

58. 関東地方におけるヒトと自然の関係・ 環境容量の 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

大都市圏における低炭素・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、関東地方の東京都で地球環境シンポジウムが開催されることから、巨大地震による甚大な被害が予想されている関東地方や構成する自治体の環境容量の試算を通して、関東地方や首都圏の脆弱性やリスクの大きさを報告したい。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、大都市圏である関東地方における環境容量の定量把握が進み、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生活や社会、また国土計画や社会システムや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 : Kanto Region, Tokyo, environmental capacity, GIS, low carbon society, low risk society

1. はじめに

大都市圏における、環境や資源やエネルギー問題、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年までの地球環境シンポジウムでは、わが国の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2013年には、これらの成果とGISによる可視化を活用し、沖縄、長野、茨城、宮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、東京都で第22回地球環境シンポジウムが開催されるため、関東地方や構成する自治体の環境容量の試算を通して、大都市圏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利根川流域における環境容量についても参照され、わが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、関東地方 (茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県) の 1 都 6 県) 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。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。

データベースの構築や演算、また三次元 GIS 画像の作成には、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。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

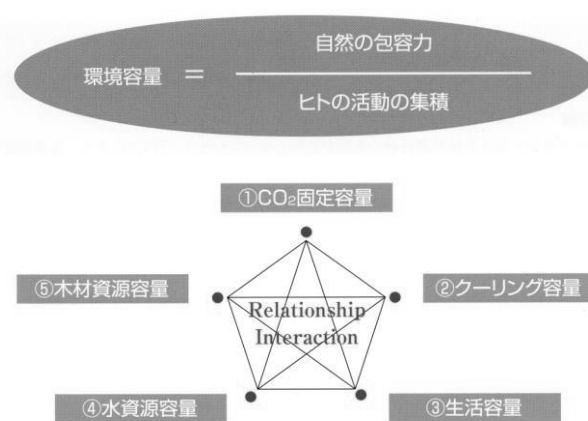


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

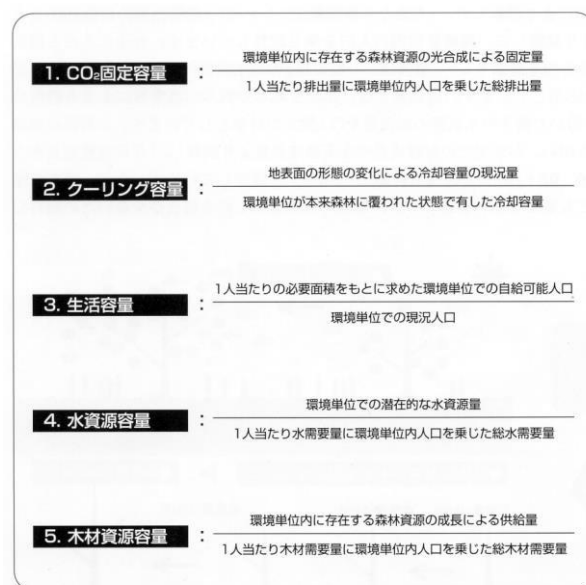


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

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。

〔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。

4. 試算結果

上記の設定により試算した関東地方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。関東地方全体での環境容量は、全国 9 地方中では、高い方から、CO₂固定容量が 9 位、クーリング容量が 9 位、生活容量が 8 位、水資源容量が 9 位、木材資源容量が 9 位ときわめて低い容量を示した。

【CO₂固定容量】

関東地方全体では 2.1%を示した。これは、全国の 9 地方の平均値の 16.4%から見ると、高い方から 9 位にあたる最下位の容量値である。また、次に容量の低い 8 位は関西地方の 5.8%であり、7 位は東海地方の 7.7%であった。また、関東地方下の市区町村の平均値は 21.6%、最大値が 1019.3%、最小値が 0.0%を示した。

【クーリング容量】

関東地方全体では 64.4%を示した。これは、全国の 9 地方の平均値の 80.2%から見ると、高い方から 9 位にあたる最下位の容量値である。また、次に容量の低い 8 位は九州・沖縄地方の 77.1%、7 位は東海地方の 79.3%であった。また、関東地方下の市区町村の平均値は 50.4%、最大値が 97.5%、最小値が 0.1%を示した。

【生活容量】

関東地方全体では 24.2%を示した。これは、全国の 9 地方の平均値の 78.1%から見ると、高い方から 8 位にあたる容量値である。最も容量の低い 9 位は関西地方の 21.5%、7 位は東海地方の 35.4%であった。また、関東地方下の市区町村の平均値は 76.9%、最大値が 673.9%、最小値が 3.0%を示した。

【水資源容量】

関東地方全体では 52.1%を示した。これは、全国の 9 地方の平均値の 543.3%から見ると、高い方から 9 位にあたる最下位の容量値である。また、次に容量の低い 8 位は関西地方の 172.1%、7 位は東海地方の 318.9%であった。また、関東地方下の市区町村の平均値は 484.7%、最大値が 22673.0%、最小値が 0.5%を示した。

【木材資源容量】

関東地方全体では 15.8%を示した。これは、全国の 9 地方の平均値の 123.7%から見ると、高い方から 9 位にあたる最下位の容量値である。また、次に容量の低い 8 位は関西地方の 43.6%、7 位は東海地方の 58.4%であった。また、関東地方下の市区町村の平均値は 162.7%、最大値が 7696.8%、最小値が 0.0%を示した。

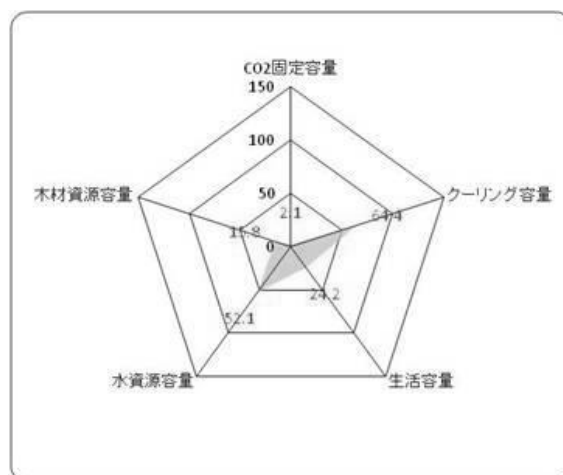


図-3 関東地方の環境容量
(5 指標レーダーチャート)

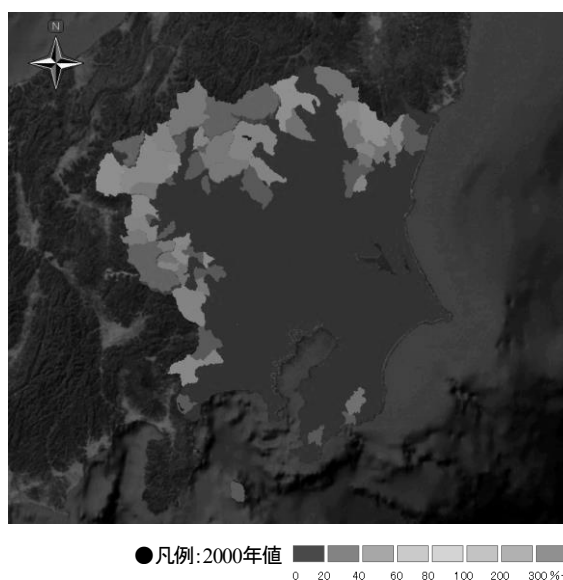


図-4 関東地方の CO₂ 固定容量

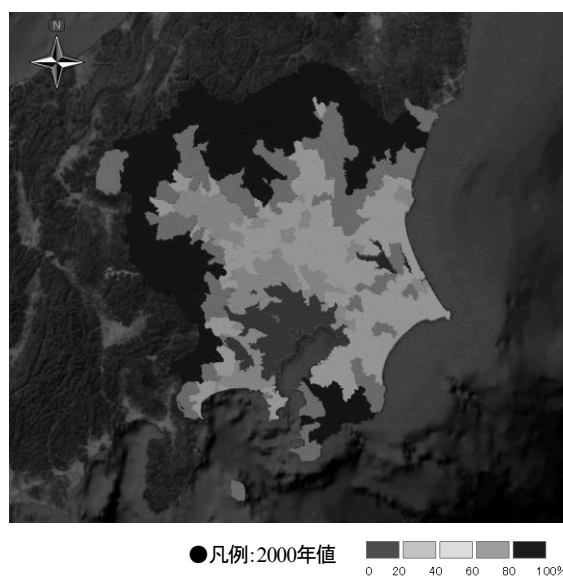


図-5 関東地方のクーリング容量

5. 成果と課題

関東地方における5指標の環境容量を、全国の9地方と比べ概観すると、生活容量の8位以外は最下位であり、5指標とも極めて低い容量であることが明らかになった。1都6県の中でも、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県ではその傾向は顕著であった。

CO₂固定容量では、2.1%と極めて低く、固定可能量の約50倍のCO₂を排出している状況にある。自治体単位でのGIS解析図(図-4)に示すように、赤色系の容量の低い地域が、関東平野のほぼ全域に広がっている。これは、関東地方の人口増加に伴いCO₂の排出が増加し、さらに都市化や耕地化により森林域が減少し、CO₂の固定力が低下した土地利用に変遷したことによると考えられる。

クーリング容量も最下位の64.4%であり、この要因も関東地方における土地利用の非森林化、即ち都市化や耕地化が進み、森林域が有していたクーリング機能が低下したことによると考えられる。またこの様な傾向は、近年頻発している、ヒートアイランド現象やゲリラ豪雨の要因になるものと考えられる。

生活容量は24.2%であり、最下位の関西地方の21.5%に次いで低く、自給可能人口の約4倍の人口を有していると考えられる。

水資源容量も最下位であり、全国9地方中では唯一、自給可能レベルの100%を大きく割り、約52%という極めて低い容量であった。次に低い関西地方の水資源容量の172.1%と比べても大きな開きがある。水資源容量の低下要因としては、年間降水量が少ないことや、土地利用の都市化(非森林化)による降水の地中浸透量の減少の影響が考えられる。さらに、近年頻発する河川流量の急激な増加要因にもなっていると考えられる。

関東地方における極めて低い環境容量の状況を総合的に見ると、環境負荷や災害リスクの巨大さと脆弱性を危惧するとともに、他地域への依存や負担が極めて大きい状況が定量的に把握できる。関東地方における災害リスクの低減や、自立性の向上を進め、わが国全体の地方構成の適正化に努めることが急務と考えられる。

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、第12回環境科学センター賞受賞記念出版書籍、2013。
- 2)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-、大阪公立大学共同出版会、第12回環境科学センター賞(2012)受賞対象書籍、184p、2011。
- 3)大西文秀：『GISで学ぶ日本のヒト・自然系』-GIS Map Book for Japanese Humanity and Nature-、167p、弘文堂、第12回環境科学センター賞(2012)受賞対象書籍、2009。

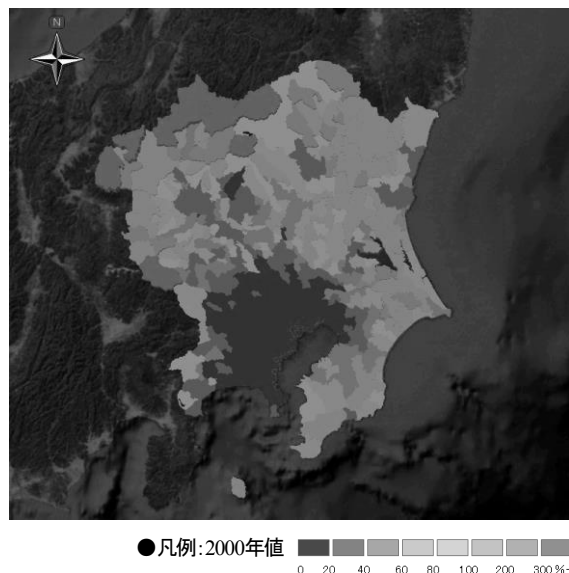


図-6 関東地方の生活容量

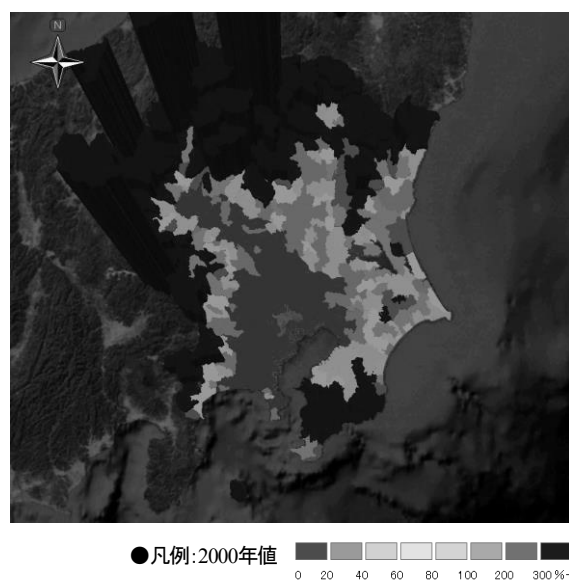


図-7 関東地方の水資源容量

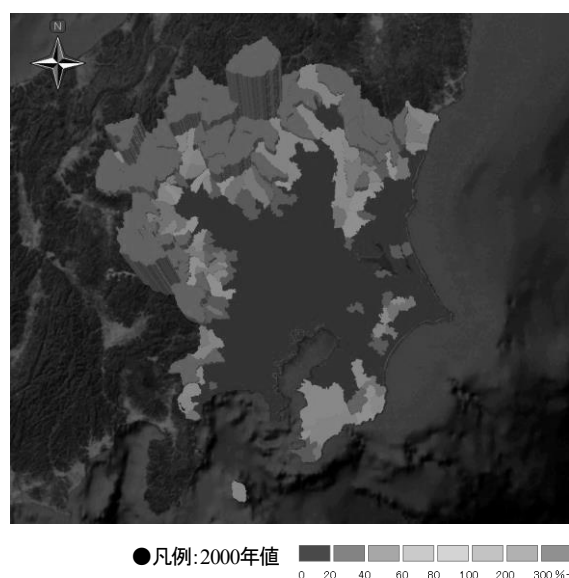


図-8 関東地方の木材資源容量