【2-2(1) 地震動の想定の参考文献】

1) 北海道防災会議・地震火山対策部会地震対策専門委員会・想定地震見直しに係るワーキンググループ：検討報告書、2011.3.

2) 独立行政法人 防災科学技術研究所 地震ハザードステーション(J-SHIS)ホームページ、http://www.j-shis.bosai.go.jp/

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

4) 内閣府(防災担当):地震防災マップ作成技術資料、2005.3.

5) 藤本一雄・翠川三郎:近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均Ｓ波速度の関係、日本地震工学会論文集 第６巻、第１号、2006.

6) 若松加寿江・松岡昌志：地形・地盤分類 250m メッシュマップ全国版の構築、日本地震工学会大会－2008 梗概集、 pp.222-223、2008.11.

7) 藤本一雄，翠川三郎：近年の強震記録に基づく地震動強さ指標による計測震度推定法，地域安全学会論文集，Vol.7，P241-246,2005.11.

(2) 液状化危険度の想定

①検討の流れ

液状化発生の予測には、地盤の硬さを示す指標であるＮ値や土質情報を用いたＦ$_L$法・Ｐ$_L$法などが利用されている。しかし、これらの方法は詳細な地盤調査データが必要となるため、広域な評価単位を対象とした液状化予測には必ずしも適しているといえない。

松岡・若松・橋本(2011)[1)]は 250ｍメッシュの地形・地盤分類から液状化危険度を推定する手法を提案している。これは最近の９地震（2003 年十勝沖地震を含む、2000 年鳥取県中部地震から 2008 年岩手宮城内陸地震までの９地震）液状化の発生状況から、微地形区分ごとに震度と液状化発生確率との関係を推定したものである。

ここでは、地震動と同じ 250ｍメッシュの地形・地盤分類データを活用でき、北海道の過去の液状化発生状況（2003 年十勝沖地震）を含んで推計されている、松岡・若松・橋本(2011) による手法を用いて、250ｍメッシュ単位の液状化危険度（液状化発生確率）を計算することとする。

図 2-2-1 に液状化危険度の算定の流れを示す。

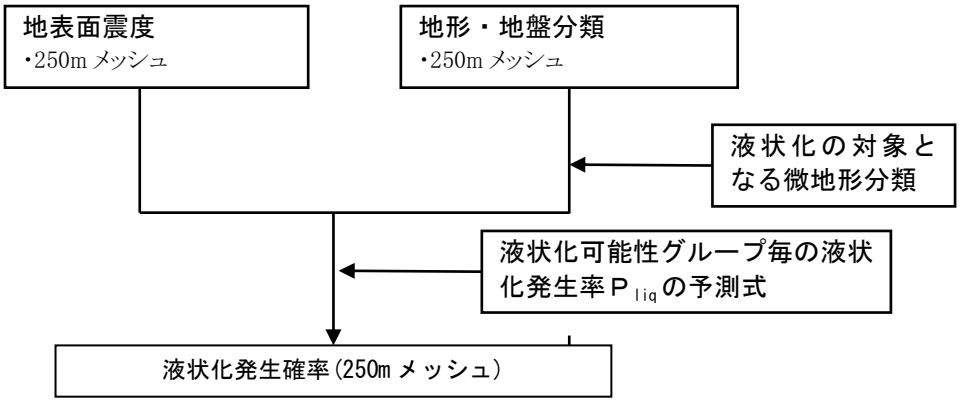


図 2-2-1　液状化危険度の算定の流れ

②評価手法

ⅰ）液状化の対象となる地形・地盤分類

対象となる地形・地盤分類と松岡・若松・橋本(2011)によるグループ分類を表 2-2-1 に示す。液状化発生確率の判定対象とする地形・地盤分類は、液状化発生確率の非常に低い山地・台地（山地、山麓地、丘陵、火山地、火山山麓地、火山性丘陵、岩石台地、ローム台地など group5）を除いた 250m メッシュ(group1～4)を対象とする。

表 2-2-1　グループと地形・地盤分類

グループ	微地形分類					
group1	NTL 自然堤防	LSD 砂丘末端緩斜面	LDB 砂丘間低地	ARC 旧河道	REC 干拓地	FLL 埋立地
group2	ALF 扇状地（>=1/100）	AFS 扇状地（<1/100）	BAR 砂州・砂礫州			
group3	BKM 後背湿地	DEL 三角州・海岸低地	DUN 砂丘			
group4	VBP 谷底低地（>=1/100）	VPS 谷底低地（<1/100）	GVT 砂礫質台地			
group5	上記以外					

ⅱ）液状化可能性グループ毎の液状化発生確率の予測

液状化可能性グループ毎の液状化発生率 P_{liq} の予測式を式(2-2-1)に示す。

$$P_{liq}(I) = \Phi[(I-u)/\sigma] \qquad (2\text{-}2\text{-}1)$$

表 2-2-2　液状化発生確率の予測式のパラメータ

グループ	平均値 μ	標準偏差 σ
group1	6.96	0.761
group2	7.16	0.773
group3	7.906	0.933
group4	7.231	0.628

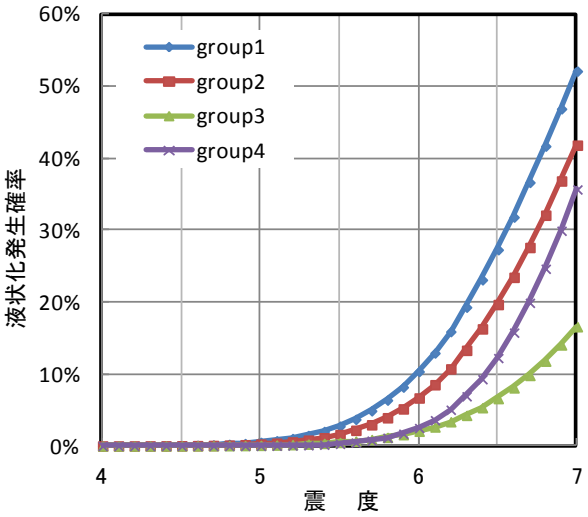


図 2-2-2　震度と液状化発生確率との関係

③結果

全ての想定地震の液状化発生確率の計算結果を図 2-2-3～16 に示す。

宗谷ではサロベツ断層帯北延長の地震や北海道北西沖の地震において北部周辺を中心に、オホーツクでは標津断層帯の地震において東部周辺を中心に比較的高い液状化発生確率が予測されている。

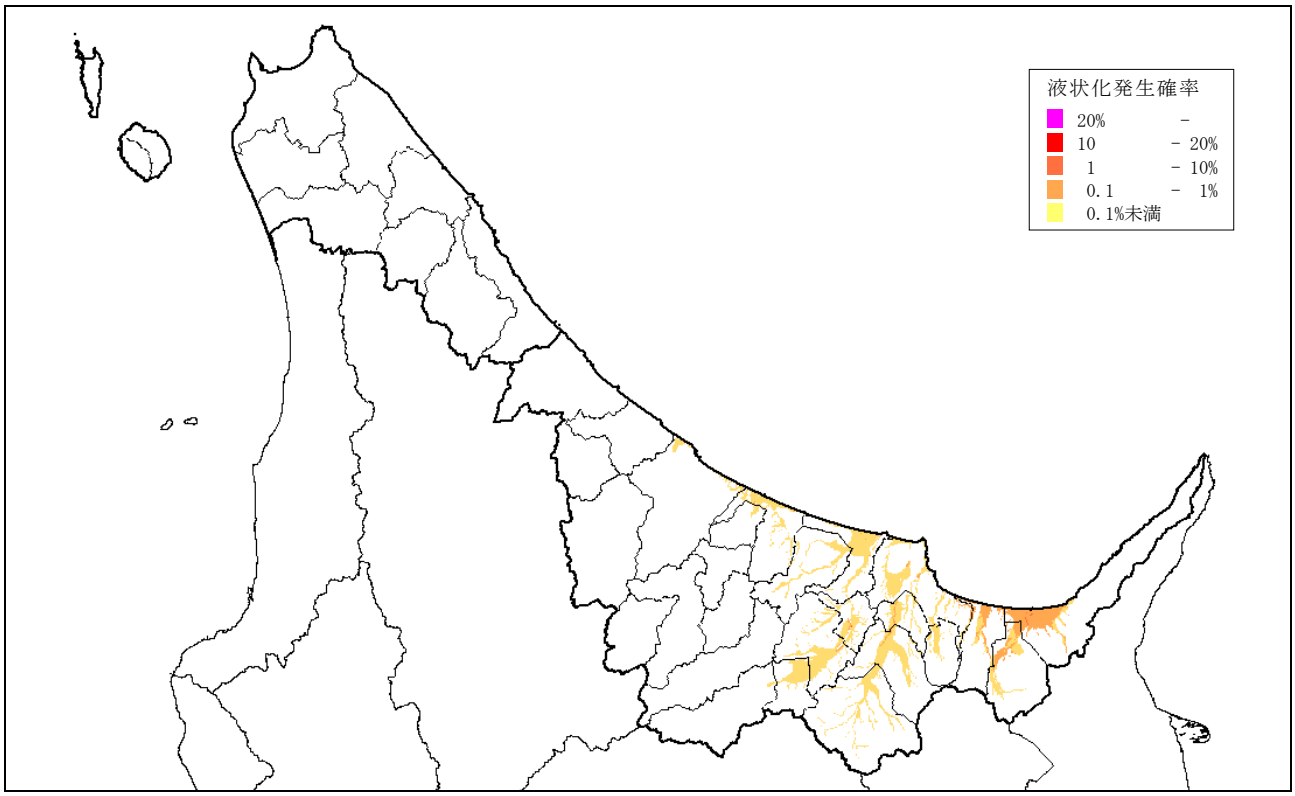


図 2-2-3　液状化発生確率（標津断層帯 30_1 の地震）※宗谷を除く

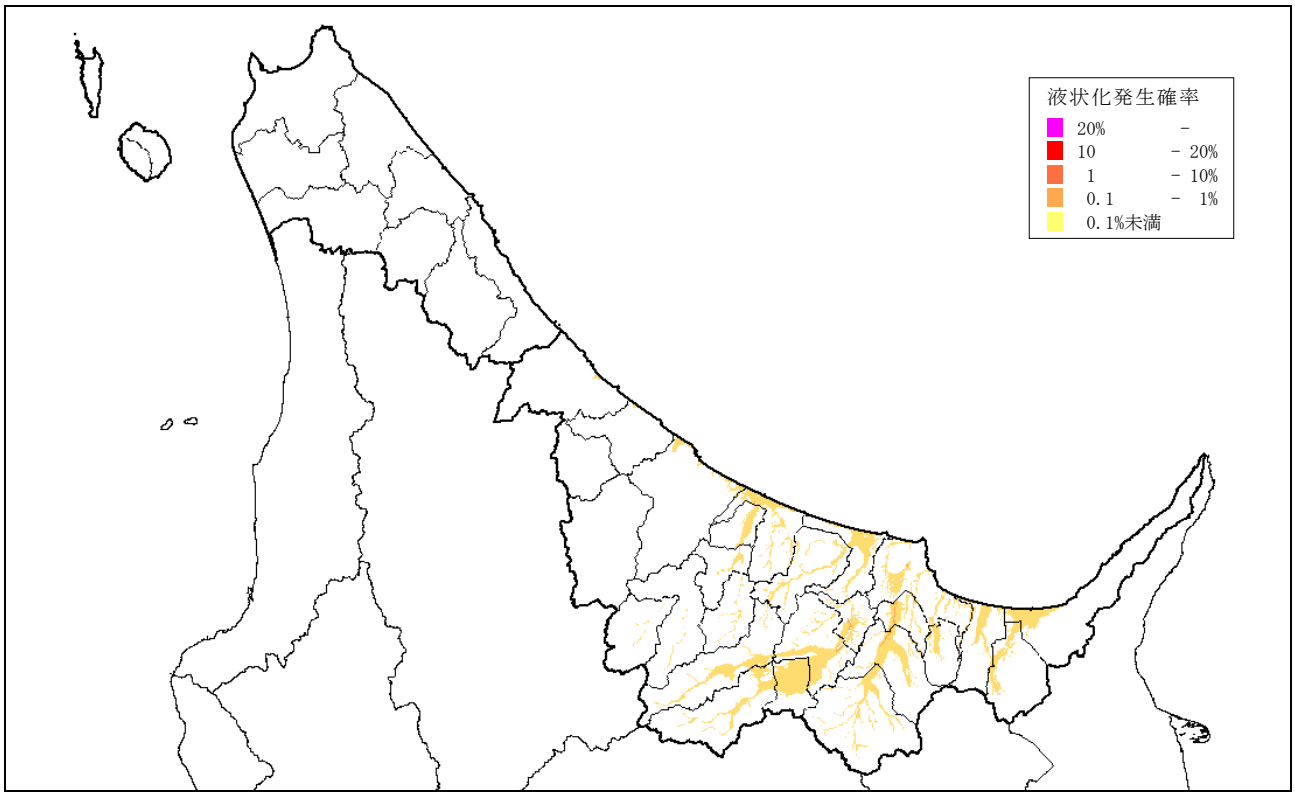


図 2-2-4　液状化発生確率（十勝平野断層帯主部 30_3 の地震）※宗谷を除く

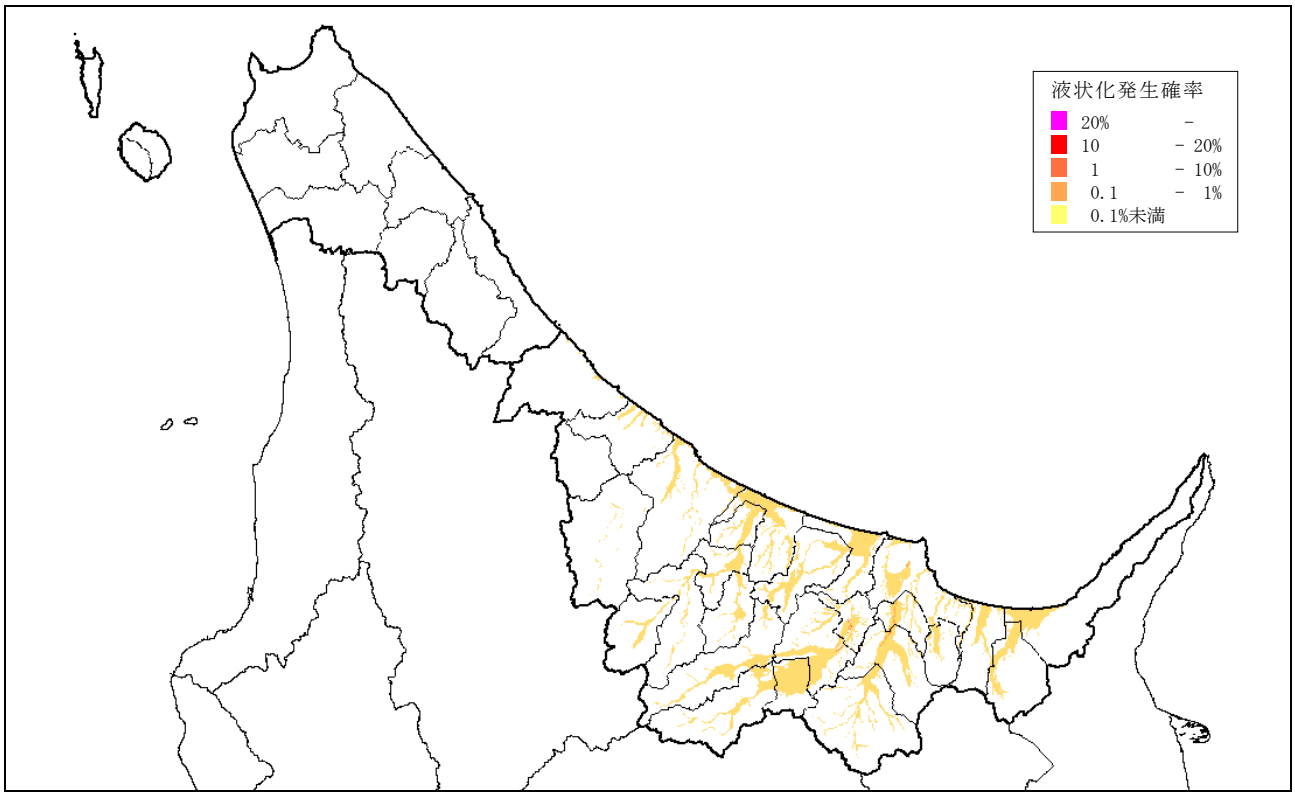


図 2-2-5　液状化発生確率（十勝平野断層帯主部 45_5 の地震）※宗谷を除く

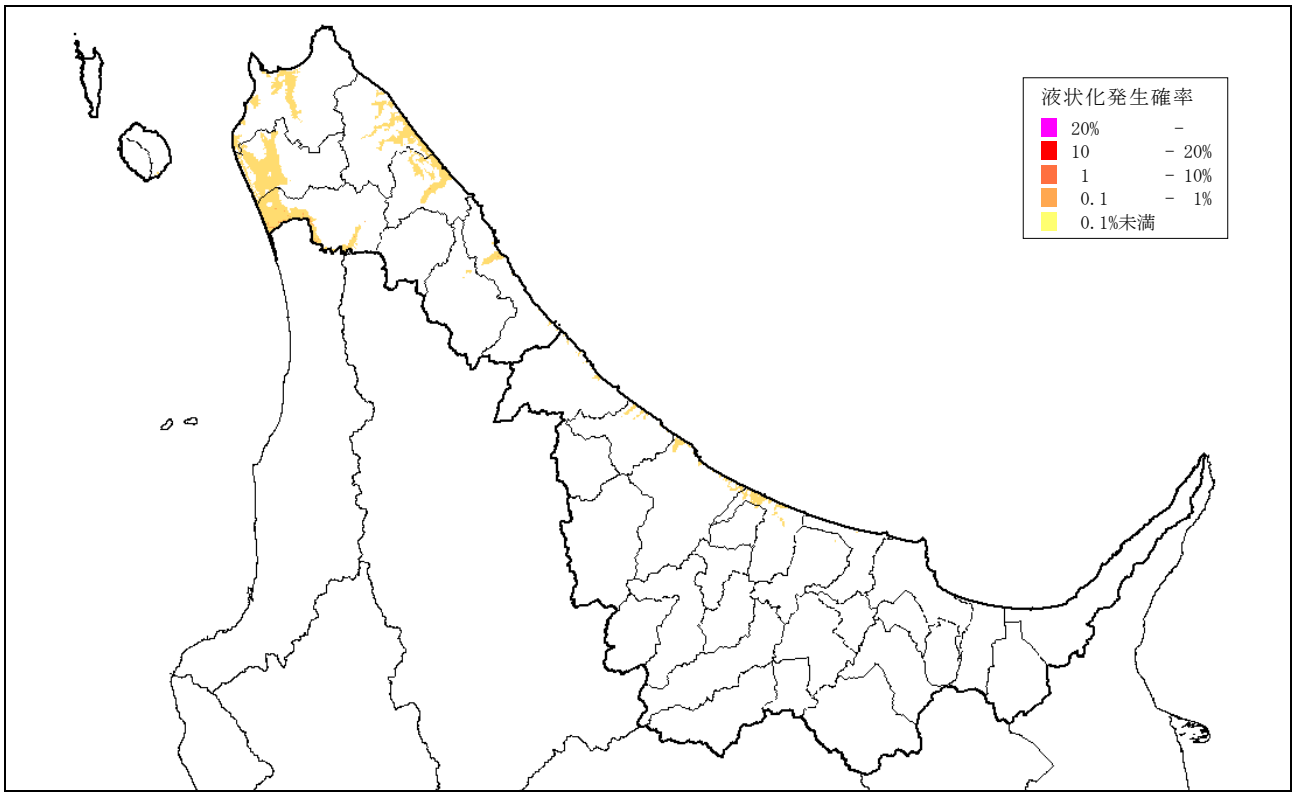


図 2-2-6　液状化発生確率（増毛山地東縁断層帯 45_2 の地震）

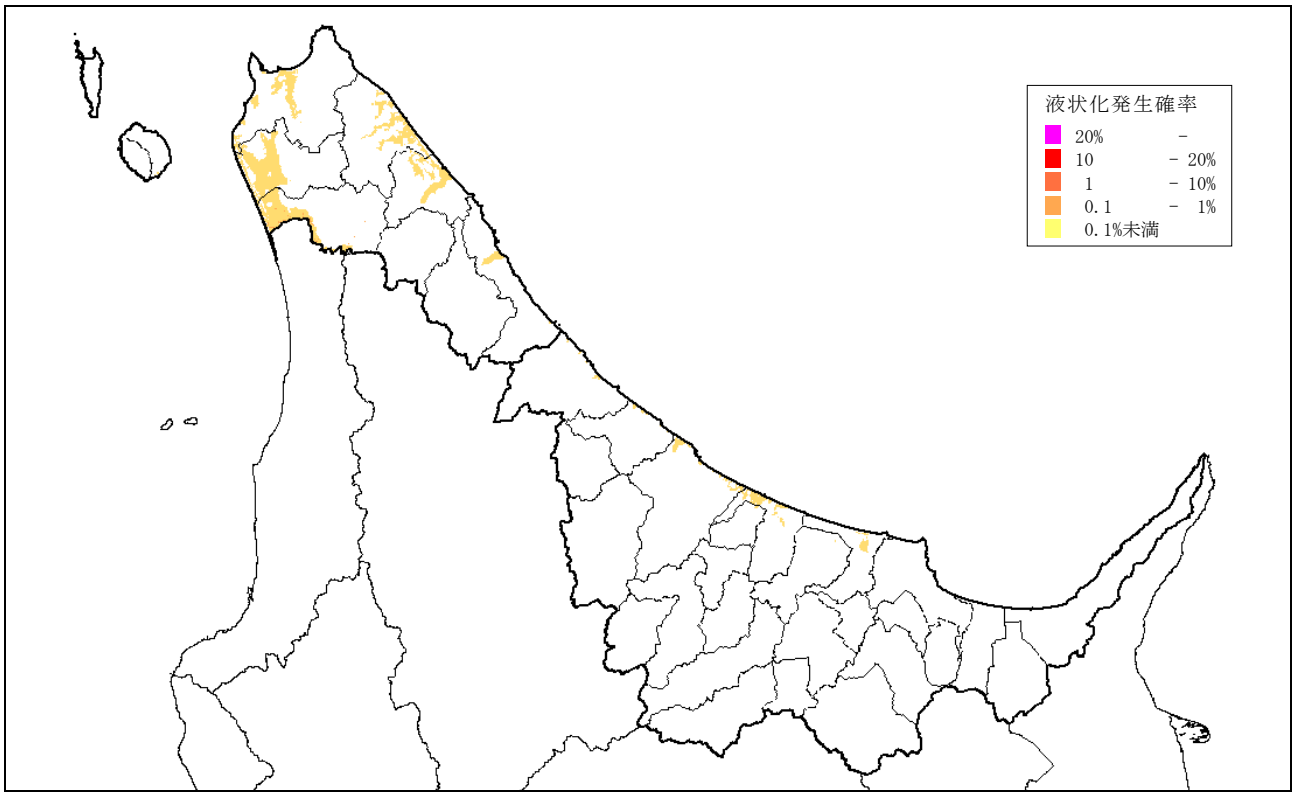


図 2-2-7　液状化発生確率（増毛山地東縁断層帯 45_4 の地震）

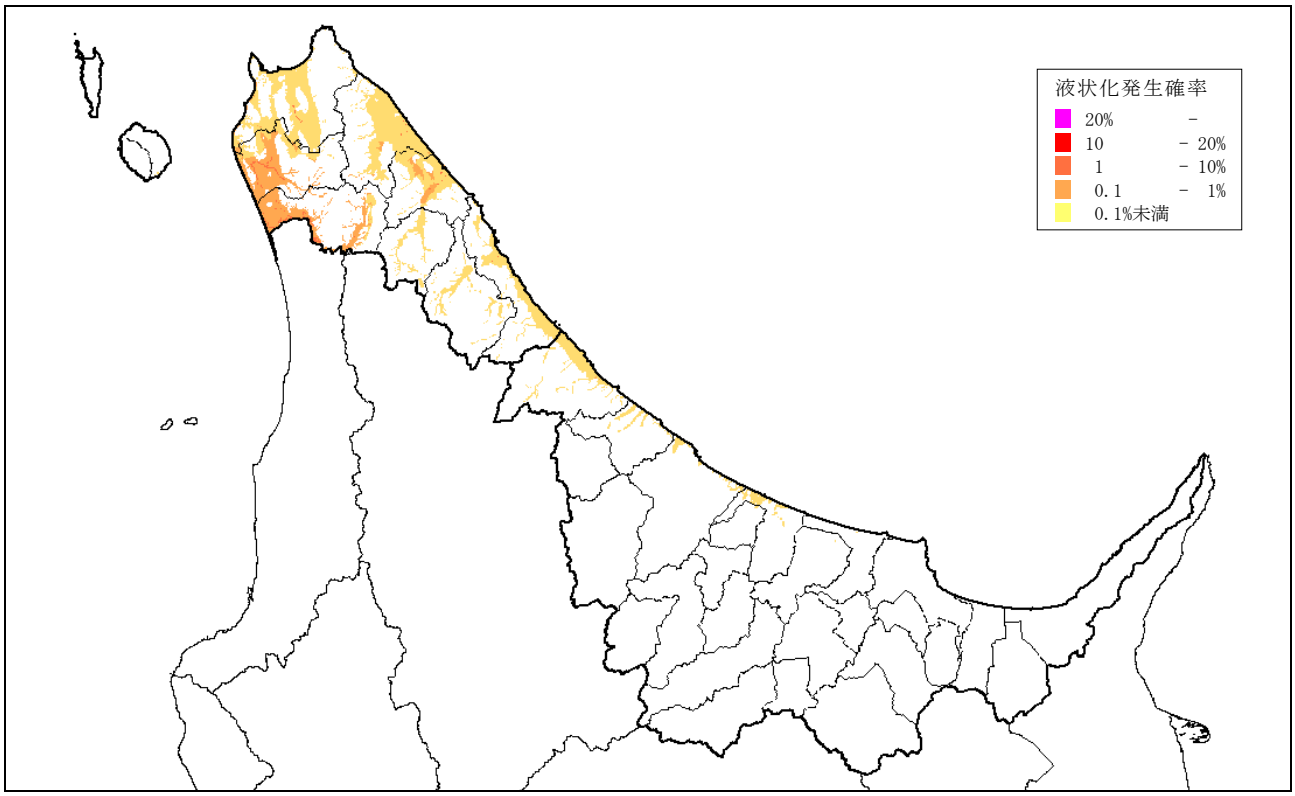


図 2-2-8　液状化発生確率（サロベツ断層帯北延長 30_2 の地震）

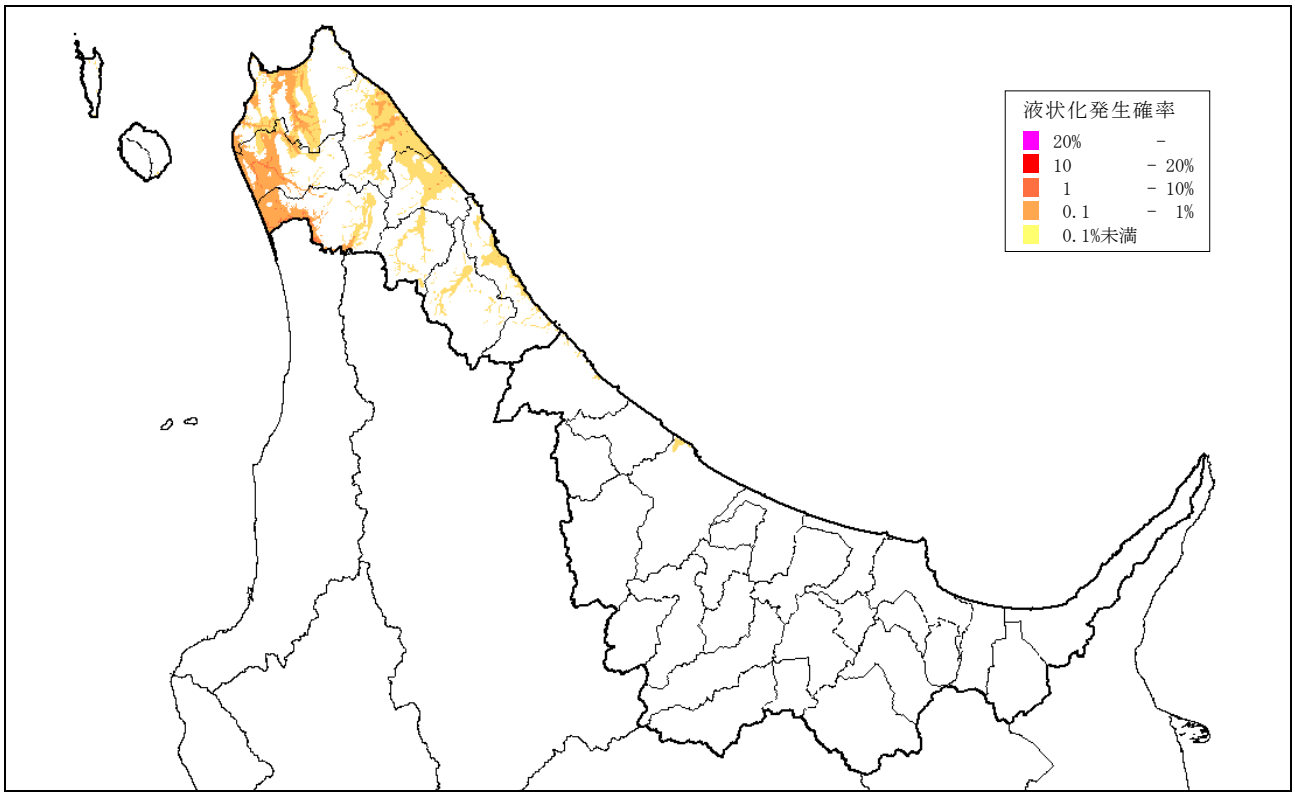


図 2-2-9　液状化発生確率（サロベツ断層帯北延長 30_3 の地震）

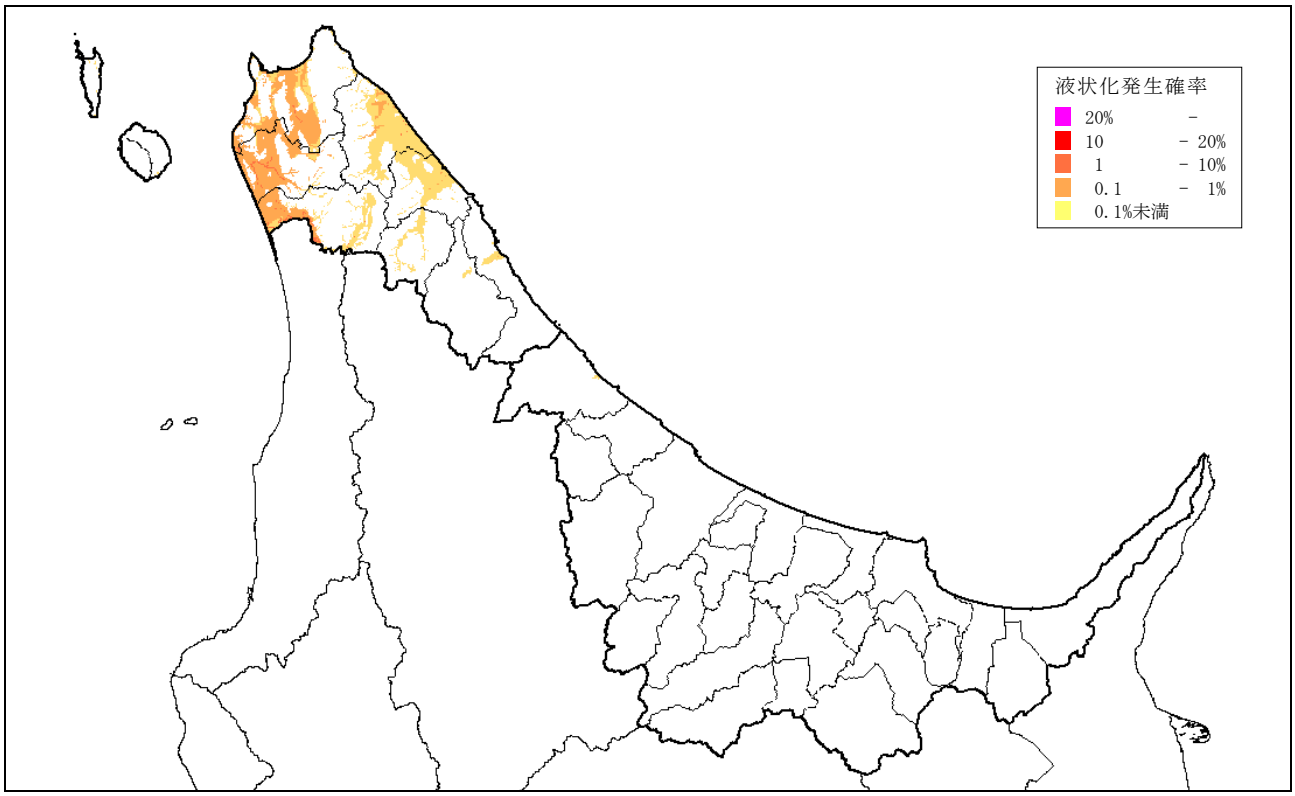


図 2-2-10　液状化発生確率（サロベツ断層帯北延長 30_5 の地震）

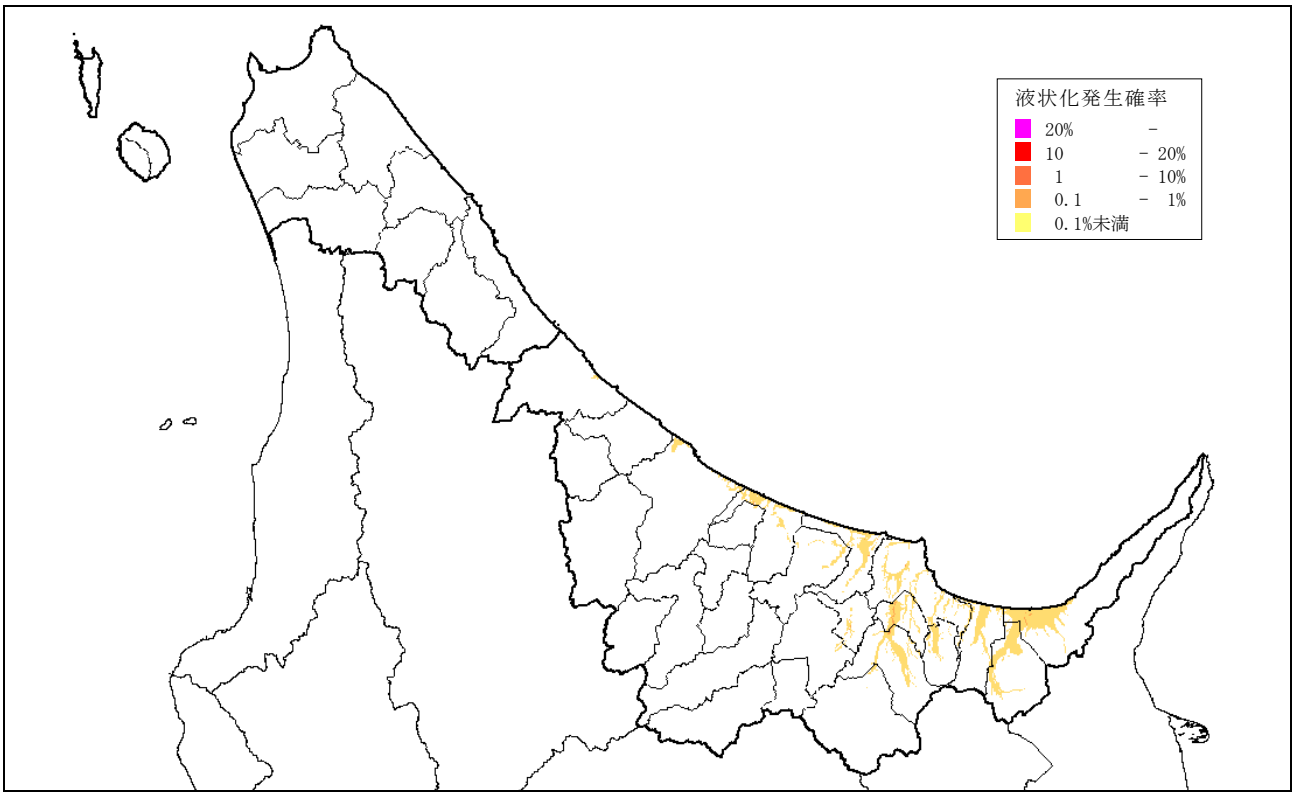


図 2-2-11　液状化発生確率（根室沖・釧路沖の地震）※宗谷を除く

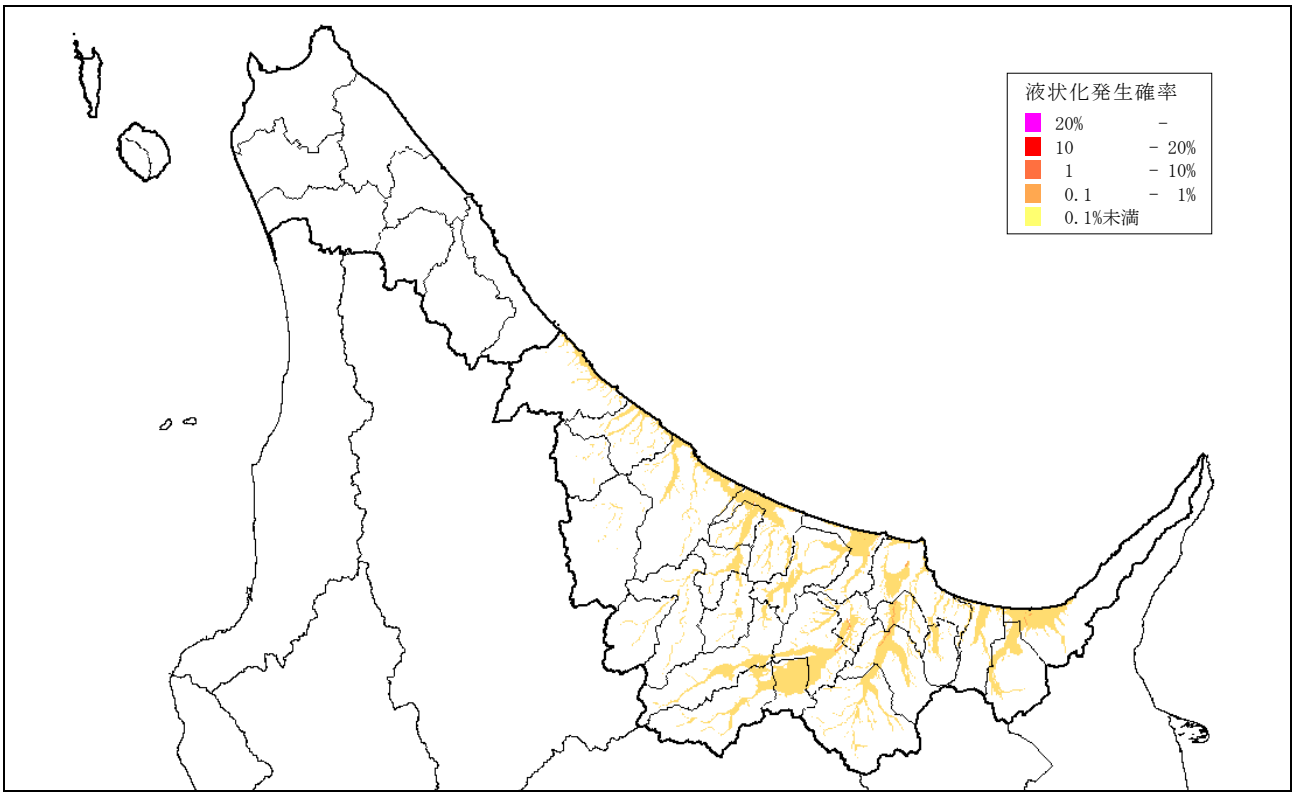


図 2-2-12　液状化発生確率（十勝沖の地震）※宗谷を除く

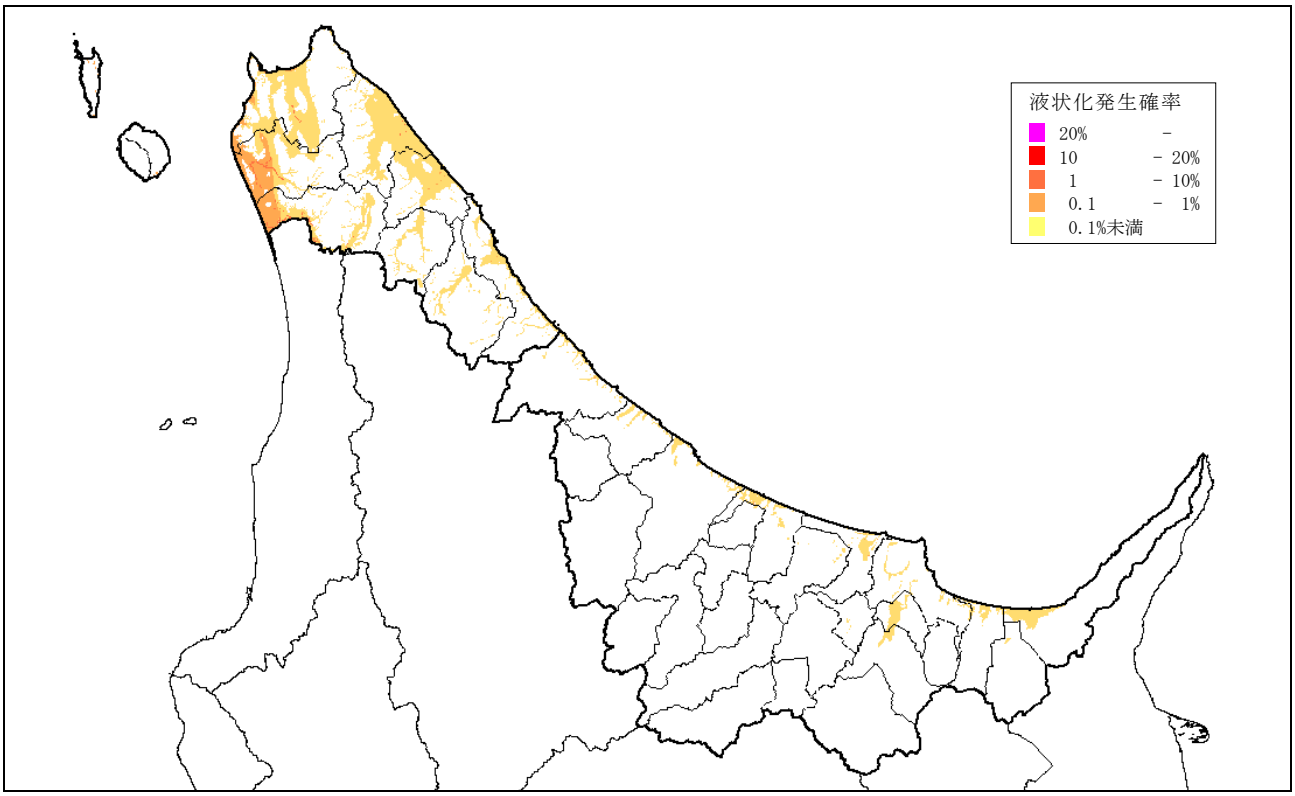


図 2-2-13　液状化発生確率（北海道北西沖の地震　No. 2）

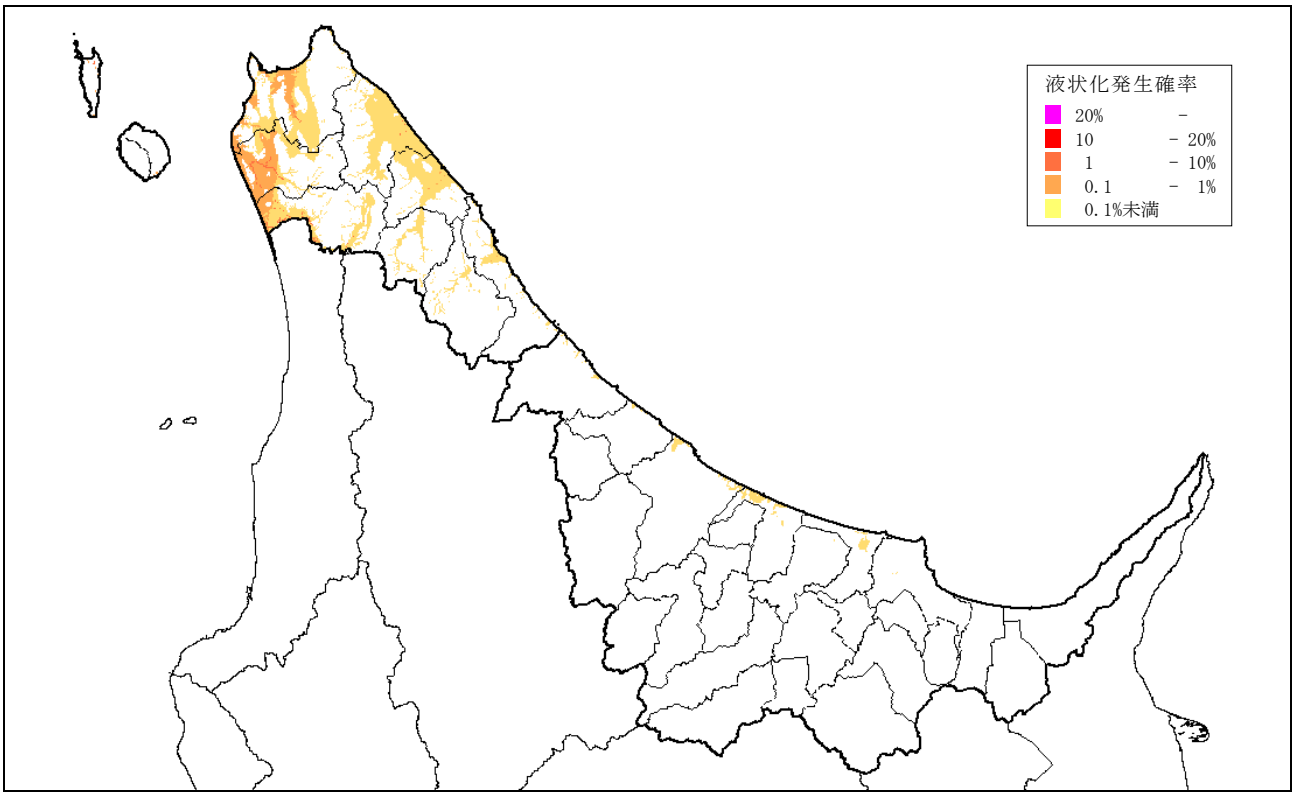


図 2-2-14　液状化発生確率（北海道北西沖の地震　No. 5）

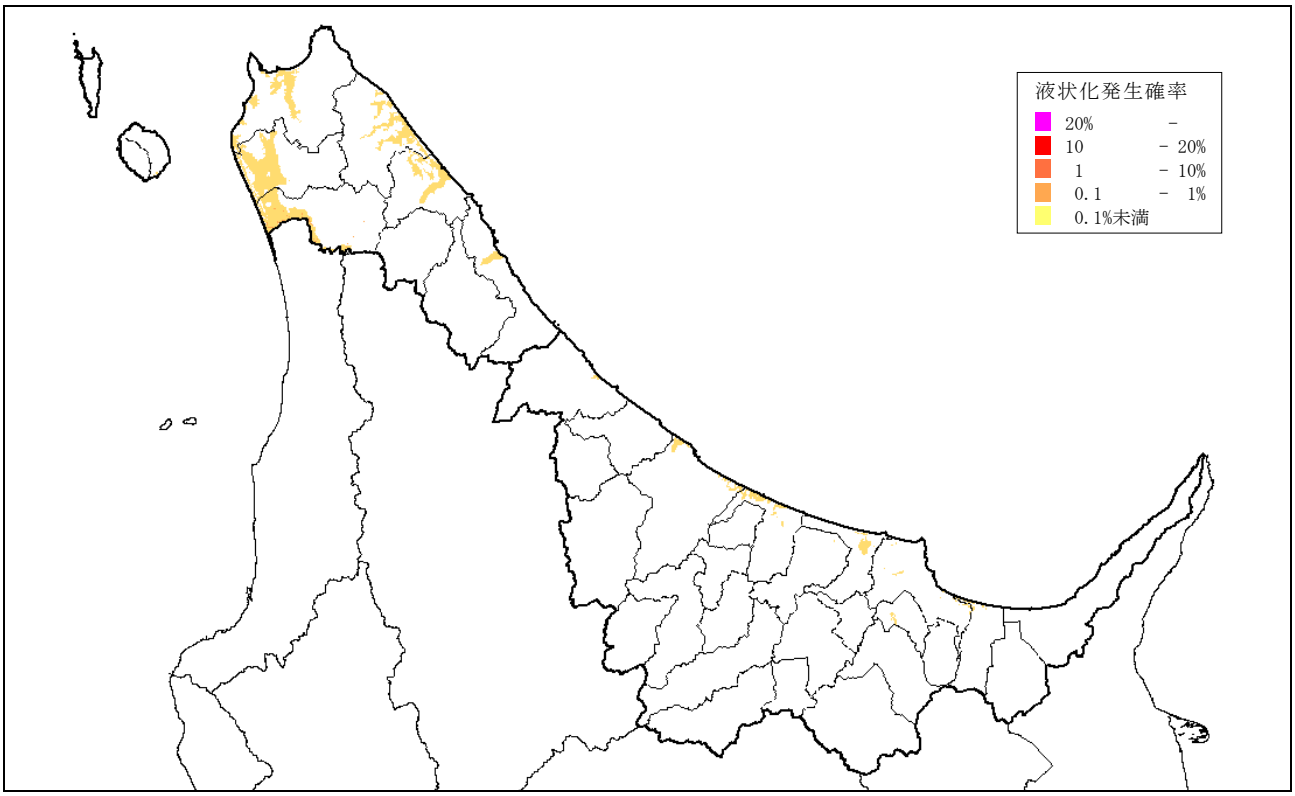


図 2-2-15　液状化発生確率（北海道留萌沖の地震(走向 N193° E)No.1）

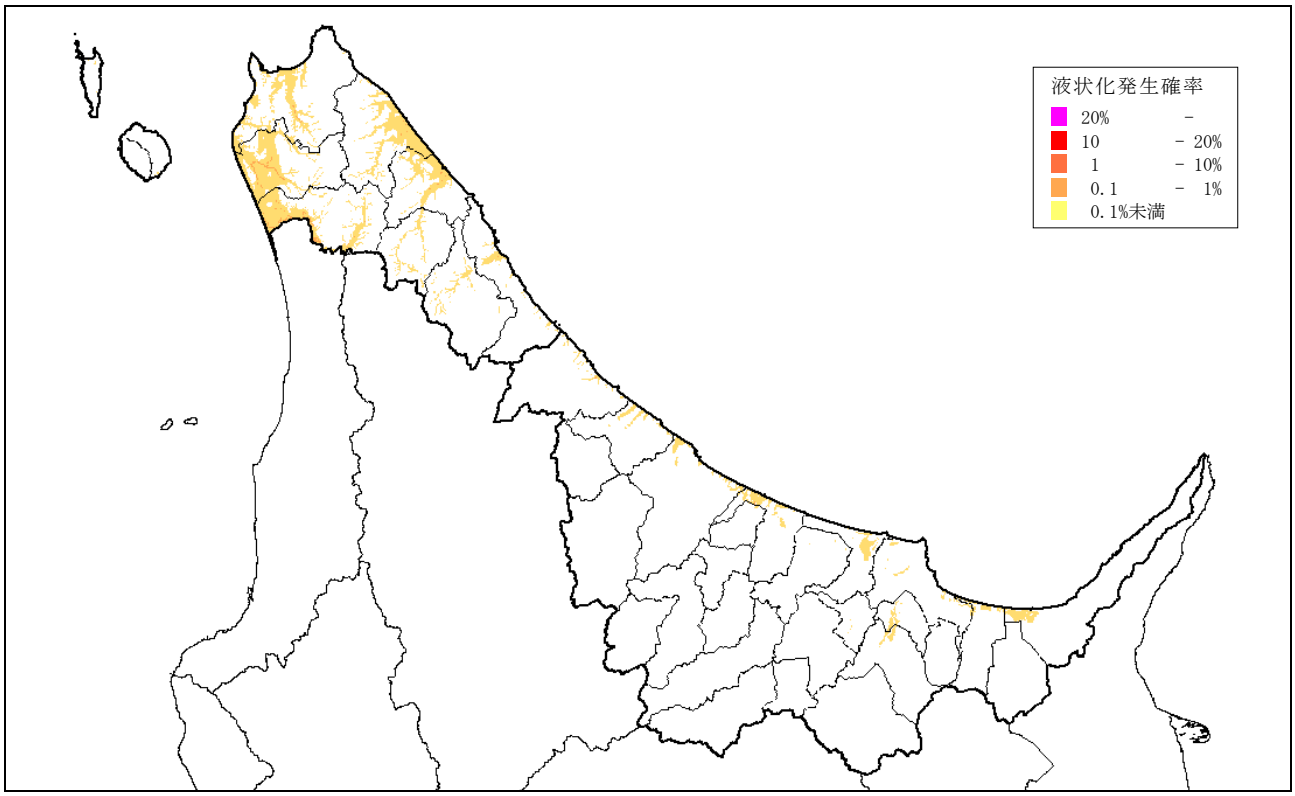


図 2-2-16　液状化発生確率（北海道留萌沖の地震(走向 N225° E)No.2）

【2-2(2)液状化危険度の想定の参考文献】

1) 松岡昌志、若松加寿江、橋本光史：地形・地盤分類 250mメッシュマップに基づく液状化危険度の推定手法、日本地震工学会論文集、第１１巻、第２号、2011.

(3) 急傾斜地被害の想定

①検討の流れ

i)使用するデータの概要

地盤崩壊危険性の予測は、北海道が指定する急傾斜地崩壊危険箇所を対象として、崩壊危険性の予測を行う。

急傾斜地崩壊危険箇所は、Ⅰ～Ⅲの分類に分かれている。地盤崩壊危険性の予測は、分類Ⅰ～Ⅲのうち特に人家に影響のある地域として、急傾斜地崩壊危険箇所現地調査表（北海道建設部土木局河川砂防課）[1)]が整備されているⅠ及びⅡの箇所を対象とする。急傾斜地崩壊危険箇所の分類と被害想定対象を表 2-3-1 に示す。

表 2-3-1　急傾斜地崩壊危険箇所の分類

分　　類	説　　明	宗谷・オホーツク管内箇所数	崩壊危険度想定対象
急傾斜地崩壊危険箇所Ⅰ	被害想定区域内に人家が５戸以上等（５戸未満であっても官公署、学校、病院、社会福祉施設等の災害弱者関連施設等のある場合を含む）ある箇所。	338	○
急傾斜地崩壊危険箇所Ⅱ	被害想定区域内に人家が１～４戸ある箇所。	307	○
急傾斜地崩壊危険箇所に準ずる斜面Ⅲ	被害想定区域内に人家がない場合でも、都市計画区域内であること等一定の要件を満たし、住宅等が新規に立地する可能性があると考えられる箇所。	107	×

ii)検討の流れ

急傾斜地崩壊危険箇所の地震時崩壊危険度評価は、急傾斜地崩壊危険箇所現地調査表を活用し、急傾斜地の状態及び対策工の有無を踏まえ、震度分布と重ね合わせることにより評価する。

検討の流れを図 2-3-1 に示す。

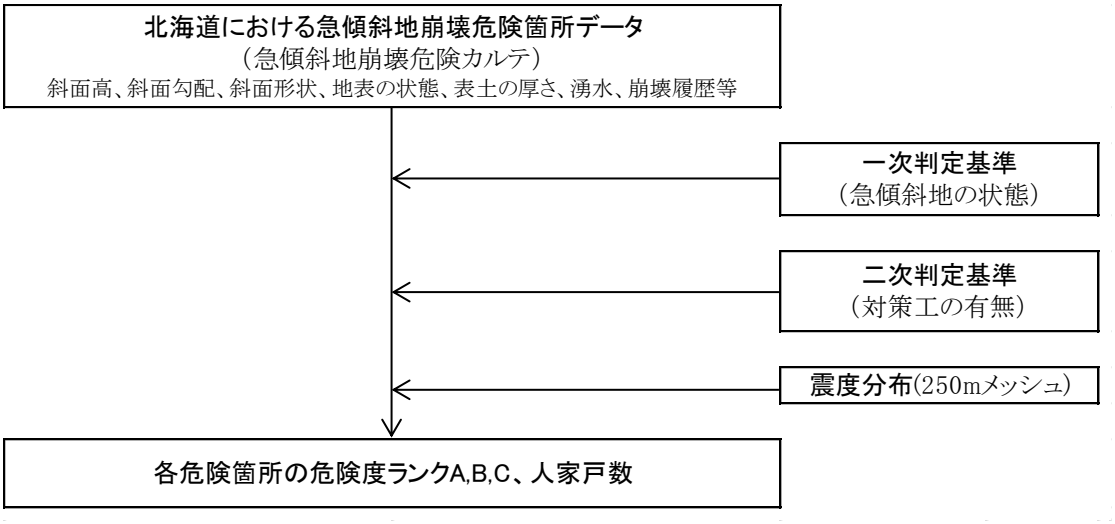


図 2-3-1　検討の流れ

②評価手法

評価手法は、日本道路協会道路震災対策委員会(1986)[2)]による法面・斜面耐震判定方法を用いて、急傾斜地崩壊危険箇所現地調査表を活用し、急傾斜地崩壊危険箇所を崩壊危険度 A、B、C に判定する。地震による急傾斜地の崩壊危険度の考え方を表 2-3-2 に示す。

表 2-3-2　地震による急傾斜地の崩壊危険度の考え方

崩壊危険度	評　価
A	崩壊の可能性が高い
B	崩壊の可能性がある
C	崩壊の可能性が低い

判定は三段階で行う。一次判定では、表 2-3-3 に示す 7 項目について判定基準を定め、急傾斜地崩壊危険箇所現地調査表との照合から採点を行い、点数の合計により一次判定ランク a、b、c を決定する。

表 2-3-3　斜面崩壊危険度判定基準（一次判定）

項　　目	小項目名	点数
斜面高	50m 以上	10
	30～50m	8
	10～30m	7
	10m 未満	3
斜面勾配	60°以上	7
	45～60°	4
	45°未満	1
オーバーハング 遷急線 縦断形状	オーバーハングあり、遷急線が非常に明瞭	7
	遷急線が明瞭、凸型斜面	4
	遷急線は不明瞭、直線型、凹型斜面	0
地表の状態	亀裂が発達、開講しており転石・浮石が点在する	10
	風化、亀裂が発達した岩である	6
	礫混じり砂、砂質土	5
	粘性土	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
	無	1
崩壊履歴	当該斜面に新しい崩壊地あり	5
	当該斜面に古い崩壊地あり	3
	崩壊地は認められない	0

第一次判定ランク	合計点数 24 以上	a
	合計点数 14～23	b
	合計点数 13 以下	c

二次評価では、表 2-3-4 に基づき、当該箇所に対する対策工の実施状況を加味して二次判定ランクa’、b’、c’を決定する。

表 2-3-4　斜面崩壊危険度判定基準（二次判定）

二次判定基準	一次判定ランク		
	a	b	c
対策工なし、未完成	a’	b’	c’
対策工既成	c’	c’	c’

最後に、当該崩壊箇所に震度分布を重ね合わせ、表 2-3-5 に基づき地震時の斜面崩壊危険度判定Ａ、Ｂ、Ｃを決定する。

表 2-3-5　地震時の斜面崩壊危険度

二次判定ランク	震度階級				
	～4	5弱	5強	6弱	6強～
a’	C	B	A	A	A
b’	C	C	B	A	A
c’	C	C	C	B	B

③被害想定結果

被害想定結果を表 2-3-6 に示す。被害想定の結果、急傾斜地崩壊危険箇所のうち地震で崩壊の危険がある箇所の数（崩壊危険度ランクＡとＢの合計）は、北海道北西沖の地震 No.2 が最大となり、Ａは 106 箇所、Ｂは 241 箇所となることが想定される。

また、管内ごとでは、宗谷では北海道北西沖の地震 No.5 で最大となりＡが 119 箇所・Ｂが 203 箇所、オホーツクでは標津断層帯 30_1 で最大となりＡが 92 箇所・Ｂが 94 箇所となる。それぞれの管内で崩壊が最大となる地震による急傾斜地崩壊危険度分布図を、図 2-3-2、3 に示す。

表 2-3-6　急傾斜地崩壊危険度　（箇所）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局			オホーツク総合振興局			計		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
標津断層帯	30_1	－	－	－	92	94	128	92	94	128
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	－	23	84	207	23	84	207
	45_5	－	－	－	56	126	132	56	126	132
増毛山地東縁断層帯	45_2	0	3	326	0	2	312	0	5	638
	45_4	0	3	326	0	2	312	0	5	638
サロベツ断層帯北延長	30_2	30	58	241	0	6	308	30	64	549
	30_3	73	94	162	0	0	314	73	94	476
	30_5	79	123	127	0	0	314	79	123	441
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	－	9	61	244	9	61	244
十勝沖の地震	－	－	－	－	48	114	152	48	114	152
北海道北西沖の地震	No.2	106	203	20	0	38	276	106	241	296
	No.5	119	203	7	0	4	310	119	207	317
北海道留萌沖の地震(走向 N193°E)	No.1	0	9	320	0	5	309	0	14	629
北海道留萌沖の地震(走向 N225°E)	No.2	6	20	303	0	12	302	6	32	605

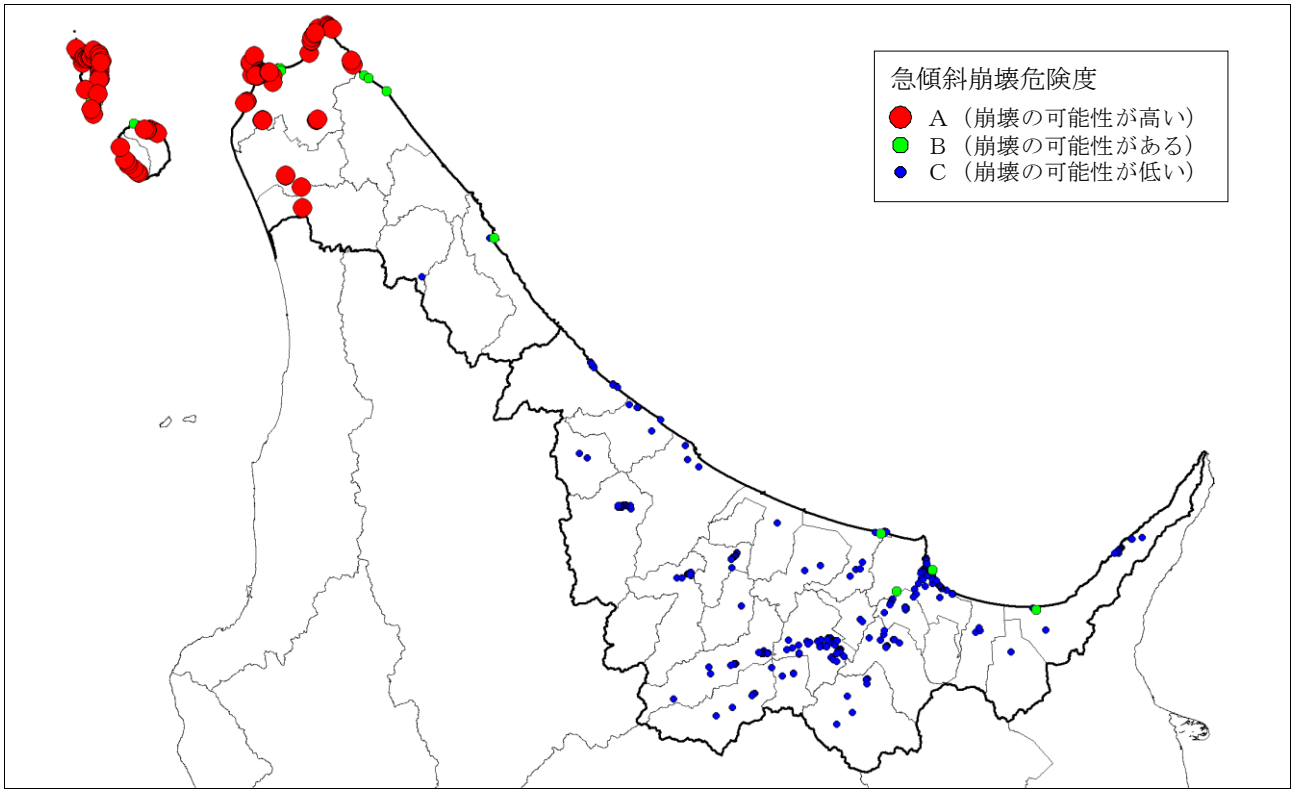


図 2-3-2　急傾斜地崩壊危険度分布図（北海道北西沖の地震　No. 5）

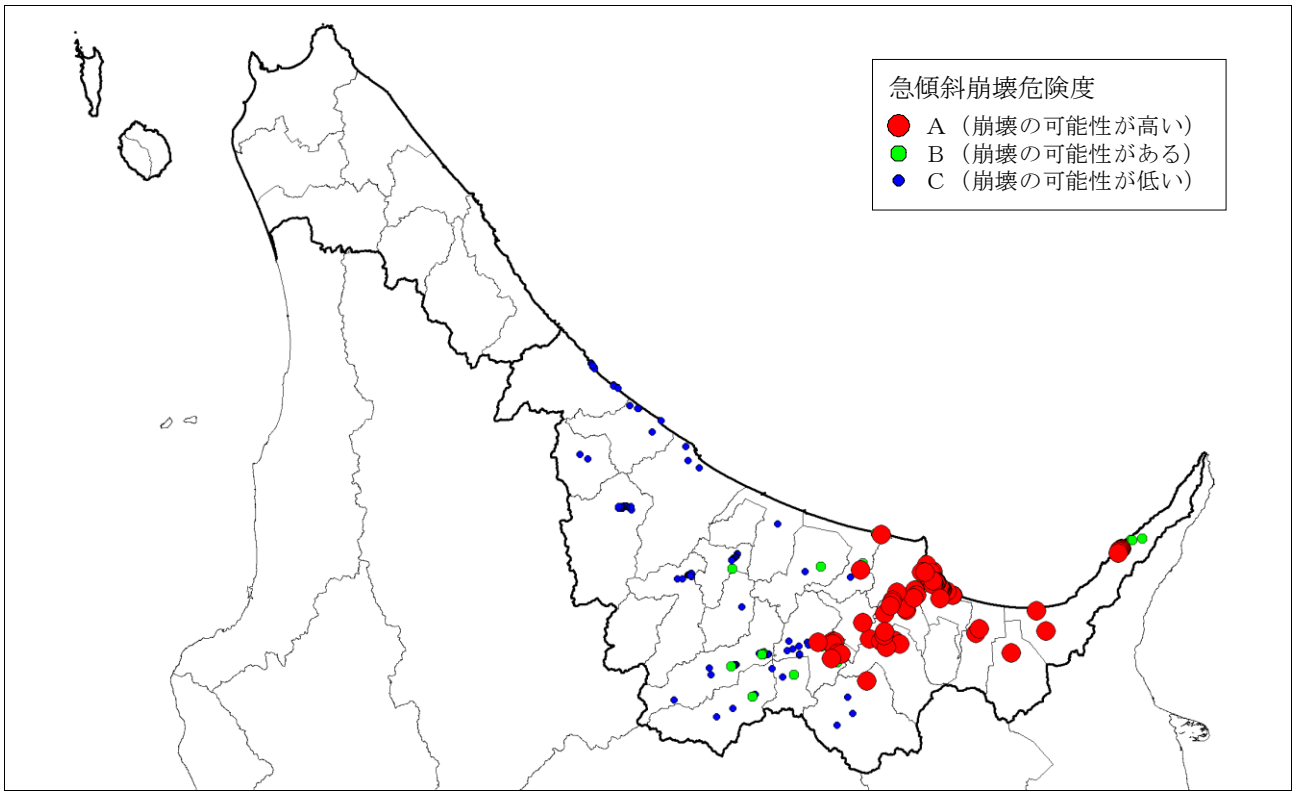


図 2-3-3　急傾斜地崩壊危険度分布図（標津断層帯 30_1 の地震）※宗谷を除く

【2-2.(3)急傾斜地被害の想定の参考文献】

1) 北海道建設部土木局河川砂防課：急傾斜地崩壊危険箇所現地調査表，2012.
2) 日本道路協会道路震災対策委員会:道路の震災対策に関する調査報告－道路構造物の耐震調査及び震災対策後方に関する研究－，1986.

(4) 建物被害（揺れ、液状化、急傾斜地）の想定

1)揺れによる建物被害

① 検討の流れ

揺れによる建物被害は、木造建物・非木造建物の全壊棟数及び全半壊棟数について算定する。

算定方法としては、建物の応答解析に基づいて被害を算定する手法と、過去の地震の被害結果に基づく震度と建物被害率の関係から評価する経験的な手法の２つに分けられる。後者の経験的な手法が比較的簡便で多くの自治体で用いられている。また岡田・高井(2004)[1)]は、個別の住宅を対象として診断値と震度とから損傷度を確定的に計算する手法を提案している。これは、木造住宅の耐震精密診断(建築防災協会、1995)による総合評点(Is 値)を指標に、震度、PGV を説明変数として、被害の程度（損傷度 Damage Index）を評価する手法である。被害想定を実施する地域の耐震診断結果の分布があれば、被害の地域性を考慮することが可能である。

本被害想定では、木造建物の被害評価手法として、岡田・高井の損傷度評価手法の考え方を採用し、北海道の木造住宅の耐震診断結果の地域分布を適用することで、北海道の地域性を考慮した被害の評価を行う[2)]。また、積雪荷重を考慮した耐震診断結果と考慮しない場合の診断結果とを適用することで、冬（積雪期）と冬以外（無積雪期）の被害想定を行う。なお、木造非住家の被害評価手法にも木造住家と同様の手法を適用する。

非木造建物の被害評価手法として、中央防災会議(2006)の経験的な手法[3)]を適用する。

図 2-4-1 に建築物被害の算定の流れを示す。

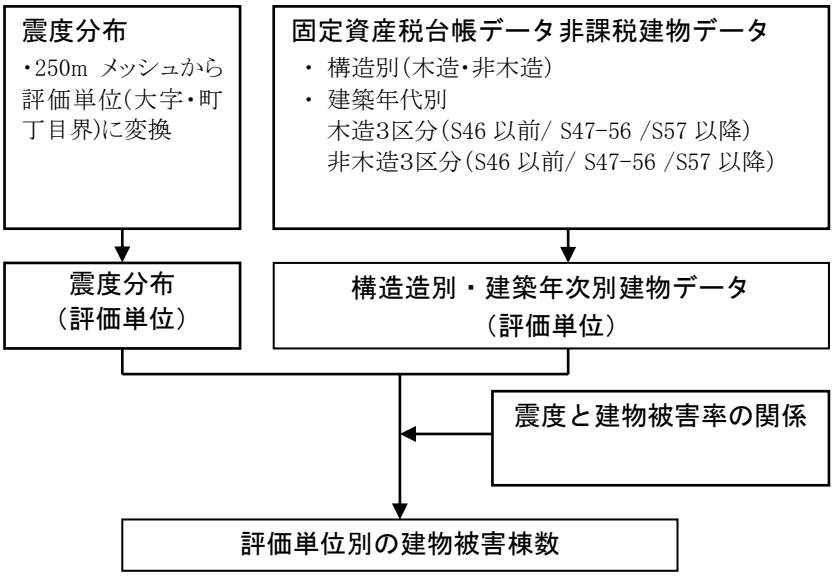


図 2-4-1　揺れによる建物被害の算定の流れ

②評価手法

A. 建物データの構築

市町村から用途別（住家、非住家）、構造別（木造、非木造）、年代別（被害計算方法に合わせた年代区分）の建物データを収集した。調査年度はオホーツクが平成 24 年度、宗谷が平成 27 年度である。宗谷は平成 27 年 1 月時点、オホーツクは平成 24 年 1 月時点の固定資産税台帳の建物を基本とし、可能な範囲で非課税建物を含め、評価単位毎の集計を市町村に依頼して入手したものである。

建物データの集計単位は、「GISMAP 町丁目・大字界（北海道地図株式会社、平成 24 年）」をベースに、市町村から収集した境界地図をもとに修正した大字・町丁目界を評価単位として用いる。

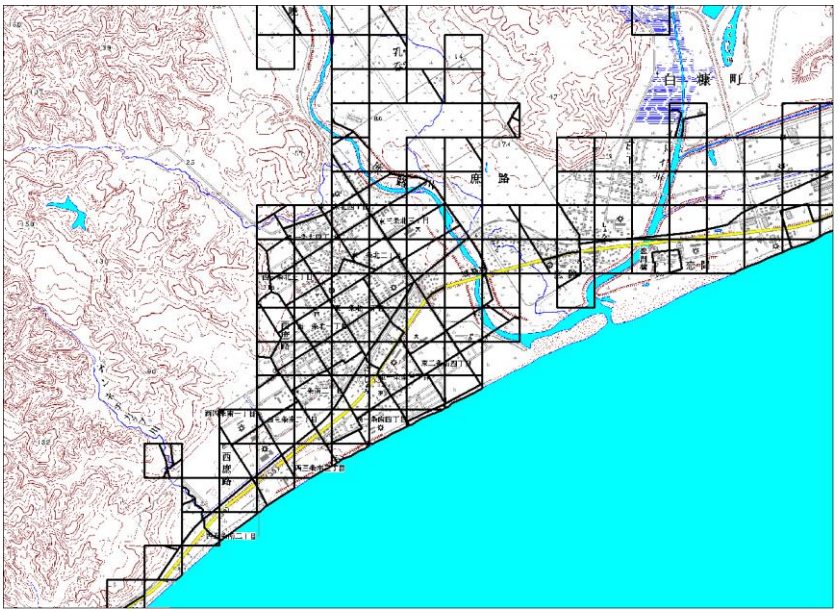
表 2-4-1　建物データ　（棟）

	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
	木造棟数	非木造棟数	木造棟数	非木造棟数	木造棟数	非木造棟数
住家	24,785	1,994	102,691	9,059	127,476	11,053
非住家	5,205	5,134	14,306	26,371	19,511	31,505
計	29,990	7,128	116,997	35,430	146,987	42,558

B. 大字・町丁目界の代表震度

建物被害は、集計した大字・町丁目別に計算する。この際、被害計算には、大字・町丁目別の代表震度が必要となる。このため、250m メッシュ単位で計算された震度を大字・町丁目別に変換する必要がある。変換の方法は以下のとおりである。

国土地理院発行の数値地図 25000（地図画像）を背景として、建物の凡例を含む 250mメッシュを抽出する（図 2-4-2）。抽出されたメッシュを大字・町丁目界で分割する。分割されたメッシュごとの震度を基に、大字・町丁目界毎に面積を重み付けにした平均を計算し、大字・町丁目界の代表震度とする。



国土地理院発行の数値地図 25000（地図画像）「釧路」

図 2-4-2　建物のあるメッシュの同定

C. 木造建物被害の予測手法

a. 一般診断法(2004)の診断結果を指標とした損傷度関数

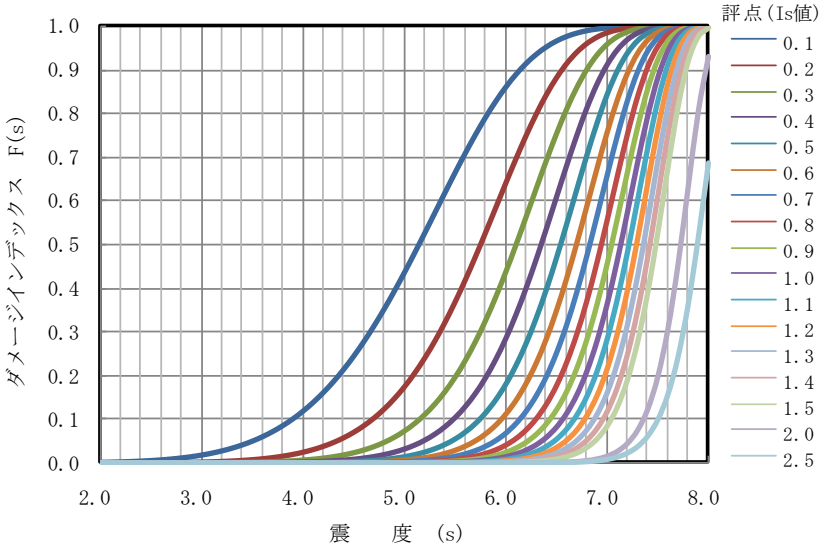
岡田・高井の損傷度関数[1)]は、耐震精密診断((財)日本建築防災協会,1995)による耐震診断結果（上部構造評点＝耐震診断によって計算される耐震性能を表す数値。以下、「評点」という)を指標としている。2004 年に改訂された(財)日本建築防災協会の一般診断法による耐震診断結果(評点)を利用するため、日本木造住宅耐震補強事業者協同組合（以下、「木耐協」という）が平成 17～20 年に行った一般診断法による耐震診断結果(評点)をもとに、損傷度関数を作成した[2)]。図 2-4-3 に示す。

$$F(s) = 1 - \exp(-s/\eta)^m$$

$F(s)$ ：損傷度

s ：地震動強さ(気象庁震度)

m, η ：Is 値によって定まる値



Is_wd	m	η
0.1	6.77	5.43
0.2	9.19	5.98
0.3	11.12	6.31
0.4	12.85	6.53
0.5	14.49	6.71
0.6	16.10	6.85
0.7	17.68	6.97
0.8	19.28	7.08
0.9	20.88	7.17
1.0	22.52	7.25
1.1	24.18	7.33
1.2	25.87	7.39
1.3	27.58	7.46
1.4	29.31	7.52
1.5	31.04	7.57
2.0	38.59	7.80
2.5	37.41	7.97

図 2-4-3　一般診断法の診断結果(評点)を指標とした損傷度関数

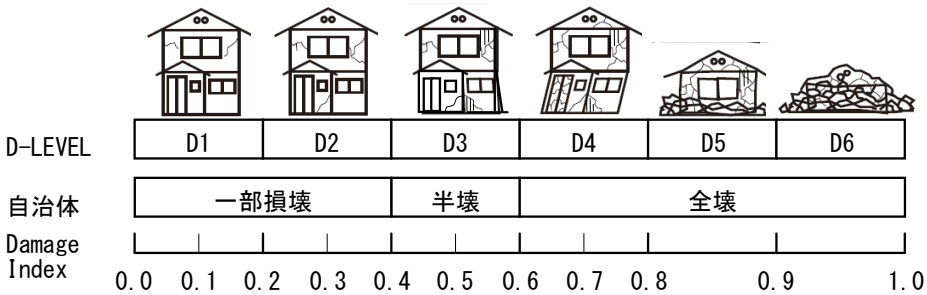


図 2-4-4　破壊パターンとダメージレベルと損傷度[4)]

b. 冬以外の木造建物被害の予測手法

北海道が行った木造住家の耐震診断結果(評点)※を基に、積雪荷重がない場合の建築年代別の耐震診断結果(評点)の統計分布を推定した。結果を図 2-4-5 に示す。

地域における被害レベルごとに震度と被害率との関係は、道内の木造住家の年代別の耐震診断結果(評点)は推定した統計分布で一様に分布していると仮定し、一般診断法の耐震診断結果(評点)を指標とした損傷度関数から計算した[2)]。結果を図 2-4-6 に示す。

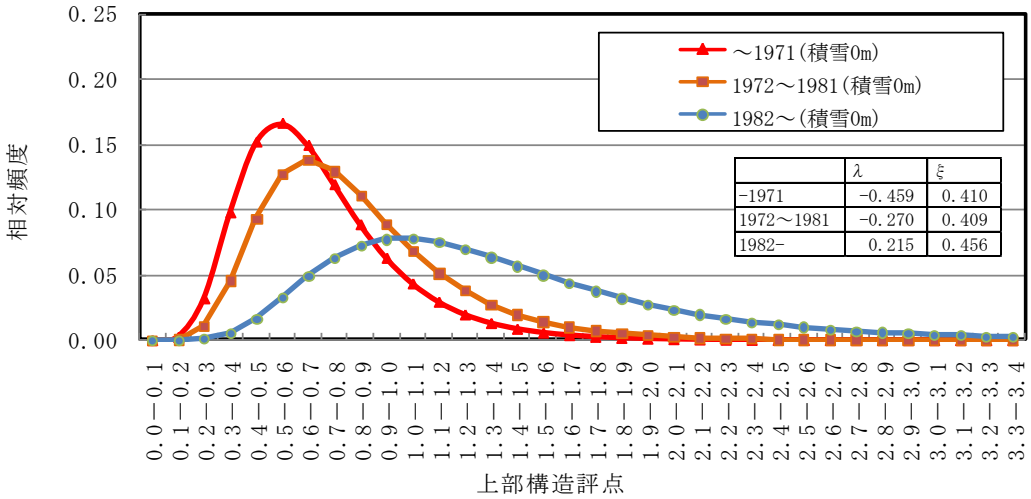
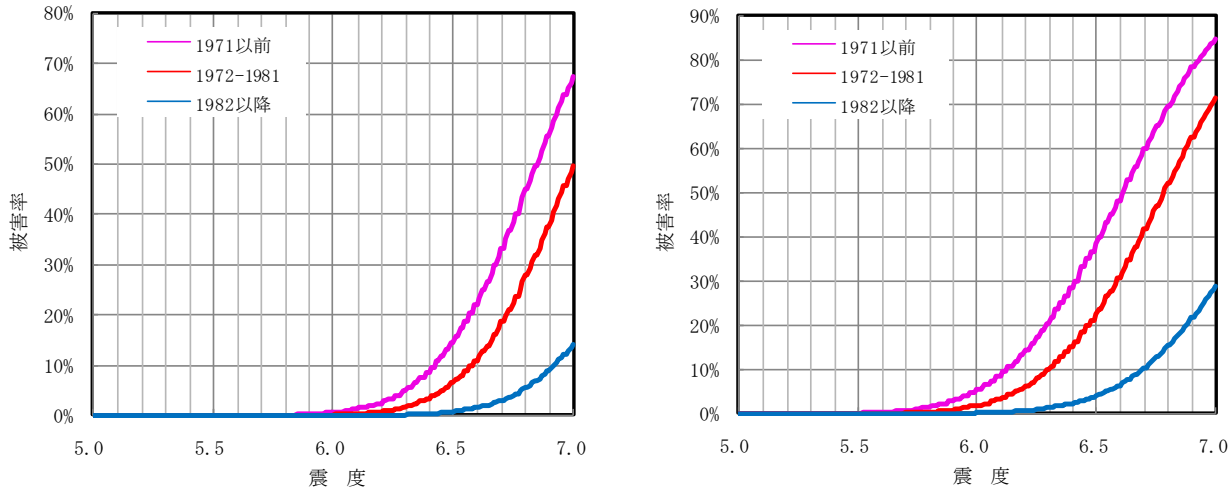


図 2-4-5　建築年代別の耐震診断結果(評点)の分布



a) 建築年代別の震度と全壊率との関係　　b) 建築年代別の震度と全半壊率との関係

図 2-4-6　年代別の震度と被害率との関係

※ 北海道建設部住宅局建築指導課が、一般居住者を対象に実施した木造住宅の無料耐震診断のうち、平成 18 年から 21 年までの診断結果 433 件を利用した。

c. 冬の場合の木造建物被害の予測手法

木造住宅の耐震診断の場合、多雪区域では積雪時の地震を考慮し、積雪荷重による必要耐力を加算し診断する。このことから冬の場合、多雪区域（垂直積雪量 1.0m 以上の地域）※については、北海道が行った木造住家の耐震診断結果(評点)に基づく垂直積雪量を考慮した評点を基に木造建物被害の予測手法を構築する。

垂直積雪量1.0m以上地域の建築年代別の耐震診断結果(評点)の分布を推定した結果を図2-4-7に示す。地域における被害レベルごとに震度と被害率との関係は、道内の木造住家の年代別の耐震診断結果(評点)は、推定した統計分布で一様に分布していると仮定し、一般診断法の耐震診断結果(評点)を指標とした損傷度関数から計算した。結果を図 2-4-8 に示す。

垂直積雪量 1.0m 未満地域は、積雪荷重のない場合の年代別の耐震診断結果(評点)の分布と同等とし、図 2-4-6 の年代別の震度と全壊率との関係を適用する。

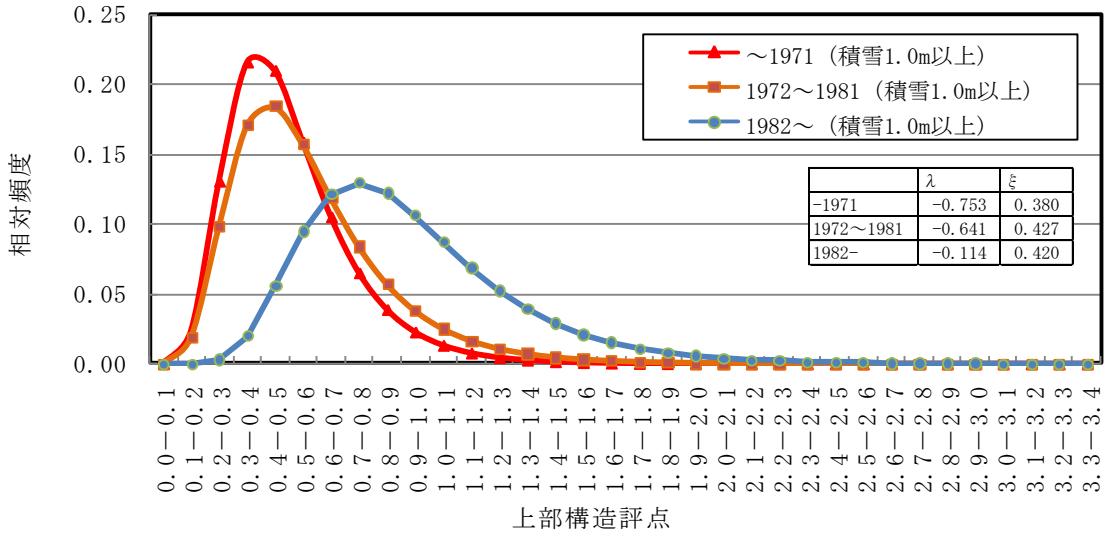
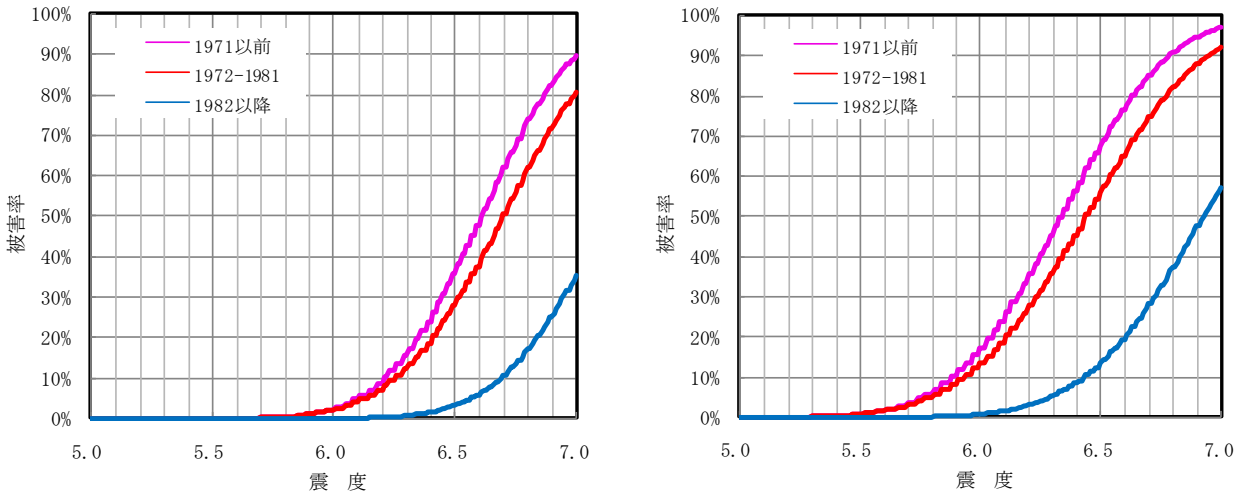


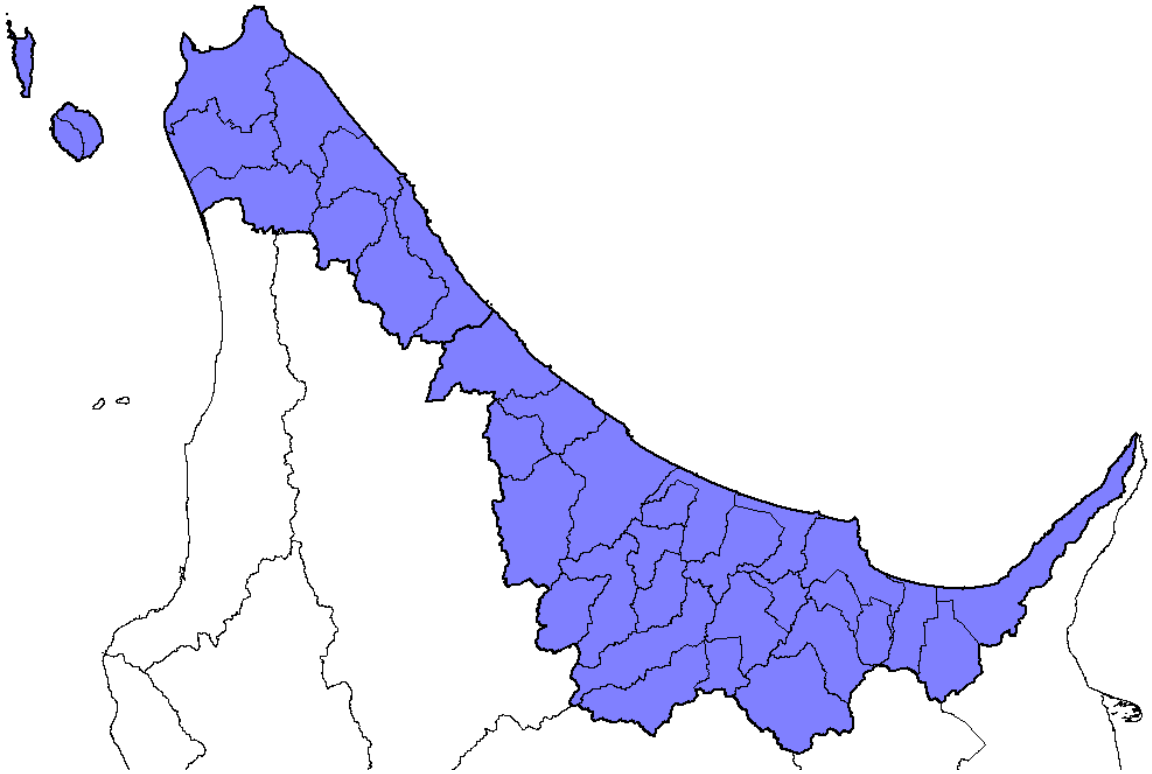
図 2-4-7　建築年代別の耐震診断結果(評点)の分布
(垂直積雪量 1.0m 以上地域)



a）建築年代別の震度と全壊率との関係　　b）建築年代別の震度と全半壊率との関係

図 2-4-8　年代別の震度と被害率との関係（垂直積雪量 1.0m 以上地域）

※ 建築基準法施行細則第 17 条第 1 項で規定される建築基準法施行細則第 17 条第 1 項で規定する多雪区域（垂直積雪量 100 センチメート以上の区域）



〈参考〉　建築基準法施行細則第 17 条第 1 項で規定される多雪区域
（垂直積雪量 100 センチメート以上の区域）

D. 非木造建物被害の予測手法

中央防災会議の経験的な手法は、評価単位毎に算定された震度を基にして構造別・建築年代別の被害率を求め、評価単位毎の構造別・建築年代別の棟数に掛け合わせ合算することで算定される。

以下に被害棟数の算定式と震度と被害率の関係を示す。

〈被害棟数の算定式〉

全壊棟数　＝（各年代別の非木造住家棟数　×　震度による全壊被害率）
全半壊棟数　＝（各年代別の非木造住家棟数　×　震度による全半壊被害率）
半壊棟数　＝　全半壊棟数　－　全壊棟数

表 2-4-2　非木造建物の震度と被害率の関係

震度	全壊被害率			全半壊被害率		
	～S46	S47～S56	S57～	～S46	S47　～S56	S57～
5.0	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%
5.1	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.2%	0.0%
5.2	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.4%	0.1%
5.3	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.7%	0.1%
5.4	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	1.1%	0.2%
5.5	0.2%	0.2%	0.0%	2.5%	1.8%	0.3%
5.6	0.4%	0.4%	0.1%	3.7%	2.7%	0.6%
5.7	0.7%	0.6%	0.1%	5.5%	4.0%	0.9%
5.8	1.2%	1.0%	0.2%	7.8%	5.8%	1.4%
5.9	2.0%	1.7%	0.4%	10.8%	8.2%	2.1%
6.0	3.1%	2.6%	0.6%	14.6%	11.2%	3.1%
6.1	4.8%	3.9%	1.0%	19.1%	15.0%	4.5%
6.2	7.2%	5.8%	1.5%	24.5%	19.6%	6.4%
6.3	10.4%	8.2%	2.3%	30.5%	24.9%	8.8%
6.4	14.5%	11.4%	3.3%	37.2%	30.9%	11.8%
6.5	19.5%	15.4%	4.8%	44.2%	37.4%	15.5%
6.6	25.5%	20.2%	6.7%	51.5%	44.3%	19.8%
6.7	32.3%	25.8%	9.1%	58.6%	51.4%	24.9%
6.8	39.7%	32.2%	12.2%	65.5%	58.5%	30.6%
6.9	47.6%	39.1%	15.9%	72.0%	65.3%	36.7%
7.0	55.6%	46.3%	20.2%	77.7%	71.6%	43.3%

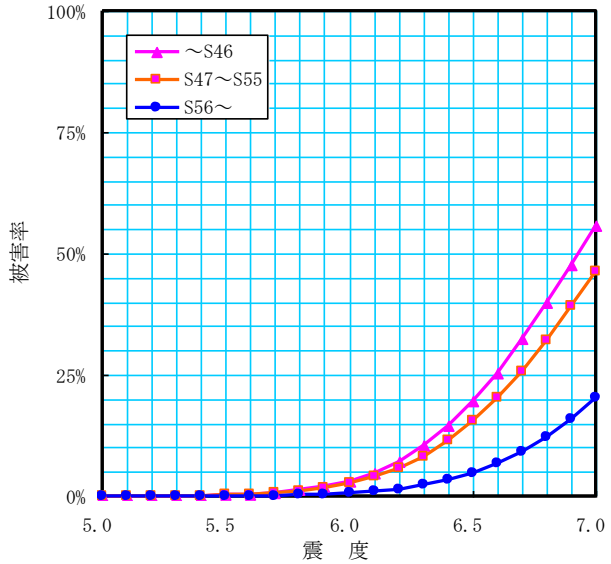


図 2-4-9　震度と非木造全壊率との関係

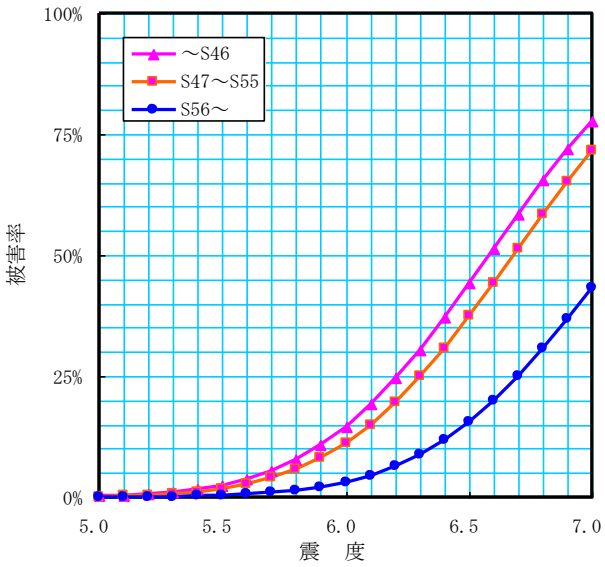


図 2-4-10　震度と非木造全半壊率との関係

③結果

冬および冬以外の季節毎の地震の揺れによる建物全半壊棟数の計算結果を表 2-4-3、4 に示す。

積雪により倒壊が多くなることが想定される冬の場合、地震の揺れによる建物全半壊棟数は、宗谷では北海道北西沖の地震 No.5 が最大となり 5,151 棟、オホーツクでは標津断層帯 30_2 の地震が最大となり 4,308 棟が想定される。

それぞれの管内で最大被害となる地震の全半壊棟数の分布を図 2-4-11、12 に示す。

表 2-4-3　地震の揺れによる建物被害（冬以外）　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数
標津断層帯	30_1	－	－	724	1,663	724	1,663
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	1 未満	20	1 未満	20
	45_5	－	－	2	84	2	84
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	350	675	1 未満	1 未満	350	675
	30_3	341	848	0	0	341	848
	30_5	345	1,055	0	0	345	1,055
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	1 未満	22	1 未満	22
十勝沖の地震	－	－	－	4	84	4	84
北海道北西沖の地震	No.2	1,173	1,203	1 未満	1	1,173	1,204
	No.5	1,079	1,615	1 未満	1 未満	1,079	1,615
北海道留萌沖の地震（走向 N193°E）	No.1	1 未満	1 未満	0	0	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225°E）	No.2	1 未満	9	1 未満	1 未満	1 未満	10

表 2-4-4　地震の揺れによる建物被害（冬）　　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数
標津断層帯	30_1	－	－	1,631	2,677	1,631	2,677
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	1未満	30	1未満	30
	45_5	－	－	4	149	4	149
増毛山地東縁断層帯	45_2	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満
	45_4	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	694	1,083	1未満	1未満	694	1,083
	30_3	781	1,696	0	0	781	1,696
	30_5	970	2,210	0	0	970	2,210
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	1	42	1	42
十勝沖の地震	－	－	－	7	154	7	154
北海道北西沖の地震	No.2	2,233	1,791	1未満	2	2,233	1,794
	No.5	2,411	2,740	1未満	1未満	2,411	2,740
北海道留萌沖の地震（走向N193°E）	No.1	1未満	1未満	0	0	1未満	1未満
北海道留萌沖の地震（走向N225°E）	No.2	1未満	15	1未満	1未満	1未満	16

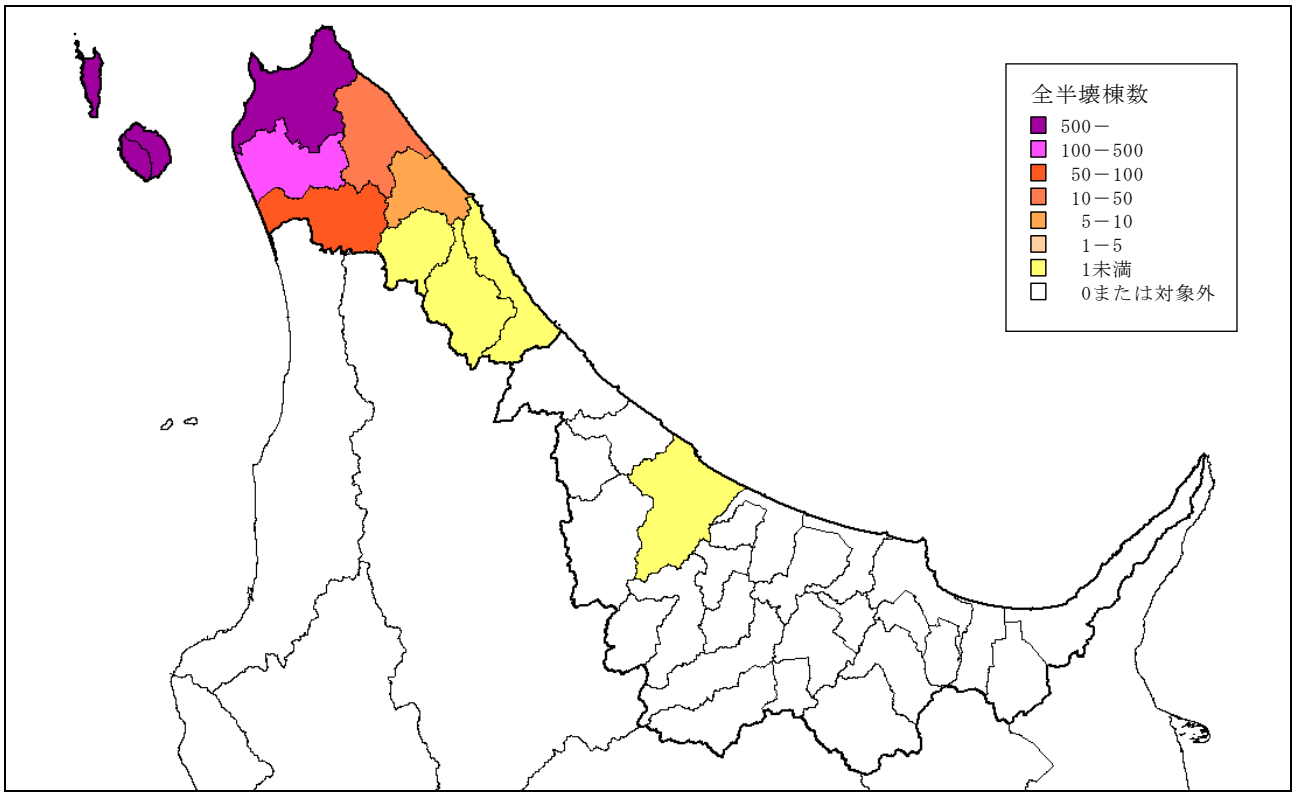


図 2-4-11　揺れによる建物全半壊棟数（北海道北西沖の地震　No. 5・冬）

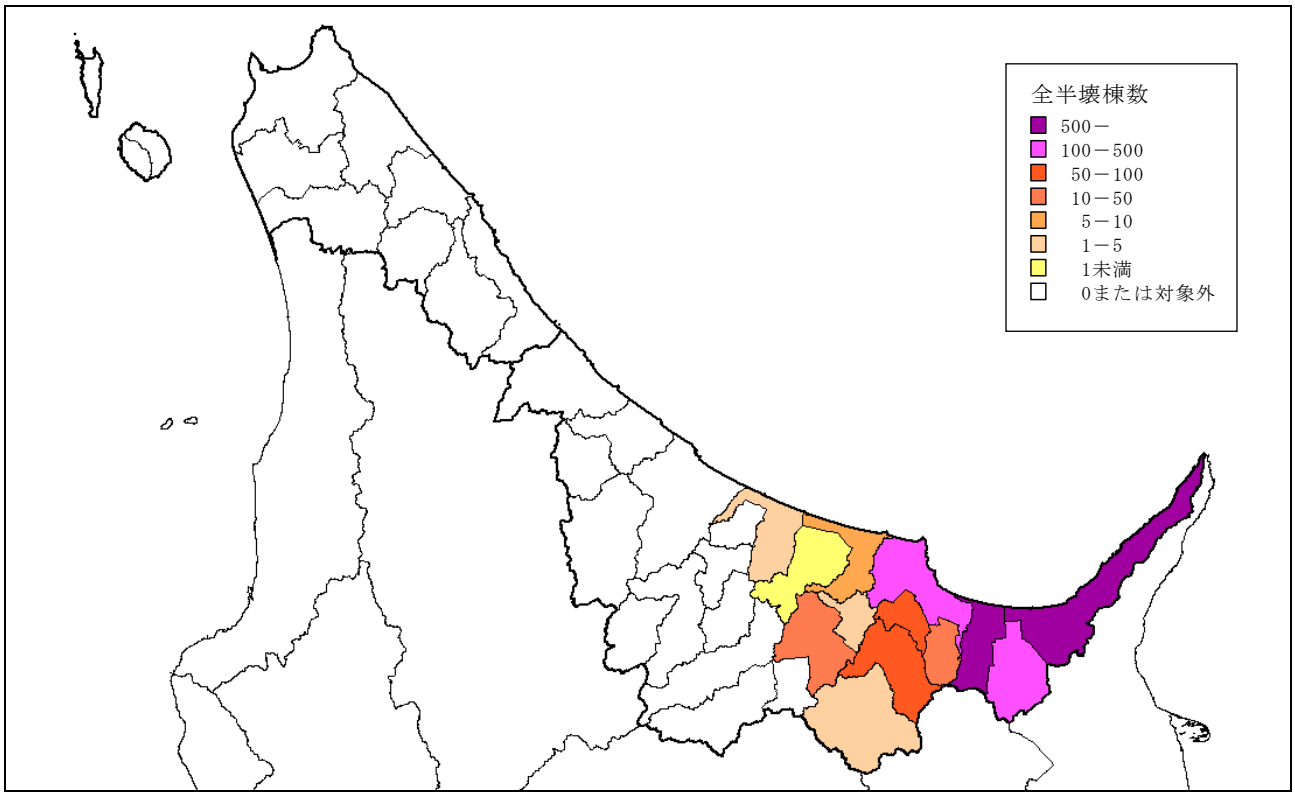


図 2-4-12　揺れによる建物全半壊棟数（標津断層帯 30_1・冬）※宗谷を除く

2) 液状化による建物被害

①検討の流れ

液状化危険度の想定で計算した液状化発生確率と収集した建物データから、過去の地震における液状化による建物被害率を用いて、全壊棟数および半壊棟数を計算する。液状化による建物被害の算定の流れを図 2-4-13 に示す。

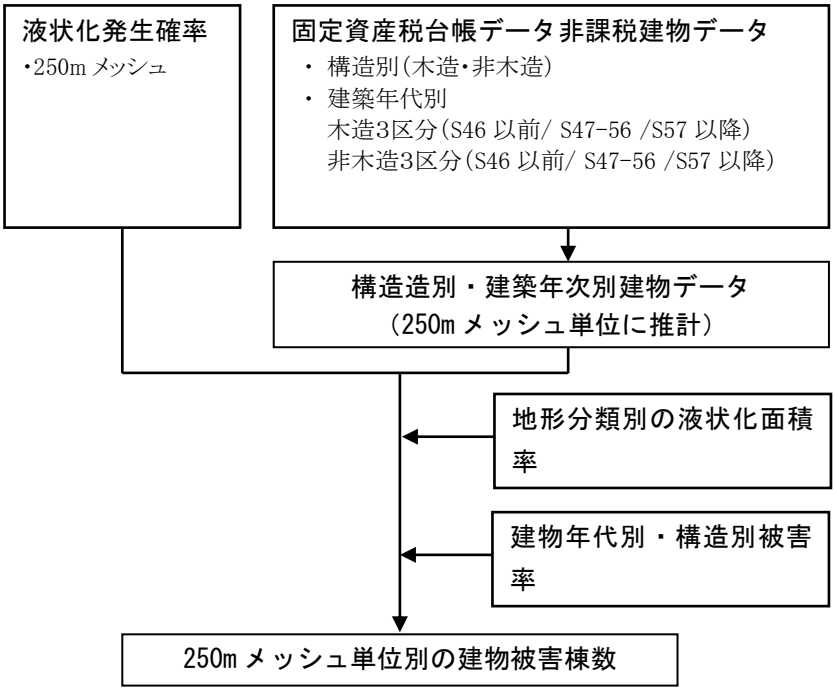


図 2-4-13　液状化による建物被害の算定の流れ

②評価手法

液状化による被害計算式を次式に示す。液状化面積率については、1983 年日本海中部地震および 2004 年新潟県中越地震に加え、過去の地震の液状化面積率を参考に損害保険料率算出機構[5]がまとめた表 2-4-5 を利用する。液状化面積率が整理されていない砂礫質台地については、松岡・若松・橋本(2011)の液状化危険度予測式で砂礫が広く堆積する同じグループとされている谷底低地と同じ液状化面積率とする。

液状化による建物被害率について、中央防災会議(2006)では半壊率が示されていない。ここでは、中央防災会議(2006)のもととなった静岡県(2001)・愛知県(2003)の手法を参照して、液状化発生地域内の全壊率・半壊率を設定した埼玉県(2007)[6]による被害率を用いる。

木造の被害率については静岡県(2001)の大破・中破率を、東京都(2006)を参考にして、全壊・半壊の 7 割程度と仮定して、全壊率・半壊率が設定されている。非木造の被害率については愛知県(2003) の大破・中破率を、東京都(2006)を参考にして、非木造の場合は全壊・半壊と同等と設定されている。建物種別と液状化による建物被害率を表 2-4-6 に示す。

非木造建物の杭の有無別の建物棟数については、東京都(2006)を参考にして、4Ｆ以上の建物及び、1972 年以降の 1～3Ｆの建物の 20%を杭ありと推計する。

〈被害棟数の算定式〉

被害棟数 ＝ (液状化発生確率)×(液状化面積率)×(建物被害率)×(各年代・杭の有無別の建物棟数)

表 2-4-5　液状化面積率

微地形分類	液状化面積率
扇状地型谷底低地	3%
デルタ型谷底低地	3%
急勾配扇状地	1%
緩勾配扇状地	1%
自然堤防	10%
後背湿地	3%
旧河道	25%
三角州・海岸低地	2%
砂州・砂礫州	5%
砂丘間低地	5%
砂丘	5%
埋立地	20%

表 2-4-6　建物種別と液状化による建物被害率

区分	木造		非木造	
	35 年以前	36 年以降	杭なし	杭あり※
全壊率	19.0%	13.7%	23.0%	0.0%
半壊率	18.4%	25.7%	30.0%	0.0%

※ 杭あり：4F 以上の建物及び S47 以降の 1～3F の建物の 20%

③結果

想定地震の液状化による建物被害の計算結果を表 2-4-7 に示す。

液状化による全半壊棟数は、宗谷ではサロベツ断層帯北延長 30_5 の地震が最大となり 17 棟、オホーツクでは標津断層帯 30_1 の地震が最大となり 15 棟が想定される。

それぞれの管内で最大被害となる地震の全半壊棟数の分布を図 2-4-14、15 に示す。

表 2-4-7　液状化による建物被害　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数
標津断層帯	30_1	－	－	5	10	5	10
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_5	－	－	1	2	1	2
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	4	6	1 未満	1 未満	4	6
	30_3	5	9	1 未満	1 未満	5	9
	30_5	6	11	1 未満	1 未満	6	11
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	－	1	2	1	2
北海道北西沖の地震	No.2	4	6	1 未満	1 未満	4	6
	No.5	6	11	1 未満	1 未満	6	11
北海道留萌沖の地震（走向 N193°E）	No.1	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225°E）	No.2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満

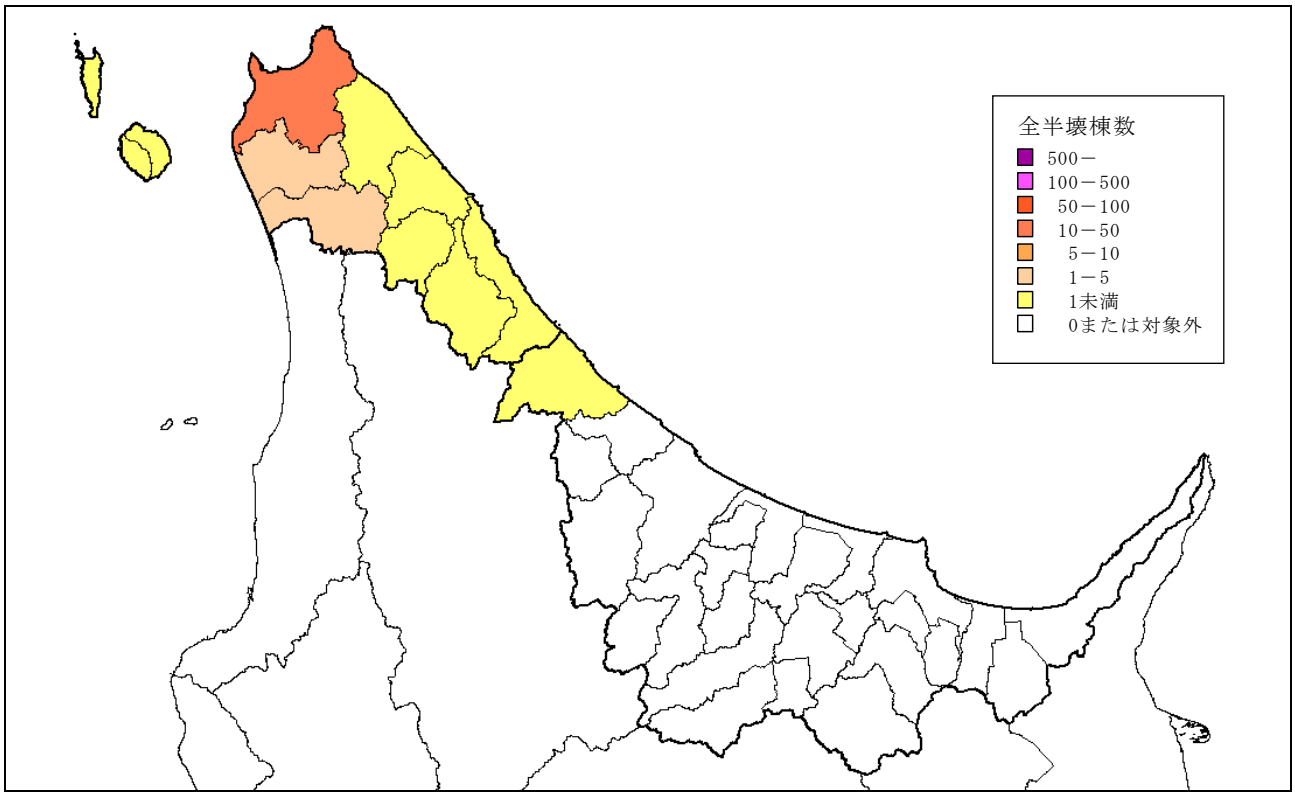


図 2-4-14　液状化による建物全半壊棟数（サロベツ断層帯北延長 30_5）

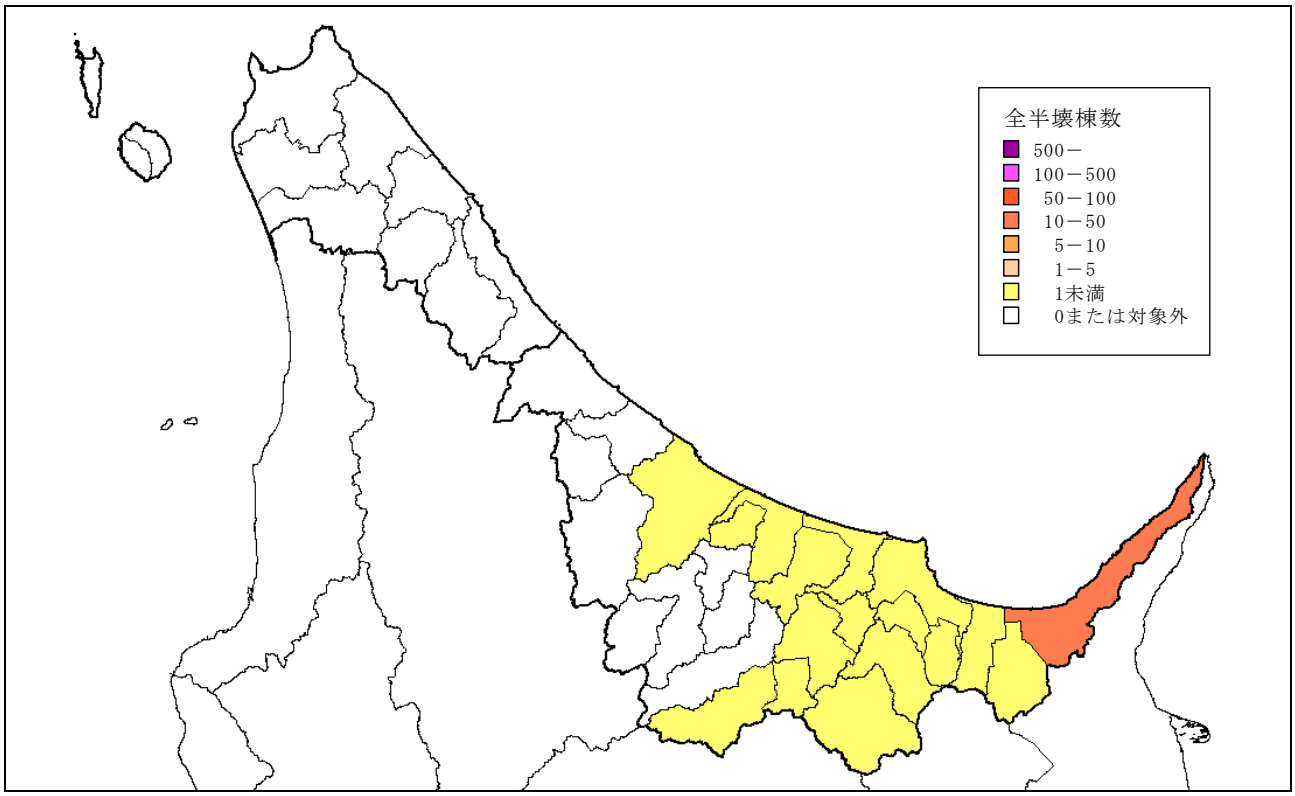


図 2-4-15　液状化による建物全半壊棟数（標津断層帯 30_1）※宗谷を除く

3) 急傾斜地崩壊による建物被害の想定

①検討の流れ

急傾斜地崩壊による建築物被害は、「(3) 急傾斜地崩壊の想定」によって判定した斜面崩壊危険度判定ランク及び、急傾斜地崩壊危険箇所現地調査表で把握されている影響人家戸数を使用し、棟数[7]換算して危険度ランク別崩壊確率及び震度別人家被害率を掛け合わせることで被害住家棟数を推計する。

検討の流れを図 2-4-16 に示す。

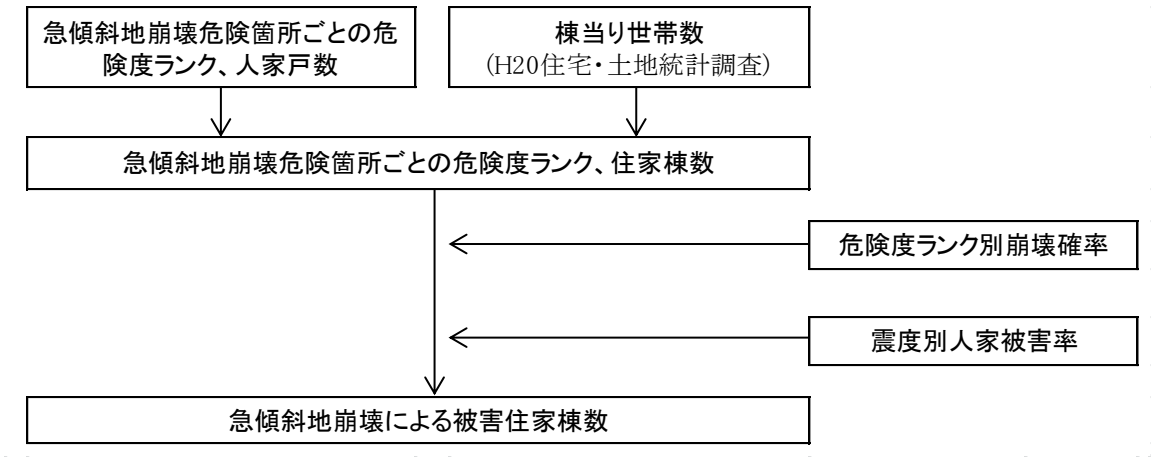


図 2-4-16　検討の流れ

②評価手法

評価手法は、危険度箇所内の人家棟数に、危険度ランク別崩壊確率及び震度分布に基づく震度別人家被害率を乗じて算出する鳥取県(2005)[9]の手法を用いる。

急傾斜地崩壊による住家被害棟数＝危険度箇所内の影響住家棟数
×危険度ランク別崩壊確率（表 2-4-8）×震度別人家被害率（表 2-4-9）

鳥取県(2005)では、宮城県沖地震(1978)での被害事例を参考に危険度ランク別崩壊確率を設定している（表 2-4-8 参照)。また、震度別人家被害率を、宮城県沖地震(1978)と伊豆大島近海地震(1978)での被害事例を参考に設定している（表 2-4-9 参照)。

表 2-4-8　危険度ランク別崩壊確率

危険度ランク	崩壊率
A（崩壊の可能性が高い）	59%
B（崩壊の可能性がある）	12%
C（崩壊の可能性が低い）	0%

表 2-4-9　震度別人家被害率

	震度階級					
	～4	5弱	5強	6弱	6強	7
全壊率	0.0%	2.5%	5.5%	8.0%	11.0%	14.0%
半壊率	0.0%	6.0%	13.0%	19.0%	26.0%	33.0%

③評価結果

被害想定結果を表 2-4-10 に示す。急傾斜地崩壊による住家被害は、北海道北西沖の地震 No.5 の地震で最大となり、宗谷、オホーツクを合わせて全壊棟数 56 棟、半壊棟数 131 棟となることが想定される。

また、被害棟数は、宗谷では北海道北西沖の地震 No.5 で最大となり全壊 55 棟・半壊 131 棟、オホーツクでは標津断層帯 30_1 の地震で最大となり全壊 24 棟・半壊 56 棟が想定される。それぞれの管内で最大被害となる地震の全半壊棟数の合計の分布状況を図 2-4-17、18 に示す。

表 2-4-10　急傾斜地崩壊による住家被害　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数	全壊棟数	半壊棟数
標津断層帯	30_1	－	－	24	56	24	56
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	6	14	6	14
	45_5	－	－	12	27	12	27
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	7	17	1 未満	1 未満	8	18
	30_3	25	59	0	0	25	59
	30_5	31	73	0	0	31	73
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	3	8	3	8
十勝沖の地震	－	－	－	10	23	10	23
北海道北西沖の地震	No.2	48	114	1 未満	1	49	115
	No.5	55	131	1 未満	1 未満	56	131
北海道留萌沖の地震（走向 N193°E）	No.1	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225°E）	No.2	1 未満	2	1 未満	1 未満	1	3

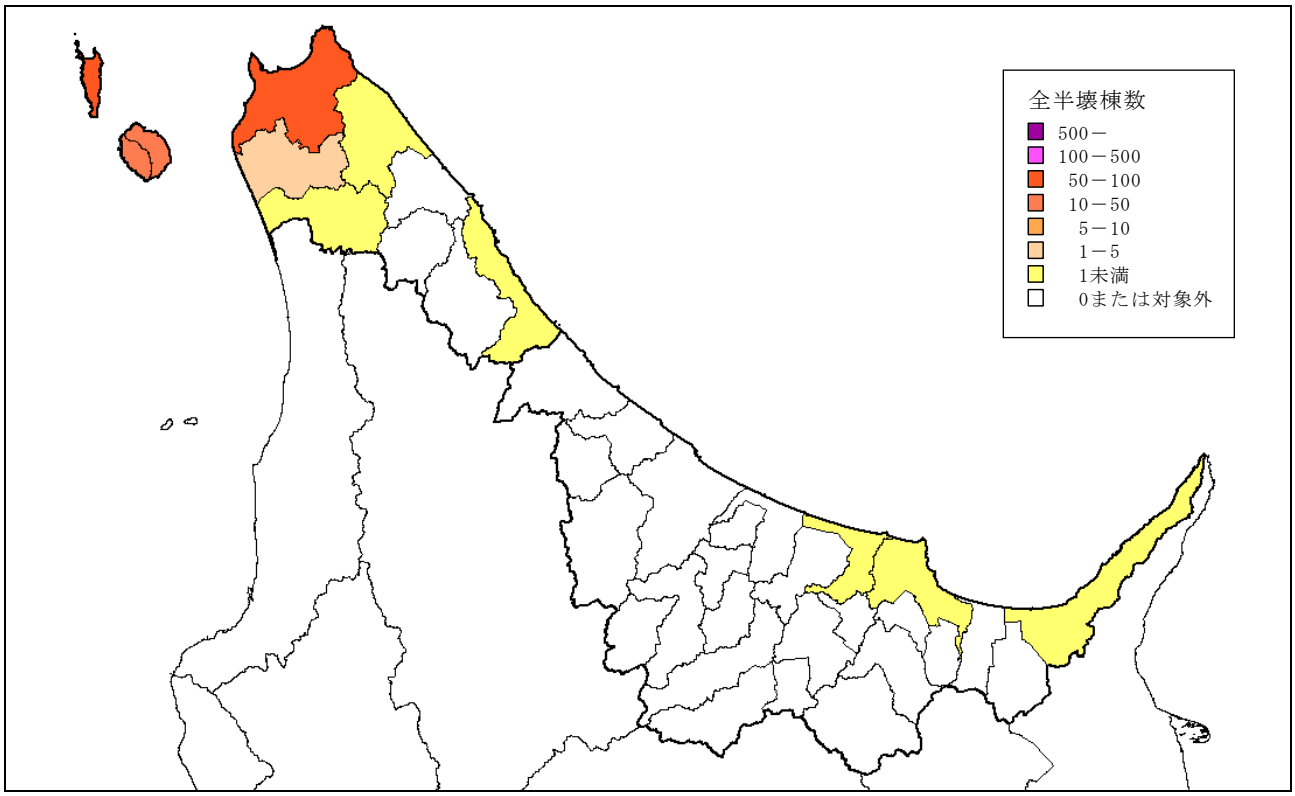


図 2-4-17　急傾斜地崩壊による住家被害の分布（北海道北西沖の地震　No. 5）

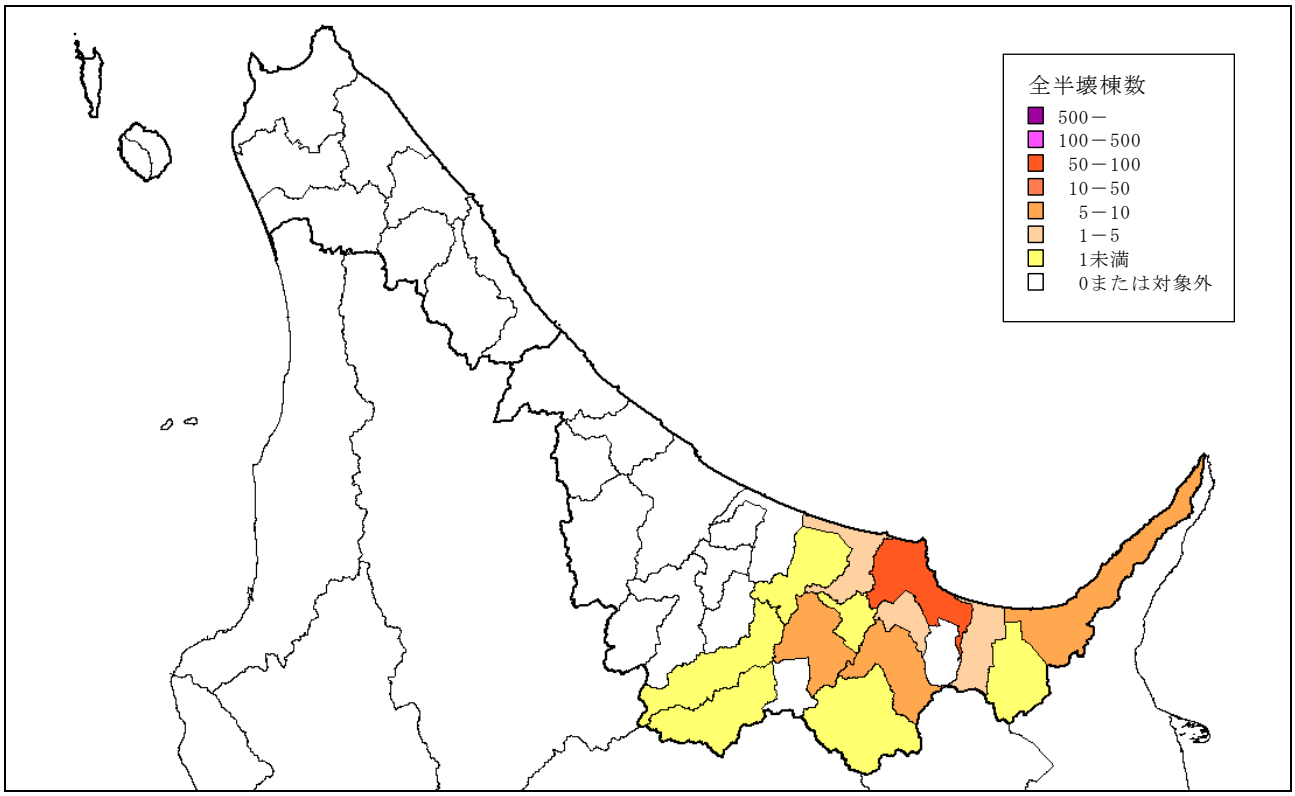


図 2-4-18　急傾斜地崩壊による住家被害の分布（標津断層帯 30_1 の地震）※宗谷を除く

【2-2(4)建物被害（揺れ、液状化、急傾斜地）の想定の参考文献】

1) 岡田、高井：木造建築物の損傷度関数の提案と地震防災への適用－地震動入力を確定的に扱う場合－，日本建築学会構造系論文集第 582 号，2004.

2) 竹内、岡田、戸松、南、石井：北海道の木造住宅の診断結果を考慮した建物被害予測手法の検討，日本建築学会北海道支部研究報告集，No.83，2013.6.

3) 中央防災会議・日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会:第１７回日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る被害想定手法について，2006.1.

4) 岡田、高井：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン,日本建築学会構造系論文集，524，pp.65-72,1999.

5) 損害保険料率算出機構：微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法に関する研究，地震保険研究１５，pp74，2008.6.

6) 埼玉県：平成 19 年度埼玉県地震被害想定調査報告書，2007.

7) 総務省統計局：住宅の建て方(4 区分)、構造(2 区分)、階数(4 区分)別むね数―市区町村，住宅・土地統計調査，2008

8) 鳥取県：鳥取県地震防災調査研究報告書，2005.3，
http://www.pref.tottori.lg.jp/jishinbousaichousa/（2012.12 閲覧）

(5) 火災被害の想定

発生時刻および季節について、冬の早朝および夕方、夏の昼間を想定し、火災被害（出火件数、焼失棟数）を検討した。

①出火件数の検討の流れ

地震時に発生する全ての出火件数と家人、隣人、自主防災組織等の初期消火による効果を踏まえて、残りの組織的な消防力が必要とされる炎上出火件数を評価する。

本被害想定では、阪神・淡路大震災時の揺れによる建築物の倒壊と出火の関係に基づいた出火件数の評価手法である中央防災会議(2006) [1] の方法を用いる。

出火件数の算定の流れを図 2-5-1 に示す。

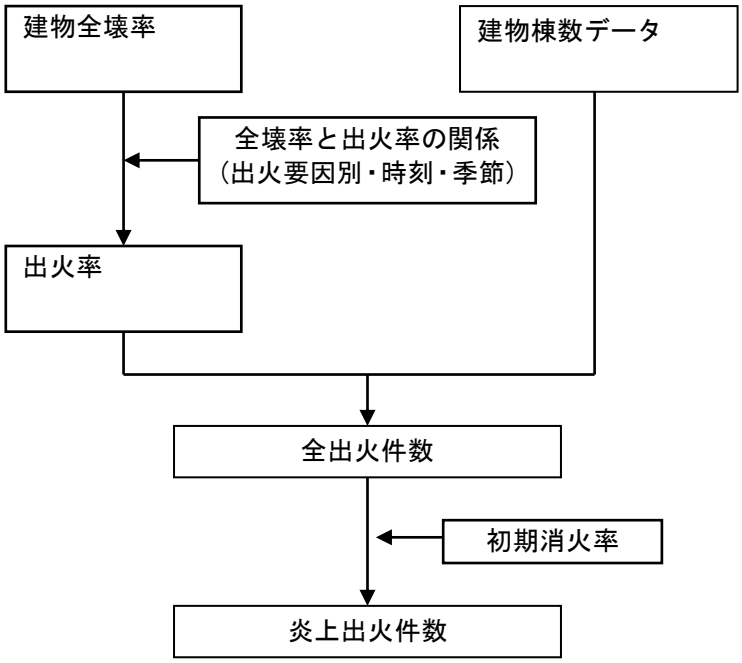


図2-5-1　出火件数の算定の流れ

※　全出火件数 ＝ 初期消火件数 ＋ 炎上出火件数

②出火件数の評価手法

全出火件数の算定手法を以下に示す。

〈全出火件数の算定式〉

全出火件数 ＝ 住家棟数 × 出火率

阪神・淡路大震災の建築物全壊と出火の関係に基づき標準出火率が設定される。

出火率 ＝ 要因別出火率 × 0.0011 × (揺れによる建物全壊率)$^{0.73}$ × 時刻係数 × 季節係数

住家からの出火を想定し、出火要因は一般火器具（ガス・コンロ・石油ストーブ等）、電熱器具（電気ストーブ・電気コンロ等）、電気機器・配線（電気製品、屋内配線）とする。一般火器具及び電熱器具は、季節や時間帯によって使用率に差が生じるため、時刻と季節を考慮する。出火要因別の出火率と時刻係数、北海道の季節係数を表 2-5-1 に示す。

表 2-5-1　要因別出火率と時刻係数、季節係数

出火要因	要因別出火率	時刻係数			季節係数（北海道）				
		5 時	12 時	18 時	春	夏	秋	冬 18 時	冬 5 時
一般火器具	16.4%	1.0	5.5	12	2.29	0.14	2.29	3.01	3.33
電熱器具	32.7%								
電気機器・配線	32.6%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

出火率の算定式と表 2-5-1 から要因別の出火率は、

a）一般火器具

出火率ａ ＝ R_1 × (揺れによる建物全壊率)$^{0.73}$

ただしR_1は、冬５時：0.00060、夏 12 時：0.00014、冬 18 時：0.00652

b）電熱器具

出火率ｂ＝ R_2 × (揺れによる建物全壊率)$^{0.73}$

ただしR_2は、冬５時：0.00120、夏 12 時：0.00028、冬 18 時：0.01299

c）電気機器・配線

出火率ｃ ＝ 0.00036 × (揺れによる建物全壊率)$^{0.73}$

以上から出火率は、各火災要因別の出火率を合計した値となる。全出火件数の算定手法を以下に示す。

出火率 ＝ 出火率ａ ＋ 出火率ｂ ＋ 出火率ｃ

炎上出火件数の算定手法を以下に示す。

〈炎上出火数の算定式〉

炎上出火件数 ＝（1 － 初期消火率）×（全出火件数）

表 2-5-2　初期消火率

震　度	初期火率
震度５弱～５強	78.6%
震度６弱～６強	51.8%
震度７	43.9%

③出火件数の想定結果

想定した季節・時刻毎の出火件数（全出火件数、炎上出火件数）の計算結果を表 2-5-3～5 に示す。

出火件数が最大となる冬の夕方において、炎上出火件数は、宗谷では北海道北西沖の地震 No.5 が最大となり 39 件、オホーツクでは標津断層帯 30_2 の地震が最大となり 31 件が想定される。

表 2-5-3　出火件数（冬の早朝）　（件）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全出火件数	炎上出火件数	全出火件数	炎上出火件数	全出火件数	炎上出火件数
標津断層帯	30_1	－	－	6	3	6	3
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_5	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	3	1	1 未満	1 未満	3	1
	30_3	3	2	0	0	3	2
	30_5	4	2	0	0	4	2
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
北海道北西沖の地震	No.2	7	4	1 未満	1 未満	7	4
	No.5	8	4	1 未満	1 未満	8	4
北海道留萌沖の地震（走向 N193°E）	No.1	1 未満	1 未満	0	0	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225°E）	No.2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満

表 2-5-4　出火件数（夏の昼間）　　（件）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全出火件数	炎上出火件数	全出火件数	炎上出火件数	全出火件数	炎上出火件数
標津断層帯	30_1	－	－	1	1 未満	1	1 未満
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_5	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	30_3	1 未満	1 未満	0	0	1 未満	1 未満
	30_5	1 未満	1 未満	0	0	1 未満	1 未満
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
北海道北西沖の地震	No. 2	1	1 未満	1 未満	1 未満	1	1 未満
	No. 5	2	1 未満	1 未満	1 未満	2	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N193° E）	No. 1	1 未満	1 未満	0	0	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225° E）	No. 2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満

表 2-5-5　出火件数（冬の夕方）　　（件）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局		オホーツク総合振興局		計	
		全出火件数	炎上出火件数	全出火件数	炎上出火件数	全出火件数	炎上出火件数
標津断層帯	30_1	－	－	59	31	59	31
十勝平野断層帯主部	30_3	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_5	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	24	12	1 未満	1 未満	24	12
	30_3	31	16	0	0	31	16
	30_5	40	19	0	0	40	19
根室沖・釧路沖の地震	－	－	－	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	－	1	1 未満	1	1 未満
北海道北西沖の地震	No. 2	61	33	1 未満	1 未満	61	33
	No. 5	74	39	1 未満	1 未満	74	39
北海道留萌沖の地震（走向 N193° E）	No. 1	1 未満	1 未満	0	0	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225° E）	No. 2	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満

④焼失棟数の検討の流れ

延焼による火災被害（焼失棟数）の計算方法としては、市街地をメッシュ区画に分割して予測する手法や建物単体のデータを用いる手法がある。メッシュ区画に基づいた方法では、メッシュ内は均一な市街地として扱われ、大規模空地など延焼遮断効果が反映されにくい。また出火点の位置を仮定する必要があり、位置により被害数が変わる。

ここでは、建物の延焼限界距離や隣棟間隔など市街地の空間特性を考慮でき、出火点を仮定することなく市街地の焼失棟数の期待値を算出できる、建物単体データを用いた火災被害の計算方法として加藤ら(2006）の延焼クラスターに基づく焼失棟数の予測手法 [1)]を用いる。加藤ら(2006）の手法は、中央防災会議(2012)や東京都(2012)、横浜市(2012)などで利用されている。

延焼クラスターとは、建物構造から延焼限界距離を求め、この距離内に連坦する建物群を一体的に延焼する可能性があると見なしたものである。

図 2-5-2 に火災被害（焼失棟数）の検討の流れを示す。

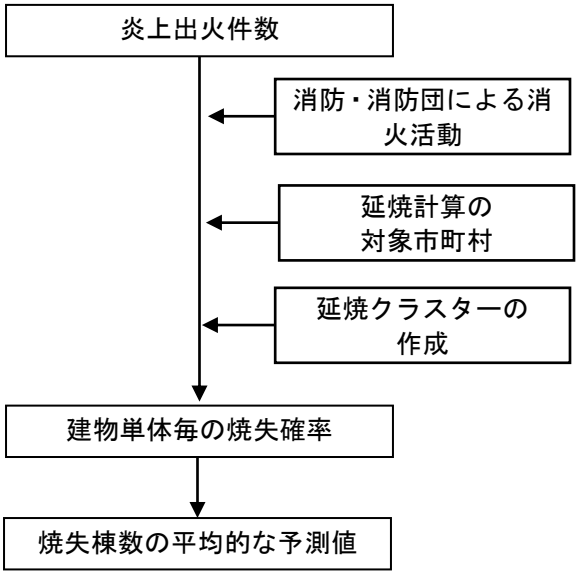


図 2-5-2　焼失棟数の検討の流れ

⑤焼失棟数の評価手法

A. 消防運用（消火可能火災件数と残火災件数）

消防運用には、風向・風速や延焼速度から火面延長を求め、現有の消防力・拠点からの到達時間などから消火可能件数を計算する方法と、消防ポンプ自動車数・小型動力ポンプ数及び消防水利数などから経験的に消火可能件数を計算するマクロ式を利用する方法とがある。

ここでは全道の火災被害をマクロに捉える観点から、中央防災会議(2012)[3]や愛知県(2003)[4]、札幌市(2008)[5]で利用されている現況の消防力と阪神・淡路大震災での消火実績等をもとにしたマクロ式を利用し、市町村単位の消火可能件数を算定する。

予測式を下記に示す。阪神・淡路大震災の事例（平均風速 3m/s）をもとに推計された式である。予測式は、発災１時間後に出動可能な場合の消防運用に該当する。

消火可能火災件数 ＝ 0.3 ×（消防ポンプ自動車数/2 ＋ 小型動力ポンプ数/4）
×{1 －（1 － 3.14×140^2 / 宅地面積(㎡)）^{水利数}}

残出火件数 ＝ 炎上出火件数 － 消火可能火災件数

消火可能件数を市町村毎にマクロに計算するにあたり以下の仮定を行った。

現有の消防力（消防ポンプ自動車数・小型動力ポンプ数及び消防水利数）は、「平成２５年消防年報・北海道」の統計資料を元に推計する。消防組合毎に消防力がまとめられている場合、人口規模に基づいて市町村毎に按分する。ただし、地震時には水道管破損のため消火栓は用できない可能性が高いため、消防水利数に消火栓を含まないこととする。市町村単位の市街地面積（宅地面積）は、市町村毎の統計値がないことから、全道の宅地面積（平成２５年度土地所有・利用の概況、国土交通省土地・建設産業局土地市場課資料）を収集した建物棟数で按分することで推計する。

B. 延焼計算の対象市町村

出火が火災延焼に繋がる恐れのある建物密度の高い地域として、市町村の境域内で人口密度の高い地域として設定された人口集中地区（DID）を含む都市計画区域（ゾーン区域）を選定した。宗谷管内の稚内市、オホーツク管内の北見市、網走市、紋別市、美幌町、斜里町、留辺蘂町、遠軽町の８地域である。

上記市町村の該当地域は都市計画基礎調査により建物単体データが整備されており、想定地震により残火災件数が見込まれる場合は、延焼クラスターに基づく焼失棟数の予測を行う。

上記以外の市町村は、基本的に延焼しないとし、炎上出火件数をそのまま焼失棟数とする。

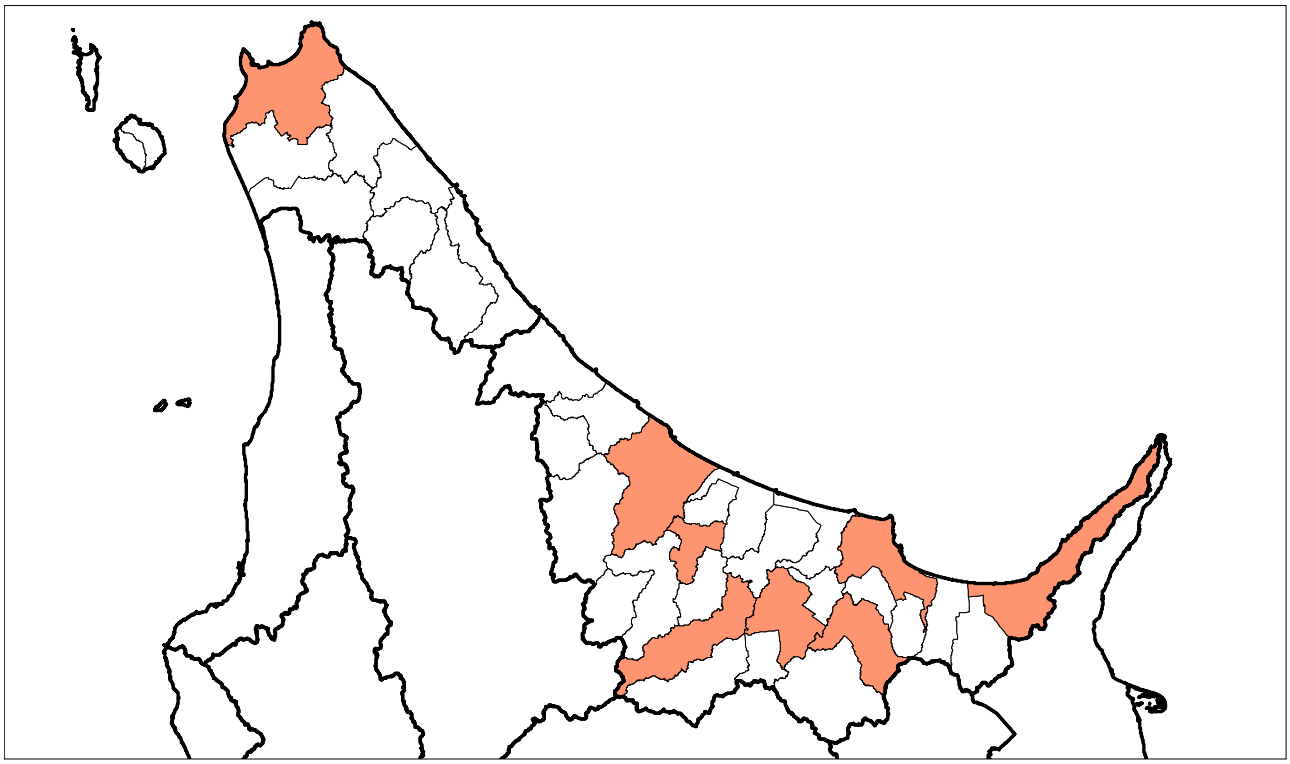


図 2-5-3　人口集中地区（DID）を含む都市計画区域をもつ市町村

C. 延焼クラスターの作成

各地域の都市計画基礎調査の建物単体データを用いて、延焼クラスターを作成する。

a. 構造の推定

延焼限界距離を計算するために、建物単体データを「裸木造」「防火造」「準耐火造」「耐火造」に分類する。都市計画基礎調査の構造分類は「木造」「簡易耐火造」「耐火造」「不明」であるため、以下のとおりに仮定する。

・「簡易耐火造」は「準耐火造」

・「木造」は、昭和 35 年（1960 年）以前を「裸木造」、昭和 36 年（1961 年）以降を「防火造」と仮定する。年代が不明な木造は安全側に判断し「裸木造」とする。

・「不明」は建築面積から仮定する。40 ㎡以下は置き物置や置き車庫が多いことから「準耐火造」、平屋の木造住宅や長屋の建築面積を考慮し 40 ㎡から 400 ㎡までを木造、400 ㎡以上を「耐火造」と仮定する。

b. 延焼限界距離の計算

国土交通省総合技術開発プロジェクト「まちづくりにおける防災性能評価・対策技術の開発（平成10～14 年度)」[6)]で示された各構造の延焼限界距離の算定式を用いる。

○裸木造：

$$D = 12 \cdot \left(\frac{a}{10}\right)^{0.442} = 4.34 \cdot a^{0.442} \quad [\mathrm{m}]$$

○防火造：

$$D = 6 \cdot \left(\frac{a}{10}\right)^{0.322} = 2.86 \cdot a^{0.322} \quad [\mathrm{m}]$$

○準耐火造：

$$D = 3 \cdot \left(\frac{a}{10}\right)^{0.181} = 1.98 \cdot a^{0.181} \quad [\mathrm{m}]$$

○耐火造：

$$D = 0 \quad [\mathrm{m}]$$

＊建築面積を A[㎡]とすると a＝√A

ここで、耐火造の延焼限界距離を 0m としているが、これは耐火造を空地と同等の防火的機能を有するものと考えることによる。

c. バッファーによるクラスターの作成

市街地の中で各建物から構造・規模に応じて延焼限界距離の半分のバッファーを発生させ、その論理的和集合を取ることにより、それぞれの建物間に延焼経路を持つクラスターを作成する。

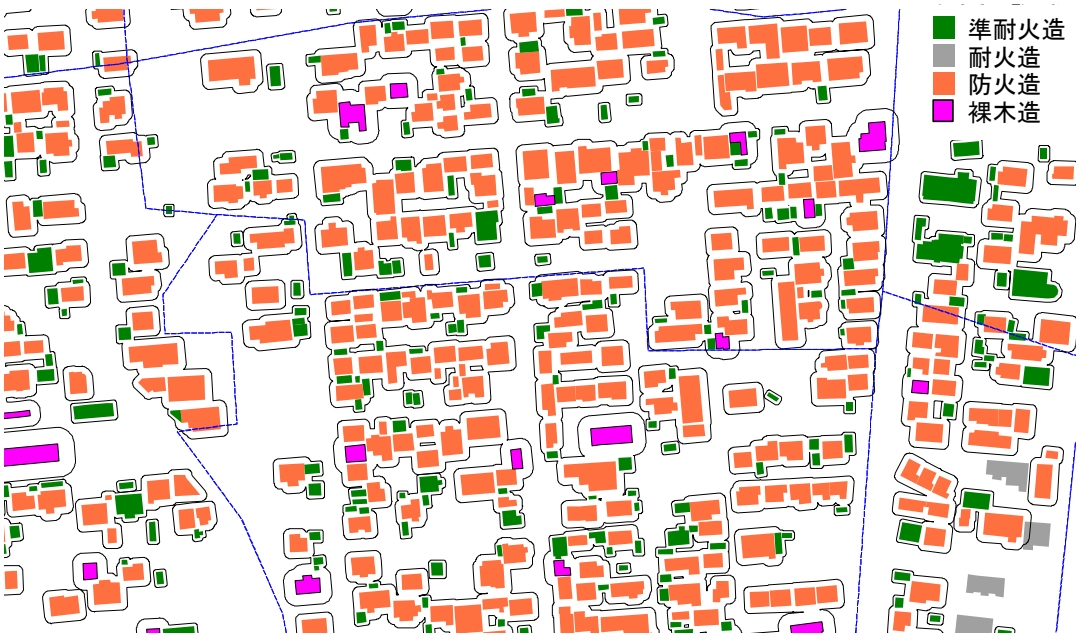


図 2-5-4　延焼クラスターの例

D. 焼失棟数の予測

以下の方法で、焼失棟数の平均的な予測値を計算する。

a. 評価単位ごとの炎上出火件数から、建物単体の出火確率を設定する。

b. 建物の焼失確率は、建物が属するクラスターから 1 件以上出火する確率に等しいことから、クラスターを構成する建物を n 棟、クラスターに属する建物の出火確率の平均値を $\bar{p}$ とすると、各建物の焼失確率 P は、次の式で求められる。

$$P = 1 - \exp(-n\bar{p})$$

c. 集計単位（評価単位など）における焼失棟数の平均的な予測値 χ は、集計単位に含まれる建物の焼失確率 P の総和に等しくなることから、次の式で求められる。

$$\chi = \sum P$$

⑥焼失棟数の想定結果

想定した季節・時刻毎の焼失棟数の計算結果を表 2-5-6～8 に示す。

焼失棟数が最大となる冬の夕方において、宗谷では北海道北西沖の地震 No.2 で最大となり焼失棟数 128 棟、オホーツクでは標津断層帯 30_1 の地震で最大となり焼失棟数 82 棟が想定される。

それぞれの管内で最大被害となる地震の焼失棟数の分布を図 2-5-5、6 に示す。

表 2-5-6　焼失棟数（冬の早朝）　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局	オホーツク総合振興局	計
標津断層帯	30_1	－	8	8
十勝平野断層帯主部	30_3	－	1 未満	1 未満
	45_5	－	1 未満	1 未満
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	1	1 未満	1
	30_3	2	0	2
	30_5	7	0	7
根室沖・釧路沖の地震	－	－	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	1 未満	1 未満
北海道北西沖の地震	No.2	4	1 未満	4
	No.5	8	1 未満	8
北海道留萌沖の地震（走向 N193° E）	No.1	1 未満	0	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225° E）	No.2	1 未満	1 未満	1 未満

表 2-5-7　焼失棟数（夏の昼間）　　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局	オホーツク総合振興局	計
標津断層帯	30_1	－	1 未満	1 未満
十勝平野断層帯主部	30_3	－	1 未満	1 未満
	45_5	－	1 未満	1 未満
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	1 未満	1 未満	1 未満
	30_3	1 未満	0	1 未満
	30_5	1 未満	0	1 未満
根室沖・釧路沖の地震	－	－	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	1 未満	1 未満
北海道北西沖の地震	No.2	1 未満	1 未満	1 未満
	No.5	1 未満	1 未満	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N193°E）	No.1	1 未満	0	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225°E）	No.2	1 未満	1 未満	1 未満

表 2-5-8　焼失棟数（冬の夕方）　　（棟）

地震名	断層モデル	宗谷総合振興局	オホーツク総合振興局	計
標津断層帯	30_1	－	82	82
十勝平野断層帯主部	30_3	－	1 未満	1 未満
	45_5	－	1 未満	1 未満
増毛山地東縁断層帯	45_2	1 未満	1 未満	1 未満
	45_4	1 未満	1 未満	1 未満
サロベツ断層帯北延長	30_2	12	1 未満	12
	30_3	53	0	53
	30_5	105	0	105
根室沖・釧路沖の地震	－	－	1 未満	1 未満
十勝沖の地震	－	－	1 未満	1 未満
北海道北西沖の地震	No.2	50	1 未満	50
	No.5	128	1 未満	128
北海道留萌沖の地震（走向 N193°E）	No.1	1 未満	0	1 未満
北海道留萌沖の地震（走向 N225°E）	No.2	1 未満	1 未満	1 未満

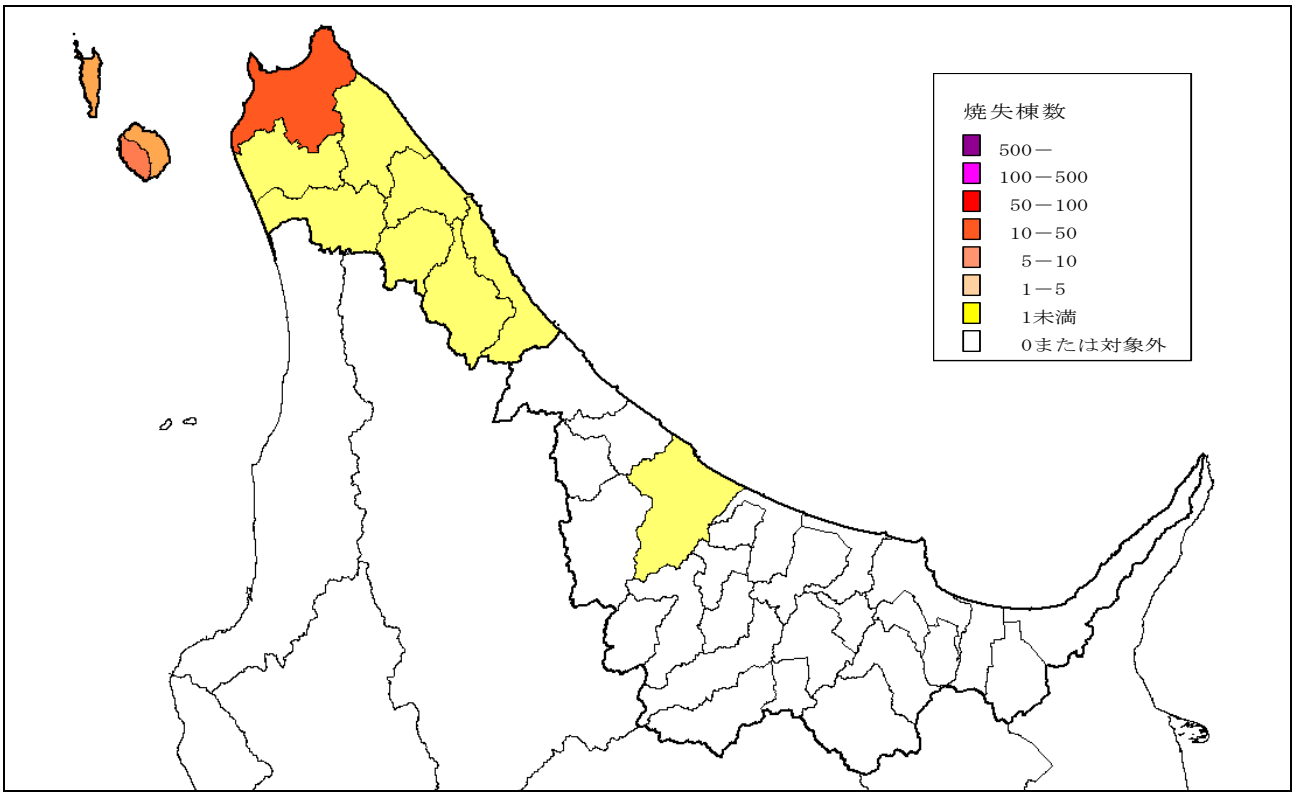


図 2-5-5　火災による建物焼失棟数（北海道北西沖の地震　No.5・冬の夕方）

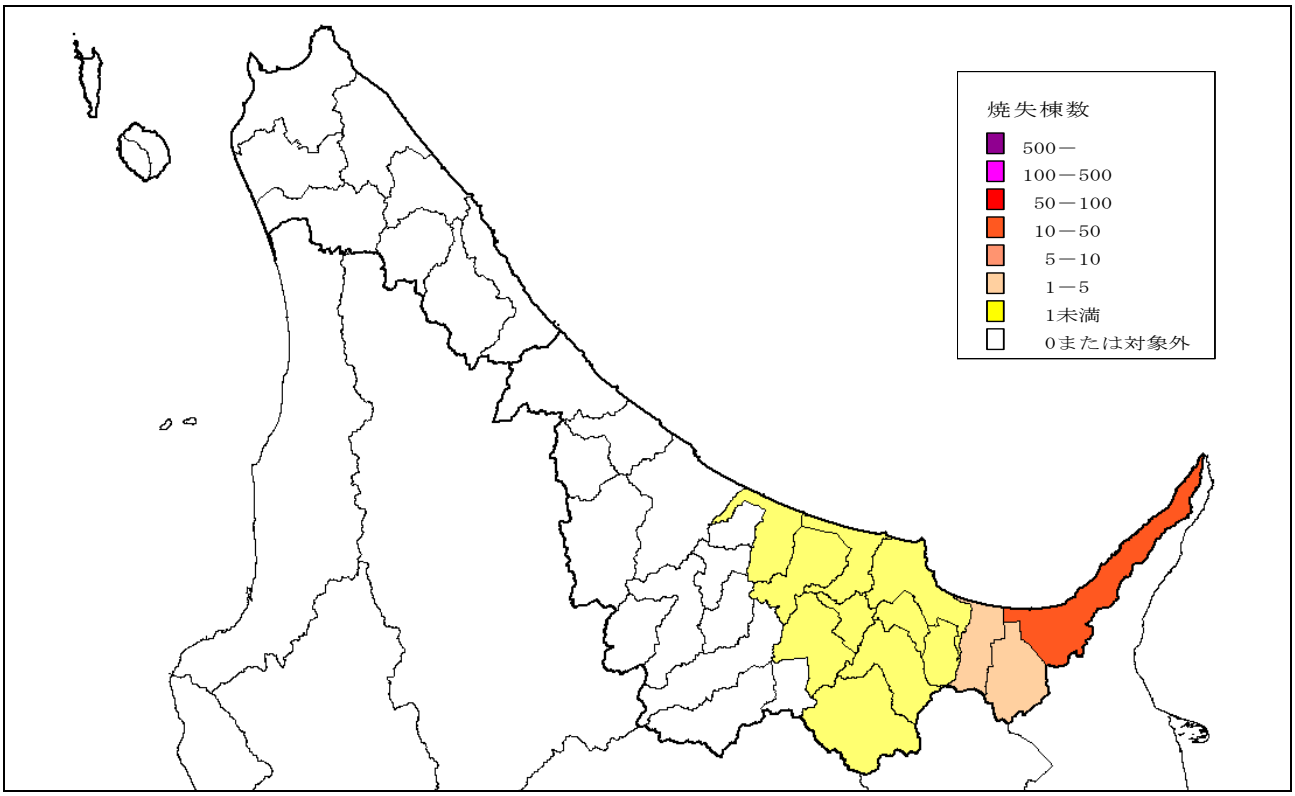


図 2-5-6　火災による建物焼失棟数（標津断層帯 30_1 の地震・冬の夕方）※宗谷を除く

【2-2(5)火災被害の想定の参考文献】

1) 中央防災会議・日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会:第１７回日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る被害想定手法について、2006.1.

2) 加藤孝明・程洪・亜力坤玉素甫・山口亮・名取晶子：建物単体データを用いた全スケール対応・出火確率統合型の地震火災リスクの評価手法の構築、地域安全学会論文集 No.8、2006 .

3) 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：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）資料 2-1 南海トラフの巨大地震建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要、2012.8.29.

4) 愛知県防災会議地震部会：愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書－想定地震に基づく被害想定－、2003.3.

5) 札幌市：平成 19 年度地震動及び被害の評価事業報告書、2008.3.

6) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクトまちづくりにおける防災性能評価・対策技術の開発、2003.3.

7) 戸松誠・大柳佳紀、南慎一：北海道旭川市における都市防火性能評価による防火地域・準防火地域指定基準の策定、日本建築学会計画系論文集、第 75 巻