

山形県地震被害想定調査

～長井盆地西縁断層帯及び庄内平野東縁断層帯～

調査報告書

平成18年3月

山形県

目 次

第1編 調査概要

1. 調査方針	
1. 1 調査目的	1
1. 2 調査フロー	2
2. 想定条件	
2. 1 想定地震	3
2. 2 発災ケース	3
2. 3 評価単位	3
2. 4 想定範囲	3

第2編 地震活動・活断層

1. 過去の被害地震及び地震活動	
1. 1 日本における地震活動	5
1. 2 山形県及び山形県周辺の地震活動	8
2. 活断層	
2. 1 日本の活断層	16
2. 2 山形県の活断層	18

第3編 地震動・液状化・斜面災害等

1. 想定方針	22
2. 地震動	
2. 1 調査方針	23
2. 2 予測方法	23
2. 3 予測結果	29
3. 液状化危険度	
3. 1 予測方法	38
3. 2 予測結果	38
4. 斜面に関する災害	
4. 1 想定項目	41
4. 2 想定手法	41
4. 3 想定結果	42

第4編 物的・人的被害

1. 想定方針	51
2. 建物被害	52
3. 交通被害	
3. 1 道路	69
3. 2 鉄道	78
3. 3 空港・港湾	82
4. 河川・海岸構造物等被害	
4. 1 河川構造物	85

4. 2	海岸構造物	85
4. 3	ため池	86
4. 4	ダム	86
5.	危険物施設等被害	88
6.	地震火災	90
7.	ライフライン被害	
7. 1	上水道	98
7. 2	都市ガス・LPガス	106
7. 3	下水道	111
7. 4	電気	117
7. 5	電話	124
8.	人的被害	
8. 1	死傷者	131
8. 2	避難者	144
第5編 想定地震発生時の行動シナリオ		
1.	被災者	151
2.	防災関係機関	156
第6編 地震防災対策の課題		
1.	公共施設等の耐震化の推進	164
2.	地域防災力の強化	164
3.	災害時要援護者対策	164
4.	広域応援体制の整備	164
5.	孤立集落対策	165

第1編 調査概要

1. 調査方針	
1.1 調査目的.....	1
1.2 調査フロー.....	2
2. 想定条件	
2.1 想定地震.....	3
2.2 発災ケース.....	3
2.3 評価単位.....	3
2.4 想定範囲.....	3

1. 調査方針

1.1 調査目的

地震調査研究推進本部地震調査委員会（以下、「地震調査委員会」という。）は、平成 17 年に入り「長井盆地西縁断層帯の長期評価」（2 月）及び「庄内平野東縁断層帯の長期評価」（4 月）を相次いで公表した。これら公表によれば、それぞれの断層帯が活動した場合、前者はマグニチュード 7.7 程度、後者はマグニチュード 7.5 程度の地震が発生する可能性があり、さらに、庄内平野東縁断層帯については、今後 30 年間に地震が発生する確率が、我が国の主要な活断層の中では高いグループ（確率の最大値が 3%以上）に属するとされている。

山形県では、平成 8・9 年度に阪神・淡路大震災（平成 7 年 1 月）の発生を踏まえ、県内主要 4 断層帯について被害想定調査を行い、また、平成 14 年度には、地震調査委員会による山形盆地断層帯の長期評価の公表を受け被害想定再調査を実施、調査の結果については地域防災計画に反映し、地震防災対策の強化に取り組んできたところである。

しかしながら、長井盆地西縁断層帯及び庄内平野東縁断層帯の長期評価において、これまで山形県が想定してきた地震規模を上回る地震発生の可能性があると調査結果が報告されたことから、山形県では、県民の安全・安心に対する基盤強化を図るため地震被害想定調査を改めて実施し、地震防災対策の一層の充実・強化を図るものである。

1.2 調査フロー

調査の全体フローを図 1-1-1 に示す。その内容は以下のとおりである。

(1) 想定地震の設定

平成 17 年に地震調査委員会が発表した「長井盆地西縁断層帯の評価」および「庄内平野東縁断層帯の評価」に基づき地震を想定する。

(2) 基礎データ収集・整理

被害の想定に必要となる人口・建物分布・施設状況等は、国勢調査等の統計データや市町村固定資産税台帳のデータを活用し、公共構造物やライフライン等については、国・県・市町村をはじめ防災関係機関からの基礎データを活用する。なお、地震動・液状化等の予測に必要な地形・地質データは、経年変化が少ないと考えられることから「山形県地震対策基礎調査（平成 10 年 3 月）」のデータを活用する。

(3) 地震動・液状化等の予測

収集したデータを活用し、県内各地点（500m 間隔）における地震動を推定する。液状化については、地盤分類調査およびボーリングデータを参考に表層地盤の特性を考慮した上で、地表面での最大速度結果に基づき各地点ごとの発生の可能性（危険度ランク）を想定する。

(4) 各種被害の想定

「地震被害想定支援マニュアル（平成 13 年 10 月内閣府）」に準拠して各種被害を推定する。なお、人的・建物被害などは季節・時間帯により大きく変化することを考慮する。

(5) 地震防災における課題の整理

算定された被害想定結果などを踏まえ、地震防災対策における課題を抽出・整理する。

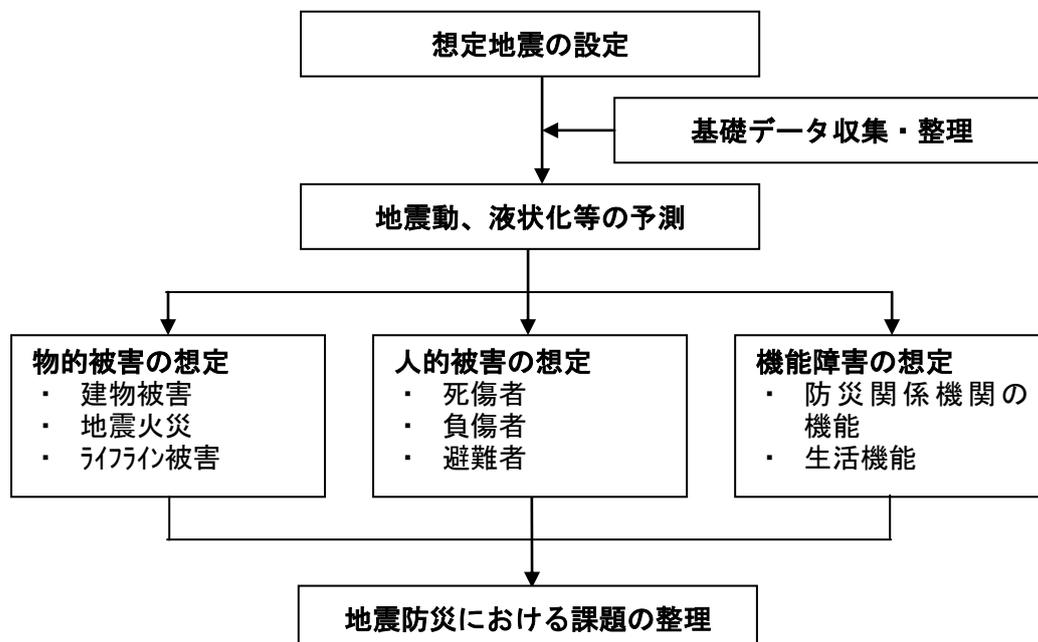


図 1-1-1 調査全体のフロー

注) 地盤分類（地下構造）、地形分類等の自然環境情報については、平成 8・9 年に山形県が実施した「山形県地震被害基礎調査」の調査結果を可能な限り活用した。

2. 想定条件

2.1 想定地震

本被害想定調査で想定する地震は、以下のとおりとする。

表 1-2-1 想定地震諸元

断層名	想定 マグニチュード	位置	断層長さ
長井盆地西縁断層帯	7.7	朝日町～米沢市	約 51km
庄内平野東縁断層帯	7.5	遊佐町～旧藤島町	約 38km

2.2 発災ケース

地震による被害規模等は、発生する季節や時刻によって異なると考えられることから、想定地震については、積雪の有無、在宅の状況、火気の使用状況等の条件が異なる3つのケース（季節・時刻）を設定した。

- ① 夏季昼間（13時）
 - ② 冬季早朝（6時）：積雪があり、在宅者が多いと考えられる。
 - ③ 冬季夕方（17時）：積雪があり、火気使用が多いと考えられる。
- ※ 庄内地方では火災の拡大につながると思われる季節風を考慮した。

2.3 評価単位

県内全域を約 500m 四方*1 のメッシュに分割して、被害想定を行った。山形県内の総メッシュ数は、37680 個である。想定結果の表示は、メッシュ分布図および市町村別集計図表を作成した。

なお、平成 17 年には、いくつかの市町村合併がなされているが、評価結果は原則として旧市町村単位で算出した。

2.4 想定範囲

本調査で対象とする想定項目および想定内容を表 1-2-2 に示す。

*1 国土庁地域メッシュ統計：南北 15 秒、東西 22.5 秒

表 1-2-2 想定項目と想定内容

項 目	対 象	想定内容	考慮した要因
地 震 動	県全域	震度、最大地表加速度、 最大地表速度	起震断層からの距離、深さ、表層 地盤構造
液状化危険度	県全域	液状化危険度	表層地盤構造、地震動
斜面に関する 災 害	急傾斜地、地すべ り、土石流、雪崩危 険区域	地震時危険性	平常時の危険度、地震動、起震断 層からの距離
建 物 被 害	家屋、事務所、店舗、 公共施設など	全壊棟数、全損棟数	地震動、液状化危険度、構造（木 造・非木造）、建築年次、積雪の有 無（地域ごとの考慮）
交 通 被 害 (道路・鉄道)	緊急輸送道路、鉄道	通行障害発生の可能性	地震動、液状化危険度、耐震対策 の実態、橋梁、土砂災害危険区域
交 通 被 害 (空港・港湾)	空港、港湾	被害発生の可能性	地震動、液状化危険度、耐震対策 の実態
河 川 ・ 海 岸 構造物等被害	河川堤防、海岸堤 防、ため池、ダム	水害発生の可能性	地震動、液状化危険度、耐震対策 の実態
危険物施設等	石油タンク、高圧ガ スタンクなど	被害箇所数	地震動、過去の地震被害の状況
地 震 火 災	家庭からの出火	出火件数、焼失棟数	建物被害、発生季節と時刻、風速
ライフライン 被 害	上水道、都市ガス、 LPガス、下水道、 電気、電話	供給停止世帯数	地震動、液状化危険度、耐震対策 の実態、架線・埋設管の種類と延 長など
死 傷 者	建物被害による死 傷、地震火災による 死傷	死者数、負傷者数	建物被害、地震火災、発生季節と 時刻
避 難 者	自宅居住困難によ る避難	避難者数	地震動、昼間・夜間人口

第2編 地震活動・活断層

1. 過去の被害地震及び地震活動	
1.1 日本における地震活動.....	5
1.2 山形県及び山形県周辺の地震活動	
1.2.1 山形県内で被害を生じた地震.....	8
1.2.2 近年の山形県周辺での地震活動.....	8
2. 活断層	
2.1 日本の活断層.....	16
2.2 山形県の活断層.....	18

1. 過去の被害地震及び地震活動

1.1 日本における地震活動

日本列島は、有史以来数々の人的被害をもたらすような大きな地震(以下「被害地震」という。)に見舞われており、2004年の新潟県中越地震や1995年の阪神・淡路大震災などは記憶に新しい。明治以降の死者100名以上の大きな被害を出した地震(津波を含む)を表2-1-1に、その震央分布図を図2-1-1に記載したが、1950年代から80年代を除けば、短い間隔で大きな被害地震に見舞われている。

一方、表2-1-2には、人的被害として死者1名以上または負傷者10名以上を出した過去10年間(1996年から2005年まで)の被害地震を掲載したが、わずか10年間で19個の被害地震が発生し、ほぼ年に2回の割合で日本のどこかで、被害地震が発生していることが分かる。さらに、負傷者数が1名以上まで範囲を広げれば、該当する地震の数は76個で実にこの4倍となる。これら地震の震央分布は図2-1-2のとおりとなる。

このように、被害地震は日本列島各地で発生しており、国内のどの地域でも起こりうることを示しており、少しでも災害を小さくするため地震被害想定を行っておくことが重要である。

表 2-1-1 明治以降 100 人以上死者を出した地震
(津波による被害を含む)

震央記号	緯度	経度	M	震源の深さ	被害者数	備考
PWVQI	34°11'	140°11'	7.1	0	555	
PWKPI	35°05'	140°05'	8.0	0	7273	
PWKSI	35°05'	140°05'	7.0	0	726	
PWKUI	35°05'	140°05'	8.5	0	22000	
PWKUI	35°05'	140°05'	7.2	0	209	
PKQRI	35°05'	140°05'	7.9	0	99331	(43476)
PKQRI	35°05'	140°05'	6.8	0	428	
PKQVI	35°05'	140°05'	7.3	0	2925	
PKROI	35°05'	140°05'	7.3	0	272	
PKRRI	35°05'	140°05'	8.1	0	1522	(1542)
PKSRI	35°05'	140°05'	7.2	0	1083	
PKSSI	35°05'	140°05'	7.9	0	998	
PKSRI	35°05'	140°05'	6.8	0	1961	
PKSUI	35°05'	140°05'	8.0	0	1330	(113)
PKSWI	35°05'	140°05'	7.1	0	3769	
PKUOI	35°05'	140°05'	9.5	0	122	(20)
PKWRI	35°05'	140°05'	7.7	0	104	
PKXRI	35°05'	140°05'	7.8	0	201	(29)
PKXRI	35°05'	140°05'	7.3	0	6433	(3)

震央記号の読み方

緯度経度の読み方

<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/higai/index.html>

表 2-1-2 日本付近で発生した主な被害地震（1996～2005年）人的被害（死者1名以上、または負傷者10名以上）を出した地震

年	月	日	M	震央地名	地震名	人的被害	物的被害	最大震度	津波
1996(平成8)	8	11	6.1	秋田県内陸南部		負16	住家半壊28 一部破損185など	5	
1997(平成9)	3	26	6.6	鹿児島県薩摩地方		負37	住家全壊4 半壊34	5強	
1997(平成9)	5	13	6.4	鹿児島県薩摩地方		負74	住家全壊4 半壊31	6弱	
2000(平成12)	7	1	6.5	新島・神津島近海		死1	住家一部破損15など	6弱	7cm
2000(平成12)	7	15	6.3	新島・神津島近海		負14	住家半壊7など	6弱	7cm
2000(平成12)	10	6	7.3	鳥取県西部	鳥取県西部地震	負182	住家全壊435 半壊3,101など	6強	
2001(平成13)	3	24	6.7	安芸灘	芸予地震	死2 負288	住家全壊70 半壊774	6弱	
2003(平成15)	5	26	7.1	宮城県沖		負174	住宅全壊2 住宅半壊21など	6弱	
2003(平成15)	7	26	6.4	宮城県北部		負677	住宅全壊1,276 住宅半壊3,809	6強	
2003(平成15)	9	26	8.0	釧路沖	十勝沖地震	死1 不1 負849	住宅全壊116 住宅半壊368	6弱	255cm
2004(平成16)	9	5	7.4	東海道沖		負36	住家一部破損2など	5弱	93cm
2004(平成16)	10	23	6.8	新潟県中越地方	新潟県中越地震	死51 負4,805	住家全壊3,185 住家半壊13,715など	7	
2004(平成16)	11	29	7.1	釧路沖		負51	住家一部破損4など	5強	13cm
2004(平成16)	12	6	6.9	釧路沖		負12	校舎一部破損など	5強	
2005(平成17)	2	16	5.3	茨城県南部		負26	ブロック塀倒壊	5弱	
2005(平成17)	3	20	7.0	福岡県西方沖		死1 負1,087	住家全壊133 住家半壊244など	6弱	
2005(平成17)	4	20	5.8	福岡県西方沖		負58	住家一部破損279 建物火災1	5強	
2005(平成17)	7	23	6.0	千葉県北西部		負39	住家一部破損1など	5強	
2005(平成17)	8	16	7.2	宮城県沖		負91	住家全壊1 住家一部破損856	6弱	13cm

※気象庁の被害地震資料から(<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/higai/index.html>)

人的被害、物的被害は総務省消防庁による

※「人的被害」の項の「死」は死者、「不」は行方不明者、「負」は負傷者を指す。

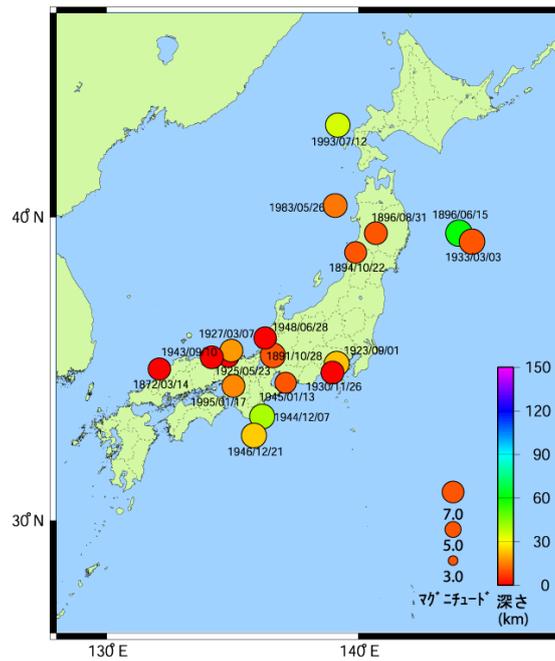


図 2-1-1 表 2-1-1 で記した地震の震央位置

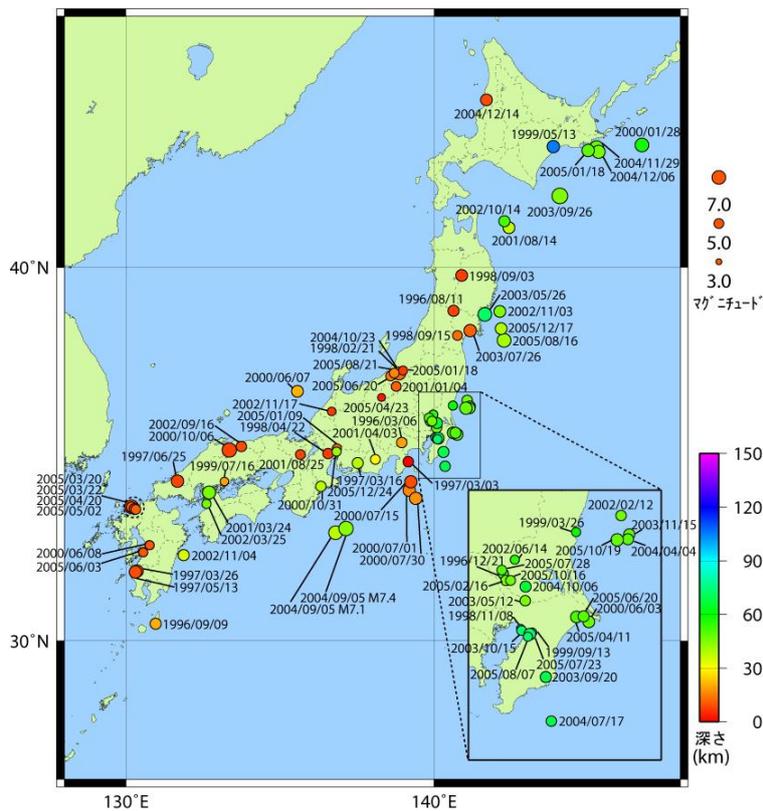


図 2-1-2 表 2-1-2 で記した地震を含めた、
1996～2005 年の被害を出した地震の震央分布

※いずれも気象庁の被害地震資料から
(<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/higai/index.html>)

1.2 山形県及び山形県周辺の地震活動

山形県周辺においても、歴史上いくつかの特筆すべき地震が発生している。以下では、山形県内および周辺の主な地震について記述する。

1.2.1 山形県内で被害を生じた地震

山形県内において被害を生じた大きな地震も多く発生しており、過去に被害を出した地震とそれに伴う被害の一覧を表 2-1-3 に示す。陸域の地震としては、1804 年象潟地震(マグニチュード(以下 M) : 7.0)や 1894 年庄内地震(M : 7.0)、1896 年陸羽地震(M : 7.2)などをはじめ M7 クラスの地震が発生しており、地震やその被害に関する記録が残っている。主に、庄内平野周辺部で大きな被害が出た地震がいくつか発生している。また、村山地域でも M5 クラスの地震が発生し、規模は大きくなくとも発生が直下型であることから局所的に被害が生じている。

一方、山形県周辺を震源とする地震では海域の地震によるものが大部分で、日本海側では、1833 年の庄内沖の地震(M : 7.4)や 1964 年の新潟地震(M : 7.5)、1983 年の日本海中部地震(M : 7.7)、太平洋側では、1978 年の宮城県沖地震(M : 7.4)などがあり、津波による被害も発生している。図 2-1-3~7 に主な地震の震度分布および被害分布を記した。震度分布や被害分布は、大局的には震央を中心とした距離に応じた分布傾向を示しているが、複雑な分布傾向も見られる。これは、各地の地盤の影響によるものと考えられ、地震動評価に各地点の比較的浅い部分の地盤構造を考慮する必要があることがわかる。

1.2.2 近年の山形県周辺での地震活動

山形県内の気象官署で震度 4 以上を記録した地震の一覧を表 2-1-4 に示す。観測網の変遷によりデータの数に偏りがあるものの、周辺地域で発生した地震がその多数を占め、山形県の陸域を震源とした地震の記録は村山地方を震源とする 2003 年の地震(M : 3.5、震源深さ 8km、山辺町で震度 4 を記録、人的被害は記録されていない) 1 回だけである。

県中部の最上川の西側に沿った地域や蔵王山周辺では、時折、群発地震活動が発生している。群発地震の規模は M4 以下と小さいものであるが、最近では 2003 年に 1 年間で村山地域西部において 298 回の地震が観測され、先述のように震度 4 を観測した地点もある。2004 年には、113 回と減少しているが、この地域は地震活動が比較的活発である。これ以外の地域として、宮城県大崎市(旧鳴子町) 鬼首付近を震源域とする 1996 年の秋田・宮城県境の地震活動では、逆断層型の地震と横ずれ断層型の地震が続けて発生し(最大 M : 6.1)、県北東部の新庄市で震度 4 を複数回観測した。一方、山形県・秋田県沖合では 1999 年に M : 5.3 の地震が発生している。

表 2-1-3 山形県内に被害を与えた地震と被害の概況

年	月 日	地域(名称)	規模(M)	主な被害
850(嘉祥3)	11 27	出羽 出羽	7.0	「出羽国地、山・谷とところ選ばず大いに震い出羽国府の城柵が崩れ、圧死者多数。地割れ、山崩れ多発。津波をあげて水死するもの多し」という記述が残っている。
1780(安永9)	7 19	酒田	6.5	酒田で土蔵の損壊、小家損壊1軒、死者2名。余目で家屋損傷、金浦で落石あり。
1804(文化元)	7 10	象潟地震	7.0	被害は庄内平野から本庄平野に広がり、この地震全体で死者333名、倒壊家屋5500棟であった。津波による家屋の流出、溺死者も続出。象潟湖が隆起して乾陸となる。酒田付近では、地割れ・陥没が多く、井戸水の噴出したほか、液化化も発生した。
1833(天保4)	12 7	庄内沖	7.4	被害は庄内南部と佐渡に集中。津波が発生した。庄内南部では水死38名、家屋流出158棟、船流出305隻であった
1894(明治27)	10 22	庄内地震	7.0	被害は酒田付近で大きく、山形・本庄までおよんだ。山形県の被害は、死者726名、負傷者1060名、全壊家屋3858棟、焼失家屋2148棟。庄内平野では、土地の亀裂や陥没、土砂の噴出が多発し、半数以上の地区で家屋の損傷あり。山崩れも多発。
1896(明治29)	8 31	陸羽地震	7.2	屋根瓦の落下や石灯笼の転倒、土蔵の壁の亀裂など軽微だったが、山形では、庄内地震よりも強い揺れを感じた。
1939(昭和14)	5 1	男鹿半島沖	6.8	秋田県で被害大。県内に小被害あり。
1944(昭和19)	12 7	左沢	5.5	山形で震度3。旧本郷村(現大江町付近)に被害集中。納屋・土蔵など家屋の損傷、山崩れ・地割れが生じた。
1962(昭和37)	8 19	蔵王山付近	4.5	震央付近で地鳴り、がけ崩れあり。
1964(昭和39)	5 7	男鹿半島沖	6.9	震度は酒田4、新庄2、山形1。秋田山形県境の小砂川～女鹿の線路に地割れが発生し、一時不通。弱い津波発生。
1964(昭和39)	6 16	新潟地震	7.5	震度は酒田5、山形4、津波発生。県内では、庄内地方で被害が大きく、死傷者9名、負傷者91名、全壊家屋486棟、半壊1189棟、床上浸水16棟、床下浸水23棟、道路被害185件、橋梁流失4件、山崩れ35件、堤防決壊6件、鉄道被害22件、船舶被害4隻、被災世帯数1505世帯。
1968(昭和43)	5 16	十勝沖地震	7.9	震度は酒田4、新庄3、山形3。中山町で非住家被害1棟、上山市と中山町で停電約1800戸。
1972(昭和47)	8 20	山形県北部	5.3	震度は酒田3、新庄3、山形1。鶴岡市湯野浜でコンクリートアパート壁の損傷1棟、鶴岡市内停電600戸。
1978(昭和53)	2 20	宮城県沖	6.7	けが人発生。建物の一部被害あり。
1978(昭和53)	6 12	宮城県沖地震	7.4	震度は新庄5、山形4、酒田4。県内の被害は、負傷者1名、家屋全壊1棟、一部破損3棟、道路損壊4件、停電19万戸。交通障害、電話の不通など広範囲で被害。被害総額は5億円を超えた。
1983(昭和58)	5 26	日本海中部地震	7.7	震度は酒田4、山形3、新庄3。津波が発生し、酒田港で最大波高85cm。県内被害は、建物一部損壊1件、道路損壊1件、船舶沈没9隻、文教施設被害23件、停電560戸、水道管破裂、電話の不通など。
1993(平成5)	5 26	北海道南西沖地震	7.8	飛島で住民避難。
1995(平成7)	12 22	山形市南東部	4.3	震源は山形市西蔵王高原スキ一場付近で、震度は山形と白鷹で3。蔵王温泉のホテルの窓ガラスが割れ、壁や天井にひびびなどの被害。
1996(平成8)	8 11-14	宮城県北部	最大6.0	震度は新庄4、酒田3、金山3、白鷹3。県内被害軽傷12名、住家一部破損8棟、道路被害6件、河川被害1件など。
1999(平成11)	2 26	秋田県沖	5.3	住宅の一部破損62件、文教施設8件、その他道路・河川被害、停電、水道の被害あり
2003(平成15)	5 26	宮城県沖	7.1	負傷者10名、建物一部破損(住家2件、非住家85件)、道路被害14箇所、その他停電、路肩欠損、河川一部破損の被害あり。

※宇佐美(1996)新編日本被害地震総覧、山形地方気象台ホームページ(<http://www.sendai-jma.go.jp/tidai/yamagata/index.html>)、平成10年山形県地震対策基礎調査報告書参照

表 2-1-4 山形県内で震度 4 以上が観測された地震

年	月	日	時分	緯度(度)	経度(度)	(分)	深さ(km)	規模(M)	震央位置	山形県内の震度
1938(昭和13)	11	5	17:43	37	200	142	11.0	30	7.5	4:山形
1938(昭和13)	11	5	19:50	37	17.0	141	39.0	30	7.3	4:山形
1938(昭和13)	11	6	17:54	37	26.0	141	55.0	0	7.4	4:山形
1939(昭和14)	5	1	14:58	39	56.4	139	44.7	2	6.8	4:酒田
1939(昭和14)	5	2	1:05	39	53.8	139	46.7	23	6.8	4:酒田
※1										
1962(昭和37)	4	30	11:26	38	44.2	141	8.5	19	6.5	4:新庄
1964(昭和39)	5	7	16:58	40	23.6	138	40.3	24	6.9	4:酒田
1964(昭和39)	6	16	13:01	38	22.0	139	12.9	34	7.5	5:酒田, 新庄 4:山形
1964(昭和39)	6	19	19:05	38	47.4	139	30.8	23	5.5	4:酒田
1964(昭和39)	7	12	10:45	38	32.8	139	21.7	37	6.0	4:酒田
1968(昭和43)	5	16	9:48	40	44.0	143	35.0	0	7.9	4:酒田
1970(昭和45)	10	16	14:26	39	12.0	140	45.0	0	6.2	岩手県内陸南部 4:酒田, 新庄
1978(昭和53)	2	20	13:36	38	45.0	142	12.0	50	6.7	4:酒田, 新庄
1978(昭和53)	6	12	17:14	38	9.0	142	10.0	40	7.4	5:酒田 4:新庄, 山形
1983(昭和58)	5	26	11:59	40	21.4	139	4.6	14	7.7	4:酒田
1987(昭和62)	1	9	15:14	39	50.0	141	46.8	72	6.6	岩手県沿岸北部 4:酒田
1996(平成 8)	8	11	3:12	38	54.3	140	38.2	9	6.1	秋田県内陸南部 4:新庄
1996(平成 8)	8	11	8:11	38	51.8	140	40.5	10	5.8	4:新庄
※2 ※3										
1999(平成11)	2	26	14:18	39	9.1	139	50.4	21	5.3	5弱:遊佐町 4:酒田, 八幡町*, 平田町*
2000(平成12)	3	20	6:26	37	59.3	141	29.1	78	5.1	4:中山町
2001(平成13)	12	2	22:01	39	23.7	141	16.0	122	6.4	岩手県内陸南部 4:酒田市*, 平田町*, 中山町
2003(平成15)	5	26	18:24	38	49.0	141	39.2	72	7.1	5強:中山町 5弱:村山市, 最上町 4:山形市, 米沢市, 酒田市*, 新庄市, 寒河江市, 上市市, 天童市, 南陽市, 山辺町, 河北町, 西川町, 朝日町, 大江町, 大石田町, 舟形町, 真室川町, 大蔵村, 戸沢村, 高島町, 川西町, 白鷹町, 立川町*, 余目町*, 藤島町*, 三川町, 遊佐町, 八幡町*
2003(平成15)	7	26	7:13	38	24.1	141	10.4	12	6.4	宮城県北部 4:新庄市, 村山市, 中山町, 最上町
2003(平成15)	10	6	20:57	38	17.1	140	14.7	8	3.5	山形県村山地方 4:山辺町
2004(平成16)	10	23	17:56	37	17.3	138	52.2	13	6.8	新潟県中越地方 4:酒田市*, 村山市, 山辺町, 中山町, 河北町, 川西町, 小国町
2004(平成16)	10	23	18:11	37	15.0	138	49.9	12	6.0	新潟県中越地方 4:山辺町, 中山町
2004(平成16)	10	23	18:34	37	18.2	138	55.9	14	6.5	新潟県中越地方 4:山辺町, 中山町

※1 この間は、欠測もしくは資料欠損の可能性あり

※2 1996(平成 8)年10月 1日から気象庁震度階級改訂される

※3 1998(平成10)年10月15日から自治体の震度観測点が追加される

* 市町村名は地震発生当時の名称

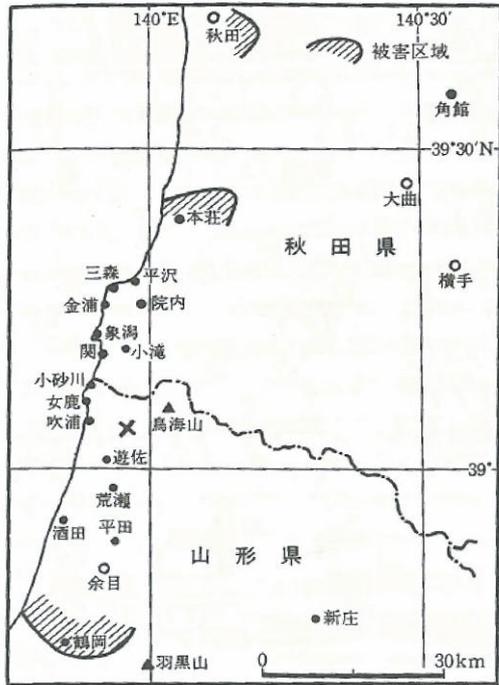


図 2-1-3 1780 年酒田付近の地震の震度分布



図 2-1-4 1804 年象潟地震の震央位置と震度分布 ●は震度 5

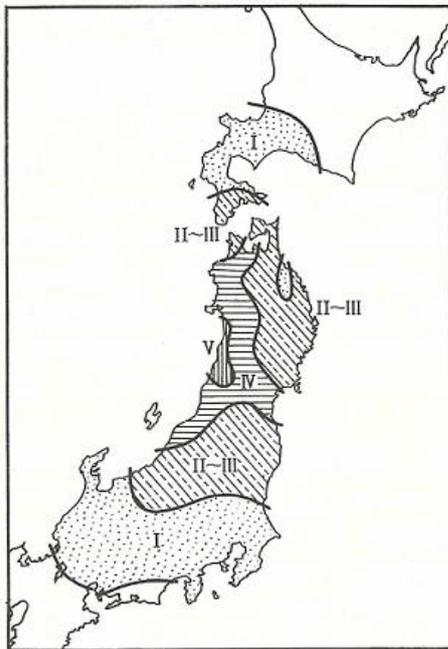


図 2-1-5 1894 年の庄内地震の震度分布

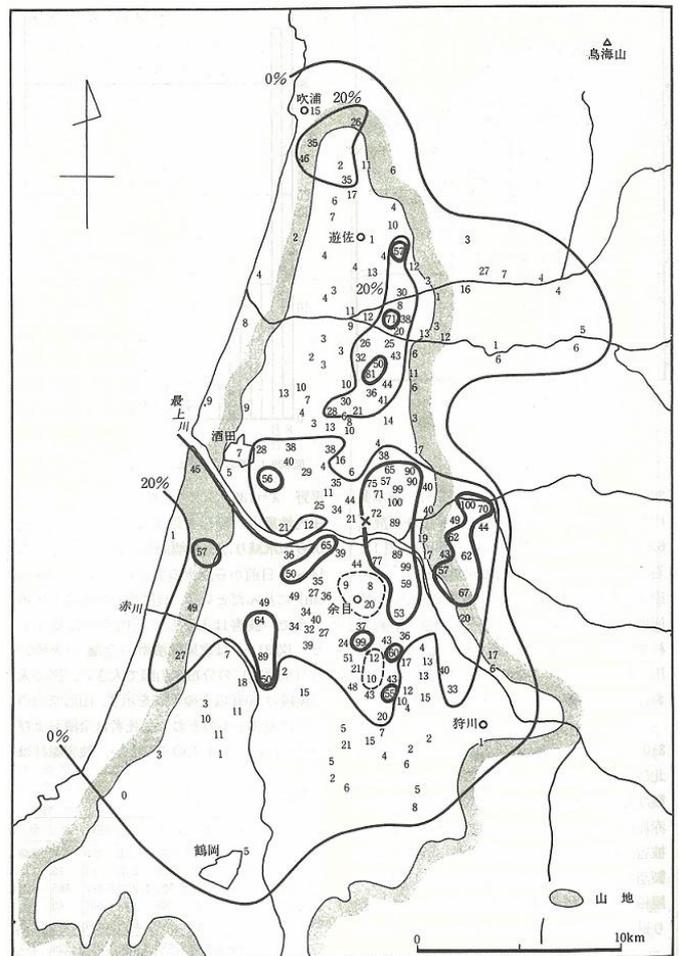


図 2-1-6 1894 年庄内地震の際の家屋倒壊率分布

宇佐美龍夫「新編日本被害地震総覧」東京大学出版会より

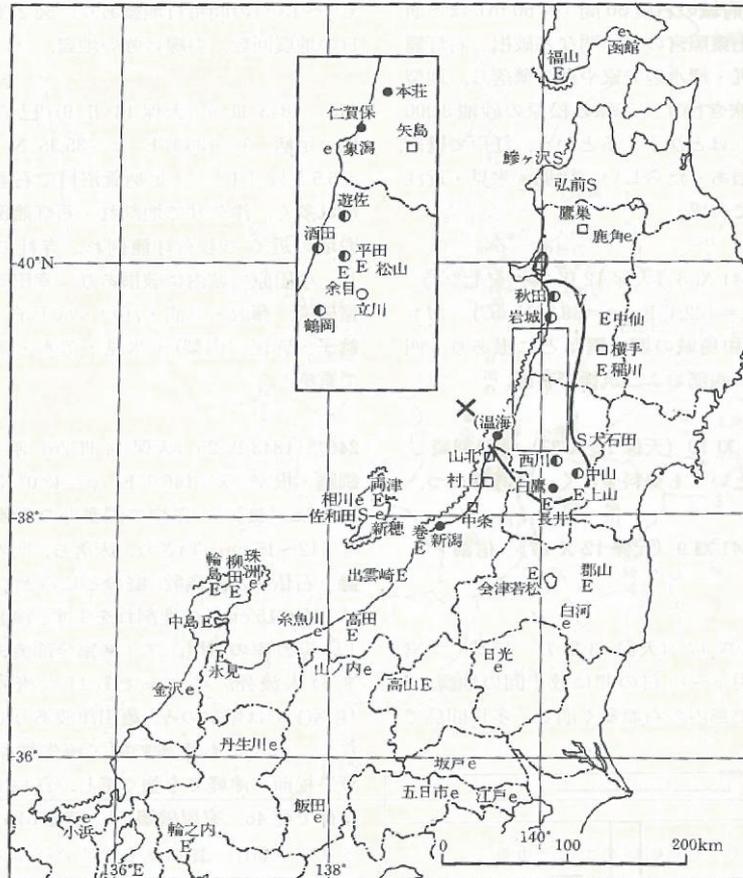


図 239-1 震央地域および津波襲来地域

図 2-1-7 1833 年庄内沖の地震の震央位置と震度分布.

●は、震度 5～4. ○は、震度 4. 波線は、津波が押し寄せた地域

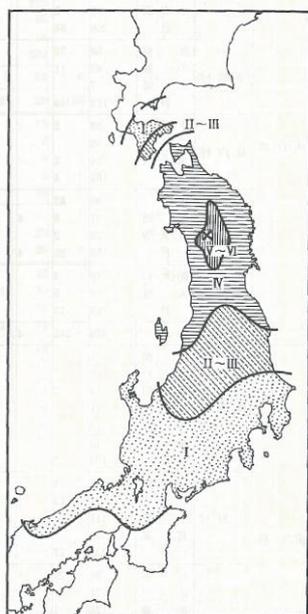


図 2-1-8 1896 年陸羽地震の震央位置と震度分布

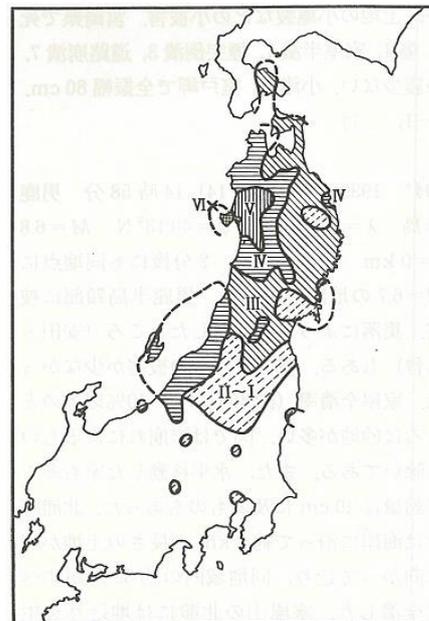


図 2-1-9 1939 年男鹿半島沖の地震の震央位置と震度分布

宇佐美龍夫「新編日本被害地震総覧」東京大学出版会より

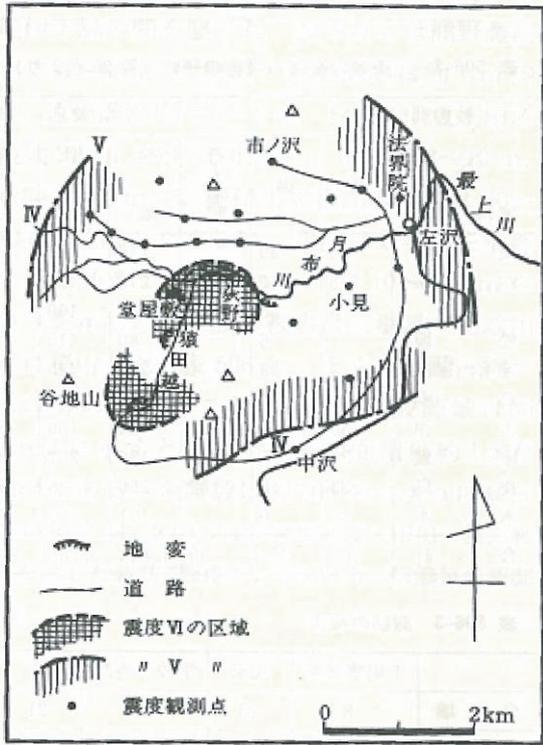


図 2-1-10 1944 年左沢付近の地震の震度分布

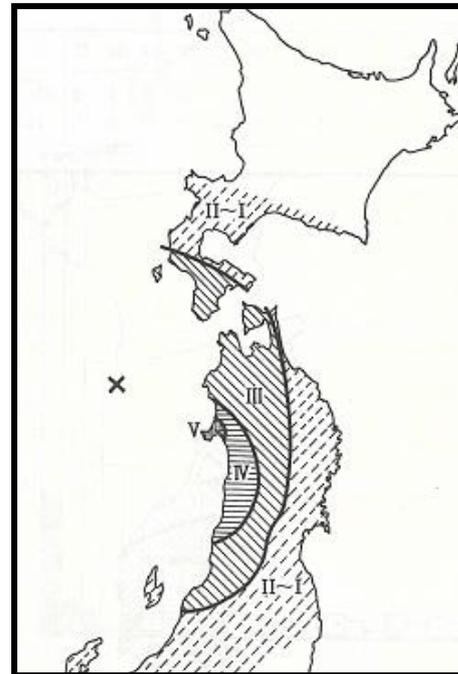


図 2-1-11 1964 年の男鹿半島沖の地震の震央位置と震度分布



図 2-1-12 1964 年新潟地震の震央位置と震度分布

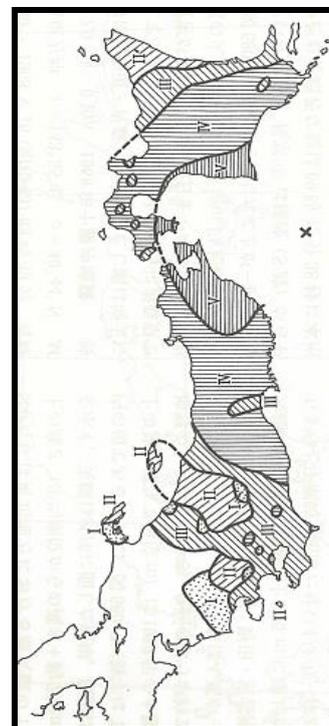


図 2-1-13 1968 年の十勝沖地震の震央位置と震度分布

宇佐美龍夫「新編日本被害地震総覧」東京大学出版会より



図 2-1-14 1978 年 2 月宮城県沖の地震の震央位置と震度分布

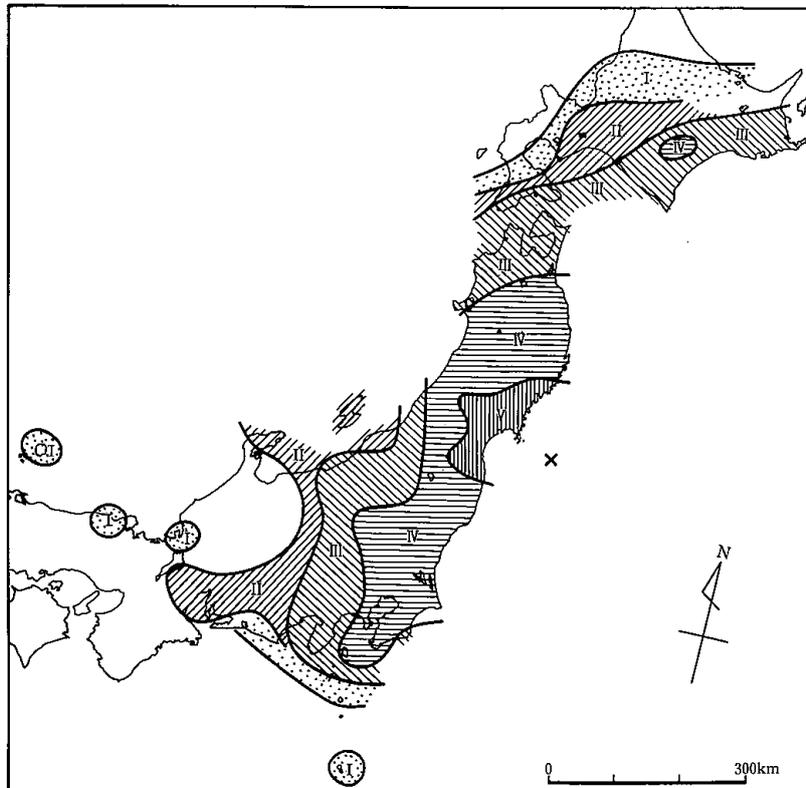


図 2-1-15 1978 年 6 月宮城県沖地震の震央と震度分布

宇佐美龍夫「新編日本被害地震総覧」東京大学出版会より

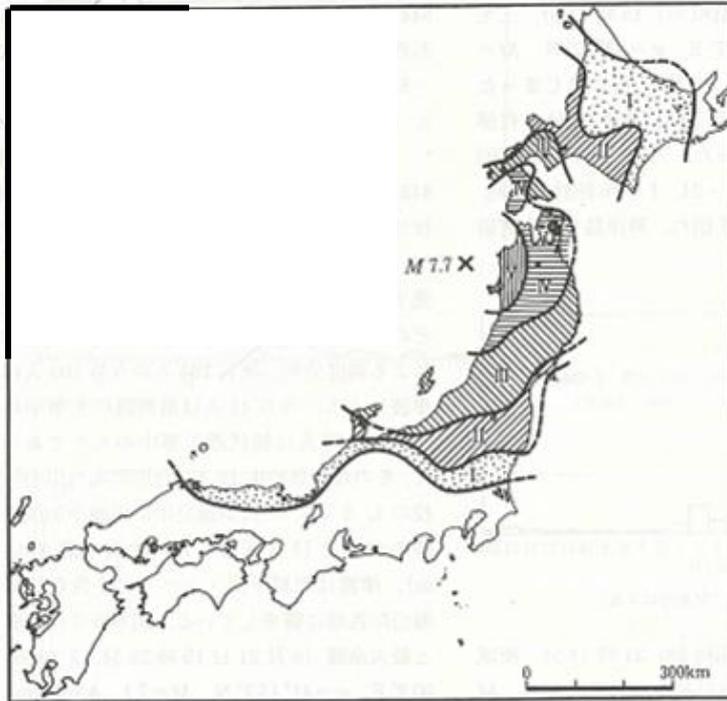


図 2-1-16 1983 年日本海中部地震の震央位置と震度分布

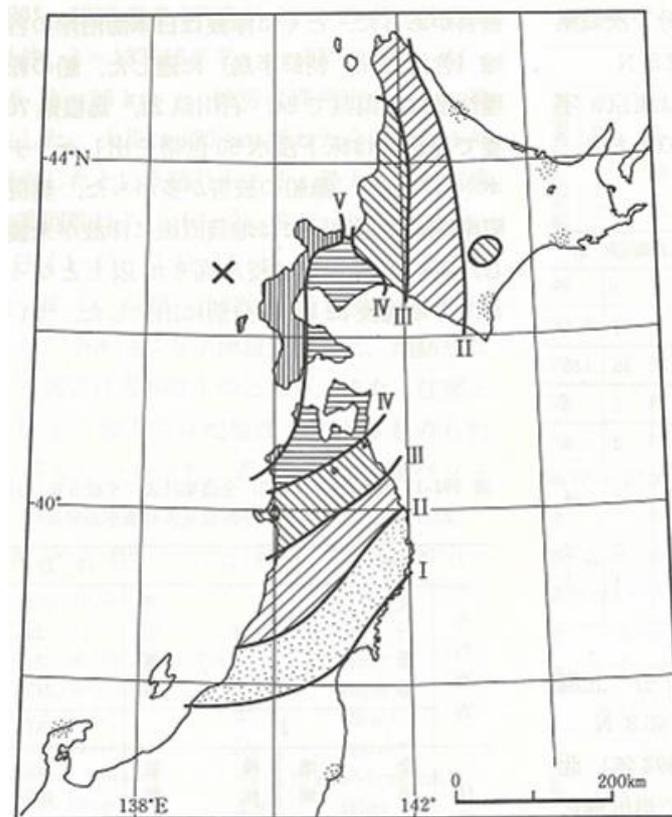


図 2-1-17 1993 年北海道南西沖の地震の震央位置と震度分布

宇佐美龍夫「新編日本被害地震総覧」東京大学出版会より

2. 活断層

2.1 日本の活断層

日本列島の断面を見ると、大陸側のプレートの下に太平洋プレートが沈み込んでいる構造のため、日本列島には常に大きな力が加わっており、これによって生じた歪みが断層である。特に内陸部の地表面に近い範囲にある活断層の多くは、数万～数千年単位で活動を繰り返すと言われている。

現在確認されている活断層の数は全国で 2000 箇所を超えると言われるが、その中で地震調査委員会が調査対象とした主要 98 断層の分布を図 2-2-1 に、名称一覧を表 2-2-1 に示す。

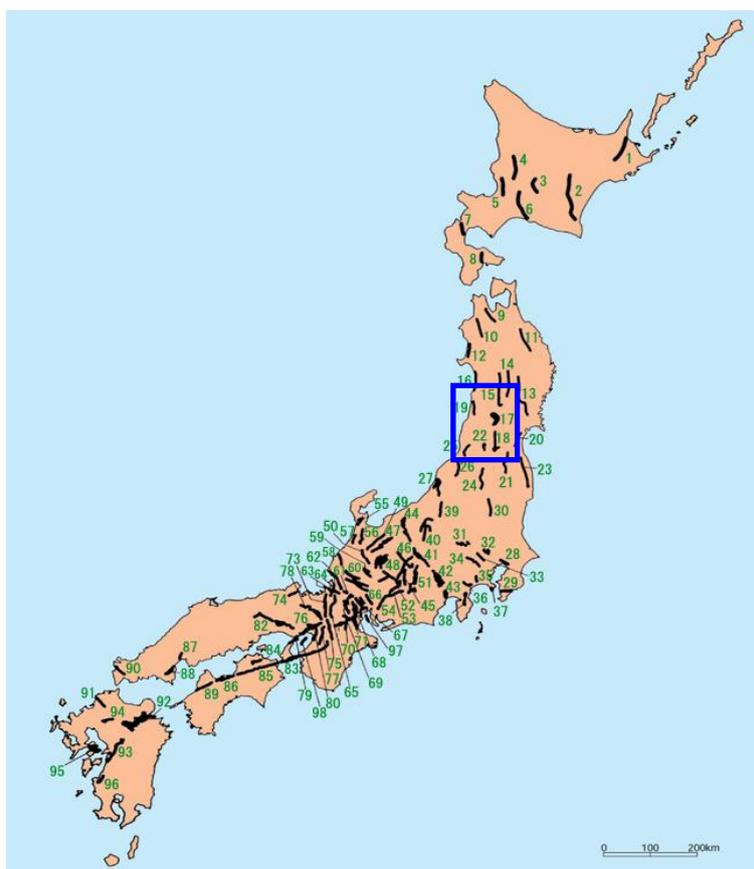


図 2-2-1 日本列島の活断層の分布
(地震調査委員会 (1999) から引用)
(補足)

黒線：活断層

青枠：図 2-2-2 の範囲の概略

山形県に関連した活断層

17：新庄盆地断層帯

18：山形盆地断層帯

19：庄内平野東縁断層帯

22：長井盆地西縁断層帯

表 2-2-1 主要 98 断層名称一覧

1	標津断層帯	34	立川断層帯	67	養老－桑名－四日市断層帯
2	十勝平野断層帯	35	伊勢原断層	68	鈴鹿東縁断層帯
3	富良野断層帯	36	神縄・国府津－松田断層帯	69	鈴鹿西縁断層帯
4	増毛山地東縁断層帯・ 沼田－砂川付近の断層帯	37	三浦半島断層群	70	頓宮断層
5	当別断層	38	北伊豆断層帯	71	布引山地東縁断層帯
6	石狩低地東縁断層帯	39	十日町断層帯	72	木津川断層帯
7	黒松内低地断層帯	40	信濃川断層帯 (長野盆地西縁断層帯)	73	三方・花折断層帯
8	函館平野西縁断層帯	41	糸魚川－静岡構造線断層帯(中部)	74	山田断層帯
9	青森湾西岸断層帯	42	糸魚川－静岡構造線断層帯(南部)	75	京都盆地－奈良盆地断層帯
10	津軽山地西縁断層帯	43	富士川河口断層帯	76	有馬－高槻断層帯
11	折爪断層	44	糸魚川－静岡構造線断層帯(北部)	77	生駒断層帯
12	能代断層帯	45	木曾山脈西縁断層帯	78	三峠・京都西山断層帯
13	北上低地西縁断層帯	46	境峠・神谷断層帯	79	六甲・淡路島断層帯
14	雫石盆地西縁－ 真昼山地東縁断層帯	47	跡津川断層帯	80	上町断層帯
15	横手盆地東縁断層帯	48	高山・大原断層帯	81	中央構造線断層帯 (和泉山脈南縁－金剛山地東縁)
16	北由利断層	49	牛首断層帯	82	山崎断層帯
17	新庄盆地断層帯	50	庄川断層帯	83	中央構造線断層帯(淡路島南部)
18	山形盆地断層帯	51	伊那谷断層帯	84	長尾断層帯
19	庄内平野東縁断層帯	52	阿寺断層帯	85	中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁)
20	長町－利府線断層帯	53	屏風山・恵那山断層帯	86	中央構造線断層帯(石鎚山脈北縁)
21	福島盆地西縁断層帯	54	猿投山断層帯	87	五日市断層帯
22	長井盆地西縁断層帯	55	邑知瀨断層帯	88	岩国断層帯
23	双葉断層	56	砺波平野断層帯・呉羽山断層帯	89	中央構造線断層帯(愛媛北西部)
24	会津盆地西縁・東縁断層帯	57	森本・富樫断層帯	90	菊川断層帯
25	楡形山脈断層帯	58	福井平野東縁断層帯	91	西山断層帯
26	月岡断層帯	59	長良川上流断層帯	92	別府－万年山断層帯
27	長岡平野西縁断層帯	60	濃尾断層帯	93	布田川・日奈久断層帯
28	東京湾北縁断層	61	関ヶ原断層帯	94	水縄断層帯
29	鴨川低地断層帯	62	柳ヶ瀬断層帯	95	雲仙断層群
30	関谷断層	63	野坂・集福寺断層帯	96	出水断層帯
31	関東平野北西縁断層帯	64	湖北山地断層帯	97	伊勢湾断層帯
32	元荒川断層帯	65	琵琶湖西岸断層帯	98	大阪湾断層帯
33	荒川断層	66	岐阜－一宮断層帯		

(番号は図 2-2-1 に対応)

地震調査委員会資料「日本の地震防災 活断層」より

2.2 山形県の活断層

山形県でも、山形盆地断層帯、新庄盆地断層帯、長井盆地西縁断層帯及び庄内平野東縁断層帯の4つの断層帯がその調査対象となった。これら4断層帯の位置を図 2-2-2 に、概要を表 2-2-2 および表 2-2-3 に示す。図 2-2-2 より、県内の中央を北から南へ複数の断層が確認されており、盆地及び平野の端部に沿って位置していることがわかる。

表 2-2-2 長期評価による活動時期等

断層帯名	位置・長さ	最新活動時期	平均活動間隔	平均変位速度
山形盆地断層帯	大石田町～上市市 約 60km	約 6,000 年前以降	約 3,000 年	約 1～2m ／1,000 年
新庄盆地断層帯	新庄市～舟形町 約 11～23km	不明	2,000～4,000 年	約 0.5m ／1,000 年
長井盆地西縁断層帯	朝日町～米沢市 約 51km	約 2,400 年前以降	5,000～6,300 年	約 0.4～0.5m ／1,000 年
庄内平野東縁断層帯	遊佐町～旧藤島町 約 38km	約 3,000 年前以降	2,400～4,600 年	約 2～3m ／1,000 年

表 2-2-3 長期評価による地震規模・発生確率

断層帯名	地震規模	発生確率			
		今後 30 年以内	今後 50 年以内	今後 100 年以内	今後 300 年以内
山形盆地断層帯	約 7.8	ほぼ 0～7%	ほぼ 0～10%	ほぼ 0～20%	ほぼ 0～50%
新庄盆地断層帯	約 6.6～7.1	0.7～1%	1～2%	2～5%	7～10%
長井盆地西縁断層帯	約 7.7	0.02%以下	0.04%以下	0.1%以下	0.5%以下
庄内平野東縁断層帯	約 7.5	ほぼ 0～6%	ほぼ 0～10%	ほぼ 0～20%	ほぼ 0～50%

今回被害想定の対象とした断層帯は、県の南部に位置する長井盆地西縁断層帯と、県の北部に位置する庄内平野東縁断層帯である。

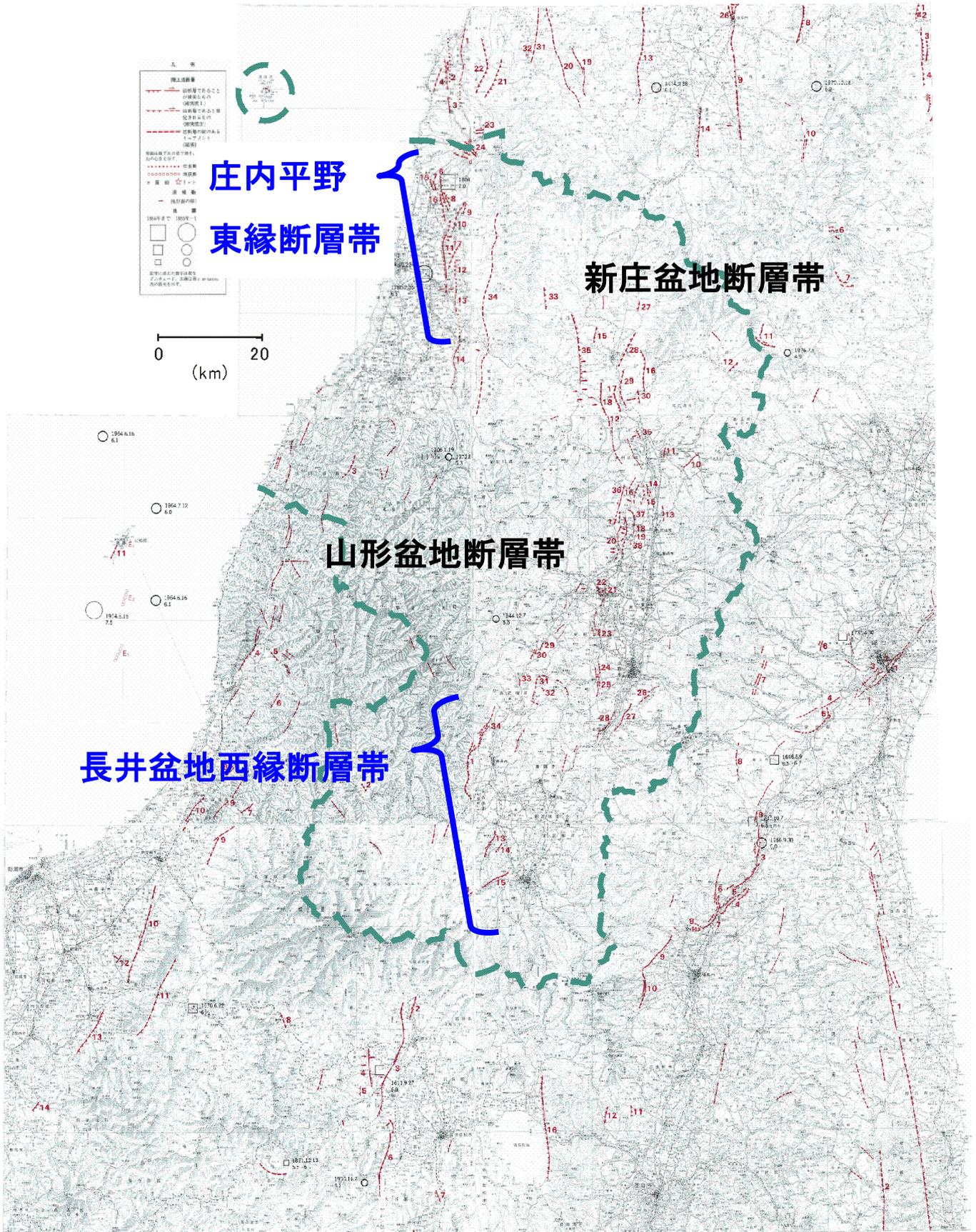


図 2-2-2 山形県内の主な断層。活断層研究会編「新編日本の活断層」に加筆。



1 : 川原沢地点 2 : 平山地点 3 : 小山地点
 ● : 断層帯の北端と南端
 断層の位置は文献3及び5に基づく。
 基図は国土地理院発行数値地図200000「仙台」「福島」「村上」「新潟」を使用。

図 2-2-3 長井盆地西縁断層帯を構成する断層とその位置
 (http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05feb_nagai/f03.htm より)



1 : 北境地点 2 : 土淵地点 3 : 朴ノ木沢地点 4 : 山崎地点
 A, B : 反射法弾性波探査測線 (A : 文献11 B : 文献12)
 ● : 断層帯の北端と南端
 断層の位置は文献1に基づく。
 基図は国土地理院発行数値地図200000「酒田」「新庄」を使用。

図 2-2-4 庄内平野東縁断層帯を構成する断層とその位置
 (http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05apr_shonai/f02.htm より)

第3編 地震動・液状化・斜面災害等

1. 想定方針	22
2. 地震動	
2.1 調査方針	23
2.2 予測方法	23
2.3 予測結果	29
3. 液状化危険度	
3.1 予測方法	38
3.2 予測結果	38
4. 斜面に関連する災害	
4.1 想定項目	41
4.2 想定手法	41
4.3 想定結果	42

1. 想定方針

1) 地震動

地震動については、起震断層を直線（折れ線）で仮定し、その断層の長さから想定地震規模（マグニチュード）を設定する。

次に、距離減衰式を用いて、地震規模と断層からの距離により基盤（S波速度約 600m/s の工学的基盤層）での地震動を推定する。なお、本検討で用いる距離減衰式は、司・翠川(1999)による減衰式を使用する。

さらに、表層地盤による地震動の増幅を考慮して、地表面での最大加速度、最大速度、震度を算出する。

2) 液状化危険度

液状化に対する危険度は、地盤分類調査（地形区分）およびボーリングデータに基づく表層地盤の特性を考慮した上で、地表面での最大速度から液状化する可能性（危険度ランク）を想定する。

3) 斜面災害等の危険度

本検討では、急傾斜地、地すべり斜面、土石流及び雪崩の危険指定箇所（区域）の各ポイントにおける地震動の強さを推定し、斜面災害の発生の危険性について評価した。

表 3-1-1 自然被害の想定内容と結果表示方法

種類	想定項目	想定内容	結果表示方法
地震動	最大加速度	最大値	メッシュ分布図、市町村毎の集計表
	最大速度	最大値	メッシュ分布図、市町村毎の集計表
	震度	震度階級	メッシュ分布図、市町村毎の集計表
液状化	液状化	発生危険度ランク	メッシュ分布図
がけ崩れ等	急傾斜地、地すべり、土石流、雪崩		ポイント表示図

2. 地震動

2.1 調査方針

想定地震について、地表面の最大加速度、最大速度及び震度を計算し、その分布図を作成する。

2.2 予測方法

地表における最大加速度および最大速度、震度を推定する作業フローを図 3-2-1 に示す。

基盤の最大加速度および最大速度の算出方法として、代表的なものに福島・田中(1991)の式、司・翠川(1999)の式がある。いずれの算出方法も既往地震の観測記録に基づく経験則であるが、中でも司・翠川(1999)の式は、1990年代の比較的新しい事例（1995年阪神・淡路大震災、1993年北海道南西沖地震等 10例）を含めて設定されており、地震規模が大きい場合や、震源からの距離が短い場合にも適合性が向上している。

本報告では、上記の経緯や適合性が高いことを踏まえて司・翠川(1999)の式を使用した。なお、このように距離減衰式を用いて地震動を推定する方法は、必要とするパラメータが地震規模（地図上における断層の位置）と断層からの距離に限られる比較的簡便な方法であり、地震動評価に広く使われている。

(1) 距離減衰式の利用

司・翠川(1999)の式およびその他の距離減衰式について式の特徴・地震動の推定方法を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 司・翠川(1999)の式を含む距離減衰式の特徴

技術的特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・既往地震の観測記録に基づく経験則である。 ・データの蓄積に乏しい震源断層近傍では精度が低下する。 ・震源断層上の全体ではなく評価地点に最も近い点からエネルギーが放出されるという仮定に基づき、安全側の設定になっている。 		
	司・翠川(1999)	福島・田中 (1991)	Shima et al.(1988)
	<ul style="list-style-type: none"> ・1990年代の地震を検討の対象に含めている。 ・震源近傍の強震記録が含まれる。 ・対象とする地震の規模がM5.8～8.3と幅広く、地殻内地震(9)、プレート境界型地震(7)、プレート内地震(5)が全て含まれており、震源深さも6～120kmと条件が多岐にわたっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1995年阪神・淡路大震災の観測値をよく再現した手法である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・建物被害データから1854年の安政東海地震の震度分布をよく再現するように作成された、「実効的な最大加速度」を算出する方法である。 ・マグニチュードM8規模の地震動にも対応する。

以下の式を用いて、震源断層からの距離減衰式を用いたメッシュ中央での基盤の地震動を算出する。なお、この式は地殻内地震の場合の水平最大加速度(AH)と水平最大速度(VH)の距離減衰式である。

$$\log AH = 0.50M_w + 0.0043H - \log(R + 0.0055 \times 10^{0.50M_w}) - 0.003R + 0.61$$

$$\log VH = 0.58M_w + 0.0038H - \log(R + 0.0028 \times 10^{0.50M_w}) - 0.002R - 1.29$$

ここで、 M_w はモーメントマグニチュード、 R は断層最短距離(km)、 H は震源深さ(km)を指す。上式の最大速度の式(VH)は岩盤地点での最大速度を評価しているが、最大加速度の式(AH)は平均的な地盤での最大加速度を評価している。従って、岩盤地点の場合は、最大加速度に変換する際は、AHを1.4で割っている。

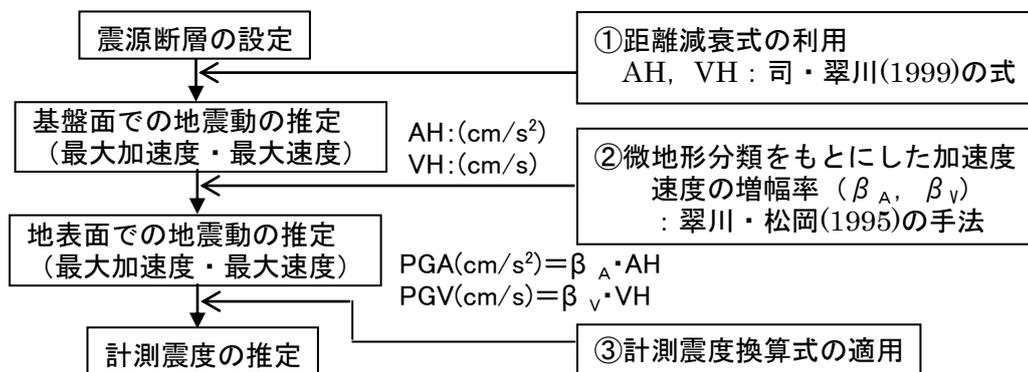


図 3-2-1 地震動の推定フロー

(2) 表層地盤の増幅率の計算（地表最大速度の計算）

(1)で求めた基準地盤最大速度に表層地盤による増幅率を乗じて、地表最大速度を計算する。ここで、速度の増幅率は、表 3-2-2 に示す地形分類によって決定した。地形分類によっては、標高で増幅率が異なるため、それらは地形図に基づき推定した。これらの推定手法は、松岡・翠川(1995)による。なお、今回使用した地形分類は、「山形県地震対策基礎調査（平成 10 年 3 月）」で分類されたものを、表 3-2-2 の 8 分類に対応するように区分した。微地形区分図を図 3-2-2 に示し、これから得られる表層地盤の増幅率を図 3-2-3 に示す。図 3-2-3 は速度に対する増幅率である。

$$(\text{地表最大速度 : PGV(cm/s)}) = (\text{基準地盤最大速度 : cm/s}) \times (\text{増幅率})$$

表 3-2-2 増幅率

地形分類	標高(m)							
	5	10	30	50	100	200	300	500
山地	1.2							
台地	2.1		1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	
扇状地	2.2		1.9	1.7	1.4	1.2		
自然堤防	2.5	2.2	1.7					
砂州	2.1							
谷底平野	2.3		2.1	2.0	1.8	1.7	1.7	1.6
三角洲・旧河道	1.9							
埋立地	2.3							

なお、「山形県地震対策基礎調査（平成 10 年 3 月）」で分類されたものを、若松他(2004)を参考に、表 3-2-3 の 8 分類にした。

(3) 計測震度への換算

震度と地表最大加速度は、以下の式から算出した。

$$(\text{震度 : 計測震度}) = 2.02 \times \log \text{PGV} + 2.4$$

$$(\text{地表最大加速度 : PGA(cm/s}^2\text{)}) = 10^{0.908} \times \text{PGV}^{1.15}$$

PGV(cm/s) : 地表最大速度

これらの値は、500m メッシュごとに算出し、分布図および市町村ごとの平均最大速度・加速度に整理した。なお、市町村毎の平均最大加速度値、最大速度値は、国勢調査数値データの存在する（居住者が存在する）メッシュにおける値の平均値とした。

表 3-2-3 微地形区分※

平成9年度、平成14年度調査の微地形区分			今回の微地形区分	
大区分	小区分	細区分	区分	
山地	山地	山頂緩斜面	山地	
		山腹緩斜面	山地	
		山麓緩斜面	山地	
		一般斜面	山地	
		急斜面	山地	
丘陵地	丘陵地	大起伏丘陵	台地	
		小起伏丘陵	台地	
台地・段丘	台地・段丘	岩石台地・段丘 砂礫台地・段丘	台地 台地	
	ローム・シラス台地	ローム・シラス台地	台地	
低地	谷底平野	谷底平野	谷底平野	
	緩扇状地	緩扇状地	扇状地	
	扇状地	扇状地	扇状地	
		沖積錐	扇状地	
	自然堤防	自然堤防(砂・礫) 自然堤防(泥)	自然堤防 自然堤防	
	後背湿地	後背湿地	三角州・旧河道	
	氾濫原	旧河道 河原 氾濫原	三角州・旧河道 三角州・旧河道 三角州・旧河道	
	河間低地	川間低地	三角州・旧河道	
	三角州	三角州性低地	三角州・旧河道	
	砂丘	砂丘	砂州	砂州
			砂丘	砂州
			砂丘末端斜面	砂州
	人工改変地	砂丘間低地	砂丘間低地	砂州
磯・浜・干潟		干潟	三角州・旧河道	
		磯・浜	三角州・旧河道	
埋立地		埋立地	埋立地	
	干拓地	埋立地		
切盛り整地	切盛り整地	埋立地		
特殊地形	地すべり・崩壊地形	地すべり地形	-	
		崩壊地形	-	
		泥流・土石流地形	-	
		川・湖沼	-	
その他	その他	その他	-	

※ 「山形県地震対策基礎調査」に準拠して分類した

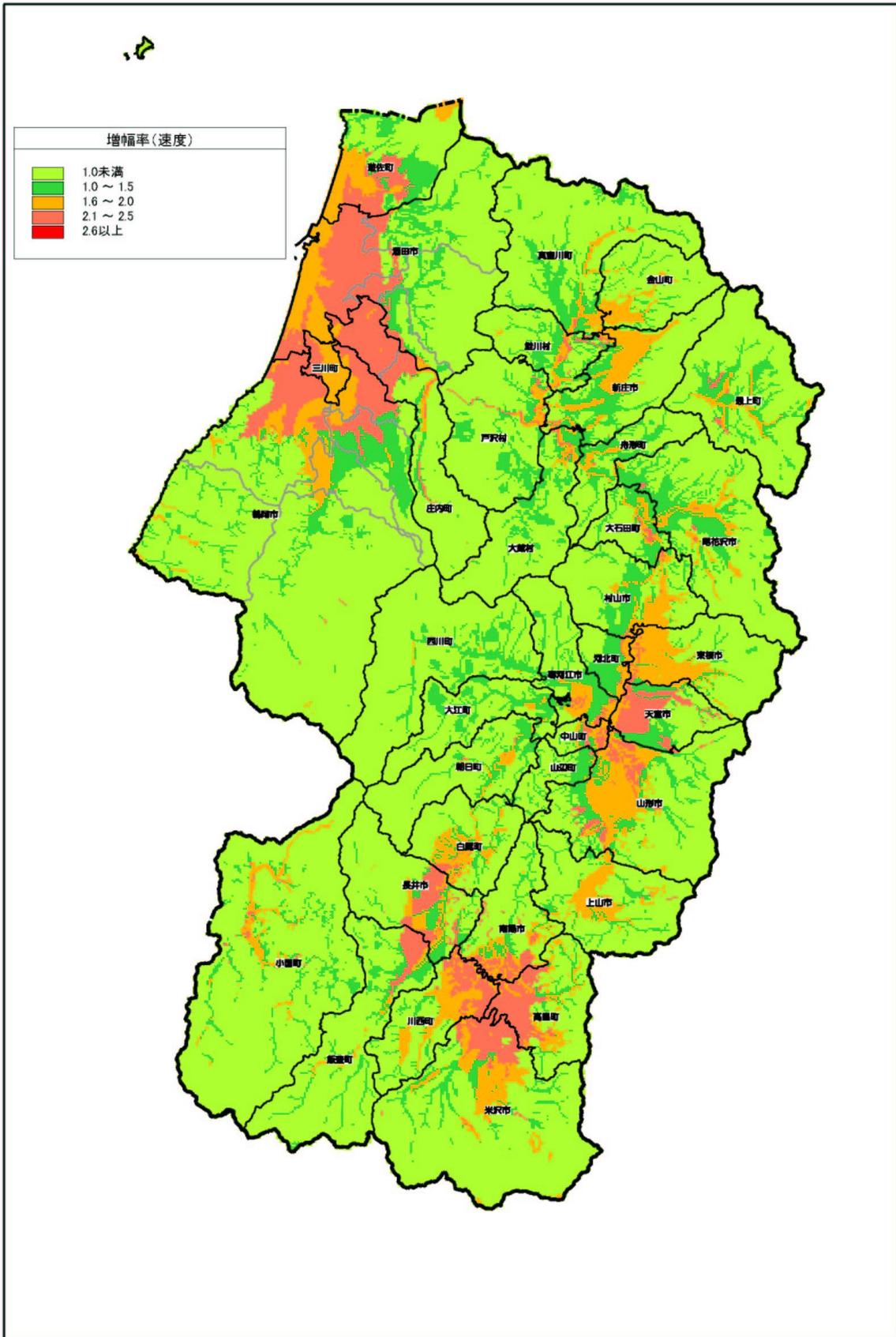


图 3-2-3 地震動増幅率

2.3 予測結果

500mメッシュごとの震度分布、最大地表加速度分布、最大地表速度分布を示す。長井盆地西縁断層帯の想定地震による結果を図 3-2-4～6 に、庄内平野東縁断層帯の想定地震による結果を図 3-2-7～9 に示す。また、市町村ごとの平均値と最大値を分布図と同様に表 3-2-5 および表 3-2-6 に示す。この平均値は、人の活動範囲と考えられるメッシュ（国勢調査結果でのメッシュ）について集計・平均を求めたものであり、一般的に地盤強固な山間部のメッシュが少ないことから、やや大きめの数値になることに留意されたい。なお、ここで示す震度は計測震度であり、通常発表される震度との対応は表 3-2-4 に示すとおりである。

表 3-2-4 震度階級と震度の対応

震度階級	7	6 強	6 弱	5 強	5 弱	4
計測震度	6.5 以上	6.0 以上	5.5 以上	5.0 以上	4.5 以上	3.5 以上
		6.5 未満	6.0 未満	5.5 未満	5.0 未満	4.5 未満

想定結果の特徴を以下に示す。

(1) 長井盆地西縁断層帯の想定地震

- ・計測震度 6.0 以上（震度 6 強以上に相当）の地域は、置賜地域や村山地域で広範囲に広がっている。
- ・計測震度 5.0 以上（震度 5 強以上に相当）の地域は、県内の広範囲に分布しているが、主に、地盤の弱い海岸沿いの地域でやや地震動が大きくなっている。
- ・山間部の谷や河川沿いの一部の地域で局部的にやや大きめの地震動になっている。

(2) 庄内平野東縁断層帯の想定地震

- ・計測震度 6.0 以上（震度 6 強以上に相当）の地域は想定震源断層近傍に分布し、主に想定断層の西側で強い地震動になっている。
- ・山間部の谷や河川沿いの一部の地域で局部的にやや大きめの地震動になっている。

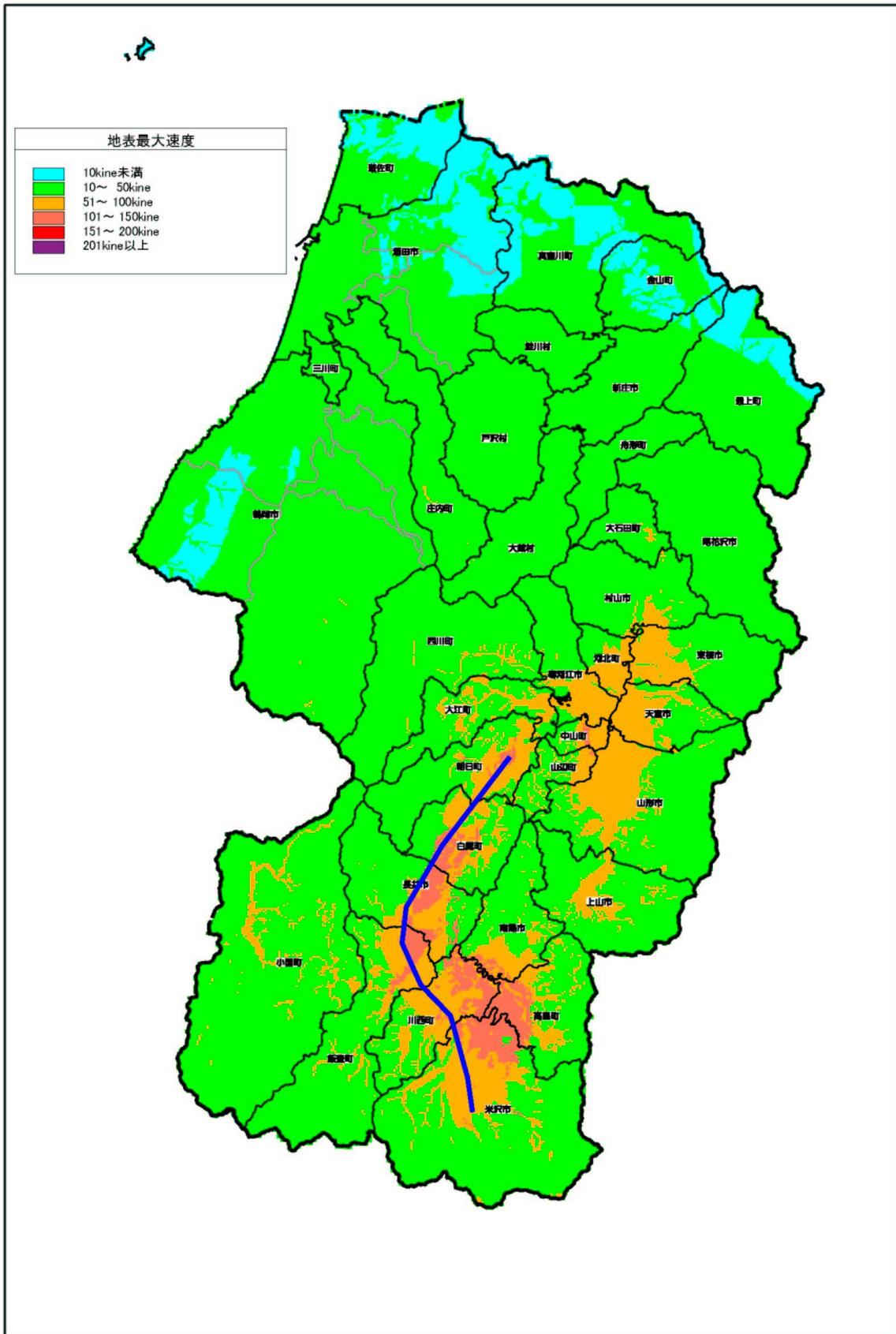


図 3-2-4 最大速度分布（長井盆地西縁断層帯）

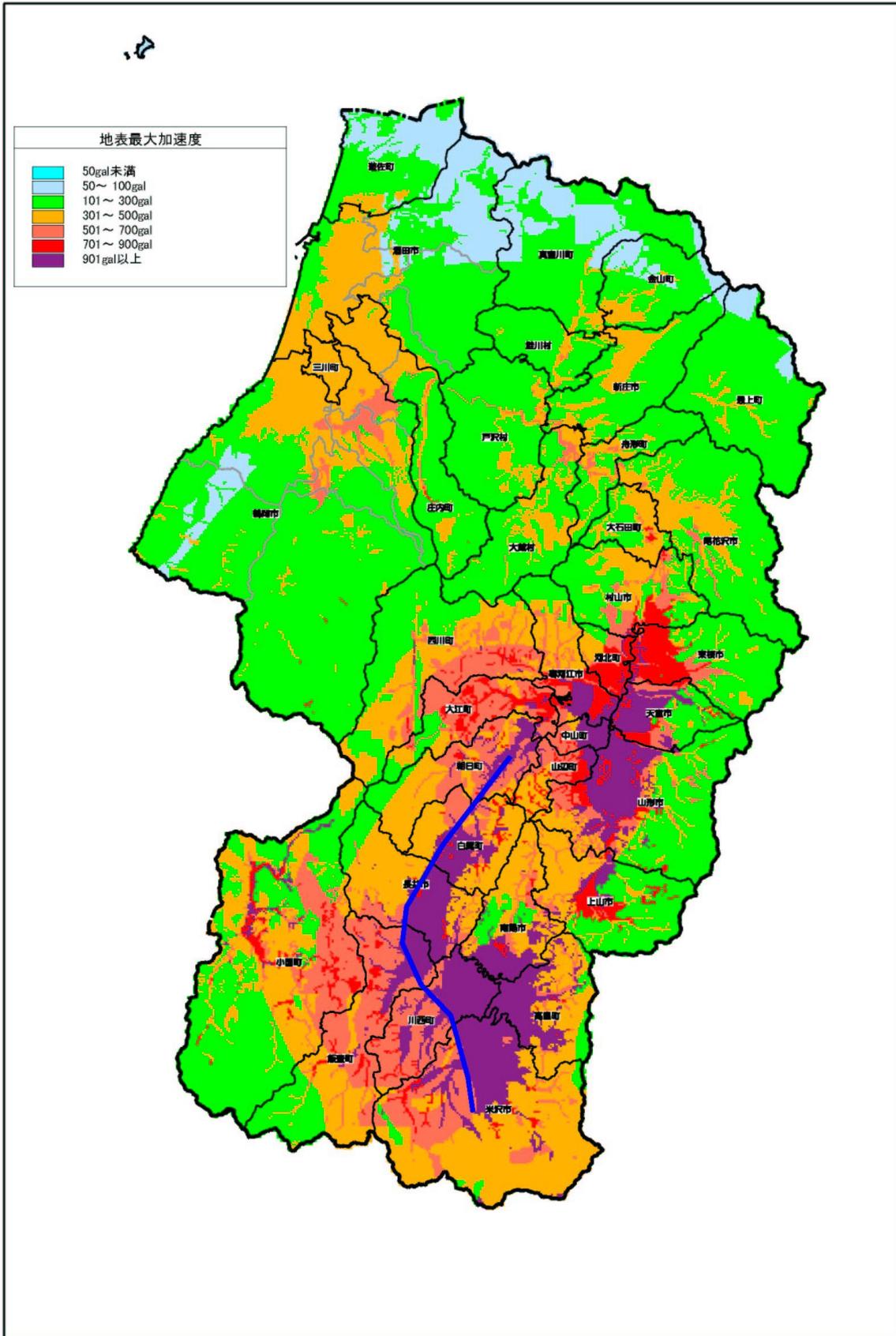


图 3-2-5 最大加速度分布（長井盆地西縁断層帯）

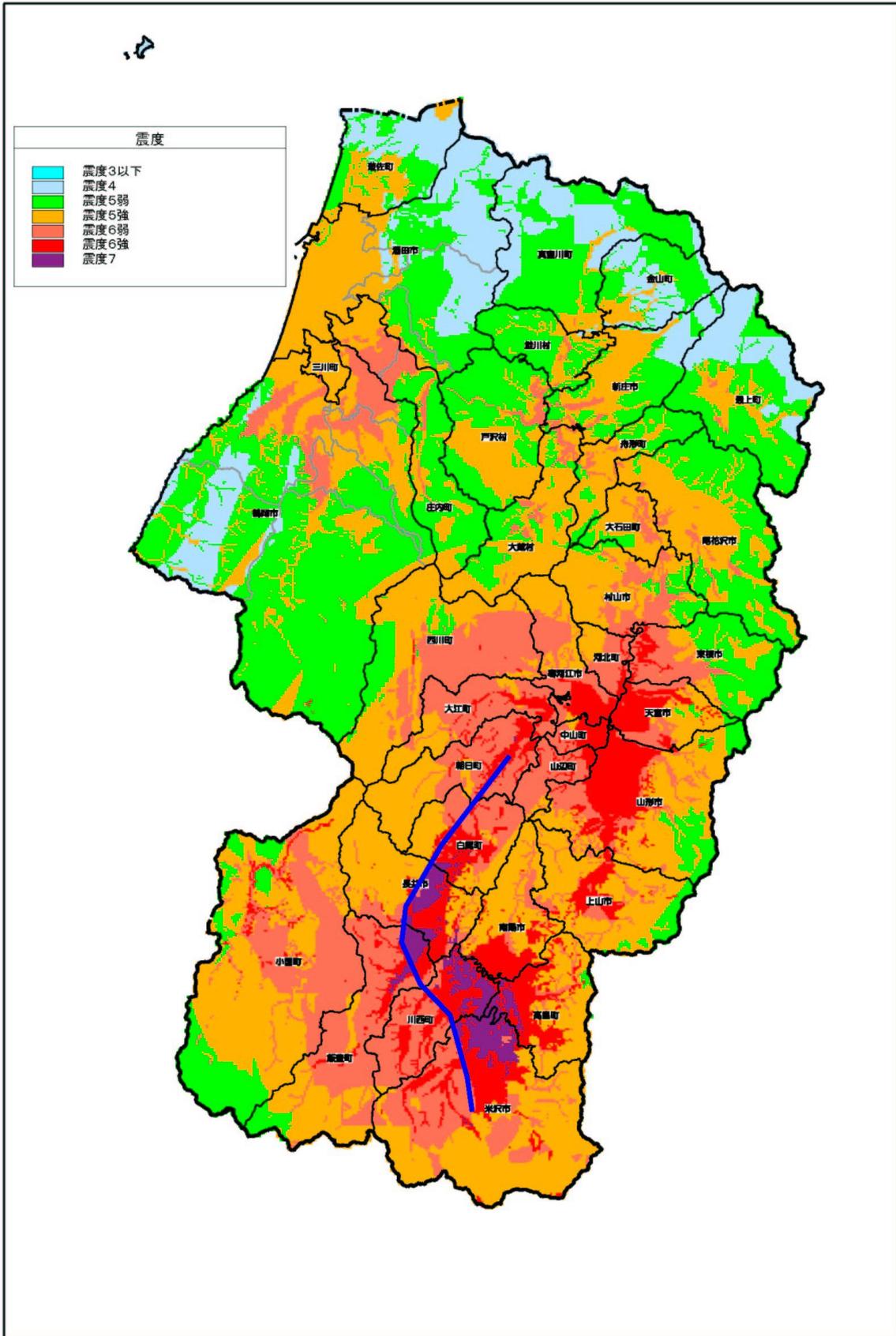


图 3-2-6 震度分布（長井盆地西縁断層帯）

表 3-2-5 地震動の想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	地表速度(cm/s)		地表加速度(cm/s ²)		計測震度	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大
山形市	57.8	99.0	800.3	1,455.8	5.9	6.4
米沢市	79.4	118.8	1,144.9	1,789.3	6.2	6.6
鶴岡市(旧鶴岡市)	29.0	39.5	366.7	514.8	5.3	5.6
酒田市(旧酒田市)	25.3	33.5	312.3	428.2	5.2	5.5
新庄市	26.1	37.9	323.9	493.6	5.2	5.6
寒河江市	62.0	97.9	861.6	1,438.0	6.0	6.4
上山市	45.9	71.3	617.6	1,004.1	5.7	6.1
村山市	39.8	61.2	524.0	847.8	5.6	6.0
長井市	85.2	116.2	1,239.2	1,745.1	6.2	6.6
天童市	61.4	88.6	854.3	1,284.0	6.0	6.3
東根市	53.8	82.9	734.0	1,191.1	5.9	6.3
尾花沢市	28.0	47.5	350.6	634.6	5.3	5.8
南陽市	65.6	103.9	927.1	1,537.5	6.0	6.5
山辺町	54.9	93.1	751.7	1,361.1	5.9	6.4
中山町	76.9	103.1	1,098.5	1,523.9	6.2	6.5
河北町	52.6	74.6	713.8	1,060.2	5.9	6.2
西川町	42.3	68.9	559.5	970.4	5.7	6.1
朝日町	66.0	106.8	928.1	1,585.6	6.0	6.5
大江町	56.5	76.3	775.1	1,084.5	5.9	6.2
大石田町	33.6	52.0	431.1	703.3	5.5	5.9
金山町	20.0	28.2	242.0	352.1	5.0	5.3
最上町	20.0	32.1	240.0	408.6	5.0	5.4
舟形町	27.1	42.4	337.6	557.7	5.3	5.7
真室川町	19.2	34.0	230.0	435.9	5.0	5.5
大蔵村	29.0	44.8	366.6	595.1	5.3	5.7
鮭川村	22.3	38.4	271.7	499.6	5.1	5.6
戸沢村	25.5	41.3	316.4	542.0	5.2	5.7
高畠町	82.4	112.8	1,194.3	1,687.9	6.2	6.6
川西町	88.1	116.3	1,282.1	1,746.9	6.3	6.6
小国町	45.5	75.0	610.5	1,064.3	5.7	6.2
白鷹町	75.7	117.0	1,087.6	1,759.6	6.1	6.6
飯豊町	81.4	116.2	1,177.6	1,745.4	6.2	6.6
庄内町(旧立川町)	30.4	39.3	386.4	512.0	5.3	5.6
庄内町(旧余目町)	33.3	37.0	425.2	479.1	5.5	5.6
鶴岡市(旧藤島町)	34.8	41.4	446.8	543.2	5.5	5.7
鶴岡市(旧羽黒町)	31.4	43.7	399.1	577.9	5.4	5.7
鶴岡市(旧櫛引町)	31.2	41.3	397.6	542.5	5.4	5.7
三川町	31.2	33.7	395.3	431.2	5.4	5.5
鶴岡市(旧朝日村)	23.0	40.5	281.1	530.5	5.1	5.7
鶴岡市(旧温海町)	16.3	29.8	191.6	375.3	4.8	5.4
遊佐町	19.4	26.0	232.2	321.5	5.0	5.3
酒田市(旧八幡町)	17.6	27.5	209.6	342.0	4.8	5.3
酒田市(旧松山町)	22.4	36.7	273.7	473.7	5.1	5.6
酒田市(旧平田町)	21.5	31.8	261.8	403.4	5.0	5.4

※平均値は、国勢調査の数値データのあるメッシュに対する平均

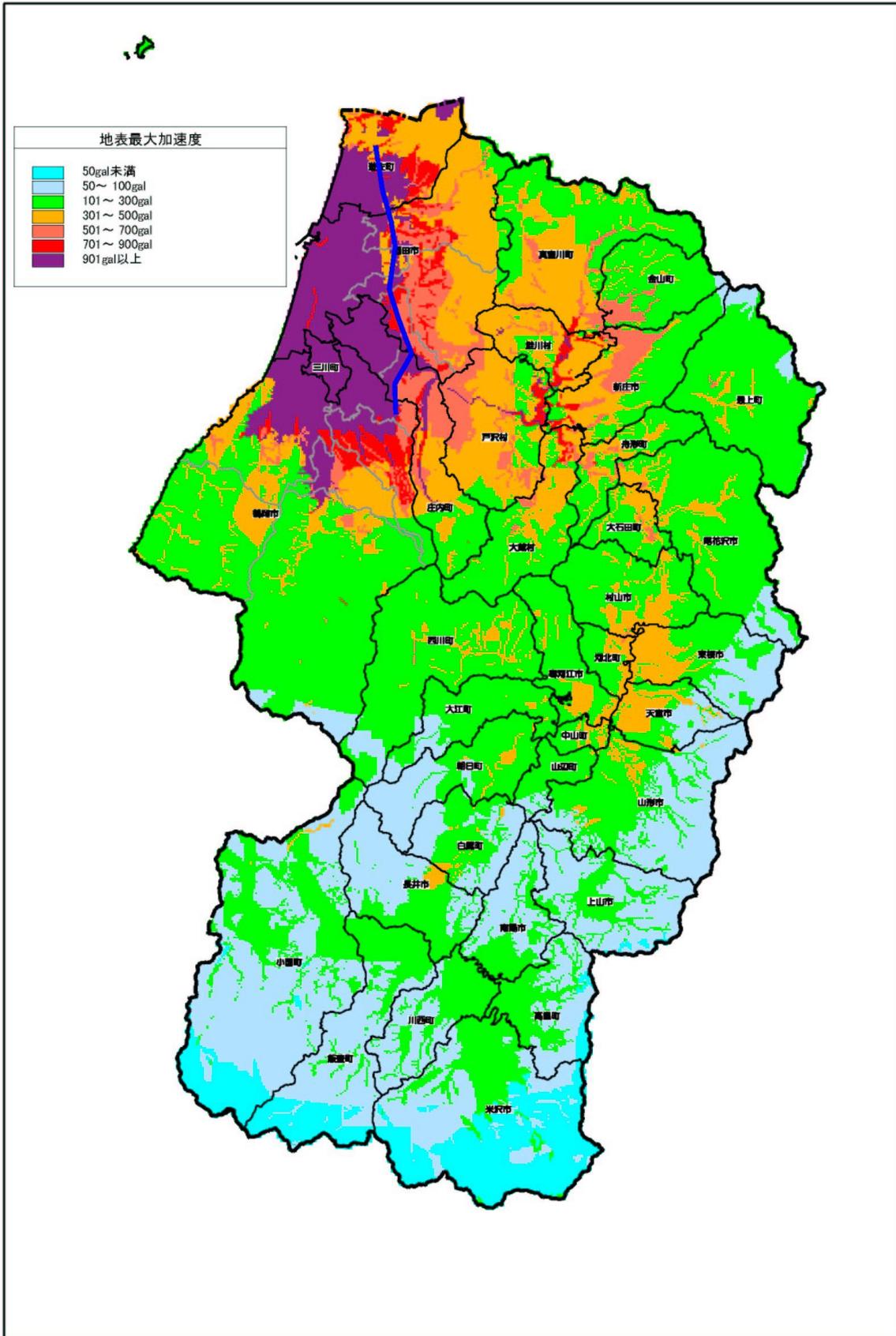


図 3-2-8 最大加速度分布（庄内平野東縁断層帯）

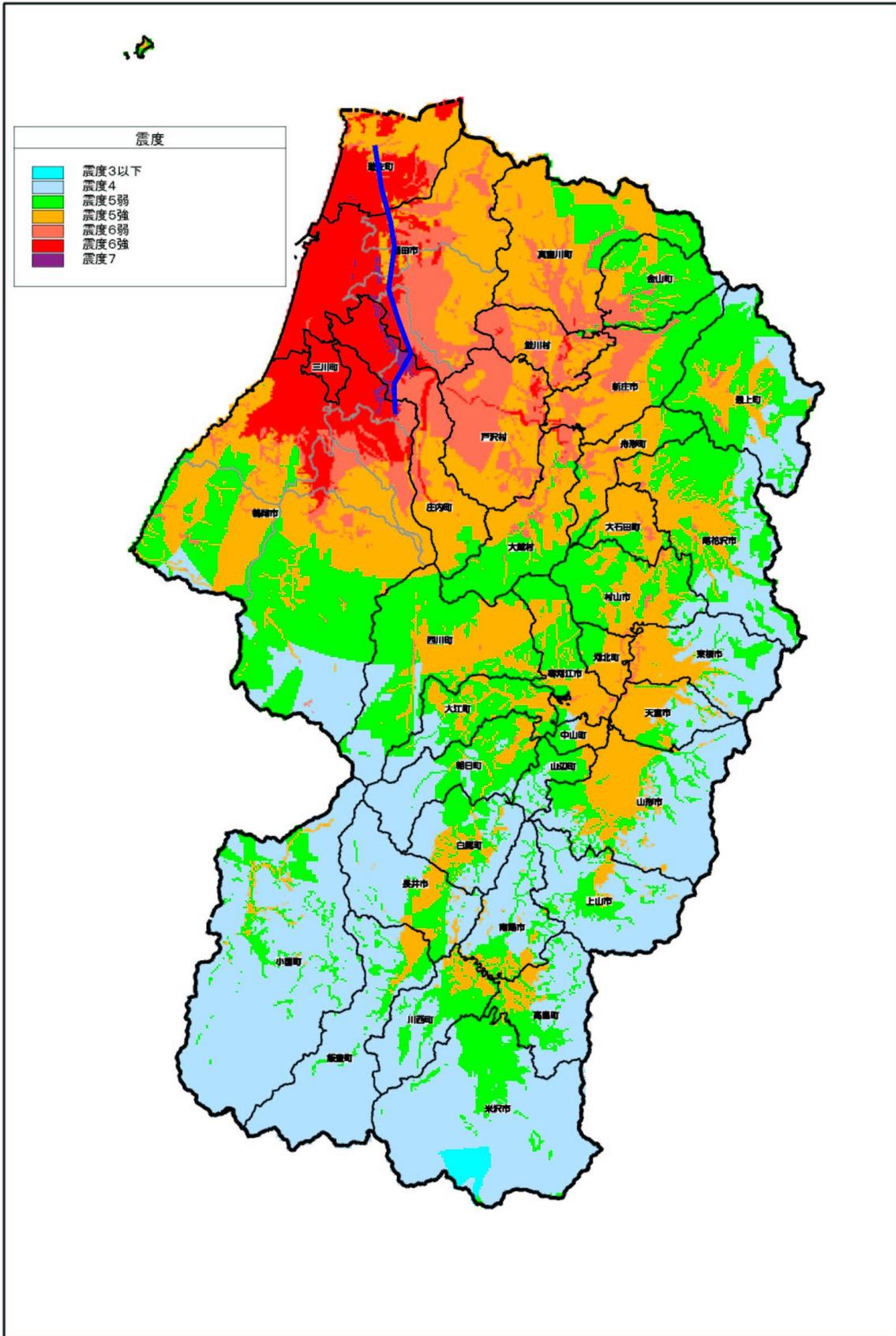


图 3-2-9 震度分布（庄内平野東縁断層帯）

表 3-2-6 地震動の想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	地表速度(cm/s)		地表加速度(cm/s ²)		計測震度	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大
山形市	18.3	32.4	217.6	412.0	4.9	5.4
米沢市	12.0	19.4	135.2	230.6	4.5	5.0
鶴岡市(旧鶴岡市)	62.3	89.4	870.5	1,297.3	6.0	6.3
酒田市(旧酒田市)	78.6	106.4	1,127.0	1,580.1	6.2	6.5
新庄市	36.7	58.8	476.2	808.2	5.5	6.0
寒河江市	23.9	35.4	292.9	455.6	5.2	5.5
上山市	13.5	21.4	155.0	258.1	4.6	5.1
村山市	23.8	34.3	292.6	439.1	5.1	5.5
長井市	17.5	25.7	207.5	317.7	4.8	5.2
天童市	24.1	34.1	296.9	436.0	5.1	5.5
東根市	25.7	35.2	318.3	452.9	5.2	5.5
尾花沢市	22.5	39.8	274.2	522.1	5.1	5.6
南陽市	14.4	21.0	166.6	252.7	4.7	5.1
山辺町	16.0	29.1	186.1	365.3	4.8	5.3
中山町	25.2	33.9	312.0	433.3	5.2	5.5
河北町	23.7	31.7	289.4	403.7	5.2	5.4
西川町	21.8	29.5	263.5	371.7	5.1	5.3
朝日町	19.0	30.4	226.4	382.9	4.9	5.4
大江町	20.3	26.5	243.8	328.6	5.0	5.3
大石田町	27.4	41.4	341.7	544.1	5.3	5.7
金山町	31.9	47.0	409.7	627.7	5.4	5.8
最上町	20.8	34.5	250.9	443.0	5.0	5.5
舟形町	30.0	47.3	379.5	631.6	5.4	5.8
真室川町	36.5	61.5	474.2	850.4	5.5	6.0
大蔵村	36.3	60.2	472.5	829.5	5.5	6.0
鮭川村	39.8	68.7	524.1	963.6	5.6	6.1
戸沢村	43.3	70.1	577.0	986.7	5.7	6.1
高島町	15.5	20.8	181.1	249.0	4.7	5.1
川西町	15.1	21.3	175.4	256.5	4.7	5.1
小国町	12.3	22.2	139.2	268.6	4.5	5.1
白鷹町	17.8	27.7	211.5	345.9	4.8	5.3
飯豊町	15.0	22.6	173.6	273.8	4.7	5.1
庄内町(旧立川町)	79.6	108.7	1,150.1	1,618.6	6.2	6.5
庄内町(旧余目町)	100.0	108.0	1,473.1	1,606.1	6.4	6.5
鶴岡市(旧藤島町)	91.9	108.1	1,340.6	1,608.2	6.4	6.5
鶴岡市(旧羽黒町)	73.4	105.9	1,043.8	1,571.7	6.1	6.5
鶴岡市(旧櫛引町)	60.8	77.1	843.2	1,097.3	6.0	6.2
三川町	80.6	90.9	1,154.0	1,322.7	6.2	6.3
鶴岡市(旧朝日村)	31.5	68.8	405.1	964.8	5.3	6.1
鶴岡市(旧温海町)	21.2	36.6	256.9	472.4	5.0	5.6
遊佐町	81.2	105.0	1,170.6	1,555.3	6.2	6.5
酒田市(旧八幡町)	67.0	103.7	949.4	1,534.7	6.0	6.5
酒田市(旧松山町)	70.7	107.8	1,001.8	1,602.8	6.1	6.5
酒田市(旧平田町)	72.0	107.0	1,025.4	1,589.0	6.1	6.5

※平均値は、国勢調査の数値データのあるメッシュに対する平均

3. 液状化危険度

3.1 予測方法

液状化発生の予測には、松岡他(1993)による地形分類と地表最大速度から算出する。これは、液状化発生をできる限り簡便に予測するためのもので、1987年千葉県東方沖地震の際、液状化危険度の分布再現結果と実際の液状化発生地点が比較的よく対応されていることが確認されている。ここでは、松岡他(1993)による手法を被害想定にあうように地形分類を読み替えて、液状化危険度を算出する。この方法は、地形地区毎に基準となる最大速度を求め、これを地表最大速度と比較することにより液状化危険度を推定するものである。

表 3-3-1 各地形区分に対応する基準最大速度

地形	基準最大速度
山地・台地・扇状地 砂州	液状化は起こらない 35cm/s
自然堤防・谷底平野・三角州	25cm/s
旧河道・埋立地	15cm/s

表 3-3-2 液状化危険度と地表最大速度の関係

液状化危険度	速度倍率
液状化危険度 A	地表最大速度が基準最大速度の 1.25 倍以上
液状化危険度 B	地表最大速度が基準最大速度の 1.00~1.25 倍
液状化危険度 C	地表最大速度が基準最大速度の 0.75~1.00 倍
液状化の危険性なし	地表最大速度が基準最大速度の 0.75 倍未満

この手法は、国土数値情報の地形分類をもとに表 3-3-1 の基準値を設定し、メッシュ毎の地震動が基準値(表 3-3-2)に対してどのレベルかで液状化の危険度を判定する。なお、ここでの液状化危険度は、およそ 40cm/s 程度の速度値で液状化危険度は B 以上となり、安全側の評価になる点に留意されたい。

3.2 予測結果

500m メッシュ毎の液状化危険度の判定結果を図 3-3-1 および図 3-3-2 に示す。いずれの想定地震の場合でも強い地震動が想定される地域に加え、平野部や大きな河川沿いの地域で危険度が高くなっている。

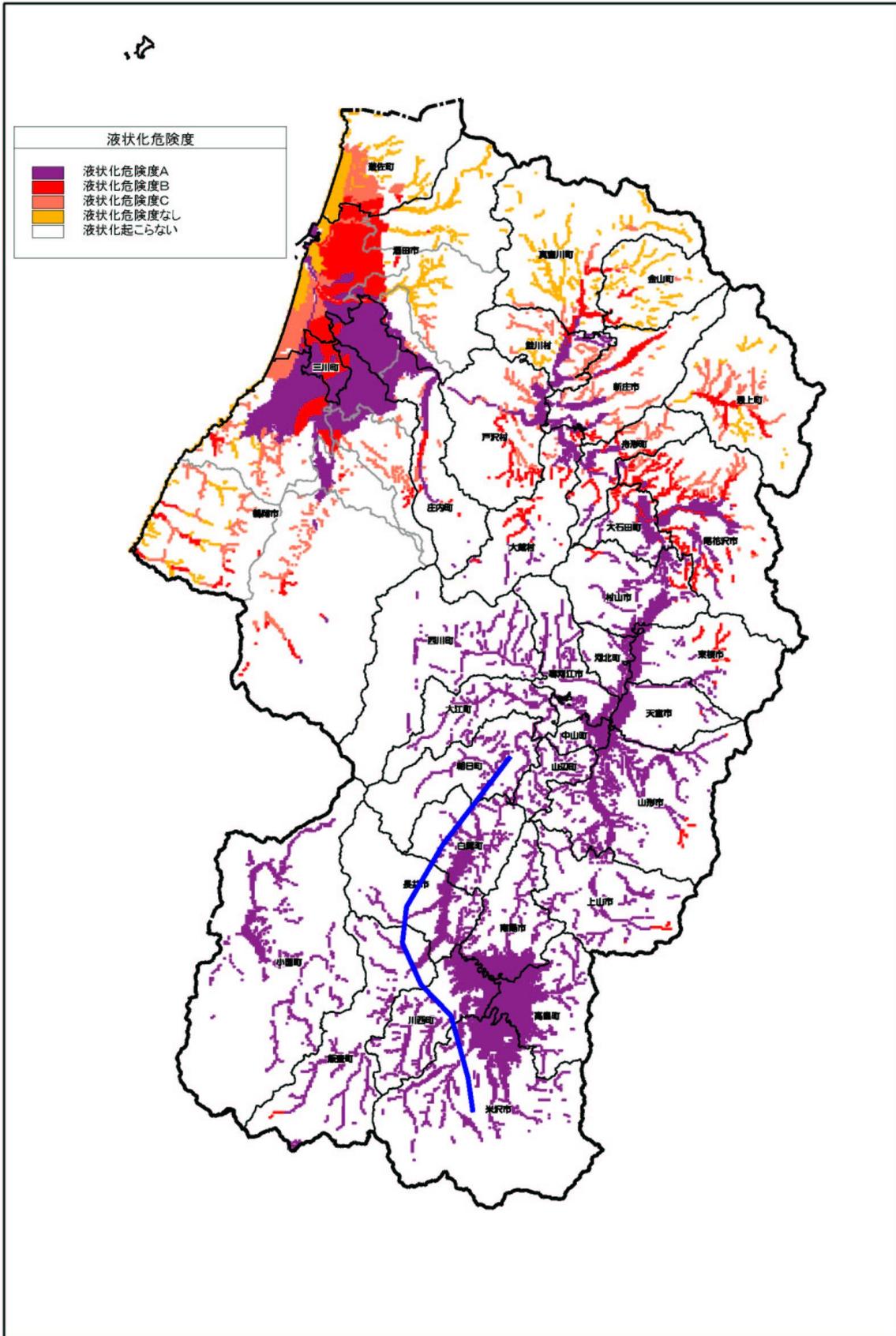


図 3-3-1 液化化危険度分布（長井盆地西縁断層帯）

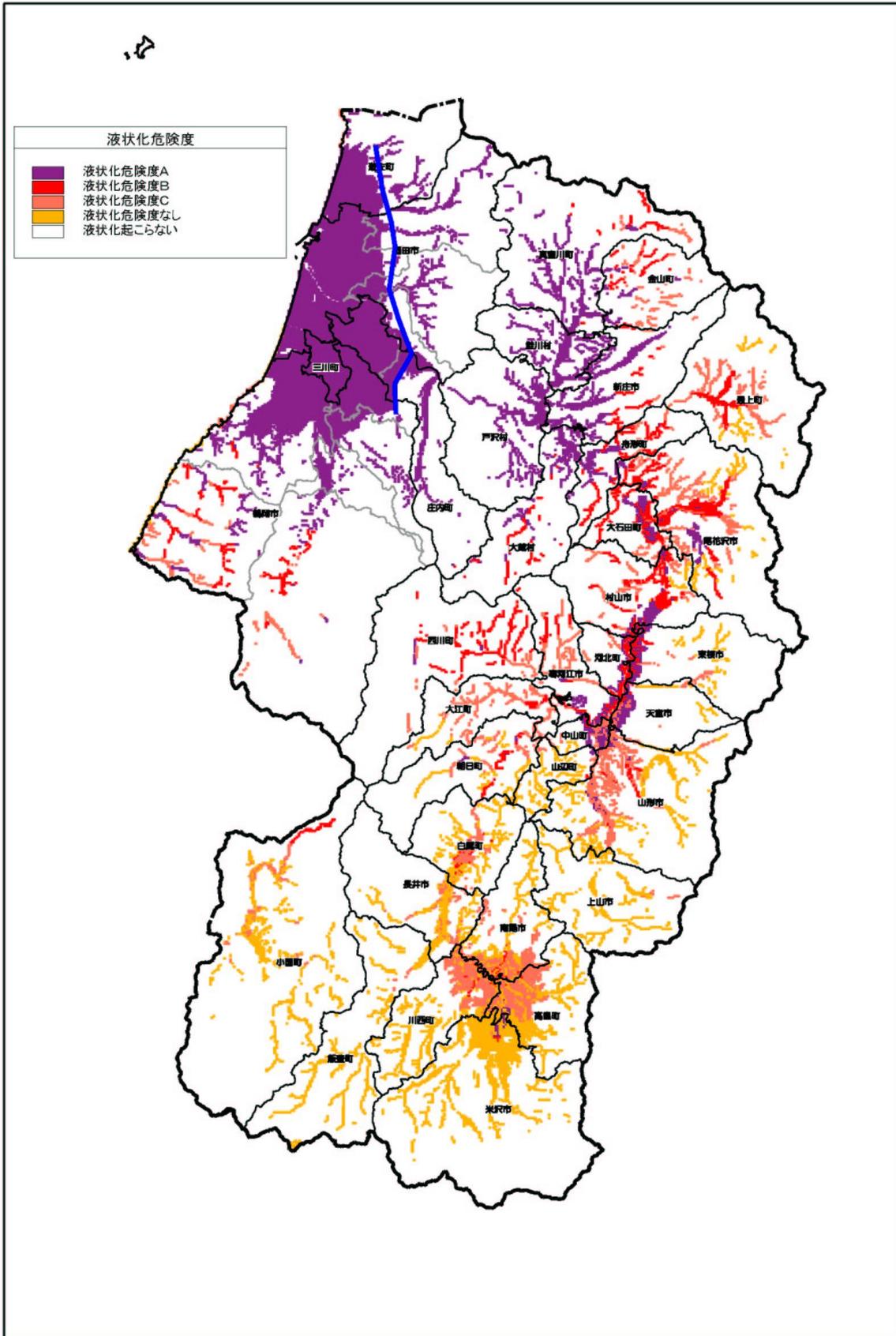


図 3-3-2 液状化危険度分布（庄内平野東縁断層帯）

4. 斜面に関連する災害

4.1 想定項目

以下の項目について、各危険箇所における想定地震での揺れの大きさを基に被害想定した。

- ・急傾斜地
- ・土石流
- ・地すべり
- ・雪崩

4.2 想定手法

阪神・淡路大震災や新潟県中越地震をはじめとする地震で多くの落石、斜面崩壊等が発生したことはよく知られているが、地震時における斜面での災害は、地震動の大きさのみならず斜面固有の特徴（斜面の形状や傾斜角、地質・土質、地下水位や地震前の降水量、さらに植生状況等）にも大きく影響を受ける。実際には、斜面一つ一つを詳細に検討することが必要であるが、すべての斜面を評価するには膨大なデータと時間を必要することから、その危険性が特に高いと考えられる土砂災害・雪崩危険指定箇所を抽出し、その揺れの大きさ（震度）を表示することにより危険度を評価した。なお、地震時における各危険箇所の災害の発生傾向について示す。

（1）急傾斜地

地震による斜面崩壊危険度に影響しうる因子として、急傾斜地での地震災害の傾向としては、つぎのような事項があると指摘されている。

- ① 凸型斜面で傾斜角が大きい程、発生しやすい。
- ② 震源近傍で多く発生する。
- ③ リニアメント、断層数が多いほど発生しやすい。

（2）土石流

地震時の土石流被害には、つぎのケースが考えられる。

- ① 流域内の斜面で崩壊した土砂が流動化し下流で氾濫する。
- ② 崩壊や亀裂により流域内で不安定となっている土砂が増大し、降雨等で土石流として流れ出す。

（3）地すべり

これまでの地震でも地すべりが発生することが度々みられたが、その主なものとして、火山性の堆積物や未固結層を含む場合や層理などが発達している岩盤傾斜で縦横断形が凸状となっているか、あるいは凸状部分の斜面を含む場合などがあげられる。ただし、大きな地震動を受けてもその作用時間が非常に短いこと、傾斜勾配が比較的ゆるやかであることから活断層運動そのものの影響を受ける箇所を除き、一般的な地すべり地は、地震による影響は小さいと考える。

（4）雪崩

雪崩は、積雪深、気温、傾斜角、傾斜面での高木の植生などが複雑に関連して発生する。また、地震により発生した土砂災害により、傾斜角がより鋭角となったり、あるいは高木の植生が失われるなど、新潟県中越地震のように地震後の雪崩への警戒も重要である。

4.3 想定結果

長井盆地西縁断層帯の想定地震での各危険箇所における揺れの大きさを図 3-4-1~4 に、庄内平野東縁断層帯の想定地震での大きさを図 3-4-5~8 に示す。想定地震の揺れの大きさは、図 3-2-6 や図 3-2-9 でも示されているが、この図により危険箇所における揺れの大きさを詳細に見ることができる。想定地震断層の近傍で揺れが大きくなることが容易に推定でき、これら危険箇所周辺では土砂災害及び雪崩の危険性が非常に高いと考えられる。また、断層から離れた箇所であっても、一部には揺れが大きい箇所があり、これら箇所は嚴重な注意が必要である。

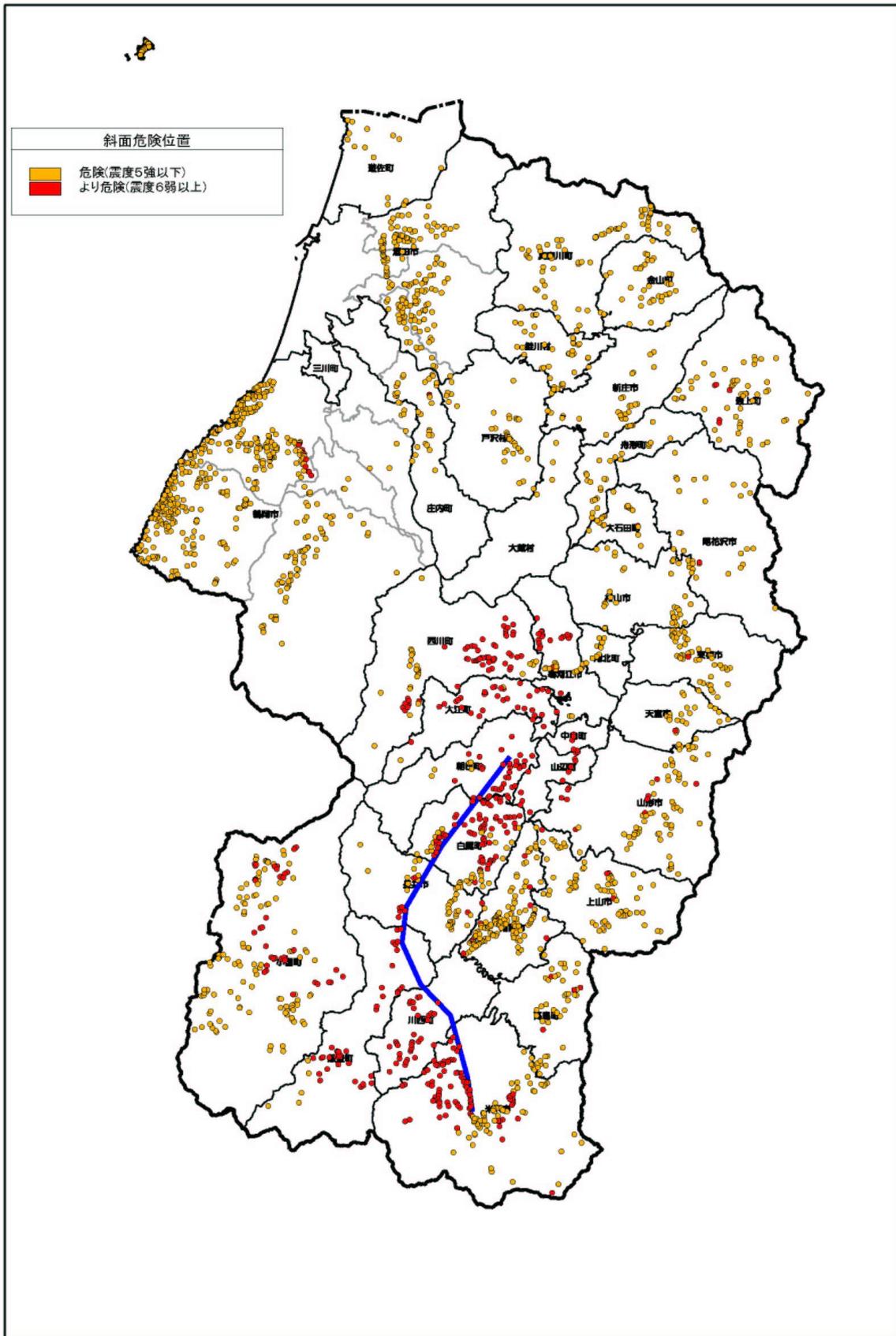


図 3-4-2 土石流危険箇所における震度（長井盆地西縁断層帯）

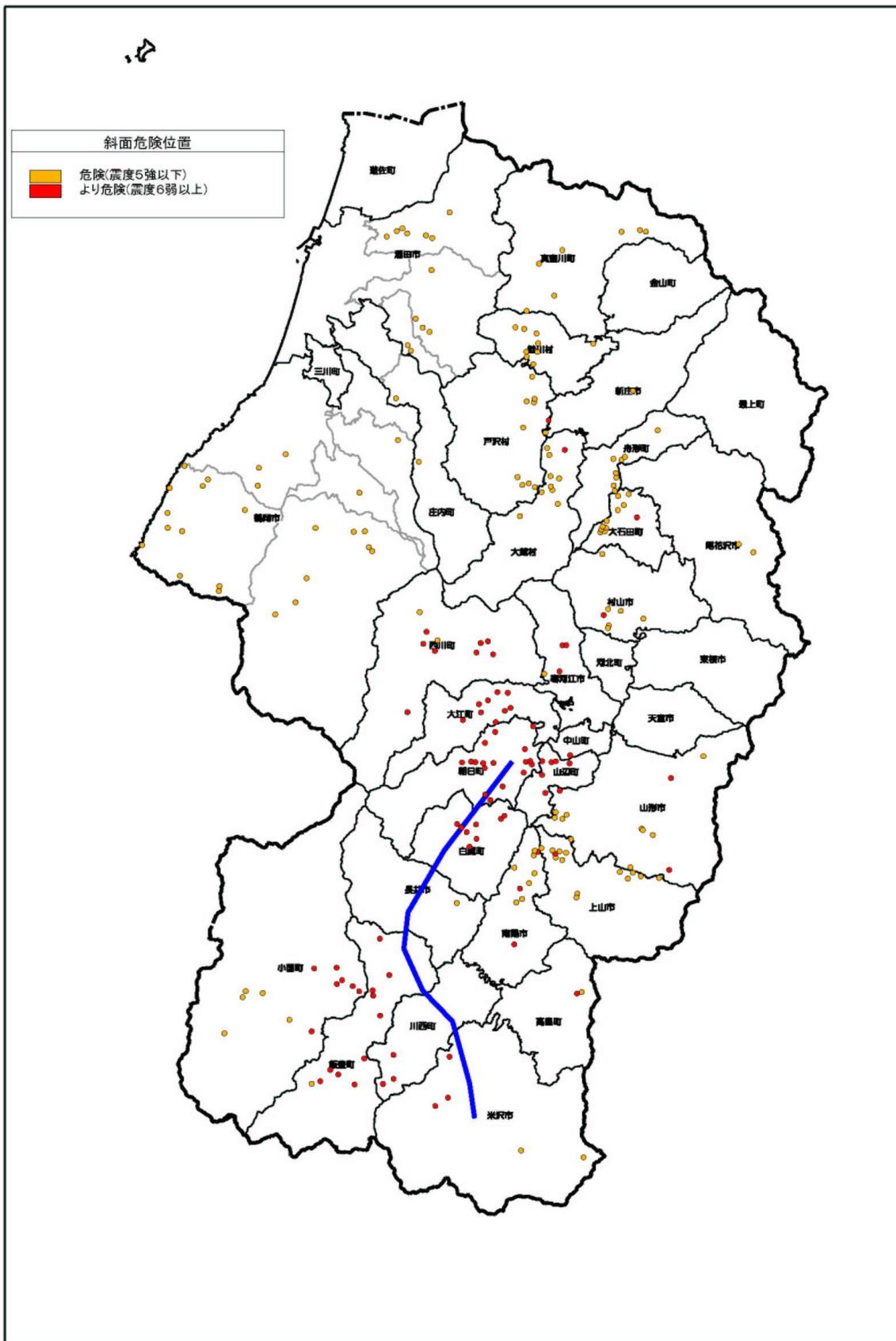


図 3-4-3 地すべり危険箇所における震度（長井盆地西縁断層帯）

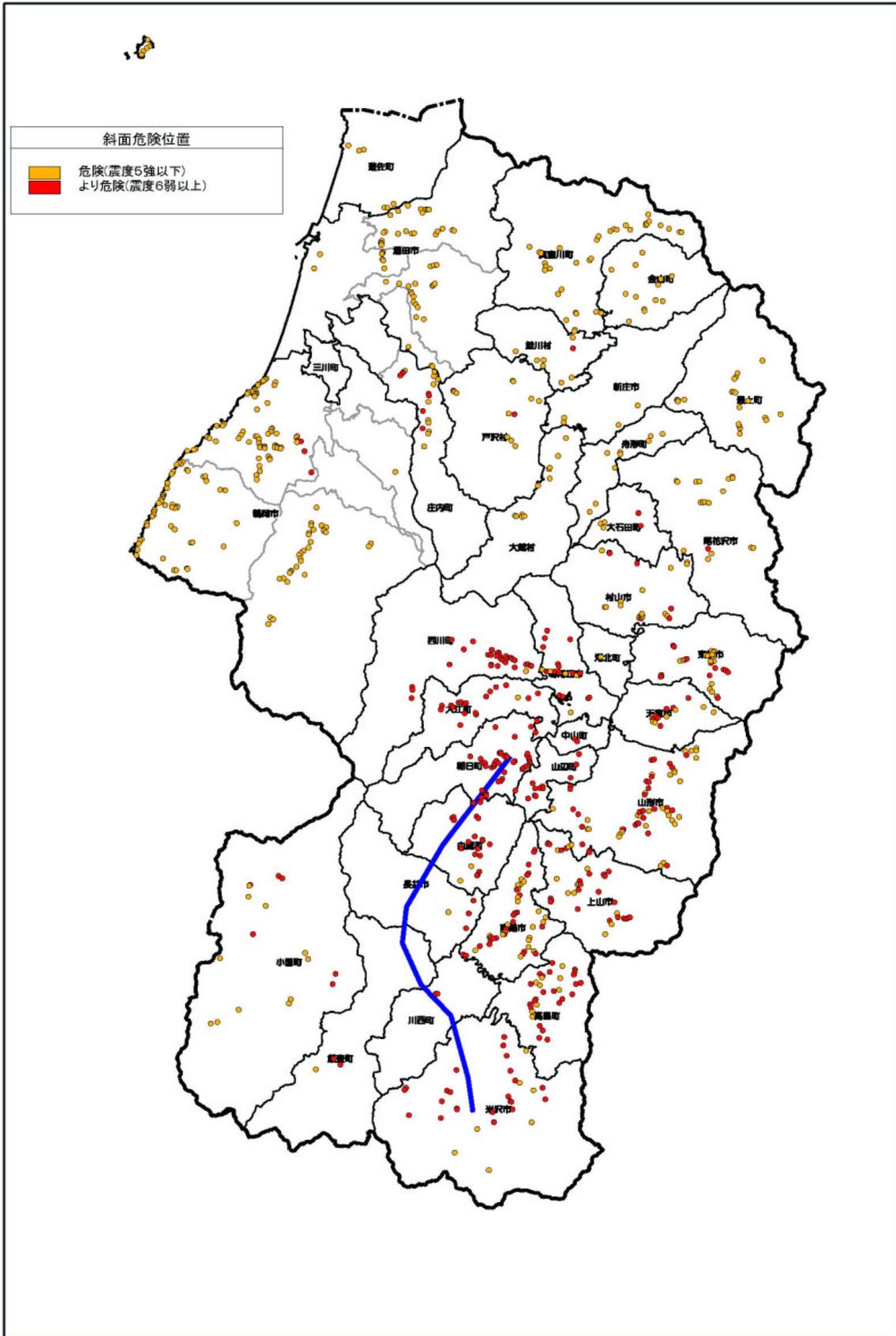


図 3-4-4 雪崩危険箇所における震度（長井盆地西縁断層帯）

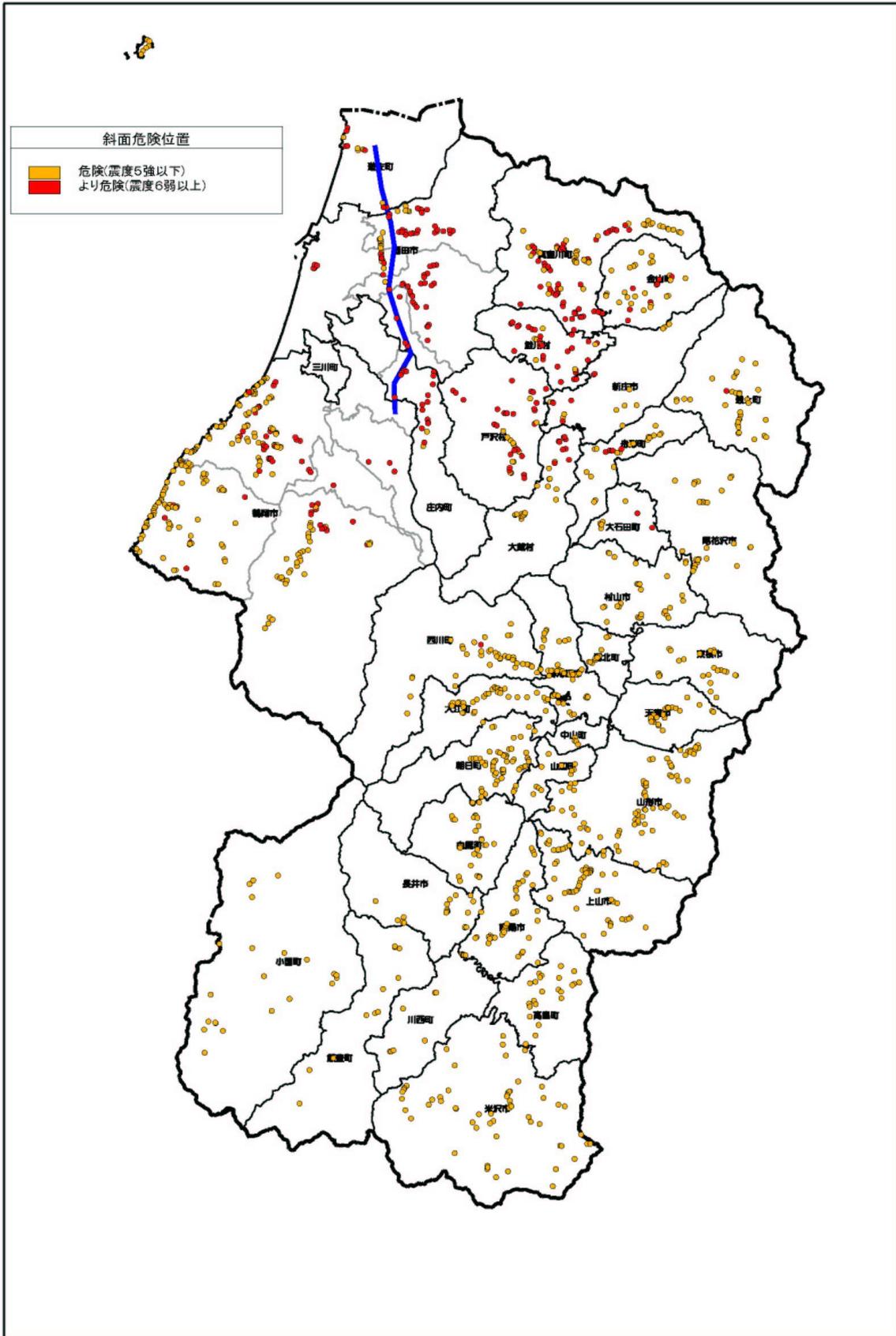


図 3-4-5 急傾斜地危険箇所における震度（庄内平野東縁断層帯）

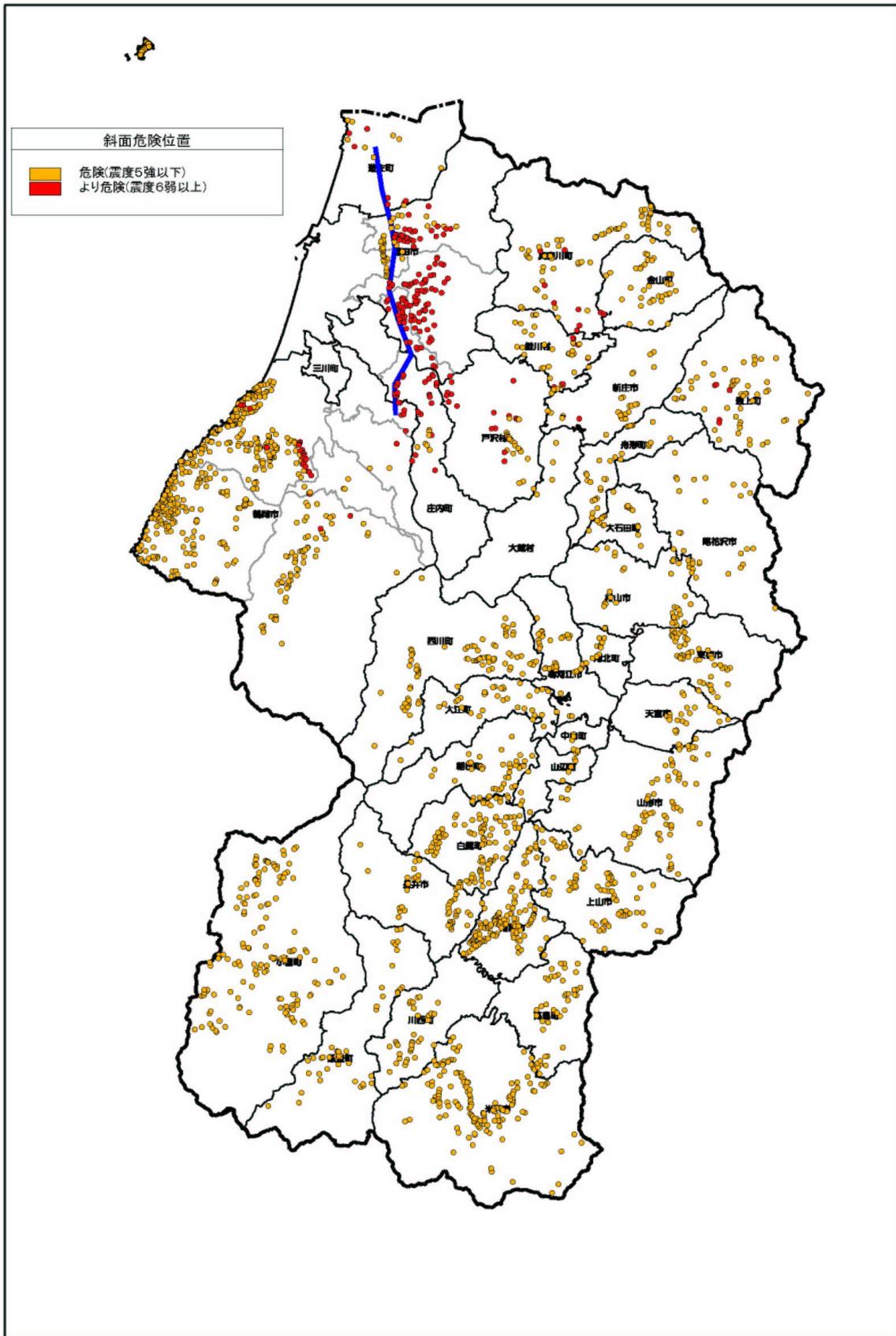


図 3-4-6 土石流危険箇所における震度（庄内平野東縁断層帯）

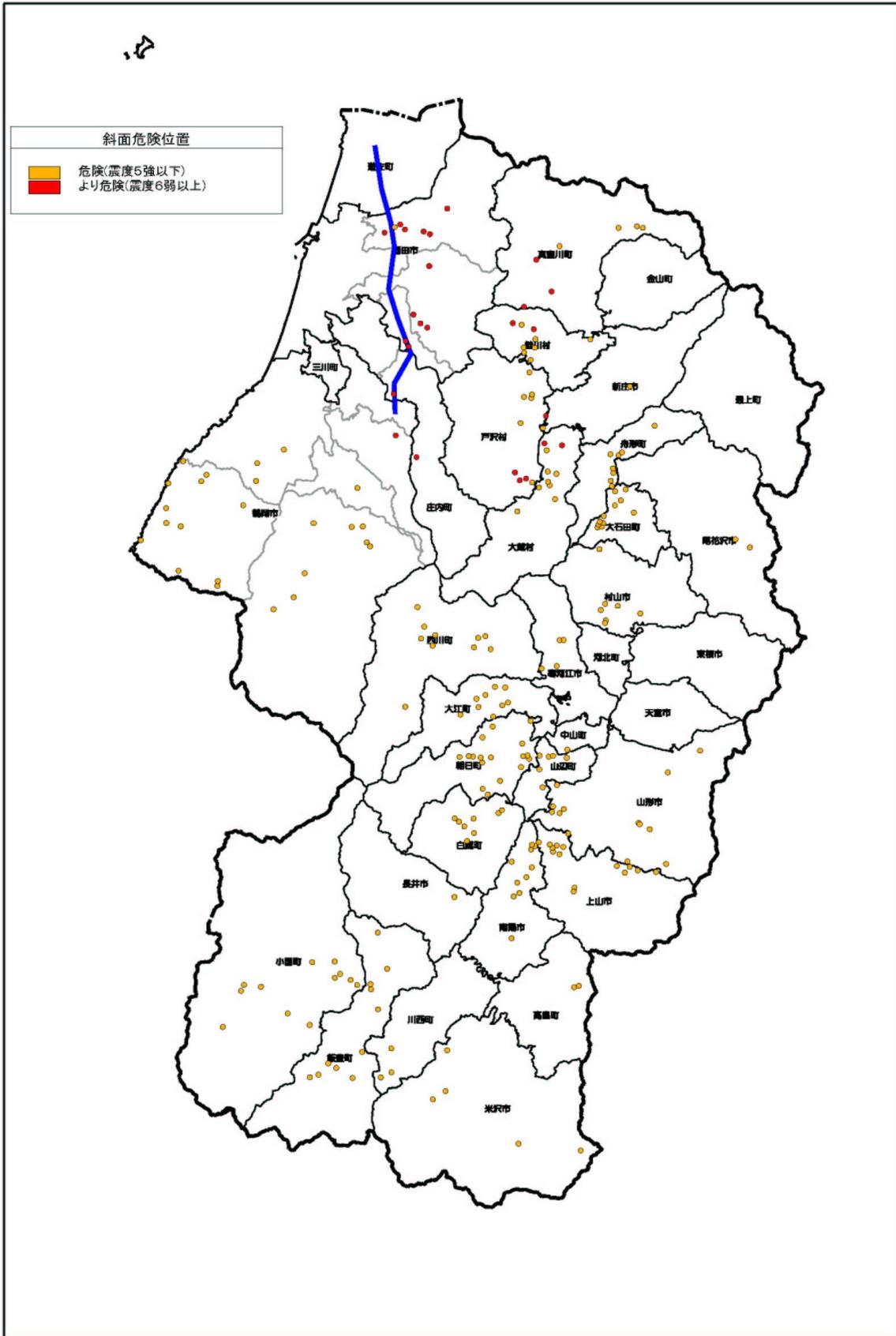


図 3-4-7 地すべり危険箇所における震度（庄内平野東縁断層帯）

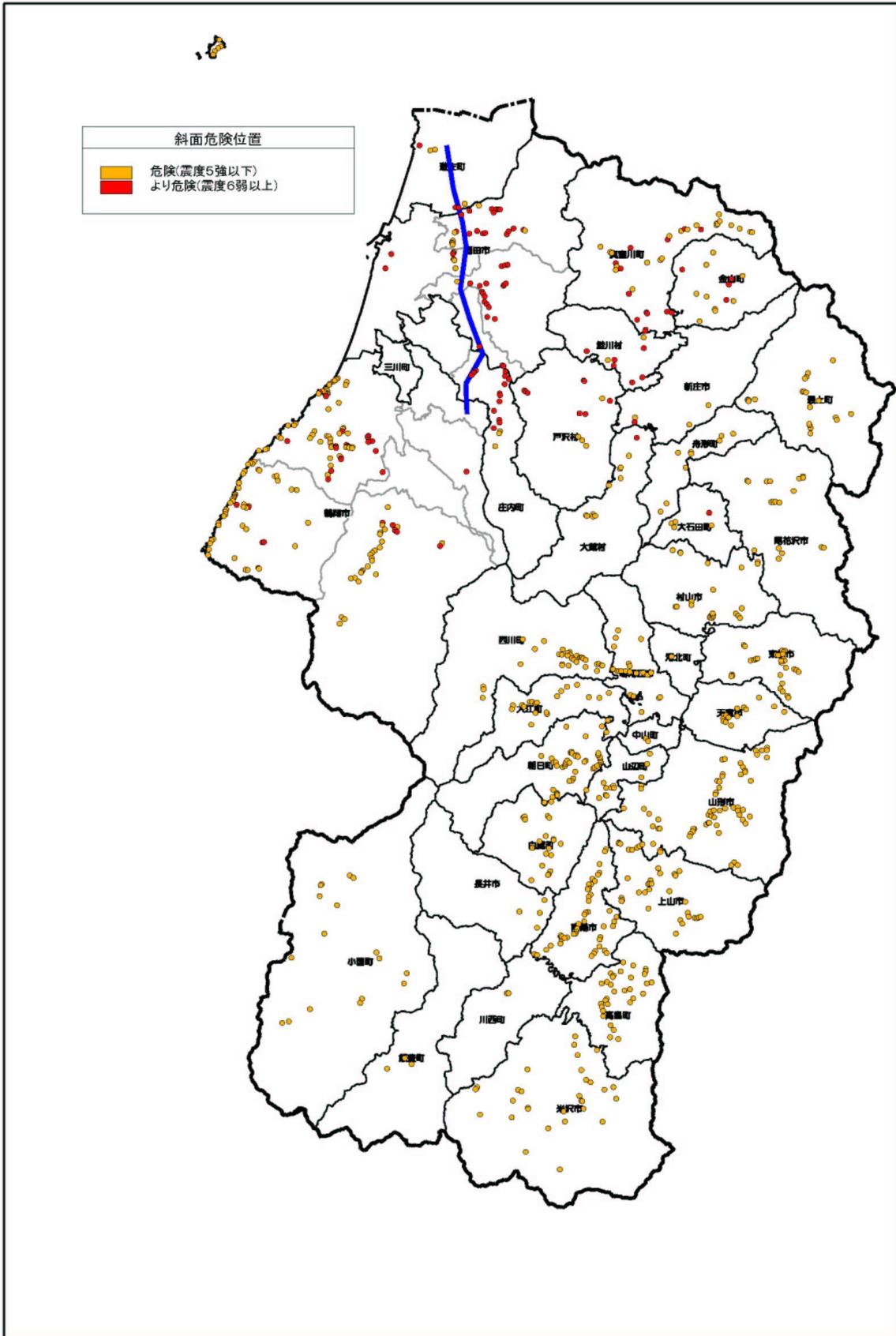


図 3-4-8 雪崩危険箇所における震度（庄内平野東縁断層帯）

第4編 物的・人的被害

1. 想定方針.....	51
2. 建物被害.....	52
3. 交通被害	
3.1 道路.....	69
3.2 鉄道.....	78
3.3 空港・港湾.....	82
4. 河川・海岸構造物等被害	
4.1 河川構造物.....	85
4.2 海岸構造物.....	85
4.3 ため池.....	86
4.4 ダム.....	86
5. 危険物施設等被害.....	88
6. 地震火災.....	90
7. ライフライン被害	
7.1 上水道.....	98
7.2 都市ガス・LPガス.....	106
7.3 下水道.....	111
7.4 電気.....	117
7.5 電話.....	124
8. 人的被害	
8.1 死傷者.....	131
8.2 避難者.....	144

1. 想定方針

(1) 建物被害

地震動および液状化による損壊について、想定マニュアルを基に想定する。その際、建物の構造、建築年次および積雪を考慮した。

(2) 交通被害

道路は、緊急輸送道路において、橋梁等の構造物の位置と斜面災害の危険箇所を基に地震時に被害を受ける可能性の程度（発生可能性評価点）を表記した。

鉄道については、運行区間ごとに地震の揺れを評価し、揺れの程度から不通率を算出した。

空港、港湾については、震度分布および液状化の状況を踏まえ機能支障が発生する危険度を定性的に評価した。

(3) 河川・海岸構造物等被害

河川、海岸、ダム、ため池による地震被害を既往の地震における災害データ等を参考にして被害想定を行った。なお、今回の想定では豪雨などにより河川の水位が高い状況は考慮していない。

(4) 危険物施設等被害

山形県内の危険物施設等の施設数を踏まえ、既往地震の災害データにより算出された被害率を用いて大規模地震発生時の被災件数を推定し、地震時の危険性を想定した。

(5) 地震火災

出火件数および延焼に伴う焼失棟数について想定マニュアルを基に想定した。出火件数は既往地震の災害データに基づく経験式を用いた。焼失棟数については初期消火を考慮した上で、阪神・淡路大震災での延焼実態に基づき想定を行った。なお、地域ごと季節ごとの風速を設定し延焼計算に反映させた。

(6) ライフライン被害

上水道、都市ガス、LPガス、下水道、電気、電話を対象とする。これらライフラインについて、既往地震の被害データに基づく経験式を用いて設備被害を想定した上で、供給支障となる需要家数を想定した。

(7) 死傷者

建物損壊および火災による死者数、建物損壊による負傷者数を想定した。建物損壊による死者と負傷者は既往地震の被害データに基づく経験式を用いた。火災による死者は阪神・淡路大震災での実態に基づき、山形県の建物密度を考慮した上で想定した。

(8) 避難者

地震直後に自宅での居住が困難になる人数を避難者（罹災者）として、建物被害の想定結果に基づき想定した。

2. 建物被害

(1) 想定手法

建物被害については地震動による損壊を既往地震の被害率等を活用し想定した。ここで、被害率の設定は、建物の構造、建築年次により設定し、これに加え、冬季における屋根の積雪による荷重を考慮した。被害の程度は、「全壊」、「半壊」の2つに分類する。木造における被害の種別を表 4-2-1 に示す。

表 4-2-1 木造建物における被害の種別

災害報告取扱要項：消防庁	
種別	被害の程度
全壊	住家が滅失したもので、具体的には、住家の損壊した部分の床面積がその住家の延床面積の 70%以上に達した程度のも、または住家の主要構造別の被害額がその住家の時価の 50%以上に達した程度のものとする。
半壊	住家の損壊が甚だしいが、補修すれば元通りに再使用できる程度のも、具体的には損壊部分はその住家の総延床面積の 20%以上 70%未満のも、または住家の主要構造部の被害額がその住家の時価 20%以上 50%未満のものとする。

a. 年代別構造別建物棟数の設定

建物の耐震性は、建築基準法によって規定され、建築基準法の改正に伴い改良されてきた（表 4-2-2 参照）。本調査では、建築基準法の施行時期を基に木造建物 3 区分（～S46、S47～S56、S57～）、非木造建物 2 区分（～S56、S57～）に分類し、それぞれの被害率を基に被害を想定した。

表 4-2-2 建築基準法の変遷

建築基準法	耐震性等の内容
昭和 25 年	建築基準法が施行され、非木造建築を中心に建築確認の対象が拡大された。
昭和 46 年	建築基準法が改正され、 ① 土台の布基礎への緊結 ② 柱の帯筋間隔の強化が図られ、また RC 造の布基礎が普及し始めた。
昭和 56 年	新耐震基準が施行され、 ① 建物の水平方向の抵抗力やねばり強さを考慮した設計法 ② 適切な壁量配置などバランスのある構造設計法が採用された。

木造、非木造建物の上記 5 区分の 500m メッシュ別建物棟数の算出は、以下の手順で行った。

- ① 固定資産概要調書の資料から平成 17 年 1 月現在の市町村ごとの木造・非木造建物棟数を抽出した。なお、「土蔵」、「付属家」は、一般住宅・農家と棟続きになっているものが多いことから、その対象から除外した。
- ② 上記建物棟数を基に国勢調査結果および長谷川・翠川(1999)の手法から 500m メッシュ単位の木造建物・非木造建物棟数を推計した。
- ③ 本調査では、県内の一部の自治体から、固定資産台帳などによる建築年代を特定する詳細な資料の提供があったことから、その資料に基づき、木造建物・非木造建物の建築年ごとの区分を

行った。これらの木造・非木造建物の各年代区分比率(%)は、表 4-2-3 の通りである。

表 4-2-3 構造別建物区分比率

構造	建築年代	建物区分率(%)
木造	昭和 46 年以前	37.7
	昭和 47 年～昭和 56 年	27.1
	昭和 57 年以降	35.2
非木造	昭和 56 年以前	49.3
	昭和 57 年以降	50.7

- ④ 前項で算出した比率を構造別建物棟数に乗じて市町村ごとの年代別構造別建物棟数を算出した。

図 4-2-1 に建物棟数のメッシュ別の分布を示す。また、表 4-2-4 に市町村ごとの木造・非木造別の建物棟数の集計表を示す。建物の分布傾向としては、盆地や平野（市街地）および谷筋などの地域に多く分布していることがわかる。

b. 木造建物の全壊棟数

a. で推定した年代別構造別建物棟数および地表最大速度からメッシュ別の木造建物全壊棟数を下式により算出した。

$$(\text{木造建物全壊棟数}) = (\text{木造建物全壊率(表 4-2-5 参照)}) \times (\text{年代別木造建物棟数})$$

なお、表 4-2-5 は、長谷川・翠川(1998)らによる木造建築物の建築年代別被害関数により作成したものである。

また、山形県は積雪が多く、積雪の少ない地域に比べ建物被害が大きくなると考えられることから、冬季の全壊率は、「山形県地震対策基礎調査(平成 10 年 3 月)」により、この値を補正した。

表 4-2-4 各市町村における建物棟数（平成 17 年 1 月現在）

市町村	平成17年固定資産概要調査(除 土蔵・付属家)		
	①木造(棟数)	②非木造(棟数)	総数
山形市	71,208	20,885	92,093
米沢市	27,902	9,769	37,671
鶴岡市(旧鶴岡市)	33,473	5,583	39,056
酒田市(旧酒田市)	32,592	5,929	38,521
新庄市	12,651	6,095	18,746
寒河江市	16,287	4,398	20,685
上山市	12,657	3,584	16,241
村山市	12,295	3,351	15,646
長井市	15,057	3,636	18,693
天童市	24,496	5,244	29,740
東根市	17,354	4,769	22,123
尾花沢市	9,071	2,523	11,594
南陽市	16,847	2,947	19,794
山辺町	6,913	958	7,871
中山町	3,589	680	4,269
河北町	8,496	1,913	10,409
西川町	3,662	542	4,204
朝日町	2,694	699	3,393
大江町	3,267	676	3,943
大石田町	3,450	990	4,440
金山町	2,077	800	2,877
最上町	4,416	1,452	5,868
舟形町	1,821	298	2,119
真室川町	4,089	683	4,772
大蔵村	1,115	357	1,472
鮭川村	1,592	511	2,103
戸沢村	1,633	446	2,079
高島町	11,704	2,725	14,429
川西町	6,126	1,452	7,578
小国町	3,899	1,517	5,416
白鷹町	8,532	1,861	10,393
飯豊町	4,216	814	5,030
庄内町(旧立川町)	2,047	328	2,375
庄内町(旧余目町)	5,590	1,181	6,771
鶴岡市(旧藤島町)	3,366	736	4,102
鶴岡市(旧羽黒町)	2,484	785	3,269
鶴岡市(旧櫛引町)	2,179	510	2,689
三川町	2,267	525	2,792
鶴岡市(旧朝日村)	1,541	356	1,897
鶴岡市(旧温海町)	3,754	799	4,553
遊佐町	10,097	1,794	11,891
酒田市(旧八幡町)	3,052	588	3,640
酒田市(旧松山町)	1,627	291	1,918
酒田市(旧平田町)	2,244	385	2,629
総計	425,429	106,365	531,794

※固定資産概要調査データより

表 4-2-5 木造建物全壊率 (%) (夏季)

最大速度(cm/s)	建築年		
	~S46	S47~S56	S57~
~10	0	0	0
~20	0	0	0
~30	0	0	0
~40	1	0	0
~50	2	1	0
~60	5	2	0
~70	8	4	1
~80	13	6	1
~90	18	9	2
~100	23	12	3
~110	28	16	4
~120	34	19	5
~130	39	23	6
~140	44	27	8
~150	49	31	9
~160	54	35	11
~170	58	39	13
~180	62	43	15
~190	66	47	17
~200	69	50	19
200~	69	50	19

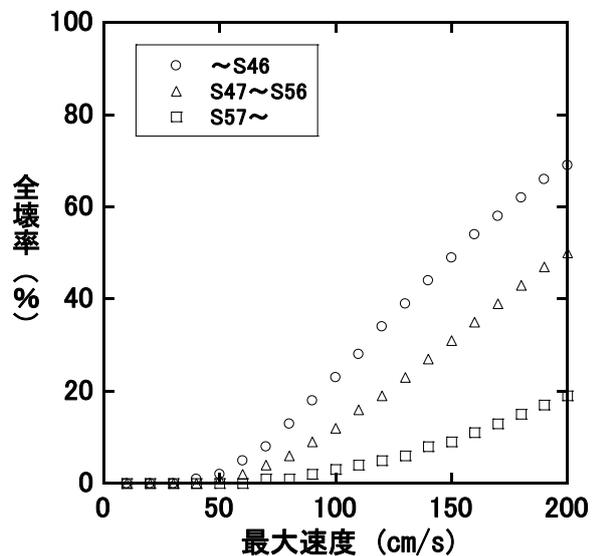


図 4-2-2 木造建物の全壊率

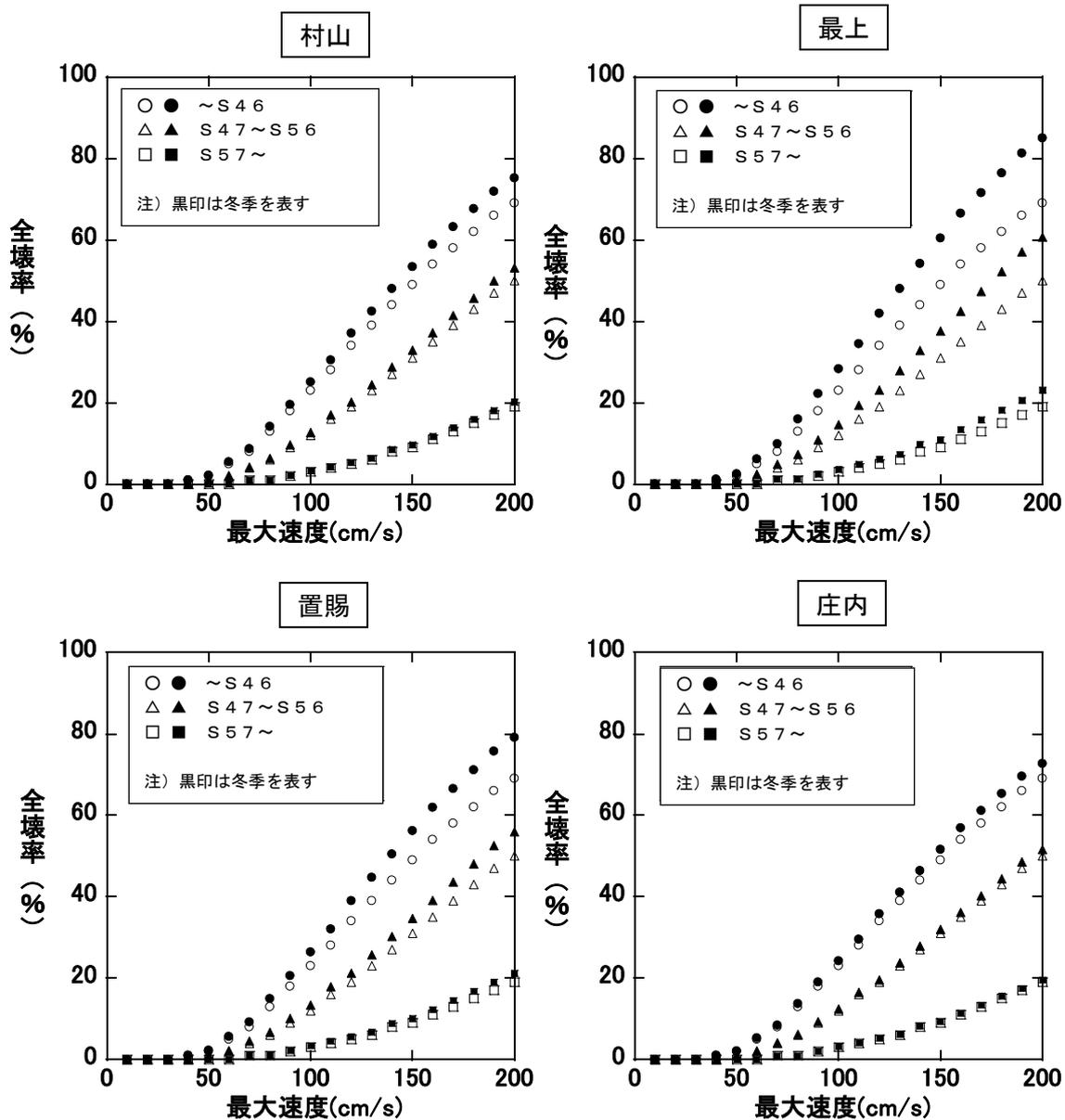


図 4-2-3 各地域の木造建物の全壊率

c. 非木造建物の全壊棟数

木造建物被害のときと同様に、年代別構造別建物棟数および地表最大速度からメッシュ別の非木造建物全壊棟数を下式により算出した。

$$(\text{非木造建物全壊棟数}) = (\text{非木造建物全壊率(表 4-2-7 参照)}) \times (\text{年代別非木造建物棟数})$$

この方法は、非木造建物の全壊率と木造建物の全壊率の比が地表最大速度の大きさに関わらず一定であると仮定して計算したものである。なお、非木造建物のうち RC 造における被害の種別を表 4-2-6 に示す。

表 4-2-6 非木造建物(RC 造)における被害の種別

日本建築学会(1980)の区分		
種 別	小区分	被害の程度
全 壊	倒壊	柱・耐力壁が倒壊し、建物全体または建物の一部が崩落に至ったもの →倒壊や復旧が困難と考えられる建物。取り壊し。
	大破	柱の剪断ひびわれ・曲げひびわれによって鉄筋が露出・座屈し耐震壁に大きな剪断ひびわれが生じて耐力に著しい低下が認められるもの →復旧のためには大修理を要すると考えられる建物。住むには危険。
半 壊	中破	柱に典型的な剪断ひびわれ・曲げひびわれ、耐力壁に剪断ひびわれが見られ、RC 二次壁・非構造体に大きな損傷が見られるもの。 →修理が必要だが、急いで修理をしなくても仮処置を施して何とか住める。

※ 非木造建物については、その耐力から積雪の影響を考慮しない。

表 4-2-7 非木造建物全壊率

最大速度(cm/s)	建築年	
	～S56	S57～
～10	0	0
～20	0	0
～30	0	0
～40	0	0
～50	0	0
～60	1	0
～70	1	0
～80	2	0
～90	3	1
～100	4	1
～110	5	2
～120	7	2
～130	8	3
～140	9	3
～150	11	4
～160	12	4
～170	13	5
～180	14	6
180～	14	8

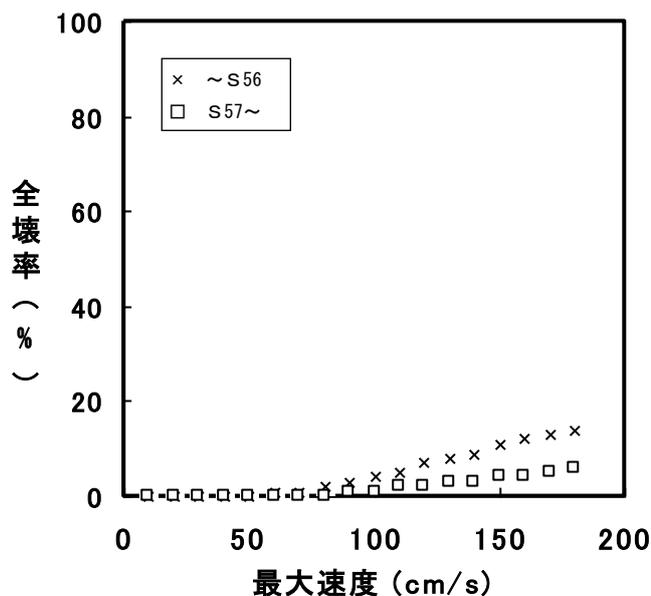


図 4-2-4 非木造建物の全壊率

d. 木造建物における半壊棟数

年代別構造別建物棟数および地表最大速度からメッシュ別の木造建物半壊以上の数を算出し、先に求めた全壊棟数を引くことにより半壊の建物棟数を求めた。

$$(\text{木造建物半壊以上棟数}) = (\text{木造建物半壊率(表 4-2-8 参照)}) \times (\text{年代別木造建物棟数})$$

$$(\text{木造建物半壊棟数}) = (\text{木造建物半壊以上棟数}) - (\text{年代別木造建物全壊棟数})$$

木造建物半壊以上の比率は、阪神・淡路大震災での各自治体による建築年代別の被害調査結果を用いた、村尾・山崎(2000)による建築年代別被害関数を参考に算出した。

なお、冬季の半壊棟数の算出には、全壊棟数の算出と同様の補正を行った。

e. 非木造建物の半壊棟数

木造建物における算出方法と同様に算出した。

$$(\text{非木造建物半壊以上棟数}) = (\text{非木造建物半壊率(表 4-2-9 参照)}) \times (\text{年代別非木造建物棟数})$$

$$(\text{非木造建物半壊棟数}) = (\text{非木造建物半壊以上棟数}) - (\text{年代別非木造建物全壊棟数})$$

表 4-2-8 木造建物半壊率 (%)

最大速度(cm/s)	建築年		
	~S46	S47~S56	S57~
~10	0	0	0
~20	0	0	0
~30	2	0	0
~40	8	1	0
~50	16	4	1
~60	26	9	2
~70	37	15	4
~80	47	22	7
~90	59	30	11
~100	69	38	15
~110	78	47	20
~120	84	56	25
~130	89	64	31
~140	92	71	36
~150	95	77	41
~160	96	82	46
~170	97	86	51
~180	98	89	56
~190	99	91	60
~200	99	93	64
200~	99	93	64

表 4-2-9 非木造建物半壊率 (%)

最大速度(cm/s)	建築年	
	~S56	S57~
~10	0	0
~20	0	0
~30	0	0
~40	1	1
~50	3	1
~60	5	1
~70	7	2
~80	10	2
~90	13	3
~100	17	4
~110	20	5
~120	24	6
~130	28	8
~140	32	9
~150	36	10
~160	40	12
~170	44	14
~180	48	15
~190	51	17
~200	54	19
200~	54	19

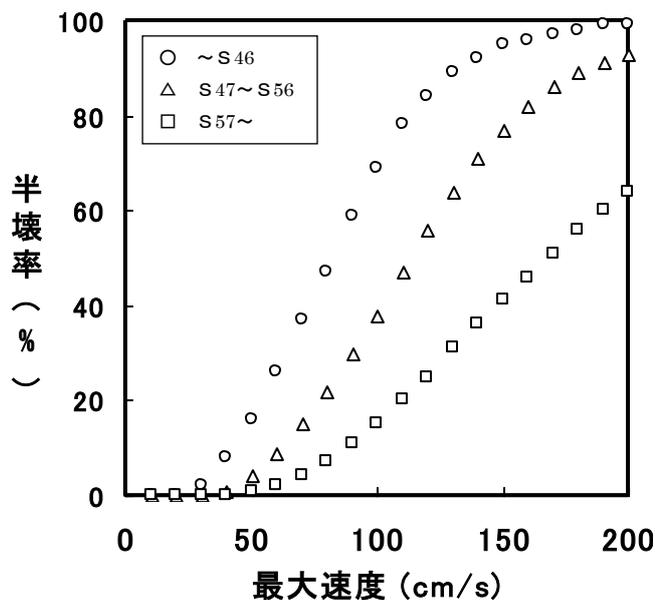


図 4-2-5 木造建物の半壊率

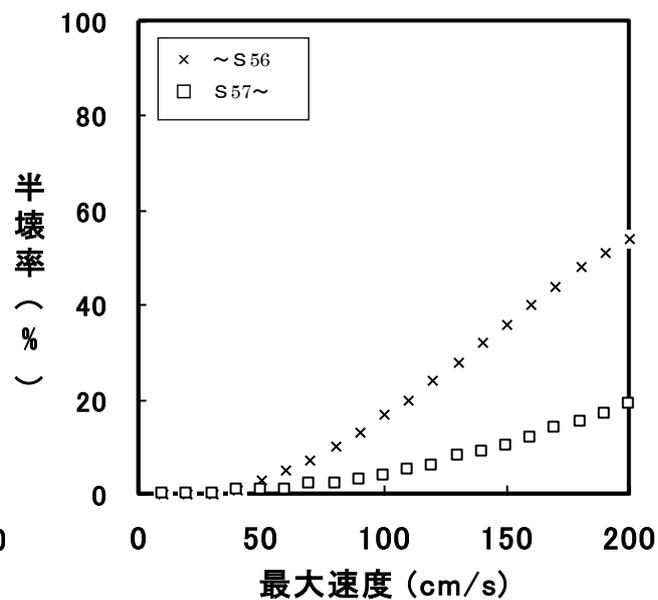


図 4-2-6 非木造建物の半壊率

(2) 想定結果

第3編で記した地震動が強い地域で、かつ建物棟数の集中する市街地で被害は集中している。震源に近い市町村での被害は甚大であると想定された。

a.長井盆地西縁断層帯（図 4-2-7～9、表 4-2-10）

全壊棟数は、夏季で約2万棟、冬季で約2万2千棟と推定された。特に、断層帯に近い長井市、飯豊町、川西町、高島町および米沢市などは、全壊率が10%を超える被害が想定される結果となった。また、半壊棟数は、夏季で約4万6千棟、冬季で約5万1千棟になると推定され、建物被害は大きなものになると考えられる。

b.庄内平野東縁断層帯（図 4-2-10～12、表 4-2-11）

全壊棟数は、夏季で約1万棟、冬季で約1万1千棟と推定された。特に、断層に近い旧立川町、旧余目町、旧藤島町および旧平田町などは、全壊率が10%を超える値になった。また、半壊棟数は、夏季で約2万2千棟、冬季で約2万4千棟になると推定された。

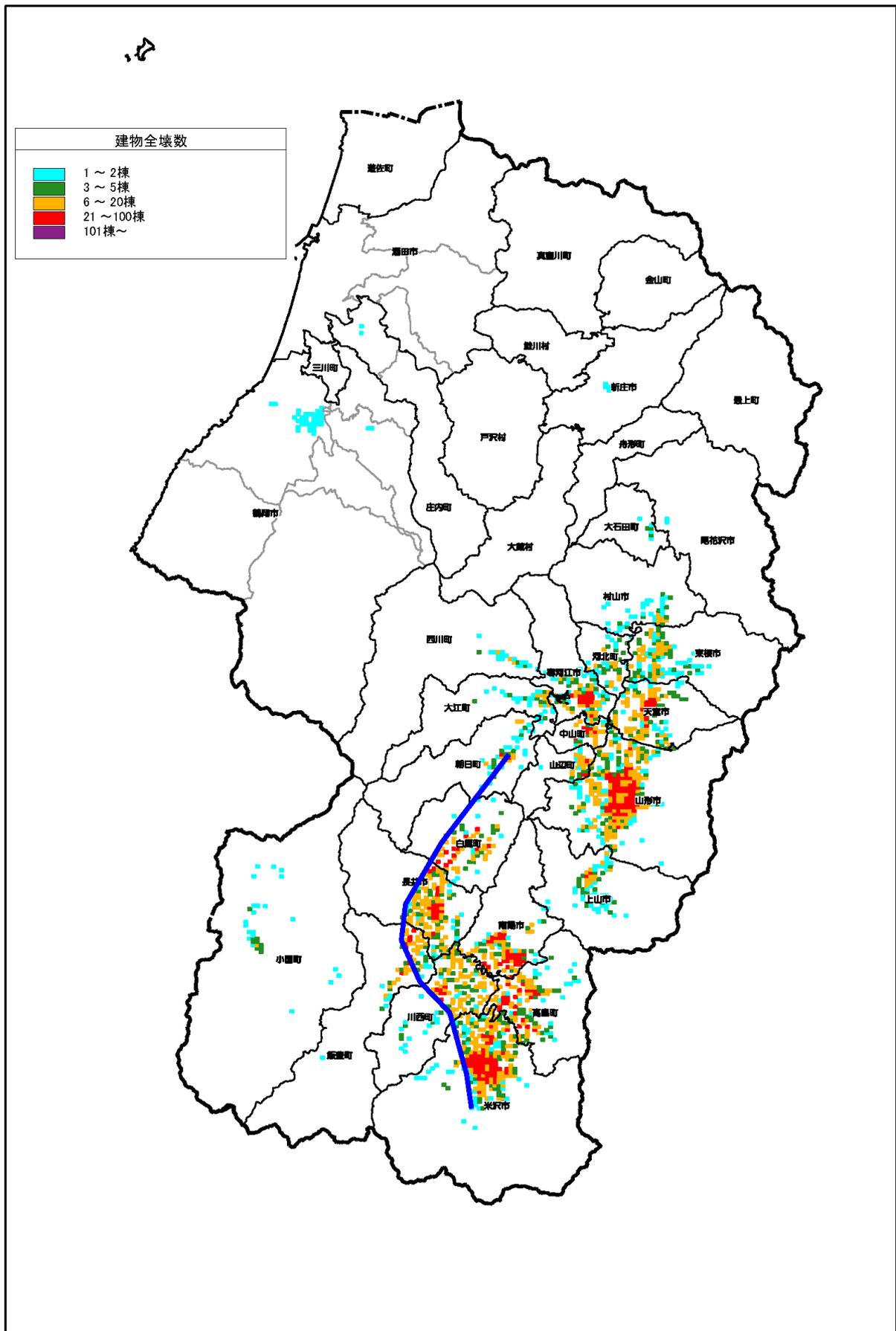


図 4-2-7 全壊棟数分布 (長井盆地西縁断層帯：夏季)

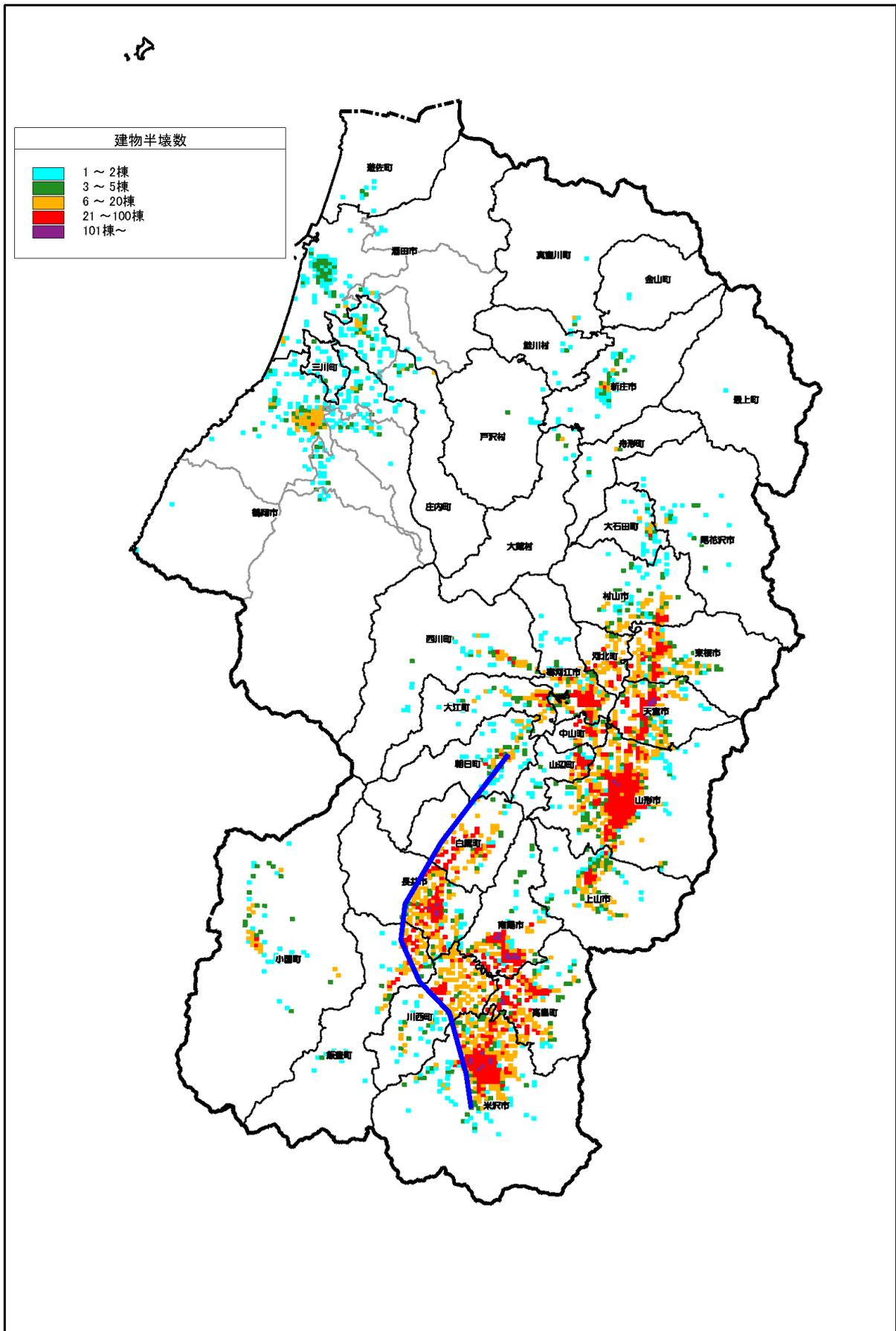


図 4-2-8 全壊棟数分布（長井盆地西縁断層帯：冬季）

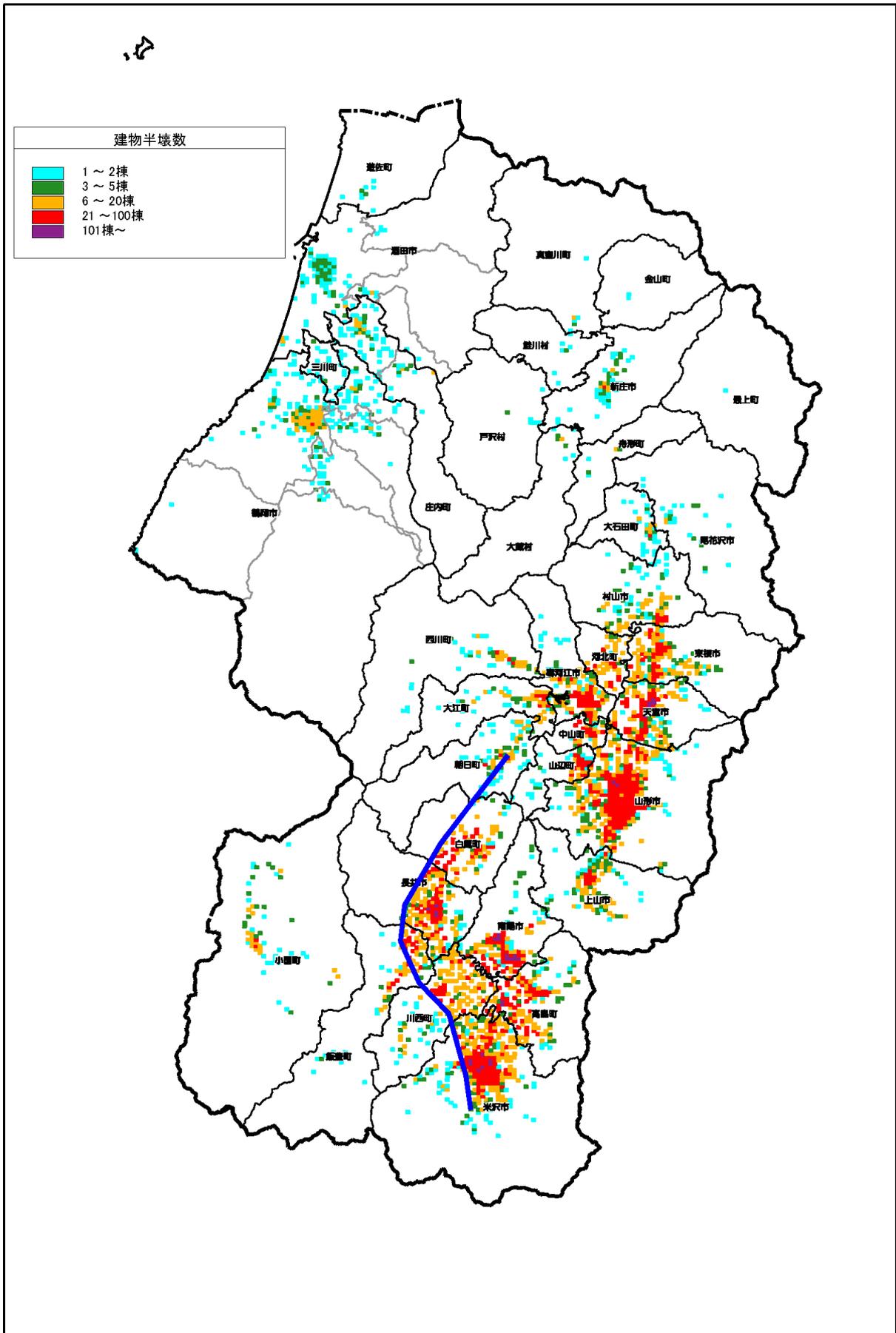


図 4-2-9 半壊棟数分布（長井盆地西縁断層帯：冬季）

表 4-2-10 建物被害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	建物総数	夏季			冬季		
		全壊棟数	全壊率(%)	半壊棟数	全壊棟数	全壊率(%)	半壊棟数
山形市	92,093	3,944	4.3	10,350	4,251	4.6	11,155
米沢市	37,671	3,704	9.8	6,702	4,199	11.1	7,597
鶴岡市(旧鶴岡市)	39,056	47	0.1	699	48	0.1	713
酒田市(旧酒田市)	38,521	0	0.0	211	0	0.0	234
新庄市	18,746	5	0.0	143	6	0.0	171
寒河江市	20,685	998	4.8	2,480	1,076	5.2	2,673
上山市	16,241	316	1.9	1,069	347	2.1	1,173
村山市	15,646	159	1.0	812	169	1.1	863
長井市	18,693	1,806	9.7	3,294	2,051	11.0	3,740
天童市	29,740	1,322	4.4	3,157	1,422	4.8	3,395
東根市	22,123	528	2.4	1,844	569	2.6	1,987
尾花沢市	11,594	2	0.0	80	3	0.0	120
南陽市	19,794	1,735	8.8	3,317	1,966	9.9	3,758
山辺町	7,871	274	3.5	819	299	3.8	893
中山町	4,269	365	8.6	731	396	9.3	793
河北町	10,409	243	2.3	856	263	2.5	926
西川町	4,204	52	1.2	274	58	1.4	305
朝日町	3,393	231	6.8	516	250	7.4	558
大江町	3,943	141	3.6	454	154	3.9	495
大石田町	4,440	17	0.4	133	17	0.4	133
金山町	2,877	0	0.0	3	0	0.0	3
最上町	5,868	0	0.0	5	0	0.0	5
舟形町	2,119	0	0.0	15	0	0.0	16
真室川町	4,772	0	0.0	15	0	0.0	16
大蔵村	1,472	0	0.0	22	2	0.1	24
鮭川村	2,103	0	0.0	10	0	0.0	11
戸沢村	2,079	0	0.0	10	0	0.0	11
高島町	14,429	1,563	10.8	2,669	1,770	12.3	3,022
川西町	7,578	978	12.9	1,654	1,119	14.8	1,892
小国町	5,416	73	1.3	344	89	1.6	419
白鷹町	10,393	975	9.4	1,751	1,110	10.7	1,993
飯豊町	5,030	734	14.6	1,117	834	16.6	1,269
庄内町(旧立川町)	2,375	0	0.0	40	0	0.0	44
庄内町(旧余目町)	6,771	2	0.0	145	3	0.0	217
鶴岡市(旧藤島町)	4,102	0	0.0	86	1	0.0	95
鶴岡市(旧羽黒町)	3,269	2	0.1	62	2	0.1	62
鶴岡市(旧櫛引町)	2,689	0	0.0	45	1	0.0	50
三川町	2,792	0	0.0	36	0	0.0	40
鶴岡市(旧朝日村)	1,897	0	0.0	10	0	0.0	11
鶴岡市(旧温海町)	4,553	0	0.0	3	0	0.0	3
遊佐町	11,891	0	0.0	14	0	0.0	15
酒田市(旧八幡町)	3,640	0	0.0	7	0	0.0	7
酒田市(旧松山町)	1,918	0	0.0	2	0	0.0	2
酒田市(旧平田町)	2,629	0	0.0	16	0	0.0	17
総計	531,794	20,216	3.8	46,022	22,475	4.2	50,926

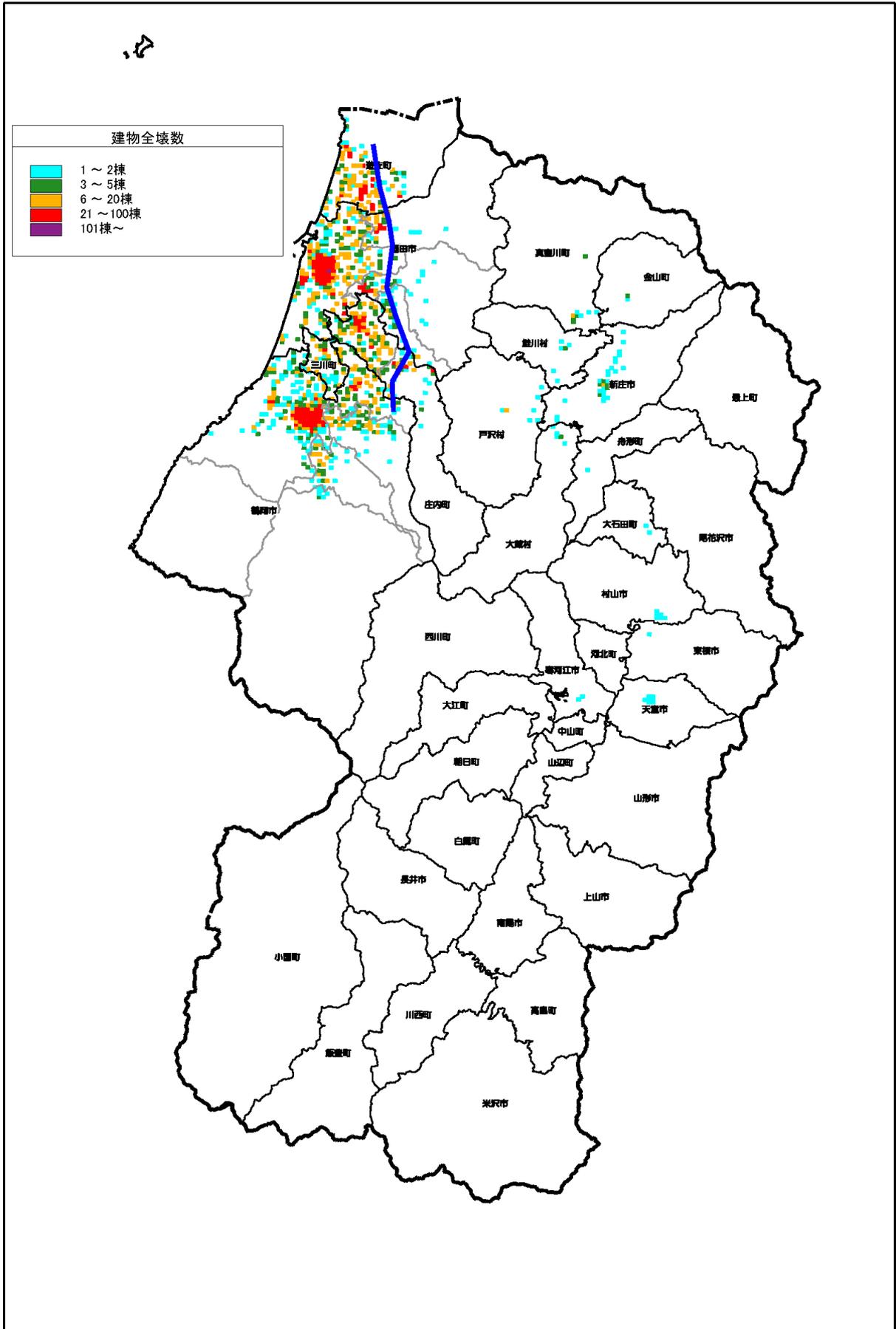


図 4-2-10 全壊棟数分布（庄内平野東縁断層帯：夏季）

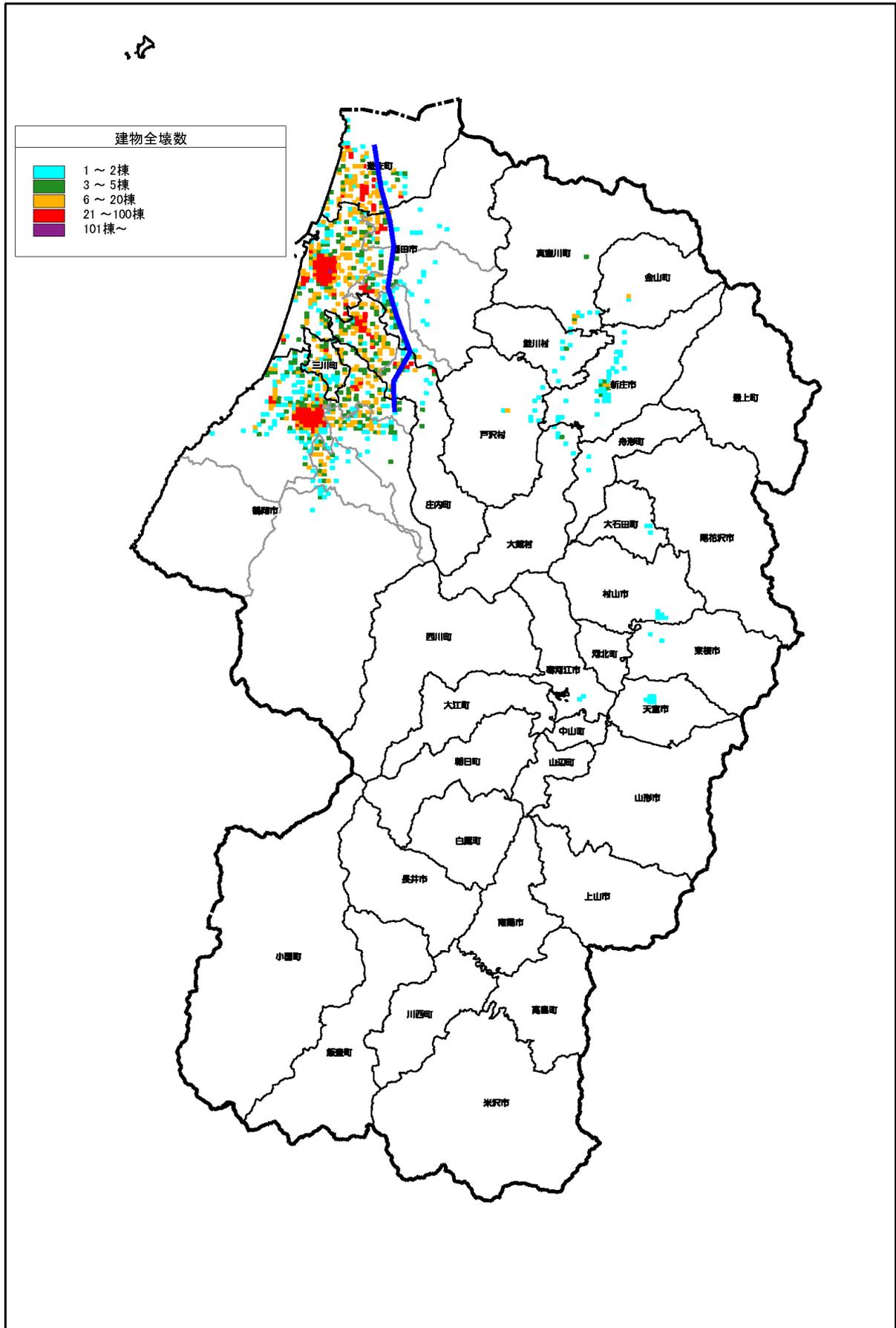


図 4-2-11 全壊棟数分布（庄内平野東縁断層帯：冬季）

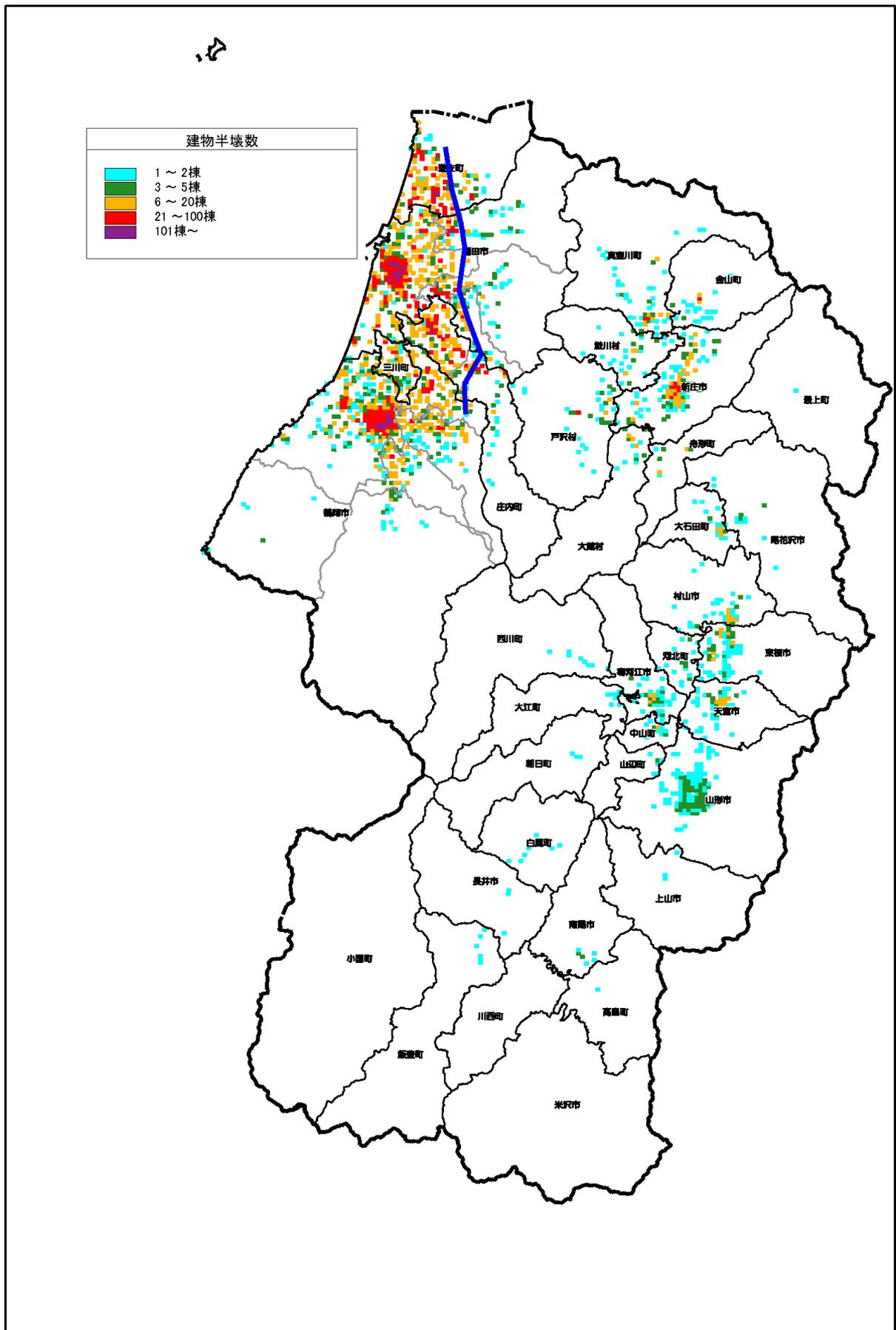


図 4-2-12 半壊棟数分布（庄内平野東縁断層帯：冬季）

表 4-2-11 建物被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	建物総数	夏季			冬季		
		全壊棟数	全壊率(%)	半壊棟数	全壊棟数	全壊率(%)	半壊棟数
山形市	92,093	0	0.0	283	0	0.0	296
米沢市	37,671	0	0.0	0	0	0.0	0
鶴岡市(旧鶴岡市)	39,056	2,337	6.0	5,293	2,440	6.2	5,526
酒田市(旧酒田市)	38,521	3,426	8.9	6,705	3,572	9.3	6,990
新庄市	18,746	50	0.3	569	71	0.4	807
寒河江市	20,685	2	0.0	109	2	0.0	109
上山市	16,241	0	0.0	3	0	0.0	3
村山市	15,646	7	0.0	141	7	0.0	141
長井市	18,693	0	0.0	3	0	0.0	3
天童市	29,740	10	0.0	189	11	0.0	207
東根市	22,123	1	0.0	161	2	0.0	322
尾花沢市	11,594	0	0.0	28	0	0.0	29
南陽市	19,794	0	0.0	12	0	0.0	12
山辺町	7,871	0	0.0	11	0	0.0	11
中山町	4,269	0	0.0	24	0	0.0	25
河北町	10,409	0	0.0	42	0	0.0	44
西川町	4,204	0	0.0	7	0	0.0	7
朝日町	3,393	0	0.0	3	0	0.0	3
大江町	3,943	0	0.0	7	0	0.0	7
大石田町	4,440	3	0.1	57	4	0.1	76
金山町	2,877	5	0.2	71	8	0.3	113
最上町	5,868	0	0.0	5	0	0.0	5
舟形町	2,119	1	0.0	27	2	0.1	54
真室川町	4,772	26	0.5	165	31	0.6	196
大蔵村	1,472	8	0.5	52	9	0.6	58
鮭川村	2,103	8	0.4	68	11	0.5	93
戸沢村	2,079	14	0.7	100	19	0.9	135
高島町	14,429	0	0.0	1	0	0.0	1
川西町	7,578	0	0.0	0	0	0.0	0
小国町	5,416	0	0.0	0	0	0.0	0
白鷹町	10,393	0	0.0	10	0	0.0	10
飯豊町	5,030	0	0.0	6	0	0.0	6
庄内町(旧立川町)	2,375	291	12.3	497	306	12.9	522
庄内町(旧余目町)	6,771	1,029	15.2	1,614	1,073	15.8	1,683
鶴岡市(旧藤島町)	4,102	519	12.7	886	539	13.1	920
鶴岡市(旧羽黒町)	3,269	248	7.6	530	260	8.0	555
鶴岡市(旧櫛引町)	2,689	112	4.2	308	119	4.4	327
三川町	2,792	212	7.6	469	227	8.1	502
鶴岡市(旧朝日村)	1,897	9	0.5	53	10	0.5	58
鶴岡市(旧温海町)	4,553	0	0.0	16	0	0.0	16
遊佐町	11,891	1,225	10.3	2,216	1,281	10.8	2,317
酒田市(旧八幡町)	3,640	368	10.1	629	384	10.5	656
酒田市(旧松山町)	1,918	93	4.8	247	99	5.2	262
酒田市(旧平田町)	2,629	283	10.8	492	294	11.2	511
総計	531,794	10,287	1.9	22,109	10,781	2.0	23,618

3. 交通被害

3.1 道路

(1) 想定手法

道路被害については、通行支障について被害想定を行う。これらの算出に考慮する主な項目は、

- 1) 液状化による路面変状
- 2) 揺れ・断層による路面変状
- 3) 落石崩壊による通行支障
- 4) 橋梁の損傷による通行支障

が挙げられる。そこで、県内の指定緊急輸送道路を区間ごとに分割し、その区間毎について上記支障の程度を評価し、その評価結果に基づき通行支障の可能性を推定する。なお、道路区間の分割は、市町村の主な地点・重要拠点・緊急輸送道路の交差点位置で行った。

a. 「液状化」に伴う通行支障の可能性

液状化による路面変状の可能性は、液状化多発区間の延長（距離）に比例するものとする。設定した道路区間内に液状化危険度（A）以上のメッシュの個数を加算し、その個数によって障害発生の可能性を点数付けした。

$$\begin{aligned} \text{〔液状化〕に伴う通行支障の発生可能性の点数} &= \\ & \text{（区間内の液状化危険度（A）以上のメッシュ数）} \times 0.25 \end{aligned}$$

b. 「揺れ・断層」に伴う通行支障の可能性

揺れによっては、盛土、切取斜面の崩壊なども発生する可能性があり、また、断層直上では、地盤変状による段差が生じる可能性もある。阪神・淡路大震災では震度6強以上の領域で道路に大きな被害を生じた。そこで、震度分布から通行支障の可能性について以下のような点数付けを行った。

$$\begin{aligned} \text{〔揺れ・断層〕に伴う通行支障の発生可能性の点数} &= \\ & \text{（区間内の震度6強以上(計測震度6.0以上)のメッシュ数）} \times 0.5 \end{aligned}$$

c. 「落石等」による通行支障の可能性

道路に関連する被害の一つとして、斜面災害によって生じるものが挙げられる。これには、崩壊が道路管理上の斜面（法面）で生じたものや、付近の崩壊が道路に達してしまうものなどが考えられる。また、道路法面の状況に応じて、斜面災害の可能性についても大きく変化してしまう。そのため、本調査では、各道路区間内において、急傾斜地の危険箇所を基に震度の大きさによって地震時崩壊危険度を算出し、その危険箇所が道路区間内にいくつあるかで通行支障の可能性を点数付けした。

$$\begin{aligned} \text{〔落石等〕に伴う通行支障の可能性の点数} &= \\ & \text{（区間内の急傾斜危険箇所における震度6強以上(計測震度6.0以上)のメッシュ数）} \times 1.0 \\ & + \text{（震度6弱(計測震度5.5以上6.0未満)のメッシュ数）} \times 0.5 \end{aligned}$$

d. 「橋梁」が被災した場合の通行支障の可能性

橋梁が被害を受けることによる通行支障の可能性については、区間内の橋梁の耐震未対策箇所数および一部未着手箇所数に対して被災可能性を点数付けした。

(「橋梁」の被災による通行支障の発生可能性の点数) =

(区間内の橋梁の耐震対策未着工・一部未着手箇所の震度 6 弱以上のメッシュ数) × 1.0

最終的には、区間ごとに a～d の項目について通行支障の発生可能性についての評価ランクを表にまとめた。さらに、想定地震時に通行支障を引き起こす可能性を、注意度として表に付した。これは、評価項目 (4 項目) の評価点の合計が 20 点を超えた場合と 1 メッシュあたりの点数が 0.5 点を超えた場合についてそれぞれ★印を 1 つ付けた。

(2) 想定結果

長井盆地西縁断層帯の想定地震における通行障害の評価結果を図 4-3-2 および表 4-3-1 に、庄内平野東縁断層帯の想定地震における結果を図 4-3-3 および表 4-3-2 に示す。緊急輸送道路に指定されている道路については、いずれの地震に対しても、震源断層に近い地域での通行支障の可能性が高いことが予測される。具体的には、長井盆地西縁断層帯の場合には、山形市内の一部の区間や山間部が中心の道路では、通行に支障が出る可能性が高いと予想され、通行支障の主要因としては、液状化や揺れによる被害の可能性が高い結果となった。

一方、庄内平野東縁断層帯の場合には、酒田市内や鶴岡市内の多くの区間で支障をきたす可能性が予想された。通行支障の主要因としては、液状化や揺れによる被害の可能性が高い。

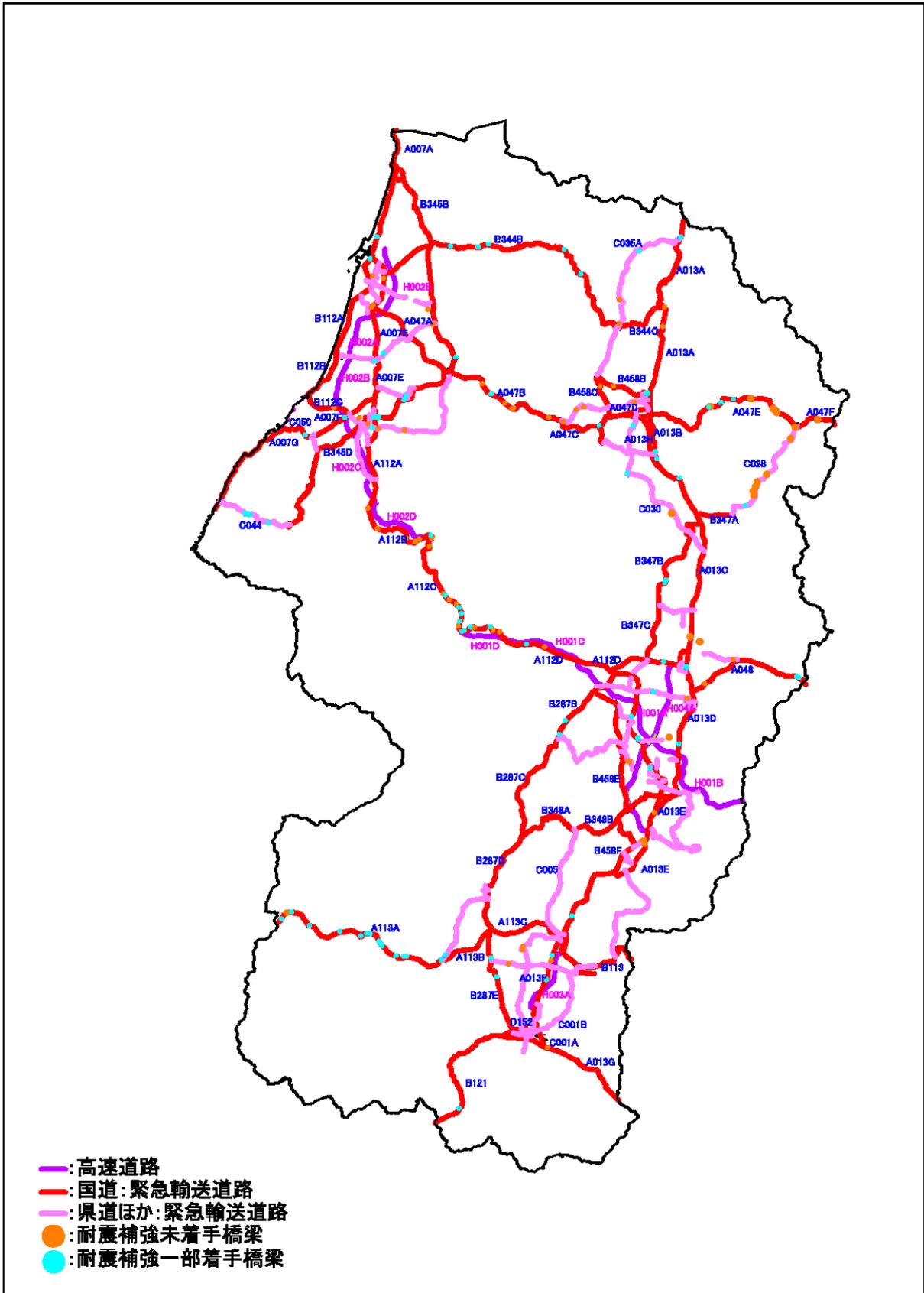


図 4-3-1 緊急輸送指定道路路線図 (数字は区間コード)

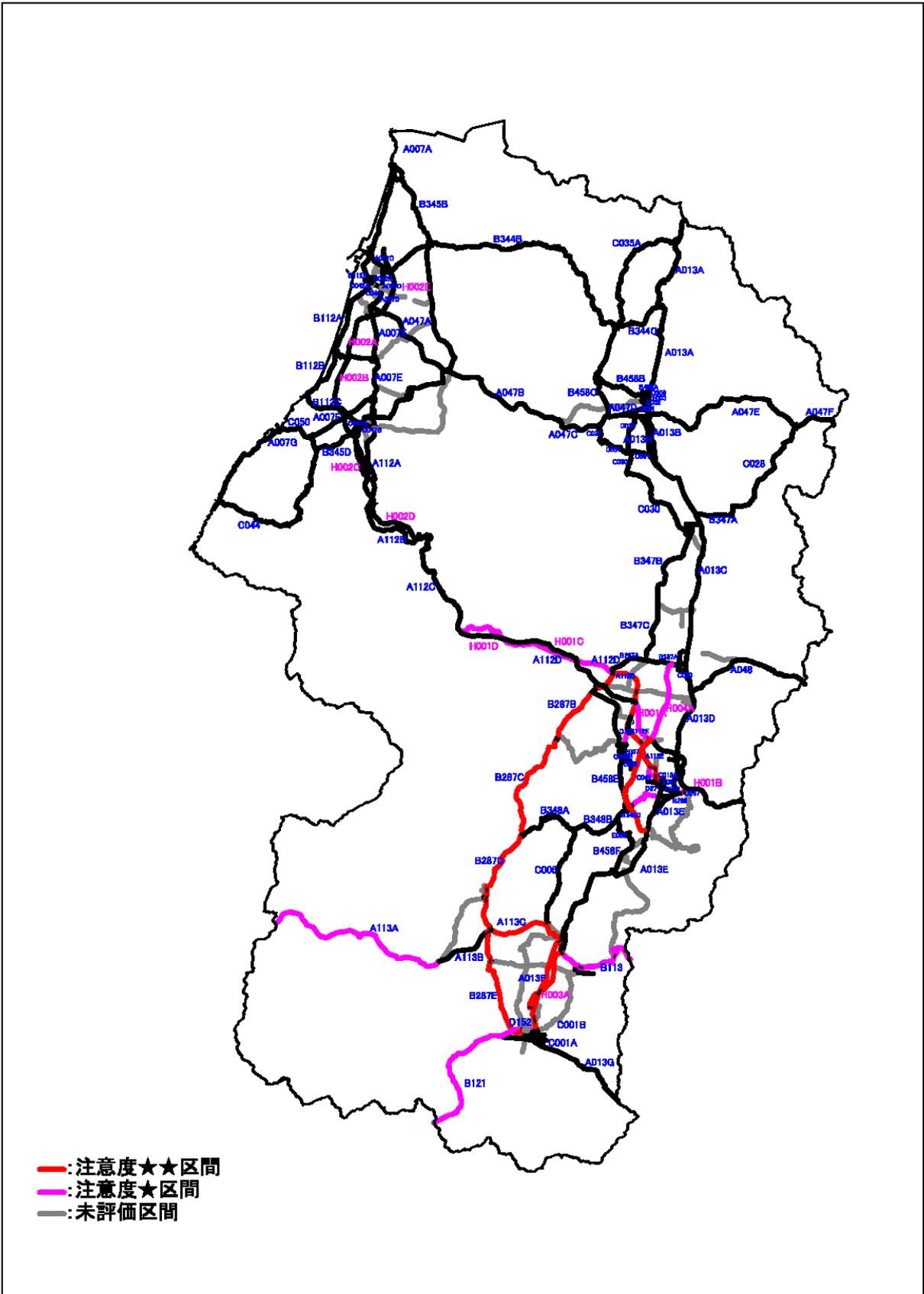


図 4-3-2 道路の通行障害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

表 4-3-1 道路被害の想定結果（長井盆地西縁断層帯）

区間ID	道路名称	区間(自一至)	液状化	揺れ	落石等	橋梁	合計点	1メッシュあたりの点数	注意度
A007A	国道7号	秋田県境—酒田市宮海	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A007B	国道7号	酒田市宮海—酒田市豊里	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.05	
A007C	国道7号	酒田市豊里—酒田市吉田	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A007D	国道7号	酒田市吉田—酒田市新両羽橋	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.02	
A007E	国道7号	酒田市新両羽橋—鶴岡市文下	3.75	0.0	0.0	0.0	3.75	0.09	
A007F	国道7号	鶴岡市文下—鶴岡市由良漁港	8.00	0.0	0.0	2.0	10.00	0.21	
A007G	国道7号	鶴岡市由良漁港—新潟県境	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A013A	国道13号	雄勝トンネル—新庄市鳥越	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A013B	国道13号	新庄市鳥越—尾花沢IC	2.50	0.0	0.0	1.0	3.50	0.07	
A013C	国道13号	尾花沢IC—天童市久野本	8.25	1.5	0.0	2.0	11.75	0.18	
A013D	国道13号	天童市久野本—山形市あこや町	3.25	6.5	2.5	1.0	13.25	0.35	
A013E	国道13号	山形市あこや町—南陽市赤湯	11.75	19.5	8.5	3.0	42.75	0.50	
A013F	国道13号	南陽市赤湯—米沢市花沢町	10.25	21.0	0.0	3.0	34.25	0.82	★★
A013G	国道13号	米沢市花沢町—西栗子トンネル	4.50	7.0	1.5	1.0	14.00	0.30	
A013H	尾花沢新庄道路		2.00	0.0	0.5	0.0	2.50	0.11	
A047A	国道47号	酒田市新両羽橋—庄内町狩川	9.25	0.0	0.0	0.0	9.25	0.22	
A047B	国道47号	庄内町狩川—戸沢村古口	10.25	0.0	0.5	0.0	10.75	0.20	
A047C	国道47号	戸沢村古口—新庄市長坂	4.75	0.0	1.0	1.0	6.75	0.26	
A047D	国道47号	新庄市長坂—新庄市鳥越	1.25	0.0	0.0	0.0	1.25	0.07	
A047E	国道47号	新庄市鳥越—最上町明神	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.00	
A047F	国道47号	最上町明神—宮城県境	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A048	国道48号	天童市久野本—関山トンネル	2.75	3.5	1.0	1.0	8.25	0.17	
A112A	国道112号	鶴岡市文下—鶴岡市朝日庁舎	9.00	0.0	0.0	0.0	9.00	0.19	
A112B	国道112号	鶴岡市朝日庁舎—鶴岡市田麦俣	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A112C	国道112号	鶴岡市田麦俣—西川町月山沢	0.00	0.0	0.0	1.0	1.00	0.02	
A112D	国道112号	西川町月山沢—寒河江市高松	8.75	1.0	14.0	6.0	29.75	0.45	★
A112E	国道112号	寒河江市高松—山形市役所	9.50	26.5	1.0	2.0	39.00	0.65	★★
A113A	国道113号	新潟県境—飯豊町手ノ子	11.00	2.5	2.0	13.0	28.50	0.37	★
A113B	国道113号	飯豊町手ノ子—長井市今泉	0.50	8.0	0.0	0.0	8.50	0.35	
A113C	国道113号	長井市今泉—南陽市赤湯	5.75	15.0	2.0	0.0	22.75	0.76	★★
B112A	国道112号	酒田市豊里—酒田市浜中	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.01	
B112B	国道112号	酒田市浜中—鶴岡市加茂港	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B112C	国道112号	鶴岡市加茂港—鶴岡市西京田	3.25	0.0	0.0	1.0	4.25	0.21	
B113	国道113号	南陽市南陽高島IC—福島県境	8.25	8.0	4.5	0.0	20.75	0.48	★
B121	国道121号	米沢市米沢総合公園—福島県境	7.75	12.0	6.5	1.0	27.25	0.42	★
B286	国道286号	山形県庁—山形蔵王IC	0.25	0.5	1.5	0.0	2.25	0.56	★
B287A	国道287号	東根市蟹沢—寒河江市高松	2.25	4.5	0.0	1.0	7.75	0.23	
B287B	国道287号	寒河江市高松—朝日町四沢	4.00	15.0	5.5	2.0	26.50	0.68	★★
B287C	国道287号	朝日町四沢—白鷹町役場	7.00	14.0	15.0	0.0	36.00	0.78	★★
B287D	国道287号	白鷹町役場—長井市今泉	9.00	13.5	4.5	0.0	27.00	0.63	★★
B287E	国道287号	長井市今泉—米沢市大町	3.75	23.0	0.0	2.0	28.75	0.58	★★
B344A	国道344号	酒田市吉田—酒田市八幡神社	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B344B	国道344号	酒田市八幡神社—真室川町役場	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.01	
B344C	国道344号	真室川町役場—金山町羽場	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.01	
B345A	国道345号	遊佐町菅里—酒田市観音寺	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B345B	国道345号	酒田市観音寺—庄内町狩川	5.50	0.0	0.0	0.0	5.50	0.11	
B345C	国道345号	庄内町狩川—鶴岡市大宝寺	9.25	0.0	0.0	3.0	12.25	0.33	
B345D	国道345号	鶴岡市大宝寺—鶴岡市田川	2.25	0.0	0.0	1.0	3.25	0.12	
B345E	国道345号	鶴岡市田川—鶴岡市下向谷橋	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B347A	国道347号	尾花沢市原—尾花沢IC	1.25	0.0	0.0	0.0	1.25	0.10	
B347B	国道347号	尾花沢IC—村山市稲下	5.50	0.0	0.5	2.0	8.00	0.19	
B347C	国道347号	村山市稲下—河北町要害	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.05	
B348A	国道348号	白鷹町役場—南陽市小滝	5.25	3.5	2.0	0.0	10.75	0.34	
B348B	国道348号	南陽市小滝—山形市本沢	5.50	2.5	6.0	0.0	14.00	0.47	
B348C	国道348号	山形市本沢—山形市鉄砲町	1.75	7.0	0.0	0.0	8.75	0.58	★
B458A	国道458号	新庄市万場町—新庄市常葉	0.00	0.0	0.0	1.0	1.00	0.50	
B458B	国道458号	新庄市川西町—鮭川村役場	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.05	

表 4-3-1 道路被害の想定結果（長井盆地西縁断層帯）

区間ID	道路名称	区間(自-至)	液状化	揺れ	落石等	橋梁	合計点	1メッシュあたりの点数	注意度
B458C	国道458号	鮭川村役場-新庄市長坂	2.75	0.0	0.0	1.0	3.75	0.20	
B458D	国道458号	新庄市本合海-大蔵村役場	1.75	0.0	1.0	0.0	2.75	0.28	
B458E	国道458号	山辺町大塚-山形市本沢	1.50	3.0	1.0	0.0	5.50	0.25	
B458F	国道458号	上市市久保手-上市市石曾根	1.75	0.5	3.5	0.0	5.75	0.30	
C001A	米沢高畠線	米沢市茂林堂-米沢市役所	0.75	1.5	0.0	0.0	2.25	0.75	★
C001B	米沢高畠線	米沢市役所-米沢市花沢町	0.75	1.5	0.0	0.0	2.25	0.75	★
C005	山形南陽線	南陽市小滝-南陽市宮内	8.00	1.5	7.0	0.0	16.50	0.45	
C016	山形停車場線	山形駅-山形市あこや町	0.00	3.0	0.0	0.0	3.00	0.50	
C018A	山形朝日線	山形市桜町-山形市七日町	0.00	1.0	0.0	0.0	1.00	0.50	
C018B	山形朝日線	山辺町役場-山辺町常福寺	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.25	
C019	山形山寺線	山形市七日町-県民会館	0.00	1.0	0.0	0.0	1.00	0.50	
C020	山形羽入線	東根市大富-東根市林松寺	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C028	尾花沢最上線	最上町明神-尾花沢市正蔵	3.00	0.0	0.0	0.0	3.00	0.06	
C030	大石田畑線	舟形町堀内-大石田町大石田観音堂	6.75	0.0	1.0	1.0	8.75	0.23	
C031	舟形大蔵線	大蔵村役場-舟形町役場	2.00	0.0	1.0	0.0	3.00	0.14	
C032	新庄停車場線	新庄市本町-新庄市大町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C033	庄内空港立川線	庄内空港-三川町押切新田	2.25	0.0	0.0	0.0	2.25	0.15	
C034	新庄戸沢線	新庄市宮内町-新庄市並木	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C035A	真室川鮭川線	真室川町及位-真室川町役場	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.01	
C035B	真室川鮭川線	真室川町役場-鮭川村役場	4.25	0.0	0.0	0.0	4.25	0.19	
C036	新庄次年子村山線	新庄市仁間-舟形町堀内	3.75	0.0	0.0	1.0	4.75	0.18	
C040	酒田松山線	酒田市東大町-酒田市本町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C042A	酒田港線	酒田市船場町1-10-船場町1-1	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.06	
C042B	酒田港線	酒田市本町3-酒田市本町1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C044	余目温海線	鶴岡市温海庁舎-鶴岡市下向谷橋	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C047A	鶴岡羽黒線	鶴岡市西京田-鶴岡市役所	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.13	
C047B	鶴岡羽黒線	鶴岡市役所-鶴岡市日出	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C049	山形山辺線	山形市江俣-山形市城西	1.50	3.5	0.0	1.0	6.00	0.86	★
C050	藤島由良線	鶴岡市加茂-鶴岡市由良漁港	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D105	山辺中山線	中山町中山-山辺町高楯	0.75	3.5	0.0	0.0	4.25	0.61	★
D118	庄内空港線	酒田市浜中-庄内空港	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D152	米沢環状線	米沢市春日橋-米沢市役所	0.75	0.0	0.0	0.0	0.75	0.25	
D184	山形空港線	東根市大富-東根市神町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D267	十日町山形線	山形市あこや町-山形県庁	0.00	1.5	1.0	0.0	2.50	0.83	★
D271	下原山形停車場線	山形市香澄町-山形市桜町	0.00	1.5	0.0	0.0	1.50	0.50	★
D308	曲川新庄線	新庄市万場町9-万場町1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D335	湯田川羽前水沢停車場線	鶴岡市水沢-鶴岡市田川	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.07	
E001	八幡石小橋町線	山形市旅籠町1-9-旅籠町1-20	0.00	1.0	0.0	0.0	1.00	0.50	★
E003	北本町南本町線	新庄市本町-新庄市大町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
E006	隔間橋久保手線	山形市隔間場-上市市久保手	2.25	0.0	0.0	0.0	2.25	0.25	
E007	上田小路前小路線	山辺町高楯-羽前山辺駅	1.75	4.0	0.0	1.0	6.75	0.61	★
E008	三河尻根際線	山辺中央公園-山辺常福寺	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.25	
H001A	山形自動車道	寒河江IC-山形北IC	5.75	14.0	0.0	0.0	19.75	0.71	★
H001B	山形自動車道	山形北IC-笹谷トンネル	2.50	1.5	1.5	0.0	5.50	0.14	
H001C	山形自動車道	寒河江IC-西川IC	3.25	5.0	2.0	0.0	10.25	0.28	
H001D	山形自動車道	西川IC-月山IC	4.00	0.0	3.5	0.0	7.50	0.21	
H002A	山形自動車道	酒田IC-庄内空港IC	0.00	8.5	0.0	0.0	8.50	0.50	
H002B	山形自動車道	庄内空港IC-鶴岡IC	3.25	0.0	0.0	0.0	3.25	0.12	
H002C	山形自動車道	鶴岡IC-庄内あさひIC	3.50	0.0	0.0	0.0	3.50	0.09	
H002D	山形自動車道	庄内あさひIC-湯殿山IC	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
H002E	山形自動車道	酒田みなとIC-酒田IC	2.50	0.0	0.0	0.0	2.50	0.07	
H003A	米沢南陽道路	米沢北IC-高畠南陽IC	7.25	14.5	0.0	0.0	21.75	0.75	★★
H004A	東北中央自動車道	東根IC-山形JCT	4.25	13.5	0.0	0.0	17.75	0.59	★
H004B	東北中央自動車道	山形JCT-山形上山IC	6.50	15.0	0.5	0.0	22.00	0.51	★★★

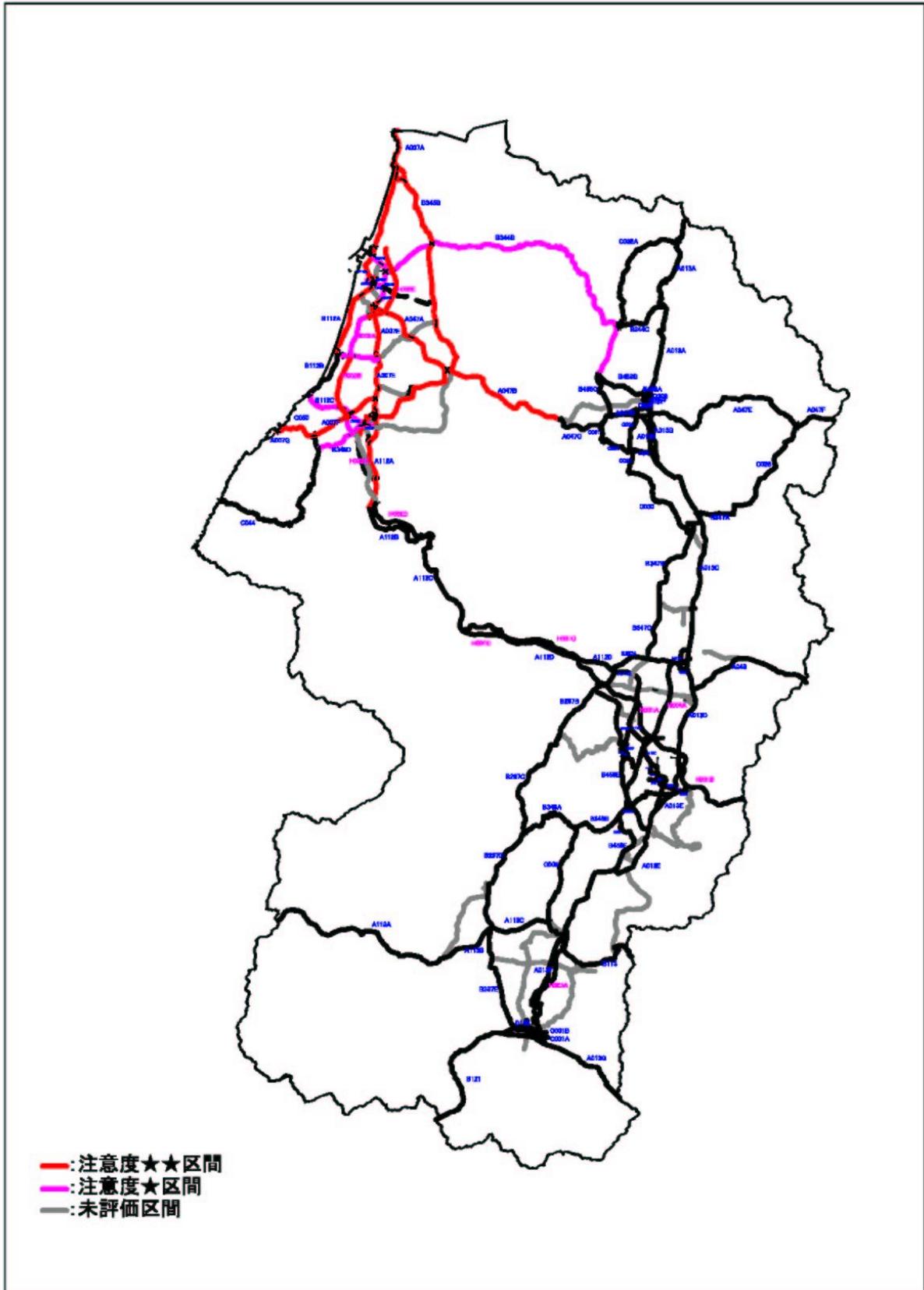


図 4-3-3 道路の通行障害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

表 4-3-2 道路被害の想定結果（庄内平野東縁断層帯）

区間ID	道路名称	区間(自一至)	液状化	揺れ	落石等	橋梁	合計点	1メッシュあたりの点数	注意度
A007A	国道7号	秋田県境－酒田市宮海	9.50	17.5	0.0	1.0	28.00	0.53	★★
A007B	国道7号	酒田市宮海－酒田市豊里	1.25	2.5	0.0	0.0	3.75	0.75	★
A007C	国道7号	酒田市豊里－酒田市吉田	2.25	4.5	0.0	0.0	6.75	0.75	★
A007D	国道7号	酒田市吉田－酒田市新両羽橋	3.75	7.5	0.0	2.0	13.25	0.88	★
A007E	国道7号	酒田市新両羽橋－鶴岡市文下	10.25	20.5	0.0	1.0	31.75	0.77	★★
A007F	国道7号	鶴岡市文下一鶴岡市由良漁港	10.50	14.0	2.0	2.0	28.50	0.61	★★
A007G	国道7号	鶴岡市由良漁港－新潟県境	1.25	0.0	0.0	0.0	1.25	0.03	
A013A	国道13号	雄勝トンネル－新庄市鳥越	2.25	0.0	1.5	2.0	5.75	0.07	
A013B	国道13号	新庄市鳥越－尾花沢IC	3.25	0.0	0.5	1.0	4.75	0.10	
A013C	国道13号	尾花沢IC－天童市久野本	1.50	0.0	0.0	0.0	1.50	0.02	
A013D	国道13号	天童市久野本－山形市あこや町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A013E	国道13号	山形市あこや町－南陽市赤湯	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A013F	国道13号	南陽市赤湯－米沢市花沢町	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.01	
A013G	国道13号	米沢市花沢町－西粟子トンネル	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A013H	尾花沢新庄道路		2.00	0.0	0.5	0.0	2.50	0.11	
A047A	国道47号	酒田市新両羽橋－庄内町狩川	10.50	21.0	0.0	0.0	31.50	0.75	★★
A047B	国道47号	庄内町狩川－戸沢村古口	12.00	11.5	6.5	6.0	36.00	0.67	★★
A047C	国道47号	戸沢村古口－新庄市長坂	4.75	1.5	2.5	1.0	9.75	0.38	
A047D	国道47号	新庄市長坂－新庄市鳥越	1.25	0.0	0.0	0.0	1.25	0.07	
A047E	国道47号	新庄市鳥越－最上町明神	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.00	
A047F	国道47号	最上町明神－宮城県境	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A048	国道48号	天童市久野本－関山トンネル	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A112A	国道112号	鶴岡市文下一鶴岡市朝日庁舎	11.25	20.5	1.0	1.0	33.75	0.72	★★
A112B	国道112号	鶴岡市朝日庁舎－鶴岡市田麦俣	0.75	0.0	1.5	0.0	2.25	0.08	
A112C	国道112号	鶴岡市田麦俣－西川町月山沢	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A112D	国道112号	西川町月山沢－寒河江市高松	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.01	
A112E	国道112号	寒河江市高松－山形市役所	2.00	0.0	0.0	0.0	2.00	0.03	
A113A	国道113号	新潟県境－飯豊町手ノ子	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A113B	国道113号	飯豊町手ノ子－長井市今泉	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
A113C	国道113号	長井市今泉－南陽市赤湯	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B112A	国道112号	酒田市豊里－酒田市浜中	11.25	22.5	1.0	1.0	35.75	0.78	★★
B112B	国道112号	酒田市浜中－鶴岡市加茂港	3.25	6.0	0.0	0.0	9.25	0.40	
B112C	国道112号	鶴岡市加茂港－鶴岡市西京田	3.50	5.5	0.5	1.0	10.50	0.53	★
B113	国道113号	南陽市南陽高島IC－福島県境	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B121	国道121号	米沢市米沢総合公園－福島県境	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B286	国道286号	山形県庁－山形蔵王IC	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B287A	国道287号	東根市蟹沢－寒河江市高松	1.25	0.0	0.0	0.0	1.25	0.04	
B287B	国道287号	寒河江市高松－朝日町四沢	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B287C	国道287号	朝日町四沢－白鷹町役場	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B287D	国道287号	白鷹町役場－長井市今泉	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B287E	国道287号	長井市今泉－米沢市大町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B344A	国道344号	酒田市吉田－酒田市八幡神社	5.75	11.5	0.0	0.0	17.25	0.75	★
B344B	国道344号	酒田市八幡神社－真室川町役場	7.75	2.0	12.0	4.0	25.75	0.28	★
B344C	国道344号	真室川町役場－金山町羽場	3.00	0.0	3.0	0.0	6.00	0.29	
B345A	国道345号	遊佐町菅里－酒田市観音寺	9.00	18.0	0.0	0.0	27.00	0.75	★★
B345B	国道345号	酒田市観音寺－庄内町狩川	12.25	22.5	7.5	2.0	44.25	0.85	★★
B345C	国道345号	庄内町狩川－鶴岡市大宝寺	9.25	18.5	0.0	3.0	30.75	0.83	★★
B345D	国道345号	鶴岡市大宝寺－鶴岡市田川	6.50	7.5	1.0	1.0	16.00	0.57	★
B345E	国道345号	鶴岡市田川－鶴岡市下向谷橋	6.50	0.0	1.5	0.0	8.00	0.21	
B347A	国道347号	尾花沢市原－尾花沢IC	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.02	
B347B	国道347号	尾花沢IC－村山市稲下	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.01	
B347C	国道347号	村山市稲下－河北町要害	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B348A	国道348号	白鷹町役場－南陽市小滝	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B348B	国道348号	南陽市小滝－山形市本沢	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B348C	国道348号	山形市本沢－山形市鉄砲町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B458A	国道458号	新庄市万場町－新庄市常葉	0.00	0.0	0.0	1.0	1.00	0.50	
B458B	国道458号	新庄市川西町－鮭川村役場	3.25	0.0	0.5	0.0	3.75	0.17	

表 4-3-2 道路被害の想定結果（庄内平野東縁断層帯）

区間ID	道路名称	区間(自一至)	液状化	揺れ	落石等	橋梁	合計点	1メッシュあたりの点数	注意度
B458C	国道458号	鮭川村役場一新庄市長坂	3.25	0.0	1.5	1.0	5.75	0.30	
B458D	国道458号	新庄市本合海一大蔵村役場	1.75	0.0	2.5	0.0	4.25	0.43	
B458E	国道458号	山辺町大塚一山形市本沢	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
B458F	国道458号	上市市久保手一上市市石曾根	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C001A	米沢高畠線	米沢市茂林堂一米沢市役所	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C001B	米沢高畠線	米沢市役所一米沢市花沢町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C005	山形南陽線	南陽市小滝一南陽市宮内	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C016	山形停車場線	山形駅一山形市あこや町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C018A	山形朝日線	山形市桜町一山形市七日町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C018B	山形朝日線	山辺町役場一山辺町常福寺	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C019	山形山寺線	山形市七日町一県民会館	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C020	山形羽入線	東根市大富一東根市林松寺	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C028	尾花沢最上線	最上町明神一尾花沢市正厳	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.01	
C030	大石田畑線	舟形町堀内一大石田町大石田観音堂	6.00	0.0	0.0	1.0	7.00	0.18	
C031	舟形大蔵線	大蔵村役場一舟形町役場	2.50	0.0	2.5	0.0	5.00	0.23	
C032	新庄停車場線	新庄市本町一新庄市大町	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.13	
C033	庄内空港立川線	庄内空港一三川町押切新田	3.75	7.5	0.0	1.0	12.25	0.82	★
C034	新庄戸沢線	新庄市宮内町一新庄市並木	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.13	
C035A	真室川鮭川線	真室川町及位一真室川町役場	7.25	0.0	5.0	2.0	14.25	0.27	
C035B	真室川鮭川線	真室川町役場一鮭川村役場	4.75	3.0	3.5	0.0	11.25	0.51	★
C036	新庄次年子村山線	新庄市仁間一舟形町堀内	4.75	0.0	0.5	2.0	7.25	0.28	
C040	酒田松山線	酒田市東大町一酒田市本町	1.00	2.0	0.0	0.0	3.00	0.75	★
C042A	酒田港線	酒田市船場町1-10一船場町1-1	1.00	2.0	0.0	0.0	3.00	0.75	★
C042B	酒田港線	酒田市本町3一酒田市本町1	0.25	0.5	0.0	0.0	0.75	0.75	★
C044	余目温海線	鶴岡市温海庁舎一鶴岡市下向谷橋	2.50	0.0	0.0	0.0	2.50	0.08	
C047A	鶴岡羽黒線	鶴岡市西京田一鶴岡市役所	2.00	4.0	0.0	0.0	6.00	0.75	★
C047B	鶴岡羽黒線	鶴岡市役所一鶴岡市日出	1.50	3.0	0.0	0.0	4.50	0.75	★
C049	山形山辺線	山形市江俣一山形市城西	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
C050	藤島由良線	鶴岡市加茂一鶴岡市由良漁港	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.02	
D105	山辺中山線	中山町中山一山辺町高楯	0.75	0.0	0.0	0.0	0.75	0.11	
D118	庄内空港線	酒田市浜中一庄内空港	0.50	1.0	0.0	0.0	1.50	0.75	★
D152	米沢環状線	米沢市春日橋一米沢市役所	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D184	山形空港線	東根市大富一東根市神町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D267	十日町山形線	山形市あこや町一山形県庁	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D271	下原山形停車場線	山形市香澄町一山形市桜町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D308	曲川新庄線	新庄市万場町9一万場町1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
D335	湯田川羽前水沢停車場線	鶴岡市水沢一鶴岡市田川	1.25	0.5	1.0	0.0	2.75	0.39	
E001	八幡石小橋町線	山形市旅籠町1-9一旅籠町1-20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
E003	北本町南本町線	新庄市本町一新庄市大町	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
E006	隔間橋久保手線	山形市隔間場一上市市久保手	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
E007	上田小路前小路線	山辺町高楯一羽前山辺駅	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
E008	三河尻根際線	山辺中央公園一山辺常福寺	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
H001A	山形自動車道	寒河江IC一山形北IC	1.75	0.0	0.0	0.0	1.75	0.06	
H001B	山形自動車道	山形北IC一笹谷トンネル	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
H001C	山形自動車道	寒河江IC一西川IC	1.25	0.0	0.0	0.0	1.25	0.03	
H001D	山形自動車道	西川IC一月山IC	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	0.01	
H002A	山形自動車道	酒田IC一庄内空港IC	4.25	8.5	0.0	0.0	12.75	0.75	★
H002B	山形自動車道	庄内空港IC一鶴岡IC	6.75	13.5	0.0	0.0	20.25	0.75	★★
H002C	山形自動車道	鶴岡IC一庄内あさひIC	4.25	15.0	0.0	0.0	19.25	0.49	
H002D	山形自動車道	庄内あさひIC一湯殿山IC	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
H002E	山形自動車道	酒田みなとIC一酒田IC	8.50	17.0	0.0	0.0	25.50	0.75	★★
H003A	米沢南陽道路	米沢北IC一高畠南陽IC	0.25	0.0	0.0	0.0	0.25	0.01	
H004A	東北中央自動車道	東根IC一山形JCT	3.00	0.0	0.0	0.0	3.00	0.10	
H004B	東北中央自動車道	山形JCT一山形上山IC	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	

3.2 鉄道

(1) 想定手法

鉄道の場合、多くが地震時の被害を受けやすい盛土上に敷設されている点や、軌道のわずかなずれでも使用が不能になるなど道路に比べて運行できなくなる確率（以下、不通率という。）が高くなる。ここでは、「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書(1997 東京都)」を用いて地震被害想定を行った。県内の鉄道路線図を図 4-3-4 に示す。鉄道路線上のメッシュごとの地表の最大速度の値を用いて、メッシュごとに不通率（表 4-3-3）を求めた。鉄道についても道路と同様に区間を設定し、その区間内の最大の不通率を区間の不通率とした。

表 4-3-3 鉄道不通率

地表最大速度	一日後の不通率
40cm/s 未満	0%
40～60cm/s	15%
60～100cm/s	80%
100cm/s 以上	100%

(2) 想定結果

鉄道の場合は、震度 5 弱以上など地震の揺れが大きいところでは、安全点検が実施され、一時的な不通区間は、広範囲に及ぶと考えられる。また、軌道などの損傷があった場合、道路よりも不通になる可能性が高く、復旧にも時間を有する可能性が高い。

どちらの想定地震に対しても、震源近傍の揺れの大きい地域と局所的に揺れが大きくなる地域では、不通率が高くなった。長井盆地西縁断層帯の場合には、県南部を中心に、庄内平野東縁断層帯の場合には、県北部で不通区間が発生すると予測された。

表 4-3-4 鉄道被害の想定結果

区間	区間	区間	区間	
			区間	区間
区間	区間	区間	0	100
区間	区間	区間	0	100
区間	区間	区間	0	100
区間	区間	区間	0	80
区間	区間	区間	0	80
区間	区間	区間	15	0
区間	区間	区間	15	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	100	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	0	100
区間	区間	区間	15	80
区間	区間	区間	0	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	0	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	80	0
区間	区間	区間	100	0
区間	区間	区間	100	0
区間	区間	区間	100	0
区間	区間	区間	100	0
区間	区間	区間	100	0

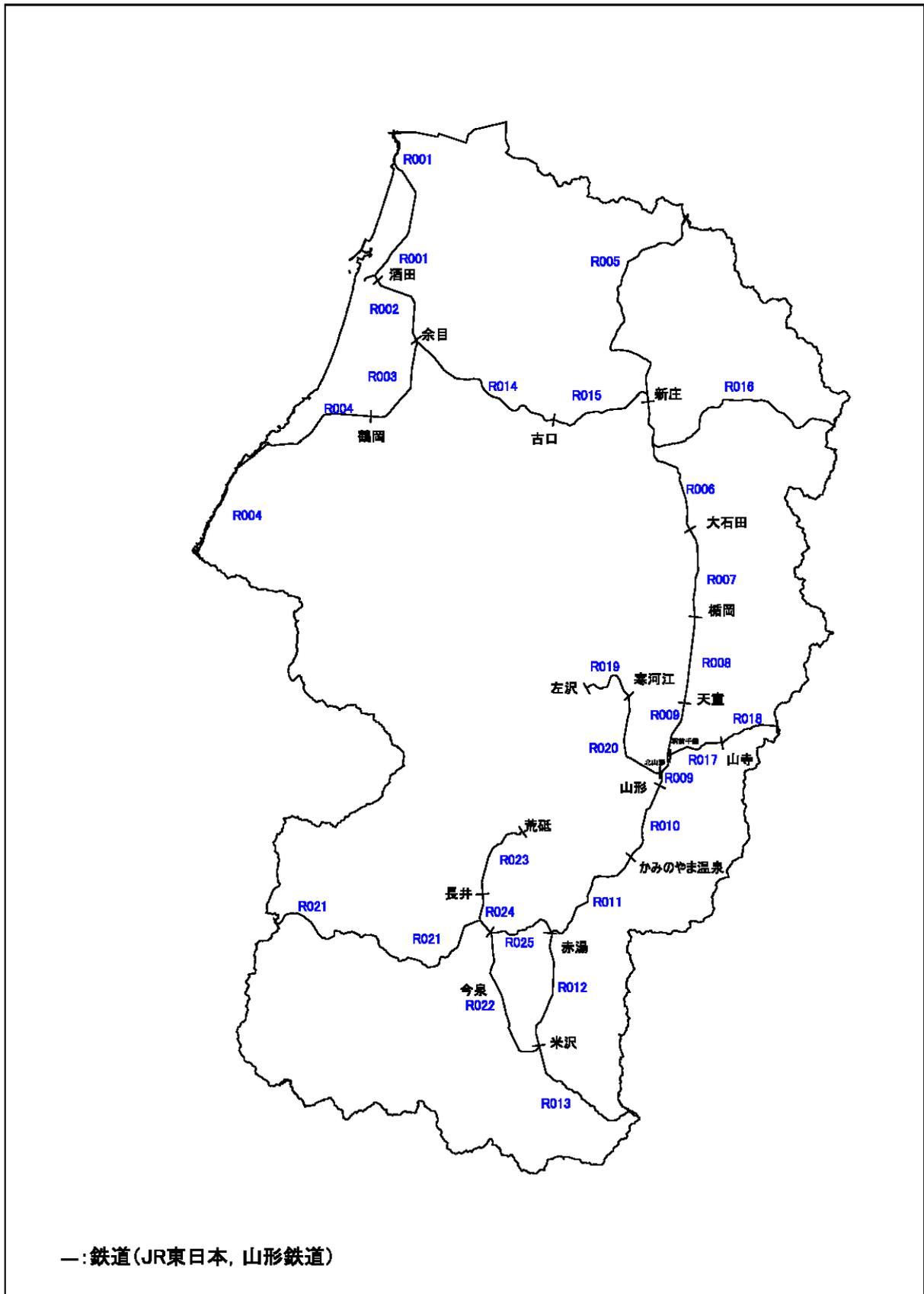


図 4-3-4 県内の鉄道路線図 (数字は区間コード)

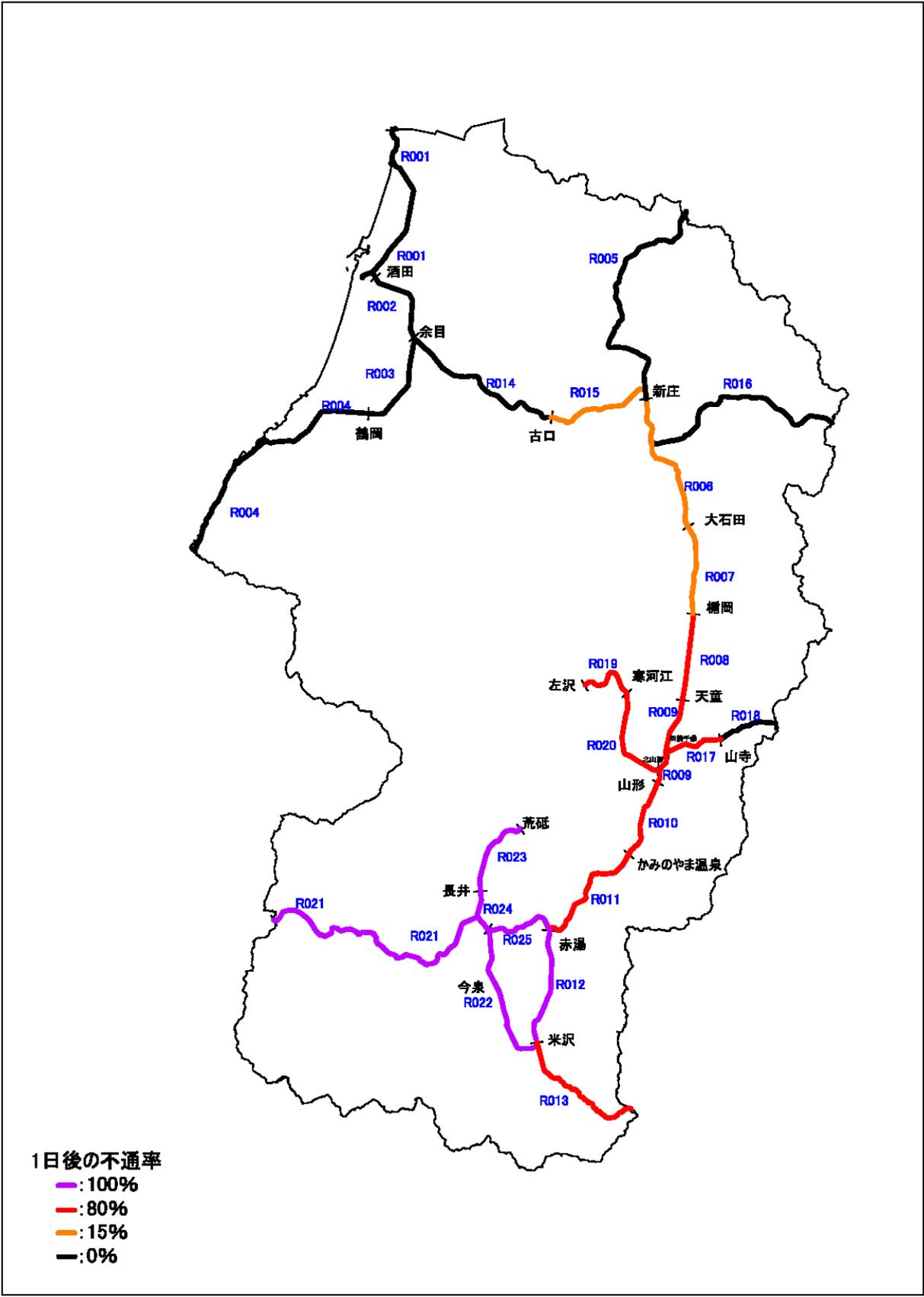


図 4-3-5 鉄道の通行障害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

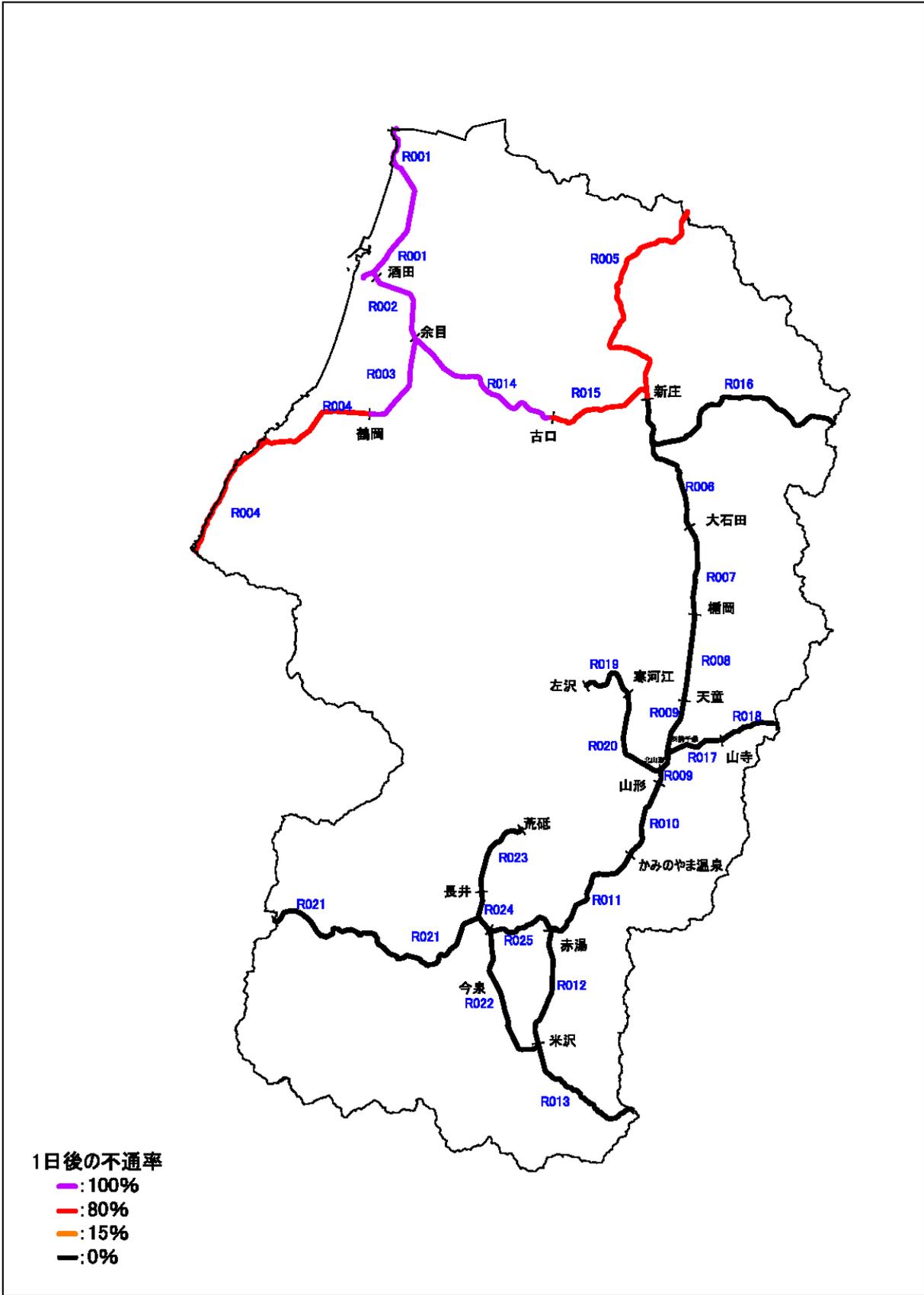


図 4-3-6 鉄道の通行障害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

3.3 空港・港湾

(1) 想定手法

空港・港湾の被害については、液状化・揺れに対する被害想定を行う。想定される被害としては、

- 1) 液状化による滑走路または港湾施設の変状
- 2) 揺れによる滑走路または港湾施設の変状

が挙げられる。そこで、空港・港湾位置における上記支障の程度を評価し、その評価結果に基づき利用支障の可能性を推定する。

a. 「液状化」に伴う施設利用支障の可能性

液状化による滑走路または港湾施設の変状の可能性は、施設の位置する地盤の液状化の程度に大きく影響させる。そこで、空港または港湾施設の位置する場所における液状化危険度（A）以上のメッシュの個数を加算し、その個数によって障害発生の可能性を点数付けした。

$$\begin{aligned} \text{〔液状化〕に伴う施設利用支障の発生可能性の点数} &= \\ & \text{（施設内の液状化危険度（A）以上のメッシュ数）} \times 0.25 \end{aligned}$$

b. 「揺れ」に伴う施設利用支障の可能性

揺れによっては、滑走路または港湾施設の擁壁等が崩壊する可能性がある。阪神・淡路大震災では震度6強以上の領域で港湾施設に大きな被害を生じた。そこで、震度分布から施設利用支障の可能性について以下のような点数付けを行った。

$$\begin{aligned} \text{〔揺れ〕に伴う施設利用支障の発生可能性の点数} &= \\ & \text{（施設内の震度6強以上(計測震度6.0以上)のメッシュ数）} \times 0.5 \end{aligned}$$

評価は、施設ごとにa, bの項目について施設支障の発生可能性についての評価ランクを表にまとめた。さらに、想定地震時に施設支障を引き起こす可能性を、注意度として表に付した。これは、評価項目（2項目）の評価点の合計が10点を超えた場合と1メッシュあたりの点数が0.5点を超えた場合についてそれぞれ★印を1つ付けた。表4-3-5および表4-3-6に県内の空港および港湾・漁港を示す。

表 4-3-5 対象施設（空港）

空港名	所在地	空港の種別	滑走路(m)×幅(m)
山形	東根市	第二種B	2,000×45
庄内	鶴岡市・酒田市	第三種	2,000×45

表 4-3-6 対象施設（港湾・漁港）

区分	港湾名
重要港湾	酒田港
地方港湾	加茂港、鼠ヶ関港（避難港）
漁港（1種）	早田漁港、小岩川漁港、大岩川漁港、温福漁港、米子漁港、暮坪漁港、鈴漁港、小波渡漁港、三瀬漁港、油戸漁港、吹浦漁港、女鹿漁港
漁港（2種）	堅苔沢漁港、由良漁港
漁港（4種）	飛島漁港

(2) 想定結果

長井盆地西縁断層帯における空港・港湾施設支障の評価結果を表 4-3-7 に、庄内平野東縁断層帯における結果を表 4-3-8 に示す。

a. 空港

過去の空港の事例としては、新潟地震(1964)における新潟空港の液状化による滑走路等の破損および浸水被害や最近では鳥取県西部地震(2000)での米子空港滑走路での液状化による亀裂・段差被害などの事例がある。また、「地震に強い空港のあり方検討委員会報告(2005 国土交通省)」においても航空機の離発着に欠かすことのできない滑走路・誘導路等の空港土木基本施設について地盤の液状化が問題とされている。

① 長井盆地西縁断層帯

山形空港および庄内空港ともに液状化および揺れに対する危険度が低いことから、空港土木基本施設に対する影響は少ないと思われる。

② 庄内平野東縁断層帯

庄内空港は液状化および揺れに対する危険度が高い結果となった。ただし、庄内空港については、液状化対策を実施していることから、実際には被害が生じる可能性は低いと考えられる。山形空港の場合、長井盆地西縁断層帯の想定地震と同様、液状化および揺れに対する危険度が低いことから影響は少ないと推測される。

b. 港湾

港湾施設は日本海沿いに点在し、本調査で最も注目すべき地震は、それらに比較的近い庄内平野東縁断層帯による想定地震である。特に、重要港として海上輸送の拠点となる酒田港などは、 900cm/s^2 以上の地表面加速度が見込まれ、震度 6 強のかなり強いゆれが発生し、液状化および揺れに対する危険度も高いと予測された。従って、庄内平野東縁断層帯による想定地震が発生した場合には、酒田港や吹浦漁港等の港湾施設に何らかの被害を受ける可能性はある。しかしながら、阪神・淡路大震災以降の酒田港等の重要港湾施設は、耐震強化が逐次実施されており、何らかの物的な被害があったとしても、港としての機能は維持されるものと推察される。例えば、酒田港では大規模地震時でも機能を維持できる耐震岸壁が 2 バースあり、同耐震岸壁は 1 万トン級の船舶が接岸できる -10m 岸壁となっている。

表 4-3-7 空港・港湾施設の被害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

種別	名称	液状化	揺れ	合計点	1メッシュあたりの点数	注意度
空港	山形空港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	庄内空港	0.0	0.0	0.0	0.0	
港湾	酒田港	0.0	0.5	0.5	0.5	★
	加茂港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	鼠ヶ関港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	早田漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	小岩川漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	大岩川漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	温福漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	米子漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	暮坪漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	鈴漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	小波渡漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	三瀬漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	油戸漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	吹浦漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	女鹿漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
堅苔沢漁港	0.0	0.0	0.0	0.0		
由良漁港	0.0	0.0	0.0	0.0		
飛島漁港	0.0	0.0	0.0	0.0		

表 4-3-8 空港・港湾施設の被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

種別	名称	液状化	揺れ	合計点	1メッシュあたりの点数	注意度
空港	山形空港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	庄内空港	0.3	0.5	0.8	0.8	★
港湾	酒田港	0.3	0.5	0.8	0.8	★
	加茂港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	鼠ヶ関港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	早田漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	小岩川漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	大岩川漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	温福漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	米子漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	暮坪漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	鈴漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	小波渡漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	三瀬漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	油戸漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	吹浦漁港	0.3	0.5	0.8	0.8	★
	女鹿漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	堅苔沢漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
	由良漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	
飛島漁港	0.0	0.0	0.0	0.0		

※ 庄内空港については耐震対策を実施しているため、被害の可能性は低い。

4. 河川・海岸構造物等被害

4.1 河川構造物

表 4-4-1 に注意を要する河川を示す。河口付近の潮位や常時の河川水位と比較して、堤内地盤高が低い地域や天井川が地震時の要注意区間とされる。なお、図 4-4-1 に県内の主要河川の分布を示す。

a. 河口付近

液状化の可能性はあるものの（特に、庄内平野東縁断層帯の場合）、国土交通省直轄河川の河口部の要注意区間は、既に耐震性の点検の結果、対策工がなされており、地震時に堤防機能を損傷し、河川水が被災した堤防を越水し、背後地に甚大な浸水被害を及ぼすような二次災害を生じる可能性が低いと考える。仮に、堤防が地震による被害を受けても土堤であるため、復旧が早期に可能であることから、大きな浸水被害の可能性は低いと考える。また、県管理河川の河口部については、その多くの対象区間が水田等の中に位置しており建物や人的被害の発生は低いと考えられる。

b. 天井川

山形県内には内陸部に天井川区間がいくつか見られる。ただし、これらの天井川区間の多くは小規模河川で、川幅も狭く河川流量が少ないため、仮に、堤防に被害が発生しても大きな浸水被害が生じる可能性は低いと考えられる。

表 4-4-1 天井川等

区分	河川名
河口付近	最上川（右岸） 最上川（左岸） 京田川（左岸） 豊川（右岸） 豊川（左岸）
天井川	石子沢川 小鶴沢川 南沢川 大旦川 沢の目川 馬見ヶ崎川 菽生川 水無川 日塔川 白水川 村山野川

4.2 海岸構造物

海岸構造物で主に対象となるものは、海岸堤防等の人工護岸である。庄内平野東縁断層帯の場合には、遊佐町、酒田市、鶴岡市の海岸付近で 500cm/s^2 を越える地表面加速度が想定され、液状化の危険度も大となっていることから、局所的に何らかの護岸に被害を受ける可能性がある。た

だし、本検討における想定地震は、内陸の地震であるため、津波の危険性はなく、例え地震による護岸の被害を生じたとしても、浸水被害による甚大な被害が発生する可能性は低いと考えられる。

4.3 ため池

阪神・淡路大震災や日本海中部地震など、過去の農業用ため池・フィルダムの被害をみると、その大半は堤体の亀裂等であり、建物被害や人的被害に至るような大規模な被害は発生していない。また、規模の大きい被害が発生したケースでは、それらの多くは堤高 15m 未満で、築堤時期も古く経験的技術によって造られたもので、これらは堤体あるいは堤体基礎地盤の液状化によるものであった。また、新潟県中越地震では地すべりによる被害も発生しており、これらから築堤時期が古く液状化が懸念される箇所、周辺に地すべり等がありその影響を受ける恐れのあるものは、特に注意すべきである。

4.4 ダム

阪神・淡路大震災の後に国土交通省が設置した「ダムの耐震性に関する評価検討委員会」の報告書（1995）に基づき、想定地震における山形県内のダムの安全性を評価した。

また、過去の地震において、ダム周辺で 1000cm/s^2 を超える加速度の強震動を受けた事例があるが、ダム本体に著しい被害を受けた事例はない。従って、ダムがかなり強烈な地震動を受けた場合でも既往の事例から判断すると大きな被害を受ける可能性は低いものと考えられる。しかし、本検討における震源周辺のダムについては、個別に耐震性を評価し想定地震における安全性を確認しておくことは重要である。

5. 危険物施設等被害

(1) 想定手法

山形県内の危険物貯蔵施設（屋外タンク）を対象に、阪神・淡路大震災の災害データを基に、その被害率を算出し、これを用いて、大規模地震発生時の被災件数、危険性を想定した。なお、この手法は、「首都直下地震の被害想定」（内閣府：2005）に採用されている。

$$(\text{被害発生件数}) = (\text{被害率}) \times (\text{施設数})$$

被害率は、阪神・淡路大震災の調査事例から算出された値（表 4-5-1）を採用するが、ここで震度5強以下については、過去の事例でもほとんど被害が無かったため、「出火」、「漏洩」および「破損等」の被害率はゼロとして考える。また、各消防本部の震度は、消防本部所在地の平均計測震度（表 3-2-5 および表 3-2-6）を基に決定している。

表 4-5-1 阪神・淡路大震災時の危険物施設の被害率実態

	震度6弱(大阪府の実態)				震度6強(神戸市の実態)			
	施設数	出火	漏洩	破損等	施設数	出火	漏洩	破損等
製造所	550	0	1	0	39	0	0	10
屋内貯蔵所	4579	0	24	0	631	0	30	29
屋外タンク貯蔵所	3255	0	1	11	682	0	12	249
屋内タンク貯蔵所	1437	0	1	0	285	1	1	7
地下タンク貯蔵所	4860	0	4	11	848	0	6	29
移動タンク貯蔵所	3319	0	0	0	646	0	0	3
屋外貯蔵所	944	0	0	0	219	0	0	31
給油取扱所	3470	0	0	20	586	0	3	136
移送取扱所	42	0	1	0	12	0	2	7
一般取扱所	3322	0	4	4	585	2	8	81
計	25778	0	36	46	4533	3	62	582
屋外タンク被害率		0.00%	0.03%	0.34%		0.00%	1.76%	36.51%

※「兵庫南部地震による危険物施設の被害調査報告書」消防庁消防研究所(1995)より

(2) 想定結果

各断層帯を震源とした際の被害想定を表 4-5-2 および 4-5-3 に示す。

表 4-5-2 危険物貯蔵施設（屋外タンク貯蔵所）の被害想定（長井盆地西縁断層帯）

消防本部名	タンク数	震度	被害率			被害数		
			出火	漏洩	破損等	出火	漏洩	破損等
山形市	110	6-	0.00%	0.03%	0.34%	0	0	0
米沢市	114	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	2	42
上山市	22	6-	0.00%	0.03%	0.34%	0	0	0
村山市	11	6-	0.00%	0.03%	0.34%	0	0	0
天童市	44	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	1	16
東根市	40	6-	0.00%	0.03%	0.34%	0	0	0
尾花沢市	10	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
南陽市	16	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	0	6
最上広域(新庄市)	32	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
西村山広域(寒河江市)	32	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	1	12
鶴岡地区(鶴岡市)	73	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
酒田地区(酒田市)	166	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
西置賜行政(長井市)	57	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	1	21
高島町	15	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	0	5
川西町	4	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	0	1
消防未設置	6	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	0	2
	752					0	5	105

表 4-5-3 危険物貯蔵施設（屋外タンク貯蔵所）の被害想定（庄内平野東縁断層帯）

消防本部名	タンク数	震度	被害率			被害数		
			出火	漏洩	破損等	出火	漏洩	破損等
山形市	110	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
米沢市	114	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
上山市	22	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
村山市	11	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
天童市	44	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
東根市	40	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
尾花沢市	10	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
南陽市	16	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
最上広域(新庄市)	32	6-	0.00%	0.03%	0.34%	0	0	0
西村山広域(寒河江市)	32	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
鶴岡地区(鶴岡市)	73	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	1	27
酒田地区(酒田市)	166	6+	0.00%	1.76%	36.51%	0	3	61
西置賜行政(長井市)	57	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
高畠町	15	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
川西町	4	5-	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
消防未設置	6	5+	0.00%	0.00%	0.00%	0	0	0
	752					0	4	88

※ カッコは消防本部の所在地である。

長井盆地西縁断層帯では、置賜地域および村山地域（西村山、天童市など）に被害が及んでいる。特に震源に近い、米沢市や長井市周辺に被害が多い。

庄内平野東縁断層帯では、鶴岡市および酒田市周辺に被害が集中している。特に石油コンビナートなどを抱える酒田市において被害が最も多い。

被害としては、そのほとんどが破損等で、漏洩に至る被害が両断層帯共に4から5箇所程度と推定された。なお、両断層帯ともに出火は想定されなかった。しかしながら、各施設において消防法等により外部への流出を最小限に留める施設が整備されているが、一部の施設では漏洩も懸念されるため、一層の耐震化が望まれるところである。

なお、積雪寒冷地である山形県では、灯油を貯蔵するホームタンクのような少量危険物貯蔵施設を設置する家庭が多い。平成15年に発生した十勝沖地震におけるホームタンクの転倒等に関する報告によれば、幸いにも出火はなかったものの、最大約400ℓの漏洩が確認されている。転倒原因としては、地盤に問題があるもの、タンク脚部が固定されていないもの、タンク脚部が老朽化しているものなどが多数を占め、ホームタンクのような少量危険物についても、その危険性を周知し対策を施す必要がある。

6. 地震火災

(1) 想定手法

地震時の火災被害を予測するために、建物情報（木造建物棟数、非木造建物棟数、地震に伴う全壊率）、発生時期、風向き、風速等を考慮して地震に伴う出火件数および焼失棟数の算出を行った。

a. 出火件数の計算

出火件数は、メッシュ毎の木造建物からの出火件数と非木造建物からの出火件数をそれぞれ以下に示す方法で計算したのち、それらを合計した値とした。

$$(\text{出火件数}) = (\text{木造建物からの出火件数}) + (\text{非木造建物からの出火件数})$$

①木造建物からの出火件数

出火件数は、神奈川県(1997)の手法によりメッシュ別の出火件数を算出する。

$$(\text{メッシュ別出火率}) = (\text{季節ごとの出火率(表 4-6-1 参照)}) \times (\text{時刻係数})$$

$$(\text{メッシュ別出火件数}) = (\text{メッシュ別出火率}) \times (\text{メッシュ内の木造建物棟数})$$

表 4-6-1 季節ごとの出火率 (%)

全壊率	春・秋	夏	冬
~5	0.009	0.006	0.012
~10	0.015	0.009	0.019
~20	0.024	0.015	0.031
~30	0.032	0.020	0.042
~40	0.039	0.024	0.051
~50	0.045	0.028	0.060
~60	0.051	0.032	0.068
~70	0.057	0.036	0.076
~80	0.063	0.040	0.084
~90	0.068	0.043	0.091
~100	0.074	0.046	0.098

②非木造建物からの出火件数

非木造建物からの出火件数は、名古屋市(1997)で用いられた計算式に基づき算出した。

$$(\text{出火件数}) = 0.512 \times (\text{木造建物からの出火件数}) \times (\text{非木造建物棟数}) / (\text{木造建物棟数})$$

表 4-6-2 時刻係数

時刻	0	1	2	3	4	5
時刻係数	0.46	0.42	0.46	0.64	0.58	0.47
時刻	6	7	8	9	10	11
時刻係数	0.49	0.66	0.82	1.00	0.95	1.08
時刻	12	13	14	15	16	17
時刻係数	1.00	1.02	1.16	1.06	1.09	1.42
時刻	18	19	20	21	22	23
時刻係数	1.39	1.33	1.13	0.88	0.78	0.93

b. 焼失棟数の計算

焼失棟数の計算は、消火可能な場合と消火困難な場合とに分け、それぞれ焼失棟数を合計して全焼失棟数とした。消火可能か困難かの分類については、表 4-6-3 の加速度レベルと初期消火率の関係（東京消防庁(1997)）を用いた。

表 4-6-3 加速度レベルと初期消火率

加速度レベル (gal)	100~200	200~300	300~400	400~600	600~800	800~
初期消火率	0.67	0.67	0.67	0.44	0.30	0.08

①消火可能な場合

耐火造率と風速および出火からの経過時間に応じて火災の延焼面積を表 4-6-4 から求め、その値をそのメッシュの最終的な延焼面積とし、焼失棟数は、延焼面積から計算した。

$$(\text{焼失棟数}) = 0.0114 \times (\text{延焼面積} : \text{m}^2)$$

表 4-6-4 の経過時間別延焼規模の算定は、「直下地震を踏まえた新たな出火要因および延焼性状の解明と対策」で提案されている「東消式 97」による方法で行った。これは、酒田大火や阪神・淡路大震災の火災被害に対する再現性も比較的高いことが確認されている。この手法では、出火時の風向き、風速、木造混成率、建ぺい率、建物全壊率が考慮されており、そこから延焼面積を算定することができる。焼失面積と焼失棟数の関係は、阪神・淡路大震災の被害状況からの関係式を用いた。

表 4-6-4 出火時点からの経過時間に応じた火災延焼規模

耐火造率 60%		出火からの経過時間 (分)						
風速	評価項目	10	20	30	40	50	60	
2m/s	延焼距離	風上	2	5	7	10	13	15
		風下	2	4	6	8	10	12
	火災周長	13	27	42	56	70	85	
	延焼面積	14	60	138	249	393	569	
7m/s	延焼距離	風上	4	7	12	16	20	25
		風下	2	4	6	8	10	12
	火災周長	16	32	48	65	83	100	
	延焼面積	18	77	180	327	520	759	
14m/s	延焼距離	風上	4	9	14	20	25	32
		風下	2	4	6	8	10	12
	火災周長	17	35	53	72	92	112	
	延焼面積	21	89	207	379	610	903	

②消火困難な場合

阪神・淡路大震災では、延焼火災が多数発生し、1000 平方メートル以上を焼失した大規模な火災は 43 区域あり、最大規模の火災は 5.8ha となった。したがって、ここでは、この事例に基づき 1 出火点あたりの延焼による最大焼失面積を 5.8ha(58,000 m²)として、焼失棟数を算出した。

また、式中の補正係数は、神戸市と山形県との建物密度の違いを考慮し修正してある。実際には、住宅土地統計調査データ（総務省統計局）に基づいた、山形市と神戸市 5 区（灘・東灘・兵庫・長田・須磨）の建物密度比を与えた。その結果この補正係数は、0.0076 となった。

$$\begin{aligned}
 (\text{焼失棟数}) &= (\text{炎上出火件数}) \times (\text{メッシュ内の木造建物棟数}) \\
 &\quad \times (\text{平均最大延焼面積: } 5.8\text{ha}) / (\text{メッシュ面積}) \times (\text{補正係数}) \\
 (\text{炎上出火件数}) &= (\text{全出火件数: } a \text{ で算出}) \times (1.0 - \text{初期消火率})
 \end{aligned}$$

また、風速による延焼拡大速度の考慮については、上記式は風速 2mの場合に対応するため、今回設定する風速 2mに対しては(焼失棟数)×1.0、風速 7mに対しては(焼失棟数)×1.59として、消火困難な場合の焼失棟数を求めた。この係数は、風速補正係数(日本火災学会(1996))である。

最終的な焼失棟数の算出には、焼失棟数をメッシュ別の木造建物と非木造建物の棟数比で分配することにより、木造建物焼失棟数と非木造建物焼失棟数を求めた。

$$\begin{aligned}
 (\text{木造建物焼失棟数}) &= (\text{焼失棟数}) \times (\text{木造建物棟数}) / (\text{全建物棟数}) \\
 (\text{非木造建物焼失棟数}) &= (\text{焼失棟数}) \times (\text{非木造建物棟数}) / (\text{全建物棟数})
 \end{aligned}$$

今回の調査での想定ケースは、1)夏季昼間、2)冬季早朝、3)冬季夕方であり、ここでの出火率および時刻係数の設定は、1)夏季 13 時、2)冬季 6 時、3)冬季 17 時と設定した。また、気象条件としては、表 4-6-5 の各地域の平均的な風速を設定し、火災被害の算定に使用した。

なお、表 4-6-4 の耐火率 60%は、住宅土地統計調査構造別住宅数データ(総務省統計局)に基づき、全建物棟数に対する木造以外の建物の割合から設定した。この木造以外の総数には、防火木造の棟数も含めてある。

また、火災延焼規模算定のためのパラメータに必要な出火からの経過時間の設定に関しては、通報から消防車が到着する平均時間が 6.4 分(消防科学総合センター)とされているが、地震災害時であることからその 4~5 倍程度かかるものと仮定して、30 分と設定した。

表 4-6-5 火災の被害想定に設定した地域ごとの風の設定値と平均値

設定値				平均値 (m/s)			
季節	地域	風向	風速	月	観測点	風向	平均風速
冬季	庄内	北西	7.0	1月	酒田	西北西	6.0
	最上	北西	2.0		新庄	北西	3.3
	村山	南西	2.0		山形	南南西	1.4
	置賜	南西	2.0		長井	—	1.7
夏季	庄内	南東	2.0	8月	酒田	東南東	3.3
	最上	南東	2.0		新庄	東南東	2.5
	村山	北	2.0		山形	北	1.5
	置賜	北	2.0		長井	—	1.2

(2) 想定結果

夏季昼間(13時)、冬季早朝(6時)、冬季夕方(17時)の地震発生における焼失棟数を表 4-6-6. 7 に示す。また、各地震とも冬季夕方における焼失被害が最も大きくなることから、その場合の焼失棟数分布を図 4-6-1. 2 に示す。冬季夕方は、暖房や調理機器の利用が多いため、出火件数が多くなり、その結果、焼失被害が大きくなったものと考えられる。

後述する 7.1 節(上水道)の表 4-7-6 に各市町村の消火栓の設置状況を示す。

a.長井盆地西縁断層帯の場合

夏季昼間および冬季早朝での被害は少ないが、冬季夕方では約 80 棟が焼失する可能性があるとして推定された。特に、建物総数の多い山形市では、他の自治体に比べ多い値となり、密集度の高い地域での焼失棟数が多くなる傾向が見られる。

b.庄内平野東縁断層帯の場合

夏季昼間および冬季早朝では数棟、冬季夕方では約 60 棟が焼失する可能性があるとして推定された。この想定地震でも、旧鶴岡市や旧酒田市のように密集度の高い地域での焼失棟数が多くなる傾向が見られる。

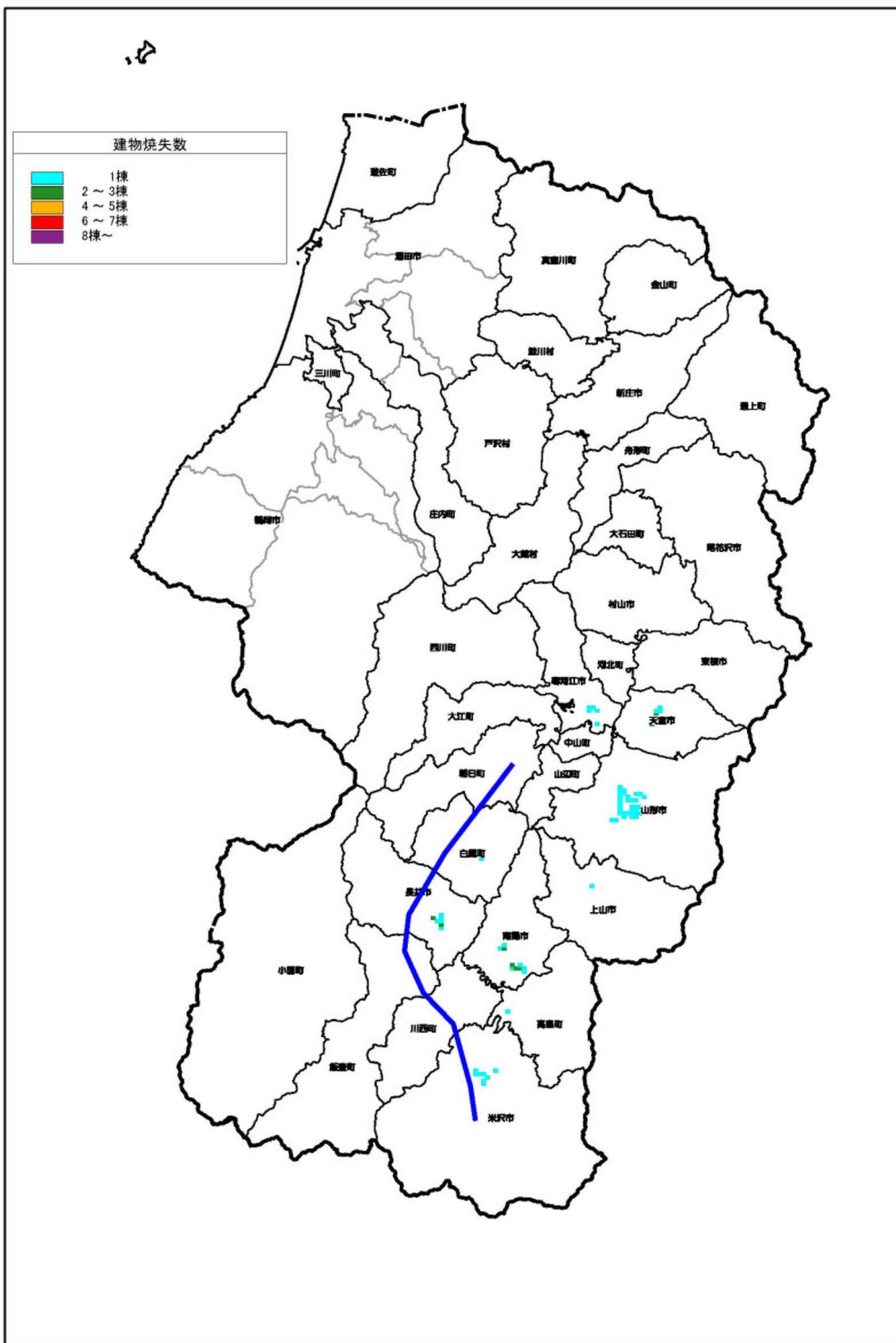


図 4-6-1 焼失棟数分布（長井盆地西縁断層帯：冬季夕方）

表 4-6-6 地震火災被害の想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	建物総数	焼失棟数		
		夏季昼間	冬季早朝	冬季夕方
山形市	92,093	0	0	34
米沢市	37,671	0	0	8
鶴岡市(旧鶴岡市)	39,056	0	0	0
酒田市(旧酒田市)	38,521	0	0	0
新庄市	18,746	0	0	0
寒河江市	20,685	0	0	5
上山市	16,241	0	0	1
村山市	15,646	0	0	0
長井市	18,693	0	0	9
天童市	29,740	0	0	8
東根市	22,123	0	0	0
尾花沢市	11,594	0	0	0
南陽市	19,794	1	1	15
山辺町	7,871	0	0	0
中山町	4,269	0	0	0
河北町	10,409	0	0	0
西川町	4,204	0	0	0
朝日町	3,393	0	0	0
大江町	3,943	0	0	0
大石田町	4,440	0	0	0
金山町	2,877	0	0	0
最上町	5,868	0	0	0
舟形町	2,119	0	0	0
真室川町	4,772	0	0	0
大蔵村	1,472	0	0	0
鮭川村	2,103	0	0	0
戸沢村	2,079	0	0	0
高島町	14,429	0	0	1
川西町	7,578	0	0	0
小国町	5,416	0	0	0
白鷹町	10,393	0	0	1
飯豊町	5,030	0	0	0
庄内町(旧立川町)	2,375	0	0	0
庄内町(旧余目町)	6,771	0	0	0
鶴岡市(旧藤島町)	4,102	0	0	0
鶴岡市(旧羽黒町)	3,269	0	0	0
鶴岡市(旧櫛引町)	2,689	0	0	0
三川町	2,792	0	0	0
鶴岡市(旧朝日村)	1,897	0	0	0
鶴岡市(旧温海町)	4,553	0	0	0
遊佐町	11,891	0	0	0
酒田市(旧八幡町)	3,640	0	0	0
酒田市(旧松山町)	1,918	0	0	0
酒田市(旧平田町)	2,629	0	0	0
総計	531,794	1	1	82

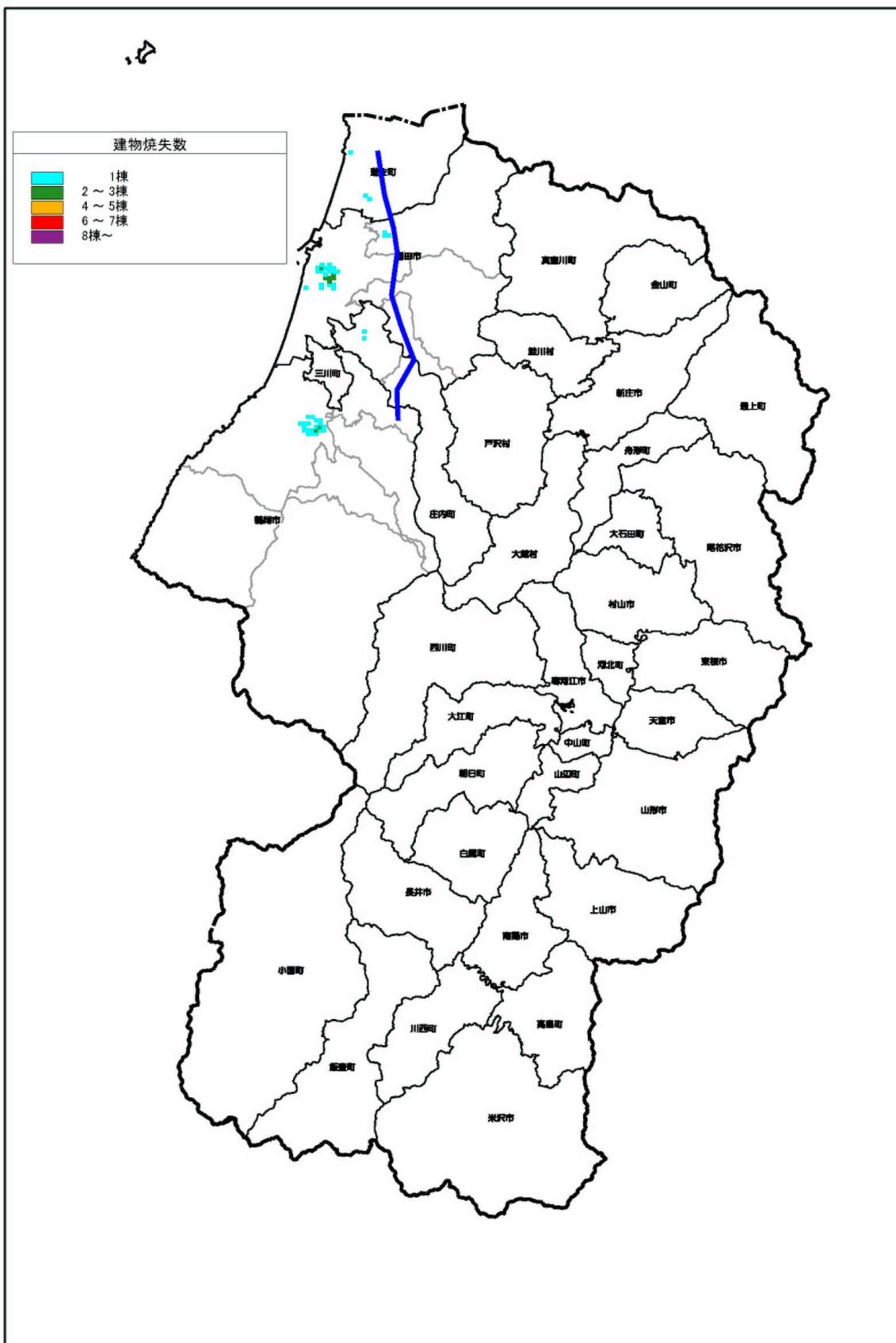


図 4-6-2 焼失棟数分布（庄内平野東縁断層帯：冬季夕方）

表 4-6-7 地震火災被害の想定結果（庄内平野西縁断層帯）

市町村名	建物総数	焼失棟数		
		夏季昼間	冬季早朝	冬季夕方
山形市	92,093	0	0	0
米沢市	37,671	0	0	0
鶴岡市(旧鶴岡市)	39,056	2	1	24
酒田市(旧酒田市)	38,521	2	2	31
新庄市	18,746	0	0	0
寒河江市	20,685	0	0	0
上山市	16,241	0	0	0
村山市	15,646	0	0	0
長井市	18,693	0	0	0
天童市	29,740	0	0	0
東根市	22,123	0	0	0
尾花沢市	11,594	0	0	0
南陽市	19,794	0	0	0
山辺町	7,871	0	0	0
中山町	4,269	0	0	0
河北町	10,409	0	0	0
西川町	4,204	0	0	0
朝日町	3,393	0	0	0
大江町	3,943	0	0	0
大石田町	4,440	0	0	0
金山町	2,877	0	0	0
最上町	5,868	0	0	0
舟形町	2,119	0	0	0
真室川町	4,772	0	0	0
大蔵村	1,472	0	0	0
鮭川村	2,103	0	0	0
戸沢村	2,079	0	0	0
高島町	14,429	0	0	0
川西町	7,578	0	0	0
小国町	5,416	0	0	0
白鷹町	10,393	0	0	0
飯豊町	5,030	0	0	0
庄内町(旧立川町)	2,375	0	0	0
庄内町(旧余目町)	6,771	0	0	2
鶴岡市(旧藤島町)	4,102	0	0	0
鶴岡市(旧羽黒町)	3,269	0	0	0
鶴岡市(旧榎引町)	2,689	0	0	0
三川町	2,792	0	0	0
鶴岡市(旧朝日村)	1,897	0	0	0
鶴岡市(旧温海町)	4,553	0	0	0
遊佐町	11,891	0	0	3
酒田市(旧八幡町)	3,640	0	0	3
酒田市(旧松山町)	1,918	0	0	0
酒田市(旧平田町)	2,629	0	0	0
総計	531,794	4	3	63

7. ライフライン被害

上水道、都市ガス、LPガス、下水道、電気、電話のライフラインに対する地震被害想定を行った。ここでは、既往地震の被害データに基づく経験式を用いて設備被害を想定した上で、供給支障を被る需要家数を想定した。

7.1 上水道

(1) 想定手法

水道管の種類には、取水口から浄水場までの導水管、浄水場から配水地までの送水管、配水池から各家庭の前までの配水管、そこから各家庭に引き込む給水管の4つに大別される。過去の地震被害事例によると、水道管被害の中心は、配水池から各家庭を結ぶ配水管の被害頻度が高く、送水管の被害も見られた。

上水道の管種別被害箇所率は、地表最大速度から得られる速度係数(表 4-7-1)、液状化係数(表 4-7-2)および管種管径係数(表 4-7-3)を用いて求めた。この管種別被害箇所率は1kmあたりの値のため、管種別の総延長を管種別被害箇所率に乗じて、全体の被害箇所数を計算した。これらは、山崎他(1995)による阪神・淡路大震災の被害事例から導いた算出式によって係数を決めている。

$$(\text{被害箇所率}) = (\text{速度係数}) \times (\text{液状化係数}) \times (\text{管種管径係数})$$

$$(\text{被害箇所数}) = (\text{被害箇所率}) \times (\text{管の長さ(km)})$$

本調査では市町村より上水道に関するデータを収集し、それをもとに管種管径係数等のパラメータを設定した。管種管径データは市町村単位に集計されているため、被害の算出は市町村単位で行った。

なお、速度係数で必要となる地表最大速度については、市町村ごとにライフラインが敷設されている状況を想定して、住宅や事業所が存在するメッシュ(国勢調査数値データが存在するメッシュ)の最大速度の平均値を用いることにした。

また、これらの被害による上水道の断水率は、過去の地震による上水道機能障害データから、川上(1996)により導かれた、水道管被害箇所数との相関式(以下参照)を用いて算定した。

$$(\text{地震直後の断水率}) = 1.0 \div (1.0 + 0.0473 \times X^{-1.61})$$

$$(\text{1日後の断水率}) = 1.0 \div (1.0 + 0.307 \times X^{-1.17})$$

X: 被害箇所率(箇所/km)

表 4-7-1 速度係数

地表最大速度	速度係数
~20cm/s	0.00
~40cm/s	0.23
~60cm/s	0.66
~80cm/s	1.23
~100cm/s	1.91
~120cm/s	2.69
~140cm/s	3.57
~160cm/s	4.52
~180cm/s	5.55
~200cm/s	6.66

表 4-7-2 液状化係数

液状化危険度	液状化係数
液状化危険度 A	3.00
液状化危険度 B	1.50
液状化危険度 C	1.20
液状化の危険性なし	1.00

表 4-7-3 管種管径係数

管径	~75mm	~250mm	~450mm	~900mm	900mm~
ダクタイル鋳鉄管	0.60	0.30	0.30	0.09	0.05
普通鋳鉄管	1.70	1.20	0.40	0.40	0.15
鋼管	0.84	0.42	0.24	0.24	0.24
塩化ビニル管	1.50	1.20	1.20	1.20	1.20
石綿セメント管	6.90	2.70	1.20	1.20	1.20

上水道の断水率に対する世帯数（断水世帯数）は、市町村毎の水道供給世帯数に断水率（地震直後、一日後）を乗じて算定した。水道供給世帯数については、市町村毎の水道普及率と世帯数から類推した。

（2）想定結果

上水道施設の被害想定結果を図 4-7-1. 2 および表 4-7-4. 5 に示す。地震動の大きな地域で被害は大きくなり、特に、液状化の危険度が高い地域での被害が大きくなる傾向にある。長井盆地西縁断層帯の場合には、長井市、高島町、川西町、飯豊町、庄内平野東縁断層帯の場合には、旧酒田市、庄内町、旧藤島町、三川町が、発災一日後でも断水率が 90%を超えると推定された。

なお、発災一日後の県内全域における断水世帯数は、長井盆地西縁断層帯の想定地震の場合には、約 25 万世帯（断水率 68%）、庄内平野東縁断層帯の想定地震の場合には、約 13 万世帯（断水率 35%）となることが想定される結果となった。

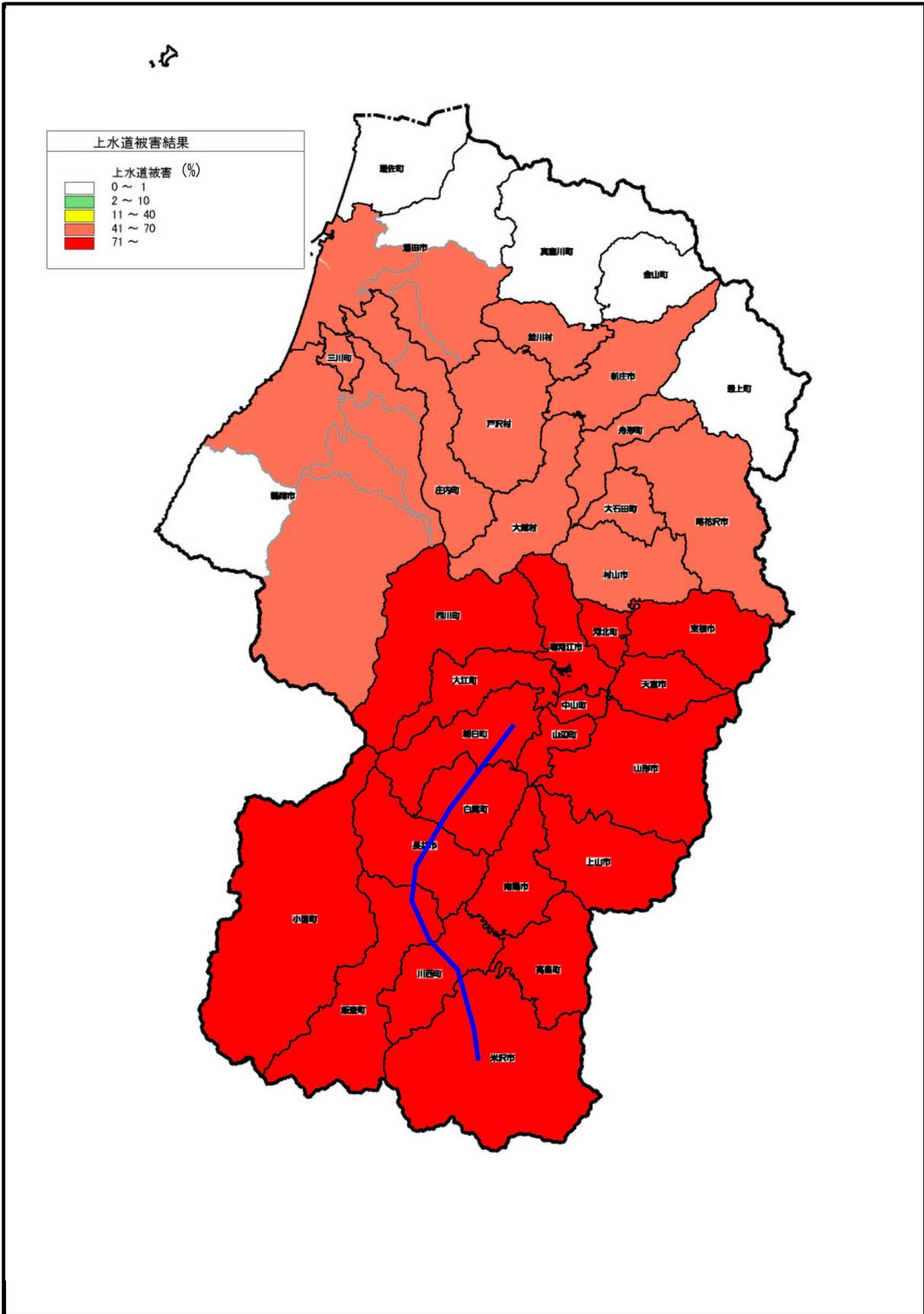


图 4-7-1 断水率分布（長井盆地西縁断層帯）

表 4-7-4 上水道の被害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	水道供給 世帯数	液状化 危険度 ※3	総管路 長(km)	被害箇所 数(箇所)	断水率 (断水戸数/供給戸数)		断水世帯数	
					地震直後 (%)	一日後 (%)	地震直後	一日後
山形市	92,289	B	1,280.0	442	95.8	77.6	88,413	71,616
米沢市	28,928	B	473.2	410	98.4	87.8	28,465	25,399
鶴岡市(旧鶴岡市)	33,478	B	672.2	152	80.9	50.3	27,084	16,839
酒田市(旧酒田市)	34,482	B	836.1	175	80.9	50.3	27,896	17,344
新庄市 ※1	11,834	C	312.0	64	74.7	43.8	8,840	5,183
寒河江市	12,124	C	292.4	342	97.8	84.7	11,857	10,269
上山市	10,924	C	267.8	102	94.2	72.8	10,290	7,953
村山市	7,858	B	203.8	49	80.9	50.3	6,357	3,953
長井市	9,086	C	247.5	856	98.9	90.3	8,986	8,205
天童市	19,523	C	435.5	397	97.8	84.7	19,093	16,536
東根市	12,933	C	268.9	159	94.2	72.8	12,183	9,415
尾花沢市 ※1	5,523	C	104.3	20	74.7	43.8	4,126	2,419
南陽市	9,963	B	258.1	582	98.4	87.8	9,804	8,748
山辺町 ※2	4,232	B	179.8	39	95.8	77.6	4,054	3,284
中山町 ※2	3,376	B		72	98.4	87.8	3,322	2,964
河北町	5,628	C	147.3	52	94.2	72.8	5,302	4,097
西川町	1,856	C	108.6	106	94.2	72.8	1,748	1,351
朝日町	2,278	C	81.9	180	97.8	84.7	2,228	1,929
大江町	2,673	B	70.7	81	95.8	77.6	2,561	2,074
大石田町 ※1	2,321	B	190.1	97	80.9	50.3	1,878	1,167
金山町	1,703	なし	111.7	0	0.0	0.0	0	0
最上町	2,754	C	102.1	0	0.0	0.0	0	0
舟形町	1,727	B	63.8	17	74.7	43.8	1,290	756
真室川町	2,601	C	132.2	0	0.0	0.0	0	0
大蔵村	984	B	57.1	20	80.9	50.3	796	495
鮭川村	1,252	C	13.1	7	74.7	43.8	935	548
戸沢村	1,476	B	102.7	16	80.9	50.3	1,194	742
高島町 ※1	6,498	A	197.1	491	99.7	96.4	6,479	6,264
川西町	4,761	B	225.7	1,169	99.2	92.3	4,723	4,394
小国町	3,148	B	52.8	81	95.8	77.6	3,016	2,443
白鷹町	4,524	B	171.7	298	98.4	87.8	4,452	3,972
飯豊町	2,319	C	157.7	400	98.9	90.3	2,293	2,094
庄内町(旧立川町) ※2	1,733	B		31	80.9	50.3	1,402	872
庄内町(旧余目町) ※2	4,940	A	215.0	62	92.8	69.5	4,584	3,433
鶴岡市(旧藤島町)	2,970	A	125.6	83	92.8	69.5	2,756	2,064
鶴岡市(旧羽黒町)	2,321	C	154.0	43	74.7	43.8	1,734	1,017
鶴岡市(旧櫛引町)	1,967	B	79.3	29	80.9	50.3	1,591	989
三川町	2,062	A	79.8	56	92.8	69.5	1,914	1,433
鶴岡市(旧朝日村)	1,291	C	83.9	20	74.7	43.8	964	565
鶴岡市(旧温海町)	3,011	C	87.0	0	0.0	0.0	0	0
遊佐町※	4,679	C	154.3	0	0.0	0.0	0	0
酒田市(旧八幡町)	1,909	C	48.2	0	0.0	0.0	0	0
酒田市(旧松山町)	1,429	C	57.0	13	74.7	43.8	1,067	626
酒田市(旧平田町) ※1	1,946	C	87.9	20	74.7	43.8	1,454	852
山形県企業局(広域水道)			218.3					
総計	375,314		9,208.0	7,231	87.2	67.8	327,131	254,304

※1 データ不十分につき、類似規模の自治体データを引用(総管路長で補正した)。

※2 1組織としたデータにつき、総管路長を折半し、旧町単位に換算した。

※3 市町村毎の平均液状化危険度(危険度ランクは表 3-3-2 参照)

※4 水道供給世帯数は、世帯数と水道普及率から推定した。

※5 管種が不明なものは、ダクタイル鑄鉄管とした。

表 4-7-5 上水道の被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	水道供給 世帯数	液状化 危険度 ※3	総管路 長(km)	被害箇所 数(箇所)	断水率 (断水戸数/供給戸数)		断水世帯数	
					地震直後 (%)	一日後 (%)	地震直後	一日後
山形市	92,289	C	1,280	0	0.0	0.0	0	0
米沢市	28,928	なし	473	0	0.0	0.0	0	0
鶴岡市(旧鶴岡市)	33,478	B	672	811	98.4	87.8	32,942	29,394
酒田市(旧酒田市)	34,482	A	836	1,871	99.5	94.2	34,310	32,482
新庄市 ※1	11,834	C	312	64	74.7	43.8	8,840	5,183
寒河江市	12,124	C	292	64	74.7	43.8	9,057	5,310
上山市	10,924	なし	268	0	0.0	0.0	0	0
村山市	7,858	C	204	39	74.7	43.8	5,870	3,442
長井市	9,086	なし	248	0	0.0	0.0	0	0
天童市	19,523	C	436	62	68.8	38.6	13,432	7,536
東根市	12,933	C	269	55	74.7	43.8	9,661	5,665
尾花沢市 ※1	5,523	C	104	20	74.7	43.8	4,126	2,419
南陽市	9,963	なし	258	0	0.0	0.0	0	0
山辺町 ※2	4,232	なし	180	0	0.0	0.0	0	0
中山町 ※2	3,376	B	13	13	80.9	50.3	2,731	1,698
河北町	5,628	C	147	18	74.7	43.8	4,204	2,465
西川町	1,856	C	109	37	74.7	43.8	1,386	813
朝日町	2,278	C	82	0	0.0	0.0	0	0
大江町	2,673	C	71	23	74.7	43.8	1,997	1,171
大石田町 ※1	2,321	B	190	97	80.9	50.3	1,878	1,167
金山町	1,703	C	112	25	74.7	43.8	1,272	746
最上町	2,754	C	102	24	74.7	43.8	2,057	1,206
舟形町	1,727	B	64	21	80.9	50.3	1,397	869
真室川町	2,601	B	132	49	80.9	50.3	2,104	1,308
大蔵村	984	B	57	20	80.9	50.3	796	495
鮭川村	1,252	B	13	9	80.9	50.3	1,013	630
戸沢村	1,476	A	103	45	95.8	77.6	1,414	1,145
高畠町 ※1	6,498	C	197	0	0.0	0.0	0	0
川西町	4,761	なし	226	0	0.0	0.0	0	0
小国町	3,148	なし	53	0	0.0	0.0	0	0
白鷹町	4,524	なし	172	0	0.0	0.0	0	0
飯豊町	2,319	なし	158	0	0.0	0.0	0	0
庄内町(旧立川町) ※2	1,733	A	215	332	99.5	94.2	1,724	1,632
庄内町(旧余目町) ※2	4,940	A	516	516	99.7	96.4	4,925	4,762
鶴岡市(旧藤島町)	2,970	A	126	690	99.7	96.4	2,961	2,863
鶴岡市(旧羽黒町)	2,321	C	154	232	97.8	84.7	2,270	1,966
鶴岡市(旧櫛引町)	1,967	B	79	156	98.4	87.8	1,936	1,727
三川町	2,062	A	80	464	99.7	96.4	2,056	1,988
鶴岡市(旧朝日村)	1,291	C	84	20	74.7	43.8	964	565
鶴岡市(旧温海町)	3,011	C	87	34	74.7	43.8	2,249	1,319
遊佐町※	4,679	B	154	463	99.2	92.3	4,642	4,319
酒田市(旧八幡町)	1,909	B	48	45	98.4	87.8	1,878	1,676
酒田市(旧松山町)	1,429	B	57	86	98.4	87.8	1,406	1,255
酒田市(旧平田町) ※1	1,946	A	88	266	99.5	94.2	1,936	1,833
山形県企業局(広域水道)			218					
総計	375,314		9,208	6,670	45.1	34.9	169,434	131,049

※1 データ不十分につき、類似規模の自治体データを引用(総管路長で補正した)。

※2 1組織としたデータにつき、総管路長を折半し、旧町単位に換算した。

※3 市町村毎の平均液状化危険度(危険度ランクは表 3-3-2 参照)

※4 水道供給世帯数は、世帯数と水道普及率から推定した。

※5 管種が不明なものは、ダクタイル鋳鉄管とした。

(3) 過去の震災における復旧状況

過去の震災における上水道の復旧状況を図 4-7-3 に示す。過去の事例から、上水道については、40 日程度で全体の 8 割は復旧するものと考えられる。年々、上水道施設の耐震化や地震対策がとられていることから、被害規模の縮小化および復旧の短縮化がなされつつあると考えられるが、想定外の災害にも対応できるような対策は重要である。

参考までに、各市町村の上水道に関する給水車、給水タンク、ポリタンクなどの備品、および消火栓数（断水等の備えに関する資料）などを表 4-7-6 に記しておく。

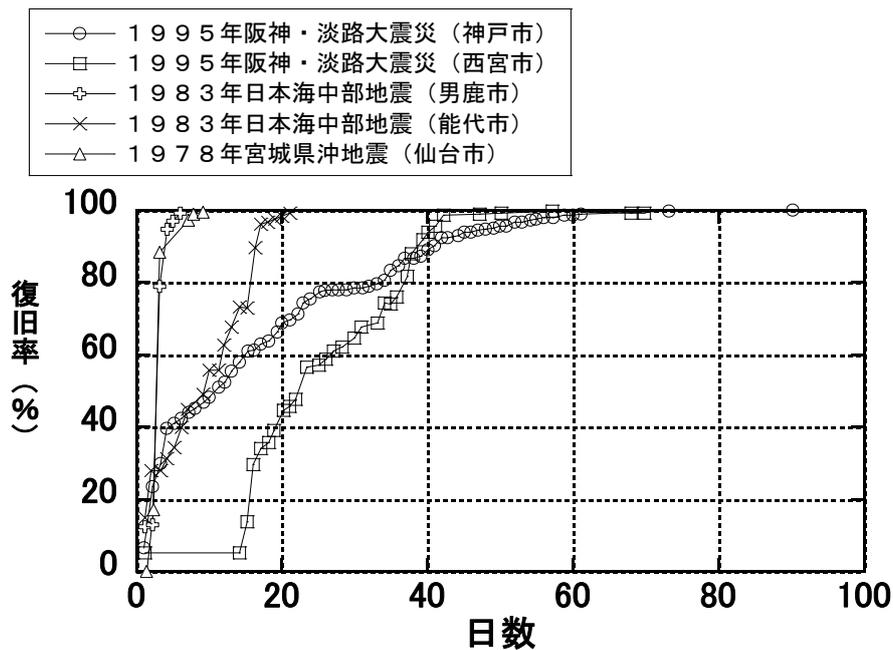


図 4-7-3 過去の震災での上水道の復旧状況

表 4-7-6 各市町村の上水道に関する給水車、備品および消火栓数
(断水等の備えに関する資料)

(平成 17 年 12 月現在)

市町村	給水車 (台)	給水タンク (基)	ポリタンク (ℓ分)	ポリ袋 (ℓ分)	消火栓 (基)
山形市	3	9	350	21,315	2,784
米沢市	1	5	1,000		874
鶴岡市 (旧鶴岡市)	1	2	(4640 個)		2,140
酒田市 (旧酒田市)	2	4	13,230	14,590	1,569
新庄市	1		(100 個)		674
寒河江市	1		500		594
上山市	1	2	1,000	22,250	707
村山市		2	400		591
長井市		2	(50 個)		429
天童市	-	-	-	-	-
東根市		2			770
尾花沢市	1		600		232
南陽市	1		1,850	1,500	563
山辺町・中山町		1	6,338		523
河北町		2	400		390
西川町		2	(20 個)		287
朝日町		1	(30 個)		241
大江町		1	450		268
大石田町	1		(20 個)		380
金山町	1		3,000		249
最上町			(36 個)		310
舟形町	1		(15 個)		247
真室川町		1	720		453
大蔵村					157
鮭川村			4,800		115
戸沢村		2			不明
高島町					不明
川西町		2		38,855	282
小国町	1				79
白鷹町		1	1,600	3,570	389
飯豊町	1		450		152
庄内町 (旧立川町・旧余目町)		1	480	600	603
鶴岡市 (旧藤島町)	1		2,000	18,000	296
鶴岡市 (旧羽黒町)		1	(20 個)		332
鶴岡市 (旧櫛引町)		1	(20 個)		282
三川町 ※1					224
鶴岡市 (旧朝日町)		3	(60 個)		329
鶴岡市 (旧温海町)		1	(74 個)		470
遊佐町					689
酒田市 (旧八幡町)		1	150		85
酒田市 (旧松山町)		1	300	6,000	150
酒田市 (旧平田町)	1		800	540	259
山形県企業局				12,000	
総計	19	50	-	139,220	20,168

※ 「月山水道事業団」提供のデータで、三川町および旧藤島町の一部のデータが合算されたものを示す。

7.2 都市ガス、LPガス

7.2.1 都市ガス

(1) 想定手法

都市ガス設備は、ライフラインの中でも優れた耐震対策がとられており、被害想定手法は、上水道と類似した方法であるが、耐震性を考慮した以下の方法を用いた。

$$(\text{地震動による標準被害率(箇所/km)}) = 3.89 \times 10^{-3} \times (\text{最大地表速度(cm/s)} - 20)^{1.51}$$

$$(\text{被害箇所数}) = (\text{液状化係数}) \times (\text{管種係数}) \times (\text{地震動による標準被害率}) \times (\text{設備延長:km})$$

被害箇所数は、表 4-7-7 の液状化係数、表 4-7-8 の管種係数、地震動による標準被害率、設備延長によって算出する。最大地表速度については、上水道の場合と同様に市町村単位の平均値を与えた。

また、これらの被害による都市ガスの供給支障率は、阪神・淡路大震災の際に都市ガスが供給されなかった地域と震度 6 弱以上の地域が概ね一致していたことから、ここでは、震度 6 弱以上の地域の供給世帯数を供給停止世帯数として求めた。

$$(\text{ガス供給停止世帯数}) = (\text{震度 6 弱以上世帯数比率}) \times (\text{都市ガス供給世帯数})$$

地震時の安全装置として、震度 5 相当の揺れで自動的にガスを遮断するマイコンメーターによる装置付の設備は、支障世帯数から除いてある。

なお、この都市ガスの被害の算出には、山梨県(2005)および宮城県(2004)の手法を参考にした。

表 4-7-7 液状化係数

液状化危険度	液状化係数
液状化危険度 A	3.00
液状化危険度 B	1.50
液状化危険度 C	1.20
液状化の危険性なし	1.00

表 4-7-8 管種係数

管種	係数
鋼管 (溶接・メカニカル)	0.02
鋼管 (ネジ)	1.00
ダクタイル鋳鉄管 (ガス型)	0.05
ダクタイル鋳鉄管 (メカニカル)	0.02
普通鋳鉄管 (印ろう型)	0.46
普通鋳鉄管 (ガス型)	0.23
ポリエチレン	0.00
その他・不明	0.50

(2) 想定結果

都市ガス供給施設の被害想定結果を表 4-7-9、10 に示す。供給停止世帯数は、長井盆地西縁断層帯の場合で約 2 万 9 千世帯、庄内平野東縁断層帯の場合で約 4 万 6 千世帯になると算出された。

表 4-7-9 都市ガスの被害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	供給世帯数	総管路長(km)	被害率(箇所/km)	被害箇所数	供給停止世帯数
山形市	23,179	432.0	0.94	119	19,239
鶴岡市	21,611	532.3	0.11	17	6,483
酒田市	19,793	269.1	0.05	6	0
新庄市	1,775	35.7	0.06	0	53
寒河江市	954	18.2	1.10	24	763
庄内町(旧立川町)	6,407	230.0	0.13	5	2,467
庄内町(旧余目町)			0.19		
三川町	1,630	108.3	0.15	5	0
総計	75,349	1,625.6	-	176	29,005

※ 被害率は、各市町村毎の地表面加速度に基づいて推定しているため、総計表示はしていない。

表 4-7-10 都市ガスの被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	供給世帯数	総管路長(km)	被害率(箇所/km)	被害箇所数	供給停止世帯数
山形市	23,179	432.0	0.00	0	0
鶴岡市	21,611	532.3	1.11	180	17,721
酒田市	19,793	269.1	1.82	468	19,199
新庄市	1,775	35.7	0.27	2	976
寒河江市	954	18.2	0.03	1	477
庄内町(旧立川町)	6,407	230.0	1.86	91	6,375
庄内町(旧余目町)			2.91		
三川町	1,630	108.3	1.91	70	1,630
総計	75,349	1,625.6	-	812	46,378

※ 被害率は、各市町村毎の地表面加速度に基づいて推定しているため、総計表示はしていない。

（3）過去の震災における復旧状況

過去の震災における都市ガスの復旧状況を図 4-7-4 に示す。既往の事例から、都市ガスは、概ね 20 日～1 ヶ月程度で復旧しているが、阪神・淡路大震災のような広域的な災害になった場合には、全面復旧には 3 ヶ月程度かかっている。都市ガスの場合は、災害規模によっては復旧に時間を要する場合があります、復旧までを考慮した対策が望まれる。

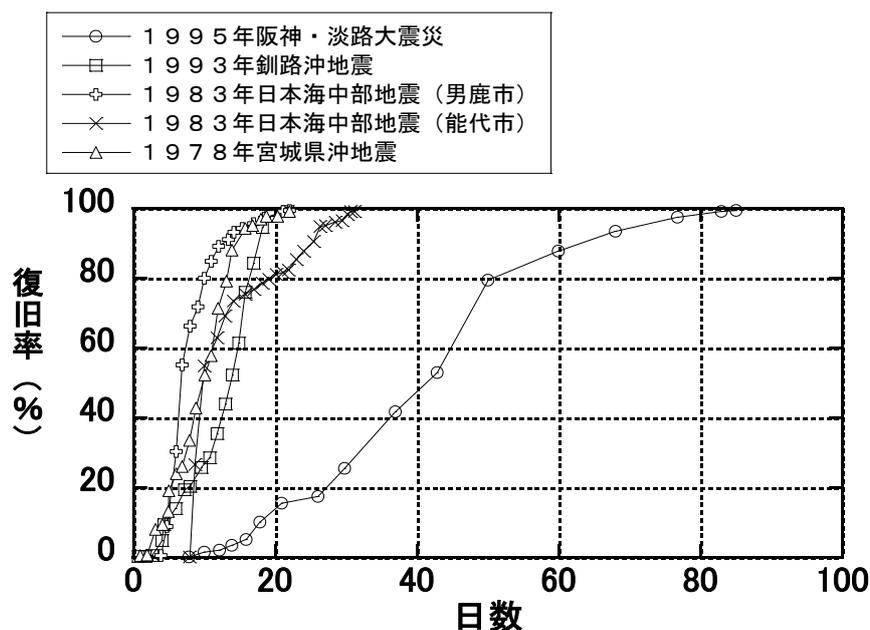


図 4-7-4 過去の震災での都市ガスの復旧状況

7.2.2 LPガス

(1) 想定手法

LPガスの供給支障については、阪神・淡路大震災における事例から、要点検供給世帯数を想定することが可能である。阪神・淡路大震災の場合、建物が全半壊した全ての世帯でLPガスの安全点検なしには使用できなくなったとの記録があるため、LPガスの要点検供給世帯数を、以下のように推定した。なお、LPガスの市町村ごとの供給状況を表4-7-11に示す。

$$(\text{要点検供給世帯数}) = (\text{全半壊率}) \times (\text{供給世帯数})$$

また、供給支障率も以下のように推定した。

$$(\text{LPガス供給支障率}) = (\text{要点検供給世帯数}) / (\text{供給世帯数})$$

(2) 想定結果

LPガスの被害想定結果を表4-7-12に示す。地震動の強い地域で大きな被害が予想される。長井盆地西縁断層帯の場合は約5万2千世帯、庄内平野東縁断層帯の場合は約1万8千世帯がLPガスの使用に際して、点検が必要になると考えられる。

表 4-7-11 L P ガスの供給世帯数および普及率

(平成 17 年 3 月現在)

市町村名	総数	一般	簡易ガス	計	普及率(%)
山形市	93,033	82,192	5,297	87,489	94.0
米沢市	33,136	30,629	2,319	32,948	99.4
鶴岡市 (旧鶴岡市)	33,612	20,473	188	20,661	61.5
酒田市 (旧酒田市)	34,690	26,108	6,501	32,609	94.0
新庄市	13,267	13,189	340	13,529	100.0
寒河江市	12,284	11,123	346	11,469	93.4
上山市	11,046	11,198	540	11,738	100.0
村山市	7,905	6,502	0	6,502	82.3
長井市	9,465	11,658	81	11,739	100.0
天童市	19,820	16,841	3,052	19,893	100.0
東根市	13,319	13,764	209	13,973	100.0
尾花沢市	5,540	6,032	32	6,064	100.0
南陽市	10,532	10,762	0	10,762	100.0
山辺町	4,305	3,730	460	4,190	97.3
中山町	3,376	2,628	0	2,628	77.8
河北町	5,651	7,182	0	7,182	100.0
西川町	1,935	1,952	0	1,952	100.0
朝日町	2,400	2,165	0	2,165	90.2
大江町	2,733	2,397	0	2,397	87.7
大石田町	2,323	2,271	0	2,271	97.8
金山町	1,738	1,811	0	1,811	100.0
最上町	2,866	3,032	0	3,032	100.0
舟形町	1,727	1,638	0	1,638	94.8
真室川町	2,852	3,340	0	3,340	100.0
大蔵村	1,073	978	0	978	91.1
鮭川村	1,321	1,296	0	1,296	98.1
戸沢村	1,509	1,354	0	1,354	89.7
高島町	7,204	14,112	235	14,347	100.0
川西町	4,868	2,021	0	2,021	41.5
小国町	3,232	2,629	65	2,694	83.4
白鷹町	4,542	4,701	0	4,701	100.0
飯豊町	2,352	1,861	0	1,861	79.1
庄内町 (旧立川町)	1,751	109	0	109	6.2
庄内町 (旧余目町)	5,020	610	0	610	12.2
鶴岡市 (旧藤島町)	2,973	230	0	230	7.7
鶴岡市 (旧羽黒町)	2,335	5,501	0	5,501	100.0
鶴岡市 (旧櫛引町)	1,971	398	0	398	20.2
三川町	2,079	160	0	160	7.7
鶴岡市 (旧朝日村)	1,358	240	0	240	17.7
鶴岡市 (旧温海町)	3,044	2,265	0	2,265	74.4
遊佐町	4,721	2,675	0	2,675	56.7
酒田市 (旧八幡町)	1,946	640	0	640	32.9
酒田市 (旧松山町)	1,439	1,191	0	1,191	82.8
酒田市 (旧平田町)	1,950	106	0	106	5.4
合計	386,243	335,694	19,665	355,359	92.0

※ データは、(社)山形県LPガス協会による

表 4-7-12 L P ガスの被害想定結果

市町村名	供給世帯数	長井盆地西縁断層帯			庄内平野東縁断層帯		
		平均計測震度	全半壊率*	要点検供給世帯数	平均計測震度	全半壊率*	要点検供給世帯数
山形市	87,489	5.9	16.7	14,636	4.9	0.3	281
米沢市	32,948	6.2	31.3	10,317	4.5	0.0	0
鶴岡市 (旧鶴岡市)	20,661	5.3	1.9	403	6.0	20.4	4,214
酒田市 (旧酒田市)	32,609	5.2	0.6	198	6.2	27.4	8,941
新庄市	13,529	5.2	0.9	128	5.5	4.7	634
寒河江市	11,469	6.0	18.1	2,079	5.2	0.5	62
上山市	11,738	5.7	9.4	1,099	4.6	0.0	2
村山市	6,502	5.6	6.6	429	5.1	0.9	62
長井市	11,739	6.2	31.0	3,637	4.8	0.0	2
天童市	19,893	6.0	16.2	3,222	5.1	0.7	146
東根市	13,973	5.9	11.6	1,614	5.2	1.5	205
尾花沢市	6,064	5.3	1.1	64	5.1	0.3	15
南陽市	10,762	6.0	28.9	3,112	4.7	0.1	7
山辺町	4,190	5.9	15.1	635	4.8	0.1	6
中山町	2,628	6.2	27.9	732	5.2	0.6	15
河北町	7,182	5.9	11.4	820	5.2	0.4	30
西川町	1,952	5.7	8.6	169	5.1	0.2	3
朝日町	2,165	6.0	23.8	516	4.9	0.1	2
大江町	2,397	5.9	16.5	395	5.0	0.2	4
大石田町	2,271	5.5	3.4	77	5.3	1.8	41
金山町	1,811	5.0	0.1	2	5.4	4.2	76
最上町	3,032	5.0	0.1	3	5.0	0.1	3
舟形町	1,638	5.3	0.8	12	5.4	2.6	43
真室川町	3,340	5.0	0.3	11	5.5	4.8	159
大蔵村	978	5.3	1.8	17	5.5	4.6	45
鮭川村	1,296	5.1	0.5	7	5.6	4.9	64
戸沢村	1,354	5.2	0.5	7	5.7	7.4	100
高島町	14,347	6.2	33.2	4,765	4.7	0.0	1
川西町	2,021	6.3	39.7	803	4.7	0.0	0
小国町	2,694	5.7	9.4	253	4.5	0.0	0
白鷹町	4,701	6.1	29.9	1,404	4.8	0.1	5
飯豊町	1,861	6.2	41.8	778	4.7	0.1	2
庄内町 (旧立川町)	109	5.3	1.9	2	6.2	34.9	38
庄内町 (旧余目町)	610	5.5	3.2	20	6.4	40.7	248
鶴岡市 (旧藤島町)	230	5.5	2.3	5	6.4	35.6	82
鶴岡市 (旧羽黒町)	5,501	5.4	2.0	108	6.1	24.9	1,371
鶴岡市 (旧榎引町)	398	5.4	1.9	8	6.0	16.6	66
三川町	160	5.4	1.4	2	6.2	26.1	42
鶴岡市 (旧朝日村)	240	5.1	0.6	1	5.3	3.6	9
鶴岡市 (旧温海町)	2,265	4.8	0.1	1	5.0	0.4	8
遊佐町	2,675	5.0	0.1	3	6.2	30.3	809
酒田市 (旧八幡町)	640	4.8	0.2	1	6.0	28.6	183
酒田市 (旧松山町)	1,191	5.1	0.1	1	6.1	18.8	224
酒田市 (旧平田町)	106	5.0	0.6	1	6.1	30.6	32
総計	355,359		14.8	52,495		5.1	18,282

※ 全半壊率は、最悪のケースを想定し冬季の結果を採用している。

7.3 下水道

(1) 想定手法

下水道の場合は、上水道と違って送水圧を加えて送水するのではなく、流れてくる汚水などを処理する施設であるため、地震時に被害が顕在化しにくい。しかし、マンホールが浮き上がるなどの液状化による被害が多いのが実状である。

下水道の物的被害としては、流下機能に支障をきたす管渠内の土砂堆積の延長を定量的に想定した。液状化により、管渠の接合部において発生した損傷部から、土砂が流入、堆積する物的被害を考える。

$$\begin{aligned} (\text{下水道管渠の土砂堆積延長:km}) &= R / 100 \times (\text{埋設管深さ係数}) \times (\text{管渠延長: km}) \\ (R : \text{液状化ランク毎の被害率}(\%)) &= 6.8(\%)*^{1)} \times (\text{液状化発生面積率}(\%)*^{2)}) / 18.0(\%)*^{1)} \end{aligned}$$

埋設管深さの係数は、10mを境に、浅い場合=1.0、深い場合=0.0とした。これは、既往の地震被害事例によると、埋設深度10m以深の下水管での被害が殆ど起きていないことによる。参考資料として、下水道の普及率を表4-7-13に、被害想定に用いる市町村毎の下水道管の長さを表4-7-14に示す。

※1) 6.8%と18.0%の値について

日本海中部地震における能代市の管渠延長60kmの内、土砂堆積被害を受けた管渠の延長が約4.1kmで被害率が6.8%であったことによる。また、液状化危険度(A)の評価のとき、メッシュ内の18%が液状化を起こすとして正規化していることによる。

※2) 液状化発生面積率

液状化の可能性があると判定されたメッシュであっても、その全域が液状化するわけではない。よって、メッシュ全体のうち液状化が発生する面積割合(液状化面積率)を、新潟地震での被害事例に基づき、下表のように設定した。

液状化危険度	液状化発生面積率
液状化危険度A	18%
液状化危険度B	5%
液状化危険度C	2%
液状化の危険性なし	0%

「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書」(東京都, 1997)

また、排水困難人口は、下水管総延長に対する被害管路長(管渠土砂堆積延長)の比(被害率)に、処理人口を乗じることにより求めた。なお、ここでの液状化危険度を判定には、下水道等のライフラインが敷設されていると判断されるメッシュ(国勢調査数値データの存在するメッシュ)を用いた。

(2) 想定結果

下水道の被害想定結果を表4-7-15、16に示す。長井盆地西縁断層帯の場合は、米沢市や高島町、白鷹町などで被害率が高く、庄内平野東縁断層帯の場合は、庄内町や三川町などで被

害率が高くなっている。また、長井盆地西縁断層帯における旧鶴岡市や庄内町のように、想定断層からやや離れた地域でも被害率が大きくなっているなど、液状化危険度が高い地域では、下水道被害が発生する可能性が高くなる傾向にある。

表 4-7-13 市町村別公共下水道普及率

(平成 17 年 3 月現在)

市町村	行政人口	処理人口	水洗化人口	普及率	水洗化率	使用率
山形市	250,046	217,442	183,036	87.0%	84.2%	73.2%
米沢市	91,001	46,971	34,372	51.6%	73.2%	37.8%
鶴岡市 (旧鶴岡市)	98,412	70,723	60,748	71.9%	85.9%	61.7%
酒田市 (旧酒田市)	98,863	53,767	41,272	54.4%	76.8%	41.7%
新庄市	40,894	17,549	15,156	42.9%	86.4%	37.1%
寒河江市	43,736	28,242	24,036	64.6%	85.1%	55.0%
上山市	36,293	22,799	20,211	62.8%	88.6%	55.7%
村山市	28,898	18,514	13,874	64.1%	74.9%	48.0%
長井市	31,110	16,102	12,651	51.8%	78.6%	40.7%
天童市	63,238	59,636	47,888	94.3%	80.3%	75.7%
東根市	45,988	27,124	20,261	59.0%	74.7%	44.1%
尾花沢市	21,271	2,518	997	11.8%	39.6%	4.7%
南陽市	35,569	20,624	14,313	58.0%	69.4%	40.2%
山辺町	15,594	13,587	10,015	87.1%	73.7%	64.2%
中山町	12,854	9,622	6,314	74.9%	65.6%	49.1%
河北町	21,268	12,116	9,512	57.0%	78.5%	44.7%
西川町	7,144	2,266	1,265	31.7%	55.8%	17.7%
朝日町	-	-	-	-	-	-
大江町	10,056	4,078	2,159	40.6%	52.9%	21.5%
大石田町	9,218	3,100	1,849	33.6%	59.6%	20.1%
金山町	7,099	2,686	1,727	37.8%	64.3%	24.3%
最上町	11,143	3,232	1,916	29.0%	59.3%	17.2%
舟形町	6,781	2,588	1,286	38.2%	49.7%	19.0%
真室川町	10,227	979	273	9.6%	27.9%	2.7%
大蔵村	4,317	1,554	847	36.0%	54.5%	19.6%
鮭川村	-	-	-	-	-	-
戸沢村	6,154	823	519	13.4%	63.1%	8.4%
高畠町	26,495	17,908	14,213	67.6%	79.4%	53.6%
川西町	19,123	6,269	4,128	32.8%	65.8%	21.6%
小国町	9,893	4,612	2,907	46.6%	63.0%	29.4%
白鷹町	16,801	8,867	6,835	52.8%	77.1%	40.7%
飯豊町	-	-	-	-	-	-
庄内町 (旧立川町)	6,723	4,006	2,851	59.6%	71.2%	42.4%
庄内町 (旧余目町)	18,227	9,928	7,348	54.5%	74.0%	40.3%
鶴岡市 (旧藤島町)	12,029	6,330	4,582	52.6%	72.4%	38.1%
鶴岡市 (旧羽黒町)	9,597	3,852	3,647	40.1%	94.7%	38.0%
鶴岡市 (旧櫛引町)	8,441	5,222	4,680	61.9%	89.6%	55.4%
三川町	7,823	4,860	3,515	62.1%	72.3%	44.9%
鶴岡市 (旧朝日村)	5,561	2,801	1,670	50.4%	59.6%	30.0%
鶴岡市 (旧温海町)	10,234	4,712	3,493	46.0%	74.1%	34.1%
遊佐町	17,450	8,618	4,652	49.4%	54.0%	26.7%
酒田市 (旧八幡町)	7,237	4,367	2,724	60.3%	62.4%	37.6%
酒田市 (旧松山町)	5,403	4,002	2,595	74.1%	64.8%	48.0%
酒田市 (旧平田町)	-	-	-	-	-	-
総計	1,188,211	754,996	596,337	63.5%	79.0%	50.2%

表 4-7-14 下水道管渠深さのデータ

市町村名	総延長 (km)	下水管路長 (km 単位)	
		深さ 10m 未満	深さ 10m 以上
山形市	1,076.0	1,074.5	1.5
米沢市	225.4	224.7	0.7
鶴岡市 (旧鶴岡市)	66.3	66.1	0.1
酒田市	337.5	337.2	0.3
新庄市	85.5	85.5	0.0
寒河江市	212.0	212.0	0.0
上山市	118.9	118.2	0.7
村山市	123.5	123.5	0.0
長井市	102.3	101.7	0.5
天童市	333.1	333.1	0.0
東根市	164.5	164.5	0.0
尾花沢市	17.3	17.3	0.0
南陽市	122.5	122.3	0.2
山辺町	61.2	61.2	0.0
中山町	56.0	56.0	0.0
河北町	69.1	69.1	0.0
西川町 ※1	24.1	24.1	0.0
朝日町	-	-	-
大江町	26.0	26.0	0.0
大石田町	25.4	25.4	0.0
金山町	18.8	18.8	0.0
最上町	27.1	27.1	0.0
舟形町	24.1	24.1	0.0
真室川町	8.3	8.3	0.0
大蔵村	11.0	11.0	0.0
鮭川村	-	-	-
戸沢村	8.1	8.1	0.0
高畠町	135.5	135.5	0.0
川西町	52.9	52.9	0.0
小国町	32.1	32.1	0.0
白鷹町	95.2	95.2	0.0
飯豊町	-	-	-
庄内町 (旧立川町)	26.7	26.7	0.0
庄内町 (旧余目町)	68.8	68.8	0.0
鶴岡市 (旧藤島町)	61.0	61.0	0.0
鶴岡市 (旧羽黒町)	38.6	38.4	0.2
鶴岡市 (旧櫛引町)	56.0	56.0	0.0
三川町	44.2	44.2	0.0
鶴岡市 (旧朝日村)	39.9	39.9	0.0
鶴岡市 (旧温海町)	35.6	35.6	0.0
遊佐町	77.3	77.3	0.0
総計	4,107.7	4,103.5	4.2

※1 データ不十分につき、類似規模の自治体データを引用

※2 旧八幡町、旧松山町、旧平田町は、酒田市に含む。

表 4-7-15 下水道施設の被害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	総延長(km)	処理人口	被害率(%)	管渠土砂堆積延長(km)	排水困難人口
山形市	1,076.0	217,442	3.93	42.2	8,534
米沢市	225.4	46,971	4.16	9.3	1,948
鶴岡市（旧鶴岡市）	66.3	79,092	3.90	2.6	3,079
酒田市	337.5	53,767	1.44	4.8	771
新庄市	85.5	17,549	1.47	1.3	258
寒河江市	212.0	28,242	3.02	6.4	853
上山市	118.9	22,799	2.98	3.5	675
村山市	123.5	18,514	3.63	4.5	672
長井市	102.3	16,102	3.02	3.1	484
天童市	333.1	59,636	1.82	6.1	1,085
東根市	164.5	27,124	2.20	3.6	597
尾花沢市	17.3	2,518	2.51	0.4	63
南陽市	122.5	20,624	4.67	5.7	962
山辺町	61.2	13,587	4.18	2.6	568
中山町	56.0	9,622	4.53	2.5	436
河北町	69.1	12,116	2.18	1.5	264
西川町	24.1	2,266	2.54	0.6	58
朝日町	-	-	-	-	-
大江町	26.0	4,078	4.18	1.1	170
大石田町	25.4	3,100	4.92	1.3	153
金山町	18.8	2,686	0.30	0.1	8
最上町	27.1	3,232	0.64	0.2	21
舟形町	24.1	2,588	2.60	0.6	67
真室川町	8.3	979	0.77	0.1	8
大蔵村	11.0	1,554	3.11	0.3	48
鮭川村	-	-	-	-	-
戸沢村	8.1	823	2.77	0.2	23
高島町	135.5	17,908	5.82	7.9	1,042
川西町	52.9	6,269	4.42	2.3	277
小国町	32.1	4,612	4.51	1.4	208
白鷹町	95.2	8,867	4.67	4.4	414
飯豊町	-	-	-	-	-
庄内町（旧立川町）	26.7	4,006	5.10	1.4	204
庄内町（旧余目町）	68.8	9,928	6.69	4.6	664
鶴岡市（旧藤島町）	61.0	6,330	5.96	3.6	377
鶴岡市（旧羽黒町）	38.6	3,852	2.02	0.8	77
鶴岡市（旧櫛引町）	56.0	5,222	3.55	2.0	185
三川町	44.2	4,860	5.46	2.4	265
鶴岡市（旧朝日村）	39.9	2,801	1.28	0.5	36
鶴岡市（旧温海町）	35.6	4,712	0.65	0.2	31
遊佐町	77.3	8,618	0.49	0.4	42
総計	4,107.7	754,996	※3	136.6	25,628

※1 旧八幡町、旧松山町、旧平田町は、酒田市に含め、液状化危険度は4市町の平均値を利用。

※2 被害率は市町村毎の液状化被害率に基づいているため、総計は表示しない。

表 4-7-16 下水道施設の被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	総延長(km)	処理人口	被害率(%)	管渠土砂堆積延長(km)	排水困難人口
山形市	1,076	217,442	0.48	5.2	1,042
米沢市	225	46,971	0.08	0.2	37
鶴岡市（旧鶴岡市）	66	79,092	5.43	3.6	4,287
酒田市	338	53,767	5.08	17.1	2,729
新庄市	85	17,549	2.46	2.1	432
寒河江市	212	28,242	1.62	3.4	458
上山市	119	22,799	0.01	0.0	2
村山市	123	18,514	1.67	2.1	309
長井市	102	16,102	0.15	0.2	24
天童市	333	59,636	0.80	2.7	477
東根市	165	27,124	1.34	2.2	363
尾花沢市	17	2,518	1.15	0.2	29
南陽市	123	20,624	0.34	0.4	70
山辺町	61	13,587	0.31	0.2	42
中山町	56	9,622	3.09	1.7	297
河北町	69	12,116	1.30	0.9	158
西川町	24	2,266	0.70	0.2	16
朝日町	-	-	-	-	-
大江町	26	4,078	0.57	0.1	23
大石田町	25	3,100	2.86	0.7	89
金山町	19	2,686	1.58	0.3	42
最上町	27	3,232	0.68	0.2	22
舟形町	24	2,588	2.88	0.7	75
真室川町	8	979	4.10	0.3	40
大蔵村	11	1,554	3.97	0.4	62
鮭川村	-	-	-	-	-
戸沢村	8	823	5.59	0.5	46
高畠町	135	17,908	0.41	0.6	73
川西町	53	6,269	0.29	0.2	18
小国町	32	4,612	0.11	0.0	5
白鷹町	95	8,867	0.30	0.3	27
飯豊町	-	-	-	-	-
庄内町（旧立川町）	27	4,006	5.87	1.6	235
庄内町（旧余目町）	69	9,928	6.80	4.7	675
鶴岡市（旧藤島町）	61	6,330	6.35	3.9	402
鶴岡市（旧羽黒町）	39	3,852	2.86	1.1	110
鶴岡市（旧櫛引町）	56	5,222	3.94	2.2	206
三川町	44	4,860	6.80	3.0	330
鶴岡市（旧朝日村）	40	2,801	2.14	0.9	60
鶴岡市（旧温海町）	36	4,712	2.25	0.8	106
遊佐町	77	8,618	5.20	4.0	448
総計	4,108	754,996	※3	68.7	13,866

※1 旧八幡町、旧松山町、旧平田町は、酒田市に含め、液状化危険度は4市町の平均値を利用。

※2 被害率は市町村毎の液状化被害率に基づいているため、総計は表示しない。

(3) 過去の震災における復旧状況

過去の震災における下水道の復旧状況を表 4-7-17、18 に示す。下水道の場合は、下水処理場自体が大きな被害を受けない限り、下水機能が完全に停止してしまう可能性は低いですが、災害規模に応じた対策は重要であると考えられる。

表 4-7-17 阪神・淡路大震災時

汚水管路延長	3,315km
雨水管路延長	484km
汚水管被害箇所	16,086 箇所
雨水幹線被害箇所	6.3km
雨水枝線被害箇所	48.5km
応急復旧月数（雨水幹線）	4.5 ヶ月
応急復旧月数（汚水枝線）	4.5 ヶ月

表 4-7-18 日本海中部地震時

	秋田市	能代市
管渠敷設延長	282km	59km
管渠被害箇所数	914 箇所	1,446 箇所
応急復旧日数	6 日	14 日
復旧工事開始時期	約 4 ヶ月	約 4 ヶ月

7.4 電気

(1) 想定手法

電力設備の被害想定については過去の地震被害事例を参照に、市町村ごとに配電施設の被害箇所数および停電世帯数の算出を行った。電気の被害想定のため収集したデータを表 4-7-23 に示す。

電柱の物的被害については、阪神・淡路大震災の被害事例の震度別データをもとに設定した被害率と液状化係数を用いて電柱被害本数を算出した。

$$(\text{電柱被害本数}) = (\text{電柱被害率}) \times (\text{液状化係数}) \times (\text{電柱総本数})$$

表 4-7-19 電柱被害率

震度	被害率 (%)
震度 7	6.68
震度 6 強・弱	0.55
震度 5 強以下	0.00

表 4-7-20 電柱用液状化係数

液状化危険度	電柱用液状化係数
液状化危険度 A	2.10
液状化危険度 B	1.30
液状化危険度 C	1.10
液状化の危険性なし	1.00

地中ケーブルの物的被害についても、阪神・淡路大震災の震度別データをもとに設定した被害率を用いた。地中ケーブル被害率は表 4-7-21 を、液状化係数は表 4-7-22 を用いた。

$$(\text{被害延長(m)}) = (\text{地中ケーブルの被害率}) \times (\text{液状化係数}) \times (\text{総延長(m)})$$

表 4-7-21 地中ケーブル被害率

震度	被害率 (%)
震度 7	4.70
震度 6 強・弱	0.30
震度 5 強以下	0.00

表 4-7-22 地中ケーブル用液状化係数

液状化危険度	地中ケーブル用液状化係数
液状化危険度 A	2.80
液状化危険度 B	1.50
液状化危険度 C	1.20
液状化の危険性なし	1.00

架空ケーブルの物的被害については、以下の式で求めた。

$$(\text{被害延長(m)}) = a \times b \times (\text{電柱被害本数})$$

a: 阪神・淡路大震災における電線径間延長／電柱被害本数 (=0.4)

b: 電線の径間延長 (山形県の平均の電柱間距離 = 53.5m を利用)

また、停電率は電柱被害率の関数として表現され、電柱被害が大きいところで停電率が大きくなることから、神奈川県(1993)により求められた、物的被害と停電戸数との関係式を用いて停電率を算定した。

$$(\text{停電率}(\%)) = 19.5 \times (\text{電柱被害率}(\%))^{0.35}$$

電線被害率は、上記の地中ケーブルと架空ケーブルの被害延長の和と総延長の比により求め、停電世帯数は、停電率に電力利用契約口数を乗じることにより求めた。

(2) 想定結果

電力施設の被害想定結果を表 4-7. 25 に示す。長井盆地西縁断層帯では、被害が広範囲にわたり、最上を除く地域で停電率 10%超が多く想定された。庄内平野東縁断層帯では、震源断層周辺の市町村で停電率 10%超の地域があった。

表 4-7-23 電気に関連する情報

(平成 17 年 1 月現在)

市町村名	供給世帯数	電力利用契約口数	電柱本数	架空ケーブル長(m)	地中ケーブル長(m)
山形市	93,033	106,909	34,229	2,137,112	134,269
米沢市	33,136	37,051	17,942	1,201,101	30,398
鶴岡市	45,293	54,947	34,574	2,151,700	32,786
酒田市	40,025	46,916	23,747	1,570,389	40,153
新庄市	13,267	15,674	10,599	673,980	10,472
寒河江市	12,284	14,773	8,275	533,774	14,949
上山市	11,046	13,010	8,781	548,248	16,339
村山市	7,905	9,446	7,298	480,196	6,833
長井市	9,465	11,088	7,433	518,335	10,650
天童市	19,820	23,322	10,335	680,025	16,871
東根市	13,319	15,753	9,606	632,059	11,395
尾花沢市	5,540	6,902	7,385	469,605	4,611
南陽市	10,532	12,811	7,670	513,457	10,511
山辺町	4,305	4,856	3,143	196,235	6,099
中山町	3,376	3,842	2,467	154,029	4,825
河北町	5,651	6,768	3,764	242,794	6,848
西川町	1,935	2,573	3,590	231,571	2,604
朝日町	2,400	3,275	3,990	257,372	3,314
大江町	2,733	3,406	3,725	240,279	3,446
大石田町	2,323	2,849	2,529	160,817	1,904
金山町	1,738	2,176	3,142	199,797	1,454
最上町	2,866	3,616	3,980	253,084	2,416
舟形町	1,727	2,173	2,781	176,841	1,452
真室川町	2,852	3,557	5,077	322,842	2,377
大蔵村	1,073	1,441	2,408	153,122	963
鮭川村	1,321	1,820	3,428	217,983	1,216
戸沢村	1,509	2,038	3,126	198,779	1,362
高畠町	7,204	8,758	7,190	481,324	7,185
川西町	4,868	5,837	7,176	480,387	4,789
小国町	3,232	3,828	4,385	305,785	3,677
白鷹町	4,542	5,600	5,320	370,986	5,379
飯豊町	2,352	2,984	4,537	316,384	2,866
庄内町	6,771	8,229	6,575	434,805	7,043
三川町	2,079	2,520	2,345	145,940	1,504
遊佐町	4,721	6,008	5,996	396,515	5,142
総計	386,243	456,756	278,548	18,047,654	418,100

※1 市町村は合併後を表記

※2 市町村毎の地中ケーブル長は、電柱本数で按分

※3 市町村毎の架空ケーブル長は、利用口数で按分

※4 データの提供は、東北電力株式会社による

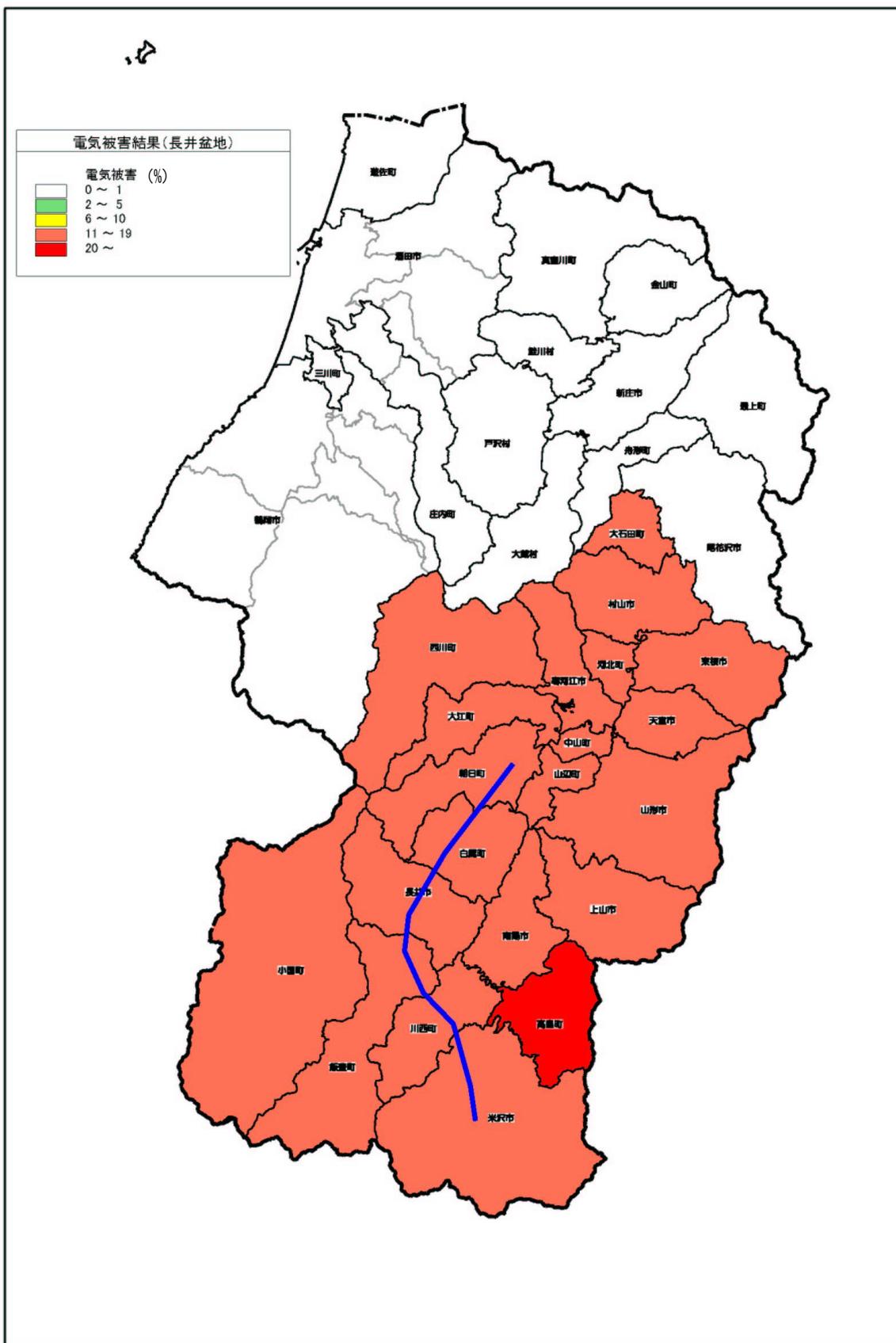


图 4-7-5 停電率分布(長井盆地西縁断層帯)

表 4-7-24 電気関連の被害想定結果（長井盆地東縁断層帯）

市町村名	供給世帯数	電力利用契約口数	被害電柱本数	地中ケーブル被害延長(m)	架空ケーブル被害延長(m)	停電率(%)	停電世帯数
山形市	93,033	106,909	245	604.2	5,237.4	17.3	16,132
米沢市	33,136	37,051	128	136.8	2,745.3	17.3	5,746
鶴岡市	45,293	54,947	0	0.0	0.0	0.0	0
酒田市	40,025	46,916	0	0.0	0.0	0.0	0
新庄市	13,267	15,674	0	0.0	0.0	0.0	0
寒河江市	12,284	14,773	50	53.8	1,071.4	16.4	2,008
上山市	11,046	13,010	53	58.8	1,136.9	16.4	1,806
村山市	7,905	9,446	52	30.8	1,116.7	17.3	1,371
長井市	9,465	11,088	45	38.3	962.4	16.4	1,548
天童市	19,820	23,322	63	60.7	1,338.1	16.4	3,241
東根市	13,319	15,753	58	41.0	1,243.7	16.4	2,178
尾花沢市	5,540	6,902	0	0.0	0.0	0.0	0
南陽市	10,532	12,811	55	47.3	1,173.6	17.3	1,826
山辺町	4,305	4,856	22	27.5	480.9	17.3	746
中山町	3,376	3,842	18	21.7	377.5	17.3	585
河北町	5,651	6,768	23	24.7	487.3	16.4	924
西川町	1,935	2,573	22	9.4	464.8	16.4	316
朝日町	2,400	3,275	24	11.9	516.6	16.4	392
大江町	2,733	3,406	27	15.5	570.0	17.3	474
大石田町	2,323	2,849	18	8.6	387.0	17.3	403
金山町	1,738	2,176	0	0.0	0.0	0.0	0
最上町	2,866	3,616	0	0.0	0.0	0.0	0
舟形町	1,727	2,173	0	0.0	0.0	0.0	0
真室川町	2,852	3,557	0	0.0	0.0	0.0	0
大蔵村	1,073	1,441	0	0.0	0.0	0.0	0
鮭川村	1,321	1,820	0	0.0	0.0	0.0	0
戸沢村	1,509	2,038	0	0.0	0.0	0.0	0
高畠町	7,204	8,758	83	60.4	1,777.2	20.5	1,478
川西町	4,868	5,837	51	21.6	1,098.0	17.3	844
小国町	3,232	3,828	31	16.6	671.0	17.3	560
白鷹町	4,542	5,600	38	24.2	814.0	17.3	788
飯豊町	2,352	2,984	27	10.3	587.4	16.4	385
庄内町	6,771	8,229	0	0.0	0.0	0.0	0
三川町	2,079	2,520	0	0.0	0.0	0.0	0
遊佐町	4,721	6,008	0	0.0	0.0	0.0	0
総計	386,243	456,756	1,134	1,324.0	24,256.9	9.6	43,750

※ 市町村は合併後

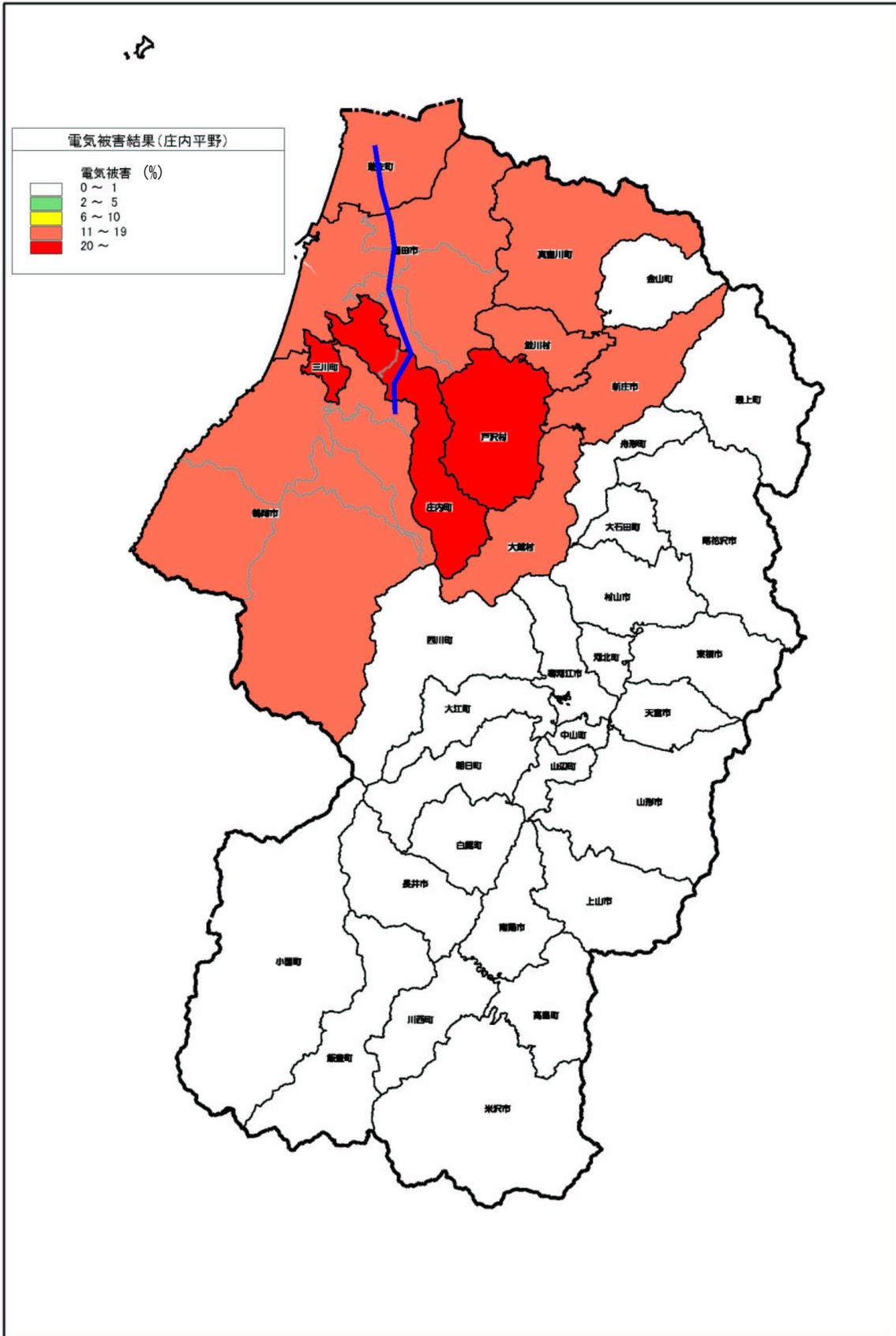


図 4-7-6 停電率分布 (庄内平野東縁断層帯)

表 4-7-25 電気関連の被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	供給世帯数	電力利用 契約口数	被害電柱本数	地中ケーブ ル被害延長 (m)	架空ケーブ ル被害延長 (m)	停電率 (%)	停電世帯数
山形市	93,033	106,909	0	0.0	0.0	0.0	0
米沢市	33,136	37,051	0	0.0	0.0	0.0	0
鶴岡市	45,293	54,947	247	147.5	5,290.2	17.3	7,854
酒田市	40,025	46,916	170	180.7	3,633.5	17.3	6,940
新庄市	13,267	15,674	64	37.7	1,372.3	16.4	2,169
寒河江市	12,284	14,773	0	0.0	0.0	0.0	0
上山市	11,046	13,010	0	0.0	0.0	0.0	0
村山市	7,905	9,446	0	0.0	0.0	0.0	0
長井市	9,465	11,088	0	0.0	0.0	0.0	0
天童市	19,820	23,322	0	0.0	0.0	0.0	0
東根市	13,319	15,753	0	0.0	0.0	0.0	0
尾花沢市	5,540	6,902	0	0.0	0.0	0.0	0
南陽市	10,532	12,811	0	0.0	0.0	0.0	0
山辺町	4,305	4,856	0	0.0	0.0	0.0	0
中山町	3,376	3,842	0	0.0	0.0	0.0	0
河北町	5,651	6,768	0	0.0	0.0	0.0	0
西川町	1,935	2,573	0	0.0	0.0	0.0	0
朝日町	2,400	3,275	0	0.0	0.0	0.0	0
大江町	2,733	3,406	0	0.0	0.0	0.0	0
大石田町	2,323	2,849	0	0.0	0.0	0.0	0
金山町	1,738	2,176	0	0.0	0.0	0.0	0
最上町	2,866	3,616	0	0.0	0.0	0.0	0
舟形町	1,727	2,173	0	0.0	0.0	0.0	0
真室川町	2,852	3,557	36	10.7	776.8	17.3	495
大蔵村	1,073	1,441	17	4.3	368.5	17.3	186
鮭川村	1,321	1,820	25	5.5	524.5	17.3	229
戸沢村	1,509	2,038	36	11.4	772.7	20.5	309
高島町	7,204	8,758	0	0.0	0.0	0.0	0
川西町	4,868	5,837	0	0.0	0.0	0.0	0
小国町	3,232	3,828	0	0.0	0.0	0.0	0
白鷹町	4,542	5,600	0	0.0	0.0	0.0	0
飯豊町	2,352	2,984	0	0.0	0.0	0.0	0
庄内町	6,771	8,229	76	59.2	1,625.1	20.5	1,389
三川町	2,079	2,520	27	12.6	579.6	20.5	426
遊佐町	4,721	6,008	43	23.1	917.5	17.3	819
総計	386,243	456,756	741	492.8	15,860.6	4.6	20,816

※ 市町村は合併後

(3) 過去の震災における復旧状況

電力設備全般に耐震対策が進められ、停電が発生する可能性は以前に比べてかなり小さくなっており、設備の多重化により、停電になった場合の復旧も早くなっている。過去の震災における電気の復旧状況を図 4-7-7 に示す。過去の事例から、電気については、比較的早く、ほぼ 2~3 日で 8 割以上が復旧するものと考えられる。ただし、2004 年新潟県中越地震の際の旧山古志村(現長岡市)のように立ち入り禁止処置がとられた地域が生じた場合には、復旧にまでは長期間を要するものと考えられ、電気の場合は、供給支障等を考える際には、ネットワークとして捉えることが必要であると考えられる。

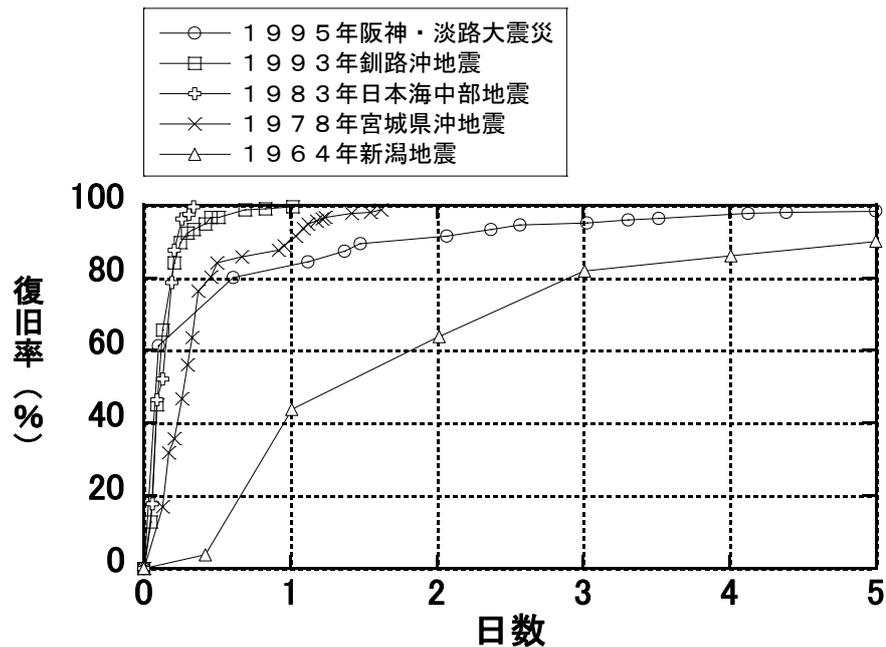


図 4-7-7 過去の震災での電気の復旧状況

7.5 電話

7.5.1. 固定電話

(1) 想定手法

固定電話に関しても、電気の場合と同様に市町村別の被害箇所数、使用不能箇所数を想定した。通話支障については、電柱被害率の関数として表され、電柱被害率の大きいところで通話の支障率が高くなる。東京都(1997)では、1つの基地局の収容区域をモデル化し、通話支障を算出しており、ここでもそれを利用し、支障率を算出した。今回、収集した電話に関する情報を表 4-7-26 に示す。なお、設備としては耐震化が進む一方で、輻輳の問題は残されたままである。

$$(\text{支障率}(\%)) = 12.096 \times (\text{電柱被害率}(\%))$$

(2) 想定結果

電話の被害想定結果を図 4-7-8、9、表 4-7-27、28 に示す。長井盆地西縁断層帯の場合は、高畠町をはじめ、山形市や米沢市などで被害率が高くなっている。また、庄内平野東縁断層帯の場合は、庄内町や三川町などで被害率が高くなっている。

表 4-7-26 固定電話の被害想定に関連する情報

(平成 17 年 3 月現在)

市町村名	電柱本数	固定電話施設数	架空ケーブル長 (km)	地中ケーブル長 (km)
山形市	23,400	114,260	1,372	622
米沢市	12,400	36,835	773	187
鶴岡市	23,300	55,917	1,296	265
酒田市	18,200	49,589	989	176
新庄市	6,400	16,657	329	74
寒河江市	4,800	15,402	300	61
上山市	5,700	13,158	298	68
村山市	4,700	9,680	233	35
長井市	5,900	11,870	315	68
天童市	6,300	23,933	413	97
東根市	6,000	16,048	337	70
尾花沢市	4,000	6,983	250	45
南陽市	5,700	12,764	298	61
山辺町	2,500	5,022	124	11
中山町	1,200	4,044	66	11
河北町	2,400	6,896	130	23
西川町	2,100	2,542	134	27
朝日町	2,600	2,892	129	13
大江町	2,400	3,440	136	12
大石田町	1,900	2,776	86	11
金山町	1,900	2,090	119	6
最上町	2,100	3,537	146	7
舟形町	1,300	2,041	85	8
真室川町	3,500	3,336	173	9
大蔵村	1,100	1,341	78	7
鮭川村	1,900	1,668	112	11
戸沢村	1,400	1,806	85	7
高島町	5,000	8,558	252	32
川西町	5,600	5,820	302	32
小国町	3,100	3,990	211	25
白鷹町	4,000	5,587	220	45
飯豊町	3,100	2,926	174	11
庄内町	4,400	8,291	242	28
三川町	1,500	2,964	87	15
遊佐町	3,600	5,955	226	23
総計	185,400	470,618	10,520	2,203

※ 1 データの提供は、N T T 東日本株式会社による

※ 2 市町村は合併後

表 4-7-27 電話関連の被害想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	固定電話施設数	電柱本数	被害電柱本数	電柱被害率(%)	地中ケーブル 被害延長(m)	架空ケーブル 被害延長(m)	支障率(%)	不通世帯数
山形市	114,260	23,400	167	0.72	2,799.0	3,580.4	8.6	9,825
米沢市	36,835	12,400	89	0.72	841.5	1,897.3	8.6	3,167
鶴岡市	55,917	23,300	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
酒田市	49,589	18,200	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
新庄市	16,657	6,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
寒河江市	15,402	4,800	29	0.61	219.6	621.5	7.3	1,121
上山市	13,158	5,700	34	0.61	244.8	738.0	7.3	957
村山市	9,680	4,700	34	0.71	157.5	719.2	8.6	832
長井市	11,870	5,900	36	0.60	244.8	763.9	7.3	864
天童市	23,933	6,300	38	0.61	349.2	815.7	7.3	1,741
東根市	16,048	6,000	36	0.61	252.0	776.8	7.3	1,168
尾花沢市	6,983	4,000	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
南陽市	12,764	5,700	41	0.71	274.5	872.2	8.6	1,098
山辺町	5,022	2,500	18	0.72	49.5	382.5	8.6	432
中山町	4,044	1,200	9	0.72	49.5	183.6	8.6	348
河北町	6,896	2,400	15	0.61	82.8	310.7	7.3	502
西川町	2,542	2,100	13	0.60	97.2	271.9	7.3	185
朝日町	2,892	2,600	16	0.61	46.8	336.6	7.3	210
大江町	3,440	2,400	17	0.72	54.0	367.2	8.6	296
大石田町	2,776	1,900	14	0.71	49.5	290.7	8.6	239
金山町	2,090	1,900	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
最上町	3,537	2,100	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
舟形町	2,041	1,300	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
真室川町	3,336	3,500	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
大蔵村	1,341	1,100	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
鮭川村	1,668	1,900	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
戸沢村	1,806	1,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
高畠町	8,558	5,000	58	1.16	268.8	1,235.9	13.9	1,189
川西町	5,820	5,600	40	0.72	144.0	856.9	8.6	500
小国町	3,990	3,100	22	0.71	112.5	474.3	8.6	343
白鷹町	5,587	4,000	29	0.72	202.5	612.0	8.6	480
飯豊町	2,926	3,100	19	0.61	39.6	401.4	7.3	213
庄内町	8,291	4,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
三川町	2,964	1,500	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
遊佐町	5,955	3,600	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
総計	470,618	185,400	771	0.42	6,579.6	16,508.6	5.0	25,709

※ 市町村は合併後

表 4-7-28 電話関連の被害想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	固定電話施設数	電柱本数	被害電柱本数	電柱被害率(%)	地中ケーブル 被害延長(m)	架空ケーブル 被害延長(m)	支障率(%)	不通世帯数
山形市	114,260	23,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
米沢市	36,835	12,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
鶴岡市	55,917	23,300	167	0.71	1,192.5	3,565.1	8.6	4,808
酒田市	49,589	18,200	130	0.72	792.0	2,784.8	8.6	4,264
新庄市	16,657	6,400	39	0.61	266.4	828.6	7.3	1,212
寒河江市	15,402	4,800	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
上山市	13,158	5,700	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
村山市	9,680	4,700	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
長井市	11,870	5,900	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
天童市	23,933	6,300	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
東根市	16,048	6,000	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
尾花沢市	6,983	4,000	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
南陽市	12,764	5,700	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
山辺町	5,022	2,500	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
中山町	4,044	1,200	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
河北町	6,896	2,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
西川町	2,542	2,100	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
朝日町	2,892	2,600	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
大江町	3,440	2,400	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
大石田町	2,776	1,900	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
金山町	2,090	1,900	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
最上町	3,537	2,100	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
舟形町	2,041	1,300	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
真室川町	3,336	3,500	25	0.71	40.5	535.5	8.6	287
大蔵村	1,341	1,100	8	0.71	31.5	168.3	8.6	115
鮭川村	1,668	1,900	14	0.71	49.5	290.7	8.6	143
戸沢村	1,806	1,400	16	1.16	58.8	346.0	13.9	251
高畠町	8,558	5,000	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
川西町	5,820	5,600	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
小国町	3,990	3,100	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
白鷹町	5,587	4,000	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
飯豊町	2,926	3,100	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0
庄内町	8,291	4,400	51	1.16	235.2	1,087.6	13.9	1,152
三川町	2,964	1,500	17	1.15	126.0	370.8	13.9	412
遊佐町	5,955	3,600	26	0.72	103.5	550.8	8.6	512
総計	470,618	185,400	492	0.27	2,895.9	10,528	3.2	13,156

※ 市町村は合併後

7.5.2 携帯電話

電話が通話不能になるという機能障害は、基地局や中継局が地震によって被害を受けた場合が考えられる。2004年新潟県中越地震の際には、基地局への電源供給がストップしたために通話不能になった地域が一部でみられた。しかしながら、通話不能の原因としては、地震動による通信施設の被害によるものよりも、利用者の集中による輻輳による影響の方が大きい。携帯電話についても、固定電話と同様に利用者の集中の程度に応じて、利用制限をかけるようになっている。

なお、携帯電話各社では、このような事態に備えて、災害時（震度6以上の地震が発生した場合など）には、メール機能などを活用した「災害用伝言板サービス」等を提供している。こうしたサービスを活用し、被災地への通話はできるだけ控えるようにすることが望ましい。

8. 人的被害

8.1 死傷者

(1) 想定手法

a. 死者数について

1) 屋内滞留人口の算出

人的被害を想定するには、まず屋内滞留人口を設定する。設定する人口は、想定する発災時間が平日の夜間および休日であれば夜間人口（常住人口）、昼間であれば昼間人口に表 4-8-1 および表 4-8-2 から得られた率を乗じて、在宅滞留人口と勤務先等滞留人口を設定する。（昼間は、午前 9 時から午後 6 時まで、夜間は、午後 6 時から午前 9 時を指す）

$$(\text{屋内滞留人口}) = (\text{在宅滞留人口}) + (\text{勤務先等滞留人口})$$

< 平日の夜間・休日 >

$$(\text{在宅滞留人口}) = (\text{在宅人口滞留率：表 4-8-1}) \times (\text{夜間人口})$$

$$(\text{勤務先等滞留人口}) = (\text{勤務先等滞留人口率：表 4-8-2}) \times (\text{夜間人口})$$

< 平日の昼間 >

$$(\text{在宅滞留人口}) = (\text{在宅人口滞留率：表 4-8-1}) \times (\text{昼間人口})$$

$$(\text{勤務先等滞留人口}) = (\text{勤務先等滞留人口率：表 4-8-2}) \times (\text{昼間人口})$$

表 4-8-1 在宅人口滞留率

時刻	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
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 4-8-2 勤務先等人口滞留率

時刻	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
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

※NHK 放送文化研究所の資料(1995)を基に作成

県内の昼間人口、夜間人口の分布を図 4-8-1. 2 にそれぞれ示す。

2) 構造別建物内滞留人口の算出

人的被害を計算するために、1)で求められた在宅滞留人口と勤務先等滞留人口から、構造別建物内滞留人口を算出する。構造別住宅棟数と表 4-8-3 の構造別住宅 1 棟あたりの床面積から、木造住宅と非木造住宅の床面積比率を求める。それをを用いて、在宅滞留人口を木造住宅内滞留人口と非木造住宅内滞留人口に区分する。一方、勤務先等滞留人口は、非住宅の木造建物と非木造建物の比率で滞留人口を分け、非住宅内滞留人口をカウントする。これらの値から次の各式を用いて、木造建物内滞留人口および非木造建物内滞留人口を算出する。

$$(\text{木造住宅床面積}) = (\text{木造住宅棟数}) \times (\text{木造 1 棟あたりの床面積：表 4-8-3})$$

$$(\text{非木造住宅床面積}) = (\text{非木造住宅棟数}) \times (\text{非木造 1 棟あたりの床面積：表 4-8-3})$$

$$(\text{木造住宅床面積比率}) = (\text{木造住宅床面積}) / ((\text{木造住宅床面積}) + (\text{非木造住宅床面積}))$$

$$(\text{非木造住宅床面積比率}) = 1 - (\text{木造住宅床面積比率})$$

$$(\text{木造住宅内滞留人口}) = (\text{在宅滞留人口}) \times (\text{木造住宅床面積比率})$$

$$(\text{非木造住宅内滞留人口}) = (\text{在宅滞留人口}) \times (\text{非木造住宅床面積比率})$$

$$(\text{木造非住宅内滞留人口}) = (\text{勤務先等滞留人口}) \times 0.413^{*1}$$

$$(\text{非木造非住宅内滞留人口}) = (\text{勤務先等滞留人口}) \times 0.587^{*1}$$

$$(\text{木造建物内滞留人口}) = (\text{木造住宅内滞留人口}) + (\text{木造非住宅内滞留人口})$$

$$(\text{非木造建物内滞留人口}) = (\text{非木造住宅内滞留人口}) + (\text{非木造非住宅内滞留人口})$$

※1 山形県における法人所有の木造建物と非木造建物の比率（固定資産概要調書より）

表 4-8-3 構造別住宅 1 棟あたりの床面積

地域	木造	非木造
東京都	71.7	52.0
その他 3 大都市圏	96.1	59.5
地方圏	117.2	67.6

※住宅統計調査報告(1993)

3) 木造建物死者数の算出

木造建物内滞留人口、木造建物全壊率を用いて、以下の式で木造建物死者数を計算する。この式は、阪神・淡路大震災における建物被害と死者の発生の関係から確率統計的な手法により作成したものである。

$$(\text{木造建物死者数}) = (\text{木造建物内滞留人口}) \times 0.0359 \times (\text{木造建物全壊率})$$

4) 非木造建物死者数の算出

2) で求めた非木造建物内滞留人口、第 2 編の 2.1 節で求めた非木造建物全壊率を用いて、以下の式で非木造建物死者数を計算する。この式は、阪神・淡路大震災における建物被害と死者の発生の関係から確率統計的な手法により作成したものである。

$$(\text{非木造建物死者数}) = (\text{非木造建物内滞留人口}) \times 0.0073 \times (\text{非木造建物全壊率})$$

5) 火災死者数の算出

焼失棟数と昼間人口と夜間人口を用いて、以下の式で火災死者数を算定する。

$$(\text{火災死者数}) = 0.14 \times (\text{焼失棟数}) \times (\text{人口}) / (\text{夜間人口})$$

※上記式の（人口）は、地震発生時刻設定が昼間の場合には昼間人口を、夜間の場合には夜間人口を用いる。

6) 全死者数の算出

全死者数の算出には、これまでに算出した木造建物死者数と非木造建物死者数および火災死者数の 3 つを合計して求める。

$$(\text{全死者数}) = (\text{木造建物死者数}) + (\text{非木造建物死者数}) + (\text{火災死者数})$$

b. 人的被害(負傷者数)について

負傷者数を推定する手法として、過去の地震被害事例を幅広く事例を取り入れて、それを試みた事例がある(太田他(1985))。そこでは、死者数と負傷者数との関係を整理し、以下の式を導いており、本調査でもこの手法に準拠し負傷者数を算出した。なお、ここでの数値は、市町村単位の死者数をパラメータにした。

$$\log I = 0.667 \times \log D + 1.667$$

I : 負傷者数, D : 死者数

なお、ここでの人的被害の見積もりは、すべて阪神・淡路大震災の事例に基づき、建物被害と人的被害との関係からなされたものである。この中には、建物が全壊に至らなくとも家具等の屋内内容物の移動・転倒に起因するものも含んでいる。

(2) 想定結果

人的被害の想定結果を表 4-8-4. 5 に示す。また、死者数の分布を図 4-8-3~8 に示す。いずれの想定地震についても建物被害の大きな地域で人的被害は大きくなり、冬季早朝の発生ケースでの人的被害が最大になった。これは、早朝のために家屋内にいる人の数が多いために、家屋の倒壊などによって死傷者数が多くなるためと考えられる。

長井盆地西縁断層帯の想定地震の場合は、最大で死者 1,706 人、負傷者 16,405 人、また、庄内平野東縁断層帯の地震の場合は、最大で死者 915 人、負傷者 9,694 人になると算出された。

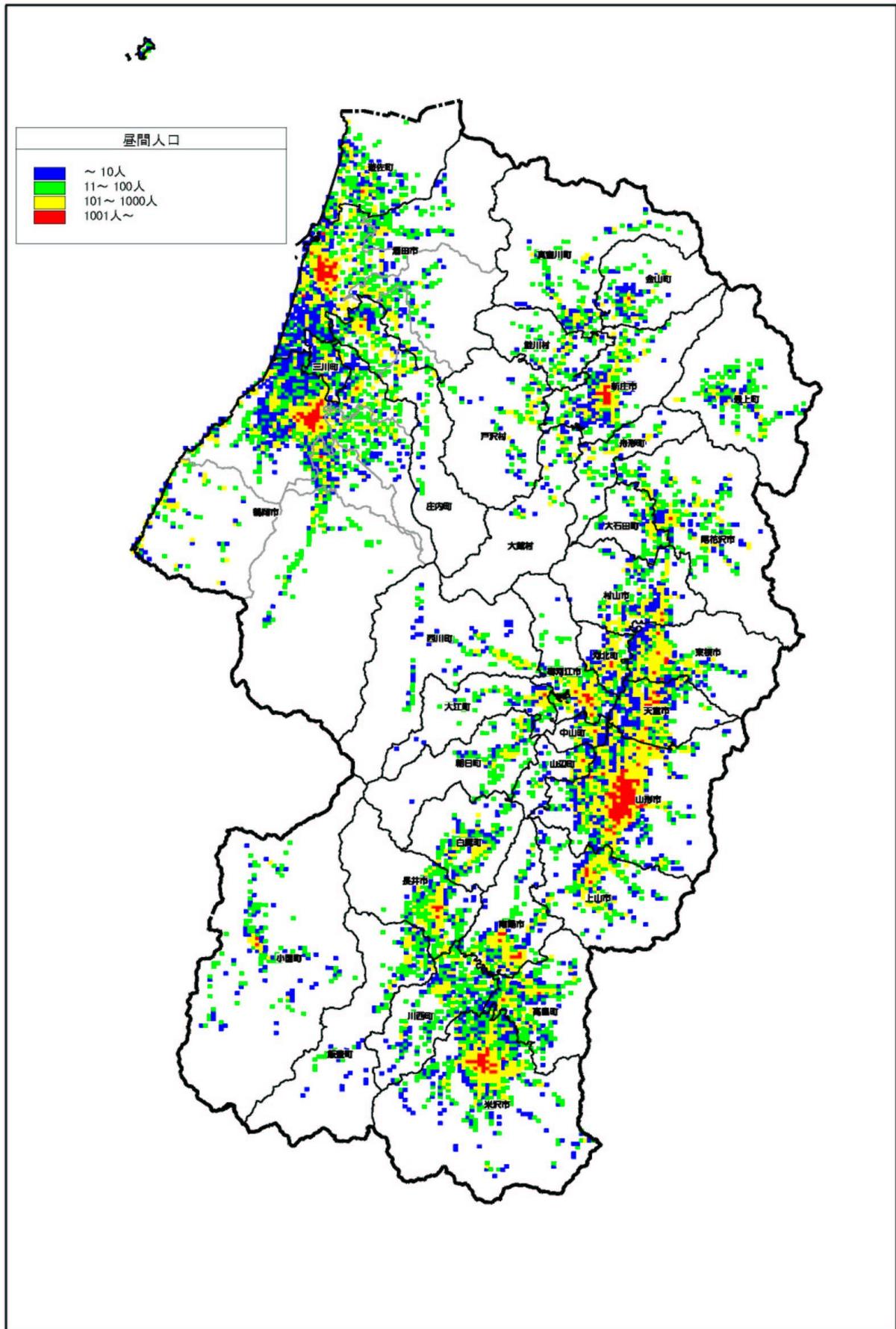


図 4-8-1 昼間人口分布（平成 12 年国勢調査資料より）

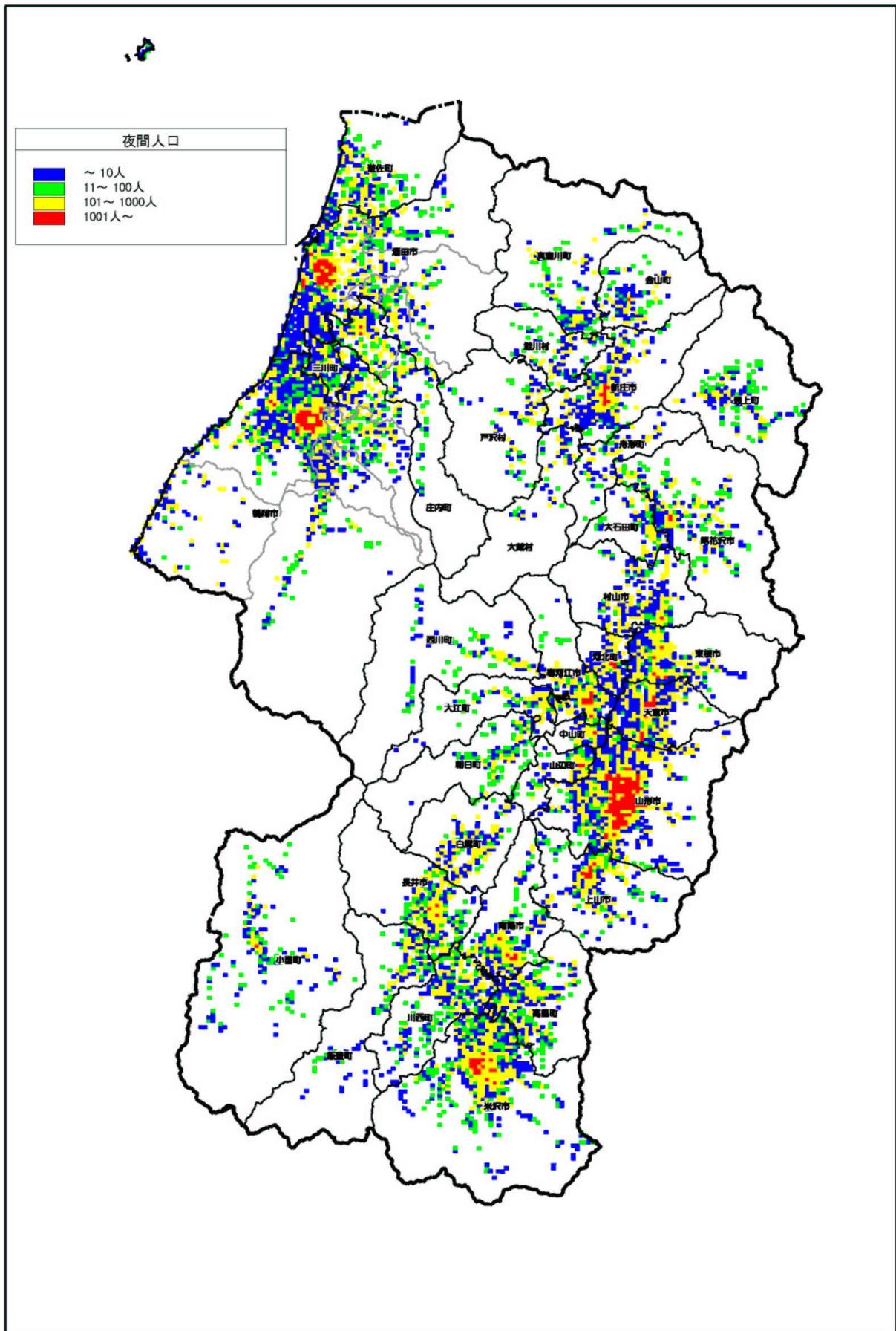


図 4-8-2 夜間人口分布（平成 12 年国勢調査資料より）

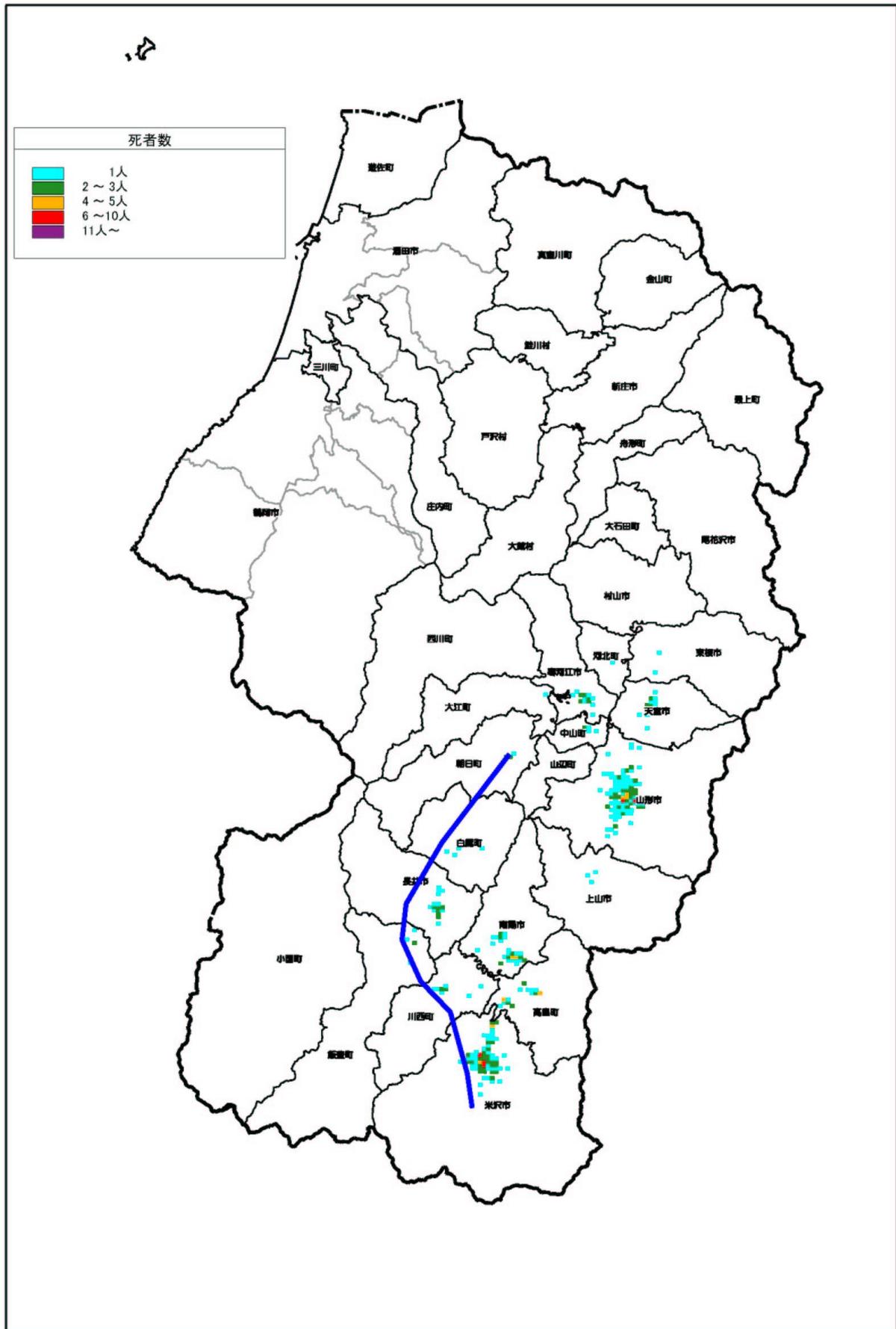


図 4-8-5 死者数分布（長井盆地西縁断層帯の想定地震：冬季夕方）

表 4-8-4 市町村別の人的被害の想定結果（長井盆地西縁断層帯）

市町村名	昼間人口	夜間人口	夏季昼間		冬季早朝		冬季夕方	
			死者	負傷者	死者	負傷者	死者	負傷者
山形市	281,486	255,809	206	1,623	399	2,523	271	1,949
米沢市	98,617	95,396	162	1,383	353	2,325	218	1,686
鶴岡市(旧鶴岡市)	105,029	101,535	5	136	8	186	7	170
酒田市(旧酒田市)	108,720	102,037	1	46	1	46	2	74
新庄市	47,083	42,157	1	46	2	74	1	46
寒河江市	44,006	44,650	38	526	79	856	50	631
上山市	33,203	36,708	13	257	30	449	18	319
村山市	27,827	29,902	6	153	13	257	8	186
長井市	32,197	32,064	48	614	116	1,107	66	760
天童市	59,498	63,653	40	544	102	1,016	53	656
東根市	45,327	44,088	16	295	40	544	21	354
尾花沢市	22,106	22,715	0	0	1	46	1	46
南陽市	34,445	36,315	52	648	118	1,119	72	805
山辺町	11,728	15,512	7	170	20	343	9	201
中山町	9,130	12,413	13	257	37	516	17	307
河北町	19,759	21,340	8	186	19	331	11	230
西川町	6,445	7,266	2	74	4	117	2	74
朝日町	8,077	9,337	11	230	25	398	14	270
大江町	8,474	9,400	6	153	13	257	7	170
大石田町	7,507	8,695	1	46	2	74	1	46
金山町	6,686	7,381	0	0	0	0	0	0
最上町	10,542	11,483	0	0	0	0	0	0
舟形町	5,914	6,990	0	0	0	0	0	0
真室川町	9,232	10,592	0	0	0	0	0	0
大蔵村	3,924	4,528	0	0	0	0	0	0
鮭川村	4,997	5,829	0	0	0	0	0	0
戸沢村	5,653	6,450	0	0	0	0	0	0
高畠町	24,027	26,683	44	580	107	1,049	59	705
川西町	17,245	19,611	32	469	94	962	43	571
小国町	10,086	10,262	3	97	7	170	5	136
白鷹町	15,162	17,149	21	354	59	705	28	429
飯豊町	8,120	9,204	17	307	50	631	22	365
庄内町(旧立川町)	5,651	7,080	0	0	1	46	0	0
庄内町(旧余目町)	16,334	18,372	1	46	2	74	1	46
鶴岡市(旧藤島町)	11,361	12,595	1	46	1	46	1	46
鶴岡市(旧羽黒町)	8,673	9,377	0	0	1	46	1	46
鶴岡市(旧櫛引町)	7,368	8,185	0	0	1	46	0	0
三川町	8,336	7,116	0	0	1	46	0	0
鶴岡市(旧朝日村)	4,884	5,772	0	0	0	0	0	0
鶴岡市(旧温海町)	9,733	10,608	0	0	0	0	0	0
遊佐町	14,550	17,805	0	0	0	0	0	0
酒田市(旧八幡町)	5,795	7,175	0	0	0	0	0	0
酒田市(旧松山町)	4,845	5,676	0	0	0	0	0	0
酒田市(旧平田町)	6,082	7,232	0	0	0	0	0	0
総計	1,235,864	1,244,147	755	9,286	1,706	16,405	1,009	11,324

※ 人口は、平成12年度国勢調査データを使用

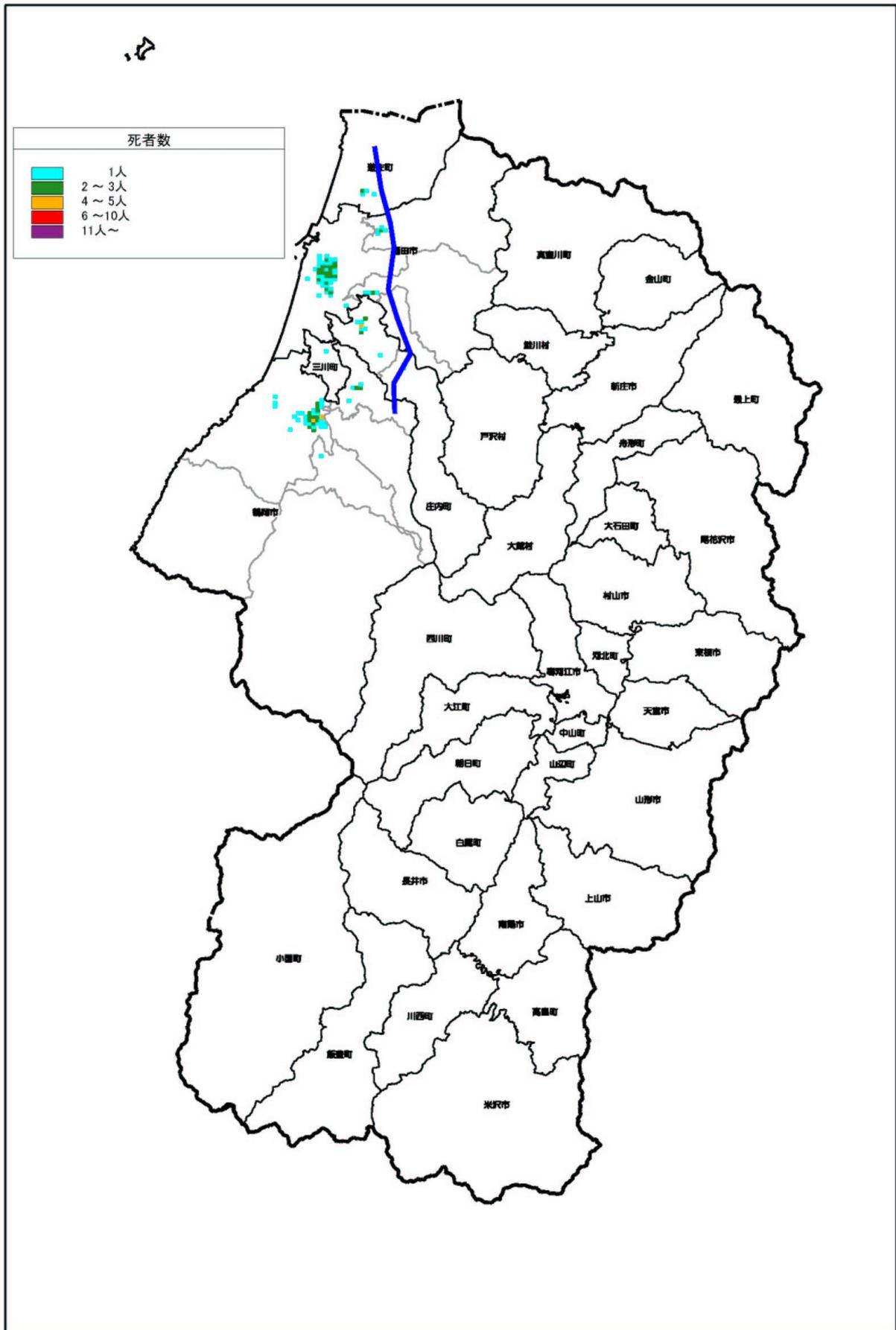


図 4-8-6 死者数分布（庄内平野東縁断層帯：夏季昼間）

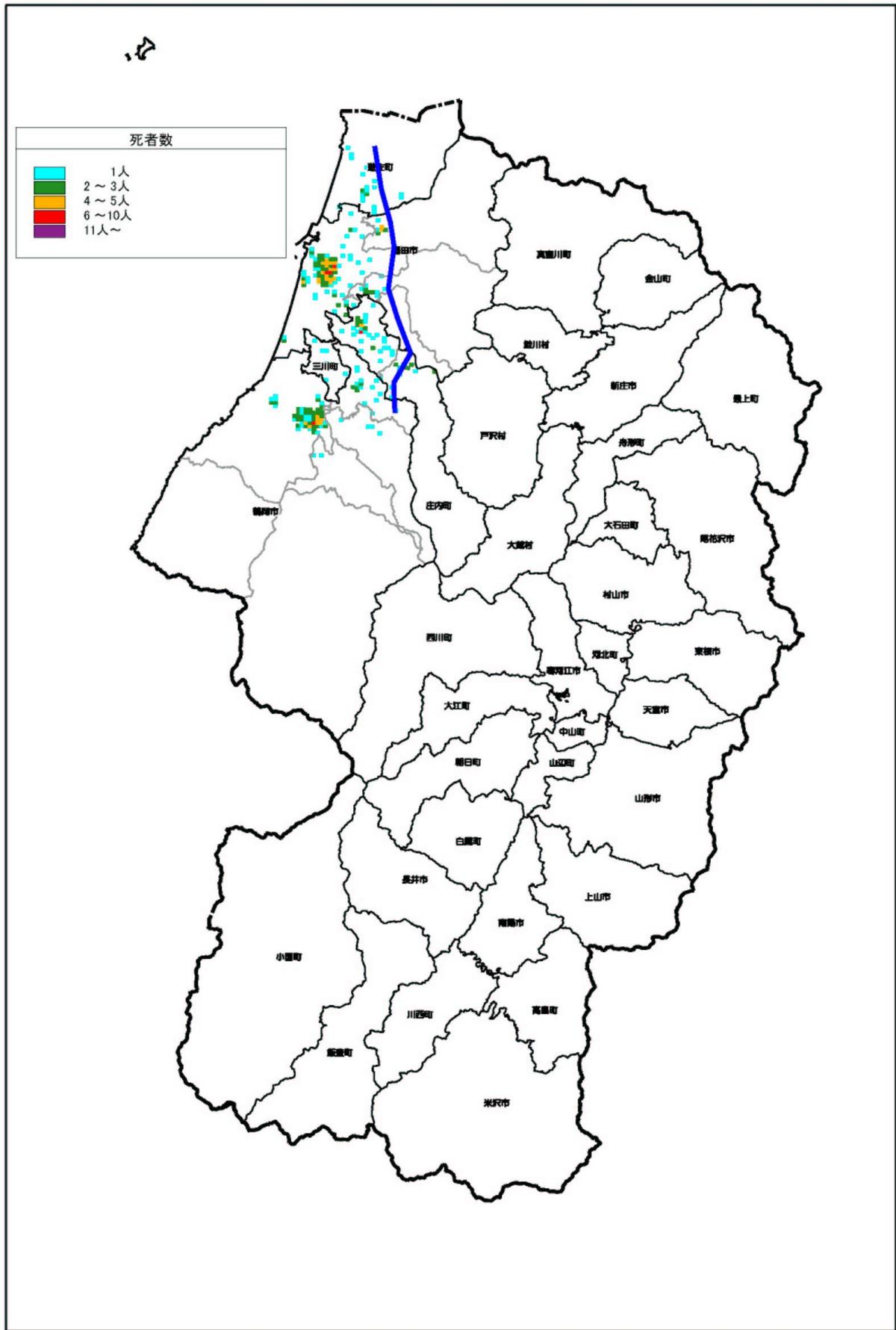


図 4-8-7 死者数分布（庄内平野東縁断層帯：冬季早朝）

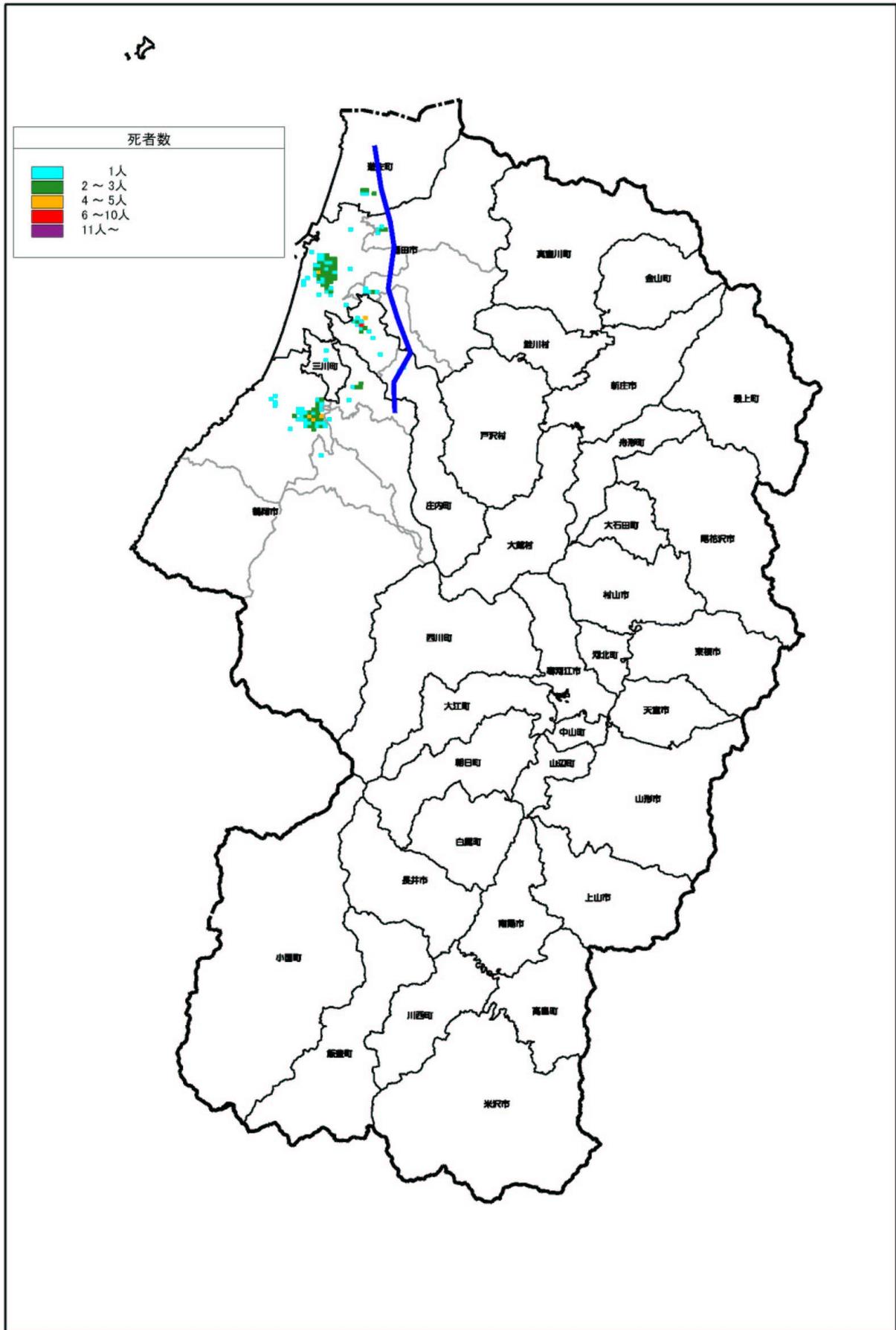


図 4-8-8 死者数分布（庄内平野東縁断層帯：冬季夕方）

表 4-8-5 市町村別の人的被害の想定結果（庄内平野東縁断層帯）

市町村名	昼間人口	夜間人口	夏季昼間		冬季早朝		冬季夕方	
			死者	負傷者	死者	負傷者	死者	負傷者
山形市	281,486	255,809	1	46	1	46	4	117
米沢市	98,617	95,396	0	0	0	0	0	0
鶴岡市(旧鶴岡市)	105,029	101,535	110	1,068	205	1,618	140	1,254
酒田市(旧酒田市)	108,720	102,037	152	1,325	314	2,150	192	1,549
新庄市	47,083	42,157	4	117	9	201	6	153
寒河江市	44,006	44,650	0	0	1	46	1	46
上山市	33,203	36,708	0	0	0	0	0	0
村山市	27,827	29,902	1	46	1	46	1	46
長井市	32,197	32,064	0	0	0	0	0	0
天童市	59,498	63,653	1	46	2	74	2	74
東根市	45,327	44,088	1	46	1	46	1	46
尾花沢市	22,106	22,715	0	0	0	0	0	0
南陽市	34,445	36,315	0	0	0	0	0	0
山辺町	11,728	15,512	0	0	0	0	0	0
中山町	9,130	12,413	0	0	0	0	0	0
河北町	19,759	21,340	0	0	0	0	0	0
西川町	6,445	7,266	0	0	0	0	0	0
朝日町	8,077	9,337	0	0	0	0	0	0
大江町	8,474	9,400	0	0	0	0	0	0
大石田町	7,507	8,695	0	0	1	46	0	0
金山町	6,686	7,381	1	46	2	74	1	46
最上町	10,542	11,483	0	0	0	0	0	0
舟形町	5,914	6,990	0	0	1	46	0	0
真室川町	9,232	10,592	1	46	3	97	2	74
大蔵村	3,924	4,528	0	0	2	74	1	46
鮭川村	4,997	5,829	1	46	2	74	1	46
戸沢村	5,653	6,450	1	46	3	97	1	46
高畠町	24,027	26,683	0	0	0	0	0	0
川西町	17,245	19,611	0	0	0	0	0	0
小国町	10,086	10,262	0	0	0	0	0	0
白鷹町	15,162	17,149	0	0	0	0	0	0
飯豊町	8,120	9,204	0	0	0	0	0	0
庄内町(旧立川町)	5,651	7,080	10	216	30	449	13	257
庄内町(旧余目町)	16,334	18,372	42	562	94	962	52	648
鶴岡市(旧藤島町)	11,361	12,595	23	376	55	673	29	439
鶴岡市(旧羽黒町)	8,673	9,377	10	216	27	419	13	257
鶴岡市(旧櫛引町)	7,368	8,185	5	136	13	257	6	153
三川町	8,336	7,116	9	201	20	343	11	230
鶴岡市(旧朝日村)	4,884	5,772	1	46	2	74	1	46
鶴岡市(旧温海町)	9,733	10,608	0	0	0	0	0	0
遊佐町	14,550	17,805	24	387	63	736	30	449
酒田市(旧八幡町)	5,795	7,175	10	216	26	408	12	244
酒田市(旧松山町)	4,845	5,676	4	117	11	230	5	136
酒田市(旧平田町)	6,082	7,232	11	230	26	408	14	270
総計	1,235,864	1,244,147	423	5,581	915	9,694	539	6,672

※ 人口は、平成12年度国勢調査データを使用

8.2 避難者

(1) 想定手法

地表最大速度を表 4-8-6 の避難者率にあてはめ、メッシュ別人口にその率を乗じ、避難者数を算定した。

$$(\text{避難者数}) = (\text{避難者率}) \times (\text{発災時の人口：昼間または夜間})$$

阪神・淡路大震災では、建物被害に基づき避難者数を推計する従来の計算手法と比較すると、はるかに多い避難者が発生した。その理由として、建物の損壊がほとんどない場合でも、余震に対する不安や電気・水道・ガス等のライフライン機能の停止による生活利便性の欠如が挙げられる。従って、今後想定される地震時にどの程度の避難者が発生するのかについては、建物被害、ライフライン被害等の避難根拠別に積み上げた想定を行うことが、より望ましいと考えられる。

ここでは、地震の地表最大速度と発災当日の避難者率との関係を阪神・淡路大震災の実態に基づき求めた。なお、避難者数の算出は、昼間（9時～18時）と夜間（18時～9時）とした。従って、今回の地震発生ケースの夏季昼間（13時）・冬季早朝（6時）・冬季夕方（17時）は、それぞれ、昼間・夜間・昼間に属することになる。ここでの避難者数は、地震発生直後から一時的に避難するおよその人数に相当する。

表 4-8-6 避難者率

地表最大速度 (cm/s)	避難者率 (%)
～ 20	0.0
20～30	1.0
30～40	5.0
40～50	5.0
50～60	5.0
60～70	10.0
70～80	10.0
80～90	10.0
90～	15.0

(2) 想定結果

避難者数の想定結果を表 4-8-7 および図 4-8-9、12 に示す。

地震直後の避難者数は、県内全体で最大、長井盆地西縁断層帯の想定地震の場合で約 7 万 9 千人、庄内平野東縁断層帯の想定地震の場合で約 4 万 1 千人と推定された。強い揺れが予想された震源断層周辺の市町村での値が大きくなるとともに、夜間の方が避難者数の総計が、大きくなる傾向を示した。

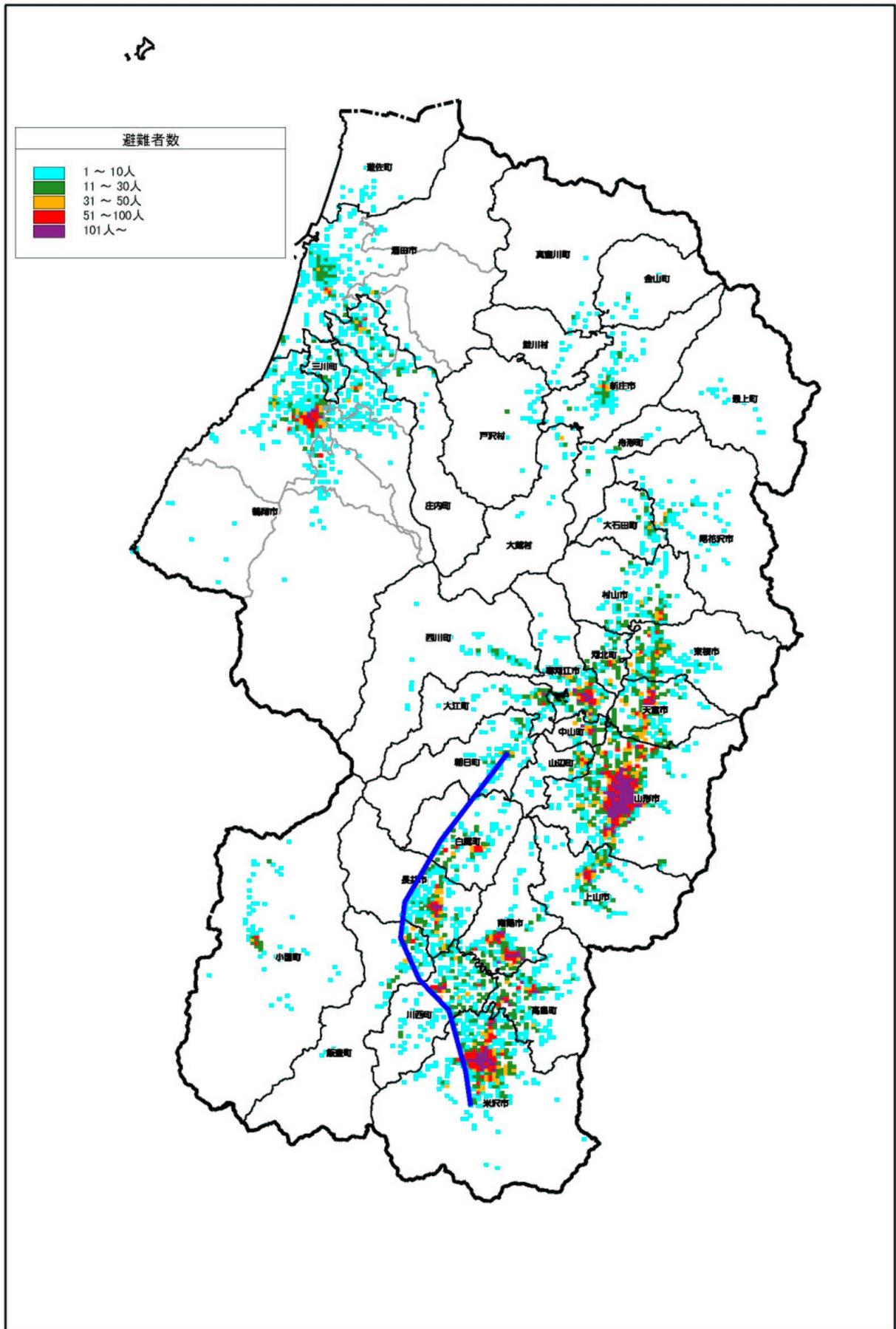


図 4-8-9 避難者数分布（長井盆地西縁断層帯：昼間）

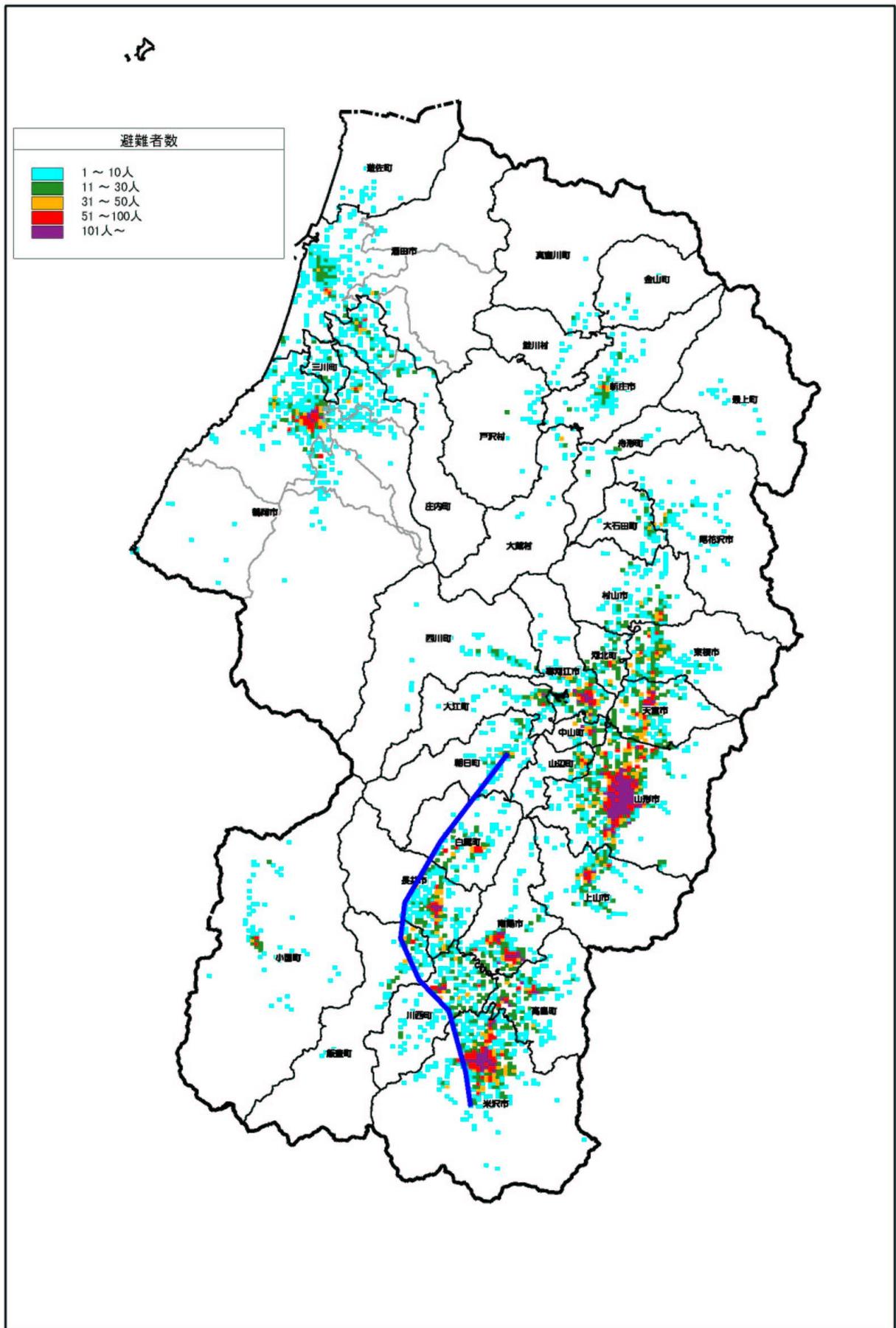


図 4-8-10 避難者数分布（長井盆地西縁断層帯：夜間）

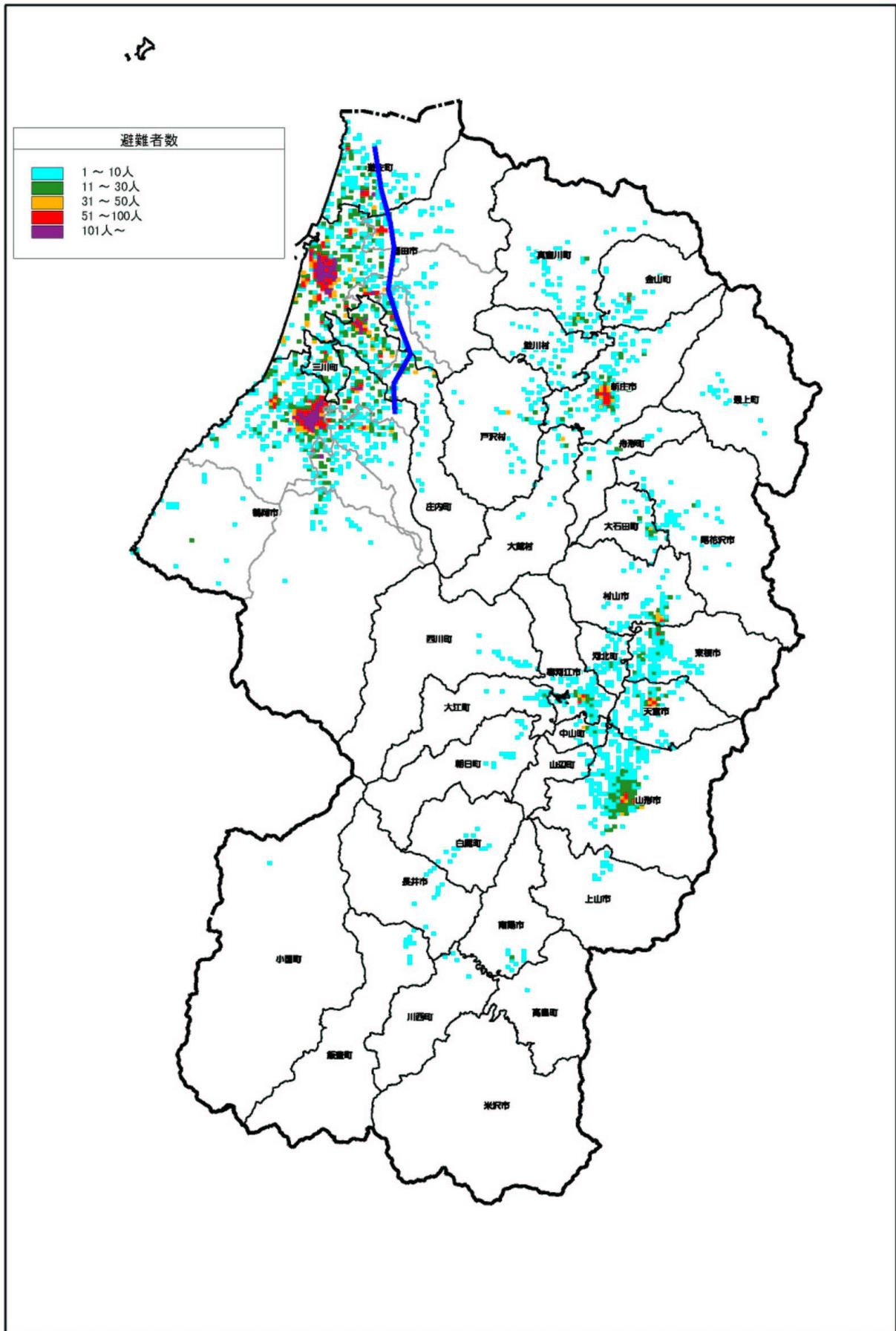


図 4-8-12 避難者数分布（庄内平野東縁断層帯：夜間）

表 4-8-7 市町村別の避難者数の想定結果

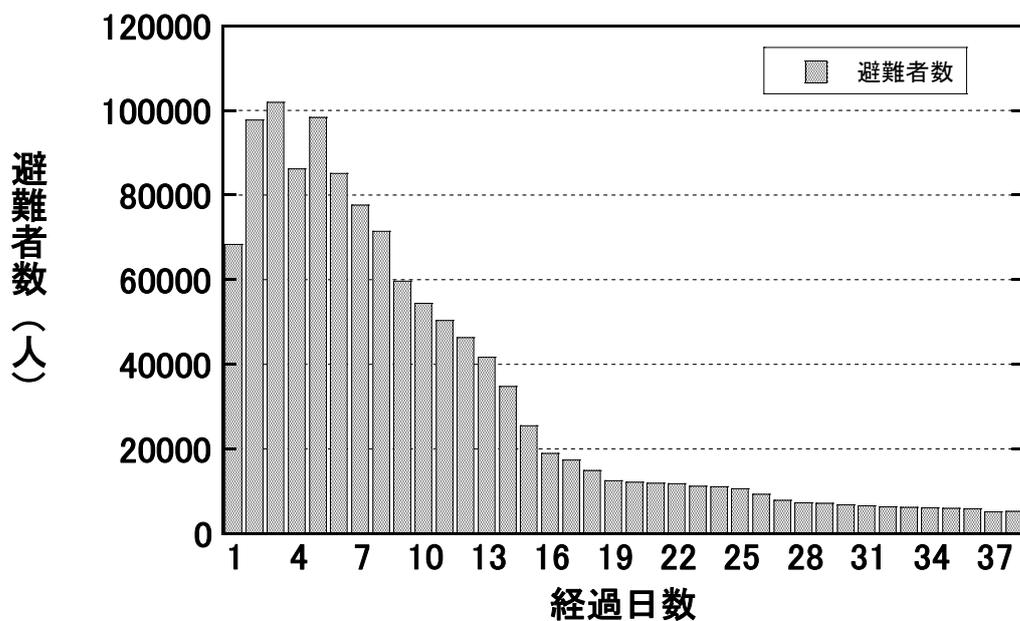
市町村名	昼間人口	夜間人口	長井盆地西縁断層帯				庄内平野東縁断層帯			
			昼間		夜間		昼間		夜間	
			避難者数	避難率	避難者数	避難率	避難者数	避難率	避難者数	避難率
山形市	281,486	255,809	23,668	9.3%	22,415	8.8%	1,944	0.8%	1,726	0.7%
米沢市	98,617	95,396	9,738	10.2%	10,261	10.8%	0	0.0%	0	0.0%
鶴岡市(旧鶴岡市)	105,029	101,535	3,656	3.6%	3,593	3.5%	9,013	8.9%	8,949	8.8%
酒田市(旧酒田市)	108,720	102,037	1,215	1.2%	1,201	1.2%	10,949	10.7%	11,247	11.0%
新庄市	47,083	42,157	719	1.7%	825	2.0%	1,879	4.5%	1,924	4.6%
寒河江市	44,006	44,650	3,494	7.8%	3,788	8.5%	517	1.2%	537	1.2%
上山市	33,203	36,708	1,981	5.4%	2,218	6.0%	26	0.1%	29	0.1%
村山市	27,827	29,902	1,090	3.6%	1,345	4.5%	512	1.7%	533	1.8%
長井市	32,197	32,064	3,084	9.6%	3,390	10.6%	18	0.1%	42	0.1%
天童市	59,498	63,653	3,976	6.2%	5,052	7.9%	720	1.1%	923	1.5%
東根市	45,327	44,088	1,865	4.2%	2,345	5.3%	581	1.3%	684	1.6%
尾花沢市	22,106	22,715	381	1.7%	376	1.7%	151	0.7%	172	0.8%
南陽市	34,445	36,315	3,529	9.7%	3,767	10.4%	40	0.1%	43	0.1%
山辺町	11,728	15,512	723	4.7%	1,042	6.7%	22	0.1%	34	0.2%
中山町	9,130	12,413	898	7.2%	1,294	10.4%	122	1.0%	169	1.4%
河北町	19,759	21,340	945	4.4%	1,111	5.2%	172	0.8%	208	1.0%
西川町	6,445	7,266	240	3.3%	326	4.5%	28	0.4%	42	0.6%
朝日町	8,077	9,337	727	7.8%	928	9.9%	33	0.4%	42	0.4%
大江町	8,474	9,400	677	7.2%	770	8.2%	53	0.6%	57	0.6%
大石田町	7,507	8,695	281	3.2%	356	4.1%	178	2.0%	218	2.5%
金山町	6,686	7,381	28	0.4%	35	0.5%	191	2.6%	253	3.4%
最上町	10,542	11,483	35	0.3%	50	0.4%	36	0.3%	54	0.5%
舟形町	5,914	6,990	87	1.2%	122	1.7%	111	1.6%	171	2.4%
真室川町	9,232	10,592	70	0.7%	71	0.7%	346	3.3%	449	4.2%
大蔵村	3,924	4,528	100	2.2%	139	3.1%	117	2.6%	168	3.7%
鮭川村	4,997	5,829	39	0.7%	71	1.2%	134	2.3%	239	4.1%
戸沢村	5,653	6,450	59	0.9%	98	1.5%	196	3.0%	315	4.9%
高島町	24,027	26,683	2,577	9.7%	3,094	11.6%	3	0.0%	5	0.0%
川西町	17,245	19,611	1,813	9.2%	2,563	13.1%	5	0.0%	6	0.0%
小国町	10,086	10,262	436	4.2%	490	4.8%	1	0.0%	3	0.0%
白鷹町	15,162	17,149	1,378	8.0%	1,791	10.4%	34	0.2%	55	0.3%
飯豊町	8,120	9,204	782	8.5%	1,145	12.4%	19	0.2%	37	0.4%
庄内町(旧立川町)	5,651	7,080	170	2.4%	269	3.8%	573	8.1%	874	12.3%
庄内町(旧余目町)	16,334	18,372	754	4.1%	866	4.7%	2,342	12.7%	2,691	14.6%
鶴岡市(旧藤島町)	11,361	12,595	465	3.7%	576	4.6%	1,277	10.1%	1,611	12.8%
鶴岡市(旧羽黒町)	8,673	9,377	189	2.0%	266	2.8%	725	7.7%	981	10.5%
鶴岡市(旧櫛引町)	7,368	8,185	181	2.2%	255	3.1%	434	5.3%	617	7.5%
三川町	8,336	7,116	207	2.9%	241	3.4%	651	9.1%	685	9.6%
鶴岡市(旧朝日村)	4,884	5,772	44	0.8%	62	1.1%	154	2.7%	208	3.6%
鶴岡市(旧温海町)	9,733	10,608	20	0.2%	31	0.3%	72	0.7%	100	0.9%
遊佐町	14,550	17,805	39	0.2%	59	0.3%	1,414	7.9%	1,947	10.9%
酒田市(旧八幡町)	5,795	7,175	23	0.3%	34	0.5%	552	7.7%	769	10.7%
酒田市(旧松山町)	4,845	5,676	12	0.2%	28	0.5%	313	5.5%	457	8.1%
酒田市(旧平田町)	6,082	7,232	93	1.3%	90	1.2%	605	8.4%	770	10.6%
総計	1,235,864	1,244,147	72,488	5.8%	78,849	6.3%	37,263	3.0%	41,044	3.3%

※1 人口は平成12年度国勢調査データを使用

※2 昼間:午前9時~午後6時, 夜間:午後6時~午前9時

(3) 過去の地震の避難者数の推移 (2004年新潟県中越地震の事例)

2004年新潟県中越地震の避難者数の推移を図4-8-13に示す。この数字には、避難所のみならず車や屋外に避難した数が含まれる。ピーク時には避難者が10万人を超える時期があり、地震から約1週間を境に急激に減少し、約2週間を過ぎると漸減していくことがわかる。避難者数の推移は、災害規模や状況に影響を受け、特に、地震災害の場合には、余震の数が大きく影響するようである。



※新潟県のデータを基に作成

図 4-8-13 新潟県中越地震の避難者数の推移

第5編 想定地震発生時の行動シナリオ

1. 被災者.....	151
2. 防災関係機関.....	156

1. 被災者

地震発生後、県民の生活にどのような障害が発生するかについて、それを予測するために、はじめに、概略の時系列シナリオを想定する。このシナリオは、阪神・淡路大震災の状況を参考に自然・物的・人的被害の想定結果に基づき山形県の地域性を考慮し、次の4通りのモデル世帯を対象とした。

- ・ 市部に住むサラリーマン世帯
- ・ 町村部に住む兼業農家世帯
- ・ 山間部に住む専業農家世帯
- ・ 老人ホームで生活している高齢者

生活機能障害シナリオ：市部に住むサラリーマン世帯

想定される被害 (発生直後)		◆町内会の家屋の15%が全壊、30%が半壊 ◆町内会で出火が数件発生 ◆町内会で死者が十人程度、負傷者が数十人発生 ◆断水、停電、電話不通、ガス使用不能 ◆市街地の道路では自動車立ち往生し、建物損壊による瓦礫で通行障害も					留意点		
発災ケース	発災時の状況	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1カ月以降	
昼間	<p>発災時の状況</p> <p>勤め人 (婦人、幼児 が中心)</p> <p>町内にいる人</p>	<p>地震直後</p> <p>◆揺れを感じる (平日は車で30分の市街地に勤務) ◆電話で家族と連絡を取ろうとすることが通じない ◆車で帰宅しようとするが渋滞で動けない ◆結局、徒歩で帰宅する ◆自宅には家族がいないので避難所に向かう</p> <p>◆揺れを感じる ◆近所で負傷者や火災が発生する ◆消防車や救急車を呼ぶが電話が通じない ◆地域住民が消火や救助活動を行う ◆機つかの家が焼失する ◆電話で外勤中の夫と連絡を取ろうとすることが通じない ◆近くの小中学校にいる子供を迎えに行く ◆負傷者の応急手当をする (医者が少ないため十分な手当が出来ない) ◆罹災した住民が避難所に集まる ◆罹災した住民の一部は無事な近所の知人宅に身を寄せる ◆食料と飲料水は家庭の持ち寄りで賄う ◆避難所もライフラインが停止している ◆市役所の担当者が避難所に来て避難所の運営を始める ◆重傷者は自衛隊のヘリで被害のない他ブロックへ搬送される ◆市役所により食料品の配給が始まる ◆避難所の停電が応急復旧する ◆避難所に応急電話が設置される ◆避難所に医療チームが来る ◆介護や定期検診が必要な高齢者は避難所から福祉施設に移される ◆住民の一部が一時滞在のため県内の親類の家に向かう ◆電気が回復する</p>	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる	◆電気が回復する	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる	◆電気が回復する	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる	◆電気が回復する	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる
夜間	<p>町内にいる人</p>	<p>◆揺れを感じる ◆近所で負傷者や火災が発生する ◆消防車や救急車を呼ぶが電話が通じない ◆消火や救出にあたる (資機材もなく夜間で停電のため手間取る) ◆機つかの家が焼失する ◆負傷者の応急手当をする (医者が少ないため十分な手当が出来ない)</p>	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる	◆電気が回復する	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる	◆電気が回復する	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる	◆電気が回復する	◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆建物の復旧が始まる

[発災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は防寒が必要である ②冬季は積雪のための道路の多くで通行障害が発生する [以降は同上]

生活機能障害シナリオ：町村部に住む兼業農家世帯

想定される被害 (発生直後)		◆町内会の家屋の15%が全壊、30%が半壊 ◆町内会で死者が十人程度、負傷者が数十人発生 ◆断水、停電、電話不通、家屋が無事な家ではLPガスが使用可能 ◆朝市部と結ぶ道路の幾つかは橋梁損傷や路面歪みなどで通行不能							
発災ケース (発生直後)	発災時の状況	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1カ月以降	留意点
昼間	外勤中の人 集落にいる人 (婦人、高齢者が中心)	◆揺れを感じる ◆知り合いの家へ安否確認に行く ◆消防車や救急車を呼ぶが電話が通じない ◆地域住民が消火や救出にあたる(消防団のメンバーは外勤が多いためはかどらない) ◆幾つかの家が焼失する ◆電話で外勤中の夫と連絡を取ろうと通じない ◆近所の老人も連れ出して避難所に行く ◆負傷者の応急手当をする(医者が少ないため十分な手当が出来ない) ◆罹災した住民が避難所に集まる ◆食料は家庭の備えを持ち寄り持って来う ◆電話は不通であり役場と連絡が取れない ◆役場の担当者が来て避難所の運営を始める ◆重傷者は自衛隊のヘリで都市部(被害のない他ブロック)へ搬送される ◆町役場による食料品の配給が始まる ◆通行不能になっていた道路の半数が仮復旧する ◆介護や定期検診が必要な高齢者は避難所から福祉施設に移される ◆電気が回復する ◆応急電話が仮設される ◆住民の一部が一時滞在のため親類の家に向かう ◆仮設住宅の建設が始まる ◆水道が回復する ◆道路が全面仮復旧する	◆電話で家族と連絡を取ろうと通じない ◆車で帰宅しようとするが渋滞で動けない ◆結局、徒歩で帰宅する						○徒歩で帰る覚悟 ○地域の防災力 ○消防隊等の実態把握と充実 ○地域の防災力 ○救急用品の整備 ○避難所の整備 ○通信手段の確保 ○広域応援を早期要請・派遣 ○災害医療へのヘリの活用 ○適切な道路警戒体制 ○災害時の福祉施設の役割
夜間	集落にいる人	◆揺れを感じる ◆近所で負傷者や火災が発生する ◆消防車や救急車を呼ぶが電話が通じない ◆消火や救出にあたる(夜間で停電のため手回取る) ◆幾つかの家が焼失する							○停電時照明の整備

[以降は同上]

[発災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は防寒が必要である ②冬季は積雪のため陸路輸送に手間取る

生活機能障害シナリオ：山間部に住む専業農家世帯

想定される被害 (発生直後)		◆町内会の家屋の15%が全壊、30%が半壊 ◆町内会で死者が十人程度、負傷者が数十人発生 ◆集落内でがけ崩れ発生し民家が下敷きに ◆断水、停電、電話不通、家屋が無事な家ではLPGガスが使用可能 ◆隣町と結ぶ道路はがけ崩れと雪崩(冬季)で通行不能						
発災ケース	発災時の状況	2~3時間	半日	1日	3日	1週間	1か月以降	留意点
昼間	集落にいる人 (高齢者 多い)	地震直後 ◆揺れを感じる ◆知り合いの家へ安否確認に行く ◆地域住民が消火や救出にあたる(高齢化が進んでいるためはかどらない) ◆幾つかの家が焼失する ◆電話は不通であり都市部に住む子供家族と連絡が取れない ◆近所の老人も連れ出して避難所に行く ◆負傷者の応急手当をする(医者がいないため十分な手当が出来ない) ◆避難所に住民が集まる ◆食料は家庭の備えで補う ◆電話は不通であり役場等と連絡が取れない ◆自衛隊の救援部隊がへりに到着する ◆自衛隊がへりで重傷者を都市部(被害のない他ブロック)へ搬送する ◆自衛隊のへりによる要員応援と物資輸送が始まる ◆雨が降り地滑りの危険がある ◆地滑り危険区域の住民も避難所で生活を始める	◆電気が回復する ◆応急電話が仮設される ◆水道が回復する ◆土砂災害が応急復旧	◆隣町と結ぶ道路が仮復旧し陸路応援が始まる ◆住民の多くが一時的滞在のため親類の家に向かう	◆道路不通のため復旧遅れる ◆道路不通のため復旧遅れる	◆道路不通のため復旧遅れる ◆道路不通のため復旧遅れる	○地域レベルの防災力 ○消防力等の実態把握と充実 ○地域の防災力 ○救急用品の整備 ○避難所の整備 ○飲料水等の備蓄 ○通信手段の確保 ○孤立地へ自衛隊を早期派遣 ○輸送はへりのみ可能	
夜間	集落にいる人 (高齢者 多い)	◆揺れを感じる ◆知り合いの家へ安否確認に行く(夜間で停電のため手間取る) ◆消火や救出にあたる(夜間で停電のため手間取る) ◆幾つかの家が焼失する						○停電時照明の整備

[以降は同上]

[発災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は防寒が必要である ②冬季は雪崩の恐れがある

生活機能障害シナリオ：老人ホームで生活している高齢者

想定される被害 (発生直後)	◆老人ホームの施設が一部損壊 ◆老人ホームの入所者は皆無事 ◆老人ホームのスタッフの1/5程度が罹災 ◆老人ホームでは断水、停電、電話不通、LPガスも一時使用不能					
-------------------	--	--	--	--	--	--

発災トーン	発災時の状況	地震直後	2~3時間	半日	1日	3日	1週間	1か月以降	留意点
昼間		◆揺れを感じる ◆スタッフが入所者の安全を確認する ◆電話は不通であり子供家族と連絡が取れない ◆食料と飲料水は備蓄で糊う ◆電話は不通であり関係機関と連絡が取れない ◆ライフライン停止とスタッフ不足のため普段通りの介護が難しい ◆市町村により食料品の配給が始まる ◆老人ホームの停電が応急復旧する ◆老人ホームに医療チームが来る ◆介護や検診が必要な高齢者を避難所から受け入れる ◆ボランティアの受け入れが始まる ◆家族が被災していない入所者は家族の元へ一時帰る ◆電気が回復する ◆応急電話が仮設される ◆水道が回復する							○食料や飲料水等の備蓄 ○優先復旧 ○受け入れ計画
夜間		◆揺れを感じる ◆スタッフが入所者の安全を確認する ◆電話は不通であり都市部に住む子供家族と連絡が取れない ◆外勤のスタッフが参集してくる							[以降は同上]

[発災トーン] 冬季と夏季の違い：①冬季は防寒が必要である

2. 防災関係機関

地震発生後に県、市町村、医療機関、ライフライン事業者など防災関係機関が関わる被害およびその対応活動について、概略の時系列シナリオを想定する。このシナリオは、阪神・淡路大震災の状況を参考に自然・物的・人的被害の想定結果に基づき山形県の地域性を考慮し、次の6種類の機関である。

- ・ 県（災害対策本部）
- ・ 市町村（災害対策本部）
- ・ 消防機関・警察
- ・ 医療機関
- ・ ライフライン事業者（水道、都市ガス、LPガス、電気、電話）

防災関係機関の機能障害シナリオ：県（災害対策本部）

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1カ月以降	留意点
県	被害 対応活動 [昼間]	<ul style="list-style-type: none"> ◆建物の損壊、地震火災、死傷者、交通機関の被害、ライフライン供給停止など被害が多数発生する ◆庁舎のライフラインが停止する（一般加入電話も使用不能） ◆庁舎内の安全を確保する ◆震度情報ネットワークや気象庁から震度情報を収集する ◆災害対策本部を設置する <ul style="list-style-type: none"> ◆ヘリによる被害情報収集を行う ◆総合支庁、市町村等から被災情報を収集する（防災行政通信ネットワーク） ◆県内市町村と広域応援について調整・指示する ◆近隣県へ応援要請を行う ◆自衛隊へ派遣要請を行う <ul style="list-style-type: none"> ◆第1回災害対策本部員会議を開催する ◆防災関係機関から被災情報を収集する（防災行政通信ネットワーク、携帯電話） ◆現地災害対策本部の設置を決定する ◆災害対策本部・現地災害対策本部を開設し班別活動を開始する <ul style="list-style-type: none"> ◆庁舎の応急通電、応急電話開設などを事業者に要請する ◆陸路応援ルートを指定・確保する ◆自衛隊の集結場所を確保する ◆ヘリの活動拠点と発着場を確保する ◆第2回災害対策本部員会議を開催する ◆マスクミに対し定期的な広報を始める <ul style="list-style-type: none"> ◆問い合わせ窓口電話（ホームページ）を開設する ◆市町村からの各種要請に対して、対応する ◆県民の生活救護のための物資調達を開始する ◆緊急物資の集積・配分拠点の確保と活動体制を確立する ◆県ボランティア対策本部を開設する <ul style="list-style-type: none"> ◆長期対応を前提とした勤務体制を確立する ◆仮設住宅を建設する 							<ul style="list-style-type: none"> ○震源のあるブロック内で被害が大規模となる ○庁舎が損傷する恐れもある ○庁舎のライフライン停止
	対応活動 [夜間休日]	<ul style="list-style-type: none"> ◆職員は揺れを感じラジオ等で情報収集する <ul style="list-style-type: none"> ◆知事が登庁する ◆職員の半数程度が徒歩等で参集する <ul style="list-style-type: none"> ◆遠方の職員が徒歩等で参集する 							<ul style="list-style-type: none"> ○関係機関との連絡手段確保 ○一般加入電話は使用不能 ○庁舎の機能確保 ○多数の関係機関との調整 ○マスクミと連携した広報活動 ○膨大な問い合わせへの対応 ○食事、衣服、睡眠場所等 ○物資調達体制の過不足 ○職員の過労防止 ○知事の登庁手段確保 ○防災職員の登庁手段確保

[以下、1～2時間遅れで昼間と同じ]

[炎災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は対応活動に手間取る ②冬季は庁舎内の暖房確保が必要

防災関係機関の機能障害シナリオ：市町村（災害対策本部）

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1カ月以降	留意点
市町村	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆建物の損壊、地震火災、死傷者、交通機関の被害、ライフライン供給停止など被害が多数発生する ◆庁舎のライフラインが停止する（一般加入電話も使用不能） <ul style="list-style-type: none"> ◆がけ崩れや雪崩の危険（地震直後には崩壊しなかった箇所） <ul style="list-style-type: none"> ◆降雨により地滑りの危険がある 							<ul style="list-style-type: none"> ○震源近くの市町村では被害は大規模となる
	対応活動 [昼間]	<ul style="list-style-type: none"> ◆庁舎内の安全を確保する ◆震度情報ネットワークや気象庁から震度情報を収集する ◆災害対策本部を設置する <ul style="list-style-type: none"> ◆被害情報収集を行う <ul style="list-style-type: none"> ◆県へ被害状況の報告と応援要請、自衛隊の派遣要請を行う ◆県内市町村に対し広域応援を要請する ◆防災関係機関から被災情報を収集する（防災無線、携帯電話、パソコン通信） ◆自衛隊に派遣要請を行う（県と連絡が取れない場合） ◆災害対策本部を開設し班別活動を開始する <ul style="list-style-type: none"> ◆庁舎の応急通電、応急電話開設などを事業者に要請する ◆自衛隊の集結場所を確保する ◆ヘリコプターの活動拠点と発着場を確保する ◆がけ崩れや雪崩の危険箇所の住民を避難させる ◆医療機関等の重要拠点の応急通電、応急電話開設を事業者に要請する ◆避難所の運営を開始する <ul style="list-style-type: none"> ◆マスコミに対し定期的な広報を始める ◆問い合わせ窓口（電話）を開設する ◆職員の活動支援を開始する ◆市町村民の生活救護のための物資調達を開始する ◆医療機関等の重要拠点に給水を行う ◆市町村ボランティア対策本部を開設する ◆県に応援要請を行う 						<ul style="list-style-type: none"> ○重要拠点の機能確保 ○マスコミと連携した広報活動 ○膨大な問い合わせ ○備蓄・物資調達体制の過不足 	
	対応活動 [夜間休日]	<ul style="list-style-type: none"> ◆職員は揺れを感じラジオ等で情報収集する <ul style="list-style-type: none"> ◆市町村長が発行する ◆職員の大半が徒歩等で参集する 							<ul style="list-style-type: none"> ○避難所の運営計画 ○給水体制の整備 ○職員の過労防止

[以下、1～2時間程度遅れて昼間と同じ]

[発災から] 冬季と夏季の速い：①冬季は対応活動に手間取る ②冬季は庁舎内の暖房が必要

防災関係機関の機能障害シナリオ：消防機関・警察

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1カ月以降	留意点	
消防機関	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆所轄内で消防力を超える出火が同時多発する（冬季の場合） ◆倒壊家屋の下敷きになる者、生き埋めになる者が多数発生する ◆119番通報がハンク状態となる、駆け込み通報も殺到する ◆消火栓の大半が使用不能となる ◆一部の火災は初期鎮火できず延焼に至る ◆大半の火災を鎮火する 								<ul style="list-style-type: none"> ○効率的な消防力配備 ○河川、貯水槽、プールの利用
	対応活動	<ul style="list-style-type: none"> ◆待機要員が出動し消火活動に当たる ◆防火水槽、河川、ため池やプールなどの水利を利用する ◆救急隊員が消防団員等の応援を得て救出救助活動にあたる ◆参集した要員が消火活動に当たる ◆他自治体の消防機関へ応援を要請する ◆近隣自治体から応援消防隊が到着する ◆遠方自治体から応援消防隊が到着する 							<ul style="list-style-type: none"> ○通電火災等の防止 ○優先順位をつけた消火活動 ○消防車の通行ルートの確保 ○消防水利の確保 ○陸路応援ルートの確保 	
警察	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆停電で道路交通信号等が麻痺する ◆倒壊家屋の下敷きになる者、生き埋めになる者が多数発生する ◆119番通報がハンク状態となる、駆け込み通報も殺到する ◆道路渋滞が発生する、路上には放置車両が多数 							<ul style="list-style-type: none"> ○放置自動車の処置 	
	対応活動	<ul style="list-style-type: none"> ◆待機要員が出動し救出救助活動に当たる ◆ヘリにより被害状況を収集する ◆要員がほぼ参集する ◆被害状況の情報集約を始める ◆他警察へ応援要請を行う ◆交通規制すべき緊急輸送道路を指定する ◆緊急輸送道路の交通規制を始める ◆路上放置車両の撤去を始める ◆緊急輸送道路の通行証の発行を始める ◆近隣自治体から応援部隊が到着する ◆遠方自治体から応援部隊が到着する 							<ul style="list-style-type: none"> ○パトカーの通行ルート確保 ○道路管理者等との調整 ○要員の確保 ○協力業者の確保 ○陸路応援ルートの確保 	

[発災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は出火件数が多く大規模火災となりやすい ②冬季は積雪の影響で対応活動に手間取る

防災関係機関の機能障害シナリオ：医療機関

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1か月以降	留意点
医療機関	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 負傷者が多数出る ◆ 医療機関のライフラインが停止する <ul style="list-style-type: none"> ◆ 重傷者が病院に運ばれてくる ◆ 軽傷者は自力で病院を訪れる ◆ 避難所から病院に診療要請が来る <ul style="list-style-type: none"> ◆ 老人ホームから病院に診療要請が来る <ul style="list-style-type: none"> ◆ 持病のある人々の具合が悪くなる ◆ [冬季] 風邪が多発する ◆ 疲労で具合の悪くなる人々が増える 							<ul style="list-style-type: none"> ○ 建物が損壊する恐れもある ○ トリアージ医療 ○ 高齢者へのケア
	対応活動	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 入院患者の安全を確保する <ul style="list-style-type: none"> ◆ 待機要員にて対応体制を整える（非常電源、備蓄用水、備蓄医薬品など） ◆ 待機要員にて医療行為を行う（トリアージ医療） <ul style="list-style-type: none"> ◆ 要員がほぼ参集する <ul style="list-style-type: none"> ◆ 患者の受入、応援要員、医薬品調達等について市町村等と調整する ◆ 主な医療機関では応急通電および応急給水を受ける <ul style="list-style-type: none"> ◆ 近隣から応援医療チームと医薬品が到着する ◆ 臨時救護所を開設する（主な避難所などに） ◆ 避難所、老人ホーム等への訪問治療を始める ◆ 入院患者の生活支援のための物資調達を始める <ul style="list-style-type: none"> ◆ 重傷者・入院者を後方医療機関へ移転する手配を行う <ul style="list-style-type: none"> ◆ ヘリによる重傷者の後方医療機関への搬送が始まる <ul style="list-style-type: none"> ◆ 入院患者の後方医療機関への搬送を始める ◆ 遠方自治体から応援医療チームと医薬品が到着する 						<ul style="list-style-type: none"> ○ 患者の症状の悪化 ○ 病院の被災 ○ 災害医療のための備蓄等 ○ 参集体制の確立 ○ 応援チームの生活支援 ○ ヘリ搬送の対応人数 	

[発災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は対応活動に手間取る ②冬季は医療機関内での暖房の確保が必要

防災関係機関の機能障害シナリオ：ライフライン事業者（1/3）

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1か月以降	留意点
水道	被害	◆県内全域で多くの世帯が断水する			◆防災拠点は応急給水を受ける		◆半数程度復旧する		
	対応活動	◆浄水場、送水管の被災状況を把握する ◆他の自治体の水道事業者へ応援を要請する ◆断水の発生状況を把握する		◆復旧作業を開始する ◆防災拠点への応急給水を始め ◆市町村ごとに給水車が避難所で給水を始め ◆近隣自治体から給水車と復旧要員の応援が来る ◆遠方自治体から給水車と復旧要員の応援が来る					○作業車両の通行ルート確保 ○給水車の通行ルート確保 ○陸路応援ルートの確保
都市ガス	被害	◆震度5弱以上では自主的に供給遮断する ◆震源近くでは全ての世帯で供給停止する			◆施設被害がない地域で供給が再開する		◆半数程度復旧する		
	対応活動	◆製造所、高圧管の被災状況を把握する ◆ガス元栓の閉止を県民に呼びかける ◆他のガス事業者へ応援を要請する ◆中・低圧管の損傷状況の調査を開始する ◆復旧作業を開始する ◆施設被害がないことを確認して地域で供給を再開する ◆近隣ガス会社から復旧要員の応援が来る ◆遠方ガス会社から復旧要員の応援が来る							○2次災害の防止 ○広報車両の通行ルート確保 ○作業車両の通行ルート確保 ○陸路応援ルートの確保
LPGガス	被害	◆震度5弱以上でマイコンメーターにより自動遮断する（設備自体の被害は小さい）					◆ほぼ完全復旧する		
	対応活動	◆安全点検が済むまでガスの使用を避けるよう県民に呼びかける ◆他のガス事業者へ応援を要請する ◆安全点検を開始する（随時使用可能となる） ◆近隣ガス会社から要員応援を得て安全点検を行う							○2次災害の防止 ○広報車両の通行ルート確保 ○作業車両の通行ルート確保 ○陸路応援ルートの確保

[発災ケース] 冬季と夏季の違い：①冬季は移動に手間取る、路面が凍結しているなどで復旧がやや遅れる

防災関係機関の機能障害シナリオ：ライフライン事業者（2/3）

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1か月以降	留意点
下水道	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆県内全域で管渠に損傷が生じ、液状化によりマンホールが浮上する ◆県内の各地で排水困難が認められる 	◆仮設トイレが避難所等で設置され始める	◆半数程度応急復旧する	◆ほぼ応急復旧する				
	対応活動	<ul style="list-style-type: none"> ◆処理場、管路の被災状況を把握する ◆排水困難状況の把握をする ◆他の自治体の下水道事業者へ応援を要請する ◆応急復旧作業開始 	◆近隣自治体から復旧要員の応援が来る	◆汚泥吸排車による汚泥除去開始	◆遠方自治体から復旧要員の応援が来る	◆本格復旧開始		<ul style="list-style-type: none"> ○作業車両の通行ルート確保 ○陸路応援ルートの確保 	
電気	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆全県的に停電が発生し、特に地震直後は震源近くで殆どの世帯が停電する ◆送電系統の切替等により通電する世帯もある ◆防災拠点では応急通電する 	◆半数程度が復旧する	◆ほぼ完全復旧する					
	対応活動	<ul style="list-style-type: none"> ◆停電の概要が把握され送電系統切替を行う ◆発電所、送電設備の被災状況を把握する ◆他支店へ応援を要請する ◆本店を通じ他電力会社へ応援を要請する ◆重要な防災拠点へは電源車が出動する ◆防災拠点で応急通電作業を行う ◆復旧作業を開始する ◆配電線・配電柱の被災状況を把握する 	◆他支店から復旧要員の応援が来る	◆他電力会社から復旧要員の応援が来る				<ul style="list-style-type: none"> ○作業車両の通行ルート確保 ○防災拠点への優先通電 ○陸路応援ルートの確保 	

[発災ケース] 冬季と夏期の違い：①冬季は移動に手間取る、路面が凍結しているなどで復旧がやや遅れる

防災関係機関の機能障害シナリオ：ライフライン事業者（3/3）

機関	区分	地震直後	2～3時間	半日	1日	3日	1週間	1カ月以降	留意点
電話	被害	<ul style="list-style-type: none"> ◆地震直後は輻輳により通話不能となる（携帯電話も輻輳する） ◆設備損傷により震源近くでは加入者が通話不能となる <ul style="list-style-type: none"> ◆防災拠点で通話可能となる ◆輻輳が収まる <ul style="list-style-type: none"> ◆街角の応急電話で通話可能となる ◆半数程度が復旧する 							
	対応活動	<ul style="list-style-type: none"> ◆交換機の被災状況を把握する ◆他支店へ応援を要請する ◆防災拠点で携帯電話の配給を行う ◆防災拠点で応急電話の設置を行う ◆復旧作業を開始する ◆設備被害の状況を把握する <ul style="list-style-type: none"> ◆街角に応急電話を設置する ◆他支店から復旧要員の応援が来る 							<ul style="list-style-type: none"> ○作業車両の通行ルート確保 ○防災拠点への優先復旧 ○陸路応援ルート確保

[発災ケース] 冬季と夏期の違い：①冬季は移動に手間取る、路面が凍結しているなどで復旧がやや遅れる

第6編 地震防災対策の課題

1. 公共施設等の耐震化の推進.....	164
2. 地域防災力の強化.....	164
3. 災害時要援護者対策.....	164
4. 広域応援体制の整備.....	164
5. 孤立集落対策.....	165

1. 公共施設等の耐震化の推進

阪神・淡路大震災や新潟県中越地震など、過去の地震においては、建築物について倒壊などの被害が甚大であったが、現行耐震基準（昭和56年6月1日施行）の建築物については被害が少なく、耐震性があることが実証された。

公共施設においては、その多くが地震災害発生時に防災拠点としての機能を発揮することが求められており、災害応急対策等に支障をきたして災害の拡大を招くことがないように耐震化を図ることが必要である。例えば、新潟県中越地震においては避難所となるべき公共施設が被災し、避難所として活用できなかったという事例があった。現行耐震基準施行以前の建築物については、耐震診断を行うとともに診断結果によっては耐震改修工事などの耐震化工事を行うことが必要である。

阪神・淡路大震災での死者約6,400人の実に8割以上が建築物の倒壊等によるものであった。県内には住宅および非住宅含め42万棟余りの木造建築物があるが、その約6割が昭和56年以前に建築されたものである。これら木造建築物、特に木造住宅の耐震化が重要となってくる。

2. 地域防災力の強化

阪神・淡路大震災では、公的機関により救助された人が全体の1割に過ぎず、ほとんどの人は家族をはじめとする地域の人々の力によるものであった。この震災を契機として、地域住民による防災活動の重要性が改めて認識された。住民それぞれが平常時から災害に対して備え、災害が発生した場合には自分の身を自ら守るとともに、お互いに助け合うことが重要であり、これら活動が円滑に行われるよう情報提供や防災知識の普及啓発、自主防災組織の育成、ボランティア活動の環境整備など地域の防災力の強化に努める必要がある。

3. 災害時要援護者対策

災害時要援護者（以下、要援護者という。）は、高齢者、身体障害者、知的障害者、精神障害者、乳幼児、外国人など、災害時に自力での避難が困難な状況に置かれる人々で、その多くは市町村などの公的支援や自主防災組織、町内会など地域コミュニティの支援が不可欠である。このため、要援護者に対する支援マニュアルや要援護者に配慮した避難所運営要領の整備などの環境整備を行うとともに、日頃から要援護者も参加する実戦的な防災訓練等を実施するなど要援護者を地域コミュニティが支援する体制を構築し、災害時の要援護者の避難誘導等を円滑に実施する必要がある。

4. 広域応援体制の整備

これまでに、山形県では、「大規模災害時の北海道・東北8道県相互応援に関する協定」や「全国都道府県における災害時の広域応援に関する協定」等を締結しており、県内市町村や防災関係機関においても県内外を含め応援協定が締結されるなど、広域応援に関する体制整備が行われて

いる。しかしながら、本調査における想定地震の震源は県境に比較的近いこともあり、これら広域応援の円滑な受け入れは、ますます重要となっていると考えられる。そのため、平素より隣接県等との連携を深め、「大規模災害時の北海道・東北8道県相互応援に関する協定」等による広域応援が円滑に展開できる体制を整備していく必要がある。

5. 孤立集落対策

新潟県中越地震では、地震発生直後、旧山古志村（現長岡市）ほか多くの山間地や中山間において、土砂崩落などにより集落の孤立を招き、住民生活に大きな影響を及ぼした。新潟県中越地方と類似した地形等をもつ山形県も、孤立危険性のある集落を各地に抱えている。特に、今回想定調査を行った長井盆地西縁断層帯の想定地震では、多くの山間地や中山間地を抱える置賜地域や村山地域に多大な被害を与えるとの結果が出ており、この孤立集落の問題は震災対策上、重要な課題の一つとすることができる。そのため、集落へのアクセス道路や土砂災害危険箇所等の防災対策や孤立した場合を想定して、ヘリコプター離着陸場の選定や通信手段の確保など、ハード的な対策を充実させるとともに、これら情報を整理し、関係機関で共有する体制構築などソフト面の対策も進めていかなければならない。

引用文献一覧表

第2編

- 活断層研究会：新編日本の活断層，東京大学出版会，1991.
- 気象庁地震被害資料：http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/intens_st/index.html
- 楠瀬勤一郎・川方祐則・竹内淳一：震源データを用いた深部構造解析手法の検討ー東北日本の例ー，地質調査研究報告，第55巻，423-429，2004.
- 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震，第2輯，pp.269-283，1975.
- 地震調査推進本部地震調査委員会：長井盆地西縁断層帯の長期評価，
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05feb_nagai/index.html)，2005.
- 地震調査推進本部地震調査委員会：庄内平野東縁断層帯の長期評価，
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05apr_shonai/index.htm)，2005.
- 宇佐美龍夫：新編日本被害地震総覧，東京大学出版会，1996.
- 山形県：山形盆地断層帯被害想定調査報告書，2002.
- 山形県：山形県地震対策基礎調査 調査報告書，1998.
- 山形地方気象台ホームページ：<http://www.sendai-jma.go.jp/tidai/yamagata/index.html>).
- 地震調査推進本部：<http://www.jishin.go.jp/main/katsudanso/index.htm>)，1999.

第3編

- 福島美光・田中貞二：気象庁マグニチュードによる震源スペクトルのスケーリング則，日本建築学会，第425号，pp.19-25，1991.
- 長谷川浩一・翠川三郎：地域メッシュ統計を利用した広域での木造建築物群の震害予測ーその1 建築年代別の木造建築物棟数の推定ー，日本建築学会，第497号，pp.75-80，1997.
- 長谷川浩一・翠川三郎：地域メッシュ統計を利用した広域での非木造建築物群の震害予測，日本建築学会，第521号，pp.41-47，1999.
- 翠川三郎・松岡昌志：国土数値情報を利用した地震ハザードの総合的評価，物理探査，第48巻，pp.512-529，1995.
- 内閣府：地震被害想定支援マニュアル (<http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>)，2003.
- 司 宏俊・翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会，第523号，pp.63-70，1999.
- 若松加寿江・松岡昌志・久保純子・長谷川浩一・杉浦正美：日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築，土木学会論文集，No. 759，pp.213-232，2004.

第4編

- 阪神・淡路大震災建築震災調査委員会：阪神・淡路大震災調査報告書，1995.
- 神奈川県：神奈川県西部地震被害想定調査報告書，1993.
- 川上英二：道路交通システムの形状と連結確立との関係，第1回都市直下地震災害による総合シンポジウム，pp.169-172，1996.
- 宮城県：宮城県地震被害想定調査に関する報告書，2004.
- 宮崎県：宮崎県地震被害想定調査報告書，1998.

村尾 修・山崎文雄：自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数，日本建築学会，第 527 号，pp. 189-196，2000.

名古屋市：名古屋市地震被害想定調査報告書，1997.

内閣府：地震被害想定支援マニュアル (<http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>)，2003.

奈良県：第 2 次奈良県地震被害想定調査報告書，2004.

NHK 放送文化研究所：データブック 国民生活時間調査，1995.

日本火災学会：1995 年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書，1996.

NTT 東日本ホームページ：[\(http://www.ntt-east.co.jp/aboutus/service/disaster/\)](http://www.ntt-east.co.jp/aboutus/service/disaster/).

太田 裕・後藤俊典・大橋ひとみ：地震時の負傷者発生予測に関する実験式の一構成，地震，第 36 巻，pp. 463-466，1983.

総務省統計局：平成 12 年国勢調査数値データ，2002

田澤雅人：積雪期の地震による木造住宅の被害，長岡高専卒業論文集，2004.

東京消防庁：直下の地震を踏まえた新たな出火要因および延焼性状の解明と対策，火災予防審議会答申，1997.

東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，1997.

鳥取県：鳥取県地震防災調査研究報告書，2005.

山形県：山形盆地断層帯被害想定調査報告書，2002.

山形県：山形県地震対策基礎調査 調査報告書，1998.

山梨県：山梨県東海地震被害想定調査報告書，2005.

山崎文雄・片山恒雄・野田 茂・吉川洋一・大谷泰昭：大規模都市ガス導管網の地震時刑法システムの開発，土木学会論文集，No. 525，I-33，pp. 331-340，1995.

国土交通省航空局：地震に強い空港のあり方検討委員会報告，2005

内閣府：首都直下地震に係る被害想定手法について，2005

危険物保安技術協会：Safety & Tomorrow，2004. 1

第 5 編，第 6 編

兵庫県：阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況について，2005.

内閣府：平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震について（第 58 報），2004.

山形県：山形盆地断層帯被害想定調査報告書，2002.

山形県：山形県地震対策基礎調査 調査報告書，1998.

山形県防災会議：山形県地域防災計画 震災対策編，2005.