

平成 14 年度 仙台市地震被害想定調査報告書  
( 概 要 )

平成 14 年 11 月

仙 台 市

## 目次

	頁
仙台市防災会議地震対策専門部会	2
はじめに	3
. 調査のあらまし	4
1. 地盤条件	5
2. 想定地震	7
3. 想定内容	10
3-1. 地震に伴う自然現象の予測	10
3-2. 物的・人的被害の予測	11
. 想定地震による強震動予測と液状化危険度の判定	12
1. 震度	12
2. 液状化危険度	13
. 地震被害の予測	16
1. 建築物の被害	16
2. ブロック塀等の被害	24
3. 出火・延焼の被害	26
4. 人的被害	29
4-1. 死者	29
4-2. 負傷者	29
4-3. 重傷者	31
4-4. 長期避難者	31
5. ライフライン施設の被害	32
5-1. 上水道	32
5-2. 下水道	36
5-3. 都市ガス	41
5-4. 電力	46
5-5. 電話	48
. 津波の予測	49
. 被害のまとめ	51
1. 被害予測のまとめ	51
2. 今後の課題	54
おわりに	58
付録 用語の解説	60

## 仙台市防災会議地震対策専門部会

### 専門委員である委員

(順不同・敬称略)

部会長	柴田 明德	東北文化学園大学科学技術学部教授
部会長代理	長谷川 昭	東北大学大学院理学研究科地震噴火予知研究観測センター教授
代表幹事	源 栄 正 人	東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター教授
幹事	風 間 基 樹	東北大学大学院工学研究科教授
幹事	前 田 憲 二	仙台管区気象台技術部地震情報官
委員	橋 本 徹 夫	同上 (平成14年4月17日から前田委員と交代)
	大 竹 政 和	東北大学大学院理学研究科教授
	大 槻 憲 四 郎	東北大学大学院理学研究科教授
	神 山 眞	東北工業大学工学部教授
	岸 野 祐 次	東北大学大学院工学研究科教授
	今 村 文 彦	東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター教授
	佐 賀 武 司	東北工業大学工学部教授
	白 土 実	東北地方整備局企画部防災対策官
	皆 川 壽	東日本電信電話株式会社宮城支店設備部災害対策室担当課長
	渥 美 聡	東北電力株式会社宮城支店副支店長電力流通本部長
	佐久間 忠 男	同上 (平成14年5月30日から渥美委員と交代)

### 防災会議委員である委員

(順不同・敬称略)

委員	谷 澤 晋	仙台市都市整備局長
	酒 井 憲 司	仙台市下水道局長
	瀬 川 安 弘	仙台市水道事業管理者
	名 川 良 隆	仙台市ガス事業管理者

## はじめに

1978年6月12日の宮城県沖地震は、仙台市を中心とする広域な地域に大きな被害を与えました。しかし、この海洋型地震は、政府の地震調査研究推進本部が陸寄りの海域を震源域として平均活動間隔37年で繰り返し発生すると評価している「宮城県沖地震」の一つに過ぎません。平成12年11月、同本部が「宮城県沖地震の長期評価」において、次の宮城県沖地震が発生する確率を公表しました。それによると、今後20年以内に80%、今後30年以内に90%を超す極めて高い発生確率となっています。これを受けて、平成13年7月には、同本部調査観測計画部会から宮城県沖地震に対する地震観測の強化方針が発表されるなど、宮城県沖地震の発生の切迫性が指摘されています。事前の防災対策が急務となってきております。

また、1995年1月17日の兵庫県南部地震は、神戸市を中心として極めて甚大な被害（阪神・淡路大震災）を引き起こし、大都市における直下型地震に対する対策の問題点が浮き彫りにされました。仙台市に影響を及ぼす可能性のある活断層としては、長町 - 利府断層があります。平成14年2月13日、政府の地震調査研究推進本部は「長町 - 利府線断層帯の評価」を公表しています。平均的な活動間隔は、3千年程度以上であるとしながらも、今後30年以内の発生確率は、1%未満という数値を公表しました。しかし、兵庫県南部地震を起こした野島断層の発生確率は、地震発生直前の時点での今後30年以内の発生確率で0.4~8%程度であり、それほど大きな確率ではありませんが、実際には大地震を引き越しています。

さらに、前回調査(平成7年度仙台市防災都市づくり基本計画策定基礎調査、および平成8年度仙台市防災都市づくり基本計画策定調査)から5年以上が経過し、この間、人口の増加、建築物やライフライン等の社会条件が変化したことに加えて、地震の震源機構や地盤に関する調査結果、地震動予測や地震防災に関する数多くの研究成果が蓄積されてきています。

そこで、本調査は、単に時点修正によるデータの見直しだけでなく、地震・地盤に関する最新の調査結果と地震学や地震工学の最新の知見に基づいた地震被害想定の見直しを実施することを主眼とし、本市における地震防災対策を見直すための基礎資料を得ることを目的として実施したものです。

・ 調査のあらまし

地震による被害は、地震動の大きさはもちろんのこと、人口や建築物の状況や風速などの条件により左右されます。これらのうち、地震動の大きさは、想定する地震の性質と地盤条件によって決まり、他の条件は地震が発生する時刻や季節によって変化します。従って、地震被害を想定する場合には、これらの基礎的な条件を明らかにしておくことが重要です。

本調査では、直下型地震1つ、海洋型地震2つの計3つの想定地震を考えています。また、火災の被害については、「夏の昼間」と「冬の夕方」の2つのケースを設定しました。表-1に今回の被害想定における基礎的な条件を示します。

表 -1 被害想定的基础的な条件

項目	設定内容	備考
想定地震	長町・利府断層による地震(M7.5) 宮城県沖地震・単独モデル(M7.5) 宮城県沖地震・連動モデル(M8.0)	-2 参照
地域の区分	250m メッシュ, 区, 地区	注1) 参照
地盤条件	162 種類の地盤タイプによる分類	-1 参照
建築物	課税建物(平成13年1月1日現在), および非課税建物	注2) 参照
人口	住民基本台帳(平成13年10月1日現在), および国勢調査(平成12年10月1日)	注3) 参照
季節・時刻・風	「夏・昼(12:00)・風速4.5m/s」, 「冬・夕方(18:00)・風速6.0m/s」	注4) 参照

注1) 地域の区分

メッシュについては、国土地理院による1/25,000の地形図を緯線方向および経線方向に10等分してできる基準地域メッシュ(東西南北1km×1km)を緯線方向および経線方向に更に4等分してできる東西南北約250m×250mの1/4地域メッシュを単位としています。

地区については、地形、行政の管轄範囲、土地利用等の特徴から、町丁目をまとめて市域を新たに13の地区に区分しました。

注2) 建築物

課税建物に関するデータは、固定資産概要調書の基礎データを利用し、町丁目・字単位で集計しました。その際、住家でない車庫のような建物でも独立した建物であれば1棟として扱い、マンションのような区分所有の建物については、全体で1棟として扱いました。

非課税建物に関するデータは、仙台市有建物として建物総括台帳と仙台市営住宅データを利用し、仙台市有以外の建物として防火対象物(建物)データを利用し、各々町丁目・字単位で集計しました。課税建物と非課税建物を統合した町丁目・字単位での集計結果は、建物密度を考慮した上で、250mメッシュに配分しました。

注3) 人口

人口に関するデータは、仙台市の住民基本台帳(平成13年10月1日現在)の値を用い、昼夜間人口比は平成12年の国勢調査による各区の値を用いました。

注4) 季節・時刻・風

本調査で設定した2つのケースは、火災による被害が少ないと思われる条件と被害が大きいと思われる条件の両極端の条件設定を考えたものです。風速については、仙台市統計書の月別気象平年値に基づき、夏季3.0m/s、冬季4.0m/sに対して1.5倍の安全率を考慮し、夏の場合で4.5m/s、冬の場合で6.0m/sと設定しました。

## 1. 地盤条件

地震波は震源断層で発生し、地盤を媒体として伝播して地表に到達します。従って、地震動を予測するためには、地震動の強さや性質に影響する地盤の性質を正確に把握しておく必要があります。

地盤の性質を明らかにするために、まず地質や地形に関する資料や地盤の物性に関する資料に基づいて仙台市域における地盤状況を把握し、さらにその結果から地震動の予測に用いるための地盤モデルを設定しました。なお、本調査では地震動への影響が大きく、一般的にもよくモデル化されているごく表層の地盤（第四紀）だけでなく、地震基盤から地表までの地盤（先第三紀～新第三紀～第四紀）を対象としました。このような深い地盤の構造は、反射法探査や常時微動観測、重力異常測定などによる最新の研究成果により次第に解明されてきています。地震の時の地域の揺れを精度よく予測するためには、深い地盤構造を明らかにする必要があります。

仙台市の地形は、市域の北端から西端にかけては、東北の脊梁と言われる奥羽山脈が走り、市域の最高地点を一角にもつ船形山（標高 1,500m）をはじめ、標高 1,000m 級の山並が連なっています。その東には広い丘陵地が続き、その間を七北田川、広瀬川、名取川が東流して太平洋に注ぎ、これら 3 河川の堆積によって形成された平野が丘陵地の東側に広がっています。中流域には河岸台地や段丘が発達し、これらと丘陵地の一部は主として市街地、西部の山地と丘陵地は山林、東部の低地は主に農耕地となっています。

仙台市域の表層地質構造は、長町 - 利府断層を境界としてかなり異なっており、北西側は洪積台地、南東側は沖積平野となっていますが、住宅地の拡大により、丘陵地で人工改変が進んでいると同時に、沖積平野の軟弱地盤域にも住宅地が広がりつつあります。沖積平野部における表層地質の深さは最大で 80m 程度となっています。

本調査では、図 -1-1 に示す表層地質分類に基づいた浅部地盤モデルと深部地盤モデルの組み合わせにより、地震基盤から地表までの地盤モデルを 250m メッシュごとに 162 種類に区分しました。

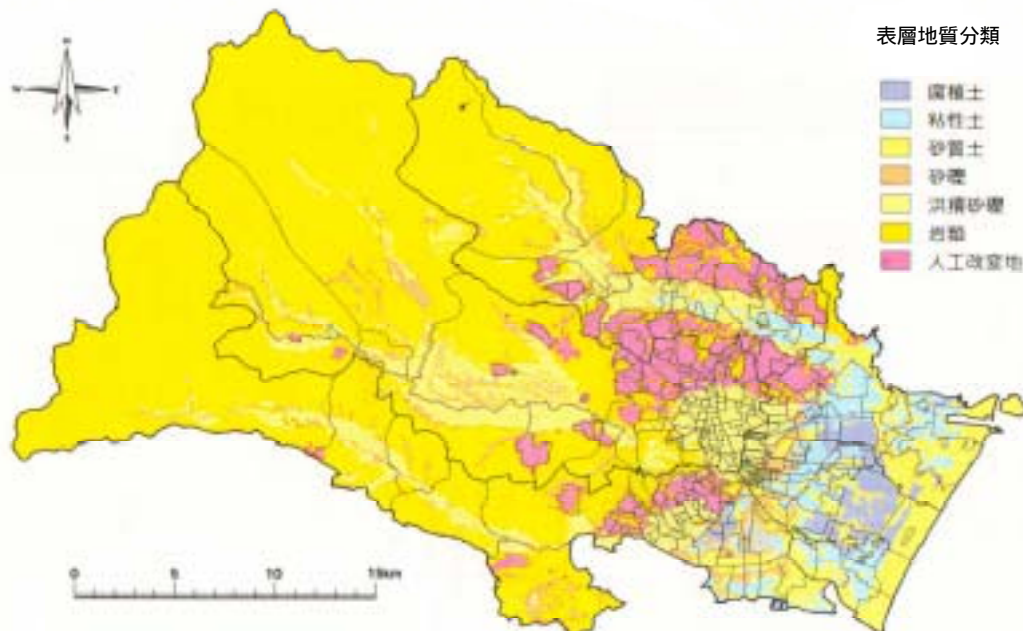


図 -1-1 表層地質分類

浅部地盤については、前回調査と同じ地盤モデルを用いていますが、深部地盤については、重力異常データを基本に最近の深部地盤調査結果を組み合わせ、新たな3層構造モデルを作成しました。図 -1-2には、地震基盤を立体的に表した深度図を示しました。これによると、地震基盤の深さは、熊ヶ根付近において最も深くなっており、その深さは約 1500m と推定しています。山形県境、および太平洋沿岸に向かって地震基盤の深さは徐々に浅くなり、最も浅い地域における深さは 400m 程度と推定しています。

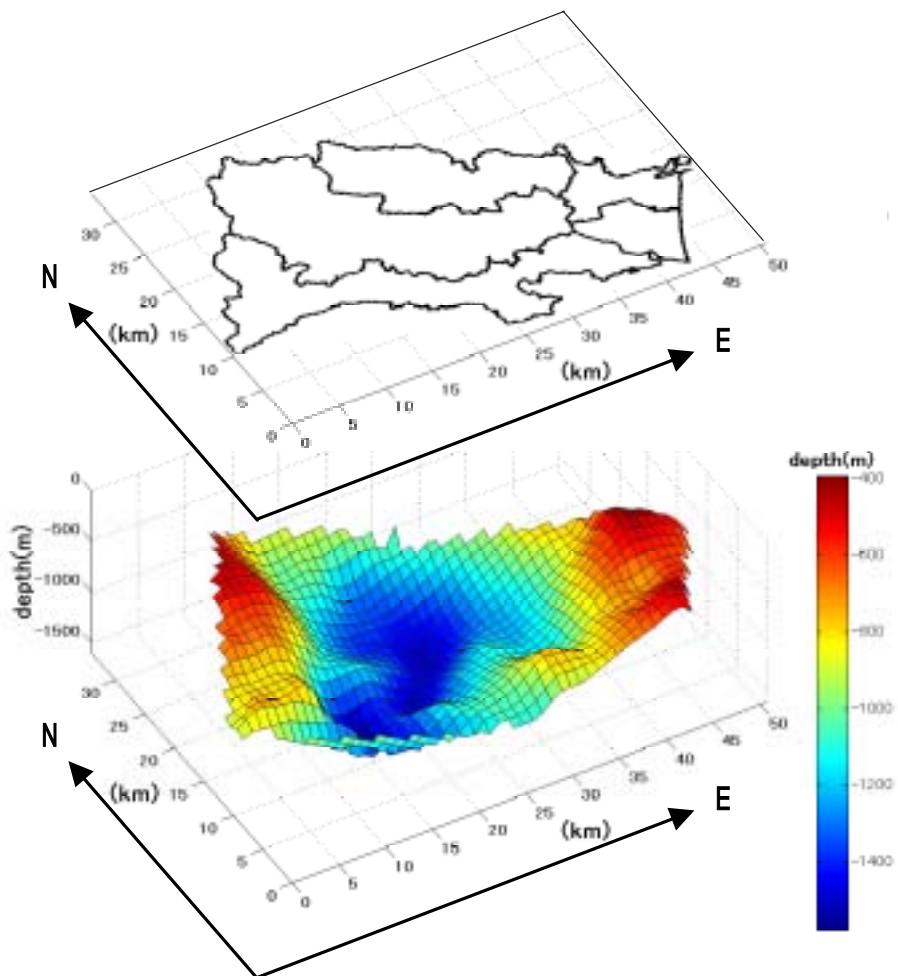


図 -1-2 地震基盤を立体的に表した深度図

## 2. 想定地震

前回調査(平成7年度仙台市防災都市づくり基本計画策定基礎調査 および平成8年度仙台市防災都市づくり基本計画策定調査)では、以下の想定地震を設定しました。

長町 - 利府断層による地震(M7.2)

金華山沖の地震(M7.5)

福島県沖の地震(M7.7)

宮城県沖合の地震(津波震源)

本調査において対象とする想定地震については、仙台市域に大きな被害をもたらす可能性のある活断層に起因する「直下型地震」、およびプレート境界に発生する「海洋型地震」として以下の想定地震を設定しました。

長町 - 利府断層による地震(M7.5)

宮城県沖地震・単独モデル(M7.5)

宮城県沖地震・連動モデル(M8.0)

各想定地震の断層パラメーター一覧を表 -2-1~表 -2-3 に示します。

表 -2-1 断層パラメーター一覧(長町 - 利府断層による地震)

マグニチュード* <sup>1</sup>		7.5
断層原点* <sup>1</sup>	緯度	38.366
	経度	142.042
	深さ(km)	1
断層長さ(km)* <sup>1</sup>		40
断層幅(km)* <sup>1</sup>		20
走向(degree)* <sup>1</sup>		223
傾斜(degree)* <sup>1</sup>		40
S波速度(km/sec)* <sup>1</sup>		3.0
破壊伝播速度(km/sec)* <sup>1</sup>		2.2
破壊開始点(degree)* <sup>1</sup>		下端中央
破壊形式(degree)* <sup>1</sup>		同心円状
断層面積(km <sup>2</sup> )* <sup>2</sup>	全体	800
	アスペリティ1	119
	アスペリティ2	52
	背景領域	628
地震モーメント(dyne-cm)* <sup>3</sup>	全体	$4.50 \times 10^{26}$
	アスペリティ1	$1.34 \times 10^{26}$
	アスペリティ2	$6.00 \times 10^{25}$
	背景領域	$2.56 \times 10^{26}$
平均すべり量(cm)* <sup>3</sup>	全体	160
	アスペリティ1	320
	アスペリティ2	320
	背景領域	116

1\* 平成7年度宮城県地震被害想定に基づいて設定。

2\* 全体面積は平成7年度宮城県地震被害想定に基づいた。アスペリティの面積はSomerville(1999)に基づいて設定。

3\* 平均すべり量は平成7年度宮城県地震被害想定に基づいた。アスペリティのすべり量はSomerville(1999)に基づいて、平均すべり量の2倍とし、断層面上のすべり量の平均が、160cmとなるように背景領域のすべり量を配分した。各領域の地震モーメントは、 $M_0 = \mu DS$  より上記のように配分される。



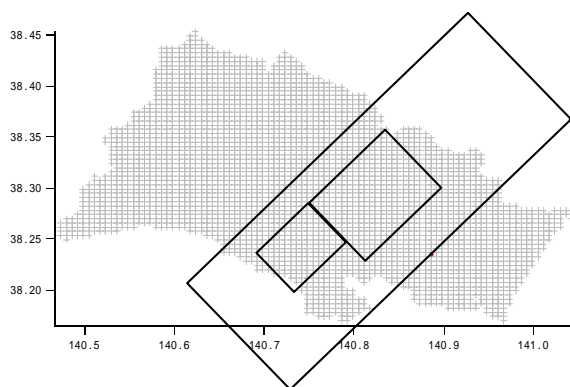


図 -2-1 長町 - 利府断層による地震の断層配置図

表 -2-2 断層パラメーター一覧 (宮城県沖地震・単独モデル)

マグニチュード <sup>*1</sup>		7.5
断層原点 <sup>*1</sup>	緯度	38.41
	経度	142.55
	深さ(km)	20(東端)
断層長さ(km) <sup>*1</sup>		40
断層幅(km) <sup>*1</sup>		80
走向(degree) <sup>*1</sup>		200
傾斜(degree) <sup>*1</sup>		20
S波速度(km/s) <sup>*2</sup>		3.5
破壊伝播速度(km/s) <sup>*2</sup>		3.2
破壊開始点 <sup>*1</sup>		北東隅
破壊形式 <sup>*1</sup>		同心円状
分割数 <sup>*1</sup>		8
断層面積(km) <sup>*3</sup>	全体	3200
	アスペリティ	700
	背景領域	2500
地震モーメント(dyne-cm) <sup>*4*5</sup>	全体	$3.1 \times 10^{27}$
	アスペリティ	$1.3 \times 10^{27}$
	背景領域	$1.8 \times 10^{27}$
平均すべり量(cm) <sup>*5</sup>	全体	200
	アスペリティ	400
	背景領域	144

1\* 地震調査研究推進本部の形状評価に基づいて設定。(ただし、破壊開始点については仙台市に影響の強い北東隅とした)

2\* Seno et al.(1980)より

3\* 宇津(2000)による断層面積とマグニチュードの関係式  $\log S = M - 4.0$  を用いてマグニチュードから断層面積を計算した。アスペリティの面積は、Somerville(1999)の内陸型地震の解析から求められた約20%とした。これにより、アスペリティの面積が決定され、同時に  $S_b = S - S_a$  より背景領域の面積が決定する。

4\* Seno et al.(1980) による1978年宮城県沖地震のモデルでは  $M_J = 7.4$ ,  $M_0 = 3.1 \times 10^{27}$  (dyne-cm)としているが、この地震モーメントから、武村式 ( $\log M_0 = 1.5M + 16.2$ ) よりマグニチュードを計算すると  $M = 7.52$  となる。単独モデルではこれを  $M = 7.5$  における地震モーメントとして採用した。

5\* 平均すべり量は  $D = M_0 / \mu S$  より計算。 $\mu$  の値については  $\mu = 5.0 \times 10^{11}$  (dyne-cm)を用いた。アスペリティの平均すべり量は全体平均の2倍とした。

表 -2-3 断層パラメータ一覧 (宮城県沖地震・連動モデル)

		連動	A1	A2	B
マグニチュード <sup>*1</sup>		7.9	7.5	7.4	7.8
断層原点 <sup>*1</sup>	緯度	-	38.41	38.24	38.9
	経度	-	142.55	142.45	143.42
	深さ(km)	-	20(東端)	20(東端)	10(東端)
断層長さ(km) <sup>*1</sup>		-	40	55	130
断層幅(km) <sup>*1</sup>		-	80	45	50
走向(degree) <sup>*1</sup>		-	200	200	205
傾斜(degree) <sup>*1</sup>		-	20	20	6.5
S波速度(km/s) <sup>*2</sup>		3.5	3.5	3.5	3.5
破壊伝播速度(km/s) <sup>*2</sup>		3.2	3.2	3.2	3.2
破壊開始点 <sup>*1</sup>		B南東隅	-	-	-
破壊形式 <sup>*1</sup>		同心円状	同心円状	同心円状	同心円状
分割数 <sup>*1</sup>		-	8	6	10
断層面積(km) <sup>*3</sup>	全体	11500	3200	2475	6500
	アスペリティ	-	700	412.5	1365
	背景領域	-	2500	2062.5	5135
地震モーメント(dyne-cm) <sup>*4</sup>	全体	$1.1 \times 10^{28}$	$3.1 \times 10^{27}$	$2.4 \times 10^{27}$	$6.4 \times 10^{27}$
	アスペリティ	-	$1.3 \times 10^{27}$	$0.8 \times 10^{27}$	$2.7 \times 10^{27}$
	背景領域	-	$1.8 \times 10^{27}$	$1.6 \times 10^{27}$	$3.7 \times 10^{27}$
平均すべり量(cm) <sup>*4</sup>	全体	200	200	200	200
	アスペリティ	-	400	400	400
	背景領域	-	144	159	146

1\* 地震調査研究推進本部の形状評価に基づいて設定。(ただし、破壊開始点はB領域の南東端に設定した)

2\* Seno et al.(1980)より

3\* A1については、単独モデルと同様である。A2, Bについては、A1と同様に宇津式( $\log S = M - 4.0$ )より断層面積を計算し、図のモデルを決定した(次頁参照)。これより、連動モデルの面積をA1とA2の重なりを考慮して11500(km<sup>2</sup>)に設定した。

4\* A1については、単独モデルの時のすべり量を基準として設定。A1における地震モーメントは、単独モデルの時と同様に $3.1 \times 10^{27}$  (dyne-cm)とした。A2, Bに関しては、すべり量と面積が求まっているので、 $M_0 = \mu DS$ より計算。ここで $\mu$ については、 $5.0 \times 10^{11}$ を用いた。連動時の地震モーメントは、断層の重なりを考慮すると、上記のように設定される(金森式： $\log M_0 = 1.5M_w + 16.1$ を用いると、マグニチュードは8.0に相当する)。

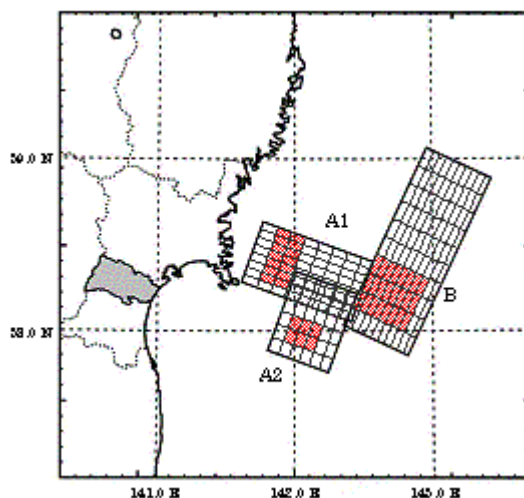


図 -2-2 宮城県沖地震・連動モデルの断層配置図

### 3. 想定内容

本調査の具体的な調査項目は、次のとおりです。

#### 3-1 地震に伴う自然現象の予測

##### 地震動の予測

地震動の計算手順は大きく2段階に分けられ、1つは地下深くにある硬い岩盤（地震基盤）での地震動を計算する段階で、もう一つは地震基盤の上に堆積する深部地盤と地表近くの浅部地盤（表層地盤）を地震波が伝わる際の増幅度を計算する段階です。

地震基盤での地震動を求める手法は各種提案されていますが、前回調査(平成7年度仙台市防災都市づくり基本計画策定基礎調査)では、想定地震によらずに「小林・翠川の方法」と呼ばれる方法を採用し、深部地盤と表層地盤については、層構成が水平な成層構造モデルを仮定した「重複反射理論」という方法が採用されていました。

本調査では、直下型の長町-利府断層による地震と海洋型の宮城県沖地震で、地震基盤での地震動を求める手法が異なります。まず、長町-利府断層による地震では、内陸直下の地震に対する震源近傍の経験的な地震動予測手法として提案された「大野の方法」と呼ばれる方法を採用しました。この方法は、不均質な断層すべりを考慮できる点と経験的な方法であるため計算が比較的容易であることが特徴です。なお、「大野の方法」による予測結果は、他の手法による予測結果と比較することにより、その妥当性を確認しました。次に、宮城県沖地震では、微視的震源特性を考慮できる経験的な手法がないこともあり、「統計的波形合成法」と呼ばれる方法を採用しました。また、いずれの方法とも深部地盤と表層地盤については、前回調査と同様に層構成が水平な成層構造モデルを仮定した「重複反射理論」という方法を採用しました。

以上のような計算方法に基づいて、地表面の地震動として最大加速度、最大速度、および震度を予測しました。

##### 液状化危険度の予測

地震動の予測結果、および地盤条件等を基に、想定地震時の液状化の予測を行いました。液状化の判定は、「道路橋示方書」に規定されている方法で行いました。この方法は、砂地盤のしまり具合や密度、深さ等から決まる液状化に抵抗する力と、地表の地震動の大きさ（最大加速度）と地下水位から決まる液状化を発生させようとして地震時に作用する力の大小関係で比較する方法です。

##### 地震土砂災害の予測\*

土砂災害危険箇所について、地震動の予測結果を基に、想定地震時の土砂災害危険性の検討を行いました。土砂災害の種類としては、急傾斜地崩壊、土石流、および地すべりについて、それぞれの危険箇所を予測しました。

##### 津波の予測

海洋型地震の断層モデルに基づき、津波初期波源を推定し、津波の予想到達時間、時間波形、津波高さ、浸水域を予測しました。

##### 地域の危険性の総合評価\*

地形、行政の管轄範囲、土地利用等の特徴から、町丁目をまとめて市域を新たに13の地区に区分し、地域の危険性の総合評価を行いました。

### 3-2 物的・人的被害の予測

#### 建築物被害の想定

建物は、構造種別や階数の違いによって揺れ方や強さに違いがあるため、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、その他構造に分類して取り扱いました。基本的には、構造別、建築年代別、階数別に用意された地震動強さと被害率を関係付ける被害率曲線によって、建築物被害の予測を行いました。阪神・淡路大震災において阪神地域の建物と兵庫県南部地震の地震動により構築された被害率曲線をそのまま仙台市に適用するのではなく、地震動の違いを考慮した仙台市における被害率曲線を構築しました。

この被害率曲線を用いて、地震動、液状化危険度の予測結果と建築物の現況データを基に地震動・液状化による建築物被害の想定を行いました。

#### ブロック塀等の被害想定

地震動、液状化危険度の予測結果とブロック塀等の現況データを基に地震動・液状化によるブロック塀等の被害の想定を行いました。

ここで、ブロック塀等の現況データは、建物データのようにデータベース化されていないために、指定避難所等を中心とする半径 500m以内の地域における実態調査に基づいて、ブロック塀等の危険度ランク別の現況数を推定しました。

#### 出火・延焼被害の想定

出火については、建築物被害の想定結果と設定された季節、時刻などから一般火気器具からの出火率を用い、出火件数を求めました。さらに、隣棟に燃え移らないで1棟火災で鎮火して延焼に至らない確率や、消防署からの距離、消防水利などの条件から消防力によって消火できる鎮火件数を取り除いて、最終的に燃え広がる延焼出火件数を求めました。

延焼については、市街地の構造別面積、空き地率、風向・風速等をパラメータとして、延焼シミュレーションを行いました。その時間経過を追った計算により最終的（6時間後）な焼失棟数を求めました。

#### 人的被害の想定

建築物被害、及び出火・延焼被害の想定結果、人口分布等の資料に基づいて、建物の被害による死者、負傷者と火災による死者、負傷者を過去の地震による被害から構築された関係式により求めました。あわせて、長期避難者数の予測を行いました。

#### ライフライン施設被害の想定

地震動、液状化危険度の予測結果、及び延焼想定結果とライフライン施設データを基に上水道、下水道、都市ガス、電気、通信施設の物的被害を予測しました。

埋設管の被害率は、管の口径、管の材質、管が埋設されている地盤種別、地震動の強さによって左右されます。また、液状化によって発生する被害も考慮します。今回の被害想定では、管路の現況データと地震動強さを加味して被害の予測を行いました。

#### 発災時の時系列シナリオの検討\*

\* この報告書（概要）には掲載を省略

． 想定地震による強震動予測と液状化危険度の判定

1. 震度

地表での地震動の大きさを表現する方法として、一般的に「震度」があります。震度は、現在では「計測震度計」により求められますが、ある震度が観測された場合、その周辺で実際にどのような現象や被害が発生するかを示すものとして、表 1 1 のような「気象庁震度階級関連解説表」が気象庁から示されています。

今回の被害想定調査でも、この「震度」を地震動の大きさを表現する指標の一つとして予測しました。

表 1 1 気象庁震度階級関連解説表

計測震度	階級	人間	屋内の状況	屋外の状況	木造建物
	0	人は揺れを感じない。			
0.5	1	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる。			
1.5	2	屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。眠っている人の一部が、目を覚ます。	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。		
2.5	3	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。恐怖感を覚える人もいる。	棚にある食器類が、音を立てることがある。	電線が少し揺れる。	
3.5	4	かなりの恐怖感があり、一部の人は、身の安全を図ろうとする。眠っている人のほとんどが、目を覚ます。	つり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が、倒れることがある。	電線が大きく揺れる。歩いている人も揺れを感じる。自動車を運転していて、揺れに気付く人がいる。	
4.5	5(弱)	多くの人が、身の安全を図ろうとする。一部の人は、行動に支障を感じる。	つり下げ物は激しく揺れ、棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。座りの悪い置物の多くが倒れ、家具が移動することがある。	窓ガラスが割れて落ちることがある。電柱が揺れるのがわかる。補強されていないブロック塀が崩れることがある。道路に被害が生じることがある。	耐震性の低い住宅では、壁や柱が破損するものがある。
5.0	5(強)	非常な恐怖を感じる。多くの人が、行動に支障を感じる。	棚にある食器類、書棚の本の多くが落ちる。テレビが台から落ちることがある。タンスなど重い家具が倒れることがある。変形によりドアが開かなくなることがある。一部の戸が外れる。	補強されていないブロック塀の多くが崩れる。据え付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。多くの墓石が倒れる。自動車の運転が困難となり、停止する車が多い。	耐震性の低い住宅では、壁や柱がかなり破損したり、傾くものがある。
5.5	6(弱)	立っていることが困難になる。	固定していない重い家具の多くが移動、転倒する。開かなくなるドアが多い。	かなりの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。	耐震性の低い住宅では、倒壊するものがある。耐震性の高い住宅でも、壁や柱が破損するものがある。
6.0	6(強)	立っていることができず、はわないと動くことができない。	固定していない重い家具のほとんどが移動、転倒する。戸が外れて飛ぶことがある。	多くの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる。	耐震性の低い住宅では、倒壊するものが多い。耐震性の高い住宅でも、壁や柱がかなり破損するものがある。
6.5	7	揺れにほんろうされ、自分の意志で行動できない。	ほとんどの家具が大きく移動し、飛ぶものもある。	ほとんどの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されているブロック塀も破損するものがある。	耐震性の高い住宅でも、傾いたり、大きく破壊するものがある。

気象庁ホームページ([http://www.jma.go.jp/JMA\\_HP/jma/know/shindo/kaisetsu.html](http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/know/shindo/kaisetsu.html))より一部を抜粋

図 1 1 に示したものが、それぞれの想定地震が起きた場合の気象庁震度階級による震度分布をメッシュで示したものです。

長町 - 利府断層による地震(M7.5)

市街地中心部では震度 6 強であり、この震度の領域はかなり広く断層線の両側に広がっています。

宮城県沖地震・単独モデル(M7.5)

洪積台地の市街地において震度 5 強になっており、沖積平野においては一部で震度 6 強を超える部分がありますが、大部分は震度 6 弱となっています。

宮城県沖地震・連動モデル(M8.0)

市街地中心部では震度 6 弱であり、この震度の領域はかなり広く断層線の両側に広がっています。沖積平野において、単独モデルと比較すると震度 6 強を超える部分が広がっています。

## 2. 液状化危険度

地震が起きた時に、地盤から水や砂が噴き出したりすることは、古くから知られています。この現象は砂地盤の「液状化現象」と呼ばれ、地下水位が高く、ゆるい砂層が分布する地域で起こりやすいことが明らかになっています。1964 年の新潟地震において、道路や建築物に大きな被害を及ぼしたため、一躍注目されるようになりました。

今回の被害想定調査では、地盤の性質、地震動の強さを考慮して、砂地盤の液状化による危険度を予測しました。なお、液状化危険度のランクは以下に示すように、液状化指数 ( $P_L$ ) の値により 5 段階のランクで表しています。

図 2 1 にそれぞれの想定地震が起きた場合の液状化危険度の算出結果をメッシュで示しました。

$P_L=0$	液状化の可能性はかなり少ない
$0 < P_L \leq 5$	液状化による危険性は少ない
$5 < P_L \leq 10$	液状化の危険性はやや高い
$10 < P_L \leq 20$	液状化の危険性が高い
$20 < P_L$	液状化に危険性が極めて高い

長町 - 利府断層による地震(M7.5)

若林区の沖積平野部、および七北田川、広瀬川、名取川の河川流域において、液状化する可能性が極めて高い結果になっています。

宮城県沖地震・単独モデル(M7.5)

長町 - 利府断層による地震との比較で、若林区の沖積平野部のほぼ全域、宮城野区の沖積平野部でも液状化する可能性が極めて高い結果になっており、液状化危険度の高いエリアは、むしろ長町 - 利府断層による地震よりも拡大しています。

宮城県沖地震・連動モデル(M8 程度)

単独モデルとの比較で、液状化危険度の高いエリアは、さらに拡大しており、液状化危険度の高いエリアが 3 つの想定地震の中で最も広範囲となっています。

注意：設定した震源特性には不確実性があり，また設定した地下構造は場所によるばらつきがある。このため，震度階級で一つ上や下になることがある。

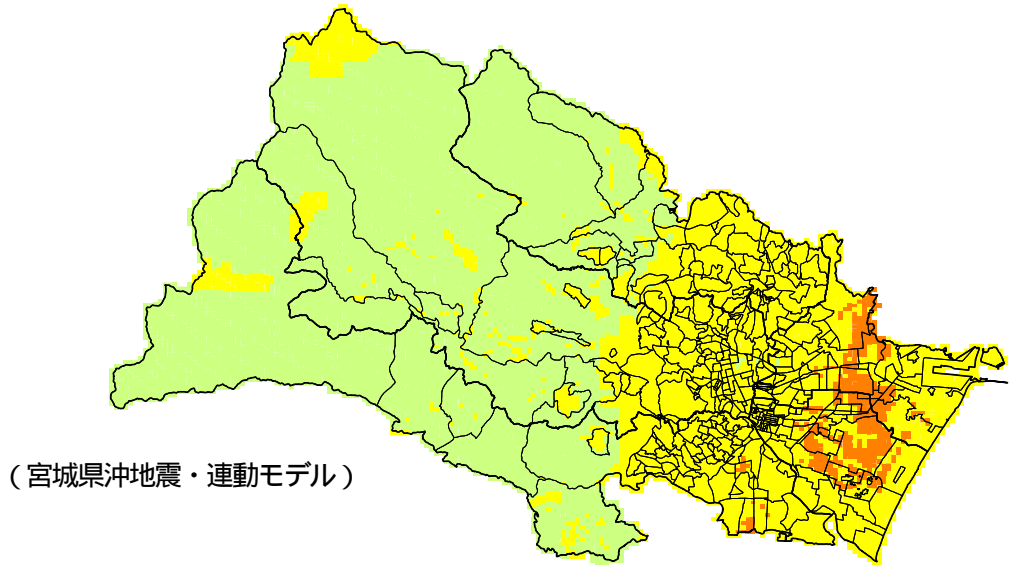
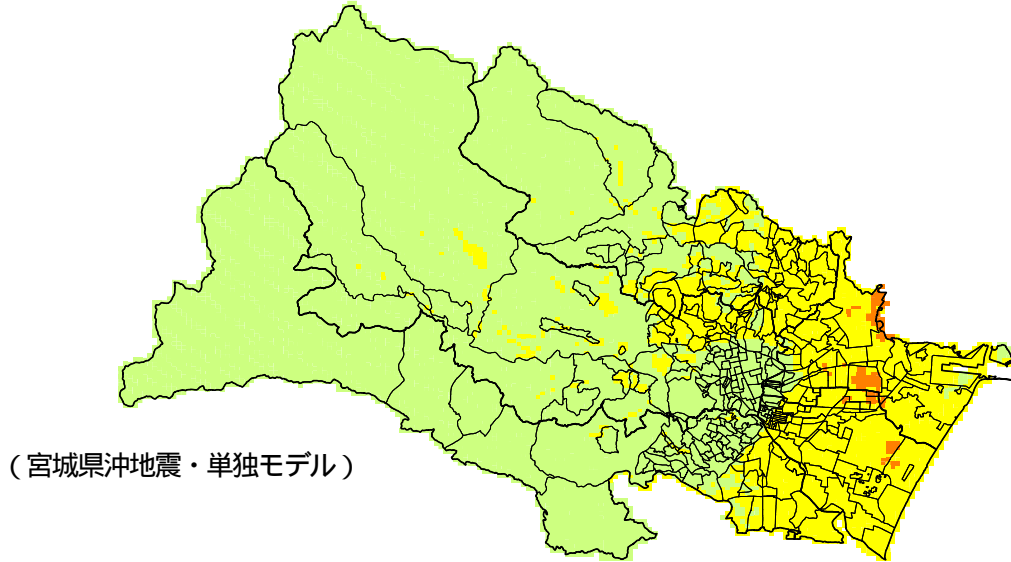
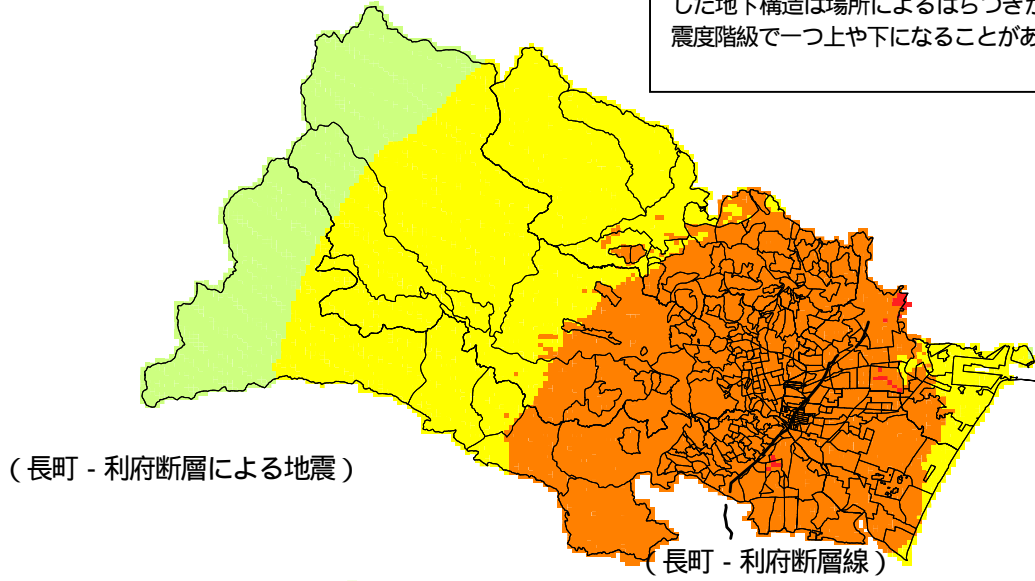


図 1 1 気象庁震度階級による震度分布

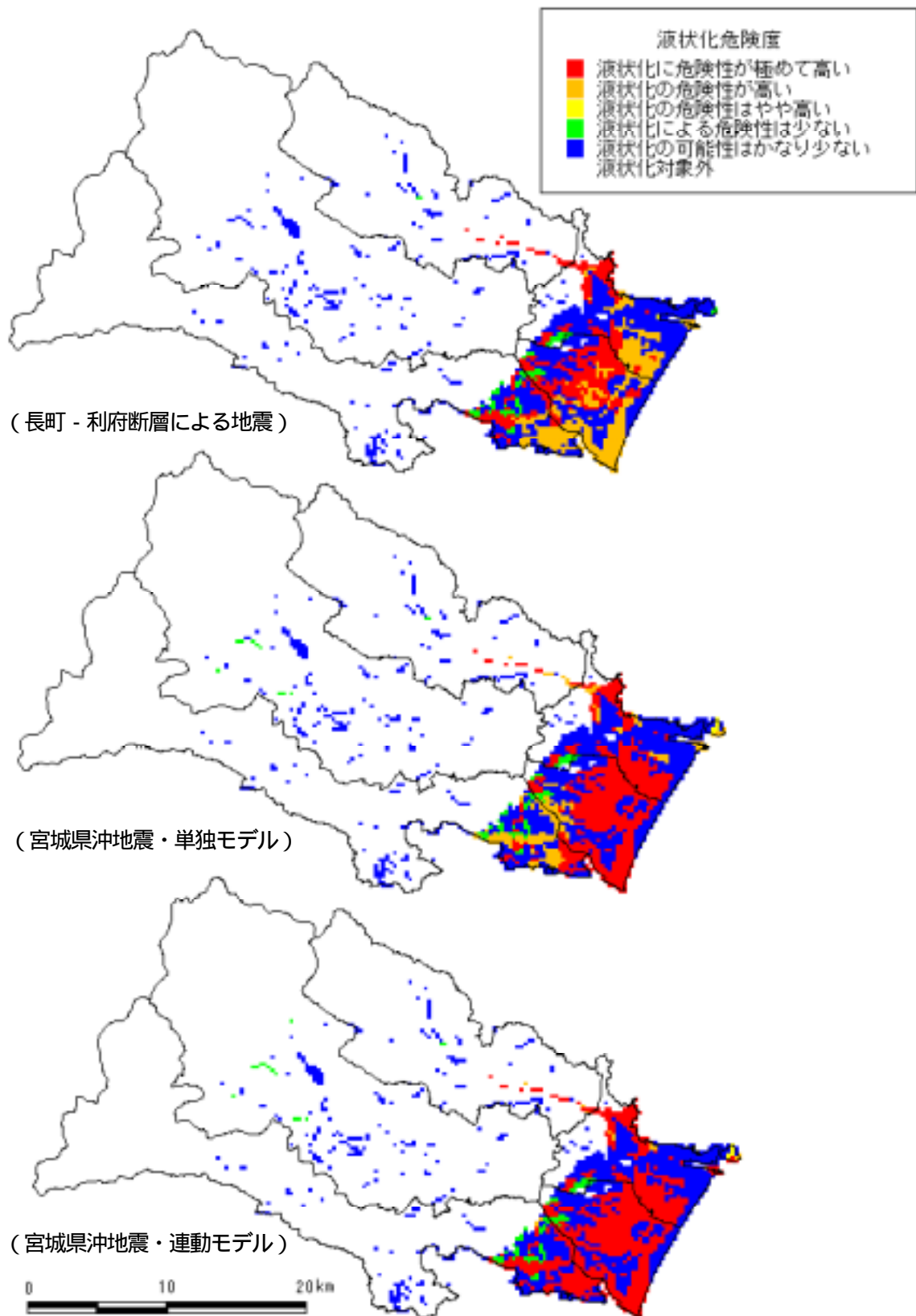


図 2 1 液状化危険度判定結果分布



## ．地震被害の予測

### 1. 建築物の被害

建築物は都市の最も基本的な構成要素であり、その被害は住民の生活環境に直接的な影響を及ぼします。また、住宅の倒壊は、住民の死傷、出火等の原因ともなります。

1995年兵庫県南部地震により、神戸市では全壊建物が約55,000棟、半壊建物が約31,000棟の被害が生じ、全体では全壊建物が約92,000棟、半壊建物が約79,000棟の甚大な被害が生じています。しかし、被害を受けた建物を調べると、いくつかの特徴があることがわかっています。一つは、建築年代の古い建物に被害が多いことです。この理由としては、建築年代の古い建物は古い建築基準に基づいて建築されているために、建築年代の新しい建物と比較して耐震性能が低いものが多いことがあげられます。もう一つには、鉄筋コンクリート(RC)造建物や鉄骨(S)造建物も多くの被害が生じ、被害の様相は様々ですが、1階部分を駐車場や店舗などにしたために、壁量が不足したり、配置が偏ったりした建物に被害が集中しています。このような1995年兵庫県南部地震における建物被害の事例は、1978年宮城県沖地震の際にも指摘されているものでありますが、建物被害には建築年代や構造等が大きく影響することがわかります。

今回の被害想定調査では、構造種別により以下の4種類に分類して取り扱いました。

- 1) 木造
- 2) RC系（鉄筋コンクリート(RC)造と鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造）
- 3) S系（鉄骨(S)造と軽量鉄骨(LGS)造）
- 4) その他構造

なお、その他構造は、木造、RC系、S系以外の構造種別ですが、内訳のほとんどはコンクリートブロック造となっています。

想定対象とした建物については、課税建物に関するデータは、固定資産概要調査の基礎データを利用し、町丁目・字単位で集計しました。その際、住家でない車庫のような建物でも独立した建物であれば1棟として扱い、マンションのような区分所有の建物については、全体で1棟として扱いました。非課税建物に関するデータは、仙台市有建物として建物総括台帳と仙台市営住宅データを利用し、仙台市有以外の建物として防火対象物（建物）データを利用し、各々町丁目・字単位で集計しました。課税建物と非課税建物を統合した町丁目・字単位での集計結果は、建物密度を考慮した上で、250mメッシュに配分しました。

建物分類と現況棟数を表 1-1 にまとめました。仙台市の建物棟数は総数で約316,000棟であり、この数値は、仙台市統計書における平成13年1月1日現在の建物棟数の総数(約313,000棟)とほぼ整合する数値となっており、上記の課税建物と非課税建物に関するデータの加工が妥当であることを示しています。また、木造建物の総数は約236,000棟であり、建物総数の約75%に相当します。そのうちの146,000棟がいわゆる「新耐震」以前の年代区分の木造建物であり、木造建物の約60%、建物総数の約45%に相当します。現況建物の建築年代別の構成比率を図 1-1 に示します。鉄筋コンクリート造の建物に関しては、「新耐震」以前の年代区分の建物が占める割合はほぼ半数となっています。なお、「新耐震」以前の年代区分の木造建物の全国平均\*は、木造建物の約70%、建物総数の約60%であることから、仙台市は全国平均に比べると少し新しい建物の比率が高くなっているようです。

図 1-2 に構造別の建物分布をメッシュで示します。なお、その他構造についての建物分布は省略しました。

\* 金子：建物の耐震改修の促進に関する法律の制定について、住宅、No.45、1996年3月

表 1 1 建物分類と現況棟数一覧

	年代	階数	棟数(棟)	
木造	-1950	区分無	16,339	
	1951-1970	区分無	61,940	
	1971-1981	区分無	68,078	
	1982-	区分無	89,390	
	合計			235,746
RC系 (RC+SRC)	-1971	1F	268	
		2F	639	
		3F	464	
		4~5F	618	
		6~7F	101	
		8~12F	67	
		13F~	5	
	小計			2,162
	1972-1981	1F	1,085	
		2F	1,332	
		3F	717	
		4~5F	999	
		6~7F	307	
		8~12F	348	
	13F~	36		
	小計			4,824
	1982-	1F	2,462	
		2F	1,240	
		3F	1,255	
		4~5F	1,519	
		6~7F	770	
		8~12F	700	
		13F~	121	
小計			8,067	
合計			15,053	
S系	-1981	1~3F	16,529	
		4~7F	250	
		8~10F	9	
		11F~	0	
	小計			16,788
	1982-	1~3F	30,631	
		4~7F	589	
		8~10F	99	
		11F~	19	
	小計			31,338
合計			48,126	
その他	合計		4,376	
合計			316,377	

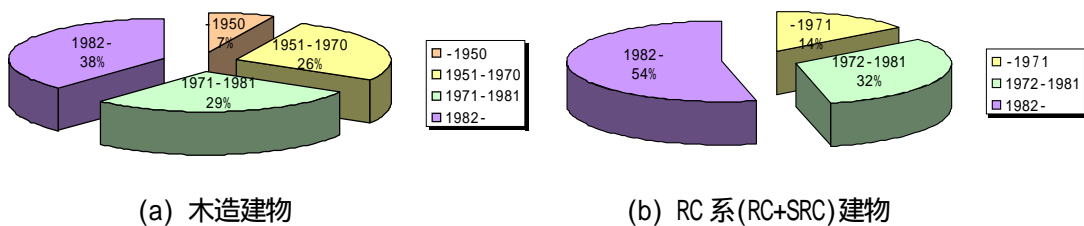


図 1 1 現況建物の建築年代別の構成比率

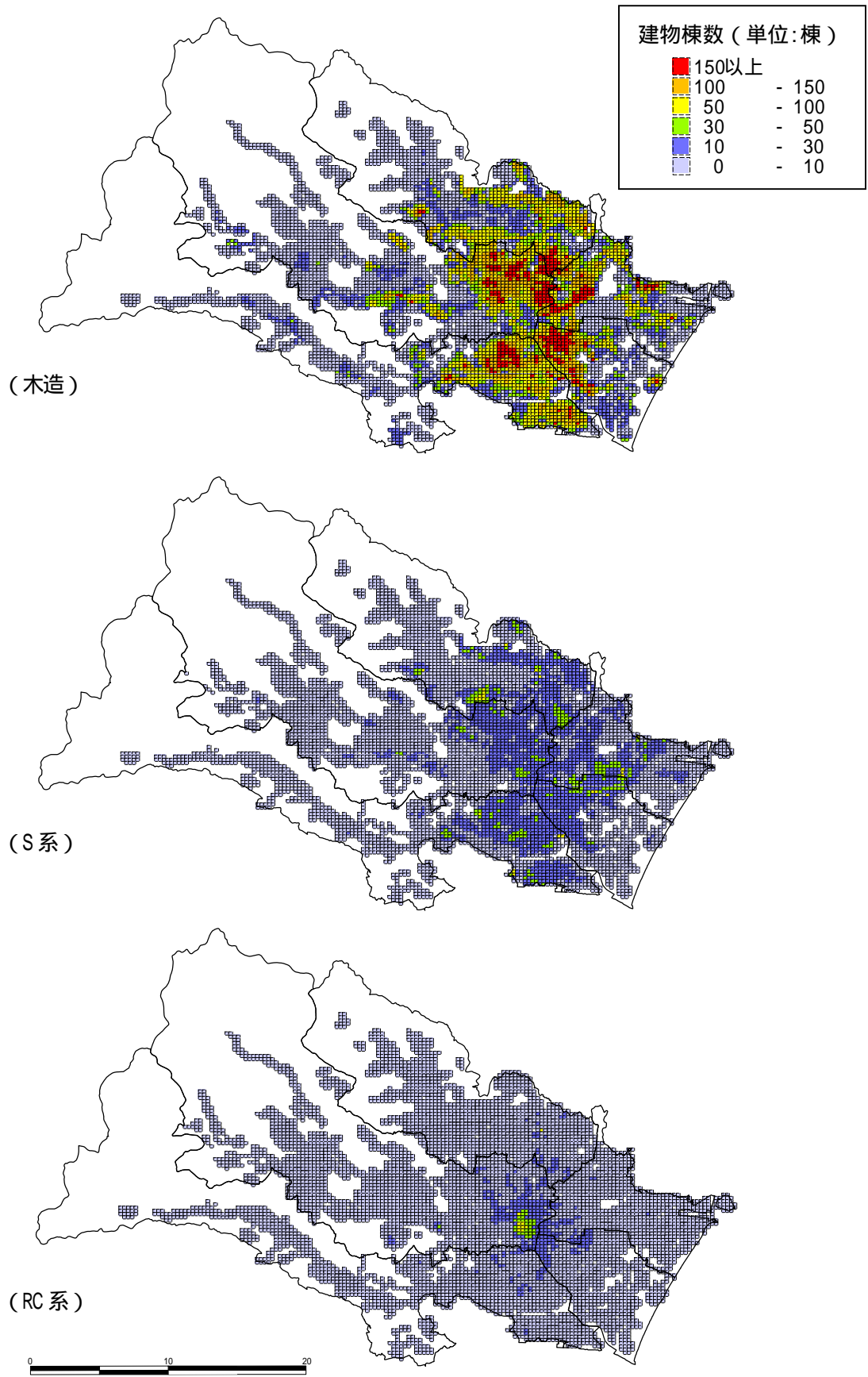


図 1 2 構造別の建物分布

想定結果の集計を構造別，行政区別に表 1 2 にまとめ，木造と非木造の被害率を行政区別に表 1 3 にまとめました。また，木造建物の被害棟数と被害率の関係を図 1 3 に示しました。想定地震に関係なく若林区の被害率が相対的に高くなっています。

さらに，木造建物の全壊・大破棟数分布を図 1 4 に示し，木造建物の半壊・中破棟数分布を図 1 5 に示しました。

想定地震ごとの建物被害について，少し詳しく説明します。

#### （長町 - 利府断層による地震）

木造建物に関しては，仙台市全体として約 4 万 5 千棟が半壊・中破以上の被害となるものと予測されます。この時の被害率は約 20%程度です。これは，川崎市が直下型地震として想定している南関東地震に対する木造建物の半壊以上の被害率(21.4%)と同程度，兵庫県南部地震の際の神戸市全体における半壊以上の実際の被害率(16.2%)より多少大きめの数値となっています。また，半壊・中破以上の被害率を行政区別にみると，青葉区や泉区が 10%程度であるのに対して，若林区は 30%を越えることが予測されています。

非木造建物に関しては，仙台市全体として約 7 千棟が半壊・中破以上の被害となるものと予測されます。この時の被害率は約 10%程度です。被害率を行政区別にみると，木造建物と同様に若林区が高くなっており，全壊・大破率でも 10%を越えることが予測されています。

#### （宮城県沖地震・単独モデル）

木造建物に関しては，仙台市全体として約 1 万 2 千棟が半壊・中破以上の被害となるものと予測されます。この時の被害率は約 5%程度です。また，半壊・中破以上の被害率を行政区別にみると，青葉区や泉区が 1~2%程度であるのに対して，沖積平野部の宮城野区で約 10%，若林区で約 15%と高くなっています。半壊・中破以上の被害棟数でみても，宮城野区と若林区を合わせた被害棟数は，仙台市全体の被害棟数の約 70%を占める結果となっています。沖積平野部における被害が大きいことは，1978 年 6 月 12 日の宮城県沖地震における実被害と整合するものですが，仙台市全体に占める沖積平野部の被害の割合は，1978 年の実被害よりもさらに拡大しています。このことは，たとえ新しい建物であっても，より地震動の揺れの大きな場所が敷地として選ばれば，被害を拡大させる可能性を示唆していると考えられます。

非木造建物に関しては，仙台市全体として 1700 棟程度が半壊・中破以上の被害となるものと予測されています。この時の被害率は約 2.5%程度です。

#### （宮城県沖地震・連動モデル）

木造建物に関しては，仙台市全体として約 2 万 5 千棟が半壊・中破以上の被害となるものと予測されます。この時の被害率は約 10%程度です。また，半壊・中破以上の被害率を行政区別にみると，青葉区や泉区が 5%程度であるのに対して，若林区で約 26%と高くなっています。この数値は，長町 - 利府断層による若林区の半壊・中破以上の被害率(32%)と非常に近い数値となっていることから，宮城県沖地震の連動モデルに対する若林区における被害は，長町 - 利府断層による被害に匹敵することが予測されています。

非木造建物に関しては，仙台市全体として約 2500 棟程度が半壊・中破以上の被害となるものとされています。この時の被害率は約 4%程度であり，木造建物の結果とは異なり宮城県沖地震の単独モデルに対する被害と大きくは変化しないと予測されています。

仙台市全体における木造建物の被害の大きさ（半壊・中破以上の被害棟数）を 3 つの想定地震で比較すると，宮城県沖地震・単独モデルを基準とすると，おおむね宮城県沖地震・連動モデルでその 2 倍，長町 - 利府断層でその 4 倍という関係になっています。

表 -1-2 建築物の構造別被害想定結果一覧（被害要因別）

（木造）

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（運動）					
		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成	
		全壊	半壊	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破	全壊	半壊	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破	全壊	半壊	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破
青葉区	63,568	1,981	6,230	0	0	1,981	6,230	4	804	0	0	4	804	59	2,591	0	0	59	2,591
宮城野区	38,167	3,078	5,186	437	875	3,136	5,263	199	2,440	707	1,414	799	3,088	400	3,770	837	1,675	1,053	4,195
若林区	33,282	4,125	6,304	1,145	2,290	4,241	6,516	52	2,398	1,035	2,070	1,073	3,721	516	6,612	1,490	2,979	1,777	6,926
太白区	54,838	3,930	7,850	437	873	3,950	7,869	13	1,141	451	902	461	1,833	232	4,608	1,046	2,092	1,196	5,334
泉区	45,891	1,036	4,378	35	70	1,036	4,378	14	856	19	38	33	882	114	2,481	32	64	143	2,498
合計	235,746	14,150	29,948	2,054	4,107	14,343	30,255	283	7,640	2,212	4,424	2,371	10,329	1,321	20,062	3,405	6,809	4,228	21,544

（S系）

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（運動）					
		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成	
		全壊	半壊	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破	全壊	半壊	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破	全壊	半壊	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破
青葉区	10,892	457	575	0	0	457	575	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宮城野区	9,021	570	471	328	39	809	474	11	26	444	53	454	75	36	59	514	61	545	105
若林区	6,864	450	442	646	77	934	443	1	6	592	71	593	76	11	43	760	90	768	117
太白区	10,405	639	639	230	28	800	639	0	0	186	22	186	22	2	14	442	52	443	62
泉区	10,945	307	452	27	3	327	452	0	0	9	1	9	1	0	2	24	3	24	4
合計	48,126	2,422	2,579	1,230	148	3,326	2,583	12	33	1,231	147	1,242	174	49	117	1,740	207	1,781	289

（RC系）

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（運動）					
		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成	
		大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破
青葉区	6,462	61	287	0	0	61	287	1	18	0	0	1	18	2	28	0	0	2	28
宮城野区	2,242	25	108	11	5	34	109	2	16	15	7	16	20	3	23	18	8	20	27
若林区	1,700	32	120	34	17	59	121	2	19	27	14	29	28	4	27	38	19	40	38
太白区	2,554	18	84	15	7	30	84	1	8	11	5	11	12	1	13	24	10	25	20
泉区	2,096	5	35	1	1	6	35	0	3	1	0	1	3	0	5	1	1	1	5
合計	15,053	141	634	62	30	191	637	6	65	54	26	59	82	11	96	80	37	89	119

（その他構造）

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（運動）					
		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成	
		大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破	大破	中破
青葉区	851	61	26	0	0	61	26	8	1	0	0	8	1	12	3	0	0	12	3
宮城野区	1,078	45	19	11	22	50	39	12	3	17	35	26	37	15	5	20	39	31	43
若林区	540	25	11	17	34	34	42	6	2	16	32	21	34	10	3	20	40	26	42
太白区	851	40	17	7	13	43	29	5	1	4	7	8	8	10	3	10	19	18	21
泉区	501	20	8	0	1	20	9	4	1	0	0	4	1	6	2	0	0	6	2
合計	3,821	190	81	35	71	208	144	35	9	37	74	68	82	53	16	49	99	93	111

（非木造）

非木造 = S系 + RC系 + その他構造

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（運動）					
		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成		振動		液状化		合成	
		全壊・大破	半壊・中破	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破	全壊・大破	半壊・中破	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破	全壊・大破	半壊・中破	大破	中破	全壊・大破	半壊・中破
青葉区	18,204	579	888	0	0	579	888	9	20	0	0	9	20	14	31	0	0	14	31
宮城野区	12,341	640	598	350	66	894	622	25	46	476	94	497	132	55	86	551	109	596	175
若林区	9,103	506	573	697	129	1,027	606	10	27	635	117	642	138	24	74	818	149	835	197
太白区	13,810	696	740	252	49	873	752	6	9	201	34	206	42	13	30	475	82	486	104
泉区	13,542	332	495	29	4	353	496	4	4	10	2	14	6	7	8	26	4	32	12
合計	67,000	2,753	3,295	1,328	248	3,725	3,364	54	107	1,322	247	1,369	338	113	229	1,870	343	1,963	518

表 -1-3 建築物の構造別被害想定結果一覧（被害率による表示）

（木造）

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（連動）					
		全壊・大破数（棟）	全壊・大破率（%）	半壊・中破（棟）	半壊・中破率（%）	半壊・中破以上数（棟）	半壊・中破以上率（%）	全壊・大破数（棟）	全壊・大破率（%）	半壊・中破（棟）	半壊・中破率（%）	半壊・中破以上数（棟）	半壊・中破以上率（%）	全壊・大破数（棟）	全壊・大破率（%）	半壊・中破（棟）	半壊・中破率（%）	半壊・中破以上数（棟）	半壊・中破以上率（%）
青葉区	63,568	1,981	3.12	6,230	9.80	8,211	12.92	4	0.01	804	1.27	808	1.27	59	0.09	2,591	4.08	2,650	4.17
宮城野区	38,167	3,136	8.22	5,263	13.79	8,399	22.00	799	2.09	3,088	8.09	3,887	10.18	1,053	2.76	4,195	10.99	5,248	13.75
若林区	33,282	4,241	12.74	6,516	19.58	10,756	32.32	1,073	3.22	3,721	11.18	4,794	14.40	1,777	5.34	6,926	20.81	8,703	26.15
太白区	54,838	3,950	7.20	7,869	14.35	11,819	21.55	461	0.84	1,833	3.34	2,294	4.18	1,196	2.18	5,334	9.73	6,529	11.91
泉区	45,891	1,036	2.26	4,378	9.54	5,413	11.80	33	0.07	882	1.92	915	1.99	143	0.31	2,498	5.44	2,641	5.76
合計	235,746	14,343	6.08	30,255	12.83	44,598	18.92	2,371	1.01	10,329	4.38	12,699	5.39	4,228	1.79	21,544	9.14	25,772	10.93

（非木造）

非木造 = S系 + RC系 + その他構造

行政区名	現況	長町・利府断層による地震						宮城県沖地震（単独）						宮城県沖地震（連動）					
		全壊・大破数（棟）	全壊・大破率（%）	半壊・中破（棟）	半壊・中破率（%）	半壊・中破以上数（棟）	半壊・中破以上率（%）	全壊・大破数（棟）	全壊・大破率（%）	半壊・中破（棟）	半壊・中破率（%）	半壊・中破以上数（棟）	半壊・中破以上率（%）	全壊・大破数（棟）	全壊・大破率（%）	半壊・中破（棟）	半壊・中破率（%）	半壊・中破以上数（棟）	半壊・中破以上率（%）
青葉区	18,204	579	3.18	888	4.88	1,467	8.06	9	0.05	20	0.11	29	0.16	14	0.08	31	0.17	46	0.25
宮城野区	12,341	894	7.24	622	5.04	1,516	12.28	497	4.02	132	1.07	628	5.09	596	4.83	175	1.42	771	6.25
若林区	9,103	1,027	11.28	606	6.66	1,633	17.94	642	7.06	138	1.52	781	8.58	835	9.17	197	2.16	1,031	11.33
太白区	13,810	873	6.32	752	5.45	1,625	11.77	206	1.49	42	0.31	248	1.80	486	3.52	104	0.75	590	4.27
泉区	13,542	353	2.61	496	3.66	849	6.27	14	0.11	6	0.04	20	0.15	32	0.24	12	0.09	44	0.33
合計	67,000	3,725	5.56	3,364	5.02	7,090	10.58	1,369	2.04	338	0.50	1,706	2.55	1,963	2.93	518	0.77	2,482	3.70

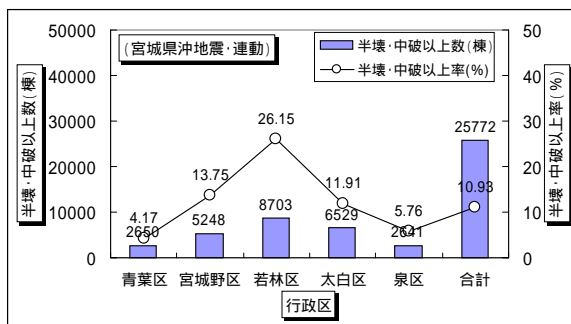
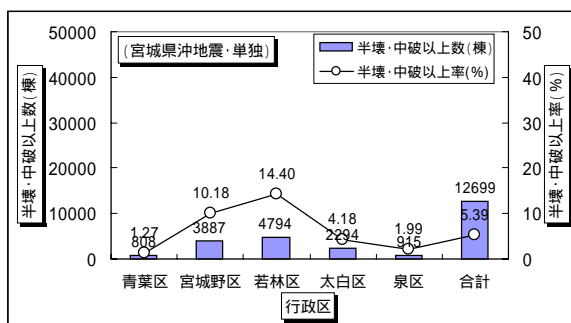
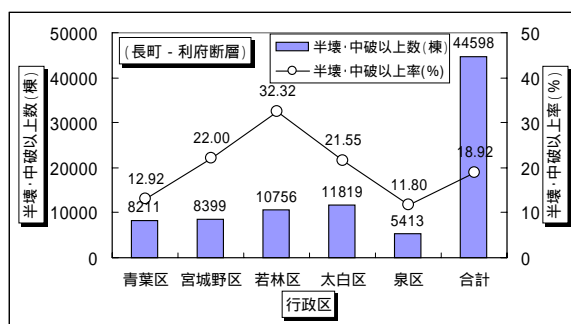


図 1 3 木造建物の被害棟数と被害率

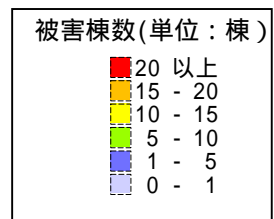
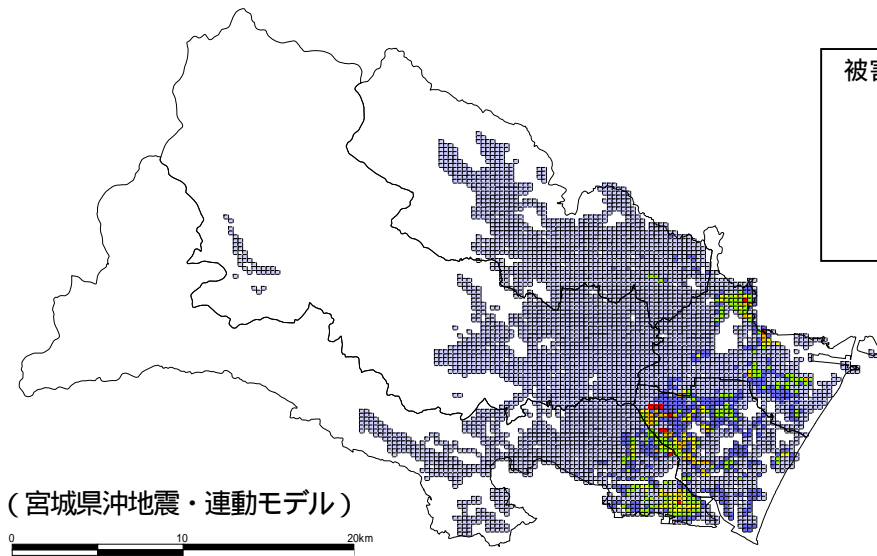
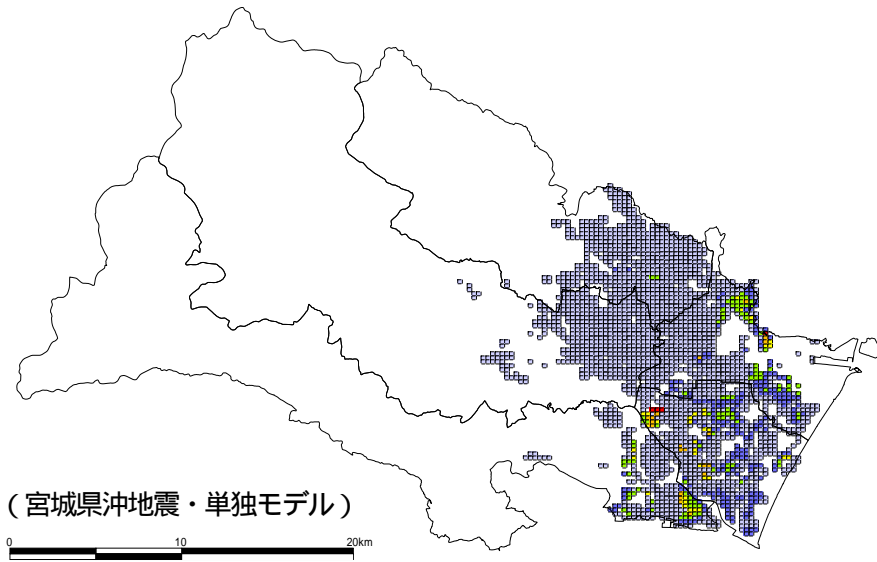
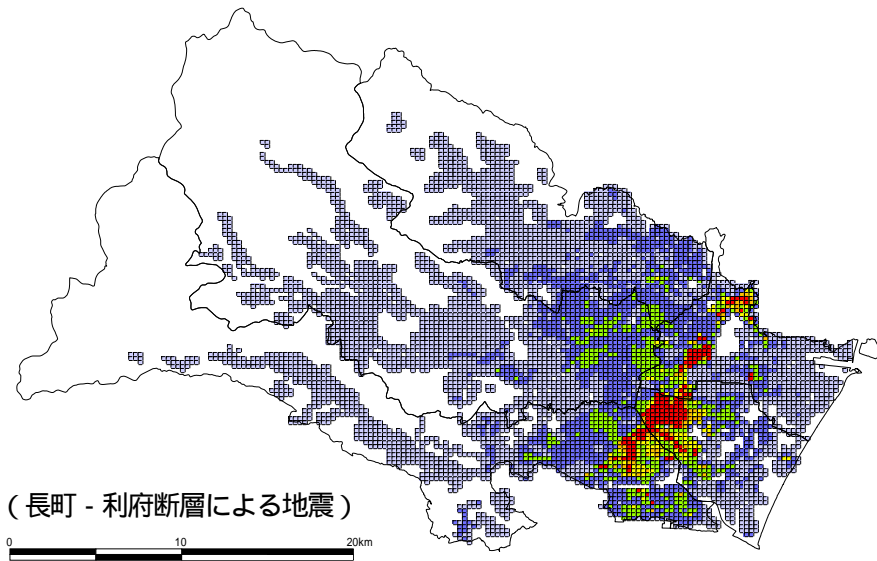


図 1 4 木造建物の全壊・大破棟数分布

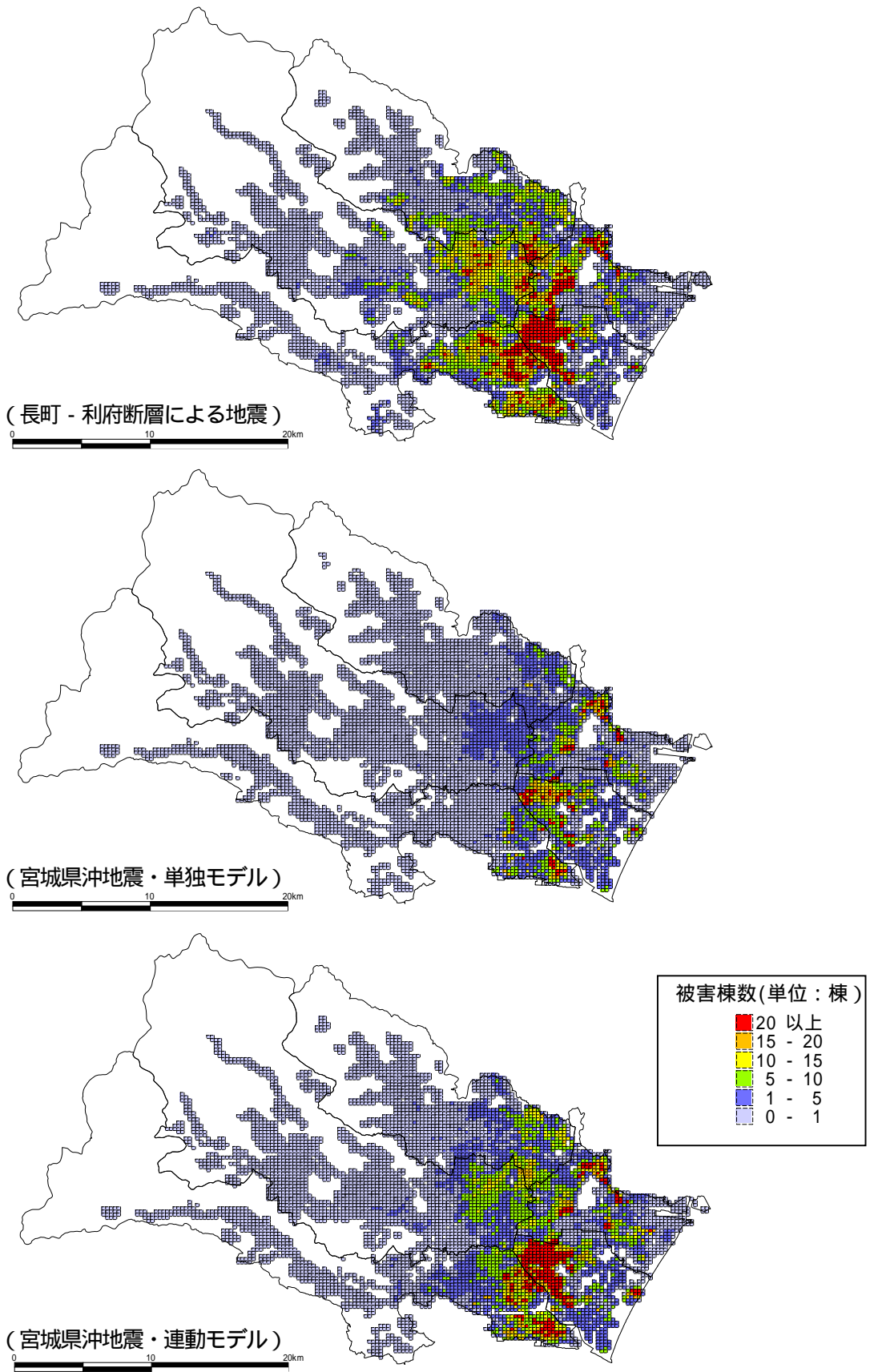


図 1 5 木造建物の半壊・中破棟数分布



## 2. ブロック塀等の被害

1978年6月12日の宮城県沖地震では、現在の仙台市域で16人の死者のうち13人がブロック塀等の倒壊によって下敷きとなった犠牲者でした。ブロック塀・石塀の倒壊は、人的被害要因となるだけでなく、地震直後の応急活動（救助、救援）にも大きな支障を与えるものです

今回の被害想定調査では、ブロック塀・石塀の分布状況を建物分布状況よりメッシュ単位で推定を行い、地震動、液状化危険度の予測結果とあわせて地震時の倒壊および被害の危険性について検討しました。ここで、ブロック塀等の現況データは、建物データのようにデータベース化されていないために、指定避難所等を中心とする半径500m以内の地域における実態調査に基づいて、ブロック塀等の危険度ランク別の現況数を推定しました。

想定結果の集計を行政区別に表 2-1 にまとめ、想定地震ごとの被害分布を図 2-1 に示しました。仙台市全体として、倒壊を含めた被害率は、長町 - 利府断層の場合で40%程度であり、宮城県沖地震・単独モデル、および宮城県沖地震・連動モデルの場合では10%前後が予測されています。1978年6月12日の宮城県沖地震において最も被害率が高かった若林区内の被害率(30~40%)と比較して、小さくなっていることから、危険性のあるブロック塀等の改善が寄与していると考えられることもできますが、改善の促進をさらに進めることが被害軽減にとって重要となります。

表 2-1 ブロック塀等の被害一覧

(長町 - 利府断層による地震)

区名	ブロック塀			石塀			合計				
	現況数	被害数	内倒壊数	現況数	被害数	内倒壊数	現況数	被害数	被害率(%)	内倒壊数	倒壊率(%)
青葉区	15,479	5,866	3,006	1,036	583	461	16,515	6,450	39.06	3,467	20.99
宮城野区	9,563	3,312	1,682	640	352	269	10,203	3,664	35.91	1,951	19.12
若林区	8,137	3,102	1,591	545	307	243	8,682	3,409	39.27	1,834	21.12
太白区	13,250	5,121	2,653	887	502	400	14,137	5,623	39.78	3,053	21.60
泉区	10,545	3,964	2,028	706	396	312	11,251	4,360	38.75	2,340	20.80
合計	56,974	21,364	10,960	3,813	2,142	1,686	60,787	23,506	38.67	12,646	20.80

(宮城県沖地震・単独モデル)

区名	ブロック塀			石塀			合計				
	現況数	被害数	内倒壊数	現況数	被害数	内倒壊数	現況数	被害数	被害率(%)	内倒壊数	倒壊率(%)
青葉区	15,479	950	259	1,036	254	154	16,515	1,204	7.29	413	2.50
宮城野区	9,563	1,098	370	640	266	144	10,203	1,364	13.37	514	5.04
若林区	8,137	832	244	545	232	119	8,682	1,064	12.26	364	4.19
太白区	13,250	811	221	887	217	132	14,137	1,028	7.27	352	2.49
泉区	10,545	964	276	706	271	142	11,251	1,235	10.98	418	3.72
合計	56,974	4,656	1,369	3,813	1,240	692	60,787	5,896	9.70	2,061	3.39

(宮城県沖地震・連動モデル)

区名	ブロック塀			石塀			合計				
	現況数	被害数	内倒壊数	現況数	被害数	内倒壊数	現況数	被害数	被害率(%)	内倒壊数	倒壊率(%)
青葉区	15,479	1,500	431	1,036	424	219	16,515	1,924	11.65	650	3.94
宮城野区	9,563	1,393	519	640	301	166	10,203	1,694	16.60	686	6.72
若林区	8,137	1,130	408	545	255	139	8,682	1,385	15.95	546	6.29
太白区	13,250	1,456	451	887	387	201	14,137	1,844	13.04	653	4.62
泉区	10,545	1,073	310	706	304	155	11,251	1,377	12.24	465	4.13
合計	56,974	6,553	2,120	3,813	1,671	881	60,787	8,224	13.53	3,000	4.94

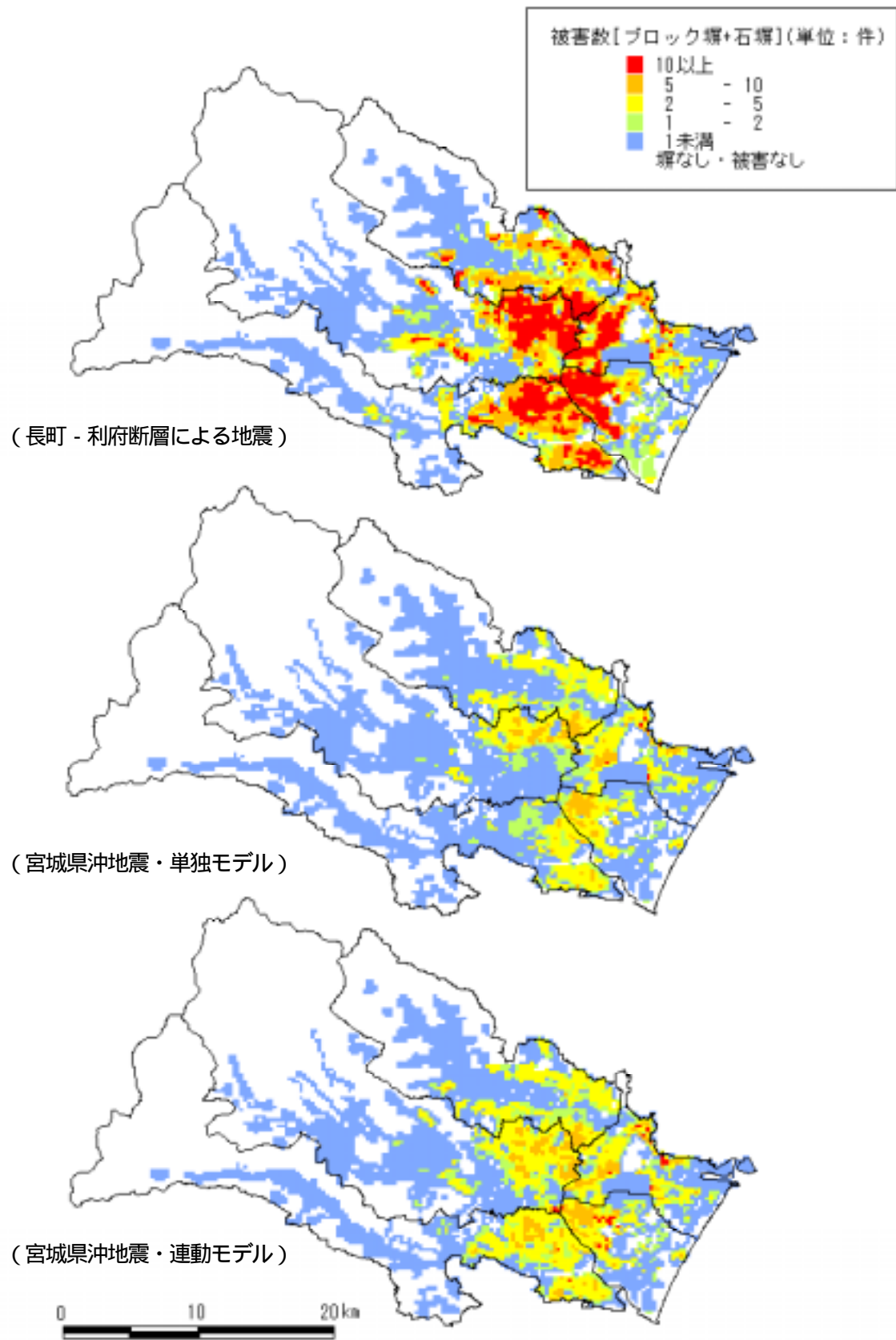


図 2 1 ブロック塀等の被害分布

### 3. 出火・延焼の被害

地震による被害は、地震動による直接的な被害にとどまらず、間接的に大きな被害を引き起こす場合があります。その代表的なものとして地震火災が挙げられます。

1995年兵庫県南部地震では、神戸市内の当日の火災発生が109件、焼失棟数が7000棟余りの被害が発生しました。また、焼死または全身火傷による死者は444名が確認されています。

今回の被害想定での対象は、建築物の被害想定の対象と同じくすべての建築物で、木造、防火造（木造モルタル壁など）、耐火造（鉄筋コンクリート造など）を問わず、すべての建築物が含まれます。

また、用いたデータは、建築物に関するデータのほか、火災被害を想定するための前提条件として、風速については、仙台市統計書の月別気象平年値に基づき、夏季3.0m/s、冬季4.0m/sに対して1.5倍の安全率を考慮し、夏の場合で4.5m/s、冬の場合で6.0m/sと設定しました。すなわち、季節、時間帯、風の3条件を組み合わせて地震による出火がおきにくい条件として「夏昼」と、地震による出火が最も多くなる条件として「冬夕」の2つの両極端のケースを考えました。被害阻止要因としては、消防署の位置等のデータ、消防水利のデータ、延焼想定のための延焼遮断帯（空き地、道路、河川など）です。

被害想定にあたっては、建築物被害の想定結果と設定された季節、時刻などから一般火気器具からの出火を想定し、消防力を考慮して消火の可能性を検討しました。最後に、消防力により消火できない出火点については、延焼するものとして風の影響を考慮して延焼地域を求め、焼失する建築物の棟数を求めました。以下に少し詳しく説明します。

出火の想定は、様々な出火原因のうち、最も影響の大きい一般火気器具（ストーブ、ガスコンロなど）からの出火のみを考え、化学薬品庫や危険物施設からの出火は考慮しませんでした。一般火気器具からの出火の想定は、火気器具ごとの地震動の強さと出火率の関係、建物用途（住宅、飲食店、事務所などの区分）別の火気器具使用率、メッシュごとの用途別建物の分布などを総合して想定しました。この際に、季節、時間帯の条件が考慮されます。このようにして求められる出火点数を全出火点（件）数といいます。次に、この全出火点数のうち、幾つかは住民の初期消火活動により消火され、燃え上がらない確率を考慮します。この結果、残る出火点数が炎上出火点（件）数といいます。

さらに、初期消火活動をしなかったり、初期消火活動では消火できなかった場合でも、周囲が空き地であったり、耐火造建物に囲まれている場合などは、延焼せずに建物1棟程度が燃え上がるだけで鎮火することも考えられ、この確率は建築物の構造別の分布から想定されます。これは自然鎮火と呼び、耐火造建物が多かったり、隣棟間隔が広いことにより消防力が働かなくてもいずれは鎮火する火災のことです。また、初期消火によって消火できなかった出火点に対しては消防活動がなされます。この際に、消防署の位置、消防自動車の能力、使用可能な消防水利、消防隊が駆けつけるまでの時間、風の影響などが考慮され、消火するのに十分な活動がなされる場合には鎮火し、不足する場合には延焼するとします。ただし、この場合には消防力の1次運用のみを考えており、転戦などの2次運用や周辺の市町村からの応援は考えていません。この延焼に至る出火点数を延焼出火点（件）数といいます。

ここで、延焼出火点は次第に周囲に燃え広がって行きます。この状況は、市街地の構造別面積、空き地率、風向・風速等をパラメータとして、延焼シミュレーションにより計算することができます。燃え広がった火災が空き地や道路などの延焼遮断帯に達した場合は、遮断帯の大きさや火災形状などから燃え広がるかどうかを計算します。このような延焼シミュレーションを時間を追って行い、焼失棟数を求めます。延焼時間は1.5時間と6時間とし、火災による人的被害やライフラインの被害想定においては、6時間による焼失棟数を採用しています。

延焼出火点数の想定結果を出火分類別で表 3 1 に示し、焼失棟数の想定結果を区別に表 3 2 に示します。

(長町 - 利府断層による地震)

長町 - 利府断層の場合の地震発生から6時間後における焼失棟数は、仙台市全体として、夏昼で約2千棟、冬夕で約1万棟が焼失するものと予測されています。冬夕は夏昼に比べて、延焼に至る出火件数、および焼失棟数とも被害が5倍に拡大しています。また、焼失棟数1万棟は、焼失率にすると約3%となりますが、兵庫県南部地震における焼失棟数の約7千棟より、多少大きめの数値となっています。

また、季節の違いによる焼失棟数を区別にみると、夏昼の場合で、青葉区の焼失棟数は、仙台市全体の焼失棟数の約20%を占め、同様に若林区の焼失棟数は約半数を占めていますが、冬夕の場合では、青葉区の焼失棟数が占める割合が最も大きくなっています。これは、仙台市全体の炎上出火件数や延焼出火件数に占める各区の割合が、夏昼の場合では若林区が最も大きく、冬夕の場合では、青葉区が最も大きいことに起因しています。

(宮城県沖地震・単独モデル)

今回の被害想定調査における条件設定の中で、最も被害が小さい夏昼の場合、炎上出火はあっても延焼するには至らないと予測される一部の区がありますが、仙台市全体では、わずかではありますが延焼出火が予測されています。しかも、そのほとんどは若林区に集中しています。

宮城県沖地震・単独モデルの場合の地震発生から6時間後における焼失棟数は、仙台市全体として、夏昼で約500棟、冬夕で約5千棟が焼失するものと予測されています。冬夕は夏昼に比べて、延焼に至る出火件数、および焼失棟数とも被害が約10倍に拡大しています。また、焼失棟数5千棟は、焼失率にすると約1.5%となります。

また、季節の違いによる焼失棟数を想定地震で比較すると、夏昼の場合、宮城県沖地震・単独モデルの場合の焼失棟数は、長町 - 利府断層の場合の焼失棟数の約4分の1に予測されていますが、冬夕の場合では、その比率が約2分の1に変わっています。

(宮城県沖地震・連動モデル)

宮城県沖地震・連動モデルの場合の地震発生から6時間後における焼失棟数は、宮城県沖地震・単独モデルの場合との比較において、特に冬夕の場合では木造建物の被害の差ほど大きな違いとはなっていません。仙台市全体として、冬夕の場合で焼失棟数約6千棟は、焼失率にすると約2%となります。

仙台市全体における焼失棟数を3つの想定地震で比較すると、夏昼の場合、宮城県沖地震・単独モデルを基準として、おおむね宮城県沖地震・連動モデルでその2倍、長町 - 利府断層でその4倍という木造建物の被害の差と同様な関係になっています。しかし、冬夕の場合では、宮城県沖地震・単独モデルを基準として、おおむね宮城県沖地震・連動モデルでその1倍、長町 - 利府断層でその2倍という関係になっており、想定地震の違いによる格差が少なく予測されています。

表 3 1 延焼出火件数の想定結果（出火分類別）

（長町 - 利府断層による地震）

区名	建物棟数	夏昼			冬夕		
		炎上出火	消防力による鎮火 または自然鎮火	延焼出火	炎上出火	消防力による鎮火 または自然鎮火	延焼出火
青葉区	82,328	12	6	6	72	19	53
宮城野区	50,507	9	2	7	26	7	19
若林区	42,385	20	10	10	43	9	34
太白区	68,648	6	3	3	42	14	28
泉区	59,433	0	0	0	11	9	2
合 計	303,301	47	21	26	194	58	136

（宮城県沖地震・単独モデル）

区名	建物棟数	夏昼			冬夕		
		炎上出火	消防力による鎮火 または自然鎮火	延焼出火	炎上出火	消防力による鎮火 または自然鎮火	延焼出火
青葉区	82,328	9	9	0	43	15	28
宮城野区	50,507	4	3	1	20	5	15
若林区	42,385	7	2	5	32	10	22
太白区	68,648	0	0	0	7	4	3
泉区	59,433	0	0	0	6	3	3
合 計	303,301	20	14	6	107	37	70

（宮城県沖地震・連動モデル）

区名	建物棟数	夏昼			冬夕		
		炎上出火	消防力による鎮火 または自然鎮火	延焼出火	炎上出火	消防力による鎮火 または自然鎮火	延焼出火
青葉区	82,328	6	5	1	39	9	30
宮城野区	50,507	6	4	2	19	3	16
若林区	42,385	12	4	8	41	12	29
太白区	68,648	0	0	0	19	10	9
泉区	59,433	0	0	0	5	3	2
合 計	303,301	24	13	11	123	37	86

表 3 2 焼失棟数の想定結果

（長町 - 利府断層による地震）

区名	建物棟数	夏昼				冬夕			
		1.5時間後		6時間後		1.5時間後		6時間後	
		焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)
青葉区	82,328	37	0.05	404	0.49	484	0.59	3,794	4.61
宮城野区	50,507	49	0.10	554	1.10	185	0.37	1,543	3.06
若林区	42,385	86	0.20	897	2.12	323	0.76	2,733	6.45
太白区	68,648	18	0.03	184	0.27	270	0.39	1,917	2.79
泉区	59,433	0	0.00	0	0.00	21	0.04	114	0.19
合 計	303,301	191	0.06	2,040	0.67	1,283	0.42	10,102	3.33

（宮城県沖地震・単独モデル）

区名	建物棟数	夏昼				冬夕			
		1.5時間後		6時間後		1.5時間後		6時間後	
		焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)
青葉区	82,328	9	0.01	9	0.01	219	0.27	1,595	1.94
宮城野区	50,507	10	0.02	92	0.18	151	0.30	1,072	2.12
若林区	42,385	40	0.09	397	0.94	195	0.46	1,422	3.35
太白区	68,648	0	0.00	0	0.00	23	0.03	168	0.25
泉区	59,433	0	0.00	0	0.00	53	0.09	429	0.72
合 計	303,301	59	0.02	498	0.16	640	0.21	4,686	1.55

（宮城県沖地震・連動モデル）

区名	建物棟数	夏昼				冬夕			
		1.5時間後		6時間後		1.5時間後		6時間後	
		焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)	焼失数(棟)	焼失率(%)
青葉区	82,328	6	0.01	6	0.01	217	0.26	1,734	2.11
宮城野区	50,507	16	0.03	174	0.35	122	0.24	953	1.89
若林区	42,385	64	0.15	676	1.60	265	0.63	2,072	4.89
太白区	68,648	0	0.00	0	0.00	87	0.13	655	0.95
泉区	59,433	0	0.00	0	0.00	37	0.06	371	0.62
合 計	303,301	86	0.03	857	0.28	729	0.24	5,785	1.91

#### 4. 人的被害

1995年兵庫県南部地震において、6300人余りの住民が命を落とし、負傷者も3万8千人余りに達しました。また、家屋の倒壊や火災で住居を失い、避難所に避難した人は地震発生直後には約23万人を超えました。ほとんどの被災者は、仮設住宅での不便な暮らしを強いられたほか、仮設住宅にも入居できず、応急施設での生活を続けなければならなかった人々もいました。場合によっては、住み慣れた土地での生活を諦めざるを得ない状況に追い込まれた人々もいました。なお、長期におよぶ仮設住宅暮らしも社会的な問題となっています。

このように、地震によって死者、負傷者、生活の場を失った長期避難者が発生することは、社会的に大きな影響を与えるものであることから、死者、負傷者、長期避難者といった被害者の数を予測しておくことは、地震発生直後の応急対応をすみやかに行うためやその軽減を考える上で非常に重要なことです。

今回の地震被害想定では、死者数、負傷者数、負傷者数に占める重傷者数、長期避難者数を予測しました。

##### 4-1. 死者

死傷者を発生させる直接的な要因は構造物の損壊によるものだけでなく、崖崩れや津波など種々考えられますが、ここでは振動に伴う建物被害（屋内収容物（家具類）の移動、転倒による死者を含む）と火災に起因する死者数を予測しました。なお、火災に起因する人的被害については、地震発生6時間後の焼失棟数に基づいて算定しました。なお、想定単位は行政区単位としました。

この際、地震の発生時刻の木造建物、非木造建物について建物内滞留者数が考慮されています。

死者数の予測一覧を表 4-1 に示します。

最も被害が大きい長町 - 利府断層の場合、冬夕の死者は仙台市全体で約1000人が予測されています。一方、最も被害が小さい宮城県沖地震・単独モデルの夏昼の場合でも死者は予測されています。いずれの場合でも死者を発生させる要因のほとんどは、振動に伴う建物被害です。従って、次の宮城県沖地震の際に死者を少なくするためには、いかに木造建物の全壊棟数を減らすかが重要なポイントとなっています。

##### 4-2. 負傷者

振動に伴う建物被害による負傷者数は、兵庫県南部地震における市区単位で負傷者比率を評価した予測式を採用しました。また、火災に起因する負傷者数については、出火直後の火災による負傷者数は、平常時火災による負傷者発生率に基づいて予測し、延焼火災による負傷者数は、過去の地震被害事例を基に、焼失棟数との関係から算出しました。この際、発災後6時間後までの行政区ごとの焼失棟数が考慮されます。

負傷者数の予測一覧を表 4-2 に示します。

負傷要因のほとんどが死者と同様に振動に伴う建物被害ですから、季節による変動はほとんどなく、最も被害が大きい長町 - 利府断層の場合、負傷者数は仙台市全体で1万3千人程度が予測されています。

また、仙台市全体の負傷者数に占める各区の割合が、宮城野区や若林区では、長町 - 利府断層の場合で約20%、宮城県沖地震の場合で約30%前後であるのに対して、泉区では想定地震によらずに約10%程度と予測されています。

表 4 1 死者数の予測一覧

(長町 - 利府断層による地震)

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	139	1	5	145	145	6	33	184
宮城野区	163	1	8	172	202	2	24	228
若林区	170	2	15	187	220	3	47	270
太白区	185	0	2	187	243	3	24	270
泉区	60	0	0	60	77	1	2	80
合計	717	4	30	751	887	15	130	1,032

(宮城県沖地震・単独モデル)

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	1	1	0	2	1	3	0	4
宮城野区	9	0	0	9	12	2	1	15
若林区	2	1	0	3	3	2	0	5
太白区	1	0	0	1	1	1	0	2
泉区	1	0	0	1	1	0	0	1
合計	14	2	0	16	18	8	1	27

(宮城県沖地震・連動モデル)

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	4	0	0	4	4	3	0	7
宮城野区	19	0	0	19	24	1	2	27
若林区	18	1	1	20	25	3	4	32
太白区	9	0	0	9	13	1	0	14
泉区	5	0	0	5	7	0	0	7
合計	55	1	1	57	73	8	6	87

表 4 2 負傷者数の予測一覧

(長町 - 利府断層による地震)

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	3,327	10	3	3,340	2,737	60	327	3,124
宮城野区	2,897	8	0	2,905	2,672	22	105	2,799
若林区	2,908	17	41	2,966	2,750	36	214	3,000
太白区	2,591	5	0	2,596	2,810	35	152	2,997
泉区	1,263	0	0	1,263	1,325	9	0	1,334
合計	12,986	40	44	13,070	12,294	162	798	13,254

(宮城県沖地震・単独モデル)

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	231	8	0	239	190	36	101	327
宮城野区	643	3	0	646	593	17	61	671
若林区	459	6	0	465	434	27	93	554
太白区	173	0	0	173	187	6	0	193
泉区	149	0	0	149	156	5	0	161
合計	1,655	17	0	1,672	1,560	91	255	1,906

(宮城県沖地震・連動モデル)

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	753	5	0	758	619	33	102	754
宮城野区	1,044	5	0	1,049	963	16	80	1,059
若林区	1,400	10	19	1,429	1,323	34	173	1,530
太白区	745	0	0	745	808	16	17	841
泉区	453	0	0	453	475	4	0	479
合計	4,395	20	19	4,434	4,188	103	372	4,663

#### 4-3. 重傷者

振動に伴う建物被害による重傷者数は、兵庫県南部地震における負傷者数に占める重傷者数の割合（重傷者比率）による予測式を採用しました。また、延焼火災による重傷者数は、過去の地震被害事例を基に、焼失棟数との関係から算出しました。

重傷者数の予測一覧を表 4 3 に示します。なお、表中の数値は、前述した負傷者数のうち数です。

表 4 3 重傷者数の予測一覧

（長町 - 利府断層による地震）

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	333	3	1	337	274	17	91	382
宮城野区	245	2	0	247	226	6	29	261
若林区	159	5	11	175	151	10	60	221
太白区	220	1	0	221	239	10	42	291
泉区	126	0	0	126	132	3	0	135
合計	1,083	11	12	1,106	1,022	46	222	1,290

（宮城県沖地震・単独モデル）

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	23	2	0	25	19	10	28	57
宮城野区	64	1	0	65	59	5	17	81
若林区	46	2	0	48	43	8	26	77
太白区	17	0	0	17	19	2	0	21
泉区	15	0	0	15	16	1	0	17
合計	165	5	0	170	156	26	71	253

（宮城県沖地震・連動モデル）

区名	夏昼				冬夕			
	建物	出火	延焼	合計	建物	出火	延焼	合計
青葉区	75	1	0	76	62	9	28	99
宮城野区	104	1	0	105	96	5	22	123
若林区	140	3	5	148	132	10	48	190
太白区	74	0	0	74	81	5	5	91
泉区	45	0	0	45	48	1	0	49
合計	438	5	5	448	419	30	103	552

#### 4-4. 長期避難者

1995年兵庫県南部地震では、住居の損壊により居住が不可能になった居住者に加え、ライフラインの途絶による長期避難者が多数発生しました。また、仮設住宅、学校など公共施設などの供給状況や、時間経過に伴う避難者数の変化の把握がかなり難しく、時間経過を考慮したデータに裏づけされた精度の良い推定式が見当たらないことから、半壊以上（液状化を含む）および焼失した建物に住む人が長期避難者となると想定し、行政区別に算定しました。

長期避難者数の予測一覧を表 4 4 に示します。最も被害が大きい長町 - 利府断層の冬夕の場合で、仙台市全体で約 18 万人の長期避難者が予測されています。

表 4 4 長期避難者数の予測一覧

区名	長町 - 利府断層		宮城県沖地震（単独）		宮城県沖地震（連動）	
	夏昼	冬夕	夏昼	冬夕	夏昼	冬夕
青葉区	29,556	39,008	2,034	6,836	6,267	11,026
宮城野区	32,035	35,064	14,061	17,237	18,599	22,043
若林区	35,280	39,162	16,203	18,913	26,831	30,593
太白区	39,817	44,651	7,236	7,756	19,899	21,809
泉区	20,067	21,434	2,737	4,189	7,821	9,045
合計	156,755	179,319	42,271	54,931	79,417	94,516



## 5. ライフライン施設の被害

上水道，下水道，都市ガス，電力などは生活の維持には欠かせないものであり，この意味からこれらの施設はライフライン（生命線）と呼ばれています。これらの施設のおかげで現代社会の住民は多くの利便性を享受しており，これらの施設なしには生活が成り立たなくなっています。最近の地震災害では，ライフライン施設の被害（特に，機能支障や波及影響）が注目されるようになってきました。

ライフライン施設の被害が社会に衝撃を与え，「都市型地震災害」という言葉が生れるきっかけになったのは，1978年6月12日の宮城県沖地震であり，水道，都市ガス，電力が大きな被害を受けました。1995年兵庫県南部地震では，電力は1週間程度で全面復旧したものの，上水道，都市ガスの復旧には3ヶ月以上の時間を要しました。

今回の地震被害想定では，ライフラインの中から，上水道，下水道，都市ガス，電力施設，および通信施設としての電話をとりあげ，その被害を予測すると同時に，復旧の検討を行いました。

### 5-1. 上水道

上水道は，飲用，調理用，あるいは洗濯，浴用などの生活用途としてのみならず，災害時の救急医療においては必要不可欠なものです。また，水洗トイレ用にも多量の水が使用されており，上水道の被害は市民生活に大きな影響を及ぼします。

仙台市の上水道は仙台市水道局によって運営されており，水道事業統計（平成12年度）によれば，給水人口989,978人，年間総給水量129,611,977m<sup>3</sup>，1日平均給水量355,101m<sup>3</sup>/日，使用給水栓数350,001栓の規模となっています。

今回の地震被害想定では，管種別，管径別に送配水管の管路を対象として行いました。仙台市全域の水道管（送・配水管）の延長距離は，3,121kmとなっています。表5-1に管種別，管径別の上水道の状況をまとめました。

被害想定の基本的な考えは，兵庫県南部地震における鑄鉄製送配水管の被害を基に作成された標準被害率予測曲線により標準被害率(箇所/km)を計算し，これに地盤補正係数，液状化補正係数，管種補正係数，管径補正係数を乗じて配水管の被害率を求める方法を採用しています。最後に被害率に延長距離を乗じて被害箇所数を算定しています。日本水道協会を中心とした兵庫県南部地震の被害データの詳細な分析結果を反映した最新の予測手法を採用しています。

図5-1に上水道（送・配水管）の延長分布を主な管種別で示します。

表 5 1 仙台市全域の水道管（送・配水管）延長距離（km）

管 種	管 径				合計
	75mm ~125mm	150mm ~350mm	400mm ~900mm	1,000mm 以上	
鑄鉄管	56.7	64.9	12.8	0.0	134.4
ダクタイル鑄鉄管	584.3	1,196.4	215.7	0.0	1,996.4
ポリエチレン管	0.1	0.0	2.1	0.0	2.2
鋼管	3.6	14.3	53.4	44.4	115.7
塩化ビニル管	858.2	5.9	0.0	0.0	864.1
その他	0.9	0.9	1.2	0.0	3.0
管種不明	3.2	1.8	0.2	0.0	5.2
合計	1,507.0	1,284.2	285.4	44.4	3,121.0

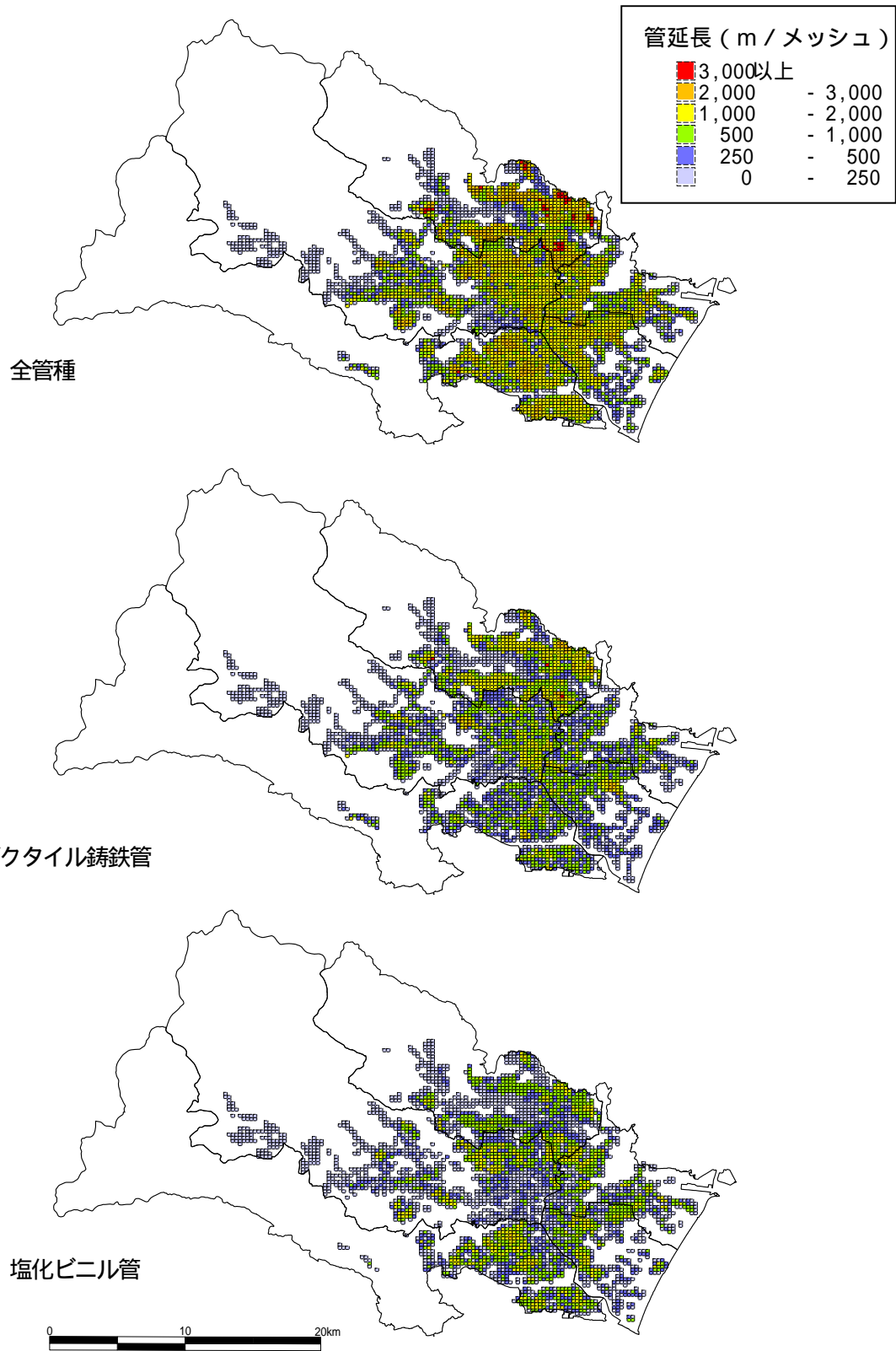


図 5 1 上水道 (送・配水管) 延長分布図

上水道（送・配水管）の被害想定結果を表 5 2(a)に示し、上水道（送・配水管）の被害分布を想定地震別に図 5 2に示します。

（長町 - 利府断層による地震）

想定地震の中では最大の被害となっています。被害が相対的に大きいのは、長町 - 利府断層から東側の沖積平野部となっています。仙台市全域では、約 2600 箇所、0.83 箇所/km の被害が予測されています。

（宮城県沖地震・単独モデル）

仙台市全域では、約 870 箇所、0.28 箇所/km の被害が予測されており、この被害量は長町 - 利府断層による地震の場合の被害量の約 3 分の 1 となっています。

（宮城県沖地震・連動モデル）

仙台市全域では、約 1200 箇所、0.38 箇所/km の被害が予測されており、この被害量は長町 - 利府断層による地震の場合の被害量の約半分となっています。

表 5 2(a) 上水道（送・配水管）の被害想定結果

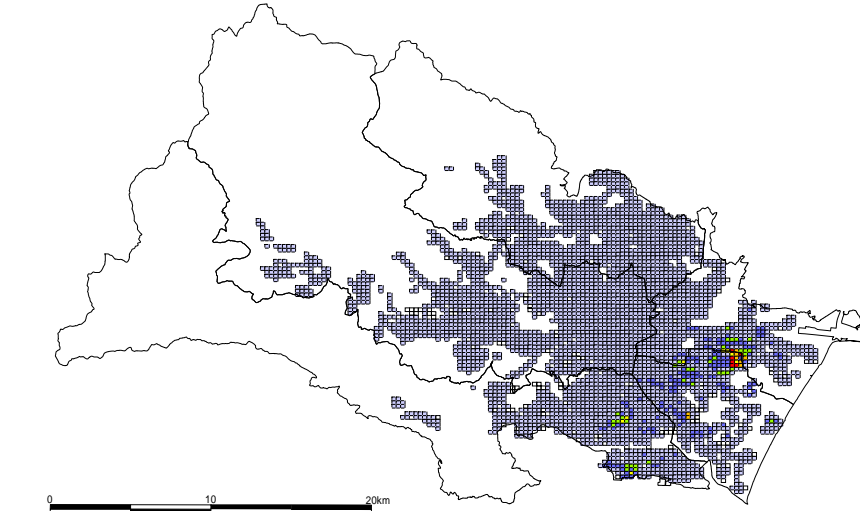
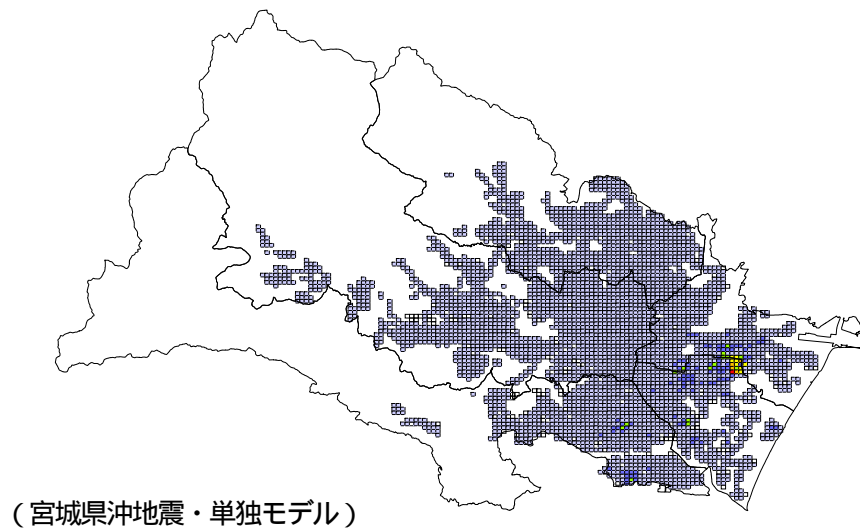
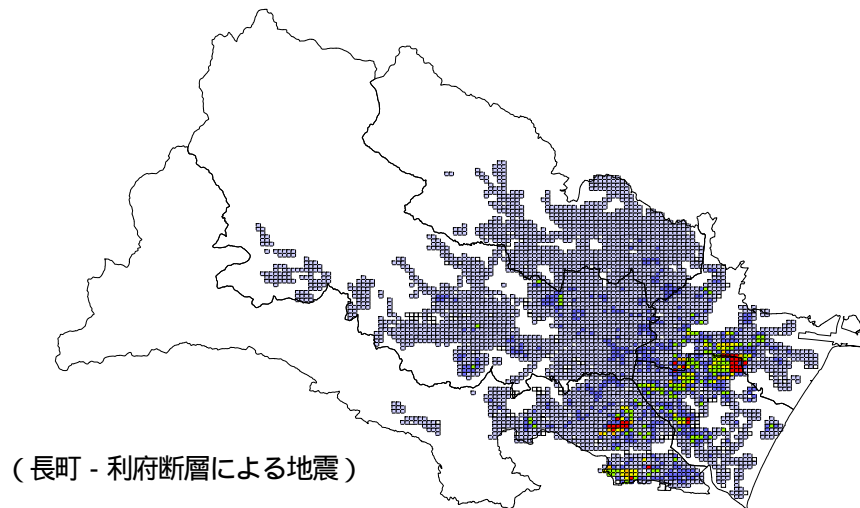
現況		長町 - 利府断層による地震		宮城県沖地震（単独）		宮城県沖地震（連動）	
管種	延長(km)	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km
全種	3,121	2,604	0.83	873	0.28	1,180	0.38

上水道（送・配水管）の被害想定結果に基づく供給支障予測を表 5 2(b)に示します。評価は行政区単位で計算を行っています。採用した予測計算式の特徴により、仙台市全体で計算を行う場合と行政区単位で計算を行った上で結果を積み上げた場合では異なる結果が得られますが、地域特性を反映させるためと安全側を見込んで行政区毎に供給支障予測を行いました。

供給支障率は、長町 - 利府断層の場合、若林区で 50%を超え、宮城県沖地震・単独モデルでも若林区で 20%程度が予測されており、地域内格差が現われています。供給支障人数では、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも仙台市全体で 5 万人を超え、宮城野区と若林区の供給支障人数の合計は、仙台市全体の供給支障人数の約 4 分の 3 を超える結果が予測されています。

表 5 2(b) 上水道（送・配水管）の供給支障予測

		青葉区	宮城野区	若林区	太白区	泉区	合計
長町 - 利府断層による地震	供給支障率(%)	6.9	30.5	51.7	12.6	5.2	-
	供給支障人口(千人)	19.2	52.6	65.6	27.7	10.2	175
宮城県沖地震(単独)	供給支障率(%)	1.3	10.9	19.4	2.8	1.4	-
	供給支障人口(千人)	3.6	18.8	24.6	6.1	2.8	56
宮城県沖地震(連動)	供給支障率(%)	1.8	14.1	27.5	4.5	2.0	-
	供給支障人口(千人)	4.9	24.3	34.9	9.9	3.8	78



(宮城県沖地震・連動モデル)

図 5 2 上水道(送・配水管)被害分布

## 5-2. 下水道

平成12年度現在において、仙台市の下水道事業の現状は、普及率93.7%、処理人口は約927,150人(地域下水道・農業集落排水施設・合併処理浄化槽を含めた「汚水処理施設整備率」は98.5%、処理人口約974,747人)、また下水処理場の年間汚水処理量は1億3,598万m<sup>3</sup>となっています。

設備としては、市内の下水管延長は3,817km、ポンプ場38カ所、下水処理場4カ所(ほかに宮城県の流域下水道の2つの処理場に処理を委託)となっています。

今回の地震被害想定調査では、管路の被害想定のみを行いました。管路に関しては過去の地震被害分析から求めた地震動と被害率の関係式を用いて標準被害率を計算し、地盤、埋設工法、管種、管径の各種補正係数を乗じて全下水管類の被害率を算定した。また、この被害率に下水管延長を乗じることにより、下水管の被害箇所数を算定しました。

下水道管(汚水(分流)・合流)の管種別・管径別・埋設工法別延長を表5-3にまとめ、下水道管(雨水(分流))の管種別・管径別・埋設工法別延長を表5-4にまとめました。下水道の汚水(分流)、および雨水(分流)の延長分布図を図5-3に示します。

表 5-3 下水道管(汚水(分流)・合流)の管種別・管径別・埋設工法別延長 (単位: km)

管径	～150mm未満		150以上～400mm未満		400以上～1000mm未満		1000以上～2000mm未満		2000以上～4000mm未満		4000mm以上～		合計
	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	
ヒューム管	0.0	0.0	1,317.1	42.2	179.5	87.7	42.3	40.3	3.6	3.6	0.0	0.0	1,716.4
無筋コンクリート	0.0	0.0	6.1	0.0	46.8	0.0	6.9	1.3	0.0	3.8	0.0	2.0	66.9
陶管	0.0	0.0	337.4	0.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	339.4
塩化ビニール管	1.2	0.0	722.5	48.0	2.3	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	777.4
ボックスカルバート	0.0	0.0	0.1	0.0	3.6	0.0	5.8	0.0	2.1	0.0	0.1	0.0	11.6
鋳鉄管	8.7	0.0	15.7	0.0	10.9	2.1	0.7	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	39.7
プラスチック管	0.0	0.0	3.4	0.0	9.3	0.2	0.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5
鋼管	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
合計	10.5	0.0	2,402.3	90.5	254.3	93.7	55.9	44.5	5.8	7.4	0.1	2.0	2,967.0
工種	トンネル		添架工法・水管橋		トンネル		添架工法・水管橋		トンネル		添架工法・水管橋		合計
	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	
その他の工法	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.8	4.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3

表 5-4 下水道管(雨水(分流))の管種別・管径別・埋設工法別延長 (単位: km)

管径	～150mm未満		150以上～400mm未満		400以上～1000mm未満		1000以上～2000mm未満		2000以上～4000mm未満		4000mm以上～		合計
	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	開削	推進・シールド	
ヒューム管	0.0	0.0	195.8	0.0	309.8	2.1	88.3	10.0	7.3	1.7	0.0	0.0	615.0
無筋コンクリート	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
陶管	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
塩化ビニール管	0.0	0.0	12.0	0.2	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8
ボックスカルバート	0.0	0.0	3.7	0.0	48.6	0.0	57.6	0.0	60.2	0.0	19.3	0.0	189.5
鋳鉄管	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
プラスチック管	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
鋼管	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	0.0	0.0	212.5	0.2	362.9	2.3	146.4	10.1	67.5	1.7	19.3	0.0	822.8
工種	トンネル		添架工法・水管橋		トンネル		添架工法・水管橋		トンネル		添架工法・水管橋		合計
	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	トンネル	添架工法・水管橋	
その他の工法	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

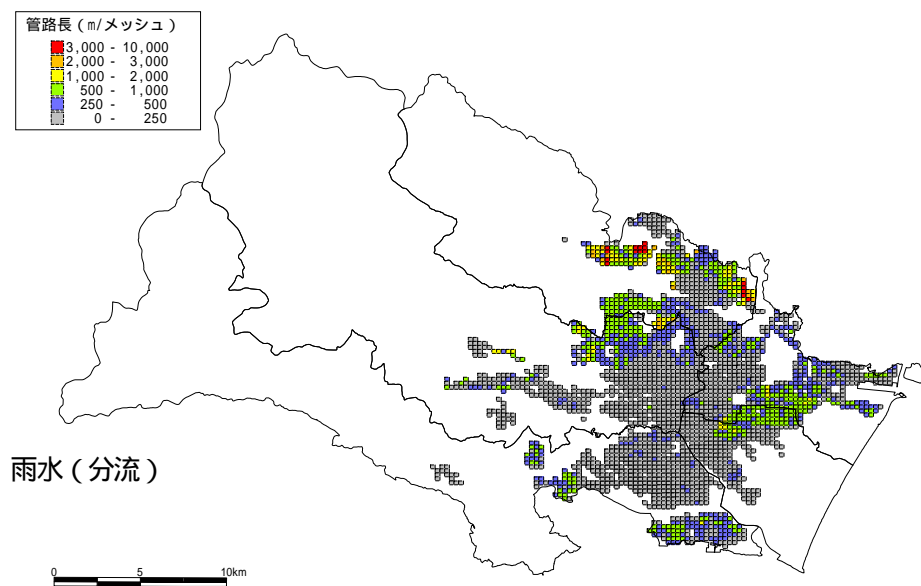
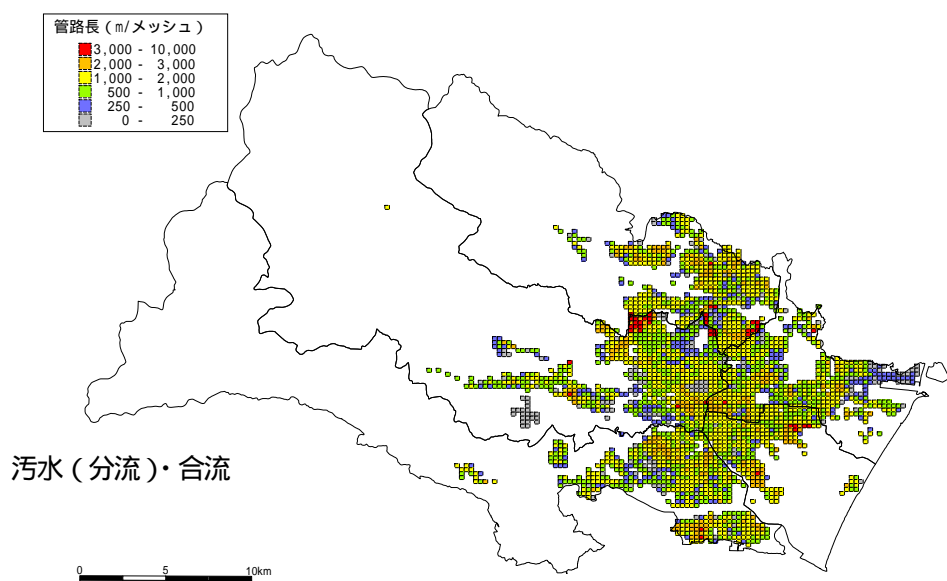


図 5 3 下水道 (汚水 (分流)・雨水 (分流)) の延長分布図

下水道管（污水管・合流管）の被害想定結果を表 5 5(a)にまとめ、下水道管（雨水管）の被害想定結果を表 5 5(b)にまとめました。

また、下水道管（污水（分流）・合流）被害分布を図 5 4に示し、下水道管（雨水（分流））被害分布を図 5 5に示します。

表 5 5(a) 下水道管（污水管・合流管）の被害想定結果

現況		長町 - 利府断層による地震		宮城県沖地震（単独）		宮城県沖地震（連動）	
管種	延長(km)	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km
全種	2,967	10,310	3.47	4,531	1.53	6,764	2.28

表 5 5(b) 下水道管（雨水管）の被害想定結果

現況		長町 - 利府断層による地震		宮城県沖地震（単独）		宮城県沖地震（連動）	
管種	延長(km)	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km
全種	823	1,988	2.42	718	0.87	1,028	1.25

下水道（污水管・合流管）の被害想定結果に基づく応急復旧所要日数の概略予測を表 5 6に示します。応急復旧日数は、長町 - 利府断層の場合で、約3ヶ月、宮城県沖地震の単独モデルの場合で1.3ヶ月程度が概略で予測されています。

表 5 6 下水道施設の応急復旧所要日数概略予測

	長町 - 利府断層による地震	宮城県沖地震（単独）	宮城県沖地震（連動）
被害箇所数	10,310	4,531	6,764
被害率(箇所/km)	3.47	1.53	2.28
応急復旧日数	2.9ヶ月	1.3ヶ月	1.9ヶ月

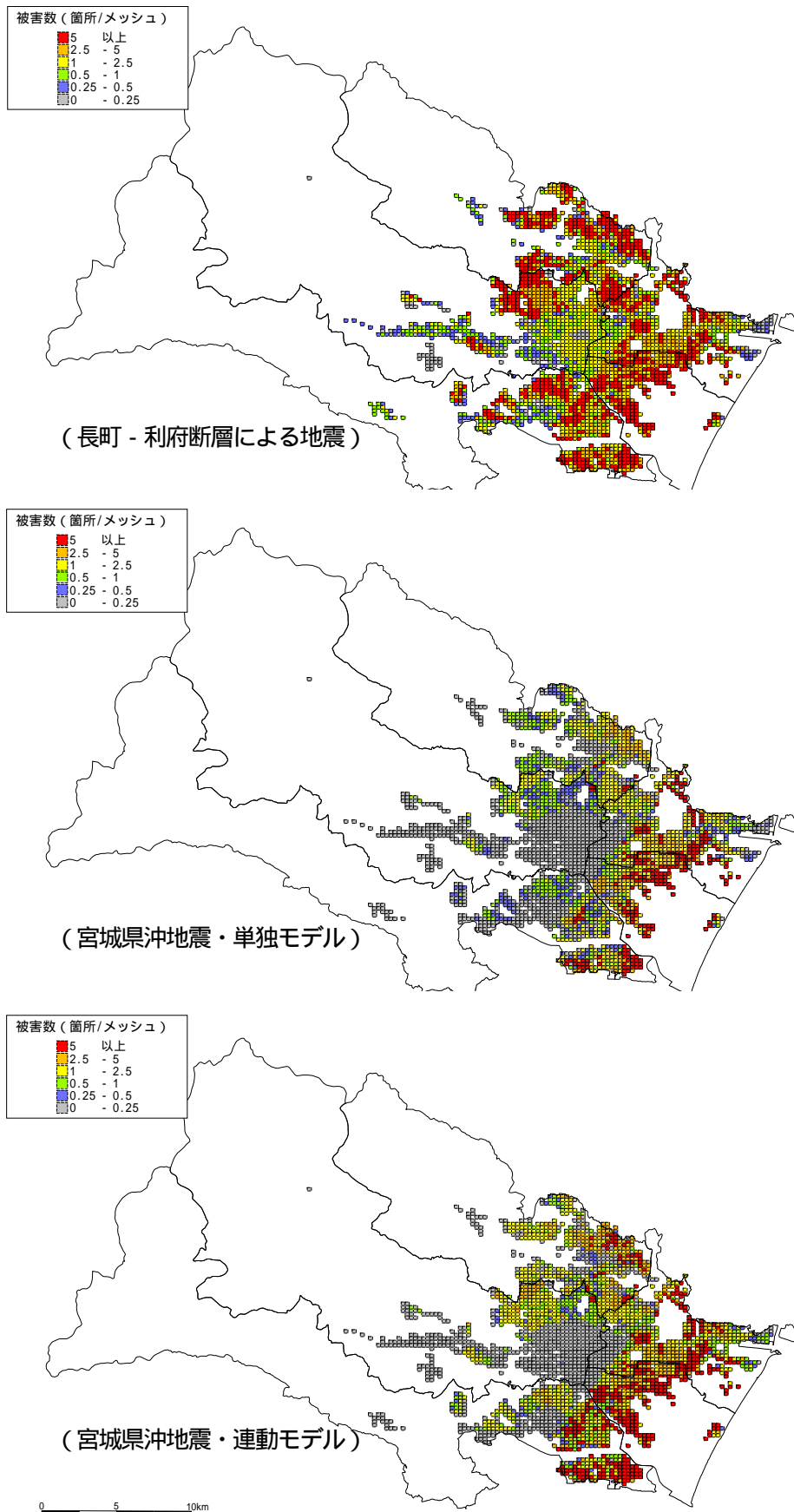


図 5 4 下水道管 (汚水 (分流)・合流) 被害分布



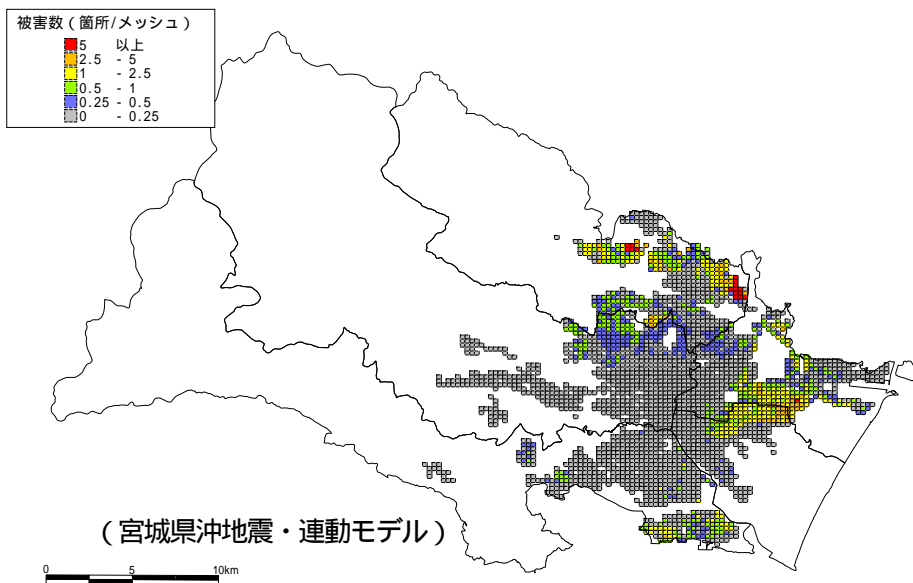
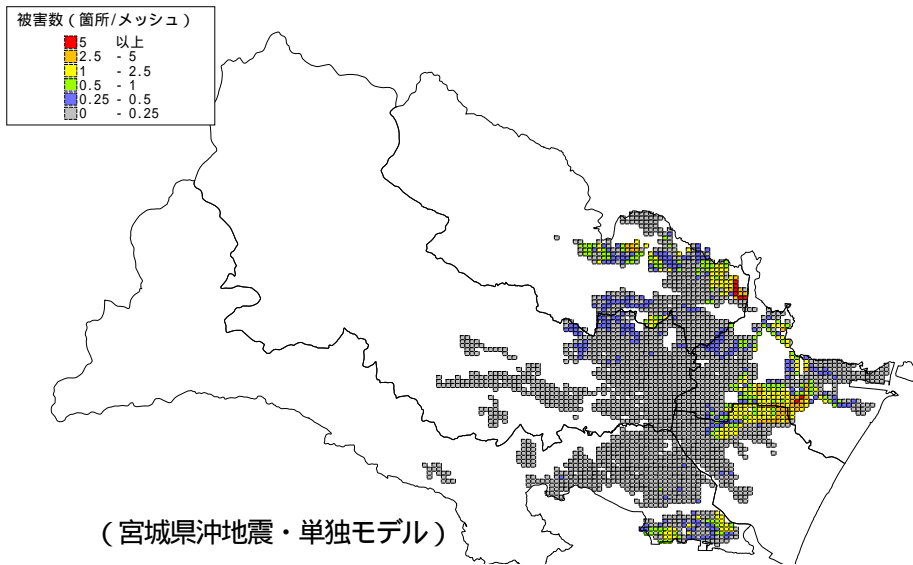
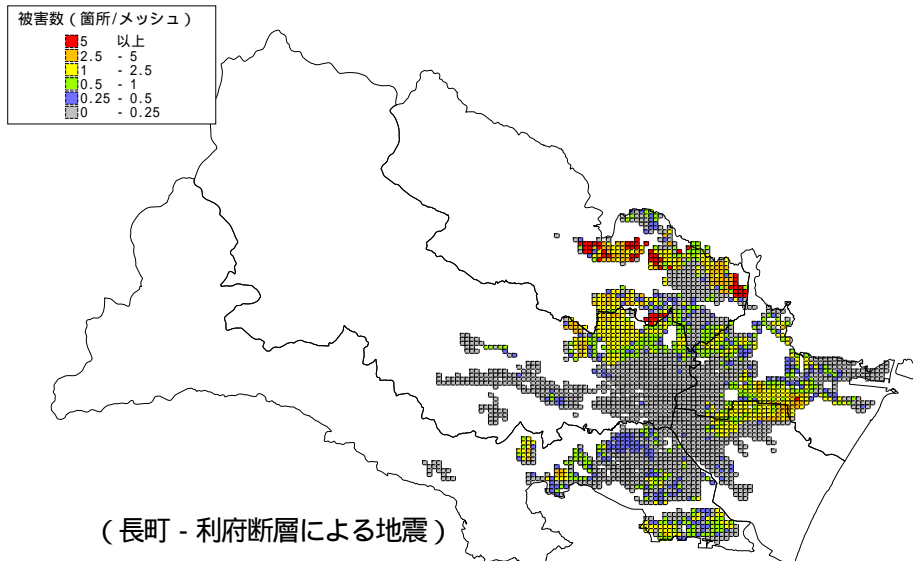


図 5 5 下水道管 (雨水 (分流)) 被害分布

### 5 3. 都市ガス

平成 12 年度末現在で仙台市ガス局は、仙台市，多賀城市，名取市，利府町，富谷町，大和町の 3 市 3 町にわたって、344,753 件の需要家に 380,551 千 m<sup>3</sup>の都市ガスを供給しています。

今回の地震被害想定調査では、低圧ガス導管，供給管の被害想定を行いました。なお，中圧導管（裏波溶接法による溶接接合鋼管）は，兵庫県南部地震における震度 7 の地域や液状化地域においても全く被害を受けていなかったことから，中圧導管を本被害想定の対象外としました。被害予測方法は，地震動と被害率の関係式（標準被害率予測曲線）から標準被害率を計算して，これに地盤補正係数，管種補正係数などを乗じてガス管の被害率を求める方法を採用しました。この中で標準被害率予測曲線や各種補正係数に関しては，兵庫県南部地震におけるガス導管の被害データの分析結果を基に，新たに作成された最新の研究成果を使用しています。

ガス導管延長を表 5 7 にまとめ，ガス供給管数を表 5 8 にまとめました。仙台市ガス局が供給している都市ガス管の総延長は，約 4000km（仙台市以外を含む）となっています。なお，仙台市内の延長距離では，中圧導管が 407km，低圧導管が 3,020km，合計 3,427km となっています。

また，都市ガス導管の延長分布図を低圧導管，中圧導管，供給管別に図 5 6 に示します。

表 5 7 ガス導管延長 (km)

管種	中圧導管	低圧導管						合計
	鋼管 (裏波溶接)	鋼管 (溶接)	鋼管 (矽付き)	鋼管 (カニ継手)	鋳鉄管 (印ろう)	ダクタイル 鋳鉄管	ポリエチレン管	
延長	476.8	47.0	781.5	225.6	22.4	1,500.7	895.2	3,949.2
割合	12.1%	1.2%	19.8%	5.7%	0.6%	38.0%	22.7%	100%

表 5 8 ガス供給管数 (本)

管種	供給管		合計
	ポリエチレン管	ポリエチレン管以外	
延長(本)	90,614	127,468	218,082
割合	41.6%	58.4%	100%

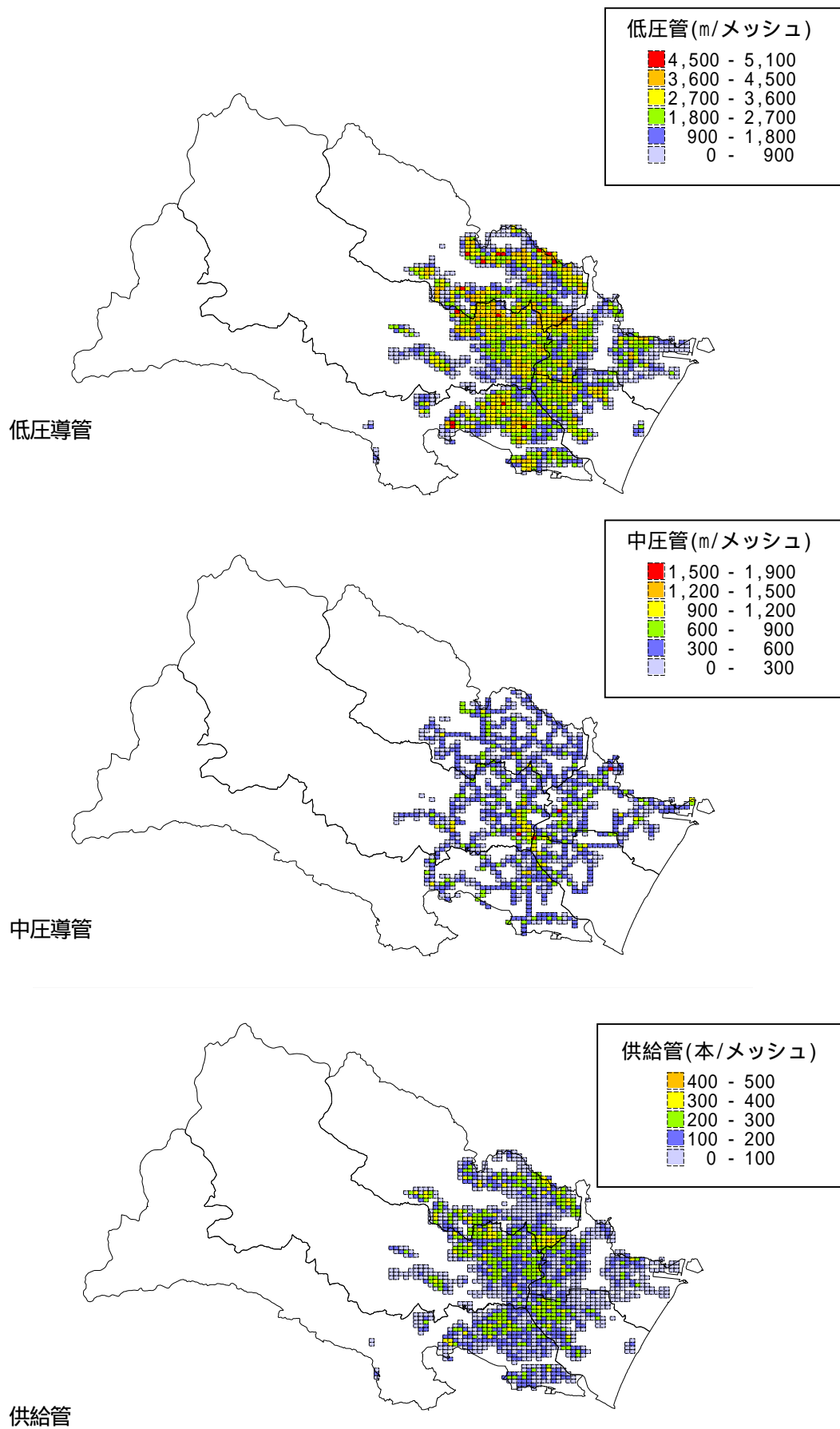


図 5 6 都市ガス導管の延長分布図

低圧導管の被害想定結果を表 5 9 にまとめ、供給管の被害想定結果を表 5 10 にまとめました。最も被害が大きい長町 - 利府断層による地震の場合、本市全域では、中圧導管への被害は想定されず、低圧導管で約 4000 箇所程度、1.12 箇所/km の被害、供給管で 5000 箇所を越す被害が予測されています。また、宮城県沖地震・単独モデルでは、低圧導管で約 2000 箇所、0.65 箇所/km の被害、供給管で 2000 箇所に近い被害が予測されています。

また、ガス導管（低圧導管）被害分布を図 5 7 に示し、ガス管（供給管）被害分布を図 5 8 に示します。

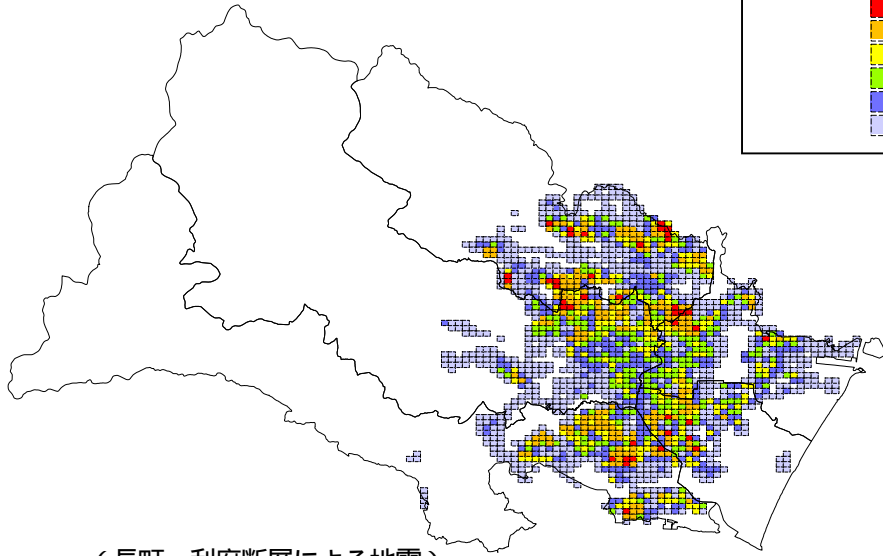
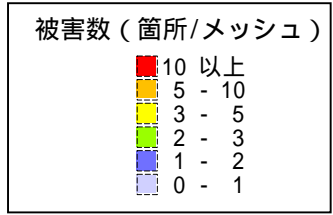
なお、供給停止率については、長町 - 利府断層による地震、および宮城県沖地震・連動モデルの場合で 100%（中圧需要家を除く）であり、供給停止件数にすると本市全体で約 29 万件となっています。宮城県沖地震・単独モデルの場合では、低圧需要家で約 50%程度の供給停止率が予測されています。

表 5 9 低圧導管の被害想定結果

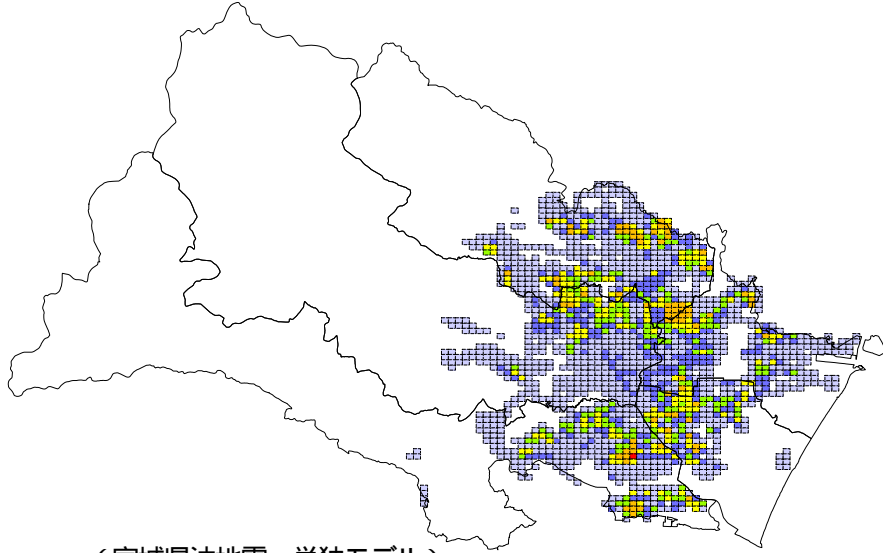
現況		長町 - 利府断層による地震		宮城県沖地震（単独）		宮城県沖地震（連動）	
管種	延長(km)	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km	箇所	箇所/km
ガス導管	3,427	3,835	1.12	2,243	0.65	2,953	0.86

表 5 10 供給管の被害想定結果

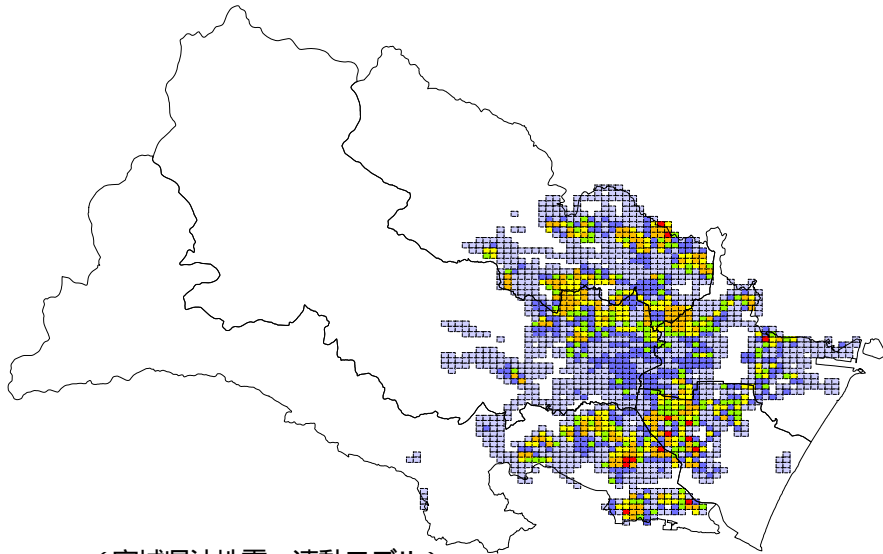
現況		長町 - 利府断層による地震		宮城県沖地震（単独）		宮城県沖地震（連動）	
管種	延長(本)	箇所	箇所/千本	箇所	箇所/千本	箇所	箇所/千本
供給管	191,827	5,458	28.5	1,771	9.2	2,456	12.8



(長町 - 利府断層による地震)



(宮城県沖地震・単独モデル)



(宮城県沖地震・連動モデル)

図 5 7 ガス導管 (低圧導管) の被害分布

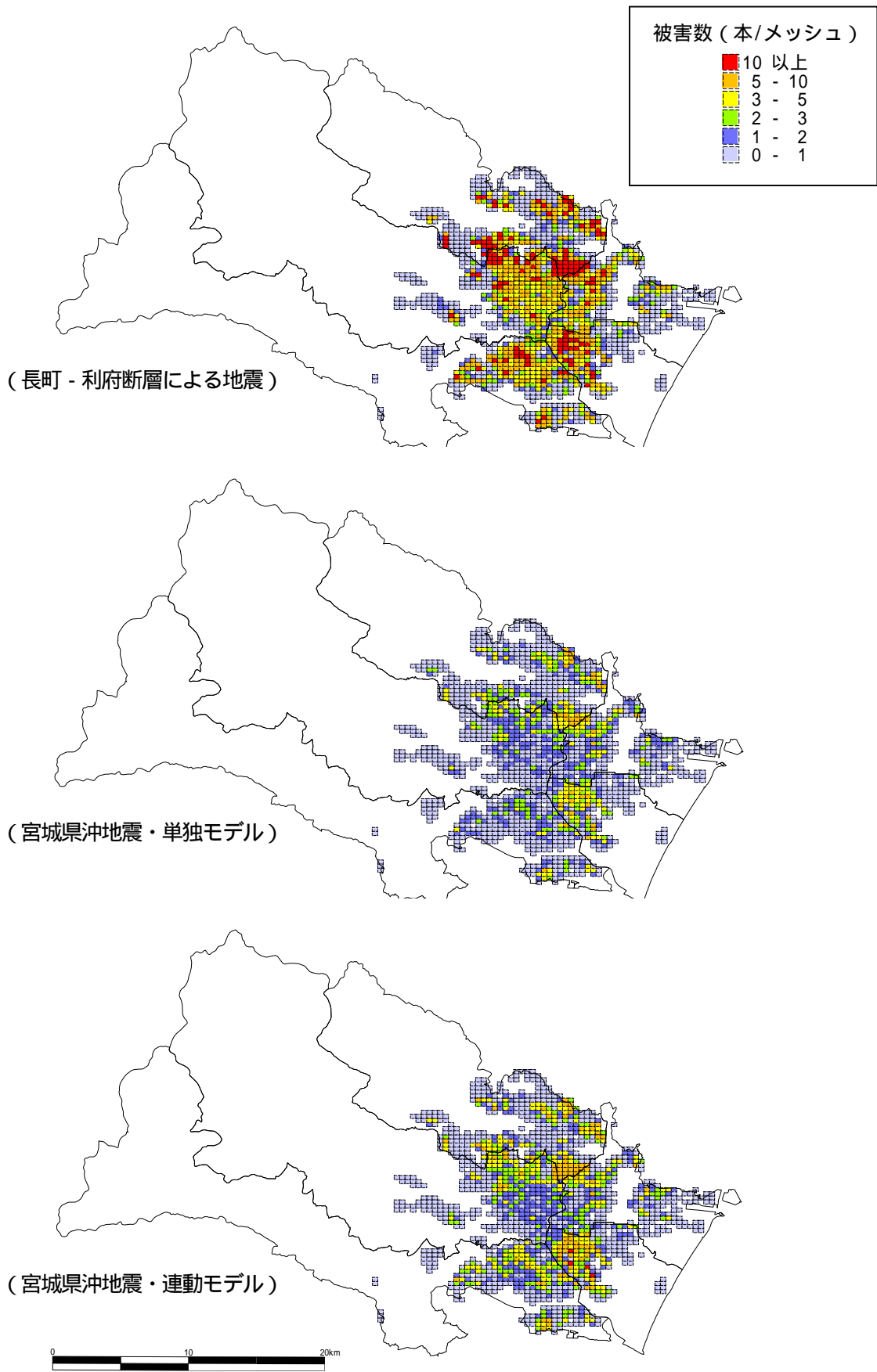


図 5 8 ガス導管 (供給管) 被害分布

## 5-4. 電力

発電電・送電関係については、機能に重大な支障が生じない耐震性を確保しており、長時間におよぶ供給支障をもたらすような被害には至らないと推定されます。

広範囲で面的な設備を有する配電設備は、震度5強以下の地域においては供給支障をもたらすような被害には至らないと推定されますが、高レベルの地震については、地震動による直接被害のほか建物倒壊や火災、道路損壊などの影響を大きく受けることが想定されることから、想定震度6弱以上の地域に存在する設備を被害想定対象設備としました。

設備の被害想定については、電気設備防災対策検討会（資源エネルギー庁）、および電気事業連合会からの兵庫県南部地震に対する検討報告資料と三陸はるか沖地震の実績を参考として、被害を推定しました。結果の一例として、支持物・電線設備被害(架空配電線)を図59, 図510に示します。架空配電線の被害は、仙台市全域では、最も被害が大きい長町・利府断層による地震の場合、約4600基、約1万3千条・径間、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも約2800基、約8千条・径間の被害が予測されます。

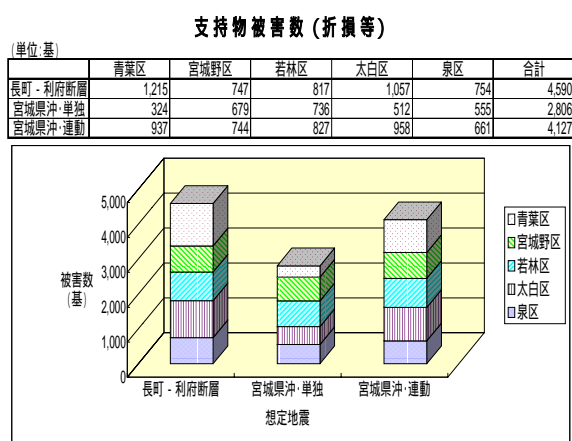


図 5 9 支持物設備被害(架空)

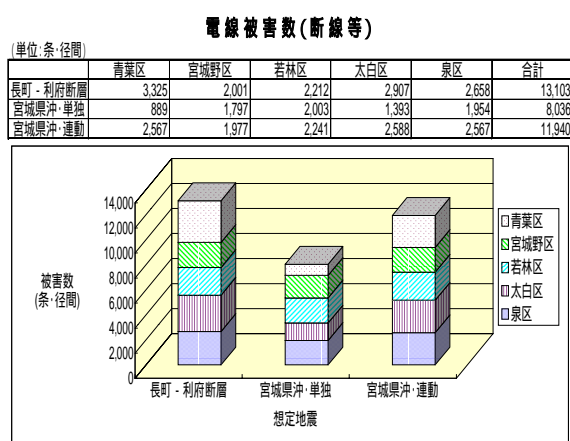


図 5 10 電線設備被害(架空)

### (復旧体制と復旧予想)

復旧は、非常体制のもとに、早期の情報収集や状況把握、応援要請(状況に応じて他電力会社にも要請)、資材調達、輸送体制および供給力の確保など社内防災関連基準に基づいて行います。停電戸数の推移予想を図511に示します。

発電電および送電関係については、比較的短時間の対応が可能です。

配電設備は、広範囲・多岐にわたっていることから、多くの要員・機械力を必要とします。復旧は、防災関係機関、病院、通信、避難場所など重要施設への供給を優先としながら、倒壊、焼失家屋を除き、停電発生から2晩以内での送電を目標として進めます。ただし、建物倒壊、道路や橋梁損壊などの障害があって機動力が効果的に駆使できない場合は、相応の遅延が考えられます。

電力保安通信設備は、万一の回線途絶に備え、可搬型電源や可搬型衛星通信設備等を配備し非常時の通信連絡を確保します。

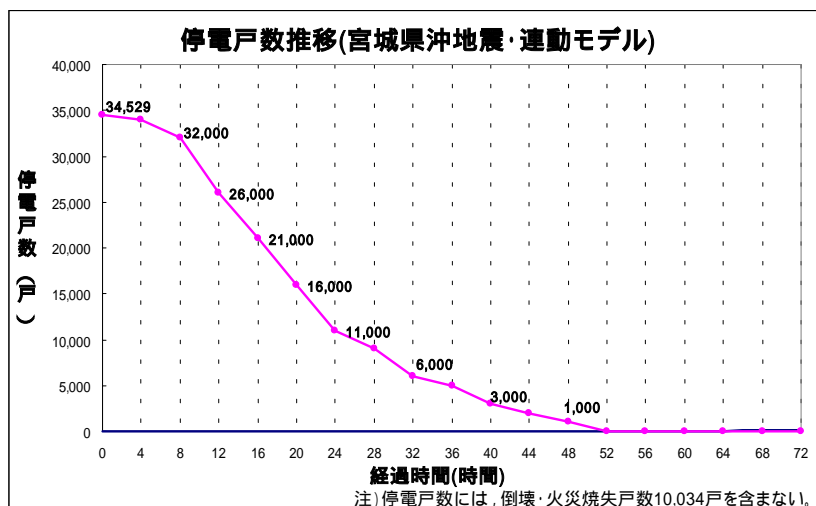
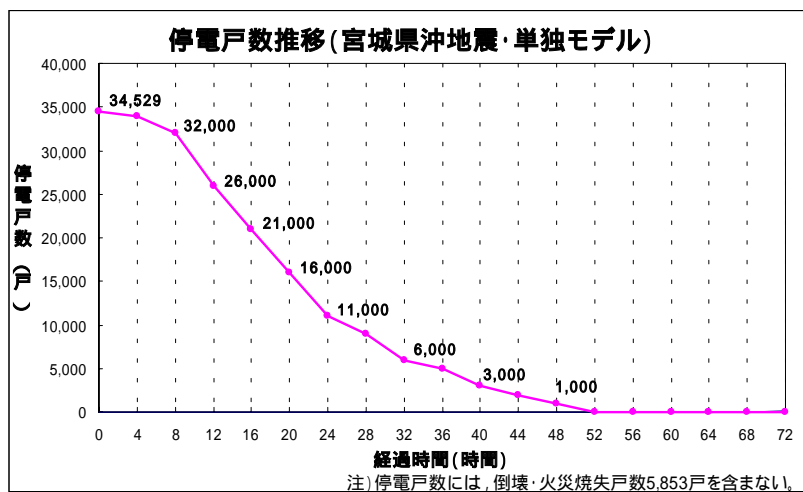
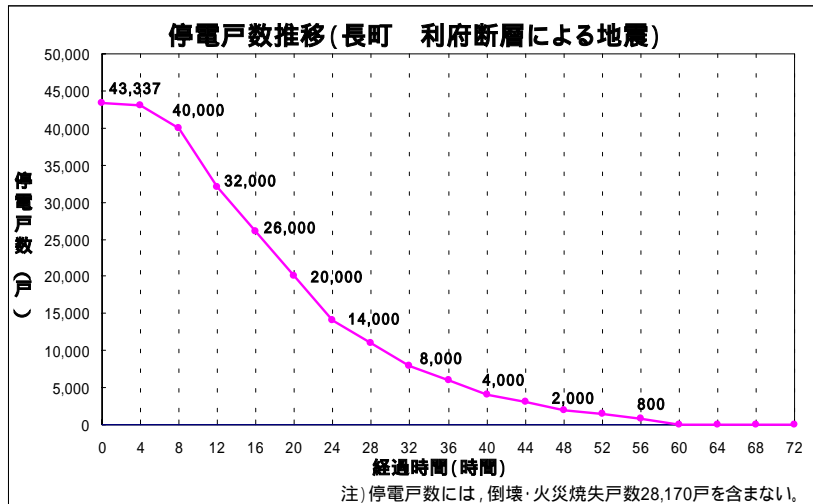


図 5 11 電力設備の復旧予想(倒壊, 焼失家屋は除く)



5-5. 電話

地震災害時において、災害に素早く対応し、被害を最小限に食い止め、都市機能を維持していくためには、情報伝達機能を確保することが必要不可欠です。

情報伝達機能を担う通信施設としては、電話、国、地方自治体、公共機関等が保有している専用通信回線（有線・無線）、民間のアマチュア無線、タクシー無線、トランシーバー等があり、これに放送、新聞を加える場合もあります。また、最近では携帯電話とインターネットの普及率が急増しており、状況は大きく変化しつつあります。

これらのうち、今回の地震被害想定では地震時の被害影響について電話を対象として行い、電柱、架空ケーブル、地下ケーブル、管路、マンホールについて被害を想定しました。

通信設備の被害想定については、阪神・淡路大震災時のNTT設備の被災率を基に、計測震度6.0以上、計測震度6.0未満～5.5以上、計測震度5.5未満～5.0以上、計測震度5.0未満と段階をもうけ、各設備毎に按分係数を決定しました。また、今回の地震被害想定における建物倒壊に伴う倒壊率や火災延焼率等を参考としながら、NTT東日本の按分係数と合わせ被災数を算出しました。

結果の一例として、電柱と架空ケーブルの被災数を図5-12に示し、被災数、及び被災率で表示した通信施設の被害想定結果を表5-11に示しました。宮城県沖地震の単独モデルの場合、仙台市全体で、3万回線を超える回線支障が予測されています。また、長町 - 利府断層の場合、被害は最大となりますが、この場合は仙台市全体の約30%の電話回線に支障をきたすことが予測されています。

表 5-11 通信施設の被害想定結果（被災数、および被災率）

(a) 被災数

(b) 被災率

	青葉区	宮城野区	若林区	太白区	泉区	仙台市
<b>長町 - 利府断層による地震</b>						
お客様(回線)	70,459	45,382	14,535	26,399	8,809	165,584
電柱(本)	900	600	308	683	518	3,009
架空(km)	71.7	53.1	21.0	49.6	49.1	244.5
<b>宮城県沖地震(連動モデル)</b>						
お客様(回線)	16,184	14,086	6,929	8,100	4,152	49,451
電柱(本)	400	393	216	336	251	1,596
架空(km)	31.4	34.5	14.4	24.1	24.2	128.6
<b>宮城県沖地震(単独モデル)</b>						
お客様(回線)	10,253	11,585	4,727	3,605	3,487	33,657
電柱(本)	215	321	148	187	199	1,070
架空(km)	17.1	28.9	10.8	12.5	18.9	88.2

	青葉区	宮城野区	若林区	太白区	泉区	仙台市
<b>長町 - 利府断層による地震</b>						
お客様	32.2%	35.0%	36.1%	28.3%	11.6%	29.7%
電柱	3.0%	3.5%	3.9%	3.3%	3.2%	3.4%
架空	4.0%	4.6%	5.0%	4.3%	4.4%	4.5%
<b>宮城県沖地震(連動モデル)</b>						
お客様	7.4%	10.9%	17.2%	8.7%	5.5%	8.9%
電柱	1.1%	2.3%	2.8%	1.3%	1.5%	1.8%
架空	1.4%	2.9%	3.4%	1.7%	2.1%	2.4%
<b>宮城県沖地震(単独モデル)</b>						
お客様	4.7%	8.9%	11.7%	3.9%	4.6%	6.0%
電柱	0.5%	1.9%	1.9%	0.7%	1.1%	1.2%
架空	0.7%	2.5%	2.5%	0.8%	1.5%	1.6%

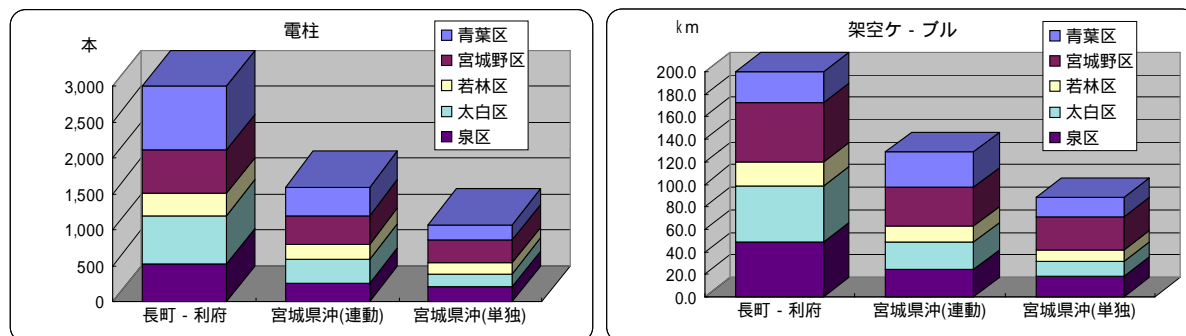


図 5-12 通信施設の被害量（電柱、および架空ケーブル）

（復旧予想）

通信設備被害想定結果から、サービス回復までに、直下型の長町 - 利府断層による地震では10日、宮城県沖地震（連動モデル）では5日、宮城県沖地震（単独モデル）では3日程度要すると考えられます。ただし、今回の被害想定では、道路や橋梁等の障害がないものとして想定しているため、それらの被害状況によっては、設備復旧等の遅れも予想されます。

## 津波の予測

想定地震モデル（断層モデル）を元に、津波初期波源を推定し、これに基づいて、宮城県沖および仙台市周辺での津波挙動に関する詳細検討を行いました。ここでは、最新の海底データ、陸上データを作成し、東北大学で開発した遡上数值モデルを適用することにより、津波の予想到達時間、時間波形、津波高さ、浸水域を評価しました。

宮城県沖地震（単独モデル）に対する津波到達時間を図 1(a)に示し、同様に宮城県沖地震（連動モデル）に対して、図 1(b)に示します。宮城県沖地震（単独モデル）では、第一波の押し波の先端は、約 6-10 分後に南三陸の沿岸に、約 40-50 分後に仙台湾奥に到達することが予測されています。また、宮城県沖地震（連動モデル）では、第一波の押し波の先端は、地震発生と同時に牡鹿半島先端へ到達し、約 6-10 分後に南三陸の沿岸に、約 40-50 分後に仙台湾奥に到達することが予測されています。仙台市の海岸部にとっての津波到達時間は、単独型と連動型であまり違いがありません。

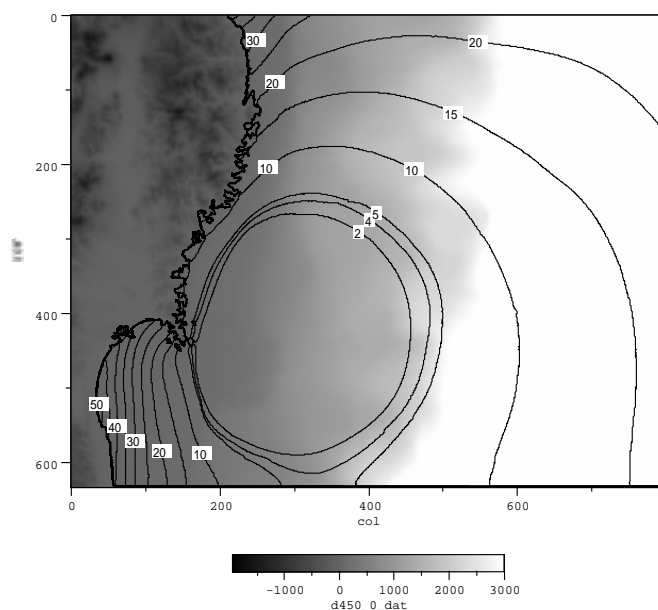


図 1(a) 津波伝播時間の予測結果（単独モデル）

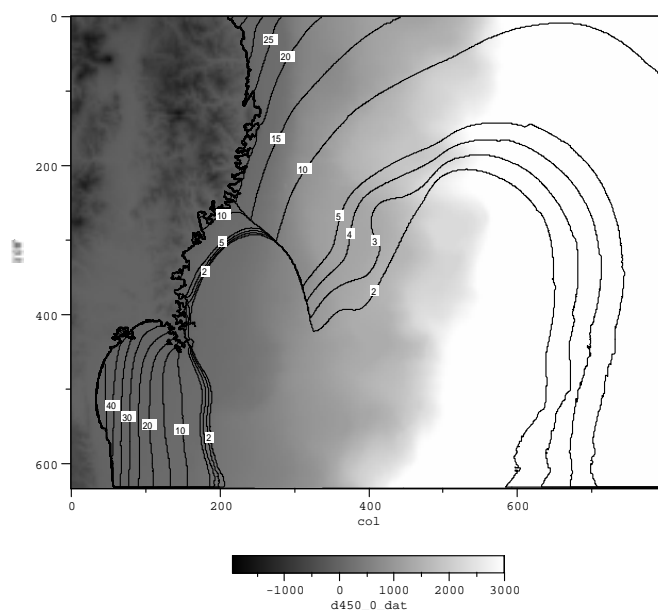


図 1(b) 津波伝播時間の予測結果（連動モデル）

また、宮城県沖地震（単独モデル）に対する仙台市周辺部の陸上での浸水高さ分布（遡上分布）の計算結果を図 2(a)に示し、同様に宮城県沖地震（連動モデル）に対する計算結果を図 2(b)に示します。

単独モデルでは、津波の波高は小さく、浸水域は大変小さいことが予測されています。また、連動モデルでは、単独型モデルと比べて津波の波高は大きくなり、浸水域も大きくなりますが、極沿岸域に限定され、仙台港周辺での浸水高さは30～110cmが予測されています。

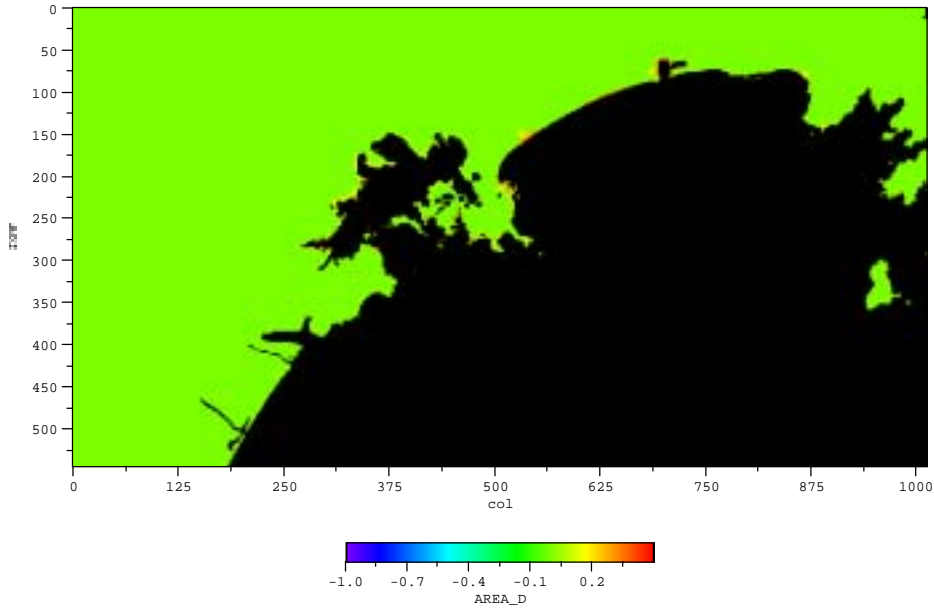


図 2(a) 津波遡上分布図（単独モデル）

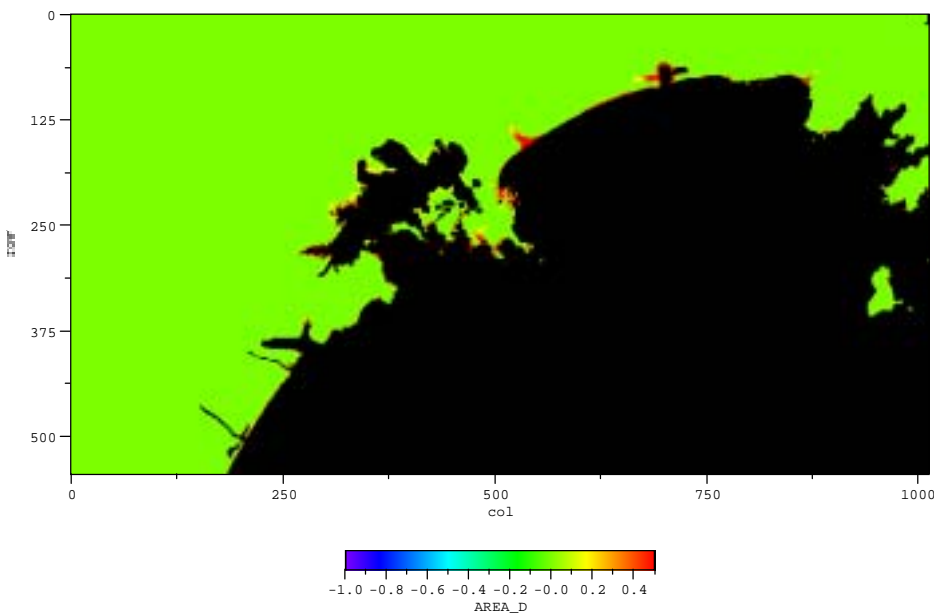


図 2(b) 津波遡上分布図（連動モデル）

## ・ 被害のまとめ

予測した地震被害想定を総括するとともに、今後の課題を取り上げました。

### 1. 被害予測のまとめ

被害の全体的な特徴や地震による違い、被害の原因などについてまとめました。ただし、地震被害想定結果の数値は、その基となる地震動予測結果に幅（ばらつき）を持つことから、幅を持つものに基づいた各種の被害想定結果も当然、幅を持つものとなります。例えば、政府の地震調査研究推進本部による地震動予測結果に関する公開にあたって、「設定した震源特性には不確定性があり、また設定した地下構造は場所によるばらつきがある。このため、震度階級で一つ上や下になることがある。」と注釈されています。

従って、今回の仙台市地震被害想定においても、地震動予測結果や各種の被害想定結果は、決して確定値ではなく、ある程度の幅（ばらつき）の中の平均的な値として扱うことが必要です。被害の絶対量に関する精度向上に向けての様々な取り組みが今後必要不可欠ですが、被害の相対関係（地域内格差）に関しては、精度が向上してきています。

#### 1) 想定基礎となる条件

##### ( 想定地震 )

仙台市域に大きな被害をもたらす可能性のある活断層に起因する「直下型地震」としての長町 - 利府断層による地震(M7.5)、およびプレート境界に発生する「海洋型地震」として、宮城県沖地震・単独モデル(M7.5)、および宮城県沖地震・連動モデル(M8.0)の3つの想定地震を設定しました。

##### ( 地盤条件 )

仙台市域の表層地質構造は、長町 - 利府断層を境界としてかなり異なっており、北西側は洪積台地、南東側は沖積平野となっていますが、住宅地の拡大により、丘陵地で人工改変が進んでいると同時に、沖積平野の軟弱地盤域にも住宅地が広がりつつあります。沖積平野部における表層地質の深さは最大で80m程度となっています。

本調査では、表層地質分類に基づいた浅部地盤モデルと深部地盤モデルの組み合わせにより、地震基盤から地表までの地盤モデルを250mメッシュごとに162種類に区分しました。

#### 2) 建築物被害

発生確率が極めて高い次の宮城県沖地震（単独モデル）では、木造建物に関しては、仙台市全体として約1万2千棟が半壊・中破以上の被害となるものと予測されます。この時の被害率は約5%程度です。また、半壊・中破以上の被害率を行政区別にみると、青葉区や泉区が1~2%程度であるのに対して、沖積平野の宮城野区で約10%、若林区で約15%と高くなっています。

仙台市全体における木造建物の被害の大きさ（半壊・中破以上の被害棟数）を3つの想定地震で比較すると、宮城県沖地震・単独モデルを基準とすると、宮城県沖地震・連動モデルでおおむねその2倍、長町 - 利府断層でおおむねその4倍という関係になっています。

#### 3) ブロック塀等の被害

仙台市全体として、倒壊を含めた被害率は、長町 - 利府断層の場合で40%程度であり、宮城県沖地震・単独モデル、および宮城県沖地震・連動モデルの場合では10%前後が予測されています。

#### 4) 出火・延焼の被害

今回の被害想定調査における条件設定の中で、最も被害が小さい宮城県沖地震・単独モデルの夏昼の場合、炎上出火はあっても延焼するには至らないと予測される一部の区がありますが、仙台市全体では、わずかではありますが延焼出火が予測されています。しかも、そのほとんどは若林区に集中しています。宮城県沖地震・単独モデルの場合の地震発生から6時間後における焼失棟数は、仙台市全体として、夏昼で約500棟、冬夕で約5千棟が焼失するものと予測されています。

また、長町 - 利府断層の場合の地震発生から6時間後における焼失棟数は、仙台市全体として、夏昼で約2千棟、冬夕で約1万棟が焼失するものと予測されています。冬夕は夏昼に比べて、延焼に至る出火件数、および焼失棟数とも被害が5倍に拡大しています。また、焼失棟数1万棟は、焼失率にすると約3%となりますが、兵庫県南部地震における焼失棟数の約7千棟より、多少大きめの数値となっています。

仙台市全体の焼失棟数を3つの想定地震と比較すると、夏昼の場合、宮城県沖地震・単独モデルを基準として、おおむね宮城県沖地震・連動モデルでその2倍、長町 - 利府断層でその4倍という木造建物の被害の差と同様な関係になっています。しかし、冬夕の場合では、宮城県沖地震・単独モデルを基準として、おおむね宮城県沖地震・連動モデルで同程度、長町 - 利府断層でその2倍という関係になっています。

#### 5) 人的被害

##### (死者)

最も被害が大きい長町 - 利府断層の場合、冬夕の死者は仙台市全体で約1000人が予測されています。一方、最も被害が小さい宮城県沖地震・単独モデルの夏昼の場合でも死者は予測されています。いずれの場合でも死者を発生させる要因のほとんどは、振動に伴う建物被害です。

##### (負傷者)

負傷要因のほとんどが死者と同様に振動に伴う建物被害ですから、季節による変動はほとんどなく、最も被害が大きい長町 - 利府断層の場合、負傷者数は仙台市全体で1万3千人程度が予測されています。

また、仙台市全体の負傷者数に占める各区の割合が、宮城野区や若林区では、長町 - 利府断層の場合で約20%、宮城県沖地震の場合で約30%前後と高くなっています。

##### (重傷者)

重傷要因のほとんどが振動に伴う建物被害によるものであり、最も被害が大きい長町 - 利府断層の場合、仙台市全体で1千人程度の重傷者が予測されています。宮城県沖地震・単独モデルの場合でも200人前後の重傷者が予測されています。

##### (長期避難者)

半壊以上(液状化を含む)および焼失した建物に住む人が長期避難者となると想定した結果、最も被害が大きい長町 - 利府断層の冬夕の場合で、仙台市全体で約18万人の長期避難者が予測されています。

#### 6) ライフライン

##### (上水道)

長町 - 利府断層の場合、最大の被害となり、仙台市全域では、約2600箇所、0.83箇所/kmの被害が予測されています。宮城県沖地震・単独モデルに対する被害量は、仙台市全域では、約870箇所、0.28箇所/kmの被害が予測されており、長町 - 利府断層による地震の場合の被害量の約3分の1となっていますが、いずれも被害が相対的に大きいのは、長町 - 利府断層から東側の沖積平野部となっています。

また、仙台市全体の供給支障人口は、長町 - 利府断層の場合で17万5千人、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも5万人を超えることが予測されています。

#### (下水道)

長町 - 利府断層の場合、最大の被害となり、仙台市全域では、汚水管・合流管で約 1 万箇所、3.47 箇所/km、雨水管で約 2 千箇所、2.42 箇所/km の被害が予測されています。宮城県沖地震・単独モデルに対する被害量は、仙台市全域では、汚水管・合流管で約 4500 箇所、1.53 箇所/km、雨水管で約 700 箇所、0.87 箇所/km の被害が予測されています。

宮城県沖地震・単独モデルの被害量は、長町 - 利府断層による地震の場合の被害量の約 3 分の 1 から 2 分の 1 となっていますが、被害が相対的に大きいのは、上水道の被害と同様に長町 - 利府断層から東側の沖積平野部となっています。

また、応急復旧日数は、仙台市全体で、長町 - 利府断層の場合で、約 3 ヶ月、宮城県沖地震・単独モデルで約 1.3 ヶ月程度が予測されています。

#### (都市ガス)

最も被害が大きい長町 - 利府断層による地震の場合、本市全域では、中圧導管への被害は想定されず、低圧導管で約 4000 箇所程度、1.12 箇所/km の被害、供給管で 5000 箇所を越す被害が予測されています。また、宮城県沖地震・単独モデルでは、低圧導管で約 2000 箇所、0.65 箇所/km の被害、供給管で 2000 箇所に近い被害が予測されています。

また、供給停止率については、長町 - 利府断層による地震、および宮城県沖地震・連動モデルの場合で 100% (中圧需要家を除く) であり、供給停止件数にすると本市全体で約 29 万件となっています。宮城県沖地震・単独モデルの場合では、低圧需要家で約 50% 程度の供給停止率が予測されています。

#### (電力)

架空配電線の支持物 (木柱、コンクリート柱) の被害は、仙台市全域では、最も被害が大きい長町 - 利府断層による地震の場合、約 4600 基の折損等、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも約 2800 基の折損等が予測されています。また、架空配電線の電線設備の被害は、仙台市全域では、最も被害が大きい長町 - 利府断層による地震の場合、約 1 万 3 千条・径間の断線等、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも約 8 千条・径間の断線等が予測されています。

それらの被害に伴い、長町 - 利府断層による地震の場合、約 7 万 2 千戸の停電が予測され、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも約 4 万戸の停電が予測されていますが、復旧は、防災関係機関、病院、通信、避難場所など重要施設への供給を優先としながら、倒壊、焼失家屋を除き、停電発生から 2 晩以内での送電を目標として進めています。

ただし、建物倒壊、道路や橋梁損壊などの障害があつて機動力が効果的に駆使できない場合は、相応の遅延が考えられます。

#### (電話)

電柱の被害は、仙台市全域では、最も被害が大きい長町 - 利府断層による地震の場合で約 3000 本の被害、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも約 1000 本の被害が予測されています。また、架空ケーブルの被害は、仙台市全域では、長町 - 利府断層による地震の場合で約 250km、宮城県沖地震・単独モデルの場合でも 100km におよぶ被害が予測されています。

それらの被害に伴い、長町 - 利府断層による地震の場合、仙台市全域で 16 万回線を超える回線支障が予測されています。その時の回線支障率は約 30% となります。宮城県沖地震・単独モデルの場合では、回線支障が 3 万回線を超え、回線支障率は約 6% が予測されています。

サービス回復までには、長町 - 利府断層では 10 日、宮城県沖地震・連動モデルで 5 日、単独モデルで 3 日程度を要すると考えていますが、道路や橋梁などの被害がないものとして想定しているため、それらの被害状況によっては、設備復旧などの遅れも想定されます。

## 7) 津波の予測

宮城県沖地震の単独モデルでは、津波の波高は小さく、浸水域は大変小さいことが予測されています。また、連動モデルでは、単独モデルと比べて津波の波高は大きくなり、浸水域も大きくなりますが、極沿岸域に限定され、仙台港周辺での浸水高さは30～110cmが予測されています。

## 2. 今後の課題

### 1) 想定地震

本調査において対象とした想定地震は、仙台市域に大きな被害をもたらす可能性のある活断層に起因する「直下型地震」としての長町 - 利府断層による地震(M7.5)、およびプレート境界に発生する「海洋型地震」としての宮城県沖地震・単独モデル(M7.5)と宮城県沖地震・連動モデル(M8.0)の3つの想定地震を設定しました。

宮城県沖地震の単独モデルについては、断層の位置や大きさなどの巨視的震源特性に加えて、アスペリティなどの微視的震源特性も徐々に解明されてきていますが、調査研究をさらに推進していく必要がありますし、連動モデルについては、再現周期をはじめとして未解明な部分が非常に多いのが現状となっています。

### 2) 地盤条件

地盤の評価は、地震動評価の基本であり、細かく評価することが地震動の推定精度を向上させることになることは間違いのないところです。しかし、地盤の資料が必ずしも高密度に存在するわけではなく、今回の想定作業では、時間などの制約から前回調査と同様に250mメッシュに留めています。

従って、斜面地形などの不整形性や造成地の切土、盛土などの条件が今回の想定作業に十分に反映されているわけではありません。今後、さらに細かく評価するためには、各地盤の物性値や微地形のデータの整備を進める必要があります。

また、表層地盤と呼ばれる浅い地盤については、比較的資料が多いのですが、深部地盤と呼ばれる深い地盤については、資料が少ないのが現状です。仙台地域では、反射法探査や常時微動観測、重力異常測定などによる最新の研究により、他の地域に比べて情報が多いのですが、地震動評価の精度の向上のために十分な情報量ではないため、今後もさらなる調査の継続が望まれます。

### 3) 地震動の評価

地震動の評価においては、断層モデルを設定し、応答スペクトルをベースとした推定手法を採用しており、各メッシュの時刻歴地震動波形を評価しているわけではありません。

また、断層モデルには位置をはじめとして、破壊開始点や破壊様式などにおいて任意性があり、設定した断層モデル通りの地震が発生するわけではありません。

表層地盤の評価についても一次元の成層構造として扱っているために、今後は二次元、三次元的な評価が一つの課題です。また、地盤物性の非線形性や有効応力の考慮なども近い将来に実用的なものになってくることが期待されています。

最終的には、地震動の時刻歴波形を精度よく、しかも簡便に推定する方法の開発が望まれます。

#### 4) 液状化の評価

今回の被害想定調査では、地盤の性質、地震動の強さを考慮して、砂地盤の液状化による危険度を予測しました。なお、液状化危険度のランクは液状化指数( $P_L$ )の値により5段階のランクで表しています。この手法は、前回調査と全く同じ手法であり、簡易評価手法であるため、有効応力等を考慮した新しい評価手法や土質に関する物性値のさらなる解明を進めることが今後の課題です。

#### 5) 建築物

木造建物の被害推定には、1995年兵庫県南部地震の実被害に基づいた被害率曲線が利用されることが多くなっています。しかし、被害率曲線は地震動特性と建物の強度特性の2つの特性を含んでおり、これらの特性は地域性に大きく依存するために、神戸地域の被害率曲線を他の地域にそのまま適用することは不合理です。

そこで、本調査では、兵庫県南部地震の被害率曲線から木造建物群(年代別)の建物の強度特性を同定し、その建物群モデルに地震動の周期特性を考慮するために、今回の宮城県沖地震(単独モデル)の5種類の地盤を想定した地震動を作用させ、その応答量と被害程度の対応から、仙台地域における年代別の被害率曲線を構築しました。ただし、建物の強度特性に関する神戸地域と仙台地域の地域性は考慮されていないため、建物の強度特性に関する地域性の解明と被害想定への反映が今後の課題になっています。

#### 6) ブロック塀等

ブロック塀・石塀の現況数は、「仙台市スクールゾーン内コンクリートブロック塀等実態調査報告書」(1981)に基づいた建物棟数(RC系、S造を除く非木造建物と木造建物)と塀の数との相関関係により推定しています。

また、塀の危険度評価ランク別の内訳は、平成9年度～平成12年度において実施されたコンクリートブロック塀等の実態調査(「指定避難路等実態調査」)の結果によるランク別内訳に基づいて推定しています。最終的に、ブロック塀・石塀の被害想定は、危険度評価ランク別の想定震度による被害率により被害予測を行っています。

「指定避難路等実態調査」は、指定避難所などを中心とした500m以内の区域において、調査対象道路に沿って設置されるコンクリートブロック塀などの実態調査であるため、調査地域が一部の地域に限定されていることなどから、ブロック塀等の精度の高い被害予測のためには、まず危険度評価ランク別の現況数を建物の現況と同様なレベルで整備する必要があります。

#### 7) 火災

今回の出火、延焼の被害想定では、シミュレーションによる手法を採用しておりますが、消防力の評価にあたっては、消防署の位置や数、消防隊の数、消防自動車の能力、使用可能な消防水利、消防隊が駆けつけるまでの時間など非常に多くの条件が考慮されている一方で、消防力の1次運用のみで、転戦などの2次運用や周辺の市町村からの応援、または消防団、自主防災組織等の寄与は考慮されていません。

また、延焼出火点の数が消防隊の数よりも多い場合に、最終的な焼失棟数を最少にするために、最初どの出火現場から消火活動を始めるか、その現場に何隊の消防隊を投入するか等の消火活動の優先度評価をはじめとした消火戦略も結果に大きく影響します。

このようなことから、気象条件、人的な心理の条件などのわずかな違い、時間的な推移が大きく結果に影響する火災現象を精度よく予測することは、非常に困難な状況です。

消火活動の擬似シミュレーションの実施による消防力の検証なども予測精度を向上させるために、今後必要になると考えられます。



## 8) 人的被害

今回は、死者数、負傷者数、負傷者数に占める重傷者数、長期避難者数を予測しましたが、その要因としては、振動に伴う建物被害と火災だけを考慮しています。例えば、死者数の予測について、崖崩れや津波、ブロック塀の倒壊、屋外における落下物による要因等は考慮されていません。

また、人口移動モデルの昼夜間人口推移パターン、および住宅滞留者パターンについては、行政区毎に評価しています。

従って、予測精度の向上のために、より小さな評価単位とすることが必要ですが、小さな評価単位におけるバックデータの整備も必要不可欠になります。

## 9) ライフライン施設

### (上水道)

前回の被害想定における標準被害率は、最大加速度による算出方法でしたが、今回の調査では、日本水道協会を中心とした兵庫県南部地震の被害データの詳細な分析結果を反映した最新の予測手法である最大速度による算出方法を採用しています。標準被害率(箇所/km)を計算し、これに地盤補正係数、液状化補正係数、管種補正係数、管径補正係数を乗じて配水管の被害率を求める方法は同じですが、各補正係数の値が前回とは異なっています。

### (下水道)

今回の調査における標準被害率は、最大加速度による算出方法であり、前回の被害想定における算出方法と同じです。各補正係数の値も前回と同じです。

兵庫県南部地震における被害の実態を反映した算出方法の開発が今後の課題です。また、今回の調査では、埋設管の深度情報を持たない固定資産データのみを利用したために、埋設深度補正係数が考慮されていません。

### (都市ガス)

前回の被害想定における標準被害率は、最大加速度による算出方法でしたが、今回の調査では、兵庫県南部地震の被害データの詳細な分析結果を反映した最新の予測手法であるSI値による算出方法を採用しています。標準被害率(箇所/km)を計算し、これに地盤補正係数、液状化補正係数、管種補正係数を乗じてガス管の被害率を求める方法は同じですが、各補正係数の値が前回とは異なっています。

ただし、造成地盤補正については、表層地質分類などに基づいて考慮しておりますが、さらに精度の高い被害予測のためには、切土、盛土などに関するデータの整備が必要となります。

### (電力)

設備の耐震設計については、現行の耐震基準等に準じるとともに常に新しい知見の情報収集に努め、設備の耐震性について評価・検討を継続することとしております。

### (電話)

通信設備の被害想定については、阪神・淡路大震災におけるNTT設備の被災率をもとに被害を推定しました。

ただし、道路をはじめとした交通施設の被害は今回の調査において対象外であることから、道路損壊の影響が考慮されていません。

#### 10) 被害想定手法について

建築物をはじめとした各種の被害想定項目において、兵庫県南部地震の実被害に基づいた地震動強さと被害率との関係（被害率曲線）が多用されていますが、神戸地域の地震動強さの多くは推定値であり、十分な量の地震観測記録が得られたわけではありません。

また、兵庫県南部地震における被害率曲線は、あくまでも神戸地域を対象として構築されたものであり、他の地域における被害予測にそのまま用いることは、地震動特性と建物の強度特性に地域性があるため、不合理な上に精度の高い被害予測をすることができません。このことは、2000年鳥取県西部地震や2001年芸予地震の実被害を兵庫県南部地震の被害率曲線を使って、うまく説明することができないことから実証されています。

従って、当該地域における精度の高い被害予測のためには、高密度な地震観測網による地域の地震動特性の解明と、地域の建物特性（周期や強度）の解明が今後の課題です。

#### 11) データベースについて

仙台市においては、課税建物データやライフラインなど、都市情報のデータベースが整備されてきており、今回の被害想定でもこうしたデジタルデータの活用により、時間の短縮と費用の軽減を図ることができました。

しかし、地理情報システム（GIS）の使用を前提とした場合に、GISデータを共通のプラットフォームで扱うことができなかつたり、都市情報に関するGISデータの情報公開の問題など、今後の課題がないわけではありません。

おわりに

本調査では、将来発生が予測される仙台市域に被害を及ぼす3つの想定地震による被害について予測しました。これを今後の具体的な地震対策に生かすためには、予測される被害と現状における対策を比較検討していくことが必要です。地震によって実際に発生する被害の状況は複雑ですが、調査を進めるにあたっては、兵庫県南部地震の実被害例をはじめとして現状における最新の予測技術を使って、出来る限り現象の解明に努めました。

地震対策は多くの費用と長い時間を要しますが、この調査を契機として関係各位が地震被害や地震対策に対してより理解を深められ、「地震に強い都市づくり」のために、本調査結果を利用して頂ければ幸いです。

調査にあたって、資料やデータの提供をはじめ、貴重なご意見、ご協力を頂いた関係各位に感謝の意を表する次第です。

最後に、本調査の結果が出そろった平成14年10月24日に開催された第5回の地震対策専門部会においては、地震被害想定の子測結果をどう見るべきか、また、その結果を今後の防災対策にどのように生かして行くべきかといったことについて討議がなされ、委員の方々から次のような意見がでましたので、その要旨を紹介いたします。

#### 1) 被害想定における地震動予測について

政府の地震調査研究推進本部が本年10月15日に公表した宮城県沖地震の地震動予測と今回の地震被害想定における地震動予測を比較すると、仙台市の予測の方が一回り揺れの強さが大きい。国が予測したものと仙台市が予測したもので、揺れの強さや分布が異なるということによって社会一般には混乱を生ずるかも知れない。

しかし、現在の学問・技術からすれば、これくらいの差はありえるということをも市民の方々にも受けとめて頂く必要がある。

地震による揺れの強さの予測は、ある幅を持っている。被害想定にあたって、予測の幅の中で仙台市にとって大きめの揺れを採用するというのは、合理的な考え方ということができる。

#### 2) 時間の軸を視野に入れた対策の推進が必要

政府の地震調査研究推進本部が、本年2月13日に公表した資料によれば、長町-利府断層による地震の発生周期は約3000年以上としている。また、連動の宮城県沖地震については、過去(約200年前)に連動したということしか明らかになっていない。

一方、宮城県沖地震(単独モデル)については、近い将来、再来が確実視され、急ぐべきものは特に急ぐなどメリハリのある対策が望まれる。

#### 3) 被害想定結果等の市民への公開

市民の防災力の向上を図るためには、自分達の町、あるいは自分の家とその周りでは地震が発生したとき、どのような揺れになるか、どのような被害を生ずる恐れがあるのか、そのとき行政はどのような計画で動くのかといったことを、できるだけ地域ごとに出向いて行き、市民に対してわかりやすく説明し理解して頂くことが重要である。

#### 4) 災害初期の情報収集及び処理機能の充実が重要

災害の発生から応急対策、復旧まで、どのような事象が発生し、どのような対応を実行するのか時系列に整理・検討し、さらにそれを随時見直す必要がある。

災害の拡大過程をみると、災害初期の対応が最も重要である。そのためには、初期対応の決め手となる災害の状況を早期に的確に把握することが大切である。

災害状況等の情報収集は、大規模な災害が発生した場合に威力を発揮するヘリコプターからの映像による情報収集等も含め、常時、多重の手段を確保し、状況の変化に対応してゆくことが必要であり、また、その情報の処理機能を確保する必要がある。今後、こうした視点からの検討が必要であろう。

#### 5) 被害想定の結果から見た防災対策上の課題

地域別に見ると被害は一律ではなく地域間格差が大きい。

人的な被害は建物、とくに木造建物の倒壊によるものが多い。揺れの大きなところの弱い建物が改善されるようなインセンティブが必要である。

市民の初期消火を促すような働きかけが大事

火災が発生し、どのように延焼拡大するかは予測が難しく、今回の被害想定においても苦労したところであるが、延焼拡大の度合いにより、被害の大きさは大きく変化する。地震に伴い火災が同時に多数発生した場合、消防力による対応には限界があり市民の初期消火を促すような働きかけが大事である。

ブロック塀等の対策

危険なブロック塀等は減少傾向にあるが、なお、相当数の倒壊が予測される。ブロック塀等の倒壊は、生命への危険性のほか、道路の通行を阻止し、消火活動や救助活動、ライフラインの復旧などの阻害要因となることから対策が急がれる。

#### 6) その他

宮城県沖地震（単独モデル）について言えば、仙台市にとって決して致命的なものではないと予測している。

被害想定においては、過去の災害事例などを整理した統計的な被害予測、平均的な被害予測になっているが、過去に宮城県沖地震を経験している仙台市では市民や行政機関等が適切な対策を講じてゆくことにより、その被害の規模を大きく軽減することが可能である。

## 付録 用語の解説

ここでは、本報告書において使用されている専門用語について、政府の地震調査研究推進本部により公表されている報告書や専門用語辞典などに基づいて、なるべく分かりやすく解説します。

あ行

アスペリティ

アスペリティとは、通常は強く固着して、ある時に急激にずれて（すべって）地震波を出す領域のうち、周囲に比べ特にすべり量が大きい領域のことです。

か行

強震動評価

強震動評価とは、想定した地震が発生した際の強い揺れの状況の予測を行うことです。また、強震動とは、地震動の強い揺れのこと、人体に感じられるもの、即ち気象庁震度階級の震度1以上の揺れのことを指す場合もありますが、災害を起こす可能性が高い地震動として捉えられるものです。

工学的基盤

工学的基盤とは、建物を建てる際に、基礎としてよりどころとする岩盤のことであり、多くの場合S波速度で300m/sec～700m/secの範囲にあり、本被害想定では、700m/secとなる第3紀層上面から地表までの地盤を「浅部地盤」と呼んでいます。

さ行

地震基盤

震源距離や震源の放射特性があまり変わらない広がり（地域）での地震動を考える場合、入射する地震動がその地域内で共通と考えられる基準となる地層があれば、その地層から地表までの地震波の伝達特性の評価によって各地の地震動を想定することができます。この基準となる地層を地震基盤と呼びます。地震基盤となる地層は、S波と呼ばれる地震波が伝播する速度が3km/sec程度とす

ることが一般的です。

本被害想定では、地震基盤から工学的基盤までの地盤を「深部地盤」と呼んでいます。

震源特性

震源特性とは、巨視的震源特性と微視的震源特性に大別されます。

巨視的震源特性とは、想定震源域全体の形状（震源断層形状）や想定震源域面上における地震発生時の平均的なすべりの特徴のことであり、次のような項目があります。震源断層の位置・走向・傾斜角・深さ・長さ・幅（以上が震源断層形状）、震源断層の面積、地震モーメント、地震時平均応力降下量、地震時平均すべり量・方向。ただし、これらの特性は、全てが相互に独立というわけではありません。

微視的震源特性とは、想定震源域の不均質を示す特徴のことであり、次のような項目があります。アスペリティの数、各アスペリティの位置・面積・平均すべり量・地震モーメント・実効応力（応力降下量）、及び背景領域の面積・平均すべり量・地震モーメント・実効応力。ただし、これらの特性は、全てが相互に独立というわけではありません。

震源特性のうち、巨視的及び微視的なもの以外の項目としては、破壊開始点の位置（通常、「震源」と呼ぶ）、破壊伝播様式、及び破壊伝播速度があります。

実効応力（応力降下量）

実効応力とは、断層面を動かす実効応力を略記したもので、想定震源域において破壊する（すべる）直前（地震が発生する直前）に働いていたせん断応力（食い違いを起こすような単位面積当りの力）と想定震源域の摩擦力の差であり、多くの場合、アスペリティにおいては地震発生に伴う応力降下の大きさ（静的応力降下量）にほぼ等しいとされています。

なお、平均応力降下量とは、対象としている領域全体の静的応力降下量の平均の値です。

## 震度

地震が発生したとき、ある場所での揺れの程度を表すのが震度です。日本では気象庁震度階級によって震度を表しています。従来は、震度0から震度7までの8階級でしたが、平成8年10月から震度5を5強と5弱に分け、震度6を6強と6弱に分け、10階級に改訂されました。同時に「微震」、「弱震」、「強震」、「烈震」などの呼び方が廃止されています。揺れの状況を示す表現も現代にマッチしたものに改められています。

なお、気象庁が発表する震度は、従来は気象庁の職員が体感じた揺れの強さや周囲の被害状況などから判定していましたが、震度を観測する「震度計」の設置が進み、この計測値をもとに決めることになっています。

## 速度

本報告書において、速度という用語は、主に地盤の揺れの速度（地動速度ともいう）を単に速度と記述しています。それ以外の意味で速度を用いる場合は、必要に応じて「破壊伝播速度」や「速度応答」などというように形容句付けるようにしています。

また、地面が揺れている時間の中で、速度で表した揺れの最大の値を最大速度と呼び、PGV という記号で表されます。

なお、速度の単位は、一般に cm/sec ですが、カイン(kine)も多用されています。

## な行

### 長町 - 利府断層

地震調査研究推進本部では、長町 - 利府線、坪沼断層及び円田断層と、これらに付随する断層から構成される断層帯を長町 - 利府線断層帯と呼んでいます。この中で長町 - 利府線は、仙台市にとって都市直下に位置する活断層であり、宮城県の宮城郡利府町から仙台市を経て柴田郡村田町にかけて、概ね北東 - 南西方向に延びています。全体としての長さは21~40kmで、西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層です。

長町 - 利府線断層帯は、過去4~5万年間に少なくとも3回活動したと推定されており、最も新

しい活動は約1万6千年前以後にあったと考えられています。本断層帯の1回の活動におけるずれの量、及び平均的な活動間隔について、直接的なデータは得られていないこともあり、最新活動時期が特定されていません。

このようなことから、本断層帯の将来の活動についての信頼度は低いものの、断層帯全体が一つの活動区間として活動した場合、マグニチュード7.0~7.5程度の地震が発生する可能性があります。

地震調査研究推進本部では、本断層帯の地震発生確率を今後30年以内で1%以下と評価していますが、兵庫県南部地震を起こした野島断層では地震直前の時点での今後30年以内に発生する確率が0.4~8%であり、それほど大きな値ではありませんでした。従って、長町 - 利府断層による地震発生確率が小さいからといって、仙台市にとっての想定地震として無視することができません。

本報告書では、想定地震の呼び名として、「長町 - 利府断層による地震」としています。

## は行

### 背景領域

背景領域とは、震源断層面のうち、アスペリティの領域を除いた部分のことです。

### 被害率曲線

建物やライフライン設備等の構造物の被害予測を行う場合、個々の構造物の被害予測を積み上げていく方法もありますが、数が限定された特殊な重要構造物の場合を除き、都市の構造物群について積み上げて行くのは現実的ではありません。

被害率曲線は、被害予測のための単純なモデルとして、横軸に地震動強さ（震度や速度など）をとり、縦軸に構造物の被害率をとった被害関数であり、一般的に滑らかな曲線となります。被害率に存在する構造物の実数を乗じることにより、被害数が求められます。

ただし、被害率曲線の多くは、過去の震害に基づいて経験的に作られているため、過去の地震や別の地域における被害率曲線を将来の地震に対する任意の地域の被害予測にそのまま利用することは望ましくありません。被害予測手法として被害

率曲線を用いる場合は、構造物や地震動の地域による特徴（地域性）を考慮する必要があります。

ま行

#### マグニチュード

地震の規模の大小を表すのがマグニチュードで、Mの記号で表されます。マグニチュードは、震源から放出される総エネルギーと関係し、Mが1大きいと地震エネルギーは約32倍、Mが2大きいと地震エネルギーは約1000倍になります。例えば、M8の地震のエネルギーはM6の地震の約1000個分に相当することになります。一般にM7以上の地震を大地震、M8程度以上の地震を巨大地震と呼ぶことがあります。

マグニチュードと震度の関係は、電球のワット数と室内の明るさとの関係に似ており、マグニチュードがワット数、震度が明るさに相当します。同じ電球でも、電球の近くでは明るく、遠くで暗くなります。このような現象と同じで、大地震が起きたとき、震源の近くでは激しく揺れても、遠く離れた場所では弱い揺れになります。

#### 宮城県沖地震

宮城県沖地震という用語は1978(昭和53)年6月12日に発生した地震の呼び名として使われてきました。しかし、宮城県の沖合から日本海溝までの海域では、ここを震源域として大地震が繰り返し発生していることが知られています。政府の地震調査研究推進本部では、歴史地震の記録や観測成果の中に記述された、津波の記録、震度分布等に基づく調査研究の成果を吟味した結果、1793年以降現在までの200年間余りに6回活動したと考えています。この場合の活動間隔は26.3年から42.4年までの範囲となり、平均活動間隔は37.1年となります。1978年のマグニチュード(M)7.4の地震は、陸寄りの海域を震源域として繰り返し発生する大地震の代表的な地震として位置付けられています。

また、陸寄りの海域に想定される震源域の中だけが破壊した地震の規模は、通常はM7.3~7.5の範囲にあったと考えられています。この場合を地震調査研究推進本部では「単独の場合」と呼んで

おり、仙台市の被害想定では宮城県沖地震（単独モデル）と呼んでいます。

ただし、1793年の地震は、陸寄り及び日本海溝寄りの震源域が連動して破壊したため、その規模は他の地震より大きいM8.2程度であったと考えられています。この場合を地震調査研究推進本部では、「連動した場合」と呼んでおり、仙台市の被害想定では宮城県沖地震（連動モデル）と呼んでいます。

このような背景から、宮城県沖地震の規模は、単独の場合にはM7.5前後、連動した場合にはM8.0前後となると考えられていますが、次の活動が単独の場合となるか連動した場合となるかについては、現状では判断できないことから、本調査では、単独と連動の両方の地震を想定地震として設定し、被害想定を行っています。

**平成 14 年度仙台市地震被害想定調査報告書(概要)**

発行年月 平成 14 年 11 月

企画・発行 仙台市消防局防災部防災課

指 導 仙台市防災会議地震対策専門部会

調 査 財団法人青葉工学振興会

(東北大学工学部内)