

AHP を用いた自然管理地区における重要度メッシュの算出

—オーストラリア，フレーザー島を事例に—

有馬貴之・倉田陽平

Calculation of ‘Importance’ Mesh Using AHP in a Nature-Protected Area:

A Case Study in Fraser Island, Australia

Takayuki ARIMA and Yohei KURATA

Abstract: Nature-protected areas should be managed appropriately especially if they are used for tourism. Such areas are usually vast and accordingly, we have to decide where we should devote more management effort. As an example, we focus on Fraser Island in Australia, the largest sand island in the world, and for every location of the island we calculate the degree of importance in terms of nature management, using Analytic Hierarchy Process (AHP). From the spatial distribution of importance degree, we identify the areas that should be managed more intensively, which are, however, different from the current target of the government’s management strategies.

Keywords: 階層分析法 (Analytic Hierarchy Process), 管理重要度メッシュ (Management Importance Mesh), 自然環境 (Natural Resource), 自然保護意識 (Conservation Demand), 観光者間摩擦 (Visitor Conflict)

1. はじめに

エコツーリズムを始めとする自然ツーリズムは、対象となる自然地域の保護に貢献することを一義としている。ところが実際には、このような貢献は、自然環境および観光者に対する適正な管理が前提であり、それが実践されている事例は世界でも僅かである (Buckely 2004)。

適正管理の目標は自然環境を保護しながら、なお

かつ観光者がその自然を楽しめるようにすることである。そのため現場では複数の懸念事項を統合的に評価することが求められている。本研究では、階層分析法(以下 AHP)を用いて複数の懸念事項を統合的に評価しながら自然管理地区における管理重要度の算出を行い、さらにその空間的分布について考察を行う。AHP とは Saaty(1980)によって発案された意思決定手法である。その特徴は階層構造の作成と評価基準に対するウエイトの算出¹⁾にあり(木下 1998)、空間情報に対しても適用例が見られる (Abdullah et al. 1994, 石崎 1998, 尹 1999, 星田 2006)。

有馬 貴之 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

首都大学東京・院, 日本学術振興会 特別研究員 DC

Phone: 042-677-1111 (代表)

E-mail: arima-takayuki@ed.tmu.ac.jp

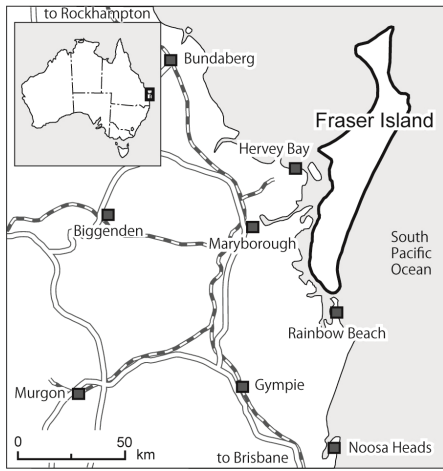


図-1 対象地

2. 対象地

本研究はオーストラリアのフレーザー島を対象地とした(図1)。世界最大の砂の島であるフレーザー島は、ユーカリ林やシダ類などからなる熱帯雨林を持ち、オーストラリアにおける自然保護活動の象徴ともなるほど、周辺住民および観光者が自然保護意識を強く持っている島である。しかしながら、フレーザー島では、観光利用(4WD車)によるトラック(走行路)の侵食という自然環境への負荷が懸念されている。また、4WD車は観光者自らによって

運転されているため、運転マナー等をめぐって観光者同士の摩擦も生じている。このような複数の懸念事項に対し、多面的評価に基づく管理の実施がもたれている(Hockings 1998)。

3. AHPによる管理重要度メッシュの算出

AHPでは最終目標と評価基準、そして代替案を設定し、階層構造を作成する。これを応用して島内各地点の管理上の重要度を算出する。すなわち本研究では、フレーザー島の各地点における【管理重要度の算出】²⁾を最終目標とし、島内を500m四方で分割した6218個のメッシュを重要度算出の対象とした(すなわち、どのメッシュを優先的に管理するか、という観点での代替案に相当する)。

本研究では、フレーザー島の管理重要度の算出に際し、考慮すべき評価基準として以下の3つを取りあげる。まず、【自然環境の脆弱性】である。管理の側面において問題となるのは人為的な利用、フレーザー島では4WD車の利用による自然環境の過度な変化である。自然環境の変化を捉えるためには、複数の自然環境的特徴を複合して捉える地生態学的視点が有効である。そこで本研究では、先に各メ

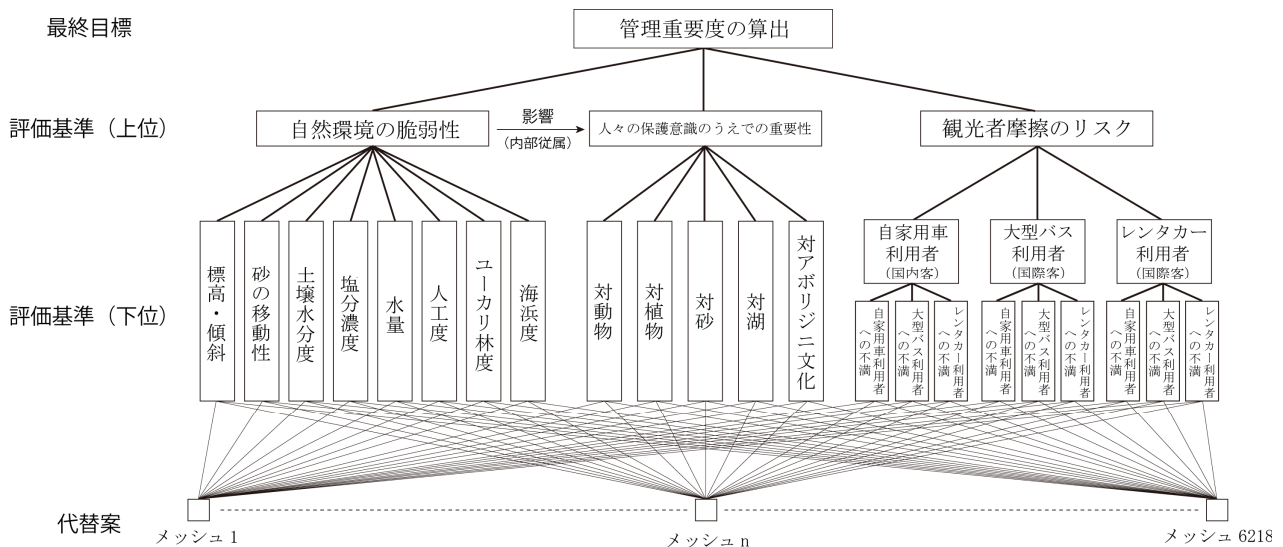


図-2 管理重要度の算出における階層構造

表-1 シナリオ別評価基準（上位）のウエイト

内部従属	ウエイト	シナリオA	ウエイト
客観的自然環境評価	0.167	客観的自然環境評価	0.672
自然保護意識の反映	0.833	自然保護意識の反映	0.265
		観光者間対立の軽減	0.063

シナリオB	ウエイト	シナリオC	ウエイト
客観的自然環境評価	0.224	客観的自然環境評価	0.108
自然保護意識の反映	0.618	自然保護意識の反映	0.155
観光者間対立の軽減	0.081	観光者間対立の軽減	0.672

ッシュにおける自然要素の面積や標高、傾斜などの値を基に、主成分分析を行った。その結果、8つの自然環境成分が抽出されたため（有馬 2010）、これらを【自然環境の脆弱性】の下位の評価基準として採用した。

次に、自然管理地区においては人々がどの地域を重点的に保護すべきと考えているか、という点について考慮する必要がある。特に、自然観光地においては、観光者の【人々の保護意識のうえでの重要性】を行う必要がある。フレーザー島観光者の自然保護に対する意識は【対動物】や【対植物】などの5つに大きく分けられることから、これらを下位の評価基準として用いた。なお、自然環境に対する保護意識はその対象、すなわち客観的な自然環境が存在して初めて認識されるものである。言い換えれば、【自然環境の脆弱性】は、観光者の【人々の保護意識のうえでの重要性】に影響を与えており、これらの間には内部従属の関係がある。

最後に、フレーザー島をより良い観光空間として管理するためには、異なる利用の仕方をしている観光者間の摩擦を少なくする必要がある。そこで、各地点の管理重要度の算出の際に【観光者摩擦のリスク】を考慮する。本島における4WD車は主に【自家用車利用者】、【大型バス利用者】、【レンタカー利用者】に大別される（評価基準、下位1）。そして、各利用者が感じている【自家用車利用者への不満】、【大型バス利用者への不満】、【レンタカー利用者への不満】（下位2）を管理重要度の算出に反映させ

表-2 【自然環境の脆弱性】の評価基準（下位）におけるウエイト

	ウエイト
標高・傾斜	0.237
砂の移動性	0.163
土壌水分度	0.145
塩分濃度	0.112
水量	0.100
人工度	0.085
ユーカリ林度	0.083
海浜度	0.075

る。

続いて、上術した階層図に従い、ウエイトの算出を行った。【自然環境の脆弱性】、【人々の保護意識のうえでの重要性】、【観光者摩擦のリスク】の3つの上位の評価基準におけるウエイトは、管理体（州政府）が何に重きを置くかによって異なる。そこで、本研究では、3つのシナリオを用意し、シナリオAでは【自然環境の脆弱性】を、シナリオBでは【人々の保護意識のうえでの重要性】を、シナリオCでは【観光者摩擦のリスク】を最も重要視する立場を想定した。表1は各シナリオにおける評価基準（上位）のウエイトを算出³⁾したものである。全シナリオにおいて、最も重要視する項目のウエイトは0.6を超えているのがわかる。

【自然環境の脆弱性】は8つの評価基準（下位）に分類される。そのウエイトはメッシュ主成分分析におけるそれぞれの寄与率を基準化したものである（表2）。表2をみると、上位5つのウエイトで7割を占めていることがわかる。特に標高・傾斜のウエイトが高い。

【人々の保護意識のうえでの重要性】は5つの下位の評価基準（下位）を持つ。5つの自然環境に対する保護意識のウエイトは、2009年9月に来島者に対して行ったアンケート調査の結果から、一対比較⁴⁾によって算出した。その結果、【対動物】、【対植物】、【対砂】、【対湖】の4つは約0.2となったが、

表-3 【自然保護意識の反映】の評価基準（下位）
におけるウエイト

	ウエイト
対動物	0.205
対植物	0.204
対砂	0.200
対湖	0.203
対アボリジニ文化	0.189

【対アボリジニ文化】は若干低い0.18となった(表3)。

【観光者摩擦のリスク】における3つの評価基準(下位1)に対するウエイトは、自家用車・大型バス・レンタカーの各利用車数の割合から求めた(表4)。最も多いものは自家用車利用者(主にオーストラリア人)である。さらに、【自家用車利用者への不満】、【大型バス利用者への不満】、【レンタカー利用者への不満】の評価基準(下位2)のウエイトを求める必要がある。そこで、2009年8月に行った現地観光者へのアンケートをもとに、一対比較⁵⁾によって各ウエイトを算出した(表4)。そして、下位1と下位2のウエイトを乗じて総合ウエイトを算出した(表4)。その結果、自家用車利用者(主にオーストラリア人)によるレンタカーや大型バス利用者への不満(主に国際観光者)が観光者間摩擦において大きなウエイトを占めることがわかった。

代替案に位置づけられる各メッシュには、評価値としてそれぞれ以下の値を利用した。【自然環境の脆弱性】においては、2009年8月に行った測量調査のデータをもとにしたトラック侵食を説明するための重回帰分析⁶⁾の標準化係数と自然要素の主成分得点を乗じた値を標準化⁷⁾し、評価値とした。

【人々の保護意識のうえでの重要性】では各メッシュにおける5つの自然環境の面積を標準化⁷⁾し、評価値とした。【観光者摩擦のリスク】では、2009年9月に行ったGPS調査から自動車種別ごとの利用量

表-4 【観光者間摩擦】の評価基準（下位1, 下位2）
におけるウエイト

	ウエイト(下位1)	ウエイト(下位2)	総合ウエイト
自家用車利用者	対自家用車	0.240	0.145
	対大型バス	0.334	0.202
	対レンタカー	0.426	0.258
大型バス利用者	対自家用車	0.320	0.035
	対大型バス	0.327	0.036
	対レンタカー	0.327	0.036
レンタカー利用者	対自家用車	0.273	0.078
	対大型バス	0.464	0.132
	対レンタカー	0.270	0.077

を標準化⁷⁾し、評価値とした。

4. 管理重要度の分布傾向

本章では算出された管理重要度の分布傾向について、シナリオごとに考察する。まず、シナリオAにおける管理重要度の分布(図3(a))を見ると、島の東側半分で重要度が高くなっている。この一帯では南東の強い風によって堆積した砂が急峻な砂丘を形成している。急峻な砂丘では侵食が進みやすいことや、この地域では砂の移動性も高いことから、この地域における管理重要度が高くなっているとみられる。一方、東海岸の北部は、標高が安定しており、侵食の危険性が少ない。そのため、管理重要度も低い。また、島の西海岸側や島西部でも管理重要度が低い。この一帯もマングローブ林などの標高が安定した、侵食の生じにくい条件であることから、東部に比べて重要度が低下しているとみられる。

【人々の保護意識のうえでの重要性】を最も重要視したシナリオBにおける管理重要度の分布(図3(b))を見ると、概して島の東部で管理重要度の高い地区が多く見られるが、東部の一部や中央部の一部では管理重要度が低くなっている。これはこの一帯が植生のない砂地や湖であり、人々の植物に対する保護意識の対象となりにくい場所であるためと考えられる。また、北東部では比較的重要度が高いが、これはシナリオAとは異なり、環境的脆さがあまり反映されないために、単純に植生の豊かな場所

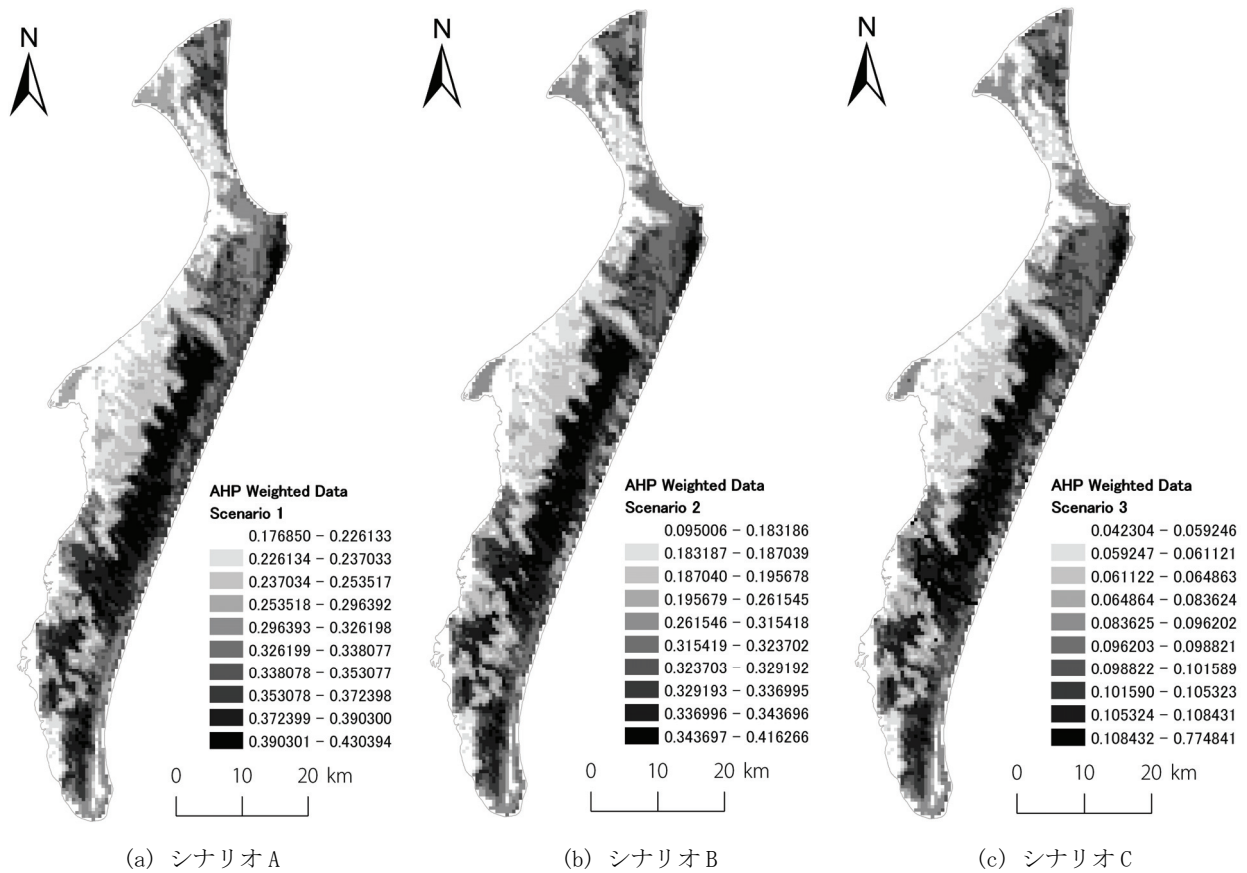


図-3 各シナリオにおける管理重要度の分布

においては計算上、管理重要度が上がったためとみられる。つまり、北東部は保護意識の高い重要な地区であるとともに、環境的にも頑健な地区であるといえる。

シナリオCは【観光者摩擦のリスク】を重要視したウエイトの算出である。シナリオCにおける管理重要度の分布を見ると（図3(c)）、一見これまで見てきた2つの管理重要度の分布と同様に見えるが、ミクروسケールで見ると、図3(c)ではトラック（走行路）の存在するメッシュ、特に利用の多いトラックにおける重要度が高くなっていることがわかる（図3(c)）。特に際立っているのが、島中央部を東西に走るトラックと島中央下部を東西に走るトラックである。これらのトラックは各自動車の

利用率が高く、多くの観光者が鉢合わせするところであるため、観光者摩擦のコントロールという点でみたときの管理重要度が高くなっているといえる。

3つのシナリオを比較すると、管理重要度の高い地区はほぼ同様である。すなわち、本研究で扱った評価基準のもとでは、フレーザー島において重点的に管理しなければならない地区は、島東部の植生が繁茂する地区と判定される。このことはフレーザー島の自然環境が北部から南部という縦列の地生態的クラスタを形成していることによるものであり、島の成り立ちに大きく起因されたものでもある。

5. おわりに

本研究では、自然管理地区における管理の指標と

なる管理重要度の算出を試みた。その際には【人々の保護意識のうえでの重要性】【観光者間摩擦】それぞれの評価基準を重視する 3 つのシナリオを想定した。

なお、現在、州政府によってとられている管理指針を見てみると、管理地区が北部から南部方向へ横列に分類されており、本研究で算出した管理重要度の分布傾向と大きく異なる。このことからまず、自然環境についての評価が実際の管理指針ではほとんど考慮されていないのではないかという疑問がわく。フレーザー島の地生態学的クラスタは縦方向に分布しているため、自然環境を考慮した場合、縦方向に管理地区が設定されるべきであるが、実際にはそのような管理指針はなされていない。この原因としては、実際の管理方針決定の際に自然環境よりもより重要な指標が存在している可能性が考えられる。具体的にはフレーザー島における原生自然を重視している可能性が高い。フレーザー島には林業や鉱業といった過去、島内に存在していた業の影響を全く受けていない地域が北部に存在し、そこでは現在、手厚い管理が行われている。つまり、人間の手が加えられていない地区の空間的な分布が、自然管理地区の設定において重視されていると考えられる。

本研究では AHP を利用することにより多様の懸念事項を統合的に捉え、管理重要度を算出することができることを示した。また、GIS 上でのメッシュ分析と併用することで、実際に自然管理地区において優先的に管理を行うべき地域を抽出することができた。今後は、現在の管理状況との差異を考慮した新たな評価基準の導入などを検討したい。

謝辞

本研究のアンケート調査においては、現地の観光者の方々をはじめ、フレーザー島内の多くの宿泊施設の方々の協力を得た。紙面上ながら厚く御礼申し上げたい。

本研究の調査実施においては、日本学術振興会特別研究員奨励費（受付番号：10345）を利用した。

注

- 1 AHP はウエイトの算出に一对比較の手法をとることが多く、このことを特徴として捉えることもできる。
- 2 本文中で使用する評価基準の名称には【 】を使用した。
- 3 【自然環境の脆弱性】と【人々の保護意識のうえでの重要性】には内部従属が存在している。そのため、上位の評価基準のウエイトには、内部従属を加味したウエイトを乗じている。
- 4 アンケートでは動物、植物、砂、湖、アボリジニ文化の各資源に対する保護意識を 5 段階で評価してもらった。そして、それぞれの絶対評価値をもとに一对比較の行列を作成し、ウエイトを算出した。
- 5 アンケートでは他の観光者（自家用車、大型バス、レンタカー）に対する意見を自由回答で回答してもらった。その結果から、他の観光者に対する不満について的一对比較行列を作成し、そこからウエイトを算出した。
- 6 トラックの深さ（重力方向の侵食度合い）を目的変数に、8 つの自然環境の主成分得点を説明変数に用いて行った。この重回帰分析は、どの自然環境の要素が、どの程度トラックの深さの増減に影響するかをもとめている。なお、ステップワイズ法を用いて採用された説明変数のみ評価値を計算し、それ以外の項目は 0 を乗じ、全ての代替案の評価値が 0 となるようにした。
- 7 評価値の基準化には Voogd (1983) の基準化法を用いた。

参考文献

- 有馬貴之 (2010) : オーストラリア、フレーザー島におけるトラック荒廃の空間特性, 日本地理学会 2010 年秋季学術大会発表要旨集, P905.
- 石崎研二 (1998) : 地理情報システムを用いた多摩ニュータウンの居住環境評価, 理論地理学ノート, 11, 31-52.
- 尹 紅・両角光男・位寄和久・本間里見 (1999) : AHP を用いた阿蘇地域草地の景観保全等級に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 524, 231-237.
- 星田侑久 (2006) : 階層分析法の新しい適用方法 : 多数の観測点の定量化と評価得点行列の吟味に焦点をあてて, GIS 理論と応用, 14, 63-72.
- 木下栄蔵 (1998) : 孫子の兵法の数学モデル—最適戦略を探る意思決定法 AHP, 講談社.
- Abdullah, A., Morozumi, M. and Iki, K. 1994. The application of multicriteria analysis and GIS: A case study of recreational zoning in the southern Aso National Park, Japan. *Theory and Applications of GIS*, 2, 141-150.
- Buckley, R. 2004. Impacts positive and negative: links between ecotourism and environment. In *Environmental Impacts of Ecotourism*. London: CABI publishing.
- Hockings, M. 1998. Evaluating Management of Protected Areas: Integrating Planning and Evaluation. *Environmental Management*, 22, 337-345.
- Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.
- Voogd, H. 1983. *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. London: Pion.