

□北海道胆振東部地震にみる

積雪寒冷地住宅の強靱さと新たな問題

北海道大学広域複合災害研究センター 特任教授 岡田 成幸

1. はじめに

防災関係者の間では胆振東部地震は「土砂災害」と「ブラックアウト」の二つのトピックで終了してしまったかのごとく見える。この二つがなかったなら、忘れ去られてしまう地震の一つかもしれない。しかし本当にそうであろうか。筆者は未来の災害の形を垣間見せた地震災害として特筆すべきものがあると思っている。それは温暖化に代表される地球環境問題に伴う災害シナリオの変化と、少子高齢化に代表される社会動態変化に伴う地域の復旧遅れと地方消滅助長の動きである。本稿はそこに焦点を絞る。

2. 地震動と被害の概要

気象庁発表の地震諸元と各地の計測震度¹をそれぞれ表1と表2に、北海道総務部危機対策局危機対策課発表（第121報、2019年9月5日現在）の被害一覧を表3に示す。筆者所属の旧研究室ⁱ（以下、当研究室）では北海道内全市区町村221

表1 北海道胆振東部地震の地震諸元

発生日時	2018年(平成30年)9月6日午前3時7分頃
気象庁マグニチュード	6.7
震源深さ	37km
地震名称	平成30年北海道胆振東部地震

（合併前212市町村。ただし札幌市は10区）を対象にアンケート震度調査を実施している²。表2及び図1に気象庁発表の震度分布（分布図は共に平滑化处理を施してある）との比較を示す。当該地震は北海道で初の震度7を計測した地震であったが、計測震度計は市域外に設置されている場合が多く、また設置した『点の震度』を計測している。それに対しアンケート震度は居住地域の『面の平均震度』を算出するものであり、これまでも被害との相関性は高い。同図表よりアンケート震度と計測震度との震央距離減衰傾向は極めてよく類似しているものの、絶対値についてはアンケート震度は計測震度よりも概ね0.5程度低く算出されているのが分かる。一方被害については、建物被害は相当数発生しているものの（表3）、震動による建物倒壊に伴う死者はゼロであることが目を引く（表4）³。死者はほとんどが山崩れによる土砂に巻き込まれた住宅の2階で発生している。

表2 各地の計測震度とアンケート震度

場所	公表震度			アンケート震度
	気象庁計測震度	K-NET計測震度	KiK-net計測震度	
厚真町鹿沼	6.5(7)			6.12(6強)
厚真町京町		6.0(6強)		5.70(6弱)
安平町早来		6.4(6強)		5.72(6弱)
安平町追分		6.4(6強)	6.74(7)	5.49(5強)
むかわ町松風		6.4(6強)		5.81(6弱)
むかわ町穂別		6.1(6強)	5.41(5強)	5.62(6弱)

ⁱ 北海道大学大学院工学研究院都市防災学研究室

表3 人的被害と建物被害数（2019年9月5日現在）

被害	項目	被害数
人的被害	死	44名
	重・中等傷	59名
	軽傷	726名
住家被害	全壊	479棟
	半壊	1,736棟
	一部損壊	22,741棟
非住家被害	全壊	1,213棟
	半壊	1,407棟
	一部損壊	3,881棟

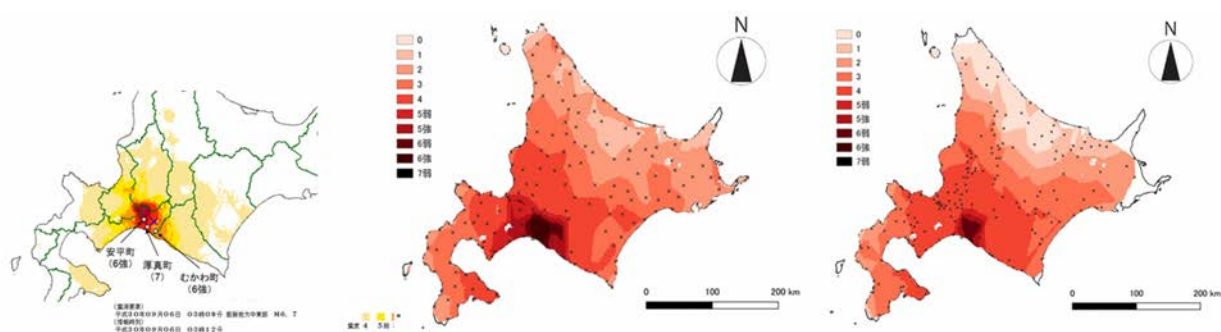
表4 死因別集計表

死因	性別	年齢					計
		0～19歳	20～59歳	60～69歳	70歳～	不明	
土砂崩れ	男		5	8	7		20
	女	1	2	3	10		16
住家震動崩壊	男	0	0	0	0	0	0
	女	0	0	0	0	0	0
家具下敷き	男		2		1		3
	女						0
行動	男				1		1
	女						0
不明	男		1				1
	女						0
関連死	不明					1	1
計		1	10	11	19	1	42

北海道新聞：2018年9月7日第27230号(日刊)等

3. 震動に伴う建物被害の特徴

各市町村ごとに木造住家被害を集計し、震動強さ（震度）に対する全壊率を図2に示す。同図には当該地震のほか、比較のために他の地震被害もプロットしてある。揺れが大きいほど被害率は大きくなる右上がりの傾向は当然としても、一見して地域差が大きい。新潟・鳥取・宮城の各県の市町村被害率は北海道市町村のそれに比較し約10倍大きい。木造住家の耐震性能は壁の量・壁の強さ・配置及び経年劣化を基に耐震評点で数値化されるⁱⁱ。築年ごとに全国平均の耐震評点の存在確率と北海道のそれとを比較したのが図3である⁴。積雪寒冷地対策構法の違いが1970年代以降顕著になってきており、全国平均に比較し北海道の住家は耐震的であることが分かる。これが図2において、同震度における北海道の被害率の小ささになって表れている。当研究室では被害が大きかったむかわ町鶴川地区と安平町早来地区において外観目視による木造建物悉皆調査を実施している⁵。その結果を図4に示す。被害をD0（無被害）からD6（完全倒壊）に7分類し、集計している。一般に全壊と判定されるのはD4以上である。当該地震では震度6強以上の大きな揺れにもかかわらず



気象庁発表震度分布

計測震度分布図(平滑化) アンケート震度分布図(平滑化)

図1 震度分布図

ⁱⁱ 木造住家の耐震評点の数値的意味は、0.7未満が「倒壊する可能性が高い」、0.7～1.0未満が「倒壊する可能性がある」、1.0～1.5未満が「一応倒壊しない」、1.5以上が「倒壊しない」とされている。

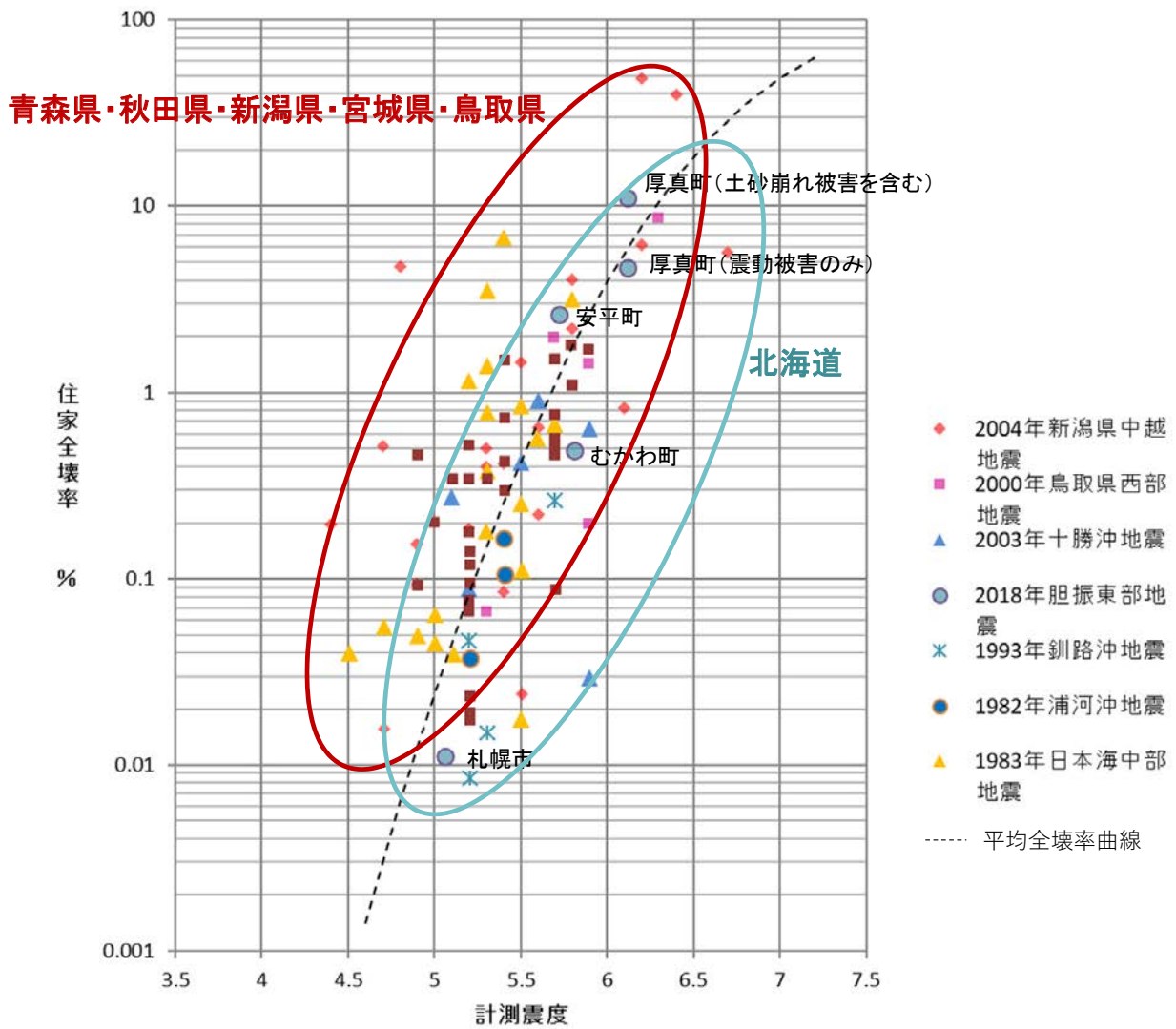


図2 木造全壊率と震度

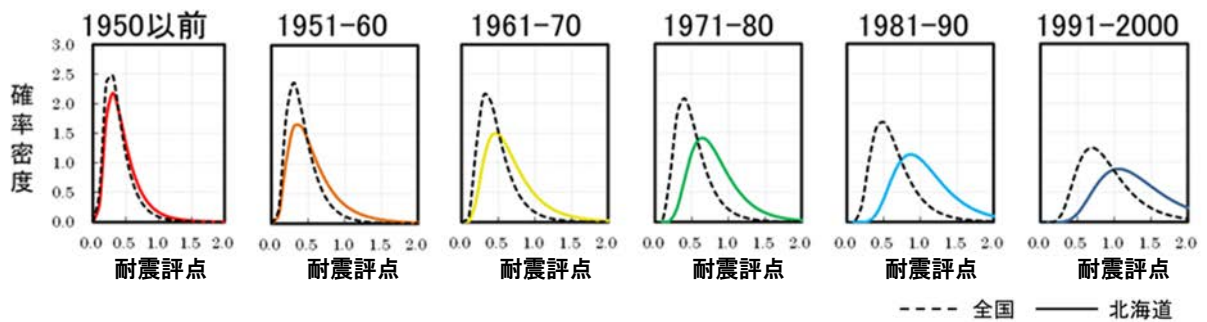


図3 全国と北海道の木造住家耐震評点の比較

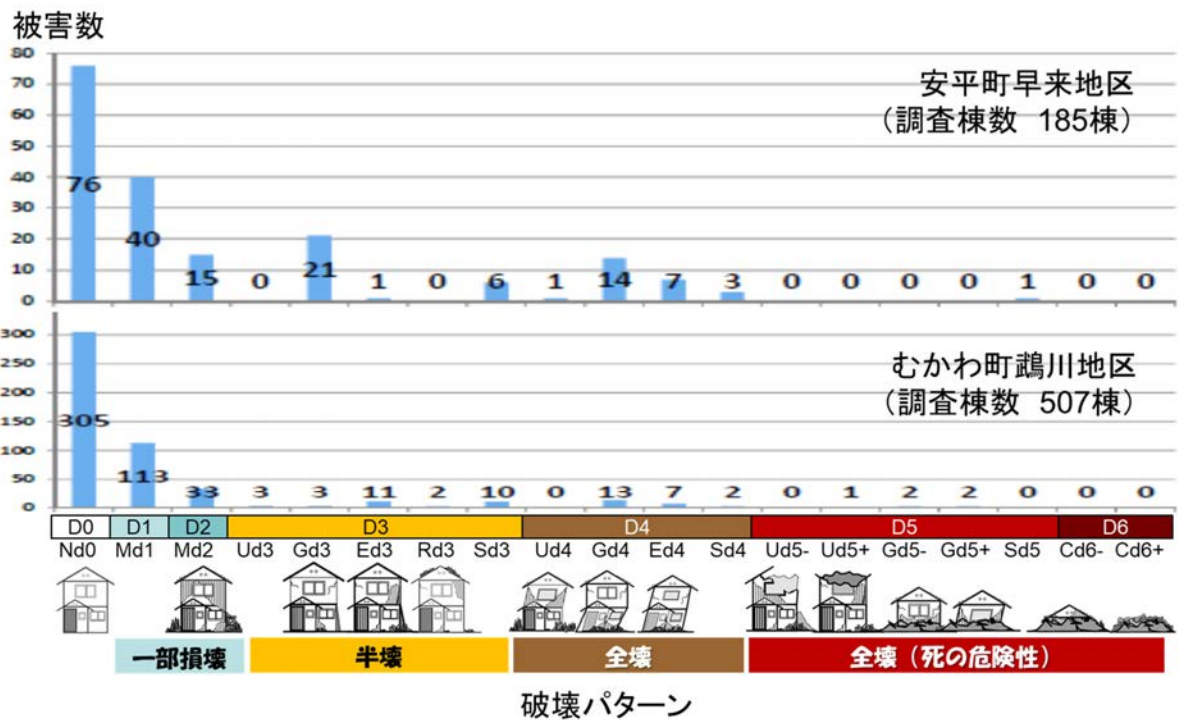


図4 悉皆調査による破壊パターン別木造建物被害棟数

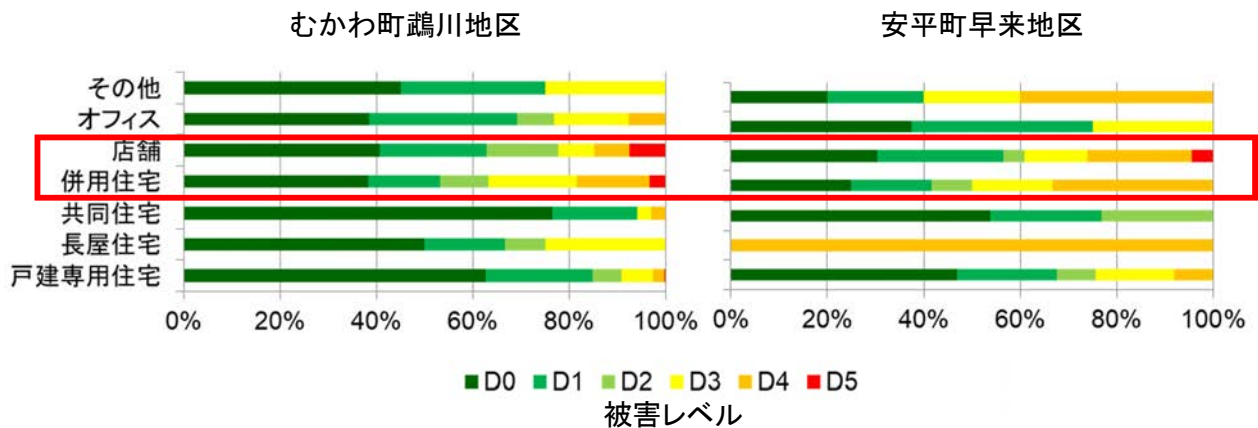


図5 建物用途別の破壊パターン割合

らず、層崩壊を伴う D5 以上の被害はほとんどない。北海道住家の耐震強さの故であろう。建物の用途種別による被害区分（損傷度）が図5であり、層崩壊しているのは1階に耐震壁の少ない店舗あるいは店舗併用住宅に限定されている。古くて非耐震的な構造物のみが崩壊した。阪神・淡路大震災の事例にみられるとおり、建物倒壊に伴う死者は層崩壊（D5以上の被害）による圧死が主要因である。参考までに、阪神・淡路大震災にお

る建物被害と死亡率の関係を図6に示す⁶。層崩壊するD5以上で死亡率が急増することが分かるであろう。今回の地震は午前3時の夜間に発生したためD5以上の層崩壊が散見された店舗には居住者がいなかったこと、そして居住者がいた住家はD5以上の層崩壊に至らなかったことが震動による建物倒壊で死者が発生していない理由であろう。

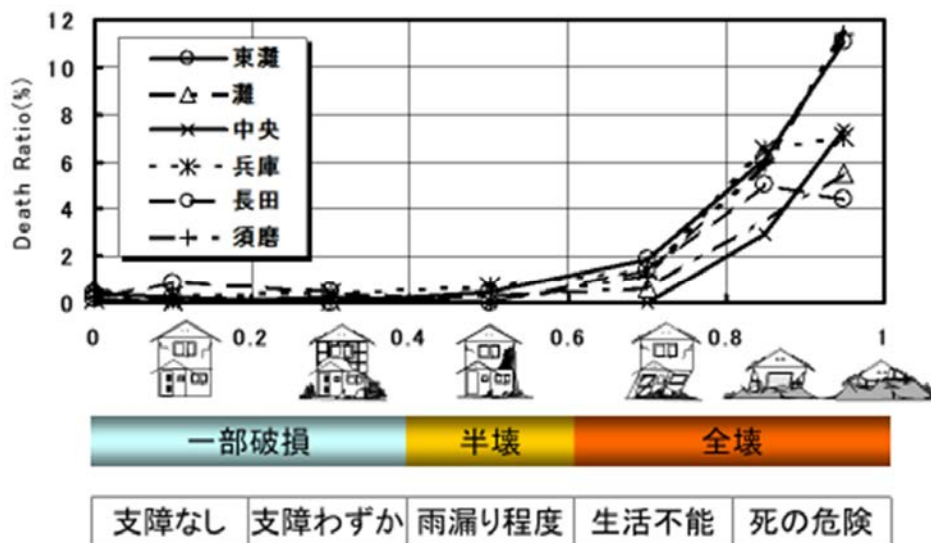


図6 建物損傷度と死亡率の関係（1995年阪神淡路大震災）

4. 建物被害にみる課題

当該地域は1982年浦河沖地震で同じ被災中心地において当時の気象庁震度6の大きな揺れに見舞われている。当時の住家被害率（全半壊率）を今回の地震と比較して図7に示す⁷。震度に対する被害率はほぼ同程度であることが分かる。35年経過しても住家被害率に変化はない。どういふことであろうか。図3から分かるとおり浦河沖地震が発生した1982年当時の北海道の住家は全国平均よ

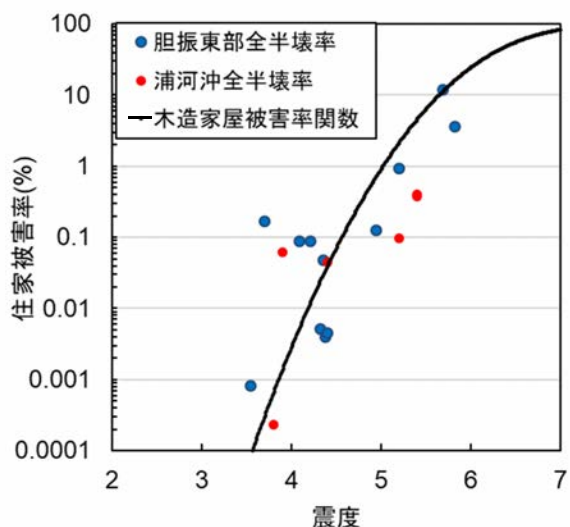


図7 1982年浦河沖地震と2018年北海道胆振東部地震の住家被害率の比較

りも強い。しかし35年経過しても同程度の被害率ということは、この地域において住家の更新・耐震補強がほとんど進んでいないことを意味している。ちなみに、北海道で発生した過去の地震における住家被害率を比較したのが図8である⁸。1952年十勝沖地震、1968年第2十勝沖地震、1982年浦河沖地震と年を経過するに従い建物被害率が小さくなっていく、すなわち北海道の建物が耐震化してきている状況が見て取れる。しかし、それ以降、被害率の低下は観測できていない。

今回の地震で被害の大きな建物では、不適切な断熱構法による結露が進展し土台や構造柱が腐食してる事例が発見されている。当該地域における建物のメンテナンスが十分になされていない証左である。さらに、かつては北海道にはないとされていたシロアリの被害も発見された。地球温暖化によりヤマトシロアリの野外生息が北海道名寄市（北緯44.3°）において報告されている⁹ことから、建物の耐震性保持のためにもメンテナンスは重要である。

関連して、店舗に被害が大きかったことの原因がここから見て取れる。店舗は出入口を開放する必要性より1階部分は開口部が多く壁の少ない、いわゆる一階がSoft Story構造となる。この非耐

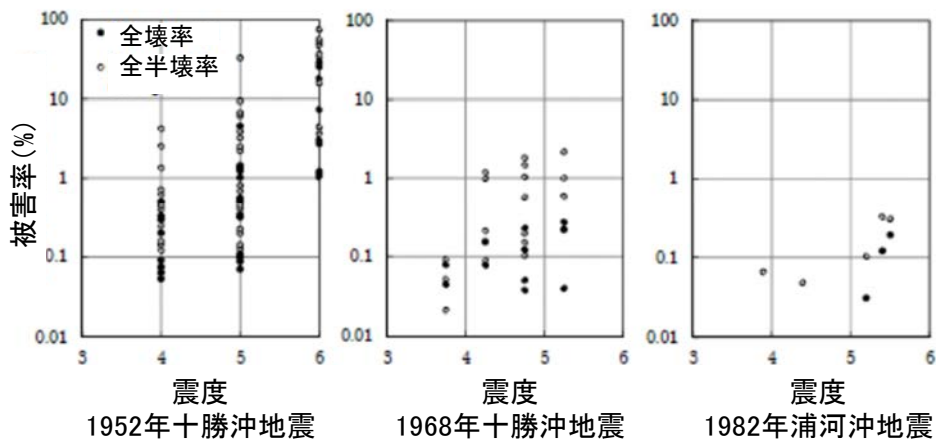


図8 住家被害率の3地震比較

震性に加え、少子高齢化に伴う地方の商店の後継者が育っていないことによる店舗の更新・補修が軽視されていることが被害拡大の背景にあるのではないかと推察する。

地震10か月後にむかわ町鶴川地区と安平町早来地区の復旧状態を調査した⁵。全壊の店舗はほとんどが解体撤去されたままで、商売は再開されていない(図9)。これも後継者が育っていないことが大きな理由と考えられ、地震をきっかけに廃業を決意する地元住民も多い。かつての商店街が消滅する危機を迎えている。商店は集落形成の核となる施設であり、早急なる商店街復旧が地域にとって優先されねばならない。少子高齢化により地方の消滅が危惧されている時代である。地震襲来がその兆候に拍車をかける一因ともなりかねない。

5. 小手先の対策ではもはや死者を防ぐことはできない

表5と表6に被害の特徴と本地震で見えてきた課題をそれぞれ整理する。

震動による建物倒壊に伴う死者が皆無であったことは幸運であった。地震動が大きかったにもか

表5 北海道胆振東部地震の被害特徴

当該地震の被害特徴	
1. 積雪寒冷地住宅の強靭さ	
(1) 木造住宅の被害はD4以下(層崩壊なし)	① 耐震評点は全国平均に比べ高い
	② しかし、耐震補強・メンテナンスは軽視されている
(2) 木造店舗・店舗併用住宅にはD5被害あり(層崩壊あり)	① 建築年が古い
	② 1階に壁の少ないsoft-story構造
2. 震動被害による死者なし	
(1) 深夜発生したことによる幸運	
(2) 暴風雨の後に地震発生した災害ハザード発生順位の幸運	
(3) 冬季を避けた幸運	

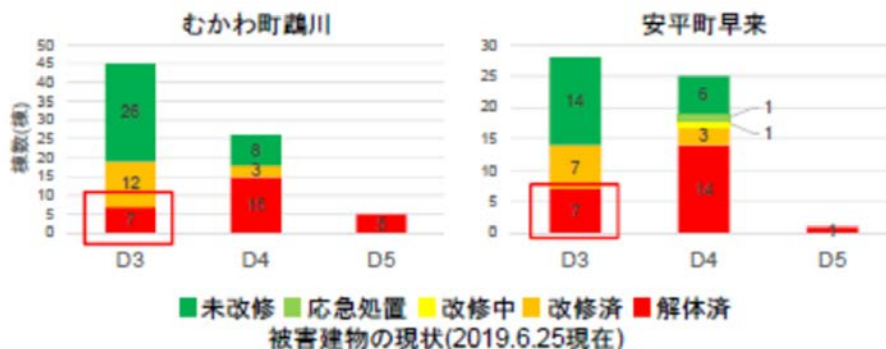


図9 被害建物の復旧率

表6 北海道胆振東部地震から学ぶべき課題

学ぶべき課題
1. 地球環境変化に伴う地震被害の課題
(1) 温暖化によるシロアリ生息地北上による経年劣化増長 (2) 異常気象常態化+地震破壊によるハザードの複合化 (3) 地震+大津波による閉じ込めと溺死者の増加
2. 社会構造変化に伴う地震被害の課題
(1) 少子高齢化による救出救助負担の増大 (2) 生業後継者不在によるメンテナンス軽視が災害のトリガーレベルを低下 (3) 生活圏二極化(札幌圏一極集中と広域過疎集落増加)による ① 札幌における都市システムの複雑化が被害連鎖を拡大 ② 地方におけるインフラ未整備が災害トリガーレベルを低下

かわらず住家の層崩壊がなかったのは、積雪寒冷地域という北海道の気候風土がもたらした住家の強靭さ故であり、必然的理由で説明が可能である。しかしなお幸運であったと断言するのは、夜に発生した地震であったということが一つ。少子高齢化という社会動態が北海道の地方をより熾烈に浸潤しており、建物のメンテナンスや耐震補強を軽視する風潮を作り上げてしまっていたということにより店舗および店舗併用住宅の耐震性劣化が著しかったということである。もしこの地震が従業員や来店中の客が多い夕刻に発生していたなら、ブラックアウトも重なり、救出救助の混乱は激烈さを極めたであろう。

さらなる幸運は、災害ハザードの発生の時系列順位にある。当該地震の前日9月5日、台風21号が北海道を襲っていた。倒木も各地で多く発生するほどの風害であった。地震が先に襲来していたならば、後続する暴風雨により、より大きな被害が想定される。地震動による住家を含むハード系の被害が先行した場合、その後の気候災害には住民は無防備状態で受け入れざるを得ない。

そして被災地住民が多く語っていたのが、冬でなくてよかったということである。積雪寒冷地の断熱住宅であっても、電気がなければ暖房が使えない世帯が多い。冬季であったなら身体的・精神的に極めて厳しい環境に放り込まれたに違いない。

近年の地球温暖化をはじめとする地球環境変化は激烈である。2018年は北海道全域において大雨

が続いていた。当該地域も地震前7月に入ってから平年の降水量を上回る長雨に見舞われていた。当該地震では傾斜度の小さな緩勾配の山腹斜面においてさえ過去に例を見ない広範囲な土砂崩壊が発生したが、長雨が崩壊土層の滑り面形成の原因の一つとする解釈もある¹⁰。地球温暖化により異常気象の常態化が叫ばれている。そこに地震や火山のような異種災害ハザードが重なったり追い打ちをかけることは確率的にも低いこととは言えなくなってきた。災害ハザードの複合化である。これまで想定していた単発ハザードの災害シナリオでは対応が難しくなっている環境に我々がいることに、この地震から学ぶべきであろう。

災害が複合化することに対する根本的対策は、地すべり危険地域・液状化危険地域・津波危険地域など災害危険地域に集落を形成せざるようになるべく複合化しないように工夫をすることである。危険地域にある既成の集落については、幹線道路の付け替えによる集落移転誘導等の長期的国土形成計画で対応すべきであろう。住家耐震補強・備蓄計画・避難支援などの自助や共助の重要性を否定するわけではもちろんないが、自助や共助のレベルを超えた災害リスクも低頻度高被害(Low-Probability, High-Consequence)ではなく、対策すべきあり得る災害対象(High-Probability, High-Consequence)として考えねばならない時代に入ってきたということである。なお、少子高齢化問題が地震と津波被害の複合化に、より重い負

担を課すことをシミュレーションにより筆者らは指摘している¹¹。興味があればそちらも参照頂きたい。

参考文献

- 1 国土交通省気象庁：震度データベース検索 2018年9月6日3時7分 北海道胆振東部地震
- 2 岡田成幸・中嶋唯貴：2018年北海道胆振東部地震の被害調査 その1 北海道全域のアンケート震度マクロ調査と被害概要、日本建築学会大会（金沢）、2019年9月
- 3 北海道新聞：2018年9月7日第27230号（日刊）等
- 4 竹内慎一・岡田成幸・中嶋唯貴：地域性及び時代性を考慮した木造建築物の地域地震被害率関数構築法の提案 —北海道を例とした耐震評点分布を利用する方法—、日本建築学会構造系論文集, Vol.83, No.753, 1549-1559, 2018年11月
- 5 岩崎祥太郎・中嶋唯貴・岡田成幸・植松武是・松島信一・佐伯琢磨：2018年北海道胆振東部地震の被害調査 その2 被災中心地域の住家被害悉皆調査、日本建築学会大会（金沢）、2019年9月
- 6 田畑直樹・岡田成幸：地震時の木造建築物倒壊に伴う死者数推定に向けた棟死亡率関数の提案、日本建築学会構造系論文集 第605号、71-78、2006年7月
- 7 岡田成幸・太田裕：市町村単位でみた地震時被災・復旧プロセスの要因分析 第1報 1982年浦河沖地震の被害、日本建築学会構造系論文報告集、361、41-48、1986年3月
- 8 鏡味洋史：建物被害からみた耐震性変化の事例研究、第20回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, pp.164-167, 1983年
- 9 大村和香子・神原広平・加藤英雄：ヤマトシロアリの野外生息マップ、森林総合研究所、研究成果選集、2016年
- 10 砂防学会北海道支部：平成30年北海道胆振東部地震土砂災害緊急調査に基づく提言、2018年10月25日
- 11 角田勲亮・岡田成幸・中嶋唯貴：少子高齢化現象が地震津波複合災害の人的被に与える影響評価～自助・共助・公助による減災対策効果の限界～、日本地震工学会論文集第19巻第5号（2019年9月刊行）