

23. 島嶼部における持続可能な発展に資する 指標開発と将来シナリオ作成に関する一考察

渡部 哲史^{1*}・飯田 晶子²・中谷 隼²
乃田 啓吾³・武 正憲⁴・中村 晋一郎⁵

¹東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 (〒113-8656 東京都文京区弥生2-11-16)

²東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

³東京大学生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

⁴筑波大学芸術系 (〒305-0821 茨城県つくば市春日1-8-3)

⁵名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

* E-mail: stswata@sogo.t.u-tokyo.ac.jp

アジア太平洋島嶼部は今後、自然環境、社会経済の変化の影響を大きく受けると考えられている地域の一つである。これらの地域における持続可能な発展を考える上では、自然環境・観光開発・地域振興の3要素の関係を把握すると共に、それらの過去から現在までの変化、さらに、その変化を踏まえた上での将来変化について考える必要がある。これらの問題の解決には地球環境学分野や土木学分野、観光学分野の知見が求められている。本報告ではこれらの分野を融合を目指す取組について紹介をすると共に、将来解析の際に必要な気候シナリオの整備について検討した結果を紹介する。開発された手法は本対象地域に限らず、小スケールかつ利用可能なデータが限られた場合に広く適用可能であることが示された。

Key Words : Sustainable development, Islands countries, Tourism, Future projection, Climate change

1. 背景と目的

気候変動や人口の増減、中・後進国の成長による中間層の増加や格差の拡大など、21世紀は自然環境、社会経済の両面で様々な変化が予想されている。これらの変化を適切に予測し、持続可能性を担保した上で人々の福祉を増大する方法について考えていく必要がある。

アジア太平洋の島嶼部はこの自然環境、社会経済の変化の影響を大きく受けると考えられる地域の一つである。これらの地域が抱える問題は太平洋・島サミットにおいて扱われるなど、本邦における関心も高い。これらの地域の特徴の一つとして主要な産業が観光業であることが挙げられる。観光開発による観光者の増加は、地域内での経済活動の活性化をもたらすが、その観光地が自然地である場合、観光者の増加は自然環境への負荷が増大する原因ともなりうる。既往の観光学分野での研究^{1) 2)}においても、観光活動による環境負荷を自然環境の回復力の範囲内に留め、さらには回復力を増進するよう働きかけることにより、持続可能な観光を計画・管理すること

の重要性が指摘されている。観光開発と環境保全、地域振興の間に存在するトレードオフの関係を解明し、気候・社会経済の変化の下で、これら三者の関わり合いがどのように変化していくかを明らかにすることが、これらの地域の持続可能な発展を考える上では欠かすことができない。

この問題の解決に当たり重要な点の一つとして既存の学問の融合が求められることが挙げられる。環境保全においては、地球環境学の諸分野で扱われてきた様々な問題(気候変動、廃棄物・資源循環、水物質循環など)に対する取組の知見が必要とされ、地域振興に関しては、土木分野・農業分野での計画学の知見が必要とされる。また、前述の通り観光業の視点を欠かすことができないことから、観光業に関する分野の知見も必要とされる。昨今、課題解決型研究において分野融合の必要性が叫ばれているが、本問題はまさしくそのような研究課題であると言える。

本研究では観光業が産業の主軸であるアジア太平洋の島嶼部の沖縄県石垣島とパラオ共和国を対象として、こ

本報告では、まず、諸分野を融合して本課題解決に取り組むためのフレームワークについて紹介し、その中で自然環境要素の解析に必要となる、将来気候シナリオの構築に関する手法について検討した結果を示す。この手法の構築に際しては、既に地球環境学分野において実績のある将来気候シナリオのダウンスケーリング技術、ならびに、予測情報翻訳技術の活用が期待される。本研究では実際に、それらの知見を基に、本研究課題に適した手法の開発を行った。

観光学分野における既存の研究では、既に経済、環境、地域社会といった構成要素ごとの分析が行われてきている。しかしながら、二神³⁾によるとそれらの相互関係性については必ずしも明確に捉えきれていない。これらの相互関係に着目し3要素間でのトレードオフの関係を明らかにすることが求められている。

具体的には図1が示すように観光開発とそれに伴う地域社会の変化が環境に与える影響、また、観光開発とそれに伴う環境の変化が地域社会に与える影響を測る指標の開発を目指す。これらの2点に加えて、地域社会や環境の変化が観光に与える影響についても定量的に評価する基準を開発することにより、環境や観光、地域社会に対する各種施策の有効性を明らかにすることができる。



本報告では以上の背景を踏まえた上で、自然環境分野における重要なシナリオの一つである気候シナリオ作成手法について検討した結果について以下で述べる。

島嶼部における自然環境変化の影響を考慮するために、対象地域に関する気候シナリオを地球規模で作成されている気候シナリオを基にして作成する。既にグローバルスケールや大陸スケールなどでは同様の試みが多数行われているが、島嶼部のような小スケールを対象とした例は多くない。通常、ある地域の気候シナリオを作成するためには、地球規模での気候シナリオを力学的、もしくは統計的にダウンスケールする必要がある。

本研究では図2に示す通り，まず，観測値と地球規模での再解析データの関係を考慮し，再解析データを観測値によって補正する．次に，補正した再解析データと気候モデルにより予測された気候シナリオとの間の関係を考慮して，補正した再解析データの統計的特徴を踏まえた気候シナリオを作成する．ここで，前者の比較に関し

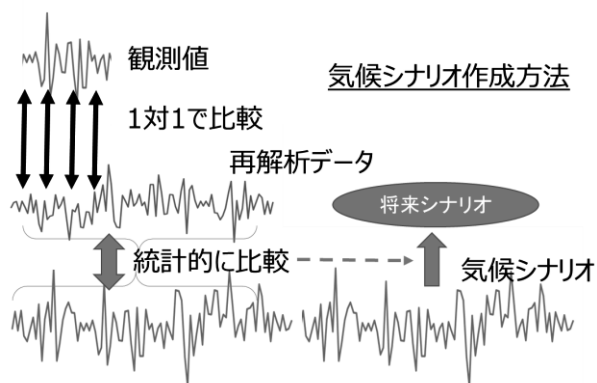


図2 気候シナリオ作成手法

となっているため、同年、同月、同日での比較が可能である。よって両者の間でデータを1対1で対応させ、それらから両者の関係式を作成し、その式を再解析データに適用することにより観測値の特徴を踏まえた再解析データの作成が可能である。一方、後者に関してはそのような比較はできないため、両者の統計的な特徴を比較することとなる。この統計的な補正に関しては渡部ら⁵⁾の方法を適用する。

この手法の妥当性を確認するために、本手法を今回の対象地域以外の地点も含めて、既にデータが十分に利用可能な複数の地域に適用し、その結果について検証を行った。

(3) 結果

気候シナリオとして特に重要な気温と降水量に関する結果について述べる。まず、第一段階の観測値と再解析データ間の補正に関しては、気温の場合は、地域によらず両者の間の相関が比較的高く、良好な変換が行えた。一方、降水量の場合は、降水の有無やタイミングなど、単純な関係式では修正できないケースが確認された。よって、降水量に関しては両者の関係式の作成に当たり、既往のバイアス補正手法⁵⁾（ここでの二段階目にあたる手法）における、降水日数の調整に関する手法を適用したうえで、両者の関係式を作成する方法を試みた。未だ課題は残るものの、適用前に比べ降水回数や強度妥当が改善されることが確認できた。二段階目にあたる、補正した再解析データと気候モデル間の比較に関しては、既往研究と同じ枠組みであることから、事前から特に問題はないことが予想されていたが、実際にほぼ既往の研究と同様の結果が得られることが確認された。

4. まとめと考察

本報告では地球環境学分野と土木学分野、観光学分野の融合研究の例として、太平洋島嶼部地域を対象とした観光開発と環境保全、地域振興の3要素の関係を評価する指標開発、ならびに、その指標を用いた将来シナリオ解析手法の開発について紹介した。その中でも地球環境学分野の貢献の一つとして、小スケールの地域にも適用可能な気候シナリオ構築手法について具体的に紹介した。指標開発に関しては、現在のところ全体を取りまとめる鍵となる概念の創出と個々の要素を具体的に評価する手法の構築の段階にある。今後はさらに様々な分野の知見を活用し、より深化させていくことが必要であり、幅広い視点からの意見を求めていきたい。気候シナリオ作成に関しては、本研究の目的のみならず、幅広く利用可能である手法を提案した。不確実性の検討など、議論の余地は残るものの、データの制約などを踏まえた上で、妥当なシナリオ構築手法の一つと言えるのではないかと評価する。

謝辞：本研究は、環境省の環境研究総合推進費(4RF-1401)、JSPS科研費(26820198)のもと行われた。

参考文献

- 1) 愛甲哲也：自然観光資源の現場のマネジメント、地域資源を守っていかすエコツーリズム。講談社、pp. 78-79, 2011
- 2) Robert E. Manning : Study in Outdoor Recreation (3rd ed.), Oregon State University Press, 468p, 2011
- 3) 二神真美：観光分野における持続可能性指標開発の系譜、観光文化 Vol. 37(1), pp. 9-13 2013
- 4) 飯泉仁之直, 西森基貴, 石郷岡康史, 横沢正幸：統計的ダウンスケーリングによる気候変化シナリオ作成入門, 農業気象, 66, pp131-143, 2010.
- 5) S. Watanabe, Y. Hirabayashi, S. Kotsuki, N. Hanasaki, K. Tanaka, C. M. R. Mateo, M. Kiguchi, E. Ikoma, S. Kanae and T. Oki, Application of performance metrics to climate models to projecting future river discharge in the Chao Phraya River basin, Hydrological Research Letters, 8(1), pp. 33-38, Jan 2014.