

23.長野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 : ohnishi.fumihide@takenaka.co.jp

地球温暖化をはじめ、食糧やエネルギー問題が顕在化し、低炭素社会への移行が急務になりつつある。問題の多くは、ヒトの活動が環境容量を超えることにより発生すると考えられる。本年は、長野県茅野市での地球環境シンポジウムの開催であり、立地する長野県や構成する自治体の環境容量の試算を通して、信州地方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抱擁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化への認識と取組みが推進され则认为られる。

Key Words : Chino-city, Suwa-city, Nagano Prefecture, environmental capacity, GIS, low carbon society

1. はじめに

IPCC の報告などを受け、地球温暖化をはじめ、食糧やエネルギー問題が顕在化し、低炭素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、日本の大都市圏を対象に、3 大都市圏の環境容量をテーマに発表を行った。また 2009 年には、これらの成果を活用し、沖縄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ライフスタイルや産業、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とシステムの創造を目指した。^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 8), 9) 10), 11)}

本年は、長野県茅野市で第 18 回地球環境シンポジウムが開催されるため、長野県や構成する自治体の環境容量の試算を通して、信州地方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天竜川流域や日本の主要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も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、そのための考え方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。試算地域は長野県とし、解析単位は、2000 年時点での自治体区分、120 市町村(17 市、36 町、67 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 の排出量と固定量の試算によりその需給量の関係を基本とした。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。

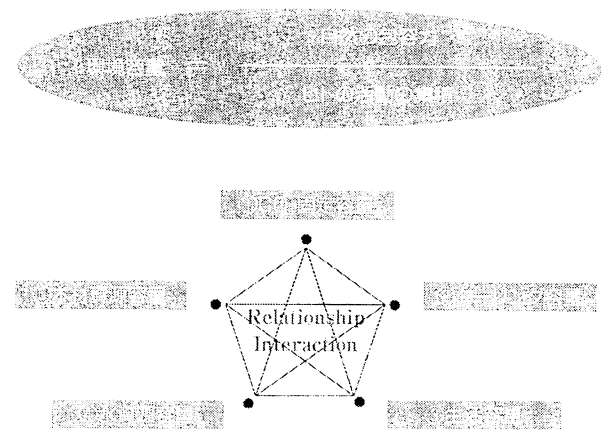


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

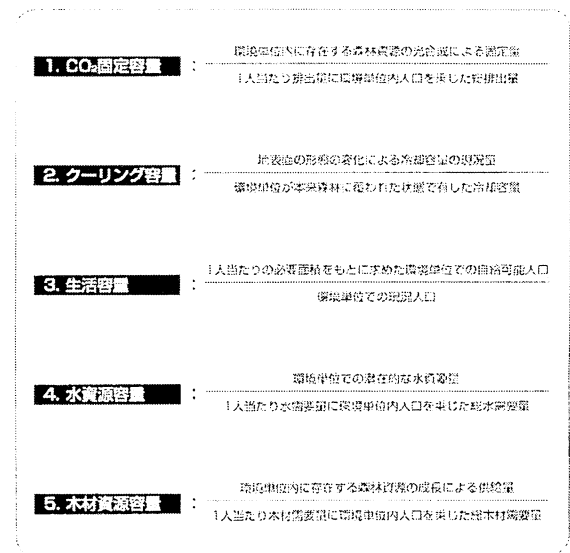


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

【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

以上の設定により試算した長野県における環境容量をGISの3次元画像により図-3～7に示す。概観すると、長野県全体での環境容量は、全国47都道府県の順位では、高い方から、CO₂固定容量が14位、クーリング容量が15位、生活容量が15位、水資源容量が16位、木材資源容量が14位を示した。いずれの指標値も平均して高い容量値を示した。次に5指標の試算概要を示す。

【CO₂ 固定容量】

長野県全体では22.3%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14位にあたる容量値である。13位は山梨県、15位は山形県である。また、長野県下の市町村の試算結果は、平均値が111.3%、最大値が1681.3%（王竜村）、最小値が0.43%（浅科村）を示した。

【クーリング容量】

長野県全体では84.8%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15位にあたる容量値である。14位は高知県、16位は鳥取県である。また、長野県下の市町村の試算結果は、平均値が84.1%、最大値が97.2%（浪合村）、最小値が45.5%（小布施町）を示した。

【生活容量】

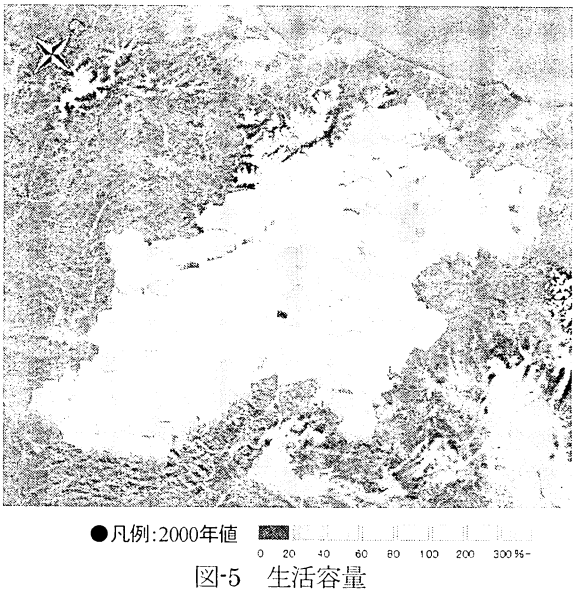
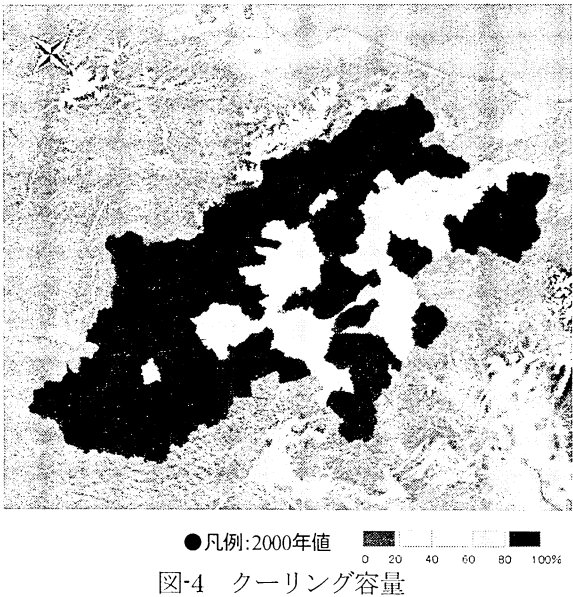
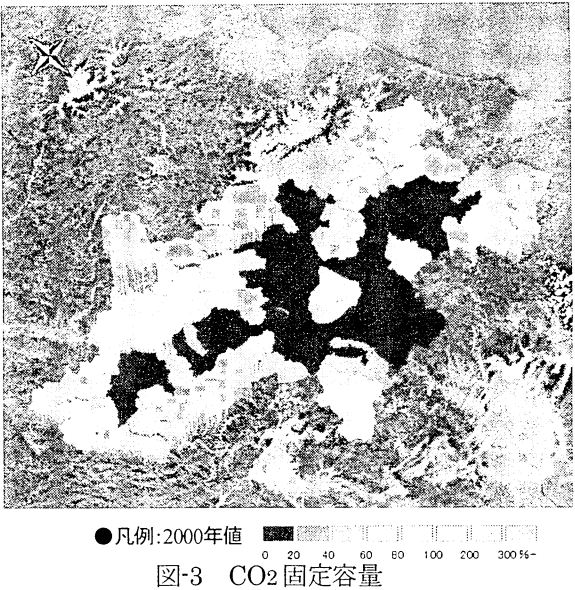
長野県全体では81.9%を示した。これは、全国の47都道府県平均値の68.9%から見ると、高い方から15位にあたる容量値である。14位は高知県、16位は鳥取県である。また、長野県下の市町村の試算結果は、平均値が185.4%、最大値が730.9%（大鹿村）、最小値が20.6%（下諏訪町）を示した。

【水資源容量】

長野県全体では754.9%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16位にあたる容量値である。15位は富山県、17位は大分県である。また、長野県下の市町村の試算結果は、平均値が4201.4%、最大値が60978.1%（王竜村）、最小値が23.2%（北御牧村）を示した。

【木材資源容量】

長野県全体では168.6%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14位にあたる容量値である。13位は山梨県、15位は山形県である。また、長野県下の市町村の試算結果は、平均値が840.6%、最大値が12695.0%（王竜村）、最小値が3.2%



(浅科村)を示した。

5. 成果と課題

長野県環境容量の試算結果を概観すると、いずれの指標値も全国 47 都道府県中、14～16 位と高い順位であった。しかし、容量値は CO₂ 固定容量では、22.3%という状況であり、CO₂ 固定可能量は CO₂ 排出量の 4 分の 1 以下という厳しい状況にある。日本全域においても森林が保有する総 CO₂ 固定可能量は、総 CO₂ 排出量の約 10%と考えられるが、この極めて低い状況はあまり知られていない。我国では、今後 10 年の間に CO₂ 排出量の 25%を削減しなければならず、近年の CO₂ 排出量の増加傾向からは大変厳しい目標であるが、この極めて低い CO₂ 固定容量の現実からは、後世にとって十分な削減目標なのか疑問が残る。全国的には恵まれた CO₂ 固定量を保有する長野県であるが、その絶対量は、必ずしも十分ではなく、自治体単位の CO₂ 固定容量の試算からも、20%以下の低い容量値の地域が広い範囲に見られるのが現状である。わが国では恵まれた環境容量を保持すると思われる地域や地方においても、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一層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) 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。
- 3) 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。
- 4) 大西文秀 : 学際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。
- 5) 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。
- 6) 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。
- 7) 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。
- 8) 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。
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 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。



図-6 水資源容量

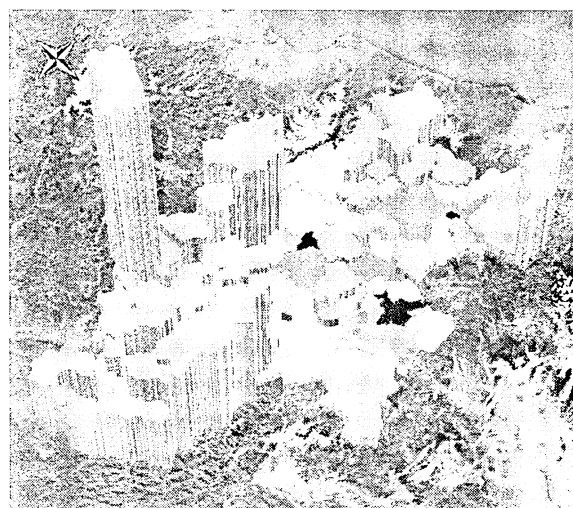


図-7 木材資源容量