

3. 被害の予測

3.1. 基本的な考え方

3.1.1. 概要

今回の被害想定は、内閣府が2021年12月に発表した「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定」（以降、内閣府（2021.12））における考え方及び算定手法を踏襲し、基礎データとなる各種資料（固定資産等）については、県内の詳細なデータを収集・整理し反映させることで、より精緻に県内市区町村単位での推計を行った。また、内閣府が2012年8月、2013年に公表した「南海トラフ沿いの巨大地震の被害想定」（以降、内閣府（2012.8））、「首都直下地震の被害想定」（以降、内閣府（2013.12））も参照した。

被害想定は、地震による被害の発生メカニズムの解明や被害を想定する手法等に課題が残されていること、また、定量化した被害についてはいくつかの仮説を積み重ねて算定したものであること、さらに、定性シナリオはあくまでも1つの想定として作成したものであることなどから、実際の地震が発生した場合に、記載した結果が全ての被害状況等を表しているわけではないことに留意する必要がある。

3.1.2. 被害想定的前提とする外力

第2章で計算した4つの地震を対象とする。

3.1.3. 想定するシーン

シーン（季節・時刻）については内閣府（2021.12）を踏襲し、特徴的な3種類を設定した。風速については、比較的強い風速毎秒8mを設定した。

表 23 想定するシーンと特徴

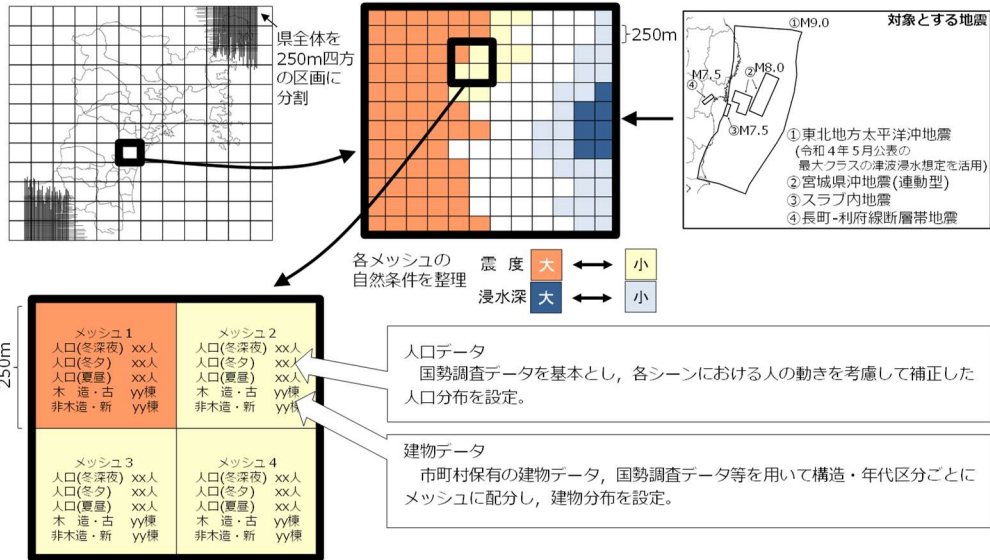
シーン設定	想定される被害の特徴
①冬・深夜 (5時)	<ul style="list-style-type: none"> ・多くが自宅で就寝中に被災するため、家屋倒壊による死者が発生する危険性が高く、また津波からの避難が遅れることにもなる。 ・オフィスや繁華街の滞留者や、鉄道・道路利用者が少ない。 ・多くの人が自宅で就寝中の時間帯であるため、避難準備に時間を要すほか、夜間の暗闇や積雪・凍結により避難速度が低下するため、避難が遅れ、津波による被害が最も多くなる時期・時間帯。 <p>※屋内滞留人口は、深夜～早朝の時間帯でほぼ一定。</p>
②夏・昼 (12時)	<ul style="list-style-type: none"> ・オフィス、繁華街等に多数の滞留者が集中しており、自宅外で被災するケースが多い。 ・木造建物内滞留人口は、1日の中で少ない時間帯であり、老朽木造住宅の倒壊による死者数はシーン①と比較して少ない。 <p>※木造建物内滞留人口は、昼10時～15時でほぼ一定。 ※海水浴客をはじめとする観光客が多く沿岸部等にいる。</p>
③冬・夕 (18時)	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅、飲食店などで火気使用が最も多い時間帯で、出火件数が最も多くなる。 ・オフィスや繁華街周辺のほか、ターミナル駅にも滞留者が多数存在する。 ・鉄道、道路もほぼ帰宅ラッシュ時に近い状況でもあり、交通被害による人的被害や交通機能支障による影響が大きい。 ・積雪・凍結により避難速度が低下するため、津波による被害も多くなる時期・時間帯。

（出典）南海トラフ巨大地震対策ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）（2012.8）、日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策検討ワーキンググループ：日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策検討ワーキンググループについて（2021.12）

(補足) 被害の予測のイメージ

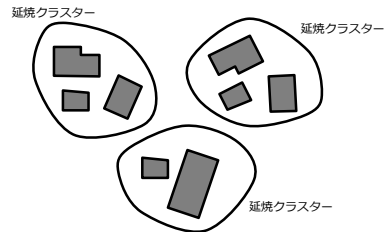
※被害量推計の流れがわかる
ことを重視しており縮尺や
数字等は必ずしも正確ではない。

- 県内を250m四方の区画(メッシュ)に分割し、それを基本単位として被害量を算定。
- 各メッシュの震度、津波浸水深等の自然条件を整理(季節・時間帯に関わらず各メッシュ一定の値)。
- 人口・建物等は震災後の最新のデータを用いるほか、人口分布は各シーンごとに設定。



- 震度、津波浸水深等を変数とした被害率を乗じて算出することを基本とする。
- 火災は、建物の密集度や風速を考慮し、延焼による焼失数も含めた被害量を推計する。

震度【大】 メッシュ1 建物 15棟 木造・古 ↓ 10棟 非木造・新 5棟	震度【小】 メッシュ2 建物 20棟 木造・古 ↓ 20棟 非木造・新 0棟
震度【小】 メッシュ3 建物35棟 木造・古 ↓ 30棟 非木造・新 5棟	震度【小】 メッシュ4 建物 5棟 木造・古 ↓ 5棟 非木造・新 0棟



揺れによる被害

過去の災害から得られた災害規模(震度等)と被災程度(全壊率等)の関係式を用いて、各メッシュ内の被害量を算定。

震度 大(メッシュ1) 震度 小(メッシュ2~4)
木造・古: 10棟×30%=3棟 木造・古: 55棟×20%=11棟
非木造・新: 5棟×20%=1棟 非木造・新: 5棟×10%=0.5棟
※震度、構造、建築年次等で全壊率が変わっており、被災しやすさを反映。

→4メッシュ内の全壊棟数: 3+1+11+0.5=15.5棟(端数が生じる)
→県内全メッシュの数値を合計すると県全体の被害量になる。

火災による被害

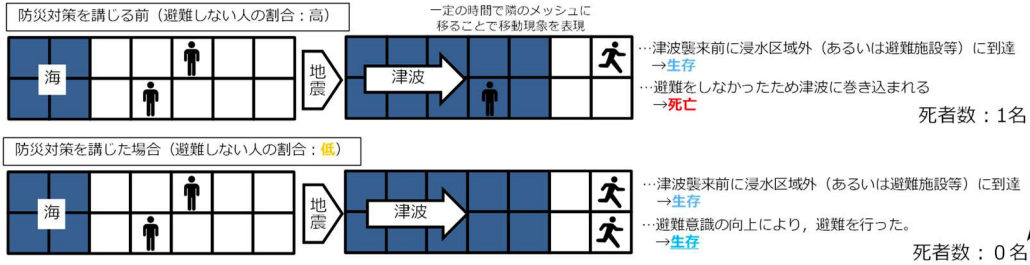
火災は地震に伴う火気器具、電気関係からの出火を取り扱い、建物被害と出火率の関係式から出火件数を算出する。

消火活動で消火できなかった残出火件数をもとに延焼シミュレーションを行い、全体の焼失棟数を算出する。

延焼シミュレーションの際、風速等に応じた延焼限界距離を求め、この距離内に連担する建物群を一体的に延焼する可能性のある塊(延焼クラスター)として取り扱う。

※「揺れ」による死者数には、建物倒壊によるもののほか、急傾斜地崩壊、屋内収容物移動等、屋外落下物等を含む。
※「揺れ」による建物全壊数には揺れによる建物倒壊のほか、液状化、急傾斜地崩壊を含む。

- 津波襲来までに避難行動が完了するか否かを基本に被害を判定するが、避難行動を以下のように考慮する。
 - ① 避難意識…発災後すぐ避難する人、用事を済ませてから避難する人、避難しない人の割合はどれくらいか
 - ② 避難開始時間…上記3パターンの方は、避難開始までにどれくらいの時間を要するか
 - ③ 避難速度…避難者は平均してどれくらいの速度で避難するか。(本検討において車両避難は考慮していない。)
- 移動現象はメッシュの移動ととらえており、実際の道路網・道路形状を反映していない。



○本検討における避難開始時間

	すぐ避難する	用事を済ませてから避難する	備考
冬・深夜	12分後	総世帯からの 電灯をすべて+5分 22分後	国による東日本大震災の調査結果(宮城県分)を 基本に、冬季・夜間による追加時間を考慮して設定
冬・夕	7分後	17分後 防寒着の着用等 +2分	
夏・昼	5分後 巨大地震では 揺れが5分程度継続	15分後	

○本検討における避難速度

冬・深夜	1.98km/h	冬季による2割減 夜間による2割減 冬季による2割減 夜間による2割減	国による東日本大震災の調査結果(宮城県分)を 基本に、冬季・夜間による速度低減を考慮して設定
冬・夕	1.98km/h		
夏・昼	3.10km/h		

3.2. 建物被害の予測

3.2.1. 建物データ整理の概要

建物被害予測に使用する年代用途別の建物分布は、固定資産税台帳をベースに町丁目単位でポリゴンデータへの割当を行って集計した。

3.2.2. 建物データ作成の結果

表 24 に本調査で用いる市区町村別の建物構造別・建築年代別棟数を示す。木造と非木造（RC造+S造）に分けて、建築年代を円グラフにして図 83 に示す。図 84～図 86 に建物分布棟数（全建物、木造建物、非木造建物）を示す。

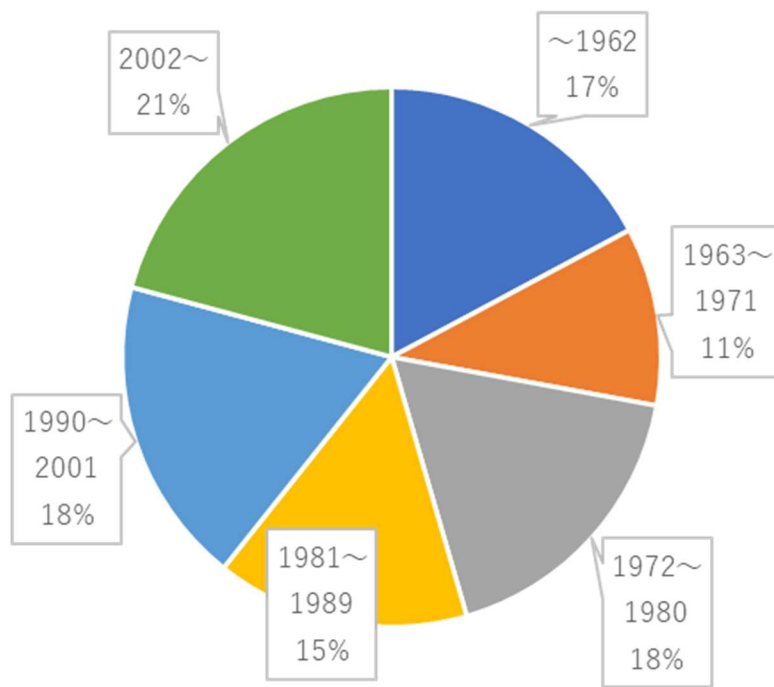
（補足）累積疲労について

表 5、図 10 のとおり、過去の度重なる地震により、建物の耐力が低下している（累積疲労）可能性がある。その影響は、場所、構造、建築年等により個別に評価すべきものであるが、本調査が対象とする県内の全建物を評価することは現状では困難であるため、定量的な予測では考慮していない。

表 24 市区町村ごとの建物棟数（棟）

市区町村名		木造						RC造			S造					
		全棟数	～1962 (年)	1963～ 1971 (年)	1972～ 1980 (年)	1981～ 1989 (年)	1990～ 2001 (年)	2002～ (年)	全棟数	～1971 (年)	1972～ 1980 (年)	1981～ (年)	全棟数	～1971 (年)	1972～ 1980 (年)	1981～ (年)
仙台市	青葉区	62,288	3,500	5,064	10,333	10,270	14,710	18,411	6,757	605	1,638	4,514	11,320	316	1,747	9,257
	宮城野区	31,375	1,124	2,846	4,779	5,463	6,137	11,026	2,798	167	603	2,028	8,692	302	1,121	7,269
	若林区	26,492	1,294	2,117	4,723	3,683	4,935	9,740	2,048	193	669	1,186	6,966	276	1,111	5,579
	太白区	52,859	1,762	4,515	10,578	9,441	11,024	15,539	3,052	107	391	2,554	9,764	311	1,463	7,990
	泉区	54,364	300	1,521	7,866	12,948	16,092	15,638	2,158	43	374	1,741	11,950	130	1,955	9,865
石巻市	81,977	11,740	11,297	15,388	12,742	13,269	17,542	1,103	158	210	735	11,361	666	1,978	8,717	
塩竈市	20,825	1,582	1,978	4,736	3,910	4,334	4,284	720	71	224	425	3,423	334	647	2,442	
気仙沼市	44,712	10,475	6,086	8,718	5,977	6,364	7,091	732	84	131	517	4,891	469	947	3,475	
白石市	27,727	8,330	4,033	4,308	3,934	4,040	3,082	344	70	98	176	3,409	625	795	1,989	
名取市	26,425	2,030	1,936	3,256	3,390	6,275	9,538	654	53	102	499	6,951	231	551	6,169	
角田市	21,686	6,316	3,001	3,636	2,838	3,194	2,701	143	29	54	60	3,049	408	806	1,835	
多賀城市	18,282	847	1,700	3,586	3,127	3,643	5,379	778	82	126	570	4,335	117	426	3,792	
岩沼市	16,660	2,070	1,668	2,568	2,810	3,275	4,269	337	68	109	160	4,213	182	542	3,489	
登米市	66,155	18,362	9,050	13,988	9,275	8,985	6,494	271	69	65	137	5,848	943	1,394	3,511	
栗原市	78,341	25,753	12,053	15,138	9,753	9,498	6,146	407	73	127	207	6,344	1,241	1,579	3,524	
東松島市	22,103	2,736	1,476	3,346	3,409	4,139	6,996	6	0	2	4	300	156	62	82	
大崎市	52,778	12,105	6,466	9,254	7,838	9,405	7,710	816	120	212	484	7,692	979	1,876	4,837	
富谷市	19,589	683	365	2,282	3,039	5,958	7,262	224	10	50	164	609	24	45	540	
蔵王町	7,233	1,826	957	1,193	1,045	1,232	978	210	21	40	149	1,231	110	314	807	
七ヶ宿町	1,967	579	314	375	313	295	93	14	2	3	9	277	43	116	118	
大河原町	12,389	1,239	1,226	2,471	2,150	2,565	2,739	92	9	34	49	1,772	117	372	1,283	
村田町	5,747	1,522	843	1,111	708	919	645	32	2	11	19	721	74	128	519	
柴田町	18,095	2,138	1,680	3,422	3,284	3,963	3,607	293	16	75	202	2,920	151	544	2,225	
川崎町	6,547	1,648	866	1,081	947	1,118	887	182	18	35	129	1,066	95	271	699	
丸森町	16,048	4,674	2,221	2,691	2,100	2,362	1,999	83	17	31	35	1,779	238	470	1,070	
亘理町	16,585	2,546	1,107	2,351	2,055	4,297	4,229	87	3	20	64	2,654	187	455	2,012	
山元町	7,178	2,091	993	1,204	939	1,057	894	52	10	20	22	1,102	148	291	663	
松島町	6,622	965	832	1,412	1,059	1,322	1,031	134	11	34	89	759	56	115	588	
七ヶ浜町	7,506	620	580	1,192	1,421	1,763	1,929	188	19	18	151	763	16	92	654	
利府町	6,773	736	462	896	877	1,934	1,869	178	8	31	139	1,692	37	144	1,512	
大和町	13,139	3,487	966	1,718	1,102	2,807	3,058	139	10	32	97	2,190	53	230	1,907	
大郷町	6,685	2,636	592	1,194	692	854	718	44	11	8	25	961	174	168	619	
大衡村	3,615	1,068	485	666	405	592	400	36	3	5	28	768	144	148	476	
色麻町	6,067	1,712	1,009	1,237	656	888	564	21	4	4	13	648	95	201	352	
加美町	22,718	10,634	2,523	3,801	2,537	1,808	1,416	105	53	28	24	2,289	921	489	879	
涌谷町	1,388	546	148	157	142	183	212	13	3	6	4	348	61	83	204	
美里町	18,916	4,723	2,232	3,911	2,477	2,927	2,646	107	26	30	51	2,349	282	665	1,402	
女川町	1,102	52	136	206	185	158	365	78	3	9	66	402	13	46	343	
南三陸町	8,084	1,635	833	1,128	994	1,195	2,299	67	6	9	52	1,038	67	161	810	
合計	919,041	158,087	98,177	161,899	139,936	169,516	191,426	25,503	2,258	5,668	17,578	138,846	10,792	24,549	103,505	

木造



非木造

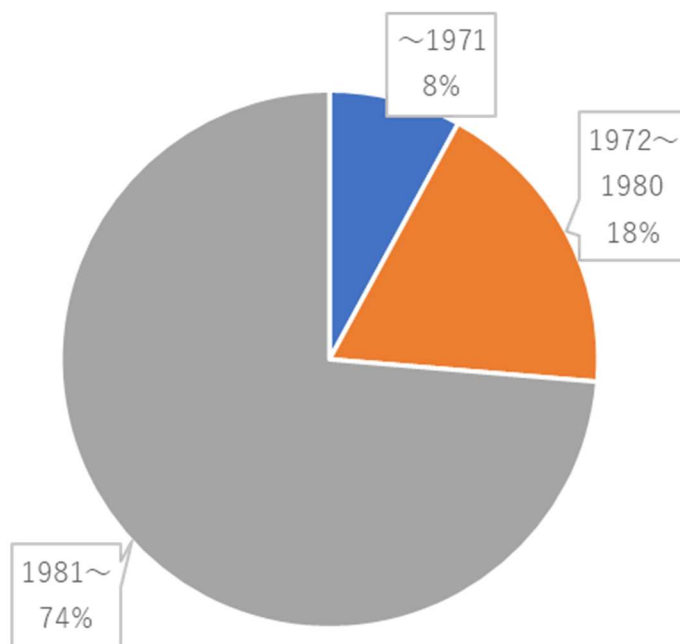


図 83 木造・非木造における年代別建物割合

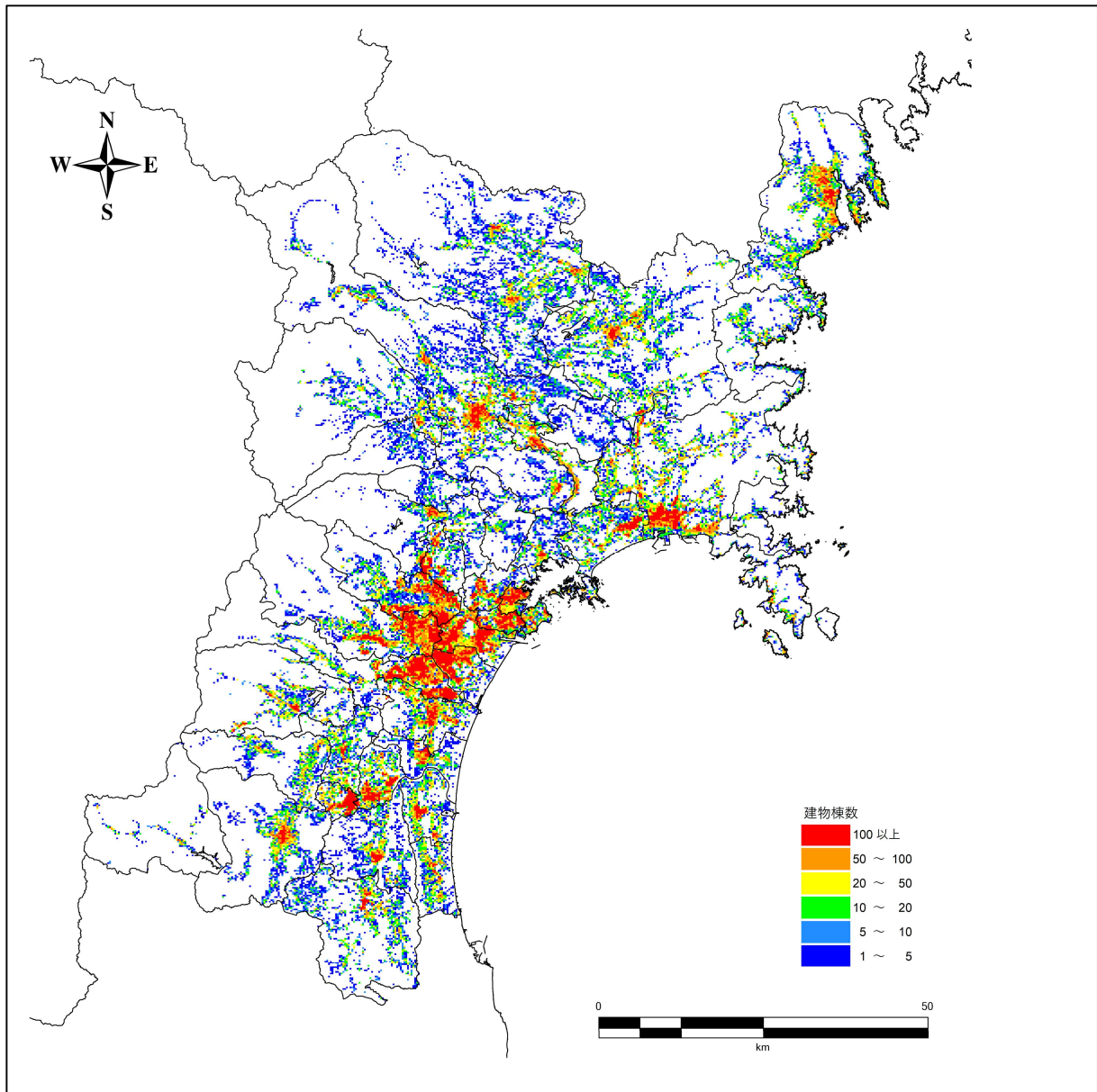


図 84 建物棟数分布 (全建物)

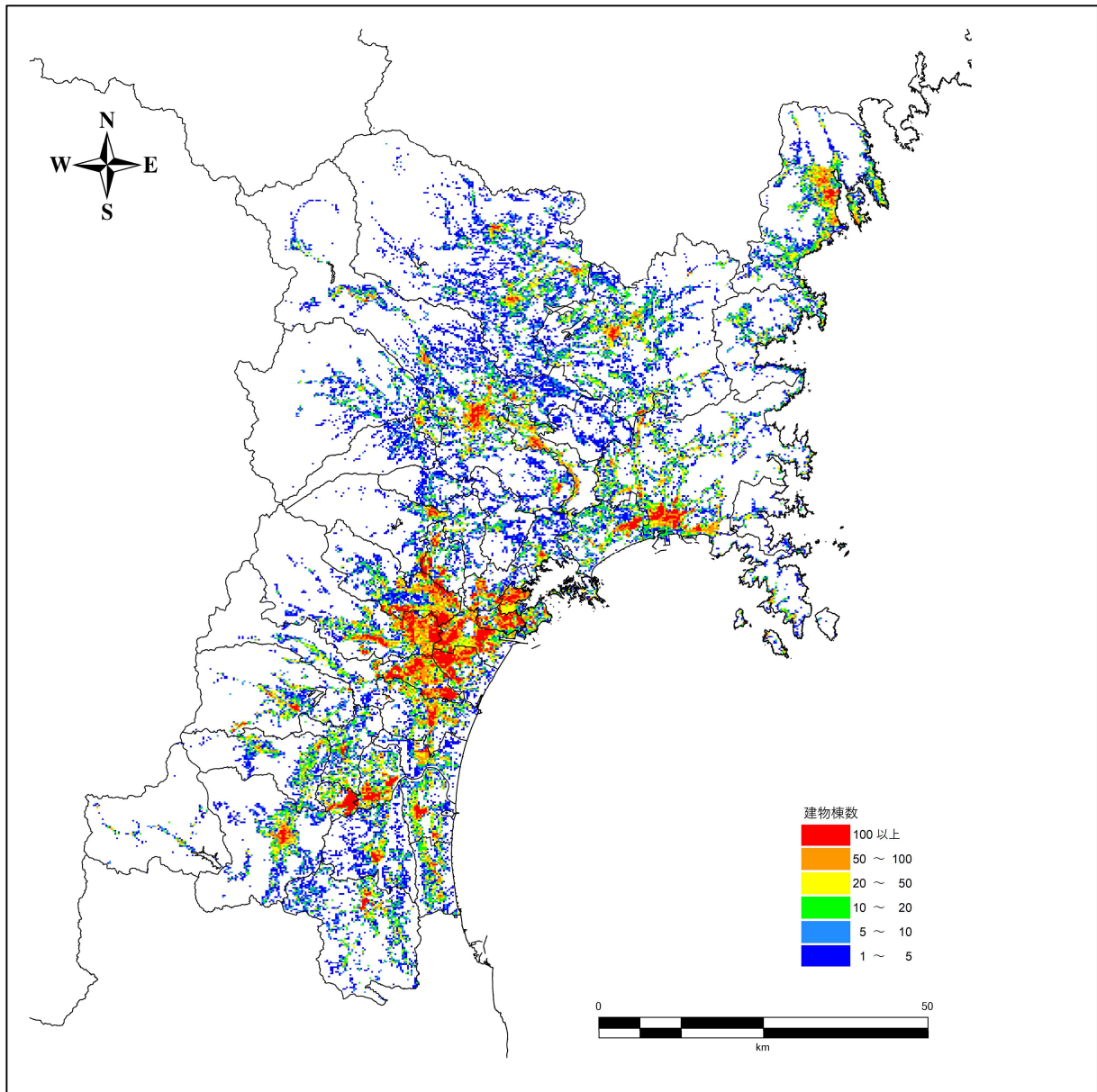


図 85 建物棟数分布（木造建物）

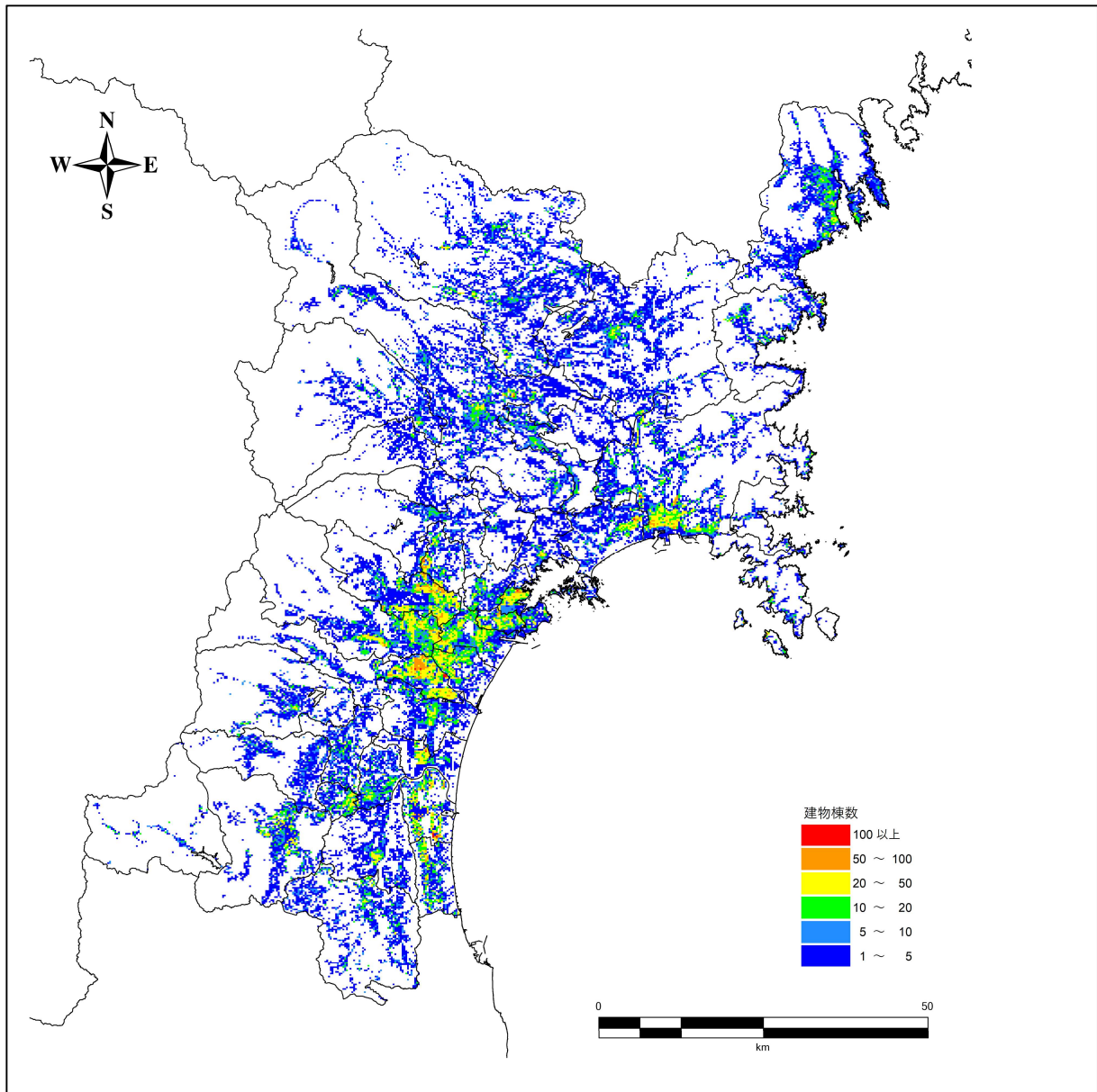


図 86 建物棟数分布（非木造建物）

3.2.3. 建物被害の想定手法

第2章において設定した地震動及び津波の予測結果を基に建物被害を想定した。本調査における建築物被害の算出基準は、内閣府（2012.8,2013.12,2021.12）と同様に、罹災証明に用いる全壊・半壊の定義（表25：内閣府政策統括官（2020））を基本とした。

また、建物被害の想定は5つの要因別に想定しているが、複数の要因で重複して被害を起こす可能性がある（例；揺れによって全壊した後に津波で流失）。本想定では、内閣府（2021.12）と同様に、被害要因の重複を避けるため、「液状化→揺れ→急傾斜地崩壊→津波→火災焼失」の順番で被害の要因を割り当てるものとする。

表 25 罹災証明における全半壊の定義

種類		認定基準
住家全壊 (全焼・全流失)		住家はその居住のための基本的機能を喪失したもの、すなわち、住家全部が倒壊、流失、埋没、焼失したもの、または住家の損壊が甚だしく、補修により元通りに再使用することが困難なもので、具体的には、住家の損壊、消失若しくは流失した部分の床面積がその住家の延床面積の 70%以上に達した程度のもので、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が 50%以上に達した程度のものとする。
住家半壊 (半焼)		住家はその居住のための基本的機能の一部を喪失したもの、すなわち、住家の損壊が甚だしいが、補修すれば元通りに再使用できる程度のもので、具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の 20%以上 70%未満のもので、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が 20%以上 50%未満のものとする。
半壊	大規模半壊	居住する住家が半壊し、構造耐力上主要な部分の補修を含む大規模な補修を行わなければ当該住宅に居住することが困難なもの。具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の 50%以上 70%未満のもので、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が 40%以上 50%未満のものとする。
	中規模半壊	居住する住家が半壊し、居室の壁、床又は天井のいずれかの室内に面する部分の過半の補修を含む相当規模の補修を行わなければ当該住宅に居住することが困難なもの。具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の 30%以上 50%未満のもので、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が 30%以上 40%未満のものとする。
	半壊	住家半壊（半焼）のうち、大規模半壊、中規模半壊を除くもの。具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の 20%以上 30%未満のもので、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が 20%以上 30%未満のものとする。
準半壊		住家が半壊又は半焼に準ずる程度の損傷を受けたもので、具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の 10%以上 20%未満のもので、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が 10%以上 20%未満のものとする
住家		現実に居住のため使用している建物をいい、社会通念上の住家であるかどうかを問わない。
非住家		住家以外の建築物をいうものとする。なお、官公署、学校、病院、公民館、神社、仏閣等は非住家とする。ただし、これらの施設に、常時、人が居住している場合には、当該部分は住家とする。

3.2.4. 液状化による全半壊棟数

(1) 予測方針

液状化による建物の被害想定は、内閣府（2021.12）と同様に、図 87 に示す予測手順に沿って実施した。

Tokimatsu and Katsumata (2012)によると、液状化による地盤沈下量が大きくなれば、建物平均傾斜角が大きくなり、全壊率や半壊率に違いが生じるとされている。今回の調査では、内閣府（2012.8）より公表された、地盤沈下量と建物被害の関係から求められた被害率を採用した。

ここで、被害率は建物の構造で異なり、表 26 に示すように木造については建築年代を基準として 2 区分、非木造については杭あり建物と杭なし建物で異なる。そのため、杭なし建物については全年代、杭ありについてはアスペクト比の大きい小規模建物については建築年代によって 3 区分に、それ以外の建物は被害がないと仮定し計 7 区分とした。

また、内閣府（2021.12）と同様に、今回の想定では非木造建物における杭あり建物は 3 階建て以上の建物とした。また、アスペクト比の大きい小規模建物（短辺方向スパンが 1-2 程度）の 3 階建て以上の建物に占める割合は地域によって異なり、かつ実態調査も困難なため 1 割と設定した。

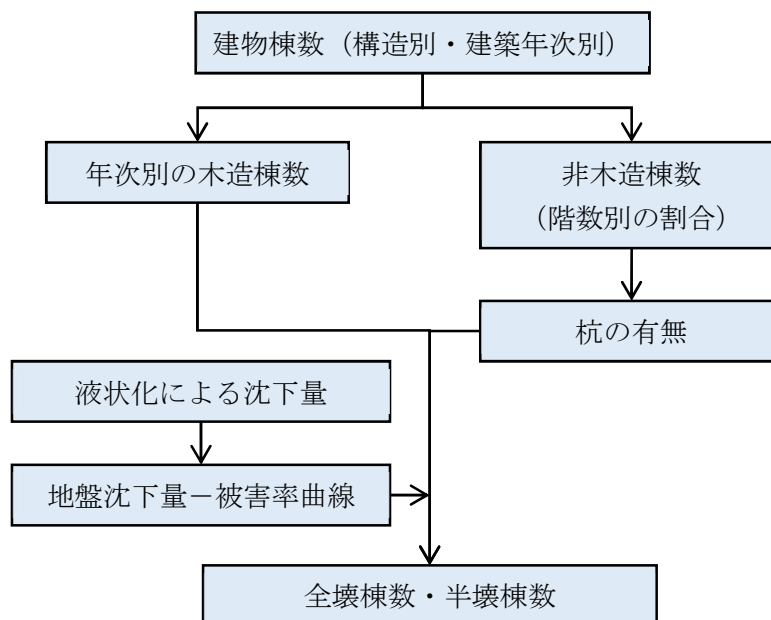


図 87 液状化による建物被害の予測手順

表 26 液状化による建物被害の想定に用いた建築年次区分

建物		建築年次区分
木造建物		昭和 55 年（1980 年）以前
		昭和 56 年（1981 年）以降
非木造建物	杭なし	全年代
	杭あり	アスペクト比大
		昭和 49 年（1974 年）以前
		昭和 50 年（1975 年）～昭和 58 年（1983 年）
	昭和 59 年（1984 年）以降	
	アスペクト比小	全年代