

39. 石狩川流域におけるヒト・自然系 － 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

流域の再生や改善が、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、札幌市で開催されることから、北海道地方で最大の流域面積を有し、わが国第2位の流域面積を持つ石狩川流域や、構成する自治体の環境容量の試算を通じ、石狩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 : Ishikari-gawa Watershed, environmental capacity, GIS, low carbon society, low risk society

1. はじめに

エコロジカルな空間としての流域の再生や改善が、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。また多くの問題は、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。

2004～2009年の地球環境シンポジウムでは、わが国の3大都市圏や沖縄県の環境容量をテーマに報告を行った。また2010～2014年にはこれらの成果を活用して、天竜川、那珂川、琵琶湖・淀川、北上川、利根川の各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解明を進め、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23回地球環境シンポジウムは、札幌市で開催されることから、北海道地方に立地し、わが国第2位の流域面積を持つ石狩川流域や、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、石狩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北海道地方における環境容量についても参照され、流域環境容量へ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。試算地域は石狩川流域とし、立地自治体は 2000 年時点での自治体区分、58 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。

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

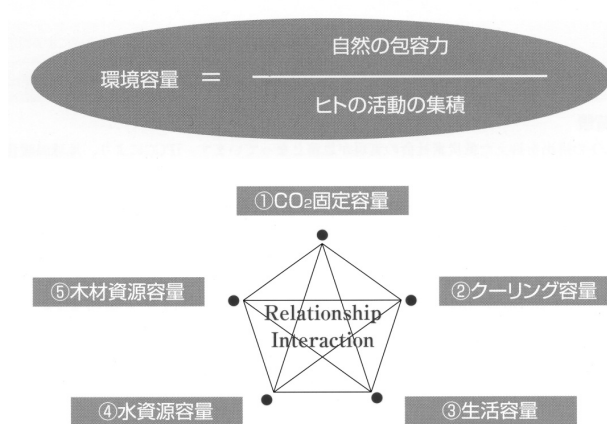


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

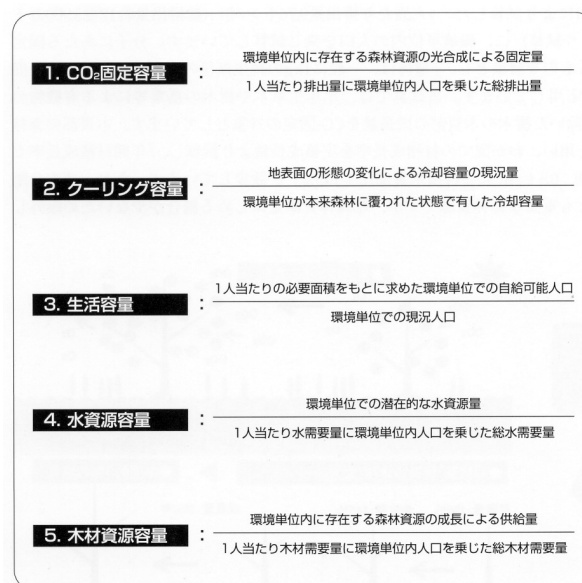


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

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石狩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。石狩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83位、クーリング容量が73位、生活容量が48位、水資源容量が86位、木材資源容量が83位と低い容量を示した。

【CO₂固定容量】

石狩川流域全体では11.6%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83位にあたる容量値である。82位は信濃川流域、84位は安部川流域である。また、石狩川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が74.8%、最大値が776.2%、最小値が0.0%を示した。

【クーリング容量】

石狩川流域全体では78.8%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73位にあたる容量値である。72位は鳴瀬川流域、74位は関川流域である。また、石狩川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が68.6%、最大値が93.0%、最小値が8.4%を示した。

【生活容量】

石狩川流域全体では98.3%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48位にあたる容量値である。47位は大淀川流域、49位は庄川流域である。また、石狩川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が552.8%、最大値が4608.8%、最小値が7.7%を示した。

【水資源容量】

石狩川流域全体では336.8%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86位にあたる容量値である。85位は狩野川流域、87位は筑後川流域である。また、石狩川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が2540.6%、最大値が39567.6%、最小値が1.2%を示した。

【木材資源容量】

石狩川流域全体では87.3%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83位にあたる容量値である。82位は信濃川流域、84位は安部川流域である。また、石狩川流域に立地する市区町村の試算結果は、平均値が565.0%、最大値が5860.8%、最小値が0.0%を示した。

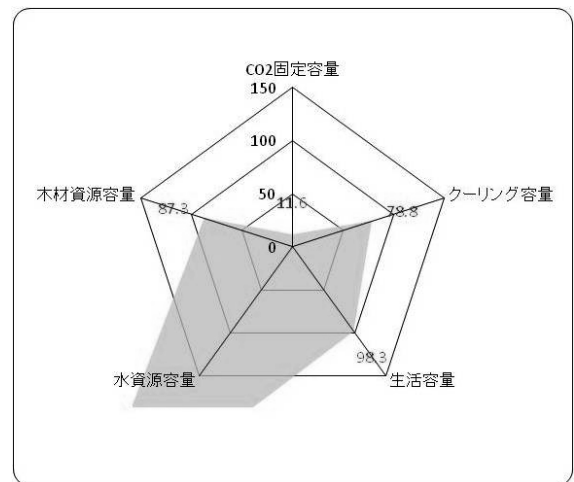


図-3 石狩川流域の環境容量
(5指標レーダーチャート)

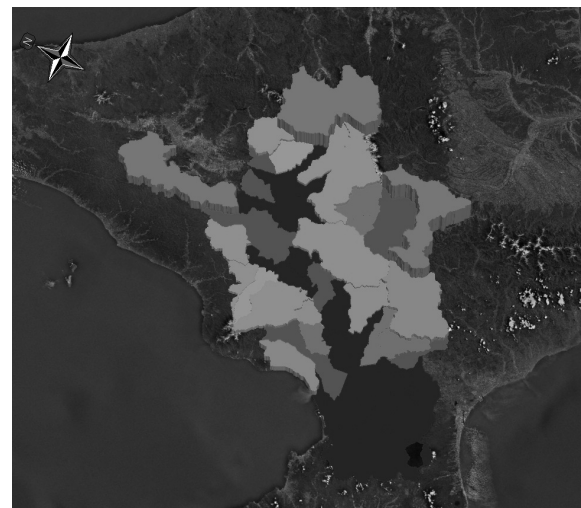


図-4 石狩川流域のCO₂固定容量

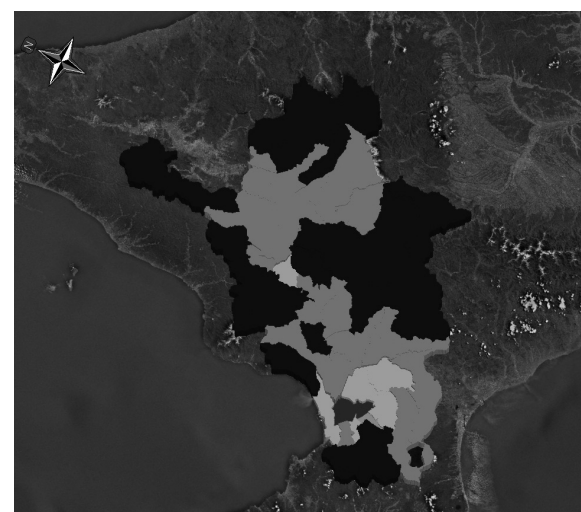


図-5 石狩川流域のクーリング容量

5. 成果と課題

石狩川流域は北海道地方で最大、利根川流域に次ぐ、わが国第2位の流域面積を持つ大型流域であり、大都市札幌市が立地している。流域の概要は、森林面積率は約63% (109 流域中 75 位) であり、平均年間降水量も約 1397 mm (同 99 位) と低い。また、人口は約 304 万人。人口密度は約 210 人/km² (同高い方から 44 位) であった。

石狩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 83 位、クーリング容量が 73 位、生活容量が 48 位、水資源容量が 86 位、木材資源容量が 83 位と中庸より低い容量を示した。また、全国 9 地方を代表する、石狩川、北上川、石狩川、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 6 位 (11.6%)、クーリング容量が 6 位 (78.8%)、生活容量が 2 位 (98.3%)、水資源容量が 5 位 (336.8%)、木材資源容量が 6 位 (87.3%) を示し、5 指標中 4 指標で、5~6 位と中庸より低い容量値を示した。

しかし、生活容量は 98.3% (主要 9 流域中 2 位、109 の一級水系中 48 位) と高く、流域面積が全国 2 位の大型流域としては、1 位の北上川流域の 151.0% に次ぐ容量であり、自給可能容量の 100% 近くを有している。北海道地方全体での生活容量は 243.7% と、9 地方中突出して高いが、石狩川流域もその特性を有し、わが国の低い食糧自給の向上に寄与していると考えられる。

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ことにより、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。

2014 年に報告した、関東地方の利根川流域は、わが国最大の流域面積を持ち、5 指標とも極めて低い容量値であった。石狩川流域はそれに次ぐ大型流域であるにも関わらず、一定の容量を保持しているが、低下傾向は強い。一旦悪化した大型流域の再生は容易ではなく、更なる低下を防ぐための注意や手立てが必要と考えられる。

参考引用文献

- 1) 大西文秀, 2013 : 『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
- 2) 大西文秀, 2011 : 『環境容量からみた日本の未来可能性』-GIS Map Book for Japanese Futurability-, 184p, 大阪公立大学共同出版会
- 3) 大西文秀, 2009 : 『GIS で学ぶ日本のヒト・自然系』-GIS Map Book for Japanese Humanity and Nature-, 167p, 弘文堂

関連受賞

- 1) 2014 年 : 流域圏学会 平成 26 年度出版学術賞 2) 2012 年 : 第 12 回 環境情報科学センター賞受賞 3) 2010 年 : 地球環境優秀論文賞受賞

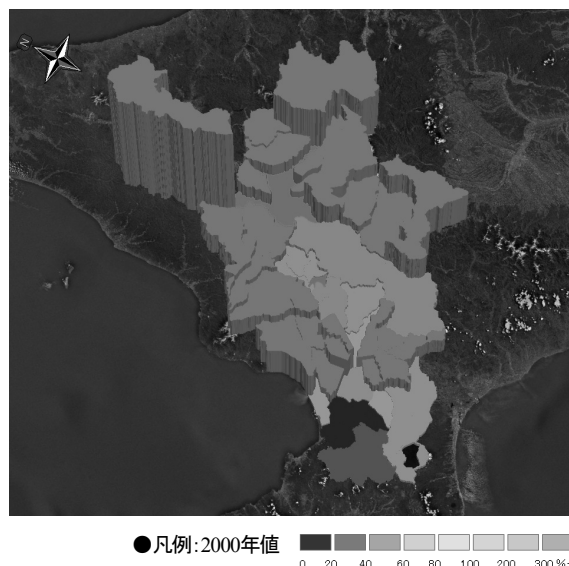


図-6 石狩川流域の生活容量

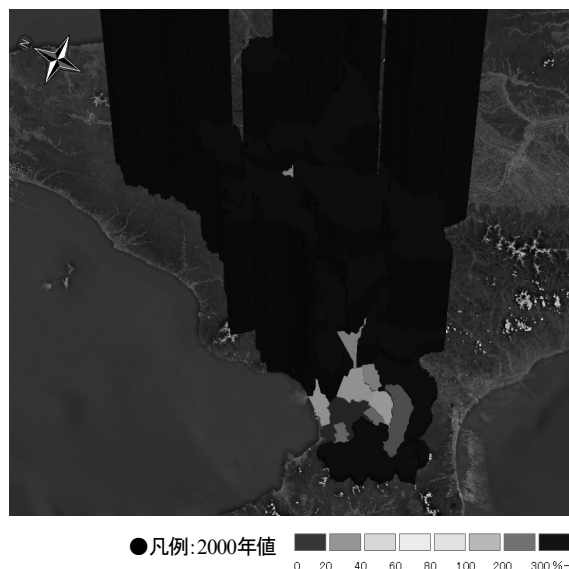


図-7 石狩川流域の水資源容量

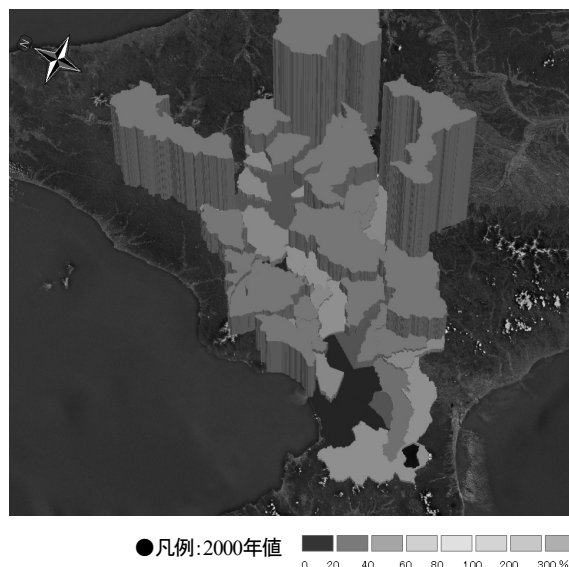


図-8 石狩川流域の木材資源容量