

2. 台風により発生する被害の変遷

林 泰 一*

1. はじめに

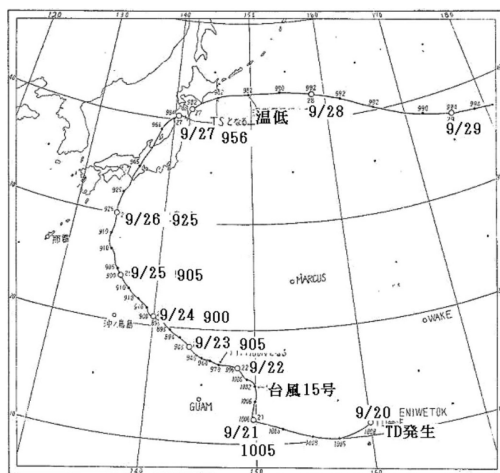
台風が日本に接近、上陸すると、それに伴う強風、豪雨、高潮、高波、土砂崩れなどによって大きな被害が発生する。死者・行方不明者などの人的被害、強風による家屋の破壊、豪雨による洪水、洪水や高潮による浸水の直接被害、また、配電柱の倒壊や電線の切断による停電、交通機関の不通などの2次的被害も、台風の襲来時には多く発生する。さらに、農作物の被害、山林の被害など多岐にわたる被害が発生する。

ここでは、戦後最大の被害をもたらした伊勢湾台風の被害について概観し、この台風以降の台風被害の変遷について報告する。主たる資料は、伊勢湾台風については、詳細な気象庁技術報告第7号「伊勢湾台風調査報告」(気象庁 1961)、他の台風については、京都大学防災研究所がこれまでに科学研究費補助金の突発災害調査として実施した被害調査の調査報告などである。

2. 伊勢湾台風(台風5915号)の被害の概要

1959年9月26日に紀伊半島の潮岬の西に上陸した台

風5915号は、紀伊半島の東部を縦断して、岐阜県、長野県、富山県を通過した後日本海に出て、再び秋田県と青森県の県境付近に上陸し、東進して太平洋に出た(第1図)。上陸時の中心気圧は929.2 hPaであった。この台風によって発生した被害は、九州を除いてほぼ全国に及んでいる。主な被害は第1表に示す通りで、死者約4,700名、行方不明者401名、家屋の全壊36,138



第1図 伊勢湾台風(台風5915)の経路(気象庁1961)。

* 京都大学防災研究所。

© 2008 日本気象学会

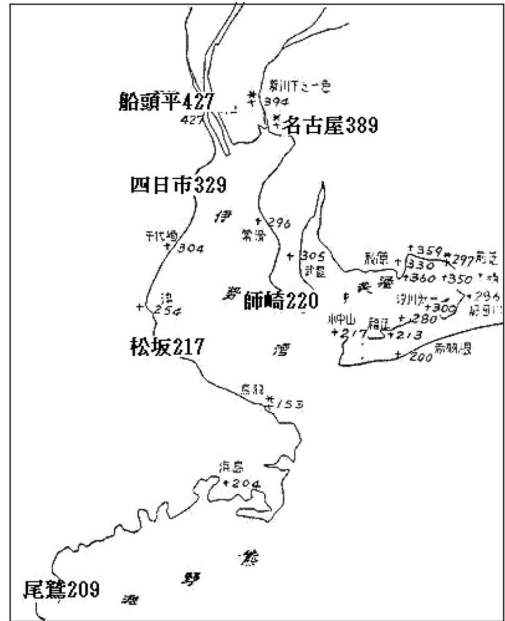
棟、被災世帯数337,152世帯、被災者概数1,532,854名の大災害であった。都道府県別の死者数と全壊家屋数を第2図に示す。死者数は愛知県で3,101人、三重県で1,211人と両県で総死者数の91%を占める。第1表には、この被害とこの台風の前10年間の風水害の平均被害を比較したのも載せている。年平均の死者数が約1,000人であることは、現在から考えると、驚くべき大きさであるが、その5倍の死者が1つの台風で発生したことは、当時においても大変重要な問題であった。

全壊家屋の定義は、「家屋住家が滅失したもので、具体的には、住家の損壊焼失もしくは流失した部分の床面積がその住家の延べ面積の70%以上に達した程度のもの、または、住家の主要構造部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」(石崎ほか1961)である。以下の「全壊率」は、対象とする地域での全壊家屋数の総家屋数に対する割合である。総家屋数は求めるのが難しく、そのときには総戸数で代用する。「被害率」は家屋に何らかの被害があり、一部損壊以上として認定された家屋数の総家屋数に対する割合である。

これらの大きな被害の原因としては、伊勢湾で発生した高潮と強風が挙げられる。この高潮被害は空前のものであった。伊勢湾沿岸各地の最高潮位は湾口では2mくらいであるが、湾奥では4m以上に達している(第3図)。そのときの浸水状況は第4図に示す通り

で、この高潮の規模が大きかったため、浸水面積も大きくなった。

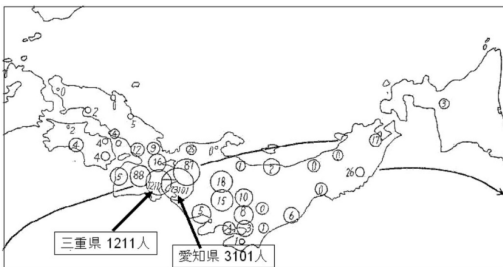
台風に伴う強風は、伊良湖測候所で 55.3 ms^{-1} 、名古屋航空測候所で 60 ms^{-1} 以上の最大瞬間風速を記録した。この強風で発生した岐阜県での家屋の全壊率を第5図に示す。南部では全壊率が5%を超える地域があり、全体的に県の南東部で全壊率が大きい。これは台風の経路の東側の強風域と合致している。



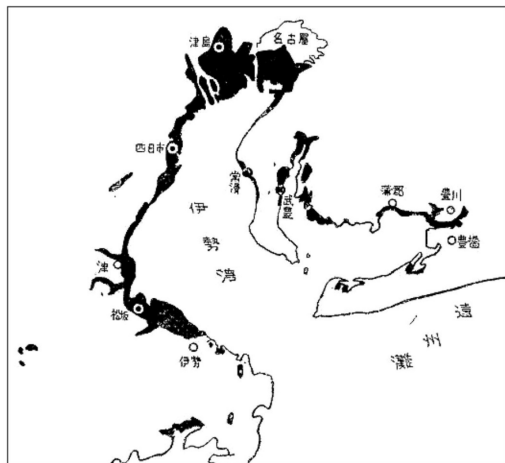
第3図 伊勢湾台風による伊勢湾沿岸の最高潮位 (cm)。気象庁 (1961) より。

第1表 伊勢湾台風の被害と前10年平均との比較 (気象庁 1961)。

| 被害 | 死者 | 負傷者 | 行方不明 | 全壊家屋 |
|-------|-------|--------|------|--------|
| 伊勢湾 | 4,700 | 38,917 | 401 | 36,138 |
| 10年平均 | 928 | 4,410 | 663 | 8,864 |
| 比 | 5.06 | 8.82 | 0.61 | 4.08 |



第2図 伊勢湾台風による都道府県別死者数 (数字) と全壊家屋数 (円の大きさ)。気象庁 (1961) より。



第4図 伊勢湾台風による伊勢湾沿岸の浸水状況 (黒色の部分)。気象庁 (1961) による。

第6図には、石崎ほか(1961)の報告に基づく伊勢湾台風の時に発生した家屋の全壊率と最大瞬間風速の関係が示されている。家屋の全壊率は市郡別に求め、最大瞬間風速は気象官署の他、被害が発生した地域の消防署、地方自治体、学校などの風向風速資料を利用した。家屋の全壊は最大瞬間風速が20~40 ms^{-1} でも発生するが、その全壊率は比較的小さくばらつく。これは家屋の強度、地形などに影響されると考えられる。風速が40 ms^{-1} を超えると、家屋の全壊率は急激に(対数的に)増加し、風速が60 ms^{-1} で全壊率は8%程度になる。この図には、伊勢湾台風だけでなく、第2宮古島台風(台風6618号:石崎ほか 1968)、第3宮古島台風(台風6816号:石崎ほか 1970)、台風7513号の時の八丈島(石崎ほか 1976)、台風7705号の石垣島(石崎・吉川 1978)での資料も併せて図示した。第2宮古島台風のときには、伊勢湾台風よりも強風の記録が得られているが、そのときの全壊率は伊勢湾台風の時の延長上にある。

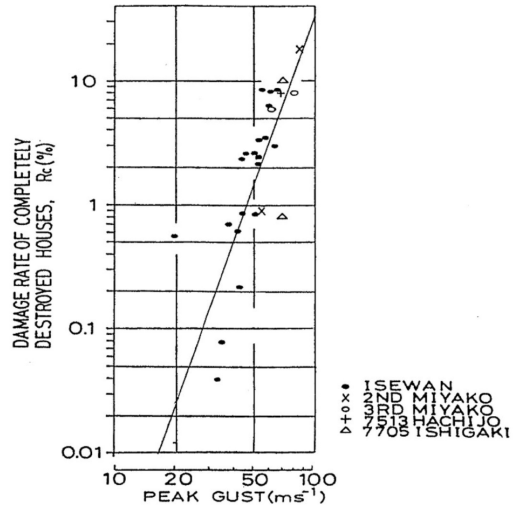
伊勢湾台風によって作物にも大きな被害が発生し、水稻の被害は九州の一部を除く全国の都道府県に及んだ(第7図)。第8図には水稻の被害率と最大風速の関係を示す。愛知県では40%を超え、三重県と岐阜県では20%程度であった。水稻の被害率は、対象とする地域で水稻被害が発生した作付面積の総水稻作付面積

に対する割合である。

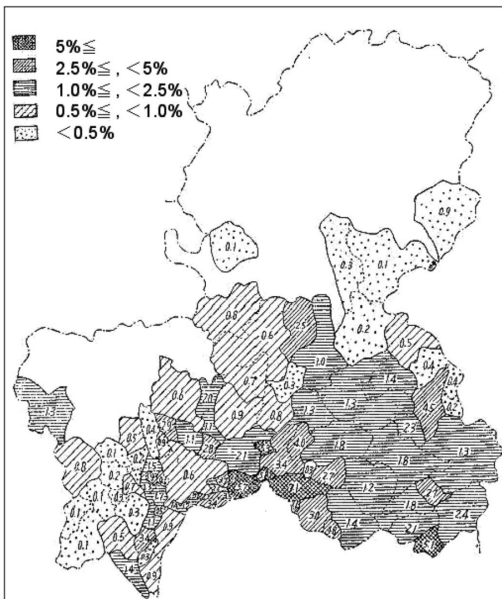
その他、道路、電力、通信などに大きな被害が発生した。

3. 台風9119号の被害

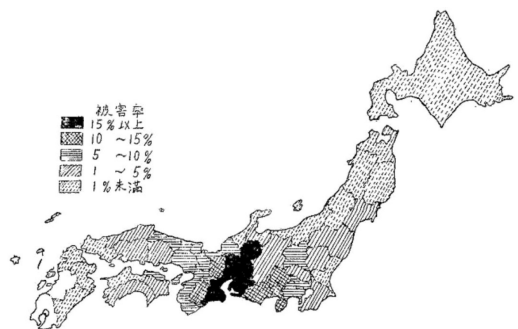
台風9119号は1991年9月27日16時過ぎに長崎県佐世保市の南に上陸した。上陸時の中心気圧は940 hPaであった。台風の経路を第9図に示す。この台風は典型的な台風で、多くの気象官署で最大風速、最大瞬間風速のそれまでの記録を更新した(最大風速12官署、最大瞬間風速38官署)。



第6図 台風時の最大瞬間風速 (ms^{-1} ; 横軸) と家屋の全壊率 (%; 縦軸) との関係。●は伊勢湾台風(石崎ほか 1961)、×は第2宮古島台風(石崎ほか 1968)、○は第3宮古島台風(石崎ほか 1970)、+は台風7513号(石崎ほか 1976)、△は台風7705号(石崎・吉川 1978)の資料に基づく。詳細は本文参照。



第5図 伊勢湾台風による岐阜県内の市町村別の家屋の全壊率の分布(気象庁 1961)。



第7図 伊勢湾台風による水稻の被害率の都道府県別分布(気象庁 1961)。

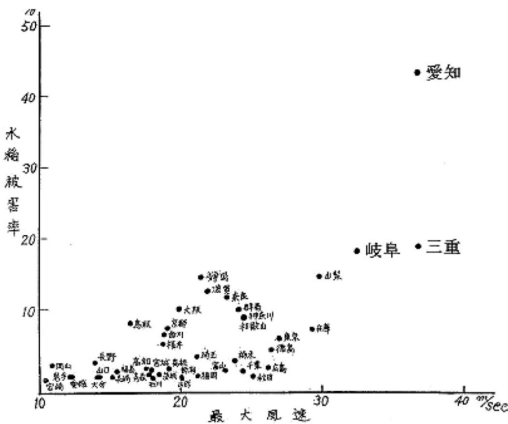
この台風による人的被害は死者61名，重傷362名，軽傷2,083名，また住家の被害は全壊1,056棟，半壊13,482棟，一部損壊665,616棟に及んだ。全国の被害率は1.62%で，平均すると60軒に1軒は何らかの被害を受けたことになる。

全壊率と被害率の都道府県別の分布を第10図に示す。被害は群馬県，千葉県，静岡県を除いた44都道府県に及ぶが，東北，北陸，山陰，九州地方で多く発生している。全壊率は東北地方の北西部および北九州で大きい。これは，台風が上陸後，北九州から日本海を北東に進み，北海道に再上陸する進路を取ったため，

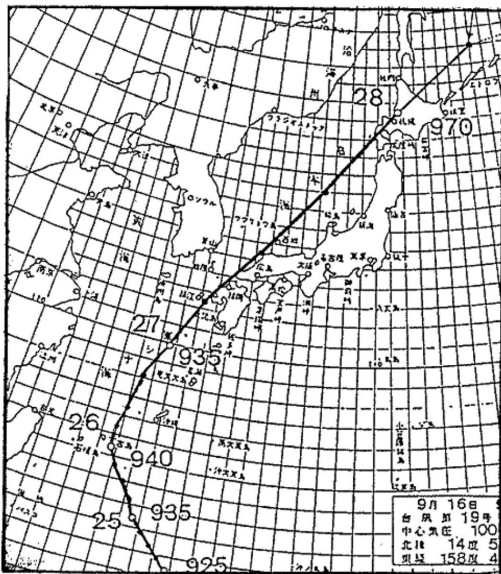
台風の進行方向の右側に位置していた北九州と本州の日本海側での被害が大きかったためである。

被害が大きかった九州地方について，市郡別に全壊率，被害率を示したのが第11図である。全壊率が0.02%を超えるのは福岡県で18か所，佐賀県と長崎県で各3か所，熊本県で9か所，大分県で8か所である。全壊率が大きいのは，長崎県の西彼杵半島から島原半島，福岡県南部，熊本県北部，大分県北西部を通して，周防灘にわたる，南西から北東にその距離約200 km，幅約50 kmの帯状の地域である。この場所は台風の中心の進路上ではなく，進行方向の右側50ないし100 km離れた区域に相当し，台風の目のすぐ外側で，風速が最も大きかったと考えられる。さらに，この台風の進行速度が時速55 kmとかなり速かったため，風速が加速された。市部と郡部を比較すると，市部に比べて郡部の方が，被害の割合が高い傾向がある。これは都市部の方が高い建物があるために，平均的に粗度が大きいことと，建物の構造の違いによるものであると考えられる。

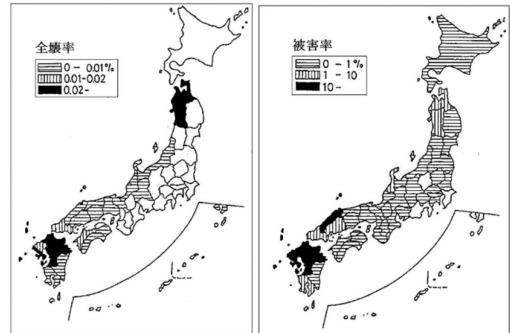
台風9119号について最大瞬間風速と市郡別の住家の



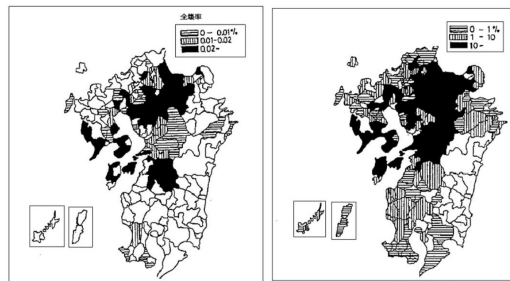
第8図 伊勢湾台風による最大風速と水稻の被害率との関係(気象庁 1961)。



第9図 台風9119号の経路。



第10図 台風9119号による家屋の全壊率と被害率の都道府県別分布(林・光田 1992)。



第11図 台風9119号による九州地方の家屋の全壊率と被害率の市郡別分布(林・光田 1992)。

全壊率の関係を示したものが第12図である。第6図に示された伊勢湾台風や1960～1970年代の4つの台風と比べると、全壊率が1桁程度小さくなっている。これは、以前に比べて、建築技術の進歩により、耐風設計が行き届くようになり、住家の構造が強風に対して強くなった結果であると考えられる。最大瞬間風速と全壊率の間の相関係数は0.22で、両者の間にはあまりはっきりした相関関係は見られず、伊勢湾台風の時のように風速増加に対して全壊率が急激に増加する様子は見られない。むしろ風速が40 ms⁻¹を超えると家屋の全壊が発生し始めることから、この風速が被害発生 の閾値と考えるのが妥当である。

4. 2004年の台風の被害

2004年には、年間最多の10個の台風が上陸し、各地で被害を発生させた。これらの台風による死者・行方不明者の合計は209名、重傷者423名、軽傷者は約2,100名に達した。この死者数は、この年に発生した中越地震における死者(40名)の5倍以上である。住家の全壊は1,175棟、半壊8,806棟、一部損壊66,247棟であった。この年の台風0418号は台風9119号と経路や勢力がよく似た台風であり、その両者の被害の比較を行ったのが第2表である(河井 2005)。

人的被害については、これらの2つの台風でそれほ

第2表 台風9119号と台風0418号の被害の比較(河井 2005)。

| 台風 | 人的被害 | | 住家の被害 | | |
|------|------|-------|-------|--------|---------|
| | 死者 | 負傷者 | 全壊 | 半壊 | 一部損壊 |
| 9119 | 61 | 2,593 | 1,055 | 13,482 | 665,615 |
| 0418 | 45 | 1,301 | 109 | 848 | 42,183 |

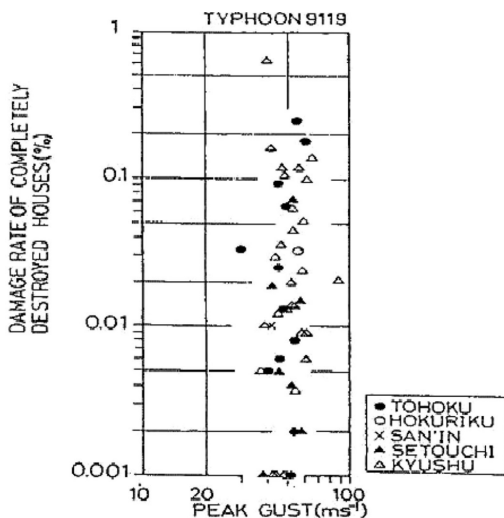
ど大きな差がないのに対し、住家の被害には大きな差があることが注目に値する。住家の全壊、半壊、一部損壊のすべての被害について、台風0418号による被害は台風9119号による被害に比べて、1桁以上少なくなっている。このように被害が少なくなった原因として、台風9119号のような日本海を北上する台風によって、日本海側の地域でもしばしば被害を受けたため、強風などに対して弱い建物が撤去、建て直し、補強されることによって、全体としての住家の耐風強度が増したためであると推定される。

2004年の台風による被害の特徴としては、大スパン建築物の被害が目立った(西村 2006)。台風0406号の際には、滋賀県近江八幡市のホテルの屋根が飛散し、兵庫県の大型放射光施設SPring-8の断熱二重折板屋根が剝離した。台風0418号の際には、山口県の山口情報芸術センターの屋根の半分が剝離脱落した。台風0406号、0410号、0423号で、東かがわ市の大川体育館の3/4の屋根ふき材が剝離した。台風0418号では長崎西高校の体育館で被害が発生した。公立学校の体育館は周辺住民の緊急避難場所になっているものが多いが、避難場所として十分な強度をもつように設計されているとは言い難い場合もある。

広島県の厳島神社では、台風9119号、台風9918号に引き続いて、台風0418号によって被害を受けた(丸山ほか 2005)。このような歴史的建造物は台風のような自然災害に対して、十分な強度が確保されていない場合がある。また、周囲の長樹齢の樹木の倒壊の影響を受ける場合もあり、将来、何らかの対策が必要である。

5. まとめ

伊勢湾台風以来、台風の被害に対しては、数多くの対策が講じられ、人的被害、住家の被害は大きく減少した。しかしながら、空気膜構造等の新たな構造物は建築の歴史が浅く、さらなる耐風設計が必要であろう。また、体育館などの公共の建物にも被害が頻発しているが、これらの建物は災害時の避難場所として想定されているので、しっかりした対応が望まれる。災



第12図 台風9119号による最大瞬間風速(ms⁻¹;横軸)と家屋の全壊率(%;縦軸)との関係。●は東北地方、○は北陸地方、×は山陰地方、▲は瀬戸内地方、△は九州地方のデータに基づく。

害を対象とした学会である日本自然災害学会や日本風工学会などに属する工学研究者との連携を進めることによって、台風の被害軽減を目指していきたいと考えている。

参 考 文 献

- 林 泰一, 光田 寧, 1992: 台風9119号の強風による被害について. 第12回風工学シンポジウム論文集, 91-94.
- 石崎澁雄, 川村純夫, 許 昌九, 1961: 伊勢湾台風による建築物の風害分布について. 京都大学防災研究所年報第4号, 95-104.
- 石崎澁雄, 桂 順治, 室田達郎, 1968: 第2 宮古島台風による建築物の被害について. 京都大学防災研究所年報第11号 A, 517-534.
- 石崎澁雄, 山元龍三郎, 光田 寧, 室田達郎, 1970: 第3 宮古島台風による家屋の風災害について. 京都大学防災研究所年報第13号 A, 449-461.
- 石崎澁雄, 桂 順治, 吉川祐三, 河井宏允, 1976: 台風7513号による八丈島の建造物の被害について. 京都大学防災研究所年報第19号 B-1, 279-292.
- 石崎澁雄, 吉川祐三, 1978: 台風7705号による被害について. 京都大学防災研究所年報第21号 B-1, 349-362.
- 河井宏允, 2005: 平成16年の強風災害の特徴と教訓. 京都大学防災研究所年報第48号 A, 131-139.
- 気象庁, 1961: 伊勢湾台風調査報告. 気象庁技術報告, (7), 899pp.
- 丸山 敬, 河井宏允, 益田健吾, 田村幸雄, 松井正宏, 2005: 台風0418号による巖島神社周辺の強風被害について. 京都大学防災研究所年報第48号 B, 587-594.
- 西村宏昭, 2006: 2004年の強風災害の被害状況. 日本風工学会誌, 31, 99-108.