

### 3. 人的被害

1995年兵庫県南部地震では、約6,300名が震災で亡くなっている。このうち、間接的な震災関連死を除くと、約9割が建物倒壊や家具の倒壊が原因による死者、約1割が火災の原因による死者であった。負傷者は重傷が約1万人、軽傷が約3万人発生し、避難者はピーク時で約22万人（避難所の就寝者数）発生した。

1995年兵庫県南部地震のように人的被害が甚大になると、避難所・食品の備蓄量・病院等の不足やそれによる混乱などが予測され、応急復旧や復興の段階においても大きな障害となることが懸念される。

一方、1978年宮城県沖地震では、宮城県の死者27名のうち、14名がブロック塀の下敷きで亡くなっている。このように人的被害は、地震発生時期や社会条件により、発生要因や数そのものも大きく変化することが予想される。

本調査では、こうした要因を考慮し、地震発生後の対策に資するために人的被害の予測を行った。想定ケースとしては、火災の2つのケース（夏昼12時、冬夕18時）とし、この他に火災は発生しないという条件の下、住民がすべて就寝している前提で未明4時におけるケースも想定した。

#### a) 想定対象

本調査では、死者、負傷者（重傷者を含む）、要救出者、短期避難者、長期避難者を予測する。それぞれの内容は下記の通り。

死者 - 建物被害{建物倒壊（家具倒壊も含む）、ブロック塀等倒壊}、火災による死者を想定。

負傷者 - 建物関連や火災により、病院において治療が必要な負傷者を想定。

重傷者 - 負傷者のうち、入院が必要な者を想定。

要救出者 - 建物倒壊により閉じこめられた者を想定。

短期避難者 - 地震後に避難所で就寝する者の最大数を想定。

長期避難者 - 全壊・焼失により仮設住宅を必要とする者を想定。

なお、条件によっては人的被害が大きくなると推定される津波、地盤災害、交通輸送施設等による要因については定量的な想定は行っていない。

#### b) 現況データ

1日の時刻別に中央防災会議(2002)を参照して人口の移動モデル（住家人口、非住家人口、屋外人口の比率）を設定し、昼夜間人口の値から各メッシュにおける時刻別の人口の推定を行った。人口分布の基礎資料としては、以下の資料を用いた。

・国勢調査地域メッシュ統計（平成12年）

・平成7年国勢調査、平成8年事業所・企業統計調査等のリンクによる地域メッシュ統計

推定した未明4時、昼12時、夕方18時の全県における人口の内訳を表4-3-1に、時刻別のメッシュ内人口の分布を図4-3-1に示した。

表 4-3-1 各時刻における県内の人口の内訳一覧表

時間帯	住家人口	非住家人口	屋外人口	合計
4時	2,365,320	0	0	2,365,320
12時	814,244	1,385,200	167,179	2,366,623
18時	1,202,012	807,871	356,414	2,366,297

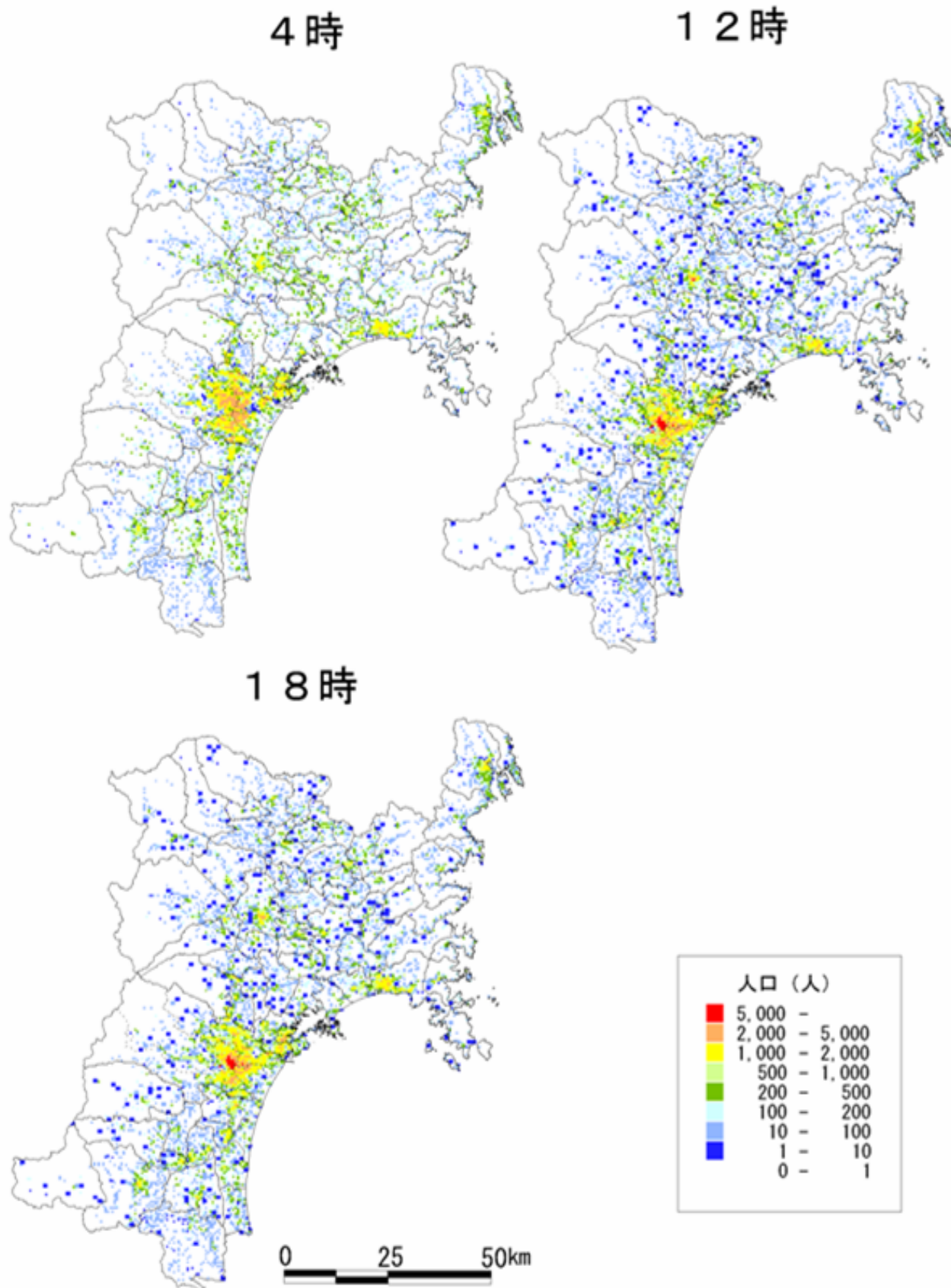


図 4-3-1 各時刻における県内の人口分布図

c) 予測手法

死者

要因別に予測手法の概略を説明する。

・建物被害

建物被害による死者として、建物倒壊（家具倒壊も含む）およびブロック塀倒壊による死者を想定した。

建物倒壊（家具倒壊も含む）

兵庫県南部地震によるデータから全壊率 - 死者率の推定式を想定し、被害予測結果の建物全壊率と屋内人口から死者数を次式により推定する。

$$\text{木造建物被害による死者数} = 0.0315 \times \text{木造建物全壊率} (\%) \times \text{木造屋内人口}$$

$$\text{非木造建物被害による死者数} = 0.0078 \times \text{非木造建物全壊率} (\%) \times \text{非木造屋内人口}$$

(東京都、1997)

建物全壊率は、揺れによる建物全壊率を用い、液状化による全壊率は含まない。

図 4-3-2、図 4-3-3 に兵庫県南部地震における木造、非木造の全壊率と死者率の関係を示す。

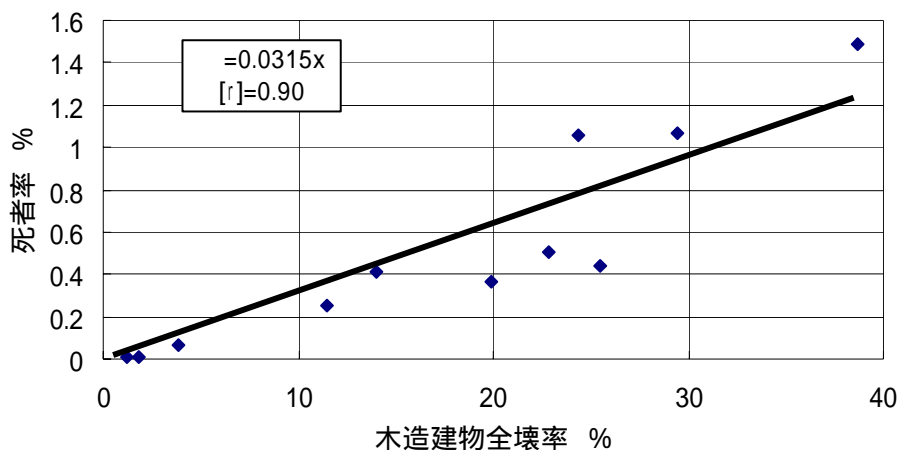


図 4-3-2 木造建物における全壊率と死者率の関係

(東京都、1997)

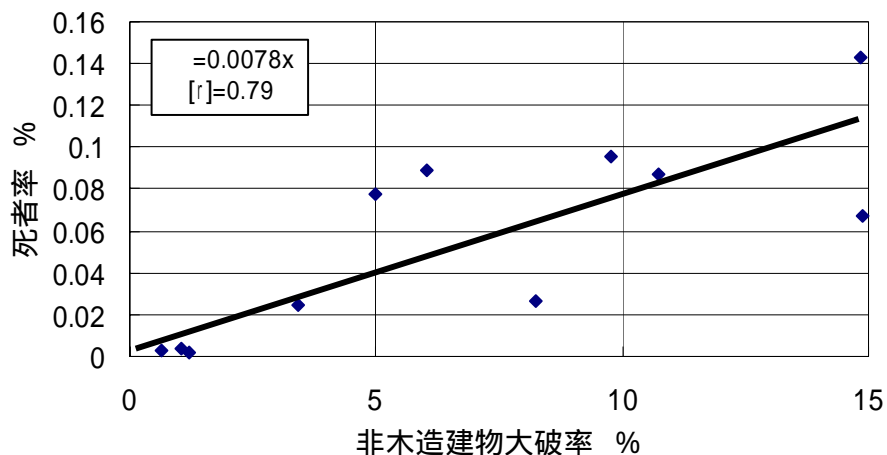


図 4-3-3 非木造建物における大破率 (= 全壊率) と死者率の関係

(東京都、1997)

### ブロック塀倒壊

ブロック塀倒壊による死者は 1978 年当時の仙台市の屋外人口密度との違いを補正し、メッシュ別に屋内人口と塀の倒壊数から次式により評価する。

$$\text{ブロック塀倒壊による死者数} = 0.00174 \times \text{ブロック塀倒壊数} \times \text{メッシュ内屋外人口密度} / 544.28 \quad (\text{1978 年当時の仙台市の屋外推定人口密度})$$

### ・火災

火災による死者は、出火直後の火災による死者および延焼による死者を想定した。

#### 出火

出火直後の火災による死者数は過去の火災事例における平常時火災による死者発生率と同じとして、次式により推定した

$$\text{出火直後の火災による死者数} = 0.078 \times \text{炎上出火件数} \quad (\text{東京都、1997})$$

#### 延焼

兵庫県南部地震による火災による死者の発生状況から、木造全壊建物に取り残された人が火災に巻き込まれて死亡したと仮定する。したがって、発生時刻の屋内人口と木造全壊率・焼失率から、焼失地域の木造全壊建物の要救出者を想定し、その数を延焼による死者数とした。木造建物の要救出者数の算定方法は、後述する要救出者の項で説明する

負傷者（重傷者）

要因別に予測手法の概略を説明する。

・建物関連

兵庫県南部地震における町丁目または市区単位で建物被害率と負傷者及び重傷者比率を評価した大阪府(1997)の方法に準拠する。推定式を以下に示す。

建物被害率 = (全壊率 + 1/2 × 半壊率)

負傷者数 = 0.01 × 屋内人口 (X 37.5%)

負傷者数 = (7-0.16X) × 屋内人口 (25% X<37.5%)

負傷者数 = 0.12 X × 屋内人口 (0% X<25%)

重傷者比率(負傷者に占める割合)(%)=5 (X 20%)

重傷者比率(%)=15-0.5X (10% X<20%)

重傷者比率(%)=10 (0% X<20%)

建物被害率は、揺れによる建物被害率を用い、液状化による被害率は含まない。

設定した建物被害率と負傷者率の関係を図 3-2-3、図 3-2-4 に示す。

・火災

火災による負傷者は、平常時の火災と全く同じ要因で負傷するとして想定を行う。方法は静岡県(1993)、中央防災会議(2002)の方法に準拠し、次式により推定する。

火災による重傷者数 = 0.021 × 焼失棟数 × 5.3 / (5.5+13.7)

火災による軽傷者数 = 0.021 × 焼失棟数 × 13.7 / (5.5+13.7)

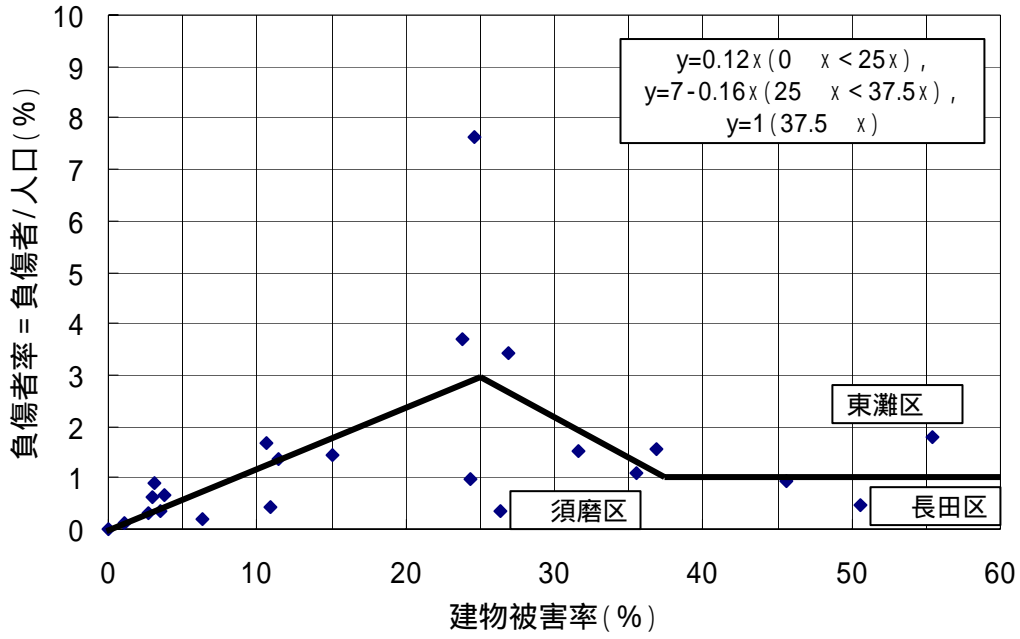


図 4-3-4 兵庫県南部地震における建物被害率と負傷者率の関係  
(大阪府、1997)

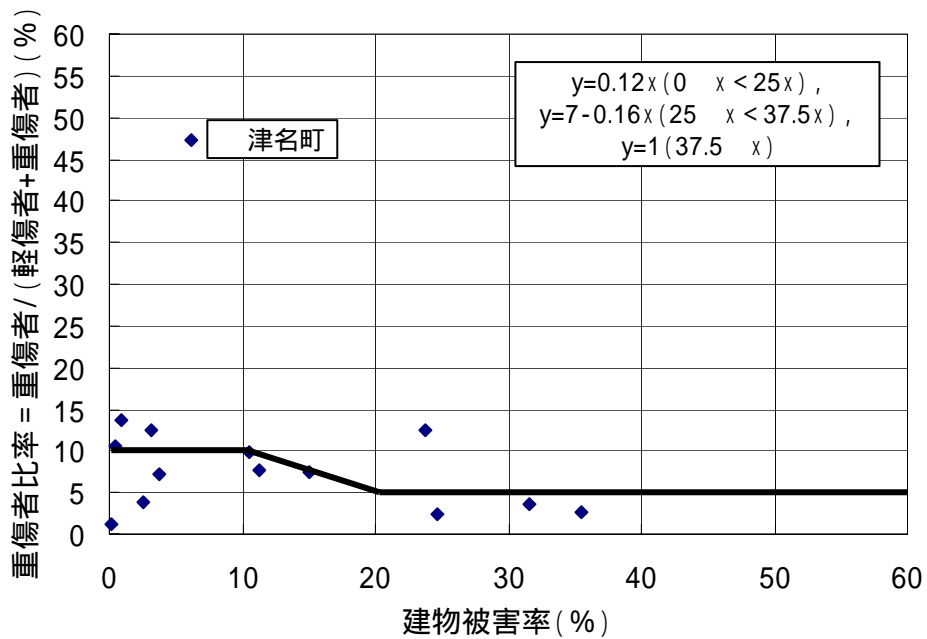


図 4-3-5 兵庫県南部地震における建物被害率と重傷者率の関係  
(大阪府、1997)

## 要救出者

要救出者は、木造建物、非木造建物倒壊による下敷き・生き埋め者数を想定する。木造は兵庫県南部地震のデータから全壊率と要救出者率との関係を求めた東京都(1997)の方法、非木造は静岡県(2001)の方法を用いた。推定式は下記の通り。

$$\text{木造要救出者率(\%)} = 100/14 \times 0.0164 \times \text{木造全壊率(\%)}$$

$$\text{非木造要救出者率(\%)} = 0.5 \times 0.5 \times \text{非木造全壊率(\%)}$$

$$\begin{aligned} \text{要救出者数} &= \text{木造要救出者率} \times \text{木造建物屋内人口} + \text{非木造要救出者率} \\ &\quad \times \text{非木造建物屋内人口} \end{aligned}$$

## 避難者（短期・長期）

避難者数は、地震発生後の経過時間により推移するが、地震直後に避難所で過ごす人たを短期避難者として、建物が全壊したり焼失して仮設住宅を必要とする避難者を長期避難者として想定する。ただし、短期避難者は、避難所で食事をとる食事被提供者と宿泊する就寝者との2つのパターンに分けられ、それぞれ統計が異なる。本調査では、食事被提供者数は複雑な要因が絡んでくるものと推測されるのでこれについては定量化せず、短期避難者として避難所におけるピーク時の就寝者数を想定した。

想定を行うにあたっては、兵庫県南部地震での神戸市における避難状況と建物の被害から推定した人数および建設した仮設住宅数を照らし合わせて、次式により避難人口に対する比率を推定することにした。

$$\text{短期避難者数} = \text{住家人口} \times (\text{全半壊率} + \text{焼失率} - \text{全半壊率} \times \text{焼失率})$$

$$\text{長期避難者数} = \text{住家人口} \times (\text{全壊率} + \text{焼失率} - \text{全壊率} \times \text{焼失率}) \times 65\%$$

( 埼玉県、1998 )



d) 予測結果

想定地震および前提条件別に全県の集計結果を表 4-3-2、死者数分布図を図 4-3-6～8 に示す。

被害の分布としては、建物被害による人的被害が主要因となるため、建物被害と同様に宮城県沖地震の単独・連動が北部を中心として県内一帯の低地部において被害が発生するのに対し、長町 - 利府線については断層近傍の仙台市周辺に被害が集中する傾向となる。条件別では、死者・負傷者が朝 4 時が最も多くなるのに対し、重傷者・避難者は冬 18 時が最も多くなっている。

朝 4 時における死者が 10 名を超えると想定される市区町村は、

宮城県沖地震（単独）：涌谷町、小牛田町、矢本町、河南町の 4 町

宮城県沖地震（連動）：石巻市、涌谷町、矢本町、河南町、鳴瀬町の 5 市町

長町 - 利府線断層帯：仙台市内の全 5 区

となる。

表 4-3-2 宮城県全体の人的被害予測結果一覧表

項目	要因	前提条件	宮城県沖地震(単独)	宮城県沖地震(連動)	長町 - 利府線断層帯
死者(人)	建物被害	4時	127	227	865
		夏12時	67	117	497
		冬18時	85	148	575
	火災	4時	-	-	-
		夏12時	8	9	14
		冬18時	11	16	45
	合計	4時	127	227	865
		夏12時	75	126	511
		冬18時	96	164	620
負傷者(人)	建物被害	4時	4,351	6,811	11,983
		夏12時	3,692	5,946	10,923
		冬18時	3,493	5,566	10,056
	火災	4時	-	-	-
		夏12時	159	200	320
		冬18時	521	603	947
	合計	4時	4,351	6,811	11,983
		夏12時	3,851	6,147	11,243
		冬18時	4,014	6,170	11,003
うち 重傷者(人)	建物被害	4時	401	597	835
		夏12時	342	524	792
		冬18時	323	489	719
	火災	4時	-	-	-
		夏12時	45	56	89
		冬18時	146	169	264
	重傷者数(人)	4時	401	597	835
		夏12時	387	580	881
		冬18時	468	658	983
要救出者(人)	4時	489	884	5,518	
	夏12時	370	670	5,728	
	冬18時	366	663	5,038	
短期避難者(人)	4時	82,754	113,565	161,008	
	夏12時	84,468	116,084	165,007	
	冬18時	90,335	122,174	173,239	
うち 長期避難者(人)	4時	7,828	10,663	31,665	
	夏12時	9,102	12,488	34,827	
	冬18時	13,010	16,669	41,066	

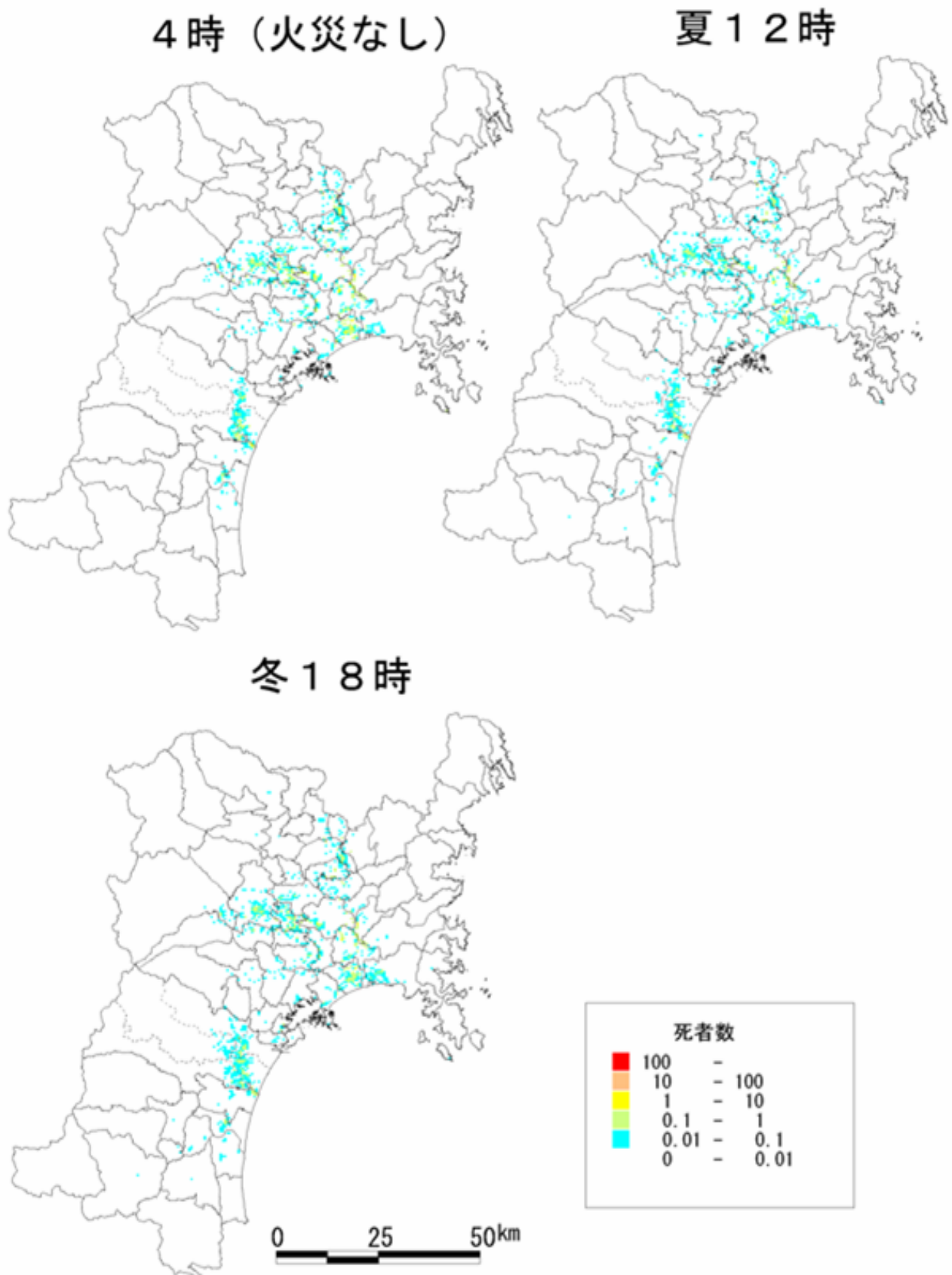


図 4-3-6 死者数分布図（宮城県沖地震(単独)）

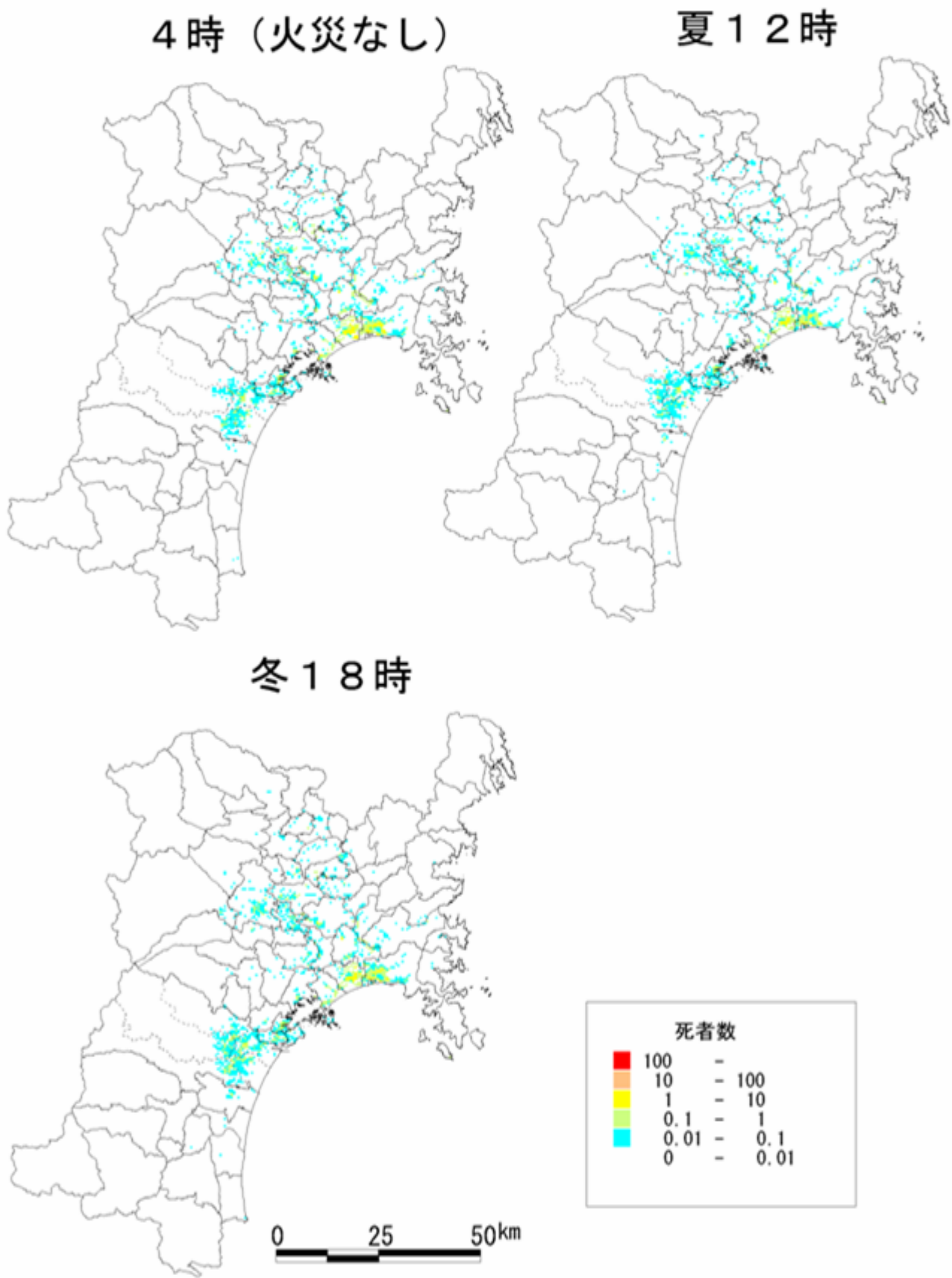
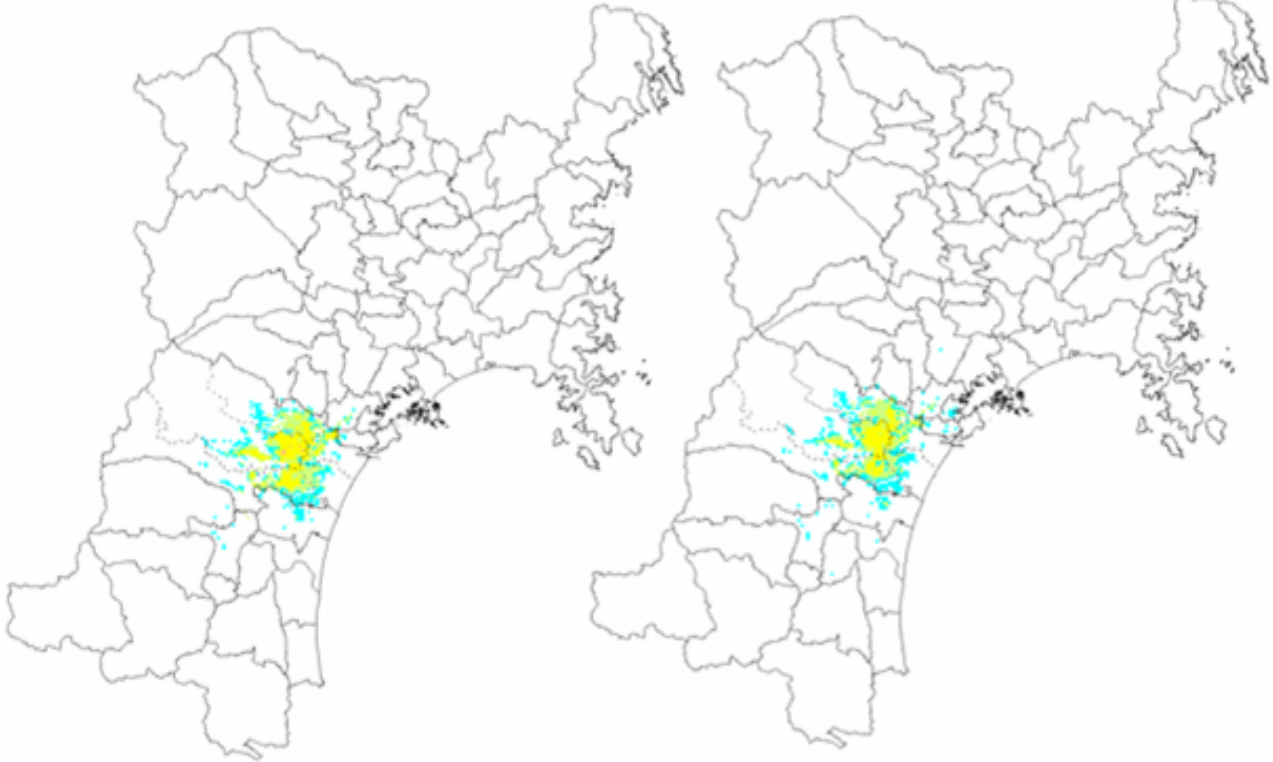


図 4-3-7 死者数分布図 (宮城県沖地震(連動))

4時（火災なし）

夏12時



冬18時

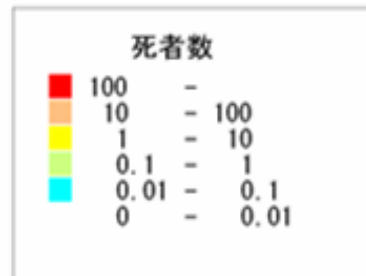
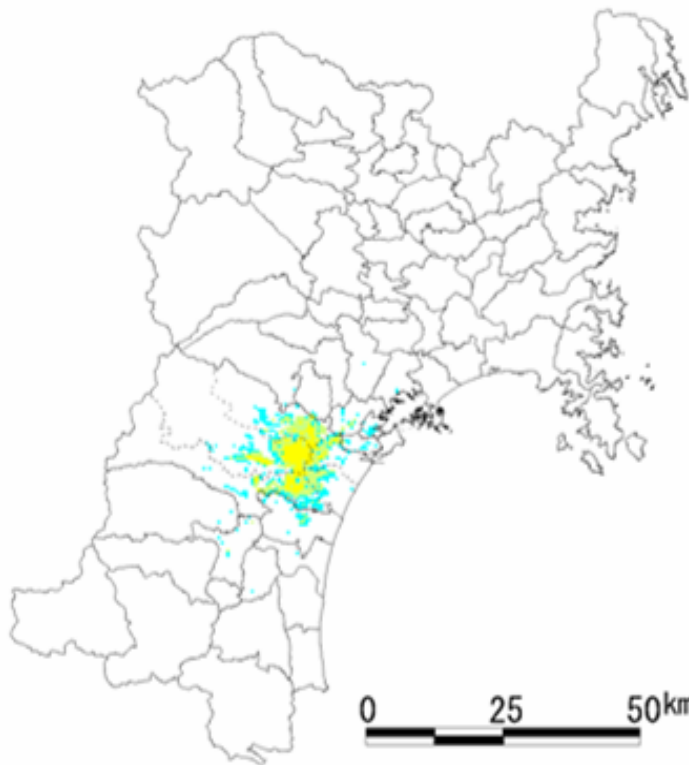


図 4-3-8 死者数分布図（長町 - 利府線断層帯）