

37. 地方区分による日本の環境容量の試算と 災害リスク

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

大都市圏をはじめ国土における環境負荷や災害リスクの低減が急務になっている。本稿では東日本大震災の教訓をもとに、我国を構成する全国 9 地方のヒトと自然の関係を環境容量としてとらえ、環境性、資源性、災害性など環境容量の視点から大都市圏や国土のこれからのあり方を探りたい。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。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、資源、そして災害などについての包括的な環境情報の発信を目指した。本試算により、全国 9 地方における環境容量を視点にした国土の潜在力の定量把握が進み、低炭素・低リスク社会への移行を推進するうえで必要となる、新しい国土計画や社会システム、また政策を創出するための一助になることを期待したい。

Key Words : *Tohoku Region, environmental capacity, disaster risk, GIS, sustainable land use, policy scenario*

1. はじめに

国土や大都市圏における環境負荷や災害リスクの低減が急務である。本稿では東日本大震災の教訓をもとに、全国 9 地方における環境、資源、災害性など、環境容量の視点からリスクの実態と国土の在り方を探りたい。

本試算では、北海道、東北、関東、中部①北陸・甲信越、中部②東海、関西、中国、四国、九州・沖縄の全国 9 地方におけるヒトと自然の関係を環境容量としてとらえ、地理情報システム・GIS による可視化により、地方特性を概観する。環境容量を視点にした、環境、資源、災害など、包括的な国土の認識が進むことを期待したい。

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 年と 2010 年には、これらの成果を活用し、沖縄や信州での環境容量の試算結果を報告し、地域における生活空間のヒトと自然の定量的な関係の包括的な究明を進めた。また 2011 年と 2012 年には、全国の主要 9 都道府県や、東日本大震災の被災地である東北地方の 6 県、また関西地方の 2 府 4 県における環境容量の現状を報告した。

本年は、第 21 回地球環境シンポジウムが開催される東北地方を含む全国 9 地方の環境容量を概観する。大都市圏をはじめ 9 地方の環境容量の特性把握が進み、低炭素・低リスク社会の構築に寄与することを期待したい。

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。

試算地域は日本列島全域とし、北海道地方、東北地方、関東地方、中部地方①北陸・甲信越、中部地方②東海、関西地方、中国地方、四国地方、九州・沖縄地方の 9 地方単位で環境容量を試算した。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観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。

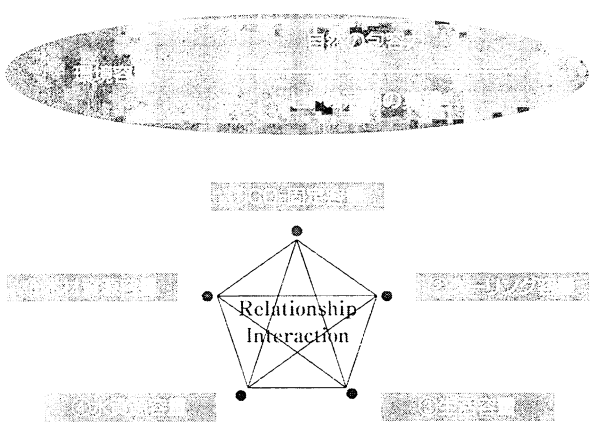


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

1. CO ₂ 固定容量	環境単位内に存在する森林資源の光合成による固定量 1 人当たり排出量に環境単位内人口を乗じた総排出量
2. クーリング容量	地表面の形態の変化による冷却容量の現況量 環境単位が本来森林に覆われた状態で有した冷却容量
3. 生活容量	1 人当たりの必要面積をもとに求めた環境単位での自給可能人口 環境単位での現況人口
4. 水資源容量	環境単位での潜在的な水資源量 1 人当たり水需要量に環境単位内人口を乗じた総水需要量
5. 木材資源容量	環境単位内に存在する森林資源の成長による供給量 1 人当たり木材需要量に環境単位内人口を乗じた総木材需要量

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

上記設定により、日本全国9地方の環境容量を試算した。図-3～8には、各地方全体での環境容量を5指標のレーダーチャートに示す。レーダーチャートにより視覚的にも把握できるように、3大都市圏が立地する地方では極めて低い環境容量値を示しており、自立性の低さや災害時におけるリスクの高さが示されている。次に9地方における環境容量の5指標値を示す。

[北海道地方における環境容量]

北海道地方の環境容量は、CO₂固定容量が38.5%（9地方中1位）、クーリング容量が79.5%（同6位）、生活容量が243.7%（同1位）、水資源容量が998.8%（同1位）、木材資源容量が290.9%（同1位）を示した。

[東北地方における環境容量]

東北地方の環境容量は、CO₂固定容量が25.0%（9地方中2位）、クーリング容量が83.8%（同4位）、生活容量が113.8%（同2位）、水資源容量が699.4%（同4位）、木材資源容量が188.6%（同2位）を示した。

[関東地方における環境容量]

関東地方の環境容量は、CO₂固定容量が2.1%（9地方中9位）、クーリング容量が64.4%（同9位）、生活容量が24.2%（同8位）、水資源容量が52.1%（同9位）、木材資源容量が15.8%（同9位）を示した。

[中部地方①北陸・甲信越における環境容量]

中部①東北・陸甲信越の環境容量は、CO₂固定容量が17.8%（9地方中4位）、クーリング容量が84.8%（同3

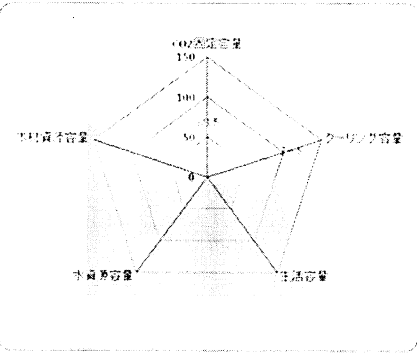


図-3 北海道地方の環境容量

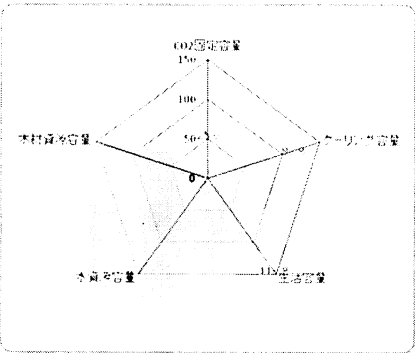


図-4 東北地方の環境容量

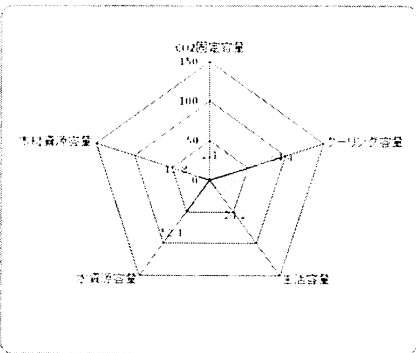


図-5 関東地方の環境容量

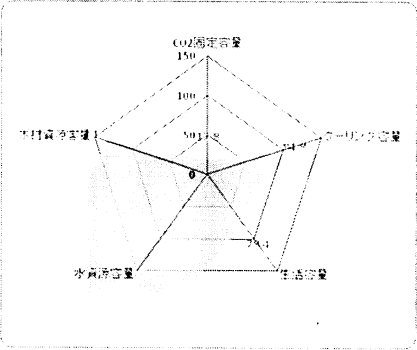


図-6 中部地方①北陸甲信越の環境容量

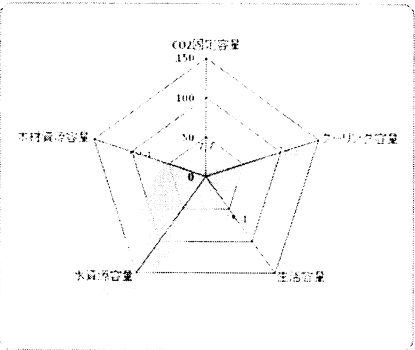


図-7 中部地方②東海の環境容量

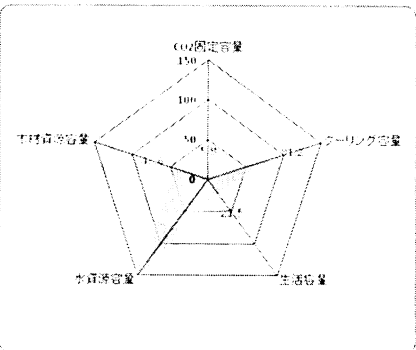


図-8 関西地方の環境容量

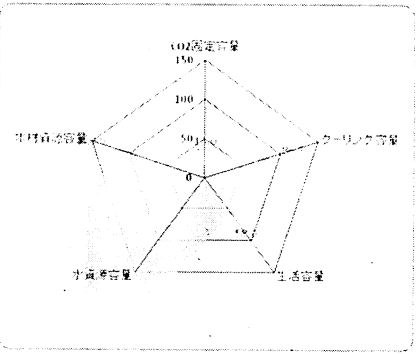


図-9 中国地方の環境容量

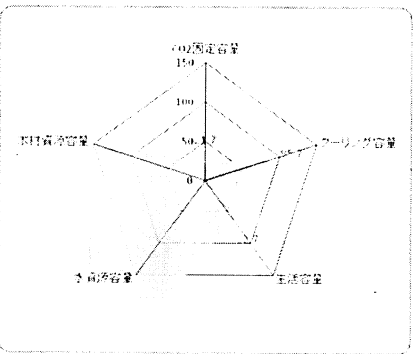


図-10 四国地方の環境容量

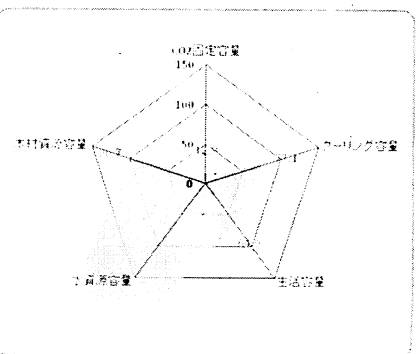


図-11 九州・沖縄地方の環境容量

位)、生活容量が 78.4% (同 3 位)、水資源容量が 821.5% (同 2 位)、木材資源容量が 134.1% (同 4 位) を示した。

[中部地方②東海における環境容量]

中部②東海の環境容量は、CO₂固定容量が 7.7% (9 地方中 7 位)、クーリング容量が 79.3% (同 7 位)、生活容量が 35.4% (同 7 位)、水資源容量が 318.9% (同 7 位)、木材資源容量が 58.4% (同 7 位) を示した。

[関西地方における環境容量]

関西地方の環境容量は、CO₂固定容量が 5.8% (9 地方中 8 位)、クーリング容量が 81.2% (同 5 位)、生活容量が 21.5% (同 9 位)、水資源容量が 172.1% (同 8 位)、木材資源容量が 43.6% (同 8 位) を示した。

[中国地方における環境容量]

中国地方の環境容量は、CO₂固定容量が 16.0% (9 地方中 5 位)、クーリング容量が 86.3% (同 1 位)、生活容量が 58.0% (同 6 位)、水資源容量が 514.0% (同 5 位)、木材資源容量が 120.9% (同 5 位) を示した。

[四国地方における環境容量]

四国地方の環境容量は、CO₂固定容量が 21.7% (9 地方中 3 位)、クーリング容量が 85.7% (同 2 位)、生活容量が 62.7% (同 5 位)、水資源容量が 814.4% (同 3 位)、木材資源容量が 164.2% (同 3 位) を示した。

[九州・沖縄地方における環境容量]

九州・沖縄地方の環境容量は、CO₂固定容量が 12.8% (9 地方中 6 位)、クーリング容量が 77.1% (同 8 位)、生活容量が 64.9% (同 4 位)、水資源容量が 498.3% (同 6 位)、木材資源容量が 96.7% (同 6 位) を示した。

5. 成果と課題

全国 9 地方区分による環境容量の試算から、北海道地方や東北地方では容量値が高い傾向にあるが、関東地方、中部地方②東海、関西地方などの大都市圏では環境容量の低下が顕著であることが明らかになった。また、中部地方①北陸・甲信越、中国地方、四国地方、九州・沖縄地方の容量はその中間に位置していると考えられる。

このように大都市圏では、環境容量の低下が顕著であり、環境容量の豊かな地方や海外の国や地方により支えられている実態を示すものと考えられる。そしてその一方では、大都市圏の自立性が低下し、環境面、資源面、災害面でのリスクが増大していると考えられる。

このリスクの高い状況は、40～60 年におよぶ急激な都市化や我々のライフスタイルの変化によるものと思われ

るが、低炭素・低リスク社会への移行を進めるために、将来を見据えた計画的な改善が急務である。

都市は単独では持続できず、周辺地域の支えを受けはじめて持続できる。しかし、都市を支える周辺地域や海外の余力も低下しているのが現状である。

大都市圏におけるリスクの低減をはじめ、国土全体での適正規模の想定も必要になると思われ、自然域と都市域、都市と農山村、流域の上流、中流、下流域などの相互関係への理解や認識が不可欠である。環境容量の概念を活用することにより、基本となる、ヒトと自然の総体としての関係の定量的な理解が進むことを期待したい。

参考引用文献

- 1) 大西文秀：『流域圏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 or Japanese Futurability-、第12回環境情報科学センター賞 (2012) 受賞対象書籍、183p、OMUP、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、地球環境変遷講演賞、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。
- 10) 大西文秀：那珂川流域における環境容量の試算と GIS の活用、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。

