

# 大震災からの早期復旧にむけた 災害協定建設重機の有効性の検討

上田 龍巳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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1-28-1)  
E-mail:g0818011@tcu.ac.jp

東日本大震災によって、さまざまな改善すべき点が見つかった。わが国は地震大国であり、今後も地震を含む自然災害と付き合い生きていかなければならない。さきの東日本大震災では一日も早い復旧、復興を願う被災者の方々の声がメディアを通して伝えられた。しかし、日本の建設業は不況であり建設業者が保有する建設重機数は減少している。そこで、近い将来高い確率で起こると想定されている東海地震を一例に、地震動によって発生する倒壊家屋の除去をより早く進めるため、建設重機の災害協定がどの程度有効性をもつのかを模索していく。

キーワード：東海地震, 建設重機, 倒壊家屋, 災害協定, 復旧

## 1. はじめに

### (1) 研究背景

わが国は地震大国であり、これまでもさまざまな観点から防災力の向上に取り組んできた。

しかし、近年における国の防災関連費は平成9年度をピークに減少の一途をたどっており、平成23年度の防災関連費予算額は平成9年度の約三分の一にまで減少している。平成6年から平成23年までの防災関連費予算額の内訳である、災害予防、災害復旧等の予算額を図-1に示す。

こうした中、平成23年3月11日14時46分、牡鹿半島の東南東130km付近の三陸沖を震源とする、観測史上国内最大規模マグニチュード9.0の地震が発生した。今回の東日本大震災で甚大な被害を受け、さらなる防災強化の必要性が明らかになったが、今後国の防災関連費が急激に増加するとは考えにくい。

また、近年の建設業界は不況により、建設業者所有の建設重機は減少し、レンタル・リース会社に依存する傾向が強くなっている。

このような現状があり、建設重機による復旧活動を大震災発生直後からダイナミックかつ迅速に行うことは難しくなっている。実際、先の東日本大震災では建設重機の不足がマスメディアを通して叫ばれる事態となっていた。

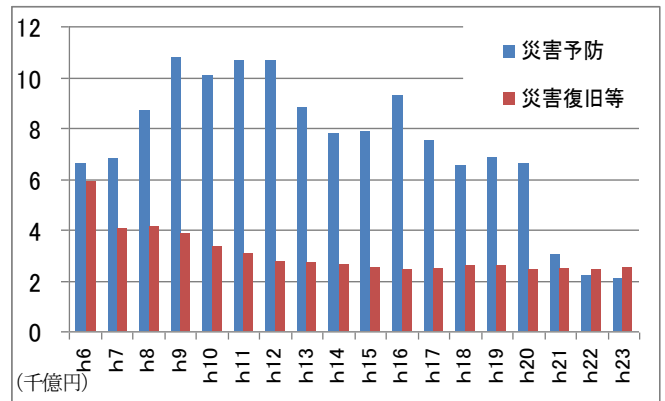


図-1 災害予防、災害復旧等の予算額

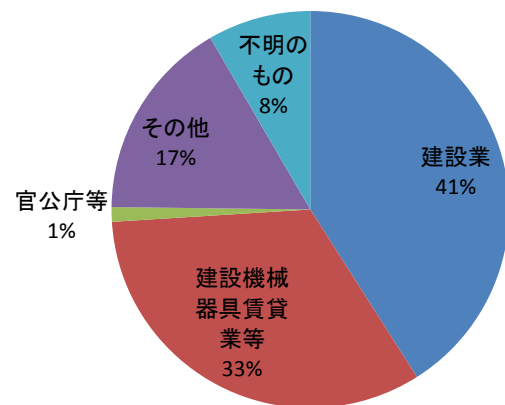


図-2 全国業種別 建設重機保有比率<sup>3)</sup>

**(2) 研究目的**

建設重機は瓦礫処理などの災害復旧作業時に高レベルな仕事量で復旧スピードをあげてくれる。しかし震災からの復旧にむけた建設重機の既往研究はあまりされておらず、今後も起こるとされている大震災においてより早い復旧を目指すために建設重機のあり方を研究することは大変重要な事項であるといえる。そこで本研究は東海地震発生時に甚大な被害が出ると予想されている静岡県を一例に、地震動によって倒壊した家屋を処理するのにどの程度の所要日数がかかるのか、また災害協定に有効性がどの程度あるのか、を確認する。

**2. 東海地震とは**

**(1) 概要**

東海地震は、静岡県南部などを震源に起こると想定されている地震である。政府の地震調査委員会は、今後30年以内に87%の確率でマグニチュード（M）8程度の地震が発生すると予想している。1976年8月に、東京大学理学部の石橋助手（当時）が発表した東海地震説により、東海地震対策が最も重要な地震対策課題となった。

**(2) 震源域**

東海地震は、プレート境界型地震であり、駿河湾内の最深部が、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界となっており、震源域とされている。図-2に東海地震の想定震源域を示す。

**(3) 被害範囲**

東海地震が発生すると、その震源域周囲の広い範囲で被害が大きくなると予想されている。内閣府の中央防災会議は、著しく被害が大きい地域を「東海地震 地域防災対策強化地域」に指定している。この強化地域には、静岡、神奈川、山梨、長野、岐阜、三重、愛知、東京、の8都県157市町村が指定されている（平成23年4月1日付）。東海地震における地域防災対策強化地域を図-3に示す。

**(4) 東海地震における主な被害**

**a) 人的被害**

東海地震における建物被害を表-1に示す。人的被害の特徴として、地震予知の有無によって被害が大きく異なるということがあげられる。また、春秋12時と冬18時を比較すると、冬18時の重傷者、中等傷者は減少するのに対し、死者は増加することがあげられる。

**b) 建物被害**

東海地震における建物被害を表-2に示す。建物被害の特徴として、地震予知の有無により大破する建物が減少することがあげられる。

表-1 東海地震における人的被害

被害区分	予知なし			予知あり
	冬 5時	春秋 12時	冬 18時	
死者	5,851 人	3,695 人	4,016 人	1,470 人
重傷者	18,654 人	18,579 人	16,309 人	3,122 人
中等傷者	85,651 人	74,564 人	73,072 人	17,634 人



図-2 東海地震の想定震源域

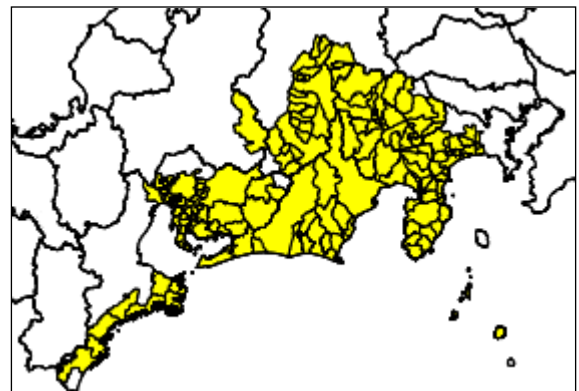


図-3 東海地震における地域防災対策強化地域

表-2 東海地震における建物被害

被害区分	予知なし			予知あり
	冬 5時	春秋 12時	冬 18時	
大破 (万)	約 15 棟	約 16 棟	約 19 棟	約 14 棟
中破 (万)	約 30 棟	約 31 棟	約 29 棟	約 30 棟
一部損壊 (万)	約 29 棟	約 29 棟	約 28 棟	約 29 棟
計 (万)	約 75 棟	約 76 棟	約 77 棟	約 75 棟

### (5) 東日本大震災の主な被害との比較

先に起こった東日本大震災の主な被害を表-3に示す。表-2,3を比べると東海地震における予想死者数は最大でも東日本大震災の約三分の一程度であるが、それに比べ建物被害が多いことがあげられる。

表-3 東日本大震災における主な被害

死者	15,769名
建築物全壊	約 11 万棟
建築物半壊	約 16 万棟
建築物一部損壊	約 55 万棟

### 3. 調査場所の選定

本研究では、東海地震の中でも、被害の大きい静岡県を研究の調査場所とする。以下に選定理由を述べる。

#### (1) 各県における主な被害想定

東海地震における各県の主な被害を表-4, 5に示す。

表-4は朝5時に東海地震が起きた場合の揺れによる建物全壊棟数と液状化、津波、火災を含めた建物全壊棟数の合計を示した被害想定である。表-4から他都県に比べ静岡県の建物全壊棟数が突出して高いことがわかる。特に、揺れによる建物全壊棟数の約94%が静岡県内で起きる。

表-5は朝5時に東海地震が起きた場合の、要因別死者数を示したものである。合計内には建物倒壊の他に、津波、火災、斜面崩壊が含まれる。東海地震による死者数は建物倒壊によって発生することが高く、他都県に比べ静岡県の死者数が多いことがわかる。

表-4 要因別建物全壊棟数 (地震予知なし)

	揺れ (万棟)	合計 (万棟) (風速3m時)
総計	17	23
東京都	-	0.002
神奈川県	0.01	0.11
山梨県	0.29	0.47
長野県	0.13	0.28
岐阜県	-	0.002
静岡県	16	19
愛知県	1.1	2.7

- : わずか

表-5 要因別死者数 (地震予知なし)

	建物倒壊 (棟)	合計 (棟) (風速3m時)
総計	6700	9600
東京都	-	-
神奈川県	-	20
山梨県	100	200
長野県	70	100
岐阜県	-	-
静岡県	6100	8400
愛知県	300	500

- : わずか

#### (2) 静岡県地域分け

早い復旧をすすめるには、静岡県を分割し、災害対策を行いやすい地域分けを行う必要がある。そこで、本研究では静岡県が公表している東海地震対策の防災体制における地域分けを採用する。図-4 に本研究で用いる静岡県の地域分けを示す。

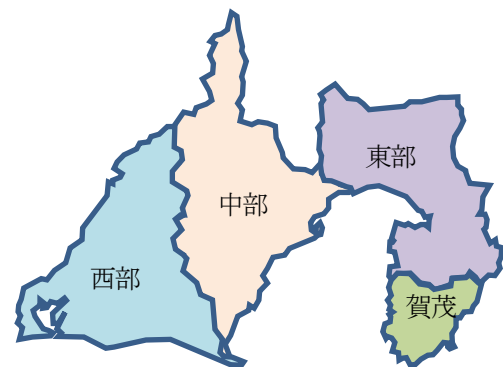


図-4 静岡県の地域分け

### 4. がれき処理日数

#### (1) 概要

がれき処理日数とは、想定される家屋倒壊数における生き埋め者救助にかかる対応の所要日数であり、地域の防災力を表す。高知県建設業協会川上氏により試算されており、試算式を(1)に示す。本研究では、がれき処理日数を重機が瓦礫を処理する経過日数と捉え、本式を活用する。

がれき処理日数=

$$\frac{\text{倒壊家屋数}}{\text{建設重機数} \times \text{建設重機1日1台あたりの仕事量}} \quad (1)$$

## (2) 倒壊家屋数

川上氏により試算されている倒壊家屋数は、全壊家屋数で計算されているが、本研究は重機が瓦礫を処理する経過日数と捉えているので、全壊棟数ではなく、東海地震で発生すると予想されている静岡県の大破、中破棟数を用いる。図-5から10に地域別各市町村における倒壊棟数を示す。

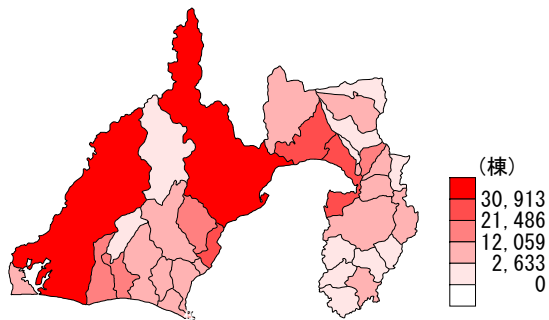


図-5 市町村別倒壊家屋数

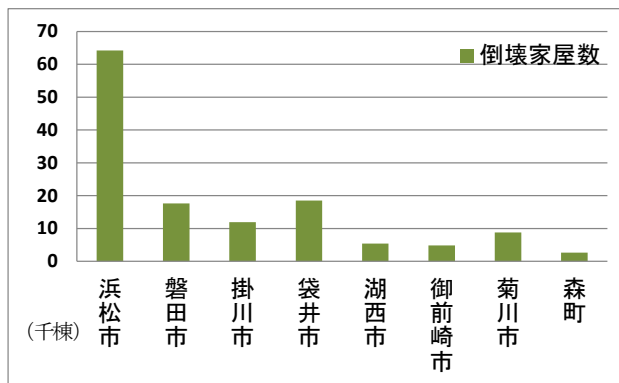


図-6 西部地域における大破中破棟数

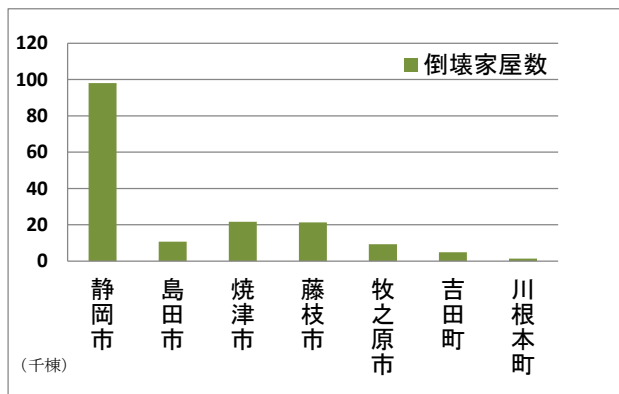


図-7 中部地域における大破中破棟数

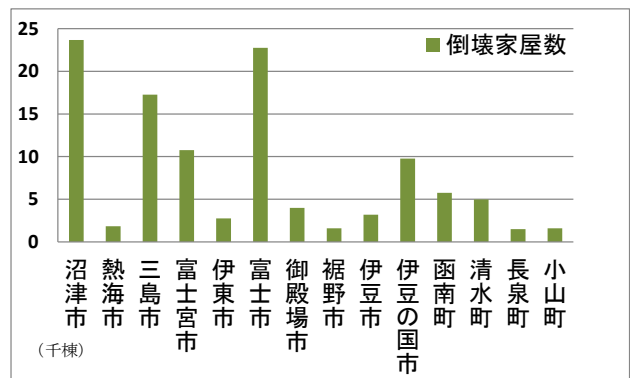


図-8 東部地域における大破中破棟数

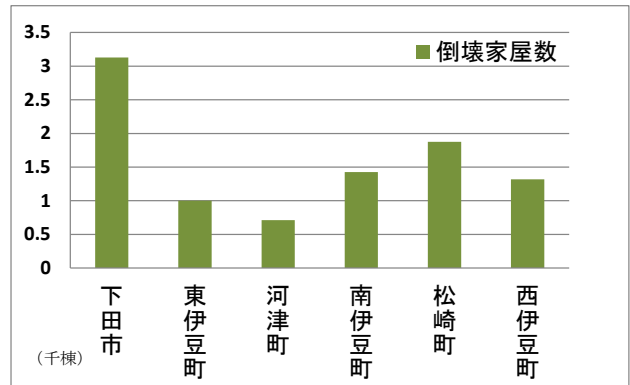


図-9 賀茂地域における大破中破棟数

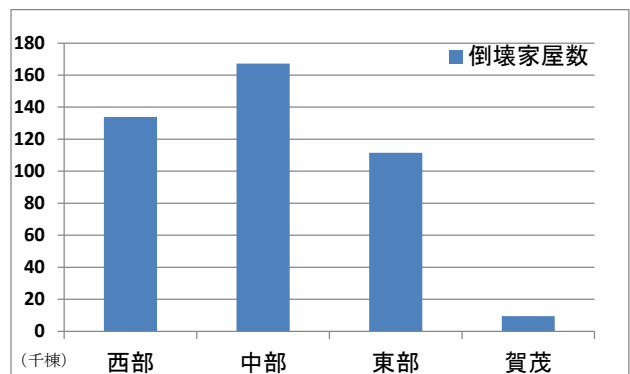


図-10 地域別大破中破棟数

しか行われておらず、各都道府県の保有建設重機数が把握できない。そこで本研究では中部地方各県の建設事業所数、建設業従業者数、土木工事受注高の比率から推定する。表-6に推定に必要なデータを示す。なお建設機械動向調査において中部地方は、静岡県、愛知県、三重県、岐阜県からなる。

### b) 推定結果

中部地方における各県の保有建設重機数は、図-11のようになった。静岡県の保有重機数は19409台となり、本研究内で用いることとする。

(4) 各市町村 建設重機の保有台数の推定

a) 推定方法

静岡県建設重機保有台数を静岡県における建設業事業所数で割り、そこに各市町村の事業所数をかけ推定する。

b) 推定結果

各市町村における建設重機保有数を図17から18に示す。

(5) 建設重機の仕事量

建設重機の仕事量は1台1日あたり5棟とする。

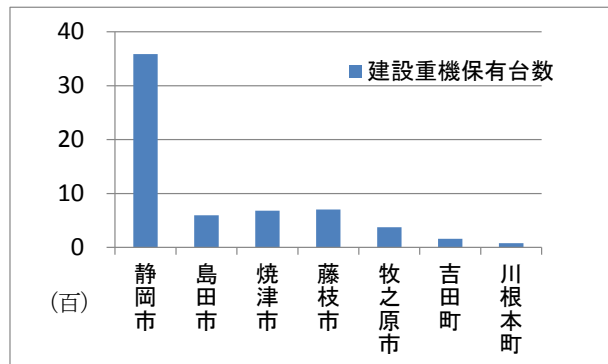


図-13 中部地域保有重機の推定

(6) 各市町村 がれき処理日数

各市町村のがれき処理日数を式(1)から算出した。図15から18に示す。

表-6 保有重機推定に用いるデータ

	事業所数 (社)	比率	従業者数 (人)	比率	土木工事 元請け 受注高 (百万円)	比率	土木工事 下請け 受注高 (百万円)	比率
静岡県	20130	0.28	121581	0.24	142,899	0.17	50,544	0.12
愛知県	28691	0.40	243016	0.48	486,855	0.56	266,522	0.66
岐阜県	12353	0.17	77069	0.15	140,944	0.16	54,613	0.13
三重県	9714	0.14	62502	0.12	92,484	0.11	34,535	0.09

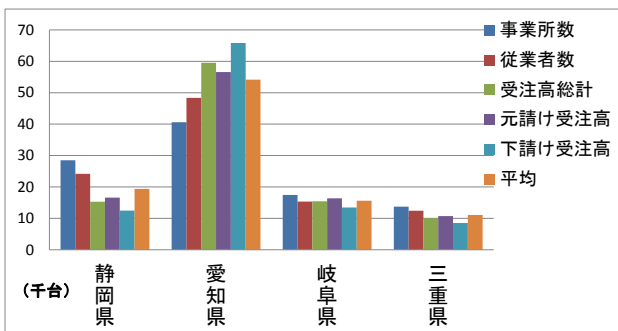


図-11 静岡県保有重機の推定

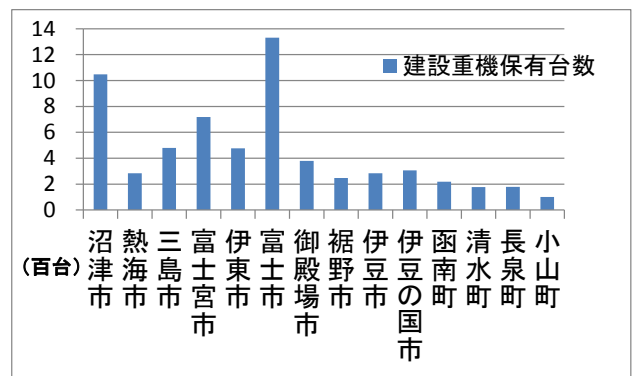


図-14 東部地域保有重機の推定

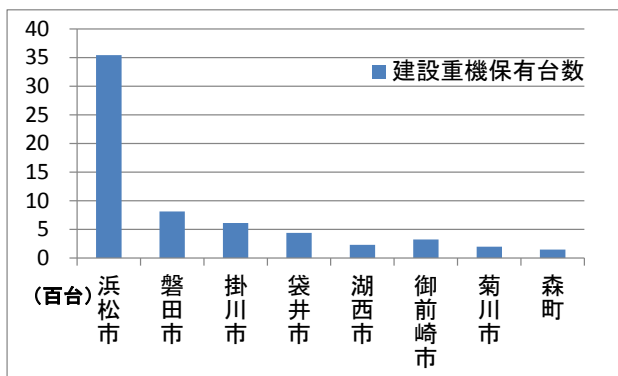


図-12 西部地域保有重機の推定

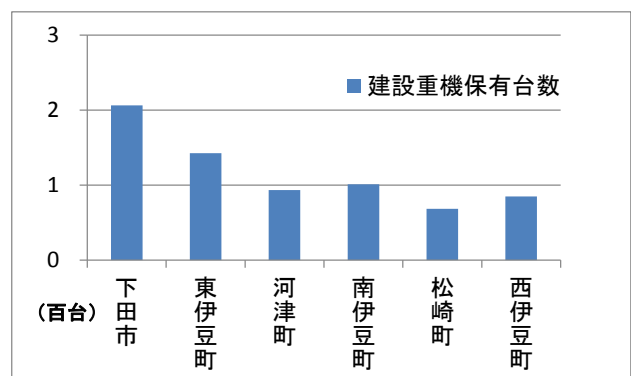


図-15 賀茂地域保有重機の推定

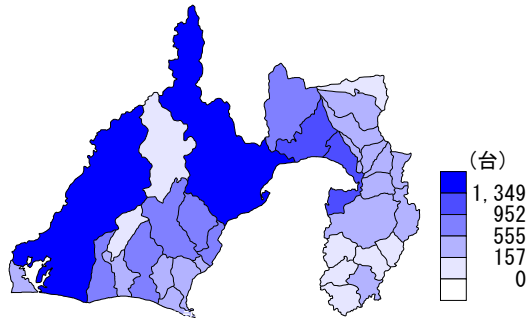


図-16 市町村別建設重機の保有台数

## 5. 建設重機の充足感

### (1) 地域別に見る建設重機の充足感

地域別平均がれき処理日数から各地域別がれき処理日数を引くと4地域に対して自地域の建設重機が足りているのかがわかる。図22に地域別建設重機の充足感を示す。このことから東部、賀茂地域から西部、中部地域に建設重機を派遣するのが望ましいことがわかる。

### (2) 市町村別に見る建設重機の充足感

地域平均がれき処理日数から各市町村別がれき処理日数を引くと、地域に対して自市町村の建設重機が足りているのかがわかる。図23から26に市町村別建設重機の充足感を示す。

## 6. 市町村が結ぶべき災害協定相手

### (1) 災害協定とは

災害協定とは災害が起きたときのためにあらかじめ関係機関と協定を交わしておき、応急対策、物資支援などの協力を確保するためのものである。

### (2) 災害協定建設重機数

各市町村における災害協定建設重機数を図27から30に示す。各市で災害協定を結ぶ重機数に差があることがわかる。なお、協定を結んでいる相手の市町村もしくは都道府県はあきらかになっていない。

### (3) 災害協定を結ぶべき市町村

#### a) 前提条件

災害協定を結ぶべき市町村は図20から23で建設重機が充足していない14市町村とする。14市町村が協定を結ぶ相手は静岡県内の35市町村から14市町村を引いた21市町村である。なお、災害協定を結ぶべき市町村を調べる過程で以下の式(2)を用いる。本式は2市間でのがれき処理日数

を表すものであり、災害協定は2市間で結ばれるものであるため、距離の概念が含まれる。

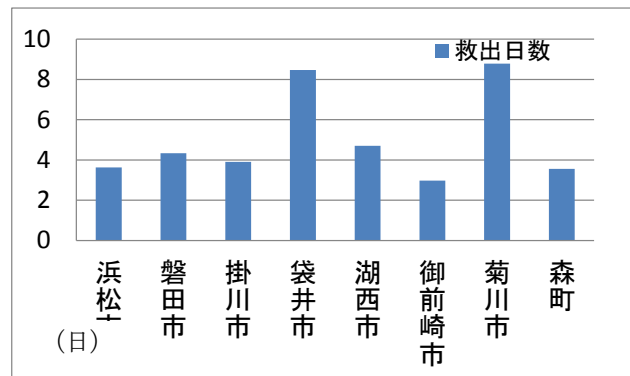


図-17 西部地域のがれき処理日数

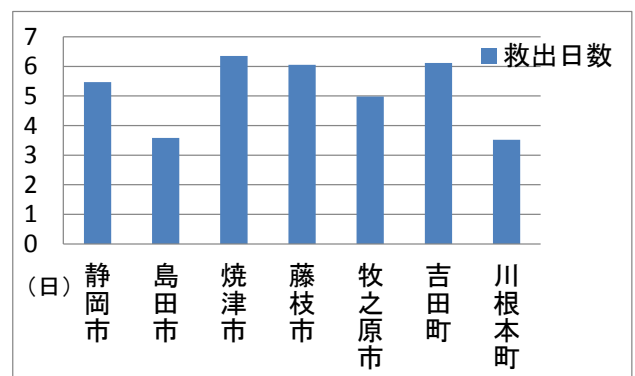


図-18 中部地域のがれき処理日数

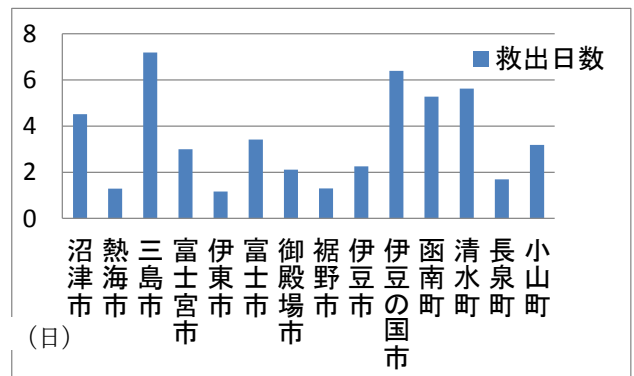


図-19 東部地域のがれき処理日数

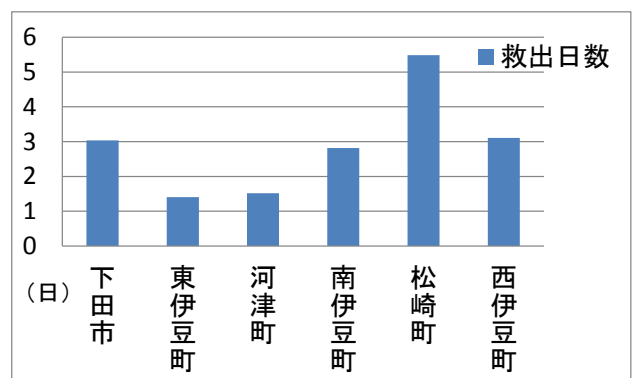


図-20 賀茂地域のがれき処理日数

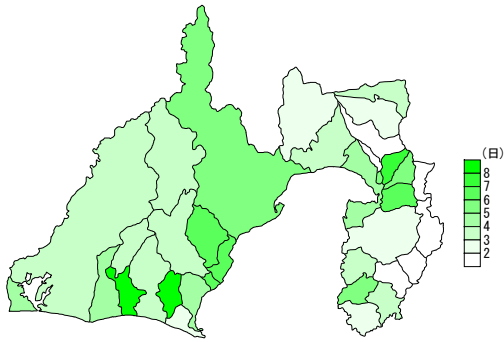


図-21 市町村別がれき処理日数

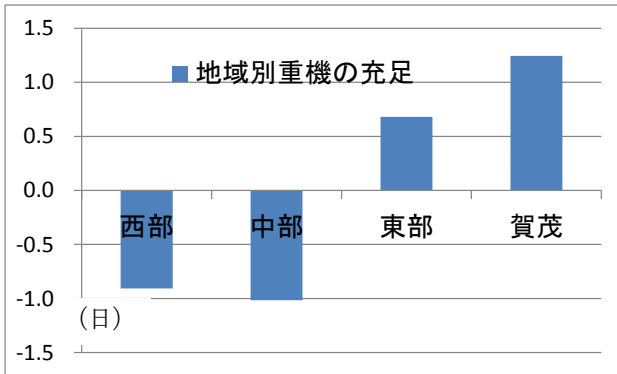


図-22 地域別建設重機の充足感

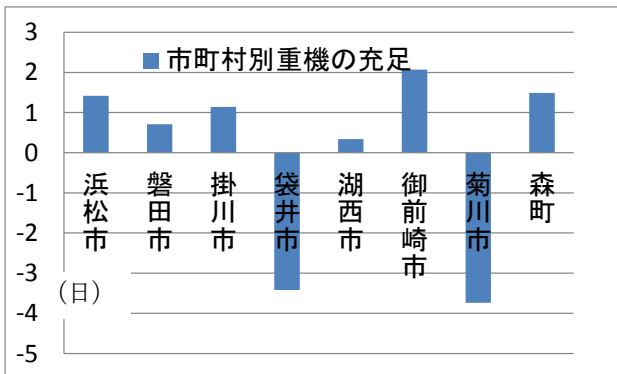


図-23 西部地域建設重機の充足感

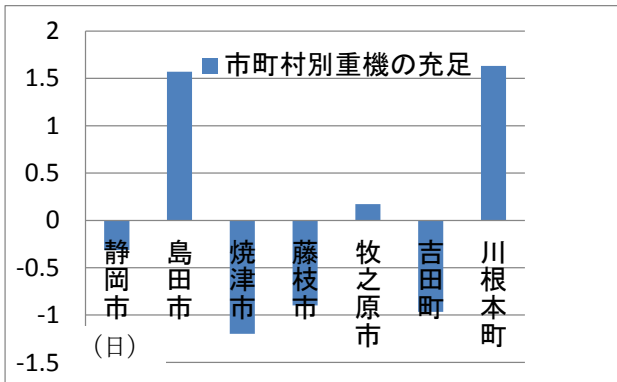


図-24 中部地域建設重機の充足感

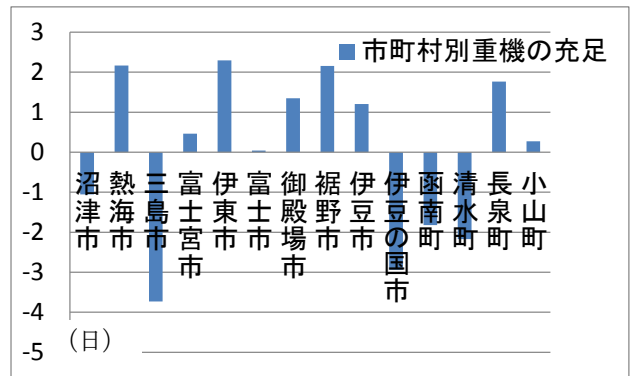


図-25 東部地域建設重機の充足感

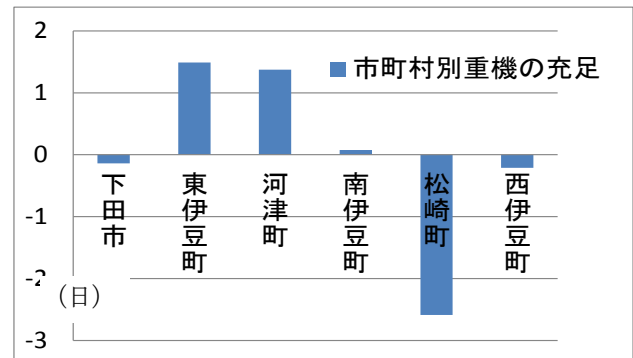


図-26 賀茂地域建設重機の充足感

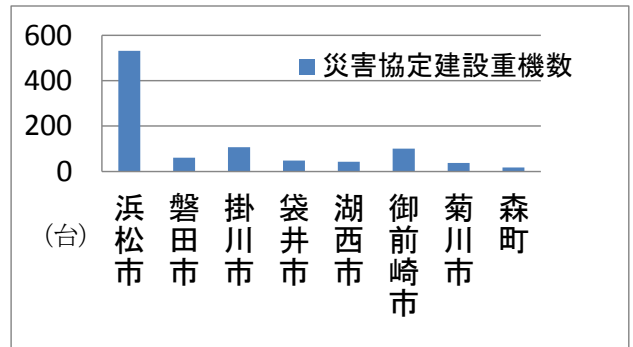


図-27 西部地域災害協定建設重機数

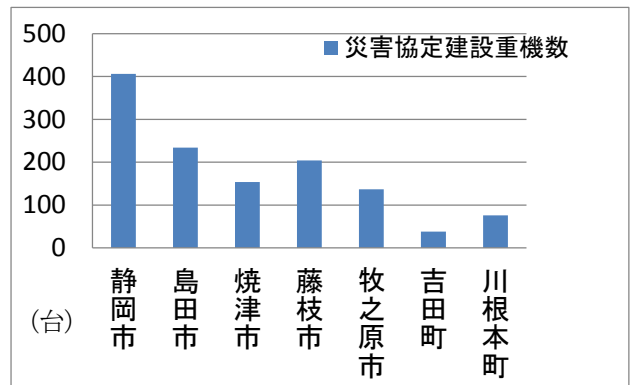


図-28 中部地域災害協定建設重機数

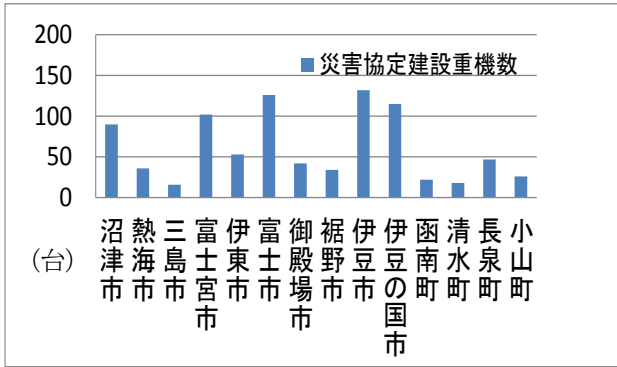


図-29 東部地域災害協定建設重機数

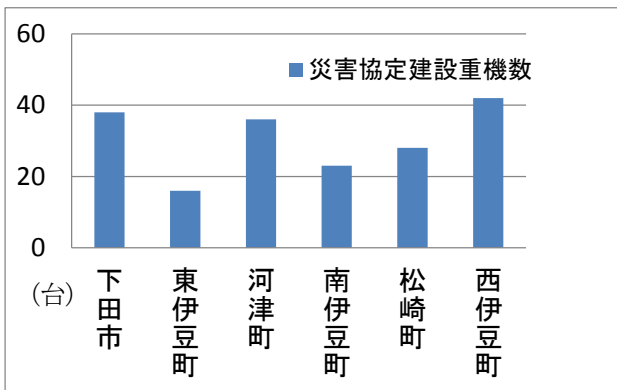


図-30 賀茂地域災害協定建設重機数

がれき処理日数＝

$$\frac{\text{建設重機不足市倒壊家屋数}}{\text{充足市災害協定建設重機数} \times \text{建設重機1日1台あたりの仕事量}} + \frac{\text{2市間の距離}}{\text{静岡県における建設重機移動速さ}} \quad (2)$$

**b)2市間の距離**

2市間の距離は、最短距離ではなく、最短到達時間における2市間経路を採用する。各2市間の最短到達時間における経路は、グーグル地図のルート乗換案内機能から求めた。各市町村役場を市の中心と考え、2市間を結び求めた。

**c)建設重機移動速さ**

静岡県における建設重機の移動速さは、国土交通省道路局が行っている交通センサス（平成22年度）から35.2kmと求めた。なお、本研究で用いる速さは、移動する基幹道路が非混雑時のものを想定して試算している。

**d)2市間におけるがれき処理日数**

建設重機充足市と不足市の2市間において式(2)を用い試算したところ、不足市が災害協定を結ぶべき市町村ベスト5は表-7のようになった。表-7のように浜松市、島田市、牧之原市、伊豆市、富士市と特定の市が名を連ねたが、これは距離ががれき処理日数に与える影響がわずかであることを表す。

**e)派遣可能建設重機数**

各市保有重機数から静岡県平均がれき処理日数時に必要な各市建設重機数、各市災害協定重機数を引いた他市町村への派遣可能重機数は表-8のようになる。中部地域の派遣可能建設重機数がないことが特徴である。

表-7 災害協定を結ぶべき市町村

地域	建設重機不足市	災害協定締結順位				
		1	2	3	4	5
西部	磐田市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	袋井市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	湖西市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	菊川市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
中部	静岡市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	焼津市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	藤枝市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	牧之原市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
東部	吉田町	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	沼津市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	三島市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	伊豆の国市	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	函南町	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
	清水町	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市
賀茂	松崎町	浜松市	島田市	伊豆市	富士市	掛川市

表-8 派遣可能建設重機数

地域	市町村	派遣可能建設重機数	災害協定建設重機数
西部	浜松市	588	532
	磐田市	2	61
	掛川市	62	107
	御前崎市	102	101
	森町	27	17
中部	島田市	105	234
	川根本町	15	76
東部	熱海市	200	36
	富士宮市	224	102
	伊東市	349	53
	富士市	285	126
	御殿場市	196	42
	裾野市	174	34
	伊豆市	137	132
長泉町	109	47	
小山町	27	26	
賀茂	下田市	62	38
	東伊豆町	97	16
	河津町	61	36
	南伊豆町	36	23
西伊豆町	24	42	
計		2,882	1,881



## 7. 考察

想定されている東海地震時に建設重機が不足する市町村が明らかになったが、式(2)より算出した各市のがれき処理日数を、上位の市だけで静岡県全域のがれき処理日数の水準までもっていくことはできない。各市保有重機数から設定がれき処理日数時に必要な建設重機数を引いた他市町村への派遣可能重機数を出し、最短時間で到達できる市町村に派遣していくことが建設重機の仕事のロスを少なくし、早い復旧につながる事がわかる。また、西部地域、中部地域の2地域で災害協定を結ぶべき市町村の上位を占めていることから、中部地域と東部地域をつなぐ基幹道路の通行が困難になると、西部地域、中部地域の復旧に遅れが生じ、その遅れは静岡県全体の復旧の遅れにつながる可能性をひめている。

派遣可能建設重機数では、中部地域の派遣可能な市町村が少ないことが特徴である。これは東海地震時に中部地域の基幹道路が被災し通行困難になれば、西部地域の東部地域、賀茂地域との復旧連携に遅れが出ることを示唆する。西部地域には政令指定都市の浜松市が含まれるので、西部地域の復旧の遅れは静岡県全体に多大な損失を生むだろう。

表-8から災害協定建設重機数と派遣可能建設重機数に大きな差異はないことがわかる。しかし、同表が示す、派遣可能市町の災害協定建設重機数が、派遣可能建設重機数より少ないということは、災害協定を締結する余地があることを表す。つまり、静岡県全域からみると復旧を効率よく行っていないことになる。先の東日本大震災でも生じたように、自然災害では想定外の被害が起こるので、この想定外に備えるという観点からも、災害協定を県の内外を問わず結んでおくことは早急な復旧につながるといえる。

今後は、近い将来に起こるであろう大震災に備え、中部地域を中心に建設重機保有台数の増強、基幹道路の耐震補強、さらには他都道府県との効果的な災害協定の締結を促進させるなどの対策をとり、派遣可能重機をバランスよく分布させることが必要である。

**謝辞：**災害協定の把握をするには静岡県庁職員の方々に大変お世話になった。ここにお礼を申し上げる。

## 【参考文献】

- 1) 内閣府：平成 23 年防災白書
- 2) 内閣府地震調査会：東日本大震災報告書
- 3) 国土交通省：平成 21 年建設機械動向調査
- 4) 静岡県ホームページ：第 3 次被害想定，<http://www.e-quakes.pref.shizuoka.jp/shiraberu/higai/soutei/gaiyouhoku.html>
- 5) 川上勲夫，高知県内の建設業者が保有する重機台数状況とそれによる地域防災力低下の試算，土木学会四国支部 21 世紀の南海地震と防災
- 6) 甲斐市ホームページ：災害協定について，<http://www.city.kai.yamanashi.jp/saigai/bousai/saigaikyoutei.html>