

台風9807号による強風災害について ——その2：奈良盆地における建物被害——

丸山 敬・桂 順治・林 泰一・奥田泰雄

要 旨

台風9807号による建物の強風被害調査を行い、建物の被害分布、近畿圏の主な歴史的建造物の被害の概要を明らかにした。とくに、建物の被害が多かった奈良盆地における市町村別の建物強風被害について、被害把握に対する航空写真の有効性と問題点について検討を行った。その結果、世帯ごとに求めた建物被害率と航空写真から求めた建物の被害率との間には市街地において良い相関があり、建物強風災害の把握に有効であることがわかった。

キーワード：台風9807号、強風災害、建物被害、被害率、航空写真

1. はじめに

1998年9月22日、和歌山県の御坊市付近に上陸した後、近畿地方を縦断した台風9807号は、中型で並の強さの台風であったにもかかわらず、多くの人的被害、建物被害、森林被害を発生させた“風台風”であった。とくに、奈良県や三重県の北部での被害が大きく、奈良盆地における建物被害も多かった。また、室生寺の五重塔や、比叡山延暦寺の釈迦堂等、歴史的建造物の被害が多かったのもこの台風の特徴である。

台風にもなう風水害は過去のような大規模なものは少なくなっているが、依然として社会に与える損害は大きい。そして、全国に強風災害をもたらした台風9119号に見られるように、人的被害は少ないが、過去最大クラスの損害保険金をもたらすような被害が現在でも起こっている（光田ら,1992）。通常、強風による建物被害を把握する場合、現地調査や被害地域住民からの報告を集計する方法がとられているが、台風による被害の場合はその調査範囲が広く、また、住民からの被害報告はすぐには集まらないので、最終的な被害総額が確定するまでにはかなりの時間を要する。したがって、被害地域の復旧費用の算定等、早急な対応が要求される場合に、台風の襲来前あるいは直後に災害の予測を行うことの

社会的要求はますます高まっており、迅速に被害の実体を把握できる方法があれば非常に有用である。

本報では台風9807号による建物の強風被害調査を行い、建物の被害分布、近畿圏の主な歴史的建造物の被害の概要を明らかにした。さらに、建物強風被害の把握に対する航空写真の有効性と問題点について検討を行う。

2. 全国の建物被害の概要

各都道府県の消防防災関係の部署でまとめられた資料によると、この台風による建物被害は関東、中部、近畿、四国地方の16府県に及び、全壊87棟、半壊1,115棟、一部損壊49,285棟に達した。なかでもFig.1に示すように台風の進路中心の東側に位置した奈良県で被害が大きく、全壊、半壊、一部損壊率を合わせた建物被害率は6.77%に達した。ここで、全壊は住宅の損壊した部分の床面積がその住宅の延べ床面積の70%以上に達したもの。または、住宅の主要構造物の被害額がその住家の時価の50%以上に達したもの。半壊は住宅の損壊した部分の床面積がその住宅の延べ床面積の20%以上70%未満のもの。または、住宅の主要構造物の被害額がその住家の時価の50%以下のもの。一部損壊は半壊にいたらない程度の被害があったもの、としているが、上述の調査結果は

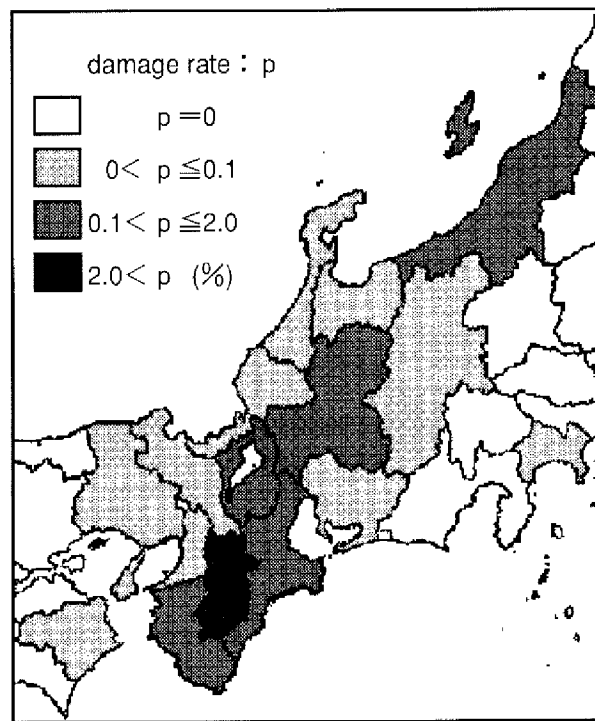


Fig. 1 Distribution of damage rate

Table 1 List of historical buildings' damages

■ 奈良県	
奈良市	春日大社・本殿東回廊、本殿中門西御廊 重文 倒木により破損
奈良市	平城京・左京三条二坊宮跡庭園
橿原市	民家 重文 漆喰壁剥落, 8 軒中 7 軒の瓦飛ぶ
橿原市	橿原神宮・旧織田屋形 重文 屋根の一部が破損
桜井市	談山神社・拝殿 重文 軒先破損
五條市	栄山寺・石灯ろう 重文 倒壊
斑鳩町	法隆寺・西院回廊、三経院 国宝 屋根が破損
川西町	富貴寺・本堂 重文 軒先倒木により破損
室生村	室生寺・五重塔 国宝 屋根の一部が倒木により破損
■ 京都府京都市	
伏見区	御香宮・烏居 傾く
東山区	知恩院・書院小方丈(こほうじょう) 重文 松皮葺き屋根に穴あく
東山区	京都国立博物館・本館 重文 屋根の銅板がはがれる
下京区	西本願寺・飛雲閣 国宝 雨戸が飛ぶ
北区	端峰院・本堂 国宝 雨戸・屋根が飛ぶ
■ 和歌山県	
吉野町	金峯山寺(きんぶせんじ)・蔵王堂 国宝 屋根の一部がめくれる
吉野町	金峯山寺・奥乃院御供所 屋根の一部が倒木により破損
■ 滋賀県	
大津市	比叡山延暦寺・釈迦堂(転法輪転堂) 重文 屋根が倒木により破損
大津市	比叡山延暦寺・相輪塔 倒壊
彦根市	彦根城内玄宮楽々園 国の名勝 玄宮園の土堀が倒れる

* 新聞記事をもとに歴史的建造物の主な被害をまとめた



Photo 1 Roof damage by huge tree collapsing from the root (Syakadou at Hieizan Enryakuji-Temple)



Fig. 2 Map of Nara Basin



Photo 2 Collapse of huge trees from the root and breaks of slender trees at the middle part

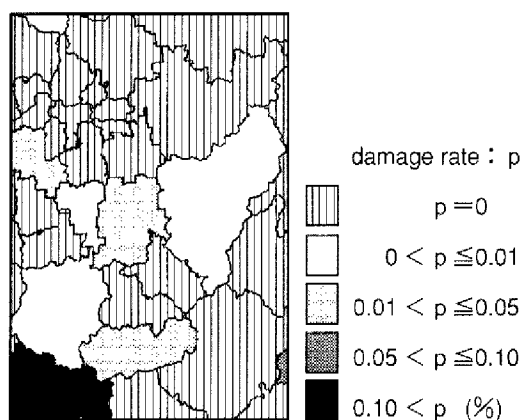
住民からの申告をそのまま用いるなど、実際の被害の判定は専門の担当者が行っているわけではなく、また、集計方法も各市町村でまちまちであり、調査結果にも多少のばらつきがある。

一方、今回の台風による強風被害は、室生寺の五重塔や比叡山延暦寺の釈迦堂（Photo 1）等、歴史的建造物の被害が多かったのも特徴であり、近畿圏の主な歴史的建造物の被害をまとめると Table 1 のようになる。歴史的建造物の被害に関しては瓦や銅板等の屋根葺材や軒、雨戸等、部材の破損を除くと、Photo 1 に示すように建物近くの倒木による被害が目立った。とくに歴史的建造物の周囲には古木が多く、杉や檜の巨木が倒れることによる被害がほとんどで

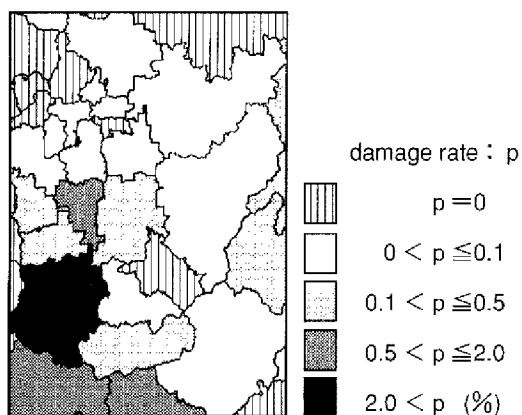
あった。倒木の場合、Photo 2 に示すように幹の細い樹木では曲がったり、途中から折れる場合が多いのに比べ、背が高く幹の太い樹木の場合、風によって根元にかかる転倒モーメントに根および周りの地盤が耐えられなくなって、幹が折れるよりも先に根元から倒れる場合が多いようであった。

3. 奈良県における建物被害の概要

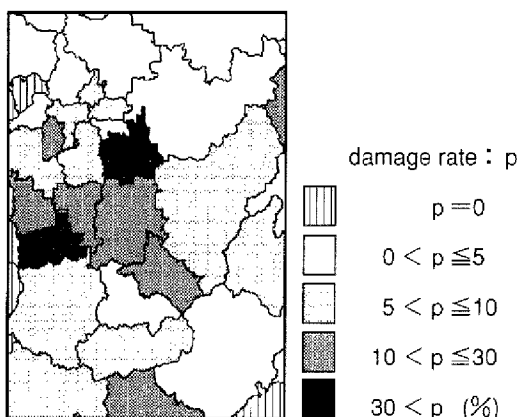
建物被害率が大きかった奈良県における被害の概要を、奈良県消防防災課の資料等によりまとめると、人的被害は死者2名、重傷者9名、軽傷者90名で行方不明はなかった。また、建物被害は全壊59世帯、



a, Distribution of the rate of completely destroyed houses



b, Distribution of the rate of partially destroyed houses



c, Distribution of the rate of damaged houses

Fig. 3 Distribution of damage rate

半壊 851 世帯，一部損壊 32,755 世帯で，全世帯数 503,821 世帯に対する被害の割合を被害世帯数／全世帯数として計算すると，全壊，半壊，一部損壊率はそれぞれ 0.01，0.17，6.50（％）であった。全壊率，半壊率，一部損壊率および，これらを合わせた建物被害率の分布を，Fig.2 に示す奈良盆地についてみると，Fig.3 のように金剛山地の東側，五條市から斑鳩，王寺町に至る奈良盆地の西南部に被害率の高い場所

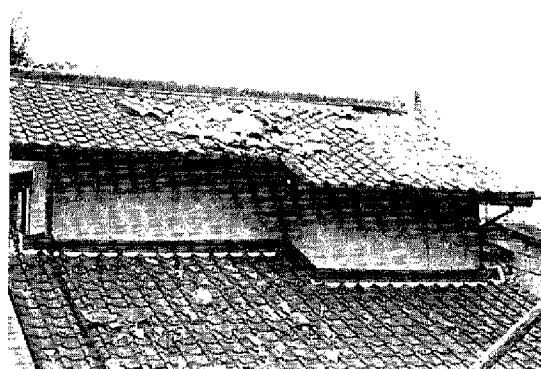


Photo 3 Strong wind damage to roof tiles on the eaves heading to north

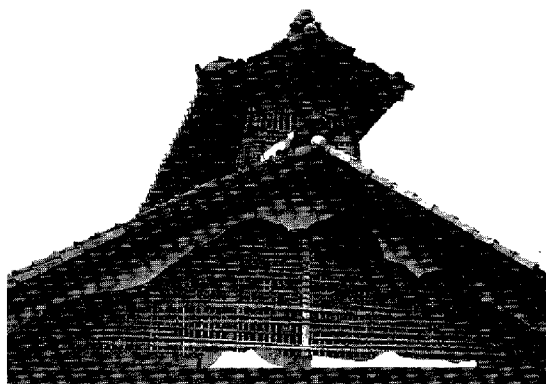


Photo 4 Strong wind damage to the gable heading to west

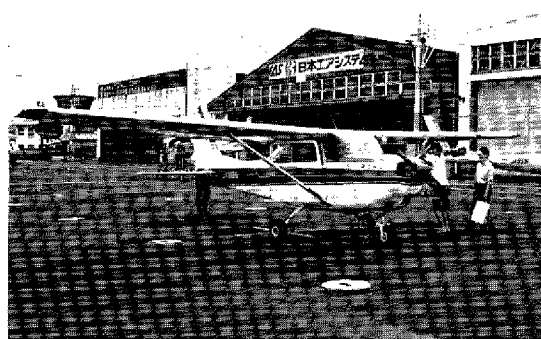


Photo 5 Aircraft for observation

が分布しており，全壊率では五條市が，半壊率では御所市が，全壊率，半壊率，一部損壊率を合わせた建物被害率では，新庄町や田原本町の被害率が高かった。被害を受けた建物のうち，屋根瓦の飛散は，Photo 3 に示すように南から西側の軒やけらばに被害が多く見られた。また，Photo 4 に示すように古い民家の西に面した切り妻面の剥落も見られ，奈良盆地内で最大風速が見られた風向に一致していた。

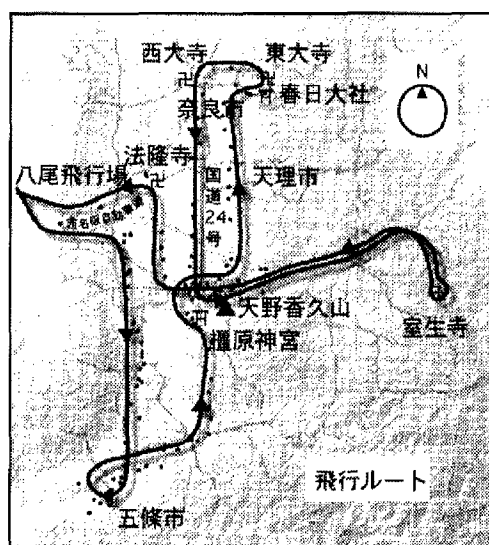


Fig. 4 Flight pass and points of photo observation ;



Photo 6 An example of obtained picture

4. 航空機による調査

被害調査に用いた航空機からの映像は、台風の通過から7日後の9月29日午後、奈良盆地の上空およそ300 mを、Photo 5に示す軽飛行機を使って、Fig. 4に示すの矢印のコースに沿って飛行し、ビデオカメラおよびカメラにより撮影したものである。写真はおおよそ1～2 kmおきに、図中の黒丸で示す地点を中心にして撮影され、Photo 6のように撮影された建物一軒一軒が判別できるものを今回の解析に用いた。台風によって被害を受けた建物は、全壊するなど被害が壊滅的なものでなければ、通常は損壊した部分（主に屋根が多い）を保護するための青色や橙色のシートで覆われている。したがって、得られた映像から建物の数を数え、そのうちシートで覆われている建物は被害を受けていると判断し、建物の被害状況を調べた。その際、上空からは住家と非住家の違いは判りづらいので両者は区別しなかった。

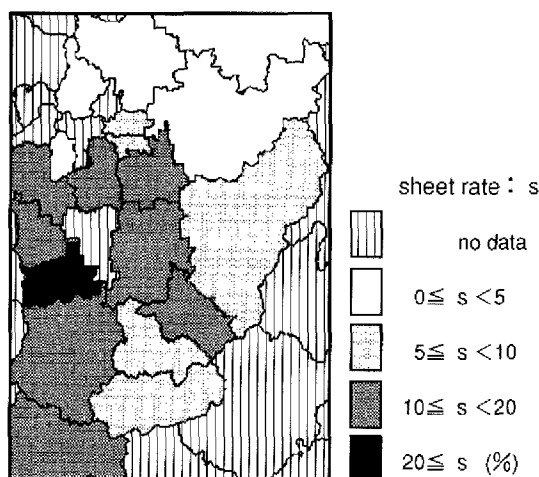
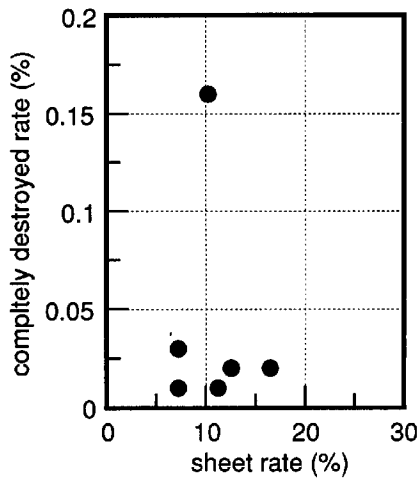


Fig. 5 Distribution of sheet rate

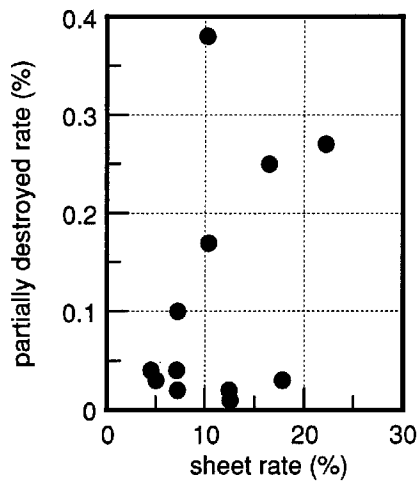
このような数え方を行うと、被害を受けた建物数を数えることになり、前述の被害報告として提出されている被害世帯数とは異なっている。消防防災課の資料によると、被害を受けた住家の戸数と世帯数および全体の世帯数は示されているが、全戸数がわかっていないため、全壊率、半壊率、一部破損率等、建物の被害率を求める場合には、全世帯数に対する割合しか求めることができない。一方、航空機の映像を用いて求めた建物の被害率は、写真に写っている全建物数に対する割合として求めているので、その比較には注意を要する。この点については後で考察する。

5. 結果と考察

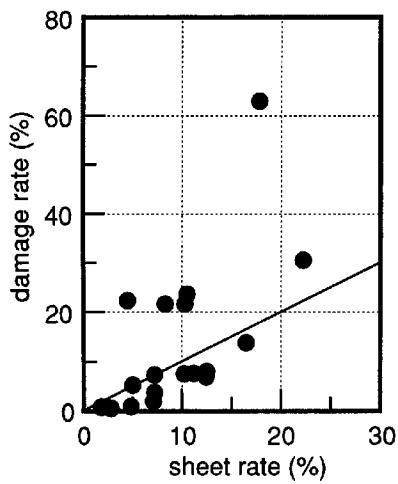
上述のようにして求めたシートで覆われた建物数の全建物数に対する割合（以下シート率と呼ぶ）をFig. 2に示す奈良盆地内の各市町村別に求めた。シート率はFig. 5のように、新庄町を中心とした領域に割合の高い場所が分布し、そこから遠ざかるにつれて比較的滑らかに減少しており、Fig. 3cで示した建物被害率と良い対応を示している。そこで、建物被害とシート率の関係を見ると、シート率と全壊率、半壊率との間には、Fig. 6 a,bに示すように、明らかな相関を見いだすことは難しい。これは全・半壊のように、破損した部分の割合が大きい場合には、取り壊したり修復しないで放棄することがあるため、シートをかけないまま放置される場合があるので、シート率としては数えられないためと考えられる。一方、シート率と全壊率、半壊率、一部破損率の合計である建物被害率との間には正の相関がありそうであるが、少しばらつきがある。これを、Fig. 7に示すように、市部と町村部のデータに分けて示して



a, Relation between the sheet rate and the rate of completely destroyed houses



b, Relation between the sheet rate and the rate of partially destroyed houses



c, Relation between the sheet rate and the rate of damaged houses

Fig. 6 Relation between sheet rate and damage rate

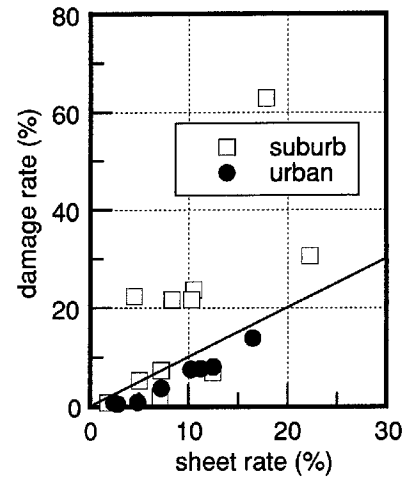


Fig. 7 Relation between sheet rate and damage rate separated by the urban area and the suburb area

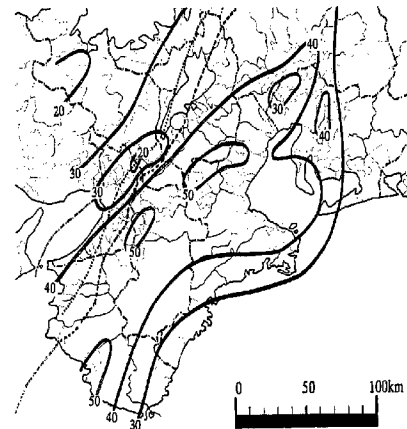


Fig. 8 Distribution of maximum instantaneous wind speed

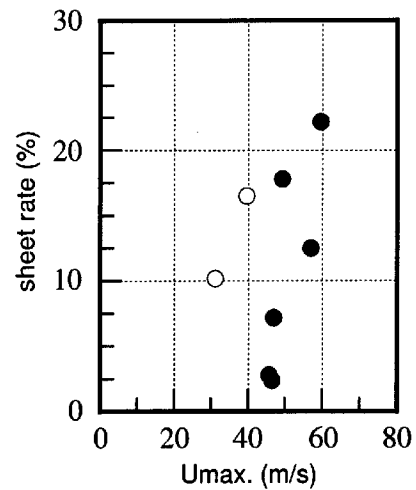


Fig. 9 Relation between sheet rate and maximum instantaneous wind speed

みると、市部のデータにははっきりとした相関が見られ、町村部における結果は、シート率よりも建物被害率のほうが大きくなる傾向が現れる。これは以下のような理由によるものと考えられる。すなわち、全壊率、半壊率、建物被害率が世帯数を分母として求められているのに対し、シート率は建物の全件数を分母として求めているため、1：相対的に建物の疎らな町村部では、一世帯あたりの建物数が多くなること、2：建物の密度が高い市街地部では、マンション等、建物一件あたりに複数の世帯が住んでいる、等の理由により、シート率の方が小さくなると考えられる。

さらに、シート率の分布はFig. 8に示す消防署や気象台の観測データから求めた最大瞬間風速の高い領域とも良く対応しており、その関係を求めると、Fig. 9のように、最大瞬間風速が約30m/sを越えるとシート率でみた建物の被害が出始め、風速とともにその割合は高くなっていくことがわかる。ただし、図中白丸の値は、一部測定データが欠けているため最大瞬間風速を正しく表していない可能性があり、実際の最大瞬間風速はもう少し大きかった可能性がある。

6. まとめ

台風9807号による建物の強風被害調査を行い、建物の被害分布、近畿圏の主な歴史的建造物の被害の概要を明らかにした。さらに、奈良盆地における

市町村別の建物強風被害を例にとり、建物強風被害の把握に対する航空写真の有効性と問題点について検討を行った。その結果、航空機からの映像より求めたシート率と、建物の被害データから求めた建物被害率との間には良い相関があり、建物強風被害の把握に有効であることがわかった。ただし、建物密度の異なる市街地と町村部では母集団の評価が異なるため、シート率と建物被害率との間には異なる傾向が現れ、一般に家屋が疎らに分布する町村部における建物被害率は、シート率よりも大きくなる傾向があった。この関係に関しては、さらに同種のデータを集めて、その関係を明らかにすることが今後の課題である。

謝 辞

本論文中のデータの整理・集計にあたり、高山克己氏（当時学部学生）の協力を得た。本研究の一部は平成10年度文部省科学研究費・基盤研究（C）（代表・松本勝京都大学教授）の補助を受けて行われた。また、種々の資料を提供していただいた関係各機関の方々に謝意を表する。

参考文献

光田寧他（1992）：1991年台風19号による強風災害の研究，平成3年度文部省科学研究費（総合研究（A）03306022）突発災害調査研究成果報告書。

Strong Wind Damages by Typhoon 9807 Part 2: Building and house damage in Nara Basin

Takashi MARUYAMA, Junji KATSURA, Taiichi HAYASHI and Yasuo OKUDA

Synopsis

Strong wind damages to buildings and houses by Typhoon 9807 were investigated. The damage rate was obtained from public reports and field investigation. The rate of buildings and houses covered with the sheet shielding from the rain, here we call "sheet rate", was counted by the aerial photos. These two damage rates have a good correlation in the urban area in Nara Basin.

Keywords: Typhoon 9807; strong wind damage; building and house damage; damage rate; aerial photo