九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

強風による住家被害の拡大に及ぼす影響因子の分析：地域の屋根構造特性に関連する気候条件の利用について

友清，衣利子
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

前田，潤滋
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

https://doi.org/10.15017/20647

出版情報：都市・建築学研究. 17, pp.43-48, 2010-01-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

都市・建築学研究　九州大学大学院人間環境学研究院紀要　第17号，2010年1月
J. of Architecture and Urban Design, Kyushu University, No.17, pp. 43 ～ 48 , Jan. 2010

強風による住家被害の拡大に及ぼす影響因子の分析
－地域の屋根構造特性に関連する気候条件の利用について－

Identification of Influencing Factors on Increase in Residential Damage due to Strong Winds
－Using Climatic Parameters Associated with Structural Conditions of Roofs－

友清衣利子*，前田潤滋*
Eriko TOMOKIYO and Junji MAEDA

It is known that wind damage to houses is affected by wind speeds. Furthermore, the numerous conditions of constructions such as roof forms and materials influence increases in wind damage. It is clear that the roof forms and materials of houses are linked to winter climatic conditions like temperature and snow accumulation. The climatic condition in a cold snowy region, which has close relation to roofs of houses, seems to be related to increases in roof damage. The authors show a strong correlation between snow accumulations and roof forms of houses in a cold snowy region quantitatively. Residential damage rates which are estimated using not only winds but snow accumulations in place of roof forms of houses correspond with actual damage rates resulting from strong winds. If we use data which are easy to obtain like temperatures and snow accumulations, residential damage rates affected by structural condition may be estimated.

***Keywords**: Wind Hazard, Residential damage rate, Climatic parameter, Structural condition*
強風災害，住家被害率，気候条件，構造物特性

1．はじめに

風速がある閾値を超えると住家被害が発生しはじめ，風速の増大とともに構造物の被害が拡大することが報告されている[1-4]。一方で，住家の構造種別や築年数，屋根形状，建築構法，被害履歴などの構造物特性が強風被害の拡大に関連があることも指摘されている[5-7]。著者らは住宅・土地統計調査[8]の調査項目のうち，「住宅の構造」と「建築時期」に着目し，それらの構造物特性が強風被害拡大に寄与することを定量的に示して，被害実態に対応した被害率を推定した[9]。しかし，構造物特性の中でも強風の被害が頻発する屋根や外装材が特に，住家の耐風性能と強い関連を持つと考えられる。実際の強風被害により対応する被害率を推定するためには，これらの屋根形状や外装材に関する情報を入手して，被害との関連を定量的に明らかにする必要があるが，広域にわたる強風被害では被害地域の住家に対する悉皆調査が行われることはほとんどなく，屋根や外装材などの構造物特性に関する資料は皆無に近い。前述の住宅・土地統計調査は既存住宅の耐震性や防火性を把握する観点から，住宅の構造や腐朽・破損の程度に関する資料を蓄積しているが，屋根や外装材等に関する調査は行われていない。このような状況において屋根形状や外装材を影響因子として強風被害分析を行うためには，他の資料情報で代用せざるを得ない。

一方，2006年に北海道佐呂間町で発生した竜巻の被害調査では，北海道の住宅建築様式と被害との関連が指摘されており[10]，2004年台風18号による住家被害調査[11]では台風が頻繁に襲来するため強風対策の施されている九州や沖縄地域の住家と，積雪に対する備えはあるものの強風対策の施されていない東北や北海道地域の住家とでは，同一の風速であっても発生する被害の大きさには違いがあることが報告されている[12]。また，著者らは2004年台風18号による九州及び北海道地域での市町村別の住家被害に及ぼす風速や構造物特性の影響を検討し，構造種別や建築時期ごとの住家の占める割合が二つの地域で異なり，風速と被害率との相関関係にも違いがあることを報告した[13]。住宅の屋根や外装材情報を含む構造物特性は設計上考慮すべき荷重や地域の伝統構法などによって異なると考えられ，雪害や凍害などに対処する必要のある東北地方の住家の居住性能水準に関する調査では，冬季の気温や積雪量と屋根の形状や屋根葺き材の選択との間の明確な関連が報告されている[14,15]。強風被害は特に住家の屋根に頻発することから，寒冷多積雪地域の気候条件は特に強風被害と関連があると考えられる。

住宅の構造物特性は系統的な資料の入手が難しいのに比べ，強風時の風情報や気温，積雪量などの気候条件は観測点が多く資料が充実している。住家の屋根形状な

* 都市・建築学部門

どと密接な関連のある積雪量などの気候条件が強風被害の拡大に影響を及ぼすならば，実情により対応した強風被害率を推定するために風以外のこのような気候条件を利用できる可能性がある。

本論では，住宅金融支援機構が行った住宅建築に関する調査資料[16]のうち住宅屋根に関する資料を利用し，冬季の気候条件との関連を明らかにする。次いで，屋根特性と密接な関連がある気候条件を利用したより実際の強風被害に対応する被害率を推定するための検討例として2004年台風18号による自治体別の住家被害率情報に注目し，冬季の気候条件及び台風時の強風が被害拡大に及ぼす影響の寄与率を調べる。また，住家被害に寄与する影響因子を用いた重回帰分析で台風による住家被害率を推定し，実際の被害率との比較検証を行って強風被害予測への風速以外の気候情報の利用性を報告する。

2．冬季気候条件と住宅屋根特性との関連

2.1 都道府県別の冬季気候条件の違い

平井[14,15]は東北地方の6都市の住宅の屋根形状や勾配，屋根葺き材と積雪深さや1月の月平均気温との間に関連があることを指摘した。全国の都道府県庁所在地に最も近い気象台での1月の月平均気温と最低月平均気温及び最大積雪量を図1(a)と(b)に示す。1971年から2000年までの30年分の観測資料を利用した。月平均気温が0℃以下となる北海道及び青森，岩手，秋田，山形，長野県で積雪量が多く，月平均気温が0℃以上であっても日本海側の新潟，富山，石川，福井，鳥取県では20cm以上の積雪がある。図2は1月の月平均気温と最大積雪量との関係であるが，積雪量20cm未満の地域を寡積雪，20cm以上の地域を多積雪とすると，月平均気温が0℃以上でも比較的積雪量が多い温暖多積雪地域と0℃未満で積雪量が多い寒冷多積雪地域に分類できる。

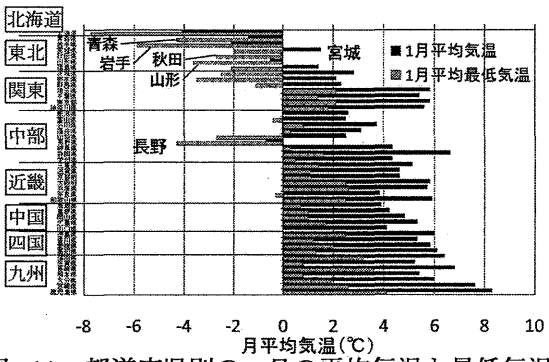


図1(a)　都道府県別の1月の平均気温と最低気温

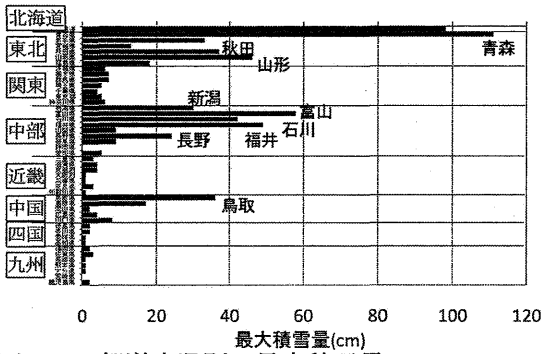


図1(b)　都道府県別の最大積雪量(1971～2000)

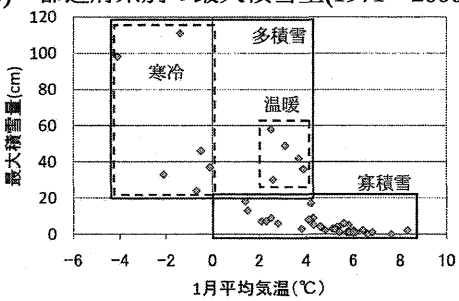


図2　1月の月平均気温と最大積雪量との関係

2.2 都道府県別の住宅屋根特性

住宅金融支援機構が行った公庫融資を利用した一戸建住宅の建築的事項に関する調査資料[16]のうち，屋根の形状や材料に注目して都道府県別の資料を整理した。平成11年度の第1回マイホーム新築融資申込物件13,881件を対象に行われた調査資料を用いた。図3(a)から(d)に都道府県別の屋根形状，屋根勾配，軒の出及び屋根葺き材別の住宅の占める割合を示す。図3(a)より，ほとんどの都府県では寄棟屋根が多いが，特に積雪量の多い北海道と青森県では無落雪屋根や片流れ屋根が多く，前節で温暖多積雪地域に分類された日本海側の富山，石川，福井県などでは切妻屋根が多いなど，屋根形状は積雪量と強い関連がある。図3(b)の屋根勾配の分布では，北海道と青森県では2.5/10以下の屋根が多く，秋田や山形，石川，新潟などの積雪量の多い地域では勾配が4/10以下の屋根が多い。東京や大阪などの大都市圏では積雪量が少ないにもかかわらず，勾配の小さい屋根が多いが，図3(a)より陸屋根の建物が多いためと考えられる。その他の地域では5/10の勾配屋根が多い。図3(c)の軒の出に着目す

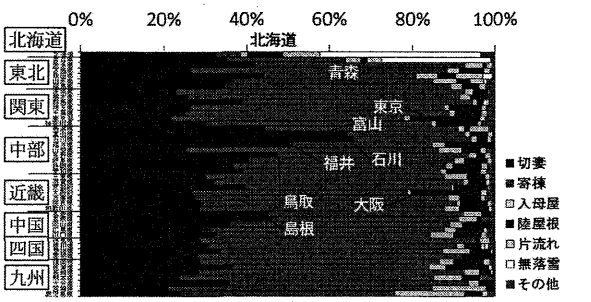


図3(a)　屋根形状別住宅数の占める割合

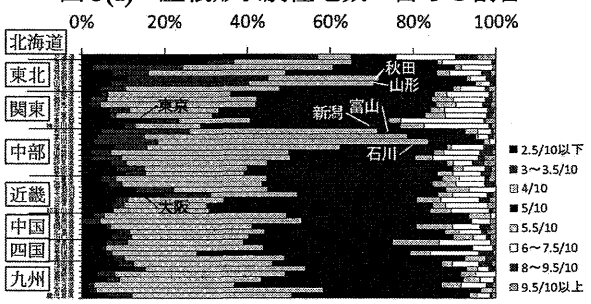


図3(b)　屋根勾配別住宅数の占める割合

ると，北海道と青森県および東京都や大阪府などの大都市圏で軒の出が小さく，屋根形状との関連が見られる。図 3(d)は使用した屋根葺材の分布であるが，北海道，青森，岩手，秋田，山形，新潟，長野県などの積雪量の多い地域では金属板を使用した住宅が多く，屋根葺材もまた積雪量と強い関連があると考えられる。

2.3 冬季気候条件と住宅屋根の構造との関係

2.1 節および 2.2 節の結果をもとに屋根形状，屋根勾配，軒の出，屋根葺き材と最大積雪量および 1 月の月平均気温との相関係数とその有意確率を表 1(a)～(d)に示す。有意確率が 5%以下の係数には網掛けし，係数の絶対値が最も大きいものを太字で記した。表 1(a)は都道府県ごとの屋根形状別の住宅数が全住宅数に占める割合と，その地域の都道府県庁に最も近い気象台での最大積雪量と 1 月の月平均気温との相関係数であるが，寄棟屋根住宅の占める割合と積雪量との相関係数が-0.84 で絶対値が最も大きく，積雪量が増えると寄棟屋根の住宅が少なくなると解釈できる。2.1 節で示したように寒冷多積雪地域では無落雪屋根が多く，温暖多積雪地域では切妻屋根が多いために寄棟屋根の割合が減少することを定量的に示すものである。表 1(b)は屋根勾配と積雪量および気温との相関係数であるが，図 3(b)より多積雪地域では勾配の低い屋根が多く，寡積雪地域では屋根勾配が 5/10 の住宅が多いことから，低勾配屋根の占める割合と積雪量とが正の相関を示し，勾配が 5/10 または 5.5/10 の屋根が占める割合とは負の相関となった。表 1(c)の軒の出は冬季の気候条件と顕著な相関関係を持たないが，表 1(d)の屋根葺材では金属板と気候条件との相関係数が大きく，積雪量とは 0.74，1 月の月平均気温とは-0.83 となった。積雪量が多く気温が低い地域ほど金属板を用いた屋根の占める割合が大きいと考えられる。つまり，最大積雪量と寄棟屋根住宅または金属板屋根の占める割合との間には非常に密接な関係があり，多積雪地域の住宅は他の地域とは異なる屋根特性を持つことが分かった。

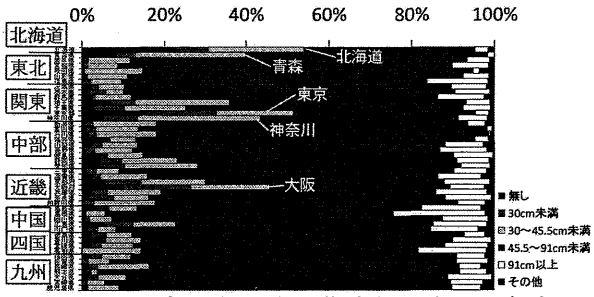


図 3(c)　屋根の軒の出別住宅数の占める割合

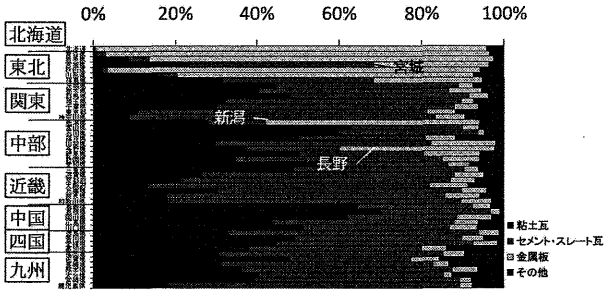


図 3(d)　屋根葺き材別の住宅数の占める割合

表 1　冬季気候条件と屋根特性との相関係数および有意確率

(a)　屋根形状との相関係数

		切妻	寄棟	入母屋	陸屋根	片流れ	無落雪
最大積雪量	相関係数	0.48	**-0.84**	-0.07	-0.18	-0.63	**0.77**
	有意確率	0%	0%	66%	23%	0%	0%
1月平均気温	相関係数	-0.36	**0.58**	0.20	0.26	-0.63	**-0.57**
	有意確率	1%	0%	18%	8%	0%	0%

(b)　屋根勾配との相関係数

		屋根勾配							
		2.5/10以下	3/10～3.5/10	4/10	5/10	5.5/10	6/10～7.5/10	8/10～9.5/10	9.5/10以上
最大積雪量	相関係数	**0.60**	0.43	0.16	**-0.77**	-0.48	0.11	0.24	0.08
	有意確率	0%	0%	28%	0%	0%	48%	11%	58%
1月平均気温	相関係数	-0.41	-0.54	-0.06	**0.58**	0.37	-0.18	-0.30	-0.26
	有意確率	0%	0%	70%	0%	1%	22%	4%	8%

(c)　屋根の軒の出との相関係数

		軒の出				
		なし	30cm未満	30～45.5cm未満	45.5～91cm未満	91cm以上
最大積雪量	相関係数	0.41	-0.05	**0.37**	-0.16	**-0.44**
	有意確率	0%	75%	1%	30%	0%
1月平均気温	相関係数	-0.22	0.12	-0.16	0.04	0.22
	有意確率	13%	44%	28%	79%	15%

(b)　屋根葺き材との相関係数

		粘土瓦	セメント・スレート瓦	金属板
最大積雪量	相関係数	-0.25	**-0.72**	**0.74**
	有意確率	9%	0%	0%
1月平均気温	相関係数	0.31	**0.76**	**-0.83**
	有意確率	4%	0%	0%

3．2004 年台風 18 号による住家被害拡大に影響を及ぼす因子の検討

3.1 台風 0418 号の強風と住家被害の概要

2004 年台風 18 号は 9 月 7 日に長崎県に上陸し，日本海を通過後，北海道に再上陸した。図 4 に台風 0418 号の経路と都道府県別の住家被害率分布図を示すが，九州，中国，東北および北海道などの広い範囲で住家被害が発生した。図 5 は各都道府県の気象台で記録された最大風速と最大瞬間風速であるが，広島県で最大瞬間風速

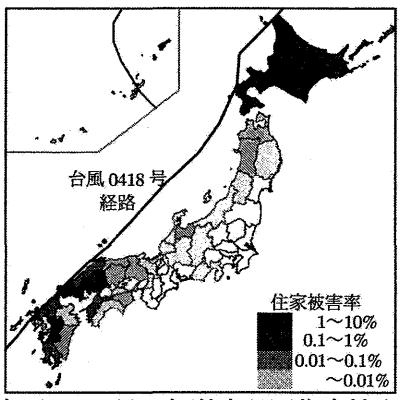


図 4　台風 0418 号の都道府県別住家被害率分布

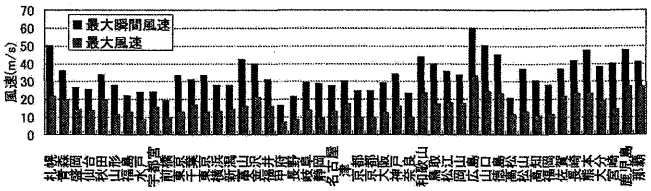
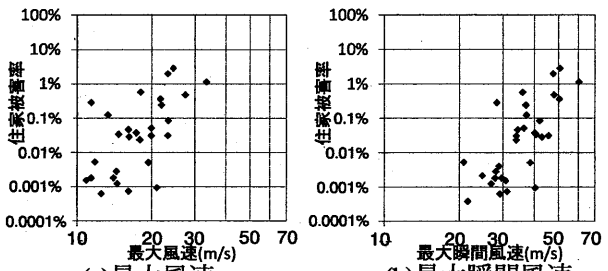


図 5　2004 年台風 18 号による気象台での風記録

58.9m/s，最大風速 36m/s が記録され，図 4 で住家被害が多く発生した九州と中国，北海道では 40m/s を超える最大瞬間風速が観測された。

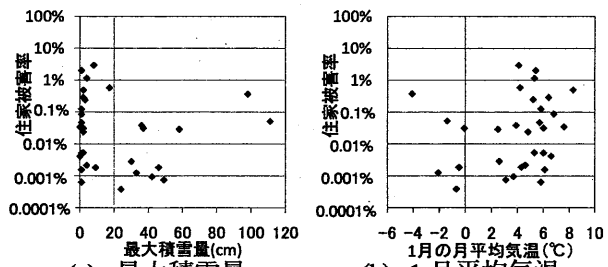
3.2 住家被害率と風速および冬季気候条件との関係

台風 0418 号による最大風速，最大瞬間風速と 1971～2000 年の積雪量および 1 月の月平均気温に着目し，住家被害率との関係を調べた。以降では，図 1 と 2 および図 5 に示した各都道府県庁舎に最も近い気象台での観測記録を用いた。図 6(a)と(b)に最大風速および最大瞬間風速と住家被害率との関係を示す。風速の増大とともに被害は急激に増加するので，両軸を対数軸表示とした。最大風速は 10m/s，最大瞬風速では 20m/s を超えると住家被害が発生し始め，風速の増大とともに被害が増加し，最大風速よりも最大瞬間風速が住家被害率の増大に強い影響を及ぼすことが分かる。図 7(a)と(b)には最大積雪量および 1 月の月平均気温と住家被害率との関係を示す。1 月の月平均気温と被害率との関係は明確ではないが，最大積雪量が 20cm を超える地域では積雪量の増大とともに住家被害率が増加する傾向がみられる。表 2 に住家被害率およびその常用対数と風速，冬季気候条件との相関係数を示す。31 標本すべてを用いた場合には，最大風速や最大瞬間風速と住家被害率の対数値との相関係数は約 0.7 で明らかな正の相関があるが，最大積雪量や 1 月の平均気温と被害率との間には関連が見られない。寡積雪地域（標本数 20）と多積雪地域（標本数 11）とに区分して，同様に相関係数を求め，表 2 にあわせて示す。ここでの多積雪地域とは最大積雪量が 20cm 以上の地域である。寡積雪地域では住家被害率と積雪量の間に関連はないが，多積雪地域では最大積雪量と住家被害率の常用対数との間に関連があり，相関係数は 0.68 である。ただし，台風 0418 号が日本海を通過したために積雪量の多い日本海側の地域で強風が記録されており，図 1(b)と図 5 より積雪量と風速との間にも関連があると考えられる。多積雪地域において最大瞬間風速を制御変数とした積雪量と住家被害率との偏相関係数は 0.38（有意確率 28%）で，被害率の常用対数との偏相関係数は 0.42（有意確率 23%）であった。標本数が少なく有意確率が大きいため，標本数を増やした検討を行う必要があるが，最大瞬間風速の影響を除去しても積雪量と被害率との相関係数は正であった。



(a)最大風速　(b)最大瞬間風速

図 6　風速と住家被害率との関係



(a) 最大積雪量　(b) 1 月平均気温

図 7　冬季気候条件と住家被害率との関係

表 2　住家被害率と風速および冬季気候条件の相関

			最大風速	最大瞬間風速	最大積雪量	1月の月平均気温	標本数
全国	住家被害率	相関係数	0.52	0.67	−0.15	0.10	31
		有意確率	0%	0%	41%	59%	
	住家被害率	相関係数	0.68	0.74	−0.07	0.20	
	常用対数	有意確率	0%	0%	69%	28%	
寡積雪地域	住家被害率	相関係数	0.54	0.62	0.30	−0.32	20
		有意確率	1%	0%	20%	16%	
	住家被害率	相関係数	0.70	0.78	0.27	−0.03	
	常用対数	有意確率	0%	0%	25%	91%	
多積雪地域	住家被害率	相関係数	0.51	0.70	0.64	−0.59	11
		有意確率	11%	2%	3%	6%	
	住家被害率	相関係数	0.66	0.79	0.68	−0.32	
	常用対数	有意確率	3%	0%	2%	34%	

2 節で述べたように最大積雪量は住宅の屋根形状および屋根葺き材と密接な関連を持つことから，最大積雪量の多い地域とは，寄棟屋根住宅の占める割合が少なく，金属板を使用した屋根を持つ住宅が多い地域であると解釈できる。表 3(a)と(b)に都道府県別の住家被害率と屋根形状別または屋根葺き材別の住宅の占める割合との相関係数を示す。31 標本すべてを用いた場合には，住家被害率と住宅屋根形状または屋根葺き材料との間に明確な相関は見られないが，表 2 と同様に寡積雪地域と多積雪地域とに分類して相関係数を求めると，多積雪地域では片流れ屋根または無落雪屋根と住家被害率との間に正の相関関係があり，寄棟屋根とは負の相関関係を持つ。表 3(b)の屋根葺き材では標本数が少なく相関係数が有意ではないが，金属板と被害率との間に関連があると考えられる。つまり，積雪量が多く，寄棟屋根の住宅は少ないが金属板を使用した片流れ屋根や無落雪屋根住宅の占める割合が高い地域では，その他の地域より住家被害率が増大しやすいと考えられる。

表 3(a)　住家被害率と屋根形状との相関係数

			切妻	寄棟	入母屋	陸屋根	片流れ	無落雪	標本数
全国	住家被害率	相関係数	−0.26	0.12	0.24	0.07	−0.07	−0.02	31
		有意確率	16%	53%	19%	72%	72%	91%	
	住家被害率	相関係数	−0.19	0.06	−0.24	−0.08	0.07	0.20	
	常用対数	有意確率	29%	74%	20%	66%	69%	28%	
寡積雪地域	住家被害率	相関係数	−0.12	−0.09	0.23	−0.03	0.04	−0.12	20
		有意確率	61%	72%	34%	88%	86%	61%	
	住家被害率	相関係数	−0.15	−0.05	0.49	−0.33	0.01	−0.19	
	常用対数	有意確率	54%	84%	3%	15%	96%	42%	
多積雪地域	住家被害率	相関係数	−0.45	−0.75	−0.25	0.40	−0.74	−0.82	11
		有意確率	17%	0%	45%	22%	1%	0%	
	住家被害率	相関係数	−0.36	−0.62	0.01	0.12	0.61	−0.41	
	常用対数	有意確率	27%	4%	97%	73%	5%	21%	

表 3(b)　住家被害率と屋根葺き材との相関係数

			粘土瓦	セメント・スレート瓦	金属板	標本数
全国	住家被害率	相関係数	0.14	0.10	−0.16	31
		有意確率	44%	57%	40%	
	住家被害率	相関係数	0.09	0.12	−0.13	
	常用対数	有意確率	63%	51%	49%	
寡積雪地域	住家被害率	相関係数	0.20	−0.17	−0.05	20
		有意確率	40%	48%	84%	
	住家被害率	相関係数	0.28	−0.16	−0.39	
	常用対数	有意確率	24%	50%	9%	
多積雪地域	住家被害率	相関係数	−0.40	−0.41	0.41	11
		有意確率	23%	21%	21%	
	住家被害率	相関係数	−0.31	−0.43	0.36	
	常用対数	有意確率	35%	18%	27%	

4．最大積雪量及び住宅の屋根形状を考慮した住家被害率の重回帰分析

4.1 都道府県別の住家被害率の推定

表 2 と 3 より，台風 0418 号による住家被害の拡大に影響を及ぼす因子として，多積雪地域での最大積雪量と寄棟屋根の占める割合とが抽出されたので，都道府県庁舎に近い気象台での最大瞬間風速と最大積雪量及び各都道府県の寄棟屋根の住宅が全住宅数に占める割合を利用して回帰分析で住家被害率を推定し，実際の被害率との比較を行った。目的変数を住家被害率の常用対数 $\log_{10}(R_d)$とし，説明変数として最大瞬間風速値の常用対数 $\log_{10}(U)$のみを用いると以下の回帰式(1)が得られた。

$$\log_{10}(R_d) = 7.4\log_{10}(U) - 15.1 \qquad (1)$$

図 8(a)は実際の住家被害率と最大瞬間風速値のみを利用して推定した住家被害率との関係である。表 2 より都道府県別の住家被害率と気象台の最大瞬間風速値との間には明確な相関関係が見られたため，推定した被害率と実際の被害率とはよく対応しており，式(1)の重回帰係数は 0.53 で，比較的精度の良い回帰式が得られていることが分かる。最大積雪量が 20cm 以上の寒冷多積雪地域のみ，最大積雪量 S を説明変数に追加した場合の線形回帰式は以下となった。

$$\log_{10}(R_d) = 7.5\log_{10}(U) - 0.006S - 15.2 \qquad (2)$$

図 8(b)に式(2)による推定被害率と実際の被害率との関係とその重回帰係数を示すが，積雪量を説明変数に追加すると，図 8(a)に比べてわずかであるが，推定住家被害率が実際の値に近づき，重回帰係数は 0.60 となった。

積雪量ではなく寄棟屋根住宅が全住宅に占める割合 R を説明変数に追加した線形回帰式は以下のように表された。ただし，積雪量が 20cm 未満の地域では R=1 とした。

$$\log_{10}(R_d) = 7.4\log_{10}(U) + 0.89R - 15.7 \qquad (3)$$

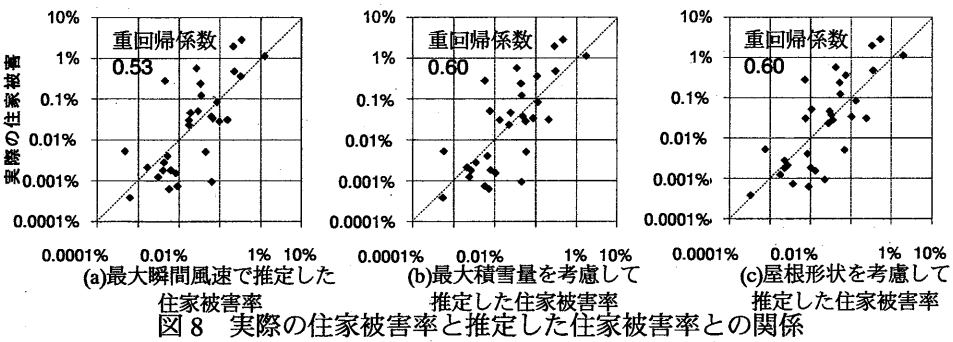
図 8 (c)に屋根形状を考慮した推定値と実際の住家被害率との関係を示すが，回帰式(3)の重回帰係数は 0.60 で，積雪量を利用して求めた推定被害率とほぼ同程度で実際の被害率と対応した。異なる説明変数で推定した 3 つの被害率と実際の住家被害率との関係を定量的に評価するために，表 4 に相関係数を示す。最大瞬間風速値のみを利用して求めた住家被害率の常用対数と実際の被害率の常用対数との相関係数は 0.73 であるが，最大積雪量を利用すると 0.75 に，住宅の屋根形状を考慮すると 0.77 に，わずかながらその相関係数が改善した。

都道府県別の被害率情報に着目すると標本数が少なく，重回帰式の十分な精度検証を行うことが難しいが，多積雪地域では屋根形状別の住宅の占める割合に代えて最大積雪量を利用して強風による住家被害率の推定を行っても，推定値と実際の被害率との差異はほぼ同程度であることが分かった。

4.2 北海道の市町村別住家被害率の推定

都道府県別の住家被害率に着目した場合には，住宅屋根特性の資料を利用することができるが，寒冷多積雪地域の標本数が十分とは言えない。寒冷多積雪地域の住宅の屋根形状の特性は積雪量と強い相関関係を持つため，住宅の屋根形状を考慮する代わりに積雪量の利用を試みる。検討例として台風 0418 号によって住家被害が多発した北海道に着目し，最大積雪量と風速を利用して重回帰分析で推定した北海道の市町村別住家被害率と実際の住家被害率とを比較する。

図 9 は北海道の市町村別の住家被害率分布図である。図中，台風経路は実線で示したが，温帯低気圧に変化したあとの経路は破線とした。北海道の市町村別被害率と



(a)最大瞬間風速で推定した住家被害率　(b)最大積雪量を考慮して推定した住家被害率　(c)屋根形状を考慮して推定した住家被害率

図 8　実際の住家被害率と推定した住家被害率との関係

表 4　実際の住家被害率と推定値との相関係数

	回帰式で推定した住家被害率（常用対数）		
住家被害率（常用対数）	最大瞬間風速のみ利用	積雪量を考慮	寄棟屋根の割合を考慮
相関係数	0.73	0.75	0.77
有意確率	0%	0%	0%

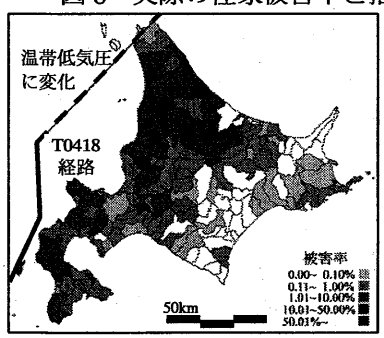
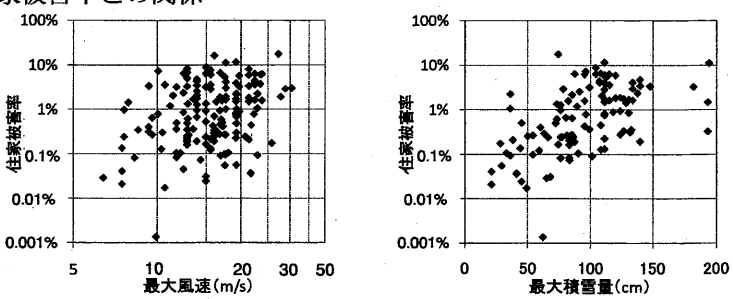


図 9　台風 0418 号の北海道での住家被害率分布



(a)最大風速　(b)最大積雪量

図 10　北海道の住家被害率と風速及び積雪量との関係

市町村庁舎に最も近いアメダス観測点での最大風速との関係を図 10(a)に示す。ここでの最大風速はべき指数則を用いて基準高度 10m に高度補正を行った。用いたべき指数は 1/7 である。ばらつきは大きいが，最大風速の増大に伴って被害率が増加する傾向が見られた。市町村別の住家被害率と近接するアメダス観測点での 1971～2000 年までの最大積雪量との関係を図 10(b)に示すが，最大積雪量が150cm以下では積雪量が増加するにつれて被害率も増加しており，関連があると考えられる。

前節と同様に最大風速だけでなく積雪量を考慮した線形の重回帰式で被害率を推定した。風速のみを用いた場合と積雪量を考慮した場合とで，それぞれ以下の回帰式が得られた。

$$\log_{10}(R_d) = 1.7\log_{10}(U) - 4.1 \quad (4)$$

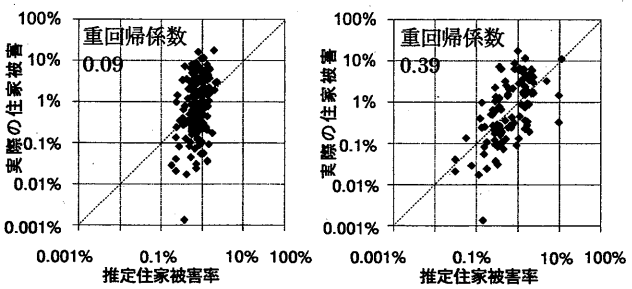
$$\log_{10}(R_d) = 1.6\log_{10}(U) - 0.01S - 5.1 \quad (5)$$

ここでの U は高度補正済みの最大風速で，S は最大積雪量である。図 11(a)と(b)に回帰式(4)と(5)より求めた住家被害率の推定値と実際の被害率との関係を示し，回帰式の重回帰係数を図中に示す。最大風速のみを用いた場合に比べて，最大積雪量を考慮した方が線形回帰式で推定される住家被害率は，被害の実情によりよく対応したものとなった。

住宅の屋根形状などの構造物の耐風性能に関わる資料で，行政区分ごとに公表されている詳細なものは少なく，容易に入手することができないが，構造物特性は地域の気象条件と密接な関連を持つ場合が多いことから，構造特性を表す指標として積雪量などの気象条件を代用することで，住家被害率の推定精度を向上できると考えられる。

5．まとめ

東北や北海道などの寒冷多積雪地域の構造物は，雪害や凍害に対応した屋根葺き材料を利用し，独特の屋根形状を持つため，温暖で積雪の少ない地域とは台風などの強風による被害状況が異なることが指摘されている。本論では，冬季気候条件と住宅屋根特性との関連を調べ，寒冷多積雪地域における最大積雪量と住宅屋根形状との関連を定量的に明らかにした。また，2004 年台風 18 号による全国の住家被害情報に着目し，地域を代表する風速を利用して線形回帰式による住家被害率の推定を行ったが，風速だけでなく最大積雪量をあわせて利用すれば，屋根形状別の住宅数の割合を考慮した場合と同精度で住家被害率を推定できることを示した。特に積雪量の多い北海道の住家被害に注目し，同様の手法で住家被害率を推定して実際の被害率と比較したところ，風速のみを利用した場合に比べて最大積雪量を考慮した場合には実情によりよく対応した被害率を推定できることが分かった。



(a) 最大風速値のみ利用　(b) 最大積雪量を考慮

図 11　北海道での実際の住家被害率と推定値との関係

住宅の屋根形状や屋根葺き材料などの構造物特性に関する詳細な統計資料はほとんど公表されておらず，強風被害の推定に構造物特性を考慮することは難しいが，気候条件などの地域の構造物特性と密接な関連を持つ入手しやすい資料を利用すれば，地域の構造物特性を考慮したものと同等の住家被害率の推定を行うことができると考えられる。

謝辞　本研究の一部は文部省科学研究費補助金（「データマイニング手法を用いた強風被害発生に関わる地域特性因子の特定，（若手研究(B)課題番号 21760434, H21～22)」の援助を受けました．厚く御礼申し上げます．

参考文献

1) 光田寧：1991 年台風 19 号による風と被害との関係について，京都大学防災研究所年報 B-1，No.36，pp.1-16，1993 年
2) 渡部弘之，松本優：台風 9918 号による最大瞬間風速値と支払保険金に関する検討，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.81-82，2001 年 9 月
3) 近藤宏二，神田順，崔恒：建築物の強風危険度の評価法に関する研究，第 17 回風工学シンポジウム論文集，pp.191-196，2002 年 12 月
4) Tomokiyo, E., J. Maeda, N. Tsuru : Wind Disaster in Kyushu due to Typhoons in 2004, Residential Damage in Kyushu, Japan, Proceedings of The Sixth Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, pp.2862-2873, Sept. 2005
5) （財）日本建築センター：住宅の耐風設計施工点検指針，1993 年
6) 佐々木和彦，植松康：秋田県及び青森県における台風 9119 号による住家被害とその要因分析，日本建築学会技術報告集，Vol.9，pp.61-64，1999 年 12 月
7) 友清衣利子，前田潤滋：強風時の住家被害の拡大に及ぼす影響因子の抽出，構造物特性の指標化による強風被害の相関分析，第 20 回風工学シンポジウム論文集，pp.229-234，2008 年 12 月
8) 総務省統計局ホームページ：土地・住宅統計調査，http ://www.stat.go.jp，(2008 -6-15)
9) 友清衣利子，前田潤滋：強風による住家建物被害の拡大に及ぼす影響因子の抽出法に関する試み－強風被害発生要因の分析への構造物特性指標の利用例－，日本建築学会構造系論文集，Vol.74，No.642，pp.1423-1431，2009 年 8 月
10) 堤拓哉，他：2006 年 11 月 7 日北海道佐呂間町で発生した竜巻による建物被害—被害調査に基づく積雪寒冷地の建物被害特性—，日本風工学会論文集，Vol.34，No.3，pp.75-83，2009 年 10 月
11) 日本建築学会：2004 年の強風被害とその教訓—強風被害が残したもの—，丸善株式会社，2006 年 3 月
12) 桂重樹，他：台風 0418 号による北海道の強風被害，日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1，pp.121-122，2005 年 8 月
13) 友清衣利子，前田潤滋：強風被害危険度に及ぼす地域特性の特定-九州と北海道の住家構造特性の利用-，都市・建築学研究　九州大学大学院人間環境学研究院紀要 第 16 号，pp.93-100，2009 年 7 月
14) 平井和喜：東北地方における住宅外装材料の利用に関する地域特性，日本建築学会東北支部研究報告集，pp.129-132，1990 年
15) 平井和喜：東北地方主要 6 都市における住宅外装構成調査研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1181-1182，1992 年
16) 住宅金融支援機構：公庫融資を利用した一戸建住宅の建築的事項に関する調査，http://www.jhf.go.jp/research/index.html，(2009-11-16)

（受理：平成 21 年 12 月 3 日）