

5. 区域別の被害想定結果を元にした防災対策の検討

(1) 函館市の区域設定

新函館市総合計画¹⁾や都市計画マスタープラン²⁾では、歴史的経過や地形・地理的条件、土地利用の状況、都市機能の集積状況などから、函館市を6つの区分（西部地区、中央部地区、東央部地区、北東部地区、北部地区、東部地区）としている。表5-1-1に各地区の概況を示す。

表 5-1-1 函館市の区域設定^{1) 2)}

	地区の構成	土地利用状況	人口の傾向
西部地区	中心市街地として商業・業務機能が集積し、観光エリアや臨港地区で構成されている。	市街化区域については、函館駅前・大門・十字街地区、幹線道路沿道では商業系、臨港地区や函館漁港周辺では工業系、他地区でおおむね住居系の用途が多い。函館山が市街化調整区域となっている。	他地区への人口移動から人口減少が続き、高齢人口が最も高く、年少人口が最も低い。
中央部地区	商業・業務機能が集積している本町・五稜郭・梁川地区や、松陰・柏木地区などの住宅地、中央ふ頭など臨港地区などで構成されている。	全域が市街化区域で、本町・五稜郭・梁川地区などが商業系、臨港地区が工業系、他地区でおおむね住居系の用途が多い。	他地区への人口移動から人口減少が続き、高齢人口の割合が高く、年少人口の割合が低い。
東央部地区	函館空港を有し、戸倉・高丘町、上湯川、旭岡団地などの住宅地、亀尾・蛾眉野町などの農山村地域、根崎から石崎町にかけての漁村地域で構成される。	市街化区域については、湯川地区などで商業系、鈴蘭丘、高松、根崎町などで工業系、他地区でおおむね住居系の用途が多い。旭岡、亀尾、米原、白石など市街化調整区域は農業地域になっている。	人口は、減少傾向で推移している。
北東部地区	本通、富岡地区および東山・山の手地区などの住宅地、商業・業務機能のある美原地区などで構成されている。	市街化区域は美原地区、幹線道路沿道で商業系、昭和地区で工業系、他地区でおおむね住居系が指定されている。市街化調整区域は、陣川・東川町の住宅地や石川町などの農業地域がある。	人口は近年横ばいで推移、最も人口が多く、年少人口の割合が最も高く、高齢人口の割合が最も低い。
北部地区	港町のある臨港地区や、亀田港町、桔梗地区などの住宅地、西桔梗町などの農村地域で構成される。幹線道路、臨港道路の沿道には商業・業務施設、工場が立地する。	市街化区域は西桔梗町、浅野・追分・北浜町などで工業系、亀田町、桔梗地区で住居系が指定されている。西桔梗町、桔梗地区など市街化調整区域は農業地域になっている。	人口は増加傾向で推移、年少人口の割合が高く、高齢人口の割合が低い
東部地区	国道・道道沿いに家屋が連なり、漁業を基幹としている。	全域が都市計画区域外となっており、海岸沿いの国道・道道に沿って住宅地が帯状に形成されている。	人口は減少が続き、高齢人口の割合が高く、第1次産業の就業者の割合が最も高い地区となっている。

被害想定では、東部地区を戸井地区、恵山地区、榎法華地区、南茅部地区の4つの旧町村地区に分割し、計9つの地区として区域設定する。被害想定9地区による区域設定を図5-1-1に示す。また、9地区に含まれる字・町丁目名を表5-1-2に示す。



図 5-1-1 被害想定9地区による区域設定

表 5-1-2 地区に含まれる字・町丁目名

地区区分	字・町丁目名
西部地区	入舟町、船見町、弥生町、弁天町、大町、末広町、元町、青柳町、谷地頭町、住吉町、宝来町、東川町、豊川町、大手町、栄町、旭町、東雲町、大森町、松風町、若松町(、函館山)
中央部地区	千歳町、新川町、上新川町、海岸町、大縄町、松川町、万代町、亀田町、大川町、田家町、白鳥町、八幡町、宮前町、中島町、千代台町、堀川町、高盛町、宇賀浦町、日乃出町、的場町、時任町、杉並町、本町、梁川町、五稜郭町、柳町、松陰町、人見町、金堀町、乃木町、柏木町
東央部地区	川原町、深堀町、駒場町、広野町、湯浜町、湯川町 1 丁目、湯川町 2 丁目、湯川町 3 丁目、戸倉町、榎本町、花園町、日吉町 1 丁目、日吉町 2 丁目、日吉町 3 丁目、日吉町 4 丁目、上野町、高丘町、滝沢町、見晴町、鈴蘭丘町、上湯川町、銅山町、旭岡町、西旭岡町 1 丁目、西旭岡町 2 丁目、西旭岡町 3 丁目、鱈川町、寅沢町、三森町、紅葉山町、庵原町、亀尾町、米原町、東畑町、鉄山町、蛾眉野町、根崎町、高松町、志海苔町、瀬戸川町、赤坂町、銭亀町、中野町、新湊町、石倉町、古川町、豊原町、石崎町、鶴野町、白石町
北東部地区	富岡町 1 丁目、富岡町 2 丁目、富岡町 3 丁目、中道 1 丁目、中道 2 丁目、山の手 1 丁目、山の手 2 丁目、山の手 3 丁目、本通 1 丁目、本通 2 丁目、本通 3 丁目、本通 4 丁目、鍛冶 1 丁目、鍛冶 2 丁目、陣川町、陣川 1 丁目、陣川 2 丁目、神山町、神山 1 丁目、神山 2 丁目、神山 3 丁目、東山町、東山 1 丁目、東山 2 丁目、東山 3 丁目、美原 1 丁目、美原 2 丁目、美原 3 丁目、美原 4 丁目、美原 5 丁目、赤川町、赤川 1 丁目、亀田中野町、北美原 1 丁目、北美原 2 丁目、北美原 3 丁目、水元町、亀田大森町、石川町、昭和 1 丁目、昭和 2 丁目、昭和 3 丁目、昭和 4 丁目、亀田本町
北部地区	浅野町、吉川町、北浜町、港町 1 丁目、港町 2 丁目、港町 3 丁目、追分町、桔梗町、桔梗 1 丁目、桔梗 2 丁目、桔梗 3 丁目、桔梗 4 丁目、桔梗 5 丁目、西桔梗町、昭和町、亀田港町
戸井地区	小安町、小安山町、釜谷町、汐首町、瀬田来町、弁才町、泊町、館町、浜町、新二見町、原木町、丸山町
恵山地区	日浦町、吉畑町、豊浦町、大澗町、中浜町、女那川町、川上町、日和山町、高岱町、日ノ浜町、古武井町、恵山町、柏野町、御崎町
榎法華地区	恵山岬町、元村町、富浦町、島泊町、新恵山町、絵紙山町、新八幡町、新浜町、銚子町
南茅部地区	古部町、木直町、尾札部町、川汲町、安浦町、臼尻町、豊崎町、大船町、双見町、岩戸町

【(1) 函館市の区域設定の参考資料】

- 1) 函館市：新函館市総合計画
- 2) 函館市：都市計画マスタープラン、pp. 91-93、平成 23 年 12 月

(2) 区域別の被害想定結果と対策の検討

1) 建物・人的被害対策

① 揺れによる被害（震度、揺れによる全半壊棟数）

[震度の区域別の想定結果]

3 想定地震の震度分布を図 5-2-1 に示す。函館市における最大震度は、内陸直下型の地震で震度 6 強 (6.4) となった。

地区別で見ると、西部地区、中央部地区、北東部地区、北部地区の最大震度は、震源が地区に近い内陸直下型の地震で想定され、いずれも震度 6 強と比較的強い揺れが想定される。特に北部地区で震度 6 強の領域が広く想定された。

東部地区は太平洋側の地震で最大震度となり、恵山地区が 6 強 (6.0)、戸井地区、椴法華地区、南茅部地区で 6 弱の揺れが想定される。但し、震度 6 弱の領域は、沿岸地域の一部であり小さい。

東中央部地区については、内陸直下型の地震および太平洋側の地震の中間に位置し、両方の地震で最大となり、最大震度 6 弱 (5.8) が想定される。

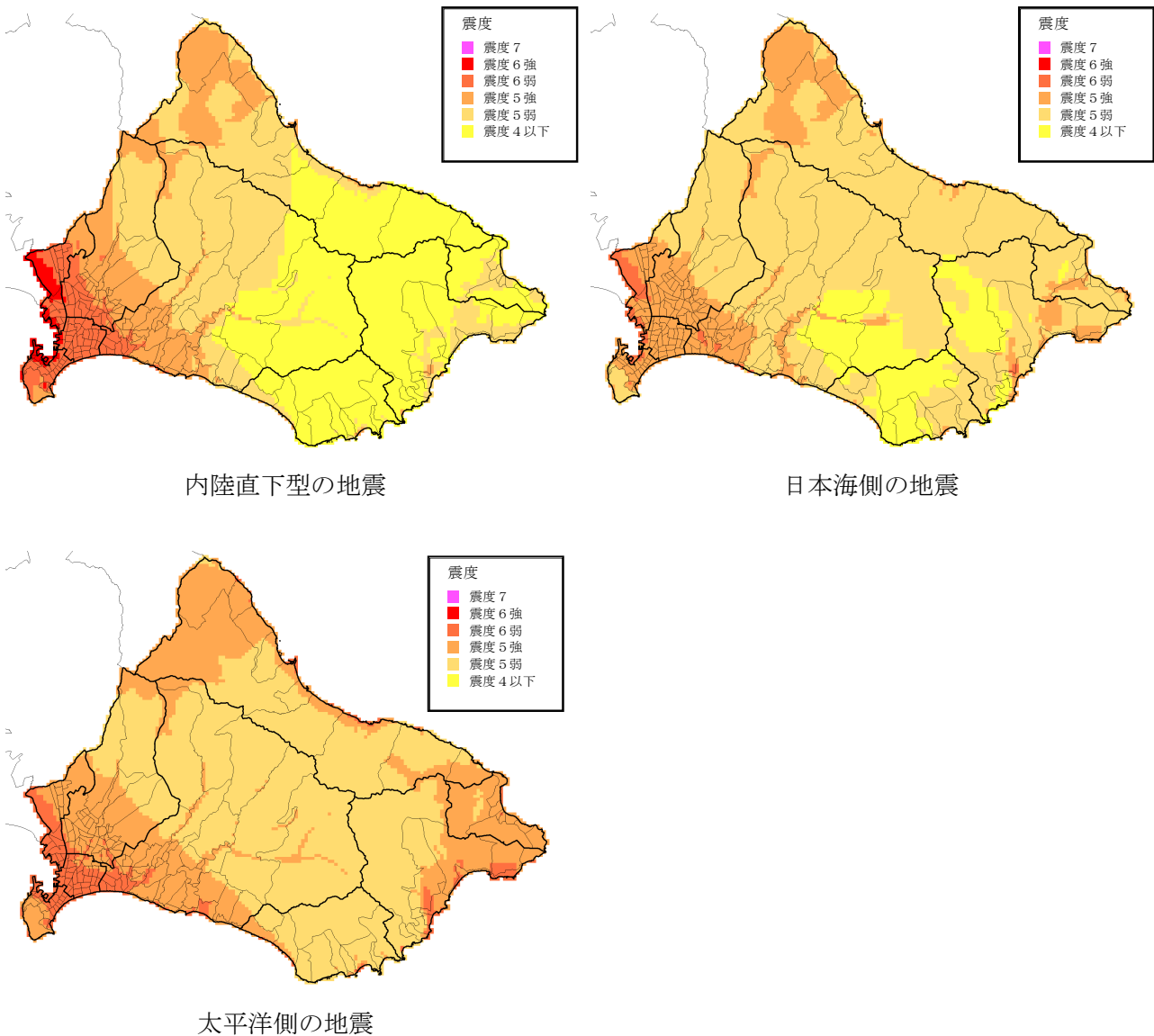


図 5-2-1 3 想定地震の震度分布

表 5-2-1 想定地震の最大震度（下線がある地震が地区の最大震度の地震）

	函館市	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	楳法華	南茅部
内陸直下型の地震	<u>6強</u> 6.4	<u>6強</u> 6.1	<u>6強</u> 6.1	<u>6弱</u> 5.8	<u>6強</u> 6.2	<u>6強</u> 6.4	5強 5.3	5強 5.3	5弱 4.8	5強 5.4
日本海側の地震	6弱 5.8	6弱 5.6	6弱 5.6	6弱 5.6	6弱 5.8	6弱 5.8	5強 5.4	6弱 5.5	5強 5.2	6弱 5.5
太平洋側の地震	6強 6.0	6弱 5.8	6弱 5.7	<u>6弱</u> 5.8	6弱 5.9	6弱 5.9	<u>6弱</u> 5.8	<u>6強</u> 6.0	<u>6弱</u> 5.6	<u>6弱</u> 5.7

〔揺れによる全半壊棟数の区域別の被害想定結果〕

3 想定地震の揺れによる倒壊数を表 5-2-2 に示す。函館市で揺れによる倒壊数が最大となる地震は、内陸直下型の地震で、全半壊棟数 734 棟（被害率＝全半壊棟数÷建物全棟数＝0.72%）となった。

地区別で見ると、西部地区、中央部地区、東央部地区、北東部地区、北部地区で最大被害となる地震は、内陸直下型の地震である。

揺れによる倒壊の被害率は、西部地区（2.59%）、北部地区（1.46%）、中央部地区（1.18%）で高い。倒壊数も西部地区（247 棟）、中央部地区（222 棟）、北部地区（149 棟）が多くなった。北東部地区は最大震度 6 強だが、前出の 3 地区と比べ被害率は低い。表 5-2-3 に昭和 56 年以前の木造住家の割合を示す。西部地区および中央部地区は、昭和 56 年以前の木造住家の割合が 60%以上と老朽化が進んでいる地区であり、地区内が 6 弱～6 強で揺れるため、被害が大きくなると考えられる。北部地区は、昭和 56 年以前の木造住家の割合が 31%と函館市のなかでも最も低いが、震源に最も近く、市内の最大震度が予測される地域のため、被害率が高くなっている。

東部地区（戸井地区、恵山地区、楳法華地区、南茅部地区）で最大被害となる地震は太平洋側の地震であるが、揺れによる倒壊の被害率は 0.02～0.18%と低く、倒壊数も 10 棟未満と比較的少なくなっている。昭和 56 年以前の木造住家の割合はいずれも 65%以上と函館市の中では老朽化が進んでいる地区だが、最大震度 6 弱の領域も小さいため、被害が少なく想定されたと考えられる。

表 5-2-2 揺れによる建物全半壊棟数（棟）（下線がある地震が地区の最大被害）

	函館市	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	楳法華	南茅部
内陸直下型の地震	<u>734</u> 0.72%	<u>247</u> 2.59%	<u>222</u> 1.18%	<u>39</u> 0.20%	<u>77</u> 0.23%	<u>149</u> 1.46%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
日本海側の地震	68 0.07%	13 0.14%	19 0.10%	11 0.05%	10 0.03%	14 0.14%	0 0.00%	1 未満 0.01%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%
太平洋側の地震	179 0.18%	33 0.34%	52 0.28%	36 0.18%	24 0.07%	27 0.27%	<u>1</u> 0.04%	<u>4</u> 0.18%	<u>1 未満</u> 0.08%	<u>1</u> 0.02%

※表中の下段が被害率 被害率＝全半壊棟数÷建物全棟数

表 5-2-3 昭和 56 年以前の木造住家の割合（被害想定に用いた建物データに拠る）

	総計	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	楳法華	南茅部
昭和 56 年以前の木造住家の割合	51.3%	72.3%	62.7%	49.4%	43.0%	31.0%	70.8%	72.2%	72.9%	65.8%

[揺れによる建物被害対策]

3 想定地震の揺れによる倒壊数の被害想定では、西部地区および中央部地区が、新耐震以前の耐震性の低い木造住家が多い地区であり、震源に比較的近いことから、被害が大きく想定された。また北部地区は、新耐震以前の木造住家の割合が31%と函館市のなかでも最も低い、震源に最も近い、最大震度が大きくなり被害率が高くなった。

特に木造老朽家屋が密集する西部地区および中央部地区では、建物の耐震性確保の対策が重要である。また、新耐震以降の住宅が多い北部地区においても、被災後に建物の使用は安全かを確認する被災建築物応急危険度判定の実施や、住宅の早期復旧に向けた被災者対応を検討しておく必要がある。

平成30年9月6日の北海道胆振東部地震では、古い2階建ての店舗併用住宅に被害が多く、1階壁の偏在によって傾斜・倒壊する例(写真5-2-1a、b)がみられた。建物倒壊による人命の損失を防ぐためには、耐震壁の偏在や壁量不足、接合金物の不足などの耐震性の問題の解消が重要である。また被害想定では扱っていないが、外壁の落下(写真5-2-1c)、集合煙突・ブロック塀の転倒(写真5-2-1d)など揺れによる二次部材の被害も人命に影響があり対策が重要である。



(a) 店舗併用住宅の傾斜



(b) 店舗併用住宅の倒壊



(c) 外壁の落下



(d) 集合煙突の転倒

写真5-2-1 平成30年北海道胆振東部地震の建物被害の例

② 液状化による被害

〔液状化発生確率の区域別の想定結果〕

・被害想定で用いた松岡・若松・橋本(平成 23 年)の手法¹⁾(3 章(2)を参照)を元に函館市の地形・地盤分類²⁾をみると(図 5-2-2)、西部地区は、函館山周辺以外が液状化の可能性のある地形で、西側海岸部の「埋立地」で最も高く、「砂州・砂礫洲」が次いで可能性の高い地形・地盤分類となっている。

・中央部地区は、西部地区と同様に可能性が高い「埋立地」「砂州・砂礫洲」に加えて、液状化の可能性のある「砂礫質台地」の地形・地盤分類となっている。

・東中央部地区は、大部分を占める「山地」や「火山性丘陵」では液状化の可能性はなく、山間にある「谷底低地」や「砂礫質台地」で液状化の可能性はある。中央地区から連担する市街地の「砂州・砂礫洲」で液状化の可能性が高い。

・北東部地区は、「山地」では液状化の可能性はなく、「砂礫質台地」で液状化の可能性はある。

・北部地区は、西部地区と同様に可能性が高い「埋立地」「砂州・砂礫洲」に加えて、「後背湿地」や「砂礫質台地」で液状化の可能性はある。

・東部地区は、南茅部地区の海岸沿いの「三角州・海岸低地」「砂礫質台地」や恵山地区の「砂礫質台地」「谷底低地」で液状化の可能性があり、海岸沿いに点在する「砂州・砂礫洲」で可能性が高い。

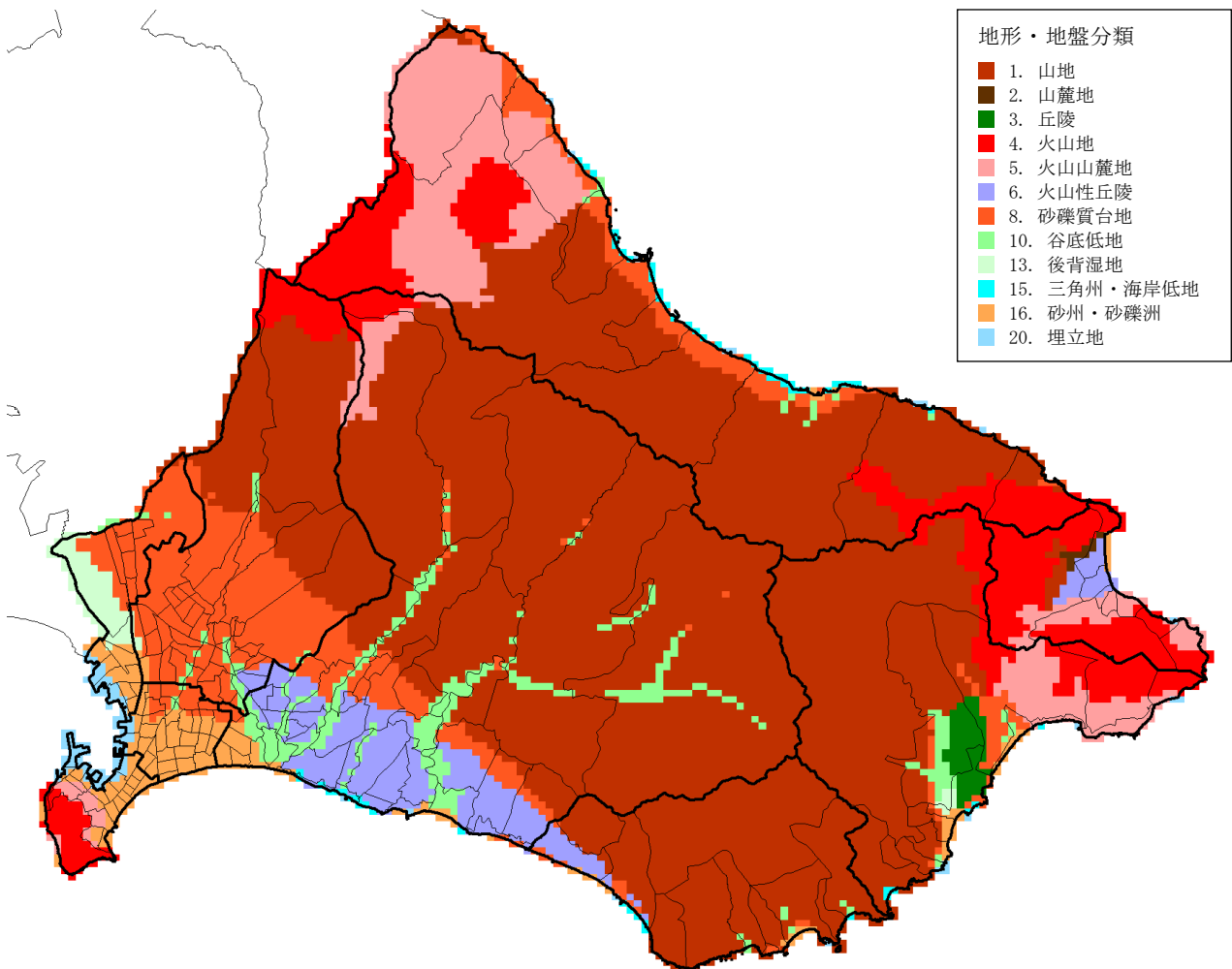


図 5-2-2 250mメッシュ地形・地盤分類の例

3 想定地震の液状化発生確率を図 5-2-3 に示す。函館市において液状化発生確率の高い地域が最も多くなる地震は内陸直下型の地震である。10-20%の発生確率の高い地域が予測されている。

地区別で見ると、西部地区、中央部地区、北部地区で発生確率が高くなるのは、内陸直下型の地震の場合である。各地区の西側海岸部にある「埋立地」の地形・地盤分類で発生確率が 10-20%と最も高くなった。その他の市街地で1-10%の確率となっている。

同様に北東部地区についても、内陸直下型の地震で発生確率が高く、「砂礫質台地」の地形・地盤分類の地域（市街地）で0.1-1%の発生確率となっている。

東中部地区では、太平洋側の地震で発生確率が高く、中央地区から連担する市街地の「砂州・砂礫洲」で1-10%、山間にある「谷底低地」で0.1-1%の発生確率となっている。

東部地区では、太平洋側の地震で発生確率が高く、1-10%の地域が海岸沿いに点在する。

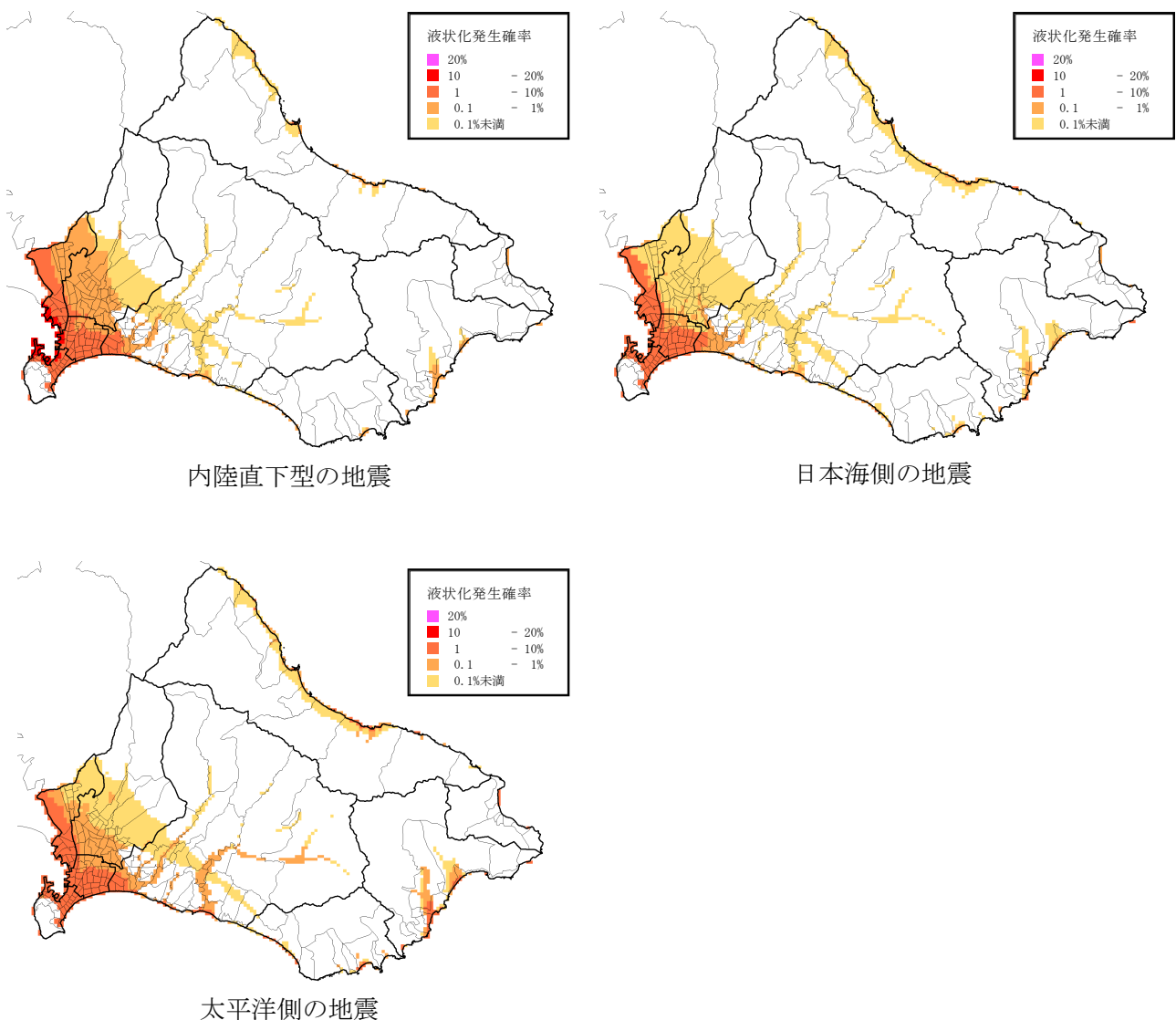


図 5-2-3 3 想定地震の液状化発生確率と函館市の地形・地盤分類

[液状化による全半壊棟数の区域別の被害想定結果]

3 想定地震の液状化による倒壊数を表 5-2-4 に示す。函館市で液状化による建物被害が最大となる地震は、内陸直下型の地震で、全半壊棟数 41 棟（被害率＝全半壊棟数÷建物全棟数＝0.04%）となった。

地区別で見ると、西部地区、中央部地区、北部地区で最大被害となる地震は、内陸直下型の地震である。被害率は、西部地区（0.15%）、中央部地区（0.08%）、北部地区（0.08%）が比較的高い。倒壊数も西部地区（15 棟）、中央部地区（15 棟）、北部地区（8 棟）となった。いずれも西側海岸部にある「埋立地」の地形分類で 10-20%の発生確率が予測された地区である。

東中央部地区の最大被害となる地震は内陸直下型の地震および太平洋側の地震で被害棟数が 1 棟、北東部地区は内陸直下型の地震が 2 棟、被害率は 0.01%と低い。

東部地区（戸井地区、恵山地区、楳法華地区、南茅部地区）は太平洋側の地震であるが、被害率は 0.00～0.01%と低く、倒壊数も 1 棟未満と少ない。

表 5-2-4 液状化による建物全半壊棟数（棟）（下線がある地震が地区の最大被害）

	函館市	西部	中央部	東中央部	北東部	北部	戸井	恵山	楳法華	南茅部
内陸直下型の地震	<u>41</u> 0.04%	<u>15</u> 0.15%	<u>15</u> 0.08%	<u>1</u> 0.01%	<u>2</u> 0.01%	<u>8</u> 0.08%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%
日本海側の地震	11 0.01%	3 0.03%	4 0.02%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%	2 0.02%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%	1 未満 0.00%
太平洋側の地震	18 0.02%	5 0.05%	7 0.04%	<u>1</u> 0.01%	1 未満 0.00%	3 0.03%	<u>1 未満</u> 0.00%	<u>1 未満</u> 0.01%	<u>1 未満</u> 0.00%	<u>1 未満</u> 0.00%

※表中の下段が被害率 被害率＝全半壊棟数÷建物全棟数

[液状化による建物被害対策]

3 想定地震の液状化発生確率の想定で、可能性が高くなった地域は、西部地区、中央部地区、北部地区の西側海岸部にある「埋立地」の地形・地盤分類の地域である。これは平成5年北海道南西沖地震の液状化発生地点とほぼ同じ地域となる（平成9年度函館市における想定地震等およびその被害予測業務報告書、p54参照）。

平成30年9月6日の北海道胆振東部地震では、札幌市清田区里塚地区で液状化による建物被害が発生した（写真5-2-2）。過去に平成15年十勝沖地震³⁾や昭和43年十勝沖地震⁴⁾でも周辺の地区で液状化や地盤災害が発生したとされている。

液状化しやすい宅地・地盤（旧河道、埋立地など）では繰り返し発生する恐れがある。基礎・杭などの建物対策や地盤改良などの液状化対策の検討を要する。また比較的低震度であっても、揺れが長く継続する場合には液状化の恐れがあり、被害発生に注意が必要である。



(a) 地盤の沈下と住宅の傾斜



(b) 地盤の沈下と住宅の傾斜

写真 5-2-2 平成30年北海道胆振東部地震の液状化による建物被害の例

③ 急傾斜地崩壊

[急傾斜地崩壊危険度の区域別の想定結果]

図 5-2-4 に崩壊危険度の想定の対象となる急傾斜地を示す。崩壊危険度の想定は、北海道が指定する急傾斜地崩壊危険箇所の分類Ⅰ～Ⅲのうち特に人家に影響のある地域として、Ⅰ及びⅡの箇所を対象としている。対象は東中央部地区が最も多く 84 箇所、次いで南茅部地区が 72 箇所、戸井地区が 51 箇所となっている。

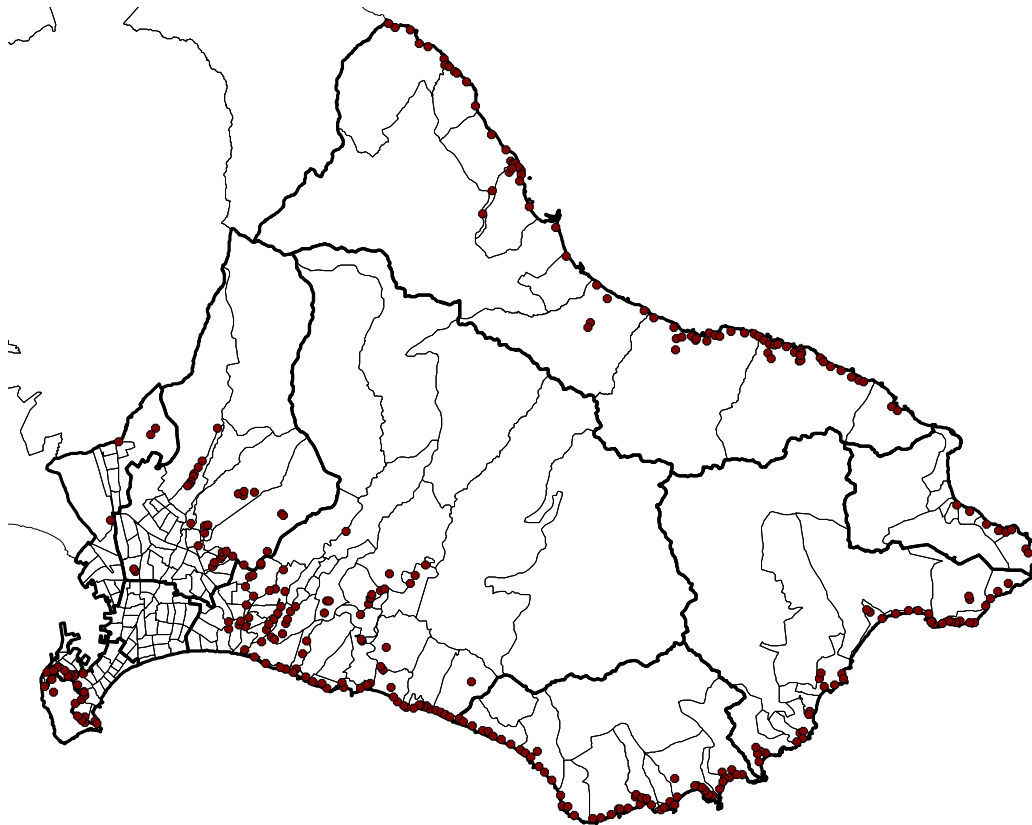


図 5-2-4 崩壊危険度想定の対象とした急傾斜地

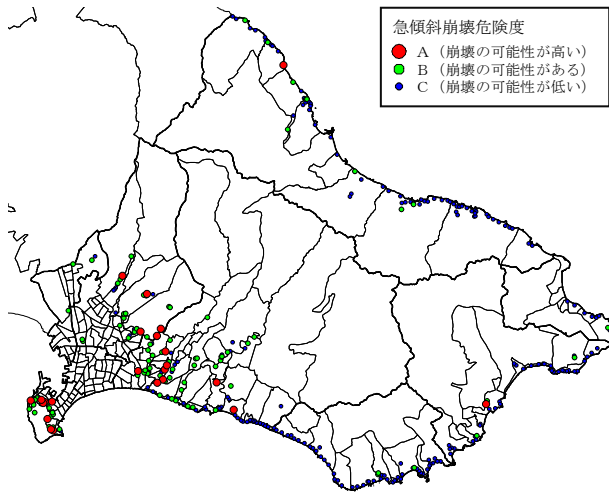
3 想定地震の急傾斜地崩壊危険度を図 5-2-5 に、急傾斜地崩壊危険度 A (崩壊の可能性が高い) の箇所数を表 5-2-5 に示す。函館市において急傾斜地崩壊危険度の高い地域(A : 崩壊の可能性が高い)が最も多くなる地震は太平洋側の地震で 40 箇所となった。

地区別でみると、西部地区で崩壊危険度の高い地域(A)が最も多くなる地震は、内陸直下型の地震の場合で 8 箇所となった。船見町、函館山、入舟町、末広町の評価単位に含まれる急傾斜地である。

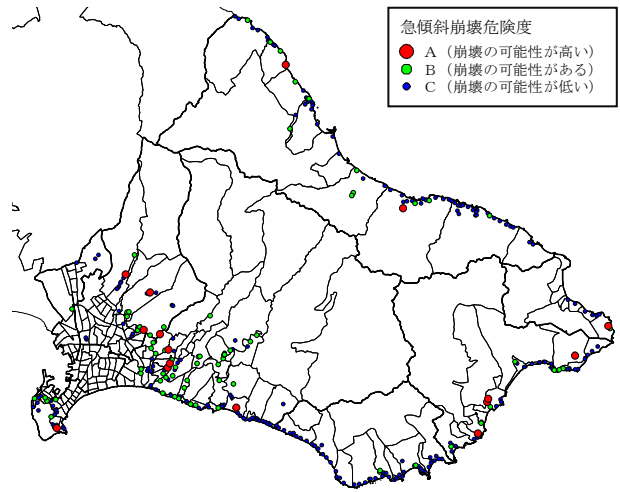
北東部地区で崩壊危険度の高い地域(A)が最も多くなる地震は、内陸直下型の地震および太平洋側の地震の場合で 4 箇所となった。東山町、陣川町、亀田中野町の評価単位に含まれる急傾斜地である。

東中央部地区および東部地区(戸井地区、恵山地区、榎法華地区、南茅部地区)では、太平洋側の地震で危険度の高い地域(A)が最も多くなった。戸井地区では 3 箇所(弁才町、瀬田来町、浜町)、恵山町で 9 箇所(恵山町、女那川町、柏野町、日ノ浜町、豊浦町、中浜町)、榎法華地区で 1 箇所(恵山岬町)、南茅部地区で 6 箇所(双見町、尾札部町、岩戸町、川汲町)である。

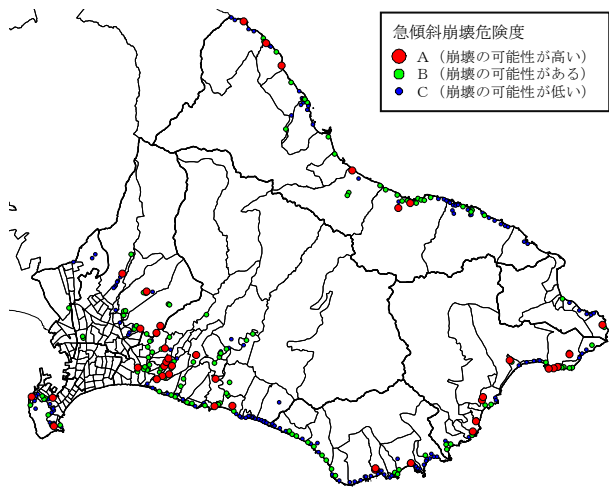
中央部地区については被害想定の対象となる急傾斜地がない。北部地区については対象となる急傾斜地はあるが、想定される危険度は 3 地震とも B 以下であった。



内陸直下型の地震



日本海側の地震



太平洋側の地震

図 5-2-5 3 想定地震の急傾斜地崩壊危険度

表 5-2-5 急傾斜地崩壊危険度 A (崩壊の可能性が高い) の箇所数 (下線がある地震が地区の最大数)

	函館市	西部	東中部	北東部	北部	戸井	恵山	楡法華	南茅部
内陸直下型の地震	23	<u>8</u>	9	<u>4</u>	0	0	1	0	1
		船見町 函館山 入舟町 末広町	高丘町 高松町 石倉町 滝沢町 湯川町 2丁目 見晴町 上湯川町 古川町	東山町 陣川町 亀田中野町	—	—	女那川町	—	双見町
日本海側の地震	16	1	5	3	0	0	4	1	2
		函館山	高丘町 2 滝沢町 見晴町 古川町	陣川町 東山町 亀田中野町	—	—	柏野町 女那川町 2 豊浦町	恵山岬町	双見町 尾札部町
太平洋側の地震	40	3	<u>14</u>	<u>4</u>	0	<u>3</u>	<u>9</u>	<u>1</u>	<u>6</u>
		入舟町 末広町 函館山	高丘町 上湯川町 高松町 新湊町 石倉町 旭岡町 滝沢町 湯川町 2丁目 見晴町 古川町	陣川町 東山町 亀田中野町	—	弁才町 瀬田来町 浜町	恵山町 女那川町 柏野町 日ノ浜町 豊浦町 中浜町	恵山岬町	双見町 尾札部町 岩戸町 川汲町
被害想定の対象数	311	23	84	30	4	51	39	8	72

※下段は、急傾斜地の代表点（地図上の急傾斜地形形状の重心点）が含まれる評価単位。次項の建物被害については、周辺の評価単位にも影響している。

[急傾斜地崩壊による全半壊棟数の区域別の被害想定結果]

3 想定地震の急傾斜地崩壊による倒壊数を表 5-2-6 に示す。函館市で急傾斜地崩壊による建物被害が最大となる地震は、太平洋側の地震で、全半壊棟数 163 棟（被害率＝全半壊棟数÷建物全棟数＝0.16%）となった。

地区別で見ると、西部地区、北東部地区、北部地区で最大被害となる地震は、内陸直下型の地震である。西部地区の倒壊数は 68 棟となり、3 想定地震の地区被害のなかで最も多い。評価単位では入舟町が 55 棟と多数を占める。北東部地区は 7 棟（うち亀田中野町 2 棟が最大）、北部地区は 1 棟（うち西桔梗町 1 棟が最大）となった。

東央部地区および東部地区（戸井地区、恵山地区、楸法華地区、南茅部地区）は太平洋側の地震で最大被害となった。東央部地区は被害棟数が 41 棟であり、西部地区について多い。評価単位では新湊町が 9 棟と多い。南茅部地区は被害棟数が 38 棟であり、評価単位では尾札部町が 11 棟、川汲町 10 棟と多い。恵山地区は被害棟数が 24 棟であり、評価単位では恵山町が 10 棟と多くなった。

東央部地区、戸井地区、恵山地区、南茅部地区では、地震の揺れによる建物倒壊数よりも、急傾斜地崩壊による倒壊数が大きい結果となった。

表 5-2-6 急傾斜地崩壊による建物全半壊棟数（棟）（下線がある地震が地区の最大被害）

	函館市	西部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	楸法華	南茅部
内陸直下型の地震	<u>112</u> 0.11%	<u>68</u> 0.71%	29 0.15%	<u>7</u> 0.02%	<u>1</u> 0.01%	1 未満 0.01%	1 未満 0.01%	1 未満 0.01%	6 0.12%
日本海側の地震	38 0.04%	7 0.08%	15 0.08%	4 0.01%	1 未満 0.01%	1 未満 0.01%	4 0.19%	1 未満 0.07%	6 0.13%
太平洋側の地震	163 0.16%	46 0.49%	<u>41</u> 0.21%	5 0.01%	1 未満 0.01%	<u>7</u> 0.27%	<u>24</u> 1.10%	<u>1 未満</u> 0.08%	<u>38</u> 0.78%

※表中の下段が被害率 被害率＝全半壊棟数÷建物全棟数

[急傾斜地崩壊による建物被害対策]

3 想定地震の急傾斜地崩壊危険度の想定で、建物被害数が多く、急傾斜地崩壊危険度 A（崩壊の可能性が高い）の箇所数が多くなった地域は、西部地区（危険度 A8 箇所、倒壊数 68 棟）であり、地区内では入舟町の倒壊数が 55 棟と多数を占める。

一方、東央部地区や東部地区の戸井地区、恵山地区、南茅部地区では太平洋側の地震での急傾斜地崩壊による建物倒壊数が、地震の揺れによる倒壊数より大きい結果となった。東央部地区、南茅部地区、恵山地区で建物倒壊数が 20～40 棟と多い。このうち、評価単位で倒壊数 10 棟以上となったのは南茅部地区の尾札部町・川汲町、恵山地区の恵山町である。

急傾斜地崩壊による被害の場合、建物対策による減災は困難である。人的被害を防ぐためには、危険の早期覚知、早期避難や危険箇所からの退避の判断など、迅速な行動が非常に重要である。また、平成 30 年 9 月 6 日の北海道胆振東部地震での厚真町における斜面崩壊については、前日まで降り続いた台風 21 号の雨が影響した可能性が指摘されている。

そのため、急傾斜地などによる崩壊危険箇所のハザード情報の周知や、気象情報などを適切に判断するための防災知識の普及や、即時避難・退避などの対応を適切に行動していくための訓練など、地域防災力を向上していく必要がある。

2) 建物火災被害対策

[焼失棟数の区域別の被害想定結果]

3 想定地震のなかで出火から延焼にいたる地震は、内陸直下型の地震の冬の夕方の方のみのみである。内陸直下型の地震の冬の夕方の方の建物焼失棟数の分布を図 5-2-6 に、建物焼失棟数を表 5-2-7 に示す。

内陸直下型の地震で函館市全体における焼失棟数は 50 棟となった。地区別で見ると、中央部地区が 20 棟で最も多く、次いで西部地区で 15 棟、北部地区で 9 棟である。焼失棟数が 1 棟以上となる比較的火災被害の危険度の高い評価単位は、北部地区の西桔梗町・港町 1 丁目、中央部地区の大縄町・万代町・新川町・松川町・中島町、西部地区の若松町・弁天町・入舟町である。

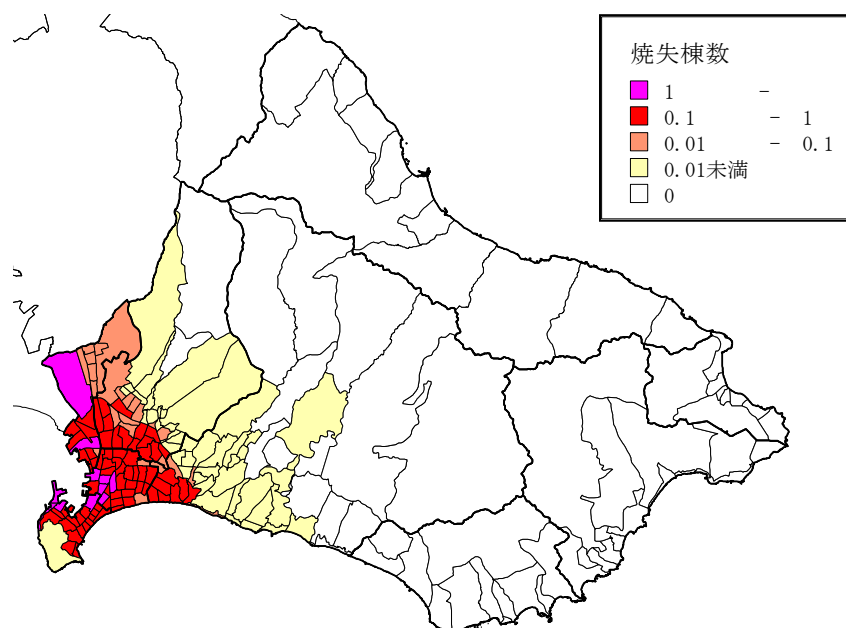


図 5-2-6 建物焼失棟数・冬の夕方（内陸直下型の地震）

表 5-2-7 建物焼失棟数・冬の夕方（棟）

	函館市	西部	中央部	東中央部	北東部	北部	戸井	恵山	楳法華	南茅部
内陸直下型の地震	50	15	20	2	4	9	0	0	0	0

[建物火災被害対策]

揺れによる建物被害と同様に、特に木造老朽家屋が密集する西部地区および中央部地区では、焼失棟数が大きくなった。倒壊による出火を防ぐために建物の耐震性確保の対策が重要であり、併せて隣棟間隔の確保、裸木造など延焼危険性の高い住宅の解消など、市街地の火災延焼対策が重要である。

新耐震の木造住家の割合が高い北部地区でも、震源に最も近いため、比較的に焼失棟数が多くなった。初期消火率の向上による炎上出火の防止や消防力の投入など、出火・炎上防止の対策も重要となる。

3) ライフライン対策

① 上水道被害

[上水道被害の区域別の被害想定結果]

3 想定地震の上水道被害による地震発生直後の断水人口の分布を図 5-2-7 に、地区別の断水人口を表 5-2-8 に示す。函館市全体における地震発生直後の断水人口は、内陸直下型の地震で約 6 万 6 千人（断水率 23.7%）、日本海側の地震で約 9 千人（断水率 3.2%）、太平洋側の地震で約 3 万人（断水率 10.4%）となった。

地区別で見ると、西部地区、中央部地区、東央部地区、北東部地区、北部地区は、内陸直下型の地震で断水人口が多くなった。西部地区で 1 万 1 千人、中央部地区で 2 万人、東央部地区で 6 千人、北東部地区で 1 万 5 千人、北部地区で 1 万 3 千人の断水人口が予測される。

また東部地区では、太平洋側の地震で断水人口が多く、戸井地区で 7 百人、恵山地区で 2 千 2 百人、榎法華地区で 5 百人、南茅部地区で 1 千 4 百人となった。太平洋側の地震は、函館市全体では断水率が低いが、戸井地区 22.9%、恵山地区 62.2%、榎法華地区 38.4%、南茅部地区 22.5%と、東部地区の断水率は高い。

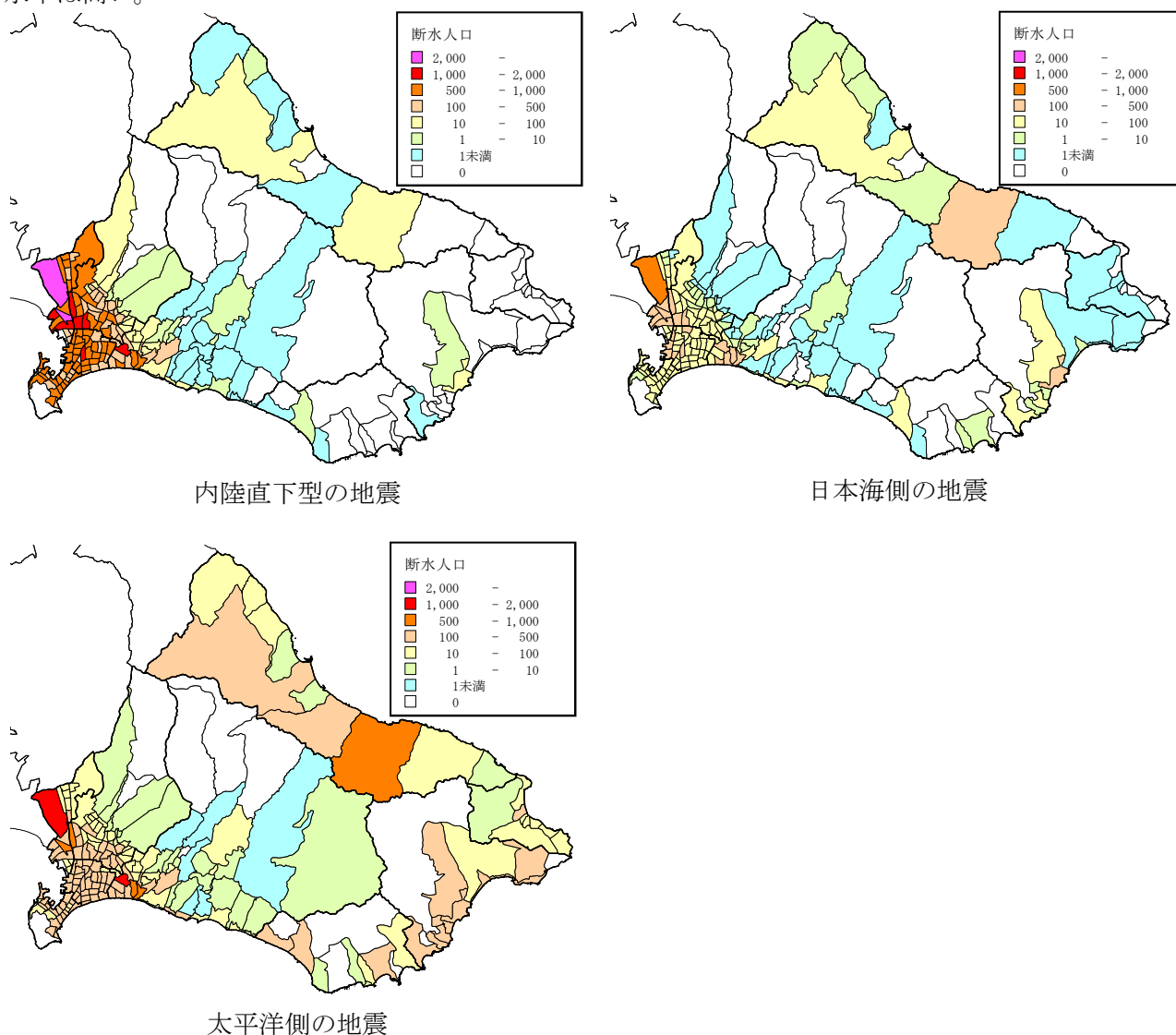


図 5-2-7 3 想定地震の断水人口（地震発生直後）

表 5-2-8 断水人口（地震発生直後）（人）（下線がある地震が地区の最大被害）

	函館市	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	楳法華	南茅部
内陸直下型の地震	<u>65,796</u> 23.7%	<u>11,064</u> 50.2%	<u>19,759</u> 36.6%	<u>6,126</u> 10.2%	<u>15,517</u> 15.7%	<u>13,267</u> 46.1%	3 0.1%	22 0.6%	0 0.0%	40 0.7%
日本海側の地震	8,835 3.2%	884 4.0%	2,507 4.6%	1,433 2.4%	1,313 1.3%	2,168 7.5%	22 0.7%	228 6.4%	1未満 0.0%	280 4.6%
太平洋側の地震	28,885 10.4%	2,513 11.4%	7,337 13.6%	5,251 8.8%	5,029 5.1%	4,034 14.0%	<u>703</u> 22.9%	<u>2,211</u> 62.2%	<u>450</u> 38.4%	<u>1,356</u> 22.5%

※表中の下段が被害率 断水率=断水人口÷人口

[上水道被害対策]

地震発生直後の断水人口を対象としたとき、内陸直下型の地震では、西部地区、中央部地区、東央部地区、北東部地区、北部地区の約6万6千人を対象とした給水対策が必要となる。冬季に地震が発生した場合の復旧日数は、渡島管内全域で5～10日間と想定される。

太平洋側の地震では、東部地区（戸井地区、恵山地区、楳法華地区、南茅部地区）の約4千8百人および、西部地区、中央部地区、東央部地区、北東部地区、北部地区の約2万4千人を対象とした給水対策が必要となる。冬季に地震が発生した場合の復旧日数は、渡島管内全域で6～11日間と想定される。

② 電力・ガス被害

今回の被害想定では、電力・ガスについて、復旧は事業者が主体と考え、物的被害（電柱・架設ケーブル）についての被害想定は行っていない。

電力・ガスなどのエネルギー停止した場合について、以下に過去の災害から定性的な被害状況について掲載する。

[電力被害]

a. 過去地震の電力復旧日数

中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震専門調査会における被害想定手法の報告書（平成18年1月）⁵⁾によると、電力の95%の復旧日数は、阪神・淡路大震災の実態から6日後、新潟県中越地震の実態から概ね5日後とされている（表5-2-9）。図5-2-8の新潟県中越地震におけるライフラインの復旧過程から、電力復旧のペースとして、1日後には5割程度、2日後には8割程度まで復旧していることがわかる。

表 5-2-9 阪神・淡路大震災時と新潟県中越地震時の
ライフライン復旧日数⁵⁾

	阪神・淡路大震災	新潟県中越地震
電力(95%復旧)	6日	5日
ガス(95%復旧)	85日	20日

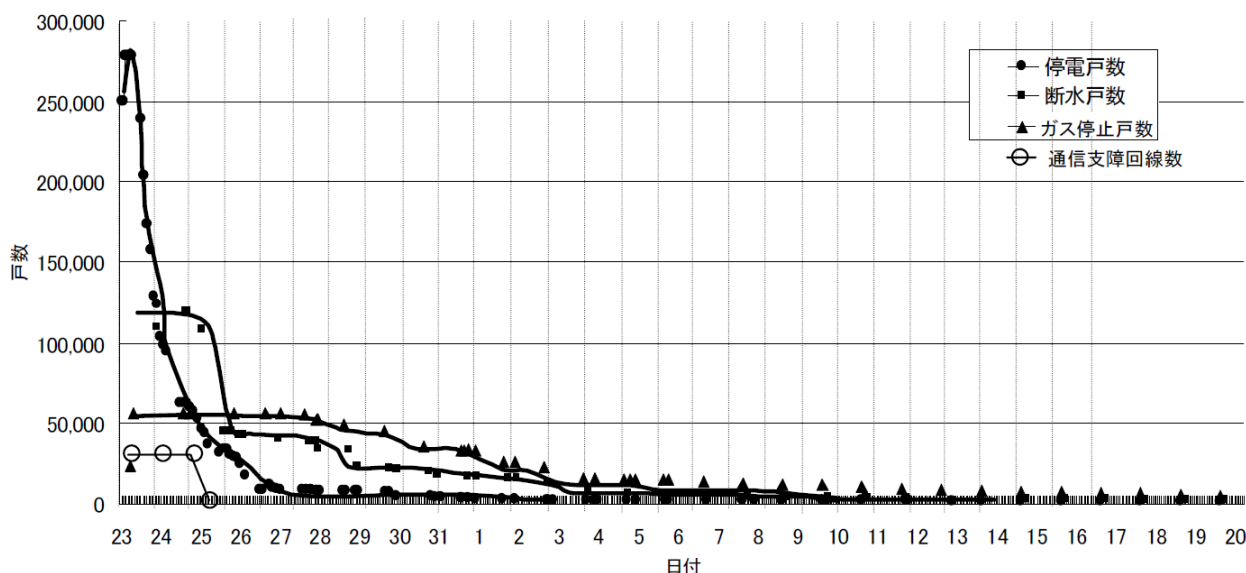


図 5-2-8 新潟県中越地震におけるライフラインの復旧過程⁵⁾

b. 冬季の長期間停電の事例

地震災害ではないが、冬季の道内の長期間停電の事例として、平成 24 年 11 月に登別・室蘭等で暴風雪による送配電線の事故による停電が発生した⁶⁾。

暴風雪による送配電線の事故により、平成 24 年 11 月 27 日から 30 日まで 4 日間の停電となった。登別市・室蘭市を中心に全道で最大 56,130 戸が停電した。

登別市⁷⁾では、停電戸数が最大 21,320 戸(85%)と、市内ほぼ全域が停電となった。電力の供給が止まり家庭では灯油ストーブが使用できない。自主避難者を受け入れる避難所の開設。スーパー等で食糧等が売り切れ、食糧の調達確保が困難となった。停電により信号機が作動せず、各地で渋滞や事故が発生した。停電後数時間程度は、通信の途絶によって状況把握（停電範囲・被害規模・影響等）が困難となった。災害対策本部の設置や市民への情報発信が遅れた。

連合町内会会長が市対策本部に常駐し、早急に連合町内会役員を招集し、状況の報告と各地区の対応等について伝達した。各関係機関や民間企業から毛布やポータブルストーブなどの支援があり、避難所では暖を取ることができた。移動発電機車を変電所や公共施設・避難所などへ配置し、電気の供給を実施され、停電の一部復旧が図られた。

冬季の停電に備えた備蓄、停電時にも使用できる非常用暖房器具など冬季災害への対応が必要である。

c. 北海道胆振東部地震における北海道全体の大規模停電

平成 30 年 9 月 6 日の北海道胆振東部地震では、地震発生後、十数分後に道内全域が一斉に停電となった。電力供給が止まり生活機能・交通機能など都市機能がすべて麻痺、地震災害情報の入手の困難、公共交通機関や輸送もストップしたことから、生産活動の停止、生活物資の入手が困難となった。全道が一斉に停電した事例は過去になく、今までにない新たな問題となった。今後、様々な分野での課題整理、対策の検討が求められる。

[ガス被害]

a. 過去地震のガス復旧日数

中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震専門調査会における被害想定手法の報告書（平成 18 年 1 月）⁵⁾によると、ガスの 95%の復旧日数は、阪神・淡路大震災の実態から 85 日後、新潟県中越地震の実態から概ね 20 日後とされている（表 5-2-9）。

b. 地震後のガスの復旧対策

ガス事業者によって、地震後に供給を停止するためブロックに分割されており、ブロック毎にある一定の地震動（S I 値）の基準を超過した場合に供給が停止される。供給を止めた地域の需要家宅の安全確認、漏洩検査、ガス管の修繕など復旧作業が行われる。ブロック毎に復旧作業が進められる。平成 28 年熊本地震では、4 月 16 日の災害発生後に 10 万戸が供給停止し、発災後 15 日後の 30 日に復旧が完了している⁸⁾。

c. 冬季の復旧の遅延

上・下水の埋設管被害の復旧効率は、冬季の工事の場合は積雪寒冷の気候により、夏季より低減するとされている⁹⁾。ガスについても埋設管の復旧は、上下水道の埋設管と同様に、冬期の復旧が遅延することが想定される。

4) 避難対策

[避難者数の区域別の被害想定結果]

3 想定地震の上水道被害による避難者数の分布を図 5-2-9 に、地区別の避難者数を表 5-2-10 に示す。函館市全体における避難者数は、内陸直下型の地震で約 1 万 4 千人（避難率 5.2%）、日本海側の地震で約 3 千人（避難率 1.0%）、太平洋側の地震で約 7 千人（避難率 2.6%）となった。

地区別で見ると、西部地区、中央部地区、東央部地区、北東部地区、北部地区は、内陸直下型の地震で避難者数が多い。西部地区で 2 千 5 百人、中央部地区で 4 千 1 百人、東央部地区で 1 千 5 百人、北東部地区で 3 千 4 百人、北部地区で 2 千 8 百人の避難者数が予測される。

また東部地区では、太平洋側の地震で避難者数が多く、戸井地区で 149 人、恵山地区で 489 人、椴法華地区で 87 人、南茅部地区で 340 人となった。太平洋側の地震は、函館市全体では避難率が低い、戸井地区 4.9%、恵山地区 13.8%、椴法華地区 7.5%、南茅部地区 5.6%と、東部地区の避難率は高い。

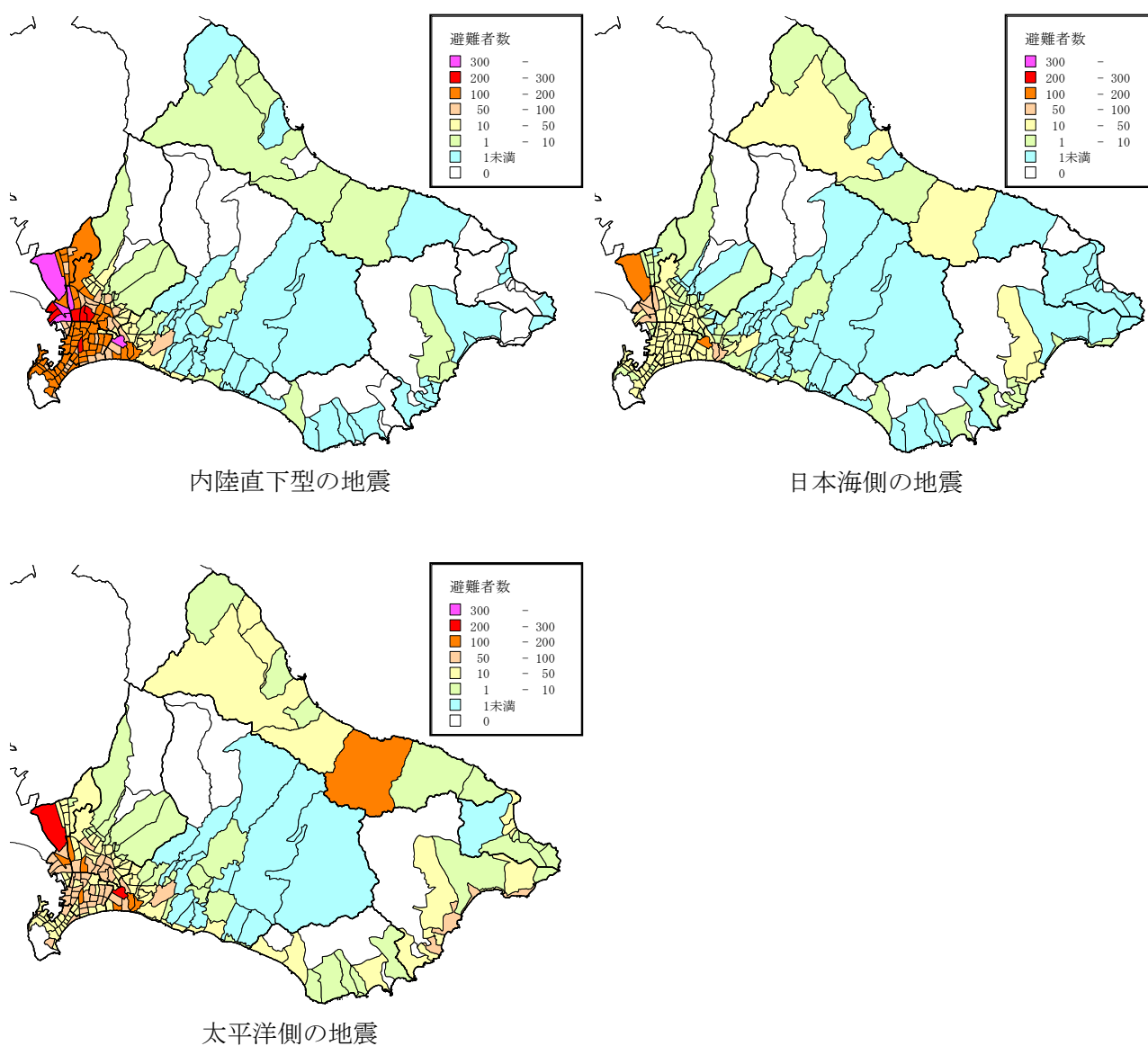


図 5-2-9 3 想定地震の避難者数（冬の夕方）

表 5-2-10 避難者数（冬の夕方）（人）（下線がある地震が地区の最大）

	函館市	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	鍛法華	南茅部
内陸直下型の地震	<u>14,323</u> 5.2%	<u>2,466</u> 11.2%	<u>4,125</u> 7.6%	<u>1,458</u> 2.4%	<u>3,411</u> 3.5%	<u>2,827</u> 9.8%	2 0.1%	8 0.2%	1 未満 0.0%	26 0.4%
日本海側の地震	2,650 1.0%	289 1.3%	757 1.4%	463 0.8%	486 0.5%	509 1.8%	9 0.3%	57 1.6%	1 未満 0.1%	79 1.3%
太平洋側の地震	7,079 2.6%	681 3.1%	1,718 3.2%	1,343 2.2%	1,393 1.4%	879 3.1%	149 4.9%	489 13.8%	87 7.5%	340 5.6%

〔避難者対策〕

被害想定では、発災翌日に住宅から避難所へ避難する人は、全壊・大破が 100%、半壊・中破が 50.3%、被害軽微・被害なしが 36.2%であるとしている。住宅に被害が生じていない世帯の避難者数は、断水を指標として推定している。また、避難者数のうち避難所へ避難する人と避難所以外へ避難する人の割合は 65 : 35 であったとしている¹⁰⁾。

避難者数のうち過去の地震から推定される避難所へ避難する人数を表 5-2-11 に示す。内陸直下型の地震では、9 千 3 百人の避難所を収容できる避難所を確保する必要がある。日本海側の地震では 1 千 7 百人、太平洋側の地震では 4 千 6 百人の避難所の確保が必要である。

避難者数のうち、避難所外へ避難する人数を表 5-2-12 に示す。内陸直下型の地震では 5 千人、日本海側の地震では 1 千人、太平洋側の地震では 2 千 5 百人と想定される。熊本地震では、余震へ恐怖、避難所のストレス、ペットの飼育などの理由から車中泊が多く発生した。車中泊の避難者は、自治体での把握が難しく、自治体からの支援、物資の配給などが困難となる可能性がある。

また断水による避難者は復旧とともに減少していくが、住宅の全壊や半壊が理由で避難した者に対して応急仮設住宅など居住場所の対応が必要となる。

表 5-2-11 避難所避難者数（冬の夕方）（人）

	函館市	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	鍛法華	南茅部
内陸直下型の地震	9,310	1,603	2,681	947	2,217	1,837	1	5	1 未満	17
日本海側の地震	1,723	188	492	301	316	331	6	37	1 未満	51
太平洋側の地震	4,602	443	1,116	873	905	571	97	318	57	221

表 5-2-12 避難所外避難者数（冬の夕方）（人）

	函館市	西部	中央部	東央部	北東部	北部	戸井	恵山	鍛法華	南茅部
内陸直下型の地震	5,013	863	1,444	510	1,194	989	1 未満	3	1 未満	9
日本海側の地震	928	101	265	162	170	178	3	20	1 未満	28
太平洋側の地震	2,478	238	601	470	487	308	52	171	31	119

【(2) 区域別の被害想定結果と対策の検討の参考文献】

- 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、平成23年
- 2) 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、平成20年11月
- 3) 日本建築学会北海道支部：2003年十勝沖地震災害調査報告、pp. 108、平成16年5月
- 4) 1968年十勝沖地震調査委員会：1968年十勝沖地震調査報告－1968年5月16日－、pp. 143-144、昭和44年3月
- 5) 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、平成18年1月
- 6) 北海道電力株式会社：登別・室蘭等における停電について－11月27～28日の暴風雪による登別・室蘭等の送配電線事故概要一、平成24年12月
- 7) 登別市：昨冬の登別市における停電の影響について－第10回北海道地域電力需給連絡会資料（H25. 10. 7）－、平成25年10月
- 8) 西部ガス、日本ガス協会：都市ガス事業者の地震防災の取組みと熊本地震への対応、第28回ナショナル・レジリエンス懇談会、平成28年9月
- 9) 札幌市：第3次地震被害想定について（想定結果、要点）、第3次地震被害想定、平成24年3月
- 10) 室崎益輝・流郷博史：阪神淡路大震災における市民の初期対応行動に関する研究、地域安全学会論文報告集 No. 6、pp. 205-212、平成8年