

27. 京都府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、京都府京都市での地球環境シンポジウムの開催であり、立地する京都府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、また、新しい環境計画や環境デザイン、さらにライフスタイルによる改善効果のシミュレーションが進み、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と考えられる。

Key Words : *Kyoto Prefecture, Kyoto 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 2009～2011 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、京都市で第 20 回地球環境シンポジウムが開催されるため、京都府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琵琶湖・淀川流域や関西地方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。試算地域は京都府とし、解析単位は、2000 年時点での自治体区分、54 市区町村 (11 市、11 区、31 町、1 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。

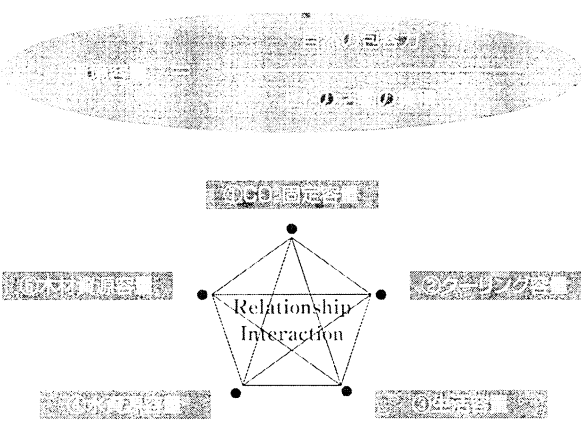


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

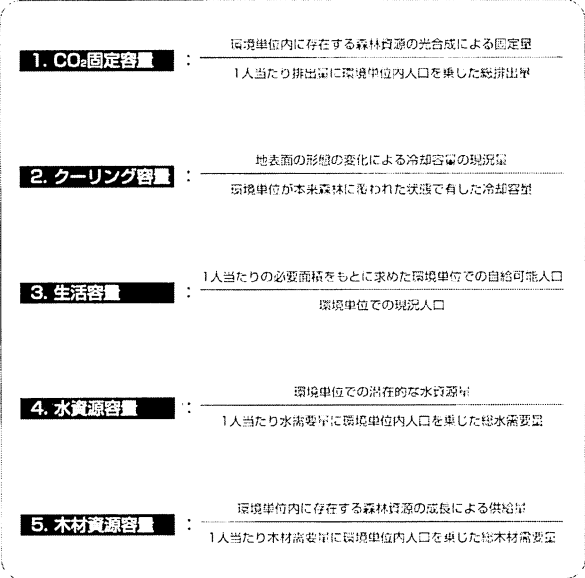


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

[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。

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

京都府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。府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34位、クーリング容量が14位、生活容量が42位、水資源容量が36位、木材資源容量が34位を示した。次に5指標の試算概要を示す。

[CO₂固定容量]

京都府全体では8.4%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34位にあたる容量値である。33位は佐賀県、35位は静岡県である。また、京都府下の市区町村の試算結果は、平均値が40.8%、最大値が378.1%（美山町）、最小値が0.0%（京都市南、中京、上京、下京区、向日市）を示した。

[クーリング容量]

京都府全体では85.2%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14位にあたる容量値である。13位は広島県、15位は山形県である。また、京都府下の市区町村の試算結果は、平均値が71.3%、最大値が97.6%（美山町）、最小値が1.0%（京都市下京区）を示した。

[生活容量]

京都府全体では23.7%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42位にあたる容量値である。41位は兵庫県、43位は愛知県である。また、京都府下の市区町村の試算結果は、平均値が74.3%、最大値が229.1%（南山城村）、最小値が4.6%（京都市中京区）を示した。

[水資源容量]

京都府全体では229.9%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36位にあたる容量値である。35位は栃木県、37位は宮城県である。また、京都府下の市区町村の試算結果は、平均値が1129.1%、最大値が11768.2%（美山町）、最小値が1.1%（京都市中京区）を示した。

[木材資源容量]

京都府全体では63.2%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34位にあたる容量値である。33位は佐賀県、35位は静岡県である。また、京都府下の市区町村の試算結果は、平均値が307.8%、最大値が2854.7%（美山町）、最小値が0.0%（京都市南、中京、上京、下京区、向日市）を示した。

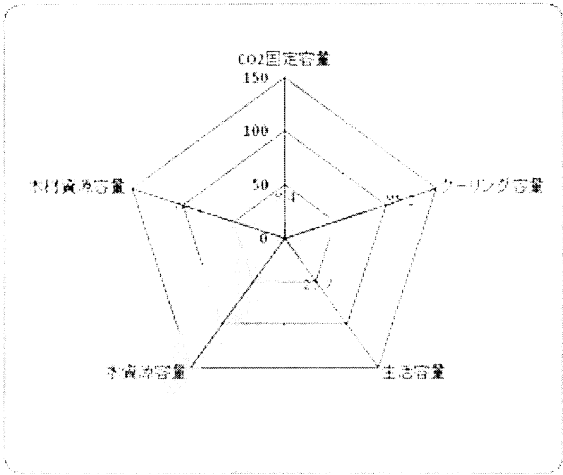


図-3 京都府の環境容量（5指標レーダーチャート）

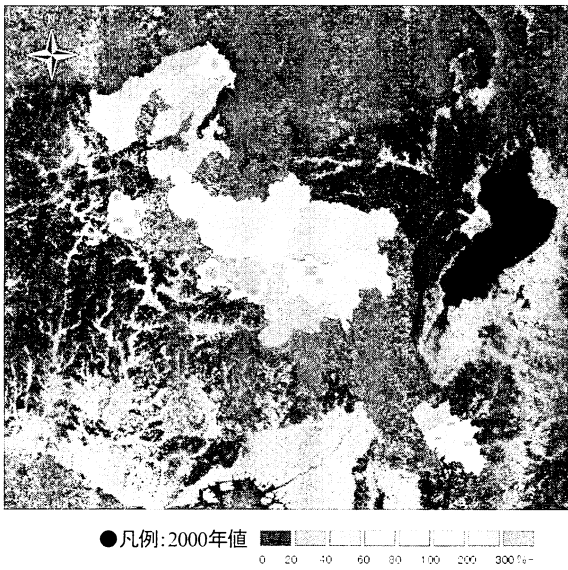


図-4 CO₂固定容量

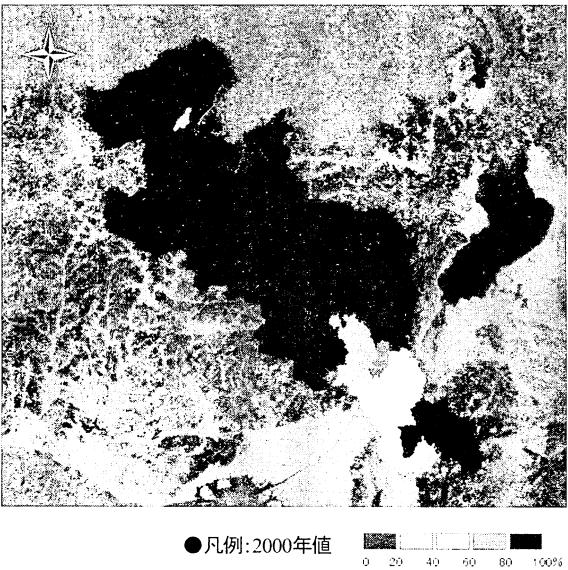


図-5 クーリング容量

5. 成果と課題

京都府の環境容量を概観すると、クーリング容量の14位以外は、全国でも中庸より低い順位であった。生活容量では、23.7%と全国42位という厳しい状況にある。

京都議定書の舞台であったことからCO₂固定容量を概観すると、10%以下の容量値の自治体が25自治体、全体の約46%に及んでいる。京都府は琵琶湖・淀川流域の中流域や由良川の上中流域で構成され、美山町をはじめ分水嶺地域は豊かな森林を有するが、南部は京都市などの都市化、北部は耕地化や都市化が進み、府全域でのCO₂固定容量は、8.4%、全国34位と厳しい状況にある。

京都府のCO₂固定容量は、日本全域のCO₂固定容量と同レベルと考えられる。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、低炭素社会や低リスク社会を推進するためのモデル地域として、我国の低炭素・低リスク化をリードすることを期待したい。

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 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、OMLP、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-、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。
- 5) 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、地球環境優秀論文賞、土木学会地球環境委員会、2011。
- 6) 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。
- 7) 大西文秀：茨城県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。
- 8) 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。
- 9) 大西文秀：日本の都道府県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。
- 10) 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。
- 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：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。
- 13) 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、地球環境貢献賞受賞、ニュースレター第42号、土木学会地球環境委員会、2007。

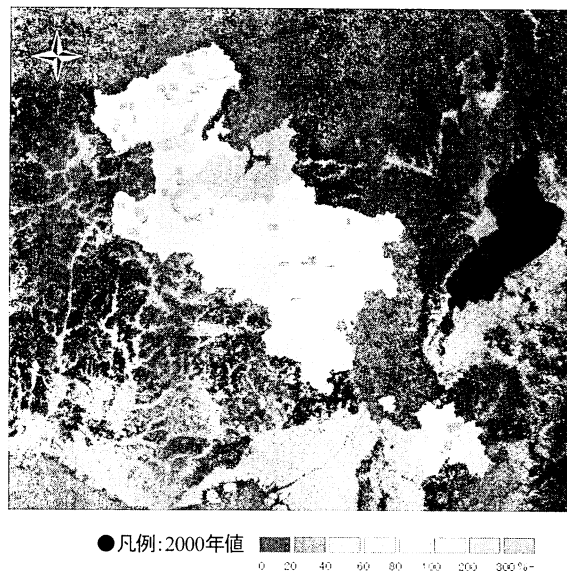


図-6 生活容量

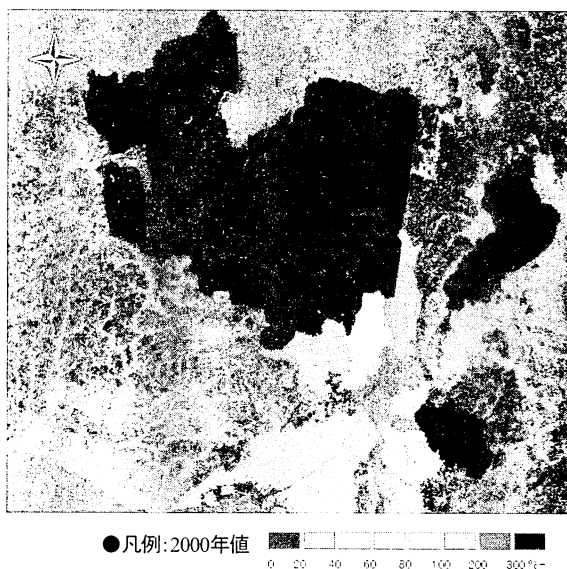


図-7 水資源容量

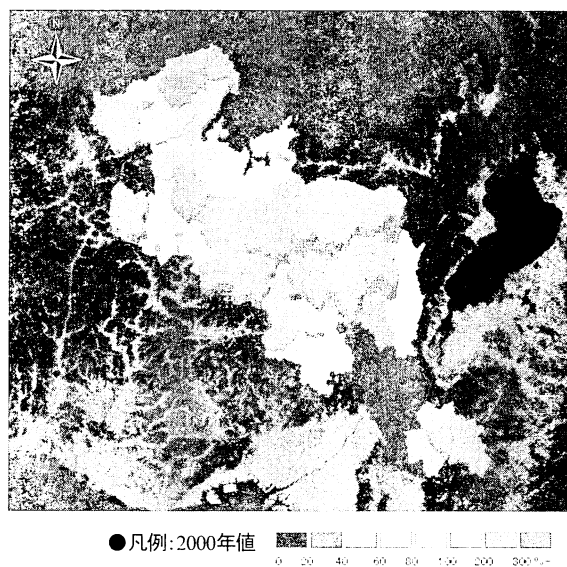


図-8 木材資源容量