

19. 茨城県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 : ohmishi.fumihide@takenaka.co.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、茨城県水戸市での地球環境シンポジウムの開催であり、立地する茨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、地域環境容量の定量化や可視化が進み、新しい環境計画や環境デザイン、またライフスタイルによる改善効果のシミュレーションをはじめ、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組みが推進されることが考えられる。

Key Words : Ibaraki Prefecture, Mito City, environmental capacity, GIS, low carbon 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、さらには防災問題が顕在化し、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 5 回の地球環境シンポジウムでは、我国における 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、沖縄県や長野県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考えていく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、茨城県水戸市で第 19 回地球環境シンポジウムが開催されるため、茨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那珂川流域や日本の都道府県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。試算地域は茨城県とし、解析単位は、2000年時点での自治体区分、85市町村(20市、48町、17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。

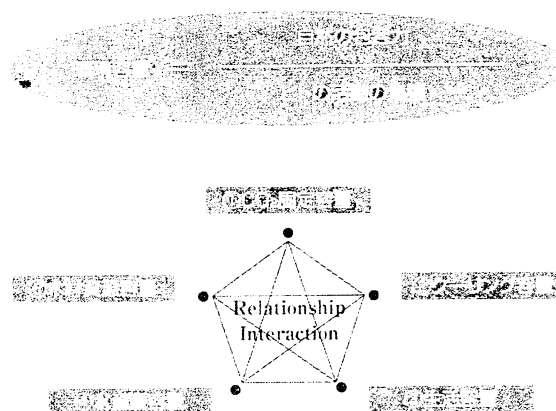


図-1 環境容量の概念と5指標の構成

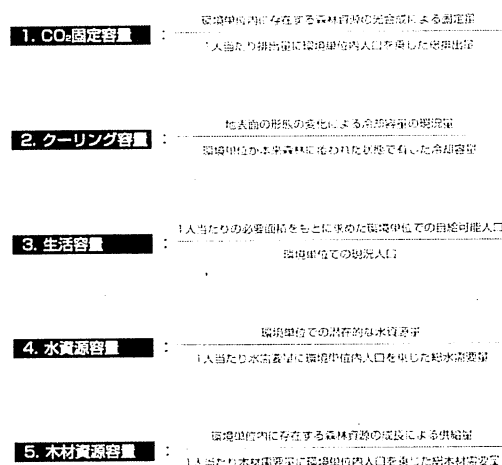


図-2 環境容量の5指標の試算方法

[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量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

茨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。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38位、クーリング容量が42位、生活容量が18位、水資源容量が41位、木材資源容量が38位を示した。次に5指標の試算概要を示す。

[CO₂固定容量]

茨城県全体では3.6%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38位にあたる容量値である。37位は兵庫県、39位は沖縄県である。また、茨城県下の市町村の試算結果は、平均値が10.2%、最大値が174.6%（里美村）、最小値が0.0%（河内町、藤代町、古河市）を示した。

[クーリング容量]

茨城県全体では60.7%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42位にあたる容量値である。41位は愛知県、43位は千葉県である。また、茨城県下の市町村の試算結果は、平均値が57.2%、最大値が92.7%（里美村）、最小値が33.1%（神栖町）を示した。

[生活容量]

茨城県全体では72.4%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18位にあたる容量値である。17位は栃木県、19位は富山県である。また、茨城県下の市町村の試算結果は、平均値が107.5%、最大値が249.4%（東町）、最小値が17.3%（古河市）を示した。

[水資源容量]

茨城県全体では97.5%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41位にあたる容量値である。40位は福岡県、42位は愛知県である。また、茨城県下の市町村の試算結果は、平均値が236.2%、最大値が2749.8%（里美村）、最小値が5.4%（古河市）を示した。

[木材資源容量]

茨城県全体では27.2%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38位にあたる容量値である。37位は兵庫県、39位は沖縄県である。また、茨城県下の市町村の試算結果は、平均値が77.3%、最大値が1318.6%（里美町）、最小値が0.0%（河内町）を示した。

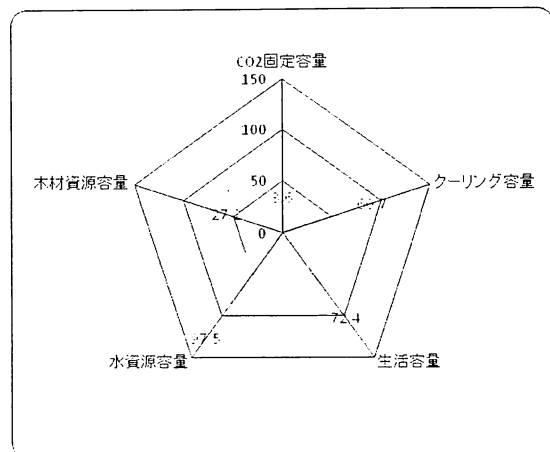


図-3 茨城県の環境容量（5指標レーダーチャート）

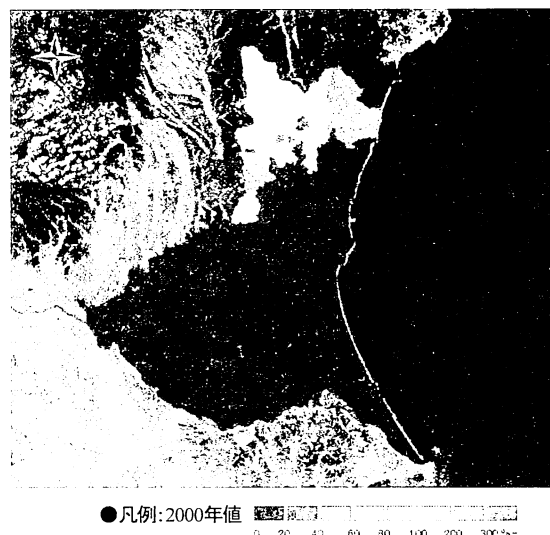


図-4 CO₂固定容量

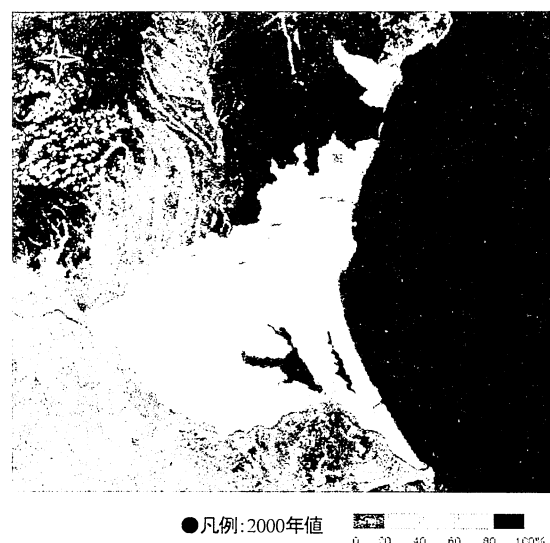


図-5 クーリング容量

5. 成果と課題

茨城県環境容量を概観すると、生活容量以外は、全国でも低い順位であった。CO₂ 固定容量では、3.6%、クーリング容量も全国 42 位という厳しい状況にある。

極めて低い CO₂ 固定量の状況を市町村単位で見ると、利根川下流域の霞ヶ浦周辺や那珂川流域の下流や中流域を中心に 10%以下の低い容量値の自治体が 80%以上に及んでいる。茨城県は利根川や那珂川の下流域に位置し、これを活用したわが国有数の農業地帯であり緑の県土の印象が強いが、森林面積率が低いことが、CO₂ 固定容量の低下要因になっていると考えられる。

日本全域においても森林が保有する総 CO₂ 固定可能量は極めて低く、総排出量の約 10%と考えられるが、このことはあまり知られていない。低炭素社会の実現に向けて、土地利用やライフスタイルを改善し、環境容量を向上させる取組みが必要になると考えられる。

参考引用文献

- 1) 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。
- 2) 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
- 3) 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-、183p、OMUP、2011。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) 大西文秀：学術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。
- 7) 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。
- 8) 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。
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 大西文秀：沖縄における環境容量の試算と GIS の活用、第 17 回地球環境シンポジウム講演論文集、2009。
- 12) 大西文秀：長野県における環境容量の試算と GIS の活用、第 18 回地球環境シンポジウム講演論文集、2010。
- 13) 大西文秀：流域環境容量、環境キーワード小辞典、ニュースレター、第 37 号、土木学会地球環境委員会、2005。
- 14) 大西文秀：地球環境貢献賞受賞、流域圏を視点にした水資源容量の試算と GIS の活用、ニュースレター第 42 号、土木学会地球環境委員会、2007。



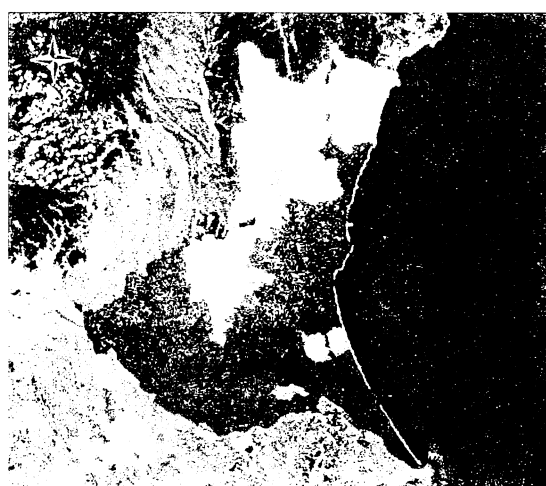
●凡例:2000年値 0 20 40 60 80 100 200 300 %

図-6 生活容量



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

図-7 水資源容量



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

図-8 木材資源容量