

7. 地域の総合防災性に関する研究

7.1 はじめに

自然災害外力(ハザード)に関する不確実性が大きいことから、外力の発生確率や再現期間を確率論的に扱ったリスク評価が行われるようになってきている。近年、国の機関や自治体から公表されている洪水ハザードマップや防災科学技術研究所から公表されている確率論的地震動予測地図は、それぞれ洪水に伴う浸水深や地震動強さの発生確率や再現期間を明示しており、確率論的リスク評価の推進に貢献している。個別の自然災害に関するリスク評価手法に関しては、ハザード評価手法を含め多くの研究や実務への応用が進められている状況である。一方、日本の多くの地域は、台風、豪雨、豪雪、地震、火山噴火など異なる災害に襲われることが多く、適切な事前・事後の防災対策を立案するためには、異種の自然災害(以下ではマルチハザードと呼ぶ)に対するリスク評価手法に関する検討を進める必要があるものとする。

本研究では、これまでの個別の自然災害に関するリスク評価手法に関する成果を活用することにより、地震、洪水、高潮のマルチハザードに関するリスク評価の試算を行うとともに、その結果を踏まえて地域の防災性能評価マニュアル(案)の提案を行った。

7.2 マルチハザード・リスク評価方法の提案

本研究で対象とするハザードは、地震災害(構造物の被害、火災、津波)、洪水、高潮災害(高潮に伴う水害)等とし、地域における自然災害の実状を考慮し適宜検討対象とするものとする。

7.2.1 個別災害に対するリスク評価

個別災害のリスク評価では、リスクカーブ¹⁾を用いるものとする。リスクカーブは、図 7.2-1 に示すように、様々な規模の損失の可能性を年超過確率(1年間にその損失以上の損失が発生する確率)で示したものであり、年間損失期待値は対象地域で起こりうる損失の全ての可能性を考慮した、いわば損失の平均的情報に相当する。リスクカーブと年間損失期待値の関係は、リスクカーブと縦軸・横軸で囲まれた面積が年間損失期待値となる。

7.2.2 マルチハザードに対するリスク評価

マルチハザードのリスク評価では、個々の災害に対してリスクカーブを算出し、異種の災害を統合したマルチハザードのリスクカーブを求めることとする。マルチハザードのリスクカーブは、個別災害の直接損失や間接損失

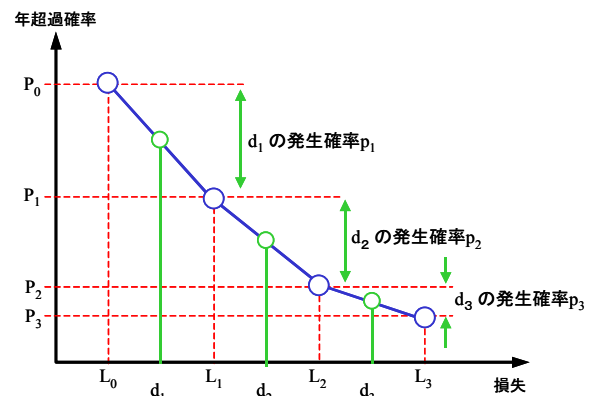


図 7.2-1 リスクカーブの例

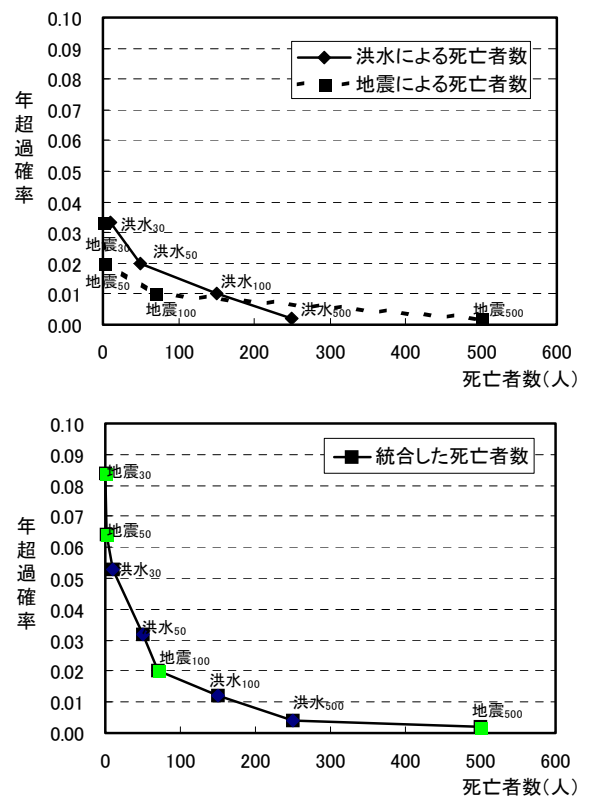


図 7.2-2 異なる災害を統合したリスクカーブの算定例(地震災害と洪水の死者数の統合)

の確率分布を評価し、これらを重ね合わせた損失の確率分布を求めて算定することができる。異なる災害を統合したリスクカーブの算定例を、図 7.2-2 に示す。これにより、マルチハザードの年間損失期待値だけでなく、統合したリスクカーブの形状からリスクの特徴を把握することができる。

7.3 マルチハザード・リスクの評価例

対象とする個別災害は地震、洪水、高潮の 3 種類とし、洪水災害に関しては地域内を流れる一つの河川のみを評価対象とした。また、リスク評価では、直接損失として人的損失(死者数)、建物被害額(建物が損傷・倒壊・焼失などした場合の被害額)、間接損失として生活支障者数を評価対象とした。

各災害のハザード及び損失評価を行う際の評価単位は、50m メッシュ単位とし、再現期間は 30 年に 1 回、50 年に 1 回、100 年に 1 回の 3 種類とした。

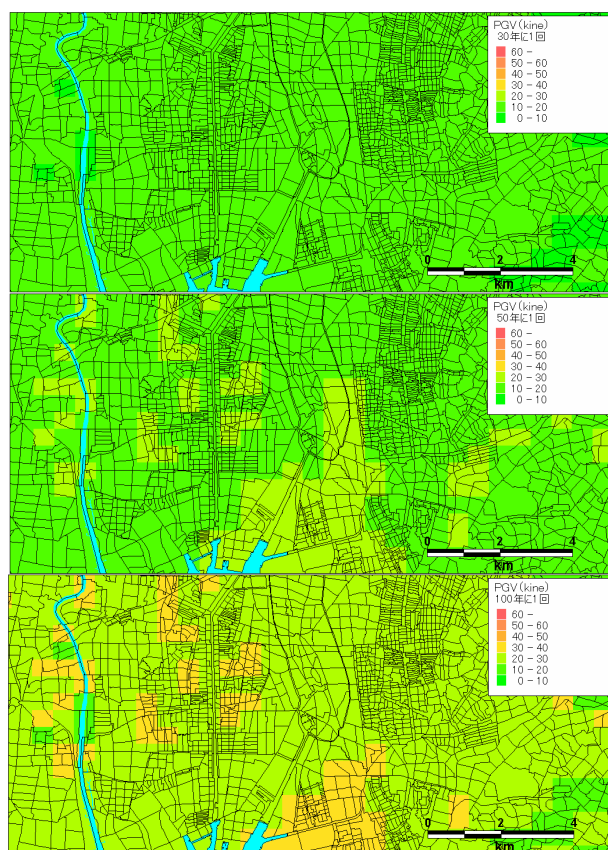


図 7.3-1 地震ハザードマップの算定結果 (上段：30 年に 1 回，中段：50 年に 1 回，下段：100 年に 1 回)

7.3.1 基礎データ

基礎データのうち、基盤データとなる地図については、国土地理院の数値地図 2500 と総務省統計局の町丁・字等境界データを用いることとした²⁾。人口データについては、平成 12 年度の国勢調査結果をメッシュ単位に集計した「地域メッシュ統計」と呼ばれる 500m メッシュ単位に集計された統計データの公開データを使用した。建物データについては、1km メッシュの建物棟数データを用いることとし、自治体による住宅・土地統計調査結果を加味して、建築年代の分類を行った。標高データは、国土地理院が作成した 50m メッシュ標高データを用いた。

7.3.2 個別災害に対するリスク評価

1) 地震

地震ハザードマップの作成では、地震発生の非定常性を考慮した工学的基盤での最大速度を算定し、これに最大速度に関する表層地盤増幅率を乗じることによって地表面最大速度のハザードマップを作成した。地表面における最大速度の計算結果を図 7.3-1 に示す。

算出した地表面最大速度のハザードマップを基に、リスク評価を行った。これらのうち、火災に関係する項目と、人的損失に関係する項目は、地震が発生する季節や時間帯、風速を設定する必要があるため、これらの条件を「春・秋」、「昼 12 時」、「7m/s」と仮定した。リスク評価は、基本的に中央防災会議「地震被害想定支援マニュアル」³⁾を参考にしている。建物被害額は、メッシュごとに木造・非木造建物の震動被害棟数、液状化による被害棟数、地震後火災による焼失棟数を求め、これに 1 棟当たりの損失額を乗じることによって算定した。人的損失は、メッシュごとの木造・非木造建物の全壊率、焼失棟数にそれぞれの滞留人口を乗じることにより算定した。生活支障者数は、メッシュごとの災害発生時の避難率に人口を乗じることにより算定した。

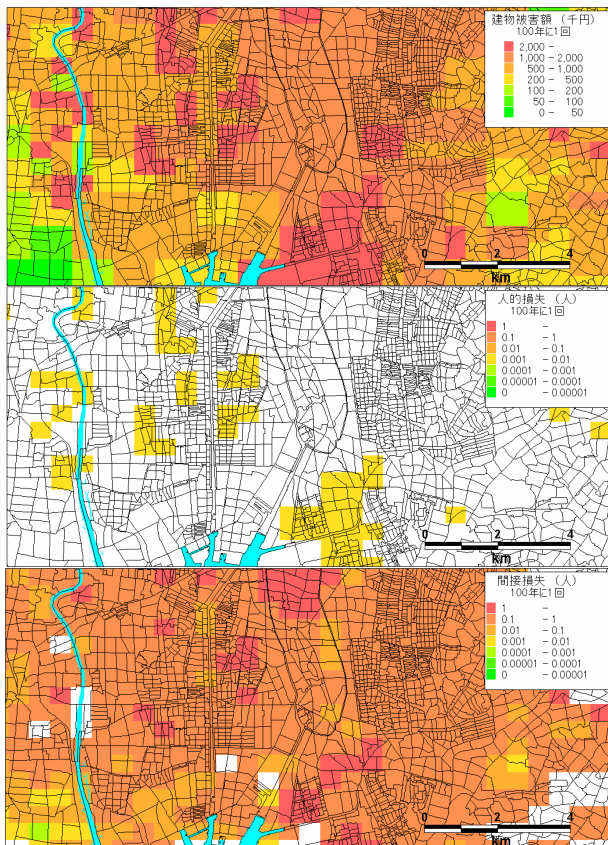


図 7.3-2 100年に1回の地震による損失評価結果(上段：建物被害額，中段：人的損失，下段：生活支障者数)

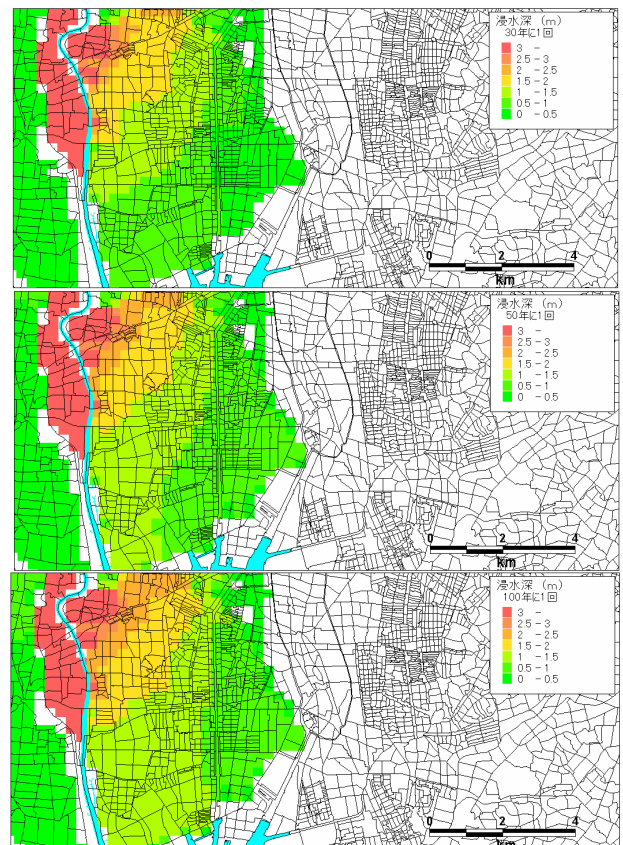


図 7.3-4 洪水ハザードマップの算定結果(上段から30, 50, 100年に1回)

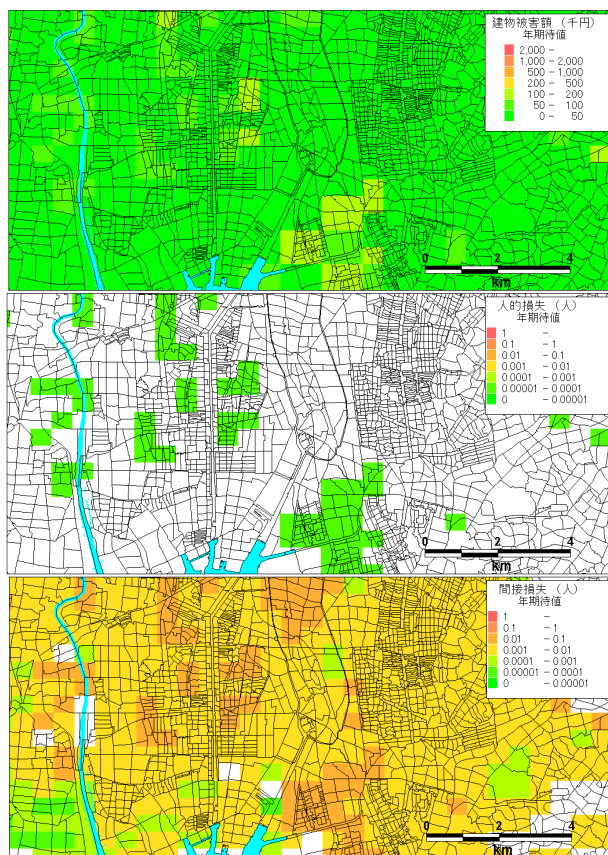


図 7.3-3 地震による年間損失期待値(上段：建物被害額，中段：人的損失，下段：生活支障者数)

100年に1回の地震に対する建物被害額、人的損失、生活支障者数の算出結果を図 7.3-2 に示し、それぞれの項目の年間損失期待値分布を図 7.3-3 に示す。

2) 洪水

洪水ハザードマップ(浸水深マップ)に関しては、別途、実施された氾濫シミュレーションの結果に基づき、GISを用いて各メッシュの浸水深として評価することとした。洪水ハザードマップを図 7.3-4 に示す。

洪水ハザードマップを基にリスク評価を行っているが、建物被害額の評価は治水経済調査マニュアル(案)を参考にした。まず、建物被害額は、メッシュごとに木造及び非木造建物の浸水深別被害率を求め、これに建物棟数と評価額を乗じることによって算出した。人的損失に関しては、メッシュごとの木造及び非木造建物の浸水深別被害率から算出した。また、生活支障者数は、床上浸水深となる建物棟数に滞留人口を乗じることによって算出した。100年に1回の洪水に対する建物被害額、人的損失、生活支障者数の算出結果を図 7.3-5 に示し、それぞれの項目の年間損

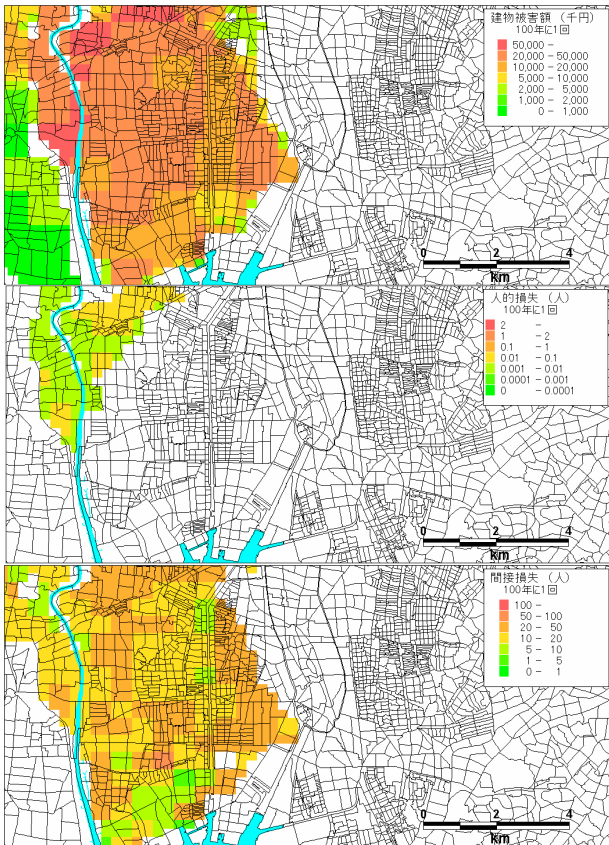


図 7.3-5 100年に1回の洪水による損失評価結果(上段：建物被害額，中段：人的損失，下段：生活支障者数)

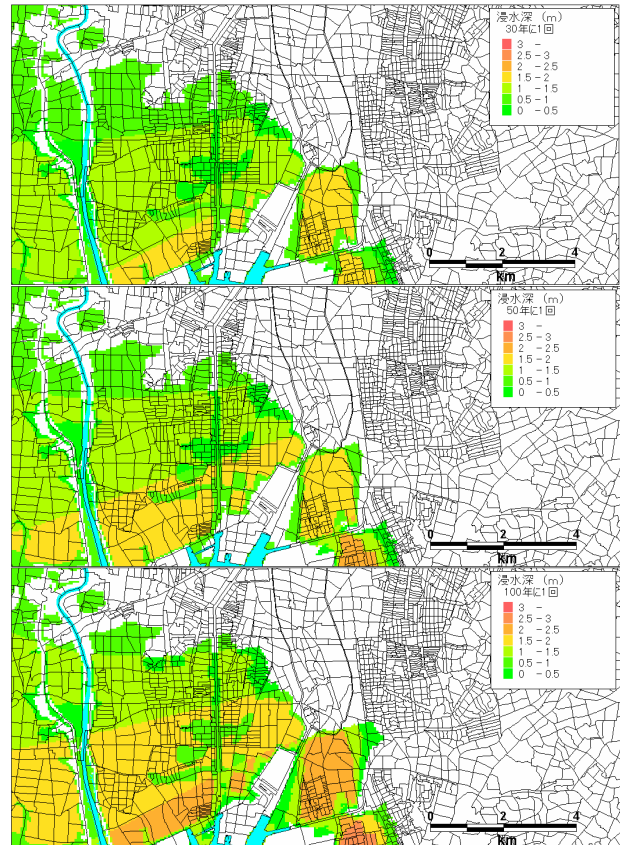


図 7.3-7 高潮ハザード算定結果(上段から30, 50, 100年に1回)

失期待値分布を図 7.3-6 に示す。

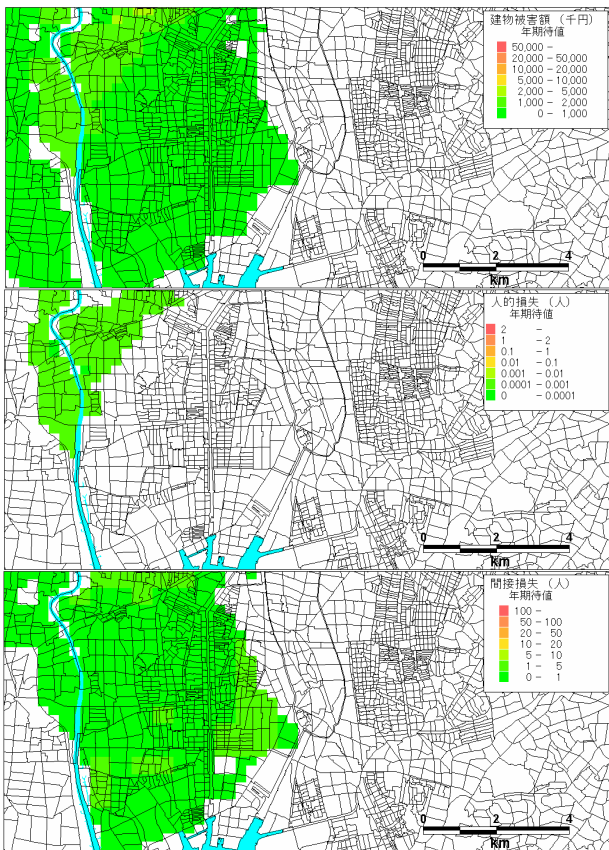


図 7.3-6 洪水による年間損失期待値(上段：建物被害額，中段：人的損失，下段：生活支障者数)

3) 高潮

高潮ハザードマップは、RiskLink^{®4)}の確率台風モデルにより対象地域代表地点の風向、風速、気圧を求めた後、これらの評価結果を用いて潮位偏差を算定した。次に、モデル化した天文潮位に算定した潮位偏差を足し合わせて最高潮位を計算し、対象地域の代表地点における最高潮位を 50m メッシュごとに算定した。最後に、50m メッシュごとの標高と最高潮位の差分を求めて、高潮による浸水深を算定した。高潮ハザードマップを、GIS を用いて図化したものを図 7.3-7 に示す。

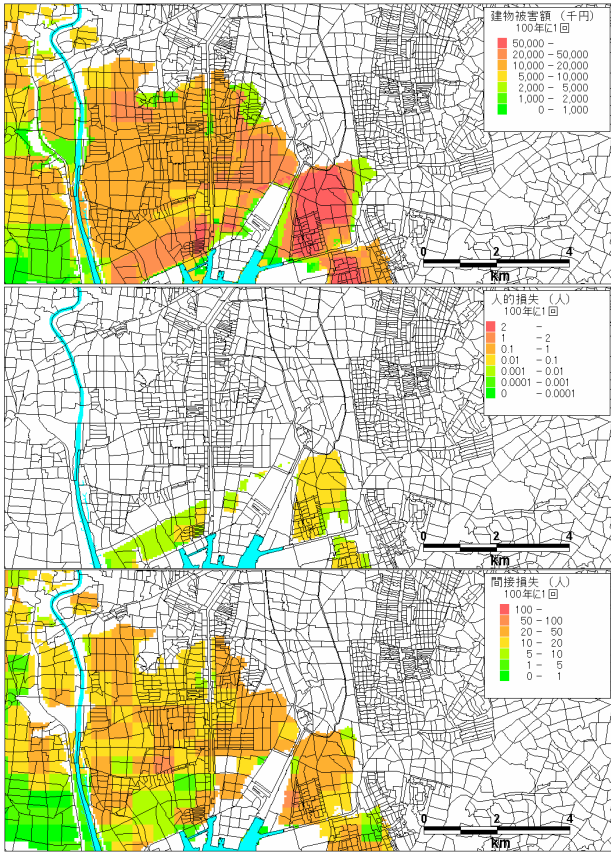


図 7.3-8 100年に1回の高潮による損失評価結果(上段: 建物被害額, 中段: 人的損失, 下段: 生活支障者数)

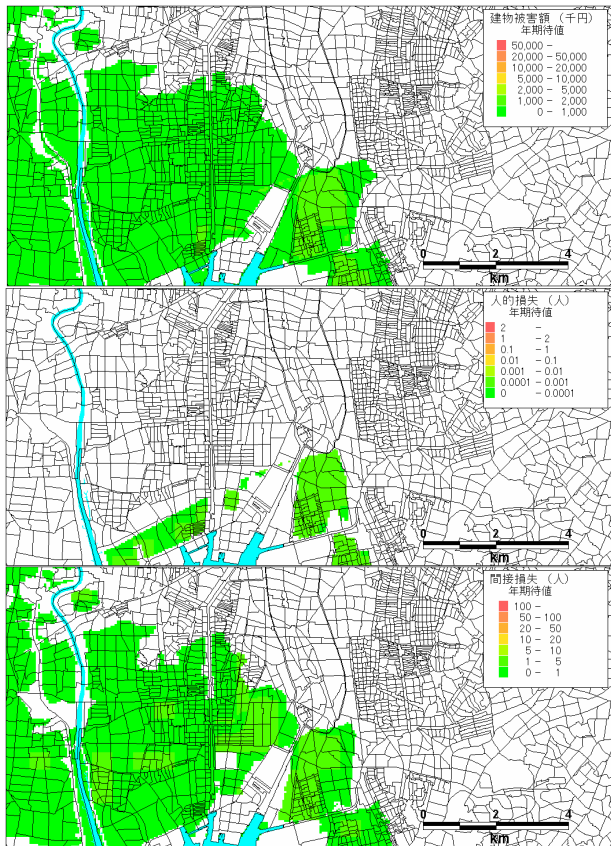


図 7.3-9 高潮による年間損失期待値(上段: 建物被害額, 中段: 人的損失, 下段: 生活支障者数)

表 7.3-1 リスク評価結果一覧

災害	再現期間	建物被害額 (億円)	人的損失 (人)	生活支障者数 (千人)
地震 リスク	30年	369.9	0.0	0.0
	50年	539.3	0.0	3.9
	100年	1588.0	18.9	34.4
	年間損失 期待 (6.7%)	32.5	0.28 (5.7%)	0.56 (1.6%)
洪水 リスク	30年	9,025.4	96.4	667.8
	50年	9,845.8	113.7	686.3
	100年	11,292.6	143.3	750.6
	年間損失 期待 (70.9%)	344.4	4.1 (82.3%)	23.7 (66.4%)
高潮 リスク	30年	2,446.2	0.0	331.5
	50年	2,874.7	7.9	335.7
	100年	3,911.4	33.9	355.2
	年間損失 期待 (22.4%)	108.5	0.6 (12.0%)	11.5 (32.1%)
マルチ ハザード・ リスク	年間損失 期待	485.5	5.0	35.7

()は、マルチハザード・リスクに占める個別災害の割合を示す。

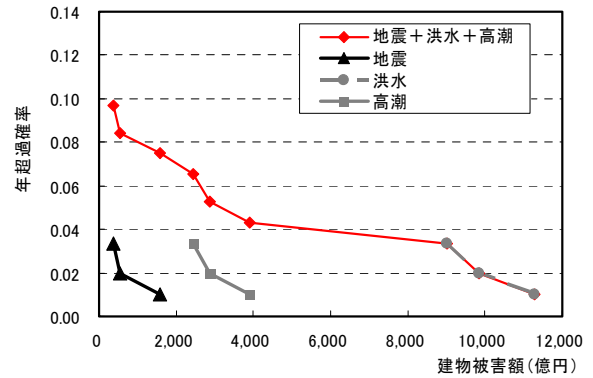


図 7.3-10 建物被害額のリスクカーブ

建物被害額、人的損失、生活支障者数の算出結果を図 7.3-8 に示し、それぞれの項目の年間損失期待値分布を図 7.3-9 に示す。

7.3.3 マルチハザードに対するリスク評価

前項で示した地震、洪水、高潮の個別災害に関する、各再現期間の建物被害、人的損失、生活支障者数に関する損失と年間損失期待値、及び3つの災害を統合して求めたマルチハザードに関する年間損失期待値を表 7.3-1 に示す。また、表 7.3-1 のデータから建物被害額、人的損失、生活支障者数のリスクカーブを作成した一例を図 7.3-10 に示す。さらに、マルチハザードに関する建物被害額、人的損失、生活支障者数のリスクカーブから年間損失期待値を算出した結果を図 7.3-11～図 7.3-13 に示す。

上記の結果によれば、建物被害額、人的損失、生活支

障者数のどの項目についても、洪水による損失が最も大きく、地震が最も小さいことが分かる。また、地震、洪水、高潮災害の建物被害額と人的損失に関しては、50年に1回程度の災害を境に損失が増加する傾向にある。

リスク要因別の比較では、生活支障者数は災害規模の再現期間の違いによる影響が比較的少なく、地震に比べて洪水や高潮で多くの影響が出ることが明らかとなった。また、人的損失に関しては、100年に1回程度の規模の災害では、地震・高潮に関して洪水のリスクが大きいことが明らかになった。

7.4 行政施策への反映

上述した研究成果を基に、地域の防災性能評価マニュアル(案)を提案した。本マニュアル(案)は、マルチハザードに対する地域の総合防災性能評価手法を用いて、地域に大きな影響を及ぼす災害の抽出、複数の災害に対する効率的な防災事業の推進のための優先順位付け等の支援に活用することが可能である。本マニュアル(案)の主要な目次を表7.4-1に示す。

【参考文献】

- 1) 草野・小林・兼森・川合・日吉:リスクマネジメント入門ーリスクマネージメントの発想, 土木学会誌, 2000年7月.
- 2) 総務省統計局:統計 GIS プラザ,
<http://gisplaza.stat.go.jp/GISPlaza/>.
- 3) 中央防災会議:地震被害想定支援マニュアル,
<http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>.
- 4) Risk Management Solutions, Inc.; The RMS® Japan Typhoon Model,
<http://www.rms.com/catastrophe/models/japan.asp>
#WS.

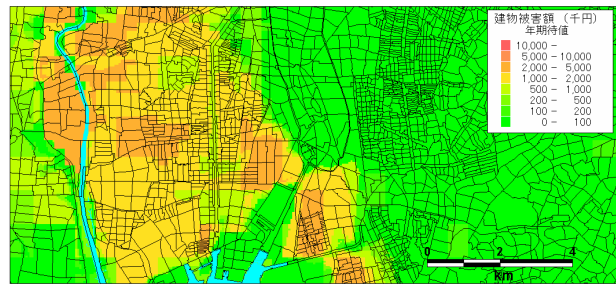


図 7.3-11 マルチハザードに対する
建物被害額の年間損失期待値

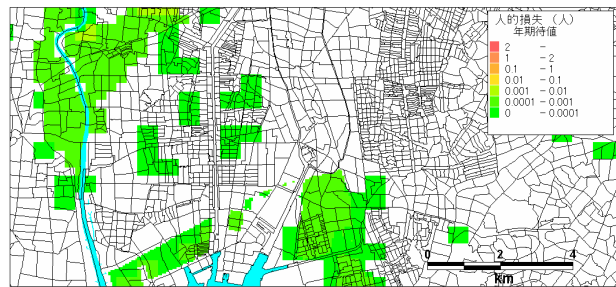


図 7.3-12 マルチハザードに対する
人的損失の年間損失期待値

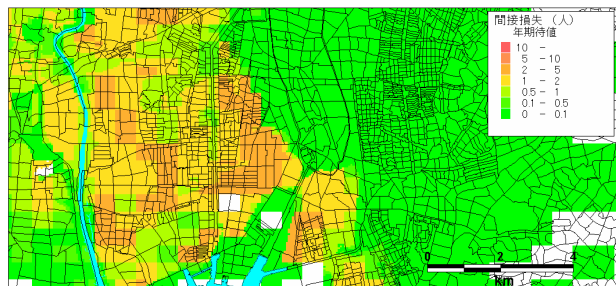


図 7.3-13 マルチハザードに対する
生活支障者数の年間損失期待値

表 7.4-1 地域の防災性能評価マニュアル(案)目次構成

1. 総説
1.1 基本方針
1.2 評価の流れ
2. 基盤データの収集
2.1 基盤データ
2.2 地形データ
2.3 地域情報データ
2.4 自然災害ハザードデータ
3. 基本評価単位
4. 個別災害の防災性評価
4.1 地震防災性
4.2 津波防災性
4.3 水害防災性
4.4 土石流防災性
4.5 急傾斜地崩落防災性
4.6 高潮防災性
5. 総合防災性評価