

夜間光データを用いた地域生活圏レベルの発生、集中貨物量の推計

Estimating the Volume of Generated and Attracted Cargo at Regional Level Using Nighttime Light Satellite Data

指導教授 兵頭 知 轟 朝幸

8113 米本 有

1. はじめに

夜間光データとは、人工衛星に搭載されたセンサによって取得される光量データのことである。近年、夜間光データと経済指標の間に相関があることが確認されている。また夜間光データは容易に取得することが可能であるため、貨物量推計に用いる経済指標の代替としての活用が期待されている。

2. 既存研究と本研究の位置づけ

新保¹⁾はわが国において都道府県単位で夜間光データを用いた貨物量の推計の研究を行った。その結果、推計値が外れている都道府県が見られたが、高い精度の推計が可能であることが判明した。しかし、同研究では、都道府県単位の空間解像度での分析をおこなっているため、1地域あたりの範囲が広く、地域内の特性を反映されない課題点を有する。そこで、本研究では都道府県単位よりも細分化された207生活圏ゾーン単位での貨物量の推計を行い、生活圏レベルでの貨物量推計への夜間光データの適用可能性について検証する。

3. 夜間光データ

3.1 夜間光データ概要

本研究では Google Earth Engine によって生活圏ゾーン単位、および市区町村単位で取得された夜間光データを使用する。同データはゾーン内で観測されるピクセルあたりの夜間光(nanoWatts/cm²/sr)の月単位で平均し、さらに月平均データを年平均にして使用する。なお、1年間のデータのうち、夜間光を全く発していない地域が見られる5, 6, 7月と積雪で夜間光データに影響がある12, 1, 2月を除外する。

3.2 夜間光量指標

以下の処理を施した10種の夜間光量指標を用いて貨物量との関係分析を行う。まず夜間光データの年平均を(1)unit NLI(Nighttime Light Intensity)と定義し、生活圏内の市区町村の夜間光データの算術平均を(2)average NLIと定義する。それらの指標は、微小な光量も含み平均化してしまうため、光量が低い傾向となる。そのため、面積または可住地面積を乗じた光量の補正の検討も行

った。具体的には、unit NLIに生活圏全体の面積、可住地面積を乗じた指標をそれぞれ(3)total NLI(u), (4)hat(habitable area total) NLI(u)とし、average NLIに乘じた指標をそれぞれ(5)total NLI(a), (6)hat NLI(a)とする。また、市区町村別の夜間光データに可住地面積を乗じ、生活圏ゾーンごとに合算した値を(7)total NLI(M)とする。さらに生活圏内の市区町村のうち夜間光データが最大となる市区町村を代表のデータとして用いる。この夜間光データを(8)maximum NLIとし、生活圏全隊の面積、可住地面積を乗じた値を(9)total NLI(m), (10)hat NLI(m)とする。

4. 使用データ

4.1 貨物量データ

貨物量データは、国内貨物の統計データである平成27年「全国貨物純流動調査」と日本と海外間の貨物の統計データである平成25年「コンテナ貨物流動調査」を合算した値を実績値として扱う。本研究ではコンテナ貨物に限定して推計を行うため、コンテナで運ばれていない品目は除外して集計する。

4.2 社会経済指標データ

社会経済指標データとして、人口や就業者数、税金など貨物量との関連が予想される社会経済指標122種を貨物量推計の分析に用いる。なお、市区町村単位のデータを207生活圏ゾーンごとに合算して使用する。

5. 貨物量推計の分析

本研究では貨物量が非常に多い生活圏の豊田(愛知県)は外れ値と解釈し、除外して貨物量推計の分析を行う。

5.1 Elastic Net 回帰を用いた変数選択

貨物量の推計に重要な説明変数を調べるためにElastic Net 回帰を適用した変数選択を実施した。(1)のモデル式²⁾の説明変数に各種夜間光指標と各種社会経済指標、目的変数に発生・集中貨物量を用いて分析を行う。ここで、推定されたパラメータ値は基準化されたものであるため、値の大小を評価することで被説明変数への影響度を考察する。

$$\min_{(\beta_0, \beta) \in \mathbb{R}^{p+1}} R_\lambda(\beta_0, \beta) = \min_{(\beta_0, \beta) \in \mathbb{R}^{p+1}} \left[\frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - x_i^T \beta)^2 + \lambda P_\alpha(\beta) \right]$$

$$P_\alpha(\beta) = \sum_{j=1}^p \left[\frac{1}{2} (1 - \alpha) \beta_j^2 + \alpha |\beta_j| \right] \quad (1)$$

ここで、説明変数群を x_i 、パラメータ群を β とする。

表-1 Elastic Net 回帰で選択された変数

説明変数	係数	
	発生	集中
製造品出荷額等【百万円】	148826.09	60694.23
評価総地積(宅地)【m2】	50051.85	
hat NLI(u)	18347.67	53187.96
集回回収量	15798.73	
工業専用地域面積【ha】	14766.84	3474.31
hat NLI(m)	9055.01	3292.01
unit NLI	8341.00	

表-1 に選択された説明変数のうち係数値が大きい変数群を示す。発生貨物量では、製造品出荷額等が最も高く、夜間光は hat NLI(u), hat NLI(m), unit NLI の3種が選択された。集中貨物量では、発生貨物量と同様に製造品出荷額等が最も高い係数値を示し、夜間光指標は hat NLI(u)のみが選択された。

5. 2 単回帰分析を用いた貨物量推計分析

前述の結果を踏まえ、単回帰分析を用いた貨物量の推計分析を行う。Elastic Net 回帰や単回帰分析で貨物量との相関が高い製造品出荷額等, hat NLI(u), total NLI(u) の3種の指標のプロット図を図-1, 図-2で示し、比較を行う。その結果、発生貨物量は夜間光指標のグラフが製造品出荷額等と比べて大きく下回っている。これは夜間光の指標が千葉(千葉県)や県南(岡山県)などの工業が主要産業の生活圏の貨物量を過少に推計されたことが一因であると考えられる。

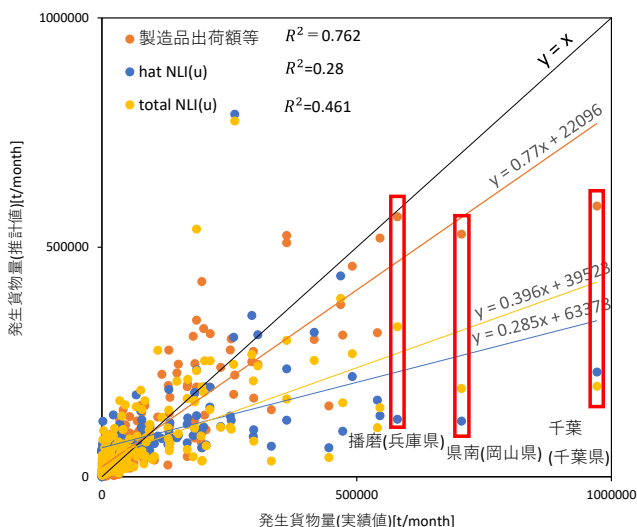


図-1 発生貨物量回帰分析グラフ

集中貨物量は2種の夜間光の指標が製造品出荷額等と同水準の推計精度であった。これは夜間光の値が高

い23区(東京都)や浦和(埼玉県)などの生活圏は商業地の特色が強く、集中貨物量の値が相対的に高くなるためである。また、面積が大きく都道府県単位での推計で外れ値となる北海道が生活圏ゾーン単位の場合、20地域の生活圏に分割されることで、過大推計を抑えられたことも原因の一つであると推察している。

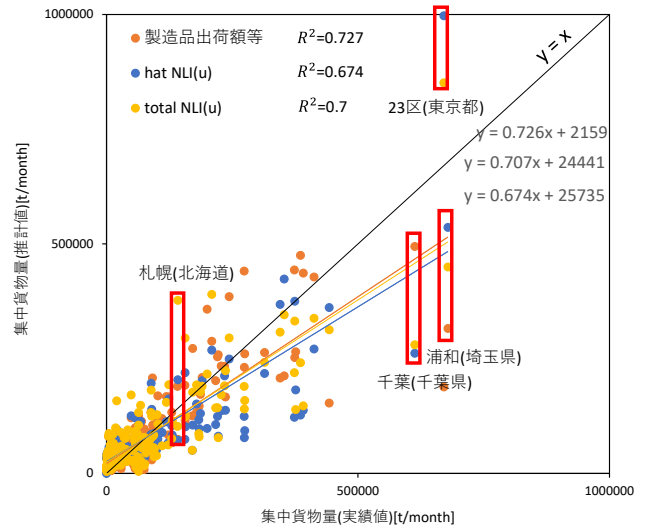


図-2 集中貨物量回帰分析グラフ

6. まとめ

本研究は、夜間光データを用いた生活圏レベルの貨物量推計を試みた。その結果、本研究では以下の2点を示した。1点目は、集中貨物量では、夜間光データによる推計は製造品出荷額等と同水準の高い精度で推計が可能であることが明らかとなった。2点目は、生活圏単位の推計では、夜間光の前処理として、面積を乗じた処理が発生・集中貨物量ともに精度が高くなり、有効であることなどが明らかとなった。一方で、発生貨物量については、先行研究と比べ推計精度が低下する結果を示した。このため、夜間光の処理では十分とは言えず、工業が主要産業の地域の貨物量が高く推計されるような夜間光の処理を検討する必要がある。

謝辞

東京大学の川崎智也講師には終始ご指導を賜りました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 新保壘哉:夜間光データを活用した貨物発生集中量の推計, 日本大学, 理工学部, 交通システム工学科令和2年度卒業論文.
- 2) Regularization Paths for Generalized Linear Models via Coordinate Descent, Journal of Statistical Software, January 2010, Volume 33, Issue 1.