

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：54501

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K15129

研究課題名（和文）播磨灘ブロックにおける水循環基本法に即した新しい土地利用計画手法の開発

研究課題名（英文）A methodological framework of the land-use planning based on the basic law on the water cycle: A case study for the Harimanada region, Japan

研究代表者

石松 一仁（Ishimatsu, Kazuhito）

明石工業高等専門学校・都市システム工学科・准教授

研究者番号：60724606

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000 円

研究成果の概要（和文）：加古川流域，淡路島，吉野川流域において，土地利用・水害・各主要施設等に関する地理空間情報及び統計データを，GISを用いて水害リスク及び土地の利便性に関して総合的に評価することにより，グリーンインフラの設置適地の抽出を試みた．そして，流域・地域間の比較・評価により，水循環基本法に即した新たな土地利用計画手法を考案した．

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は土地利用計画に関する既成概念を破り，水循環基本法に即した全く新しい広域ブロックスケールでの土木工学的土地利用計画手法を考案したことに学術的・社会的意義が凝縮されている．本研究はわが国におけるグリーンインフラに関する最先端研究の一つであり，その成果が従来の土木工学的土地利用計画手法を更新するための参考資料として幅広く活用されることが期待される．

研究成果の概要（英文）：In the regions of the Kakogawa River basin, Awaji Island, and the Yoshino River basin, we attempted to extract suitable sites for green infrastructure installation by comprehensively evaluating geographic spatial information and statistical data related to land use, flood disaster, public facilities, population by age group, number of employees and so on by use of GIS. Furthermore, through comparison and evaluation among river basins and regions, a new land use planning method in accordance with the Basic Law on Water Cycle was considered.

研究分野：土木環境システム

キーワード：水循環基本法 土地利用計画手法 グリーンインフラ 水害 流域治水

1. 研究開始当初の背景

わが国の年平均降水量は 1,690mm であり、世界の年平均降水量 810mm の約 2 倍もあり、水豊かな国とも言われているほど水の多い国である。しかしながら、降雨の総量を一人当たりで換算すると約 5,000m³/人/年となり、世界平均 16,400m³/人/年の 1/3 以下にすぎず、限られた水資源を有効に使っている。近年、気候変動による極端な降水現象、棚田の放置または畑地化、森林荒廃による水源涵養機能の低下、都市域における不透水層の増加などが水循環に変化を生じさせ、豪雨による土砂災害と外水・内水氾濫、渇水頻度の増加、汽水・海岸域における水質汚濁など生命の源である水によって国民の生活が脅かされている。そのため、健全な水循環を維持し、または回復させ、わが国の経済社会の健全な発展及び国民生活の安定向上に寄与することを目的とした水循環基本法が 2014 年に施行され、内閣に水循環政策本部が設置された。

一方、「コンパクトシティ・プラス・ネットワーク」が国の方針として打ち出され、2014 年に立地適正化計画制度が創設され、土地利用の最適化を目的とした国家プロジェクトが始動した。加えて、地域に賦存する生態系をグリーンインフラ（以下、GI）として位置付け、GI を活用して防災・減災を図る概念（Eco-DRR）が国土形成計画及び国土利用計画に盛り込まれた。現在、高度経済成長期に一気に進めた社会資本の老朽化問題が顕在化し始めている。今後、生産年齢人口の減少や超高齢化が進展し、自治体の財政はさらに厳しい状況になるため、既存の社会資本をすべて更新することは難しく、従来の土木構造物と比べ経済性が高いとされる GI の社会実装がわが国でも進展すると考えられる。

そこで申請者は、自然原理に基づき土地利用の最適化を図り、水循環系を再生することがブレークスルーであると考えた。そのためには、わが国の優れた土木技術に GI の概念を取り入れ、土地利用計画手法を開発することが不可欠であると判断し、本研究課題を提案した。

2. 研究の目的

本研究は、1) 加古川流域、2) 吉野川流域、3) 淡路島の三地域で構成されるエリアを播磨灘ブロックと定義し、同ブロックにおいて水循環基本法に即した土地利用を促進する新しい土木技術及び土地利用計画手法の開発について検討する。そして、都市・地域計画、生物、環境行政、教育・文化、農林水産、経済産業などのビッグデータを統合的かつ横断的に分析する景観生態学的分析手法を用いて、播磨灘ブロックにおいて人と自然の健全な共生モデルを構築し、水循環系の再生を目的とした土地利用の最適化に関する先進的ブロック政策の提言を目指す。

3. 研究の方法

- (1) 播磨灘ブロックの GIS 基盤データ整備：土地利用に関する GIS データを整備し、生態系が内包する保水・排水能力の経時変化を定量的に把握する。また、国勢調査と農業センサス、工業統計を加工し、GIS で水需要マップを作成し、水需要の経時変化を把握する。
- (2) 水収支の経時変化の把握：(1)で作成した生態系と土木構造物による保水・排水能力に関する GIS データと、水需要に関する GIS データを用いて、水収支の経時変化について解明する。そして、保水・排水能力の観点から既存の GI と土木構造物を量的・質的に評価する。
- (3) 海外調査：イタリア半島南部及びシチリア島、マルタ共和国、ポルトガルのポルト・リスボンにおける自然原理に基づき設計された歴史的な集雨・保雨・配雨技術を調査する。一方、アメリカのニューヨーク市における先進的な都市型 GI を調査する。
- (4) 土地利用計画手法の案出：(1)～(3)の結果に加え、水害リスクと公共施設へのアクセシビリティを踏まえ、GI の設置適地を抽出する。そして、流域・地域間の比較・評価により、水循環基本法に即した土地利用計画手法を案出する。

4. 研究成果

(1) 利便性指標の導入

近年増加している内水氾濫等の水害リスクに対し、堤防、水門、ダム等の土木構造物を強化することは、財政の逼迫により非常に困難である。また、生物多様性や自然環境、景観の面で悪影響を及ぼす。したがって、Eco-DRR の考え方に基づき、生態系を活用した防災・減災や、GI による雨水処理システムの活用が求められる。

GI 設置に対する費用便益比を高めるには、水害リスクの高い地域に設置することが望ましい。しかしながら、水害発生地域は土木構造物によるハード対策の実施によって人口や宅地が集積しており、全てを GI に置き換えることは不可能である。そこで、土地の利便性を考慮した GI の設置適地の抽出を試みた。利便性指標は、転居時に人々が考慮する項目である、主要社会施設へのアクセシビリティに関する要因¹⁾をもとに作成した。その結果、水害リスクが高く利便性の低い地域（以下、地域 A と称す）が、加古川流域では 39.0km²、吉野川流域では 5.8km²、淡路島では 3.9km² 抽出された。なお、地域 A は 7 割程度が既に緑地であることから、加古川流域では 3.5km²、吉野川流域では 0.5km²、淡路島では 0.1km² の建物用地に該当する地域で、GI の設置が求められる。また、地域 A 以外においても GI の

設置は必要であり、特に水害リスクが高く利便性の高い地域(以下、地域 B と称す)では、水害リスクに対して土木構造物を活用した上で、一部を GI に置き換える等の対策を講じる必要があると考えられた。

(2) 水循環系の修復

水害リスクの高い、地域 A・B では、GI を設置することによって、雨水貯留機能や雨水浸透機能が期待でき、内水氾濫のリスクを減らすことができる。しかしながら、健全な水循環を実現するためには、地域 A・B に限らず、水害リスクが低く利便性の高い地域(以下、地域 C と称す)、水害リスクが低く利便性の低い地域(以下、地域 D と称す)においても GI を設置することが望ましい。その理由として、水害リスクの低い地域でも雨水を貯めておくことによって、流域治水の考えに即すること、地下浸透を促すことによって、本来あるべき水循環系に近づくことが挙げられる。

GI の設置案として、地域 A・D では水田や遊水池の設置及び森林整備を、地域 B・C では雨庭の設置や道路の一部を植樹帯に置き換える等を実施することが挙げられる。

(3) コンパクトシティ形成及び GI 設置による人口誘導

地域 A に GI を設置するためには、既に居住している人に対して立ち退きを求める必要がある。地域 A の人口は、加古川流域・吉野川流域・淡路島全てにおいて流域人口の 1% 以下となっており、人口が少ないことから地域 A における人口誘導は比較的容易であると言える。しかし、地域 B や地域 C と比較して、第一次産業従事者や過去の郊外住宅開発等により²⁾高齢者の割合が高いことから、移動が困難である人が存在すると考えられる。このことから、一律に人口誘導するのではなく、居住継続に対しての柔軟な対応が求められる。また、地域 D に関しては、水害リスクは低いものの、コンパクトシティ形成のために立ち退きを求めなければならないと考えられる。その場合も地域 A 同様、柔軟に対応し、立ち退き後のスペースを GI に置き換えることが求められる。

(4) 地域間比較

本研究では、加古川流域と比較した際、吉野川流域や淡路島では、地域 A に該当する面積が少ないという結果が得られた。その理由として、地域特性の違いが考えられる。土地利用、産業構造、人口の全ての項目において、加古川流域、吉野川流域と淡路島では地域特性に明確な違いが確認され、特に人口では 1955 年以降人口が減少している吉野川流域及び淡路島に対し、加古川流域では 1995 年まで人口が増加していたことが確認された。また、1955 年以降、吉野川の下流域では徳島市、松茂町、北島町、藍住町で、中流域では石井町で人口が増加したが、その他の市町村では全て減少していた。

一方、1995 年以降、加古川の下流域では全市区町で、中流域では多可町と西脇市を除く全ての市で人口が増加していることが確認された。このことから、加古川流域では高度経済成長期以降スプロール化が進行しており、吉野川流域ではスプロール化の傾向が見られなかったと言える。その一方で、吉野川流域では既に徳島市周辺の市町に人口が集中しており、コンパクト化が進行していると考えられる。

スプロール化していない地域でコンパクトシティ形成及び GI 設置に伴う人口誘導を実施すると、すでにコンパクトになっているために山間部において過疎化が進行、集落やその土地の文化、歴史が消滅する恐れがあると考えられる。このことから、加古川流域のようにスプロール化が進行していると考えられる地域では、今回の土地利用計画手法が適用可能であるが、吉野川流域や淡路島のようにスプロール化の傾向が見られない地域では、今回の手法で GI 設置適地を抽出し、立ち退きを要請することによるコンパクトシティ形成は困難であると考えられる。

本土地利用計画では、傾斜が 15 度未満である平地の土地利用の改善を検討した。しかし、吉野川流域や淡路島等では適用困難であり、水害リスクに対して、平地だけの対策では限界がある。加えて、加古川流域の 63%、吉野川流域の 81%、淡路島の 56%を森林が占めていることから、本土地利用計画では、広範囲での森林整備及び林相改善が求められる。森林の質を向上させることにより、1)降雨遮断、2)保水貯水量の増加、3)貯留時間の増加が期待でき、流域治水の考え方に基づいた水害対策が実現できると考えられる。-

参考文献

- 1) 奥嶋政嗣，山中英生，渡辺公次郎：世帯特性を考慮した居住地選好の分析 津波リスクを有する地方圏を対象として，環境共生 2020 年 36 巻 1 号 pp.32-43，2020
- 2) 大橋佳子，石坂公一：コンパクトシティ政策の実証分析 -青森市を例として-，日本建築学会計画系論文集 2009 年 74 巻 635 号 pp.177-183，2009
- 3) 坂口仁一：加古川流域における貯水・保水能力の経時的変化の把握 -グリーンインフラに着目して-，明石工業高等専門学校 令和元年度 卒業論文，2020

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 石松一仁	4. 巻 67-4
2. 論文標題 景観生態学とは	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 システム / 制御 / 情報	6. 最初と最後の頁 132-135
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11509/isciesci.67.4_132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 石松一仁	4. 巻 67-4
2. 論文標題 なぜ都市緑化推進に人流ビッグデータが必要なのか？	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 システム / 制御 / 情報	6. 最初と最後の頁 136-140
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11509/isciesci.67.4_136	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 石松一仁	4. 巻 25
2. 論文標題 雨庭の社会実装化に向けた実践的シナリオの検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 景観生態学	6. 最初と最後の頁 33-41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5738/jale.25.33	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 伊東啓太郎，須藤朋美，長谷川逸人，石松一仁，塩手健斗，光橋尚司，大野良徳，深浦貴之，嶋田智行，和泉大作，豊國法文	4. 巻 25
2. 論文標題 河川におけるグリーンインフラの計画と設計 遠賀川多自然魚道公園の設計プロセス	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 景観生態学	6. 最初と最後の頁 5-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5738/jale.25.5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 石松一仁
2. 発表標題 都市交通計画から考える都市緑化の可能性：明日への布石
3. 学会等名 ELR2022つくば（日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会3学会合同大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazuhito ISHIMATSU
2. 発表標題 Greenway network: How can we reverse motorization for sustainable future cities?
3. 学会等名 ICLEE 2022: Nature-based Solutions for Creating Sustainable Landscapes (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石松一仁
2. 発表標題 「グリーンインフラ」によるまちづくり - 「みどり」の力を活かした古くて新しいまちづくりの手法-
3. 学会等名 第51回 適塾路地奥サロン（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本竜生, 石松一仁
2. 発表標題 加古川流域における緑化適地の評価, 保水排水機能と社会経済活動に着目して
3. 学会等名 日本景観生態学会信州大会（オンライン）
4. 発表年 2021年

1．発表者名 Kazuhito ISHIMATSU, Ryuki YAMAMOTO
2．発表標題 Green infrastructure and compact city policy in Japan
3．学会等名 Health, it matters: Responsible Mission for ICLEE 2021 ICLEE (International Consortium of Landscape and Ecological Engineering) CONFERENCE (国際学会)
4．発表年 2021年

1．発表者名 山本竜生
2．発表標題 水循環基本法に即した土地利用計画手法の提案
3．学会等名 令和3年度第3ブロック専攻科研究フォーラム
4．発表年 2022年

1．発表者名 石松一仁
2．発表標題 雨庭の社会実装化に向けた実践的シナリオの検討
3．学会等名 日本景観生態学会第30回大会（オンライン）
4．発表年 2020年

1．発表者名 山本竜生, 石松一仁
2．発表標題 加古川流域における土地利用と水害の変遷
3．学会等名 日本景観生態学会第30回大会（オンライン）
4．発表年 2020年

1．発表者名 石松一仁
2．発表標題 東播磨地域における生態系インフラの社会実装モデル構築に関する基礎研究-緑道と雨庭に着目して-
3．学会等名 日本景観生態学会第29回全国大会
4．発表年 2019年

1．発表者名 石松一仁
2．発表標題 東播磨地域におけるグリーンインフラの社会実装モデルの構築に関する研究 -緑道と雨庭に着目して-
3．学会等名 平成30年度近畿建設協会研究助成 研究成果報告会（招待講演）
4．発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1．著者名 石松一仁，他39名	4．発行年 2022年
2．出版社 共立出版	5．総ページ数 272
3．書名 景観生態学	

1．著者名 Kazuhito ISHIMATSU , Keitaro ITO , Yasunori MITANI	4．発行年 2021年
2．出版社 Springer	5．総ページ数 23
3．書名 Developing Urban Green Spaces and Effective Use of Rooftop Spaces for Cooling and Urban Biodiversity, Urban Biodiversity and Ecological Design for Future Cities, (Ed.) Keitaro ITO	

1. 著者名 Keitaro ITO , Tomomi SUDO , Kazuhito ISHIMATSU , Hayato HASEGAWA	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 16
3. 書名 Landscape design and ecological management process of fishway and surroundings, Urban Biodiversity and Ecological Design for Future Cities, (Ed.) Keitaro ITO	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------