

## 夜間光画像に基づく令和元年東日本台風からの復興過程の地域比較

宮城県仙台二華高等学校 2年 ○芳賀一成

宮城県仙台二華高等学校 2年 ○川村響輝

宮城県仙台二華高等学校 2年 ○吉田怜生

宮城県仙台二華高等学校教諭 深澤恭子

東北大学 大学院情報科学研究科 学生会員 彭湛

東北大学准教授 大学院情報科学研究科 正会員 井上亮

### 1. はじめに

近年、水害や地震などの自然災害が世界的に多発し、今後も都市域への人口や産業の集中の進展に伴い、さらに被害が増加すると予想されている。災害復興では各地で様々な政策・施策が実施されるが、地域毎にその進捗は異なる。将来、より迅速に災害復興を実現するためには、過去の復興で地域的差異を産んだ要因を分析し、適切な政策・施策を把握する必要がある。各地の復興過程を詳細な地域単位・時間間隔で把握することは、従来はデータ制約から困難だったが、近年、人工衛星が夜間帯の地球を撮影する「夜間光画像」は、それを可能にすると注目されている。夜間光の光度と経済状況には密接な関係があることから、地域の人間活動の代理変数として活用されている<sup>1)</sup>。また、世界中どこでも同水準の高い空間・時間解像度を有するデータを入手できるため、被災前後の光度変化の比較を通して、異なる地域の復興状況の違いを同一基準で分析・考察できる。

そこで本研究は、夜間光の光度変化と被害の関係に注目し、その分析から社会経済活動の復興過程を把握し、地域間比較を通して復興速度の違いを生んだ要因を考察することを目的とする。具体的には、令和元年東日本台風で大きな被害を受けた川崎市、長野市、宮城県（丸森町、角田市、柴田町）を対象に、災害前後の夜間光光度の推移を分析し、復興過程の地域差を考察する。

### 2. データと分析手法

#### (1) データ

本研究は、台風による被災の前後1年間の2018年9月から2020年10月までの1か月平均の夜間光画像を分析する。地球観測衛星 Suomi-NPP に搭載された可視赤外放射計群 Visible Infrared Imager and Radio meter Suite (VIIRS) により観測された「Suomi-NPP/VIIRS 夜間光画像」を、コロラド大学 Earth Observation Group が雲などのノイズ除去処理を行った“Monthly Cloud free DNB Composite10”を使用する。この夜間光画像には、各セルの地上放射輝度 ( $nW/cm^2/sr$ ) の月平均値が、赤道付近で

地上の500m四方に相当する15秒角の解像度で記録されており、人間活動が活発になるほど大きな値で示されている。なお、夏至近くに観測できない時期があり、欠測している月が存在する。

また、分析対象地域を示す、ESRI Japan による「全国市区町村境界データ」、100mメッシュ単位の土地利用の状況を示す、国土数値情報による「都市地域土地利用細分メッシュ」、令和元年東日本台風の浸水範囲を示す、国土地理院による「浸水推定段彩図」を用いる。

#### (2) 分析手法

本研究は、分析対象地域として特に被害の大きかった、川崎市、長野市、宮城県（丸森町、角田市、柴田町）を選んだ。まず、これらの地域を浸水地/非浸水地に分類する。土地利用の種類によって主な人間活動は異なり、夜間光光度変化のパターンも異なると予想される。そこで、土地利用の種類の影響を避けるため、浸水地と非浸水地の両方に存在する住居用地、工業用地、道路のみを分析対象として選択し、浸水/非浸水した用地の月別夜間光光度の平均値を算出した。

各地域の地域特徴をもとに、地域間での夜間光光度の推移を比較することとで、復興過程の地域差が生じる要因の分析・考察を進める。

### 3. 分析結果

各地域の浸水地/非浸水地のそれぞれの光度変化を図1~3に、2019年10月と比較した災害後の月別夜間光平均値の比率の推移を表1に示す。

表1 2019年10月比の夜間光光度平均値の推移

集計値		2019.1	2019.11	2019.12	2020.1	2020.2	2020.3	2020.4	2020.5	2020.6	2020.7	2020.8	2020.9	2020.1
宮城県	被災地	1	0.78	0.74	0.8	0.687	0.77	0.66	0.54	0	0	0.63	0.43	0.71
	非被災地	1	0.99	0.89	0.91	0.856	0.96	0.84	0.66	0	0	0.78	0.52	0.82
長野市	被災地	1	0.92	0.82	0.71	0.948	1.01	0.93	0	0	0	0.93	0.7	0.88
	非被災地	1	1.12	1.12	0.8	1.095	1.04	1.06	0	0	0	0.77	0.69	0.97
川崎市	被災地	1	0.95	0.96	0.96	0.989	1	0.94	1.17	0	0	0.89	0.53	0.87
	非被災地	1	0.91	1.06	0.96	1.014	1.04	0.96	0.89	0	0	0.88	0.49	0.84

### (1) 川越市

川越市では被災直後、浸水地と非浸水地どちらも光度が減少しているが、非浸水地では2019年12月に光度が1を上回った（表1）のに対し、浸水地では2020年3月に光度が戻った。しかし、災害前後で光度の変化に大きな違いが見られなかった。

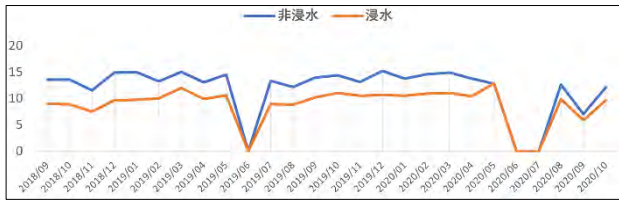


図1 2018年～2020年川越市夜間光光度推移

### (2) 長野市

長野市では、被災直後、浸水地では光度が減少し、非浸水地では光度がわずかに増加した。2018年10月から2019年1月にかけて、浸水地と非浸水地の光度が同様な変化がみられるが、災害後の2019年10月から2020年1月にかけて、非浸水地とは異なり、浸水地の光度が減少している。表1から見ると、その後、浸水地の光度が回復しており、2020年3月に光度が1を上回った。



図2 2018年～2020年長野市夜間光光度推移

### (3) 宮城県（丸森町、角田市、柴田町）

宮城県では、2019年10月に被災直後、非浸水地では光度がほとんど変化せず、浸水地では光度が減少した。表1により、長期的に見ると、浸水地・非浸水地のどちらも光度が1まで回復することはなく、同様の減少傾向を続けている。



図3 丸森町・角田市・柴田町夜間光光度推移

## 4. 考察

川越市、長野市、宮城県では被災後、それぞれ異なった推移で光度が変化しているが、この差には各地域の特徴が反映されている。

川越市では、非浸水地が浸水地よりも早い段階で光度が回復した。これは、川越市に川越ICや3本の鉄道路線があり、製品の流通や人々の移動の拠点となっており、経済活動が早期に再開されたためと推測される。

しかし、浸水が発生しても、災害前後で光度の変化に大きな差が見られなかった。これは、2017年の台風21号などの被害からの教訓を活かし、公共施設の整備や住民の防災意識の向上、災害時の各部局の迅速な対応による停電・断水が解消されたためだと考えられる<sup>2)</sup>。

長野市では被災後、非浸水地の光度が上昇し、浸水地の光度が川越市よりも多く減少する。これは、浸水地の人々が一度非浸水地の緊急避難所に移り住むことや、浸水した長野新幹線車両センターと小布施SICの車両運転、工業団地の生産活動の一時停止が原因であると推測される。浸水地の光度が2020年1月から戻っている。これは、段階的な運転再開や支援政策により企業の活動が徐々に回復たれ、また、住民の自宅への帰還や仮設住宅での生活再建が進んでいるためだと考えられる。

宮城県（丸森町、角田市、柴田町）では、他の2地域で見られた光度の回復が見られない。これは、洪水や浸水被害に合わせて二次災害である土砂崩れなどが発生し、道路の寸断や中心市街地の被災に対する大規模なかさ上げ事業を行ったため、完成に長期間を要するためだと考えられる。さらに、復興作業の人手や財政補助の不足が深刻な問題であり、復興が遅れている原因の一つであると考えられる<sup>3)</sup>。また、浸水地と非浸水地で光度の変化の割合に明確な差が見られなかった。これは、これら地域の人口が少ないためだと考えられる。

以上により、今回の3地域では浸水による機能の停止によって発生する社会的影響が大きい地域が優先して復興が勧められているように推測できる。また、過去の災害での経験教訓を活かし、それを元に被害を最小限にとどめるといことも復興速度に差が出ている一つの要因であると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、令和元年度東日本台風における復興格差を夜間光画像の光度変化から分析した。その結果、各地域異なる光度変化を確認でき、復興過程の地域格差が明らかになった。

## 謝辞

本研究では、三菱みらい育成財団、中谷医工計測技術復興財団の助成を受けました。ここに深く感謝の意を示します。

## 参考文献

- 1) 中谷友樹 (2018). 夜の灯りに基づく社会経済指標の推定～DMSP/OLSからSuomi NPP/VIIRS-DNBへ～. 映像情報メディア学会誌, 72(7), 569-573.
- 2) 毎日新聞 (2019). 「台風19号 教訓もとに被害軽減 インフラ改善, 早期避難 川越・寺尾区/埼玉」  
<https://mainichi.jp/articles/20191113/ddl/k11/040/093000c>. (参照: 2023年1月10日)
- 3) 柴山明寛 (2020). 台風19号による丸森町の被災状況と課題 (特集 令和元年 台風15号・19号 (2)), 消防防災の科学, (141), 31-35.