東日本大震災における救援物資ニーズの時間的変化に関する研究

東北大学 非会員 ○ブンポン健人 東北大学 正会員 奥村 誠 東北大学 正会員 大窪 和明

1. はじめに

東日本大震災では、岩手・宮城・福島の東北3 県を中心に多くの自治体・企業が被災したことで 東日本の物流機能が弱まり、これらの地域を中心 として物資不足が発生した。そのため被災地外から被災地に向けて多くの救援物資が送られたが、 これらの物資が必ずしも被災地のニーズに合致していたとは限らず、不要な物資が被災地の倉庫を 圧迫していた事態も報道されている。その大きな 要因としては、日々刻々と変化する被災地のニーズを把握出来なかったため、被災地外の送り手が必要性の少ない物資を収集・発送してしまったことが挙げられる。

今後の発生が予測される首都直下型地震や東海・東南海・南海地震でこれらの事態を繰り返さないために、被災地のニーズが時間的にどのように変化したのかを把握し、社会の共通認識とする.

2. 研究方法

(1) 使用データ: 仙台市要望書

 $2011/3/16\sim4/23$ の期間に、仙台市内にある各避難所が、どのような物資の配送を希望したかを 1 日 1 度回答したデータである.

(2)分析方法

各避難所が必要とする物資はその避難所が置かれる地域の被災状況により異なるため、ある避難 所から「発災後何日目に」物資が要望されたかは 重要ではなく、「どのような順番で」物資が要望さ れたかを定性的に理解することが、物資ニーズの時間的変化を把握することにつながる。そこで物資iのニーズが物資jのニーズよりも先に発生する状態をiRjと呼ぶことにし、このニーズの前後関係を有向グラフとして表現することを考える。

STEP1:前後関係の(絶対的)強さを表す行列 $a_{ii}:i$ がjよりも先に要望され始めた避難所の数

$$\mathbf{A} = \left\{ \mathbf{a}_{ij} \right\} \tag{1}$$

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^{s} a_{ij}^{k} \quad \forall i, j \in \mathbf{G} \quad \forall k \in \mathbf{S}$$
 (2)

$$d_i^k < d_i^k \rightarrow a_{ii}^k = 1 \quad \forall i, j \in \mathbf{G} \ \forall k \in \mathbf{S}$$
 (3)

G = {1,2,…,g}: g は物資の種類数

 $S = \{1,2,\dots,s\} : s$ は対象避難所数

d_i^k: 避難所 k で物資 i の初要望時の発災後日数 (発災日 2011/3/11 を 0 日とする)

STEP2:前後関係の(相対的)強さを表す行列

$$\mathbf{B} = \{\mathbf{b}_{ii}\}\tag{4}$$

$$b_{ii} = \max\{a_{ii} - a_{ii}, 0\} \quad \forall i, j \in \mathbf{G} \quad (5)$$

STEP3: iRj を決定するための行列

c_{ii}:iRjが成立しているか否か

$$\mathbf{C} = \left\{ c_{ij} \right\} \tag{6}$$

$$c_{ij} = 1 (b_{ij} \ge U)$$

$$c_{ij} = 0 (b_{ij} < U) : U は閾値(任意) (7)$$

こうして得られたニーズの前後関係 iRj を表す関係行列 C を、有向グラフとして表現する. その際,以下のルールを設け紙面の上に向かうほど日数を経るようにする.

キーワード:災害ロジスティクス、救援物資

連絡先 : 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1 通研 2 号館 TEL 022-217-6379

 h_i , h_i は物資 i, j のグラフの底からの高さ

3. 結果と考察

条件 $\{$ 対象避難所、閾値 $U\}$ を変更して,閾値を変化させても変わらない関係(頑健な関係性)や,対象地域を変更して初めて現れる関係(地域性に依存する関係性)を抜き出す.まずは,各区を対象地域として抜き出された関係を b_{ij} の値が大きい順に並べたものを図1に示す.なお,区名と前後関係の右にある括弧内の数字はそれぞれ対象避難所数と b_{ij} の値を表している.

青葉区(46)	太白区(43)	泉区(37)
水→米(28)	菓子・菓子パン→水(34)	水→米(28)
水→おむつ(26)	水→米(34)	水→寝具(28)
菓子・菓子パン→米(25)	米→寝具(33)	菓子・菓子パン→水(27)
パン→カップめん(24)	カンパン→菓子・菓子パン(33)	カンパン→寝具(26)
パン→果物(24)	水→生理用品(29)	水→カセットボンベ(25)
	生理用品→おむつ(29)	•••
	マスク→おむつ(29)	水→消毒液・うがい薬(23)
	•••	水→粉ミルク(20)
	水→消毒液・うがい薬(28)	
	水→粉ミルク(27)	

若林区(26)	宮城野区(41)
アルファ米→カセットボンベ(13)	パン→缶詰(18)
アルファ米→肌着(女)(12)	パン→肌着(女)(17)
果物→スープ(12)	パン→肌着(男)(17)
アルファ米→水(11)	パン→果物(16)
ゴム手袋→食器用洗剤(11)	•••
アルファ米→食器(11)	アルファ米→インスタントカレー(15)

図 1. 各区の物資の前後関係

図1をみると内陸の青葉・太白・泉区は似た種 類の物資が前後関係を持っているが、津波被害を 受けた沿岸部を含む若林・宮城野区は上記3区と は異なり「アルファ米」などの調理器具が不要な 食料や衣類が多く要望されていることがわかる. ここで青葉・太白・泉区と若林・宮城野区に分け て行列 C を作成した結果を図 2, 図 3 に示す. な お赤いノードで繋がれた経路は最長な経路となっ ており、最長経路に属する物資は閾値を変えても ほぼ一定で、図1で見た物資の多くも最長経路に 属している.一方,短い経路で止まっている物資 はよりよい代替品が見つかった物資や、実際には 被災地で不要だった物資を表していると考えられ る. 例えば、図3において加熱が必要な「パック ご飯」や「米」は水だけで食べることができる「ア ルファ米」に代替されたと考えられる.

4. おわりに

本研究では、2物資間のニーズの前後関係を用いて救援物資ニーズの時系列変化を定性的に把握した.しかし、実際に震災が発生した際に被災地のニーズを正しく推測するためには、物資ニーズ

と避難所の属性(人口構成,被害程度…)を結び付けて考える必要があり、今後の課題としたい.

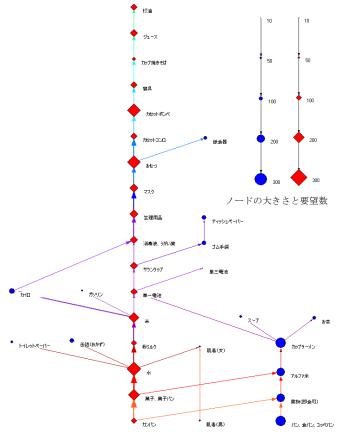


図 2. 青葉・太白・泉区 (閾値 18)

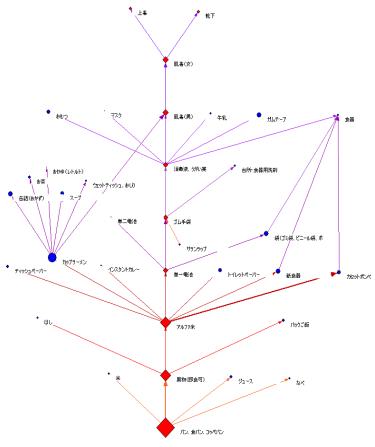


図3. 若林・宮城野区(閾値15)