

59. 利根川流域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 : fonishi@m3.kcn.ne.jp

流域環境の改善が、社会の持続性や自立性、また防災性の向上に重要であるとの認識が進んでいる。本年の地球環境シンポジウムは、東京都で開催されることから、関東地方の基盤であり、わが国最大の流域面積を持つ利根川流域や構成する自治体の環境容量の試算を通じ、利根川流域の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。本試算により、エコロジカルな空間単位としての流域の環境容量の定量化や可視化が進み、流域環境の再生を進めるための環境計画や土地利用、またライフスタイルや社会のあり方について、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。

Key Words : Tone-gawa Watershed, environmental capacity, GIS, low carbon society, low risk society

1. はじめに

自然空間単位としての流域環境の改善が、社会の持続性や自立性、また防災性の向上に重要で不可欠であるとの認識が進んでいる。多くの問題は、自然空間単位としての流域に対する認識や配慮の欠如、また流域における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と考えられ、流域環境容量を視点にした、環境や資源、また災害などに包括的に対応する、流域環境システムの構築と普及が必要と考えられる。

2004 年から 2008 年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 2010 年から 2013 年には、これらの成果を活用し、天竜川流域、那珂川流域、琵琶湖・淀川流域、北上川流域での環境容量の試算結果を報告し、流域におけるヒトと自然の定量的な関係の究明を進め、これからの生活や社会、また産業や土地利用のあり方を考えていくための環境情報の発信やシステムの構築を目指した。

本年の第 22 回地球環境シンポジウムは、東京都で開催されることから、関東地方に立地し、わが国最大の流域面積を持つ利根川流域や、それを構成する自治体の環境容量の試算と GIS による可視化により、利根川流域のヒトと自然の包括的な関係を報告する。また別稿で報告している関東地方における環境容量についても参照され、流域環境容量についての理解が進むことを期待する。

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。試算地域は利根川流域とし、立地自治体は 2000 年時点での自治体区分、255 市区町村とした。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。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、データベースの構築や演算、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

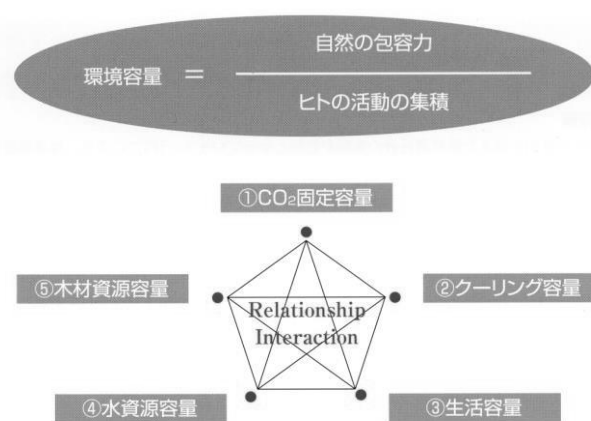


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

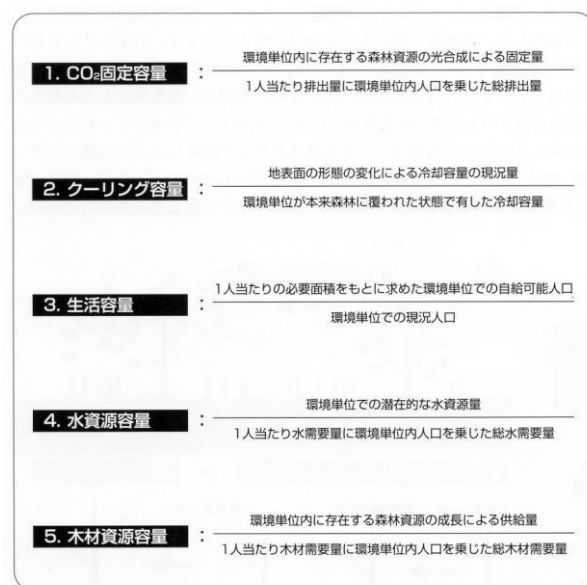


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

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利根川流域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。利根川流域全体での環境容量は、全国109の一級水系の順位では、高い方から、CO₂固定容量が101位、クーリング容量が102位、生活容量が94位、水資源容量が103位、木材資源容量が101位と低い容量を示した。

〔CO₂固定容量〕

利根川流域全体では3.5%を示した。全国109の一級水系の平均値は48.9%であり、高い方から101位にあたる容量値である。100位は名取川流域、102位は鈴鹿川流域である。また、利根川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が26.0%、最大値が862.9%、最小値が0.0%を示した。

〔クーリング容量〕

利根川流域全体では66.2%を示した。全国109の一級水系の平均値は81.8%であり、高い方から102位にあたる容量値である。101位は鈴鹿川流域、103位は多摩川流域である。また、利根川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が54.0%、最大値が97.5%、最小値が5.5%を示した。

〔生活容量〕

利根川流域全体では42.3%を示した。全国109の一級水系の平均値は156.7%であり、高い方から94位にあたる容量値である。93位は鈴鹿川流域、95位は遠賀川流域である。また、利根川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が94.1%、最大値が673.9%、最小値が4.0%を示した。

〔水資源容量〕

利根川流域全体では81.8%を示した。全国109の一級水系の平均値は1575.5%であり、高い方から103位にあたる容量値である。102位は名取川流域、104位は淀川流域である。また、利根川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が566.4%、最大値が22673.0%、最小値が0.8%を示した。

〔木材資源容量〕

利根川流域全体では26.6%を示した。全国109の一級水系の平均値は369.3%であり、高い方から101位にあたる容量値である。100位は名取川流域、102位は鈴鹿川流域である。また、利根川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が196.7%、最大値が6515.8%、最小値が0.0%を示した。

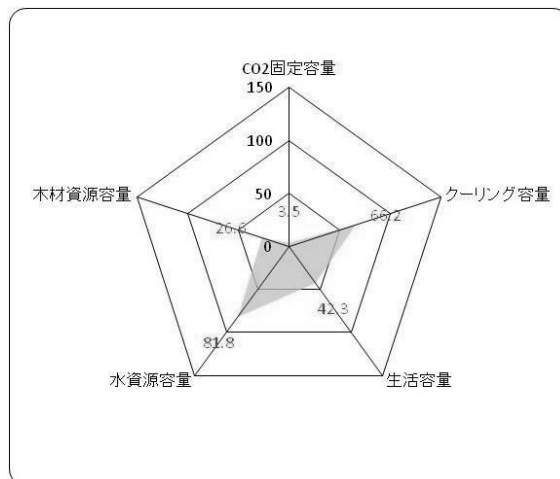
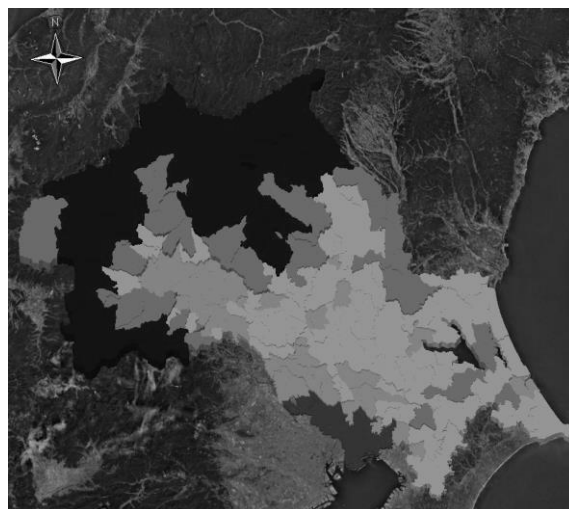


図-3 利根川流域の環境容量
(5指標レーダーチャート)



●凡例:2000年値 0 20 40 60 80 100 200 300%

図-4 利根川流域のCO₂固定容量



●凡例:2000年値 0 20 40 60 80 100%

図-5 利根川流域のクーリング容量

5. 成果と課題

利根川流域における5指標の環境容量は、全国109の一級水系の流域の中では、94～103位と極めて低い水準であることが明らかになった。また、全国9地方を代表する、石狩川、北上川、利根川、信濃川、木曽川、淀川、太田川、吉野川、筑後川の全国主要9流域の中でも、CO₂固定容量が8位(3.5%)、クーリング容量が9位(66.2%)、生活容量が7位(42.3%)、水資源容量が8位(81.8%)、木材資源容量が8位(26.6%)を示した。主要9流域の中でも、7～9位と極めて低い容量値を示し、わが国最大の流域面積を持つ利根川流域の環境容量が5指標とも極めて低いことが定量的に示された。

これらの要因には、大面積の流域に関わらず、利根川流域における森林面積率が約44%(109流域中102位)と極めて低いことがあげられる。また、平均年間降水量が約1446mm(同93位)と低いことや、さらに人口密度が約737人/1km²(同密度が高い方から10位)という非常に高い状況であることなどが考えられる。

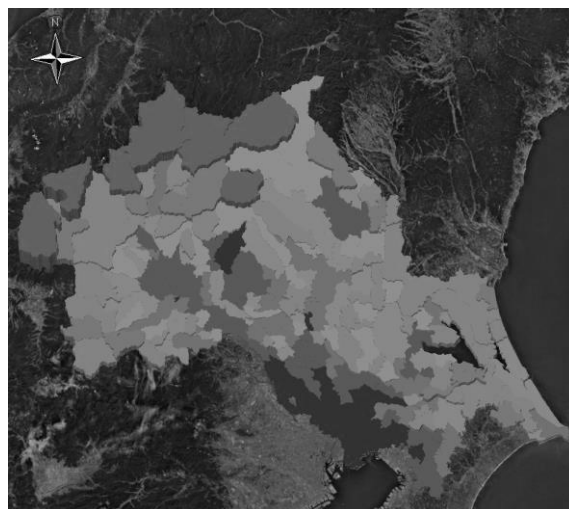
また、高い人口密度を持つに至った要因には、下流域に東京都や千葉県など首都圏が立地しており、比較的平坦で広大な関東平野が都市化や耕地化されやすい特性を有し、森林域の適切な保全がなされないまま開発が進んだことなどが考えられる。

日本の国土は、バイオリージョンとしての流域がモザイクのように組み合わせられ構成されており、それぞれの流域におけるヒトと自然の関係がバランスを保つとにより、国土全体の持続性、ヒトと自然の関係もそのバランスが維持される。

わが国において最大の面積を有する利根川流域における流域環境の改善は必要不可欠であり、改善が国土全体にもたらす効果や影響は大きいと考えられる。長期にわたり改変された流域環境の改善は容易ではない。しかし流域環境容量の概念を活用し英知を結集して、流域環境の改善計画を策定し実行していくことが、国土における環境性、資源性、防災性の向上への礎になるものと考えられる。

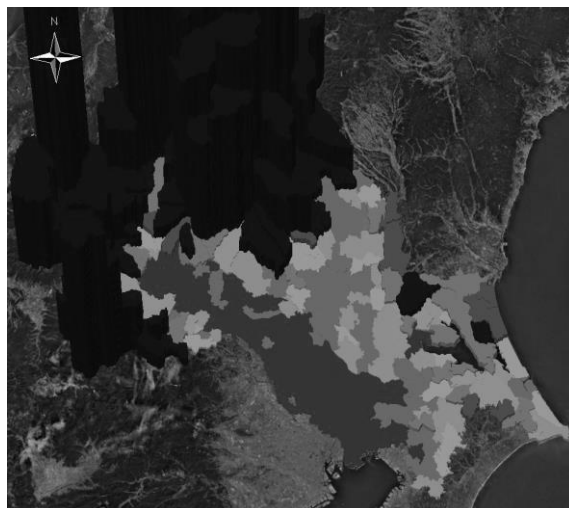
参考引用文献

- 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。



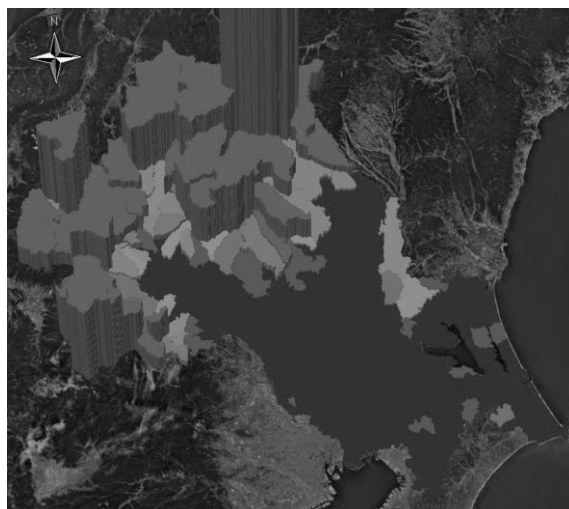
●凡例:2000年値 0 20 40 60 80 100 200 300%-

図-6 利根川流域の生活容量



●凡例:2000年値 0 20 40 60 80 100 200 300%-

図-7 利根川流域の水資源容量



●凡例:2000年値 0 20 40 60 80 100 200 300%-

図-8 利根川流域の木材資源容量