

第9編 人的被害の想定	9-1
9.1 検討項目	9-1
9.2 人口データ.....	9-2
9.2.1 夜間人口・昼間人口.....	9-2
9.2.2 夕刻人口.....	9-2
9.2.3 時間帯別移動人口割.....	9-2
9.3 被害予測手法	9-5
9.4 被害予測結果	9-11
【参考文献】	9-18

第9編 人的被害の想定

9.1 検討項目

(1) 死傷者数

要因別に死傷者数を定量的に算定した。

- 1) 建物被害による死傷
- 2) 津波浸水による死傷
- 3) 斜面崩壊による死傷
- 4) 火災による死傷
- 5) ブロック塀倒壊による死傷

ここでそれぞれの定義は以下のとおりである。

死 者：建物被害 {建物倒壊 (家具転倒も含む)}、火災、崖による死者を想定
負 傷 者：建物被害や火災により、病院において治療が必要な負傷者を想定
重 篤 者：生命を救うため、直ちに処置を必要とするもの。入院が必要
重 傷 者：多少の治療の時間が遅れても生命に危険がないもの。入院が必要
中等傷者：上記以外の軽易な傷病で、ほとんど専門医の治療を要しないもの。入院は不要

9.2 人口データ

9.2.1 夜間人口・昼間人口

以下に示すデータをもとに、メッシュ単位での常住人口を作成した。

- ①平成 12 年国勢調査、平成 13 年事業所・企業統計調査地域メッシュ統計リンク結果
- ②平成 12 年国勢調査小地域集計結果
- ③平成 13 年事業所企業統計調査町丁・大字別集計結果

9.2.2 時刻人口

昼間人口から夜間人口への移行は、午後 4 時から 9 時までの間に直線的であるとした。

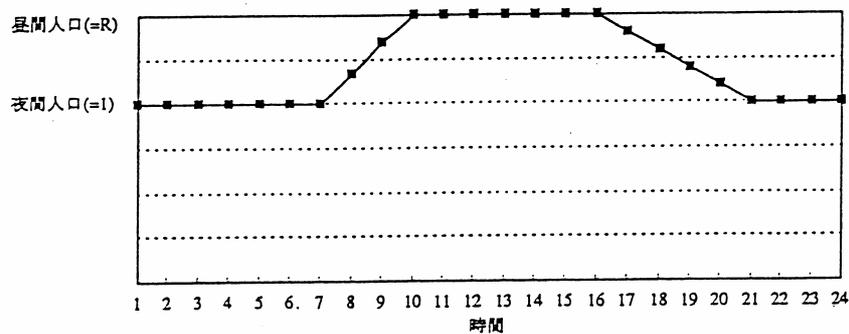


図 9-1 時間帯別の人口の推移

9.2.3 時間帯別移動人口割

平成 13 年社会生活基本調査より時間帯別移動人口割合を作成した。

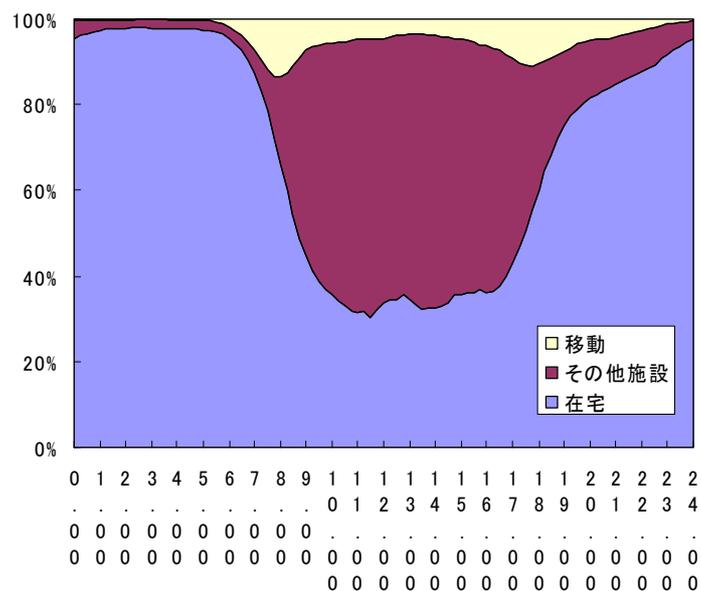


図 9-2 時間帯別移動人口割合

表 9-1 市町村別世帯・人口

市町村	世帯数 (人)	朝 5 時人口 (人)	夕 18 時人口 (人)
大分市	174,900	455,500	460,600
別府市	52,900	126,300	126,100
中津市	32,000	86,000	86,700
日田市	25,200	77,300	78,000
佐伯市	31,000	84,200	83,200
臼杵市	15,500	45,600	44,200
津久見市	8,500	23,100	23,100
竹田市	10,300	28,800	29,300
豊後高田市	9,700	26,500	26,300
杵築市	11,800	33,600	34,000
宇佐市	22,600	62,900	62,500
豊後大野市	15,300	43,700	42,800
由布市	12,300	35,900	35,700
国東市	13,200	35,700	35,800
姫島村	1,000	2,800	2,700
日出町	9,000	26,200	24,900
九重町	3,600	11,700	11,600
玖珠町	6,500	19,600	19,500
総計	455,200	1,225,400	1,227,000

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0 は 0 より大きく 0.5 未満、(-) はゼロ

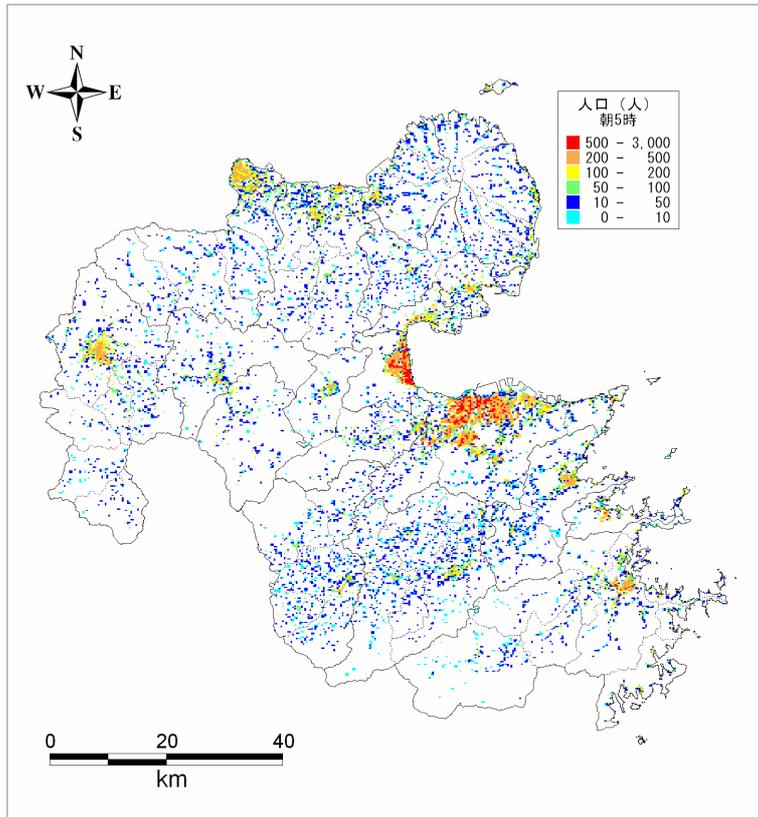


图 9-3 朝 5 時人口分布

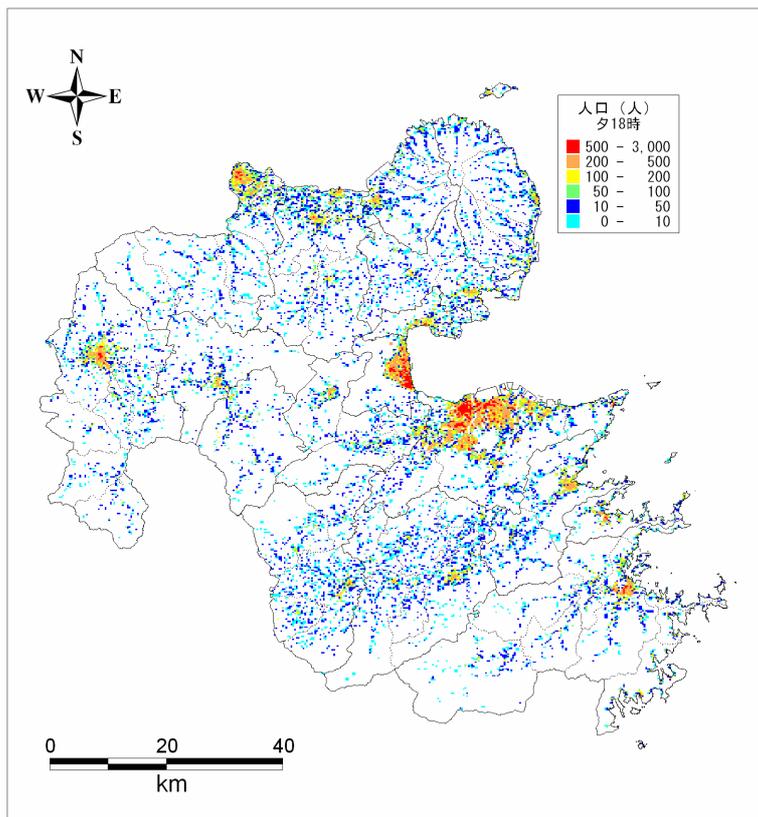


图 9-4 夕 18 時人口分布

9.3 被害予測手法

1) 建物被害による死傷

阪神・淡路大震災での被害データに基づき、木造建物被害だけでなく、非木造建物被害における死者数も設定し、木造（非木造建物）大破率と木造建物（非木造建物）における死者率との関係により、建物被害による死者数を算定した。なお、液状化による建物被害に関しては、過去の事例でも人的被害は発生していないため、本想定では液状化に起因する人的被害は発生しないものとした。

「1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書」（日本火災学会、1996年）では、阪神・淡路大震災の建築物被災度（震災復旧都市づくり特別委員会による）と死者数との関係を明らかにしており、このデータを用いた東京都地震被害想定（1997）の手法を参考とした。

家具の転倒を含む木造建物被害による死者数に関しては、東京都（1997）による以下の関係式から推定する。

$$\text{木造建物被害による死者数} = 0.0315 \times \text{木造建物大破率} (\%) \\ \times \text{メッシュ内木造屋内人口}$$

非木造建物の被害による死者数に関しては最近の事例の資料がないため、東京都（1997）による以下の関係式から推定する。

$$\text{非木造建物被害による死者数} = 0.0078 \times \text{非木造建物大破率} (\%) \\ \times \text{メッシュ非木造屋内人口}$$

大阪府地震被害想定（1997）によれば、負傷者数は次式で表され、本想定では負傷者数の想定式としてこの式を適用した。

- ・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 < 10%)

また、大阪大学入院患者調査による入院患者数と建物大破率との関係を用い、かつ、入院患者に占める重篤者の割合を17%とする。

※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。

2) 津波による死傷

北海道南西沖地震における建物被害率と死傷者率との関係式（静岡県(2001)より）を用いて算定した。

死者数（人）	$= 0.0424 \times \exp \{0.1763 \times (\text{全壊率}(\%) + 1/2 \times \text{半壊率}(\%))\} / 100 \times \text{人口}(\text{人})$
重篤者数（人）	$= 0.0058 \times (\text{全壊率}(\%) + 1/2 \times \text{半壊率}(\%)) / 100 \times \text{人口}(\text{人})$
重傷者数（人）	$= 0.0282 \times (\text{全壊率}(\%) + 1/2 \times \text{半壊率}(\%)) / 100 \times \text{人口}(\text{人})$
中等傷者数（人）	$= 0.0822 \times (\text{全壊率}(\%) + 1/2 \times \text{半壊率}(\%)) / 100 \times \text{人口}(\text{人})$

基本式は午後 10 時に発生した北海道南西沖地震（1993）のデータに基づくため、かなりの人が起きていたと考えられる。そこで、時間帯の補正のため、午前 5 時に発生した場合は、死者数が基本式より 10%多いと仮定している。

【津波到達時間による補正】

基本式は、地震後すぐに津波が到達する場合を想定しているが、実際は津波到達時間が遅くなるほど、避難場所への避難が可能となる人数が多くなる。中央防災会議の東南海、南海地震等に関する専門調査会（2003）では、人々が起床している昼間（12時）及び夕方（18時）においては、地震発生の15分後までに避難が完了するものと仮定している。ただし、震度が6弱以上であるなど、避難が困難であると判断される地域については、30分程度を要するものと仮定する。なお、多くの人が就寝している早朝は、避難開始までの時間が5分遅れるものとしている。

また、道路閉塞による逃げ遅れの発生等も考慮し、地震後すぐに避難を完了できる人が多くはないことから、最初は津波到達時間が長くなるにつれて徐々に減少の割合が大きく（上に凸）なり、最後はゼロに漸近（下に凸）するような、ロジスティクス曲線を仮定している。

$$\text{到達時間補正率} = 1 / (1 + (5.25 \times 10^{-3}) \times \exp(0.7 \times T))$$

ただし、早朝の場合 $T=t-5$

昼間・夕方の場合 $T=t$ t : 津波到達時間¹

表 9-2 避難に要する時間

		避難に要する時間	備考
通常の場合	起床時(12時・18時)	15分	
	就寝時(5時)	15分	避難開始時間が5分遅れる
避難が困難と判断される地域	起床時(12時・18時)	30分	
	就寝時(5時)	30分	避難開始時間が5分遅れる

¹ 津波到達時間は、市町村ごとの水位が+T.P.20cmになるまでに要する最も早い時間とした

【防災意識による補正】

地域の防災意識の違いが避難行動に大きく影響を及ぼすと考えられるが、基本式は、住民の避難意識が北海道南西沖地震時の奥尻町での意識と同じ場合（意識高い：未避難率28.9%）を想定したものである。人々の避難意識が日本海中部地震での意識と同じ場合（意識低い：未避難率51.4%）については、1.8（51.4/28.9）倍の人が、適切な行動をとらないものと考えられる。本来は、大分県における津波避難に対する意識調査を踏まえて、補正率を設定することが望ましいが、本調査においては、避難意識が低いケースについては、日本海中部地震と同等に考えて、以下のように1.8倍の割合で適切に避難しない人がいる場合の補正率曲線を仮定した。

$$\text{到達時間補正率} = 1 / (1 + (5.25 \times 10^{-3}) \times \exp(0.7 \times T / 1.8))$$

ただし、早朝の場合 $T=t-5$
 昼間・夕方の場合 $T=t$ t ：津波到達時間

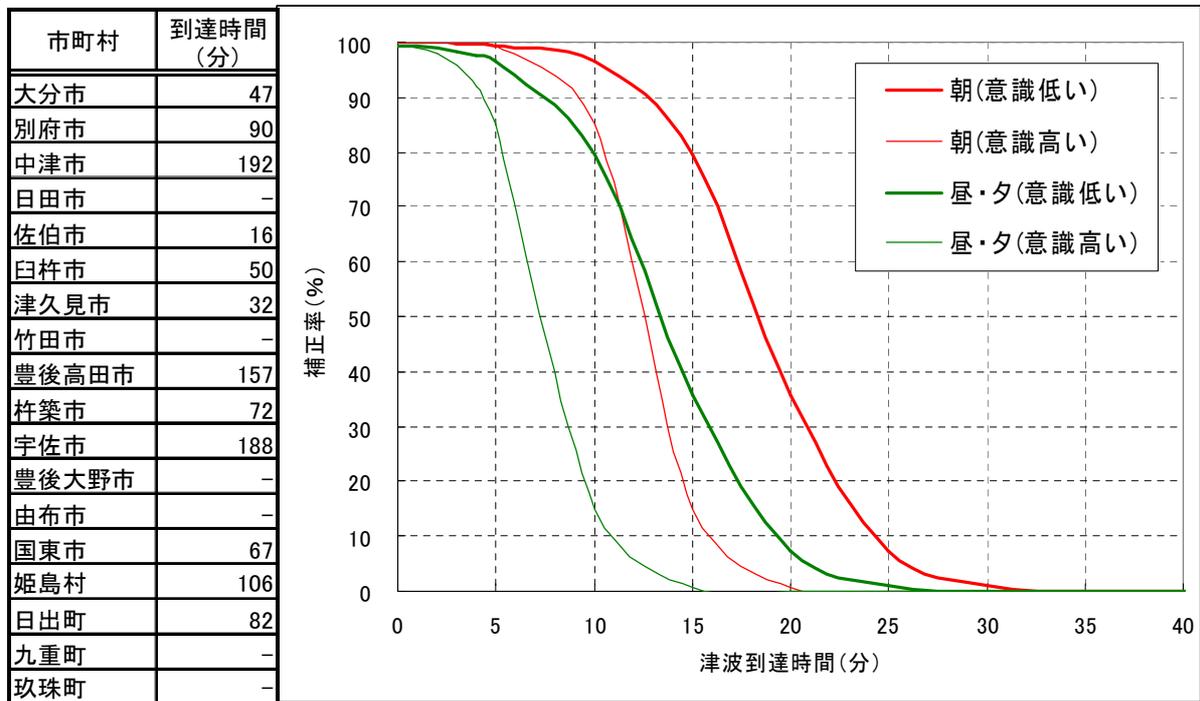


図 9-5 市町村別の津波到達時間²と補正率関数

²津波到達時間は、市町村ごとの水位が+T.P. 20cm になるまでに要する最も早い時間とした

3) 斜面崩壊による死傷

静岡県（2001）の考えに基づき、伊豆大島近海地震時の被害事例データを用いて、斜面崩壊による大破棟数と死傷者数の比等から算定した。

死者数（人）	=0.181×大破棟数（棟）
重篤者数（人）	=0.052×大破棟数（棟）
重傷者数（人）	=0.254×大破棟数（棟）
中等傷者数（人）	=2.4×（重篤者数（人）+重傷者数（人））

上式のもととなったデータの補正として、[(時間帯別の1世帯当たり住宅内人員) / (伊豆大島近海地震時における1世帯当たり人員(3.51人))] を乗じた。

表 9-3 市町村の時間帯別の1世帯当たり住宅内人員³

市町村	朝5時	夕18時	市町村	朝5時	夕18時
大分市	2.43	1.27	杵築市	2.47	1.52
別府市	2.23	1.27	宇佐市	2.55	1.49
中津市	2.48	1.46	豊後大野市	2.64	1.61
日田市	2.82	1.61	由布市	2.71	1.62
佐伯市	2.51	1.43	国東市	2.43	1.36
臼杵市	2.69	1.50	姫島村	2.49	1.40
津久見市	2.45	1.46	日出町	2.62	1.46
竹田市	2.51	1.68	九重町	2.94	1.71
豊後高田市	2.49	1.36	玖珠町	2.79	1.57

³国勢調査・事業所統計データより、急傾斜地地点における人口動態と時間別人口から、市町村別の1世帯あたりの時間別・住宅内人口を求めた

4) 火災による死傷

死者は静岡県（2001）に基づき、火災年報（総務省消防庁）における大分県の過去5年間（平成13～17年）の平常時火災から以下の式を求め算出した。

$$(\text{火災による死者数}) = 0.067 \times (\text{焼失棟数})$$

焼失棟数には発災後6時間後の焼失棟数から、揺れによる被害のダブルカウントを処理した値を用いた

負傷者は静岡県（2001）に基づき、火災年報（総務省消防庁）における大分県の過去5年間（平成13～17年）の平常時火災から以下の式を求め算出した。

$$(\text{火災による負傷者数}) = 0.202 \times (\text{焼失棟数})$$

焼失棟数には発災後6時間後の焼失棟数から、揺れによる被害のダブルカウントを処理した値を用いた

函館大火・酒田大火の事例より重傷：中等傷＝5.3：13.7 とした

重篤者は建物の場合と同様に重傷者の2割をとした

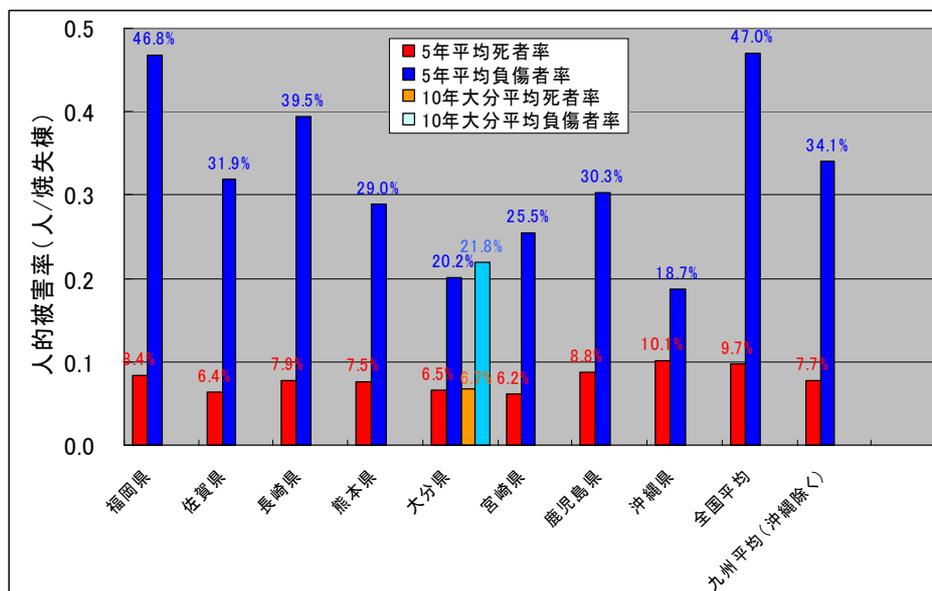


図 9-6 平常時火災における人的被害

5) ブロック塀倒壊夜死傷

東京都（2006）と同様に、ブロック塀、石塀、コンクリート塀の転倒による死傷者は、宮城県沖地震（昭和 53 年）のブロック塀等の被害件数と死者数との関係に基づき作成された東京都被害想定（1997）の手法を用いる。負傷者については、東京都被害想定（1994）の手法には記述されていないため、同様に宮城県沖地震時の実態を踏まえて作成された静岡県第3次被害想定（2001）の手法を用いる。

$$\text{死者数} = 0.00116 \times \text{塀被害件数} \times (\text{屋外人口密度} / 1689.16) \text{ (人} / \text{km}^2)$$

$$\text{負傷者数} = 0.04 \times \text{塀被害件数} \times (\text{屋外人口密度} / 1689.16) \text{ (人} / \text{km}^2)$$

$$\text{重傷者数} = 0.04 \times 0.39 \times \text{塀被害件数} \times (\text{屋外人口密度} / 1689.16) \text{ (人} / \text{km}^2)$$

※1689.16 人 km^2 は、宮城県沖地震当時の仙台市の屋外人口密度

9.4 被害予測結果

地震別の死傷者数を表 9-4 に示す。各要因別の死傷者は、建物崩壊を表 9-5、津波を表 9-6 に 斜面崩壊を表 9-7、火災を表 9-8、ブロック塀倒壊を表 9-9 に示した。

別府地溝南縁断層帯の地震が冬 18 時に発生した場合は、死者数が最大 2,500 人超、負傷者はその 3 倍の約 7,500 人と予測された。昼 12 時に地震が発生した場合は、会社や学校などの非木造の建物にいる人々の割合が高くなるため、建物崩壊による死者数は 3/4 程度になる結果となった。

プレート内地震による人的被害は、南部の一体の広域で負傷者が多く発生する特徴がある。

東南海・南海地震での人的被害の大半は、津波被害によるものである。

また、負傷者は病院にかからない者まで含めればさらに数倍になることが予想される。

図 9-7～図 9-12 に建物崩壊による死者数分布を示す。

表 9-4 死傷者（人）

地震	季節時刻	死者	重篤者	重傷者	中等傷者
別府地溝南縁断層帯 asp 東	冬 5 時	2,019	74	368	6,555
	冬 18 時	2,247	115	620	6,762
別府地溝南縁断層帯 asp 西	冬 5 時	2,362	75	372	6,517
	冬 18 時	2,555	133	617	6,698
崩平山一万年山地溝北縁断層帯	冬 5 時	27	4	22	309
	冬 18 時	24	4	26	285
周防灘断層帯	冬 5 時	1	0	2	34
	冬 18 時	1	0	5	36
プレート内	冬 5 時	23	8	52	587
	冬 18 時	28	18	105	682
東南海・南海	冬 5 時	118	8	43	144
	冬 18 時	46	3	18	72

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0 は 0 より大きく 0.5 未満、(-) はゼロ

表 9-5 建物崩壊による死傷者（人）

地震	季節時刻	死者	重篤者	重傷者	中等傷者
別府地溝南縁断層帯 asp 東	冬 5 時	2,007	71	353	6,508
	冬 12 時	1,452	67	338	6,348
	冬 18 時	1,944	63	317	5,911
別府地溝南縁断層帯 asp 西	冬 5 時	2,327	68	341	6,419
	冬 12 時	1,669	65	325	6,242
	冬 18 時	2,240	60	305	5,820
崩平山一万年山地溝北縁断層帯	冬 5 時	26	4	21	305
	冬 12 時	15	3	19	281
	冬 18 時	22	3	18	268
周防灘断層帯	冬 5 時	1	0	2	34
	冬 12 時	0	0	2	32
	冬 18 時	1	0	2	30
プレート内	冬 5 時	22	8	50	581
	冬 12 時	16	9	56	647
	冬 18 時	22	8	49	572
東南海・南海	冬 5 時	-	-	1	20
	冬 12 時	0	0	2	30
	冬 18 時	0	0	1	24

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0は0より大きく0.5未満、(-)はゼロ

表 9-6 津波による死傷者（人）

被害区分	堤防が機能する場合						堤防が機能しない場合					
	冬 5 時			冬 18 時			冬 5 時			冬 18 時		
	意 識 高	意 識 低	避 難 せ ず									
死者(人)	14	118	360	0	45	367	17	141	451	1	56	468
重篤者(人)	1	8	22	0	3	21	1	10	27	0	4	27
重傷者(人)	5	42	115	0	16	117	6	52	145	0	20	148
中等傷者(人)	15	123	338	0	47	340	18	152	424	1	58	433

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0は0より大きく0.5未満、(-)はゼロ

表 9-7 斜面崩壊による死傷者（人）

地震	季節時刻	死者	重篤者	重傷者	中等傷者
別府地溝南縁断層帯 asp 東	冬 5 時	7	2	10	29
	冬 18 時	4	1	5	16
別府地溝南縁断層帯 asp 西	冬 5 時	7	2	10	29
	冬 18 時	4	1	5	16
崩平山一万年山地溝北縁断層帯	冬 5 時	1	0	1	4
	冬 18 時	1	0	1	2
周防灘断層帯	冬 5 時	-	-	-	-
	冬 18 時	-	-	-	-
プレート内	冬 5 時	1	0	1	4
	冬 18 時	0	0	1	2
東南海・南海	冬 5 時	-	-	-	-
	冬 18 時	-	-	-	-

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0 は 0 より大きく 0.5 未満、(-) はゼロ

表 9-8 火災による死傷者（人）

地震	季節時刻	死者	重篤者	重傷者	中等傷者
別府地溝南縁断層帯 asp 東	冬 5 時	5	1	4	12
	冬 18 時	290	31	201	649
別府地溝南縁断層帯 asp 西	冬 5 時	28	5	20	64
	冬 18 時	302	52	210	678
崩平山一万年山地溝北縁断層帯	冬 5 時	-	-	-	-
	冬 18 時	0	0	0	0
周防灘断層帯	冬 5 時	-	-	-	-
	冬 18 時	-	-	-	-
プレート内	冬 5 時	-	-	-	-
	冬 18 時	1	0	1	2
東南海・南海	冬 5 時	-	-	-	-
	冬 18 時	-	-	-	-

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0 は 0 より大きく 0.5 未満、(-) はゼロ

表 9-9 ブロック塀倒壊による死傷者（人）

地震	季節時刻	死者	重篤者	重傷者	中等傷者
別府地溝南縁断層帯 asp 東	冬 5 時	0	-	2	6
	冬 18 時	9	19	98	186
別府地溝南縁断層帯 asp 西	冬 5 時	0	-	2	6
	冬 18 時	9	19	97	185
崩平山一万年山地溝北縁断層帯	冬 5 時	0	-	-	0
	冬 18 時	1	1	7	15
周防灘断層帯	冬 5 時	0	-	-	-
	冬 18 時	0	0	3	6
プレート内	冬 5 時	0	-	0	2
	冬 18 時	5	9	55	106
東南海・南海	冬 5 時	0	-	-	-
	冬 18 時	0	0	1	2

※1：端数処理により合計値が異なる場合がある

※2：0 は 0 より大きく 0.5 未満、(-) はゼロ

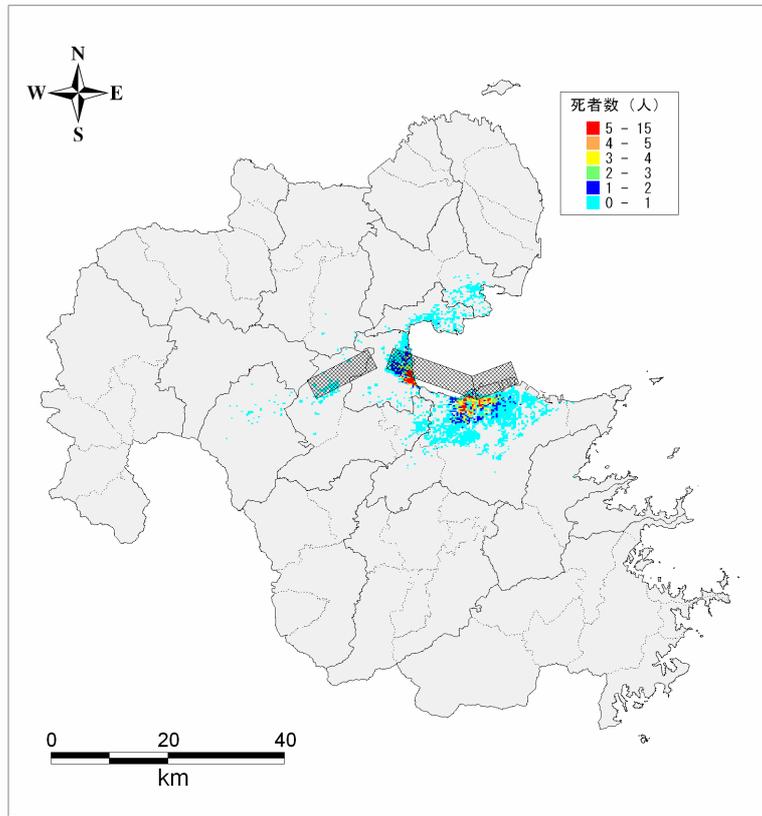


図 9-7 建物崩壊による死者数分布 別府地溝南縁断層帯_asp_東

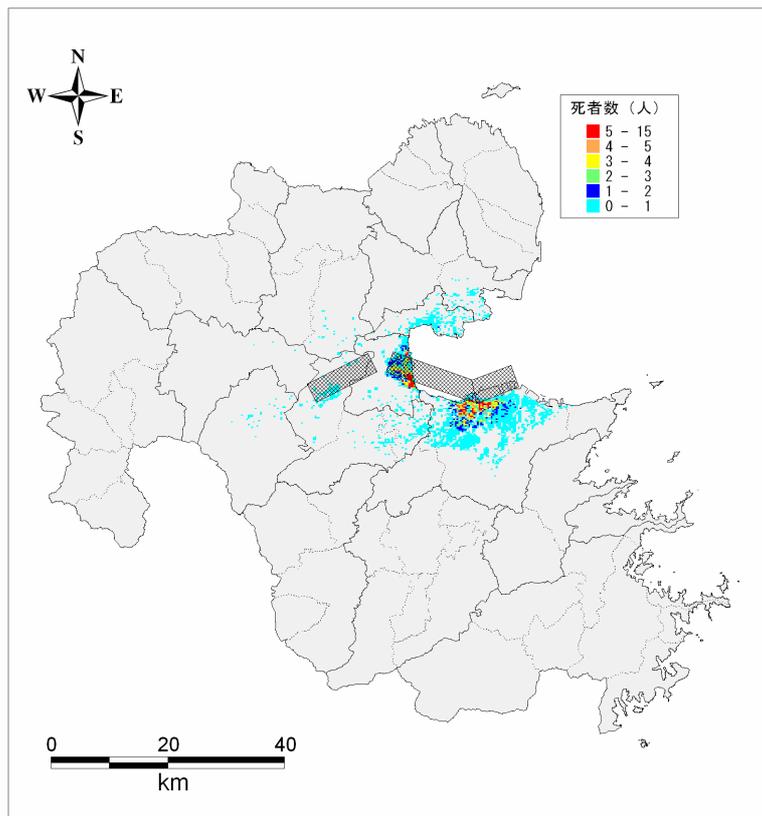


図 9-8 建物崩壊による死者数分布 別府地溝南縁断層帯_西

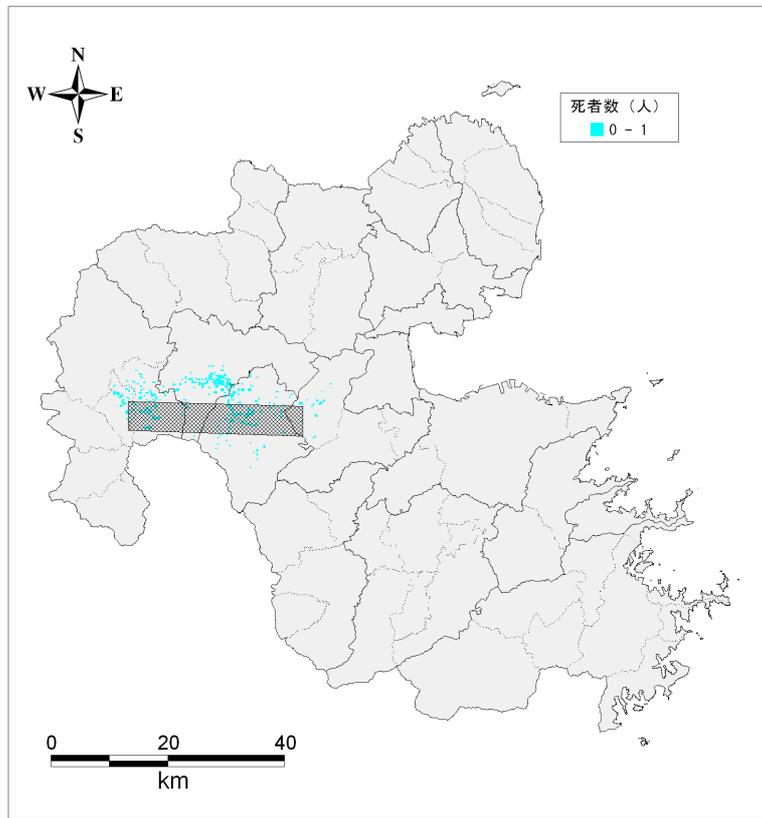


図 9-9 建物崩壊による死者数分布 崩平山一万年山山地北縁断層帯

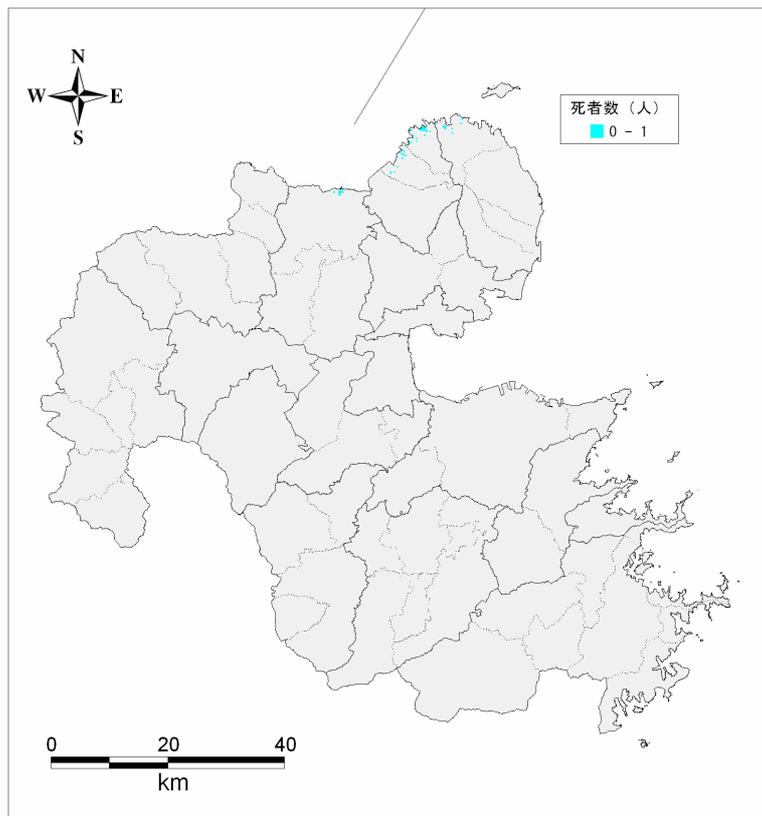


図 9-10 建物崩壊による死者数分布 周防灘断層帯

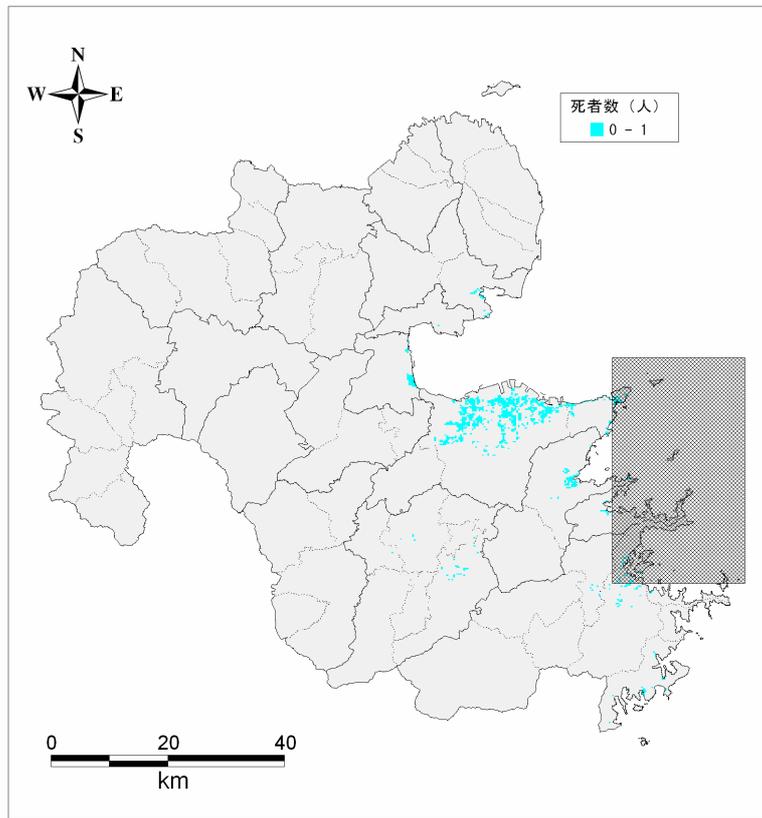


図 9-11 建物崩壊による死者数分布 プレート内

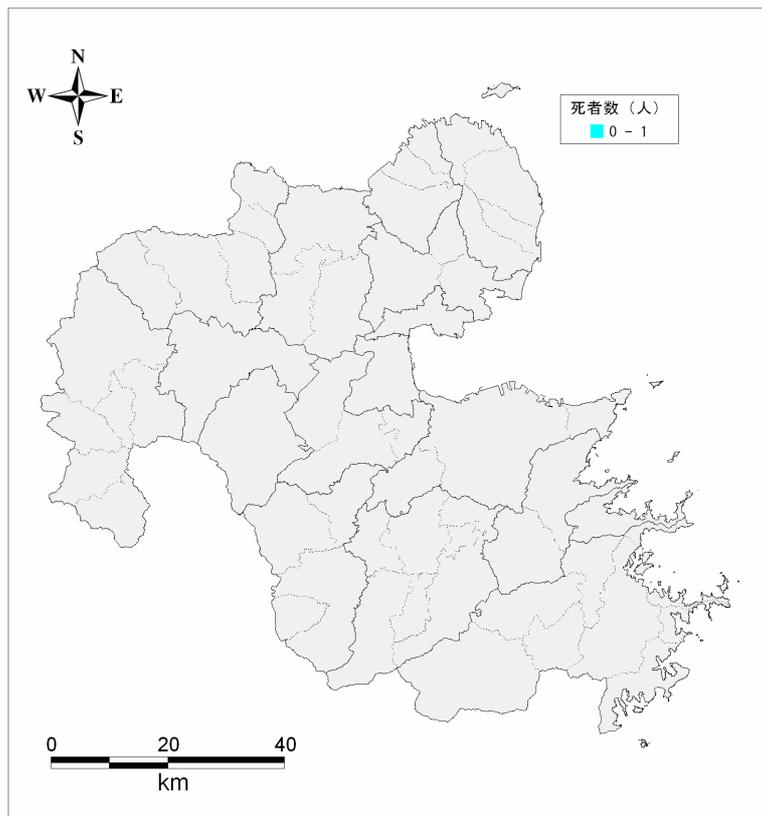


図 9-12 建物崩壊による死者数分布 東南海・南海

【参考文献】

東京大学社会情報研究所（平成6年）：1993年北海道南西沖地震における住民の対応と災害情報の伝達