

35. 宮城県における環境容量の試算と GIS による可視化

大西 文秀

ヒト自然系 GIS ラボ (〒630-0133 奈良県生駒市あすか野南 2-6-17)

E-mail : f-onishi@m3.kcn.ne.jp

低炭素・低リスク社会への移行が急務になっている。問題の多くは、ヒトの活動が自然の包容力を超えることにより発生すると考えられる。本年は、宮城県仙台市での地球環境シンポジウムの開催であり、立地する宮城県や構成する自治体の環境容量の試算を通して、ヒトと自然の包括的な関係を報告したい。具体的には、ヒトの活動の集積と自然がもつ包容力の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。本試算により、地域における環境容量の定量化や可視化が進み、環境計画や社会やライフスタイルなどの改善による効果のシミュレーションが可能になり、ヒトと自然の適正ラインという視点から、低炭素・低リスク化への認識と取り組みが推進されることが考えられる。

Key Words : Miyagi Prefecture, Sendai City, environmental capacity, GIS, low carbon society, low risk society

1. はじめに

地球温暖化をはじめ、食糧やエネルギー問題、さらには災害問題が顕在化し、低炭素・低リスク社会への移行が大きな社会的要請になっている。

これらの問題の多くは、ヒトの活動の集積が自然の包容力を超えることにより発生するものと考えられ、環境容量を視点にした取り組みが必要と考えられる。また地球規模の環境問題も、地域での諸問題が集積されることにより発生するとの認識が進み、地域における環境容量について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、我国の 3 大都市圏の環境容量をテーマに発表を行った。また 2009 年から 2012 年には、これらの成果と GIS による可視化を活用し、沖縄県や長野県、茨城県や京都府での環境容量の試算結果を報告し、地域の生活空間におけるヒトと自然の定量的な関係の究明や、これからの社会や生活や産業、また土地利用のあり方を再考するための環境情報の発信やシステムの創造を目指した。

本年は、仙台市で第 21 回地球環境シンポジウムが開催されるため、宮城県や構成する自治体の環境容量の試算を通して、開催地のヒトと自然の包括的な関係を報告したい。また別稿で報告している北上川流域や日本の地方区分における環境容量についても参照され、我国の環境容量についての理解が進むことを願うものである。

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が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。本試算では、そのための手法のひとつとしての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・自然系の全体像を包括的に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 指標を設定し、これらにより、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。

次に5指標の概要を示す。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、水資源や洪水災害問題に関係する指標である。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。試算地域は宮城県とし、解析単位は、2000 年時点での自治体区分、75 市区町村 (9 市、5 区、59 町、2 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の排出量と可能CO₂固定量の試算によりその関係を計ることを基本とした。CO₂排出量は、1 人当たり排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人口との関係を数値化した。

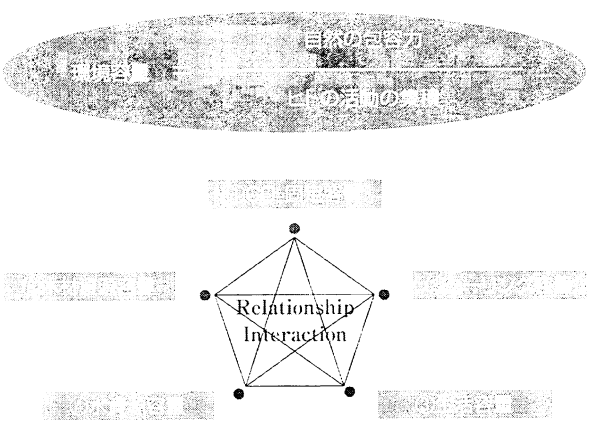


図-1 環境容量の概念と5指標の構成

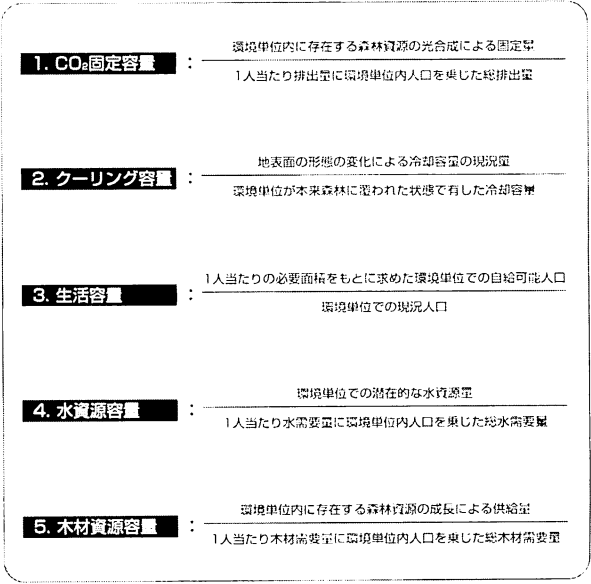


図-2 環境容量の5指標の試算方法

[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の基本とした。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人当た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人当た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

上記の設定により試算した宮城県における環境容量をレーダーチャートと GIS の 3 次元画像により図-3～8 に示す。宮城県全体での環境容量は、全国 47 都道府県中では、高い方から、CO₂固定容量が 31 位、クーリング容量が 31 位、生活容量が 20 位、水資源容量が 37 位、木材資源容量が 31 位を示した。次に 5 指標の試算概要を示す。

[CO₂固定容量]

宮城県全体では 9.6%を示した。これは、全国の 47 都道府県平均値の 16.5%から見ると、高い方から 31 位にあたる容量値である。30 位は広島県、32 位は長崎県である。また、宮城県下の市区町村の試算結果は、平均値が 36.3%、最大値が 535.7%（花山村）、最小値が 0.0%（南郷町）を示した。

[クーリング容量]

宮城県全体では 78.4%を示した。これは、全国の 47 都道府県平均値の 77.7%から見ると、高い方から 31 位にあたる容量値である。30 位は鹿児島県、32 位は群馬県である。また、宮城県下の市区町村の試算結果は、平均値が 72.4%、最大値が 94.4%（花山村）、最小値が 26.2%（多賀城市）を示した。

[生活容量]

宮城県全体では 70.1%を示した。これは、全国の 47 都道府県平均値の 68.9%から見ると、高い方から 20 位にあたる容量値である。19 位は富山県、21 位は福井県である。また、宮城県下の市区町村の試算結果は、平均値が 161.2%、最大値が 875.0%（七ヶ宿町）、最小値が 11.5%（塩竈市）を示した。

[水資源容量]

宮城県全体では 210.8%を示した。これは、全国の 47 都道府県平均値の 581.8%から見ると、高い方から 37 位にあたる容量値である。36 位は京都府、38 位は兵庫県である。また、宮城県下の市区町村の試算結果は、平均値が 889.7%、最大値が 14822.7%（七ヶ宿町）、最小値が 3.7%（多賀城市）を示した。

[木材資源容量]

宮城県全体では 72.3%を示した。これは、全国の 47 都道府県平均値の 124.7%から見ると、高い方から 31 位にあたる容量値である。30 位は広島県、32 位は長崎県である。また、宮城県下の市区町村の試算結果は、平均値が 274.2%、最大値が 4045.0%（花山村）、最小値が 0.0%（南郷町）を示した。

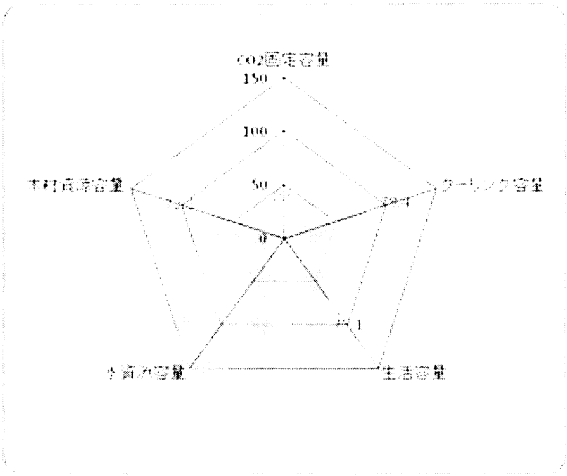


図-3 宮城県の環境容量（5 指標レーダーチャート）



図-4 CO₂固定容量



図-5 クーリング容量

5. 成果と課題

宮城県環境容量を概観すると、生活容量の20位以外は、全国47都道府県でも中庸より少し低い順位であった。豊かな環境容量を有する東北地方6県のなかでは、都市化の進んだ宮城県の特徴と考えられる。

水資源容量は、210.8%、全国37位と厳しい状況にある。さらにバーチャルウォーターを加味すると水資源容量は約120%に低下すると推定される。またCO₂固定容量でも9.6%、全国31位と低い容量であり、市区町村区分での試算からも、低い容量の地域が県内の広範囲に広がっている。また東北地方の6県の比較では、生活容量は、青森県、岩手県、秋田県、山形県、福島県では自給可能容量の100%を超え、全国47都道府県中でも2～6位の高い容量を有するが、宮城県では70.1%と自給可能容量を下回っている。CO₂固定容量でも、他の5県では21.8～48.7%と、同2～16位の高い容量を有しているが、宮城県では10%を下回る低い容量である。

東北地方の6県のなかでは、宮城県は環境容量の低下が見られ、自立性の低下やリスクの増大が危惧される。このような低下傾向にある環境容量を注視し、さらなる低下を抑えるための対応が必要であると考えられる。

参考引用文献

- 1) 大西文秀：『流域からみた日本の環境容量』-GIS Map Book for Japanese River Basin-、222p、大阪公立大学共同出版会、2013.
- 2) 太田幸雄：「わたしの本棚 -GISで学ぶ日本のヒト・自然系-」、土木学会誌、2月号、pp53、土木学会、2010.
- 3) 松岡 譲：「土木技術者と地球温暖化」、『GISで学ぶ日本のヒト・自然系』（2009、大西文秀）、pp136、弘文堂、2009.
- 4) 大西文秀：『環境容量からみた日本の未来可能性』-GIS Map Book for Japanese Futurability-、第12回環境情報科学センター賞（2012）受賞対象書籍、183p、大阪公立大学共同出版会、2011.
- 5) 大西文秀：『GISで学ぶ日本のヒト・自然系』-GIS Map Book for Japanese Humanity and Nature-、第12回環境情報科学センター賞（2012）受賞対象書籍、弘文堂、2009.
- 6) 大西文秀：関西地方における環境容量の可視化と災害リスクへの対応、第20回地球環境シンポジウム講演論文集、2012.
- 7) 大西文秀：琵琶湖・淀川流域における環境容量の試算とGISによる可視化、第20回地球環境シンポジウム講演論文集、2012.
- 8) 大西文秀：日本の主要流域における環境容量の試算とGISの活用、地球環境優秀講演賞、土木学会地球環境委員会、2011.
- 9) 大西文秀：東北地方における環境容量の試算と災害リスク、第19回地球環境シンポジウム講演論文集、2011.

【受賞報告】 第12回 環境情報科学センター賞 受賞

「ヒトと自然の関係の可視化を目指し、日本の環境容量をマップ化した書籍の出版」、大西文秀、2012.



図-6 生活容量

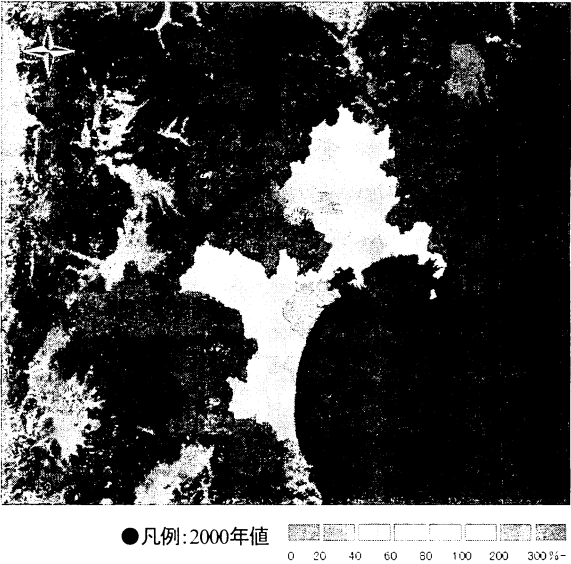


図-7 水資源容量

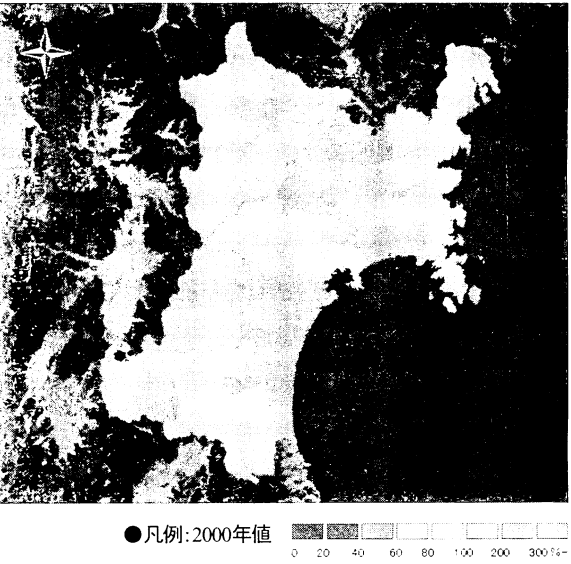


図-8 木材資源容量