

夜間光データを活用した貨物発生集中量の推計

Estimation of cargo generation/attraction using night light satellite data

指導教授 兵頭 知 轟 朝幸

9801 新保 壘哉

1. はじめに

近年、交通工学において、人工衛星データの活用が急速に広まっている。その中で特に汎用性が高いデータとして注目を浴びているのが夜間光データである。夜間光データとは、特殊光学センサを搭載したシステムを持つ衛星によって取得されているデータである。

夜間光は国内総生産などのマクロ経済指標と強い相関関係にあることが知られており、経済水準を示す代理変数として多くの研究で活用されつつある。例えば、関らは線形変換手法の1つである Box-Cox 変換を貨物発生・集中量の推定へ適用し、貨物の発生量及び集中量推定モデルの構築を行っている。

そこで本研究では、全都道府県を対象に貨物発生集中量と夜間光データとの関係性について分析を行い、貨物発生集中量の新たな推計パラメータを見出すことを目的とする。

2. 分析概要

2. 1 分析に使用するデータ

a) 夜間光データ

夜間光データは、放射源の表面上の点からある方向へと放出される放射束を表す物理量(放射輝度)を投影面積によって微分されたものである。本研究では夜間光データを単位光量と呼ぶ。また単位光量は1年間の数値を月平均したもの扱う。

b) 貨物量データ

貨物量データは、平成27年「全国貨物純流動調査」のデータから、国内移動の都道府県間流動量データと平成30年「コンテナ流動調査」から、国外移動の流動量データを使用している。

2. 2 総光量推計方法

夜間光データは面積が大きな県では小さく計測されている可能性が高い。原因として、微小な光を発している面積も含めて平均化されていることが挙げられる。そこで、本研究においては、単位光量に可住地面積を乗じることで、推計総光量を算出する。この方法を用いることで、全く光を発していない面積を除くことが可能

になる。夜間光データの推計総光量の推計式を(1)にて示す。

$$L'_i = \sum_{k=1}^m L_{ki} \times A_{ki} \quad (1)$$

L' : 都道府県*i*における推計総光量[Watts/sr]

L : 都道府県*i*, 市区町村*k*における単位光量[Watts/km²/sr]

A : 都道府県*i*, 市区町村*k*における可住地面積[km²]

ここで、可住地面積とは光を発していない森林や湖等を除いた面積である。

さらに、本研究では、微小な光を発している市区町村エリアを除外して分析を行う。微小な光を除く基準の検討方法を式(2)に示す。

$$L\theta_k \leq x(0, 0.5, 1.0, \dots, 3.0) \quad (2)$$

$L\theta$: 市区町村*k*における微小な単位光量[Watts/km²/sr]

具体的には、除外する微小な単位光量の仕切り $L\theta$ を $x(0, 0.5, 1.0, \dots, 3.0)$ の順に単位光量を除き、各推計総光量を求め、貨物発生集中量との相関係数を算出する。相関係数が最大となる $L\theta$ の値を求める。分析の結果を表-1に示す。同図から $L\theta$ が2.0の時に相関係数が最も高いことが示された。単位光量が2.0以下のものについては分析対象外とする。

表-1 微小な光の仕切り位置 $L\theta$ と相関係数

微小な光の仕切り位置 $L\theta$	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
相関係数R	0.881	0.888	0.896	0.898	0.898	0.891	0.889	0.881
市区町村数	1712	1296	923	739	625	545	495	458
サンプルの割合	100%	76%	54%	43%	37%	32%	29%	27%

2. 3 貨物量データの取り扱い方の検討

貨物量の推計対象を選定するため、貨物量データを8分類に分けて各説明変数との相関分析をする。結果のまとめを表-2に示す。

表-2 相関係数のまとめ

	単位光量	人口	県内総生産	製造出荷額	事業所数
合計貨物量	0.59	0.82	0.65	0.87	0.77
農水産品	0.56	0.82	0.72	0.65	0.80
林産品	0.17	0.46	0.38	0.84	0.42
鉱産品	0.04	0.36	0.25	0.41	0.35
金属機械工業品	0.53	0.68	0.56	0.95	0.65
化学工業品	0.55	0.80	0.59	0.75	0.71
軽工業品	0.71	0.93	0.82	0.72	0.91
雑工業品	0.48	0.80	0.66	0.65	0.77
特殊品	0.12	0.42	0.28	0.55	0.38

結果を概観すると、林産品と鉱産品は単位光量との相関が低いことが確認できる。夜間光データとは相関の低い原材料系の貨物は除きコンテナで運ばれる一般貨物を対象とする。除外する品目は大分類をより細分化した85品目の中から除外する品目を選定する。除外し品目は表-3に示す。

表-3 除外した品目

大分類	除外する品目
農産品	麦、米、雑穀・豆
林産品	原木、製材、薪炭
鉱産品	石炭、鉄鉱石、その他の金属鉱、砂・砂利・石材、石灰石、原油・天然ガス、りん鉱石原塩、その他の非金属鉱物
金属機械工業品	鉄鋼、自動車、その他の輸送機械
化学工業品	セメント、生コンクリート、セメント製品、重油、揮発油、その他の石油、LNG・LPG その他の石油製品、コークス、その他の石炭製品、科学薬品、動物性油脂
軽工業品	パルプ、砂糖
雑工業品	なし
非出物	金属くず、その他のくずもの、廃棄物
特殊品	動物性飼料

3. 分析の結果

3. 1 単位光量と推計総光量の比較

発生集中量と単位光量及び推計総光量の関係をプロットしたものを図-2に示す。また黒のプロットは単位光量で発生集中貨物量を推計した場合、オレンジのプロットが推計総光量で推計した場合を指す。結果を概観すると、単位光量の場合、推計総光量の場合ともに正の関係性があることが伺える。さらにその傾きである係数値に着目すると、単位光量で発生集中貨物量を推計したときと比較し推計総光量で推計した場合の方が強い関係性にあることが示された。

3. 2 発生量と集中量の比較

発生量及び集中量と推計総光量の関係をプロットしたものを図-3に示す。結果を概観すると、どちらの図においても推計総光量との間には正の関係があることが確認できる。またそれらを比較すると、傾きである係数値はやや集中量の方が相関が高い結果となった。

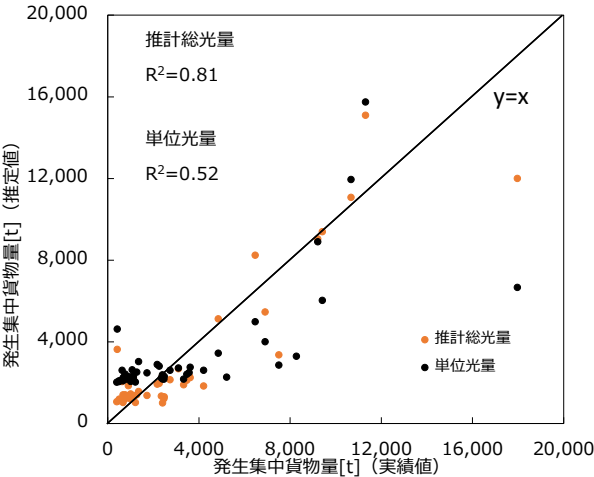


図-1 発生集中量と単位光量及び推計総光量の関係

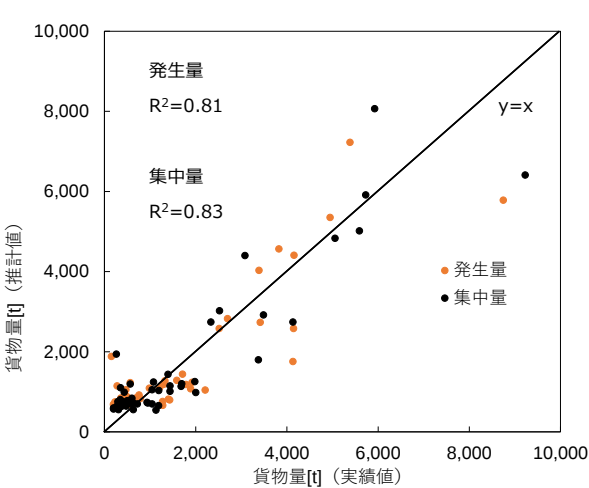


図-2 発生量・集中量と推計総光量の関係

4. おわりに

本研究では、全都道府県を対象に、貨物発生集中量と夜間光データとの関係性について分析を行った。その結果以下の知見が得られた。

まず、夜間光データを用いて貨物発生集中量を推計する場合、単位光量ではなく推計総光量を用いた方が適切であることが示された。

次に、推計総光量を用いて貨物発生量と貨物集中量を推計する場合、貨物発生量よりも貨物集中量の方がやや推計総光量の相関が高いことが示された。

まとめとして、貨物発生集中量の代理指標として夜間光データの推計総光量を活用することができることが示唆された。

今後の課題として、夜間光データを推計量ではなく、実数値で貨物量を推計した方がより精度の高い分析ができる可能性が高い。

また、夜間光データ以外の他指標との比較を行い、夜間光データがどの程度推計に精査していく必要があると考える。

謝辞

本研究を実施するに際し、株式会社野村総合研究所から貴重なデータを頂きました。ここに記して謝意を表します。また、ご指導いただきました東京大学の川崎智也講師に厚く御礼申し上げます。

7. 参考文献

1) 関宏志, 飯田恭敬, 倉内文孝, 谷口栄一: 地域の貨物発生集中量の推定方法に関する研究, 土木計画学研究・論文集 Vol. 14, pp.543-550, 1997.
2) 長江大右, 中村太一, 紀伊雅教: 夜間光データを用いた都心抽出方法に関する研究, 土木計画学論文集 D3 (土木計画学), Vol. 74, No.5, pp.I505-I512, 2018.