

河川氾濫による都市鉄道の運休が利用者へ及ぼす影響分析 — 首都圏を対象として —

佐谷 一樹* (日本大学大学院)

金子 雄一郎 (日本大学)

Analysis of the impact on railway users of urban railway suspension due to river flooding
in the Tokyo Metropolitan Area
Kazuki Satani*, (Nihon University)
Yuichiro Kaneko, (Nihon University)

In this study, we analyzed the impact on users when railway services were suspended due to flooding caused by the flooding of the Tama river in the Tokyo metropolitan area. As a result, it was found that the influence of the suspension was widely spread to the area on the right bank of the Tama river in the western part of Tokyo and the eastern part of Kanagawa Prefecture. In addition, since telework is becoming more popular in these areas, it was found that the use of telework may alleviate the impact of the suspension of services.

キーワード：豪雨災害，都市鉄道，区間運休，テレワーク
(heavy rain disaster, urban railway, train suspension, telework)

1. はじめに

近年，わが国では豪雨災害が頻発化，激甚化しており，多方面に甚大な被害を及ぼしている．重要なインフラである鉄道施設に関しても，線路や駅構内等の浸水，橋梁の流失，土砂流入などの被害が発生し，一定期間運休となる事例もみられる．今後，地球温暖化の進展によって，さらに災害の激甚化する可能性も考えられるが，通勤における鉄道依存度が高い東京圏では，河川の氾濫にともなう浸水によって鉄道が運休した場合，社会経済活動に多大な影響を及ぼすことが想定される．したがって，運休による影響を把握し，緩和策を検討することは，重要な課題である．

このような視点から国土交通省関東地方整備局⁽¹⁾では，関係機関の近年の対策状況の進展も踏まえ，最大クラスの洪水・高潮による大規模水害によるインフラ・ライフラインの被害想定及び壊滅的被害の回避対策などを取り纏めている．この調査研究は多くの有用な知見を提供しているが，鉄道の運休の影響に関しては定性的な考察に留まっている．

そこで本研究では東京圏を対象に，豪雨にともなう浸水によって鉄道が運休した場合の利用者への影響を定量的に分析する．具体的には，洪水浸水想定区域内に路線がある鉄道が一定区間運休した場合を想定し，迂回による所要時間や交通費用の増分を利用者への影響度と捉え，定量的に把

握する．そのうえで，影響緩和策の一つとして，コロナ下で普及している在宅勤務を中心としたテレワークの活用に着目し，その実態を把握するとともに，通勤者の減少による影響緩和の効果を試算する．

2. 利用者への影響度の算出方法

〈2・1〉分析の対象地域

本研究では，東京都市圏（東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県・茨城県南部）を対象に，域内の河川の氾濫による浸水で鉄道が一定区間運休した場合の利用者への影響を定量的に分析する．対象の河川は，2019年10月の台風19号襲来時に流域で浸水被害が発生した多摩川とする．

〈2・2〉運休区間の設定

多摩川の氾濫による浸水については，国土交通省が公表している洪水浸水想定区域⁽²⁾で0.5m以上の浸水区域とし，この区域内の鉄道路線が運休となると仮定する．なお，高架区間に関しては，浸水の影響を受けることなく運行を継続できるものとする．また，運休区間と非運休区間の境界について，1997年に発生した阪神・淡路大震災では，折り返し設備（分岐器）を他の駅から移設することにより，分岐器が未設置の駅においても折り返し運転が実施できるよう処置がとられていた⁽³⁾．これを踏まえ本研究では，運休区間と非運休区間の境界駅で折り返し運転が可能と仮定する．



出典：国土交通省洪水浸水想定区域より作成。

図 1 多摩川氾濫にともなう浸水区域と鉄道の運休区間

ここで、多摩川氾濫にともなう浸水区域と鉄道の運休区間を図 1 に示す。図中の赤線は運休区間、青線は洪水浸水想定区域内の高架区間を示している。

〈2・3〉影響度の算出方法

(1) 基本的考え方

本研究では、河川氾濫による鉄道の一定区間運休による利用者の影響を分析するにあたり、迂回にともなう所要時間や交通費用の増分と、影響を受ける利用者数を考慮できる指標を用いる。具体的には、平常時及び運休時における OD 間の所要時間や運賃等の交通サービス変数を貨幣換算して合算した一般化費用を算出し、その差分に OD 間の交通量を乗じることで、運休の影響度を定量的に把握する。なお、OD 間の交通量は、居住地－勤務地間の通勤目的での鉄道利用者数とし、集計単位は市区町村とする。

(2) 一般化費用の算出

平常時及び運休時における市区町村間の一般化費用 GC_{ij} の算出式は、式(1)のように表わされる。

$$GC_{ij} = F_{ij} + w \cdot T_{ij} \quad (1)$$

ここで、 GC_{ij} ：市区町村 ij 間の一般化費用 (円)、 F_{ij} ：市区町村 ij 間の運賃 (円)、 T_{ij} ：市区町村 ij 間の所要時間 (分)、 w ：時間評価値 (円/分)、 i ：起点の市区町村 (居住地側)、 j ：終点の市区町村 (勤務地側) である。なお、一般化費用を算出するうえでの市区町村の代表地点については、市区町村役場とする。

時間評価値の算出には所得接近法⁴⁾を用いる。具体的には、厚生労働省の「毎月勤労統計調査地方調査 令和 3 年 11 月分結果概要」⁵⁾に記載されている総実労働時間及び現金給

与総額より算出するが、東京都市圏では、通勤目的での鉄道利用者の多くは東京都を勤務地としていることから、東京都の値を用いることとする。東京都の総実労働時間は 141.1 時間/月、現金給与総額は 356,415 円/月であることから、時間評価値は 42.1 円/分となる。

(3) 総合交通分析システム (NITAS) の概要

(2)で示した市区町村間の一般化費用について、本研究では国土交通省の総合交通分析システム (NITAS) を用いる。NITAS は、道路・鉄道・航空・船舶の各交通機関を組み合わせたモード横断的な観点で交通体系の分析が可能なシステムであり、複数対複数の地点間 (OD 間) の経路探索を行うことができる。検索された経路の所要時間、総費用、一般化費用を表示することができ、各々の指標で最小となるような経路探索を行うことが可能である。また、経路探索においては、任意の不通過区間を設定することができ、不通過区間を迂回した場合の経路及び一般化費用などを算出する機能も有している。

本研究では上述した経路探索機能を用いて、多摩川が氾濫した場合の洪水浸水想定区域内にある鉄道路線 (リンク) を不通過設定したうえで (不通過区間は図 1 に示した通り)、一般化費用最小の経路を設定条件として、リンクを不通過とした場合 (運休時) と不通過としない場合 (平常時) の 2 ケースについて、市区町村間での経路探索を行う。

(4) 鉄道運休の影響度の算出

これまで述べてきた通り本研究では、平常時及び運休時における市区町村間の一般化費用の増分に市区町村間の鉄道利用者数を乗じることで、鉄道運休による利用者への影響度を把握する。市区町村 ij 間の影響度を V_{ij} とすると、式 (2) のように表わされる。

$$V_{ij} = (GC_{ij}^{with} - GC_{ij}^{without}) \cdot Q_{ij} \quad (2)$$

ここで、 GC_{ij} ：市区町村 ij 間の一般化費用、 Q_{ij} ：市区町村 ij 間の鉄道利用者数である。なお、特定のリンクを不通過とする場合 (運休時) を *with*、不通過としない場合 (平常時) を *without* と表記している。この V_{ij} 値が高いほど、運休による利用者への影響が大きいことを表している。市区町村間の通勤目的の鉄道利用者数については、第 6 回東京都市圏パーソントリップ調査⁶⁾の結果を用いる。

なお、以降の分析における V_{ij} 値については、居住地がある市区町村単位で集計 (合計) する。

3. 利用者への影響度の算出結果

〈3・1〉利用者への影響度の算出結果

2 章で述べた方法に基づき、多摩川の氾濫にともなう鉄道の運休による利用者への影響度を算出した結果を図 2 に示す。これより、運休の影響は多摩川右岸の東京都西部、神奈

川県北部及び東部を中心に広く及んでいることがわかる。この要因として、多摩川を渡る鉄道路線の区間の大半が運休であることから、迂回による所要時間や交通費用の増加の程度が大きいこと、上述の地域から東京区部、特に都心部への通勤目的での鉄道利用者が多いことが挙げられる。

なお、多摩川左岸の東京区部の西側地域においても、一定の影響がみられる。これは同様に迂回による所要時間や交通費用の増大が大きいことと、これらの地域から神奈川県への通勤目的での鉄道利用者が一定数存在するためと考えられる。

図 3 は、東京都心部（都心 5 区）への移動を対象に、運休による利用者への影響度を算出して示したものである。これより、多摩川周辺の東京都西部や南部の市区（八王子市、町田市、大田区など）、神奈川県北部及び東部の市（相模原市南区、横浜市青葉区、川崎市鶴見区など）で、運休による影響が大きいことがわかる。

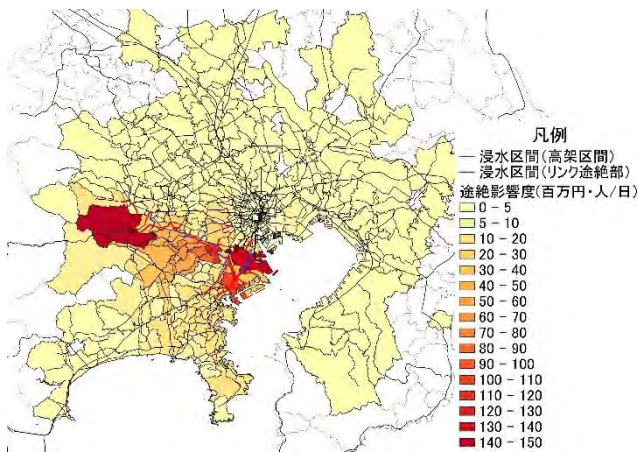


図 2 鉄道の運休による利用者への影響度（東京圏全域）

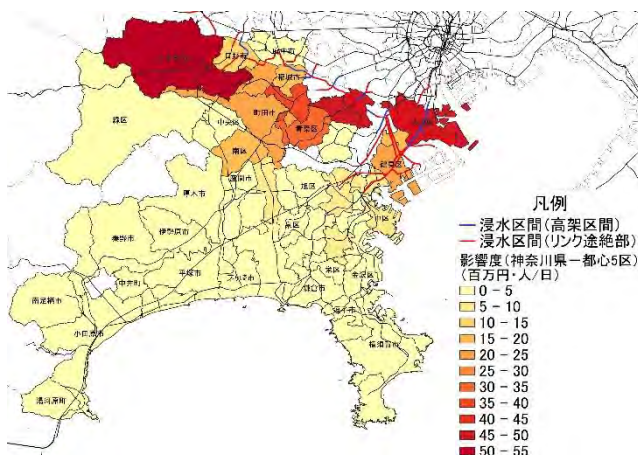


図 3 鉄道の運休による利用者への影響度（都心部への移動）

なお、NITAS のシステム上、運休時の一般化費用が平常時より僅かに小さく算出される場合がある。本来的には運休時≧平常時の関係にあることから、このような場合の一般化費用の増分は 0 とした。

〈3・2〉テレワークの活用による影響度の緩和効果

(1) テレワークの実施状況

2020 年春以降の新型コロナウイルス感染症の流行により、わが国においても在宅勤務を中心としたテレワークが普及拡大し、新たな勤務形態として定着しつつある。テレワークは平常時のみならず災害時において、業務継続性の観点からの有効性が期待されている。ここでは、コロナ下におけるテレワークの活用実態を把握するとともに、通勤者の減少による影響緩和の効果を試算する。

テレワークの実態に関する調査は多くの機関で実施されているが、内閣府では 2020 年 6 月以降、5 回にわたり継続的に調査を実施し、結果を公表するとともに、個票データを提供している。ここでは最新の「第 5 回新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」⁽⁷⁾によるテレワーク実施率を用いて、テレワークの活用による運休影響度の緩和効果について試算する。

第 5 回調査は 2022 年 6 月に全国を対象にインターネット形式で実施され、サンプル数は 10,056 件である。テレワークの実施状況については、調査時点での働き方に関する質問に含まれており、内閣府の定義と同様、「テレワーク（ほぼ 100%）」「テレワーク中心（50%以上）」で定期的に出勤を併用」「出勤中心（50%以上）」で定期的なテレワークを併用」「基本的に出勤だが不定期にテレワークを利用」のいずれかを選択した回答の割合をテレワーク実施率とする。

個票データを用いて、都道府県単位で居住地・勤務地別のテレワーク実施率を算出した結果を表 1 に示す。これより、勤務地が東京都の場合のテレワーク率は、50.5%～63.5%と高いことがわかる。

表 1 居住地・勤務地別のテレワーク率（都道府県単位）

居住地	勤務地	サンプル数 (就業者)	テレワーク率
東京都	東京都	760	50.5%
神奈川県	東京都	170	63.5%
埼玉県	東京都	129	51.2%
千葉県	東京都	117	57.3%
神奈川県	神奈川県	421	32.8%
埼玉県	埼玉県	265	22.6%
千葉県	千葉県	216	26.4%

(2) テレワークの活用による影響度の緩和効果

(1) で算出したテレワーク率を用いて、鉄道運休による利用者への影響度の低減度を算出する。具体的には、市区

町村間の鉄道利用者数に都県別テレワーク率を乗じることで、テレワーク実施者数を算出し、これに運休時における市区町村間の一般化費用の増分を乗じることで、緩和度合を把握できる。

ここでは、一定のサンプル数が確保されている周辺県から東京都心部への移動を対象に算出した結果を図4に示す。これより、運休による影響度が大きい東京都及び神奈川県市区(八王子市、町田市、横浜市青葉区、大田区など)を中心に、テレワークの活用による緩和効果が生じていることがわかる。

図5は、多摩川流域の東京都及び神奈川県の市区におけるテレワークを活用した場合の運休による影響の緩和度合を示したものである。これより、横浜市青葉区、鶴見区、川崎市高津区、八王子市、大田区などで緩和度合が大きいことがわかる。

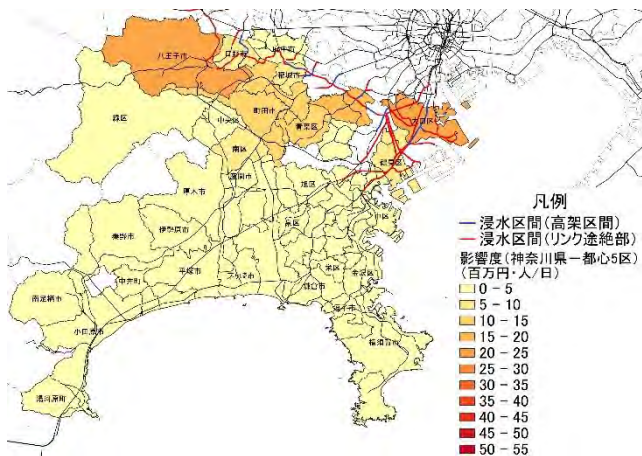


図4 テレワークを考慮した場合の鉄道の運休による利用者への影響度(都心部への移動)

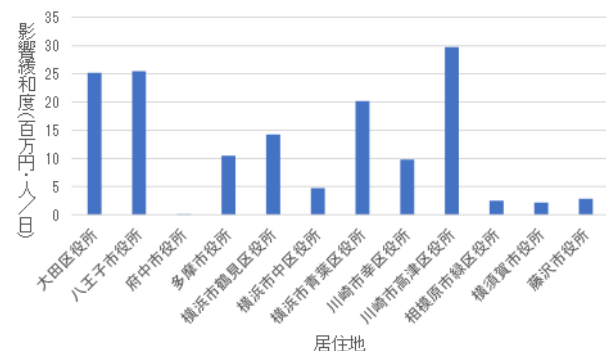


図5 テレワークを考慮した場合の鉄道の運休による利用者への影響度の緩和度合

4. おわりに

本研究では東京都圏を対象に、多摩川の氾濫にともなう浸水によって鉄道が一定区間運休した場合を想定し、鉄道利用者への影響度を算出した。その結果、運休の影響は、多摩川右岸の東京都西部、神奈川県北部及び東部を中心に広く及んでいること、東京区部の西側においても、一定の影響がみられることがわかった。また、これらの地域ではコロナ下でテレワークの普及が進んでいることから、テレワークの活用により運休の影響を緩和させる可能性があることがわかった。以上の結果については、豪雨災害時における企業等の業務継続性に関する検討 (BCP 策定など) の一助になることが期待される。

今後の課題として、東京圏における荒川などの他の大規模河川を対象に同様の分析を行うこと、鉄道の運休時におけるテレワークの活用による業務の継続可能性について、業種別の違いなどを考慮するなど、より実態に即した検討を行うことなどが挙げられる。

文 献

- (1) 国土交通省関東地方整備局:「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み～最大クラスの洪水・高潮による被害想定について～, 2017.
- (2) 国土交通省: 洪水浸水想定区域図, 2021.
- (3) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会: 阪神・淡路大震災調査報告 10 交通施設と農業施設の被害と復旧, 土木学会, 1998.
- (4) 国土交通省: 鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル (2012年改訂版), 2012.
- (5) 厚生労働省: 毎月勤労統計調査地方調査 令和3年11月分結果概要, 2022.
- (6) 東京都圏交通計画協議会: 第6回東京都圏パーソントリップ調査, 2018.
- (7) 内閣府: 第5回 新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査, 2022.