

## 並行在来線の第三セクター鉄道における災害リスク評価

中央大学 学生会員 ○北山 晴人  
中央大学 正会員 佐藤 尚次

## 1. はじめに

近年、全国各地で多発する自然災害が鉄道路線網の長期間にわたる寸断を度々引き起こし、これによって旅客輸送の他に貨物輸送にも影響が出ている。

日本の貨物列車は、JR 貨物が線路使用料を支払う形で、JR 他社や並行在来線の第三セクター鉄道会社等の設備を借りて運行している。即ち、並行在来線の第三セクター鉄道は日本の重要な物流ルートの一部となっているが、実際には経営状態が厳しい会社が多く、収入のうち線路使用料収入が占める割合が他社と比べて大きい。加えて、鉄道構造物が被災した際、復旧費の一部が国から補助されるが、旅客収入や貨物列車運休による線路使用料の損失分の補償はない。そのため、一度被災すると早期の復旧が出来ず、長期間の運休や経営状態のさらなる悪化の可能性がある。日本の重要な物流ルートを担う路線でこのような事態が発生すると、日本の産業界にも大きな影響を及ぼすため、路線の維持は極めて重要である。

しかし、栗田<sup>1)</sup>は、鉄道構造物被災後に復旧費の補助が行われる現行の制度下において、並行在来線の第三セクター鉄道では、他路線に比べて補助金によるリスク低減効果が低いことを明らかにした。

したがって、日本の物流業界における課題の一つでもある、並行在来線の第三セクター鉄道の維持のためには、路線ごとに災害リスクを把握し、それを踏まえて耐震工事等のリスク回避・低減策や、保険等のリスク移転策を適切に講じる必要がある。そこで本研究では、これらの路線それぞれの災害リスクを調査し評価することを目的とする。

## 2. 研究対象

## 2.1 対象路線

対象路線は並行在来線の第三セクター鉄道である、

- ① 道南いさりび鉄道（道南，北海道）
- ② 青い森鉄道（青い森，青森県）
- ③ IGR いわて銀河鉄道（IGR，岩手県）
- ④ しなの鉄道（しなの，長野県）
- ⑤ えちごトキめき鉄道（えちご，新潟県）
- ⑥ あいの風とやま鉄道（あいの風，富山県）
- ⑦ IR いしかわ鉄道（IR，石川県）
- ⑧ 肥薩おれんじ鉄道（肥薩，熊本県・鹿児島県）

の8路線とする。（以降各路線は括弧内と略す）

## 2.2 対象の自然災害

本研究で対象とする自然災害は、復旧までに長期間要することの多い地震、大雨とする。

表-1(a) 地震の年発生確率

路線	駅	年発生確率[%]		
		震度5強	震度6弱	震度6強以上
道南	七重浜	1.979	0.421	0.044
青い森	陸奥市川	6.902	2.063	0.395
IGR	奥中山高原	2.417	0.478	0.047
しなの	屋代高校前	4.965	1.640	0.358
えちご	上越妙高	2.835	0.725	0.167
あいの風	富山	2.685	0.591	0.119
IR	東金沢	1.380	0.418	0.206
肥薩	肥後高田	2.897	0.615	0.095

表-1(b) 大雨の年発生確率

路線	観測点	年発生確率[%]		
		100<X≤200mm	200<X≤300mm	300mm<X
道南	木古内	21.685	0.200	0.002
青い森	三戸	25.891	0.469	0.009
IGR	二戸	21.694	0.411	0.010
しなの	軽井沢	31.833	2.451	0.237
えちご	糸魚川	47.292	1.961	0.060
あいの風	朝日	45.821	2.348	0.098
IR	金沢	42.150	1.040	0.019
肥薩	水俣	61.173	23.387	5.049

## 3. 研究手法

リスクとは一般的に災害発生確率 $P_f$ とその災害によって被る被害額 $C_f$ の積 ( $P_f \times C_f$ ) で表される。

本研究では、以下の式(1)を用いて各対象路線の路線長 1km あたりの災害リスク $C_t$ を算出する。

$$\sum C_t = \sum \{P_{f1} \times (P_{f2} \times C_{f1} + C_{f2})\} \quad (1)$$

$P_{f1}$ は災害の年発生確率、 $P_{f2}$ は被災時の鉄道構造物の被害率(箇所/km)を表す。 $C_{f1}$ は災害復旧費(円/箇所)、 $C_{f2}$ は営業損失費(円/km)である。

## 4. リスク算出

## 4.1 年発生確率

## (1) 地震

地震の年発生確率は、J-SHIS 地震ハザードステーションのデータをもとに、各対象路線の全駅における、今後 30 年以内の震度 5 強、震度 6 弱、震度 6 強以上の地震の発生確率の中で、最も確率が高い駅の値をその路線の代表値とする。その値を 1 年以内の発生確率に変換した値が表-1(a)である。

## (2) 大雨

大雨の年発生確率は、気象庁の HP から得られた過去の年最大日降水量のデータをもとに、各対象路線周辺のアメダス観測点の中から最も確率の高い地点の値を路線の代表値として用いる。

年発生確率の導出については、得られた過去の年最大日降水量を確率変数 X とすると、これは対数正規分布に従うと仮定できる。このとき、変数 X の対

キーワード 第三セクター鉄道、経営、災害リスク評価

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1816 E-mail : a19.et37@g.chuo-u.ac.jp

数が正規分布に従い、この平均と標準偏差をそれぞれ $(\mu, \sigma)$ とすると、変数 $X$ の確率密度関数 $f(x)$ は、

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

と表せられる。この関数を用いて日降水量の年発生確率を100mmごとの範囲において導出したところ、表-1(b)で示す値が得られた。

## 4.2 被害率

### (1) 地震

地震の被害率は、内閣府による南海トラフ巨大地震の被害想定手法の概要<sup>2)</sup>の中で用いられた、表-2(a)に示す東日本大震災での各震度における鉄道施設の被害率の数字を使用する。

### (2) 大雨

大雨でも地震と同様の単位の被害率を過去データやQGIS等を用いて算出する。大雨では路線が走行する周辺環境によって被害率が異なると考え、周辺環境による分類の指標として自治体が定める土砂災害警戒区域に着目し、路線長1kmあたりの警戒区域数ごとに被害率の算出を行った。近年発生した豪雨災害による九州地方の在来線の被害データから得られた被害率を表-2(b)で示す。各対象路線の路線長1kmあたりの警戒区域数を調べ、表-2(b)の数値から各路線で条件を満たした数値を被害率として用いる。

## 4.3 災害復旧費

災害復旧費は地震・大雨両災害とも、鉄道技術推進センターの安全データベースから得られた過去の被災データと、被災箇所付近の被災当日の震度や降水量のデータから被害1箇所あたりの復旧費を設定した。その結果、表-3(a)、表-3(b)の値が得られた。地震と大雨では単位復旧費に大きな差が生じているが、実際に国交省が公表している地震と大雨災害での鉄道施設の被害額データ<sup>3)</sup>によると、1災害あたりの被害額は大雨に比べて地震は約6倍大きく、本研究での値の差も妥当なものと考えられる。

また、冒頭でも述べた、経営の厳しい路線が大規模災害によって被災した際に、最大5割まで国と自治体が復旧費を補助する災害復旧事業費補助制度を、地震では震度6弱、震度6強以上、大雨では降水量200mm-300mm、300mm以上の場合に適用する。この制度の適用させる対象路線は、近年の収益状況から、道南、IGR、えちご、あいの風、肥薩の5路線とした。

## 4.4 営業損失費

営業損失費は、国交省の鉄道統計年報から得られる路線の営業収益と、過去の被災データから求めた各災害における平均的な復旧日数を用いて設定する。

## 5. 分析結果

ここまで求めた営業損失費以外の値を用いて算出した、路線長1kmあたりの災害リスクが表-4の通りである。

肥薩以外の7路線で、地震と比べて大雨のリスクが小さい結果になったが、これはこの7路線が降水量の少ない地域を走行していることや、平野部の走

表-2(a) 地震による在来線の鉄道施設被害率

震度	被害率 (箇所/km)
震度5強	1.01
震度6弱	2.03
震度6強以上	2.80

表-2(b) 大雨による在来線の鉄道施設被害率

日降水量 (mm)	被害率 (箇所/km)		
	土砂災害警戒区域数 0~0.5(箇所/km)	0.5~1	1~
100<x≤200	0.02	0.08	0.13
200<x≤300	0.09	0.19	0.74
300<x	0.23	0.58	2.70

表-3(a) 地震による在来線の単位復旧費

震度	単位復旧費 (円/箇所)
震度5強	5,540,414
震度6弱	64,306,618
震度6強以上	122,636,364

表-3(b) 大雨による在来線の単位復旧費

日降水量 (mm)	単位復旧費 (円/箇所)
100<x≤200	6,720,862
200<x≤300	15,294,000
300<x	27,924,867

表-4 営業損失費を考慮しない場合の災害リスク

路線	震度	リスク (円/km)	日降水量 (mm)	リスク (円/km)	路線	震度	リスク (円/km)	日降水量 (mm)	リスク (円/km)
道南	5強	110,742	100<x≤200	29,148	えちご	5強	158,634	100<x≤200	254,273
	6弱	275,076	200<x≤300	1,375		6弱	472,922	200<x≤300	28,489
	6強以上	74,871	300<x	65		6強以上	287,291	300<x	4,870
計	460,689		30,589	計	918,848		287,631		
青い森	5強	386,233	100<x≤200	34,802	あいの風	5強	150,236	100<x≤200	61,591
	6弱	2,693,582	200<x≤300	6,460		6弱	385,980	200<x≤300	16,159
	6強以上	1,356,915	300<x	598		6強以上	203,774	300<x	3,152
計	4,436,731		41,860	計	739,991		80,901		
IGR	5強	135,244	100<x≤200	116,644	IR	5強	77,250	100<x≤200	56,657
	6弱	312,270	200<x≤300	5,977		6弱	545,236	200<x≤300	14,315
	6強以上	80,670	300<x	786		6強以上	707,500	300<x	1,224
計	528,184		123,407	計	1,329,985		72,196		
しなの	5強	277,852	100<x≤200	171,155	肥薩	5強	162,102	100<x≤200	534,475
	6弱	2,140,288	200<x≤300	71,220		6弱	401,539	200<x≤300	1,323,430
	6強以上	1,229,221	300<x	38,405		6強以上	162,454	300<x	1,903,356
計	3,647,361		280,780	計	726,095		3,761,260		

行割合が比較的高く、大雨の被害率が低い結果になったことに加え、地震と大雨の単位復旧費の差の大きさが影響していると考えられる。

路線ごとでは、青い森としなの、肥薩でリスクが高い結果となった。青い森としなのでは黒字が続いているために補助制度が受けられないが、被災した時のリスクが高い一方、肥薩は補助が適用されてもなおリスクが高く、今以上の対策が必要と考えられる。

## 6. 今後の課題

リスク算出における最後の値である営業損失費に関する計算等を行い、各路線の災害リスクの具体的な評価を行う。

### 参考文献

- 1) 栗田樹 第三セクター鉄道路線を対象とした河川橋梁の洪水時流出リスクの検討 2022
- 2) 内閣府 南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要 2013
- 3) 国交省 鉄道の防災・減災対策 2018