

## 「巨大地震におけるライフライン・インフラの被害影響と減災対策」

永田 茂（鹿島建設株式会社 技術研究所 上席研究員）

都市減災サブプロジェクトとして、岐阜大学の野島暢呂先生を中心に、筑波大学の庄司学先生、千葉大学の丸山喜久先生、私が担当している部分を取りまとめて、ご報告します。

### 1. 都市減災サブプロジェクト③ライフライングループの取り組み

私どものグループでは、総合的レジリエンス向上のために、失見当期の短縮のための情報提供、状況認識の統一のための情報提供、Web-GISによる情報提供、マッシュアップを可能にする情報提供に取り組んでいます（図表1）。対象は複数の管理者がいるインフラ・ライフラインで、主に道路や上下水道などです。情報の受け手となるユーザー側が一番望んでいるのは復旧情報なので、そこを主に調べています。

私どもの取り組みの名称は「被災者ニーズを踏まえたライフライン被害・復旧情報の体

2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

## 都市減災プロジェクトサブプロ③ ライフラインGrの取り組み

- 総合的レジリエンスの向上
  - 失見当期の短縮のための情報提供
  - 状況認識の統一のための情報提供
  - Web-GISによる情報提供
  - マッシュアップを可能にする情報提供
- インフラ・ライフラインを対象
  - 複数の管理者がいるインフラ・ライフラインの情報
  - 道路, 上水道, 下水道の情報が重要
  - 特に復旧情報
- ライフラインGr(能島Gr)の成果概要を報告

Urban Resilience 2012 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban Mixed Earthquake Disasters

1

系化」で、大きく四つの流れで進めています（図表2）。

一つ目は、ライフライン管路施設の被害・復旧評価のメッシュ評価です。ライフラインを構成する要素では、管路施設の被害が非常に高い割合を占めており、この被害の復旧が全体の復旧を左右します。このため、ライフライン管路施設情報を中心にその他の拠点施設情報も含めて数値化して、メッシュやポイントで評価して、その結果を共有します。

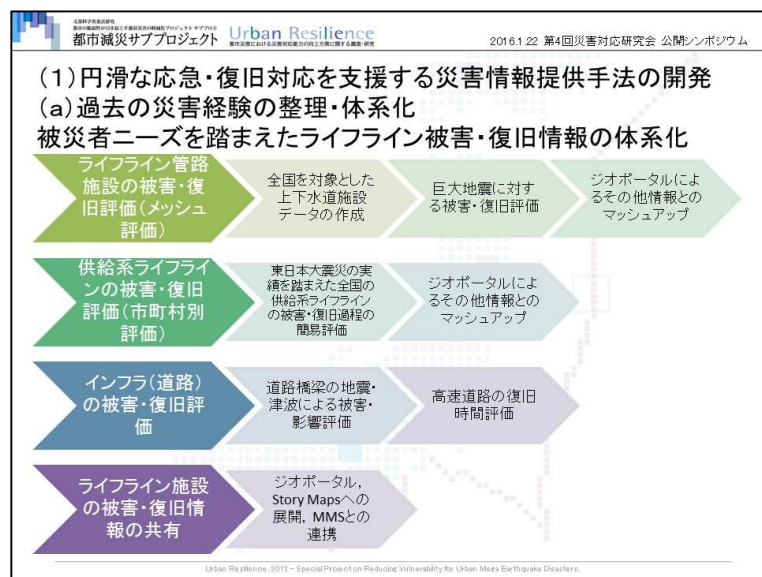
二つ目は、供給系ライフラインの被害・復旧の概要評価です。失見当期における状況認識の統一のための情報ということで、都市ガス・電力・上水道を中心に市町村単位での評価を行い、それをジオポータルによって情報共有し、マッシュアップに活用します。

三つ目は、道路を対象としたインフラの被害・復旧評価です。主にこれまで知見が少なかった津波も含めて、道路橋梁の影響評価、さらに高速道路の復旧時間評価を行っています。

四つ目は、ライフライン施設の被害・復旧情報の共有です。説明した三つの情報を全てジオポータル等に上げて、情報のマッシュアップを可能にする取り組みを進めています。

## 2. 現状の評価説明

詳細に入る前に、上下水道と道路をどのように評価しているのか簡単にご説明します。



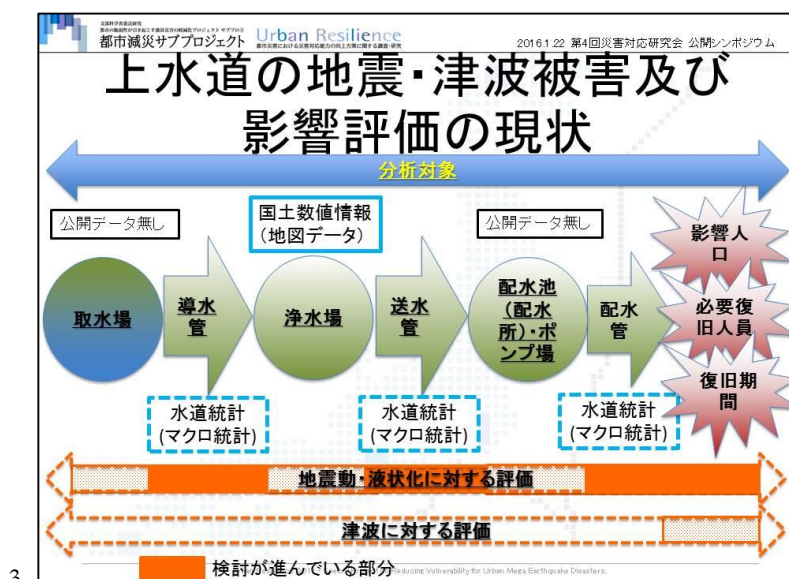
2

まず、上水道の地震・津波被害及び影響評価です（図表3）。上水道は、取水・導水・浄水・送水して、いったん配水池にため、需要家に配水するための管路があります。それが一連の被害を受けて、どれくらいの曝露人口や被害があるのか、必要な復旧人員、日数はどれくらいかということまで分析対象としています。

一方で、こういった流れを進めていく上での具体的な困難もあります。特に南海トラフ巨大地震のように、関東以西の日本のほとんどが大規模な被害を受ける場合、その施設データの把握が第一の障壁となってきます。これまではデータがないと逃げていた部分もあるのですが、林先生から「施設データの精度を少し犠牲にしても全体把握」と強く言われているので、私どもの取り組みとしては例えば、管路については水道協会が出している水道統計、これはマクロ統計で水道事業者での集計値のようなものしかないのですが、こういった情報からなるべく詳細な施設データを作成できる方法を組み上げていき、管路施設の全体像を作ることから取り組んできました。

さらに、拠点施設になると、取水場がどこにあるのかは日本全国で見たら全く分かりません。浄水場については近年、国が国土数値情報で公開しました。一方、住民に一番近いのは配水池（配水所）やポンプ場は重要な施設ですが、公開データは一切ないので、個別の水道事業者から入手してくるしかない状況です。こうした中、可能な限り評価を試みているところです。点線の矢印の上の方は地震や液状化に対する評価の進捗状況で、色が濃いところほど研究が行われていることを表しています。管路施設についてはこれまでの研究からかなり進んでおり、拠点についても被害評価という点で見ると少しずつ追い付けるようになりました。津波被害に関してはほとんど対応できておらず、むしろ被害の結果を受けた影響によりやく着手できるようになった状況です。

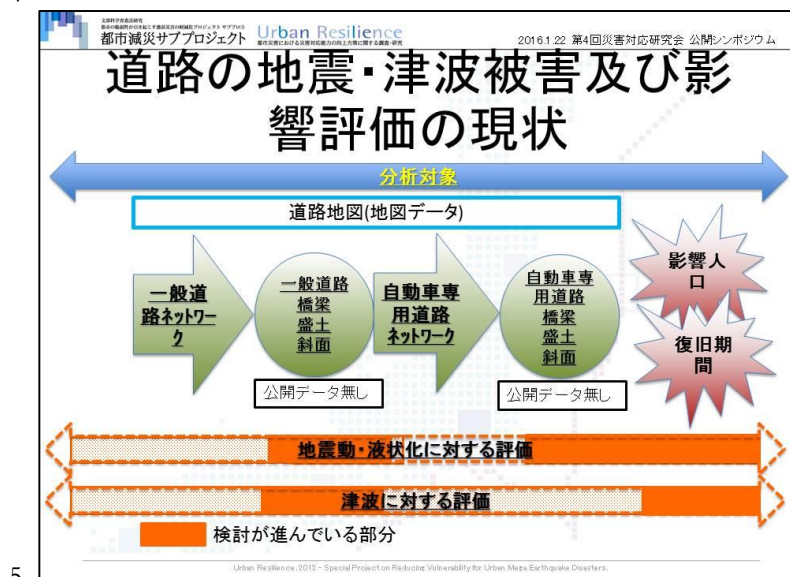
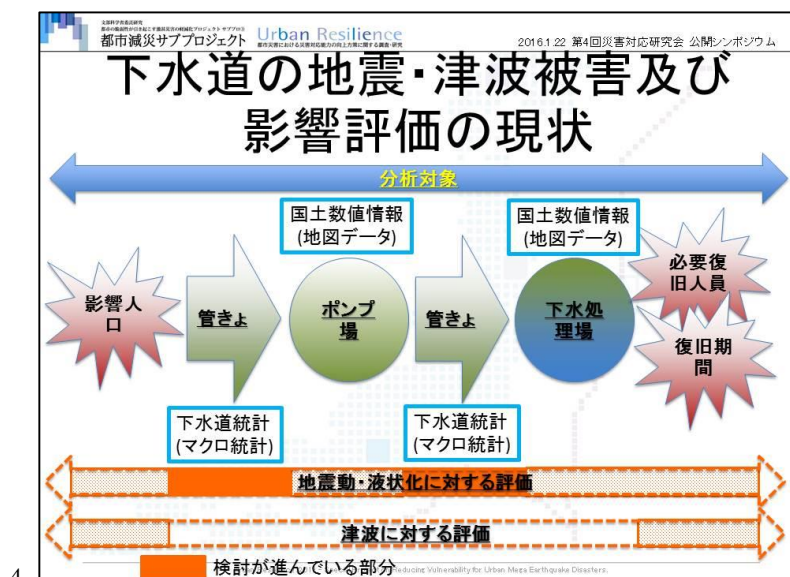
下水道の地震・津波被害及び影響評価については、下水道の場合は上流から下流に向かって流れていくので、まず影響人口があり、管きよを通過してポンプ場や処理場に行きます



3

(図表4)。データは、管きよについては下水道統計というマクロ統計がありますが、これでは詳細評価ができないので、上水道と同様にマクロ統計からなるべく詳細な地域ごとの施設データを作成して、評価を行っています。国交省から公表される拠点施設の情報はかなり整備されており、ポンプ場と下水処理場については位置と大体の規模が分かっています。こういう状況を踏まえて、当初、管路施設から被害、影響評価に着手し、徐々に拠点施設の被害、影響まで対象を広げています。津波に関しては、経験や被害データが少ないので、どちらかというと影響人口の把握や必要復旧人員など、マクロに見た評価を中心に行っている状況です。

道路については、高速道路、一般道路など、基本的な道路ネットワークのデータは、道路地図等を活用して入手可能です(図表5)。ただ、一般道路の橋梁・盛土・斜面の公開情報はなく、道路地図データの中に一部その位置を把握できる情報があるので、それを活用しながら分析しています。自動車専用道路の橋梁・盛土・斜面についても同様です。地震・液状化に対する被害影響という面では、橋梁の部分は先行しており、道路線形の部分の評



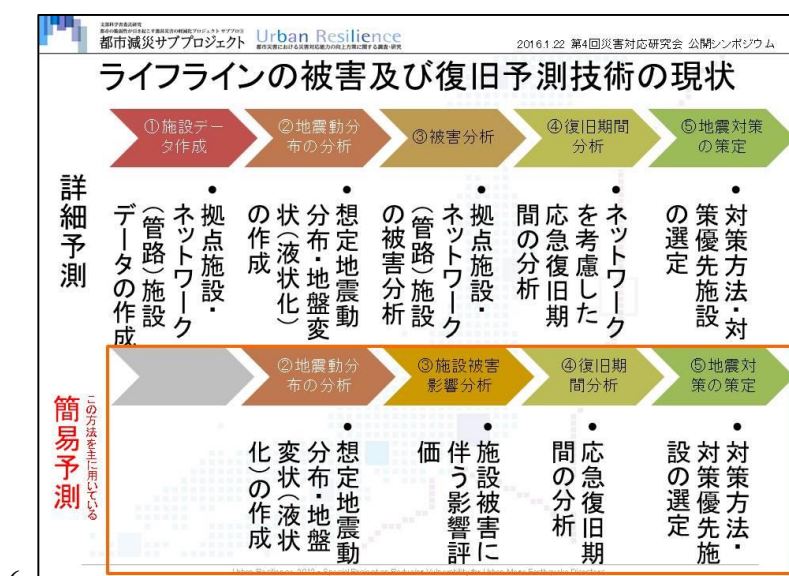


価は今後補強していきます。津波に関しては、道路橋梁等を中心に被害、影響評価が先行して、道路線形の部分の研究を補強しながら進めている状況です。

次に、ライフラインの被害及び復旧予測技術の現状です（図表6）。基本的にはネットワーク施設、上下水道で言えば管路、道路で言えば道路線形のデータ、また拠点施設のデータを作成し、地震動や津波の情報を整理して、これらを用いて被害の分析を行い、ネットワークを考慮した復旧期間の評価を行い、対策方法・対策優先順位の選定をするのが詳細な過程です。一部入手できないデータがあり、施設の詳細な分析はなかなかできませんが、施設の被害に伴う影響、実際にどのぐらいの人が影響を受けたのかという情報の評価から、応急復旧期間の分析や対策の検討という簡易な手法でも取り組んでいます。

### 3. ライフライン施設の被害・復旧過程評価

主に上下水道施設を中心とした被害と復旧過程の予測方法を提案してきました（図表7、



**ライフライン施設の被害・復旧過程評価**  
—拠点・管路施設の評価—（鹿島 永田）

- 概要
  - ライフライン（上水道・下水道）施設を中心とした被害と復旧過程の予測方法を提案してきました。
  - 東日本大震災の際の詳細な被害データ分析に基づいて被害予測方法の改良を行い、良好な結果が得られることを確認しました。
  - 日本全国を対象とした拠点及び管路施設データを作成し、被害・復旧過程評価に取り組んでいます。

8)。東日本大震災の際の詳細な被害データの分析結果を基に、被害予測方法の改良を行い、手法の確認を進めています。巨大災害における失見当期の短縮や状況認識の統一ということで、全国を対象とする評価に取り組んでいます。最初に行ったのは、全国を対象とするライフラインの管路施設のデータの整備です。水道統計、下水道統計、人口統計、経済統計、道路延長を駆使して、管路延長の予測モデルを作り、これを全国の 250m メッシュに適用してマップを作成しました。具体的には図表9のようなものです。管路の延長を 250m メッシュごとに色の濃さで示しており、赤色が強い地域ほど 250m 内の管路延長が長いです。全国で上水道は 64 万 km ありますが、特に巨大地震である南海トラフなどを対象とした場合、上水道だけでは不十分だと分かったので、簡易水道の 11 万 km についても 250m メッシュのデータを整備しました。

同様に下水道についても、まず管路施設のマクロ統計から詳細なメッシュデータに変換

8

都市減災サブプロジェクト Urban Resilience 2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

### ライフライン施設の被害・復旧過程評価 —拠点・管路施設の評価—(鹿島 永田)

- 全国を対象とした管路施設の250mメッシュデータの整備
  - 水道統計・簡易水道統計, 下水道統計, 人口統計, 経済統計, 道路延長を指標とする管路延長予測モデル(メッシュ単位)を構築しました.
  - 日本全国を対象とした250mメッシュの管路施設データを作成しました. (上水道 Map1), (下水道 Map2)

Urban Resilience, 2012 - Special Project on Reduce Vulnerability for Urban Areas Earthquake Disasters.

9

都市減災サブプロジェクト Urban Resilience 2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

Map 1: 250mメッシュ単位の水道管路施設延長

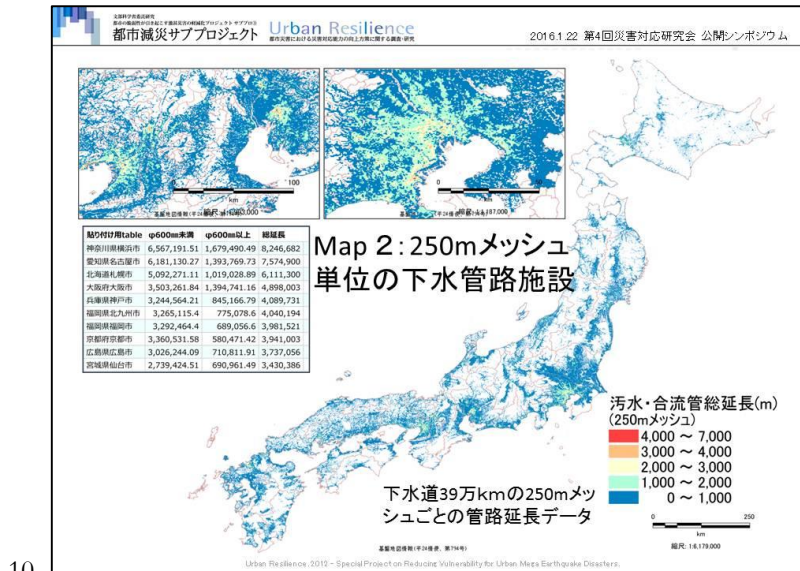
上水道64万km・簡易水道11万kmの250mメッシュごとの管路延長データ

事業名称	CIP	DIP	SP	ACP	VP_TS	VP_RR	OTHER	TOTAL
東京都上水道事業	194.75	15412.77	0	0.118	42.658	0	31.368	20,569.39
神奈川県内陸水道企業団	818.639	4,663.78	2.33	0.727	3.086	0	2,250.42	9,165.04
横浜市上水道事業	695.695	4,873.32	1,376.42	0	753.566	0	10,869	9,163.94
千葉県上水道事業	26.066	7,679.15	39.534	8.339	259.374	0	0	8,755.06
札幌市下水道事業	3.684	4,230.84	0	0	0	0	621.462	5,904.12
名古屋市上水道事業	85.45	3,712.18	2,361	0	86.692	0	0.231	5,756.35
大阪市上水道事業	617.882	3,591.73	0	0	0	0	0.198	5,198.61
神戸市上水道事業	159.46	2,956.46	0	0	121.153	0	59.496	4,987.84
広島市上水道事業	230.438	3,246.95	0	1.547	179.817	0	0	4,534

Urban Resilience, 2012 - Special Project on Reduce Vulnerability for Urban Areas Earthquake Disasters.

する方法を構築し、マップを作りました(図表10)。全国 39 万 km の 250m メッシュごとの延長データを整備しており、青色から赤色になるに従って、管路延長が長くなります。上のマップは大阪圏と関東圏の 250m メッシュごとの管路延長分布の拡大図です。

こうした管路施設のデータを対象として、南海トラフ巨大地震の最大ケースと都心南部直下地震に対する上下水道施設の被害・復旧評価を行っており、今日は上下水道施設の被害と事業者ごとの必要延べ復旧人員の予測を示します(図表11)。図表12が南海トラフ巨大



- 11
- 全国を対象とした上下水道施設の被害・復旧評価
    - 南海トラフ巨大地震(最大ケース)(2012年内閣府公表), 都心南部直下地震(2014年内閣府公表)に対する上下水道施設の被害・復旧予測を行いました。
    - 南海トラフ巨大地震(最大ケース)における上下水道施設の被害と事業者ごとの必要延べ復旧人員(必要総復旧人員)の予測結果を示しました。(水道 Map 3,4), (下水道 Map 5,6)
    - 都心南部直下地震(2014年内閣府公表)における上下水道施設の被害と事業者ごとの必要延べ復旧人員の予測結果を示しました。(水道 Map 7,8), (下水道 Map 9,10)



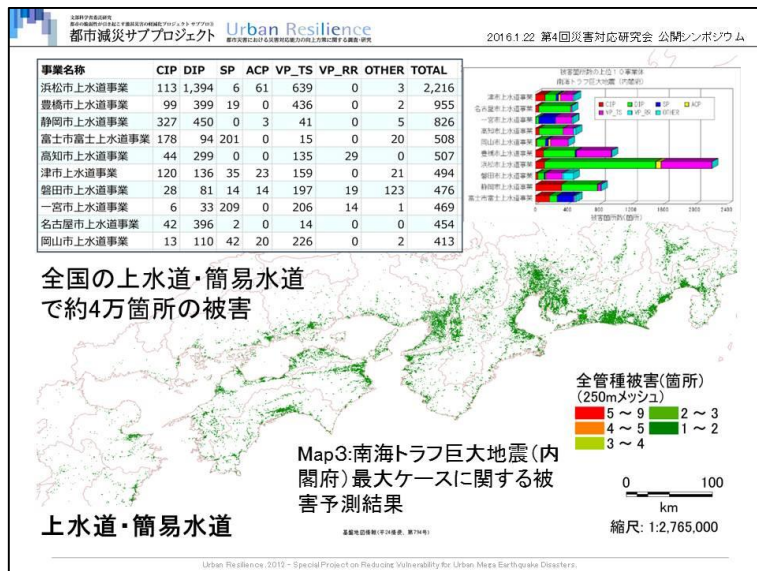
地震の最大ケースに関する被害予測結果で、対象は上水道と簡易水道の地域です。250m メッシュごとの被害予測ですから、ほとんど被害箇所が1~2カ所というマップになっていますが、拡大してみると、一部の地域では250mメッシュという狭い中に10カ所近い被害が入っています。こういうものを集計すると、事業所ごとの被害がどのように出るのか把握できます。

これまでの各種の地震災害における復旧速度から復旧歩掛が分かっていますが、図表13は、被害量と歩掛から必要復旧人員を算出した図です。青色から赤色になるに従って、必要となる復旧人員が多くなります。具体的に各水道事業体でどれぐらいの人員が必要か分かるような形で整理しています。

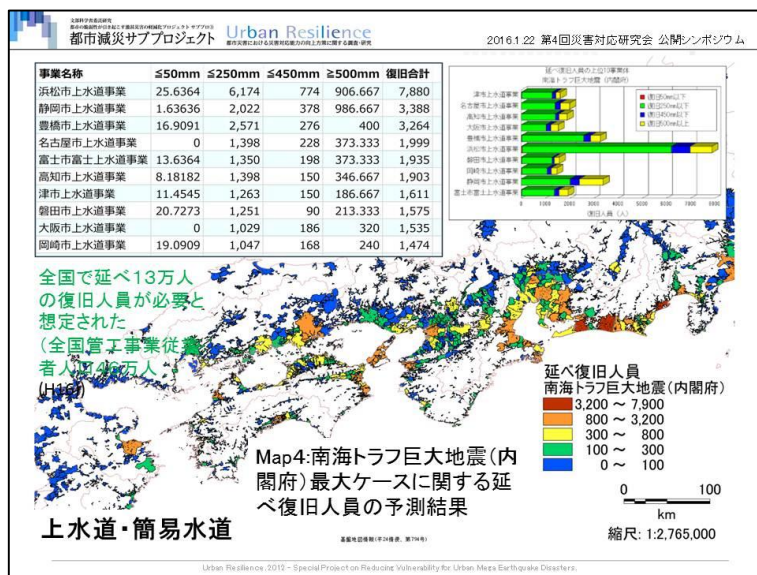
#### 4. 評価を生かした対策

このような評価を対策に活かしていきたいということで、簡単な事例の分析を始めてい

12



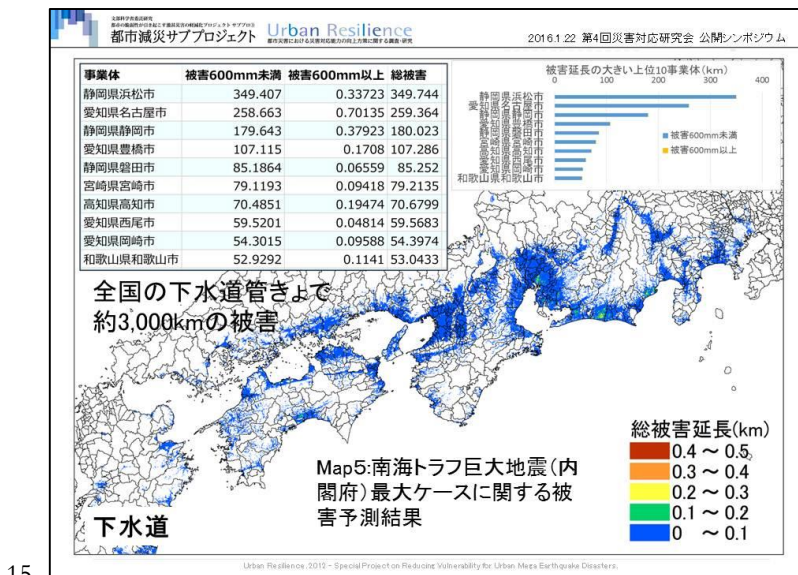
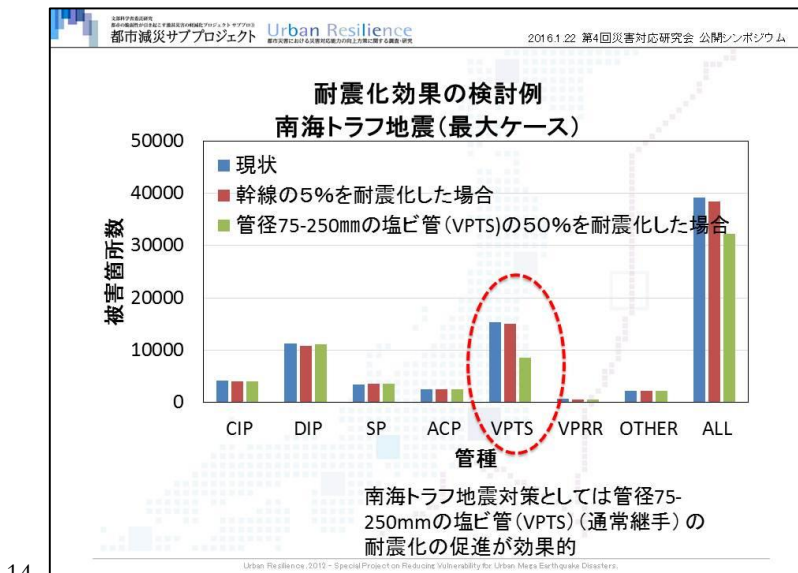
13





ます(図表14)。南海トラフ巨大地震の場合は、関西方面の中小自治体の多くが被災地域に含まれることになっており、こちらの事業者が多用している塩化ビニール管(VPTS)の被災割合が非常に大きいことが現状で分かりました。管種を問わず幹線の5%を耐震化した場合、多く使用されている塩化ビニール管の半分を耐震化した場合に被害量にどういった影響が出るのか調べています。全部の管種について行えばいいのですが、関西地方で塩化ビニール管の使用の割合が多く、ある一定以上の地震動や液状化の影響を受けた場合に被害が大きくなるので、この対策を打つことで全体の被害量を減らせるだろうという傾向が見えています。今後はもう少し対策パターンを考えて、効果的な対策を提案していきたいと考えています。

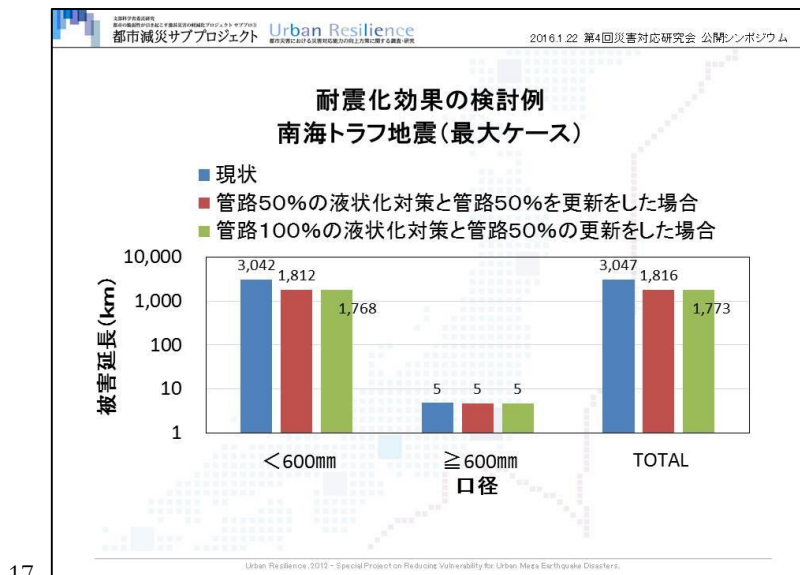
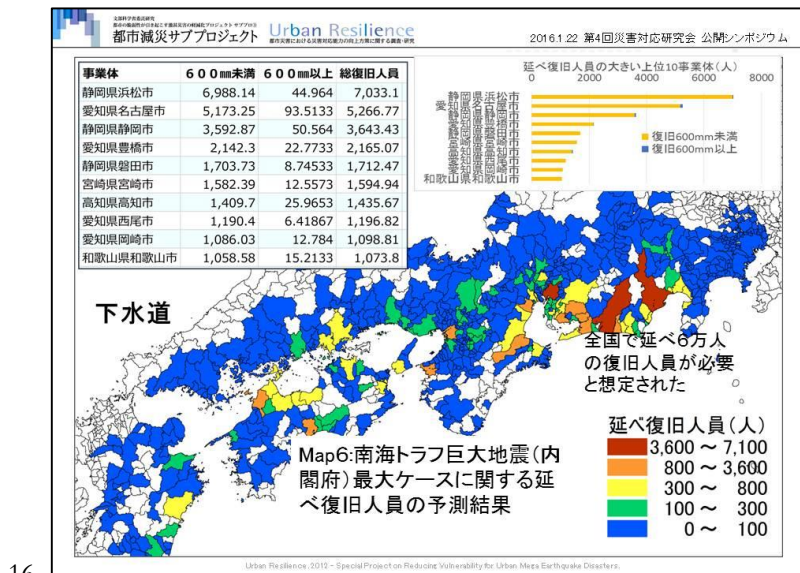
次に、下水道の被害予測結果を示します(図表15)。南海トラフ巨大地震の最大ケースに関して、全国の下水道管きよで約3000kmの被害予測を算出しています。こちらの図は250mメッシュごとの被害の延長をkm単位で示したもので、青色から赤色になるほど被害の延長が長いです。広域図で見ると青が目立ちます。250mという小さいメッシュですから、そ



の中の被害延長は少なくなっています。これを足すことにより、各下水道事業体の被害延長も出せるようになっていきます。

上水道の場合と同様に、被害量が出ると、これまでの災害復旧の際に得られた歩掛を使って、必要となる復旧人員のマップを描くことも可能です(図表16)。こちらはメッシュを集計して、必要となる復旧人員数を下水道事業体ごとに色分け表示したもので、青色から赤色になるほど必要となる復旧人員が多くなります。具体的にそれぞれの事業体でどれぐらいの人員が必要かということも算出できます。

こちらに関しても、どのような対策を打てばいいのか検討しはじめており、事例として、現状と、管路の50%で液状化対策し、管路50%を耐震効果が強い管に更新した場合と、さらに管路の100%で液状化対策し、管路50%を耐震効果が強い管に更新した場合を比べてみました(図表17)。いずれも平均的な対策ではあまり効果がなく、下水道の場合には、より液状化の発生地点や地震動が大きい地点を狙って対策を打っていかねば駄目ということが分かりました。さらに、

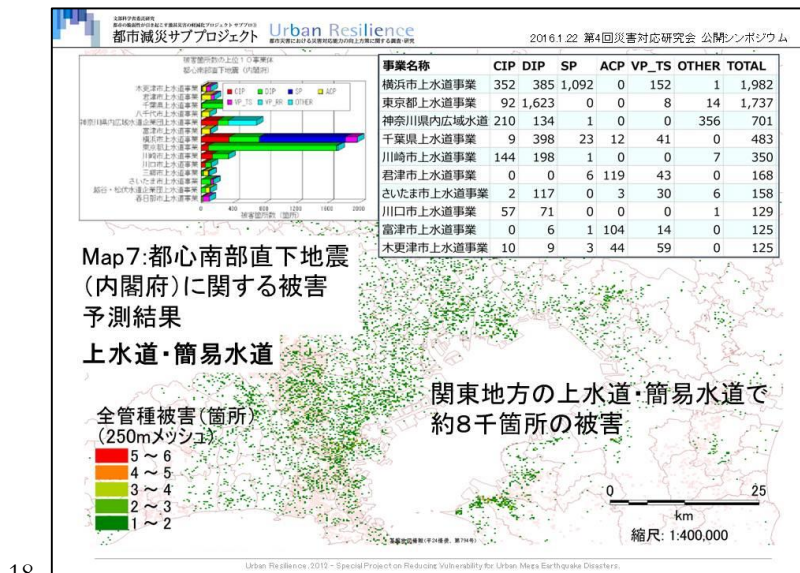


下水道では、下水が流れないという機能に着目し、重要な個所を集中的に対策していかないと、あまり効果が上がらないことも分かってきました。

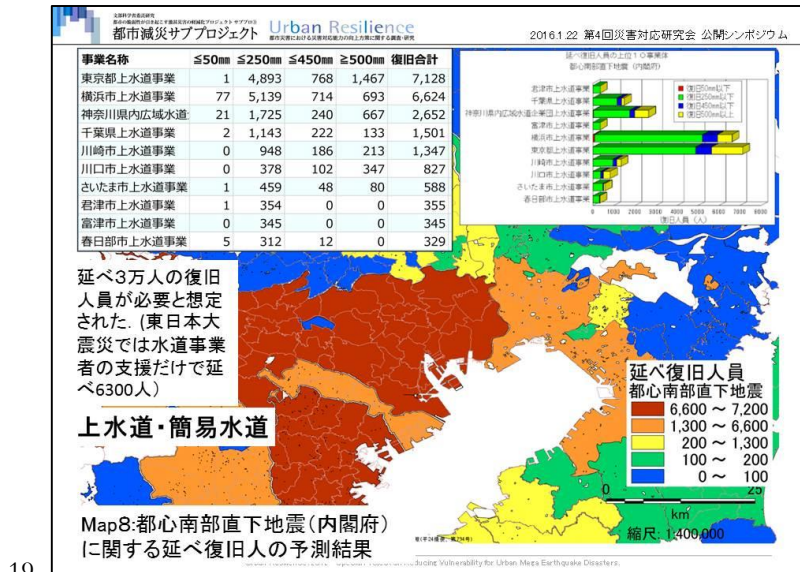
都心南部直下地震についても、南海トラフ巨大地震と同様の分析を行っています（図表18）。数字のみ簡単にご説明しますが、関東地方の上水道・簡易水道で約 8000 カ所の被害という予測結果になります。こちらが 250m メッシュごとの被害分布で、横浜が最大の被害、東京都がそれに続く被害となることが予測されています。

図表19は、被害量とこれまでの復旧歩掛の関係から算出した、必要となる復旧人員を水道事業者ごとに色分けして示したものです。青色から赤色になるに従って、必要となる復旧人員が多くなるのが分かります。関東を見ると、やはり東京都と横浜はかなり多くの復旧人員が必要になります。

都心南部直下地震における上水道対策の検討を若干しています。南海トラフ巨大地震の場合、関西方面では地震や液状化に弱い塩化ビニール管（VPTS）の被害が中心でしたが、首都圏では予算を多少確保できるのか、比較的高価なダクタイル鋳鉄管（DIP）の割合が



18

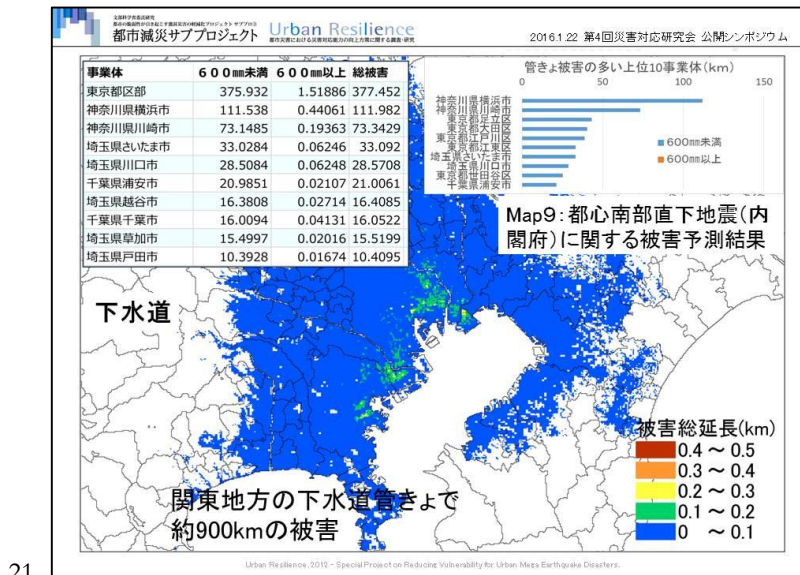
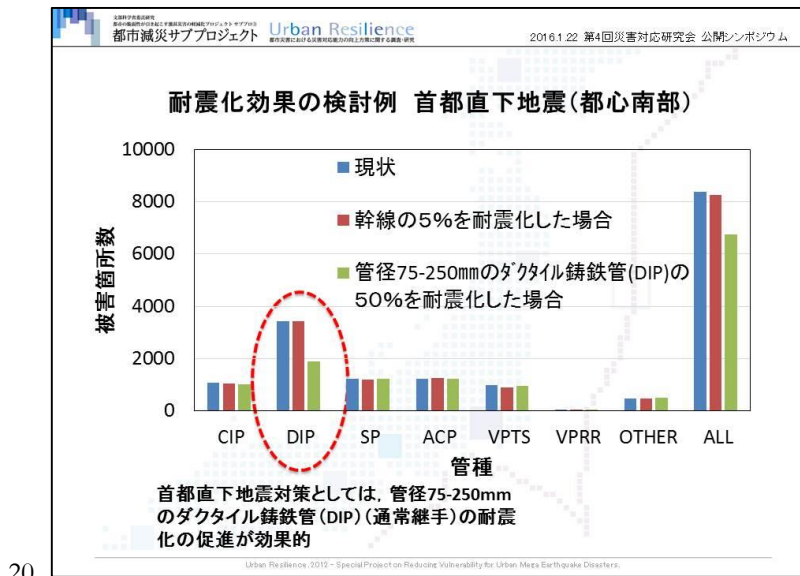


19



大きくなっています。管種を問わず幹線を5%耐震化した場合、耐震性を有しないダクタイトル鉄管の50%を、耐震性を有するダクタイトル鉄管に変えた場合の被害がどうかを見ました(図表20)。この場合、効果は如実で、耐震性の低い管を耐震性を有するものに置き換えるだけでかなり被害が減少でき、復旧期間も短縮できると感じています。

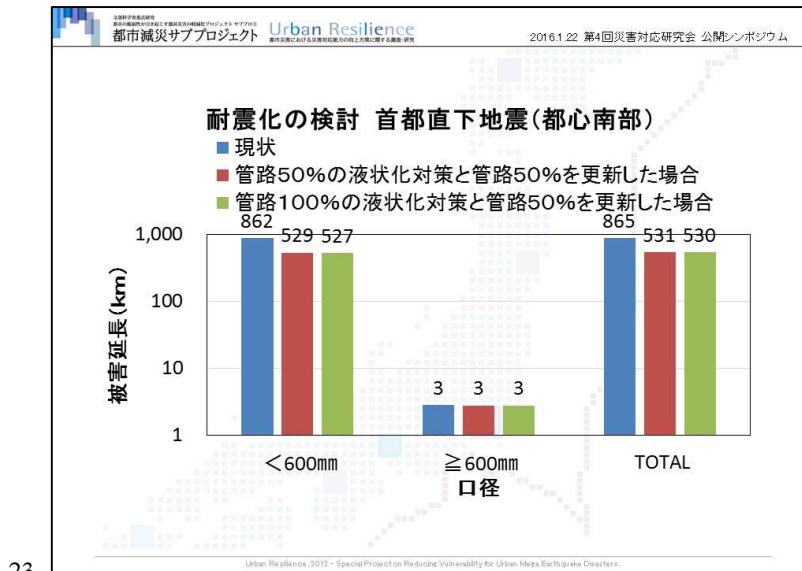
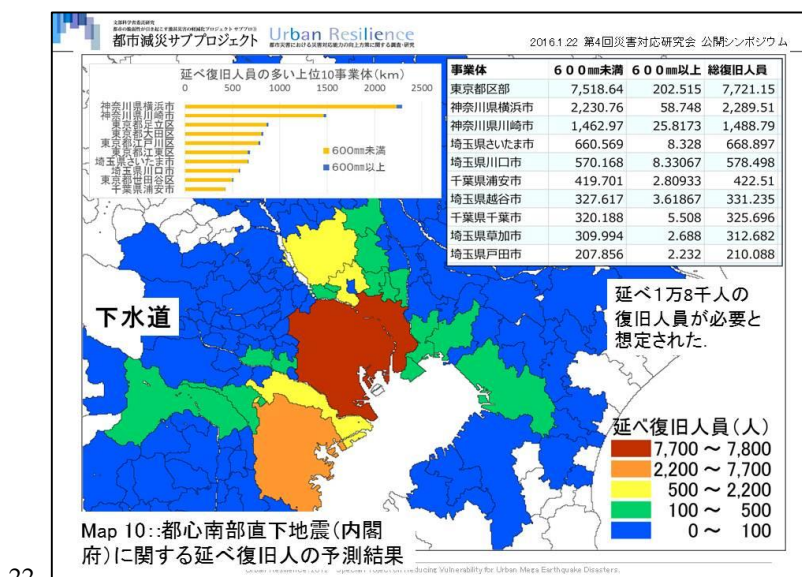
図表21は、都心南部直下地震に対する下水道管きよの被害予測です。約900kmの被害を予想しており、メッシュごとの被害の分布を表したものです。横浜、川崎の沿岸部、江東デルタ辺りを中心に被害が多く出ている状況が分かります。下水道の事業者は東京の場合、区部とそれ以外とで分かれていますので、事業ごとに必要となる延べ復旧人員を、被害と復旧歩掛の関係を使い算出しています。やはり東京都の区部で最大の復旧要員を要するとい



う結果になっています。詳細は図表22のとおりです。こちらに関しても、耐震化の効果を検討しようとしています（図表23）。南海トラフ巨大地震と同様で、下水道の場合は被害が想定されそうな特定の管を対象にするとともに、また流下機能を確保するという観点で、対策する部位を絞っていかなければ、上水道ほど大きな効果は出ないことがわかってきました。

### 5. 水道拠点施設の被害分析

今まで、管路を中心にして被害・復旧・影響を見てきましたが、拠点についても今年度、



来年度で仕上げたいと思っており、かなり急ピッチで分析を進めています(図表24)。今日は水道の拠点の一例をご紹介します。図表25は、東日本大震災で被害を受けた水道拠点施設の数を示したものです。取水場や浄水場、配水池といった拠点にある水道関連施設の数を青色、地震で被害を受けた事業体の数を赤色、津波で被害を受けた事業体の数を緑色で示しています。岩手、宮城は津波の被害はありますが、他の東北の県は地震・液状化・地盤変状による被害が主です。

そもそもどこに拠点施設があるのか調べるのが非常に大変でしたが、たまたま厚生労働省が災害査定の結果を公表したので、それを基にそれぞれの拠点施設の場所を調べ、どう

24

Urban Resilience 2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

## 水道拠点施設の被害分析の取り組み

- 厚生労働省健康局水道課「東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書」(平成25年3月)の基となっている災害査定データベース(平成27年9月30日付)を使用した。
- 上水道事業体の通常査定の結果を対象としたものであり、特別査定データは含まれていない。
- 事業体名、拠点名称、事業体における最大震度に加え、施設区分、施設種別、被害種別、被害要因などのデータが記載されている。
- 以下の分析では、施設区分、施設種別に絞った分析結果を示した。

上水道拠点施設の災害査定データベースに含まれる主要項目とその分類

施設区分	施設種別	被害種別	被害要因
水源施設	土木構築物	構造損傷	地震動
取水施設	建築構築物	目地・ジョイント	液状化
浄水施設(沈殿池)	設備	ひび割れ・亀裂	地盤陥没
浄水施設(ろ過池)	場内管路	破断(直管部)	津波
浄水施設(その他)	造成・外構	破断(異形管部)	
浄水施設(浄水処理)	その他	緩手	
送配水施設(配水池)		バルブ部	
送配水施設(ポンプ)		水没	
管路		液状化	
その他		陥没	
		故障	
		その他(土木・建築)	
		その他(設備)	
		その他(ドレン等)(管路)	
		家確認	
		不明	

- 以下の分析では、施設区分、施設種別に絞った分析結果を示した。

25

Urban Resilience 2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

## 水道拠点施設被害が発生した事業体

都道府県	事業体数	地震動・液状化・地盤変状による被災事業体	津波による被災事業体
岩手県	34	21	13
宮城県	34	21	13
福島県	42	18	24
茨城県	44	22	22
栃木県	24	8	16
千葉県	29	4	25
新潟県	3	1	2
長野県	7	1	6

- 東日本219水道事業体のうち81事業体(37%)で地震動・液状化・地盤陥没による被害が発生した。
- 岩手県・宮城県の69水道事業体のうち17事業体(25%)で津波被害が発生した。

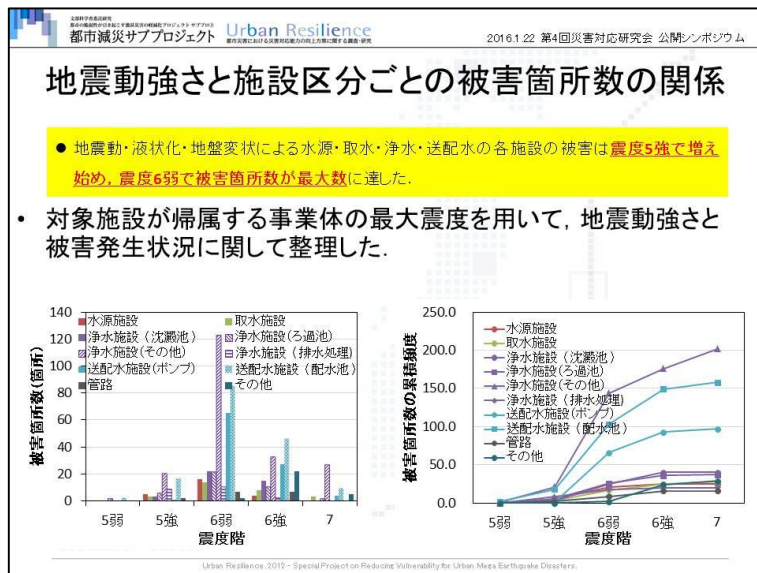


いった地震動で被害を受けたのか少しずつ分かるようになりました(図表26)。具体的には、左側のグラフは横軸に震度階を取り、縦軸に拠点施設ごとの被害を受けた箇所数を取っています。右側のグラフは横軸に震度階を取り、縦軸に発生する累積頻度を取っています。このようなデータも入手でき、分析に着手しているので、拠点施設についても管路施設と同様に、被害と影響の評価ができるのではないかと考えています。

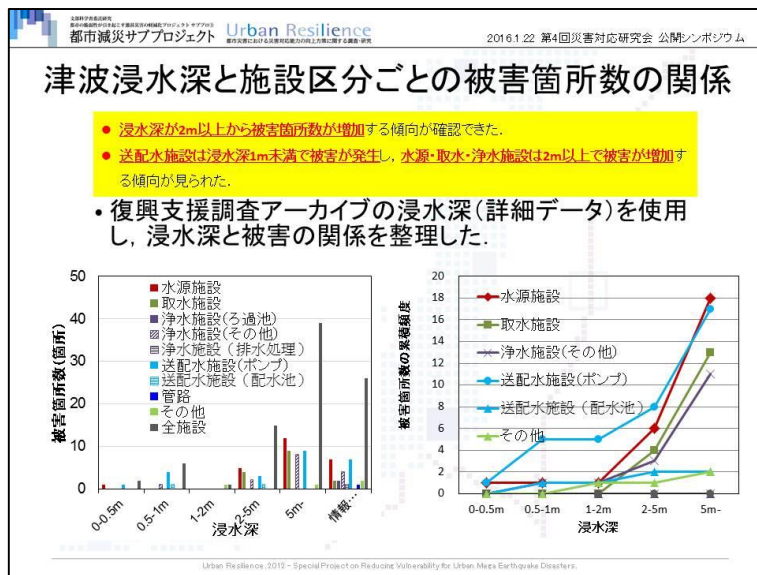
津波についても同様に、厚労省の災害査定データを基に、水道の拠点施設ごと、津波の浸水深ごとの被害箇所数分かるようになってきました。図表27が水道拠点施設区分ごとの頻度分布と累積頻度分布です。このような分析をして分かったのは、地震動とは明らかに被害の起こり方が違うということです。建物などでも2mを超えると大破している場合が多いということに類似して、2mの浸水深を受けた水道拠点施設ほど被害が急増していることも定量的に分かってきました。こうしたものを使ってシミュレーションすることを考えています。

マッシュアップのため、近年、技術的進歩の著しいWeb-GIS上で今までご説明したもの

26



27



を表示すると、町丁字界ごとの被害箇所数、人口数が丸で表されます。丸の大きさが大きいほど被害が大きく、色が濃いほど利用者が多い町丁目を示しています。メッシュの塗りつぶしでもいいのですが、いろいろな情報とマッシュアップしていく際には、こうした町丁字界のポイントデータもよく特性を表します。人口と被害だけでなく、他にもいろいろな情報を重ね合わせることで、個人や企業の対策などに活用できればと思っています。新しい Web-GIS の仕組みだと、特にデータを作らなくても、最初から 60 歳以上の人口の背景データを利用可能です。それを使えば、60 歳以上の人口が多く、水道の管路施設の被害も大きい地域が分かります。背景にあるいろいろな情報と被害や復旧の情報をうまく重ね合わせて、対策等に活用する方向を考えています。

## 6. 各グループメンバーの取り組み

私が担当しているのは管路施設のメッシュ評価と拠点施設のポイント評価でしたが、岐阜大の能島先生は市町村単位で評価することで、より広範囲の状況認識の統一や情報共有のためのデータを作成しています(図表28)。具体的には、震度情報に基づいて供給系ライフライン(電気・水道・都市ガス)の機能的被害と復旧過程を予測する二段階モデルを提案してきました。これは随分前から能島先生が取り組まれている方法です。これを東日本大震災に適用してモデルの検証を行い、これを基に、全国を対象として、市区町村単位の評価を行う簡易システムを開発しました。これを内閣府想定南海トラフ巨大地震に適用して、いろいろな結果を報告しています。今日お示しするのは、市区町村別の平均震度、

Urban Resilience  
都市減災サブプロジェクト

Urban Resilience  
都市大震災における災害対応能力向上に向けた調査・研究

2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

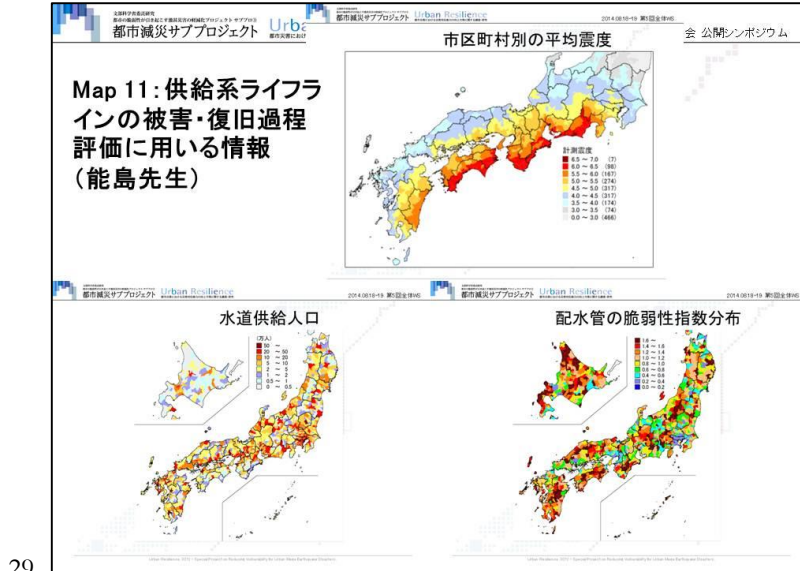
### 供給系ライフラインの被害・復旧過程評価 —市町村別評価— (岐阜大 能島先生)

- 概要
  - 震度情報に基づいて供給系ライフライン(電気・水道・都市ガス)の機能的被害と復旧過程を予測する二段階評価モデルを提案してきました。
  - 東日本大震災に適用して検証を行って良好な結果を確認しています。
  - これをもとに日本全国を網羅的に対象として、市区町村別評価を行う簡易評価システムを開発しました。
- 内閣府想定南海トラフ巨大地震(基本ケース)の震度分布を用いた適用例
  - 市区町村別に集計された「震度分布」「人口データ」「施設データ」を重ね合わせ、二段階予測モデルを適用して、ライフライン被害・復旧過程を推計します。(Map 11)

Urban Resilience 2015 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban Mass Earthquake Disasters

28

水道供給人口、配水管の脆弱性指数分布のマップです（図表29）。これを基にして、機能支障戸数が時間経過とともにどのように減っていくのかを全国単位、都道府県単位、市町村単位で調べたり、マップで復旧過程を示したりすることができます（図表30、31）。メッシ

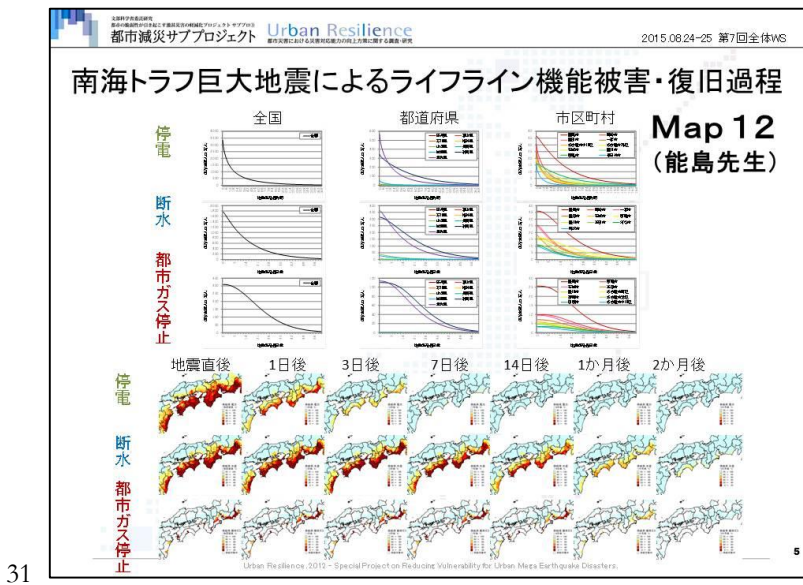


- 30
- 供給系ライフラインの被害・復旧過程の簡易評価システムから得られる情報
    - 市区町村単位の「供給停止人口の解消過程」や、「供給率の復旧過程」が示されます。
    - 全国・ブロック・都道府県単位でまとめて表示すると地理的広がりにおけるインパクトの強さを知ることができます。
    - 供給支障の解消過程を見ることができます。断水为例に取り、断水人口の解消過程と任意時間断面における断水の時空間的復旧過程のマップを示します。(Map 12)。



評価より、迅速に広域の状況認識を統一するのに有効な手法だと認識しています。

次に、インフラ施設の被害と復旧評価ということで、道路の重要な施設である橋梁を対象として地震・津波の複合災害による影響を、筑波大学の庄司先生が検討されています。道路橋梁は災害直後の救助・救援・復旧活動に大きな影響を与えるため、地震動と津波の複合作用を受けた場合の道路橋梁の背面盛土の流出被害に関する分析手法について検討しています(図表32)。具体的には、東日本大震災における橋梁の被害状況、津波浸水深、地震動の情報をかなり詳細に整理して、津波浸水深と背面盛土流出面積と被害の関係を検討し



32

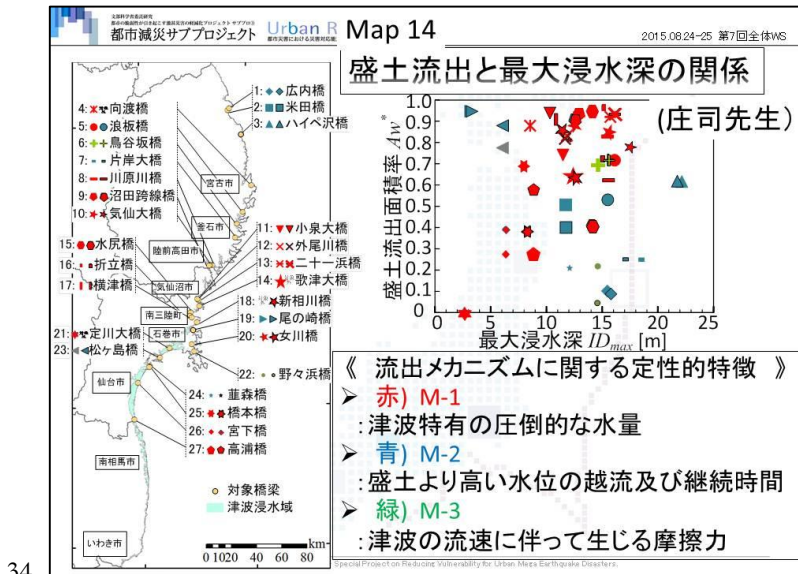
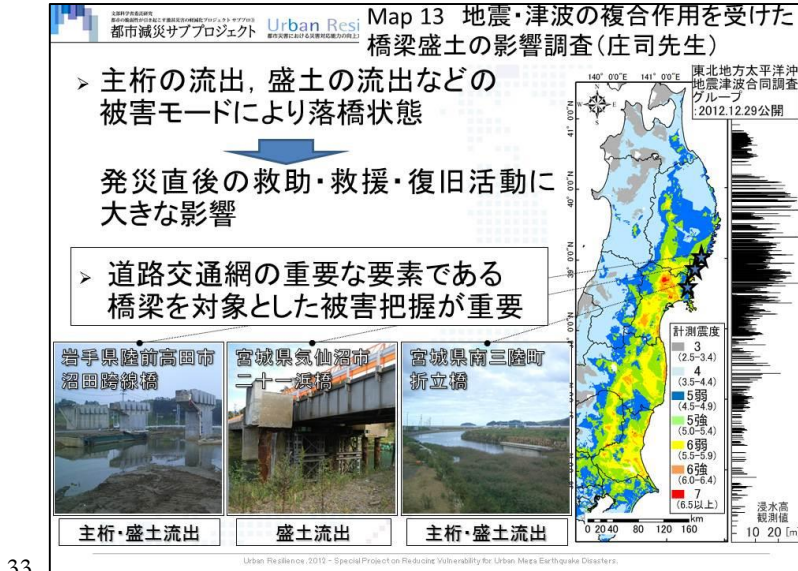
インフラ(道路)の被害・復旧評価  
 一道路橋梁の地震・津波複合災害一(筑波大学 庄司先生)

- 発災直後の救助・救援・復旧活動に大きな影響を与える道路橋梁を対象に、強震動と津波の複合作用を受けた道路橋梁盛土の流出被害に関する分析方法を検討しています。(Map 13)
- 盛土流出と最大浸水深の関係などの検討を行い、南海トラフ巨大地震などの巨大プレート間地震に対する被害推計への適用を進めています。(Map 14)

Urban Resilience, 2015 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban Mega Earthquake Disasters.

しており、これから被害予測のモデルを作ろうとしています（図表33、34）。

もう一つの道路の取り組みは千葉大の丸山先生が行っているものです。復旧時の高速道路の役割は大きいと、近年の地震後の高速道路の通行規制状況を整理・分析することにより、通行規制からの復旧時間、裏返せば停止期間を評価する方法について検討されてい



ます (図表35)。具体的には、東日本大震災を含めた近年の地震に関して、いろいろな路線の復旧日数を整理して、それを数理モデルに当てはめて、地震動の揺れから大まかな開通時間を予測できる手法を構築しています (図表36)。図表37は、それを南海トラフ巨大地震

35

都市減災サブプロジェクト Urban Resilience
2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

## インフラ(道路)の被害・復旧評価 —高速道路の復旧予測—(千葉大学 丸山先生)

- 被災者の情報ニーズを踏まえたライフラインの被害・復旧情報の提供を目指し、近年の地震後の高速道路の通行規制状況を整理を収集・分析しました。
- 新潟県中越地震以降の近年の被害地震の際の高速道路の通行規制状況をもとに、復旧時間(開通までに要する時間)を予測する数理モデルを構築しました。(Map 15)
- 南海トラフ巨大地震への適用を進めています。(Map 16)

Urban Resilience, 2019 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban Mega Earthquake Disasters.

36

都市減災サブプロジェクト Urban Resilience
2015.08.24-25 第7回全体WS

## Map 15 高速道路の復旧時間の予測

震度分布と高速道路網  
(東北地方太平洋沖地震) (丸山先生)

$$p = \frac{1}{1 + \exp\{-(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_mx_m + b_nx_n)\}}$$

$p = 0.5$ のときの $x_i$ を復旧時間とする。

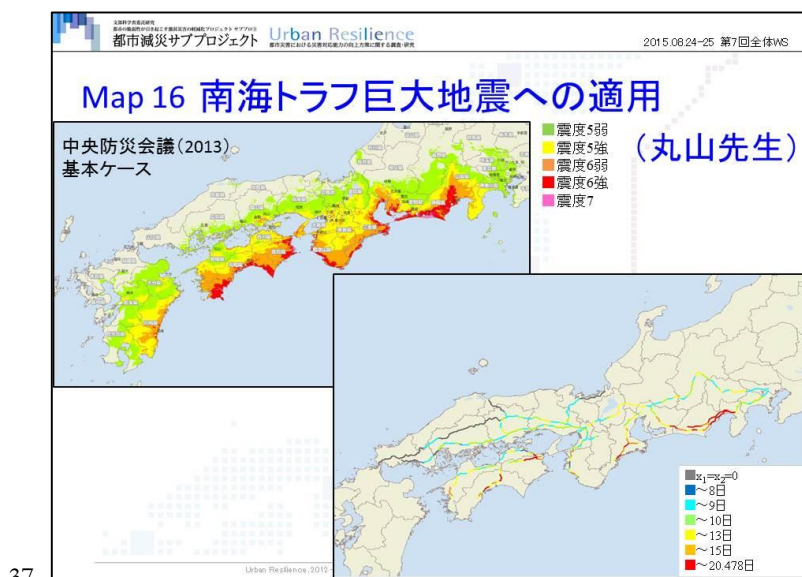
2019 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban Mega Earthquake Disasters.



に適用し、高速道路の復旧がどのようになるか示したものです。赤い路線ほど復旧に時間を要します。

## 7. まとめ

ライフライン・インフラ施設の被害と復旧情報の共有のために、ジオポータルへの成果の展開や情報共有を進めています（図表38）。一方で、MMS との連携も始めています。近年、利用可能となった流動人口データとライフライン施設の被害・復旧データのマッシュアップは、どう活用できるか、いろいろな方に具体例を見ていただいて、意見を頂いて、



38

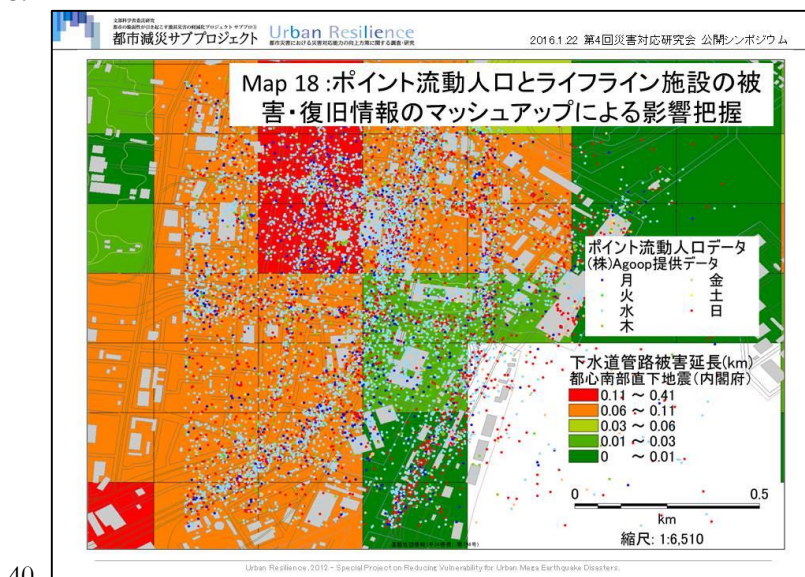
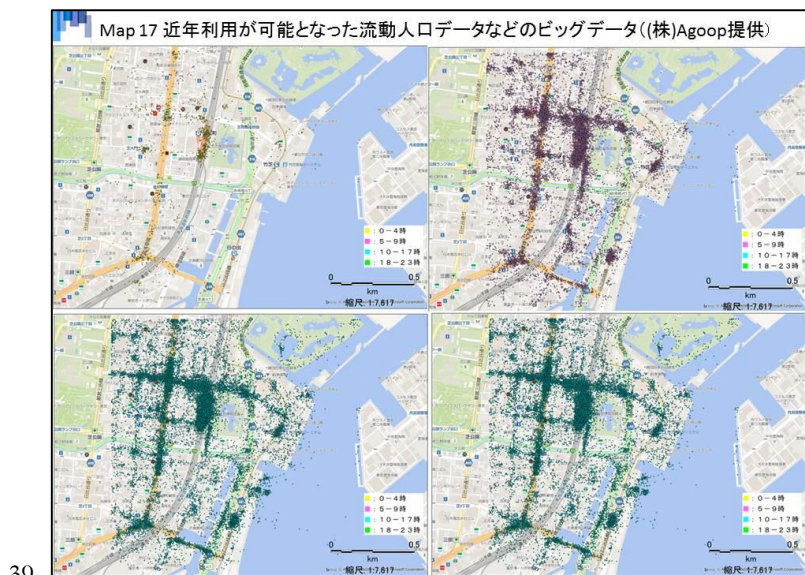
Urban Resilience  
都市減災サブプロジェクト  
2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム

### ライフライン施設の被害・復旧情報の共有

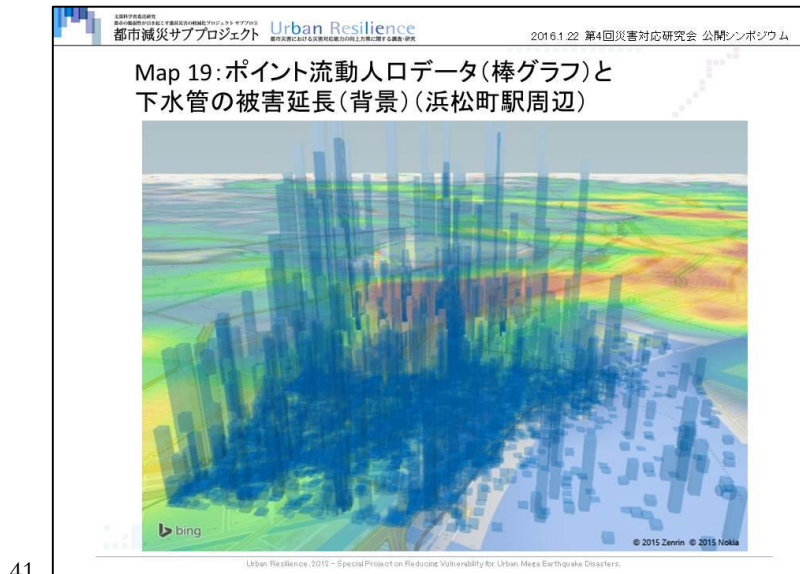
- ジオポータルへの成果展開・情報共有
- MMSへの成果展開・情報共有
  - 近年、利用が可能となった流動人口データなどのビッグデータ(Map 17)とライフライン施設の被害・復旧データのマッシュアップによる、ライフライン機能支障対策検討への活用を検討しています。
  - ポイント人口流動データと下水管の被害延長のマッシュアップ結果を示しました。(Map 18, 19)

Urban Resilience, 2015 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban Mega Earthquake Disasters

考えていくこととなります。例えば図表39は、Agoop の協力を得て作成したもので、スマホの位置情報から取得した浜松町周辺のポイント流動人口データを示しています。例えば、時間ごとの人口分布と下水道施設の被害状況を重ね合わせて、国勢調査データでは読み取ることができない、どこにどれぐらいの人がいるという情報を基に、ビルや地域でどれぐらいの仮設トイレを用意しておく必要があるか検討するために使えないかと考えています(図表40、41)。



最終年度に向けて、失見当期の短縮のための情報提供については、今行っている復旧見込みの情報の提供をさらに進めていきます(図表42)。状況認識の統一のための情報提供については、広域の被害・復旧情報の提供をより進めていきます。Web-GISによる情報提供については、ジオポータルをさらに活用していくことを考えています。マッシュアップを可能にする情報提供については、ジオポータルを用いたマッシュアップ事例とビッグデータ活用によるMMSの発信事例を今後作成していきたいと考えています。



42

## 最終年度に向けて

- 総合的レジリエンスの向上
  - 失見当期の短縮のための情報提供  
⇒ **インフラ・ライフラインの復旧見込み情報の提供**
  - 状況認識の統一のための情報提供  
⇒ **広域の被害・復旧情報の提供**
  - Web-GISによる情報提供  
⇒ **ジオポータルの活用推進**
  - マッシュアップを可能にする情報提供  
⇒ **ジオポータルを用いたマッシュアップ事例, ビッグデータの活用によるMMSの発信事例作成**

Urban Resilience 2015 - Special Project on Reducing Vulnerability for Urban, Mega Earthquake Disasters.

都市減災サブプロジェクト Urban Resilience 2016.1.22 第4回災害対応研究会 公開シンポジウム



