

26. 東北地方における環境容量の試算と 災害リスク

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

災害リスクの低減が叫ばれる最中に、東北地方を中心とする東日本大震災が発生し甚大な被害をもたらした。本研究では、東北地方を構成する 6 県のヒトと自然の関係を環境容量としてとらえ、環境性、資源性、災害性など環境容量の視点から東北地方のこれからのあり方を見つけたい。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。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、資源、そして災害などについての包括的な環境情報の発信を目指した。本試算により、東北地方における環境容量や潜在力の定量把握が進められ、災害復興をはじめ、低炭素・低リスク社会への移行を進めるうえで必要となる、新しい国土の計画や人々の生活や社会、また政策を進めるための一助になることを期待したい。

Key Words : Tohoku Region, environmental capacity, watershed, GIS, sustainable land use, policy scenario

1. はじめに

自然災害のリスクの低減が叫ばれるなか、東日本大震災が発生し、甚大な被害をもたらした。同時にこれからの東北地方や日本あり方を考えるうえでの、生活や社会に対する認識や価値観を変える大震災である。

本試算では、東北地方を構成する、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県の 6 県におけるヒトと自然の関係を環境容量としてとらえ、GIS を活用し試算することにより、東北地方の環境容量の特性を概観したい。環境、資源、災害問題には密接な関係があり、環境容量を視点に包括的な認識が進むことを期待したい。

2004 年から 2008 年までの 5 回の地球環境シンポジウムでは、我国の 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、沖縄や信州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やシステムの創造を目指した。

本年は、被災地である茨城県水戸市で第 18 回地球環境シンポジウムが開催される。立地する茨城県や那珂川流域、また主要 9 都道府県における環境容量の現状とともに、東北地方の環境容量の特性把握が進み、低炭素・低リスク社会の構築に寄与できることを期待したい。

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、東北地方を構成する、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県の 6 県とし、それらを構成する自治体 (市町村) 単位で環境容量を試算した。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。

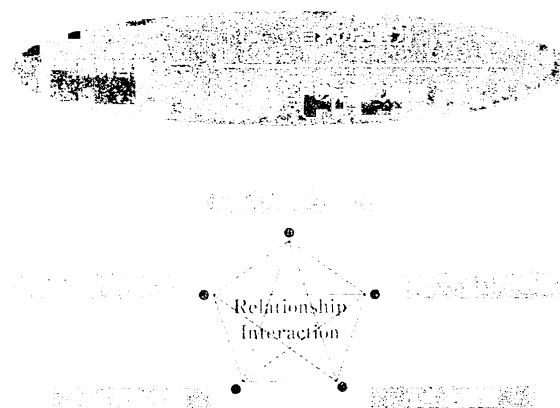


図-1 環境容量の概念と 5 指標の構成

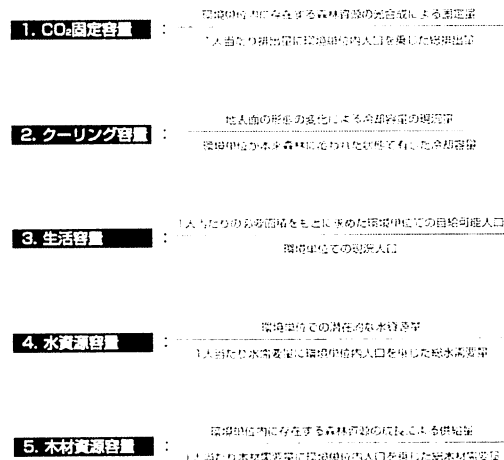


図-2 環境容量の 5 指標の試算方法

[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

上記設定により東北地方の6県の環境容量を試算した。図-3～8には、各県全体での環境容量を5指標のレーダーチャートに示す。レーダーチャートにより視覚的に

も把握できるように、5指標ともわが国の47都道府県では、北海道に次ぐ高い容量を有しており、東北地方が保有する潜在力の高さを示していると考えられる。

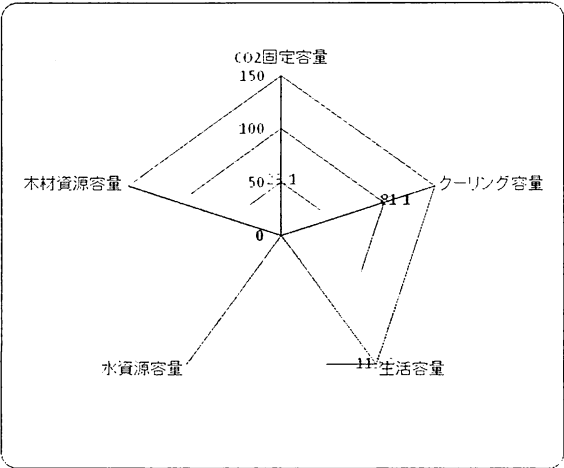


図-3 青森県の環境容量

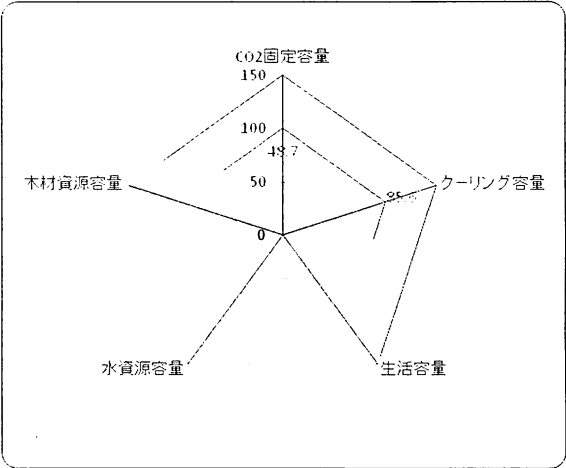


図-4 岩手県の環境容量

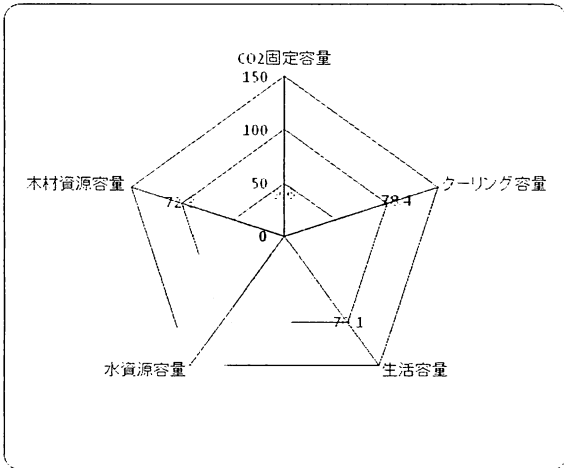


図-5 宮城県の環境容量

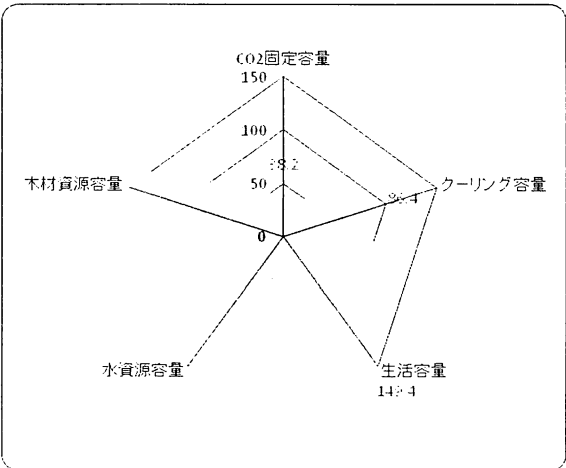


図-6 秋田県の環境容量

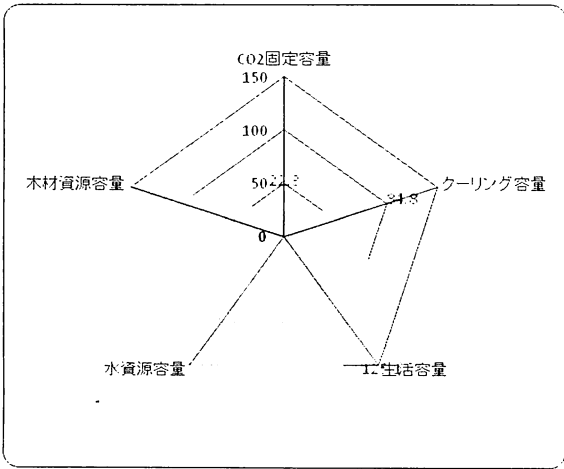


図-7 山形県の環境容量

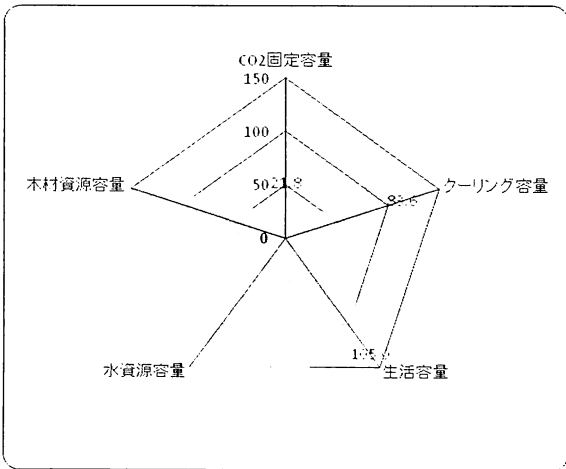


図-8 福島県の環境容量

また、図-9～14には、災害時のリスクと関連が強いと考えられる、5指標のなかの生活容量について市町村単位での3次元GISによる環境容量の試算結果を示す。次項では、6県の生活容量の試算結果を概観する。

〔青森県における生活容量〕

青森県全体での生活容量は、119.0%であり、全国47都道府県中では5位であった。青森県下の市町村の試算結果は、平均値が215.6%、最大値が546.5%（新郷村）、最小値が34.6%（八戸市）を示した。

〔岩手県における生活容量〕

岩手県全体での生活容量は、154.5%であり、全国47都道府県中では2位であり、1位の北海道（243.7%）以外では最も高い値である。このことは岩手県が本州地方では最大値を有し、その容量値が約150%であることを示すものであり、今後の国土のあり方を考えるうえで重要と考えられる。岩手県下の市町村の試算結果は、平均値が266.9%、最大値が739.8%（川井村）、最小値が31.5%（盛岡市）を示した。

〔宮城県における生活容量〕

宮城県全体での生活容量は、70.1%であり、全国47都道府県中では20位であった。東北地方では最も人口の多い宮崎県においても、70%に達する生活容量を有していることは、今後の都市と地方のあり方を考えるうえで学ぶべきことが多いと考えられる。宮城県下の市町村の試算結果は、平均値が161.2%、最大値が875.0%（七ヶ宿町）、最小値が11.5%（塩竈市）を示した。

〔秋田県における生活容量〕

秋田県全体での生活容量は、149.4%であり、全国47都道府県中では3位であった。秋田県下の市町村の試算結果は、平均値が266.8%、最大値が2727.3%（大潟村）、最小値が31.4%（秋田市）を示した。

〔山形県における生活容量〕

山形県全体での生活容量は、125.1%であり、全国47都道府県中では4位であった。山形県下の市町村の試算結果は、平均値が222.3%、最大値が462.5%（朝日村）、最小値が37.7%（山形市）を示した。

〔福島県における生活容量〕

福島県全体での生活容量は、105.0%であり、全国47都道府県中では6位であった。福島県下の市町村の試算結果は、平均値が219.3%、最大値が1312.9%（檜枝岐村）、最小値が40.4%（会津若松市）を示した。



図-9 青森県における生活容量



図-10 岩手県における生活容量

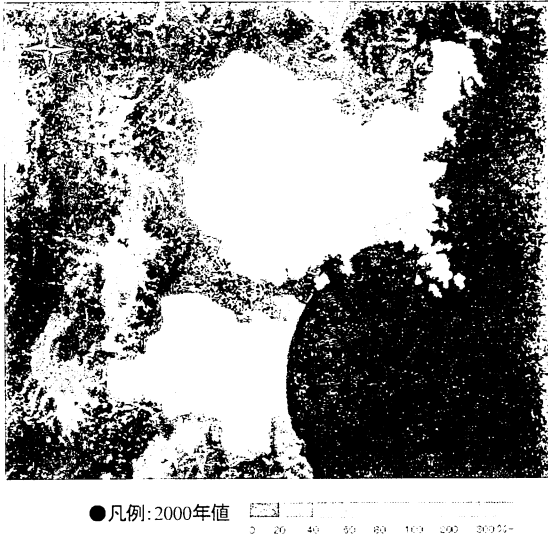


図-11 宮城県における生活容量

5. 成果と課題

東北地方の6県における環境容量の試算結果を概観すると、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指標とも、わが国の47都道府県では極めて高い恵まれた状況であり、今後のわが国のあり方を考えるうえで貴重な地方であることがうかがえる。また、食糧の自給性や人口密度などの災害リスクとも関連の深い生活容量を概観すると、自給ラインを下まわった宮城県(70.1%、47都道府県中20位)を除き、福島県(105.0%、同6位)、青森県(119.0%、同5位)、山形県(125.1%、同4位)、秋田県(149.4%、同3位)、岩手県(154.5%、同2位)と、自給ラインを上回り、極めて高い容量を示した。47都道府県中では、宮城県の20位を除き、2～6位と、1位の北海道の243.7%に続く。

環境容量が高いということは地域の潜在力に余裕があり、環境容量の低下は、環境に負荷をかけ災害リスクや生活環境の不合理の増大を招くことを意味する。高い環境容量の東北地方は、多くの課題を持つわが国のあり方を考えるうえで貴重な地方であると考えられる。

しかし、多くの課題を持つわが国において、東日本大震災が発生し、巨大地震や津波により東北地方を中心に甚大な被害をもたらした。東北地方の人々により営々と人の営みとして築かれてきた、生活や産業や地域文化が大きな被害を受けたことは筆舌に尽くしがたい。巨大大津波により海岸地域に甚大な被害を受けた岩手県、宮城県、福島県、青森県をはじめ、被害を受けた原子力発電所から拡散した放射性物質により、非難を余儀なくされた福島県の人々など被災者を思うと心が痛む。農業、漁業、畜産業、電力発電などを通じて、主として首都圏などの都市地域の人々の生活や社会を支えてきた東北地方が、数百年から千年に一度と言われる大震災により、甚大な被害を受けたことはわが国や世界の人々の生活や社会に大きな影響と教訓を与えた。

人口密度や環境容量の視点からも、わが国のなかでは恵まれた地域においても、この様な甚大な被害が発生したことは、海岸への都市集中、都市への人口や機能の集中というわが国の国土特性が大きく影響している。このような課題の改善を進めるとともに、潜在的に有する豊かな環境容量を活用した積極的な地方計画が可能であり、新しい東北地方づくりが展開されることを期待したい。

同時に、この大震災は東北地方のみならず、日本全国、あるいは世界中の人々に大きな警鐘を鳴らした。この大震災を経験した私たちの世代は、次の世代につなぐ新しい東北地方を創造するとともに、日本や世界中の人々の社会や生活の新しいあり方についての意識や価値観を探り、未来に向かって新たなスタートをきるべきときであると考えられる。

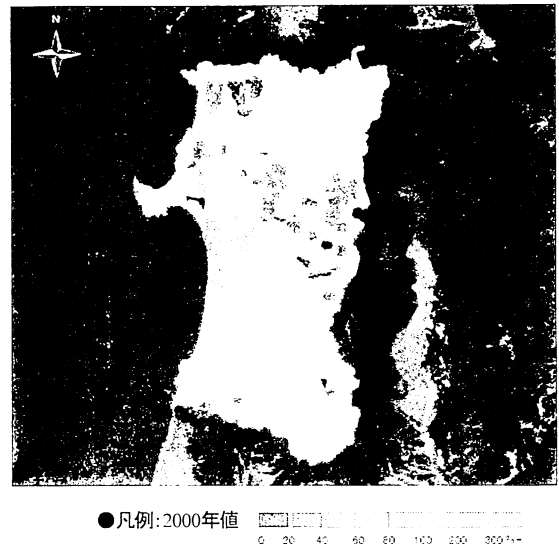


図-12 秋田県における生活容量

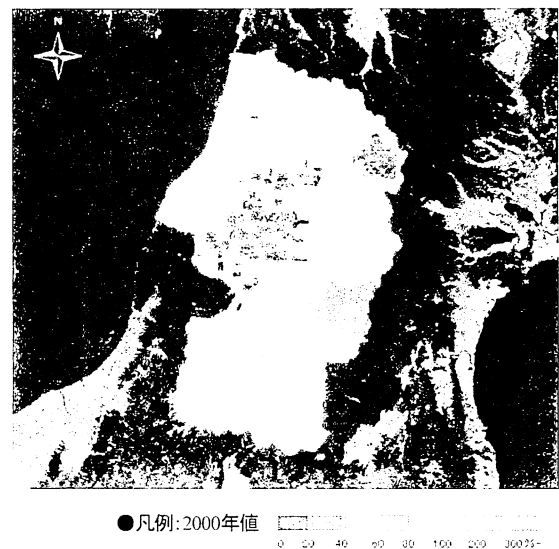


図-13 山形県における生活容量

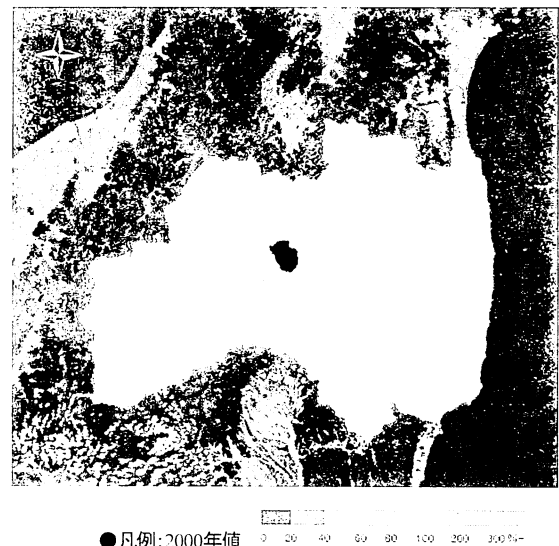


図-14 福島県における生活容量

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) 宇根 寛：「書評-GIS で学ぶ日本のヒト・自然系-」、「地図中心」2010-2、vol449、44、日本地図センター、2010
- 4) 上田純一：「書評-GIS で学ぶ日本のヒト・自然系-」、QMP ニュースレター、第19号、pp2-3、大阪公立大学共同出版会、2009
- 5) 平田更一：「書評-GIS で学ぶ日本のヒト・自然系-」、「測量」2009-11、vol704、37、日本測量協会、2009
- 6) 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、大阪公立大学共同出版会 (OMUP)、2011.
- 7) 大西文秀：「環境容量」、『地球環境学事典』、総合地球環境学研究所編、pp530-531、弘文堂、2010
- 8) 大西文秀：「環境容量と流域圏から見た低炭素社会」、「隔都」vol.18、pp29-32、(財)大阪地域環境調査会、2010
- 9) 大西文秀：「日本のサイオロジー・流域の環境容量」、『BIO-City』No.42、pp 2-5、ビオシティ、2009
- 10) 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、2009.
- 11) 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 -、159p、遊タイム出版、2002.
- 12) 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
- 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：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.
- 15) 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.
- 16) 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.
- 17) 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.
- 18) 大西文秀：流域圏を視点にしたクレ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.
- 19) 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.
- 20) 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.
- 21) 大西文秀：天竜川流域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.
- 22) 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、第18回地球環境シンポジウム講演論文集、2010.