災 害 被 害 想 定 調 査

岐 阜 市

目次

1. 調査の概要 1
2. 地震動の予測 5
3. 液状化危険度の予測 16
4. 建物被害の予測 21
5. 地震火災被害の予測 25
6. 人的被害の予測 29
7. 急傾斜地崩壊危険予測 35
8. ライフライン被害の予測 39
9. 交通施設被害の予測 46
10. 帰宅困難者予測 48
11. 避難者予測 52
12. その他、大規模地震災害に起因した被害の予測 53
13. 被害額 54
14. 被害結果一覧 68
15. 地区別集計結果一覧 70

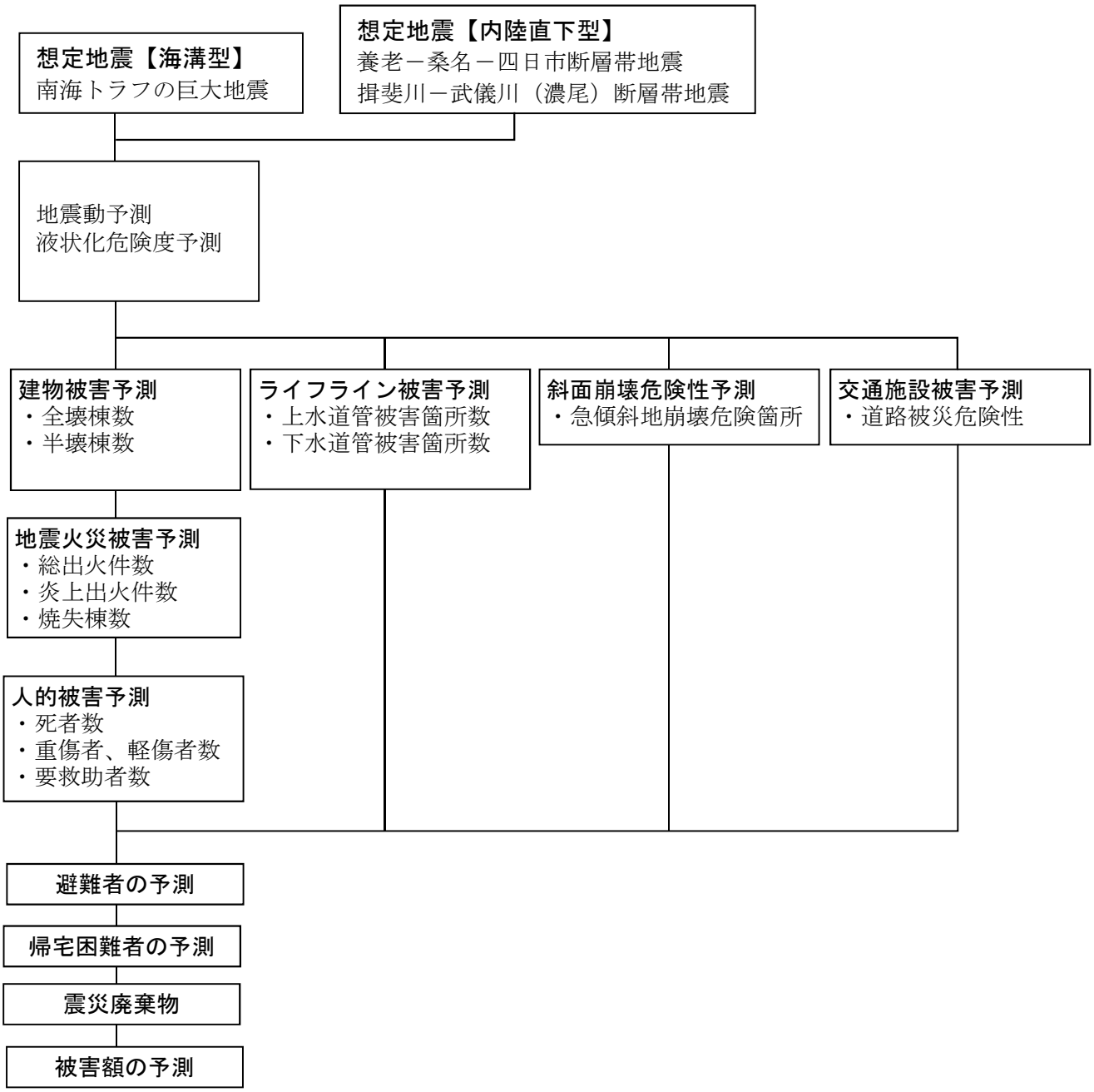
1. 調査の概要

1.1 目的

本市では、平成 24 年度に南海トラフ巨大地震、養老－桑名－四日市断層帯の地震の被害想定調査を実施し、建物被害等の予測を行ったところである。

その後年月の経過とともに、建物、人口の状況変化および新たに本市に影響が最大となる内陸直下型地震の存在が県から明らかにされたため、地震被害想定の再調査を行い、結果を市の防災対策に反映することを目的とする。

1.2 調査の流れ



1.3　被害想定の変更点

災害被害想定調査(平成 24 年 3 月)で実施した被害想定項目と同じであるが、内閣府および岐阜県の動向を踏まえて前提条件および被害想定手法を変更した。

1)　地震動予測・液状化危険度予測

■メッシュ地盤データベースの再構築

岐阜市域におけるメッシュ地盤データベースは、旧測地系の緯度経度情報に基づいて整備されていた。日本測地系の 50mメッシュ中心と世界測地系の 50mメッシュ中心では、下図のようにズレが生じる。本調査において、新測地系に基づいたメッシュ地盤データベースに更新した。変換方法は、日本測地系の地盤モデルを背景とし、世界測地系のメッシュ中心での地盤モデルを割り当てることとした。

また、地盤モデルの境界位置等で現状地形と異なる場合（例えば、地形では山地となるが平野部のモデルとなる）は、適宜修正を加えた。

なお、地盤モデルの物性値は、前回調査の値から見直しはしていない。

この変更に伴い、岐阜市域の地下水位分布についても新測地系にて再構築し、これらのデータに基づいた地震動ならびに液状化危険度の予測を行った。

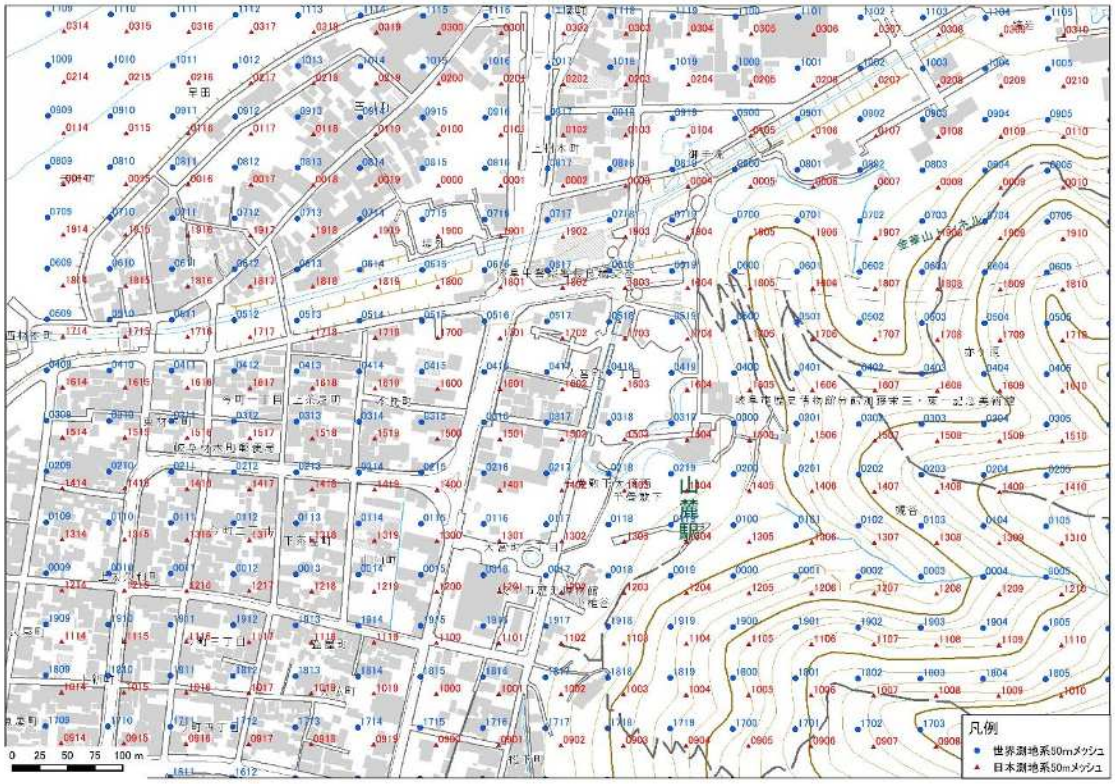


図 1-1　測地系の違いによる 50mメッシュ中心の違い

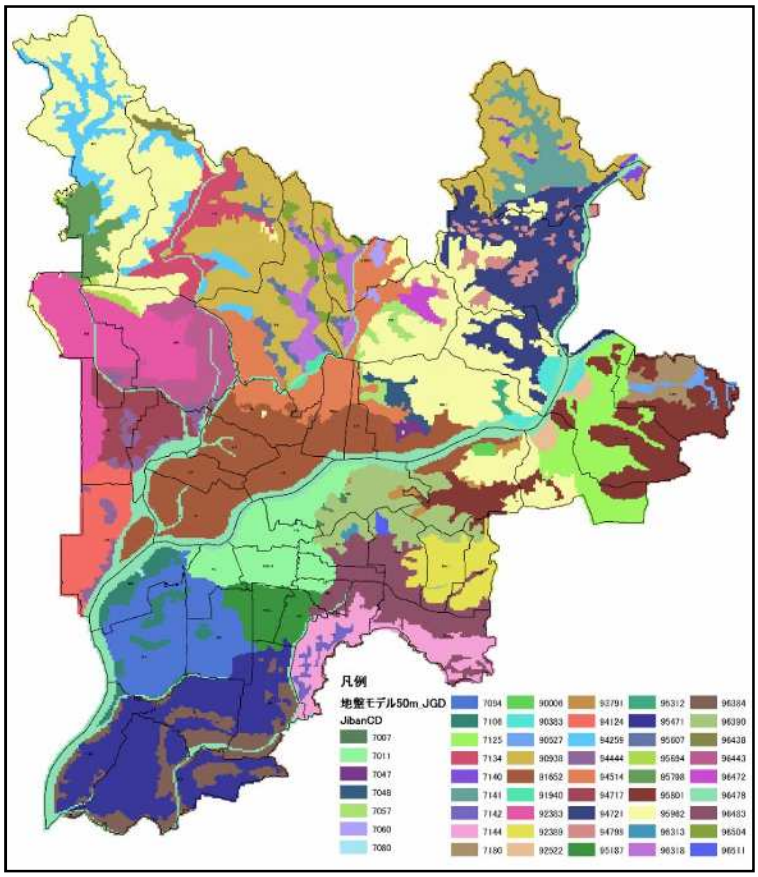


図 1-2　地盤モデル（世界測地系）

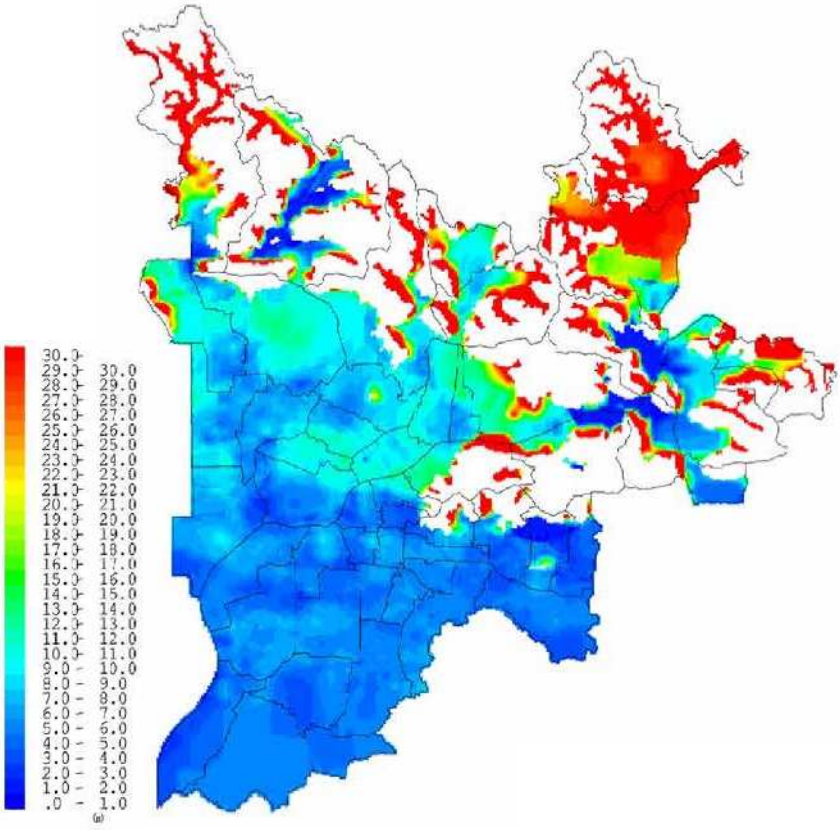


図 1-3　補間推定した地下水位分布（世界測地系）

2） 建物被害・人的被害予測

■人口データの更新

人口データは、「平成 27 年国勢調査、平成 26 年経済センサスー基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計」（統計情報研究開発センター）に更新した。

上記データは、500mメッシュ人口データであるため、都市計画基礎調査の建物利用現況データ（図上面積が 30 ㎡以上）を使用し、50mメッシュごとの棟数比率で 500mメッシュの人口（昼間人口・夜間人口）を 50mメッシュ単位に按分した。

■住宅データの更新

「都市計画基礎調査 建物利用現況データ（H30）」（岐阜市）に更新した。

上記データをもとに 50m メッシュ単位の構造別年代別建物棟数を作成した。

■揺れの幅による補正変更

前回の調査は、推定される最大加速度のような地震動パラメータは少なくとも変動係数で 25%程度以上のばらつきがあることが試算されている。そのため、養老－桑名－四日市断層帯地震の人的・物的被害は、ばらつきの幅として計測震度で+0.2 与えた場合の結果を適用していた。ただし、南海トラフの巨大地震については、想定される最大規模の断層を設定していることから、既に不確定性を最大限に取り入れたものとし、割り増しを実施していない。

今回調査では、揖斐川－武儀川断層帯地震が加わった。この地震は、断層が岐阜市近傍であるため既に揺れは最大限の結果と考えられる。これに揺れの幅を考慮すると過大評価となることから、割り増しを実施しないこととした。

なお、今回は同じ内陸型地震である養老―桑名―四日市断層帯地震と被害の様相を比較するため、同様に補正を実施しないこととした。

3） ライフライン被害予測

■上水道データの更新

「上水道網データ」（岐阜市）の管種別口径別の延長データから、50mメッシュ上水道管路延長集計データを作成した。

■下水道データの更新

「下水道網データ」（岐阜市）の管種別の延長データから、50mメッシュ下水道管路延長集計データを作成した。

2. 地震動の予測

2.1 概要

表 2.1 に、本調査で対象の想定地震を示す。表に示すように、本調査では，前回(平成 24 年度)調査において対象とした南海トラフの巨大地震、養老－桑名－四日市断層帯地震に加え、岐阜市近傍にある揖斐川－武儀川断層帯地震を加えた 3 地震を対象とした。同表には、30 年以内の発生確率も示した。地震調査研究推進本部の長期評価結果では、南海トラフの巨大地震はⅢランク(高い：30 年以内の地震発生確率が 26%以上)、養老－桑名－四日市断層帯地震は Z ランク(30 年以内の地震発生確率が 0.1%未満)、揖斐川－武儀川断層帯地震は A ランク(やや高い：30 年以内の地震発生確率が 0.1～3%未満)とされている。

南海トラフの巨大地震は、前述のように、Ⅲランクの想定地震であり、地震発生の切迫性が高い地震であることと、岐阜市やその周辺市町村、岐阜県を含む広域での被害が想定されることから、前回と同様、想定地震とした。

内陸直下型地震については、前回調査と同様、岐阜市域近傍で発生する地震を対象とした。養老－桑名－四日市断層帯地震を想定地震の発生確率は Z ランクであるが、岐阜で甚大な被害が予想されることから、前回調査と同様、想定地震とした。揖斐川－武儀川断層帯地震は A ランクであることと、岐阜県の最新の被害想定調査(平成 29 年度～30 年度)で新たに想定地震として挙げられ、岐阜市に甚大な被害が予想されることから、本調査においても想定地震に加えることとした。

表 2-1　想定地震と 30 年発生確率(防災科学技術研究所 J-SHIS より)

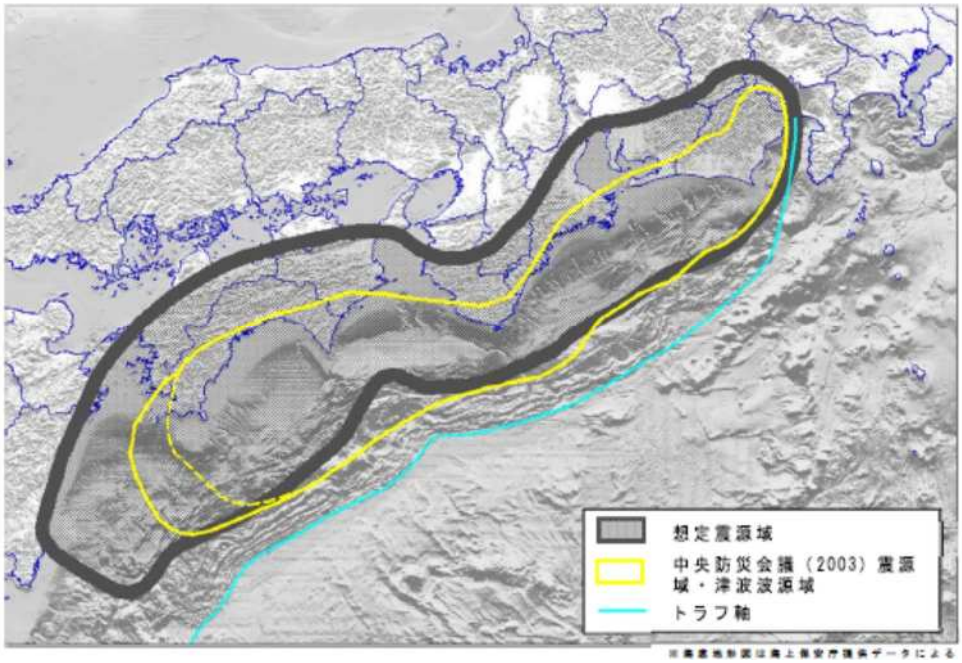
タイプ	想定地震	30 年発生確率(%)
海溝型地震	南海トラフの巨大地震	73.4
内陸直下型地震	養老－桑名－四日市断層帯地震	0
	揖斐川－武儀川断層帯地震	0.39(揖斐川断層) 0.33(武儀川断層)

出典：地震調査研究推進本部
防災科学技術研究所、地震ハザードステーション J-SHIS、http://www.j-shis.bosai.go.jp/

1） 南海トラフの巨大地震

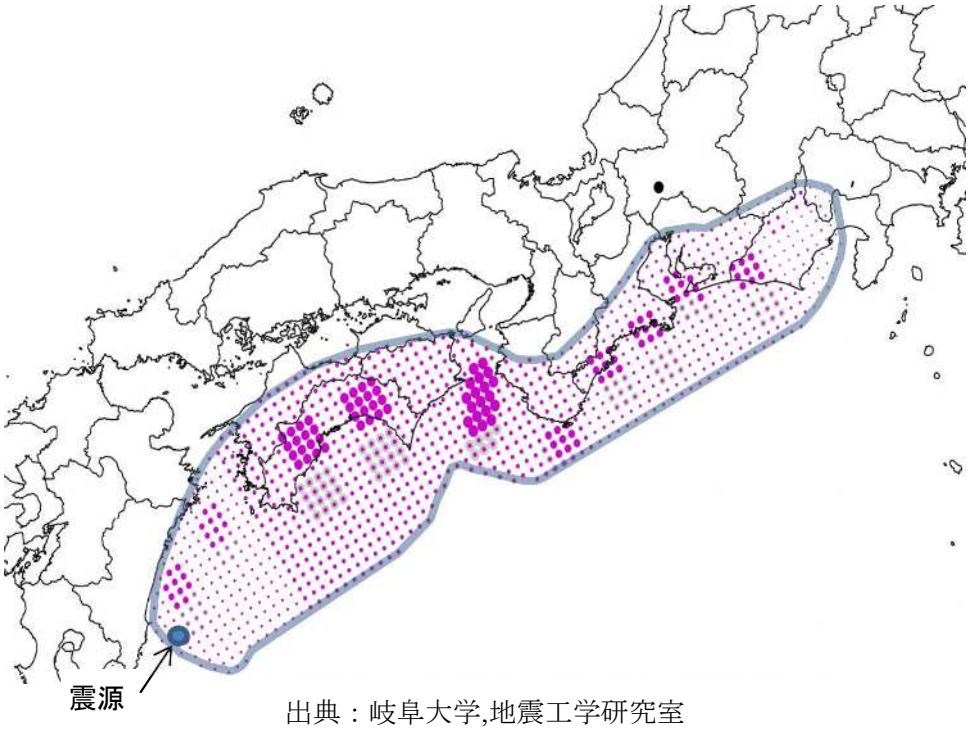
① 震源域

内閣府ではこれまでの知見に基づき、東海・東南海・南海地震で想定していた領域よりも内陸側の領域は、端プレート深さ約 30km よりやや深い部分まで拡大、東側の領域端は、トラフ軸から富士川河口断層帯の北端まで拡大、南西側の領域端は、日向灘よりもさらに南西方向に拡大した想定資源域を設定している。



出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ

本調査においても内閣府および地震調査研究推進本部の断層モデルを基に、岐阜市において最大の揺れとなるように、強震動生成域を陸側にした以下のような震源域を設定した。



出典：岐阜大学,地震工学研究室

図 2-1.南海トラフの巨大地震の震源域

② 断層パラメータ

震源域と同様に、内閣府における南海トラフの巨大地震モデル検討をもとに断層パラメータを設定した。

表 2-2.南海トラフの巨大地震の断層パラメータ

全体	面積(km^2)	110,150			
	応力パラメータ（MPa)	2.3			
	平均すべり量(m)	7.6			
	地震モーメント(Nm)	3.4E+22			
	Mw	9.0			
各セグメント	セグメント名	日向灘域	南海域	東海域	駿河湾域
	面積(km^2)	19,053	53,790	29,419	7,888
	平均応力降下量(MPa)	4	4	4	4
	平均すべり量(m)	5.5	9.3	6.9	3.6
	地震モーメント(Nm)	4.3E+21	2.0E+22	8.3E+21	1.2E+21
	Mw	8.4	8.8	8.5	8.0
強震動生成域SMGA	面積(km^2)	2,047	6,109	3,661	853
	面積比	11%	11%	12%	11%
	平均すべり量(m)	11.1	18.6	13.7	7.1
	地震モーメント(Nm)	9.3E+20	4.7E+21	2.1E+21	2.5E+20
	Mw	7.9	8.4	8.1	7.5
強震動生成域SMGA①	面積(km^2)	1,018	1,953	910	438
	応力パラメータ（MPa)	34.5	46.4	45.4	34.4
	平均すべり量(m)	11.0	20.5	13.7	7.2
	地震モーメント(Nm)	4.6E+20	1.6E+21	5.1E+20	1.3E+20
	Mw	7.7	8.1	7.7	7.3
強震動生成域SMGA②	面積(km^2)	1,029	1,615	914	415
	応力パラメータ(MPa)	34.5	46.4	45.4	34.4
	平均すべり量(m)	11.1	18.7	13.7	7.0
	地震モーメント(Nm)	4.7E+20	1.2E+21	5.1E+20	1.2E+20
	Mw	7.7	8.0	7.7	7.3
強震動生成域SMGA③	面積(km^2)		1,612	913	
	応力パラメータ（MPa)		46.4	45.4	
	平均すべり量(m)		18.7	13.7	
	地震モーメント(Nm)		1.2E+21	5.1E+20	
	Mw		8.0	7.7	
強震動生成域SMGA④	面積(km^2)		929	924	
	応力パラメータ（MPa)		46.4	45.4	
	平均すべり量(m)		14.2	13.8	
	地震モーメント(Nm)		5.4E+20	5.2E+20	
	Mw		7.8	7.7	
背景領域	面積(km^2)	17,006	47,681	25,758	7,035
	応力パラメータ（MPa)	3.7	3.7	3.7	3.7
	平均すべり量(m)	4.9	8.1	5.9	3.1
	地震モーメント(Nm)	3.4E+21	1.6E+22	6.2E+21	9.0E+20
	Mw	8.3	8.7	8.5	7.9
そのほか	破壊伝播速度(km/s)	2.7	2.7	2.7	2.7
	fmax(Hz)	6Hz	6Hz	6Hz	6Hz
	剛性率(Nm^2)	4.1E+10	4.1E+10	4.1E+10	4.1E+10

出典：内閣府　南海トラフの巨大地震モデル検討会

※日向灘，南海域，東海域，駿河湾域の連動

断層全体の地震モーメントから計算される N_G(EMPR で地震規模を規定するパラメータ)では、短周期強震動のパワーを過小評価となるなため、日向灘・南海域・東海域・駿河湾域のそれぞれより算出される N_G の合計から逆算した $M_0=1.97\times10^{23}$(N・m)を使用

③　破壊パターンの設定

前回調査同様，岐阜市における地震動を考えた場合、日向灘沖を震源としたパターンが最大となることから、震源位置を日向灘沖としたパターンを採用した。図 2.2.に、震源域と工学的基盤波形を示す.

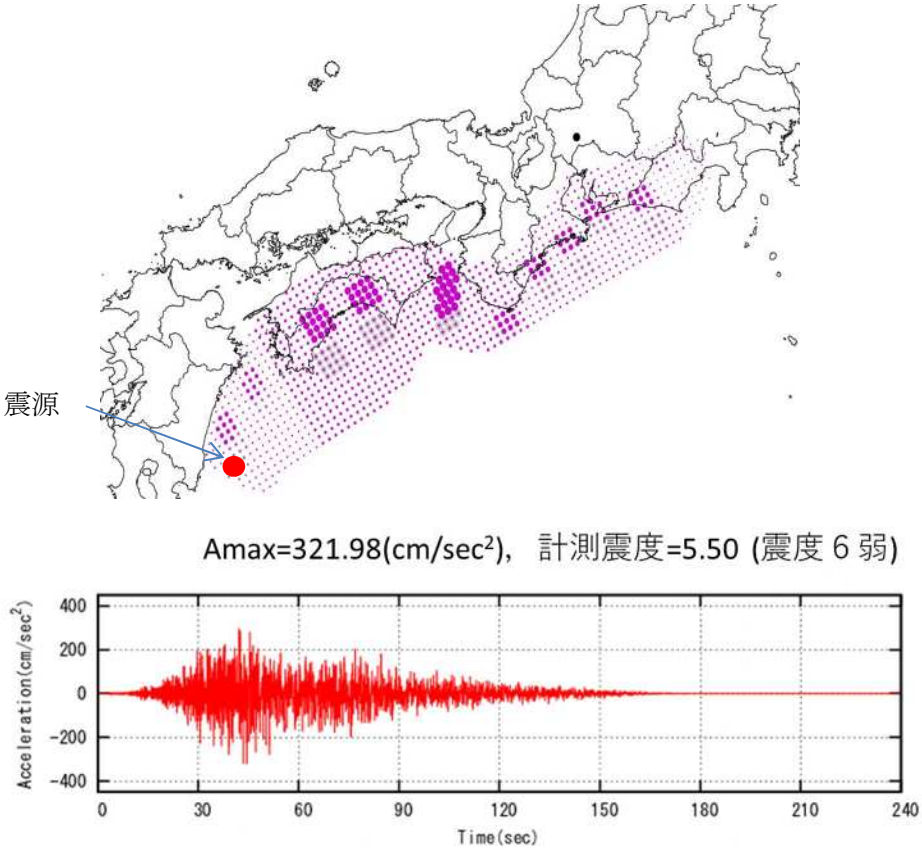


図 2-2.工学的基盤面における岐阜市のシミュレーション波形の比較

2） 養老－桑名－四日市断層帯地震

① 震源域

内閣府および地震調査研究推進本部の断層モデルを基に、以下のように震源域を設定した。

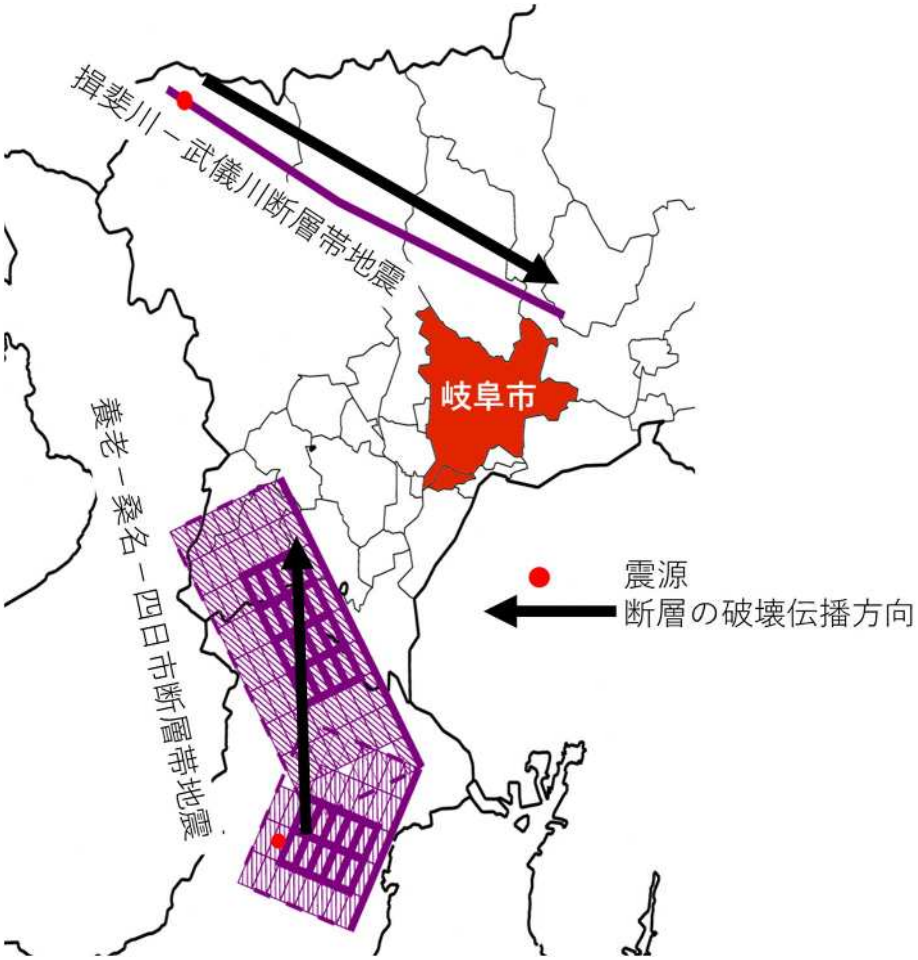


図 2-3.養老－桑名－四日市断層帯地震と揖斐川－武儀川断層帯地震の震源域

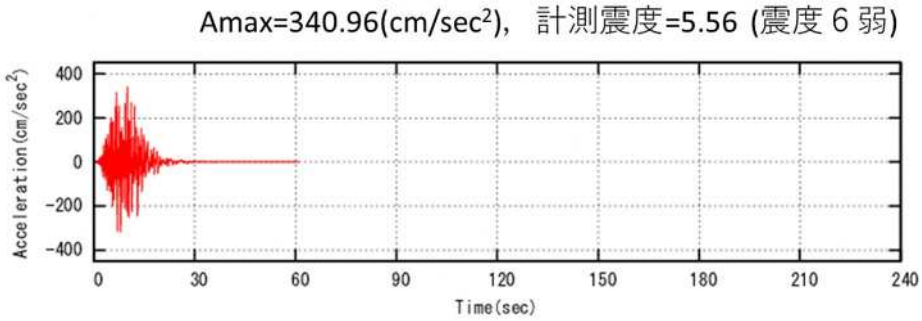
② 断層パラメータ

表 2-3.養老－桑名－四日市断層帯地震の断層パラメータ

		養老－桑名－四日市断層帯地震
震源位置	緯度	35° 20′ 59″
	経度	136° 31′ 06″
	深さ d(km)	13.63
断層	長さ L(km)	57
	(第 1 断層)	20
	(第 2 断層)	37
	幅 W(km)	19.80
	面積 S(km^2)	998
	傾斜角 δ(度)	45.0
地震モーメント M_0(N・m)		1.100×10^{20}
モーメントマグニチュード M_w		7.3
マグニチュード M		7.7
破壊伝播速度 v_r(km／sec)		2.5
地震波伝播速度 v_{prop}(km／sec)		3.0

③　破壊パターンの設定

岐阜市に最も影響があると考えられる三重県側から破壊するパターンを採用した。



3)　揖斐川－武儀川断層帯地震

①　震源域

地震調査研究推進本部の断層モデルを基に、岐阜県被害想定調査(平成 29 年度～30 年度)で設定された、揖斐川断層と武儀川断層が連動するケースとした。設定した震源域は前出図 2.3. に示すとおりである。

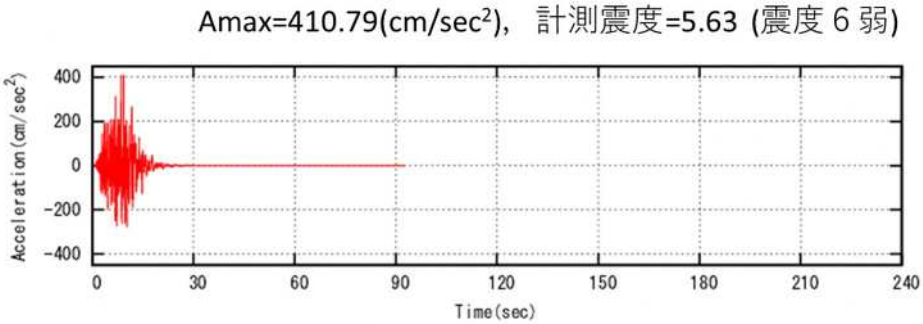
②　断層パラメータ

表 2-4.揖斐川－武儀川断層帯地震の断層パラメータ

		揖斐川－武儀川断層帯地震
震源位置	緯度	35°　45′　18″
	経度	136°　23′　18″
	深さ d(km)	16.25
断層	長さ L(km)	52.3
	(第 1 断層) (第 2 断層)	23.5 28.8
	幅 W(km)	15
	面積 S(km²)	784.5
	傾斜角 δ(度)	90.0
地震モーメント M_0(N・m)		1.016×10^{20}
モーメントマグニチュード M_w		7.3
マグニチュード M		7.7
破壊伝播速度 v_r(km／sec)		2.5
地震波伝播速度 v_{prop}(km／sec)		3.0

③　破壊パターンの設定

岐阜市に最も影響があると考えられる断層北東端からから破壊するパターンを採用した。



2.2　地震動予測手法

1)　工学的基盤面における地震動予測

工学的基盤面での地震動波形を「非定常強地震動の統計的予測手法(EMPR)」[1] により推定した。

なお、工学的基盤面の地震動予測は 250mメッシュ単位で行った。これは、海溝型地震の場合は検討地域が比較的震源遠方に位置しており、地震動の距離減衰特性から、解析精度上 250mメッシュ単位の地震動予測で十分と判断したためである。

2)　表層地盤における地震動予測

地表の地震動は、局所的な表層地盤の影響により、その増幅特性が大きく変わってくる。そこで、表層地盤モデルは 50mメッシュ毎に設定し、前述の工学的基盤面における地震動を入力波とし、表層地盤の 1 次元地震応答解析を「周波数依存性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析手法(FDEL)」[2] を用いて行った。

以上の手法で、50mメッシュ毎の地表面地震動算定結果より、最大加速度、計測震度を推定した。

但し、本業務で使用した強震動予測手法である EMPR の計測震度は、水平方向の平均的な 1 成分波形で得られた値である。一方、気象庁の計測震度は 3 成分波形（水平 2 成分、鉛直 1 成分）より算出するため、EMPR での算出結果を気象庁で定義されている計測震度と同等になるように変換した[3] 結果を用いることで気象庁震度と整合させた。

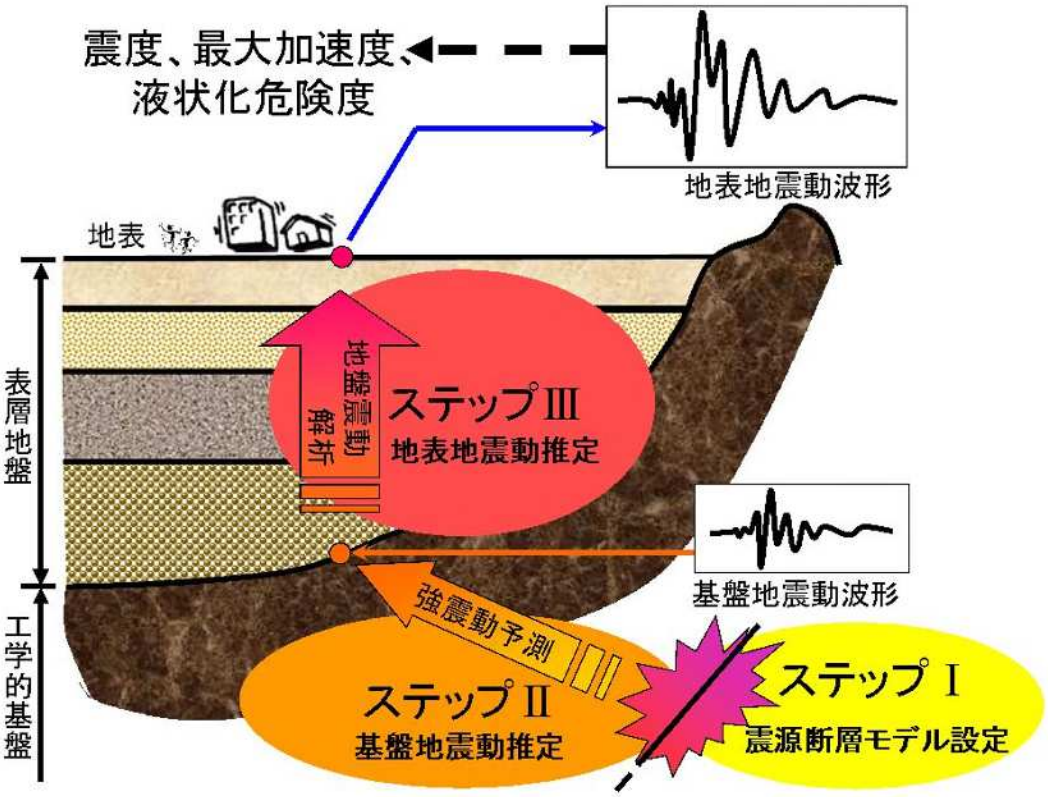


図 2-4.地震動の推定手順[4]

2.3　地震動予測の結果

1）　南海トラフの巨大地震

市内における震度の予測結果は、震度 5 強～6 強と予測される。

ただし、地震動予測の結果は、各地点の平均的な揺れを予測したものであり、この結果には、計測震度で±0.2 程度の振れ幅があることが知られている。

また、海溝型である南海トラフの巨大地震は、強震継続時間が非常に長いため、建物倒壊などの被害予測には、この影響を考慮する必要がある。

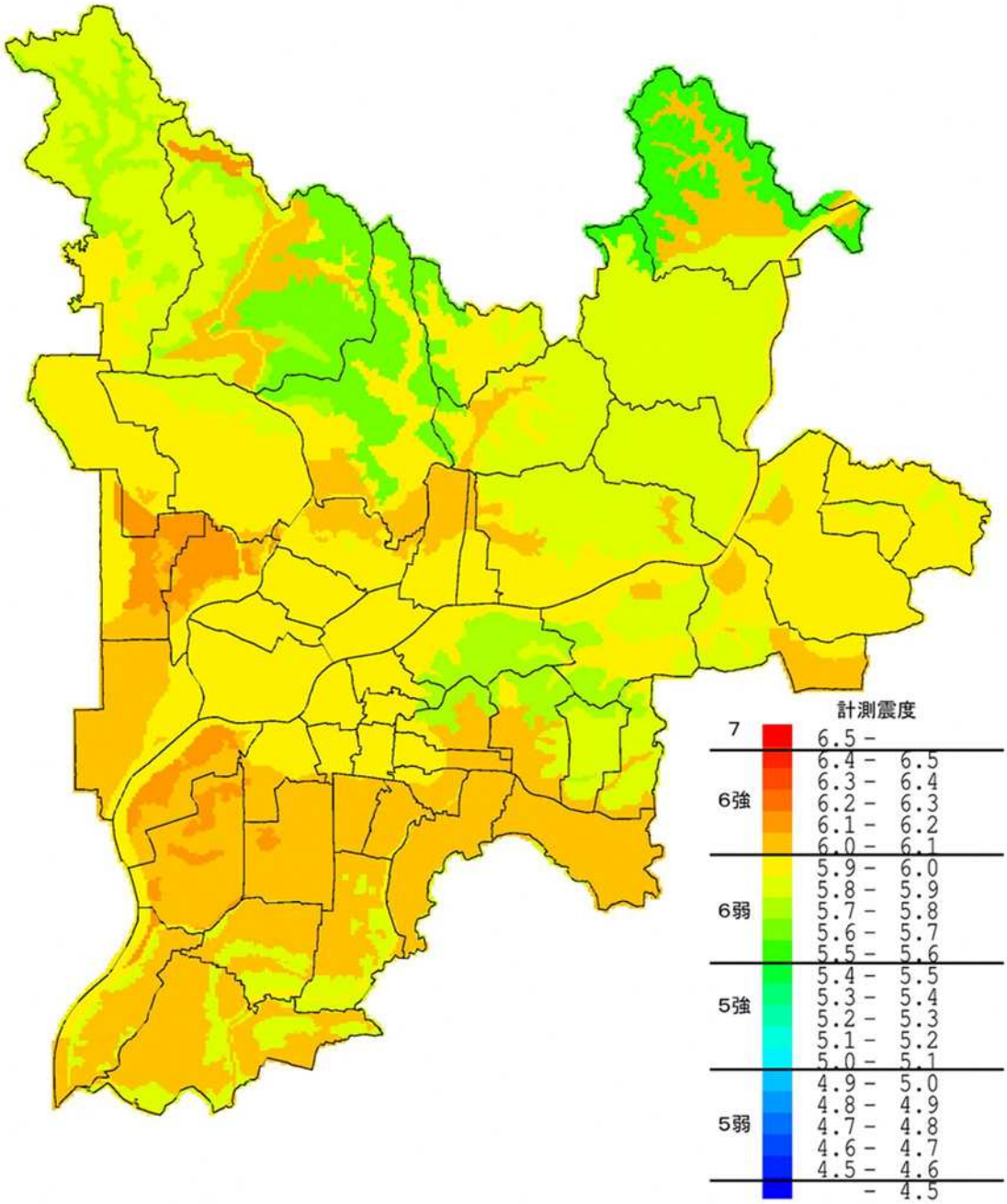


図 2-5.南海トラフの巨大地震における地震動予測図（計測震度）

2） 養老－桑名－四日市断層帯地震

市内における震度の予測結果は、震度 6 弱～6 強と予測される。

震源に近い南西部に震度 6 強の範囲が多く分布する。

内陸直下型であるため、継続時間は比較的短いが、海溝型よりも強い揺れが予測される地点がある。

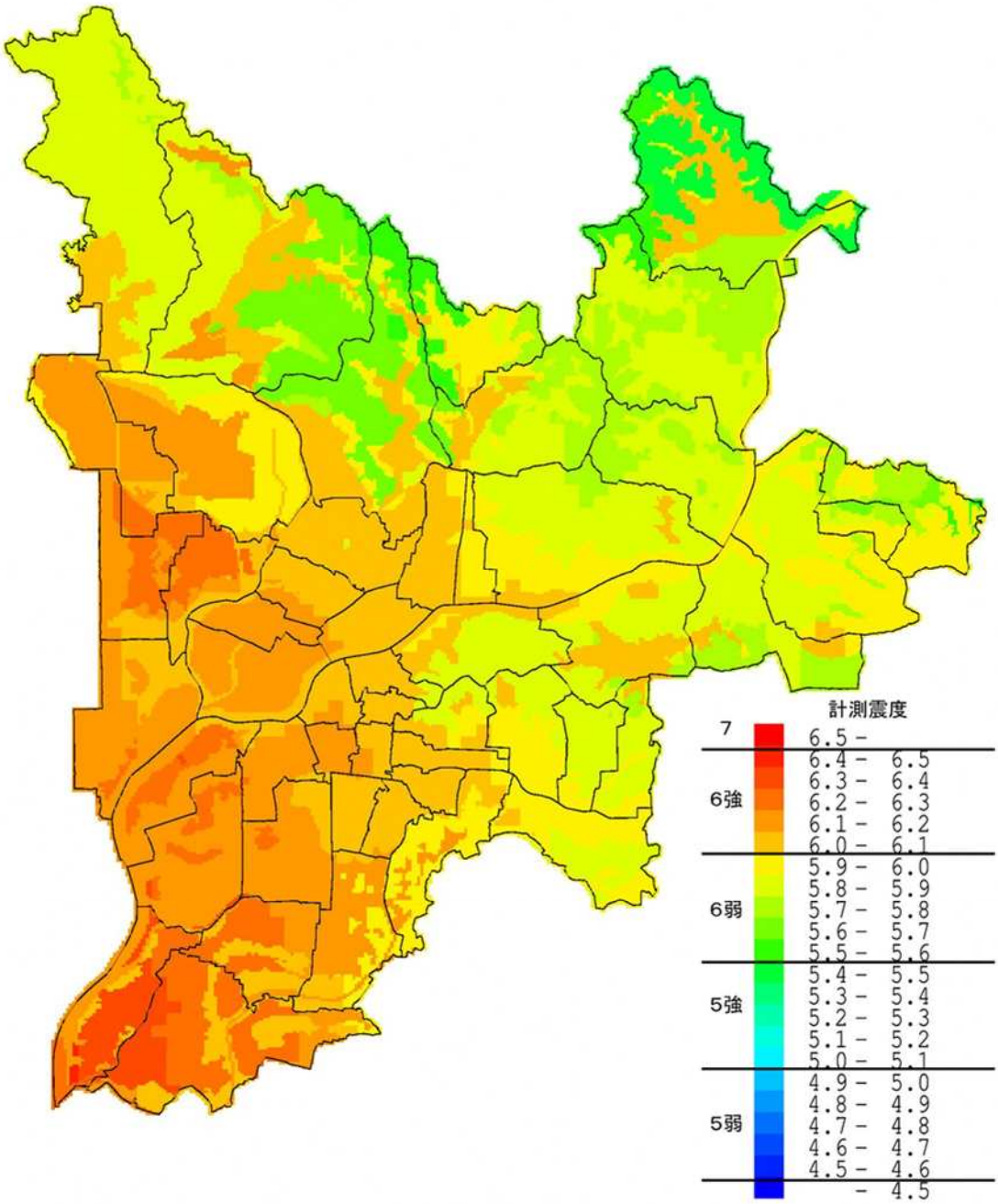


図 2-6.養老－桑名－四日市断層帯地震における地震動予測図（計測震度）

1） 揖斐川－武儀川断層帯地震

市内における震度の予測結果は、震度６強～７と予測される。

市南部では一部震度６弱であるが、ほとんどの地域で震度６強が分布しており、震源に近い北東部で震度７が予測される地域が分布する。

内陸直下型であるため、継続時間は比較的短いが、海溝型よりも強い揺れが予測される地点がある。

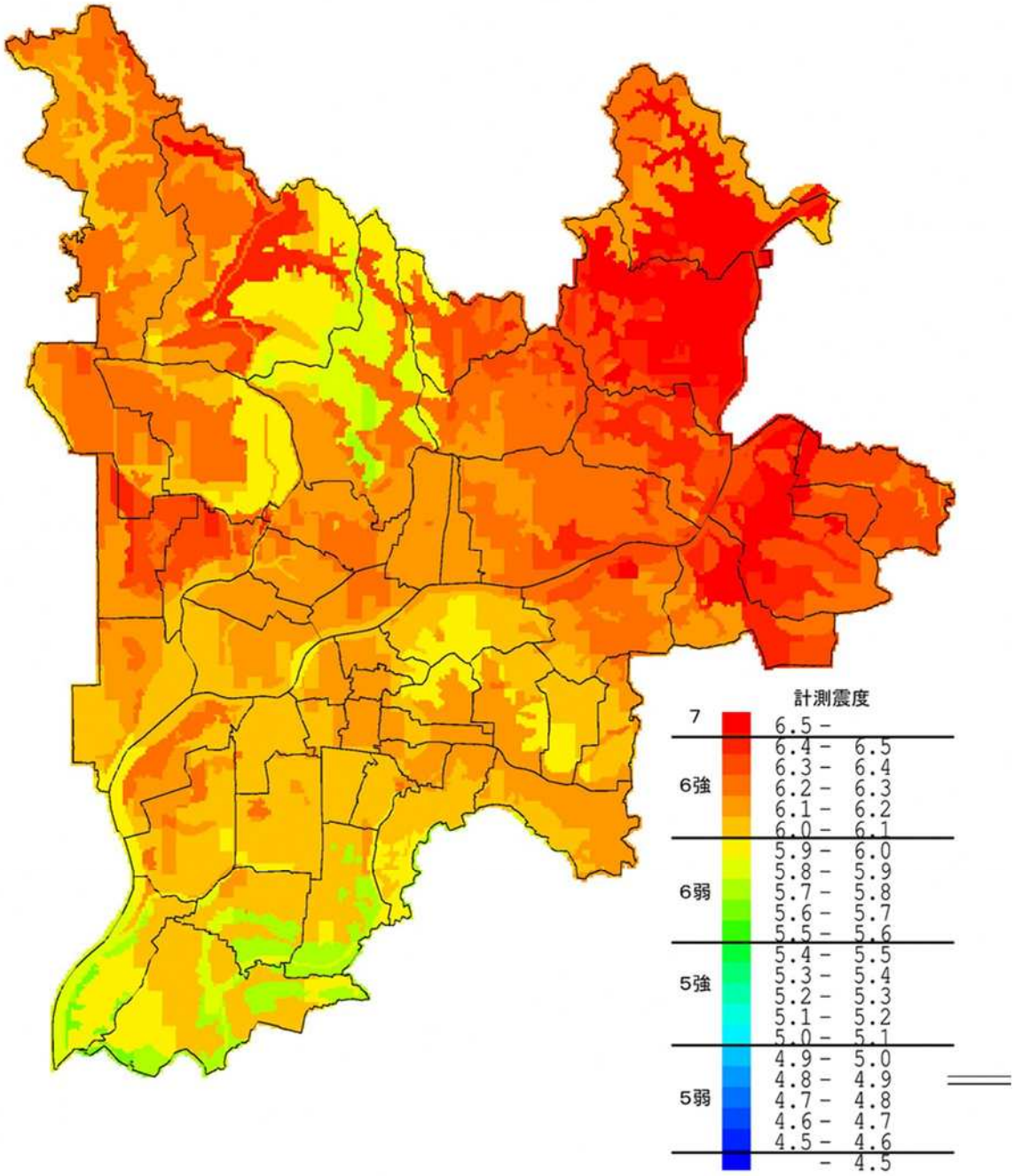


図 2.72-7.揖斐川－武儀川断層帯地震における地震動予測図（計測震度）

[1] Sugito,M., Furumoto,Y., and Sugiyama,T., Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12 th World Conference on Earthquake Engineering, CD-ROM, Aukland, New Zealand, January 2000.
[2] 杉戸真太・合田尚義・増田民夫：周波数依存性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察，土木学会論文集，No.493/II-27，pp.49-58，1994.
[3] 久世益充・杉戸真太・能島暢呂：南海トラフの巨大地震を想定した広域震度予測，自然災害科学，Vol.22，No.1pp.87—99，2003.
[4] 古本吉倫：周波数依存型等価線形化法による地震震動解析とその応用，学位論文，2003.

3. 液状化危険度の予測

3.1 概要

1) 液状化判定

地震動予測で得られた地表加速度を用いて、道路橋示方書[1)]のＰＬ法に基づき、50mメッシュ単位での液状化判定を行った。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x)dx$$

2) 液状化危険度の判定

液状化危険度の判定は、得られたＰＬ値をもとに液状化地域ゾーニングマニュアル[2)]で示された以下の区分に従い判定を行った。

表 3-1.ＰＬ値と液状化危険度の関係

ランク	P_L値	摘要
A	P_L＞15.0	液状化発生の可能性が高い
B	5.0＜P_L≦15.0	液状化発生の可能性がある
C	0.0＜P_L≦5.0	液状化発生の可能性が低い
D	P_L＝0.0（又は対象外）	液状化発生の可能性はない

出典：液状化地域ゾーニングマニュアル,1999

3) 海溝型地震における強震継続時間の影響

本調査で対象としている南海トラフの巨大地震については、継続時間がこれまでの海溝型地震に比べて長くなることが予想される。継続時間の影響については、道路橋示方書に基づき、累積損傷度理論による地震動の繰り返し特性から補正係数を求める手法[3)]が提案されている。

本調査では、東海・東南海・南海三連動地震のシミュレーション波形により同様の手法を用いて補正係数の算出を行った結果[4)]から、ゆるい砂層に相当する 0.1≦R_L≦0.4 の Cw の値から南海トラフの巨大地震の場合は Cw=0.8 と設定した。

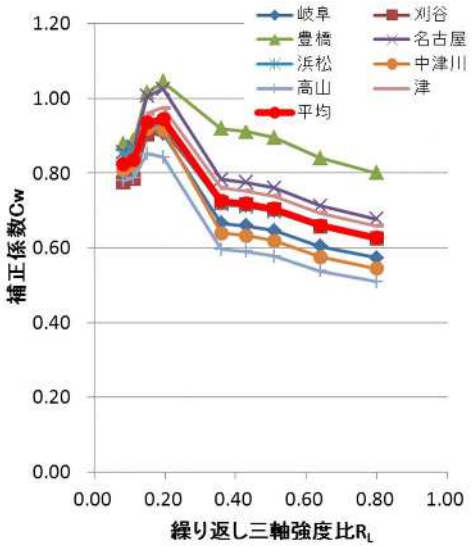


図 3-1.三連動地震(case2)における地震動特性による補正係数

$$D \geq \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2N_i}$$

D ：累積損傷度
n ：パルス数
N_i：パルス R_i の応力比に対応する繰り返し回数

$$C_w = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_{max}}{R_{20}} = 0.8$$

C_w ：補正係数
R_{max}：最大せん断応力比
R_{20} ：正弦波 20 回での液状化強度比

3.2　液状化危険度の予測結果

1）　南海トラフの巨大地震

南海トラフの巨大地震における液状化危険度の分布図を以下に示す。

地震動による強い揺れに加えて、継続時間の影響により南部のほぼ全域が液状化の可能性が高いと予測される。

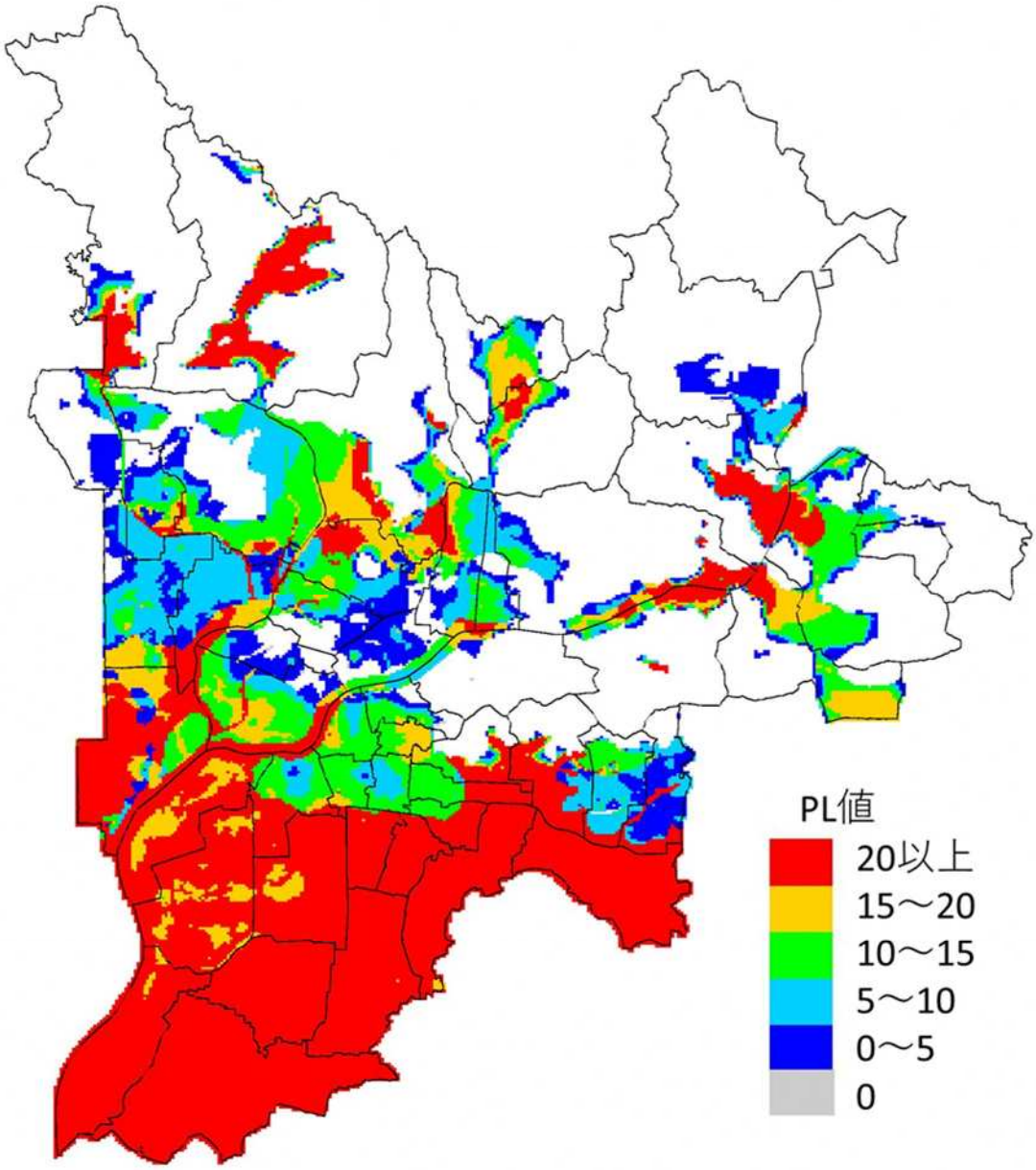


図 3-2. 南海トラフの巨大地震における液状化危険度予測図

2） 養老－桑名－四日市断層帯地震

養老－桑名－四日市断層帯における液状化危険度の分布図を以下に示す。
南海トラフの巨大地震に比べると、液状化の可能性が高い範囲は少ない。
震源に近い南西部から南部にかけて比較的 PL 値の高い地域が分布している。

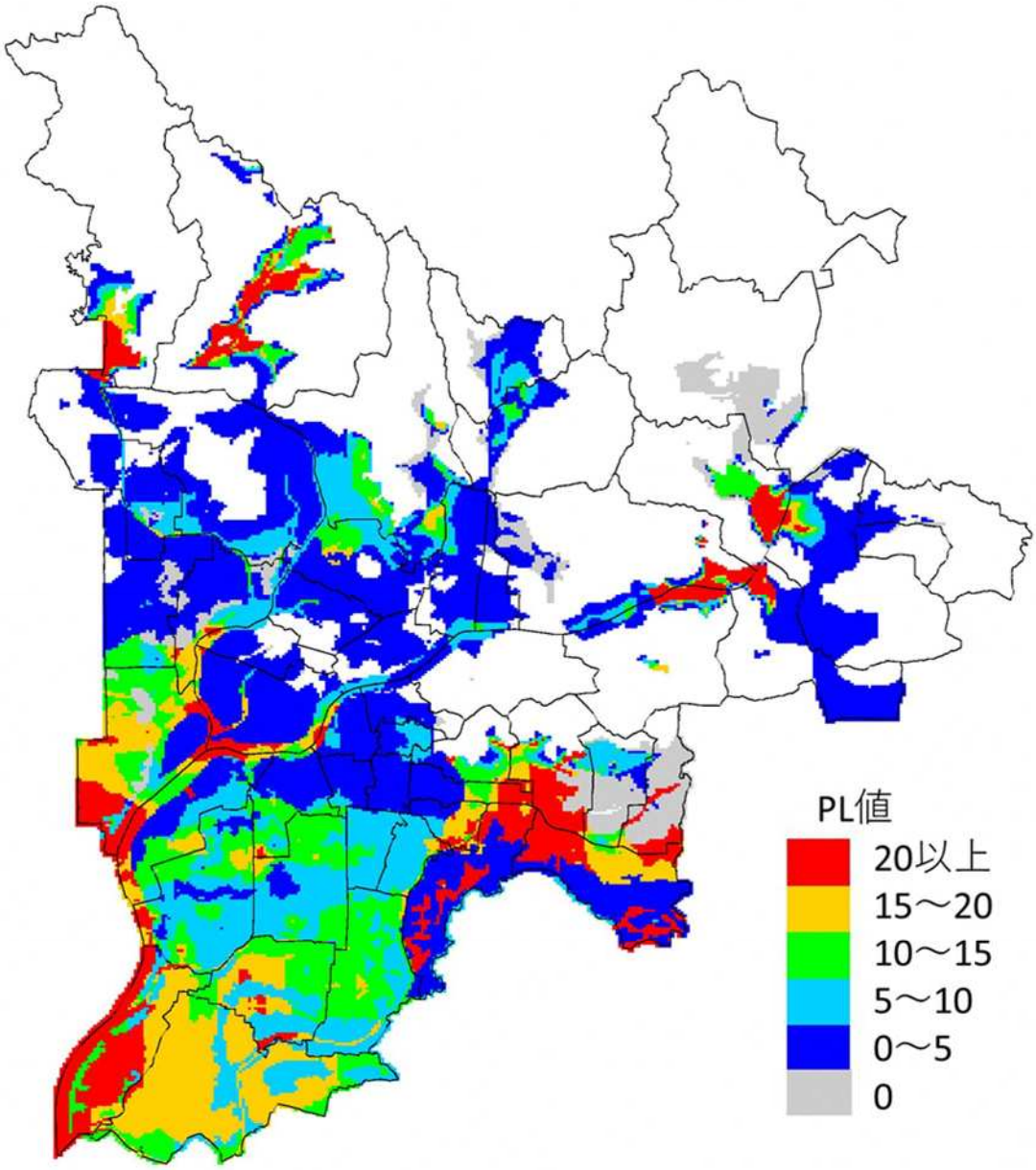


図 3-3. 養老－桑名－四日市断層帯地震における液状化危険度予測図

3） 揖斐川－武儀川断層帯地震

揖斐川－武儀川断層帯地震における液状化危険度の分布図を以下に示す。

南海トラフの巨大地震に比べると、液状化の可能性が高い範囲は少ない。

震源に近い市北東部では地下水位が低い、または液状化の可能性がない岩が分布していることから、養老－桑名－四日市断層帯地震に対して、PL 値の高い地域は比較的少ない。

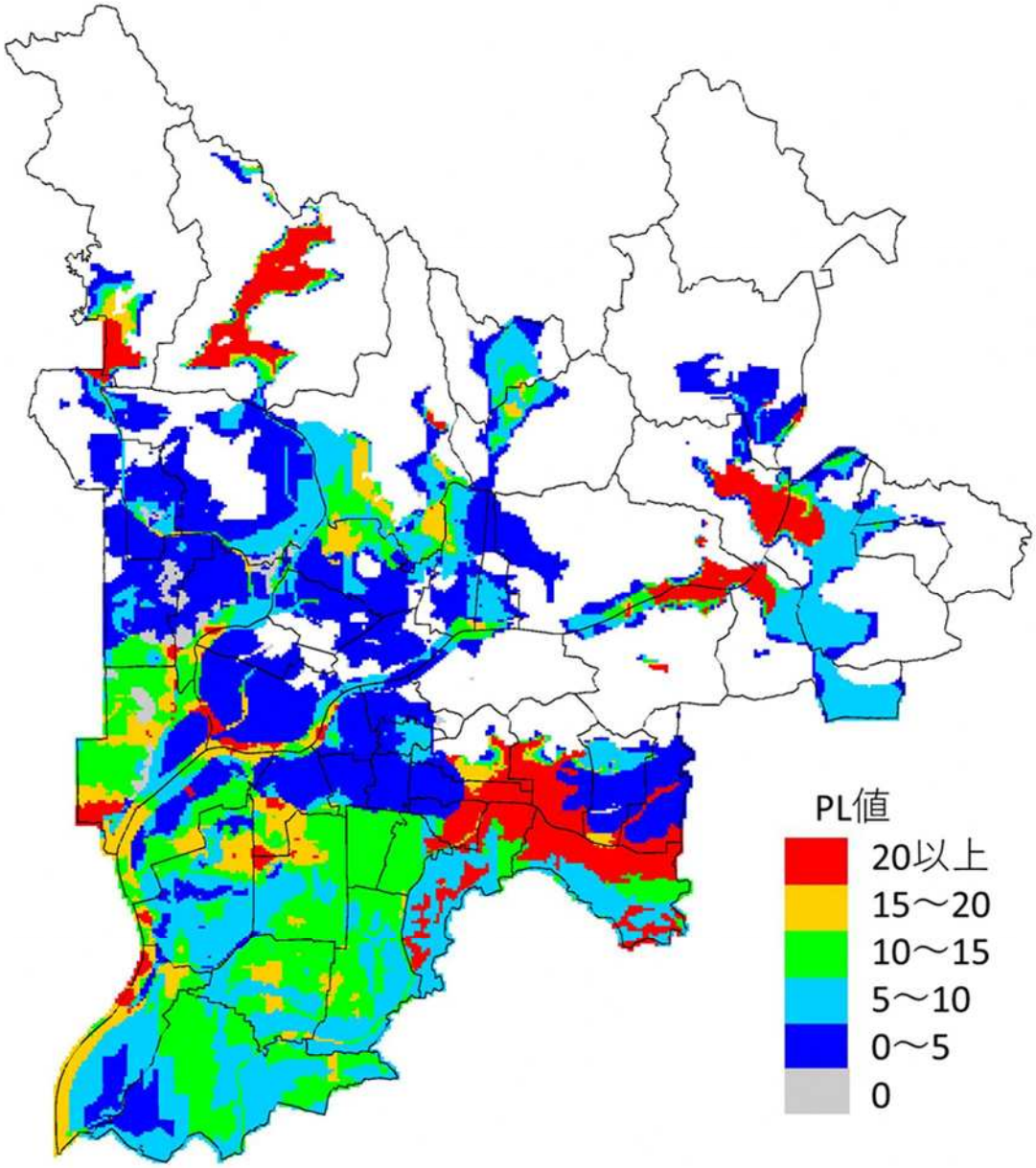


図 3.4. 揖斐川－武儀川断層帯地震における液状化危険度予測図

[1] 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編,平成 14 年 3 月
[2] 国土庁：液状化地域ゾーニングマニュアル,1999
[3] 八代和幸,杉戸真太,八嶋厚,古本吉倫,渦岡良介：震動継続時間の影響を考慮した液状化危険度判定法について 第 27 回地震工学研究発表会,2003
[4] 久世益光,杉戸 真太,八嶋 厚,渦岡 良介,能島 暢呂：東海・東南海・南海三連動地震の地震動継続時間を考慮した液状化危険度判定,土木学会中部支部研究発表会,2012.3

4.　建物被害の予測

4.1　概要

建物被害の予測は、揺れによる被害と液状化による被害について、構造別建築年代別の全壊棟数および半壊棟数の予測を行った。

1）　建物分布状況

市内の建物分布状況は、「都市計画基礎調査 建物利用現況データ（H30）」（岐阜市）の建物情報をもとに 50m メッシュ単位の建物棟数を推定した。

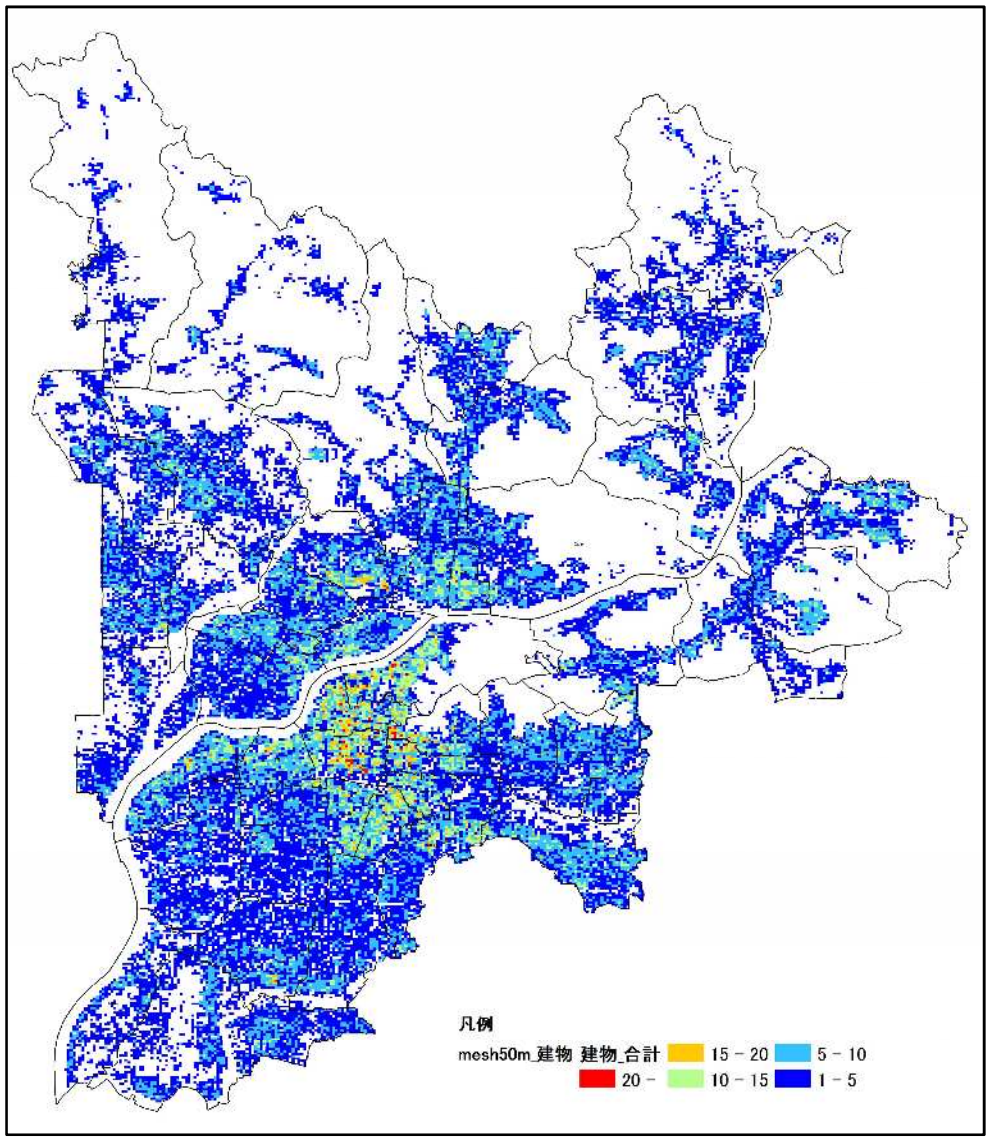


図 4-1.建物分布図

1） 被害予測の手法

① 揺れによる被害

本調査では、被害をより簡易に予測できる過去の被害事例をもとにした計測震度と被害率の関係を用いた。

木造建物は、阪神・淡路大震災における西宮市、鳥取県西部地震における鳥取市、芸予地震における呉市の計測震度と建物被害率の関係、非木造建物については、阪神・淡路大震災における西宮市の建物被害率をもとに、建物構造・年代別に罹災証明に基づいた判定基準（全壊・半壊）の被害率曲線を標準正規分布の累積分布関数で表した内閣府[1)]の計測震度と被害率の関係に従い算定した。なお、被害関数の特性上、計測震度が非常に小さくても建物被害が算出されてしまうため全壊被害が発生する計測震度を 5.5 以上とした。

■計測震度と被害率の関係

$$P(I) = \Phi((I - \lambda)/\zeta)$$

ここで、

P ：被害率　I ：計測震度

Φ ：標準正規分布の累積分布関数

λ， ζ ：被害率曲線の係数

表 4-1.被害率曲線の係数

建物構造		木造			非木造		
築年代		旧築年	中築年	新築年	旧築年	中築年	新築年
		S35以前	S36～S55	S56以降	S45以前	S46～S55	S56以降
		～1960	1961～1980	1981～	～1970	1971～1980	1981～
全壊率	λ	6.25	6.40	6.95	6.93	7.05	9.56
	ξ	0.27	0.32	0.44	0.50	0.54	0.60
全半壊率	λ	5.91	6.01	6.57	6.58	6.67	7.10
	ξ	0.33	0.33	0.44	0.53	0.54	0.58

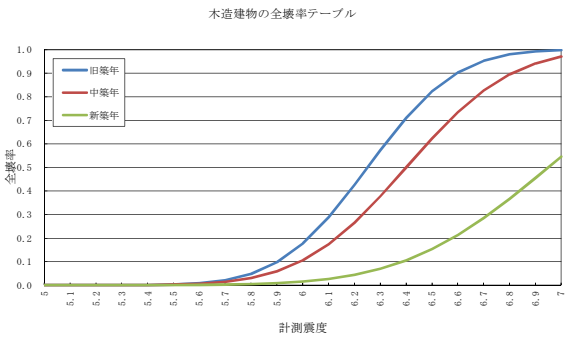


図 4-2.計測震度と全壊率（木造建物）

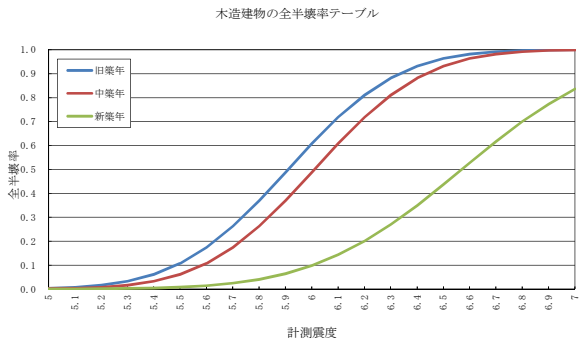


図 4-3.計測震度と全半壊率（木造建物）

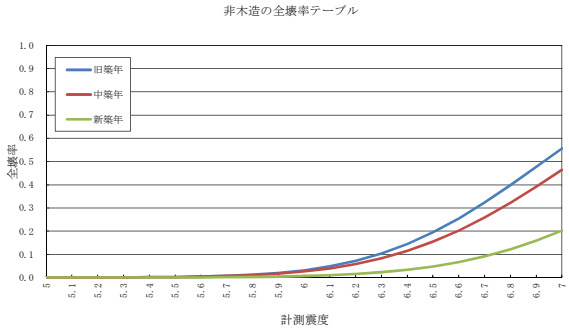


図 4-4.計測震度と全壊率（非木造建物）

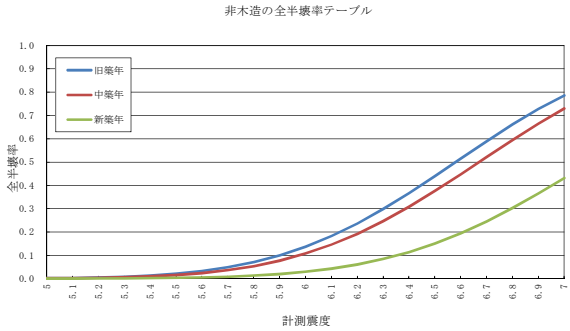


図 4-5.計測震度と全半壊率（非木造建物）

② 液状化による被害

液状化による建物被害の予測手法は、PL 値を指標とした液状化危険度と液状化が発生する可能性がある面積率との関係および液状化危険度と建物被害率の関係をもとに行った。

液状化による全壊棟数＝構造別建物棟数×液状化面積率×液状化による全壊率 液状化による半壊棟数＝構造別建物棟数×液状化面積率×液状化による半壊率

③ 被害要因ごとの全壊棟数の重複除去

液状化が発生する地域では、液状化による被害と揺れによる被害の両方が計上されているため被害が重複していることになる。液状化が発生する地域では、揺れによる被害が発生しないものとして以下の方法で揺れによる被害を補正した。

（揺れによる建物全壊棟数<重複除去後>） ＝(揺れによる建物全壊棟数<重複除去前>)×｛1－(液状化面積率)｝

2） 海溝型地震における強震継続時間の影響

海溝型地震のように強震継続時間が長くなると、衝撃的な揺れにより倒壊する建物と衝撃的な揺れに持ちこたえた建物に地震動が繰り返し作用することで部材に疲労が蓄積され，倒壊に至るような建物が増加すると考えられる。

構造物の耐力が小さい旧築年の木造建物を対象とした強震継続時間と被害率の関係から被害率の増加量を求め、今回使用した内閣府の被害率を以下の式で補正した。

$$P = 0.295I - 1.593 \qquad (5.5 \leqq I < 6.0)$$

ここで、

P: 全壊率，I: 計測震度

補正後の計測震度と被害率の関係は以下の通り。

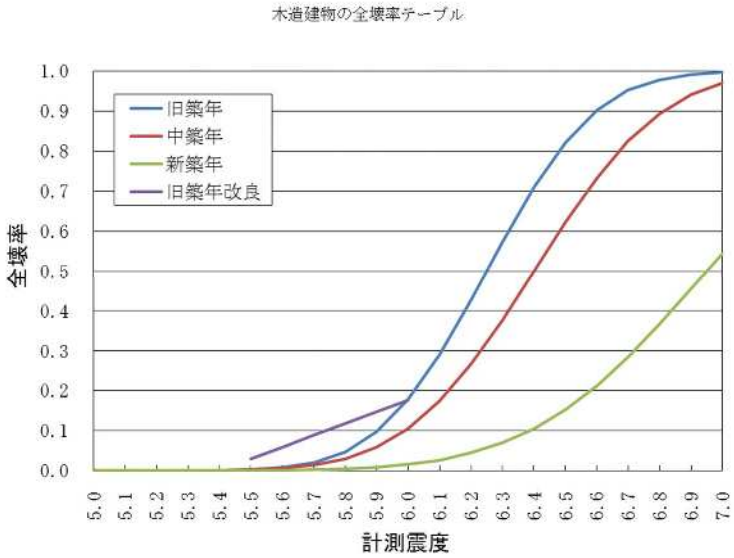


図 4-6.計測震度と全壊率（改良）（木造建物）

4.2　建物被害予測の結果

1）　南海トラフの巨大地震

南海トラフの巨大地震における被害予測は、継続時間の影響を考慮した等価計測震度での被害予測を行った。

表 4-2. 建物被害（南海トラフ）

	全壊			半壊		
		揺れ	液状化		揺れ	液状化
木造	9,176	8,134	1,042	27,642	25,890	1,752
非木造	2,079	757	1,322	4,232	2,509	1,724
合計	11,255	8,891	2,364	31,874	28,399	3,475

2）　養老－桑名－四日市断層帯地震

養老－桑名－四日市断層帯地震における被害予測は、地震動予測で得られた計測震度を用いて被害予測を行った。

表 4-3. 建物被害（養老－桑名－四日市）

	全壊			半壊		
		揺れ	液状化		揺れ	液状化
木造	11,496	11,088	409	29,723	29,028	695
非木造	1,610	1,054	556	3,863	3,138	725
合計	13,106	12,142	965	33,586	32,165	1,421

3）　揖斐川－武儀川断層帯地震

揖斐川－武儀川断層帯地震における被害予測は、地震動予測で得られた計測震度を用いて被害予測を行った。

表 4-4.建物被害（揖斐川－武儀川）

	全壊			半壊		
		揺れ	液状化		揺れ	液状化
木造	21,197	20,720	476	33,087	32,282	805
非木造	2,400	1,785	615	5,045	4,243	802
合計	23,596	22,505	1,091	38,131	36,525	1,606

[1] 内閣府：首都直下地震に係る被害想定手法について,中央防災会議,2003

5. 地震火災被害の予測

5.1 概要

内閣府（2012）および岐阜県（2003）を参考に、火気出火および電気関係からの出火を予測した。

出火件数は、建物倒壊しない場合の出火、建物倒壊した場合の出火、電気機器・配線からの出火に分けて出火率を設定した。

炎上出火件数は、家人、隣人、自主防災組織等の初期消火で消火しきれなかったものを消防活動が必要な火災として予測した。

炎上出火数から、消防署の管轄ごとの消防ポンプ車や水利状況より求めた消火可能件数を除いたものを延焼拡大する出火とした。

5.2 地震火災による建物被害

1） 総出火件数

総出火件数は、内閣府（2012）を参考に、初期消火成功率を考慮した炎上出火件数と電気機器・配線からの出火件数を予測した。

総出火件数
＝炎上出火件数＋電気機器・配線からの出火件数

① 建物倒壊しない場合の出火

内閣府（2012）では、建物の用途別出火率を震度ごとに設定している。

建物倒壊しない場合の出火件数＝震度別出火率×建物棟数

表 5-1 震度別出火率

冬深夜

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0003%	0.0009%	0.0047%	0.0188%	0.066%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.051%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.118%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.007%
事務所等その他事業所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.011%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.026%

昼 12 時

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0029%	0.0076%	0.0346%	0.1152%	0.331%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.123%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.313%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.023%
事務所等その他事業所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.183%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.021%

冬 18 時

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0047%	0.0157%	0.0541%	0.1657%	0.509%
物販店	0.0007%	0.0022%	0.0085%	0.0302%	0.158%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.529%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.041%
事務所等その他事業所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.177%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.115%

用途別の建物存在比率

飲食店	物販店	病院	診療所	事務所	住宅
0.017651	0.038639	0.000196	0.002278	0.083145	0.858091

② 建物倒壊した場合の出火

建物倒壊した場合の出火は、阪神・淡路大震災の事例をもとにした。内閣府（2012）の関係式を用いて設定した。

冬における倒壊建物 1 棟あたりの出火率を 0.049%とし、時刻補正を行った。

暖房器具を使わない夏の場合には 1 倒壊建物 1 棟あたり出火率 0.0286 とし、時刻補正係数は 1.0（深夜）、2.2（12 時）、3.4（18 時）とした。

建物倒壊した場合の出火件数
＝建物倒壊棟数×季節時間帯別の倒壊建物 1 棟あたり出火率

ここで、季節時間帯別の倒壊建物 1 棟あたり出火率：
0.0449%（冬深夜）、0.0629%（夏 12 時）、0.153%（冬 18 時）

③ 初期消火後の炎上出火件数

初期消火成功率は、東京消防庁出火危険度測定（第 8 回、平成 23 年）をもとにした、内閣府 （2012）の初期消火成功率を設定した。

炎上出火件数＝（建物倒壊しない場合の出火件数＋建物倒壊した場合の出火件数）×（1－初期消火成功率）

震度別の初期消火率

震度	6 弱以下	6 強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

④ 電気機器・配線からの出火

電気機器・配線からの出火は建物全壊の影響を強く受けると考え、全壊率との関係で設定した。

電気機器からの出火件数＝0.044%×全壊棟数
配線からの出火件数＝0.030%×全壊棟数

2） 消防力の運用

内閣府（2012）の手法をもとに、消防ポンプ自動車数、小型動力ポンプ数及び消防水利数をもとに、消防署の管轄ごとに消火可能件数を設定した。

ここで求めた消火可能件数と、想定される総出火件数を比較し、消火されなかった火災が延焼拡大すると考え、残火災件数（延焼拡大件数）を予測した。

消火可能件数は、消防水利の過不足状況を反映するため、水利存在確率をホース 10 本分×20mに道路の屈曲を考慮して半径 140mの円内で放水可能であるとし、水利が平均的に分布していると考えた場合、ある出火点の周囲 140m以内に水利がある確率である。

消火に必要な消防力は、1 炎上出火に対して、4 口の放水により消火できると仮定し、消防ポンプ自動車は２口、小型動力ポンプは１口の能力であるとして 1 炎上出火に必要な台数を設定した。

消火可能件数（発災直後）＝0.3×（消防ポンプ自動車数/2＋小型動力ポンプ数/4）×
{1－（1－π×1402／市街地面積（m2））^{水利数}}
残火災件数＝総出火件数―消火可能火災件数

3） 焼失棟数

焼失棟数の予測は、岐阜県（2003）の手法をもとに、谷口・飯田（1985）の式により消防署管轄別に焼失面積を算定し、市全域の焼失棟数を予測した。

岐阜市における風速は、岐阜県の想定と整合させ、5.0(m/ｓ)と設定した。

$$Y = 32.6 \cdot W^{1.437} \cdot N^{1.201} \cdot \begin{pmatrix} E1 \\ E2 \\ E3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} F1 \\ F2 \\ F3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} G1 \\ G2 \\ G3 \end{pmatrix}$$

Y：焼失面積（m²）、W：風速（m/ｓ）、N：出火点数
E：普通木造の混在率に関する指標
　E1（＝1.000）50%以下
　E2（＝1.852）51～70%
　E3（＝1.953）71%以上
F：有効注水量（＝1.000）…消防力を見込んでいるため補正しない
G：延焼時間（＝6.521）…81 分以上

ただし、消防運用によりすべての炎上出火を消し止められた場合においても、平均的に 5 棟/件の焼失があるものとして、1 消火件数あたり 5 棟が焼失するものとする。

5.3　火災被害予測の結果

火災被害は、火気使用率が最も大きい夕方６時となっている。

夕方６時での予測結果を比べると、揖斐川－武儀川断層帯地震の総出火件数は、南海トラフの２倍であるのに対し、焼失棟数は、3.8 倍となっていることから、揖斐川－武儀川断層帯地震では消火が間に合わない状況であることが想定される。

また、今回の予測に影響を取り込めていないが、道路幅員が狭い地区はポンプ車が通行できないなど、消火活動に支障がある。

1)　南海トラフの巨大地震

表 5-2 出火件数の予測結果（南海トラフ）

	午前5時	昼12時	夕方6時
総出火件数	17	20	55
炎上出火件数	9	11	30
残出火件数	4	6	25
焼失棟数	33	50	293

2)　養老－桑名－四日市断層帯地震

表 5-3 出火件数の予測結果（養老－桑名－四日市）

	午前5時	昼12時	夕方6時
総出火件数	23	27	73
炎上出火件数	15	18	47
残出火件数	10	13	42
焼失棟数	98	132	557

3)　揖斐川－武儀川断層帯地震

表 5-4 出火件数の予測結果（揖斐川－武儀川）

	午前5時	昼12時	夕方6時
総出火件数	38	46	109
炎上出火件数	27	33	78
残出火件数	22	28	73
焼失棟数	270	350	1,115

6.　人的被害の予測

6.1　概要

人的被害が発生する要因として、建物被害による死傷者数および要救助者数を対象とした。

人口分布は、「平成 27 年国勢調査、平成 26 年経済センサス－基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計」の夜間人口・昼間人口を用いて時間帯別構造別に屋内滞留人口を推定した。

この推定人口と阪神・淡路大震災などの被害事例をもとにした建物被害と死傷者の関係から人的被害の予測を行った。

1)　建物倒壊による人的被害

建物倒壊による人的被害の想定は、これまでの被害事例をもとに建物被害と死傷者数の関係に建物滞流人口を加味した内閣府[1] の予測方法に準じて算出した。

①　人口データ

人的被害の予測については、季節および時間帯によって人口分布が異なることから、夜間人口および昼間人口を推定した。

使用した「平成 27 年国勢調査、平成 26 年経済センサス－基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計」は、500m 単位のデータのため、「都市計画基礎調査 建物利用現況データ（H30）」（岐阜市）（図上面積が 30 ㎡以上）の 50mメッシュごとに建物棟数を集計し、この棟数の比率で 500mメッシュの人口（昼間人口・夜間人口）を 50mメッシュ単位に按分した。

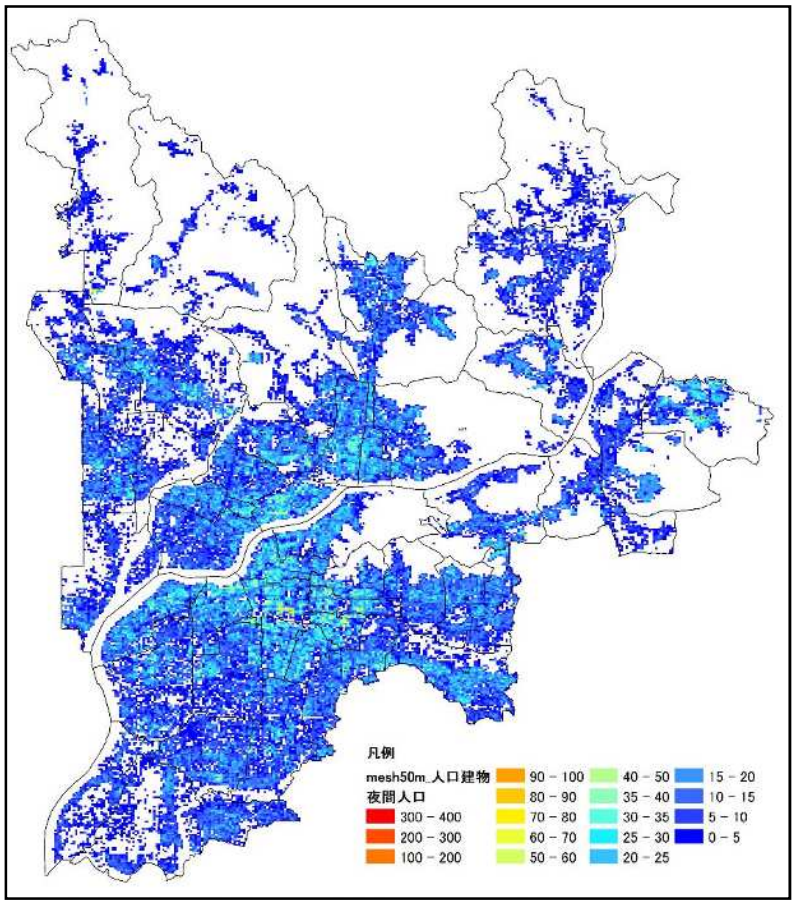


図 6-1　500mメッシュ人口を建物棟数で 50mメッシュに按分した人口分布（夜間人口）

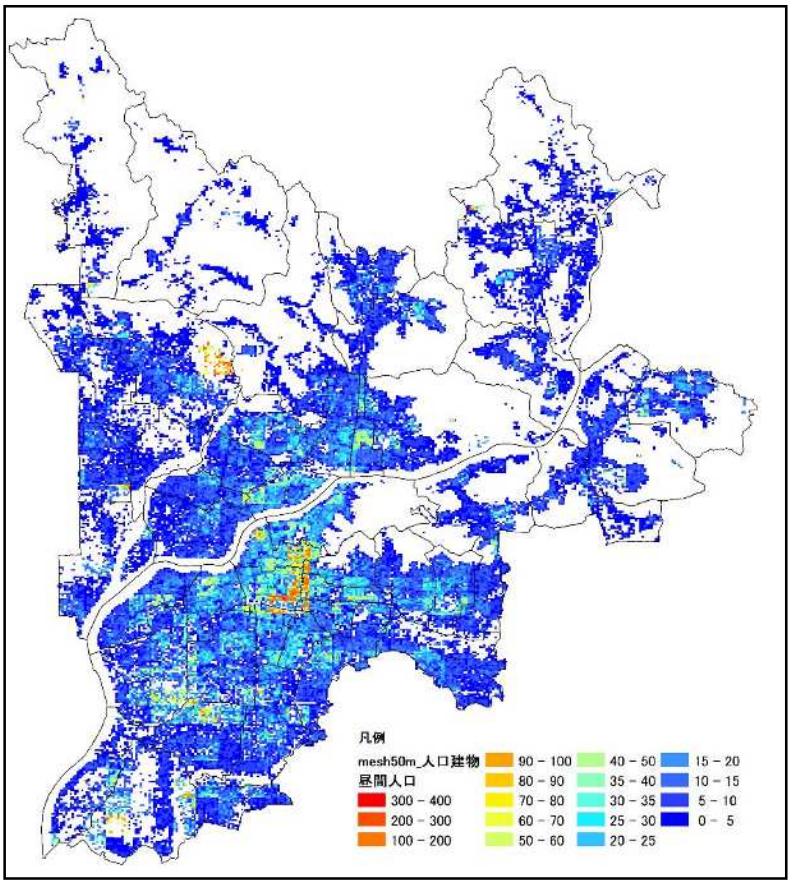


図 6-2　500mメッシュ人口を建物棟数で 50mメッシュに按分した人口分布（昼間人口）

②　構造別建物内滞留人口の設定

屋内滞流人口を構造別建物棟数と構造別の 1 棟あたり床面積から求められる構造別建物床面積比率を用いて、木造建物内滞留人口と非木造建物内滞留人口に区分した。

1 棟あたりの床面積は、岐阜県の住宅・土地統計調査の集計結果をもとに設定した。

木造建物内滞留人口＝木造住宅内滞留人口
非木造建物内滞留人口＝非木造住宅内滞留人口＋非木造非住宅内滞留人口

③　死者数の予測

建物被害による人的被害の予測は、300 人以上の死者が発生した 5 地震（鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災）の被害事例から木造建物の全壊棟数と死者数の関係を導いた内閣府の手法に従い算出した。内閣府では、非木造建物による被害は全壊に占める倒壊の割合が木造よりも小さいため、木造の係数の概ね 1/3 程度と設定している。

死者数(木造)＝0.0676×木造全壊棟数×(木造建物内滞留人口／夜間人口)
死者数(非木造)＝0.0240×非木造全壊棟数×(非木造建物滞留人口／夜間人口)

④　負傷者数の予測

阪神・淡路大震災における建物被害率と負傷者率との関係を用いた大阪府（1997）[2] の手法に従い、以下の式により構造別の負傷者数を算出した。

木造負傷者数　＝木造建物内滞留人口×負傷者率（木造） 非木造負傷者数＝非木造内滞留人口×負傷者率（非木造）

⑤　重傷者数の予測

阪神・淡路大震災時における市区別の建物全壊率と重傷者率との関係より算出した内閣府の手法に従い、以下の式により重傷者数を算出した。

木造重傷者数　＝木造建物内滞留人口×重傷者率（木造） 非木造重傷者数＝非木造内滞留人口×重傷者率（非木造）

重傷者率＝0.0309×建物全壊率

⑥　要救助者数の予測

阪神・淡路大震災における神戸市の建物全壊率と要救助者発生率との関係を用いて、下敷き・生き埋めによる要救助者数を対象とした東京都（1997）[3] の手法に従い算出した。非木造建物における要救助者数の算定には、阪神・淡路大震災において倒壊した建物での閉じ込め率が約 50%であったという事例をもとに設定している。

ここには自己脱出者は含んでおらず、消防・警察・自衛隊や親せき・近所の人などによって救出および搬出された人数を対象としている。

要救助者数（木造）＝0.117×木造全壊率(%)/100×木造建物内滞留人口 要救助者数（非木造）＝0.50×非木造全壊率(%)/100×非木造建物内滞留人口

2)　火災による人的被害

火災による人的被害の想定は、東日本大震災における火災による死傷者は少ないと考えられるため、内閣府（2012）および既往調査の想定を参考に算出した。

①　死者数

内閣府（2012）および東京都(2012)の手法を参考に、以下の 3 つの状況における死者数の算出を行った。

火災による死者数　＝炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数 ＋閉込めによる死者数＋延焼火災による死者数

・炎上出火家屋からの逃げ遅れ

炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数＝0.046×出火件数×屋内滞留人口比率 屋内滞留人口比率＝発生時刻の屋内滞留人口÷屋内滞留人口の 24 時間平均

・倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者

閉込めによる死者数＝倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人×（1－生存救出率(0.387)） 倒壊かつ焼失家屋内の救助困難な人 ＝（1－早期救出可能な割合(0.72)）×倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数 倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数 ＝建物倒壊による自力脱出困難者×（倒壊かつ焼失棟数／倒壊建物棟数）

・延焼拡大時の逃げまどい

延焼火災による死者数＝0.0218×焼失棟数×屋内滞留人口比率

火災による死者数には、建物倒壊による死者数と重複しているため、死者数の合計値から重複した死者数を除去して合計した。

② 負傷者数

負傷者数は、炎上出火家屋からの逃げ遅れと延焼拡大時の逃げまどいの２つの状況における重傷者数および軽傷者数を算定した。

火災による重傷者数＝出火直後の火災による重傷者数＋延焼火災による重傷者数 火災による軽傷者数＝出火直後の火災による軽傷者数＋延焼火災による軽傷者数

・炎上出火家屋からの逃げ遅れ

出火直後の火災による重傷者数＝0.075×出火件数×屋内滞留人口比率 出火直後の火災による軽傷者数＝0.187×出火件数×屋内滞留人口比率

・延焼拡大時の逃げまどい

延焼火災による重傷者数＝0.0053×焼失人口 延焼火災による軽傷者数＝0.0136×焼失人口 焼失人口＝（焼失棟数／全建物棟数）×発生時刻の屋内滞留人口

6.2　人的被害予測の結果

1）　南海トラフの巨大地震

死者数の最大は、午前 5 時に地震が発生した場合の 412 人となっている。

表 6-1.死傷者数予測の結果　[単位（人）]

		午前5時	昼12時	夕方6時
死者数	建物	412	151	300
	火災	2	2	11
合計		412	153	308
重傷者数	建物	543	353	473
	火災	1	1	6
合計		543	354	478
負傷者数	建物	4,116	1,592	2,986
	火災	2	2	14
合計		4,118	1,594	3,000

	午前5時	昼12時	夕方6時
要救助者数	1,908	1,012	1,614

・建物被害による死傷者と火災による死傷者の合計値は、重複を除去した人数としている。
・また、重傷者数は負傷者数の内数である。

2）　養老－桑名－四日市断層帯地震

死者数の最大は、午前 5 時に地震が発生した場合の 561 人となっている。
南海トラフの巨大地震の 1.4 倍と予測される。

表 6-2.死傷者数予測の結果　[単位（人）]

		午前5時	昼12時	夕方6時
死者数	建物	559	220	434
	火災	5	4	21
合計		561	223	447
重傷者数	建物	749	508	681
	火災	2	2	9
合計		751	510	690
負傷者数	建物	4,437	1,815	3,333
	火災	4	4	23
合計		4,441	1,819	3,356

	午前5時	昼12時	夕方6時
要救助者数	2,634	1,480	2,348

3） 揖斐川－武儀川断層帯地震

死者数の最大は、午前 5 時に地震が発生した場合の 1,067 人となっている。南海トラフの巨大地震の 2.6 倍と予測される。

表 6-3.死傷者数予測の結果 ［単位（人）］

		午前5時	昼12時	夕方6時
死者数	建物	1,062	344	687
	火災	12	8	35
合計		1,067	348	708
重傷者数	建物	1,329	783	1,048
	火災	4	3	13
合計		1,332	786	1,062
負傷者数	建物	4,730	1,929	3,482
	火災	9	7	34
合計		4,739	1,936	3,516

	午前5時	昼12時	夕方6時
要救助者数	4,651	2,126	3,471

1) 内閣府：首都直下地震に係る被害想定手法について,中央防災会議,2003
2) 大阪府(1997)：大阪府地震被害想定調査,1997
3) 東京都(1997)：東京都地震被害想定,1997

7. 急傾斜地崩壊危険予測

7.1 概要

急傾斜地震災対策危険度判定基準に基づいた評価手法により、急傾斜地崩壊危険箇所ごとに崩壊危険度を判定（第一次判定）し、この結果と想定震度の関係から危険度を評価する岐阜県(2003)[1)] の方法により判定を行った。

対象とする危険箇所は、急傾斜地崩壊危険箇所（Ⅰ）（保全人家戸数 5 戸以上）及び急傾斜地崩壊危険箇所（Ⅱ）（保全人家戸数 5 戸未満）とし、急傾斜地崩壊危険箇所に準ずる斜面（Ⅲ）（保全人家なし）は対象外とした。また、概成している箇所については被害が発生しないものとした。

表 7-1.震度階級による判定ランクの振り分け

第一次判定ランク	震度階級			
	～5 弱	5 強	6 弱	6 強～
（A）	D	B	A	A
（B）	D	C	B	A
（C）	D	D	C	B

出典：岐阜県（2003）

A：崩壊危険度が高い
B：崩壊危険度がやや高い
C：崩壊危険度は低い
D：崩壊発生の可能性が低い

この危険度評価は、伊豆半島沖地震の被害記録をもとに設定されたものであり、以下のような指標となっている。

表 7-2.危険度の指標

危険度Ａ	危険度Ａと判定された危険箇所の 20%前後に崩壊が発生する可能性がある。
危険度Ｂ	危険度Ｂと判定された危険箇所の 10 数%に崩壊が発生する可能性がある。
危険度Ｃ	危険度Ｃと判定された危険箇所の数%に崩壊が発生する可能性がある。
危険度Ｄ	危険度Ｄと判定された危険箇所の崩壊は極めて稀である。

7.2　急傾斜地崩壊危険予測の結果

1）　南海トラフの巨大地震

急傾斜地崩壊危険箇所における危険度の判定結果を示す。

概成した箇所を除く急傾斜地崩壊危険箇所のうちで、危険度 A と判定される箇所は 2 箇所となっている。

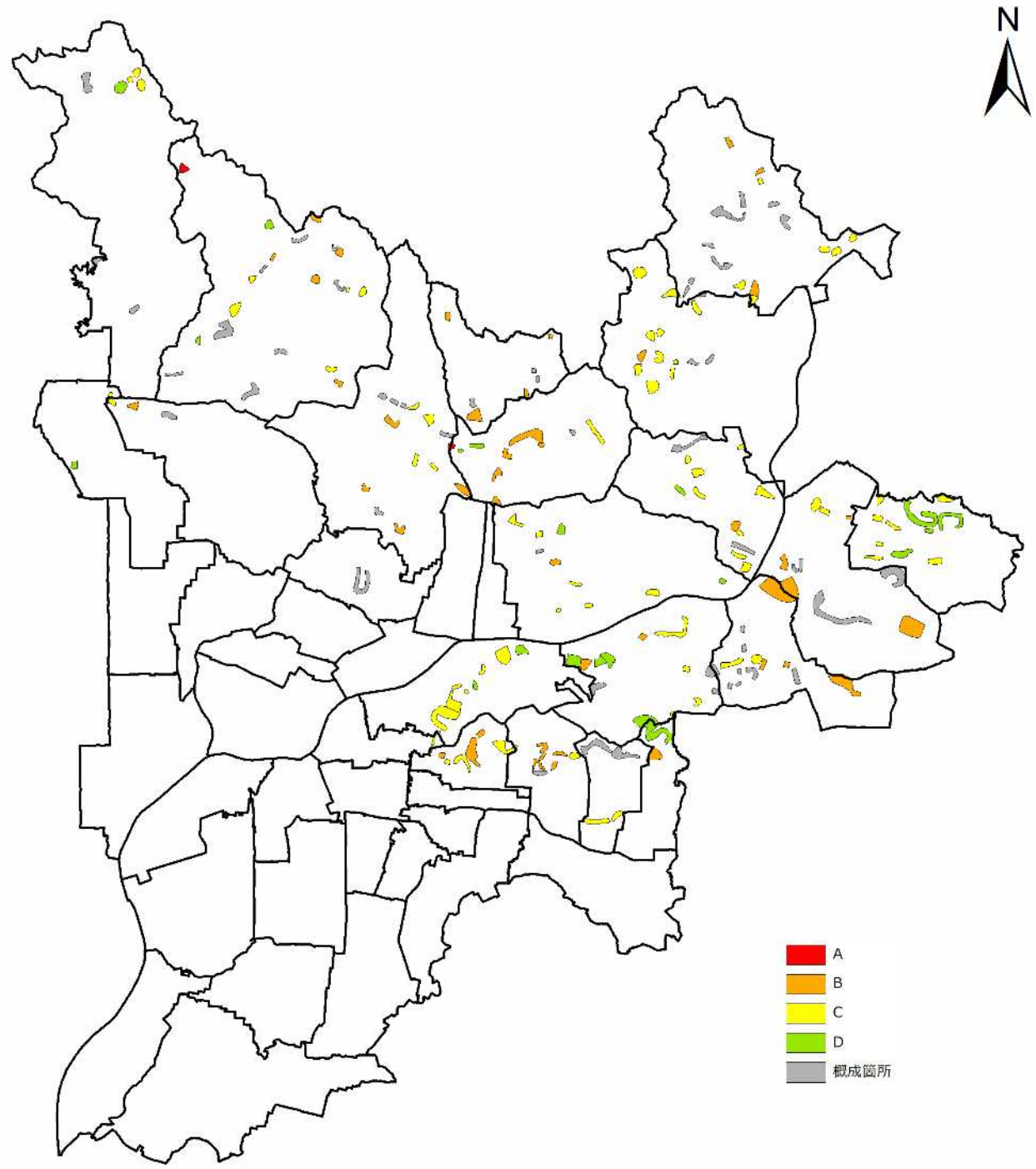


図 7-1.急傾斜地崩壊危険度分布

2） 養老－桑名－四日市断層帯地震

概成した箇所を除く急傾斜地崩壊危険箇所のうちで、危険度 A と判定される箇所は 5 箇所と予測され、南海トラフの巨大地震よりも多い。

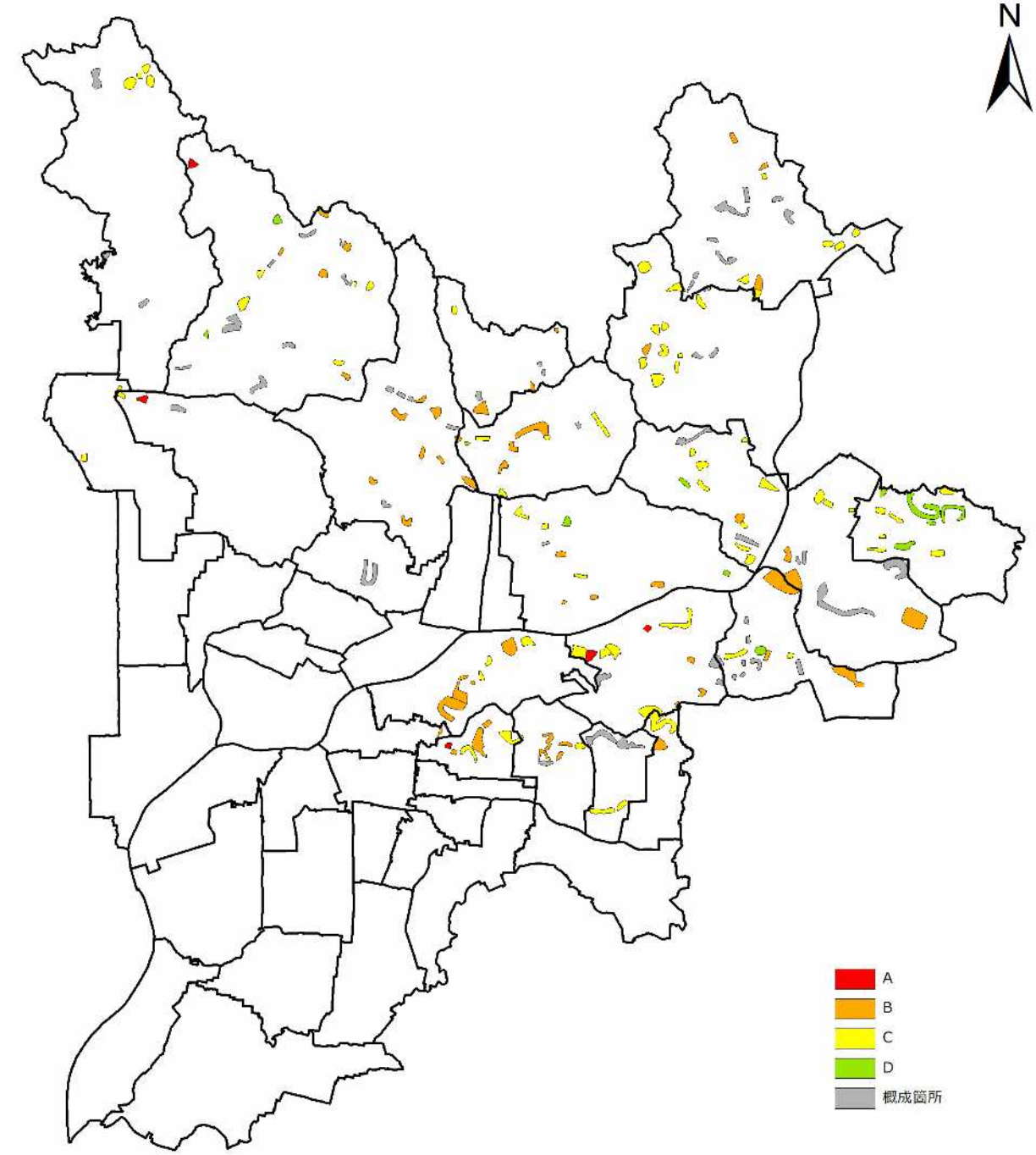


図 7-2.急傾斜地崩壊危険度分布

3） 揖斐川－武儀川断層帯地震

概成した箇所を除く急傾斜地崩壊危険箇所のうちで、危険度 A と判定される箇所は 44 箇所と最も多い。

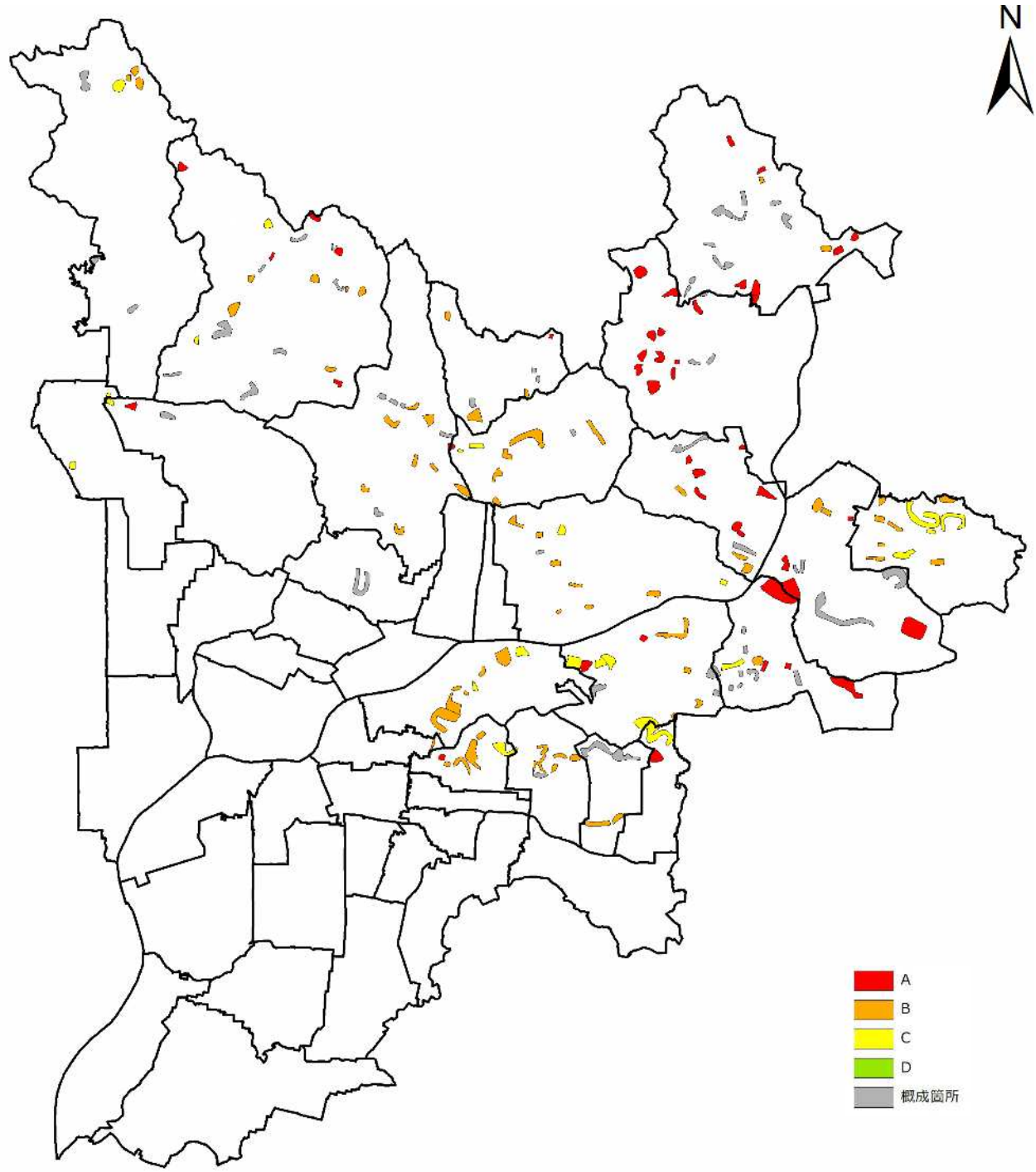


図 7-3.急傾斜地崩壊危険度分布

[1] 岐阜県(2003)：岐阜県東海地震等被害想定調査,岐阜県,2003

8. ライフライン被害の予測

8.1 概要

各施設管理者から最新の管路に関する管種、管径別の施設延長について情報を収集した。

この資料からは、実際の管路埋設位置の詳細な状況は把握できないため、岐阜市内の管路延長を建物密度による重み付けを行い、50mメッシュに按分して施設分布状況を推定した。

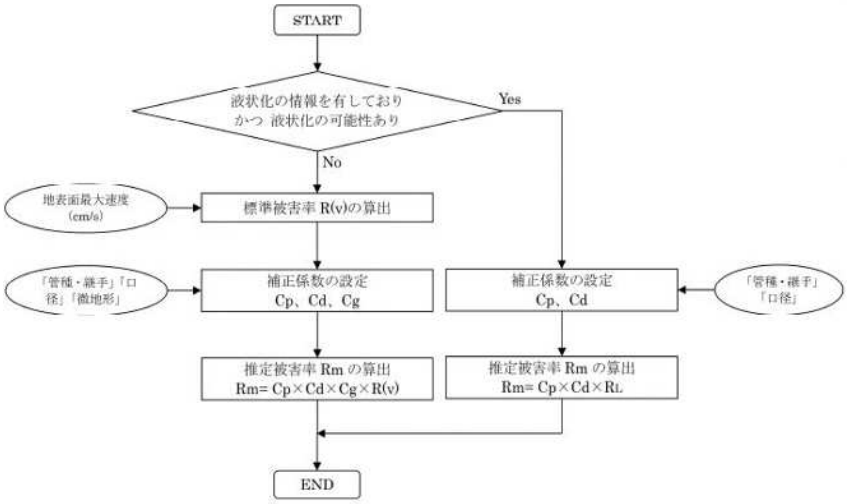
1) 上水道被害

「重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き平成 29 年 5 月」（厚生労働省医薬・生活衛生局生活衛生・食品安全部水道課）に地震による被害予測の方法が示されている。

地震力の指標である地表最大速度から得られる標準被害率に液状化の有無による被害程度、および管の種類（材料・継手）と管径による被害程度の違いを考慮して、推定被害率 Rm を求め。50mメッシュ単位の管種・管径別の管延長 L（km）を掛け合わせ、被害箇所数 N を予測した。

$N = \Sigma\ (Rm \times L)$

N: 被害箇所数、L: 管径別の管延長（km）



（出典：「重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き平成 29 年 5 月」）

図 8-1 管路被害予測の実施フロー

2) 下水道被害

「大規模地震による下水道被害想定検討委員会(第 1 回),2005」（国交省）を参考に、揺れ・液状化による管路被害を算定した。

管路被害延長 L ＝

Σ（管路延長[液状化危険度、震度階級、管種]×被害率[液状化危険度、震度階級、管種]）

表 8-1 液状化危険度別、震度階級別、管種別の被害率

管種	液状化危険度	ＰＬ値	震度階級				
			5-	5+	6-	6+	7
		計測震度基準値	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管 陶管	A～D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%
その他の管	A	15＜PL	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5＜PL≦15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0＜PL≦5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	PL＝0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

8.2　上水道被害予測の結果

地震別の被害箇所数は、揖斐川－武儀川断層帯地震が最も多い。

震度別被害箇所数では。南海トラフは震度６弱、６強ともに同程度の被害であるが、養老－桑名－四日市断層帯地震および揖斐川－武儀川断層帯地震では震度６強の範囲の被害が多い。

表 8-2 上水道被害箇所数

上水道	南海トラフ		養老-桑名-四日市		揖斐川-武儀川	
総延長(km)	被害数(箇所)	被害率（箇所/ｋｍ）	被害数(箇所)	被害率（箇所/ｋｍ）	被害数(箇所)	被害率（箇所/ｋｍ）
2,370	1,425	0.6	1,584	0.7	2,115	0.9

表 8-3 震度別被害延長

震度	延長(km)			被害数(箇所)		
	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川
震度５弱	-	-	-	-	-	-
震度５強	-	1	-	-	0	-
震度６弱	1,479	871	207	745	500	191
震度６強	891	1,498	2,004	680	1,084	1,659
震度７	-	-	159	-	-	265
合計	2,370	2,370	2,370	1,425	1,584	2,115

8.3　下水道被害予測の結果

地震別の被害延長は、揖斐川－武儀川断層帯地震が最も多く、南海トラフと養老－桑名－四日市断層帯地震はほぼ同等となっている。

震度別被害延長から、震度６強の範囲に被害が集中している。

表 8-4 下水道被害延長

下水道	南海トラフ		養老-桑名-四日市		揖斐川-武儀川	
総延長(km)	被害延長(km)	被害率	被害延長(km)	被害率	被害延長(km)	被害率
2,222	165	7.4%	162	7.3%	204	9.2%

表 8-5 震度別被害延長

震度	延長(km)			被害延長		
	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川
震度５弱	-	-	-	-	-	-
震度５強	-	-	-	-	-	-
震度６弱	1,271	733	209	79	43	13
震度６強	951	1,489	1,891	86	119	164
震度７	-	-	122	-	-	28
合計	2,222	2,222	2,222	165	162	204

8.4　電力被害予測

震度分布から電力の供給支障、復旧期間を予測する「供給系ライフラインの地震時機能的被害・復旧評価モデル」(加藤・能島 2015)[1]により算定した。

1)　機能停止確率

機能停止確率 P(I)は、ロジスティック分布でモデル化した以下の式で算定した。

$$P(I) = \frac{exp[b_0 + b_1 \cdot I]}{1 + exp\big[[b_0 + b_1 \cdot I]\big]}$$

P : 機能停止確率

I : 計測震度

b_0、b_1 : 係数

表 8-6　係数

b_0	b_1
-19.72	3.75

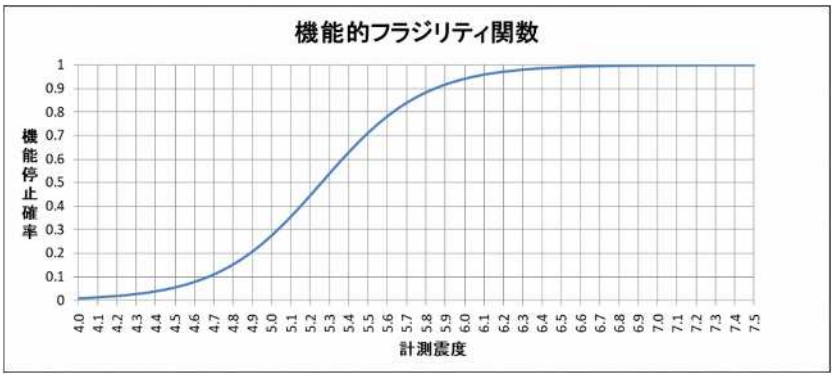


図 8-2　電力の機能停止確率

2)　電力供給支障人口

普及人口にメッシュ別に求めた供給停止確率を掛け合わせ、市町村別に集計して市町村ごとの供給支障人口を求めた。

電力の普及人口については、普及率 100%と仮定して夜間人口を用いた。

3)　電力復旧期間

機能停止期間である復旧所要期間は、震度 I で機能停止という条件下での停止期間 t の非超過確率 F(t|I)とした予測モデルを用いた。なお、復旧したと判断される期間は、確率 95%となるまでの期間とした。

$$\mathrm{f}(t|I) = \frac{t^{\alpha(I)-1} exp\left[-\frac{t}{\beta(I)}\right]}{\beta(I)^{\alpha(I)}\Gamma\big(\alpha(I)\big)}$$

$$\mathrm{F}(t|I) = \int_0^t f(\tau|I)\, d\tau$$

F(t|I) : 停止期間の非超過確率

[1]加藤宏紀, 能島暢呂：供給系ライフラインの地震時機能的被害・復旧評価モデル ―市区町村別簡易評価法のシステム構築―, 日本地震工学会論文集（JAEE 特集号） 第 15 巻, 第 7 号, 2015, pp.7_354-7_367. doi.org/10.5610/jaee.15.7_354.

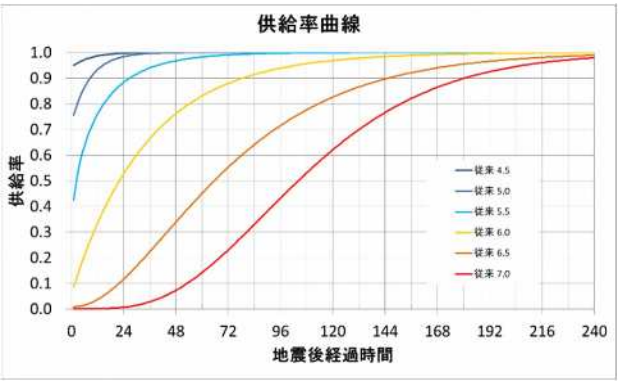


図 8-3　電力の地震後経過日数と供給率

4）　影響規模による復旧期間の補正

復旧期間は、震災規模の違いが復旧所要期間に影響する。そこで、内陸型地震については、震災規模の違いを表す指標として震度曝露人口(PEX)を用いた影響規模指数により復旧期間を補正した。

表 8-7　停電におけるモデル係数

	w1	w2	λ	RMS 誤差
停電	0.317	0.683	0.773	0.322

表 8-8　停電における影響規模指数γ

	断層名	影響規模指数γ
1	揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯	0.580
2	養老－桑名－四日市断層帯	0.511

表 8-9　震度曝露指数

	断層名	PEX_1	PEX_2	停電	
		震度 6 弱	震度 6 強以上	IEX_1	IEX_0
1	揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯	693,272	927,981	853,578	1,728,000
2	養老－桑名－四日市断層帯	511,174	824,769	725,359	1,728,000

5）　電力被害の予測結果

電力供給支障人口と復旧期間および経過時間ごとの供給支障人口は以下の通り。

揖斐川－武儀川断層帯地震の供給支障人口が多いが、南海トラフよりも復旧は早いと予測される。

表 8-10　電力被害予測

電力	南海トラフ		養老-桑名-四日市		揖斐川-武儀川	
夜間人口	支障人口（人）	復旧期間（h）	支障人口（人）	復旧期間（h）	支障人口（人）	復旧期間（h）
406,379	380,898	104	383,192	57	390,289	75
24時間後	188,169		110,682		165,374	
48時間後	94,990		32,747		65,871	
72時間後	48,242		9,838		25,474	

8.5　都市ガス被害予測

震度と機能停止及び復旧期間の統計的関係に基づき、機能被害と供給支障者数の算定を行った。

1)　都市ガス供給支障人口

想定地震による震度分布及び都市ガス供給区域の情報が得られているため、都市ガスの機能停止率もメッシュ別に評価できる。都市ガス普及人口は、岐阜県統計書(平成 29 年)の都市ガス需要家数と供給範囲における平成 27 年国勢調査の世帯数から普及率を設定し、メッシュ別の都市ガス普及人口を推定した。

普及率	37%

2)　都市ガスの機能停止確率

都市ガスの供給停止判断は、事業者の設置した SI センサーから得た情報をもとに各事業者の判断で実施される。今回の調査では、SI センサーの配置情報や判断基準についての情報が得られていないため、都市ガスの機能停止の有無と震度の関係をモデル化した能島ら(2013)[1]の手法で機能停止確率を予測した。

機能停止確率に、メッシュ別の都市ガス普及人口を掛け合わせて供給支障人口を求めた。

表 8-11　都市ガスにおけるモデルパラメータ

b_0	b_1
-61.45	10.42

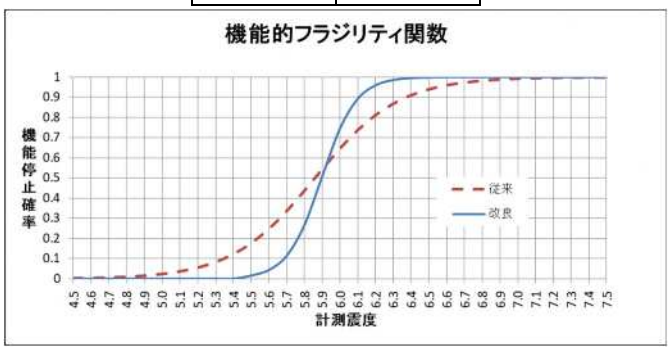


図 8-4　都市ガスの機能停止確率

3)　都市ガス復旧期間

復旧所要期間は、電力と同様に一定の震度で機能停止という条件下での停止期間の非超過確率とした予測モデルを用いた。なお、復旧したと判断される期間は、確率 95%となるまでの期間とした。

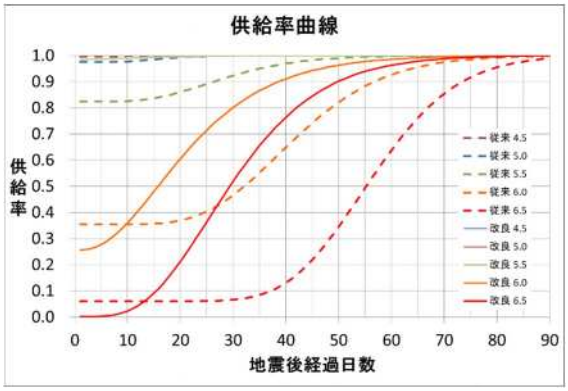


図 8-5　都市ガスの地震後経過日数と供給率

4） 都市ガス被害の予測結果

都市ガス供給支障人口と復旧期間および経過時間ごとの供給支障人口は以下の通り。

揖斐川－武儀川断層帯地震の供給支障人口が多い。復旧期間はどの地震動でもほぼ同じと予測される。

表 8-12　都市ガス被害予測

都市ガス	南海トラフ		養老-桑名-四日市		揖斐川-武儀川	
夜間人口	支障人口（人）	復旧期間（日）	支障人口（人）	復旧期間（日）	支障人口（人）	復旧期間（日）
150,360	105,517	50	112,568	50	131,351	52
7日後	98,771		106,691		126,703	
14日後	77,496		85,943		106,398	
21日後	53,035		60,184		77,594	

[1] 能島暢呂, 加藤宏紀： 供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの改良と再検証―東日本大震災を対象とした都道府県別評価―, 第 5 回相互関係を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム講演集, pp.94-104.2013.12.

9. 交通施設被害の予測

9.1 概要

道路被害は、内閣府(2013)の手法に準じて算定した。

内閣府(2013)では、道路被害を震度別の被害箇所数を算定している。今回調査は、岐阜市より提供された市道網図および幹線道路について、揺れによる道路被害を算定した。

5.1 道路(高速道路、一般道路)

○基本的な考え方

- 揺れ・津波浸水による道路施設被害箇所数を算出する。
- 道路施設被害率(揺れ・津波)について、東日本大震災の実績を踏まえて設定する。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 震度別(浸水域を除く)及び浸水深別の直轄国道の被害率は以下のとおり。

東日本大震災における道路施設被害率(浸水域外)

震度	被災箇所*1	道路延長(km)*2	原単位(箇所/km)
震度4以下	5	-	-
震度5弱	9	256	0.035
震度5強	87	767	0.11
震度6弱	135	832	0.16
震度6強	25	149	0.17
震度7	1	2	0.48

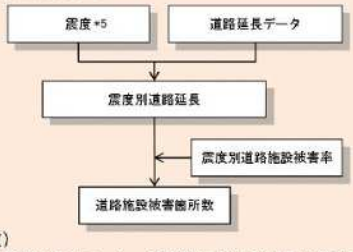
東日本大震災における道路施設被害率(浸水域)

浸水深	被災箇所*3	道路延長(km)*4	原単位(箇所/km)
1m未満	9	68	0.13
1m-3m	19	51	0.37
3m-5m	9	14	0.65
5m-10m	35	23	1.52
10m以上	39	15	2.64

*1 直轄国道の災害復旧申請数(浸水域除く)
*2 災害復旧申請の箇所が含まれる直轄国道路線の震度別延長
*3 直轄国道の災害復旧申請数(浸水域のみ)
*4 災害復旧申請の箇所が含まれる直轄国道路線の浸水深別延長

◆ 今回想定で採用する手法

①揺れによる道路被害



(被害箇所数)
=(震度別道路延長*5:km)×(道路施設被害率*6:箇所/km)

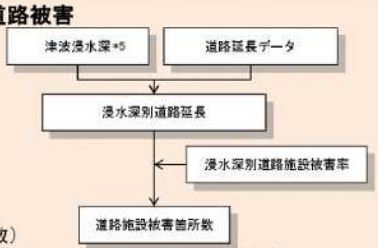
東日本大震災における道路施設被害率(浸水域外)

震度	被災箇所	道路延長(km)	原単位(箇所/km)
震度4以下	5	-	-
震度5弱	9	256	0.035
震度5強	87	767	0.11
震度6弱	135	832	0.16
震度6強	25	149	0.17
震度7	1	2	0.48

補助国道・都府県道・市町村道に用いる道路施設被害率(浸水域外)*8

震度	原単位(箇所/km)
震度4以下	-
震度5弱	0.016
震度5強	0.049
震度6弱	0.071
震度6強	0.076
震度7	0.21

②津波による道路被害



(被害箇所数)
=(浸水深別道路延長:km)×(道路施設被害率*7:箇所/km)

東日本大震災における道路施設被害率(浸水域)

浸水深	被災箇所	道路延長(km)	原単位(箇所/km)
1m未満	9	68	0.13
1m-3m	19	51	0.37
3m-5m	9	14	0.65
5m-10m	35	23	1.52
10m以上	39	15	2.64

補助国道・都府県道・市町村道に用いる道路施設被害率(浸水域)*8

浸水深	原単位(箇所/km)
1m未満	0.058
1m-3m	0.16
3m-5m	0.29
5m-10m	0.68
10m以上	1.17

*5 震度別・浸水深別建物棟数比率を用いて推計
*6 浸水域を除いた延長
*7 東日本大震災の道路施設被害率(浸水域外)を用いる
*8 東日本大震災の道路施設被害率(浸水域)を用いる
*9 補助国道・都府県道・市町村道は、直轄国道の被害率に道路種別の被害傾向の違いに基づく補正を行った被害率を用いる

出典:「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～平成２５年３月１８日)」(内閣府(2013))

9.2　予測結果

幹線道路および市道の被害は、地震ごとの被害箇所数の差は僅かであるが、揖斐川－武儀川断層帯地震の被害は震度６強の範囲に集中している。

表 9-1　幹線道路被害

幹線道路	南海トラフ		養老-桑名-四日市		揖斐川-武儀川	
延長(km)	被害箇所	(箇所/km)	被害箇所	(箇所/km)	被害箇所	(箇所/km)
661	48	0.073	49	0.074	56	0.085

表 9-2　幹線道路　震度別被害箇所数

震度	幹線延長(km)			被害箇所数(箇所)		
	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川
震度５弱	-	-	-	-	-	-
震度５強	-	-	-	-	-	-
震度６弱	394	254	54	28	18	4
震度６強	267	407	563	20	31	43
震度７	-	-	44	-	-	9
合計	661	661	661	48	49	56

表 9-3　市道被害

市道	南海トラフ		養老-桑名-四日市		揖斐川-武儀川	
延長(km)	被害箇所	(箇所/km)	被害箇所	(箇所/km)	被害箇所	(箇所/km)
2,831	206	0.073	210	0.074	238	0.084

表 9-4　市道　震度別被害箇所数

震度	幹線延長(km)			被害箇所数(箇所)		
	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川
震度５弱	-	-	-	-	-	-
震度５強	-	-	-	-	-	-
震度６弱	1,819	1,078	272	129	77	19
震度６強	1,012	1,753	2,373	77	133	180
震度７	-	-	186	-	-	39
合計	2,831	2,831	2,831	206	210	238

10.　帰宅困難者予測

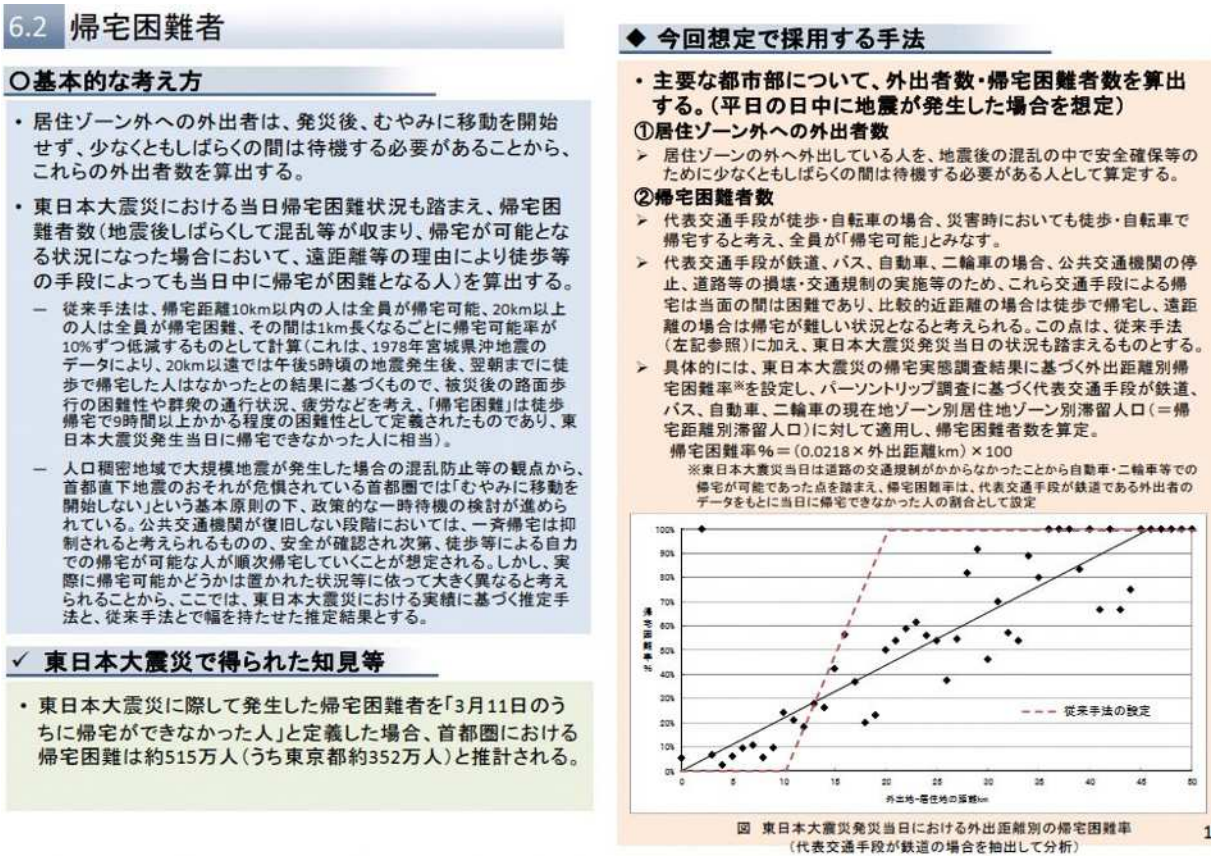
10.1　概要

「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～平成２５年３月１８日)」((中央防災会議防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ) では、主要な都市部について帰宅距離と帰宅困難率から帰宅困難者を算定している。

帰宅困難率（%）＝（0.0218×外出距離ｋｍ）×100

今回の調査では、「第５回中京都市圏パーソントリップ調査報告書」(中京都市圏総合都市交通計画協議会）の滞留人口をもとに帰宅困難者を想定した。

対象ゾーンは、岐阜市の主要な交通機関が集まっている岐阜市中央部とした。



6.2 帰宅困難者

○基本的な考え方

- 居住ゾーン外への外出者は、発災後、むやみに移動を開始せず、少なくともしばらくの間は待機する必要があることから、これらの外出者数を算出する。
- 東日本大震災における当日帰宅困難状況も踏まえ、帰宅困難者数(地震後しばらくして混乱等が収まり、帰宅が可能となる状況になった場合において、遠距離等の理由により徒歩等の手段によっても当日中に帰宅が困難となる人)を算出する。
  - 従来手法は、帰宅距離10km以内の人は全員が帰宅可能、20km以上の人は全員が帰宅困難、その間は1km長くなるごとに帰宅可能率が10%ずつ低減するものとして計算(これは、1978年宮城県沖地震のデータにより、20km以遠では午後5時頃の地震発生後、翌朝までに徒歩で帰宅した人はなかったとの結果に基づくもので、被災後の路面歩行の困難性や群衆の通行状況、疲労などを考え、「帰宅困難」は徒歩帰宅で9時間以上かかる程度の困難性として定義されたものであり、東日本大震災発生当日に帰宅できなかった人に相当)。
  - 人口稠密地域で大規模地震が発生した場合の混乱防止等の観点から、首都直下地震のおそれが危惧されている首都圏では「むやみに移動を開始しない」という基本原則の下、政策的な一時待機の検討が進められている。公共交通機関が復旧しない段階においては、一斉帰宅は抑制されると考えられるものの、安全が確認され次第、徒歩等による自力での帰宅が可能な人が順次帰宅していくことが想定される。しかし、実際に帰宅可能かどうかは置かれた状況等に依って大きく異なると考えられることから、ここでは、東日本大震災における実績に基づく推定手法と、従来手法とで幅を持たせた推定結果とする。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 東日本大震災に際して発生した帰宅困難者を「3月11日のうちに帰宅ができなかった人」と定義した場合、首都圏における帰宅困難は約515万人(うち東京都約352万人)と推計される。

◆ 今回想定で採用する手法

- 主要な都市部について、外出者数・帰宅困難者数を算出する。(平日の日中に地震が発生した場合を想定)

①居住ゾーン外への外出者数

- 居住ゾーンの外へ外出している人を、地震後の混乱の中で安全確保等のために少なくともしばらくの間は待機する必要がある人として算定する。

②帰宅困難者数

- 代表交通手段が徒歩・自転車の場合、災害時においても徒歩・自転車で帰宅すると考え、全員が「帰宅可能」とみなす。
- 代表交通手段が鉄道、バス、自動車、二輪車の場合、公共交通機関の停止、道路等の損壊・交通規制の実施等のため、これら交通手段による帰宅は当面の間は困難であり、比較的近距離の場合は徒歩で帰宅し、遠距離の場合は帰宅が難しい状況となると考えられる。この点は、従来手法(左記参照)に加え、東日本大震災発災当日の状況も踏まえるものとする。
- 具体的には、東日本大震災の帰宅実態調査結果に基づく外出距離別帰宅困難率※を設定し、パーソントリップ調査に基づく代表交通手段が鉄道、バス、自動車、二輪車の現在地ゾーン別居住地ゾーン別滞留人口(＝帰宅距離別滞留人口)に対して適用し、帰宅困難者数を算定。

帰宅困難率%＝(0.0218×外出距離km)×100

※東日本大震災当日は道路の交通規制がかからなかったことから自動車・二輪車等での帰宅が可能であった点を踏まえ、帰宅困難率は、代表交通手段が鉄道である外出者のデータをもとに当日に帰宅できなかった人の割合として設定

図　東日本大震災発災当日における外出距離別の帰宅困難率
(代表交通手段が鉄道の場合を抽出して分析)

出典：「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～平成２５年３月１８日)」(内閣府(2013))

1)　滞留人口の推定

主要ゾーンの時刻別滞留人口（平日）は、14 時～16 時が最大となり、そのうち自宅以外の滞留人口は約 5 万人となっている。

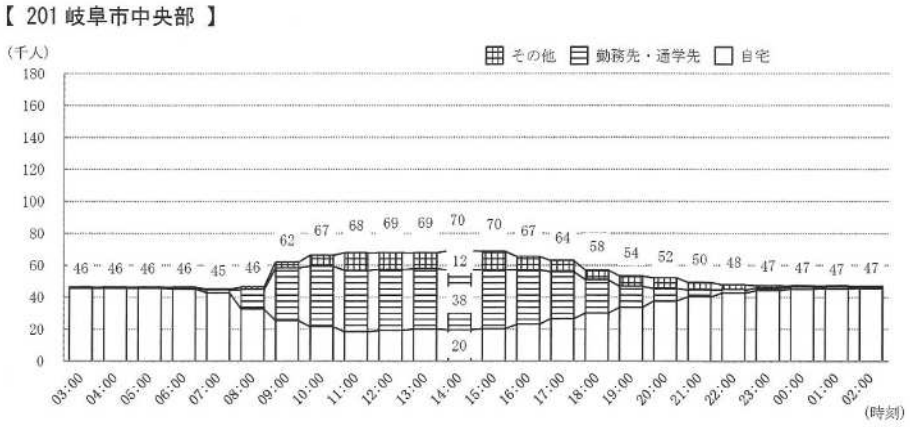


図 10-1　主要ゾーンの時刻別滞留人口（平日）

滞留人口 5 万人の交通手段は、主要ゾーンの時刻別自宅発交通手段別滞留人口（平日）より、自動車が 2 万 1 千人、鉄道は 1 万 1 千人、その他が 1 万 7 千人、不明が 1 千人となっている。

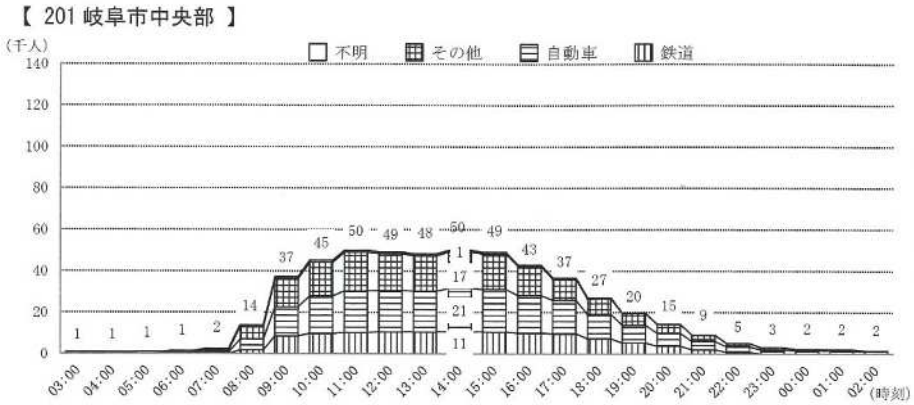


図 10-2　主要ゾーンの時刻別自宅発交通手段別滞留人口（平日）

その他の交通手段には、バス、二輪車、自転車、徒歩が含まれている。このうち、交通手段が徒歩と自転車の場合は帰宅可能と考えるため、交通手段の構成比率をもとに自転車および徒歩の滞留人口を推定した。

バス・二輪車・自転車・徒歩＝　2.8+0.5+10.0+12.7　＝26.0%

自転車・徒歩＝　10.7+12.7　＝23.4%

その他の交通手段のうち、自転車・徒歩の占める割合＝23.4/26.0×100　＝87%

したがって、その他の交通手段のうち、自転車・徒歩の滞留人口は、1 万 4,800 人と推定される。

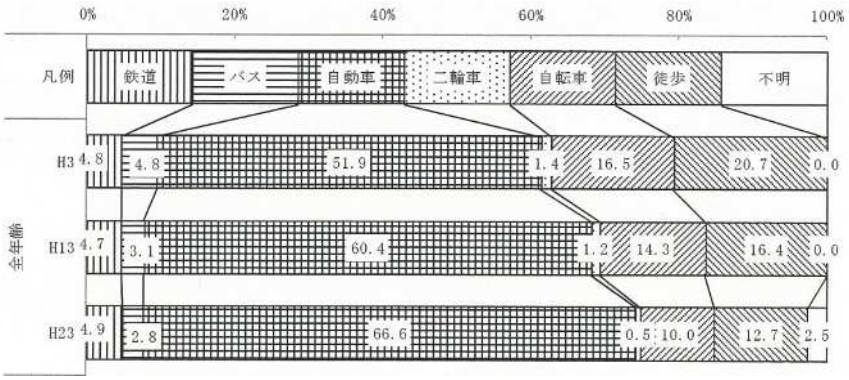
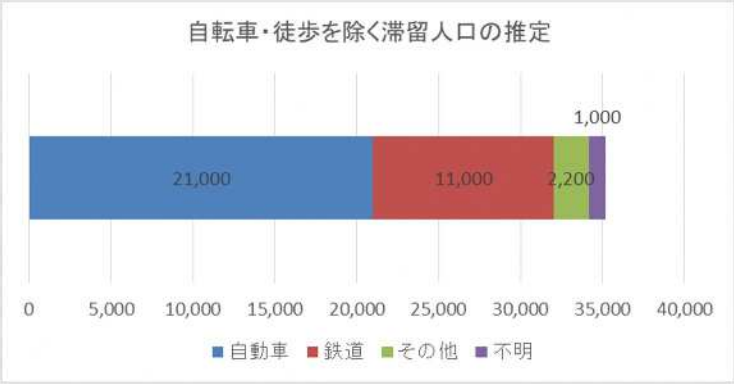


図 10-3　交通手段の比率

表 10-1　自転車・徒歩を除く滞留人口の推定



次に、前述の交通手段別滞留人口と主要ゾーンの時刻別自宅までの距離帯別滞留人口（平日）より、距離別滞留人口を推定した。

推定した距離別滞留人口と帰宅困難率から、帰宅困難者を算定した。

表 10-2　自転車・徒歩を除く滞留人口の推定

	①滞留人口		②自転車と徒歩の距離別人口（推定）	③滞留人口（推定）
	（千人）	割合（A）		①－②（千人）
10km以下	37	0.74	11.0	26.0
10km～20km未満	7	0.14	2.1	4.9
20km以上	6	0.12	1.8	4.2
合計	50	1	14.8	35.2

表 10-3　帰宅困難者

	③滞留人口（推定）	帰宅困難率			帰宅困難者
	①－②（千人）	min	max	④平均	③×④（千人）
10km以下	26.0	0.00	0.22	0.11	2.8
10km～20km未満	4.9	0.22	0.44	0.33	1.6
20km以上	4.2	0.44	1.00	0.72	3.0
合計	35.2			合計	7.5

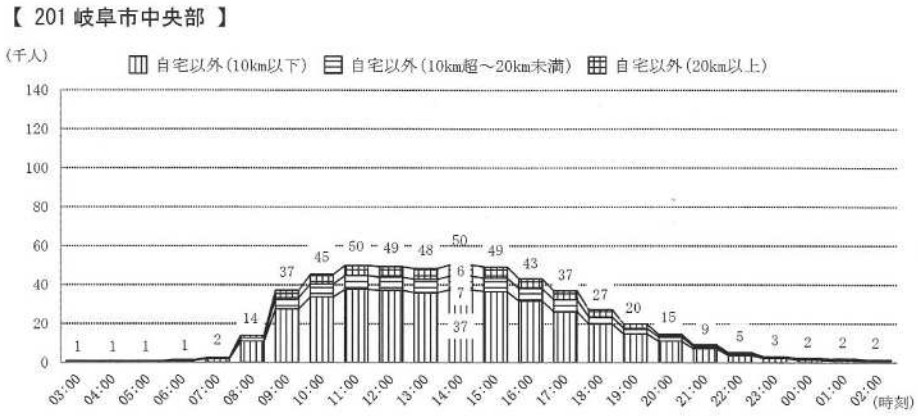


図 10-4　主要ゾーンの時刻別自宅までの距離帯別滞留人口（平日）

10.2　帰宅困難者の予測結果

帰宅困難者は、岐阜市（中央部）で約 7,500 人と予測される。

帰宅困難者数
約 7,500 人

11. 避難者予測

11.1 概要

避難者数は、内閣府(2013)の手法に準じて算定した。

内閣府(2013)では、断水による「生活困窮度」と「避難所外の避難者」を考慮している。生活困窮度は、断水が継続されることにより自宅での生活が困難となる度合のため、当日・１日後では０％とし、直後の避難者数には含まれない。また、親戚や知人宅など避難所以外に避難する人もいるため、全避難者数の 60%が避難所に避難してくると考えている。

今回調査の避難者数は、主に物資の備蓄計画に反映されることから、備蓄の目標値としては最大値となる全避難者数とした。

そのため、避難者は全避難者数と避難所避難者数の双方を算定した。

・内陸部（津波浸水地域外）における避難者数を算出する。

・全避難者数＝（全壊棟数＋ 0.13×半壊棟数）×1棟当たり平均人員
＋断水人口※1×断水時生活困窮度※2

※1：断水人口は、自宅建物被害を原因とする避難者を除く断水世帯人員を示す。

※2：断水時生活困窮度とは、自宅建物は大きな損傷をしていないが、断水が継続されることにより自宅での生活し続けることが困難となる度合を意味する。時間とともに数値は大きくなる。阪神・淡路大震災の事例によると、水が手に入れば自宅の被害がひどくない限りは自宅で生活しているし、半壊の人でも水道が復旧すると避難所から自宅に帰っており、逆に断水の場合には生活困窮度が増す。

（当日・1日後）0.0 ⇒ （1週間後）0.25 ⇒ （1ヶ月後）0.90

・阪神・淡路大震災の実績及び南海トラフ巨大地震による被害の甚大性・広域性を考慮して、発災当日・1日後、1週間後、1ヶ月後の避難所避難者と避難所外避難者の割合を以下のように想定 （避難所避難者：避難所外避難者）

（当日・1日後）60:40 ⇒ （1週間後）50:50 ⇒ （1ヶ月後）30:70

出典：「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～平成２５年３月１８日）」（内閣府(2013)）

11.2 避難者の予測結果

避難者数は揖斐川－武儀川断層帯地震が最も多く、南海トラフの 1.6 倍程度となっている。

表 11-1 全避難者数

全避難者数（当日・1日後）	避難者	夜間人口	避難者／夜間人口
南海トラフ地震	34,275	406,379	8.4%
養老－桑名－四日市断層帯地震	38,898		9.6%
揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震	61,351		15.1%

表 11-2 避難所避難者数

避難所避難者（当日・1日後）	避難者	夜間人口	避難者／夜間人口
南海トラフ地震	20,565	406,379	5.1%
養老－桑名－四日市断層帯地震	23,339		5.7%
揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震	36,811		9.1%

12. その他、大規模地震災害に起因した被害の予測

12.1 震災廃棄物の発生

1) 概要

東日本大震災において、災害廃棄物の処理が大きな課題となっている。復旧活動に必要な物資・機械・燃料の調達手段の検討を行う上で必要となる震災廃棄物の発生量の予測を内閣府の手法に従い行った。

土木構造物の復旧や瓦礫の撤去については定量的に判断することが困難なため、主に建物の全壊・半壊による瓦礫を対象に震災廃棄物の発生量を予測した。

震災廃棄物発生量
＝（全壊・焼失棟数＋半壊棟数/2）×1 棟あたり床面積×面積あたり瓦礫重量

面積当たり瓦礫重量（t/m²）

木造	非木造	火災による焼失
0.6	1.0	0.23

体積換算

木造	1.90m³/ t
非木造	0.64m³/ t

構造別建物 1 棟あたり床面積

	1 棟あたり床面積
木造	141.8m²
非木造	76.4m²

出典：平成 30 年住宅・土地統計調査（岐阜県）

2) 予測結果

震災廃棄物は、揖斐川－武儀川断層帯地震が最も多く、南海トラフの 1.6 倍、養老－桑名－四日市断層帯地震の 1.4 倍となっている。

表 12-1 震災廃棄物の重量と体積

想定地震	重量	体積
	（千 t）	（千 m3）
南海トラフの巨大地震	2,284	3,932
養老－桑名－四日市断層帯地震	2,527	4,452
揖斐川－武儀川断層帯地震	3,615	6,377

13. 被害額

13.1 被害額の項目

調査対象は、直接的な被害額を算定した。

定量的な評価ができる項目とし、現在価値ではなく、復旧・再建に要する費用を被害額とした。

表 13-1 対象項目

<table>
<tr><th colspan="3">対象項目</th><th>被害量、原単位、出典</th></tr>
<tr><td rowspan="4">建物被害</td><td colspan="2">建物</td><td>被害のあった建物数
新規住宅１棟あたり工事必要金額
出典：「建築統計年報」</td></tr>
<tr><td rowspan="3">資産</td><td>家庭用品</td><td>被害のあった住宅数
１世帯あたり評価単価
出典：国税庁「損失額の合理的な計算方法について」</td></tr>
<tr><td>償却資産</td><td>建物被害率
償却資産評価額
出典：国交省「治水経済調査マニュアル」</td></tr>
<tr><td>在庫資産</td><td>建物被害率
在庫資産評価額
出典：国交省「治水経済調査マニュアル」</td></tr>
<tr><td colspan="3">電気</td><td>支障戸数（支障率）
停電１戸あたり復旧額
出典：「阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況」</td></tr>
<tr><td colspan="3">通信</td><td>不通回線数（固定電話加入回線数×停電率）
不通１戸あたり復旧額
出典：「阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況」</td></tr>
<tr><td colspan="3">鉄道</td><td>被害箇所数（延長×震度別被害率）
東日本大震災の在来線被害額
出典：「高知県被害想定調査」</td></tr>
<tr><td colspan="3">上水道</td><td>断水人口（被害率と断水率）
断水人口あたりの復旧額（1.59 万円/人）
出典：「高知県被害想定調査」</td></tr>
<tr><td colspan="3">下水道</td><td>被害延長
1Km あたり下水道管復旧額
出典：「阪神・淡路大震災調査報告」</td></tr>
<tr><td colspan="3">道路</td><td>被害箇所数（延長×震度別被害率）
東日本大震災の地方自治体管理道被害額
出典：「高知県被害想定調査」</td></tr>
<tr><td colspan="3">その他公共土木施設</td><td>治水経済調査マニュアル（案）</td></tr>
<tr><td colspan="3">災害廃棄物</td><td>廃棄物量
阪神・淡路大震災の額（約 2.2 万円/t）
出典：「高知県被害想定」</td></tr>
</table>

13.2 建物被害

1） 算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

■建物

①被害量

被害のあった建物数　＝　（全壊棟数＋0.5×半壊棟数）

②原単位

新規住宅１棟あたり工事必要単価

原単位は、「建築着工統計調査」の過去３年分を比較し、平均的な金額となっている「建築着工統計調査」（平成 30 年度）の第６表－２　着工建築物：市区町村別、構造別（建築物の数、床面積の合計、工事費予定額）をもとに木造・非木造の１棟当たりの単価を設定した。

表 13-2　木造・非木造の１棟当たりの単価

木造	2,200 万円
非木造	6,900 万円

総計			木造			木造以外		
建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）
2,322	426,796	7,742,614	1,742	224,393	3,752,909	580	202,403	3,989,705
１棟当たり工事費（万円）			2,200			6,900		

平成30年度計分

第６表－２　着工建築物：市区町村別、構造別（建築物の数、床面積の合計、工事費予定額

表 13-3　建築着工統計調査の過去３年分の比較

構造	総計			木造			鉄骨鉄筋コンクリート造			鉄筋コンクリート造			鉄骨造			コンクリートブロック造			その他		
	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）	建築物の数（棟）	床面積の合計（㎡）	工事費予定額（万円）
平成29年度計分	2,443	539,764	10,787,021	1,812	239,540	4,009,387	1	1,846	*	23	40,462	1,143,085	560	255,112	5,586,391	0	0	0	47	2,804	*
平成30年度計分	2,322	426,796	7,742,614	1,742	224,393	3,752,909	1	47	*	23	57,080	1,264,493	509	143,799	2,712,221	2	175	*	45	1,302	9,441
令和元年度計分	2,442	543,393	14,314,343	1,853	243,249	4,031,472	2	685	*	27	185,550	7,574,548	482	111,218	2,667,142	1	13	*	77	2,678	18,089

1棟あたりの平均額	総計	木造	鉄骨鉄筋コンクリート造	鉄筋コンクリート造	鉄骨造	コンクリートブロック造	その他
平成29年度計分	4,415	2,213	-	49,699	※ 9,976	-	-
平成30年度計分	3,334	2,154	-	54,978	5,329	-	210
令和元年度計分	5,862	2,176	-	※ 280,539	5,533	-	235

※他年度と比較して大きく異なる値

③被害額

建物被害額　＝　被害のあった建物数×新規住宅１棟あたり工事必要単価

■家財

①被害量

被害割合　＝（全壊棟数＋0.5×半壊棟数）/全棟数

②原単位

家族構成別家庭用財産評価額

原単位は、「国勢調査」および「損失額の合理的な計算方法」（国税庁）を参考に、岐阜市の平均的な家庭用財産評価額を設定した。

表 13-4　家庭用財産評価額

世 帯 数	夫婦のみ	夫婦と子供	夫婦と両親	単独	備考
165,443	32,189	58,662	19,991	54,601	
世帯数の比率	0.19	0.35	0.12	0.33	
平均年齢	64	36	64		
家族構成別家庭用財産評価額（万円）	1,150	800	1,150	300	
加算（万円）		105	260		大人・子供の平均と大人２人
合計（万円）	1,150	905	1,410	300	
比率	224	321	170	99	
平均家庭用財産評価額（万円）	814				

③被害額

被害額　＝　家族構成別家庭用財産評価額　×　被害世帯数

被害世帯数は、建物被害率から推定した。

表 13-5　被害世帯数

被害世帯数	南海トラフ		養老－桑名－四日市		揖斐川－武儀川		備考
被害棟数	棟数	被害率	棟数	被害率	棟数	被害率	全建物棟数
	27,192	0.15	29,899	0.17	42,662	0.24	179,733
被害世帯数	25,030		27,522		39,270		全世帯数　165,443

■償却資産および棚卸資産

①被害量

建物被害率　＝　非住宅の全壊建物率＋半壊建物率

②原単位

産業分類別従業者１人あたり評価額

原単位は、「治水経済調査マニュアル（案）（令和２年３月３１日付け国水計調第１３号）各種資産評価単価及びデフレーター」と「令和元年版岐阜市統計書　4.事業所統計」から、岐阜市の償却資産額と在庫資産額を算定した。

表 13-6　償却資産額と在庫資産額

（億円）

償却資産合計	6,521
在庫資産合計	2,971

治水経済調査マニュアル（案）（令和２年３月３１日付け国水計調第１３号） 各種資産評価単価及びデフレーター 産業分類別事業所従業者１人当たり 償却資産評価額及び在庫資産評価額 令和元年評価額			（千円/人）	令和元年版岐阜市統計書 4.事業所統計		⑤＝①×④	⑥＝②×④
	産業名	①償却資産	②在庫資産	③民営事業所数	④従業者数	⑤全償却資産	⑥全在庫資産
C	鉱業、採石業、砂利採取業	16,503	2,801	1	18	297,054	50,418
D	建設業	1,538	3,164	1658	12942	19,904,796	40,948,488
E	製造業	5,194	4,662	1633	15237	79,140,978	71,034,894
F	電気・ガス・熱供給・水道業	125,442	4,406	9	992	124,438,464	4,370,752
G	情報通信業	5,345	761	167	2678	14,313,910	2,037,958
H	運輸業、郵便業	6,349	957	258	7679	48,753,971	7,348,803
I	卸売業、小売業	2,283	2,534	5588	45382	103,607,106	114,997,988
J	金融業、保険業	907	220	427	8834	8,012,438	1,943,480
K	不動産業、物品賃貸業	22,647	7,773	1624	5017	113,619,999	38,997,141
L	学術研究、専門・技術サービス業	2,234	483	1029	6730	15,034,820	3,250,590
M	宿泊業、飲食サービス業	1,780	102	2771	20217	35,986,260	2,062,134
N	生活関連サービス業、娯楽業	3,190	188	1894	8815	28,119,850	1,657,220
O	教育、学習支援業	1,575	146	656	7587	11,949,525	1,107,702
P	医療、福祉	1,153	109	1684	26998	31,128,694	2,942,782
Q	複合サービス業	907	220	106	1458	1,322,406	320,760
R	サービス業	907	220	1514	18161	16,472,027	3,995,420
S	公務	907	220	-	-	-	-
合計				21,019	188,745	652,102,298	297,066,530
				a	b	c	d

次に、非住宅の全壊建物率と半壊建物率を算定するため、「市税概要令和２年度版　家屋の概要（課税標準額等）累年比較（当初）」から木造・非木造の事業系建物の比率を求めた。

この比率をもとに、建物被害のうち非住宅の全壊（半壊）建物棟数を推定した。

表 13-7　事務所系建物の割合

区分	構造別建物棟数における事業所系の建物棟数の割合
木造	0.20
非木造	0.46

事業所建物の推定
市税概要令和2年度版
家屋の概要（課税標準額等）累年比較（当初）

区分		床面積m2	棟数	事業所系の建物棟数
木造	専用住宅	9,614,417	77,038	
	共同住宅寄宿舎	497,270	2,079	
	併用住宅	1,335,822	13,435	
	旅館等	16,641	328	○
	事務所・銀行・店舗	637,526	6,583	○
	工場・倉庫	163,632	418	○
	その他	584,381	15,988	○
	計	12,849,689	115,869	23,317
非木造	事務所・店舗・百貨店	3,511,062	6,185	○
	住宅・アパート	8,052,697	31,387	
	ホテル・病院	642,248	344	○
	工場・倉庫・市場	2,240,046	4,386	○
	その他	1,373,553	15,952	○
	計	15,819,606	58,254	26,867
合計		28,669,295	174,123	

③被害額

償却資産評価額

＝　産業分類別従業者１人あたり評価額　×　産業分類別従業者数　×　建物被害率

建物被害率は、建物被害に事務所系の建物棟数の割合から棟数推定し、事業所系建物の被害率を算定した。

表 13-8　建物被害率

	南海トラフ		養老		揖斐川	
全体	全壊	半壊	全壊	半壊	全壊	半壊
木造	9,176	27,642	11,496	29,723	21,197	33,087
非木造	2,079	4,232	1,610	3,863	2,400	5,045
非住居	全壊	半壊	全壊	半壊	全壊	半壊
木造	1,847	5,563	2,313	5,981	4,266	6,658
非木造	959	1,952	743	1,782	1,107	2,327
①合計	10,320		10,819		14,357	
建物被害率 ①/②	0.057		0.060		0.080	

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-9　建物被害額

被害額（億円）	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
建物	7,954	8,242	11,699
家財	2,038	2,240	3,197
償却資産	374	393	521
在庫資産	171	179	237
合計	10,536	11,054	15,654

13.3　電気

1）　算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

①被害量

支障戸数　＝　建物棟数×（電力供給支障人口　/　夜間人口）

支障戸数は、電力被害想定で算定した電力供給支障人口の夜間人口に対する比率から停電した建物棟数を推定した。

②原単位

停電１戸あたり復旧額：8.8 万円/１戸

「阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況」

③被害額

被害額　＝　支障戸数　×　停電１戸あたり復旧額

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-10　電力被害額

電力	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
支障人口	380,898	383,192	390,289
夜間人口	406,379	406,379	406,379
支障率	0.94	0.94	0.96
建物棟数	179,733	179,733	179,733
支障戸数	168,463	169,478	172,617
被害額(億円)	148	149	152

13.4　通信

1）　算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

①被害量

不通回線数　＝　固定電話加入回線数　×　停電率

不通回線数は、電気支障率と固定電話回線数から推定した。

固定電話回線数は、「電気通信役務契約等状況報告都道府県別単位料金区域別契約数」（NTT西日本）と単位料金区域の市町村人口から岐阜市の固定電話回線数を推定した。

表 13-11　岐阜区域の加入電話数と夜間人口

区域	事務用	住宅用	加入電話合計	区域内の夜間人口の合計②
岐阜	18,793	62,603	81,396	743,890

表 13-12　加入電話数の推定値

岐阜市夜間人口①	比率（①/②）	加入電話推定値
406,379	0.55	44,466

②原単位

不通１戸あたり復旧額：25.1 万円/１戸

「阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況」

③被害額

被害額　＝　不通回線数　×　不通１戸あたり復旧額

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-13　通信被害額

通信	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
支障率	0.94	0.94	0.96
加入回線数	44,956	44,956	44,956
支障戸数	42,137	42,391	43,176
被害額(億円)	106	106	108

13.5　鉄道

1）　算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

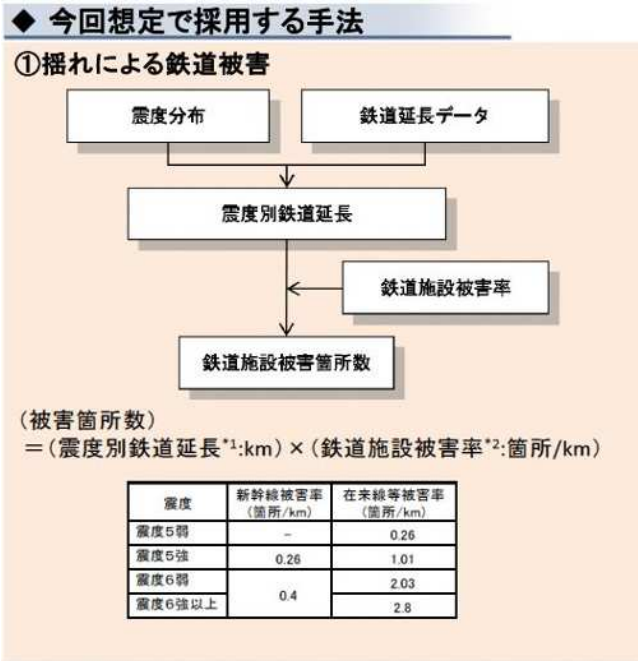
①被害量

被害箇所数

被害箇所数は、内閣府の在来線被害率をもとに算定した。

表 13-14　被害箇所数

震度階	在来線延長(km)			被害箇所数(箇所)		
	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川	南海トラフ	養老-桑名-四日市	揖斐川-武儀川
震度 6 弱	5	8	2	10	16	4
震度 6 強以上	19	16	22	52	43	60
合計	24	24	24	62	60	64



出典：「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～平成２５年３月１８日）」（内閣府(2013)）

②原単位

東日本大震災時の在来線被害額：2,300 万円/箇所

「高知県被害想定調査」より

③被害額

被害額　＝　被害箇所数　×　在来線被害額

2） 被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-15　鉄道被害額

鉄道	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
被害箇所数	62	60	64
被害額(億円)	14	14	15

13.6　上水道

1）　算定方法

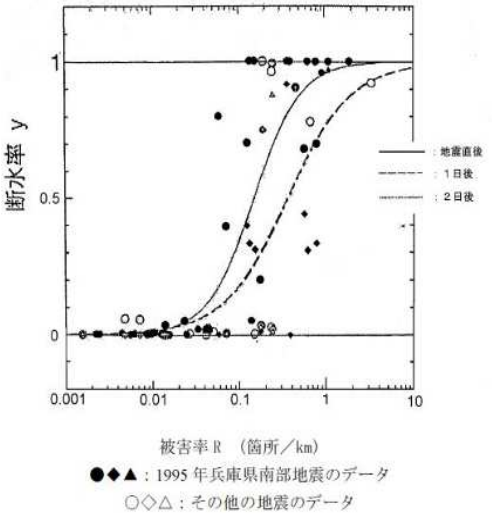
被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

①被害量

断水戸数　＝　断水率　×　建物棟数

断水率　＝　1/（1+0.0473×被害率$^{-1.61}$）

断水戸数は、ライフライン被害の予測で算定した上水被害の被害率（箇所/km）をもとに、断水率を川上式（1996）から算定した。



出典：

川上(1996),道路交通システムの形状と連結確率との関係,第 1 回都市直下地震災害による総合シンポジウム

②原単位

断水 1 戸あたりの復旧額：4.3 万円/1 戸

「阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況」より

③被害額

被害額　＝　断水戸数　×　断水 1 戸あたりの復旧額

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-16　上水道被害額

上水道	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
被害率（箇所/ｋｍ）	0.6	0.7	0.9
断水率	0.90	0.92	0.95
建物棟数	179,733	179,733	179,733
断水戸数	162,318	164,819	170,071
被害額(億円)	70	71	73

13.7　下水道

1）　算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

①被害量
被害延長（ｋｍ）

被害延長は、ライフライン被害の予測で算定した下水道被害延長とした。

②原単位
阪神・淡路大震災における兵庫県内の下水道管復旧額：3.7 億円/km
「阪神・淡路大震災調査報告」（1999）より

③被害額
被害額　＝　被害延長　×　下水道管復旧額

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-17　下水道被害額

下水道	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
被害延長（ｋｍ）	165	162	204
被害額(億円)	609	601	755

13.8　道路

1）　算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

①被害量
幹線道路被害（箇所）
市道被害（箇所）

幹線道路被害（箇所）および市道被害（箇所）は、交通施設被害の予測で算定した箇所数とした。

②原単位
東日本大震災時の地方自治体管理道被害額：2,153 万円/箇所
「高知県被害想定調査」より

③被害額
被害額　＝　被害額　×　幹線道路被害（箇所）
被害額　＝　被害額　×　市道被害（箇所）

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-18　道路被害額

道路	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
幹線道路被害（箇所）	48	49	56
市道被害（箇所）	206	210	238
被害額(億円）幹線道路	10	11	12
被害額(億円）市道	44	45	51
被害額(億円）合計	55	56	63

13.9　その他公共土木

1)　算定方法

その他公共土木施設の被害額は、「治水経済調査マニュアル(案)」（令和 2 年 4 月、国土交通省水管理・国土保全局）の公共土木施設の被害額の算定方法を参考に以下のとおりとした。

被害額　＝　一般資産被害額　×　0.7（%）一般資産被害額に対する比率

一般資産被害額　＝　建物被害額＋資産被害額（家庭用品+償却資産+在庫資産）

一般資産被害額に対する比率は、別途算定している施設である道路（橋梁）、下水道は除外し、算定対象は都市施設とした。

従って、一般資産被害額に対する比率は 0.7%とした。

4.3.6　公共土木施設等被害

公共土木施設及び公益事業施設は一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、農地・農業用施設は水田面積、畑面積に単位面積当たりの被害額を乗じ公共土木施設等の被害額を算定すること。

［解説］

公共土木施設（道路、橋梁、下水道、都市施設）及び公益事業施設は、一般資産被害額（*4.3.1* 項から *4.3.4* 項までの被害額の総和）に公共土木・公益施設の被害額の一般資産被害額に対する比率（**表-4.7**）を乗じて被害額を算定する。

一般資産被害額×公共土木・公益施設被害額の一般資産被害額に対する比率

農地・農業用施設は、浸水した水田面積、畑面積に農地・農業用施設の単位面積当たり被害額（**表-4.8**）を乗じて被害額を算定する。

水田・畑面積×農地・農業用施設の単位面積当たり被害額

表-4.7　公共土木・公益施設被害額の一般資産被害額に対する比率（%）
【都市施設被害率　0.7%】

注：昭和 62 年～平成 28 年の水害統計をもとに全国平均で求めた値

出典：「治水経済調査マニュアル(案)」（令和 2 年 4 月、国土交通省水管理・国土保全局）

2)　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-19　その他公共土木被害額

その他公共土木	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
一般資産被害額	10,536	11,054	15,654
被害額(億円)	74	77	110

13.10　災害廃棄物処理

1）　算定方法

被害量と原単位および被害額の算定方法は、以下のとおりとした。

①被害量
瓦礫重量（千ｔ）

瓦礫重量は、震災廃棄物の発生で算定した瓦礫重量とした。

②原単位
阪神・淡路大震災の処理額：2.2 万円/ｔ
「高知県被害想定調査」より

③被害額
被害額　＝　瓦礫重量　×　処理額

2）　被害額

地震ごとの被害額は、以下の通り。

表 13-20　災害廃棄物処理額

災害廃棄物処理	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
瓦礫重量（千 t）	2,284	2,527	3,615
被害額(億円)	503	556	798

13.11　地震動別被害額

	南海トラフ	養老－桑名－四日市	揖斐川－武儀川
建物・資産	10,536	11,054	15,654
電気	148	149	152
通信	106	106	108
鉄道	14	14	15
上水道	70	71	73
下水道	609	601	755
道路	55	56	63
その他公共土木	74	77	110
災害廃棄物処理	503	556	798
合計	12,115	12,684	17,728

14.　被害結果一覧

建物被害

	南海トラフ地震				養老－桑名－四日市断層帯地震				揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震			
	全壊棟数		半壊棟数		全壊棟数		半壊棟数		全壊棟数		半壊棟数	
	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化
木造	8,134	1,042	25,890	1,752	11,088	409	29,028	695	20,720	476	32,282	805
非木造	757	1,322	2,509	1,724	1,054	556	3,138	725	1,785	615	4,243	802
合計	8,891	2,364	28,399	3,475	12,142	965	32,165	1,421	22,505	1,091	36,525	1,606
	11,255		31,874		13,106		33,586		23,596		38,131	

火災被害

	南海トラフ地震			養老－桑名－四日市断層帯地震			揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震		
	午前5時	昼12時	夕方6時	午前5時	昼12時	夕方6時	午前5時	昼12時	夕方6時
総出火件数	17	20	55	23	27	73	38	46	109
炎上出火件数	9	11	30	15	18	47	27	33	78
残出火件数	4	6	25	10	13	42	22	28	73
焼失棟数	33	50	293	98	132	557	270	350	1,115

人的被害

		南海トラフ地震			養老－桑名－四日市断層帯地震			揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震		
		午前5時	昼12時	夕方6時	午前5時	昼12時	夕方6時	午前5時	昼12時	夕方6時
死者数	建物	412	151	300	559	220	434	1,062	344	687
	火災	2	2	11	5	4	21	12	8	35
合計		412	153	308	561	223	447	1,067	348	708
重傷者数	建物	543	353	473	749	508	681	1,329	783	1,048
	火災	1	1	6	2	2	9	4	3	13
合計		543	354	478	751	510	690	1,332	786	1,062
負傷者数	建物	4,116	1,592	2,986	4,437	1,815	3,333	4,730	1,929	3,482
	火災	2	2	14	4	4	23	9	7	34
合計		4,118	1,594	3,000	4,441	1,819	3,356	4,739	1,936	3,516

	南海トラフ地震			養老－桑名－四日市断層帯地震			揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震		
	午前5時	昼12時	夕方6時	午前5時	昼12時	夕方6時	午前5時	昼12時	夕方6時
要救助者数	1,908	1,012	1,614	2,634	1,480	2,348	4,651	2,126	3,471

避難者

	南海トラフ地震			養老－桑名－四日市断層帯地震			揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震		
避難者数	20,565	～	34,275	23,339	～	38,898	36,811	～	61,351

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

15.　地区別集計結果一覧

15.1　南海トラフの巨大地震

建物分布
南海トラフ地震

	木造			非木造			合計
	旧築年	中築年	新築年	旧築年	中築年	新築年	
金華	966	432	368	172	268	493	2,699
京町	756	509	279	241	242	556	2,583
明徳	514	223	135	316	319	487	1,993
徹明	738	152	67	528	419	498	2,402
梅林	795	483	468	318	370	653	3,088
白山	610	434	410	261	334	729	2,778
華陽	466	561	505	109	181	500	2,322
本郷	816	561	505	264	266	581	2,992
木之本	608	443	418	210	274	617	2,570
本荘	548	1,031	1,158	297	437	1,107	4,579
日野	233	708	1,278	48	146	958	3,371
長良	580	688	804	125	200	527	2,925
長良西	358	1,387	1,480	145	361	1,066	4,798
長良東	394	1,229	1,585	132	294	827	4,462
島	346	629	2,331	98	158	1,415	4,977
早田	318	820	831	216	324	793	3,302
城西	144	1,008	1,246	96	187	602	3,283
三里	345	827	1,457	208	468	1,542	4,847
鷺山	492	1,405	1,535	137	289	915	4,775
加納	769	794	759	221	298	658	3,498
加納西	663	672	726	253	275	713	3,302
則武	193	1,033	1,490	99	143	869	3,826
常盤	327	901	1,150	78	238	616	3,310
長森南	651	1,458	2,051	210	325	1,230	5,924
長森北	353	865	843	120	224	613	3,018
長森西	281	768	1,193	168	247	756	3,413
長森東	213	827	1,273	80	187	735	3,314
木田	192	513	602	47	110	314	1,778
岩野田	200	1,308	1,129	146	174	481	3,438
岩野田北	141	833	1,403	60	205	626	3,267
黒野	460	2,161	1,817	145	472	1,330	6,384
方県	343	446	543	44	190	374	1,939
茜部	311	973	1,659	158	476	1,247	4,825
鶉	246	1,033	1,820	170	302	1,285	4,857
西郷	279	949	1,886	31	173	590	3,908
七郷	221	1,374	2,049	92	229	874	4,840
市橋	233	984	1,640	91	398	1,730	5,077
岩	284	766	763	86	244	442	2,586
鏡島	392	1,748	1,614	129	314	959	5,155
厚見	616	1,785	1,885	315	539	1,227	6,367
日置江	257	588	711	104	203	563	2,427
芥見	260	1,260	1,381	127	325	667	4,020
藍川	103	1,118	1,040	64	229	436	2,991
芥見東	61	964	589	46	302	310	2,273
芥見南	0	370	337	34	62	262	1,065
合渡	187	540	1,128	42	234	725	2,856
三輪南	452	1,219	2,002	106	325	1,008	5,113
三輪北	338	458	493	107	243	414	2,053
網代	332	356	361	31	136	361	1,578
柳津	618	1,397	2,235	263	598	1,473	6,585
合計	20,004	43,994	55,434	7,590	13,957	38,755	179,733

建物被害

南海トラフ地震

地域区分Ⅱ	建物被害										
	地域内全棟数	全壊				半壊				合計（棟）	建物被害率（%）
		木造		非木造		木造		非木造			
		揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化		
金華	2,699	169	0	10	1	478	0	37	1	697	25.8
京町	2,583	139	6	10	9	417	8	41	12	642	24.8
明徳	1,993	85	11	15	30	237	14	52	39	483	24.2
徹明	2,402	140	6	29	19	361	7	95	24	682	28.4
梅林	3,088	233	23	27	40	518	31	80	52	1,003	32.5
白山	2,778	171	16	22	30	433	23	71	39	804	28.9
華陽	2,322	165	23	12	22	413	35	37	29	736	31.7
本郷	2,992	159	13	13	16	477	19	47	20	763	25.5
木之本	2,570	151	9	16	15	437	14	55	20	718	27.9
本荘	4,579	201	29	25	46	651	48	82	59	1,141	24.9
日野	3,371	133	3	11	2	465	4	38	2	658	19.5
長良	2,925	180	8	12	8	557	13	40	10	828	28.3
長良西	4,798	219	20	19	22	757	35	65	28	1,166	24.3
長良東	4,462	193	6	15	5	692	10	51	7	978	21.9
島	4,977	157	19	15	24	555	34	52	32	889	17.9
早田	3,302	154	3	20	5	512	5	66	6	770	23.3
城西	3,283	149	3	11	3	543	6	39	3	757	23.1
三里	4,847	174	48	29	92	513	82	92	120	1,150	23.7
鷺山	4,775	250	16	17	18	839	28	56	23	1,247	26.1
加納	3,498	206	45	16	48	577	68	53	63	1,077	30.8
加納西	3,302	164	40	16	51	494	61	54	66	945	28.6
則武	3,826	160	10	12	8	577	17	40	10	834	21.8
常盤	3,310	139	19	10	19	486	32	35	24	764	23.1
長森南	5,924	281	76	21	73	856	129	69	95	1,601	27.0
長森北	3,018	105	11	8	11	413	18	31	15	614	20.3
長森西	3,413	162	26	18	36	456	46	55	47	845	24.8
長森東	3,314	104	8	9	9	414	15	31	12	602	18.2
木田	1,778	177	5	11	4	372	9	30	6	613	34.5
岩野田	3,438	152	12	10	9	593	21	34	12	842	24.5
岩野田北	3,267	98	15	8	13	398	28	29	17	605	18.5
黒野	6,384	216	9	16	12	921	16	61	16	1,267	19.8
方県	1,939	80	4	6	6	236	6	21	8	367	19.0
茜部	4,825	154	53	24	78	510	93	75	102	1,089	22.6
鶉	4,857	141	55	21	73	503	98	66	95	1,052	21.7
西郷	3,908	157	9	7	6	529	17	25	8	759	19.4
七郷	4,840	281	17	17	14	772	31	53	18	1,204	24.9
市橋	5,077	205	51	26	92	556	90	81	120	1,221	24.0
岩	2,586	133	12	11	12	447	19	36	16	687	26.6
鏡島	5,155	329	65	19	57	865	114	59	74	1,581	30.7
厚見	6,367	294	78	30	86	930	133	95	112	1,758	27.6
日置江	2,427	107	29	11	36	314	48	36	47	628	25.9
芥見	4,020	184	17	15	16	657	29	50	21	990	24.6
藍川	2,991	84	12	6	13	412	20	24	16	587	19.6
芥見東	2,273	73	1	8	1	357	2	28	2	473	20.8
芥見南	1,065	26	0	3	1	136	1	11	1	179	16.8
合渡	2,856	126	21	12	29	359	38	39	38	661	23.2
三輪南	5,113	154	1	11	1	637	1	43	1	849	16.6
三輪北	2,053	135	0	14	0	331	0	42	0	521	25.4
網代	1,578	52	2	3	5	175	4	12	7	261	16.5
柳津	6,585	234	78	30	97	753	132	96	126	1,544	23.5
合計	179,733	8,134	1,042	757	1,322	25,890	1,752	2,509	1,724	43,129	

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害
南海トラフ地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	夜間人口（人）	午前5時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	4,706	8	62	9	79	1.7	28	434
京町	4,236	7	48	7	61	1.4	21	368
明徳	3,401	4	28	5	36	1.1	16	311
徹明	4,879	6	53	10	68	1.4	36	526
梅林	6,362	11	79	15	105	1.7	50	844
白山	6,488	8	73	13	94	1.4	42	735
華陽	6,209	8	82	13	102	1.7	42	744
本郷	6,019	7	67	9	84	1.4	29	542
木之本	5,624	7	65	10	82	1.5	32	563
本荘	11,345	10	114	15	139	1.2	53	1,000
日野	7,740	7	73	9	89	1.2	31	471
長良	6,832	9	92	12	113	1.7	40	668
長良西	12,708	11	141	17	170	1.3	59	1,042
長良東	10,757	10	114	13	137	1.3	47	736
島	12,064	8	92	11	111	0.9	39	721
早田	9,271	7	98	13	119	1.3	46	714
城西	7,922	8	91	11	110	1.4	36	584
三里	13,353	9	111	16	135	1.0	62	1,239
鷺山	10,702	13	130	16	159	1.5	55	930
加納	7,201	10	89	13	111	1.5	41	852
加納西	7,837	8	85	12	105	1.3	40	848
則武	8,763	8	93	11	113	1.3	37	618
常盤	6,579	7	66	8	81	1.2	27	501
長森南	13,691	15	150	19	184	1.3	66	1,380
長森北	6,858	5	63	7	76	1.1	23	440
長森西	8,112	8	78	12	98	1.2	41	744
長森東	7,292	5	63	7	75	1.0	23	415
木田	3,168	9	44	9	63	2.0	32	451
岩野田	7,458	8	88	9	105	1.4	33	566
岩野田北	7,884	5	65	7	77	1.0	24	462
黒野	14,694	11	138	14	163	1.1	50	845
方県	2,679	4	20	3	27	1.0	12	173
茜部	12,908	8	101	13	122	0.9	53	1,092
鶉	11,785	7	91	11	109	0.9	43	937
西郷	8,505	9	77	10	95	1.1	34	544
七郷	11,098	15	121	19	155	1.4	67	1,020
市橋	14,130	10	117	17	144	1.0	66	1,316
岩	4,955	7	59	7	74	1.5	27	439
鏡島	12,786	17	162	23	202	1.6	79	1,485
厚見	14,137	15	155	20	190	1.3	72	1,439
日置江	4,743	6	45	7	57	1.2	24	474
芥見	8,034	10	93	11	113	1.4	38	649
藍川	6,323	4	57	5	67	1.1	19	360
芥見東	6,250	4	64	6	74	1.2	22	360
芥見南	3,080	1	26	2	30	1.0	9	143
合渡	6,482	6	52	7	66	1.0	27	521
三輪南	9,424	8	81	8	97	1.0	30	461
三輪北	2,599	7	28	5	40	1.5	19	251
網代	2,627	3	16	2	21	0.8	8	120
柳津	13,676	12	119	15	147	1.1	58	1,196
合計	406,379	412	4,118	543	5,074	1.2	1,908	34,275

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害
南海トラフ地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	昼間人口（人）	昼12時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	5,431	3	27	7	37	0.7	14	434
京町	5,797	3	25	6	35	0.6	14	368
明徳	9,650	4	34	9	46	0.5	26	311
徹明	15,740	6	74	19	99	0.6	68	526
梅林	7,419	5	37	11	52	0.7	28	844
白山	11,236	5	49	13	67	0.6	38	735
華陽	6,161	3	30	8	40	0.7	20	744
本郷	7,435	4	33	8	45	0.6	18	542
木之本	6,788	3	31	8	41	0.6	20	563
本荘	11,744	4	49	11	65	0.6	29	1,000
日野	5,265	2	19	4	25	0.5	10	471
長良	7,345	3	37	9	49	0.7	19	668
長良西	10,039	3	43	9	55	0.6	22	1,042
長良東	8,385	2	31	6	40	0.5	16	736
島	8,672	2	25	5	32	0.4	13	721
早田	9,837	3	41	9	53	0.5	25	714
城西	5,517	2	24	5	31	0.6	12	584
三里	17,519	4	55	12	71	0.4	43	1,239
鷺山	11,699	5	51	11	67	0.6	26	930
加納	7,806	4	37	9	50	0.6	21	852
加納西	9,377	3	39	9	51	0.5	24	848
則武	7,281	3	30	6	39	0.5	14	618
常盤	3,967	1	14	3	19	0.5	7	501
長森南	9,771	4	40	9	53	0.5	22	1,380
長森北	7,848	2	28	5	35	0.5	12	440
長森西	7,920	2	28	6	36	0.5	18	744
長森東	5,430	2	18	3	23	0.4	9	415
木田	1,912	2	10	4	16	0.8	9	451
岩野田	5,631	2	25	4	31	0.6	11	566
岩野田北	5,291	1	18	3	22	0.4	8	462
黒野	22,344	4	49	8	61	0.3	29	845
方県	1,729	1	5	1	8	0.5	4	173
茜部	13,657	3	43	9	55	0.4	32	1,092
鶉	15,139	4	49	10	62	0.4	38	937
西郷	5,429	2	18	4	24	0.4	9	544
七郷	8,066	4	35	9	48	0.6	21	1,020
市橋	19,470	5	62	14	80	0.4	48	1,316
岩	3,622	2	16	4	22	0.6	9	439
鏡島	9,910	4	45	11	60	0.6	25	1,485
厚見	13,918	5	56	12	73	0.5	36	1,439
日置江	5,528	2	21	5	28	0.5	15	474
芥見	6,440	3	27	5	35	0.5	14	649
藍川	3,708	1	13	2	16	0.4	5	360
芥見東	4,764	1	18	3	22	0.5	9	360
芥見南	2,620	1	9	1	11	0.4	4	143
合渡	5,876	2	17	4	23	0.4	11	521
三輪南	8,014	2	25	4	31	0.4	13	461
三輪北	2,159	2	9	3	14	0.6	8	251
網代	2,547	1	5	1	7	0.3	3	120
柳津	20,429	12	69	14	96	0.5	62	1,196
合計	419,279	153	1,594	354	2,100	0.5	1,012	34,275

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害
南海トラフ地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	昼間人口（人）	夕方6時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	5,431	7	52	9	68	1.3	25	434
京町	5,797	7	49	8	63	1.1	23	368
明徳	9,650	8	60	11	79	0.8	39	311
徹明	15,740	12	125	26	162	1.0	98	526
梅林	7,419	9	67	15	91	1.2	45	844
白山	11,236	9	88	18	115	1.0	57	735
華陽	6,161	5	56	11	72	1.2	33	744
本郷	7,435	7	64	11	82	1.1	30	542
木之本	6,788	6	57	10	73	1.1	31	563
本荘	11,744	8	94	15	117	1.0	47	1,000
日野	5,265	3	37	5	46	0.9	17	471
長良	7,345	7	73	12	91	1.2	33	668
長良西	10,039	7	84	12	102	1.0	37	1,042
長良東	8,385	5	61	8	74	0.9	27	736
島	8,672	4	48	7	58	0.7	21	721
早田	9,837	6	77	12	95	1.0	39	714
城西	5,517	4	48	7	58	1.1	20	584
三里	17,519	8	101	16	125	0.7	64	1,239
鷺山	11,699	10	100	15	125	1.1	44	930
加納	7,806	8	72	12	93	1.2	35	852
加納西	9,377	6	73	12	92	1.0	39	848
則武	7,281	5	59	8	72	1.0	25	618
常盤	3,967	3	28	4	35	0.9	12	501
長森南	9,771	8	78	12	98	1.0	38	1,380
長森北	7,848	5	54	7	66	0.8	21	440
長森西	7,920	5	52	9	66	0.8	28	744
長森東	5,430	3	36	5	44	0.8	14	415
木田	1,912	4	20	5	29	1.5	15	451
岩野田	5,631	4	48	6	59	1.0	19	566
岩野田北	5,291	3	35	4	42	0.8	13	462
黒野	22,344	8	91	11	109	0.5	45	845
方県	1,729	2	10	2	14	0.8	7	173
茜部	13,657	6	78	12	96	0.7	48	1,092
鶉	15,139	8	88	13	109	0.7	58	937
西郷	5,429	4	36	6	45	0.8	17	544
七郷	8,066	8	68	12	89	1.1	37	1,020
市橋	19,470	10	112	19	141	0.7	74	1,316
岩	3,622	4	32	5	40	1.1	15	439
鏡島	9,910	9	88	15	111	1.1	44	1,485
厚見	13,918	10	105	16	131	0.9	57	1,439
日置江	5,528	5	39	7	50	0.9	23	474
芥見	6,440	5	52	7	65	1.0	23	649
藍川	3,708	2	25	3	30	0.8	9	360
芥見東	4,764	2	35	4	41	0.9	14	360
芥見南	2,620	1	17	2	20	0.8	6	143
合渡	5,876	4	33	5	42	0.7	18	521
三輪南	8,014	5	47	5	57	0.7	21	461
三輪北	2,159	4	17	4	24	1.1	13	251
網代	2,547	2	10	1	12	0.5	5	120
柳津	20,429	23	124	19	166	0.8	92	1,196
合計	419,279	308	3,000	478	3,785	0.9	1,614	34,275

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

火災被害

南海トラフ地震

地域区分Ⅱ	午前5時				昼12時				夕方6時			
	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数
金華	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
京町	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
明徳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
徹明	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
梅林	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	8
白山	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
華陽	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
本郷	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
木之本	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
本荘	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	7
日野	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
長良	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
長良西	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	8
長良東	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
島	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
早田	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
城西	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
三里	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	16
鷺山	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4
加納	0	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	13
加納西	0	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	12
則武	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
常盤	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
長森南	1	1	0	3	1	1	0	4	3	2	2	21
長森北	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
長森西	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	8
長森東	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
木田	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6
岩野田	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
岩野田北	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
黒野	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
方県	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
茜部	0	0	0	2	1	0	0	2	2	1	1	11
鶉	0	0	0	2	0	0	0	2	2	1	1	10
西郷	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
七郷	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	9
市橋	1	0	0	2	1	1	0	3	2	2	1	17
岩	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
鏡島	1	1	0	1	1	1	0	2	2	2	1	17
厚見	1	1	0	3	1	1	0	5	3	2	2	22
日置江	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	6
芥見	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
藍川	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
芥見東	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
芥見南	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
合渡	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6
三輪南	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
三輪北	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
網代	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
柳津	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	14
合計	17	9	4	33	20	11	6	50	55	30	25	293

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

ライフライン被害
南海トラフ地震

地域区分Ⅱ	上水道			下水道		
	被害箇所数（箇所）	管路延長（km）	被害率（箇所/km）	被害延長（km）	管路延長（km）	被害率（%）
金華	10	29	0.3	1	20	3.8
京町	12	25	0.5	1	21	3.0
明徳	10	20	0.5	1	17	4.8
徹明	13	27	0.5	2	25	7.6
梅林	18	36	0.5	2	28	8.2
白山	14	31	0.5	2	26	7.3
華陽	14	24	0.6	2	23	6.9
本郷	15	28	0.5	1	25	3.2
木之本	14	25	0.6	2	25	6.6
本荘	32	49	0.7	3	51	6.4
日野	25	56	0.4	5	52	9.2
長良	12	27	0.4	1	25	5.5
長良西	32	64	0.5	4	64	5.7
長良東	30	75	0.4	4	64	7.0
島	34	69	0.5	7	90	7.7
早田	18	40	0.5	2	37	4.9
城西	16	36	0.4	2	41	5.5
三里	40	68	0.6	7	85	7.8
鷺山	31	71	0.4	5	65	8.4
加納	21	30	0.7	2	29	6.9
加納西	22	34	0.6	2	33	6.9
則武	22	54	0.4	4	54	7.7
常盤	22	49	0.4	3	29	8.9
長森南	80	71	1.1	8	75	10.4
長森北	15	37	0.4	2	35	4.3
長森西	24	50	0.5	4	49	7.4
長森東	18	41	0.4	2	40	5.8
木田	18	18	1.0	2	19	10.7
岩野田	24	47	0.5	4	49	8.0
岩野田北	19	43	0.4	4	47	7.9
黒野	42	92	0.5	2	52	4.7
方県	20	41	0.5	0	0	0.0
茜部	59	68	0.9	5	75	7.0
鶉	54	60	0.9	5	69	6.9
西郷	24	56	0.4	3	48	6.3
七郷	23	45	0.5	6	67	8.4
市橋	61	83	0.7	9	104	8.9
岩	20	44	0.5	3	32	9.6
鏡島	59	49	1.2	5	54	9.1
厚見	84	71	1.2	7	79	8.8
日置江	9	23	0.4	3	37	9.1
芥見	36	64	0.6	6	60	9.4
藍川	25	48	0.5	1	25	4.8
芥見東	10	33	0.3	2	32	5.8
芥見南	8	21	0.4	1	18	5.1
合渡	34	35	1.0	5	50	10.8
三輪南	46	81	0.6	4	75	4.8
三輪北	21	38	0.6	0	1	3.0
網代	15	35	0.4	0	0	0.0
柳津	97	110	0.9	8	102	8.2
合計	1,425	2,370	0.6	165	2222	7.4

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

15.2　養老－桑名－四日市断層帯地震

建物分布

養老－桑名－四日市断層帯地震

	木造			非木造			合計
	旧築年	中築年	新築年	旧築年	中築年	新築年	
金華	966	432	368	172	268	493	2,699
京町	756	509	279	241	242	556	2,583
明徳	514	223	135	316	319	487	1,993
徹明	738	152	67	528	419	498	2,402
梅林	795	483	468	318	370	653	3,088
白山	610	434	410	261	334	729	2,778
華陽	466	561	505	109	181	500	2,322
本郷	816	561	505	264	266	581	2,992
木之本	608	443	418	210	274	617	2,570
本荘	548	1,031	1,158	297	437	1,107	4,579
日野	233	708	1,278	48	146	958	3,371
長良	580	688	804	125	200	527	2,925
長良西	358	1,387	1,480	145	361	1,066	4,798
長良東	394	1,229	1,585	132	294	827	4,462
島	346	629	2,331	98	158	1,415	4,977
早田	318	820	831	216	324	793	3,302
城西	144	1,008	1,246	96	187	602	3,283
三里	345	827	1,457	208	468	1,542	4,847
鷺山	492	1,405	1,535	137	289	915	4,775
加納	769	794	759	221	298	658	3,498
加納西	663	672	726	253	275	713	3,302
則武	193	1,033	1,490	99	143	869	3,826
常盤	327	901	1,150	78	238	616	3,310
長森南	651	1,458	2,051	210	325	1,230	5,924
長森北	353	865	843	120	224	613	3,018
長森西	281	768	1,193	168	247	756	3,413
長森東	213	827	1,273	80	187	735	3,314
木田	192	513	602	47	110	314	1,778
岩野田	200	1,308	1,129	146	174	481	3,438
岩野田北	141	833	1,403	60	205	626	3,267
黒野	460	2,161	1,817	145	472	1,330	6,384
方県	343	446	543	44	190	374	1,939
茜部	311	973	1,659	158	476	1,247	4,825
鶉	246	1,033	1,820	170	302	1,285	4,857
西郷	279	949	1,886	31	173	590	3,908
七郷	221	1,374	2,049	92	229	874	4,840
市橋	233	984	1,640	91	398	1,730	5,077
岩	284	766	763	86	244	442	2,586
鏡島	392	1,748	1,614	129	314	959	5,155
厚見	616	1,785	1,885	315	539	1,227	6,367
日置江	257	588	711	104	203	563	2,427
芥見	260	1,260	1,381	127	325	667	4,020
藍川	103	1,118	1,040	64	229	436	2,991
芥見東	61	964	589	46	302	310	2,273
芥見南	0	370	337	34	62	262	1,065
合渡	187	540	1,128	42	234	725	2,856
三輪南	452	1,219	2,002	106	325	1,008	5,113
三輪北	338	458	493	107	243	414	2,053
網代	332	356	361	31	136	361	1,578
柳津	618	1,397	2,235	263	598	1,473	6,585
合計	20,004	43,994	55,434	7,590	13,957	38,755	179,733

建物被害

養老－桑名－四日市断層帯地震

地域区分Ⅱ	建物被害										
	地域内全棟数	全壊				半壊				合計（棟）	建物被害率（%）
		木造		非木造		木造		非木造			
		揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化		
金華	2,699	245	0	17	0	611	0	55	1	929	34.4
京町	2,583	237	3	22	4	546	4	66	5	887	34.3
明徳	1,993	183	3	31	9	321	4	89	11	652	32.7
徹明	2,402	237	2	46	7	382	3	129	9	815	33.9
梅林	3,088	242	9	28	17	548	14	84	23	965	31.2
白山	2,778	224	8	28	17	460	12	82	23	854	30.7
華陽	2,322	167	17	13	16	424	26	41	20	724	31.2
本郷	2,992	286	5	25	6	616	7	73	7	1,024	34.2
木之本	2,570	254	4	26	6	489	5	75	7	866	33.7
本荘	4,579	349	10	41	15	786	16	118	19	1,352	29.5
日野	3,371	129	2	11	1	467	2	38	1	651	19.3
長良	2,925	184	3	12	3	568	5	41	4	821	28.1
長良西	4,798	228	7	20	7	789	12	68	10	1,140	23.8
長良東	4,462	173	2	14	2	683	4	50	3	930	20.9
島	4,977	267	7	24	8	678	12	75	10	1,082	21.7
早田	3,302	242	2	29	4	571	4	84	5	941	28.5
城西	3,283	248	2	18	2	637	4	52	3	966	29.4
三里	4,847	281	13	43	25	627	22	123	33	1,167	24.1
鷺山	4,775	335	7	21	8	908	13	66	11	1,370	28.7
加納	3,498	222	16	18	16	656	23	60	21	1,031	29.5
加納西	3,302	190	11	19	14	572	17	62	18	903	27.4
則武	3,826	271	4	19	4	691	7	56	5	1,056	27.6
常盤	3,310	136	9	11	8	506	15	37	10	732	22.1
長森南	5,924	173	25	15	29	797	44	55	38	1,176	19.8
長森北	3,018	90	5	8	5	442	8	32	6	597	19.8
長森西	3,413	119	20	13	29	437	35	46	38	738	21.6
長森東	3,314	90	4	8	4	424	7	30	6	572	17.3
木田	1,778	202	2	12	1	387	3	33	2	642	36.1
岩野田	3,438	127	3	9	3	563	6	32	3	745	21.7
岩野田北	3,267	97	4	8	4	416	8	29	5	571	17.5
黒野	6,384	524	5	34	6	1,302	8	102	7	1,988	31.1
方県	1,939	77	2	7	3	284	4	24	4	407	21.0
茜部	4,825	228	16	35	23	674	28	102	30	1,134	23.5
鶉	4,857	255	23	37	33	705	40	100	44	1,237	25.5
西郷	3,908	344	5	16	3	758	9	45	4	1,184	30.3
七郷	4,840	512	7	31	6	992	13	81	7	1,648	34.0
市橋	5,077	479	14	57	28	735	25	143	36	1,517	29.9
岩	2,586	73	2	6	3	355	4	25	3	471	18.2
鏡島	5,155	764	13	44	14	1,133	24	107	18	2,116	41.0
厚見	6,367	306	23	32	36	1,028	41	101	46	1,613	25.3
日置江	2,427	268	18	28	25	426	31	66	33	896	36.9
芥見	4,020	62	6	7	6	427	10	28	8	553	13.8
藍川	2,991	53	7	4	8	349	11	19	10	460	15.4
芥見東	2,273	35	1	4	1	263	1	19	1	325	14.3
芥見南	1,065	13	0	2	0	96	0	7	0	118	11.1
合渡	2,856	207	15	19	22	425	27	54	29	796	27.9
三輪南	5,113	67	0	7	0	496	0	31	0	601	11.8
三輪北	2,053	75	0	9	0	288	0	31	0	402	19.6
網代	1,578	68	2	6	4	251	3	19	5	358	22.7
柳津	6,585	452	43	60	63	1,039	75	153	82	1,966	29.9
合計	179,733	11,088	409	1,054	556	29,028	695	3,138	725	46,692	

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害

養老－桑名－四日市断層帯地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	夜間人口（人）	午前5時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	4,706	12	71	13	95	2.0	41	611
京町	4,236	11	59	12	82	1.9	37	564
明徳	3,401	8	42	10	59	1.7	35	479
徹明	4,879	10	56	16	82	1.7	59	739
梅林	6,362	11	79	15	105	1.6	49	770
白山	6,488	10	75	16	101	1.6	51	801
華陽	6,209	8	81	13	103	1.7	44	741
本郷	6,019	13	85	17	115	1.9	54	827
木之本	5,624	12	76	17	105	1.9	54	784
本荘	11,345	17	142	26	185	1.6	91	1,309
日野	7,740	7	73	9	89	1.1	31	463
長良	6,832	9	93	13	114	1.7	41	654
長良西	12,708	11	146	18	176	1.4	61	993
長良東	10,757	9	110	12	131	1.2	43	663
島	12,064	14	116	19	149	1.2	65	961
早田	9,271	12	115	21	148	1.6	71	1,008
城西	7,922	13	110	18	141	1.8	60	866
三里	13,353	14	128	25	167	1.2	96	1,298
鷺山	10,702	18	131	21	169	1.6	72	1,085
加納	7,201	11	96	14	121	1.7	45	763
加納西	7,837	9	95	14	118	1.5	46	757
則武	8,763	14	110	18	143	1.6	62	896
常盤	6,579	7	64	7	79	1.2	27	445
長森南	13,691	9	123	12	144	1.1	41	829
長森北	6,858	5	64	6	74	1.1	21	383
長森西	8,112	6	69	8	83	1.0	30	586
長森東	7,292	5	61	6	72	1.0	21	363
木田	3,168	11	44	11	65	2.1	37	491
岩野田	7,458	7	81	8	96	1.3	28	460
岩野田北	7,884	5	67	7	79	1.0	25	414
黒野	14,694	28	193	34	254	1.7	119	1,659
方県	2,679	4	23	3	30	1.1	12	178
茜部	12,908	12	131	19	162	1.3	78	1,079
鶉	11,785	13	130	20	163	1.4	77	1,118
西郷	8,505	19	105	21	145	1.7	75	1,014
七郷	11,098	27	142	35	204	1.8	121	1,604
市橋	14,130	24	144	40	208	1.5	148	1,875
岩	4,955	4	43	4	51	1.0	15	253
鏡島	12,786	40	168	54	262	2.0	184	2,409
厚見	14,137	16	161	21	198	1.4	75	1,220
日置江	4,743	14	59	16	89	1.9	60	807
芥見	8,034	3	51	4	58	0.7	13	275
藍川	6,323	3	46	3	52	0.8	12	249
芥見東	6,250	2	43	3	48	0.8	11	209
芥見南	3,080	1	17	1	19	0.6	4	82
合渡	6,482	11	59	12	82	1.3	44	684
三輪南	9,424	4	55	4	63	0.7	14	258
三輪北	2,599	4	24	3	31	1.2	11	156
網代	2,627	4	21	3	27	1.0	12	158
柳津	13,676	24	166	29	219	1.6	111	1,611
合計	406,379	561	4,441	751	5,753	1.4	2,634	38,898

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害

養老－桑名－四日市断層帯地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	昼間人口（人）	昼12時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	5,431	5	31	10	46	0.8	21	611
京町	5,797	6	32	11	50	0.9	27	564
明徳	9,650	8	53	19	81	0.8	57	479
徹明	15,740	10	86	32	128	0.8	111	739
梅林	7,419	5	39	12	57	0.8	32	770
白山	11,236	6	55	18	79	0.7	50	801
華陽	6,161	3	31	9	42	0.7	23	741
本郷	7,435	6	42	14	62	0.8	31	827
木之本	6,788	5	37	13	55	0.8	33	784
本荘	11,744	7	62	19	88	0.7	49	1,309
日野	5,265	2	19	4	25	0.5	10	463
長良	7,345	4	38	9	50	0.7	20	654
長良西	10,039	3	45	10	58	0.6	23	993
長良東	8,385	2	30	6	38	0.5	15	663
島	8,672	3	32	9	44	0.5	22	961
早田	9,837	5	50	14	68	0.7	38	1,008
城西	5,517	3	30	8	41	0.8	19	866
三里	17,519	6	68	19	93	0.5	66	1,298
鷺山	11,699	6	53	14	74	0.6	33	1,085
加納	7,806	4	40	10	55	0.7	23	763
加納西	9,377	4	44	10	58	0.6	29	757
則武	7,281	4	36	10	51	0.7	24	896
常盤	3,967	1	14	3	18	0.5	7	445
長森南	9,771	2	33	6	41	0.4	14	829
長森北	7,848	2	28	5	35	0.4	11	383
長森西	7,920	2	24	5	31	0.4	13	586
長森東	5,430	1	18	3	22	0.4	8	363
木田	1,912	2	10	4	17	0.9	10	491
岩野田	5,631	2	22	4	27	0.5	9	460
岩野田北	5,291	1	19	3	23	0.4	8	414
黒野	22,344	9	71	19	98	0.4	60	1,659
方県	1,729	1	6	1	9	0.5	4	178
茜部	13,657	4	56	13	73	0.5	47	1,079
鶉	15,139	7	68	17	92	0.6	66	1,118
西郷	5,429	4	25	9	38	0.7	20	1,014
七郷	8,066	8	40	17	65	0.8	39	1,604
市橋	19,470	11	83	30	124	0.6	100	1,875
岩	3,622	1	12	2	14	0.4	5	253
鏡島	9,910	10	52	25	87	0.9	59	2,409
厚見	13,918	5	59	12	76	0.5	38	1,220
日置江	5,528	6	29	12	47	0.8	35	807
芥見	6,440	1	15	2	17	0.3	5	275
藍川	3,708	1	10	1	12	0.3	3	249
芥見東	4,764	1	12	1	14	0.3	4	209
芥見南	2,620	0	6	1	7	0.3	2	82
合渡	5,876	3	21	7	31	0.5	18	684
三輪南	8,014	1	17	2	20	0.2	7	258
三輪北	2,159	1	8	1	10	0.5	4	156
網代	2,547	1	7	1	10	0.4	6	158
柳津	20,429	25	102	26	153	0.7	122	1,611
合計	419,279	223	1,819	510	2,552	0.6	1,480	38,898

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害

養老－桑名－四日市断層帯地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	昼間人口（人）	夕方6時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	5,431	10	60	13	83	1.5	37	611
京町	5,797	12	61	15	88	1.5	43	564
明徳	9,650	17	91	25	133	1.4	85	479
徹明	15,740	20	138	43	201	1.3	160	739
梅林	7,419	11	71	17	98	1.3	50	770
白山	11,236	13	97	24	133	1.2	75	801
華陽	6,161	6	57	12	75	1.2	36	741
本郷	7,435	13	80	19	112	1.5	52	827
木之本	6,788	10	68	17	95	1.4	52	784
本荘	11,744	15	115	25	155	1.3	79	1,309
日野	5,265	3	37	5	46	0.9	16	463
長良	7,345	7	73	12	92	1.3	34	654
長良西	10,039	7	87	13	106	1.1	38	993
長良東	8,385	4	59	7	71	0.8	24	663
島	8,672	7	62	12	80	0.9	36	961
早田	9,837	9	92	19	120	1.2	60	1,008
城西	5,517	7	58	11	76	1.4	32	866
三里	17,519	12	120	26	158	0.9	100	1,298
鷺山	11,699	13	104	20	137	1.2	58	1,085
加納	7,806	9	78	13	100	1.3	39	763
加納西	9,377	7	82	14	104	1.1	45	757
則武	7,281	9	70	14	92	1.3	41	896
常盤	3,967	3	27	4	34	0.9	12	445
長森南	9,771	5	65	7	77	0.8	24	829
長森北	7,848	4	55	6	65	0.8	19	383
長森西	7,920	4	46	6	56	0.7	21	586
長森東	5,430	3	35	4	42	0.8	13	363
木田	1,912	5	20	5	30	1.6	17	491
岩野田	5,631	4	43	5	51	0.9	15	460
岩野田北	5,291	3	36	5	44	0.8	14	414
黒野	22,344	18	129	25	172	0.8	97	1,659
方県	1,729	2	11	2	16	0.9	7	178
茜部	13,657	9	101	17	126	0.9	70	1,079
鶉	15,139	13	120	24	157	1.0	100	1,118
西郷	5,429	9	49	12	70	1.3	36	1,014
七郷	8,066	16	78	23	116	1.4	70	1,604
市橋	19,470	22	145	41	207	1.1	155	1,875
岩	3,622	2	23	3	27	0.7	8	253
鏡島	9,910	20	97	34	152	1.5	102	2,409
厚見	13,918	11	110	17	137	1.0	60	1,220
日置江	5,528	12	52	16	79	1.4	56	807
芥見	6,440	2	29	2	33	0.5	8	275
藍川	3,708	1	20	2	23	0.6	6	249
芥見東	4,764	1	23	2	26	0.5	7	209
芥見南	2,620	1	11	1	13	0.5	3	82
合渡	5,876	6	39	9	54	0.9	30	684
三輪南	8,014	2	32	3	37	0.5	11	258
三輪北	2,159	2	15	2	19	0.9	7	156
網代	2,547	2	13	2	17	0.7	9	158
柳津	20,429	46	175	35	256	1.3	181	1,611
合計	419,279	447	3,356	690	4,492	1.1	2,348	38,898

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

火災被害

養老－桑名－四日市断層帯地震

地域区分Ⅱ	午前5時				昼12時				夕方6時			
	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数
金華	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	12
京町	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	13
明徳	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	10
徹明	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	13
梅林	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	11
白山	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	13
華陽	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	10
本郷	1	0	0	3	1	0	0	4	2	1	1	16
木之本	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	13
本荘	1	1	0	4	1	1	0	5	2	2	1	22
日野	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	11
長良	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
長良西	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	15
長良東	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
島	1	0	0	3	1	1	0	4	2	2	1	19
早田	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	14
城西	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	13
三里	1	0	0	3	1	1	0	4	2	2	2	18
鷺山	1	1	0	3	1	1	0	4	2	2	1	19
加納	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	13
加納西	0	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	12
則武	1	0	0	3	1	0	0	4	2	1	1	15
常盤	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	1	7
長森南	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	5
長森北	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
長森西	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
長森東	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
木田	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	8
岩野田	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	6
岩野田北	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
黒野	1	1	0	4	1	1	1	6	3	2	2	24
方県	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
茜部	1	0	0	2	1	0	0	3	2	1	1	13
鶉	1	0	0	3	1	1	0	4	2	2	1	18
西郷	1	0	0	3	1	1	0	4	2	1	1	17
七郷	1	1	0	4	1	1	1	6	3	2	2	22
市橋	1	1	0	5	1	1	1	6	3	2	2	23
岩	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
鏡島	1	1	1	6	1	1	1	8	3	2	2	32
厚見	1	0	0	2	1	0	0	2	2	1	1	9
日置江	1	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	11
芥見	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
藍川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
芥見東	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
芥見南	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
合渡	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	1	12
三輪南	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
三輪北	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
網代	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3
柳津	1	1	1	5	1	1	1	6	3	2	2	25
合計	23	15	10	98	27	18	13	132	73	47	42	557

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

ライフライン被害

養老－桑名－四日市断層帯地震

地域区分Ⅱ	上水道			下水道		
	被害箇所数（箇所）	管路延長（km）	被害率（箇所/km）	被害延長（km）	管路延長（km）	被害率（%）
金華	10	29	0.3	2	20	7.9
京町	12	25	0.5	1	21	6.5
明徳	9	20	0.5	1	17	6.5
徹明	13	27	0.5	2	25	7.4
梅林	16	36	0.4	2	28	7.6
白山	12	31	0.4	2	26	7.0
華陽	13	24	0.5	2	23	6.6
本郷	14	28	0.5	1	25	5.6
木之本	14	25	0.6	2	25	6.3
本荘	33	49	0.7	3	51	5.7
日野	23	56	0.4	5	52	9.0
長良	16	27	0.6	1	25	5.3
長良西	43	64	0.7	3	64	5.2
長良東	36	75	0.5	4	64	6.5
島	54	69	0.8	7	90	7.4
早田	27	40	0.7	2	37	4.8
城西	26	36	0.7	2	41	5.5
三里	40	68	0.6	6	85	6.5
鷺山	44	71	0.6	5	65	8.3
加納	19	30	0.6	2	29	5.5
加納西	20	34	0.6	2	33	5.3
則武	34	54	0.6	4	54	7.6
常盤	26	49	0.5	2	29	7.9
長森南	61	71	0.9	4	75	5.7
長森北	18	37	0.5	1	35	4.3
長森西	23	50	0.5	4	49	7.3
長森東	19	41	0.5	2	40	5.8
木田	17	18	0.9	2	19	10.7
岩野田	26	47	0.6	4	49	7.8
岩野田北	22	43	0.5	4	47	9.1
黒野	56	92	0.6	5	52	10.4
方県	21	41	0.5	0	0	0.0
茜部	70	68	1.0	5	75	7.2
鶉	74	60	1.2	5	69	7.4
西郷	36	56	0.6	5	48	11.1
七郷	26	45	0.6	7	67	10.9
市橋	66	83	0.8	8	104	8.0
岩	14	44	0.3	2	32	5.4
鏡島	64	49	1.3	5	54	8.4
厚見	77	71	1.1	6	79	7.1
日置江	13	23	0.6	4	37	10.9
芥見	25	64	0.4	3	60	4.6
藍川	27	48	0.6	1	25	4.8
芥見東	7	33	0.2	1	32	4.2
芥見南	6	21	0.3	1	18	4.1
合渡	41	35	1.2	5	50	10.7
三輪南	53	81	0.7	4	75	4.8
三輪北	19	38	0.5	0	1	3.0
網代	18	35	0.5	0	0	0.0
柳津	135	110	1.2	11	102	10.6
合計	1,584	2,370	0.7	162	2222	7.3

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

15.3　揖斐川－武儀川断層帯地震

建物分布

揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震

	木造			非木造			合計
	旧築年	中築年	新築年	旧築年	中築年	新築年	
金華	966	432	368	172	268	493	2,699
京町	756	509	279	241	242	556	2,583
明徳	514	223	135	316	319	487	1,993
徹明	738	152	67	528	419	498	2,402
梅林	795	483	468	318	370	653	3,088
白山	610	434	410	261	334	729	2,778
華陽	466	561	505	109	181	500	2,322
本郷	816	561	505	264	266	581	2,992
木之本	608	443	418	210	274	617	2,570
本荘	548	1,031	1,158	297	437	1,107	4,579
日野	233	708	1,278	48	146	958	3,371
長良	580	688	804	125	200	527	2,925
長良西	358	1,387	1,480	145	361	1,066	4,798
長良東	394	1,229	1,585	132	294	827	4,462
島	346	629	2,331	98	158	1,415	4,977
早田	318	820	831	216	324	793	3,302
城西	144	1,008	1,246	96	187	602	3,283
三里	345	827	1,457	208	468	1,542	4,847
鷺山	492	1,405	1,535	137	289	915	4,775
加納	769	794	759	221	298	658	3,498
加納西	663	672	726	253	275	713	3,302
則武	193	1,033	1,490	99	143	869	3,826
常盤	327	901	1,150	78	238	616	3,310
長森南	651	1,458	2,051	210	325	1,230	5,924
長森北	353	865	843	120	224	613	3,018
長森西	281	768	1,193	168	247	756	3,413
長森東	213	827	1,273	80	187	735	3,314
木田	192	513	602	47	110	314	1,778
岩野田	200	1,308	1,129	146	174	481	3,438
岩野田北	141	833	1,403	60	205	626	3,267
黒野	460	2,161	1,817	145	472	1,330	6,384
方県	343	446	543	44	190	374	1,939
茜部	311	973	1,659	158	476	1,247	4,825
鶉	246	1,033	1,820	170	302	1,285	4,857
西郷	279	949	1,886	31	173	590	3,908
七郷	221	1,374	2,049	92	229	874	4,840
市橋	233	984	1,640	91	398	1,730	5,077
岩	284	766	763	86	244	442	2,586
鏡島	392	1,748	1,614	129	314	959	5,155
厚見	616	1,785	1,885	315	539	1,227	6,367
日置江	257	588	711	104	203	563	2,427
芥見	260	1,260	1,381	127	325	667	4,020
藍川	103	1,118	1,040	64	229	436	2,991
芥見東	61	964	589	46	302	310	2,273
芥見南	0	370	337	34	62	262	1,065
合渡	187	540	1,128	42	234	725	2,856
三輪南	452	1,219	2,002	106	325	1,008	5,113
三輪北	338	458	493	107	243	414	2,053
網代	332	356	361	31	136	361	1,578
柳津	618	1,397	2,235	263	598	1,473	6,585
合計	20,004	43,994	55,434	7,590	13,957	38,755	179,733

建物被害

揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震

地域区分Ⅱ	建物被害										
	地域内全棟数	全壊				半壊				合計（棟）	建物被害率（%）
		木造		非木造		木造		非木造			
		揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化	揺れ	液状化		
金華	2,699	334	0	22	0	636	0	64	1	1,057	39.2
京町	2,583	312	3	26	4	568	4	75	5	997	38.6
明徳	1,993	192	3	32	9	320	4	90	12	663	33.3
徹明	2,402	237	2	46	7	382	3	129	9	815	33.9
梅林	3,088	325	18	35	29	549	25	98	38	1,116	36.2
白山	2,778	261	12	32	24	463	19	90	31	932	33.5
華陽	2,322	266	17	18	16	456	27	50	21	872	37.5
本郷	2,992	339	5	28	6	636	7	81	8	1,109	37.1
木之本	2,570	237	4	24	6	482	5	71	7	837	32.6
本荘	4,579	322	17	36	27	752	29	108	35	1,327	29.0
日野	3,371	427	2	35	1	615	3	82	2	1,166	34.6
長良	2,925	406	7	25	6	641	10	65	8	1,168	39.9
長良西	4,798	503	11	40	12	938	18	106	15	1,643	34.2
長良東	4,462	645	4	47	3	931	6	108	5	1,748	39.2
島	4,977	269	7	24	8	676	12	74	10	1,081	21.7
早田	3,302	361	2	43	4	610	4	108	5	1,138	34.5
城西	3,283	325	2	23	2	674	4	60	3	1,092	33.3
三里	4,847	267	19	36	37	608	33	109	48	1,158	23.9
鷺山	4,775	623	10	38	11	1,022	16	96	14	1,830	38.3
加納	3,498	323	16	25	16	682	24	73	21	1,180	33.7
加納西	3,302	265	11	25	14	600	17	76	18	1,027	31.1
則武	3,826	399	5	27	4	752	8	71	5	1,271	33.2
常盤	3,310	401	15	28	14	650	25	68	18	1,221	36.9
長森南	5,924	440	35	32	37	1,046	60	93	48	1,790	30.2
長森北	3,018	188	8	14	8	546	13	46	10	833	27.6
長森西	3,413	228	24	23	34	512	41	65	44	971	28.4
長森東	3,314	239	7	18	8	579	13	53	10	926	27.9
木田	1,778	302	2	19	2	401	3	43	2	773	43.5
岩野田	3,438	638	6	39	5	835	11	83	7	1,625	47.3
岩野田北	3,267	490	7	38	6	660	12	81	8	1,301	39.8
黒野	6,384	877	5	54	7	1,376	9	135	9	2,471	38.7
方県	1,939	316	4	26	6	358	6	54	7	775	40.0
茜部	4,825	111	16	20	23	478	28	68	30	775	16.1
鶉	4,857	108	19	20	25	485	34	65	32	789	16.2
西郷	3,908	546	5	25	3	821	10	61	4	1,476	37.8
七郷	4,840	654	8	41	6	1,028	16	97	8	1,859	38.4
市橋	5,077	328	16	38	33	679	28	108	43	1,273	25.1
岩	2,586	658	5	60	6	513	9	104	7	1,361	52.6
鏡島	5,155	636	15	36	14	1,102	26	94	19	1,943	37.7
厚見	6,367	392	33	35	45	1,065	58	108	59	1,795	28.2
日置江	2,427	67	9	9	11	282	15	30	14	436	18.0
芥見	4,020	1,129	12	99	12	789	22	161	16	2,241	55.7
藍川	2,991	827	11	56	12	640	20	96	16	1,680	56.2
芥見東	2,273	487	1	44	1	545	2	85	2	1,168	51.4
芥見南	1,065	165	0	15	1	223	1	33	1	438	41.1
合渡	2,856	197	13	18	18	407	23	51	24	752	26.3
三輪南	5,113	1,578	1	138	1	973	1	217	1	2,910	56.9
三輪北	2,053	762	0	117	0	272	0	143	0	1,294	63.0
網代	1,578	179	2	12	4	330	3	32	6	568	36.0
柳津	6,585	141	22	24	26	691	37	83	34	1,058	16.1
合計	179,733	20,720	476	1,785	615	32,282	805	4,243	802	61,728	

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害

揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	夜間人口（人）	午前5時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	4,706	16	67	17	100	2.1	56	785
京町	4,236	15	60	15	90	2.1	49	701
明徳	3,401	8	41	11	60	1.8	37	501
徹明	4,879	10	56	16	82	1.7	59	739
梅林	6,362	15	83	21	119	1.9	68	1,023
白山	6,488	12	82	19	112	1.7	62	953
華陽	6,209	13	88	20	121	1.9	67	1,006
本郷	6,019	16	87	20	124	2.1	64	945
木之本	5,624	11	74	16	100	1.8	50	741
本荘	11,345	16	136	25	176	1.6	84	1,281
日野	7,740	22	89	27	138	1.8	96	1,181
長良	6,832	20	101	28	149	2.2	90	1,249
長良西	12,708	25	170	40	235	1.9	132	1,859
長良東	10,757	34	136	43	213	2.0	153	1,900
島	12,064	14	115	19	148	1.2	65	964
早田	9,271	17	124	31	173	1.9	106	1,399
城西	7,922	17	111	23	151	1.9	78	1,078
三里	13,353	13	125	24	162	1.2	87	1,287
鷺山	10,702	33	131	40	204	1.9	134	1,814
加納	7,201	16	98	20	134	1.9	63	988
加納西	7,837	13	100	19	132	1.7	64	970
則武	8,763	21	113	27	161	1.8	90	1,226
常盤	6,579	21	81	21	123	1.9	76	1,021
長森南	13,691	23	178	30	231	1.7	103	1,620
長森北	6,858	10	83	12	105	1.5	42	656
長森西	8,112	12	87	16	115	1.4	56	913
長森東	7,292	12	86	16	114	1.6	54	782
木田	3,168	16	42	16	74	2.3	55	681
岩野田	7,458	34	95	41	170	2.3	143	1,755
岩野田北	7,884	26	100	34	160	2.0	119	1,496
黒野	14,694	46	177	56	279	1.9	193	2,475
方県	2,679	17	31	12	60	2.2	44	510
茜部	12,908	6	86	10	101	0.8	41	667
鶉	11,785	6	80	9	95	0.8	36	611
西郷	8,505	30	111	34	175	2.1	118	1,485
七郷	11,098	35	146	44	225	2.0	156	1,973
市橋	14,130	17	131	27	174	1.2	100	1,406
岩	4,955	35	63	38	135	2.7	135	1,524
鏡島	12,786	33	167	45	245	1.9	153	2,077
厚見	14,137	20	164	26	210	1.5	92	1,461
日置江	4,743	3	37	4	45	0.9	17	283
芥見	8,034	60	97	67	224	2.8	238	2,724
藍川	6,323	44	78	52	174	2.8	186	2,118
芥見東	6,250	26	76	40	142	2.3	141	1,647
芥見南	3,080	9	36	15	59	1.9	52	624
合渡	6,482	10	56	12	77	1.2	41	635
三輪南	9,424	85	114	87	286	3.0	318	3,417
三輪北	2,599	40	30	32	102	3.9	123	1,215
網代	2,627	9	25	7	41	1.6	27	311
柳津	13,676	8	96	10	113	0.8	39	674
合計	406,379	1,067	4,739	1,332	7,138	1.8	4,651	61,351

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害

揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	昼間人口（人）	昼12時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	5,431	7	31	13	51	0.9	29	785
京町	5,797	7	33	14	55	0.9	32	701
明徳	9,650	9	53	19	81	0.8	58	501
徹明	15,740	10	86	32	128	0.8	111	739
梅林	7,419	7	41	16	64	0.9	40	1,023
白山	11,236	7	58	20	86	0.8	56	953
華陽	6,161	4	33	13	50	0.8	31	1,006
本郷	7,435	8	44	17	69	0.9	38	945
木之本	6,788	5	36	12	52	0.8	31	741
本荘	11,744	7	59	18	83	0.7	45	1,281
日野	5,265	5	26	12	44	0.8	30	1,181
長良	7,345	8	43	20	71	1.0	44	1,249
長良西	10,039	7	54	21	82	0.8	49	1,859
長良東	8,385	8	43	19	70	0.8	48	1,900
島	8,672	3	32	9	44	0.5	22	964
早田	9,837	7	56	21	84	0.9	57	1,399
城西	5,517	4	31	10	45	0.8	24	1,078
三里	17,519	5	61	16	83	0.5	52	1,287
鷺山	11,699	12	57	27	96	0.8	62	1,814
加納	7,806	6	41	14	61	0.8	32	988
加納西	9,377	5	48	15	68	0.7	41	970
則武	7,281	6	38	15	59	0.8	34	1,226
常盤	3,967	4	19	8	31	0.8	20	1,021
長森南	9,771	6	48	14	68	0.7	34	1,620
長森北	7,848	4	37	9	49	0.6	21	656
長森西	7,920	3	32	9	43	0.5	23	913
長森東	5,430	4	25	8	37	0.7	19	782
木田	1,912	4	11	6	20	1.1	15	681
岩野田	5,631	10	30	20	60	1.1	50	1,755
岩野田北	5,291	7	28	16	51	1.0	37	1,496
黒野	22,344	14	68	30	112	0.5	85	2,475
方県	1,729	4	9	5	18	1.1	15	510
茜部	13,657	2	37	7	45	0.3	25	667
鶉	15,139	4	47	10	61	0.4	38	611
西郷	5,429	7	28	14	49	0.9	33	1,485
七郷	8,066	9	42	21	72	0.9	48	1,973
市橋	19,470	7	68	20	96	0.5	65	1,406
岩	3,622	9	21	18	49	1.4	47	1,524
鏡島	9,910	8	50	21	79	0.8	48	2,077
厚見	13,918	6	59	15	80	0.6	42	1,461
日置江	5,528	1	17	3	22	0.4	10	283
芥見	6,440	17	38	34	88	1.4	88	2,724
藍川	3,708	10	21	20	50	1.3	48	2,118
芥見東	4,764	7	27	19	53	1.1	54	1,647
芥見南	2,620	3	13	9	26	1.0	22	624
合渡	5,876	3	20	6	29	0.5	17	635
三輪南	8,014	24	53	43	120	1.5	142	3,417
三輪北	2,159	11	15	17	43	2.0	55	1,215
網代	2,547	3	10	3	16	0.6	12	311
柳津	20,429	8	58	10	76	0.4	46	674
合計	419,279	348	1,936	786	3,070	0.7	2,126	61,351

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

人的被害

揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震

地域区分Ⅱ	人的被害							
	昼間人口（人）	夕方6時						
		死者	負傷者	重傷者	合計（人）	被害率（%）	要救助者数	避難者数
金華	5,431	14	58	18	90	1.7	50	785
京町	5,797	15	61	19	95	1.6	53	701
明徳	9,650	17	91	26	134	1.4	86	501
徹明	15,740	20	138	43	202	1.3	160	739
梅林	7,419	14	75	21	110	1.5	63	1,023
白山	11,236	14	103	27	144	1.3	85	953
華陽	6,161	9	61	17	87	1.4	52	1,006
本郷	7,435	16	83	23	122	1.6	63	945
木之本	6,788	9	65	16	91	1.3	48	741
本荘	11,744	14	110	24	148	1.3	73	1,281
日野	5,265	11	48	17	76	1.4	52	1,181
長良	7,345	16	81	27	124	1.7	76	1,249
長良西	10,039	15	102	28	145	1.4	82	1,859
長良東	8,385	16	80	26	122	1.4	83	1,900
島	8,672	7	61	12	80	0.9	36	964
早田	9,837	14	100	29	143	1.5	90	1,399
城西	5,517	8	59	14	82	1.5	41	1,078
三里	17,519	11	110	22	143	0.8	80	1,287
鷺山	11,699	25	107	37	169	1.4	108	1,814
加納	7,806	13	78	19	110	1.4	54	988
加納西	9,377	11	88	21	119	1.3	65	970
則武	7,281	13	71	20	105	1.4	59	1,226
常盤	3,967	9	35	11	55	1.4	34	1,021
長森南	9,771	12	93	19	124	1.3	58	1,620
長森北	7,848	8	71	12	91	1.2	36	656
長森西	7,920	7	59	12	78	1.0	37	913
長森東	5,430	7	48	11	66	1.2	32	782
木田	1,912	7	19	8	35	1.8	27	681
岩野田	5,631	20	55	27	102	1.8	87	1,755
岩野田北	5,291	13	52	21	87	1.6	65	1,496
黒野	22,344	29	120	40	189	0.8	141	2,475
方県	1,729	8	16	7	31	1.8	25	510
茜部	13,657	4	66	9	80	0.6	37	667
鶉	15,139	7	85	13	105	0.7	57	611
西郷	5,429	15	53	20	87	1.6	59	1,485
七郷	8,066	19	81	28	128	1.6	86	1,973
市橋	19,470	15	123	27	164	0.8	101	1,406
岩	3,622	19	36	25	80	2.2	80	1,524
鏡島	9,910	17	96	28	140	1.4	83	2,077
厚見	13,918	13	111	20	144	1.0	68	1,461
日置江	5,528	3	32	4	39	0.7	16	283
芥見	6,440	34	64	45	143	2.2	147	2,724
藍川	3,708	19	36	26	81	2.2	83	2,118
芥見東	4,764	15	45	26	85	1.8	88	1,647
芥見南	2,620	7	24	12	43	1.6	37	624
合渡	5,876	6	37	8	51	0.9	27	635
三輪南	8,014	49	85	58	192	2.4	228	3,417
三輪北	2,159	22	22	23	67	3.1	86	1,215
網代	2,547	6	17	5	27	1.1	19	311
柳津	20,429	15	104	13	132	0.6	68	674
合計	419,279	708	3,516	1,062	5,286	1.3	3,471	61,351

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

火災被害

[illegible]斐川－武儀川（濃尾）断層帯地[illegible]

地域区分Ⅱ	午前5時				昼12時				夕方6時			
	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数	総出火数	炎上出火数	残出火数	焼失棟数
金華	1	0	0	4	1	0	0	6	2	1	1	18
京町	1	0	0	4	1	0	0	5	2	1	1	18
明徳	0	0	0	3	0	0	0	4	1	1	1	13
徹明	0	0	0	4	1	0	0	5	1	1	1	16
梅林	1	0	0	5	1	1	0	6	2	1	1	20
白山	1	0	0	4	1	0	0	5	2	1	1	18
華陽	0	0	0	3	1	0	0	4	1	1	1	13
本郷	1	0	0	5	1	1	0	6	2	1	1	20
木之本	0	0	0	3	1	0	0	5	1	1	1	16
本荘	1	1	0	5	1	1	0	7	2	2	2	25
日野	1	1	0	6	1	1	1	8	2	2	1	26
長良	1	0	0	5	1	1	0	6	2	1	1	19
長良西	1	1	1	7	1	1	1	9	3	2	2	27
長良東	1	1	1	8	1	1	1	10	3	2	2	29
島	1	0	0	5	1	1	0	6	2	2	2	23
早田	1	0	0	5	1	1	0	6	2	1	1	19
城西	1	0	0	4	1	1	0	6	2	1	1	18
三里	1	0	0	3	1	1	0	4	2	2	1	17
鷺山	1	1	1	8	1	1	1	10	3	2	2	30
加納	1	0	0	3	1	1	0	4	2	1	1	15
加納西	1	0	0	3	1	0	0	3	2	1	1	13
則武	1	1	0	5	1	1	1	7	2	2	1	22
常盤	1	0	0	5	1	1	1	6	2	1	1	19
長森南	1	1	0	4	1	1	1	6	3	2	2	24
長森北	0	0	0	3	0	0	0	3	1	1	1	12
長森西	0	0	0	3	1	0	0	4	1	1	1	15
長森東	1	0	0	4	1	0	0	5	2	1	1	18
木田	0	0	0	3	1	0	0	4	1	1	1	12
岩野田	1	1	1	7	1	1	1	9	3	2	2	25
岩野田北	1	1	0	6	1	1	1	7	2	2	1	21
黒野	1	1	1	10	2	1	1	13	4	3	3	38
方県	1	0	0	4	1	0	0	5	1	1	1	13
茜部	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	10
鶉	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	10
西郷	1	1	1	7	1	1	1	8	2	2	2	25
七郷	1	1	1	8	1	1	1	10	3	2	2	30
市橋	1	1	0	4	1	1	0	5	2	2	2	21
岩	1	1	1	9	1	1	1	12	3	2	2	36
鏡島	1	1	1	8	1	1	1	11	3	2	2	35
厚見	1	1	0	4	1	1	1	5	3	2	2	21
日置江	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
芥見	2	2	1	16	2	2	2	22	5	4	4	66
藍川	1	1	1	9	1	1	1	11	3	2	2	28
芥見東	1	1	0	6	1	1	1	8	2	1	1	22
芥見南	0	0	0	2	0	0	0	3	1	1	1	9
合渡	0	0	0	3	1	0	0	4	1	1	1	14
三輪南	3	2	2	24	4	3	3	33	8	6	6	92
三輪北	1	1	1	11	2	1	1	15	3	3	3	40
網代	0	0	0	2	0	0	0	3	1	1	1	9
柳津	0	0	0	2	1	0	0	2	2	1	1	10
合計	38	27	22	270	46	33	28	350	109	78	73	1,115

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

ライフライン被害

揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯地震

地域区分Ⅱ	上水道			下水道		
	被害箇所数（箇所）	管路延長（km）	被害率（箇所/km）	被害延長（km）	管路延長（km）	被害率（%）
金華	12	29	0.4	2	20	7.9
京町	14	25	0.6	1	21	6.5
明徳	10	20	0.5	1	17	6.5
徹明	14	27	0.5	2	25	7.4
梅林	22	36	0.6	2	28	8.0
白山	15	31	0.5	2	26	7.2
華陽	14	24	0.6	2	23	6.7
本郷	17	28	0.6	1	25	5.7
木之本	16	25	0.6	2	25	6.3
本荘	41	49	0.8	3	51	6.1
日野	48	56	0.9	5	52	10.6
長良	19	27	0.7	1	25	5.5
長良西	57	64	0.9	3	64	5.4
長良東	55	75	0.7	5	64	7.4
島	41	69	0.6	7	90	7.4
早田	22	40	0.6	2	37	4.8
城西	22	36	0.6	2	41	5.5
三里	48	68	0.7	6	85	6.8
鷺山	44	71	0.6	5	65	8.3
加納	20	30	0.7	2	29	5.4
加納西	22	34	0.6	2	33	5.3
則武	26	54	0.5	4	54	7.6
常盤	40	49	0.8	3	29	9.2
長森南	99	71	1.4	8	75	10.2
長森北	26	37	0.7	3	35	8.5
長森西	37	50	0.7	4	49	8.3
長森東	30	41	0.7	4	40	10.4
木田	29	18	1.6	2	19	10.7
岩野田	54	47	1.1	5	49	10.4
岩野田北	45	43	1.0	5	47	11.0
黒野	72	92	0.8	5	52	10.3
方県	42	41	1.0	0	0	0.0
茜部	64	68	0.9	4	75	5.9
鶉	60	60	1.0	4	69	6.1
西郷	38	56	0.7	5	48	11.1
七郷	33	45	0.7	7	67	10.9
市橋	64	83	0.8	8	104	8.1
岩	46	44	1.0	6	32	17.8
鏡島	68	49	1.4	5	54	8.4
厚見	77	71	1.1	6	79	7.9
日置江	9	23	0.4	3	37	9.0
芥見	91	64	1.4	12	60	20.1
藍川	66	48	1.4	5	25	21.8
芥見東	23	33	0.7	3	32	9.9
芥見南	18	21	0.9	2	18	10.2
合渡	35	35	1.0	5	50	10.7
三輪南	155	81	1.9	17	75	23.0
三輪北	69	38	1.8	0	1	13.0
網代	30	35	0.9	0	0	0.0
柳津	97	110	0.9	8	102	8.0
合計	2,115	2,370	0.9	204	2222	9.2

※メッシュ単位での値を使用しているため、項目ごとの集計値と合計値が合わない場合がある

参考資料

被害想定手法および作成データ

目次

1. 地盤条件 1
2. 地震動の予測 3
3. 液状化危険度の予測 17
4. 実効加速度・計測震度の算出方法 20
5. 建物被害の予測 24
6. 地震火災被害の予測 29
7. 人的被害の予測 32
8. 急傾斜地崩壊危険予測 37
9. ライフライン被害の予測 39
10. 避難者予測 47
11. 資料収集整理 48

1. 地盤条件

1.1 概要

地表での地震動の強さは、工学的基盤面（Vs=500m/s 相当）よりも上部の表層地盤の影響を大きく受ける。本調査では、詳細な地震動解析を行うために、岐阜市域のボーリングデータ（計 949 本）をもとに作成された 250mメッシュ単位の表層地盤データベースから 52 種類のモデルを 50mメッシュ単位に細分化し、地下水位観測データを補間して地下水位データを与えた地盤データベース[1)] を用いた。

1.2 工学的基盤面の設定

岐阜県(2003)の 500mメッシュ単位の地盤モデルを参考に、工学的基盤面を以下のように設定した。

岩盤：新第三紀中新世以前の地層、火山岩類、変成岩類
　　第三紀鮮新世の地層（Tg,Tc は除く）
　　Vs=700m/s 相当の岩盤
その他の地層：N 値≧50,Vs=500m/s 相当の地層

1.3 物性値の設定

1） N 値

各地域のボーリングデータから代表N値を設定した。この代表N値をもとにＳ波速度を推定した。

2） Ｓ波速度

Ｓ波速度は、以下の方法で各層ごとに設定した。
①岩盤（R・V・Tr）：700m/s
②Ac1 Ac2 As3 Ds G1 層：正木ら(1982)および土質工学会中部支部(1988)をもとに設定
③その他の地層：正木ら(1982)によるＳ波速度とＮ値の関係式から算出

$$Vs=98.0\times H^{0.104}\times N^{0.170}\times C_1\times C_2$$

Vs：Ｓ波速度(m/s)
H：深度(m)
N：N 値・・・代表 N 値
C_1：沖積層＝1.00　洪積層＝1.29　第三紀層＝1.66
C_2：粘土層＝1.00　シルト層＝0.87　砂層＝0.84　砂礫層＝0.98

3） 単位体積重量・平均粒径・細粒分含有率

建設省計画局(1965)の土質試験結果に基づいて設定した岐阜県(2003)の値を採用した。

表 1-1.各地層の物性値一覧

年代		地質名	構成地質	記号	代表N値	代表深度 (m)	S波速度 (m/s)	密度 (g/cm3)	平均粒径 (mm)	細粒分含有率 (%)	備考
		造成盛土		Bs	15	8	190	1.9	2.0	0	礫混じり砂質土
第四紀	完新世	沖積層	粘性土	Ac1	3	4	120	1.7	0.02	90	粘土質シルト
				Ac2	1	25	120	1.8	0.03	65	砂質シルト
				Ac3	5	3	130	1.8	0.04	65	砂質シルト
				Ac4	4	8	130	1.75	0.025	75	シルト
			砂質土	As1	3	4	120	1.85	0.1	40	微細砂
				As2	10	7	150	1.8	0.07	50	シルト質細砂
				As3	14	9	160	1.9	0.15	30	砂質土(細砂)
			礫質土	Ag1	15	6	180	1.75	0.3	80	礫混じり粘土質シルト
				Ag2	20	8	200	2.0	2.0	0	礫混じり砂質土
				Ag3	30	7	210	2.1	3.0	0	礫混じり礫質土
				Ag4	45	5	220	2.1	4.0	0	礫質土
	更新世	濃尾層	シルト質土	Ds	15	45	240	1.9	0.08	65	砂質シルト
		濃尾第一礫層	礫質土	G1	50	50	420	2.2	4.0	0	礫質土
新第三紀	鮮新世	瀬戸層群	土岐砂礫層	Tg	15	10	320	2.2	4.0	0	砂礫
			土岐口陶土層	Tc	15	15	300	1.8	0.001	75	シルト質粘土
新第三紀中新世以前の地層、古期火山岩類、変成岩類				R	50	－	700	2.5	－	－	工学的基盤
新規火山岩類				V	50	－	700	2.5	－	－	工学的基盤
Tg,Tcを除く第三紀鮮新世の地層				Tr	50	－	700	2.5	－	－	工学的基盤

注）　　は既往文献記載の実測値

1.4　地盤定数の設定

土のせん断剛性および減衰定数のひずみ依存性 G～γ、h～γ曲線については、拘束圧を考慮した Harding－Drnevich モデルを使用した。

---

1) 橋本拓也,杉戸真太,久世益充,鵜飼昌寛,水野靖隆：詳細メッシュ地盤データベースの構築に基づく地震被害想定に関する検討,土木学会中部支部研究発表会,2008.3

2. 地震動の予測

工学的基盤面での地震動波形を「非定常強地震動の統計的予測手法(EMPR)」[2] により推定した。

なお、工学的基盤面の地震動予測は 250mメッシュ単位で行った。これは、海溝型地震の場合は検討地域が比較的震源遠方に位置しており、地震動の距離減衰特性から、解析精度上250mメッシュ単位の地震動予測で十分と判断した。

2.1　工学的基盤における非定常地震動予測モデル(EMPR)

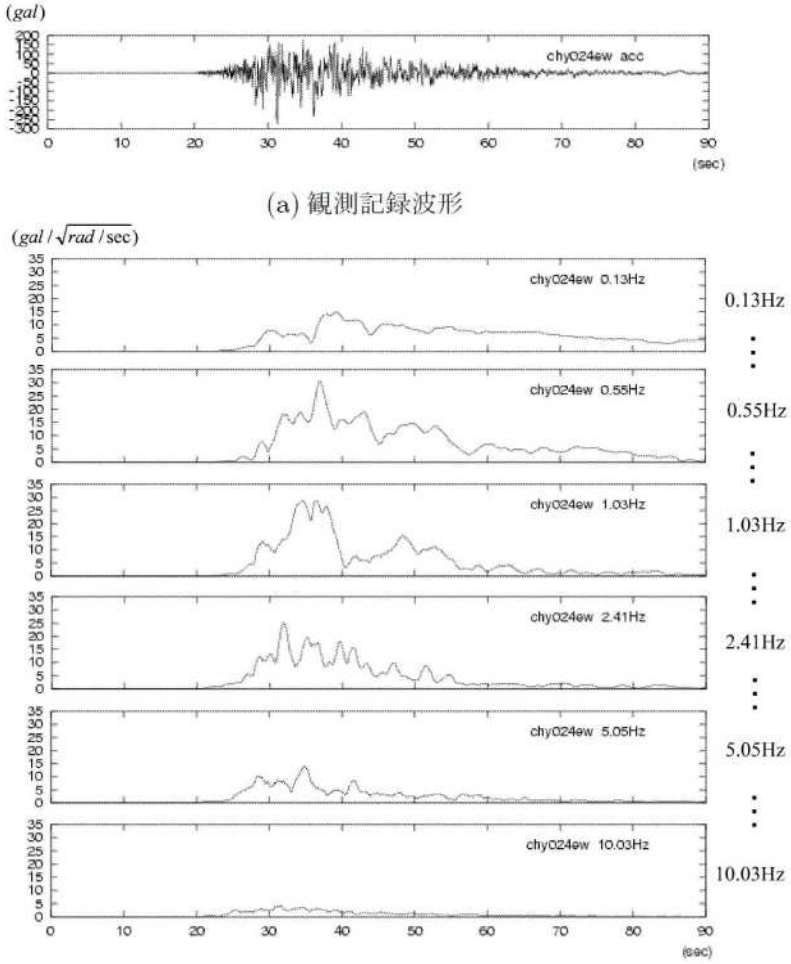
1）　非定常パワースペクトル

非定常パワースペクトルにより，周波数ごとの地震動パワーの時間変化を表すことができる．非定常パワースペクトルの算出には，線形1自由度系を狭帯域フィルターとして用いており，応答量として振動系の全エネルギーを用いる．

確定関数 $x(t)$ を加速度入力とする線形1自由度系の運動方程式は，次式 (1.1) で与えられる．

$$\ddot{y}(t) + 2h_0\omega_0\dot{y}(t) + {\omega_0}^2 y(t) = -x(t) \tag{1.1}$$

$y(t)$:振動系の相対変位



(a) 観測記録波形

(b) 非定常パワースペクトル

図 1.1: 非定常パワースペクトルの計算例 (観測点 chy024，EW 成分)

h_0:減衰定数
ω_0:固有円振動数
確定関数 $x(t)$ の非定常パワースペクトル $G_x(t, 2\pi f_k)$ は式 (1.2) より求めることができる.

$$\left.\begin{aligned} G_x(t, 2\pi f_k) &\cong \frac{2h_0(2\pi f_k)^3 r^2(t)}{\pi} \\ r^2(t) &= y^2(t) + \frac{\dot{y}^2(t)}{(2\pi f)^2} \end{aligned}\right\} \tag{1.2}$$

$G_x(t, 2\pi f_k)$:時刻 t, 周波数 f_k における非定常パワースペクトル (gal/$\sqrt{\text{rad/sec}}$)
h_0:減衰定数
$y(t)$:振動系の相対変位
$\dot{y}(t)$:振動系の相対速度

式 (1.2) により，観測記録波形から周波数 0.13Hz～10.03Hz の非定常パワースペクトルを求めた計算例を図 1.1 に示す．図 1.1 に示すように，地震波解析に一般的に用いられる応答スペクトルによる卓越周期の検出が可能であることに加え，その周波数域におけるパワーの時間的変動をとらえることができる．特に，0.55～1.03Hz 付近において地震は主要動への寄与度が大きい.

2） マグニチュード，震源距離による非定常地震動予測モデル(EMPR-I)

非定常性を有する地震動 $x(t)$ は，時刻 t, 周波数 f_k における非定常パワースペクトル $G_x(t, 2\pi f_k)$ を用いて次式で表現できる.

$$x(t) = \sum_{k=1}^{n} \sqrt{4\pi \cdot G_x(t, 2\pi f_k)\Delta f} \cdot \cos(2\pi f_k t + \phi_k) \tag{1.3}$$

$G_x(t, 2\pi f_k)$:時刻 t, 周波数 f_k における非定常パワースペクトル
Δf :周波数の刻み幅
ϕ_k:$t = 0$ における位相（$0 \sim 2\pi$ の一様乱数)

式 (1.3) の非定常パワースペクトル $G_x(t, 2\pi f_k)$ は，式 (1.4) で示す関数でモデル化できる.

$$\sqrt{G_x(t, 2\pi f_k)} = \begin{cases} 0 & ; 0 \leqq t \leqq t_s \\ \alpha_m(f)\dfrac{t - t_s(f)}{t_p(f)} \exp\left(1 - \dfrac{t - t_s(f)}{t_p(f)}\right) & ; ts < t \end{cases} \tag{1.4}$$

$\alpha_m(f)$:強度パラメータ．$\sqrt{G_x(t, 2\pi f_k)}$ の最大値
$t_s(f)$:時間パラメータ．$\sqrt{G_x(t, 2\pi f_k)}$ の立ち上がり時間
$t_p(f)$:継続時間パラメータ．$t_s(f)$ から最大値に至るまでの時間

強震記録の時刻 t，周波数 f_k における非定常パワースペクトル $G_y(t, 2\pi f_k)$ とそのモデル関数の一例を図 1.2 に示す.

式 (1.4) のモデルパラメータ $\alpha_m(f), t_p(f)$ は式 (1.5) によって決定される.

強震記録の非定常パワースペクトルを G_y とそのモデル関数 G_x との間で，時間軸とで囲まれる面積，及び時間の原点に関する一次モーメントが等しくなるように整合させる.

$$\left.\begin{aligned} A_0 &= \int_0^\infty \{G_x(t, \omega)\}^{n/2}\, dt = \int_0^\infty \{G_y(t, \omega)\}^{n/2}\, dt \\ A_1 &= \int_0^\infty t \cdot \{G_x(t, \omega)\}^{n/2}\, dt = \int_0^\infty t \cdot \{G_y(t, \omega)\}^{n/2}\, dt \end{aligned}\right\} \tag{1.5}$$

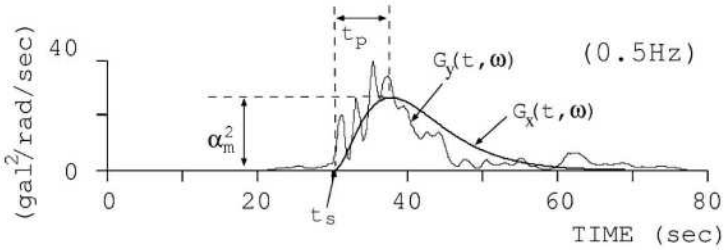


図 1.2: 非定常パワースペクトルのモデル化

t_s は実地震動の非定常パワースペクトル $G_y(t,\omega)$ がその最大値の 10% を初めて越える時刻と定義する．n は非定常パワースペクトルのモデル化における形状整合のためのパラメータである．なお，sugito は $n=4$ でモデル化を行った．これらの条件により，強度パラメータ，継続時間パラメータは次式で与えられる．

$$\alpha_m(f) = \frac{n}{e}\left\{\frac{\Gamma(n+2)}{\Gamma^2(n+1)}\cdot\frac{A_0}{\dfrac{A_1}{A_0}-t_s}\right\}^{\frac{1}{n}} \tag{1.6}$$

$$t_p(f) = n\frac{\Gamma(n+1)}{\Gamma(n+2)}\left(\frac{A_1}{A_0}-1\right) \tag{1.7}$$

モデルパラメータ $\alpha_m(f), t_p(f), t_s(f)$ は，兵庫県南部地震を含む国内における 37 の主要地震から得られた強震記録 118 成分を解放基盤相当波に変換した波形から作成されたデータセットを用いて，マグニチュード, 震源距離に対して周波数ごとに回帰分析をすることにより式 (1.8)〜式 (1.10) のように与えられる．なお，解放基盤相当波に変換するにあたり，ここでは周波数依存型等価線形化法である FDEL を用いている．

$$\log\alpha_m(f) = B_0(f)\cdot M - B_2(f)\cdot\log R \tag{1.8}$$

$$\log t_p(f) = P_0(f) + P_1(f)\cdot M + P_2(f)\cdot\log R \tag{1.9}$$

$$t'_s(f) = t_s(f) - t_m = S_1(f)\cdot R \tag{1.10}$$

M:マグニチュード
R:震源距離 (km)
$B_0(f)$,$B_1(f)$,$B_2(f)$,$P_0(f)$,$P_1(f)$,$P_2(f)$,$S_1(f)$:各振動数における回帰係数

定式化されたモデルパラメータの回帰式を表 (1.1) に示す.

3） 断層パラメータを考慮した非定常スペクトル合成法による強震動推定モデル (EMPR-II)

地震の規模がマグニチュード 8 程度より大きくなると，マグニチュードは地震の規模を的確に表さなくなるため，マグニチュードを用いるのは合理的ではない．また，地震動が断層の広がりや破壊方向などに大きな影響を受けることを考えると，震源距離のみによる点震源モデルではその影響が考慮できない．この理由から，大規模断層をマグニチュード 6 相当の小規模な断層の重ね合わせとしてとらえ，小規模断層からの非定常スペクトルを震源過程による到達時間の遅れを考慮しなが

表 1.1: モデルパラメータの回帰式

$\log \alpha_m(f) = B_0(f) + B_1(f) \cdot M - B_2(f) \cdot \log(R)$	(11)
$B_0(f) = -0.657 + 1.637 \cdot \log f - 1.642 \cdot (\log f)^2$ $B_1(f) = 0.563 - 0.208 \cdot \log f + 0.0198 \cdot (\log f)^2$ $B_2(f) = 1.335 - 0.115 \cdot \log f - 0.443 \cdot (\log f)^2$	(12)
$\log t_p(f) = P_0(f) + P_1(f) \cdot M + P_2(f) \cdot \log(R)$	(13)
$P_0(f) = -0.808 - 0.929 \cdot \log f$ $P_1(f) = 0.123 + 0.134 \cdot \log f$ $P_2(f) = 0.357 - 0.083 \cdot \log f$	(14)
$\hat{t}_s(f) = t_s(f) - t_m = S_0(f) + S_1(f) \cdot R$	(15)
$S_0(f) \equiv 0.0$ $S_1(f) = \left(0.863 - 0.509 \cdot \log f - 1.141(\log f)^2\right) \times 10^{-2}$	(16)
$\log \beta_0(f, M_0) = d_0(f) + d_1(f) \cdot \log(M_0)$	(17)
$d_0(f) = -0.449 + 0.641 \cdot \log f + 0.478 \cdot (\log f)^2$ $d_1(f) = 0.0157 - 0.0306 \cdot \log f$	(18)

M:マグニチュード
R:震源距離 (km)
M_0:地震モーメント (dyne · cm)

ら時間軸上で重ね合わせることにより，断層の広がり，破壊方向，破壊伝播速度などを考慮した地震動予測モデル（EMPR-II）が提案されている．

EMPR-II モデルのパラメータ概念図を図 1.3 に，非定常スペクトルの重ね合わせの概念を図 1.4 に，断層の要素番号の説明を図 1.5 に，EMPR-II モデルの概念図を図 1.6 に示す．

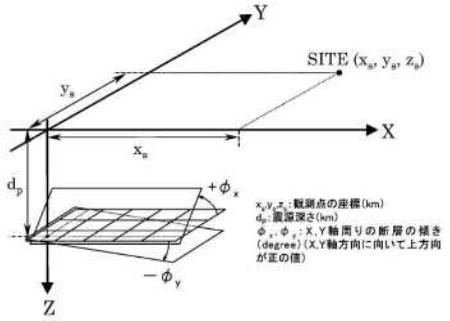


図 1.3: EMPR-II モデルのパラメータ概念図

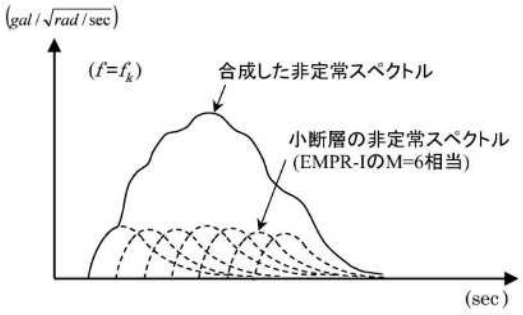


図 1.4: 非定常スペクトルの重ね合わせ概念

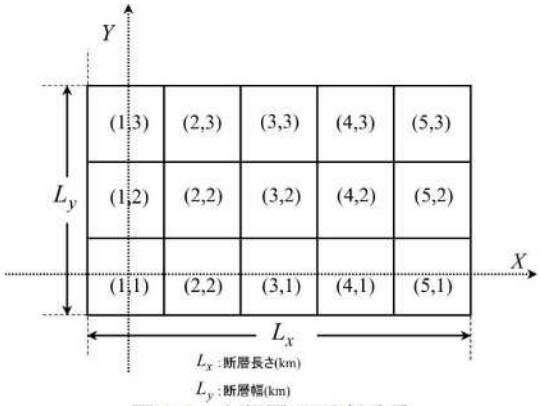


図 1.5: 小断層の要素番号

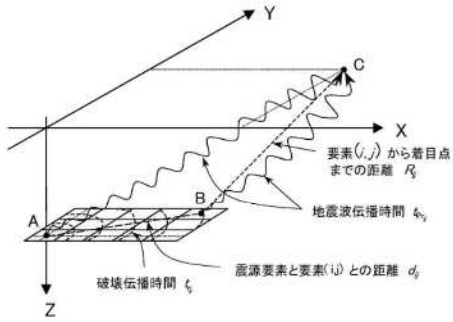


図 1.6: EMPR-II モデルの概念図

与えられた断層面を方形小断層に区切り，図 1.6 に示すように断層の長さ方向に X 軸，幅方向に Y 軸をとり，小断層の要素番号もそれに従い，(i, j) とおく．破壊は破壊開始点 (i_0, j_0) より始まり，同心円状に（どの方向にも同じ破壊速度で）破壊が伝播するものとする．

図中の各パラメータは，各小断層から観測点 までの距離 R_{ij}，小断層からの見かけの地震波伝播時間 $t_{p_{ij}}$，破壊開始点から各小断層までの距離 d_{ij}，破壊開始点から小断層までの破壊伝播時間 $t_{r_{ij}}$ である．

各小断層の座標は次式で与えられる．

$$\left.\begin{aligned} x(i,j) &= (i-i_0)\cdot\frac{L_x}{N_x}\cdot\cos\left(\phi_y\cdot\frac{\pi}{180}\right) \\ y(i,j) &= (j-j_0)\cdot\frac{L_y}{N_y}\cdot\cos\left(\phi_x\cdot\frac{\pi}{180}\right) \\ z(i,j) &= D_p-(j-j_0)\cdot\frac{L_y}{N_y}\cdot\sin\left(\phi_x\cdot\frac{\pi}{180}\right)-(i-i_0)\cdot\sin\left(\phi_y\cdot\frac{\pi}{180}\right) \end{aligned}\right\} \tag{1.19}$$

L_x :断層の x 軸方向の長さ (km)
L_y :断層の y 軸方向の長さ (km)
N_x :断層の x 軸方向の分割数
N_y :断層の y 軸方向の分割数
D_p :震源深さ (km)

式（1.19）により，小規模断層と観測点との距離を R_{ij} とすると次式で表すことができる．

$$R_{ij}=\sqrt{\{X_s-x(i,j)\}^2+\{Y_s-y(i,j)\}^2+\{Z_s-z(i,j)\}^2} \tag{1.20}$$

X_s, Y_s, Z_s:観測点の座標 (km)

また，破壊開始点 (i_0, j_0) から各小断層 (i, j) までの距離を d_{ij} とすると次式で表すことができる．

$$d_{ij}=\sqrt{\left\{|i-i_0|\cdot\frac{L_x}{N_x}\right\}^2+\left\{|j-j_0|\cdot\frac{L_y}{N_y}\right\}^2} \tag{1.21}$$

各小規模断層が EMPR-I における $M=6$ の地震とすると，それぞれの断層破壊による地震動の非定常パワースペクトルのモデルパラメータが得られる．

$$\left.\begin{aligned} \log\alpha_{m_{ij}}(f) &= B_0(f)+B_1(f)\cdot 6-B_2(f)\cdot\log R_{ij} \\ \log t_{p_{ij}}(f) &= P_0(f)+P_1(f)\cdot 6+P_2(f)\cdot\log R_{ij} \\ t'_{s_i}(f) &= S_1(f)\cdot R_{ij} \end{aligned}\right\} \tag{1.22}$$

ただし，各小規模断層の破壊の時間差および観測地点までの波動伝播の時間差を考慮する必要がある．幾何学的条件から，非定常パワースペクトルの立ち上がり時刻 $t''_{s_{ij}}$ は，次式で与えられる．

$$\left.\begin{aligned} t''_{s_{ij}}(f) &= t'_{s_{ij}}(f) + t_{pr_{ij}} + t_{r_{ji}} \\ t_{pr_{ij}} &= \frac{R_{ij}}{v_{pr}} \\ t_{r_{ij}} &= \frac{d_{ij}}{v_r} \end{aligned}\right\} \tag{1.23}$$

添え字 ij は小断層 におけるパラメータを表す．
$t_{pr_{ij}}$:各小断層から観測点までの地震波の見かけの伝播時間 (sec)
R_{ij} :小断層 (i,j) と観測点の距離 (km)
v_{pr} :観測地点までの地震波のみかけ伝播速度 (km/sec)
$t_{r_{ij}}$:破壊開始点から各小断層までの破壊伝播時間 (sec)
d_{ij} :破壊開始点と小断層 (i,j) の距離 (km)
v_r :断層面上の破壊伝播速度 (km/sec)

以上から，各小規模断層における非定常パワースペクトル G_{ij} を合成し，大規模断層破壊による非定常パワースペクトル G_{x0} を次式により得る．

$$\sqrt{G_{ij}(t,2\pi f)} = \begin{cases} 0 & ;0 \leqq t \leqq t''_{s_{ij}}(f) \\ \alpha_{m_{ij}} \dfrac{t - t''_{s_{ij}}(f)}{t_{p_{ij}}(f)} \exp\left(1 - \dfrac{t - t''_{s_{ij}}(f)}{t_{p_{ij}}(f)}\right) & ;t''_{s_{ij}}(f) < t \end{cases} \tag{1.24}$$

$$\sqrt{G_{x0}(t,2\pi f)} = \frac{N_G(M_0)}{N_x \cdot N_y} \beta(f, M_0) \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \sqrt{G_{ij}(t,2\pi f)} \tag{1.25}$$

ここで，N_G は地震モーメント M_0 の大規模断層破壊がいくつの $M = 6$ 相当の小規模断層破壊で表現できるかを統計的に定めた値（非整数）であり，次式で与えられる．

$$N_G = 8.71 \times 10^{-11} \times M_0^{0.409} \tag{1.26}$$

$\beta(f, M_0)$ は小規模断層の重ね合わせ個数をすべての振動数で一定値 とすることによる誤差を補正する関数で，式 (1.27) で与えられる．

$$\log \beta(f, M_0) = d_0(f) + d_1(f) \cdot (M_0) \tag{1.27}$$

$d_0(f) = -0.449 + 0.641 \cdot \log f + 0.178 \cdot (logf)^2$
$d_1(f) = 0.0157 - 0.0306 \cdot \log f$

実際に計算する際の重ね合わせ個数は $N_x \times N_y = n_G$(整数値) である．N_G のかわりにこの値を用いるため，$N_G/(N_x \times N_y)$ を乗じて，規模を補正している．このようにして得られた G_{x0} に次の式 (1.28) を適用することにより，非定常性を備えた模擬加速度波形 $x(t)$ が得られる．

$$x(t) = \sum_{k=1}^{m} \sqrt{4\pi \cdot G_{x0}(t, 2\pi f_k) \cdot \Delta f} \cdot \cos(2\pi f_k t + \phi_k) \tag{1.28}$$

$G_{x0}(t, 2\pi f_k)$:時刻 t，周波数 f_k における大規模断層破壊による非定常パワースペクトル
Δf :周波数の刻み幅
ϕ_k : $t = 0$ における位相角 ($0 \sim 2\pi$ の一様乱数)

2.2　地盤震動解析法[FDEL]

1）　重複反射理論を用いた地盤震動解析

・洪積地盤のような比較的軟らかい地盤で地表面近傍における地震動の急激な増幅は, 成層地盤の鉛直下方から SH 波の上昇を考え, 地層変化がある場合でも水平方向に無限に広がっているならば, 境界面での反射・屈折を考えた上下方の伝播のみ扱ってよい.

SH 波の変位波形の基礎方程式は図 2.1 の地層構造モデルと, 記号, 座標系を用いれば, 以下の (2.1) 式のように表せられる.

$$\rho_j \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} = (G_j + i\omega\xi_j)\frac{\partial^2 u_j}{\partial z_j^2} \tag{2.1}$$

S 波が重複反射しながら伝播しているものとすれば, 地表から j 番目の地層での地震波の振幅は, 上昇波と下降波の重ね合わせである. その振幅を次式 (2.2) に示す.

$$u_j = A_j exp(i\omega t + ig_j z_j) + B_j exp(i\omega t - ig_j z_j) \tag{2.2}$$

j:地表から j 番目の層に対する添え字
z_j:第 j 層の上面から下方への深さ (下向き正)
H_j:第 j 層の層厚　　V_j:第 j 層のせん断剛性 $(= \rho_j V_j^2)$
ρ_j:第 j 層の土の密度　　A_j:第 j 層の上昇波の変位振幅
B_j:第 j 層の下降波の変位振幅
ω:円振動数
$g_i = \sqrt{\dfrac{\rho_j \omega^2}{G_j + i\omega\xi_j'}}$
ξ_j:粘性係数 $(= 2G_j h_j/\omega)$

次にに以下の境界条件を用いて A_j, B_j を求める.

(1) 地表面でのせん断応力は 0

(2) 地層の境界面でのせん断応力は連続

(3) 地層の境界面で変位は連続

(1) より

$$A_1 = B_1 \tag{2.3}$$

が得られ, 2.,3. より

$$\begin{aligned} A_j &= \left(1 + \frac{g_{j-1}G_{j-1} + ig_{j-1}\omega\xi_{j-1}}{g_j G_j + ig_j\omega\xi_j}\right)\frac{A_{j-1}}{2} exp(ig_{j-1}H_{j-1}) \\ &+ \left(1 - \frac{g_{j-1}G_{j-1} + ig_{j-1}\omega\xi_{j-1}}{g_j G_j + ig_j\omega\xi_j}\right)\frac{B_{j-1}}{2} exp(-ig_{j-1}H_{j-1}) \end{aligned} \tag{2.4}$$

$$
\begin{aligned}
B_j &= \left(1 - \frac{g_{j-1}G_{j-1} + ig_{j-1}\omega\xi_{j-1}}{g_jG_j + ig_j\omega\xi_j}\right)\frac{A_{j-1}}{2}exp(ig_{j-1}H_{j-1}) \\
&+ \left(1 + \frac{g_{j-1}G_{j-1} + ig_{j-1}\omega\xi_{j-1}}{g_jG_j + ig_j\omega\xi_j}\right)\frac{B_{j-1}}{2}exp(-ig_{j-1}H_{j-1}) \qquad (2.5)
\end{aligned}
$$

なる漸化式が得られる.

また (2.2) 式より加速度は,

$$a_j = -A_j\omega^2 exp(i\omega t + ig_jz_j) - B_j\omega^2 exp(i\omega t - ig_jz_j) \qquad (2.6)$$

として得られ地表及び第 j 層上面における加速度波は,

$$a_1|_{z=0} = -(A_1 + B_1)\omega^2 exp(i\omega t) \qquad (2.7)$$

$$a_j|_{z=0} = -(A_j + B_j)\omega^2 exp(i\omega t) \qquad (2.8)$$

地表の加速度に対する第 j 層上面の加速度波の応答倍率 (伝達関数)T_{fj} は (2.7)(2.8) 式より

$$T_{fj} = \frac{a_j}{a_1} = \frac{A_j + B_j}{A_1 + B_1} \qquad (2.9)$$

また本研究での工学基盤面への入射波は基盤層における上昇波と考えればよく, 第 j 層の上昇波の応答倍率 T^*_{fj} は,

$$T^*_{fj} = \frac{a^*_j}{a_1} = \frac{A_j}{A_1 + B_1} \qquad (2.10)$$

a^*_j:上昇波だけの加速度波

と表せられる. また, 解放基盤波形を求める時は, 上昇波を 2 倍し,

$$T^*_{fj} = \frac{2A_j}{A_1 + B_1} \qquad (2.11)$$

とする.

次に (2.2) 式よりひずみは,

$$\gamma_j = \frac{\partial u_j}{\partial z_j} = ig_i\{A_j exp(i\omega t + ig_jz_j) - B_j 2exp(i\omega t - ig_jz_j)\} \qquad (2.12)$$

として得られる.

(2.9)(2.11)(2.12) 式は円振動数 ω の関数であるから, 地表の地震動をフーリエ変換し, 周波数領域で T_{fj}, T^*_{fj}, γ_j を乗じた後にフーリエ変換することにより, 任意の層の加速度波形, ひずみ波形が得られる. また地表の波形に限らず, 任意の層の地震動波形を入力することによって, 任意の層の波形も計算することができる.

2) 周波数依存型等価線形化手法(FDEL)

地震動のレベルが上がりひずみが大きくなると, 地盤のせん断剛性と減衰定数は非線形に変動する. 強震動の応答解析を行う際には地盤の非線形性の影響を考慮しなくてはならない. このような応力-ひずみの関係を等価な剛性と減衰定数を持つ線形関係に置き換える等価線形化手法は, 周波数領

域における解析に適用可能であり，地表で得られた強震記録からその地盤構造を用いて基盤での入力地震動を推定する, いわゆる逆解析も可能である．このことから, 特に実務の面で多用されている.

地盤の地震応答解析において, 1972 年に Schnabel, Lysmer, Seed によって発表されたプログラム SHAKE が実務の面で多く用いられてきた．しかしながら, SHAKE で計算した地震動と実際の観測記録を比較すると低・中周波数領域では比較的よく一致するが地震動の強度が大きく特に地盤が軟弱な場合, 高周波数領域で計算された結果が観測された地震動を下回ることが指摘されてきた．そこで, このことについての修正法の検討が行われた．従来の等価線形化手法においては, (2.13) 式のように, ひずみの最大値のある一定の割合 (SHAKE においては 65%) を等価平均ひずみとして, これより定まるせん断剛性と減衰定数を周波数領域の計算において周波数に依存することなく一律に適用してきた.

$$\gamma_e = C \cdot \gamma_{max} \tag{2.13}$$

γ_{max}:ひずみの時刻歴波形の最大値　　C:係数 (SHAKE では 0.65)

杉戸らは, 地震動の周波数成分により振幅のレベルは大きく異なるため, ひずみ波形に寄与する度合いは周波数により大きく異なるものと考えた．実際に, 応答解析されたせん断ひずみ波形のフーリエスペクトルの値は中周波数領域と高周波数領域に大きく異なっている．このようにひずみ波形のスペクトル特性が周波数に大きく依存することから, 各周波数ごとにそれぞれのひずみ波形に寄与する度合いに応じて適切なせん断剛性と減衰定数を与える周波数依存性を考慮して等価平均ひずみを次式 (2.14) のように定義した.

$$\gamma_f(\omega) = C\gamma_{max}\frac{F_{\gamma(\omega)}}{F_{\gamma max}} \tag{2.14}$$

C:係数　　γ_{max}:最大せん断ひずみ
$F_\gamma(\omega)$:ひずみのフーリエ波形
$F_{\gamma max}$:ひずみのフーリエスペクトルの最大値

係数 C は, 周波数軸上での等価ひずみ全体のレベルを調整するものであり, C=0.65, $F_\gamma(\omega)/F_{\gamma max} = 1.0$ とすると SHAKE と同じになる．係数 C の値は, ひずみ波形のフーリエスペクトルの卓越する周波数, すなわち地盤震動の卓越周波数周辺の伝達関数に大きく影響し, これまでの検討により C=0.65 程度で問題ないことが確認されている.

等価線形化手法において, 土の非線形性を表現するために, せん断ひずみから等価なせん断剛性と減衰定数を与えるが, この場合, 土のせん断ひずみ γ とせん断剛性 G, 減衰定数 h との非線形な関係を規定する G〜γ,h〜γ 曲線が必要となる．それにより土のひずみ依存による非線形性を考慮した応答を得ることができる.

土の非線形な応力-ひずみ関係として拘束圧の影響を考慮してモデル化された Hardin-Drnevich モデルを用いる．地盤各層の G〜γ, h〜γ 関係が与えられていない場合, FDEL においては周波数依存型として各周波数ごとに, このモデルに基づいて与えられている．Hardin-Drnevich モデルは多くの土質資料のさまざまな拘束圧におけるせん断強度に対する実験から, 各土質に基準化ひずみを定義し, ひずみとせん断剛性, 減衰定数の関係を求めた．図 2.2 に各土質に対する基準化ひずみを示し, 図 2.3 に Hardin-Drnevich モデルによるひずみとせん断剛性, 減衰定数の関係を示す．ただしここでは (2.14) 式のように周波数依存型の平均ひずみを用いているので, これより定まるせん断剛性, 減衰定数は次式 (2.15)(2.16) のように周波数の関数となる.

$$\frac{G(\omega)}{G_{max}} = \frac{1}{1+\dfrac{\gamma_f(\omega)}{\gamma_\gamma}} \tag{2.15}$$

$$\frac{h(\omega)}{h_{max}} = \frac{\dfrac{\gamma_f(\omega)}{\gamma_\gamma}}{1+\dfrac{\gamma_f(\omega)}{\gamma_\gamma}} \tag{2.16}$$

G_{max}:初期せん断剛性　　h_{max}:最大減衰定数
$\gamma_\gamma(\omega)$:基準化ひずみ $(=\tau_{max}/G_{max})$
$\gamma_\gamma(\omega)$:周波数依存型の等価平均ひずみ

等価平均ひずみを周波数に関わらず最大ひずみの65%とする従来の等価線形化手法における等価ひずみ γ_e と比較して, この周波数依存型の等価平均ひずみ $\gamma_f(\omega)$ を用いる手法 (Frequency Dependent Equi-Linearized Technique:略して FDEL) に述べるような相違点, 類似点がある.

- SHAKE で比較的よく計算結果が実測値と一致していた中周波数領域では, 一般にひずみ波形のフーリエ振幅は相対的に大きな値になる. したがって, $\gamma_f(\omega)$ は γ_e と大きく変わらないため SHAKE と同様の結果が得られる.
- 軟弱な地盤において増幅率を過小評価する傾向のあった高周波数領域では, $\gamma_f(\omega)$ は γ_e よりもかなり小さな値となるため, SHAKE と比較して等価せん断剛性は高く, 等価減衰定数は小さな値となる. したがって FDEL では SHAKE よりも増幅率を大きく評価することになり計算結果が改善される.
- 低周波数領域では, 一般に $\gamma_f(\omega)$ は γ_e よりも小さな値となる. ただし, 低周波数領域の波の波形が長いことから, せん断剛性や減衰定数が変化してもその増幅特性には大きな影響はない. したがって低周波数領域では SHAKE と FDEL の違いはほとんどなく, 観測値とよく一致する.

FDEL での解析手順は以下のようであり, そのフローチャートを図 2.4 に示す.

(1) 各層の平均の初期値を設定する.

(2) Hardin-Drnevich モデルによって, そのひずみの大きさに対する各層のせん断剛性, 減衰定数を設定する.

(3) 重複反射理論による伝達関数と入力地震動のフーリエスペクトルから各層の周波数応答スペクトルの計算を行う.

(4) 各層の加速度波形とひずみ波形を計算する.

(5) ひずみ波形のフーリエスペクトルから, 周波数依存型の等価平均ひずみ $\gamma_f(\omega)$ を算出する.

(6) Hardin-Drnevich モデルにより, 周波数依存型のせん断剛性, 減衰定数を設定する.

(7) 上記の手法により再び各層の加速度波形, ひずみ波形を計算しひずみ波形のフーリエスペクトルを計算する.

(8) (7) で得られたひずみ波形のフーリエスペクトルと前段階のフーリエスペクトルとの誤差が所定の範囲以内ならば収束とみなし計算を終了し, そうでなければ (5) の過程から繰り返し計算する.

収束判定について上記の (8) の過程で誤差を評価する際, 誤差の平均をとるサンプル数が多いことから誤差が大きい周波数領域が存在しても全体としてみると誤差の平均が小さくなり, 収束とみなしてしまう恐れがある. そこで等価平均ひずみの収束判定では, 各周波数ごとに行わず, 以下に示す角周波数領域の地盤地震動特性の違いを考慮し,

- 1.0Hz 以下の波形が短くひずみレベルも小さいため非線形性の影響がほとんど考えられない低周波数領域
- 1.0～5.0Hz のひずみレベルが大きく, 地盤の卓越周波数を決定する中周波数領域
- 5.0Hz 以上のひずみレベルは大きくないが, 波長が短いため非線形性の影響 (特に減衰の影響) が大きい高周波数領域

に分割しそれぞれの誤差の平均値が所定の値以内に収まったときに収束とした.

なお, このような誤差判別における周波数領域の分割を行っても周波数軸上における等価平均ひずみの連続性は保たれている.

周波数ごとに等価剛性, 等価減衰を与える FDEL では, 特に等価減衰の下限値を的確に与える必要性が指摘されたが, およそ 5%程度が適当であるとの結論が得られている. さらに等価平均ひずみから周波数ごとに等価剛性, 等価減衰を与えることの土質力学的妥当性については, 様々な初期ひずみレベルにおける G～γ, h～γ 曲線を実験により検討して, 十分妥当であるとの結論が得られている. そして FDEL の妥当性について鉛直アレー記録により検討した結果, 高周波数領域での増幅特性が従来の手法と比較して正確に再現されることが示されている.

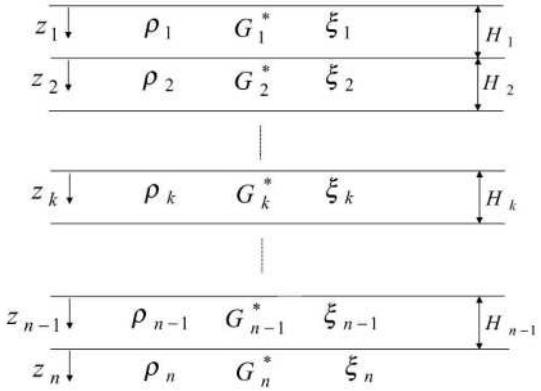


図 2.1: 地盤の波動の重複反射モデル

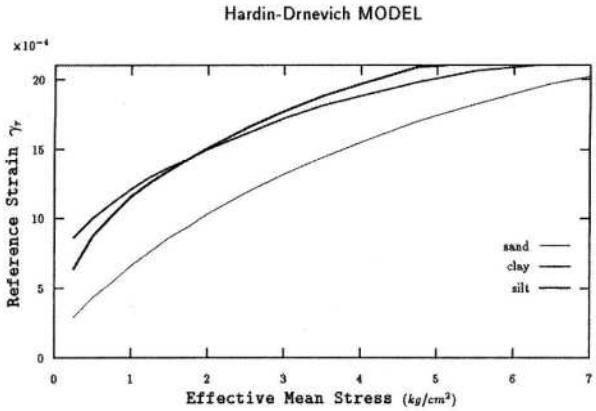


図 2.2: 各土質に対する基準化ひずみ γ_γ

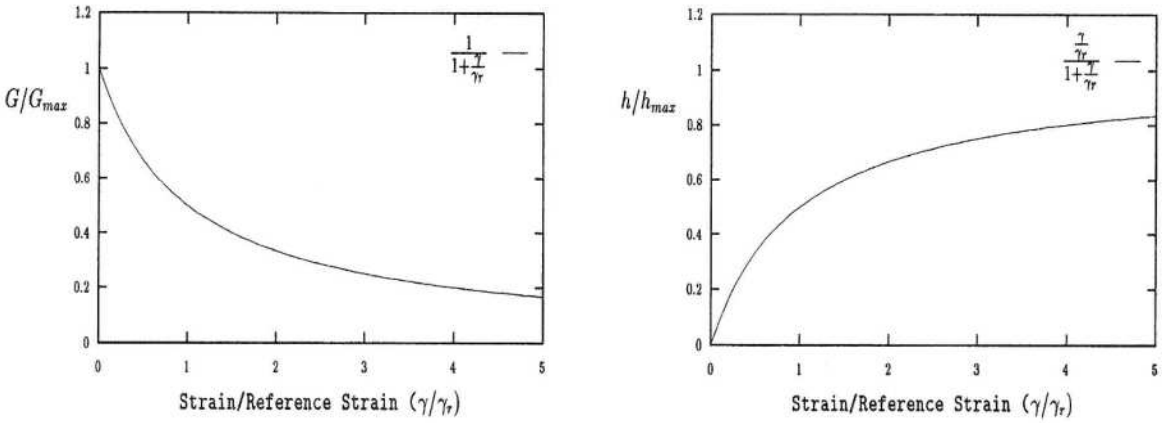


図 2.3: Hardin-Drnevich モデルによる G～γ,h～γ の関係

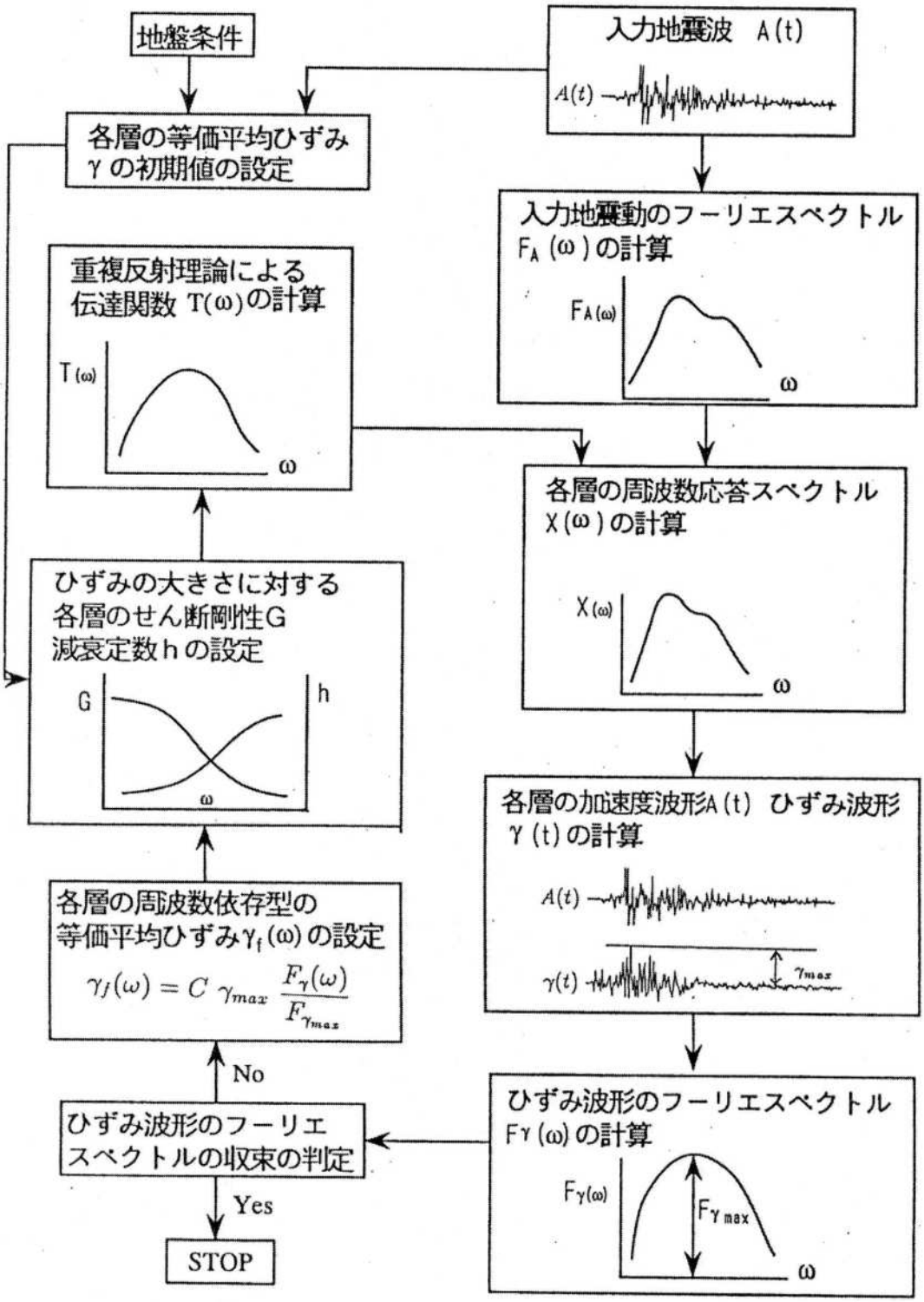


図 2.4: プログラム FDEL の解析フローチャート

[2] Sugito,M., Furumoto,Y., and Sugiyama,T., Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12 th World Conference on Earthquake Engineering, CD-ROM, Aukland, New Zealand, January 2000.

3. 液状化危険度の予測

地震応答解析結果から得られる地表面での最大加速度から、メッシュ地盤モデルにおける各地層での液状化判定を行い、「道路橋示方書・同解説Ⅴ.耐震設計編」[3)]（以降、H14 道示Ⅴ）に示されている液状化指数 PL 値を用いて、50mメッシュごとの液状化危険度を予測した。

3.1 対象とする土層

対象とする土層は、H14 道示Ⅴの液状化の判定を行う必要があるとされている沖積層の砂質土で、以下の条件を全て満たす土層とした。

- 地下水位が現地盤面から 10m以内にあり、かつ、現地盤から 20m以内の深さに存在する飽和土層
- 細粒分含有率 FC が 35%以下の土層、又は、FC が 35%を超えても塑性指数 Ip が 15 以下の土層
- 平均粒径 D_{50} が 10mm以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が 1mm以下である土層

上記の条件は、兵庫県南部地震や近年の地震において沖積砂質土以外の土層が液状化した事例を踏まえて設定されたものであり、塑性指数の低いシルト質砂や平均粒径が 2mmを超える礫質土で透水性が低い土層が液状化する可能性があることを反映したものである。

3.2 液状化の判定（F_L 値）

液状化の判定は、液状化に対する抵抗率 F_L 値により行い、F_L 値が 1.0 以下で液状化するとみなすものとした。

$$F_L = R / L \qquad \text{式 3-1}$$

F_L：液状化に対する抵抗率
R ：動的せん断強度比
L ：地震時せん断応力比

3.3 地震時せん断応力比

F_L 値の算定に使用する地震時せん断応力比 L は、地震応答解析より得られる地表最大加速度を用いて、次式より求めた。

$$L = \gamma_d \cdot \frac{\alpha_{\max}}{g} \cdot \frac{\sigma_V}{\sigma'_V} \qquad \text{式 3-2}$$

L ：地震時せん断応力比
$\alpha_{\max}$：地表最大加速度（gal）
σ_V：全上載圧（kN/m2）
σ'_V：有効上載圧（kN/m2）
γ_d：低減係数　$\gamma_d = 1.0 - 0.015X$
X ：地表からの深さ
g ：重力加速度(980gal)

3.4 動的せん断強度比

$$R = c_W R_L \qquad \text{式 3-3}$$

R ：動的せん断強度比

Cw：地震動特性による補正係数（本調査における海溝型地震の場合＝0.8）
R_L：繰返し三軸強度比

3） 繰り返し三軸強度比 R_L

繰り返し三軸強度比は、土の液状化強度で粒度の影響を考慮した補正 N、値 Na によって表す。また、Na は土質種類により算出方法が変化する。

$$R_L \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_a/1.7} & (Na < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6\times10^{-6}\cdot(N_a - 14)^{4.5} & (14 \leqq Na) \end{cases}$$ 式 3-4

①砂質土の場合

$$N_a = c_1 \cdot N_1 + c_2$$ 式 3-5

$$N_a = 1.7 \cdot N / (\sigma'_v + 0.7)$$ 式 3-6

$$c_1 \begin{cases} 1 & (0\% \leqq FC < 10\%) \\ (FC+40)/50 & (10\% \leqq FC < 60\%) \\ FC/20 - 1 & (60\% \leqq FC) \end{cases}$$ 式 3-7

$$c_2 \begin{cases} 0 & (0\% \leqq FC < 10\%) \\ (FC-10)/18 & (10\% \leqq FC) \end{cases}$$ 式 3-8

②礫質土の場合

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1$$ 式 3-9

N　：標準貫入試験から得られる N 値
N_1　：有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値
c_1, c_2　：細粒分含有率による N 値の補正係数
FC　：細粒分含有率(%)(粒径 75μm 以下の土粒子の通過質量百分率)
D_{50}　：平均粒径(mm)

4） 地震動特性による補正係数 Cw

ここでは、H14 道示Ⅴによる補正係数について概説する。

地震動特性による補正係数 Cw は地盤の液状化発生の有無、あるいは液状化の程度に関わる地震動の繰り返し特性を考慮した係数である。

最大振幅に近い大きな振幅の波が多く含まれる海溝型地震（タイプⅠ）を Cw ＝ **1.0（本調査では、0.8）　式 3-10** で、最大振幅が衝撃的に発生する直下型地震（タイプⅡ）を 3.3RL + **0.67（0.1＜RL≦0.4）　式 3-11** で表す。

本調査では、タイプⅠの場合の補正係数は、久世ら[4] による継続時間を考慮した補正係数 Cw＝0.8 を採用した。

（タイプⅠの場合）

$$Cw = 1.0 \text{（本調査では、0.8）}$$ 式 3-10

（タイプⅡの場合）

$$Cw \begin{cases} 1.0 & (R_L \leqq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leqq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$ 式 3-11

3.5　液状化危険度（P_L値）の算出

F_L 値と地表面からの深さの関係から求められる液状化危険度を表す指標である P_L 値（H14 道示Ｖ,p.130）を 50ｍメッシュごとに算出した。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x)dx$$

3.6　液状化危険度の判定

P_L 値と液状化危険度の判定区分は、液状化地域ゾーニングマニュアル[5]に従い、50ｍメッシュ毎の液状化危険度判定を行った。

P_L 値による液状化危険度の判定区分を以下に示す。

表 3-1.P_L 値による液状化危険度の判定区分

ランク	P_L 値	液状化危険度判定
A	P_L＞15.0	液状化による影響が非常に大きい
B	5.0＜P_L≦15.0	液状化による影響が大きい
C	0.0＜P_L≦5.0	液状化による影響は小さい
D	P_L=0,判定対象外	液状化による影響はない

---

3) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ｖ.耐震設計編,(社)日本道路協会,2002

4) 久世 益充・杉戸 真太・八嶋 厚・渦岡 良介・能島 暢呂：東海・東南海・南海三連動地震の地震動継続時間を考慮した液状化危険度判定,土木学会中部支部研究発表会,2013.3

5) 国土庁：液状化地域ゾーニングマニュアル,1999

4. 実効加速度・計測震度の算出方法

4.1 気象庁震度階級の改訂

1995 年 11 月 29 日の震度問題検討会（座長：宇津徳治・東京大学名誉教授，以下 12 名）最終報告にもとづき、約 50 年ぶりに気象庁震度階級が改訂になった（1996 年 2 月官報に告示)。今回の改訂のポイントは以下の 3 点である。

①	震度階級の定義を説明文にもとづくものから、震度計による計測値（計測震度）にもとづくものに変更する。（1996 年 4 月 1 日施行）
②	震度 6 と震度 5 をそれぞれ強・弱の 2 階級に分割し、全 10 階級にする。（1996 年 10 月 1 日施行）
③	震度階級の説明文をより詳細かつ現代社会に密着したものに改訂する。（1996 年 4 月 1 日施行）

1） 震度の定義について

①は震度の定義の質的な変化を表すと言える。

以前の震度は観測者の感ずる震動、目の当たりにする揺れ、各種の被害など「体感」を基にして定めてきた。例えば、震度Ⅶの定義には「家屋の全壊率が 30%以上に及び、山くずれ地割れ、断層などを生じる」とある。一方、計測震度は震度計の高密度配置を背景に、より物理的・定量的な定義を図ったものである。新しい震度算出法の導入により、観測者や観測者の置かれた状況の違いによる震度判定のばらつきは回避される。なお、激震・烈震など震度階級に付けられていた名称は廃止される。

計測震度の算出法は新震度と過去に決定された震度を対応づけることを意図し、検証を繰り返して定められた。古い時代の地震計で得られた最大加速度と震度の対比をさせた河角震度階式を活用する点も継続性を意識したものととらえられる。計測震度の算出においては、後述のように以前の地震計の固有周期に対応したフィルタを用い、当時の地震計との照合を行っている。また、フィルタにより除去されない周波数帯は、体感し得る周波数帯、構造物の被害に関与する周波数帯と考えられ、従来の震度との対応が意図されている。ただし、兵庫県南部地震で広く知られた旧来の震度Ⅶの定義と計測震度にもとづく震度 7 の間には、隔たりが生ずる可能性があり、地震被害想定に応用する場合には、注意が必要である。

2） 震度階級の細分について

②は震度 5、震度 6 に対応する被害程度がそれぞれの階級で大きな幅を持っているので、災害応急対策の展開に役立つよう細分するものである。

3） 震度階級の説明文について

③については、従来、定義にあたる「説明」とこれを補足する「参考事項」に分かれていたものを「参考事項」の性格にあたる「解説」のみに変更したものである。

4.2　計測震度の算出方法

以下に、官報に告示された計測震度の算出方法を概説する。

①フーリエ変換

地表地震動の 3 成分加速度時刻歴データ（水平動 2 成分・上下動 1 成分）に対し、フーリエ変換を施し、そのスペクトルを計算する。

②フィルタ処理

①で得られたスペクトルに、以下の 3 種類のフィルタをかける。

(a) 周期補正用フィルタ

$A(f) = k / f$

$k = 1.0$　　f: 周波数［Hz］

(b) ハイカットフィルタ（高域遮断フィルタ）

$$B(f) = [1+0.694(f/fc)^2+0.241(f/fc)^4+0.0557(f/fc)^6+0.009664(f/fc)^8+0.00134(f/fc)^{10}+0.000155(f/fc)^{12}]^{-0.5}$$

$fc = 10$ Hz

(c) ローカットフィルタ（低域遮断フィルタ）

$C(f) = 1 - \exp[-(f/f_0)^3]$

$f_0 = 0.5$ Hz

各フィルタの特性及び総合特性を下図に示す。

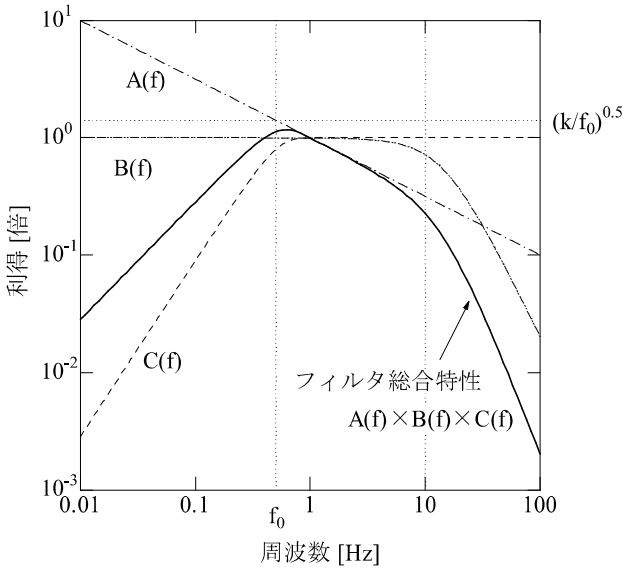


図 4-1.フィルタの総合特性

A(f), B(f), C(f)はそれぞれ周期補正用フィルタ、ハイカットフィルタ、ローカットフィルタの特性を表す。

③逆フーリエ変換

②の処理を施したスペクトルを逆フーリエ変換し、フィルタ加工済み加速度時刻歴を求める。

④ベクトル合成

フィルタ処理を施された各成分の加速度波形をベクトル的に合成する。

⑤継続時間を考慮した振幅の決定

④で求めた３成分ベクトル合成波の加速度振幅の絶対値があるレベル a 以上である時間の合計を τ(a)とする。合成波の加速度振幅の絶対値の最大を am とする。

このとき、

$\tau(a1) > \tau(a2)$　　$(0 \leqq a1 < a2 \leqq am)$

$\tau(a) = 0$　　$(am < a)$

となる。この τ を継続時間と呼ぶ。継続時間の指標として、τ0 = 0.3 秒をとり、ちょうど τ(a0）=τ0 となる値 a0 を求める。

⑥計測震度の算出

⑤で求めた a0 から、河角の震度階式 I = 2 log a0 + 0.7 にもとづく次式を用い、計測震度 I を求める。

$$I = 2\log a0 + 0.94$$

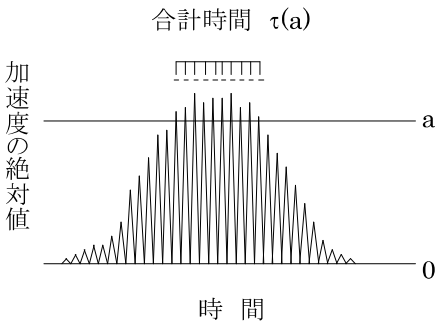


図 4-2.継続時間の算出方法

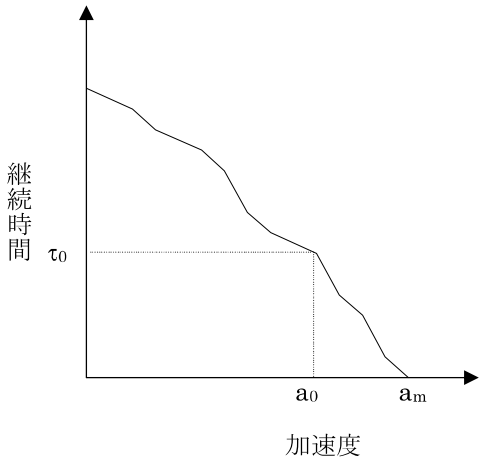


図 4-3 継続時間□と敷居値の関係

4.3　震度の算出

計測震度から気象庁震度階級関連解説表にしたがい、震度を算出する。

4.4　実効加速度の算出

本調査では、地盤応答解析に際し、杉戸ら（1994）による周波数特性を考慮した等価線形化手法（FDEL）を用いた。この手法は従来の SHAKE 型のプログラムのように短周期成分における増幅率の過小評価がなく、全周波数領域で適切な推定が可能である。

しかし、本調査における地盤応答解析の出力は継続時間の短いパルス状の変化が大きな振幅値をともなう傾向にある。

本調査では、種々の地震被害について、観測された加速度と実際の被害率を関係づける経験式をもとに予測を行う。本シミュレーションの算出する最大加速度の周波数領域に対して、構造物の固有周期、地震計の周波数特性、経験式を抽出する際に用いた地表面地震波の周波数帯などが異なると考えられる。したがって、今回得られた最大加速度値をそのまま地震被害予測に用いるのは適切ではない。

そこで、計測震度を求めるときのフィルタの周期特性に着目する。加速度 a と震度 I の間には、

$$I = 2\log_{10}a + 0.7$$

という関係があることが経験的に知られている。また、この式は、気象庁計測震度を求める際に基本となった式である。この式より、計測震度から逆算される加速度を「実効加速度」と称し、今後の予測に用いることとする。

表 4-1.実効加速度・計測震度・震度との関係

実効加速度(ｶﾞﾙ)	計測震度	震度
794 以上	6.5 以上	7
447 以上	6.0 以上 6.5 未満	6 強
251 以上	5.5 以上 6.0 未満	6 弱
141 以上	5.0 以上 5.5 未満	5 強
79 以上	4.5 以上 5.0 未満	5 弱
25 以上	3.5 以上 4.5 未満	4
8 以上	2.5 以上 3.5 未満	3
	1.5 以上 2.5 未満	2
	0.5 以上 1.5 未満	1
	0.5 未満	0

5. 建物被害の予測

5.1 揺れによる建物被害

揺れによる建物被害は、地震動予測から簡易に得られる指標である計測震度と被害率の関係から揺れによる全壊・半壊棟数を予測した内閣府(2003)[6]の手法に従った。

揺れによる全壊棟数	＝	構造別建物棟数×揺れによる全壊率
揺れによる半壊棟数	＝	構造別建物棟数×揺れによる全半壊率－全壊棟数

4） 被害関数の設定

内閣府(2003)の手法は、阪神・淡路大震災における西宮市、鳥取県西部地震における鳥取市、芸予地震における呉市の計測震度と建物被害率の関係、非木造建物については、阪神・淡路大震災における西宮市の建物被害率をもとに、建物構造・年代別に罹災証明に基づいた判定基準（全壊・半壊）の被害率曲線を標準正規分布の累積分布関数として以下の式で設定している。

なお、被害関数の特性上、計測震度が非常に小さくても建物被害が算出されてしまうため全壊被害が発生する計測震度を 5.5 以上とした。

$$\mathrm{P}(I) = \Phi\big((I-\lambda)/\xi\big)$$

ここで、

Ｐ：被害率　Ｉ：計測震度　Φ：標準正規分布の累積分布関数

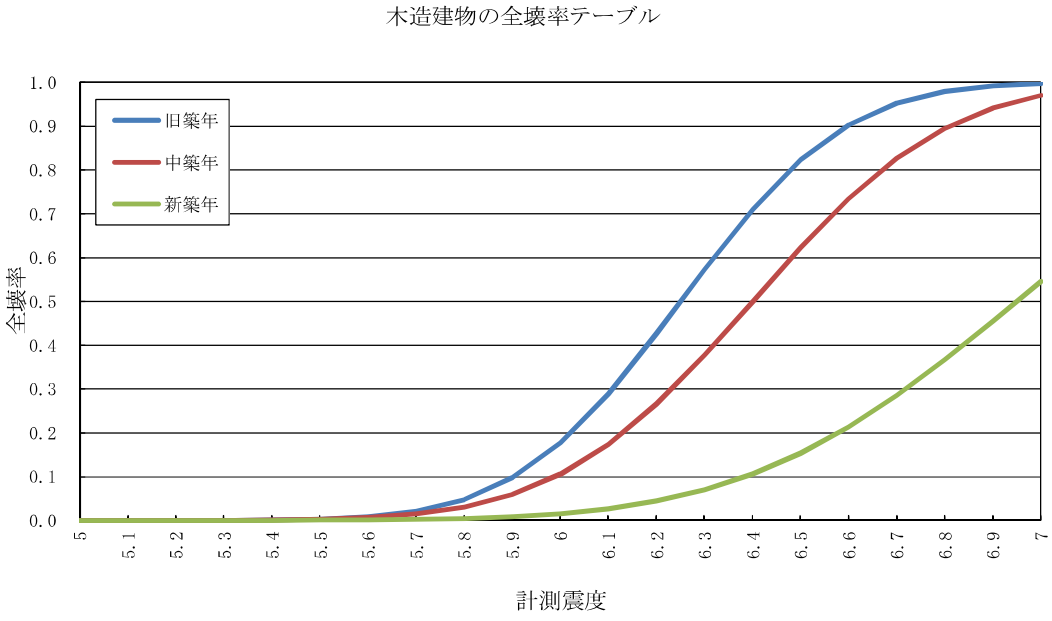
λ、ζ：被害率曲線の係数

被害率曲線の係数λ、ζは、埼玉県(2007)[7]の値を参考に設定した。

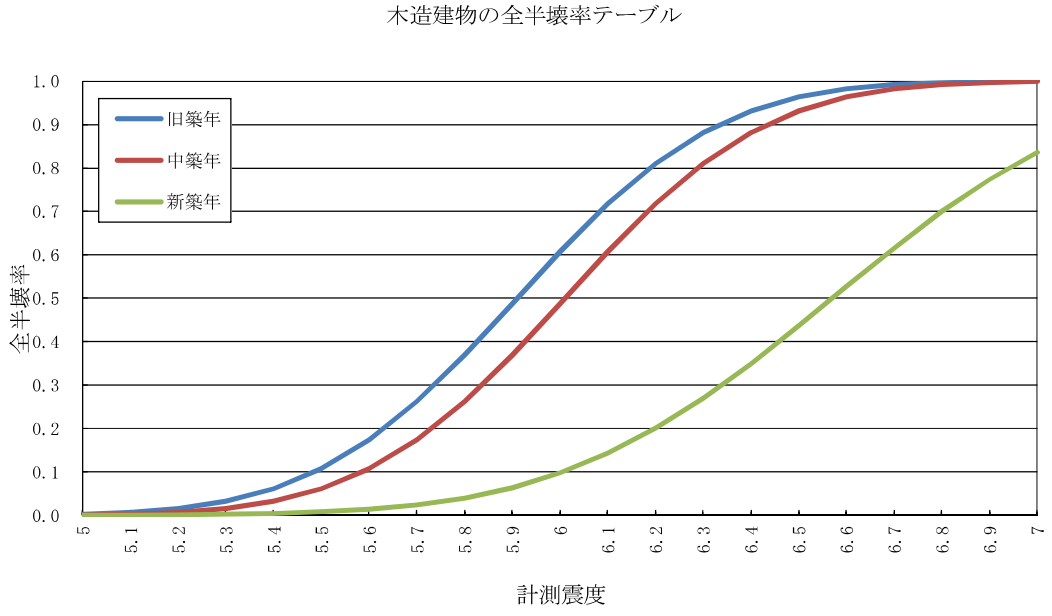
表 5-1.被害率曲線の係数

建物構造		木造			非木造		
築年代		旧築年	中築年	新築年	旧築年	中築年	新築年
		Ｓ35以前	Ｓ36～Ｓ55	Ｓ56以降	Ｓ45以前	Ｓ46～Ｓ55	Ｓ56以降
		～1960	1961～1980	1981～	～1970	1971～1980	1981～
全壊率	λ	6.25	6.40	6.95	6.93	7.05	9.56
	ξ	0.27	0.32	0.44	0.50	0.54	0.60
全半壊率	λ	5.91	6.01	6.57	6.58	6.67	7.10
	ξ	0.33	0.33	0.44	0.53	0.54	0.58

被害関数によって算定された被害率曲線は、以下のとおり。

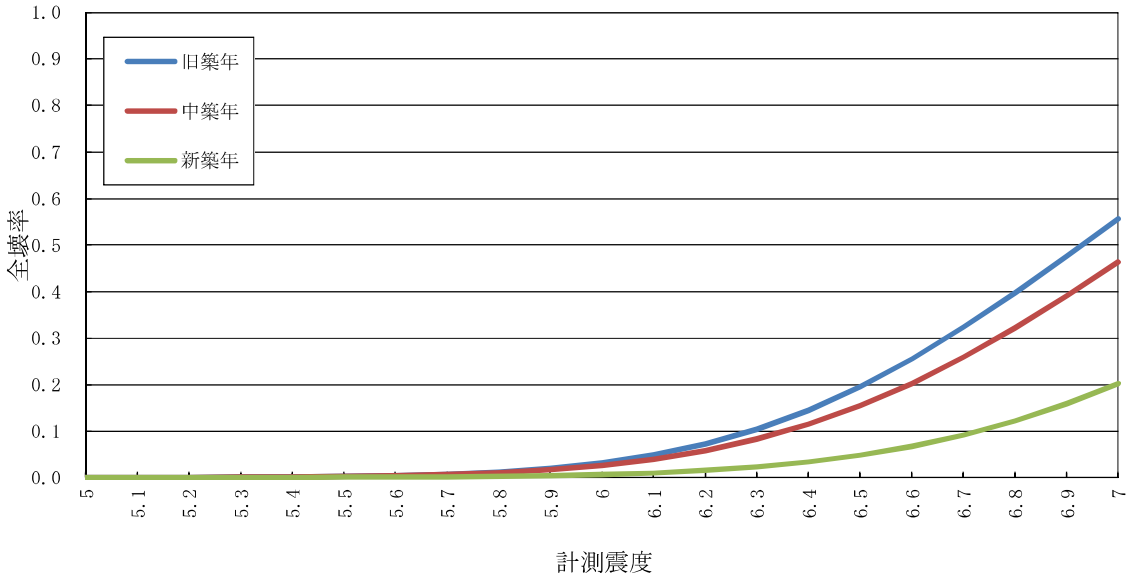


計測震度と全壊率（木造建物）



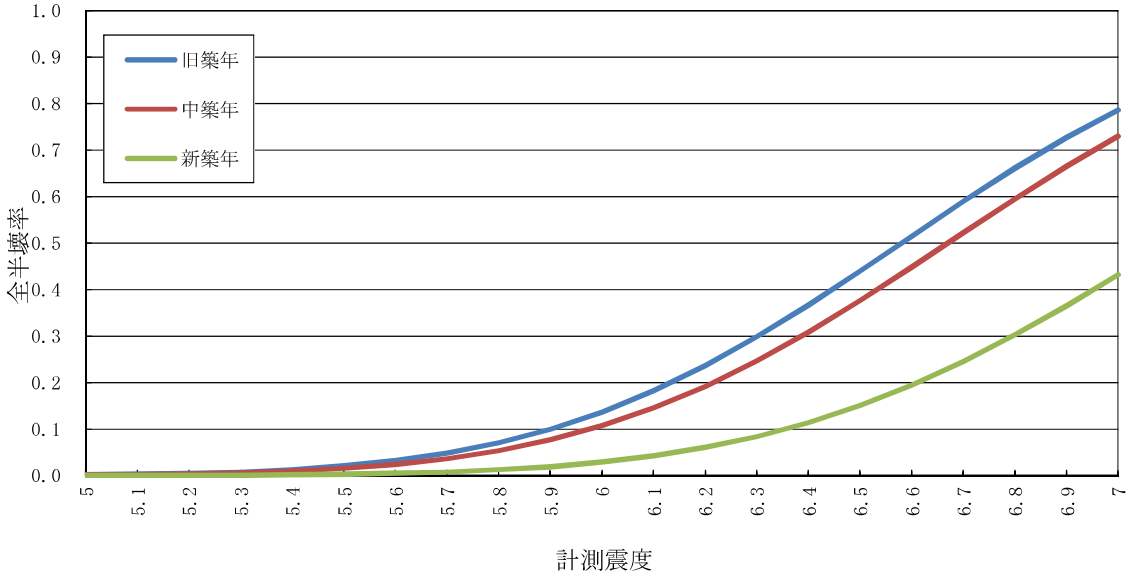
計測震度と全半壊率（木造建物）

非木造の全壊率テーブル



計測震度と全壊率（非木造建物）

非木造の全半壊率テーブル



計測震度と全半壊率（非木造建物）

5.2　液状化による建物被害

内閣府の手法を基本に、50mメッシュ単位での全壊棟数および半壊棟数の予測を行った。

半壊棟数については、内閣府の手法が明らかになっていないことから、静岡県(2003)[8]、愛知県(2003)[9]の手法から半壊率の設定を行った。

液状化による全壊棟数	＝	構造別建物棟数×液状化面積率×液状化による全壊率
液状化による半壊棟数	＝	構造別建物棟数×液状化面積率×液状化による半壊率

1）　液状化危険度ランク

液状化危険度ランクは、「地震動・液状化の想定」で得られた P_L 値により以下の区分とする。

表 5-2.液状化危険度ランク

ランク	P_L 値	摘要
A	$P_L > 15.0$	液状化発生の可能性が高い
B	$5.0 < P_L \leqq 15.0$	液状化発生の可能性がある
C	$0.0 < P_L \leqq 5.0$	液状化発生の可能性が低い
D	$P_L = 0.0$（又は対象外）	液状化発生の可能性はない

（出典：液状化地域ゾーニングマニュアル[10]より）

2）　液状化による建物被害率

①木造建物

静岡県（2003）では、関東大震災、新潟地震、日本海中部地震の被害実態をもとに、木造建物の液状化による被害について建築年次別で設定している。この大破率と全壊率との関係は、自治体の罹災証明における判定定義である「全壊」と定義が異なるが、大破＝全壊、中破＝半壊と仮定した。

表 5-3.液状化による木造建物被害率の関係

建築年代	S35 年以前	S36 年以降
全壊率（大破）	13.3%	9.6%
半壊率（中破）	12.9%	18.0%

②非木造建物

愛知県（2003）では、非木造建物の液状化による建物被害を建築年代、杭基礎の有無により設定している。建築年代の区分については、一般の建物いついて地震時の基礎構造についての設計方法が規定された昭和 60 年以降で杭打ちされていれば被害はないものとしている。

岐阜市の建物データに基礎構造のデータがないため、本調査では危険側の被害想定となるように全ての非木造建物を「杭なし」と評価した。

表 5-4.液状化による非木造建物被害率の関係

基礎形式	杭あり	杭なし
全壊率	0%	23%
半壊率	0%	30%

③液状化面積率
液状化地域ゾーニングマニュアルの面積率を用いる。

表 5-5.液状化危険度と液状化面積率の関係

液状化危険度	液状化面積率
ランクＡ	18%
ランクＢ	5%
ランクＣ	2%
ランクＤ	0%

（出典：液状化地域ゾーニングマニュアルより）

5.3　被害要因ごとの全壊棟数のダブルカウント除去

液状化が発生する地域では、液状化による被害と揺れによる被害の両方が計上されているため被害が重複していることになる。液状化が発生する地域では、揺れによる被害が発生しないものとして、揺れによる全壊棟数の補正を行った。

（揺れによる建物全壊棟数<ダブルカウント除去後>）
＝（揺れによる建物全壊棟数<ダブルカウント除去前>）×｛1－（液状化面積率）｝

6 内閣府(2003)：首都直下地震に係る被害想定手法について,中央防災会議,2003
7 埼玉県(2007)：平成 19 年度埼玉県地震被害想定調査,埼玉県,2007
8 静岡県(2003)：第３次地震被害想定,静岡県,2003
9 愛知県(2003)：愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書,愛知県,2003
10 国土庁：液状化地域ゾーニングマニュアル,1999

6. 地震火災被害の予測

6.1 全出火数の予測

内閣府(2003)[1]では、兵庫県南部地震時の建物全壊と出火の関係に基づき、標準出火率を設定し、これに地域ごとの時間帯別火気使用状況調査結果等による時間帯別出火率に補正した式を用いている。本調査では、この算定式を用いて全出火件数を予測した。

全出火数　＝　建物棟数　×　出火率

出火率

[一般火気器具]

冬の５時　　出火率＝0.00018×（揺れによる全壊率）$^{0.73}$

冬の１８時　出火率＝0.0022×（揺れによる全壊率）$^{0.73}$

[電熱器具]

冬の５時　　出火率＝0.00036×（揺れによる全壊率）$^{0.73}$

冬の１８時　出火率＝0.0043×（揺れによる全壊率）$^{0.73}$

[電気機器・配線]

出火率＝0.00036×（揺れによる全壊率）$^{0.73}$　（季節・時刻によらない）

[化学薬品]

出火率＝0.000066×（揺れによる全壊率）$^{0.73}$　（季節・時刻によらない）

6.2 炎上出火数の予測

全市民による初期消火が行えなかった出火を組織的な消防活動が必要とされる炎上出火数として予測した。

初期消火率は、内閣府の被害想定手法より、震度ごとに設定した。

炎上出火数　＝　全出火数　×　（1－初期消火率）

初期消火率

震度	6弱以下	6強	7
初期消火率	67%	30%	15%

6.3　消防力の運用による消火件数

消防ポンプ車台数と水利状況から消防力による消火件数を予測した。

消防力を用いても消火出来なかった炎上出火を延焼拡大する出火（＝延焼出火件数）とした。

本調査では、愛知県(2003)[2]、山梨県(2005)[3]の手法に準じ、以下のように消火可能件数を算定した。

１炎上出火に対して、４口の放水により消火できると仮定する。ここで、消防ポンプ自動車は２口、小型動力ポンプは１口の能力であるとして１炎上出火に必要な台数は、以下の通りとなる。

表 6-1.消火に必要な消防力

種類	１出火の必要台数（台）
消防ポンプ自動車	2
小型動力ポンプ積載車	4

ここに、消防水利の過不足状況を反映するため、水利存在確率を、ホース 10 本分×20m に道路の屈曲を考慮して半径 140mの円内で放水可能であるとし、水利が市街地内に平均的に分布していると考えた場合、ある出火点の周囲 140m以内に水利がある確率を求める。

ただし、消防活動には様々な要素が影響するため、この式をもとに阪神・淡路大震災での市区町村別の消防力と大規模火災（1,000 ㎡以上）に至った割合等の事例を踏まえ、係数をかけて補正し、また、水利があれば、最低１件の火災は消火可能であるとした。

以上から、ポンプ車および水利数と消火可能木造火災件数の関係式は、次の通りとなる。

表 6-2.消火可能件数の算出式

消火可能件数（ポンプ車）	消火可能件数＝消防ポンプ自動車/2＋小型動力ポンプ数/4
水利存在確率	水利存在確率＝1－（1－π×140×140/市街地面積（m^2））^{水利数}
消火可能木造火災件数	消火可能木造火災件数＝0.7×（消防ポンプ自動車/2＋小型動力ポンプ数/4＋0.71） ×｛1－（1－π×140×140/市街地面積（m^2））^{水利数}｝
延焼件数	延焼件数＝木造出火件数－消火可能木造火災件数

消防部署別の消防ポンプ車台数および水利状況は、H30 年版消防年報のものを用いた。

表 6-3.消防力および水利数

平成31年4月1日現在

	消防車両		消火栓	防火水槽								井戸（特殊・普通）			プール
	消防ポンプ自動車	小型動力ポンプ		100m3以上		40m3～100m3未満		20m3～40m3未満		20m3未満		1000L/min以上	500～1000L/min	500L/min未満	
				有蓋	無蓋	有蓋	無蓋	有蓋	無蓋	有蓋	無蓋				
中消防署	10	5	2900	27		115	65	2	8	2	6	290	24	9	28
南消防署	7	3	2049	14		74	15	1		1		455	15	4	21
北消防署	10	6	3307	23		128	178	2	3	3	2	413	56	12	33
合計	27	14	8256	64		317	258	5	11	6	8	1,158	95	25	82

[1] 内閣府(2003)：首都直下地震に係る被害想定手法について,中央防災会議,2003
[2] 愛知県(2003)：東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書,愛知県,2003
[3] 山梨県(2005)：山梨県東海地震被害想定調査,山梨県,2005

7. 人的被害の予測

7.1 人口分布の推定

人的被害の予測については、季節および時間帯によって人口分布が異なることから、夜間人口および昼間人口を推定した。

夜間人口は、平成 17 年国勢調査結果の２分の１地域メッシュ（約 500mメッシュ）の総人口を50mメッシュごとの建物棟数に応じて配分して50mメッシュごとの人口を推定した。

昼間人口は、平成 17 年国勢調査、平成 18 年事業所・企業統計調査等のリンク結果による地域メッシュ統計の昼間人口を用いて、夜間人口と同様の方法で 50mメッシュごとの人口を推定した。

7.2 屋内滞留人口の設定

屋内（在宅）人口は、人々の活動状況により異なる。本調査では、「地震被害想定支援マニュアル」[1]における屋内人口滞流率を参考に、在宅および勤め先・その他の屋内滞留人口を以下のように設定した。

[平日の夜間]

屋内（在宅）滞留人口　＝　屋内人口滞留率　×　夜間人口

屋内（勤め先その他）滞留人口　＝　屋内人口滞留率　×　夜間人口

[平日の昼間]

屋内（在宅）滞留人口　＝　屋内人口滞留率　×　昼間人口

屋内（勤め先その他）滞留人口　＝　屋内人口滞留率　×　昼間人口

表 7-1.屋内人口滞留率（在宅）

	0時	2時	4時	6時	8時	10時	12時	14時	16時	18時	20時	22時
平日	0.95	0.96	0.95	0.80	0.38	0.25	0.31	0.27	0.38	0.64	0.79	0.89
休日	0.92	0.93	0.93	0.88	0.68	0.49	0.50	0.41	0.52	0.73	0.83	0.91

表 7-2.屋内人口滞留率の設定（勤め先その他）

	0時	2時	4時	6時	8時	10時	12時	14時	16時	18時	20時	22時
平日	0.02	0.01	0.01	0.04	0.31	0.43	0.28	0.40	0.30	0.15	0.10	0.06
休日	0.02	0.01	0.01	0.03	0.13	0.23	0.18	0.26	0.21	0.10	0.08	0.05

7.3　構造別建物内滞留人口の設定

屋内滞流人口を構造別の建物棟数と構造別の１棟あたり床面積から求められる構造別建物床面積比率を用いて、木造建物内滞留人口と非木造建物内滞留人口に区分した。

１棟あたりの床面積は、平成 20 年住宅・土地統計調査（岐阜県）の集計結果をもとに設定した。

屋内（勤め先その他）滞留人口の多くは、会社や学校などに滞留していると考えられることから、全て非木造の建物内にいるものと仮定し、勤め先その他の滞留人口をそのまま非木造非住宅内滞留人口としてカウントした。

基礎データの建物棟数は、住宅かそれ以外であるかは資料として得られていないため、木造住宅内滞留人口は木造建物内滞留人口とし、非木造住宅内滞留人口と非木造非住宅内滞留人口の合計を非木造建物内滞留人口として設定した。

木造建物内滞留人口　＝　木造住宅内滞留人口
非木造建物内滞留人口　＝　非木造住宅内滞留人口　＋　非木造非住宅内滞留人口

木造住宅内滞留人口　＝　屋内（在宅）滞留人口　×　木造建物床面積比率
非木造住宅内滞留人口　＝　屋内（在宅）滞留人口　×　非木造建物床面積比率
非木造非住宅内滞留人口　＝　屋内（勤め先その他）滞留人口

表 7-3.構造別建物１棟あたり床面積の設定

	１棟あたり床面積（m^2）
木造	141.8
非木造	76.4

出典：平成 20 年住宅・土地統計調査（岐阜県）

7.4　建物倒壊による人的被害

建物倒壊による人的被害の想定は、これまでの地震被害の事例をもとに建物被害棟数と死傷者数の関係に建物内滞流人口を加味した内閣府（2003）[2]の予測方法に準じて算出した。

1）　死者数

死者数の予測は、内閣府（2003）の手法に従い算定した。

内閣府（2003）の建物被害による人的被害の予測は、300 人以上の死者が発生した 5 地震（鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災）の被害事例から木造建物の全壊棟数と死者数の関係を基にしている。

非木造建物による被害は全壊に占める倒壊の割合が木造よりも小さいため、木造の係数の概ね 1/3 程度と設定している。

死者数（木造）	＝	0.0676	×木造全壊棟数×（木造建物内滞留人口／夜間人口）
死者数（非木造）	＝	0.0240	×非木造全壊棟数×（非木造建物滞留人口／夜間人口）

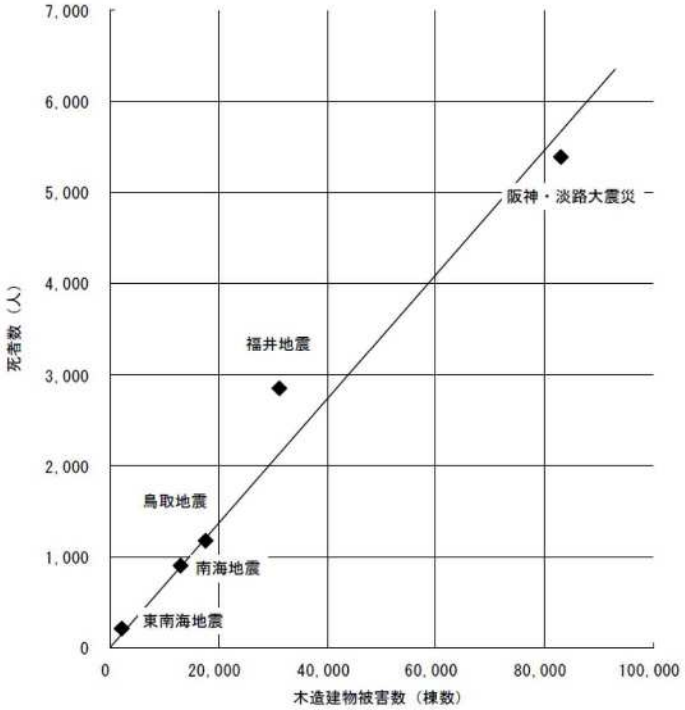


図 7-1.300 人以上の死者が発生した 5 地震における全壊棟数と死者数の関係

出典：内閣府（2003）,中央防災会議

2） **負傷者**

阪神・淡路大震災における建物被害率と負傷者率との関係を用いた大阪府(1997）[3]の手法に従い、以下の式により構造別の負傷者数を算出した。

木造負傷者数＝木造建物内滞留人口×負傷者率（木造）
非木造負傷者＝非木造内滞留人口×負傷者率（非木造）

建物被害率　＝　全壊率　＋　1／2　×　半壊率
負傷者率　＝　0.12×建物被害率　（0≦建物被害率＜0.25）
　　＝　0.07－0.16×建物被害率　（0.25≦建物被害率＜0.375）
　　＝　0.01（0.375≦建物被害率）
木造負傷者数　＝　木造建物内滞流人口　×負傷者率（木造）
非木造負傷者数＝　非木造建物内滞流人口×負傷者率（非木造）

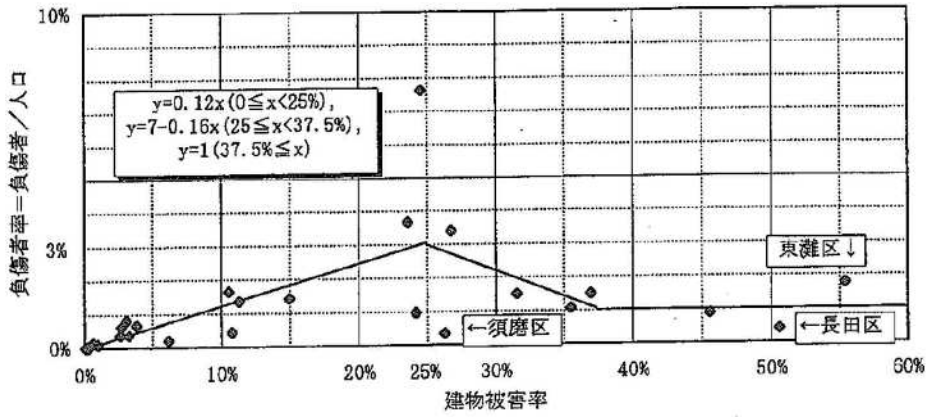


図 7-2.阪神・淡路大震災における建物被害率と負傷者率との関係

出典：大阪府地震被害想定調査（H.9.3）

3） **重傷者**

阪神・淡路大震災時における市区別の建物全壊率と重傷者率との関係より算出した内閣府（2003）の手法に従い、以下の式により重傷者数を算出した。

重傷者率　＝　0.0309　×　建物全壊率

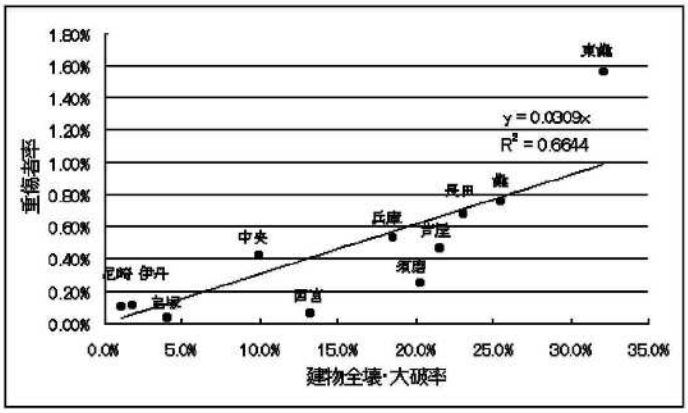


図 7-3.阪神・淡路大震災における建物被害率と重傷者率との関係

出典：内閣府（2003）,中央防災会議

7.5　要救助者数

阪神・淡路大震災における神戸市の建物全壊率と要救助者発生率との関係を用いて、下敷き・生き埋めによる要救助者数を対象とした東京都（1997）[4]の手法に従い算出した。

非木造建物における要救助者数の算定には、阪神・淡路大震災において倒壊した建物での閉じ込め率が約 50%であったという事例をもとに設定している。

ここには自己脱出者は含んでおらず、消防・警察・自衛隊や親せき・近所の人などによって救出および搬出された人数を対象としている。

要救助者数（木造）＝0.117　×　木造全壊率（%）/100　×　木造建物内滞留人口
要救助者数（非木造）＝0.50　×　非木造全壊率（%）/100　×　非木造建物内滞留人口

---

1 地震被害想定支援マニュアル,内閣府,2001
2 内閣府(2003)：首都直下地震に係る被害想定手法について,中央防災会議,2003
3 大阪府(1997)：大阪府地震被害想定調査,大阪府,1997
4 東京都(1997)：東京都地震被害想定,東京都,1997

8. 急傾斜地崩壊危険予測

急傾斜地震災対策危険度判定基準に基づいた評価手法により、急傾斜地崩壊危険箇所ごとに崩壊危険度を判定（第一次判定）し、この結果と想定震度の関係から危険度を評価する岐阜県(2003)[1]の方法により判定を行った。

8.1 対象箇所

対象とする危険箇所は、急傾斜地崩壊危険箇所（Ⅰ）（保全人家戸数５戸以上）及び急傾斜地崩壊危険箇所（Ⅱ）（保全人家戸数５戸未満）とし、急傾斜地崩壊危険箇所に準ずる斜面（Ⅲ）（保全人家なし）は対象外とした。

8.2 第一次判定

急傾斜地崩壊危険箇所の調査表より、下表の項目について点数化し、第一次判定を行った。

表 8-1.急傾斜地震災対策危険度判定基準

項　　目	小項目名	点数	備考
斜面高ｍ	H<10	3	
	10≦H<30	7	
	30≦H50	8	
	50≦H	10	
斜面勾配	45°未満	1	
	45°～60°	4	
	60°以上	7	
オーバーハング 遷急線 縦断形状	オーバーハングがある 遷急線が非常に明瞭	7	斜面形状の要素としてオーバーハングの有無の外に遷急線、斜面縦断形状を考慮
	遷急線が明瞭 凸型斜面	4	
	遷急線が不明瞭 直線斜面、凹型斜面	0	
斜面の地盤	亀裂が発達、開口しており 転石、浮石が点在	10	上位のものを用いる
	風化、亀裂が発達した岩	6	
	れき混り土、砂質土	5	
	粘質土	1	
	風化、亀裂が発達していない岩	0	
表土の厚さ	0.5ｍ以上	3	
	0.5ｍ未満	0	
湧水	有	2	常時みられる湧水を指す
	無	0	
崩壊履歴	当該斜面に新しい崩壊地がある	5	落石・崩壊頻度の代わりに崩壊履歴を採用
	当該斜面に古い崩壊地がある	3	
	崩壊地は認められない	0	

出典：岐阜県(2003)

第一次判定は、各項目の合計点により以下のようにランク分けを行う。

表 8-2.第一次判定ランク

合計点数	13点以下	14～23点	24点以上
一次判定	C	B	A

8.3 危険度評価

第一次判定結果と想定震度の関係から急傾斜地の崩壊危険性を評価する。

危険度の評価は、第一次判定結果がＢである急傾斜地を基準に、過去の事例を踏まえて以下のように設定した。

表 8-3.震度階級による判定ランクの振り分け

第一次判定ランク	震度階級			
	～5 弱	5 強	6 弱	6 強～
（A）	D	B	A	A
（B）	D	C	B	A
（C）	D	D	C	B

出典：岐阜県（2003）

A：崩壊危険度が高い
B：崩壊危険度がやや高い
C：崩壊危険度は低い
D：崩壊発生の可能性が低い

この危険度評価は、伊豆半島沖地震の被害記録をもとに設定されたものであり、以下のような指標となっている。

危険度Ａ	危険度Ａと判定された危険箇所の 20%前後に崩壊が発生する可能性がある。
危険度Ｂ	危険度Ｂと判定された危険箇所の 10 数%に崩壊が発生する可能性がある。
危険度Ｃ	危険度Ｃと判定された危険箇所の数%に崩壊が発生する可能性がある。
危険度Ｄ	危険度Ｄと判定された危険箇所の崩壊は極めて稀である。

[1] 岐阜県(2003)：岐阜県東海地震等被害想定調査,岐阜県,2003

9. ライフライン被害の予測

9.1 施設分布の推定

各施設管理者から最新の管路に関する管種、管径別の施設延長について情報を収集した。

この資料からは、実際の管路埋設位置の詳細な状況は把握できないため、岐阜市内の管路延長を建物密度による重み付けを行い、50mメッシュに按分して施設分布状況を推定した。

9.2 上水道被害

「重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き平成 29 年 5 月」（厚生労働省医薬・生活衛生局生活衛生・食品安全部水道課）に地震による被害予測の方法が示されている。

地震力の指標である地表最大速度から得られる標準被害率に液状化の有無による被害程度、および管の種類（材料・継手）と管径による被害程度の違いを考慮して、推定被害率 Rm を求め。50mメッシュ単位の管種・管径別の管延長 L（km）を掛け合わせ、被害箇所数 N を予測した。

$$Rm = R(v) \times C_g \times C_P \times C_d$$

R_m：推定被害率（件／km）
$R(v)$：標準被害率（件／km）
C_g：微地形補正係数
C_P：管種係数
C_d：管径係数

$$Np = Rm \times L$$

N：被害箇所数、L：管径別の管延長（km）

管種・管径別の被害箇所数 N_P の総和を求めて、市全体の被害箇所数 N を求める。

$$N = \Sigma\ N_P$$

1） 標準被害率

■液状化の情報を有していない場合、または液状化の可能性がない場合

$$Rm = R(v) \times C_g \times C_P \times C_d$$

$R_m = 9.92 \times 10^{-3} \times (V-15)^{1.14}$ 箇所／km　［V：地表面最大速度（cm／ｓ）$15 < v \leqq 120$］

■液状化の情報を有しており、かつ液状化の可能性ありの場合

$$Rm = R_L \times C_P \times C_d$$

R_L：標準液状化被害率（件／km）＝5.5

2） 管種、管径による補正係数

管種、管径別の補正係数のうち、VP の Cp は、過年度の手法と整合がとれる Cp=0.8 を採用した。また、SP(溶接)および PE(融着)は、耐震性があると判断し、Cp=0 を採用した

表 9-1.管種、管径による補正係数と被害予測式

地震による管路被害予測式	
液状化の情報を有していない場合、 又は　液状化の可能性がない場合の被害予測式	液状化の情報を有しており、 かつ　液状化の可能性ありの場合の被害予測式
$R_m = C_p \times C_d \times C_g \times R(v)$ R_m ：推定被害率　[件/km] C_p ：管種・継手補正係数 C_d ：口径補正係数 C_g ：微地形補正係数 R(v)：標準被害率　[件/km] $R(v)=9.92\times10^{-3}\times(v-15)^{1.14}$ v：地震動の地表面最大速度(cm/s) （ただし、$15 \leqq v < 120$）	$R_m = C_p \times C_d \times R_L$ R_m ：推定被害率　[件/km] C_p ：管種・継手補正係数 C_d ：口径補正係数 R_L ：標準液状化被害率　[件/km] $R_L = 5.5$

補正係数

管種・継手	C_p	口径	C_d	管が布設されている微地形	C_g 注1
DIP(A)	1.0	φ50－80	2.0	山地　山麓地　丘陵　火山地 火山山麓地　火山性丘陵	0.4
DIP(K)	0.5	φ100－150	1.0		
DIP(T)	0.8 注2	φ200－250	0.4	砂礫質台地　ローム台地	0.8
DIP(離脱防止)	0	φ300－450	0.2	谷底低地　扇状地　後背湿地 三角州・海岸低地	1.0
CIP	2.5	φ500－900	0.1		
VP(TS)	2.5			自然堤防　旧河道　砂州・砂礫州 砂丘	2.5
VP(RR)	0.8 注3				
SP(溶接)	0.5/0 注4			埋立地　干拓地　湖沼	5.0
SP(溶接以外)	2.5 注5				
ACP	7.5 注6				
PE(融着)	—注7				

注１　管が布設されている微地形の補正係数「Cg」の値についても、微地形ごとの液状化の発生頻度をある程度反映している。

注２　平成 11 年度以前に出荷されたものに限る。平成 11 年度以降に出荷されたものはダクタイル鋳鉄管 K 形継手と同等と評価されているので補正係数を 0.5 とする。

注３　RR 継手を有する塩化ビニル管は布設延長が十分ではなく※、ダクタイル鋳鉄管の T 形継手と継手構造が近いことから、クロス集計の結果も考慮して同等の係数とした。また、RR ロング継手を有する塩化ビニル管は、管路被害データが RR 継手のものと区別されていなかったので、個別の補正係数は算定できなかった。

注４　裏波溶接が採用される以前の片面溶接管（φ700 以下で 1975 年以前に布設のもの）に限り補正係数を 0.5 とし、それ以外のものは 0 とする。

注５　溶接以外の鋼管の布設延長も十分ではなく※、継手強度試験結果などからクロス集計の結果も考慮して鋳鉄管、塩化ビニル管 TS 継手と同等の係数とした。

注６　石綿セメント管の布設延長も十分ではなく※、クロス集計の結果などから算定した。

注７　融着継手を有する配水用ポリエチレン管は地震による被害がないが、布設延長が十分でない※ことから、補正係数は算定できなかったため、「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（厚生労働省）」を参照し、各水道事業者の判断により設定できることとする。

※　地震による管路被害データを多変量解析で分析するにあたり、データサンプルとして布設延長が十分ではないことを意味している。

（出典：「重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き平成 29 年 5 月」）

9.3　下水道被害

「大規模地震による下水道被害想定検討委員会(第１回),2005」（国交省）を参考に、揺れ・液状化による管路被害を算定した。

1）　管路被害延長

管路被害延長Ｌ　＝
Σ（管路延長[液状化危険度、震度階級、管種]×被害率[液状化危険度、震度階級、管種]）

表 9-2　液状化危険度別、震度階級別、管種別の被害率

管種	液状化危険度	ＰＬ値	震度階級				
			5-	5+	6-	6+	7
		計測震度基準値	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管 陶管	A～D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%
その他の管	A	15＜PL	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5＜PL≦15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0＜PL≦5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	PL＝0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

9.4　電力被害

震度分布から電力の供給支障、復旧期間を予測する「供給系ライフラインの地震時機能的被害・復旧評価モデル」(加藤・能島 2015)[1]により算定した。

1）　機能停止確率

機能停止確率 P(I)は、ロジスティック分布でモデル化した以下の式で算定した。

$$P(I) = \frac{exp[b_0 + b_1 \cdot I]}{1 + exp\big[[b_0 + b_1 \cdot I]\big]}$$

P : 機能停止確率
I : 計測震度
b_0、b_1 : 係数

表 9-3　係数

b_0	b_1
-19.72	3.75

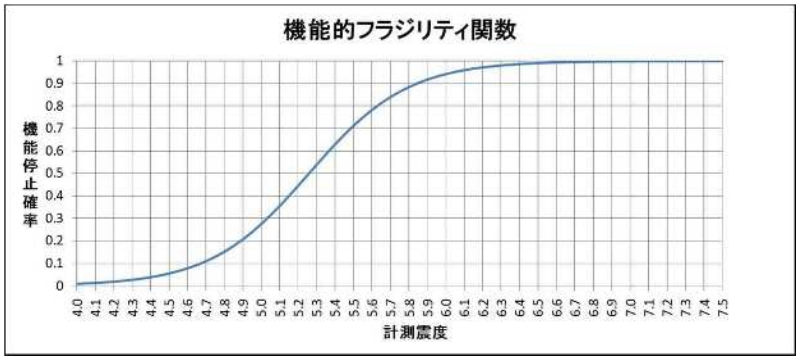


図 9-1　電力の機能停止確率

2）　電力供給支障人口

普及人口にメッシュ別に求めた供給停止確率を掛け合わせ、市町村別に集計して市町村ごとの供給支障人口を求めた。

電力の普及人口については、普及率 100%と仮定して夜間人口を用いた。

3）　電力復旧期間

機能停止期間である復旧所要期間は、震度 I で機能停止という条件下での停止期間 t の非超過確率 F(t|I)とした予測モデルを用いた。

まず、兵庫県南部地震における復旧所要期間と震度の関係を調査し、停止期間 t の移動平均値 μ と移動標準偏差 σ を、震度に関する二次曲線で表し、最小二乗法で係数を求め、低震度及び高震度領域において二次曲線でフィッティングできない部分については、回帰範囲の上下限値を用いて外挿している。

また、復旧所要期間については、供給支障人口の 95%が復旧する期間を示すことにした。

$$\mu(I) = a_0 + a_1 I + a_2 I^2$$
$$\sigma(I) = c_0 + c_1 I + c_2 I^2$$

[1]加藤宏紀, 能島暢呂：供給系ライフラインの地震時機能的被害・復旧評価モデル ―市区町村別簡易評価法のシステム構築―, 日本地震工学会論文集（JAEE 特集号） 第 15 巻, 第 7 号, 2015, pp.7_354-7_367. doi.org/10.5610/jaee.15.7_354.

これらの係数を用いて、震度Ｉにより機能停止した場合のライフライン停止期間の非超過確率 F(t|I)は、これらの係数を用いた以下のガンマ分布の確率密度関数を時間積分することによって求められる。

$$f(t|I) = \frac{t^{\alpha(I)-1} exp\left[-\frac{t}{\beta(I)}\right]}{\beta(I)^{\alpha(I)}\Gamma\left(\alpha(I)\right)}$$

$$F(t|I) = \int_0^t f(\tau|I)\, d\tau$$

ここで、パラメータα(Ｉ),β(Ｉ)は、移動平均値と移動標準偏差μ(Ｉ),σ(Ｉ)を用いて次式により与えられる。

$$\alpha(I) = \left(\frac{\mu(I)}{\sigma(I)}\right)^2 \qquad \beta(I) = \frac{\sigma^2(I)}{\mu(I)}$$

表 9-4　電力停止期間の予測モデルの回帰係数と適用区分

平均値				
a_0	a_1	a_2	適用下限震度	適用上限震度
1067.96	-409.00	39.47	5.2	6.8
標準偏差				
c_0	c_1	c_2	適用下限震度	適用上限震度
498.40	-201.90	20.78	4.8	6.3

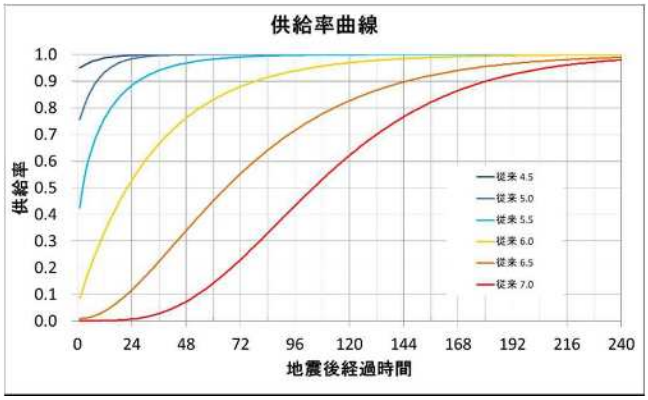


図 9-2　電力の地震後経過日数と供給率

4）　影響規模による復旧期間の補正

復旧期間は、震災規模の違いが復旧所要期間に影響するため、震災規模の違いを表す指標として、震度暴露人口(PEX)を用いた影響規模指数により復旧期間を補正した。

対象地震動は、被害が限定的で復旧期間が過大評価されやすい内陸直下型地震を対象とした。影響規模指数γは、各震度階級の曝露人口に供給系ライフラインへの影響の大きさwi(震度６弱,震度６強以上)で重み付けした震度曝露指数 IEX_j と 1995 年兵庫県南部地震のときの震度曝露指数 IEX_0 の比として表される以下の式で定義されている。

表 9-5　停電におけるモデル係数

	w1	w2	λ	RMS 誤差
停電	0.317	0.683	0.773	0.322

表 9-6　停電における影響規模指数γ

	断層名	影響規模指数γ
1	揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯	0.580
2	養老－桑名－四日市断層帯	0.511

表 9-7　震度曝露指数

	断層名	PEX_1	PEX_2	停電	
		震度 6 弱	震度 6 強以上	IEX_1	IEX_0
1	揖斐川－武儀川（濃尾）断層帯	693,272	927,981	853,578	1,728,000
2	養老－桑名－四日市断層帯	511,174	824,769	725,359	1,728,000

9.5　都市ガス被害

震度と機能停止及び復旧期間の統計的関係に基づき、機能被害と供給支障者数の算定を行った。

1）　都市ガス供給支障人口

想定地震による震度分布及び都市ガス供給区域の情報が得られているため、都市ガスの機能停止率もメッシュ別に評価できる。都市ガス普及人口は、岐阜県統計書(平成 29 年)の都市ガス需要家数と供給範囲における平成 27 年国勢調査の世帯数から普及率を設定し、メッシュ別の都市ガス普及人口を推定した。

表 9-8　都市ガス需要家数（取付メーター）

単位：戸　　各年3月31日

区分		東邦ガス	家庭用	大阪ガス	家庭用
平成24年	2012	139 541	132 024	17 378	16 182
25	2013	140 248	132 807	17 355	16 189
26	2014	141 087	133 850	17 451	16 237
27	2015	141 636	134 231	17 502	16 259
28	2016	143 096	135 730	17 748	16 617

資料：各ガス会社

出典：岐阜県統計書（平成 29 年）

表 9-9　都市ガス普及率

供給エリア	平成27年国勢調査		岐阜県統計書（平成29年）	都市ガス普及率	
			都市ガス需要家数	都市ガス需要家数/世帯数	
	供給範囲の世帯数	合計	家庭用		
岐阜市	163,073	409,045	152,347	37	%
大垣市	49,717				
多治見市	28,654				
羽島市	21,629				
土岐市	10,000				
各務原市	52,893				
可児市	29,791				
瑞穂市	19,884				
本巣市	8,514				
岐南町	9,560				
笠松町	8,191				
北方町	7,139				

2）　都市ガスの機能停止確率

都市ガスの供給停止判断は、事業者の設置した SI センサーから得た情報をもとに各事業者の判断で実施される。今回の調査では、SI センサーの配置情報や判断基準についての情報が得られていないため、都市ガスの機能停止の有無と震度の関係をモデル化した能島ら(2013)[19]の手法で機能停止確率を予測した。

機能停止確率に、メッシュ別の都市ガス普及人口を掛け合わせて供給支障人口を求めた。

表 9-10　都市ガスにおけるモデルパラメータ

b_0	b_1
-61.45	10.42

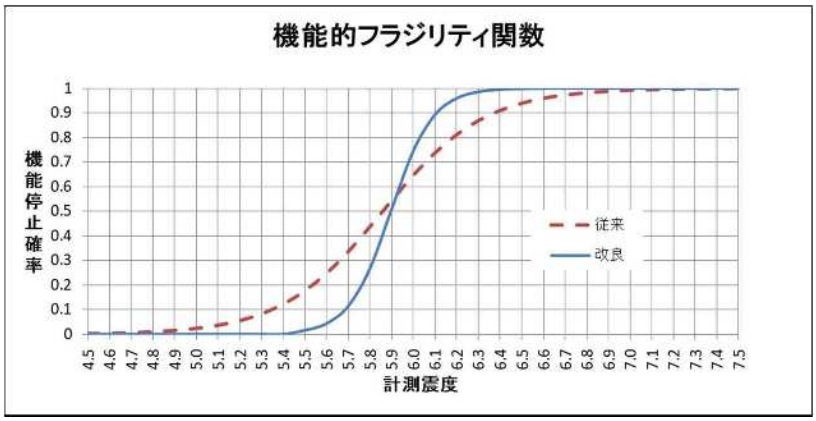


図 9-3　都市ガスの機能停止確率

3） 都市ガス復旧期間

復旧所要期間は、電力と同様に一定の震度で機能停止という条件下での停止期間の非超過確率とした予測モデルを用いた。

表 9-11　都市ガス停止期間の予測モデルの回帰係数と適用区分（能島ら(2013)）

平均値				
a_0	a_1	a_2	適用下限震度	適用上限震度
-30.85	3.01	1.01	4.9	7.0
標準偏差				
c_0	c_1	c_2	適用下限震度	適用上限震度
-237.66	82.59	-6.78	4.9	6.0

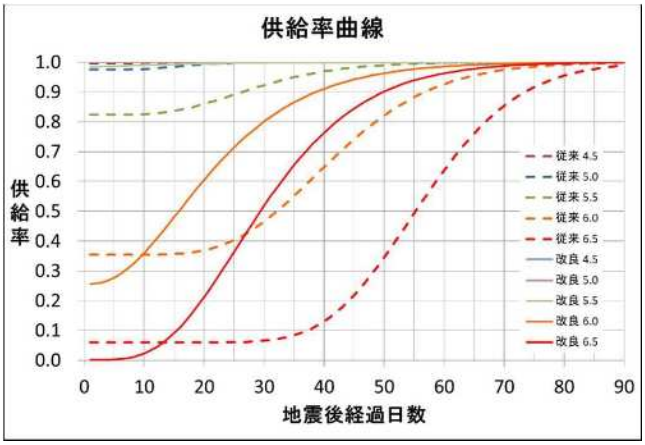


図 9-4　都市ガスの地震後経過日数と供給率

10.　避難者予測

10.1　概要

避難者数は、内閣府(2013)の手法に準じて算定した。

内閣府(2013)では、断水による「生活困窮度」と「避難所外の避難者」を考慮している。生活困窮度は、断水が継続されることにより自宅での生活が困難となる度合のため、当日・１日後では０％とし、直後の避難者数には含まれない。また、親戚や知人宅など避難所以外に避難する人もいるため、全避難者数の 60%が避難所に避難してくると考えている。

今回調査の避難者数は、主に物資の備蓄計画に反映されることから、備蓄の目標値としては最大値となる全避難者数とした。

そのため、避難者は全避難者数と避難所避難者数の双方を算定した。

・内陸部（津波浸水地域外）における避難者数を算出する。

・全避難者数＝（全壊棟数＋ 0.13×半壊棟数）×1棟当たり平均人員
＋断水人口※1×断水時生活困窮度※2

※1：断水人口は、自宅建物被害を原因とする避難者を除く断水世帯人員を示す。

※2：断水時生活困窮度とは、自宅建物は大きな損傷をしていないが、断水が継続されることにより自宅での生活し続けることが困難となる度合を意味する。時間とともに数値は大きくなる。阪神・淡路大震災の事例によると、水が手に入れば自宅の被害がひどくない限りは自宅で生活しているし、半壊の人でも水道が復旧すると避難所から自宅に帰っており、逆に断水の場合には生活困窮度が増す。

（当日・1日後）0.0 ⇒ （1週間後）0.25 ⇒ （1ヶ月後）0.90

・阪神・淡路大震災の実績及び南海トラフ巨大地震による被害の甚大性・広域性を考慮して、発災当日・1日後、1週間後、1ヶ月後の避難所避難者と避難所外避難者の割合を以下のように想定 （避難所避難者：避難所外避難者）

（当日・1日後）60:40 ⇒ （1週間後）50:50 ⇒ （1ヶ月後）30:70

出典：「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～平成２５年３月１８日）」（内閣府(2013)）

11. 資料収集整理

11.1 人口

(1) 使用データ

以下のデータを用いて、下記の手順で 50mメッシュ人口データを作成した。

- 統計情報研究開発センター「平成27年国勢調査、平成26年経済センサス－基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計」(500mメッシュ人口データ)
- 国土地理院が刊行する「数値地図（国土基本情報） 建物データ」
- 岐阜市「都市計画基礎調査 建物利用現況データ」(H30)

(2) 隣接する市町の人口の除去

「平成 27 年国勢調査､平成 26 年経済センサス－基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計」（500mメッシュ人口データ）では、複数の資料損に跨るメッシュについては、岐阜市に隣接する市町村の人口も含んでいる。

このため、数値地図（国土基本情報）の建物データ（図上面積が 30 ㎡以上）を使用し、500mメッシュごとに市内と市外の建物棟数を集計し、この棟数の比率で人口（昼間人口・夜間人口）を按分して岐阜市に隣接する市町の人口を除去した。

なお、数値地図（国土基本情報）の建物データは面形状であるが、メッシュごとに棟数を集計する際のダブルカウントを防ぐため、点形状（面形状の重心）に変換した。

(3) 50mメッシュへの人口の按分

都市計画基礎調査の建物利用現況データ（図上面積が 30 ㎡以上）を使用し、50mメッシュごとに建物棟数を集計し、この棟数の比率で 500mメッシュの人口（昼間人口・夜間人口）を 50mメッシュ単位に按分した。

なお、都市計画基礎調査の建物利用現況データは面形状であるが、メッシュごとに棟数を集計する際のダブルカウントを防ぐため、点形状（面形状の重心）に変換した。

11.2 50mメッシュ人口推計結果の地理的分布の検討

前述の方法で推定した 50mメッシュ人口データと都市基礎情報活用支援システムの H27 年度国勢調査をもとにした人口（ポイント）データについて、比較検討を行った。

(1) 50mメッシュ人口推計結果の相関

(A) 500mメッシュ人口を建物棟数で 50mメッシュに按分」した推計結果（横軸）と、「(B) 岐阜市提供の人口 Point データを 50mメッシュごとに集計」した推計結果（縦軸）との相関図は右図のようになった。

相関係数は、0.48 程度となり、ばらつきが大きい。

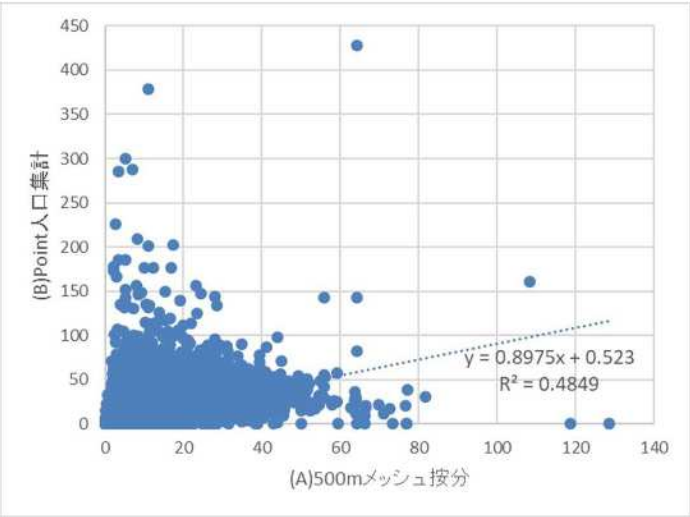


図 11-1 2 種類の人口データの相関図

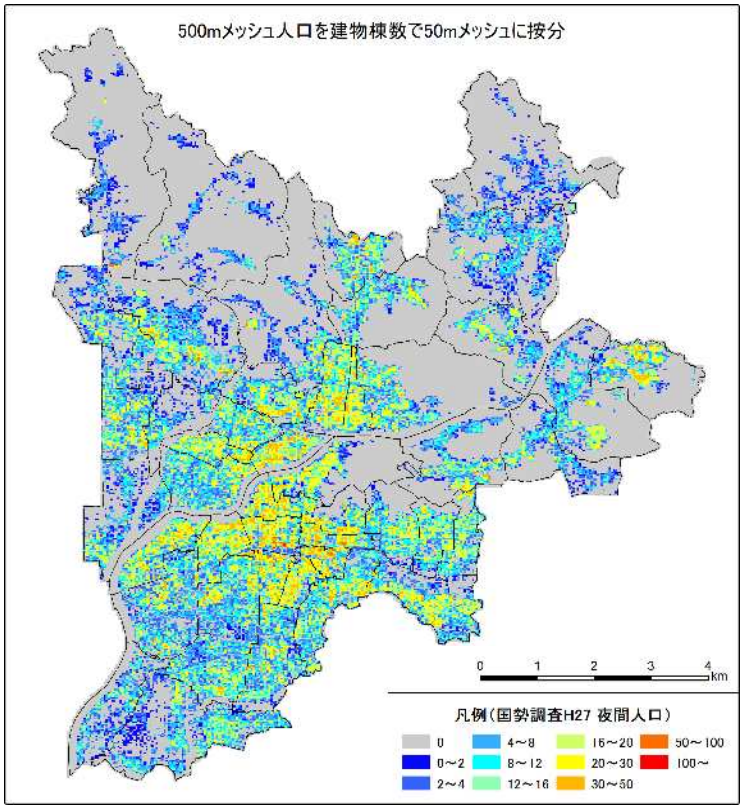


図 11-2　500mメッシュ人口を建物棟数で 50mメッシュに按分した人口分布

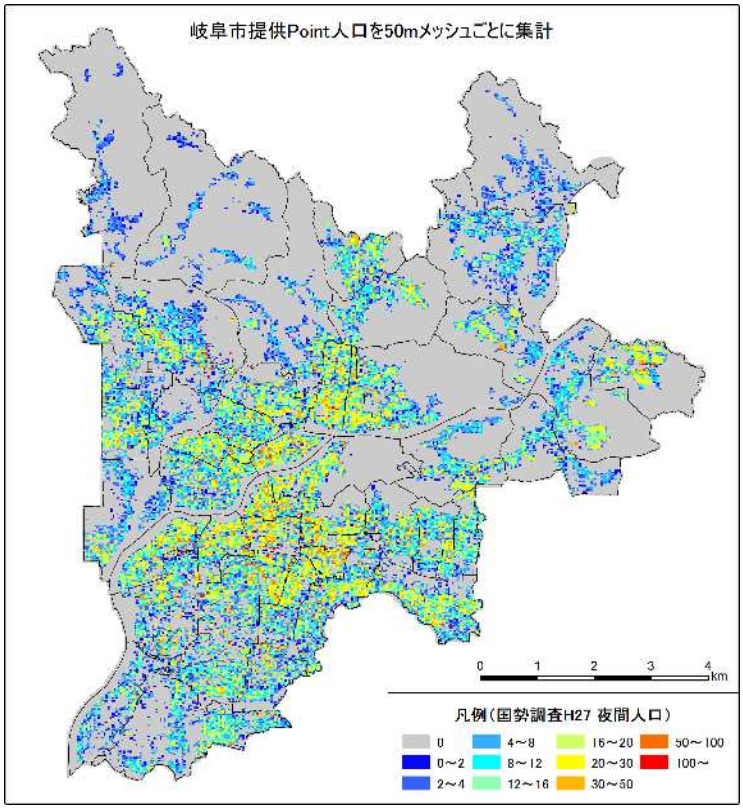


図 11-3　岐阜市提供の人口 Point データを 50mメッシュごとに集計した人口分布

(2) 検討結果

検討の結果、今回の被害想定に用いる人口分布は「(A) 500mメッシュ人口を建物棟数で50mメッシュに按分」した推計結果」を用いることとした。

以下に双方のデータの特徴と考察を示す。

(A) 500mメッシュ人口を建物棟数で50mメッシュに按分」した推計結果

メリット	昼間・夜間人口のデータがあるため、どちらも同等の精度である 建物分布があるところに人口按分しているため、人的被害が発生する可能性を示せる
デメリット	建物情報を基にしているため、実際の人口分布とは異なる
考察	建物と連動する人口分布であることから、被害想定調査で利用するデータとしては説明性が高い。例えば、建物倒壊による人的被害など建物と関連すると想定している。 また、昼間・夜間人口の精度の差がないため数値の対比が容易である。 【採用】

(B) 岐阜市提供の人口 Point データを50mメッシュごとに集計

メリット	夜間人口の分布が精度よく推定できる
デメリット	昼間人口がないため、夜間人口との精度差がでる（夜間人口分布は精度高、昼間人口は精度低） 建物被害と人口被害がリンクしない
考察	ある特定の事象について調査する場合に有効である。例えば、避難所からの一定距離に収まる人口などを推定するときには精度よく推定できる。 昼間人口が同じ手法の推定ができないため、数値の対比に注意が必要 【不採用】

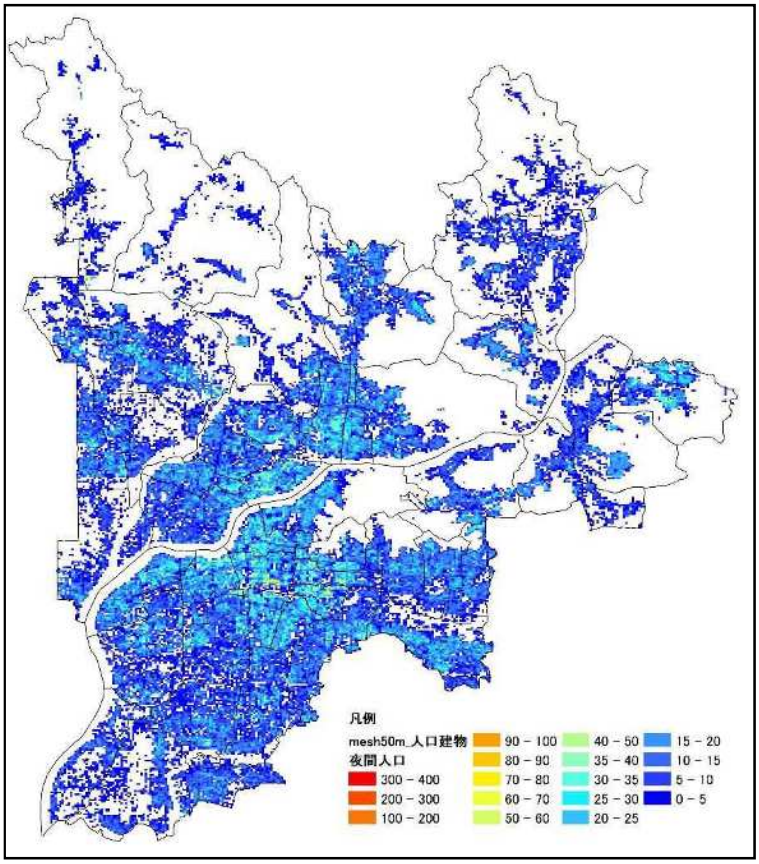


図 11-4　夜間人口

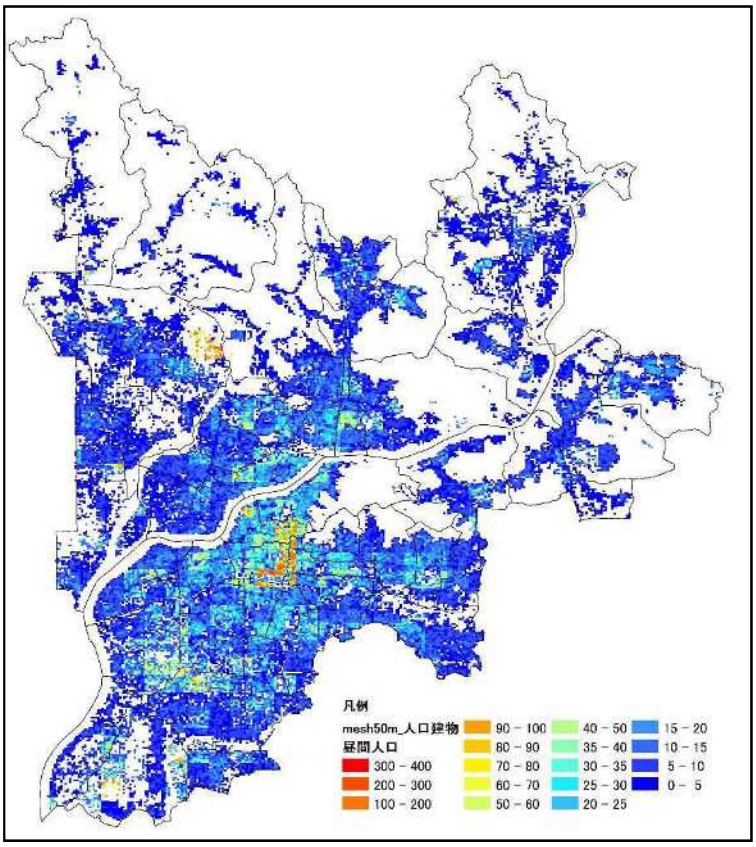


図 11-5　昼間人口

11.3　建物棟数

(1) 使用データ

以下のデータを用いて、下記の手順で 50mメッシュ建物棟数データを作成した。

- 岐阜市「都市計画基礎調査 建物利用現況データ」(H30)

(2) 50mメッシュにおける構造別・建築年代別建物棟数の集計

都市計画基礎調査の建物利用現況データ（図上面積が 30 ㎡以上）を使用し、50mメッシュごとに以下の 9 区分別に建物棟数を集計した。

ａ．木造／旧築年（Ｓ35 以前）
ｂ．木造／中築年（Ｓ36～Ｓ55）
ｃ．木造／新築年（Ｓ56 以降）
ｄ．非木造／旧築年（Ｓ45 以前）
ｅ．非木造／中築年（Ｓ46～Ｓ55）
ｆ．非木造／新築年（Ｓ56 以降）
ｇ．木造／建築年代不明
ｈ．非木造／建築年代不明
ｉ．構造及び建築年代が不明

なお、都市計画基礎調査の建物利用現況データは面形状であるが、メッシュごとに棟数を集計する際のダブルカウントを防ぐため、点形状（面形状の重心）に変換した。

(3) 建築年代が不明な建物棟数の再集計

建築年代が不明（上記区分のｇ、ｈ、ｉに該当）の建物棟数が約 9%の割合を占めたため、これらの値はａ～ｆに割り振りを行った。ｇの値は構成比率に従ってａ～ｃに按分して割り振りを行い、同様にｈはｄ～ｆ、ｉはａ～ｆに割り振った。

なお、建物棟数の値がすべて 0 で構成比率が求められない場合は、当該 50mメッシュを包含する 500mメッシュの構成比率に従って按分した。また、500mメッシュにおいても構成比率が求められない場合は、岐阜市全体の構成比率に従って按分した。

最終的には、50mメッシュごとに以下の 6 区分別に建物棟数を集計した。

ａ．木造／旧築年（Ｓ35 以前）
ｂ．木造／中築年（Ｓ36～Ｓ55）
ｃ．木造／新築年（Ｓ56 以降）
ｄ．非木造／旧築年（Ｓ45 以前）
ｅ．非木造／中築年（Ｓ46～Ｓ55）
ｆ．非木造／新築年（Ｓ56 以降）

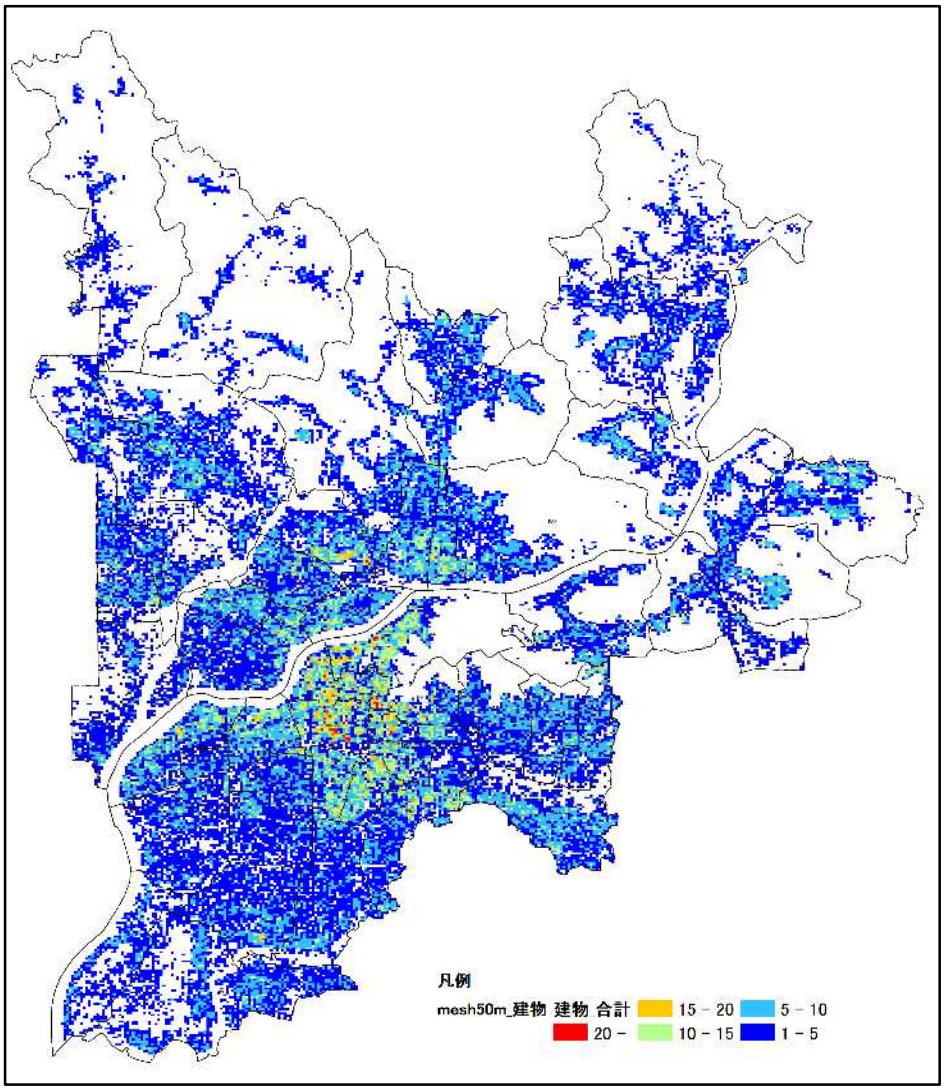


図 11-6　50mメッシュ建物棟数集計データ

11.4　上水道分布

(1)　使用データ

以下のデータを用いて、下記の手順で 50mメッシュ上水道管路延長集計データを作成した。

- 上水道網（shpファイル）

(2)　管種・管径の区分

上水道の管路延長の集計方法については、以下のとおり過年度業務の方法を踏襲し、管種（11 区分）×口径（6 区分）＝66 区分 により集計した。なお、集計値の単位は、m（メートル）とした。

＜管種＞

1	ダクタイル鋳鉄管
2	ダクタイル鋳鉄管耐震継手
3	普通鋳鉄管
4	鋼管溶接
5	鋼管ねじ継手
6	塩化ビニル管
7	石綿セメント管
8	ポリエチレン管
9	ステンレス管
１０	その他
１１	不明

＜口径＞

A	φ100mm 未満
B	φ100～150mm
C	φ200～250mm
D	φ300～450mm
E	φ500～600mm
F	φ601mm 以上

提供された shape ファイル（上水道網.shp）の属性には、管種「Type」及び口径「Bore」が用意されており、管種「Type」には管種コード、口径「Bore」には口径の値（単位：mm）がそれぞれ格納されている。管種については、下表のとおり 11 区分に仕分けした。

表 11-1　管種の対比

集計区分	上水道網.shp		摘要
	Type	管種の名称	
ダクタイル鋳鉄管	5	DIPE ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管内面ｴﾎﾟｷｼ樹脂粉体	
	6	DIP ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	
	18	DIPL 内面更生ダクタイル鋳鉄管	
	28	K	
ダクタイル鋳鉄管耐震継手	0	NS NS 形ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	
	3	SⅡ SⅡ形ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	
	4	DIPS 耐震継手形ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	
	32	GX	
	33	PN	
普通鋳鉄管	8	CIP 鋳鉄管	
	12	CIPL 内面更正鋳鉄管	
	25	(笠松町上水)CIP	
	26	CIP(サヤ管)	
鋼管	15	SPL 内面更生鋼管	φ450mm 以下は「ねじ継手」、φ600mm 以上は「溶接」として分類した。
	20	SP	
塩化ビニル管	1	HIVP 耐衝撃性硬質塩化ﾋﾞﾆﾙ管	
	9	VP 硬質塩化ﾋﾞﾆﾙ管	
	24	(笠松町上水)VP	
	27	VM	
石綿セメント管	7	ACP 石綿管	
	21	(笠松町上水)ACP	
	31	ACPL	
ポリエチレン管	14	PEP 水道用ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ二層管	
	16	HPPE 水道配水用ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ管	
ステンレス管	2	SUS ｽﾃﾝﾚｽ鋼管	
その他	17	LP 鉛管	

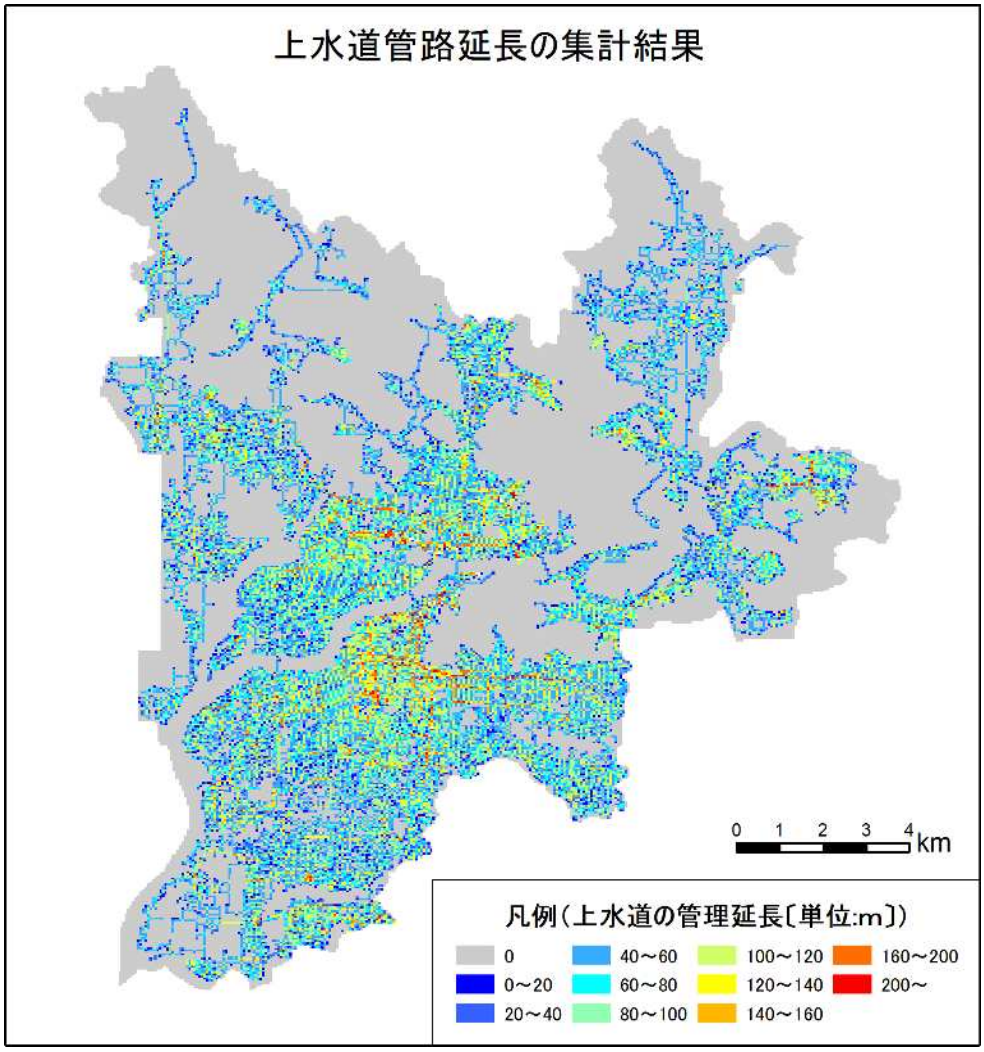


図 11-7　50mメッシュ上水道の管路延長集計データ

11.5　下水道分布

(1)　使用データ

以下のデータを用いて、下記の手順で 50mメッシュ下水道管路延長集計データを作成した。

- 下水道網（shpファイル）

(2)　管種の区分

下水道については、提供された shape ファイル（下水道網.shp）の属性情報に、管種「Type」が用意されている。この属性情報「Type」を利用して、以下のとおり管種（19 区分）により集計した。なお、集計値の単位は、m（メートル）とした。

＜管種＞

1	DIP	１１	SUS
2	FRP	１２	TP
3	FRPM	１３	VM
4	HIVP	１４	VP
5	HP	１５	VU
6	PE	１６	更生管
7	PEP	１７	管理外
8	PRP	１８	その他
9	SGP	１９	不明
１０	SSP		

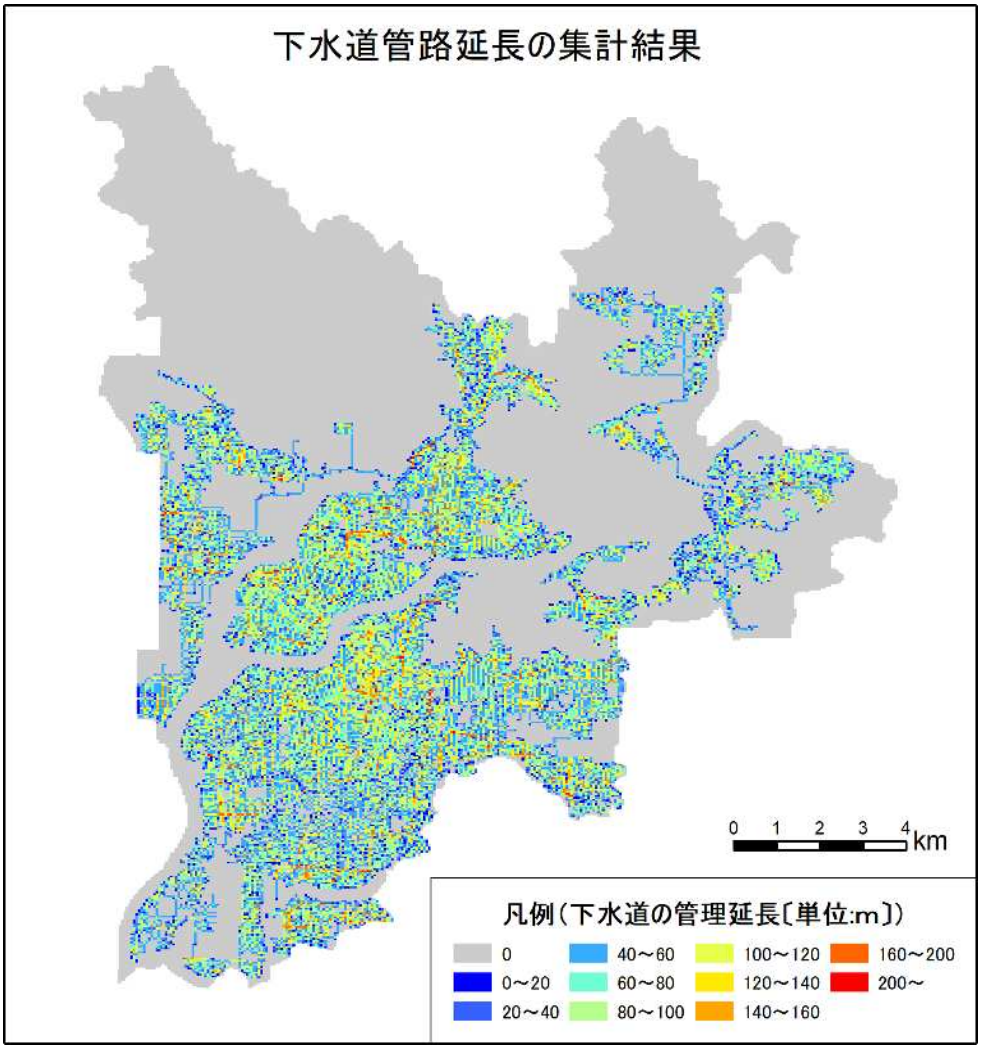


図 11-8　50mメッシュ下水道の管路延長集計データ

11.6　作成データレイアウト

本業務で作成した 50mメッシュデータの属性情報を以下に示す。

(1)　人口建物 50m メッシュ

ID	項目名	項目内容	型	単位	備考
1	Mesh50mJGD	50m メッシュコード(世界測地系)	文字列		12 桁
2	校区番号	校区の識別番号	文字列		2 桁
3	校区名称	校区の名称	文字列		
4	地盤モデル	地盤モデル	文字列		4～5 桁
5	昼間人口	500m-50mメッシュ人口按分データ／昼間人口	実数	人	
6	夜間人口	500m-50mメッシュ人口按分データ／夜間人口	実数	人	
7	建物_木造旧築	木造／旧築年(S35 以前)	実数	棟	
8	建物_木造中築	木造／中築年(S36～S55)	実数	棟	
9	建物_木造新築	木造／新築年(S56 以降)	実数	棟	
10	建物_非木旧築	非木造／旧築年(S45 以前)	実数	棟	
11	建物_非木中築	非木造／中築年(S46～S55)	実数	棟	
12	建物_非木新築	非木造／新築年(S56 以降)	実数	棟	
13	建物_合計	建物棟数の合計	実数	棟	

(2)　上下水道 50m メッシュ

ID	項目名	項目内容	型	単位	備考
1	Mesh50mJGD	50m メッシュコード(世界測地系)	文字列		12 桁
2	校区番号	校区の識別番号	文字列		2 桁
3	校区名称	校区の名称	文字列		
4	地盤モデル	地盤モデル	文字列		4～5 桁
5	J_ダク鋳 1	上水道／ダクタイル鋳鉄管／φ100mm 未満	実数	m	
6	J_ダク鋳 2	上水道／ダクタイル鋳鉄管／φ100～150mm	実数	m	
7	J_ダク鋳 3	上水道／ダクタイル鋳鉄管／φ200～250mm	実数	m	
8	J_ダク鋳 4	上水道／ダクタイル鋳鉄管／φ300～450mm	実数	m	
9	J_ダク鋳 5	上水道／ダクタイル鋳鉄管／φ500～600mm	実数	m	
10	J_ダク鋳 6	上水道／ダクタイル鋳鉄管／φ601mm 以上	実数	m	
11	J_ダク耐震 1	上水道／ダクタイル鋳鉄管耐震継手／φ100mm 未満	実数	m	
12	J_ダク耐震 2	上水道／ダクタイル鋳鉄管耐震継手／φ100～150mm	実数	m	
13	J_ダク耐震 3	上水道／ダクタイル鋳鉄管耐震継手／φ200～250mm	実数	m	
14	J_ダク耐震 4	上水道／ダクタイル鋳鉄管耐震継手／φ300～450mm	実数	m	
15	J_ダク耐震 5	上水道／ダクタイル鋳鉄管耐震継手／φ500～600mm	実数	m	
16	J_ダク耐震 6	上水道／ダクタイル鋳鉄管耐震継手／φ601mm 以上	実数	m	
17	J_普通鋳 1	上水道／普通鋳鉄管／φ100mm 未満	実数	m	
18	J_普通鋳 2	上水道／普通鋳鉄管／φ100～150mm	実数	m	
19	J_普通鋳 3	上水道／普通鋳鉄管／φ200～250mm	実数	m	
20	J_普通鋳 4	上水道／普通鋳鉄管／φ300～450mm	実数	m	
21	J_普通鋳 5	上水道／普通鋳鉄管／φ500～600mm	実数	m	
22	J_普通鋳 6	上水道／普通鋳鉄管／φ601mm 以上	実数	m	
23	J_鋼管溶接 1	上水道／鋼管溶接／φ100mm 未満	実数	m	
24	J_鋼管溶接 2	上水道／鋼管溶接／φ100～150mm	実数	m	
25	J_鋼管溶接 3	上水道／鋼管溶接／φ200～250mm	実数	m	
26	J_鋼管溶接 4	上水道／鋼管溶接／φ300～450mm	実数	m	
27	J_鋼管溶接 5	上水道／鋼管溶接／φ500～600mm	実数	m	
28	J_鋼管溶接 6	上水道／鋼管溶接／φ601mm 以上	実数	m	
29	J_鋼管ねじ 1	上水道／鋼管ねじ継手／φ100mm 未満	実数	m	
30	J_鋼管ねじ 2	上水道／鋼管ねじ継手／φ100～150mm	実数	m	
31	J_鋼管ねじ 3	上水道／鋼管ねじ継手／φ200～250mm	実数	m	
32	J_鋼管ねじ 4	上水道／鋼管ねじ継手／φ300～450mm	実数	m	
33	J_鋼管ねじ 5	上水道／鋼管ねじ継手／φ500～600mm	実数	m	
34	J_鋼管ねじ 6	上水道／鋼管ねじ継手／φ601mm 以上	実数	m	
35	J_塩ビ 1	上水道／塩化ビニル管／φ100mm 未満	実数	m	
36	J_塩ビ 2	上水道／塩化ビニル管／φ100～150mm	実数	m	

ID	項目名	項目内容	型	単位	備考
37	J_塩ビ 3	上水道／塩化ビニル管／φ200～250mm	実数	m	
38	J_塩ビ 4	上水道／塩化ビニル管／φ300～450mm	実数	m	
39	J_塩ビ 5	上水道／塩化ビニル管／φ500～600mm	実数	m	
40	J_塩ビ 6	上水道／塩化ビニル管／φ601mm 以上	実数	m	
41	J_石綿 1	上水道／石綿セメント管／φ100mm 未満	実数	m	
42	J_石綿 2	上水道／石綿セメント管／φ100～150mm	実数	m	
43	J_石綿 3	上水道／石綿セメント管／φ200～250mm	実数	m	
44	J_石綿 4	上水道／石綿セメント管／φ300～450mm	実数	m	
45	J_石綿 5	上水道／石綿セメント管／φ500～600mm	実数	m	
46	J_石綿 6	上水道／石綿セメント管／φ601mm 以上	実数	m	
47	J_ポリ 1	上水道／ポリエチレン管／φ100mm 未満	実数	m	
48	J_ポリ 2	上水道／ポリエチレン管／φ100～150mm	実数	m	
49	J_ポリ 3	上水道／ポリエチレン管／φ200～250mm	実数	m	
50	J_ポリ 4	上水道／ポリエチレン管／φ300～450mm	実数	m	
51	J_ポリ 5	上水道／ポリエチレン管／φ500～600mm	実数	m	
52	J_ポリ 6	上水道／ポリエチレン管／φ601mm 以上	実数	m	
53	J_ステン 1	上水道／ステンレス管／φ100mm 未満	実数	m	
54	J_ステン 2	上水道／ステンレス管／φ100～150mm	実数	m	
55	J_ステン 3	上水道／ステンレス管／φ200～250mm	実数	m	
56	J_ステン 4	上水道／ステンレス管／φ300～450mm	実数	m	
57	J_ステン 5	上水道／ステンレス管／φ500～600mm	実数	m	
58	J_ステン 6	上水道／ステンレス管／φ601mm 以上	実数	m	
59	J_その他 1	上水道／その他の管種／φ100mm 未満	実数	m	
60	J_その他 2	上水道／その他の管種／φ100～150mm	実数	m	
61	J_その他 3	上水道／その他の管種／φ200～250mm	実数	m	
62	J_その他 4	上水道／その他の管種／φ300～450mm	実数	m	
63	J_その他 5	上水道／その他の管種／φ500～600mm	実数	m	
64	J_その他 6	上水道／その他の管種／φ601mm 以上	実数	m	
65	J_不明 1	上水道／管種不明／φ100mm 未満	実数	m	
66	J_不明 2	上水道／管種不明／φ100～150mm	実数	m	
67	J_不明 3	上水道／管種不明／φ200～250mm	実数	m	
68	J_不明 4	上水道／管種不明／φ300～450mm	実数	m	
69	J_不明 5	上水道／管種不明／φ500～600mm	実数	m	
70	J_不明 6	上水道／管種不明／φ601mm 以上	実数	m	
71	J_管延長計	上水道の管路延長の合計	実数	m	
72	G_DIP	下水道／DIP	実数	m	
73	G_FRP	下水道／FRP	実数	m	
74	G_FRPM	下水道／FRPM	実数	m	
75	G_HIVP	下水道／HIVP	実数	m	
76	G_HP	下水道／HP	実数	m	
77	G_PE	下水道／PE	実数	m	
78	G_PEP	下水道／PEP	実数	m	
79	G_PRP	下水道／PRP	実数	m	
80	G_SGP	下水道／SGP	実数	m	
81	G_SSP	下水道／SSP	実数	m	
82	G_SUS	下水道／SUS	実数	m	
83	G_TP	下水道／TP	実数	m	
84	G_VM	下水道／VM	実数	m	
85	G_VP	下水道／VP	実数	m	
86	G_VU	下水道／VU	実数	m	
87	G_更生管	下水道／更生管	実数	m	
88	G_管理外	下水道／管理外	実数	m	
89	G_その他	下水道／その他の管種	実数	m	
90	G_不明	下水道／管種不明	実数	m	
91	G_管延長計	下水道の管路延長の合計	実数	m	

[19] 能島暢呂, 加藤宏紀：供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの改良と再検証―東日本大震災を対象とした都道府県別評価―, 第 5 回相互関係を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム講演集, pp.94-104.2013.12.