

災害初期の被災物撤去における リース業者保有数を含む建設重機分布の影響

飛田 雅紀

東京都市大学 工学部都市工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤一丁目28-1)

E-mail: g1118064@tcu.ac.jp

災害の多い国である日本において、災害初期の道路啓開及び復旧作業には地元建設業の貢献が必要不可欠となっている。しかし、近年公共工事の減少や入札方式の変更による競争の激化により建設業者の重機保有が減少傾向にある。皆川らは東海地震を対象に重機の連携により被災物撤去日数がどの様に変移するかを検討した。本研究では近年重機保有の主流になるリース業者の重機を加え、被害想定の変更に伴う影響の変化を検討する。

Key Words : Multi agent system , Leased construction machine , Disaster correspondence

1. 背景

日本では、毎年多くの自然災害を経験しており、人々の命や資産を守り、発展させるべく我々はあらゆる対策を講じている。例えば災害時におけるライフラインの復旧をするためには、ある地点の被害や修復活動がほかの社会基盤に与える影響が大きい。これはアクセスする道路が確保や、修繕タイミングをずらしたりのような工夫が必要となる。地方自治体ではそれらの災害に適切に対応するべく、地元の建設業者と適宜災害協定を結んでおり、それは早期の啓開作業から応急復旧を可能にし、東北地方太平洋沖地震の際には「くしの歯」作戦といった効率的な策をとる事に繋がった。これは被災した土地の地理を正確に把握していた地元の建設業の活躍¹⁾により成功したといわれているが近年、談合からの決別や総合評価落札方式などの新しい制度の導入により競争は激化しており、地元建設業者の数が減少傾向にあり、就業者数及び重機数もマイナスの一途を辿っている。図-1は過去の公共事業費の推移²⁾を示し、図-2は我が国の建設業者とリース業者における保有する建設重機数の推移³⁾を示す。この結果から、地方の建設業者の建設重機保有台数も減少していると見れ、保有する企業も建設業者からリース業者へと移っている傾向にある。この流れは歯止めがかからないと考えられるが、我が国では今後も東北地方太平洋沖地震以上の大きな地震が各地で発生すると予想され、道路啓開及び人名救助の遅延が危惧されている。この

ような現状を踏まえた早期の被災物撤去を可能とする戦略の確立が必要であるが、現時点では重機に着目した被災物撤去に関する研究例は少ない。

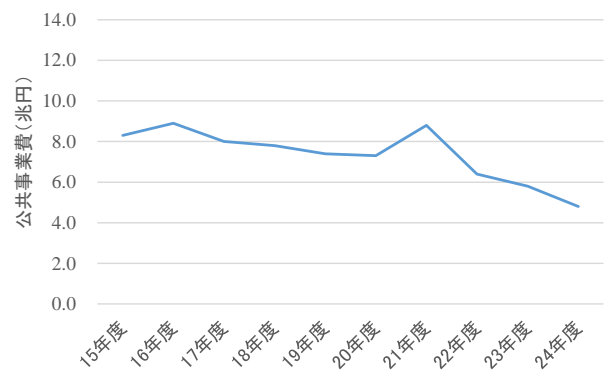


図-1 公共工事費の推移²⁾

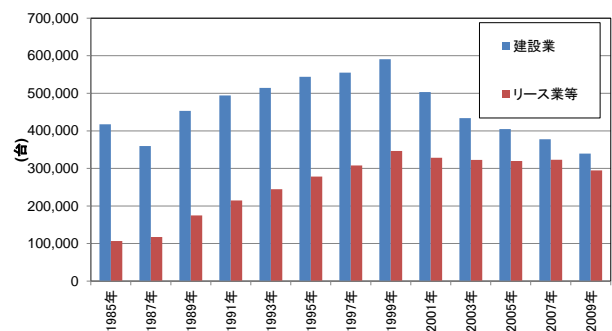


図-2 重機数の推移³⁾

表-1 建設重機台数による地域防災力の試算結果⁴⁾

高知県における試算結果			高知県における試算結果		
	重機数	所要日数		重機数	所要日数
H16	1277	4.9	H16	123	12.3
H17	1254	5.0	H17	109	13.8
H18	1136	5.5	H18	88	17.1
H19	1060	5.9	H19	94	16
H20	762	8.2	H20	93	16.2

$$\frac{\text{倒壊家屋数 (全壊)}}{\text{重機数} \times \text{重機 1 台当たりの仕事量}} = \text{救出日数}$$

2. 既存の研究

(1) マルチエージェントシステムを用いた研究

ある事象を成す要素同士の相互作用やそれに伴い引き起こされる現象を再現し、把握する方法としてマルチエージェントシミュレーションがある。この特徴としてはエージェントと呼ばれる自律的な個々の主体が存在し、それらの相互依存作用により全体挙動を表すことが出来る点が挙げられる。事象全体をモデル化するシミュレーション方式と異なり事象を構成する基本的な要素をモデル化することにより、それによって引き起こされる事象全体を再現するものである。このシステムは防災や経済、医療等の分野で幅広く用いられている。⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾

(2) 建設重機と地域防災力に関する研究

馬場ら⁹⁾は、高知県を対象に地域防災と地元建設業に関する研究を行った。対象地震は近い将来に発生を想定されている南海地震とし、倒壊家屋数と生き埋め者の救助日数を川上による地域防災力より試算し、表-1の結果を得た。結果は、高知県内の重機の偏在により高知市が県全体の所要日数が2倍大きくなることが予測され、特定地域の救助活動が遅れる事となった。このように、建設業者が保有する建設重機の偏在が地域防災力へ影響を与えることが予想される。

(3) 皆川、草柳らによる研究

皆川、草柳ら⁹⁾¹⁰⁾の研究では、マルチエージェントシミュレーションを用いることにより静岡県を対象に東海地震が発生した際の被災物撤去にかかる日数を明らかにした。県が公表している東海地震に対する第3次被害想定より被災物数を試算し、災害時に使用できる重機数に関しては県に協力して頂くことでデータを入手し、シミュレーションを行った。また、道路被災を考慮するため寸断ケースを以下のように分け、寸断パターン毎にシミュレーションを行った。

- ・静岡県全域で建設業者が全体で連携しがれき撤去を行うケース（全域連携）
- ・緊急輸送路となっている富士川付近の道路が被災し、東西に分断されるケース（分断地域連携）
- ・静岡県を西部、中部、東部、伊豆の4地域に分割し、各地域で連携を行うケース（地域内連携）
- ・連携を行わず、各自でがれき撤去作業を行うケース（単独）

これらのケースでシミュレーションを行った結果、全域で連携を行った場合と全く連携を行わない場合とでは被災物撤去日数が最大で92%短縮されると結果を得た。しかし、このシミュレーションは近年主流となっているリース業者の重機数を考慮していない。

地域	市町村名	被災物量 (万㎡)			地域	市町村名	被災物量 (万㎡)		
		基本	東側	陸側			基本	東側	陸側
伊豆地域	下田市	79.4	84.2	74.6	東部地域	伊豆の国市	16.3	23.9	8.6
	東伊豆町	14.3	18.2	13.4		函南町	6.3	7.7	2.9
	河津町	14.3	15.3	13.4		沼津市	197	239.1	153.0
	南伊豆町	32.5	33.5	31.6		三島市	19.1	29.6	6.3
	松崎町	39.2	41.1	34.4		御殿場市	16.3	35.4	14.3
	西伊豆町	58.3	66.9	57.4		裾野市	13.4	19.1	2.1
	熱海市	8.6	14.3	4.0		清水町	7.7	9.6	3.8
	伊東市	26.8	44.9	16.3		長泉町	6.1	10.5	1.0
	伊豆市	34.4	49.7	24.9		小山町	3.8	6.7	2.7
中部地域	富士宮市	85.1	156.8	13.4	西部地域	磐田市	478.2	516.4	669.4
	富士市	120.5	233.3	23.0		掛川市	382.5	526.0	382.5
	静岡市	2084.8	1864.9	627.4		袋井市	336.6	377.8	311.8
	島田市	264	246.7	131.0		御前崎市	86.1	171.2	54.5
	焼津市	506.9	300.3	197.0		菊川市	97.5	211.4	98.5
	藤枝市	487.7	264.0	131.0		森町	66.9	95.6	101.4
	牧之原市	198.9	261.1	166.4		浜松市	1676.5	1821.9	3210.5
	吉田町	98.5	104.2	70.8		湖西市	180.8	332.8	353.9
	川根本町	7.7	8.6	11.5		県計	7784.7	8272.4	7000.5

表-2 各ケースにおける市町村毎の推定被災物量

3. 三枝らによる研究¹¹⁾

本研究では三枝らによる研究を参考にし、研究を行うため詳細に紹介していく。

(1) シミュレーションの概要

2013年に静岡県が発表した東海地震に対する第4次被害想定¹²⁾によると被災する季節・時間帯によって被害規模が大きく異なることが示されている。三枝らの研究では最悪の事態を想定していることからレベル2地震・津波を対象とし、被災する時期・時間帯によってパターンに分けてシミュレーションを行っている。冬・深夜、夏・昼、冬・夕の3パターンである。特徴としては冬・深夜は多くの人々が就寝中であり、倒壊家屋による死者が多く、津波等からの避難が遅れることが予想される。次に夏・昼は人々の多くは自宅外で被災することが多い。老朽木造住宅の倒壊による死者数は冬・深夜と比較して少なく、夏場の地震発生により避難所等では熱中症等や衛生上の問題が発生することが予想される。最後に冬・夕である。出火件数が他のパターンに比べ最も多くなる。オフィスや繁華街周辺のほか、ターミナル駅にも滞留者が多数存在する。鉄道、道路もほぼ帰宅ラッシュ時に近い状況でもあり、交通被害による人的被害や交通機能支障による影響が大きい。また、震源地により、被害が大きく異なるため、基本ケース、陸側ケース、東側ケースに分けてシミュレーションを行った。震度分布図を図-3、図-4、図-5に示す。

(2) 各市町の被災物数と初期配置

東海地震に対する第4次被害想定から各市町村の倒壊家屋全数が発表されている。このデータと中部経済連合会が2008年に発表した「大震災に備えた震災がれき処理について」に示されている静岡県内全域でのがれき推定発生量を利用することで各市町村の倒壊家屋数から係数を徐して体積に換算した。第4次被害想定では半倒壊家屋数も記載されていることから全倒壊家屋数の体積の1/2とし、全倒壊家屋数と足し合わせることで考慮している。換算した結果を表-2に示す。また、被災物の初期配置は各道路にどの程度堆積するかを把握することは難しいことから各市町役場とし、重機の連携に着目するためミクロの動きを無視している。

(3) 使用重機の検討

災害時における被災物の種類には土砂やコンクリート、金属といったあらゆる物質が混じった混合廃棄物であることからグラブが用いられることが多い。グラブは建設機械のアタッチメントの一種で物を掴む機能に長けており、主に林業の現場や家屋の解体や廃棄物の分別等に使用される。しかし、アタッチメントであることか

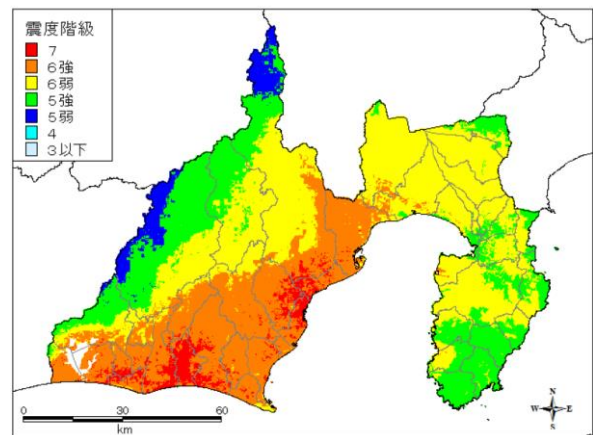


図-3 基本ケースにおける震度分布⁴⁾

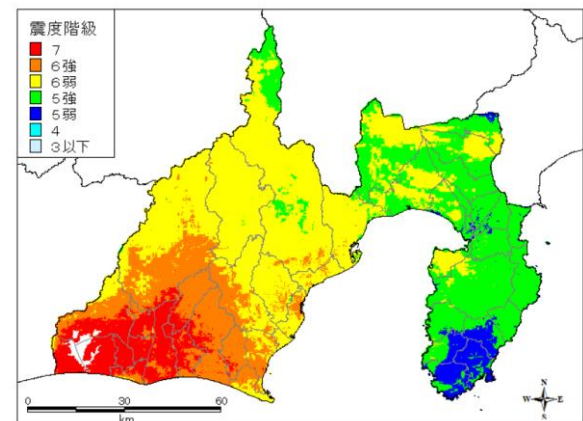


図-4 陸側ケースにおける震度分布⁴⁾

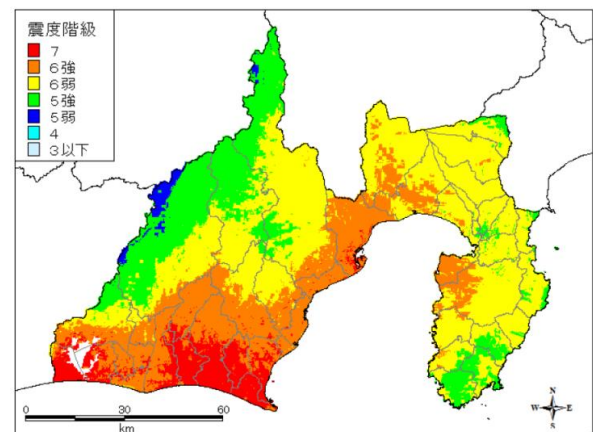


図-5 東側ケースにおける震度分布⁴⁾

らその数を正確に把握することが困難であることから、使用重機を災害時に一般的に使用されるバックホウに決定した。

a) 建設業及びリース業の保有する重機数の検討

静岡県内の建設業が保有している重機数は、草柳同様に静岡県交通基盤部提供の市町別の災害協定に基づく災害派遣用の建設重機数(平成23年9月1日現在)を利用した。各市町の重機数を表-3に示す。リース業に関しては、アンケート調査を行うことで重機数を把握しようと

試みたが静岡県内における正確なリース企業数の把握に至ることが出来なかったため、国土交通省が2年おきに実施している建設機械動向調査¹³⁾から推定した。その結果、2293台（平成18年3月31日現在）となった。

b) 被災物撤去能力

建設重機の被災物処理能力は国土交通省が定めている土木工事標準積算書¹⁴⁾より0.6319 m³/hと設定する。作業種類はルーズな状態の積込とし、その平均値を用いる。作業は緊急時であるため24時間稼働を想定として行う。



図-6 静岡県のグルーピング

c) 建設業の保有する重機の初期配置と移動速度¹⁰⁾

初期配置は各市町役場とする。また、各市町を伊豆地域、東部地域、中部地域、西部地域に分類した。分類したものを図-6に示す。移動速度は国土交通省発表の道路交通センサス¹⁵⁾より混雑時旅行速度35.1km/hとする。

d) 重機の行動ルール¹⁰⁾

エージェントを建設重機とし、被災物撤去を行う。まず、配置された各市町役場で被災物撤去を行う。撤去作業が完了した際、未完了の市町村の距離計算を行い最も近い市町へ応援に行く。これらの行動を繰り返し、全市町の被災物が撤去されるとシミュレーションが完了する。エージェント行動ルールを図-7に示す。

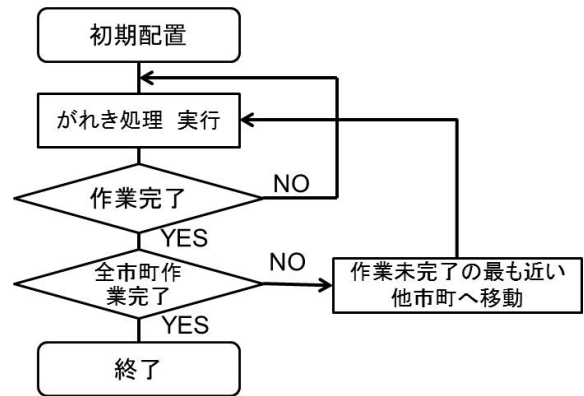


図-7 エージェントの行動ルール¹⁰⁾

(4) 建設業者のみの被災物撤去シミュレーション

三枝らは、県全体で連携を行わない単独処理と県全体の連携効果の比較の研究を行った。その結果、単独処理における被災物撤去完了日数は磐田市が128日と、最も多

くの時間を要しているが、県全体で連携した場合には森町が31.2日で被災物撤去完了したことから、県全体では最大75.7%短縮が可能であるという結論を得ている。結果のグラフを図-8に示す。また重機の動きに着目すると

表-3 市町村別建設企業災害派遣建設重機数²⁾

地域	市町村名	バックホウ台数	地域	市町村名	バックホウ台数
伊豆地域	下田市	33	東部地域	伊豆の国市	100
	東伊豆町	14		函南町	19
	河津町	31		沼津市	70
	南伊豆町	22		三島市	14
	松崎町	25		御殿場市	34
	西伊豆町	38		裾野市	27
	熱海市	35		清水町	17
	伊東市	50		長泉町	43
	伊豆市	118		小山町	18
中部地域	富士宮市	97	西部地域	磐田市	41
	富士市	110		掛川市	85
	静岡市	352		袋井市	39
	島田市	202		御前崎市	82
	焼津市	127		菊川市	29
	藤枝市	180		森町	13
	牧之原市	115		浜松市	419
	吉田町	33		湖西市	33
	川根本町	68		県計	2733

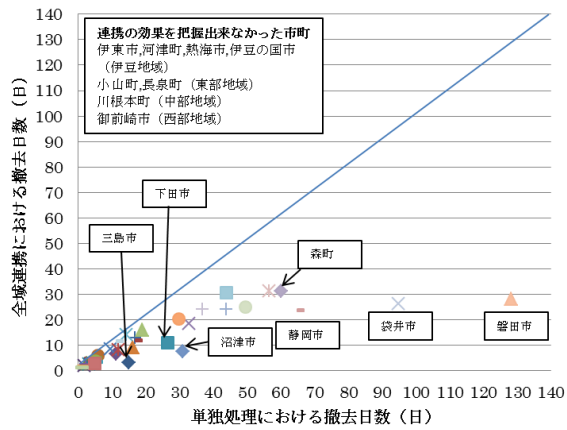


図-8 全域連携の有無による撤去日数の比較

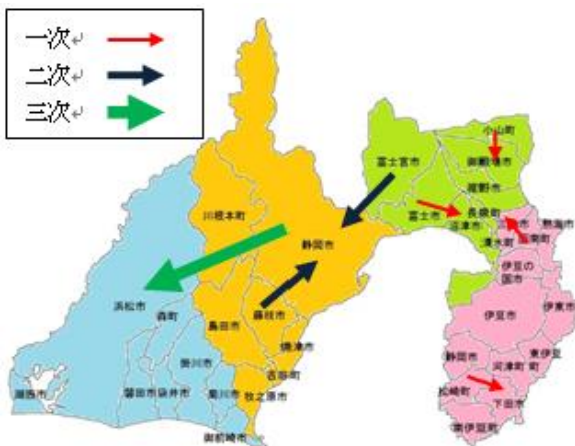


図-9 重機移動の主な流れ

第3次被害想定を考慮した皆川、草柳らのシミュレーション結果と近い動きになった。重機の流れは図-9に示したものととなっている。また各市町における重機の流入を調

べる為に400step毎に各市町で被災物の撤去をしている重機数を測定した。その結果伊豆地域においては、各市町の距離が近く密集している地域特性により、重機の応援にくる市町はあまり変化がないことがわかった。また西部地域において重機の応援なしでの単独処理では厳しい現状が示唆されている。

(5) リース業者の保有する重機を加味したシミュレーション

a) シミュレーションの諸要素

県全体のリース業重機は推定の結果、2293台となっている。既存の文献より市町の重機保有数に関連のある指標を見つけることが出来なかったため、相関性がありそうな3つの指標を独自で用いた。静岡県の情報基盤部提供の建設業の保有する市町毎の「重機割合（以下、同率割合）ケース」基本とし、「建設事業者数（以下、事業者数）ケース」、「建設従業者数（以下、従業者数）ケース」である。「建設事業者数」及び「建設従業者数」は各市町の重機数と相関があると考え、どの指標も県全体を1として、比で表し各市町の保有するリース業重機数としている。

b) リース業を加味したシミュレーション結果

被災物撤去日数は「同率割合ケース」で湖西市の15.5日、「事業者数ケース」で湖西市の15.5日、「建設従業者数ケース」で湖西市の15.5日となった。どのケースにおいても最も日数を要した市町は湖西市であり、日数も近い結果となった。地域別にみれば撤去日数が各市町で増減を確認できたが県全体の被災物撤去日数はどのケースも15.5日とほぼ一定だった。このことから撤去作業を行

	市町村名	バックホウ台数					市町村名	バックホウ台数			
		同率割合	事業者数	従業者数	建設事業費			同率割合	事業者数	従業者数	建設事業費
伊豆地域	下田市	61	55	51	51	東部地域	伊豆の国市	184	134	129	124
	東伊豆町	26	29	26	22		函南町	35	46	44	41
	河津町	57	41	38	34		沼津市	129	195	206	178
	南伊豆町	40	32	30	31		三島市	26	75	77	48
	松崎町	46	31	29	30		御殿場市	63	76	72	101
	西伊豆町	70	47	45	48		裾野市	50	58	57	67
	熱海市	64	70	65	79		清水町	31	36	34	28
	伊東市	92	107	95	82		長泉町	79	63	68	76
	伊豆市	217	148	140	151		小山町	33	30	28	39
中部地域	富士宮市	178	181	167	154	西部地域	磐田市	75	134	117	101
	富士市	202	265	264	260		掛川市	156	153	150	170
	静岡市	647	781	859	838		袋井市	72	87	86	109
	島田市	371	267	261	258		御前崎市	151	120	119	105
	焼津市	234	206	200	233		菊川市	53	54	47	62
	藤枝市	331	262	258	224		森町	24	31	36	24
	牧之原市	211	157	144	139		浜松市	770	867	902	867
	吉田町	61	52	49	116		湖西市	61	60	54	59
	川根本町	125	77	77	77		県合計	5026	5026	5026	5026

表-4 推定されたリース業者保有の災害時利用可能重機数

う市町の順番が被災物撤去完了日数に与える影響は小さく、被災物数に大きく依存することが示唆された。

4. 研究の目的

前章で紹介した三枝らの研究のリース業者を考慮したシミュレーションの結果を深めていくために、本研究ではシミュレーションで用いられた独自の指標に、相関性が高いと考えられる「建設事業費」の要素を加えることにより、比較対象を増やし、既往のリース業者を考慮したシミュレーションの結果とどのように異なるかを調査することを目的とする。本研究を進めていく上で、使用する重機の条件や行動ルールは三枝らの研究と同様のものを使用する。

5. 建設事業費を用いた被災物撤去シミュレーション

(1) リース業者重機数分布の比較

前章でも紹介した通り、県全体のリース業者の重機は2293台である。続いて、各ケースにおける重機の初期配置を検討した。各ケースの推定されたリース業者保有の災害時利用可能重機数を建設業が保有する重機の台数と合計して比較したものを表4に示す。「建設事業費ケース」は、重機の初期配置については、吉田町、御殿場市、袋井市は他の市町よりも多かったが、その他の市町では特徴的な部分見られなかった。全体を通して、多少のばらつきはあるものの、大きな変化は見受けられなかった。

(2) 建設事業費を用いてリース業を加味したシミュレーション結果

a) 各地域毎のシミュレーション結果

「同率割合ケース」「事業者数ケース」「従業者数ケース」「建設事業費ケース」の4つのケースにおけるシミュレーション結果を、各地域別に分けたものを図-10に示す。また「建設事業費ケース」と他の3つのケースの被災物撤去完了日数の比較をしたものを図-11に示し、各市町ごとに被災物撤去にかかった日数を比較したものを表-5に示す。被災物撤去にかかった日数は、「同率割合ケース」が湖西市の15.5日、「事業者数ケース」が湖西市の15.5日、「従業者数ケース」が湖西市の15.5日、「建設事業費ケース」が湖西市の15.5日となっており、どのケースも最も日数を要した市町は湖西市と変わらず、日数も詳細な時間を除けば同様な結果となった。

伊豆地域においては、被災物撤去日数が最長となる市町は「従業者数ケース」、「同率割合ケース」、「建設事業費ケース」ともに下田市であり「事業者数ケース」のみ松崎町となった。どのケースも3.5日以内に撤去を完了している。「建設事業費ケース」は「従業者数ケース」を除く他のケースと比較すると、重機の初期配置数が少ないため、被災物撤去完了日数が少々遅れている。また伊豆地域全体を見ると、各市町によって重機の初期配置数が異なることから、他の地域に比べてグラフの傾向に大きく変化が見られる。これは伊豆地域は単独処理を行う市町が多く存在することや、少数の市町の連携により被災物撤去作業を行うためである。よって重機の初期配置の数が少ない「建設事業費ケース」は、伊豆地域

地域	市町村名	同率割合	事業者数	従業者数	建設事業費	地域	市町村名	同率割合	事業者数	従業者数	建設事業費
伊豆地域	下田市	3.4	2.8	3.4	3.4	中部地域	富士宮市	0.8	0.8	0.9	1.0
	東伊豆町	2.0	1.5	2.1	2.3		富士市	1.1	0.9	0.9	1.0
	河津町	2.1	1.6	2.3	2.5		静岡市	5.2	5.0	4.9	5.0
	南伊豆町	3.1	3.3	3.1	3.1		島田市	3.9	5.3	5.4	5.5
	松崎町	3.0	3.3	2.9	2.9		焼津市	5.3	5.4	5.4	5.4
	西伊豆町	2.8	3.0	2.7	2.7		藤枝市	4.1	5.4	5.4	5.5
	熱海市	0.7	0.6	0.7	0.6		牧之原市	5.5	5.8	5.8	5.8
	伊東市	1.4	1.3	1.5	1.7		吉田町	5.4	5.5	5.6	5.5
東部地域	伊豆の国市	0.5	0.7	0.7	0.8	川根本町	1.0	1.6	1.6	1.6	
	函南町	0.8	0.7	0.7	0.6	西部地域	磐田市	9.2	9.2	9.5	9.2
	沼津市	2.3	2.5	2.2	2.2		掛川市	6.6	6.9	6.9	6.9
	三島市	0.7	0.5	0.5	0.5		袋井市	7.6	7.6	7.7	7.5
	御殿場市	1.9	1.8	1.9	1.3		御前崎市	4.0	5.0	5.0	5.7
	裾野市	0.5	0.4	0.4	0.3		菊川市	5.8	6.0	6.1	6.0
	清水町	0.8	0.6	0.6	0.7		森町	7.0	15.0	9.4	15.5
	長泉町	0.1	0.2	0.2	0.1		浜松市	14.9	14.7	14.9	14.7
小山町	0.9	1.0	1.1	0.8	湖西市		15.5	15.5	15.5	15.5	
					県合計	15.5	15.5	15.5	15.5		

表-5 各市町毎の被災物撤去完了日数

	同率割合	事業者数	従業者数	建設事業費
伊豆地域	熱海市	熱海市	熱海市	熱海市
	河津町	河津町		
		伊東市		
東部地域	小山町	小山町	小山町	小山町
	長泉町	長泉町	長泉町	長泉町
	伊豆の国市	伊豆の国市	伊豆の国市	伊豆の国市
	裾野市	裾野市	裾野市	裾野市
	函南町	函南町	函南町	函南町
中部地域		富士市		
	島田市	島田市	島田市	島田市
	吉田町	吉田町		吉田町
		藤枝市		藤枝市
		富士宮市	富士宮市	富士宮市
	川根本町	川根本町	川根本町	川根本町
西部地域	牧之原市			
	御前崎市	御前崎市	御前崎市	御前崎市
		菊川市	菊川市	

表-6 各ケースの被災物撤去作業を単独で完了させた市町

における被災物撤去作業が遅れ気味になっている。しかし「建設事業費ケース」の東部地域における被災物撤去作業は早期に終了しており、伊豆地域と東部地域の連携の効果が2.5日目から見られ始めた。また東部地域においても、単独処理を行う市町は多く存在するものの、重機の初期配置数が伊豆地域に比べて多いことから最終的な被災物撤去にかかる期間が短いことがわかる。中部地域においては、「建設事業費ケース」が他のケースに比べ伊豆地域の撤去作業が遅れたことから、重機の移動に時間つくことから作業効率は向上し、他のケースと同様な日数で作業が終了した。西部地域においては森町が特徴的である。「事業者数ケース」と「建設事業費ケース」は他のケースよりも、被災物撤去完了日数が1.6倍程度の日数を要する。15日程度に着目すると、「建設事業費ケース」だけ他とは違う傾向が見られる。これは、他の市町との連携が上手くいかなかった森町の単独処理の期間が長くなってしまっていることから重機が一気に森町に流入したことが原因であると考えられる。

b) 単独処理によって被災物撤去作業を完了させた市町から見たシミュレーション結果

各ケースごとの被災物撤去作業を単独処理によって完了させた市町を表-6に示す。9つの市町が全てのケースで単独処理によって被災物撤去作業を完了させている。これは被災物の量や各市町の位置が関係していると考えられる。またどのケースにおいても、これらの市町が連携の起点になっていることがわかった。「建設事業費ケース」に注目すると、伊豆地域、東部地域での単独処理を行った市町数の合計が最も少ない。伊豆地域、東部地域における、連携の起点となる市町が最も少ないことや東部地域が連携の効果によって最も早く被災物撤去作業を完了させていることから、伊豆地域における被災物撤去作業

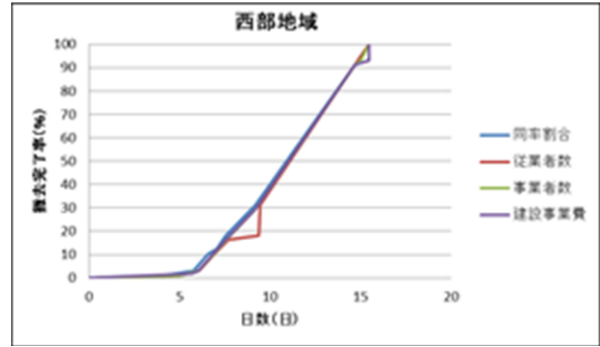
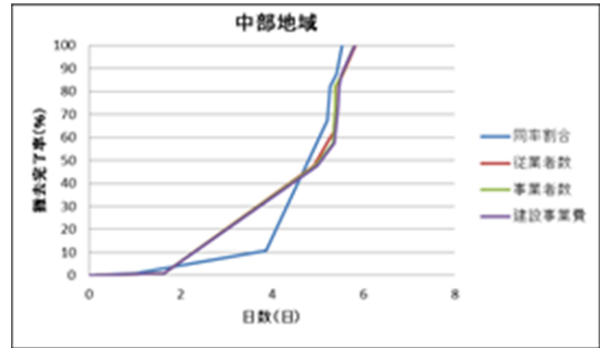
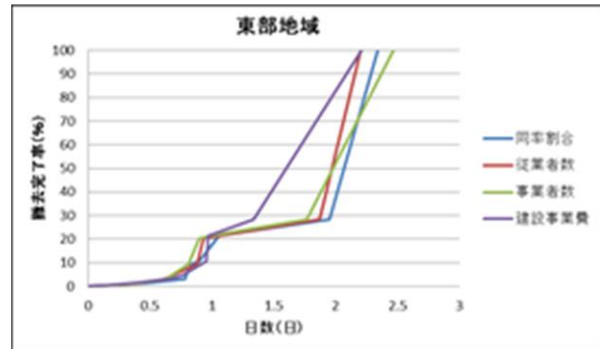
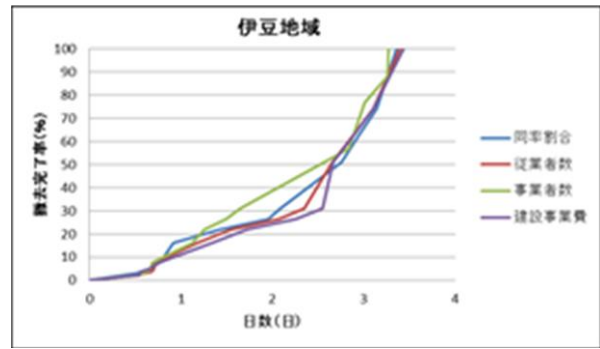


図-10 リース業者が保有する重機を考慮した結果

が、他のケースよりも遅れが生じたのではないかと考えられる。また「建設事業費ケース」は「事業者数ケース」と傾向が似ており、特に単独処理によって被災物撤去作業を完了させた市町が同様である東部地域と中部地域のグラフの傾きは類似している。

c) シミュレーション全体からの考察

全体を通してみると「建設事業費ケース」の被災物撤去完了日数は、「事業者数ケース」「従業者数ケース」

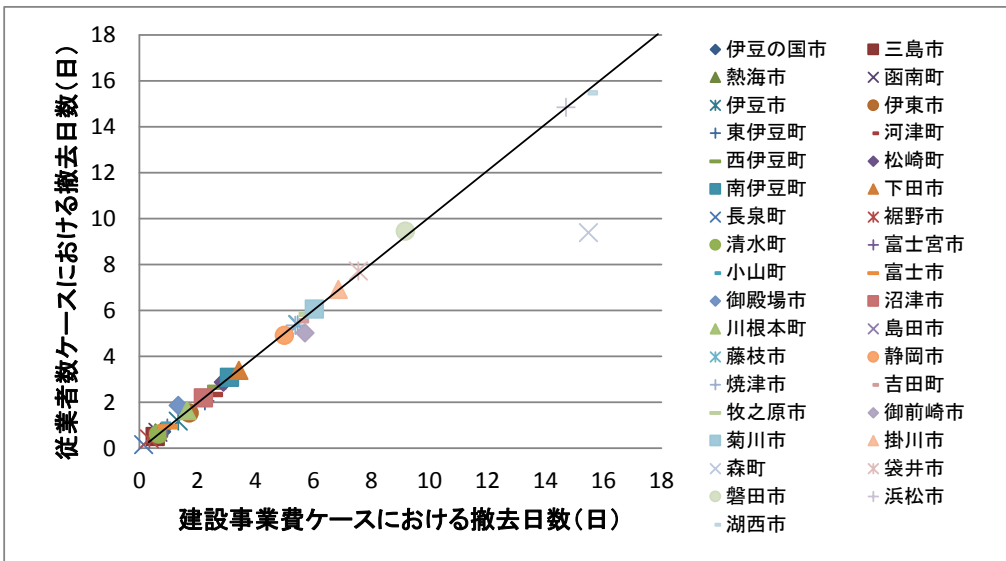
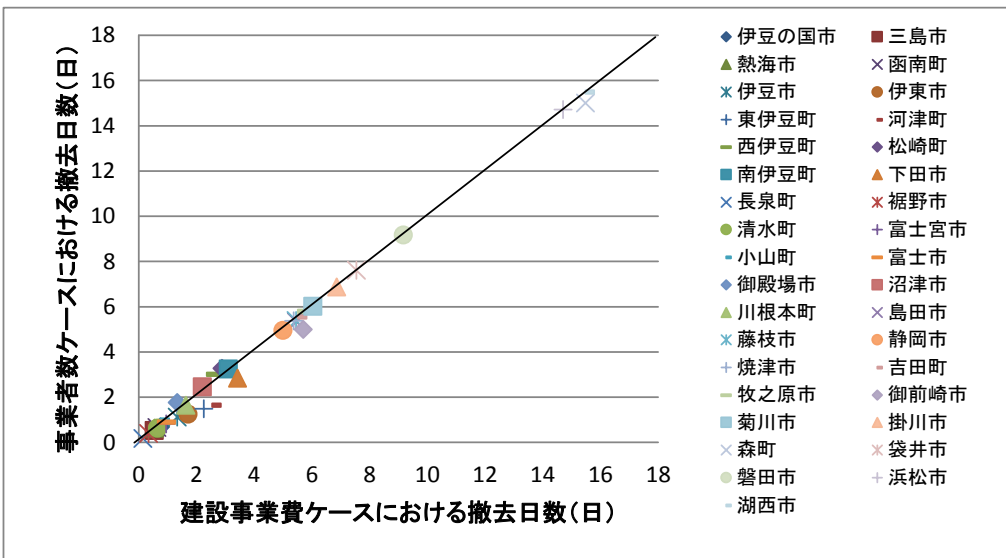
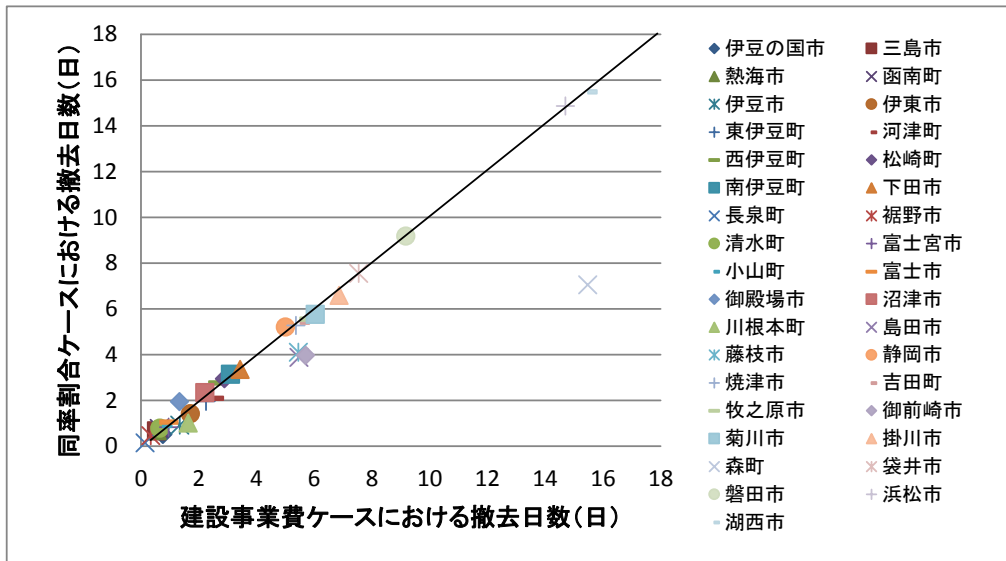


図-11 建設事業費ケースと他のケースの被災物撤去完了日数の比較

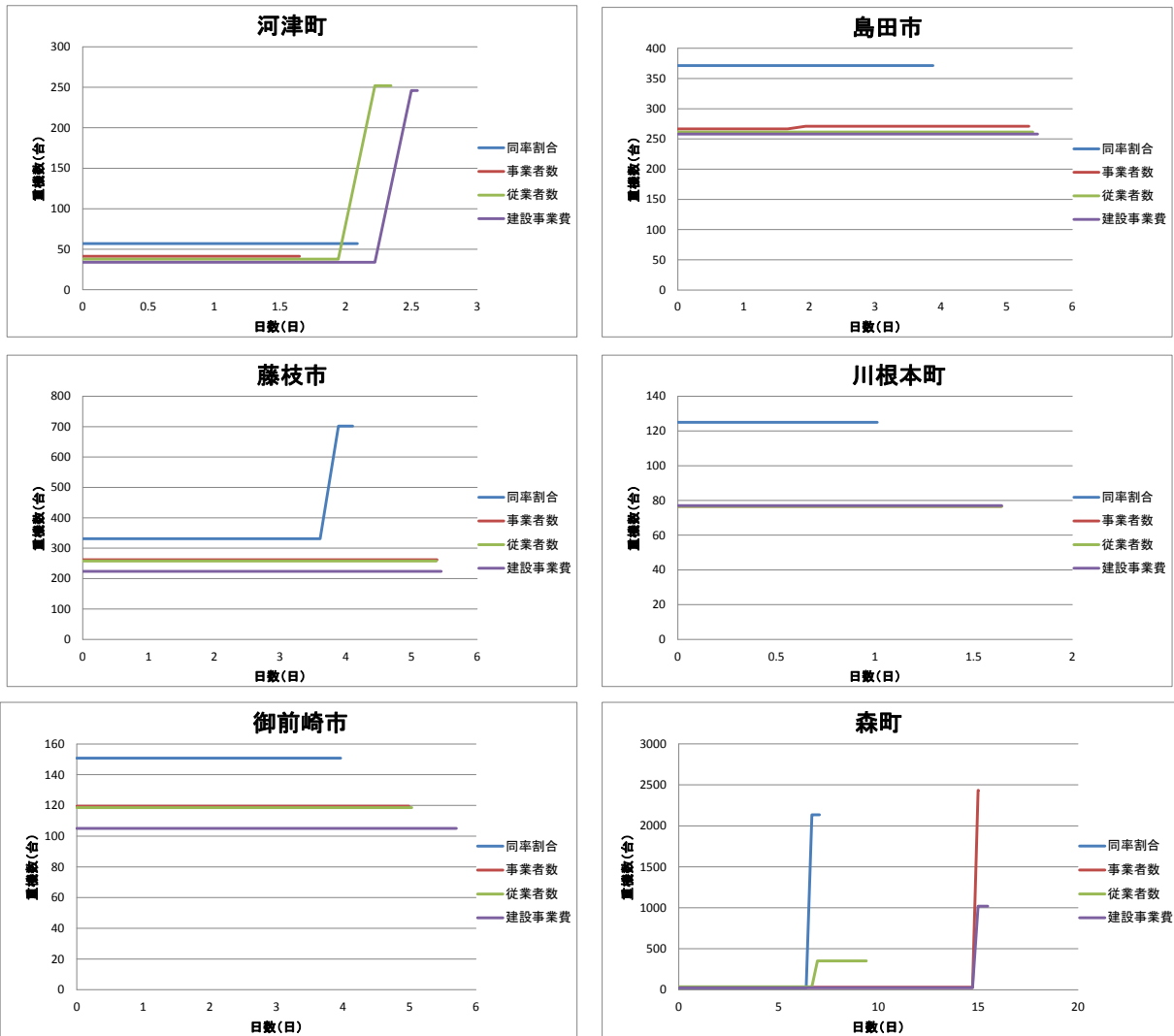


図-12 撤去作業完了日数が大きく異なった市町の重機数と日数の関係

と類似する傾向が多く見られることがわかった。しかし西部地域の森町に関しては、どのケースにおいても被災物撤去完了日数に異なる傾向が見て取れた。また「同率割合ケース」とは異なる傾向が多く見られたものの、

「建設事業費ケース」よりも「同率割合ケース」の方が被災物撤去作業にかかる期間が大きく短くなる市町が複数見られた。その傾向が見られたほとんどの市町は、「建設事業費ケース」よりも「同率割合ケース」の方が重機の初期配置数が多い。また図-12より、撤去作業完了日数にばらつきのある市町村は、ほとんどが単独処理によって日数のばらつきが発生しているということもわかった。このことから重機の初期配置がシミュレーション結果と関係しているのではないかと考えられる。

6. 結論

三枝らの研究では、皆川、草柳らの静岡ネットワークモデルを使用し、災害により道路が寸断され他県からの

重機に頼れない最悪ケースを前提に第4次被害想定を考慮したシミュレーションをケース毎に行った。また、近年重機保有の主流になっているリース業を加味したシミュレーションを重機の初期配置を事業者数と従業者数、建設事業費で変化させて行った。その結果、重機の連携の有無により被災物撤去日数が最大75.7%短縮することが可能であることがわかり、有効性が確認出来ている。今回はリース業者を加味したシミュレーションでリース業者の保有する重機の初期配置を推定することに使用されていた、「同率割合ケース」や「事業者数ケース」、「従業者数ケース」に加えて、相関性が高いと考えられる「建設事業費ケース」を合わせた4つのケースに分けた比較を行った。地域別にみれば各市町、各地域で被災物撤去日数の増減を確認できたが県全体の被災物撤去日数はどのケースも15日と詳細な時間を除いてほぼ一定だった。このことから被災物撤去作業を行う市町の順番が被災物撤去完了日数に与える影響は小さいことがわかり、被災物数や重機の初期配置数に大きく依存することが示唆された。このような結果になった理由は各重機の移動速度が

35.1km/hと災害時にはかなり早く設定されており、被災物撤去作業に向かう際の時間が全体の日数に比べ微小であり、結果に反映され難いことが挙げられる。また重機の移動の際に発生する弊害や移動経路の被災物撤去作業は考慮されていないため、実際の被災物撤去作業にかかる日数はもっと増大すると考えられる。実際に災害が発生した状況では、リース業者が保有する建設重機が重要であることは間違いないため、今後は災害発生時に利用可能な重機数の把握や、重機の所在把握を迅速に行えるような施策が有効である考える。

参考文献

- 1)馬場太郎:高知県の建設業と住民による地域防災に関する基礎的研究,平成21年度フロンティアプロジェクト修士論文,2010
- 2)国土交通省:国土交通白書,図表100,2011
- 3)国土交通省:国土交通白書,図表102,2011.
- 4)宮島宇・堀宗朗・小国健二:多様な群集の雑然とした状況を想定した地震時避難行動シミュレーション,土木学会地震工学論文集,pp765-772,2007.
- 5)笹岡早姫:災害現場における最短経路探索システムの構築宮崎隆穂,第11回MASコンペティション,アブストラクト,pp.1-2,2011.
- 6)前地一輝:DIGへの適用を目的としたマルチエージェント避難行動シミュレータの試験的開発,第10回MASコンペティション,アブストラクト,2010.
- 7)野澤征司・渡辺公次郎・近藤光男:マルチエージェントシステムを用いた歴史的市街地における津波避難シミュレーションモデルの構築,土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集,pp.230-231,2005.
- 8)村木雄二:マルチエージェントモデルを用いた広域災害避難シミュレーションにおける情報伝達の有効性,情報処理学会研究報告2004号,pp.69-72,2004.
- 9)皆川勝,渡邊裕介,草柳満:災害初期の啓開における地域間連携の有効性に関する検討,土木学会論文集F4(建設マネジメント),Vol.68, No.4, I_57-I_67,2012.
- 10)皆川勝,草柳満:災害初期の被災物撤去における処理効率の影響,土木学会論文集F4(建設マネジメント),Vol.69, No.4, I_69-I_80,2013.
- 11)皆川勝・三枝大祐・飛田雅紀:被災物撤去の効率性に及ぼすリース業者保有数を含む建設重機分布の影響,土木学会論文集F4(建設マネジメント),Vol.71, No.4, I_85-I_95,2015.12.
- 12)静岡県,第4次被害想定:
<http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei/>,2015.7.22閲覧
- 13)国土交通省:建設機械動向調査,2010
- 14)国土交通省:土木工事標準積算書,2011
- 15)国土交通省:平成22年度道路交通センサス一般交通量調査結果の概要について,pp.1,2011.
- 14)静岡県公式ホームページ:
<http://www.pref.shizuoka.jp/soumu/so-230/material/index.html>

INFLUENCE OF CONSTRUCTION MACHINE DISTRIBUTION INCLUDING LEASED MACHINES FOR RUBBLE PROCESSING IN EARLY STAGE OF DISASTER Masaki TOBITA supervised by Masaru MINAGAWA

In Japan is a lot of disaster country, the maintenance and restoration work of disaster early road has become the essential contribution of the local construction industry. However, due to increasing competition due to the change of loss and bidding system in recent years public works construction industry's heavy equipment holdings tends to decrease. Minagawa et al lease to become mainstream in recent years heavy machinery held in. this study which was examined whether the transition as how the affected product removal dates of the cooperation of heavy equipment to target the Tokai earthquake the heavy equipment is added, to examine the change in the impact of changes in damage estimation.