

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20503

研究課題名（和文）全国を対象にした将来に渡って持続可能な污水处理システムの構築に向けた研究

研究課題名（英文）Research for the development of a sustainable sewage treatment system for the future in Japan.

研究代表者

秋山 千亜紀（水谷千亜紀）（AKIYAMA, CHIAKI）

筑波大学・生命環境系・客員研究員

研究者番号：20714166

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、下水処理事業の将来的な持続性に向けて、入手可能な空間情報を用いて「広域化・共同化」の可能性を検討した。建物毎の将来推計人口を用いた分析では、将来の処理区人口が隣接する処理区との統合によって、処理区人口の将来変動への影響を試算した。またモバイルビッグデータの活用によって、推定昼間人口を算出し、処理区毎の夜間人口と昼間人口の変動を把握した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、全国をシームレスに網羅した空間情報による分析可能を検討し、将来人口変動を考慮した下水処理事業の持続性の評価を実施した。実務的には、下水道事業を営む自治体等の主体によって特に利用者に関する情報は厳密に管理されており、様々なデータとの組合せた分析が難しいという実情があった。それに対して、本研究では学術という立場において、利用可能な全国規模の空間ビッグデータを活用して、下水処理事業の持続性を検討したことに意義があるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study examined the feasibility of wide area cooperation. In an analysis using the estimated future population of each building, the impact on future changes in the population of treatment districts was estimated by integrating the future population of treatment districts with adjacent treatment districts. In addition, by utilizing mobile big data, the estimated daytime population was calculated to understand the fluctuation of the nighttime and daytime population in each treatment area.

研究分野：空間情報科学

キーワード：污水处理システム 流域下水道 空間情報 広域化・共同化 持続可能性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

下水処理施設をはじめとする社会基盤の整備は、中長期的な施設の建設・運用・修繕計画が策定される。しかしながら日本では、少子高齢化が進行し、これまで増加し続けていた日本の総人口は2007年以降、減少に転じ将来的には1億人を下回る予測がなされている。下水処理事業の中でも、集約処理の下水道は人口集積地においては、効率性や経済性を発揮する。しかしながら、多くの地方自治体において下水道事業が供用された時期が、1980～1990年代と人口増加傾向とともに、高い経済成長が既定路線であったことから、その後のバブル崩壊以降の長引く不況により、当初計画よりも自治体としての歳入の減少、人口減少に伴う汚水量の減少、また人口減少による技術系職員の減少のため、現状のままでは下水道を維持することが困難な状況となっている。そこで、国土交通省を中心に2008年に「人口減少下における下水道計画手法のあり方について(案)」をはじめとする、人口減少時代に向けた持続可能な下水道システムの方針が検討され、2017年に「新下水道加速戦略」を策定した。これらを背景に総務省、農林水産省、国土交通省、環境省は、平成30年1月17日に全ての都道府県に対して、2022年度(平成34年度)までに既存の下水道の施設と運用の効率化を目的とした「広域化・共同化計画」策定を要請した。

今後、下水道の「広域化・共同化」の検討・実施が求められるものの、議論のために不可欠な既存の下水処理施設とその利用者に関する情報の入手が、学術研究の推進にとって大きな障壁といえる。なぜなら、既存の下水道および浄化槽の利用者、すなわち「居住者」に関する情報は、住所をはじめとする個人情報を含むためである。このような制約のため既往研究の多くは、研究対象地域が特定の自治体に限られており、事例研究に留まっている。一方、全国を対象とした分析の事例では、分析単位が都道府県というようにマクロな単位になることが多く、実際の事業計画の単位と合致しないという特徴がある。

## 2. 研究の目的

将来に渡って持続可能な汚水処理システムの構築に向けた空間分析手法の開発を目的とする。下水処理事業の利用者やそれに関連する情報は、個人情報に相当するため情報を保有する自治体等で厳格に管理されており、複数の自治体での連携を意味する「広域化・共同化」を検討するには情報の利用に関する制約が大きい。そこで本研究では、自治体等の従来の枠組みを超えて、下水処理事業の持続性を検討するため、まず全国をシームレスに網羅した空間情報による分析可能を検討し、将来人口変動を考慮した下水処理事業の持続性の評価を実施する。

## 3. 研究の方法

下水処理事業の持続性を確保する上で、最も重要な指標の一つとして将来人口が挙げられる。今後も人口減少基調が続くとされている我が国において、既存の下水処理事業の処理区における将来の人口変動は、処理区の広域化・共同化を検討する上でも重要だと考えられる。そこで本研究では、建物単位に推計された全国2500万世帯の将来推計人口を、過去の科研費研究(16K21595)において独自に整備した流域下水道の処理区データに突合し、人口を集計した。これにより、必ずしも行政界に合致しない下水処理事業の処理区単位に、生活系汚水の発生源とも言える人口および将来推計人口を集計することができる。これにより現在の処理区において将来人口の変動率を把握した。さらに、処理区の統合によって、将来人口の変動率にどのような影響が生じるのかを把握するため、処理区を統合しない場合と近隣処理区を統合させた場合とで人口変動を比較した。

次に、下水処理事業の時間的な利用実態の把握のため、モバイルビッグデータに着目する。現状では、利用者数は処理区内人口つまり、夜間人口に基づいており、いわゆる昼間人口については把握が難しいという制約がある。これに対して、個人が特定されないよう処理されたモバイルビッグデータと、建物ポイントデータを突合せすることで、推計昼間人口を建物の用途に応じて建物毎に按分することが可能になる。これにより、下水処理事業の利用実態として、夜間および昼間人口による差がどの程度、処理区によって存在するのかを評価した。

## 4. 研究成果

まず将来人口に関する分析では、これまでの研究成果により(引用文献:秋山・秋山2018;秋山2019)、将来に渡っても処理区内の人口がある程度維持される処理区がある一方で、人口減少が危ぶまれる処理区の存在が明らかになっている。これに対して、建物毎に按分された将来推計人口(引用文献:Akiyama et al. 2017)を処理区に突合せ、さらに処理区を近隣の処理区を順次統合させ、その都度、将来の人口変動を算定することで、処理区の統合による処理区の持続性を検討した(図1-2、学会発表)。結果、複数の自治体に処理区がまたがる流域下水道処理

区が近隣に存在し、かつ一つの処理人口が大きい都市部の処理区に関しては、将来の人口変動を軽減する可能性が示唆された。その一方で、流域下水道が元々、処理区の大規模化が可能な人口密集地を中心に整備が進められてきた経緯があるため、その特徴を反映されたものと考えられることも留意が必要である。

次に、建物ポイントデータとモバイルビッグデータを用いて、夜間人口と推計昼間人口を建物毎に按分し、それを処理区単位に集計化した。その結果、今回対象とした関東地方における流域下水道に関しては、昼間人口に相当する非定住人口は推定夜間人口の2倍程度の人口がみられ、計画人口を上回る処理区の存在が明らかになった。都市における人々の通勤・通学などの日常的な移動が下水道の利用状況に与える影響によるものと考えられ、特に都市間の移動が頻繁に行われる都市圏においては生活行動圏を意識した処理区の共同化・広域化が重要であることが示唆された。

<引用文献>

[雑誌論文](計1件)

秋山千亜紀・秋山祐樹・佐藤大誓(2021)建物の利用実態を考慮した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性の検討. 地理情報システム学会講演論文集, 30, 1-6.[査読無]

[学会発表](計3件)

秋山千亜紀・秋山祐樹(2020)建物の位置情報に基づいた下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性の検討. 第29回地理情報システム学会研究発表大会.

秋山千亜紀・秋山祐樹・佐藤大誓(2021)建物の利用実態を考慮した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性の検討. 第30回地理情報システム学会研究発表大会.

秋山千亜紀・秋山祐樹・佐藤大誓(2021)建物データを活用した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性. CSIS DAYS 2021.

[参考文献]

・Akiyama Y., Y. Nishimoto and R. Shibasaki (2017) Projecting future distributions of facility deserts for smart regional planning: A micro geodata approach in Japan. CUPUM2017 Conference Proceedings, #35081.

・秋山千亜紀・秋山祐樹(2018)ミクロな将来人口推計を用いた下水処理施設の持続可能性に関する研究. 第27回地理情報システム学会講演論文集, 27, B-4-1.

・秋山千亜紀(2019)将来推計人口に基づいた下水道事業の持続可能性の検討. 環境科学会誌, 32(2), 46-52.

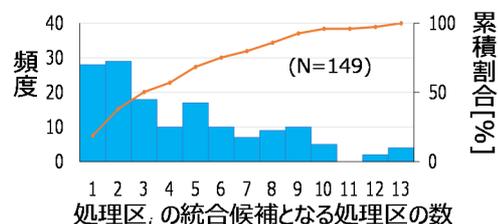


図1 探索圏内の統合候補となる隣接処理区数のヒストグラヒストグラム

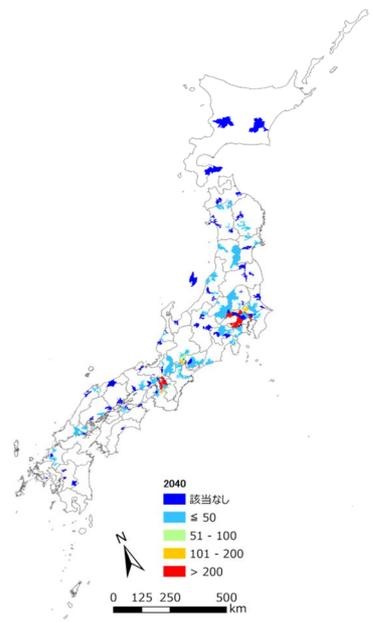


図2 隣接処理区との統合により改善が期待される処理区の組合せ数 (2040年度)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 秋山千亜紀・秋山祐樹・佐藤大誓	4. 巻 30
2. 論文標題 建物の利用実態を考慮した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 秋山千亜紀・秋山祐樹・佐藤大誓
2. 発表標題 建物データを活用した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性
3. 学会等名 CSIS DAYS 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋山千亜紀・秋山祐樹・佐藤大誓
2. 発表標題 建物の利用実態を考慮した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性の検討
3. 学会等名 第30回地理情報システム学会研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋山 千亜紀, 秋山 祐樹
2. 発表標題 建物の位置情報に基づいた下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性の検討
3. 学会等名 第29回地理情報システム学会研究発表大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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
---------	---------