

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 28 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22651059

研究課題名（和文）流域圏の自然共生度分析と地域再整備への適用

研究課題名（英文）Analysis on symbiosis of catchment sphere to nature and its application to regional restoration

研究代表者

道奥 康治 (MICHIOKU KOHJI)

神戸大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40127303

研究成果の概要（和文）：国土形成時代に入り，人口減少と地球環境変化を前提とする持続可能な地域再生が求められている．流域圏を枠組みとする地域構造が自然環境と社会経済活動がバランスした自然共生型社会であることに着目し，河川・道路のネットワーク構造の幾何学的相似性を算出して流域圏の自然共生度を分析した．提案したパラメータと自然・社会環境の各指標との関係が明らかとなり，流域圏の再生方策を検討に資する情報であることが示された．

研究成果の概要（英文）： In the era of depopulation and global climate change, restoration of a sustainable society is an essential issue for realizing the national spatial strategies. A river catchment sphere is considered to be a suitable frame for planning a sustainable regional structure in which the socio-economic activities could be symbiotic to natural environment. Based on the geographic information system, a topographical correlation coefficient between river and road networks was analyzed to obtain a parameter for measuring symbiosis of social activities to natural environment. It was shown that indices regarding natural and social environments were well correlated with the proposed parameter, which suggests the present analysis would provides information useful for constructing restoration strategies of regions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,600,000	0	1,600,000
2011 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
総計	3,100,000	450,000	3,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学

キーワード：地理情報システム，自然共生，流域圏，河川流域，道路ネットワーク，開発計画，地域計画

1. 研究開始当初の背景

市場経済と規制緩和を原則とする諸政策により，社会経済活動が大都市圏へ過度に集中し地方都市・農山村の過疎化・活力低減が顕在化するなど，国土構造の二極化が進行している．大都市圏への社会活動集中と地方都市・農山村の過疎化など国土構造の二極化とともに地球規模の気候変動が見込まれる今後，持続可能な自然共生型流域圏の構築が求

められている．

2. 研究の目的

少子高齢化や気候変動が見込まれる今後，既整備の社会資本ストックを有効活用しながら，持続可能な社会を構築しなければならない．自然営力が許容できる生産活動規模は沖積平野や盆地など利用可能な土地と水資源賦存量に依存しており，これら環境容量を

特徴づける説明変数として河川ネットワークの地形・地理変数を利用することを検討する。対極的に、道路ネットワークは人為的に形成されることから、河川と道路のネットワーク間の幾何学的相似性を定量化することによって、地域の社会活動分布と流域の環境容量の乖離度・整合度を分析することが可能となる。これにより、流域単位毎の自然共生度、裏返せば人為負荷の分布構造を可視化すれば、目指すべき自然共生型流域圏を構築するための整備目標を定量化することができる。本研究では、全国の一級水系を対象として、河川・交通ネットワークの相関性をパラメータとする自然・社会構造解析を実施し、地域の自然共生度（人為負荷量）分布とそこに展開される社会経済活動との関係を明示する。これによって流域に展開されるべき社会経済活動の地域分布を最適化し、自然環境への人為負荷を流域圏で平準化することによって国土全体のエネルギー消費を軽減し、地球規模の環境負荷低減につなげるための国土形成を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、自然営力が許容できる生産活動規模や水資源量が流域地形に依存していること、道路構造は社会経済活動を反映したインフラ体系であることに着目し、図-1のような河川・道路ネットワーク間の幾何学的相似性を定量評価する相関解析を実施した。相関係数の算定に際しては、図-2のように所定サイズのウィンドウを空間方向にスキャンさせウィンドウ内の二つのネットワークの相関係数 R を算定し、対象領域内の相関係数の空間分布を求める。交通ルートが河道網に沿って展開されている場合には、流域地形に応じた物流・人流が発生し社会経済活動は流域圏の自然条件を活かした形で展開されている。これに対し、高速道路網やトンネル・

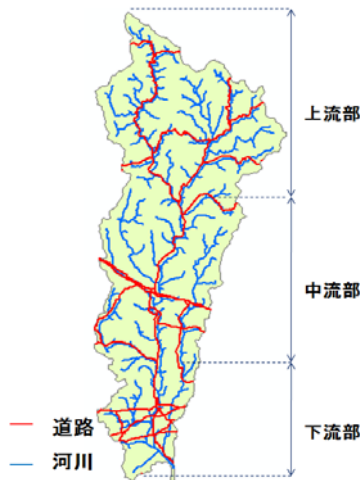


図-1 道路・河川ネットワーク構造
(揖保川流域の例)

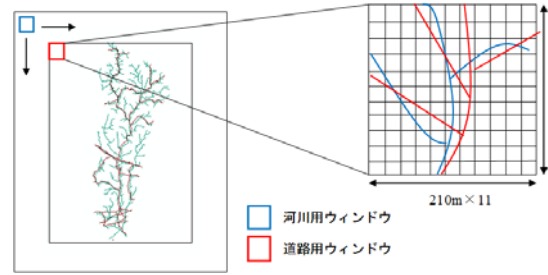


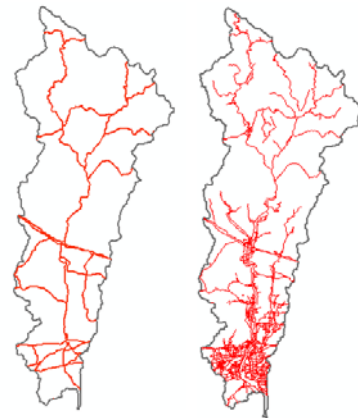
図-2 道路・河川ネットワークにおける幾何学的相関係数の求め方

橋梁などのように河道を横断した交通ルートは、社会経済活動の効率化を目指して、流域地形一すなわち、自然条件とは独立した構造で整備されており、その結果、物流・人流が発生している。時間軸方向に見ると、開発が進む以前の時代には河川・道路ネットワークが類似していたが、開発が進むと両者はほとんど無相関の状態では交通インフラが整備されてきた。空間的には、上流域で小さな道路が河川沿いに分布しているのに対し、下流の市街化が進んだ地域では両者の相関が低い状態でインフラ構造が形成されている。このことから、図-2のように求められた R は「自然共生度」を反映した地理情報パラメータと見なすことができる。以上の考えに基づいて R を説明変数として社会・自然環境に関わる諸因子の地域特性を分析した。

4. 研究成果

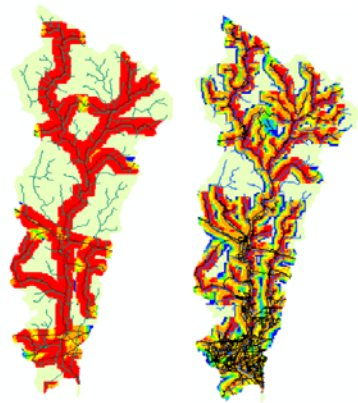
(1) 道路情報の疎密の影響

河川ネットワークは 50m メッシュの DEM から生成される。一方、道路ネットワークは国土数値情報に集録されたデータベースより求められる (図-3 の(a))。後者に含まれる情報は主要道に限定されているため、河川ネットワークに比べると疎な情報である。一方、国土地理院数値地図に基づいて、より下位の細街路まで含めると道路ネットワークは図-3



(a) 国土数値情報の道路ネットワーク (b) (a)に下位道路を加えた詳細情報

図-3 道路ネットワークの比較例



(a) 国土数値情報の道路ネットワーク (b) (a)に下位道路を加えた道路ネットワーク詳細情報

図-4 道路情報の精粗が相関係数に与える影響

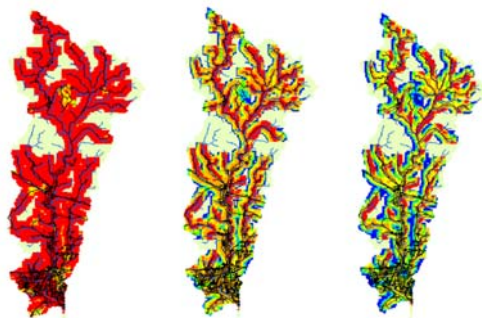
(b)のようになる。当然のことながら、図-3 (b)を用いた方が相関係数の精度は向上する。こうした道路情報の精粗が解析結果に及ぼす影響を図-4に示す。図-4 (b)を得るためにはデータ取得に手間を要するが、国土数値情報による道路情報に加えて、より広汎な道路階層を考慮した相関解析の方が精緻な分析は可能である。

(2) ウィンドウサイズの影響

相関解析の空間分解能を上げるためには、できるだけ小さなウィンドウを用いて相関係数を求める方が有利であるが、ウィンドウを小さくするほど河川・道路要素の情報量が減少する。図-5はウィンドウサイズが相関解析結果におよぼす影響を示す。最適ウィンドウサイズとして5×5メッシュを得た。

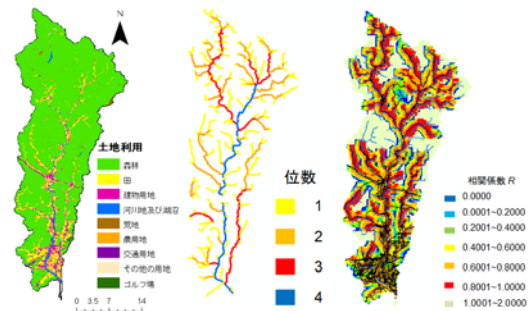
(3) 自然共生度（相関係数）と土地利用

このようにして算出された相関係数 R を自然共生度と見なして、社会経済活動や自然環境の説明変数としての機能を検証する。図-6には、揖保川流域を例として土地利用、河道位数、自然共生度を比較している。ここで、河道位数は流域の上中下流を定量化するた



(a) 7×7メッシュ (b) 5×5メッシュ (c) 3×3メッシュ

図-5 ウィンドウサイズが相関係数に与える影響



(a) 土地利用 (b) 河道位数 (c) 自然共生度
道路ネットワーク 詳細情報

図-6 土地利用、河道位数、自然共生度（相関係数）の比較例

めの指標として利用している。このように様々な地理情報・環境情報に基づいて社会・自然環境の状態変数を数量化して、自然共生度との相関性を検討することにより定量的な環境評価が可能となる。

図-7は流域内のメッシュごとに得られる土地利用分類と自然共生度との関係を上流方向にプロットしたものである。例えば、自然共生度 R が高いほど森林面積が大きいなど、 R の増加とともに自然に恵まれ社会経済活動が低いという社会・自然環境諸因子の特性が良好に説明される。また、上流域ほど自然占有率高い土地利用形態となり、下流に向かうほど農用地や市街地など社会経済活動の高い土地利用が多く、流域内の環境勾配が自然共生度によって良好に記述される。

同様の相関解析は、全国一級水系の約半分に対して実施された。以上のように地理情報データベースを利用して自然環境や社会経済活動さらに両者の共生度を計測するパラメータが算出され、本研究で目指した地域再生に資する定量的情報の評価方法が提案された。

本研究成果を持続可能社会の実現のために適用するには、社会経済の縮減を前提として国土・地域の再生を政策に反映するための意見発信が必要である。地理情報解析から評価された自然共生度を地域再生に反映することを念頭におきながら、日本学術会議の国

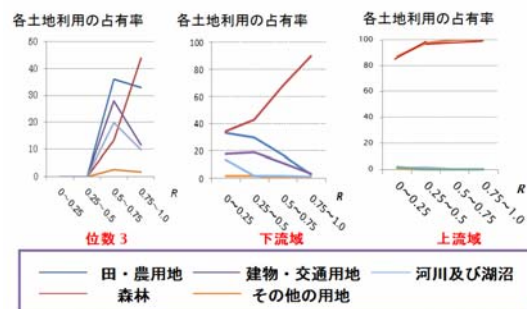


図-7 自然共生度の関数としてあらわされる上下流方向別の土地利用状況

土と環境分科会での議論を進め、中長期的な視点と広域的ガバナンスに基づく国土軸のデザイン戦略に関する具体方策を「持続可能社会における国土・地域の再生戦略」として社会に発出した。今後の国土軸形成のためには、モノからヒト重視の政策へと転換する必要があり、安全・安心の地域づくりを担う人材育成と流域圏の視点を持つ技術者教育についても有用な研究成果が得られた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

①道奥康治：持続可能社会における土木教育に向けて、西日本高校土木教育研究会「創設50周年記念誌」, 2011

[学会発表] (計4件)

①道奥康治：土木技術界を取り巻く社会情勢と今後の教育・人材育成について、土木学会論文集, H部門, Vol. 68, No. 1, 2012年

②道奥康治：総合治水への期待と実質化に向けた課題, 土木学会「論説」, 4月号, 2012年

③道奥康治他：持続可能社会における国土・地域の再生戦略, 日本学術会議提言, 2011年

④宮本仁志・橋本翼・道奥康治：流域面積の累積分布曲線, 水工学論文集, 第55, 2011年

[その他]

<http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-c3labo/top.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

道奥 康治 (MICHIOKU KOHJI)

神戸大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40127303

(2) 研究分担者

宮本 仁志 (MIYAMOTO HITOSHI)

神戸大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：50283867