

22. 沖縄における環境容量の試算とGISの活用

大西 文秀

竹中工務店 プロジェクト開発推進本部 (〒541-0053 大阪市中央区本町 4-1-13)

E-mail : ohnishi.fumihide@takenaka.co.jp

地球環境問題の多くは、ヒトの活動の集積が自然の包容力を超えることにより起こると考えられ、環境容量を視点にした取組みが必要になる。また、地球規模の環境問題も、地域における諸問題の集積によるものとの認識が進み、地域における環境容量の認識が重要になりつつある。

本研究では、沖縄県を対象にした環境容量の試算を進めることにより、地域における生活空間のヒトと自然の定量的な関係の解明や、新たなライフスタイルや計画技術を支援するシステムの創造を目指した。具体的には、ヒトの活動の集積と自然がもつ抱擁力の定量的な関係をはかる指標としての環境容量の概念を設定し、数値モデルと地理情報システム (GIS) を用い環境容量を試算した。環境容量の試算モデルは、CO₂ 固定容量、クーリング容量、生活容量、水資源容量、木材資源容量の 5 指標を設定し、環境情報と科学知識の統合により構築した。

Key Words : *Okinawa, environmental capacity, GIS, multi-disciplinary research, ecological planning*

1. はじめに

IPCC の報告などを受け、地球温暖化をはじめ、食糧やエネルギー問題が顕在化し、その対応が急務となっている。これらの多くは、ヒトの活動の集積が自然の包容力を超えたことにより起こるものと考えられ、環境容量を視点にした取組みが必要と考えられる。また、地球規模の環境問題も、地域における諸問題の集積によるものとの認識が進み、地域における環境容量の認識が重要になりつつある。

2004 年から 2008 年までの 5 回の地球環境シンポジウムでは、日本の大都市圏を対象に、3 大都市圏の環境容量をテーマに発表を行った。本研究では、これらの成果を活用し、沖縄県での環境容量の試算を進め、地域における生活空間のヒトと自然の定量的な関係の究明や、これからのライフスタイルや産業、また、土地利用のあり方を考えていくための環境情報とシステムの創造を目指した。^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)}

具体的には、ヒトの活動の集積と自然がもつ抱擁力の定量的な関係をはかる指標として、環境容量の概念を設定し、数値モデルと地理情報システム (GIS) を用い試算した。環境容量の試算モデルは、CO₂ 固定容量、クーリング容量、生活容量、水資源容量、木材資源容量の 5 指標を設定した。

2. 環境容量の概念と試算手法

環境は、ヒトと自然が織り成す中でかたちづくられていく現象結果であり、ヒトと自然の関係を同時に定量的に捉えることが必要となりつつある。これはヒトの活動やその集積も自然の包容力に比べ小さい時代には不要であったかも知れないが、現在ではヒトの活動が自然の容量を超えつつあり必要不可欠となっている。そのための考え方のひとつとして環境容量の概念を活用した。環境容量は、「ヒトの活動の集積」と「自然が持つ包容力」の関係を示す指標として設定し、分母にヒトの活動量、分子に自然の包容力をもつ関数としての概念を持ち、そのバランス状況をはかる指標とした。複数の環境容量を試算するエコモデルを設定し、ヒト・自然系の全体像を概観することを目的とした。

エコモデルは、CO₂ 固定容量、クーリング容量、生活容量、水資源容量、木材資源容量の 5 つを設け、これにより、地球温暖化、水資源、食糧資源、森林資源などの地球規模から、都市のヒートアイランド、人口問題、ゲリラ豪雨のような地域レベルのものなど、地球環境保全のうえで重要視される現象に対応させている。また、ヒトの生活のなかでその改善への対応が可能と考えられるものや環境の構成要素のなかで、高位に位置し、その改善により、多面的な効果が期待できるものを対象にした。さらに、指標間の相互関係の理解が進むことにも配慮し

設定した。図-1, 2 には環境容量の概念と試算方法を示す。

5 指標の概要を次に示す。CO₂ 固定容量とは、森林資源がもつ CO₂ 固定量と人間活動による排出量の関係で、主に地球温暖化に関する指標である。クーリング容量は、本来、森林により覆われた地表面がもつ冷却量と現在の地表面がもつ冷却量の関係で、主にヒートアイランド現象に関する指標である。また、生活容量は、生存に必要な都市や生産緑地面積から試算した、自給可能人口と現人口の関係であり、食料自給や人口問題に関する指標である。水資源容量は、降水の地中浸透量による利用可能水資源量と人間活動による水需要量との関係で、水資源問題や洪水に関する指標である。また、木材資源容量は、森林の成長量から試算した可能木材供給量と人間活動による木材需要量との関係を示すものである。そして、これらを試算するためエコモデル式を設定した。

3. 地理情報システム(GIS)によるシステム化

環境容量の定量的な試算の考え方をもとに、地理情報システム(GIS)を用いて環境単位の設定や地域環境データの収録および試算指標の原単位値データなどのデータベースの構築を行った。

試算地域は、沖縄県とし、解析単位は、2000 年時点での自治体区分、53 市町村(10 市、16 町、27 村)とした。

地域環境データは居住人口、年間降水量、森林蓄積量、土地利用別面積、1 人当たり原単位値をデータベース化した。環境容量の試算年次は、2000 年とし、以下の考え方により試算式を構築した。

[CO₂ 固定容量]

環境単位での CO₂ の放出量と固定量の試算によりその需給量の関係を基本とした。放出量は、1 人当たり放出量に環境単位内の人口を乗じることにより試算した。固定量は、森林蓄積量をもとに森林資源における光合成による固定量を数値化した。

[クーリング容量]

環境単位が本来森林に覆われた状態で有した冷却容量が、地表面の形態の変化によりどのような変化をきたしたか、冷却容量の変化の試算を試みた。つまり、土地利用別の排熱吸収量をもとに環境単位での放散熱量の現況値と潜在値を算出し、そのバランスを数値化した。

[生活容量]

人間の自給生活に必要な生産緑地面積と都市空間面積の視点からその空間容量を算出することを基本とした。本試算では、可耕地面積と可住地面積を基本に 1 人当たりの必要面積をもとに環境単位での自給可能人口と現況

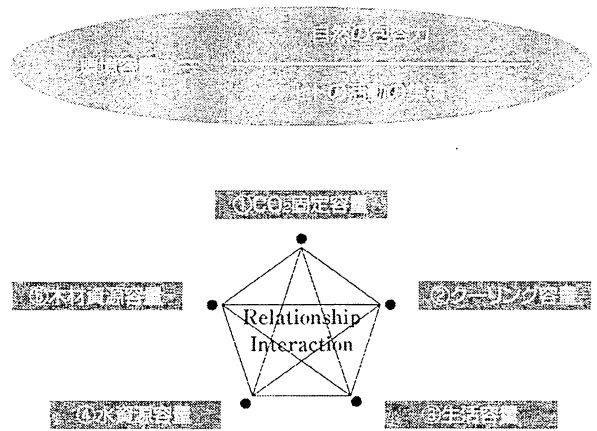


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

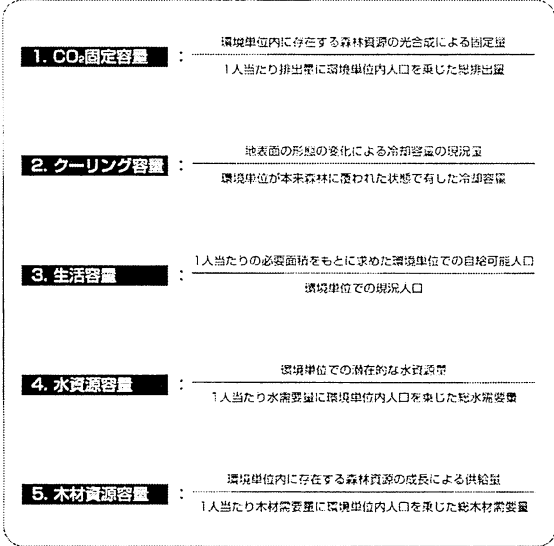


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

[水資源容量]

環境単位での潜在的な利用可能な水資源量と総水需要の関係を基本とした。潜在的な水資源量は水資源賦存量を基本に水分浸透指数により土地に浸透する量を試算した。また、水需要量は 1 人当り水利用量に環境単位内の人口を乗じ試算した。

[木材資源容量]

環境単位での木材資源の需要量と森林材積の成長による供給量との関係を基本とした。材積の成長量は森林蓄積量をもとに試算した。また、需要量は 1 人当り木材利用量に環境単位内の人口を乗じ試算した。

データは、国土交通省国土計画局が提供している国土数値情報を中心に活用した。また、演算には、GIS のアプリケーションソフトである、ESRI 社の ArcGIS を使用した。

4. 試算結果

以上の設定により試算した沖縄県における環境容量をGISの三次元画像により図-3～7に示す。概観すると、沖縄県全体の環境容量は、全国47都道府県の順位では、低い方から、CO₂固定容量が9位、クーリング容量が8位、生活容量が13位、水資源容量が14位、木材資源容量が9位を示した。いずれの指標も決して高い容量値ではなく、むしろ低い試算値を示した。次に、5指標の試算概要を示す。

〔CO₂固定容量〕

沖縄県全体では3.1%を示した。これは、全国の都道府県平均値の16.5%から見ると、低い方から47都道府県中の9位にあたる容量値である。8位は福岡県、10位は茨城県である。また、沖縄県下の市町村の試算結果は、平均値が17.2%、最大値が344.0%（竹富町）、最小値が0.0%（那覇市）を示した。

〔クーリング容量〕

沖縄県全体では63.4%を示した。これは、全国の都道府県平均値の77.7%から見ると、低い方から47都道府県中の8位にあたる容量値である。7位は広島県、9位は和歌山県である。また、沖縄県下の市町村の試算結果は、平均値が50.2%、最大値が89.0%（大宜味村）、最小値が12.0%（那覇市）を示した。

〔生活容量〕

沖縄県全体では48.3%を示した。これは、全国の都道府県平均値の68.9%から見ると、低い方から47都道府県中の13位にあたる容量値である。12位は広島県、14位は和歌山県である。また、沖縄県下の市町村の試算結果は、平均値が177.8%、最大値が972.7%（南大東村）、最小値が7.2%（那覇市）を示した。

〔水資源容量〕

沖縄県全体では252.1%を示した。これは、全国の都道府県平均値の581.8%から見ると、低い方から47都道府県中の14位にあたる容量値である。13位は栃木県、15位は群馬県である。また、沖縄県下の市町村の試算結果は、平均値が1292.8%、最大値が1935.8%（竹富町）、最小値が4.5%（那覇市）を示した。

〔木材資源容量〕

沖縄県全体では23.7%を示した。これは、全国の都道府県平均値の124.7%から見ると、低い方から47都道府県中の9位にあたる容量値である。8位は福岡県、10位は茨城県である。また、沖縄県下の市町村の試算結果

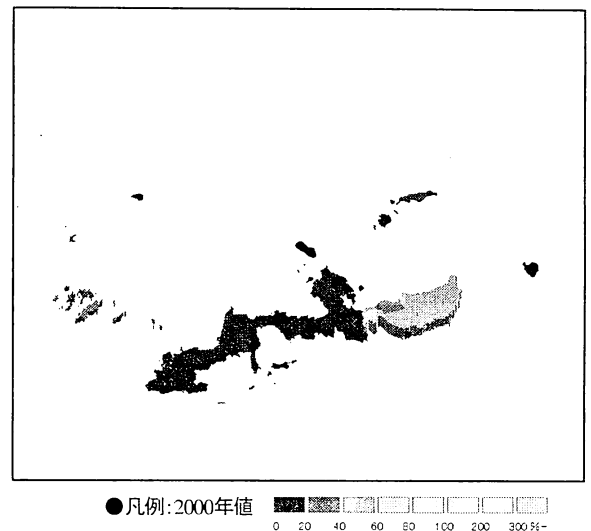


図-3 CO₂固定容量

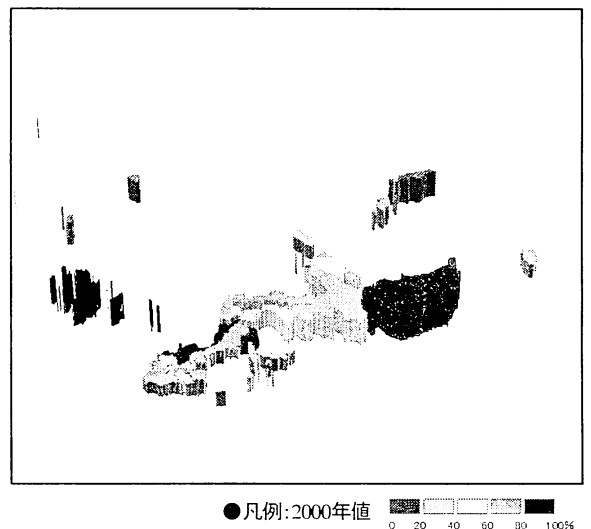


図-4 クーリング容量

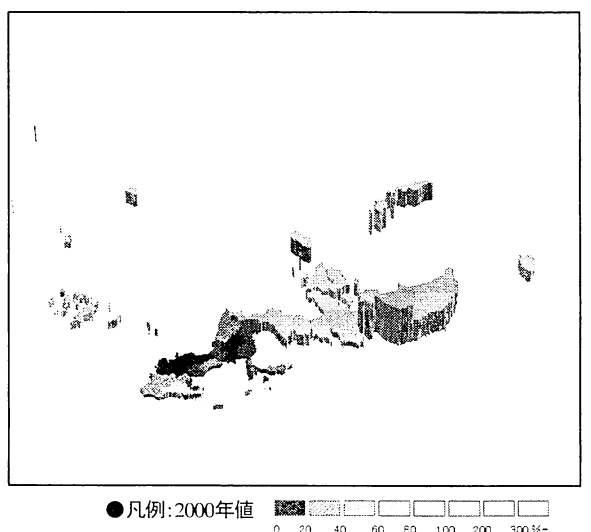


図-5 生活容量

は、平均値が129.7%、最大値が2597.1%（竹富町）、最小値が0.0%（那覇市）を示した。

5. 成果と課題

本試算により、沖縄県における環境容量は決して豊かな状況ではなく、厳しい状況であることがうかがえる。この要因には、人口密度が九州本島の7県の平均の約1.8倍を有していることや、森林資源の乏しさが考えられる。美しい海や風景から観光客の流入も多いわが国屈指の観光地であるが、こうした厳しい環境容量の状況からも、観光産業を含めたこれからの沖縄の産業や土地利用のあり方を再考する必要があると考えられる。

試算手法については今後の改善の余地は多く見られるが、当手法により生活の場としての地域環境の特性や容量の定量的把握が進められ、地域環境の改善により期待される効果や、環境に直接影響を与える環境計画や産業やライフスタイルのあり方について、ヒトと自然の関係という視点から学際的な認識と検討が可能になると考えられる。

参考引用文献

- 1)大西文秀：『GISで学ぶ日本のヒト・自然系』-GIS Map Book for Japanese Humanity and Nature-, 弘文堂、2009.
- 2)大西文秀：『もうひとつの宇宙船をたずねて』 -Operating Manual for Spaceship River Basin by GIS -, 遊タイム出版、2002.
- 3)大西文秀：学際研究を視点にした流域管理モデルの構築とGISの応用、第12回地球環境シンポジウム講演論文集、2004.
- 4)大西文秀：流域を単位としたCO2固定容量の試算とGISの活用、第13回地球環境シンポジウム講演論文集、2005.
- 5)大西文秀：流域圏を視点にした持続可能な人口規模の試算とGISの活用、第14回地球環境シンポジウム講演論文集、2006.
- 6)大西文秀：流域圏を視点にした水資源容量の試算とGISの活用、第15回地球環境シンポジウム講演論文集、2007.
- 7)大西文秀：流域圏を視点にしたクーリング容量の試算とGISの活用、第16回地球環境シンポジウム講演論文集、2008.

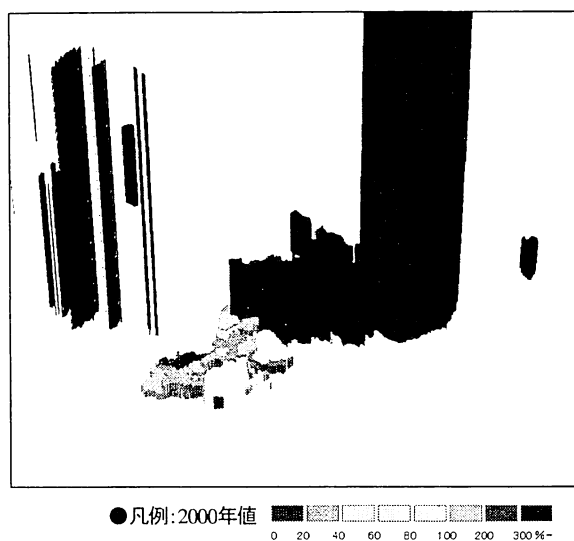


図-6 水資源容量

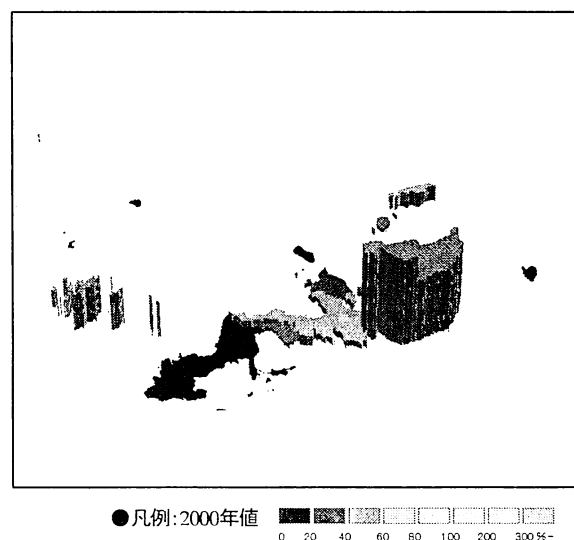


図-7 木材資源容量