に分解した。次にレベル2では、レベル1の「崩壊・侵食危険度」と「風倒木発生危険度」に対して、それぞれに関係する評価項目に分解した。最後にレベル3で、レベル2の各評価項目について過去の知見に基づき崩壊・侵食を生じる条件および閾値を設定した。このように設定された各レベルの重み付けの値を掛け合わせることで、任意のピクセルのスコアを算出した。

レベル2の崩壊・侵食危険度を評価する項目として、シラス台地も含めて一般的に用いられている斜面の傾斜度および立地の凹凸度の2項目を採用した

表 1. 山体形状の保全の必要性（軸 1）を評価するためのスコアリング・レジーム.

レベル 1		レベル 2		レベル 3		スコア
評価項目	重み付け	評価項目	重み付け	閾値	重み付け	
崩壊・侵食危険度	0.8	傾斜度	0.7	≥ 25	0.8	0.448
				< 25	0.2	0.112
		凹凸度	0.3	凹	0.6	0.144
				凸	0.4	0.096
風倒木発生危険度	0.2	林種	0.5	針葉樹人工林	0.7	0.070
				針葉樹人工林以外	0.3	0.030
		形状比	0.3	≥ 70	0.8	0.048
				< 70	0.2	0.012
		樹冠長率	0.2	≥ 50	0.7	0.028
				< 50	0.3	0.012

（下川・春山 1977；入田ほか 2001；酒井ほか 1993）．風倒木発生危険度については、樹形および根系の形態の違いからスギ・ヒノキなどの針葉樹に対し、広葉樹は耐風力があること（例えば木上ほか 2006；野田ほか 1993；春山ほか 1975；北海道立林業試験場 2004；稲垣 1999；塚本 1998；黒川 2005）や、スギ・ヒノキなどの針葉樹のなかでも樹冠長が短く形状比の大きい樹形ものは風倒しやすい（藤森 2005；岡野・伊藤 1993；宮原ほか 1993；矢幡 1993；荒木・阿部 2005；中尾ほか 1993；福永ほか 1993）といった報告に基づき、林種、形状比、および樹冠長率の 3 項目を風倒木発生の危険度の評価項目として設定した．各評価項目のスコアリング・レジームを表 1 に示す．

（2）軸 2: 史跡としての展示利用価値

史跡としての展示利用価値についても、山体形状の保全の必要性と同様に階層的なスコアリングを行った（表 2）．史跡としての展示利用価値は、まずレベル 1 として上記の史跡そのものの持つ展示利用価値、外部からの史跡の可視度および史跡内部の景観要素としての植生の利用価値、の 3 つの評価項目に分解した．史跡そのものの持つ展示利用価値は、A～D の各曲輪群の持つ展示利用価値を評価項目とした．外部からの史跡の可視度については、レベル 2 として可視度 0～6 の 7 段階に分解した．植生の内部景観的利用価値については、レベル 2 として

ササとササ以外の植生に分解し、さらにササ以外の植生についてはレベル 3 として樹木の個体サイズおよび樹種の 2 つを評価項目とした（石坂 1987；亀山 1985）．これらの各評価項目について、各評価項目のスコアリング・レジームを表 2 に示す．

4. 可変閾値の採用によるモデルの適用性の検討

上記のスコア中央値を用いて区分したモデルの意思決定支援上の適用性を検討するため、図 4 のように区分の閾値を可變的に設定することにより、4 種類の代替案作成によるモデルの感受性分析を行った．また、これらの代替案を重ね合わせることで、閾値を変えることで管理方針が変化する部分および管理方針が不変である部分を抽出した．代替案の閾値は各軸のスコア分布の約 25 または 75 パーセンタイルに相当するスコアに設定した．なお、同じスコアを持つピクセルが複数存在したため、実際に設定された閾値は、軸 1 では 26.1 および 73.2 パーセンタイル、軸 2 では 22.9 および 71.9 パーセンタイルである．

結果と考察

1. 管理方針設定モデル

評価軸 1 および 2 のスコアの算出結果の空間分布を図 5-a および図 5-b にそれぞれ示す．これらのス

表 2. 史跡としての展示利用価値（軸 2）を評価するためのスコアリング・レジーム.

レベル 1		レベル 2		レベル 3		レベル 4		スコア
評価項目	重み付け	評価項目	重み付け	評価項目	重み付け	評価項目	重み付け	
史跡そのものの展示 利用価値	0.5	B ゾーン	0.5	-	-	-	-	0.250
		A ゾーン	0.4	-	-	-	-	0.200
		D ゾーン	0.1	-	-	-	-	0.050
		C ゾーン	0.0	-	-	-	-	0.000
外部からの可視度	0.3	可視度 6	0.3	-	-	-	-	0.075
		可視度 5	0.2	-	-	-	-	0.063
		可視度 4	0.2	-	-	-	-	0.054
		可視度 3	0.1	-	-	-	-	0.042
		可視度 2	0.1	-	-	-	-	0.033
		可視度 1	0.1	-	-	-	-	0.021
		可視度 0	0.0	-	-	-	-	0.012
内部景観要素として の植生の利用価値	0.2	植生	0.8	個体サイズ	0.6	DBH≧50	0.8	0.077
						DBH<50	0.2	0.019
				樹種	0.4	広葉樹	0.5	0.032
						針葉樹	0.3	0.019
						竹林	0.1	0.006
						その他	0.1	0.006
		ササ植被率	0.2			0-9%	0.7	0.028
						10-59%	0.2	0.008
						60-100%	0.1	0.004

コアを図 3 のモデルで区分した結果、史跡としての展示利用価値の高い史跡東側に管理方針 1（集約的保全・利用両立型）および 3（利用型）が配置され、史跡としての展示利用価値の低い史跡西側に管理方針 2（保全型）および 4（粗放型）が集中して分布した（図 6）。

また、管理方針 1 および 2 は傾斜度 25° 以上の斜面部（曲輪法面）に分布し、管理方針 3 および 4 は平坦部に分布した。これは穆佐城跡が山城であり、曲輪内部の平坦面や曲輪の法面および堀切部分の急斜面部が明瞭に分かれる地形的な特徴を持っていたこと、および史跡として重要性の高い部分が史跡東側に集中していたことを反映している。このように、各評価軸の中央値により機械的に分割したマッピング結果は、地形および史跡そのものの展示利用価値といった不可変な要因の分布に強く支配されていた。これはスコアリング・レジーム設定時の意図を反映できた結果であると評価することができる。さらに、保全と利用の 2 軸直交座標系で評価したことで、管理の目的（保全・利用）と単独軸のみの評価では不可能であった集約度（集約的・粗放的）を同時に提示することが可能であった。このように、管理の目的と集約度を同時に提示することにより、管理の優先度の高い場所を抽出できた。

2. モデルの適用性

区分の閾値を変えた複数の代替案作成による感受性分析を行った結果、閾値を変えても管理方針が変

化しない場所や、逆に閾値設定によって結果が大きく変動する地点が抽出された（図 7）。各代替案における管理方針ごとの面積比率を表 3 に示す。このように、異なる閾値を設定することにより管理方針ごとの面積比率が大きく変化した。例えば、集約的保全・利用両立型の管理目的を優先した閾値を設定した場合、管理方針 1 に区分された面積比率は全体の 66.2%であり、保全型の管理目的を優先して閾値を設定した場合は、管理方針 2 に区分された面積比率が全体の 65.7%となった。同様に利用型および粗放型の管理目的を優先して閾値を設定した場合、管理方針 3 および 4 に区分された面積比率は全体の 73.8%および 77.2%となり、管理方針ごとの面積比率が閾値を変えることで大きく変化した。この結果は提示できる代替案が柔軟性を持つことを示している。

また、管理方針ごとの面積比率だけでなく、図 7 に示すようにその空間分布および集中度も大きく変化した。例えば集約的保全・利用両立型を優先した閾値の設定により、史跡東部に分布した管理方針 1 が史跡西部にも分布し、またその集中度も高くなる傾向が確認された。同様に、保全型、利用型、および粗放型の管理目的を優先して閾値を設定した場合も管理方針の空間分布および集中度が変化した。すなわちこのモデルでは、各軸のスコアリング・レジームを変えることなく、閾値のみを変化させることによって、管理者の意図を柔軟に反映した代替案を簡便に作成することができるといえる。

表3. 各代替案における管理方針ごとの面積比率（％）.

管理方針	代替案			
	I. 集約的保全・利用両立型を 優先した代替案	II. 保全型を 優先した代替案	III. 利用型を 優先した代替案	IV. 粗放型を 優先した代替案
①集約的保全・利用両立型	66.2	11.4	6.4	0.5
②保全型	10.9	65.7	2.2	8.1
③利用型	14.0	19.5	73.8	14.3
④粗放型	8.9	3.3	17.7	77.2
計	100.0	100.0	100.0	100.0

これらの代替案を重ね合わせて不変部分を抽出した結果、図8に示すように管理の目的および管理の集約度とも全く変化しない場所、管理の目的は変化しないが管理の集約度は変化する場所、管理の目的および管理の集約度が大きく変化する場所、の3つのタイプを抽出することができた。

このような手法を取り入れることにより、管理方針を設定する際に、意思決定における管理方針の優先順位に関する有効な支援情報を提示することができる。例えば、複数の代替案を重ね合わせても管理方針が変化しない部分には、意思決定の段階で異なる価値基準が対立しても、その管理方針を固定して設定できると考えられる。また、管理の目的は変化しないが管理の集約度が変化するような場所については、その管理目的を優先した管理方針を検討することができる。特に今回の場合、穆佐城が山城史跡であり、山体の形状を保全することが最も重要であることから、管理目的が「保全」で変化しない場所については、他の管理目的を設定せず常に保全型の管理方針を設定すべきであろう。また管理目的と管理の集約度のどちらも変化する場所については、有識者や実務者および地域住民が意見交換をしながら、柔軟に管理方針を検討できる場所である。このように、管理方針を固定して設定できる場所、管理方針を設定するうえで一定の制約を持たせるべき場所、さらに管理方針を柔軟に検討すべき場所を面積の小さなピクセル単位で提示することが可能である。

さらに、実際の計画立案作業においては、任意の地点（すなわち本解析に用いた個々のピクセル）の評価だけでなく、これらを集約した基本計画ゾーンの設定が必要である。ここに提案した手法を導入することにより、階層的な景観評価に基づく意思決定

の支援情報を1) 管理方針に応じたゾーン設定、および2) ゾーン内の個々の部分に対する具体的管理方策の提案という形で、段階的に提示することが可能になると考えられる。すなわち、ランドデザインとしてのゾーン設定に際しては、上述の管理方針を固定して設定できるピクセルの集中度合いが、ひとつの大きな基準として利用可能である。これらの管理方針を中心としてゾーンを設定していくことで、ゾーン設定の困難さが軽減できる。また、上述のように設定されたゾーンの管理方針の下でも個別に対応すべき部分を提示できることから、施設整備、樹木管理および治山的な手当てといった、ゾーン内の個々の部分に対する具体的管理方策をきめ細かく設定することが可能となるだろう。

引用文献

- 荒木 誠・阿部和時. 2005. 間伐は森林の土壌を守れるか? (〈特集〉間伐). 森林科学 44: 26-31.
- Blaszczyński, J.S. 1997. Landform characterization with geographic information systems. PE & RS. 63: 183-191.
- 知覧町教育委員会. 1997. 知覧城跡保存整備基本計画報告書. 119 pp. 知覧町教育委員会.
- 福永寛之・増谷利博・今田盛生・加賀英昭. 1993. 風倒木被害発生と立地及び林分構造との関係解析. 九州大学農学部演習林報告 69: 13-30.
- 藤森隆郎. 2005. 特集 間伐はなぜ必要か—間伐問題を考える—. 森林科学 44: 4-7.
- 春山元寿・下川悦郎・有村恒夫・黒木晴輝. 1975. シラス斜面における樹木の根の形態と分布. 鹿児島大学農学部演習林報告 3: 1-24.
- 北海道立林業試験場. 2004. 2004 年台風 18 号被害に関する調査速報. 光珠内季報 137: 1-12.

- 稲垣秀輝. 1999. 植生の違いによる風倒木の発生と斜面崩壊. 応用地質 40(4): 196-206.
- 石坂健彦. 1987. 大規模緑地における植生管理研究の課題と展望. 造園雑誌 50(3): 167-180.
- 伊藤 哲・光田 靖. 2007. 第2節 機能区分と適正配置. 主張する森林施業論—22世紀を展望する森林管理—(森林施業研究会編). 62-71. 日本林業調査会, 東京.
- 亀山 章. 1985. 公園緑地の植生管理. 造園雑誌 49(1): 15-18.
- 木上真一郎・村上拓彦・溝上展也・吉田茂二郎. 2006. 九州における風倒木被害の発生リスクに関する研究レビュー. 九州森林研究 59: 292-295.
- 黒川 潮. 2005. シリーズ 森をはかる その28 表層崩壊を防止する根の強さをはかる. 森林科学 44: 42-43.
- Mendoza, G.A. and Prabhu, R. 2000. Multiple criteria decision making approach to assessing forest sustainability using criteria and indicator: a case study. For. Ecol. Manage 131: 107-126.
- 光田 靖・伊藤 哲・谷口義信・清水 収・溝上展也・福里和朗・松下啓太. 2006. 生態学的立地区分に基づく階層的ゾーニングのシステム設計およびケーススタディ. 文部科学省科学研究費(基礎研究(B)(2):14360090)「森林の潜在的生産力と攪乱体制を考慮した生態的ゾーニング手法の開発」成果報告書. 13-24.
- 宮原文彦・野田 亮・廣田篤彦. 1993. 1991年の台風17・19号によるスギ精英樹・在来品種の被害. 日本林学会九州支部研究論文集 46: 277-278.
- 中尾博美・金 錫権・又木義博・藤本登留. 1993. 台風9117, 9119号による森林被害の要因解析. 九州大学農学部演習林報告 68: 11-48.
- 野田 亮・高木潤治・佐々木重行. 1993. 台風被害と地形. 日本林学会九州支部研究論文集 46: 279-280.
- 入田新太郎・塚本次郎・梶原規弘. 2001. 下層植生と地形に基づくヒノキ人工林の土壌浸食危険度区分. 日本林学会誌 83(3): 204-210.
- 岡野哲郎・伊藤 哲. 1993. 九大粕屋演習林19号台風被害の報告. 日本林学会九州支部研究論文集 46: 275-276.
- 酒井正治・大貫靖浩・藤本 潔・長友忠行. 1993. 地形立体表示による森林の台風被害解析. 日本林学会九州支部研究論文集 46: 283-286.
- Saaty, T.L. 1980. The analytic hierarchy process. Planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill, New York.
- 下川悦郎・春山元寿. 1977. 斜面崩壊と火山性堆積物の土質工学的性質. 鹿児島大学農学部学術報告 28: 209-227.
- 高岡町教育委員会. 2004. 平成15年度 穆佐城跡保存整備基本計画. 高岡町教育委員会.
- 塚本良則. 1998. 森林は山地の侵食防止にどのように機能しているか. 森林科学 22: 2-9.
- 矢幡 久. 1993. スギ品種試験地における台風被害状況. 日本林学会九州支部研究論文集 46: 273-274.