

# 大規模災害時下における避難所への支援物資供給とそのロジスティクスのパターン

伊藤 秀行<sup>1</sup>・Wisetjindawat Wisinee<sup>2</sup>・横松 宗太<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 ピーアイ物流企画（〒480-0103 愛知県丹羽郡扶桑町柏森天神287-2）

E-mail: pi0001@h3.dion.ne.jp

<sup>2</sup>正会員 名古屋工業大学大学院助教授 工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）

E-mail:wisinee@nitech.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 京都大学防災研究所准教授 巨大災害研究センター（〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄）

E-mail: yoko@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp

大規模災害時下、避難所とそこに避難した人たちのおかれた状況は様々であり、避難者への支援物資は、それらの人たちが置かれた状況を考慮して供給しなければならない。

そしておかれた状況は様々であるが故に、それらに合わせた物資支援のための異なるロジスティクスが必要になる。またそれらは、同じ時間と空間内に混在するとともに、時間の経過とともに変化していく。従ってロジスティクスの運用も状況の変化に適応することが必要になる。そこで河川氾濫における避難所被災パターンに関する事例研究をもとに、大規模災害における、被災者と避難所のおかれた状況を分類した。状況は大別すれば3種類になる。また同時に、どのようなロジスティクスが必要になるか具体的に検討した。そのうえで、災害により急増した被災市区町村の業務負荷を下げするため、物資集積拠点をどのように運営するべきか提案をする。

**Key Words :** humanitarian logistics, relief supplies, disaster

## 1. はじめに

大規模な災害が発生し、「広い範囲で、様々な状況におかれた被災者に物資を供給する」ということを考える場合、被災者のおかれた場所・地域の物流インフラやライフラインの状況に対応して、供給すべき物資とそのロジスティクスを考えなければならない。例えば孤立した避難所や地域であれば、どのような輸送手段が可能であるのか、その輸送手段の物資輸送能力はどの位かを明確にし、それに合わせて供給する物資を決める必要がある。また道路が啓開し、日常の輸送方法、すなわちトラックを利用した輸送で供給できるようになったとしても、供給すべき地域や避難所のライフラインが回復しているか、回復していないかでは、供給物資が変わる。

以下先行研究の結果を参考に、被災者の置かれた環境とそのような状況下に必要とされる物資とそのロジスティクスについて検討する。2章においては、先行研究を

参考にして、被災状況を分類する。3章においては、分類した状況にはどのような支援物資が必要となり、そのためにどのようなロジスティクスが用意されなければならないかを検討する。4章においては、それらのロジスティクスの運用と被災市区町村の役割について提案をする。

## 2. 避難所に避難した被災者のおかれた状況

避難所に避難した被災者のおかれた様々な状況について、愛知県の北部から西部を流れ、伊勢湾に注ぎ込む一級河川である庄内川の破堤を事例にした研究結果<sup>1)</sup>を参考に、具体的に考えてみたい。研究は、庄内川河川事務所が開発した庄内川の破堤シミュレーションプログラムを利用している。この破堤シミュレーションプログラムは、破堤地点を河口から40km地点まで、おおよそ1km間隔で設定できるようになっている。



図-1 庄内川破堤設定地点

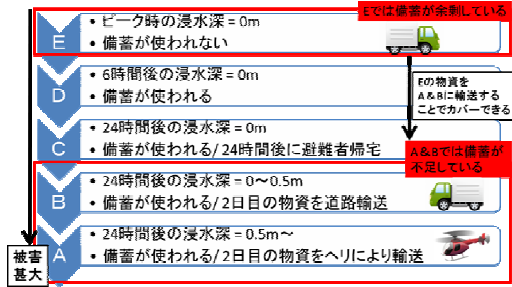


図-2 被災避難所と浸水深

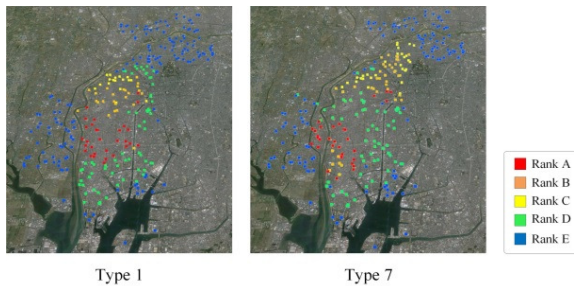


図-3 各避難所の浸水深 (破堤地点①と⑦)

表-1 名古屋市の物資備蓄方法

全体の備蓄量	備蓄方法				合計	避難所別				
	本部倉庫	区・支所倉庫	区保健所	避難所		避難所番号	33	34	35	36
	単位					収容予定数	364	922	857	67
乾パン	48,832	58,880		172,288	280,000	乾パン	256	256	256	128
アルファ(五目)	29,100	9,900		39,000		アルファ(かゆ)	50	50	50	50
アルファ(かゆ)	19,800	12,900		37,300	70,000	粉ミルク	0	0	0	0
粉ミルク	4,120		1,560		5,680	毛布	50	50	50	20
底タンバク米	200	800			1,000	上敷き	0	0	0	0
アルファ(アレ)	7,700	2,300			10,000	日用品セット	50	50	0	0
粉ミルク(アレ)	60		108		168	生理用品	0	0	0	0
生理用品	10,000				10,000	紙おむつ	0	0	0	0
紙おむつ						紙おむつ	0	0	0	0
紙おむつ	40,000				40,000					

他に毛布、上敷き、日用品セット、哺乳瓶等がある。

そして設定した8つの破堤地点(図-1)ごとに、24時間後に、避難所周辺の浸水深がどの程度になっているかを求めたうえ、ピーク時の浸水深が0m、つまり水は来なかった避難所から、24時間後でも50cm以上水没した避難所まで5段階(図-2)に分類している。

このような状況をマップ上に表示したのが、図3(破堤地点①と⑦の場合)である。各点が避難所を示し、24時間後も50cm以上の浸水深となる避難所は赤色で表示した。破堤地点によっては、同じ避難所がAにもEにもなり得ることがわかる。またランクCやD(緑と黄色)の場合、この河川氾濫事例では24時間経過すれば、ほとんどの人は家に戻ることができる。しかし他の災害事例、例えば津波災害や超大型台風で防潮堤が破壊された場合などは、避難した避難所がEの状態であっても、住居が破壊され、避難所生活を続けなければならない人たちがいる。またライフラインが復旧していなければ、家に戻らない人もいる。従ってもし避難所に物資が備蓄してない場合、AやBのみならずCやDの避難所も、つらい思いをすることになる。つまりすべての避難所には、必要な物資を備蓄することを、まず考えなければならない。表1は、庄内川流域の名古屋市の物資備蓄の状況である。まず多くの物資を避難所ではなく特定の倉庫に集中備蓄している。また避難所の収容予定数に関係なく備蓄数量が決まっているうえ、その備蓄数量は、収容予定者数に満たない数量となっている。全体の備蓄数量が避難所収容避難者数分であったとしても、避難者に備蓄してない場合は、突然の災害の場合には、物資を避難者全員に配布できないことになる。なお名古屋市はその後備蓄のあり方を見直し、2016年3月、すべての避難所に、毛布食料など備蓄することを公表した。

### 3. 支援物資とそのために必要なロジスティクス

この事例を参考に、2011年の東日本大震災のような災害を想定し、巨大災害時の物資供給について考えてみる。巨大災害と庄内川の氾濫事例は、被災の程度に差があっても、被災者がおかれる状況は基本的には同じものになる。そのパターンは図-4のような3つのパターンになる。

孤立のパターン(I)と、孤立は免れたが、避難所を含む周辺において、電気や水道などライフラインが停止したパターン(II)、更に孤立することもなく、また避難所を含め周辺地域のライフラインの停止もなかったが、避難者の住居が損傷を受け避難所に留まらざるをえない被災者が、一定期間留まるパターン(III)となる。巨大災害の場合には、災害が発生すると、3つのパターンの被災者が同時に発生し、それぞれの状況に合わせた物資の調達や供給が必要になり、それを同時に実施しなければならない。またパターン(I)は時間の経過とともに

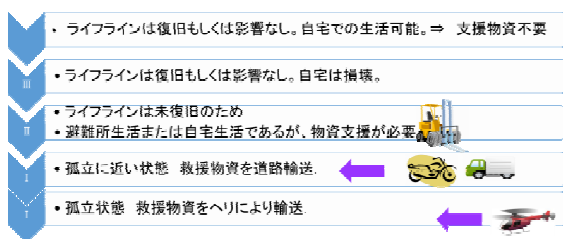


図-4 避難所の被災パターン

パターン(II)～(III)に変わっていく。被災直後パターン(II)であったものも同様である。この3つのパターンに対応するロジスティクスの用意と、突然の災害に備え、すべての避難所に、生き延びるために必要な物資を備蓄するというパターンと合わせ、4つのパターンが必要となる。以下この4パターンそれぞれについて検討する。

(1) すべての避難所への備蓄

短時間の集中豪雨による急な河川の氾濫や、土砂崩れ、地震とそれによる津波のような、突然の災害の場合には、避難所生活に必要な物を持って避難することは難しい。また災害が起きる場所も、事前に正確に特定できるわけではない。従ってすべての避難所には、突然の災害を逃れてきた人たちが、避難所が孤立した場合でも、外部からの支援が届くまで耐えられるだけの物資が備蓄されていなければならない。備蓄されていなければ、折角災害から逃れ、避難所に避難した人たちの生存が保障できなくなる。

内閣府(防災担当)は、「避難所における良好な生活環境の確保に向けた取組指針」(以下 内閣府指針)において、備蓄すべき物資を相当数例示している。しかし内閣府指針に列挙された物資すべてを避難所に備蓄しておくことは、避難所の空間的制約や、自治体の財政上の制約から難しく、むしろ突然の災害で避難所が孤立した場合に備え、避難者が生き残るため、避難所に備蓄すべき必要最低限の物資(以下 基礎的物資)と、孤立が解消した後も、避難所生活が一定期間継続する場合に必要な物資に分けたうえで、基礎的物資として、何が必要かを選択し、次にどのくらい備蓄すべきか検討するのが良いと考える。表2は、食べることより排泄等の生理現象の処置に心配がないことが重要であるという点を考慮したうえで、筆者らを選択した基礎的物資である。1,000人当たりどの程度の物量になるか示してある。1日分の備蓄は約34m<sup>3</sup>で、2日目以降の必要量は約6.2m<sup>3</sup>となる。毛布など消耗しない物資は供給の必要がないからである。

但しどのような物資を備蓄するかは、医学的な見解も含めて議論し決定すべきと考える。

(2) 避難所の孤立の場合(パターンIの場合)

孤立した避難所やそれに近い状態の避難所には、ヘリコプターや、道路が狭くても通行可能な小型の車両、また車高のあるトラックやボートなどを利用した供給が必要になる。図5のようになる。

表-2 備蓄物資と1,000人当たりの備蓄量

避難者	物資	避難者数	1単位		全国平均		2015年(推定)		mt		
			人数	サイズ(容)	比率	人数	容積単	数量	備蓄	比率	
個人に配布	紙	15	64*74*32	0.1318	0.092	992	2	1,884	1,984	26.17	0.72
	水500ml	24	24*24*16	0.0138	0.092	992	6	5,952	248	3.42	0.10
	食品(缶詰)	150	22*50*38	0.0473	0.092	992	3	2,970	19.64	0.54	0.03
	(アレルギー対応食品を食んで算出する)										
	紙ミラガ(800g缶)	12	35*45*12	0.0165	0.092	8,140	1	1,120	0.17	0.003	0.000
	衛生紙	46	58*90*44	0.1534	0.092	8	1	8	0.12	0.001	0.001
	カイロ	50	28*25*11	0.0084	0.092	8	2	16	0.32	0.003	0.000
必要な標準必要な人が											
	仮設職員	50	57*90*43	0.147	0.058	58	8	248	5.98	1.02	0.03
	合計	338	60*78*38	0.168	0.037	37	7	250	0.77	0.13	0.004
	要介護者	104	60*78*38	0.168	0.055	5	7	35	0.34	0.06	0.002
	障害者	100	111*31*258	0.009	0.468	468	1	468	4.59	0.04	0.001
	女性	100	111*31*258	0.009	0.464	464	1	3,458	34.58	0.32	0.009
	トイレトベーパー	12	20*20*34.2	0.014	0.468	468	122	18	1.59	0.02	0.001
		12	20*20*34.2	0.014	0.484	484	1092	181	15.08	0.21	0.005
	排泄物貯蔵用袋	288	58*92*25	0.0014	0.468	468	116	4,020	2.02	0.003	0.000
	(116回分)	288	58*92*25	0.0014	0.484	484	116	29,811	14.01	0.02	0.001
備品として設置											
	簡易トイレ(和式・洋式各50%)	1	38*58*23	0.0437				4	4	0.17	0.01
	簡易トイレ	1	11*1.33*0.65	0.137				11	11	1.507	0.04
										34.19	1.03

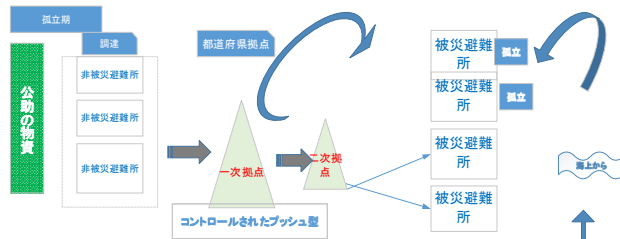


図-5 孤立した避難所への物資供給

これらの機材による輸送は、機材の積載能力や、必要な機材の数が充分確保でないおそれもあり、供給能力に制約がでる可能性があるので、何を優先的に供給するかを、あらかじめ明確にしておく必要がある。基本的には、避難所生活者が生き残るために必要な最低限の物資、すなわち表2の2日記載の物資と同じになると考える。1,000人当たり、1日分約6.2m<sup>3</sup>となる。

(3) ライフラインが未復旧の場合(パターンIIの場合)

孤立は解消したが、電気や水道などのライフラインが復旧しない場合や、孤立は免れたが、自宅が損傷して戻れない人は勿論、自宅に戻ったが、ライフラインが機能していない被災者、自宅に留まったがライフラインが機能していない被災者にも、調理不要な食糧、水その他の基本的な生活物資を供給する必要がある。供給対象者が多く、その供給物資は大量になることを想定しておく必要があり、大量供給のためには物資の種類を限定する必要がある。道路アクセスに大きな問題はないので、必要物資の多くは一般市場から調達し、都道府県設置の拠点經由市区町村に供給可能である。ただし市区町村までの道路状況と供給物量によっては、海上側からの供給も想定しておく必要はある。図6のようになる。中央防災会議幹事会は、巨大災害発生後4日目から7日目まで、ライフラインが未回復の場合を想定して都道府県經由被災市区町村に供給する物資の種類とその量を公表している。これがパターン(II)に相当する<sup>3)</sup>

(4) ライフラインに損傷がない場合（パターンⅢの場合）

ライフラインに損傷がない場合は、流通市場もほぼ問題はないと想定できる。またライフラインが復旧すれば、流通市場も回復してくる。この段階では、基本的な生活物資の大規模な供給は不要になる。市区町村が供給協定事業者に依頼して、避難所に食事などの供給をすることができる。図7のようになる。

この段階になると、孤立していた被災者も一息つくことができ、生活再建に前向きに取り組めるようになり、必要物資が増加してくる。

一方このような状況の避難所には、個人、団体、企業からの支援物資が、相当量届くようになり、これに対応することが必要になる。

個人、団体、企業からの支援物資については、その対応に多くの時間を要し、いわゆる「第二の災害」と言われる現象が起きている。このような状況から、新潟県長岡市のように、一般からの支援物資については「災害発生直後における救援物資は受け入れないこととする」という考えを防災計画に明記する自治体もある<sup>4)</sup>。しかしこの段階では、被災者は生き残りを図るという心配からは解放され、物資に対するニーズは多様化する中で、食事など基本的な生活物資である公助の物資のみでは、多様化したニーズに対応することは難しい。また精神的・肉体的かつ財産上もダメージを受けた被災者に、多様化への対応は自助であるというは厳しすぎる。むしろ一般からの多様な支援物資、すなわち共助の物資はそれに対応できる物資ととらえ、積極的に生かすためのロジスティクスを用意すべきであると考えている。

そのロジスティクスは図7のようになる。

図8は2011年 後方支援基地になった岩手県遠野市の物資拠点に、どこから・いつ物資が入ってきたかという記録で、遠野市の作成によるものである<sup>5)</sup>。早い時期から一般の支援物資は入ってくる。

(5) 各ロジスティクスの比較

備蓄段階を含めた回復期まで4段階の各ロジスティクスを比較すると、表3のようになる。孤立期から準回復期そして回復期というプロセスを経る避難所もあれば、準回復期から回復期というプロセスを経る避難所、また回復期だけの避難所もある。またそれぞれの避難所の状況は、回復期に至るまで時間の経過とともに変わるため、変化に合わせた支援物資の供給が必要になる。

孤立期は、孤立した避難者に物資を供給するため、調達から供給までのサプライチェーンは24時間の連続作業を想定しておく必要がある<sup>6)</sup>。また必要分を調達したら、すぐに供給するという通過型の拠点運用が求められる。

ライフラインが未復旧の場合、限られた物資を大量

に捌かねばならないため、この物資も必要分を調達したら、すぐに供給するという通過型の運用になる。大量の物資を捌くため、少なくとも市区町村の拠点までは一貫パレチゼーションが不可欠である。そのためにフォークリフトとそれを操作できる人を、多数配置することが必要になり、この検討も必要である。

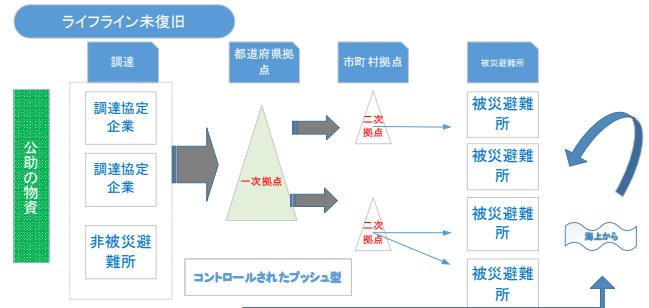


図6 ライフラインが未復旧な避難所への物資供給

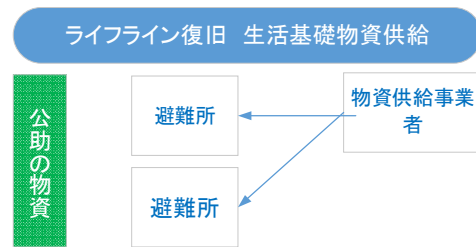


図7 生活物資の供給

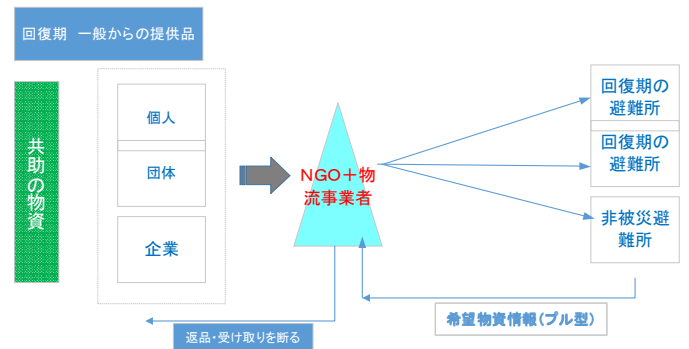


図8 一般からの支援物資

購入	寄付			
	市内スーパー	市内の市民団体企業	市外の市民団体企業	物品自治体   アビオ
3月11日				
3月12日				
3月13日				
3月14日				
3月15日				
3月16日				
3月17日				
3月18日				
3月31日				
4月10日				
6月17日				
6月20日				
6月23日				

図9 種類別による物資調達の時系列（遠野市）

ライフライン回復後の生活基礎物資は、供給事業者任せれば良く、拠点は必要ない。一方で共助の物資は、

避難所及びその周辺の生活者の、個別の要求もとづいて配布することになり、倉庫管理システム（WMS）を使った在庫管理型拠点が必要になる。またピッキング作業や梱包作業に多くの人が必要になる。そして単なる配布ではなく、配布に当り、被災者と会話を交わすことも被災者への支援の意味があり、ボランティアの参加は不可欠であると考ええる。

これらのロジスティックスは、扱う物資や輸送手段がそれぞれ異なり、しかも同時並行で運用しなければならない。従って混乱を避けるために、個別のロジスティックスを、異なった組織・グループが運用することが必要になると考える。

#### 4. 同時運用となる物資支援ロジスティックスの課題

避難所の状況は時間とともに変化し、例えば昨日まで孤立していた避難所が、今日は準回復期の避難所へと変わるため、スムーズに、次の運用組織に運用移管をしなければならない。このような場合、①個別のロジスティックスの運用の管理とは別に、ロジスティックス全体の管理についても、誰（どこ）が、どのように行うのかを決めておかなければならない。②被災して業務量が急増している市区町村が、二次拠点を開設し運用をする余裕があるのかという問題についても検討しておく必要がある。③各拠点（物流の現場）は、誰が作業をするのかという問題がある。この3つの問題のうち、物資の流れに最も関連する二次拠点開設・運用の問題について検討する。

##### (1) 2011年岩手県宮古市（人口約56,000）の場合

2011年の東日本大震災での事例を参考に考える。岩手県宮古市は、3月13日二次拠点を新里地区（トレーニングセンター）に設置した。盛岡市近郊にある県の一次拠点（以下 アピオ、2011年当時は滝沢村）から供給される物資は、ここで受け取ったうえ、沿岸部の被災地・被災者に供給することにした。国道106号線の盛岡・宮古間（93.4km）の通行は可能であることは、11日夜には宮古市災害対策本部で確認している。新里から宮古市の中心部までは15km前後ある。一方アメリカ第7艦隊は、大きな被災をしなかった小山田地区（高台）の工場敷地に、物資を降ろした。図9に示す通りである。



図-10 一次及び二次拠点



図-11 新里トレーニングセンター

宮古市災害対策本部の記録<sup>9)</sup>から、物資に関する記録を抜粋して、この時期の物資に関する記述を見ると、次のようになる。

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 3月11日<br>19時30分         | 市内の道路は移動できる状態ではない。<br>国道106号盛岡一宮古間は通行可能  |
| 12日<br>17時20分<br>13日8時  | 自衛隊、緊急消防隊は総合体育館（小山田地区）に宿泊決定<br>物資集積場所は、新里トレーニングセンターに決定   |
| 17時58分<br>14日8時         | 津波注意報・避難指示解除<br>国が食糧・水をヘリにて配送<br>（新里中校庭または山村広場）<br>トレーニングセンターまでの移動に2t車4台を待機                    |
| 15日8時                   | 遺体・物資運搬用「はくさん」（海上自衛隊）が入港<br>岩手県より物資が10t車で到着（14日夜）  |
| 16日17時                  | 新里の物資拠点はほぼ満杯<br>（図-11）   |
| 17日<br>7時30分            | 自衛隊が報告「避難所までの物資輸送が可能」<br>新里・川井総合事務所職員は物資受け入れ作業に従事<br>物資輸送の「あさくま」が接岸<br>米軍ヘリの物資輸送拠点は コープケミカル内敷地 |
| 20日<br>17時30分<br>21日17時 | 支援物資の搬入出は自衛隊が主力、民間は補足的   |

- 22 日 7 時 30 分 米軍の輸送を予定と陸上自衛隊  
が報告
- 26 日 7 時 30 分 新里の物資拠点はパンク状態

宮古市は、国（空輸）から、都道府県（アピオ）から、海側（自衛隊）から、また沖合（第 7 艦隊）からの物資流入のコントロールに、相当苦慮したのではないと思われる。16 日の時点で、すでに二次拠点は物資でいっぱいである。写真（図-11）を見る限り、この状態で物資を出し入れすることは難しい。宮古市以外の市町についても調査が必要であるが、このような状況は宮古市だけではなかったと考える。燃料不足で物資供給に支障がでたことは間違いないが、燃料が充分あったならば、このような状況が起こらなかったかと考えると疑問がある。

## (2) 役割分担の見直し

将来広域災害が発生した時、被災市区町村が、国・都道府県・一般（個人・団体・企業）の提供物資の流入をコントロールできるか、懸念が持たれる。

自治体も被災者であり、場合によっては自治体職員にも死者がでることも想定しておかなければならない。また自治体は、日常業務に災害対応業務が加わり、大変忙しくなる。更にその市区町村や市区町村職員にとって、災害対応は初めてと想定しておかなければならない。

従って物資供給ロジスティックスの 3 つのパターンすべてについて、市区町村が拠点を設けることについては見直す必要があると考える。公助の物資については、例えば①市区町村の規模により拠点のあり方を変え、規模の小さい市区町村は、二次拠点設置は不要とする一方、政令市（規模が大きい）の二次拠点をその市専用の一次拠点とするとともに、そこから避難所に直接供給する。②一次拠点が設置される市区町村の二次拠点は、一次拠点がその役割を代行し、設置不要とする等である。次に共助の物資については、③都道府県や政令市が設置し、市区町村や避難所と紐付けをしたうえで、二次拠点は設けず、また運営は NPO やボランティアに委託し、物流企業が運営の支援をする。そしてこのようにする一方で、市区町村は、避難所等被災現場の的確な情報を、災害対策本部に伝えることに専念するという役割分担が必要であると考える。

表-3 各段階のロジスティックス比較

段階	ライフライン	内容	物資	
			自助・共助・公助	拠点
備蓄		基礎的物資	公助	—
孤立期		備蓄品転用	公助及び自助	通過型
準回復期	未回復	限定的日常生活物資	公助	通過型
回復期	回復	日常生活物資	公助の物資	—
		一般からの支援物資	共助	在庫型

## 5. まとめ

大規模災害時下、避難者への物資の支援は、それらの人たちが置かれた状況を考慮して供給しなければならない。状況は、避難所が孤立した状況、孤立は解消したが、電気水道などのライフラインが未復旧な状況、そしてライフラインも復旧し、日常生活が可能な状態ではあるが、災害により住居が損傷し、避難所生活をつづけなければならない状況の 3 種類に大別できる。それに合わせたロジスティックスが必要になる。また孤立に備えた物資の備蓄も重要な問題である。

一方災害により市区町村の業務が急増していることを考えると、その負担を減らすことを検討する必要がある。その一つの方法として、拠点運営の負担軽減がある。公助の物資にかかわる物資集積拠点の設置や運営は、都道府県が行い、個人団体など一般からの提供される共助の物資用拠点は、NPO に運営を委託する方法である。市区町村は、避難所の状況等物資供給に必要な情報を、災害対策本部経由で、的確に物資を扱う人たちに伝えることに専念するという役割分担にし、具体的な検討を進めるのが良いと考える。

これにより被災市区町村の業務は相当軽減されるとともに、被災者への物資供給経路が短縮されると考える。

## 参考文献

- 1) Yokomatsu M, Kajihara T, Ito H, Wisetjindawat W.: Risk-diversified Allocation for Storing of Disaster Relief Goods by Stockpile Sharing Strategy: A Case Study in Japan, *the 2015 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, October 9-12, 2015.
- 2) 内閣府（防災担当）：避難所における良好な生活環境の確保に向けた取組指針, pp.11, 2013.
- 3) 中央防災会議幹事会：第 5 章物資調達に係る計画資料 5、南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画, 2015
- 4) 長岡市：震災対策編第 3 章 45 節、長岡市地域防災計画, pp. 350, 2014.
- 5) 遠野市：第 4 章東日本大震災における遠野市の後方支援活動、遠野市応報支援活動検証記録, pp. 116, 2013.
- 6) 内閣府防災担当：東日本大震災における災害応急対応対策の主な課題, pp. 10, 2012.
- 7) 稲垣：救援物資の新たな可能性、救援物資はもういない！？、震災がつなぐ全国ネットワーク, pp. 52, 2008.
- 8) 宮古市：第 2 章災害対策本部の「記録」・対応状況（経過）3.11 から 3.18, 2013.