3-2-2

強風による住宅被害状況

House damage by strong wind

友清衣利子*1，西嶋一欽*2

Eriko TOMOKIYO, Kazuyoshi NISHIJIMA

This study reports structural characteristics of damaged houses and cause of roof damage due to Typhoon Faxai. The field survey was conducted in three areas in Kyonan, Minamiboso and Tateyama, Chiba Prefecture. It was found that residential damage in these areas was about 60%. Damage to houses equipped with roof tile was remarkable. Although rate of damaged houses decreased as the building age became younger, some houses built after 2010 were suffered damage. However, younger houses had slight damage to roof and the cause was often wind-born debris. Flying debris are born because older houses suffered damage due to strong winds during typhoon. Then relatively younger houses are often damaged due to wind-borne debris from surrounding older ones.

Keywords : *field survey, building age, roof damage, wind-borne debris*

1. 現地被害調査の概要と被害住宅の分布

1.1 現地調査の概要

2019 年 11 月 8 日から 11 月 11 日までの 4 日間にわたって，千葉県鋸南町，南房総市および館山市の一部地域で台風による住宅の現地被害調査が行われた。図 1 に調査地域を示す。調査対象住宅は鋸南町 528 棟，南房総市 600 棟，館山市 701 棟の合計 1,829 棟で，目視調査およびヒアリング調査を行った。表 1 に現地調査項目を示す。調査項目は既存の強風被害現地調査項目 [1)]に準ずるものとした。本調査では，住宅の被害状況に加え，補修状況と住環境についてもヒアリングを行ったが，その詳細は 3.1.7 節および 3.2.3 節を参照されたい。また，本調査は地上からの目視調査であるため，一定数の住宅で地上から死角となった屋根被害の見落としが生じた。そこで，航空写真を用いた屋根被害抽出結果（詳細は 3.2.4 節参照）と本調査結果とを照らし合わせ，屋根被害の見落としがあった住宅には航空写真から判別した屋根のブルーシート被覆部の割合を屋根被害程度として調査データに付与した。ただし，航空写真でブルーシート被覆が確認されなかったにもかかわらず，現地調査で屋根被害ありと入力されているケースは，航空写真では軽微な屋根被害が認識されなかったと考えられるため，現地調査の結果をそのまま採用した。

1.2 調査住宅と被害の分布

図 2(a)から(c)に 3 市町村の調査地域での台風による被害の有無とその分布を示す。ここでの被害とは，屋根や外壁等の構造被害以外も含む。図 2(a)と(b)に示す鋸南町や南房総市での被害が顕著である一方，図 2(c)に示す館山市での被害はやや少なかった。表 2 に各市町での何らかの被害を受けた住宅数と被害率を示すが，鋸南町と南房総市の調査地域の住宅被害率はそれぞれ 63.1%と 66.2 %であった。

＊1 熊本大学大学院先端科学研究部 准教授・博士(工学) Assoc. Prof., Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, Ph.D. (Eng.)

＊2 京都大学防災研究所 准教授・博士 Assoc. Prof., Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Doctor of Sciences

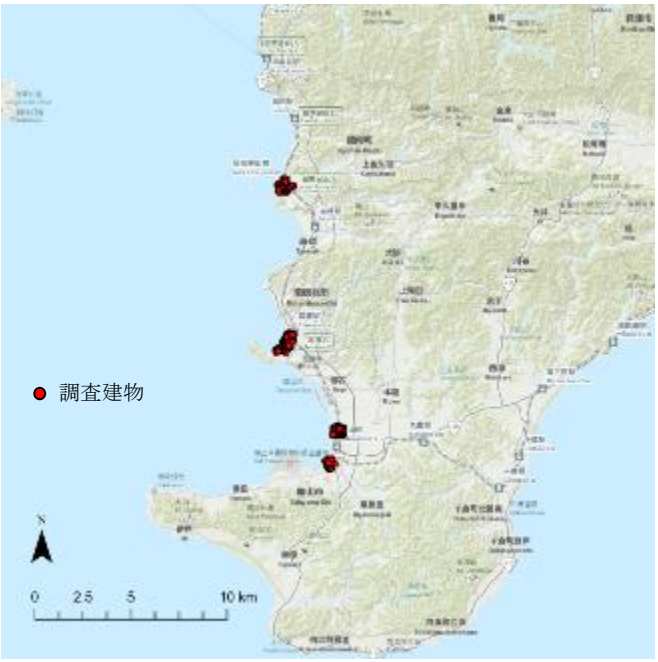
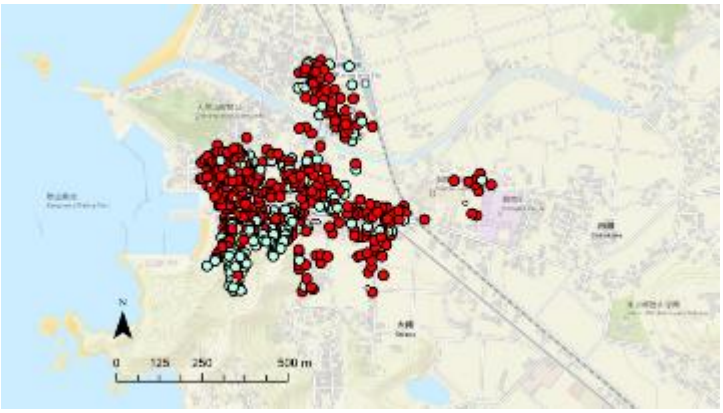
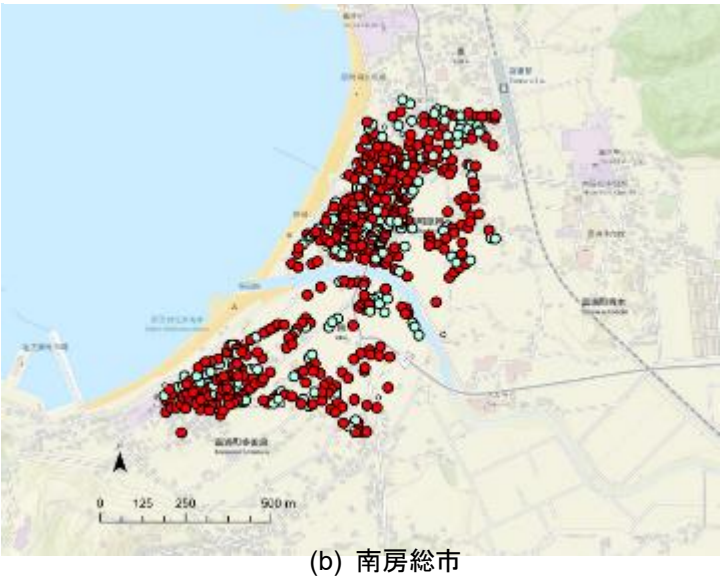


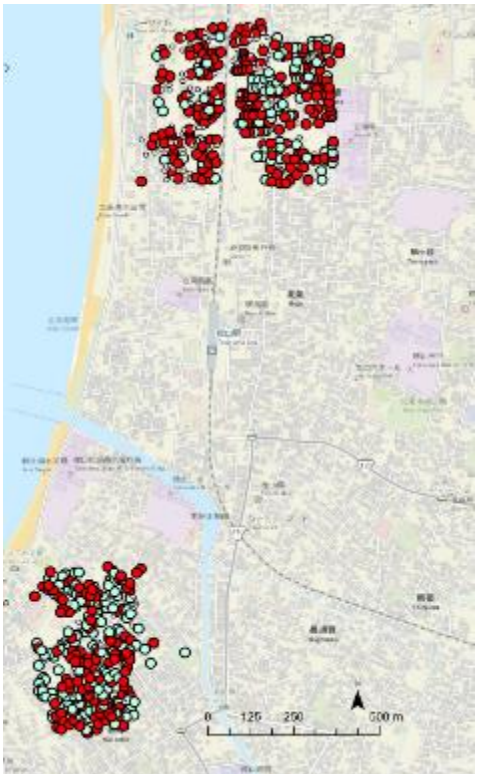
図１　被害調査地区の位置



(a) 鋸南町



(b) 南房総市



(c) 館山市

● 台風による被害あり

○ 台風による被害無し

∘ 不明

図２　台風による被害の有無別分布

表 1 調査項目

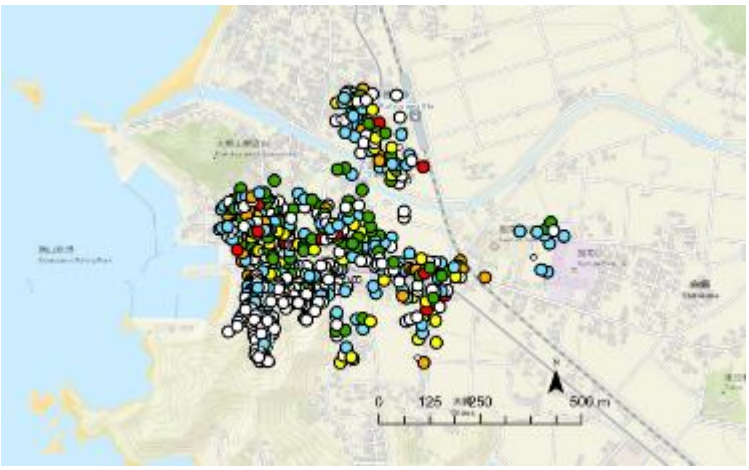
		調査項目	選択肢							
1		建物の階数	1 階建て	2 階建て	3 階建て	4 階建て	5 階以上			
2		住居形態	一戸建住宅	共同住宅	併用住宅	その他				
	-1	（共同住宅の場合）住まいの階数	1 階	2 階	3 階	～11 階以上				
	-2	（一戸建て・併用住宅の場合）持ち家か借家か	持ち家	借家	空き家	不明				
3		建物の構造	木造	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	鉄骨造	組積造	詳細不明非木造	木造/非木造混合	不明	その他
4		屋根形状	切妻	寄棟	入母屋	陸屋根	片流れ	のこぎり屋根	不明	その他
5		屋根葺材	瓦（粘土葺き）※1	瓦（釘/ｽｸﾘｭｰ）	瓦（不明）	金属屋根	スレート	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾝｸﾞﾙ		
			ｺﾝｸﾘｰﾄ	不明	その他					
6		壁面材料（複数回答可）	金属系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	窯業系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	樹脂系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	ALC	板張り	トタン		
			ｺﾝｸﾘｰﾄ	モルタル	漆喰	土壁	不明	その他		
7		雨戸の有無	ある	ない						
	-1	雨戸の種類	板戸	金属戸	ｼｬｯﾀｰ	その他				
8		建物の建築年	不明	1960 年以前	1960～1969 年	1970～1979 年	1980～1989 年			
			1990～1999 年	2000～2009 年	2010 年以降	その他				
9		建物被害の有無	はい	いいえ	不明					
A		屋根の被害率	なし	10%	25%	50%	75%	100%		
	-1	屋根の被害箇所（複数回答可）	軒先	棟	隅角部	中央	ケラバ	不明		
	-2	屋根の被害方角（複数回答可）	北	東	南	西	不明			
	-3	屋根の被害要因（複数回答可）	風を受けた	物が飛んできた	物が倒れてきた	建物破損による水漏れ	浸水	不明	その他	
B		外壁の被害率	なし	10%	25%	50%	75%	100%		
	-1	外壁の被害の方角（複数回答可）	北	東	南	西	不明			
	-2	外壁の被害要因（複数回答可）	風を受けた	物が飛んできた	物が倒れてきた	建物破損による水漏れ	浸水	不明	その他	
C		被災窓の枚数	不明	0	1	2	3	～10 以上		
	-1	被災窓の方角（複数回答可）	北	東	南	西	不明			
	-2	窓の被災要因（複数回答可）	風を受けた	物が飛んできた	物が倒れてきた	建物破損による水漏れ	浸水	不明	その他	
D		被災ドアの枚数	不明	0	1	2	3	～10 以上		
	-1	被災ドアの方角（複数回答可）	北	東	南	西	不明			
	-2	ドアの被災要因（複数回答可）	風を受けた	物が飛んできた	物が倒れてきた	建物破損による水漏れ	浸水	不明	その他	
E		被災雨戸・シャッターの枚数	不明	0	1	2	3	～10 以上		
	-1	被災雨戸・シャッターの方角(複数回答可)	北	東	南	西	不明			
	-2	雨戸・シャッターの被災要因（複数回答可）	風を受けた	物が飛んできた	物が倒れてきた	建物破損による水漏れ	浸水	不明	その他	
F		その他の被害（複数回答可）	室内	家財	車庫	カーポート	アンテナ	エアコンの室外機		
			物置	看板	ベランダの屋根	ブロック塀	雨どい	その他		
10		ヒアリング調査の有無	はい	いいえ 目視調査						
	-1	ヒアリング相手	家にお住まいの方	隣人	不明	その他				

※1 粘土葺は緊結なしを含む

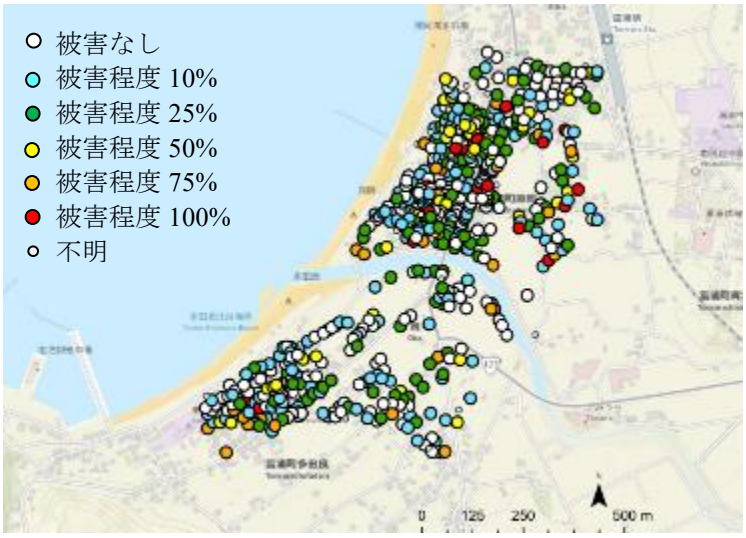
表 2 被災住宅数と屋根被災程度別住宅数

調査地	調査住宅数	被災住宅数	被害率	屋根被災程度別被害住宅数					屋根被害住宅数合計	屋根被害率
				10%	25%	50%	75%	100%		
鋸南町	528	333	63.1%	123	61	41	28	15	268	50.8%
南房総市	600	397	66.2%	157	92	41	23	15	328	54.7%
館山市	701	324	46.2%	166	73	34	17	17	307	43.8%
合計	1829	1054	57.6%	446	226	116	68	47	903	49.4%

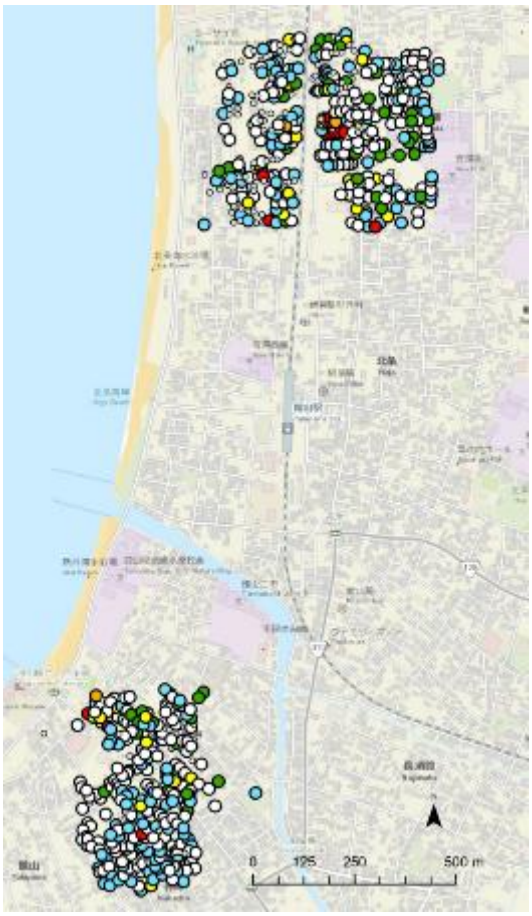
図 3(a)から(c)に屋根被害程度別に住宅の被害分布を示す。屋根の被害程度に着目すると，図 3(a)の鋸南町では調査地域南西側で屋根被害程度がやや低い。この地域は南側に丘陵地があり，強風がさえぎられた可能性がある。図 3(b)の南房総市では調査地域全体に屋根に被害を受けた住宅が分布している。図 3(c)に示す館山市は，やや被害が小さく，特に館山市南部の調査地域では，屋根被害程度が小さい住宅が多かった。表 2 に屋根被害程度別の住宅数を示すが，館山市では屋根被害程度 10%の住宅が多い。



(a)鋸南町



(b) 南房総市



(c) 館山市

図 3　屋根被害程度別住宅分布

2. 被害住宅の特徴

2.1 被災住宅の構造的特徴

図 4(a)から(h)に調査対象地域の全調査対象住宅および被害住宅（屋根以外の被害も含む）と屋根被害住宅の構造的特徴を示す。調査地区の対象住宅に着目すると，2 階建てが 7 割を占め，9 割が一戸建て住宅であった。

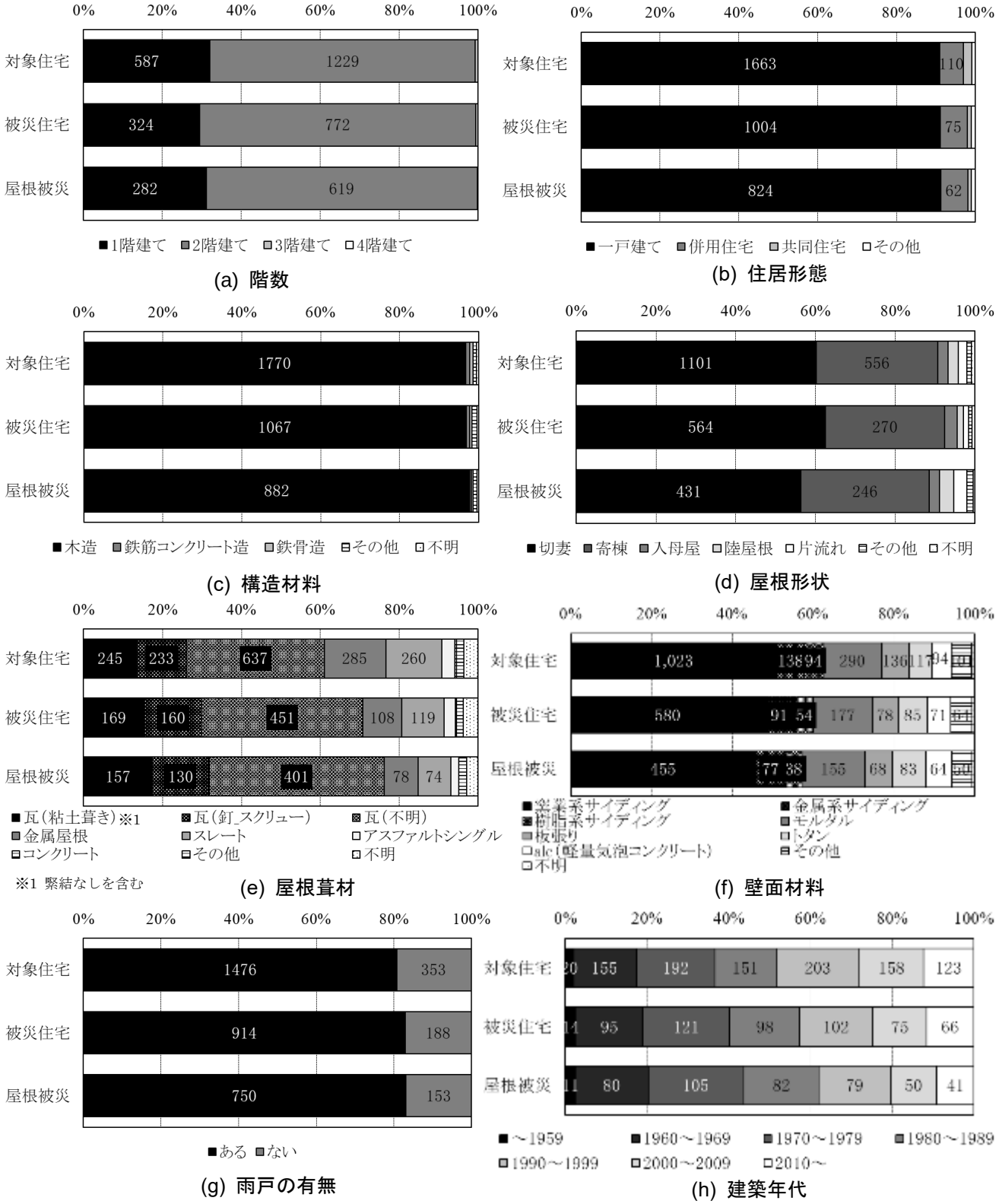
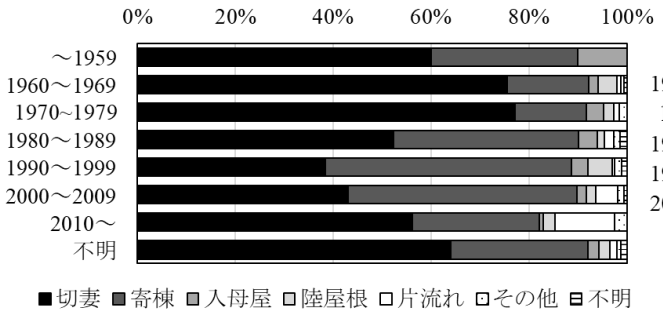


図 4　調査対象住宅，被災住宅および屋根被災住宅の特徴

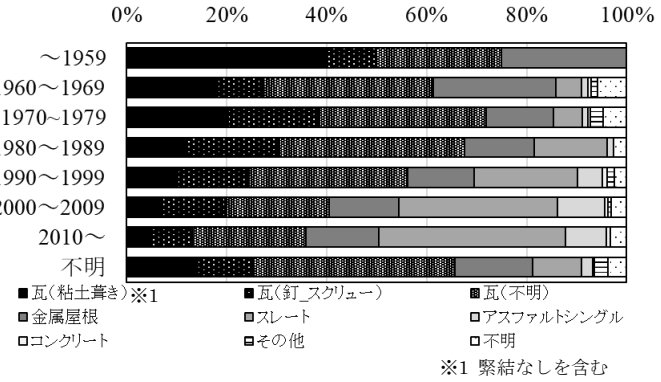
また，ほぼ全ての住宅が木造である。屋根形状は切妻が 6 割，寄棟が約 3 割だった。約 6 割の住宅が瓦葺き屋根を持つ。外壁材は 6 割強が各種サイディングを使用しているが，15%程度はモルタルであった。次いで板張り，トタン，ALC 等の素材が使用されている。8 割の住宅では開口部に雨戸が設置されていた。図 4 には建築年不明の住宅を除いた年代別の住宅数と割合を示す。ヒアリング調査でも建築年代を尋ねたが，ここでは千葉県より提供いただいた被災地区における建築物に関する情報をもとに，調査住宅の築年数を特定し，10 年ごとの建築年代としてまとめた。調査住宅の 45%は建築年代が特定できず，図には建築年が不明の住宅を除いた数を示した。建築年の特定に用いた情報には，1959 年以前の住宅情報がほとんど含まれていなかったため，1959 年以前に建てられた住宅の割合が少ないが，それ以外の年代の住宅はほとんど偏りなく存在していた。

同図より，被災住宅および屋根被災住宅の構造特性に着目すると，階数，住居形態，構造材料と被害の発生には関連がなかった。図 4(d)より，屋根が被災した住宅では切妻屋根が減り片流れ屋根や陸屋根の割合がわずかに増える傾向があるが，屋根形状と強風被害には明確な関連は見られなかった。図 4(e)の屋根葺材に着目すると，屋根被災住宅では瓦葺き屋根の割合が顕著に増大した。一方で，金属屋根やスレート屋根の被害は少ない。図 4(f)に示す外壁に着目すると，被災建物ではサイディングの割合が減少し，モルタル，トタンおよび ALC の割合が増加した。雨戸の有無と建物の被災との関連はみられない。図 4(h)の建築年代に着目すると，被災住宅では 1990 年代以降に建築された住宅の割合が減少する。屋根被災住宅ではその傾向が顕著であった。

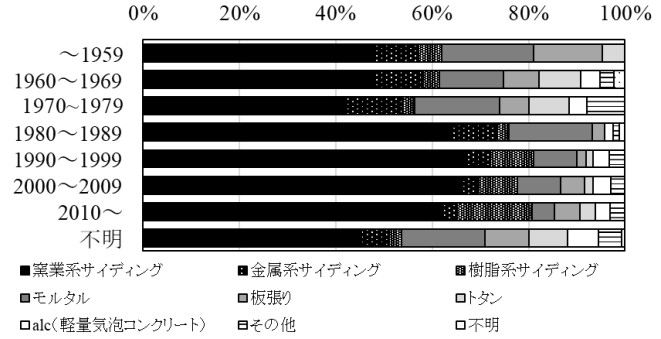
屋根葺材と外壁材および建築年代と被害との関連が見られたことから，図 5(a)から(c)に建築年代と屋根形状，屋根葺材および外壁材との関係を示す。図 5(a)より，1980 年頃を境に切妻屋根が減り寄棟屋根が増加する。2010 年以降は切妻屋根の割合が再び増え，片流れ屋根の割合が増えた。図 5(b)より，建築年代が新しくなるにつれて瓦屋根の割合は徐々に減少している。図 5(c)より，1980 年ころからサイディングを使用した住宅の割合が増加している。建築年代によって屋根形状や外壁材に特徴が見られた。



(a) 建築年代と屋根形状の関係



(b) 建築年代と屋根葺材との関係



(c) 建築年代と外壁材との関係

図 5　建築年代ごとの屋根形状，屋根葺材，外壁の特徴

2.2 屋根被害の拡大要因

前節より，強風被害，特に屋根被害に最も影響を与えるのは屋根葺材と建築年代であると考えられる。表 3 に建築年代別に住宅の被害の有無を集計した。図 6 に建築年代ごとに屋根被害の有無を割合で示す。表と図より，どの年代でも瓦屋根に屋根被害が多く発生しているが，1990 年代を境に屋根被害発生割合は 50%程度から 30%程度に減少している。表 4 に屋根葺材別の屋根被害の有無と被害率をまとめ，図 7(a)と(b)に屋根葺材別に建築年代ごとの屋根被害率を示す。瓦屋根住宅全体で見ると屋根被害率は約 67%で，非瓦屋根住宅の屋根被害率は約 32%である。瓦屋根，非瓦屋根住宅ともに，建築年代が新しくなるにつれて屋根被害率はおおむね低減する傾向が見られた。しかし，建築年代が 2010 年以降であっても屋根被害は発生していた。

次に屋根に被害を受けた住宅に着目し，建築年代別に屋根被害程度ごとの住家割合を図 8 に示す。屋根被害程度が 25%を超える住宅の割合は，1980 年頃を境に 50%から 40%に減少しているが，2010 年以降に建てられた住宅にも大きな被害程度のものがあった。図 9 に建築年と屋根被災要因との関係を示す。この屋根被災要因は，現地調査のヒアリングに基づく結果である。屋根が被災した要因は不明のものが約半数を占めるが，建築年代が新しくなるにつれて，被災要因に「物が飛んできた」との回答が増えた。図 10(a)と(b)に屋根葺材別に建築年代と被災要因との関係を示す。瓦葺住宅に比べて非瓦葺住宅の方が，建築年代が新しくなるにつれて屋根被災要因は飛来物であると回答する割合が増えた。

表 3 建築年代別の屋根被害住宅数と屋根被害率

建築年代	対象住宅数	屋根被害あり	屋根被害率	屋根被害なし	被害不明
～1959	20	11	55%	6	3
1960～1969	155	80	52%	66	9
1970～1979	192	105	55%	57	30
1980～1989	151	82	54%	51	18
1990～1999	203	79	39%	98	26
2000～2009	158	50	32%	101	7
2010～	123	41	33%	81	1
不明	827	455	55%	305	67

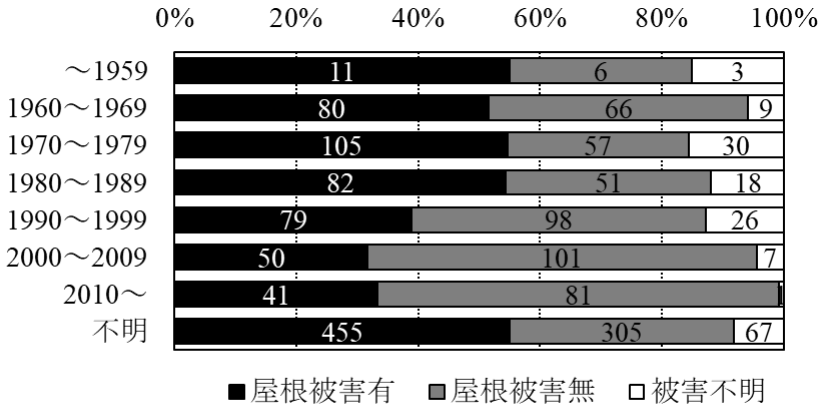
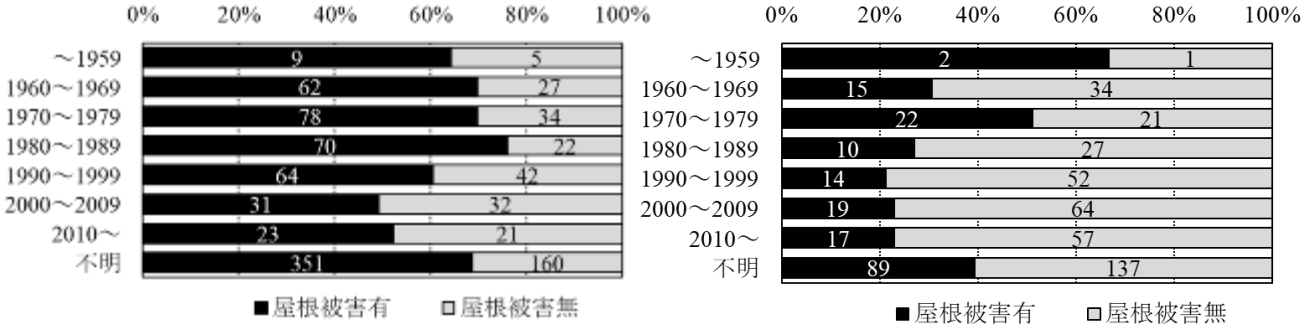


図 6　建築年代ごと屋根被害の有無

表 4 建築年代および屋根葺材別の屋根被害率

建築年代	瓦			非瓦		
	被害あり	被害なし	被害率	被害あり	被害なし	被害率
～1959	9	5	64%	2	1	67%
1960～1969	62	27	70%	15	34	31%
1970～1979	78	34	70%	22	21	51%
1980～1989	70	22	76%	10	27	27%
1990～1999	64	42	60%	14	52	21%
2000～2009	31	32	49%	19	64	23%
2010～	23	21	52%	17	57	23%
不明	351	160	69%	89	137	39%



(a) 瓦葺屋根の場合　　(b) 非瓦葺屋根の場合

図 7　屋根葺材別の建築年代ごと屋根被害の有無

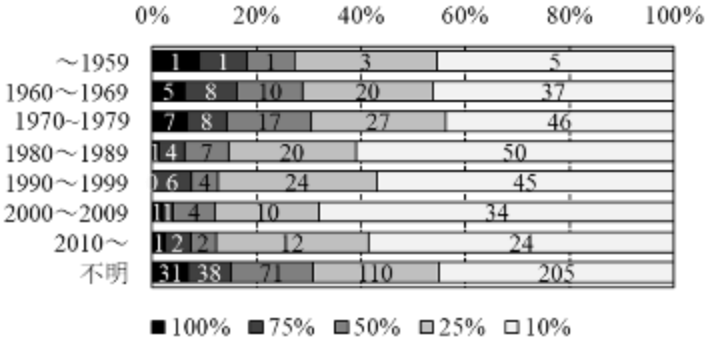


図 8　建築年代別の屋根被害程度ごとの住宅割合

図 11(a)と(b)に建築年代ごとの屋根被災要因と被災程度の関係を示す。ここでは被災要因として「風を受けた」と「物が飛んできた」のみに着目し，その他の要因や複数要因が記載されている場合は検討していない。図 11(a)より「風を受けた」場合には，建築年代が古いもので被害程度がやや大きい。しかし，建築年代が新しくなるにつれて被害程度は低減する傾向が見られた。図 11(b)に示す「物が飛んできた」場合は，被害件数自体が少ないものの，屋根被害程度はすべて 25%より小さく，深刻な被害は生じていない。図 2.1.12 に建築年代別に屋根被災要因と被災部位との関係を示す。図 12(a)の「風を受けた」場合には，棟部の被害が多い。建築年代ごとの顕著な傾向はないが，建築年代が新しいほど棟部被害の割合が増加する傾向がある。図 12(b)より，「物が飛んできた」場合には，全体の件数が少ないものの，中央部での被害がやや多い。

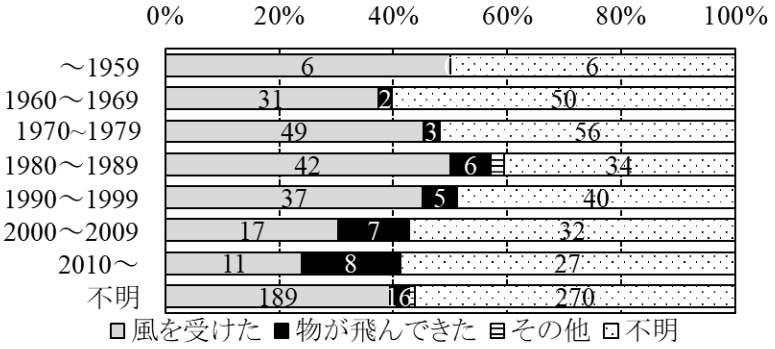
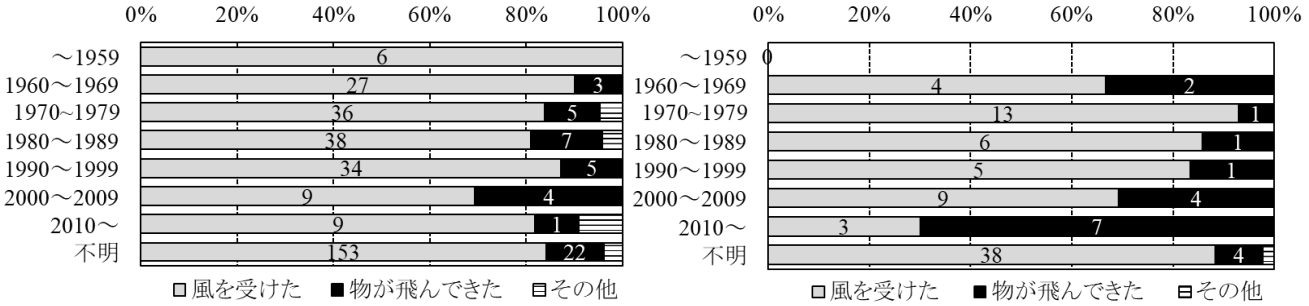
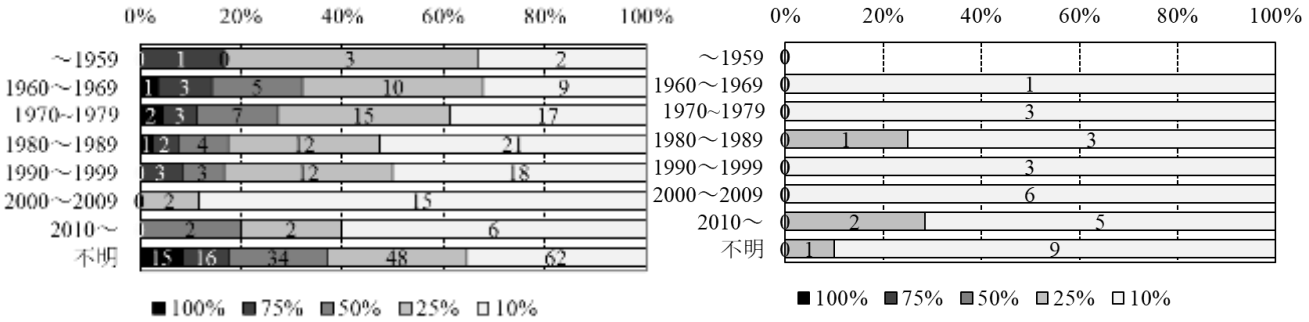


図 9　建築年代別の屋根被災要因



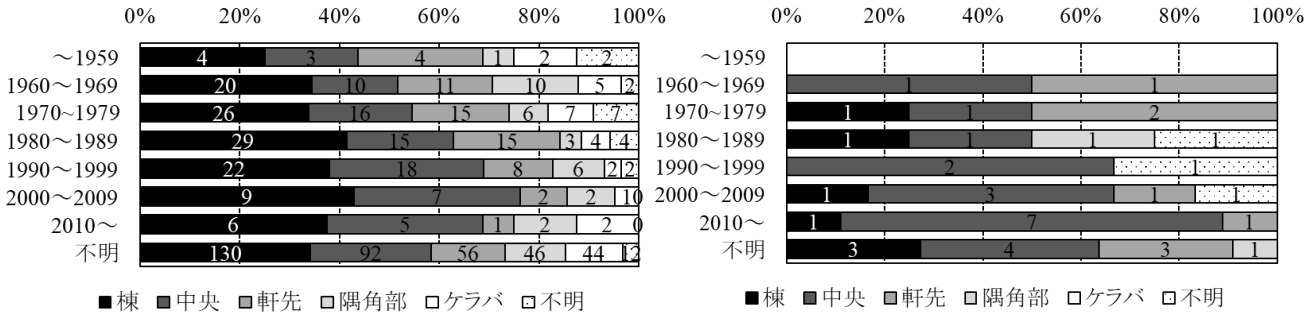
(a) 瓦葺屋根の場合　　(b) 非瓦葺屋根の場合

図 10　屋根葺材別の建築年代と屋根被要因との関係



(a) 風を受けた場合　　(b)物が飛んできた場合

図 11　屋根被災要因別の建築年代と屋根被害程度との関係



(a) 風を受けた場合　　(b)物が飛んできた場合

図 12　屋根被災要因別の建築年代と屋根被災部位との関係

3. まとめ

台風 15 号による住宅被害が顕著であった千葉県鋸南町，南房総市および館山市の一部地域で行われた現地被害調査に基づき，住家被害の特徴と要因をまとめた。調査地域内で何らかの被害を受けた住宅の被害率は約 60%であった。被害は調査地域に広く分布していたが，鋸南町では被害が少ない地域も存在し，地形の影響等で強風が遮られた可能性がある。調査対象住宅のほとんどは木造の戸建て住宅であった。スレート，シングル材などの非瓦屋根に比べて，瓦葺屋根の被害が多かった。また，外壁がサイディングの住宅に比べて，モルタルや ALC パネルの住宅が被災する割合が高かった。しかし，住宅の外装材は建築年代とも関連を持つため，外装材料のみが被害に関連をするわけではない。建築年代が新しくなるにつれて被災する住宅の割合は減少したが，2010 年以降に建てられた住宅でもある程度の被害が見られた。しかし，新しい住宅では屋根の被害程度が比較的小さく，飛来物によって被害を受けたとの回答の割合が増えた。古い住宅が強風によって被災することで飛来物が発生し，周辺の比較的新しい住宅にも被害をもたらしていると考えられる。

脚注　※1　現地調査時に，棟瓦の下地に粘土が用いられていた場合を粘土葺きと判断した可能性があり，粘土葺きではないが，瓦が釘やスクリューで緊結されていない場合を含んでいる。

参考文献

1)　西嶋一欽，竹内崇他 : 2018 年台風 21 号による住宅に関する強風被害調査および結果の概要，日本風工学会誌，Vol.44，No.3，pp.294-302，2019.7.