

台風 9918 号の気象特性に関する解析

田中健路*・滝川 清**・山田文彦***・外村隆臣****

1. はじめに

1999 年 9 月 23 日深夜から 9 月 24 日早朝にかけて、台風 18 号 (通称 BART) が九州地方に上陸し、多大な被害を及ぼした。特に、熊本県においては、不知火海北東部沿岸域一帯で高潮が発生し、12 名もの犠牲者が出るなど、1991 年の台風 19 号 (以下 T 9119 と略す) を超える被害が生じた。

台風 9918 号は、九州上陸直前の推定暴風半径が約 190 km (1999 年 9 月 24 日 4 時時点・気象庁発表) であり、水平規模としては、T 9119 の 3 分の 2 以下程度であった。だが、熊本県牛深測候所において、最大瞬間風速 66.2 m/s (9 月 24 日午前 3 時 17 分) を観測するなど、九州各地で観測史上最大の強風を観測した。

著者らは、台風襲来直後より被害調査を実施し、熊本県内の各市町村より、被災報告資料・気象観測資料などを収集してきた。これらの入手した資料を基に、九州上陸前後の台風の気象特性、及び、被災状況との関連性について解析を行った。

2. 最大瞬間風速の分布

図一に九州各地の測候所で観測された、最大瞬間風速を示す。図一中の下線斜体で表わす数値は、最大瞬間風速の値、白地で囲んだ数値 (たとえば、2.51) は突風率を表わしている。ここで表わす突風率 U_{10} とは、10 分平均の最大風速 G に対する、最大瞬間風速 U_{inst} の比

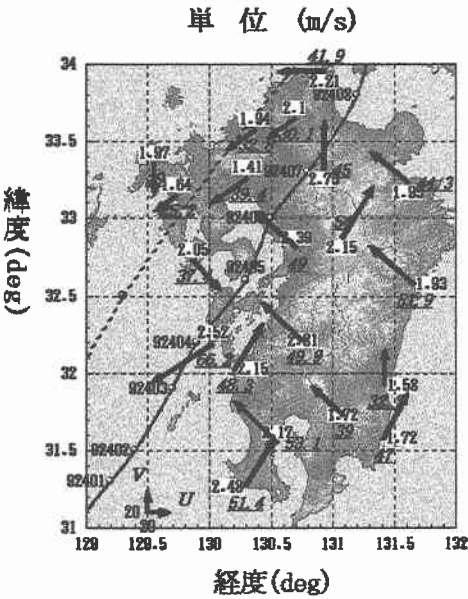
$$G = U_{inst} / U_{10} \dots\dots\dots (1)$$

を表わす。台風における突風率は、1.5 前後が典型的な値とされている。だが、今回の台風 9918 号では、特に台風の南東側で 2.0 を超える非常に高い突風率を観測していることが図一から明らかである。

熊本県の天草・芦北地方を中心とした各市町村役場、並びに消防署より入手した気象観測資料に基づいて、熊本県内の最大瞬間風速をプロットした。その結果を図一に示す。この図によれば、不知火海沿岸域の 3 ヶ所で風

速 65 m/s 以上の猛烈な風を観測している。この 3 ヶ所を図一の通りに点線で結ぶと、不知火海を南西から北東へとほぼ一直線上に並び、北東方向に延伸した先には、高潮災害が非常に深刻だった不知火町や小川町などの干潟域に達することが分かる。以上のことから、台風の中でも 60 m/s を超える最大瞬間風速の領域が、不知火海の中を最長距離方向に移動したことによって、台風自身のもたらしうる、ほぼ最大の吹き寄せ効果が生じたと考えられる。

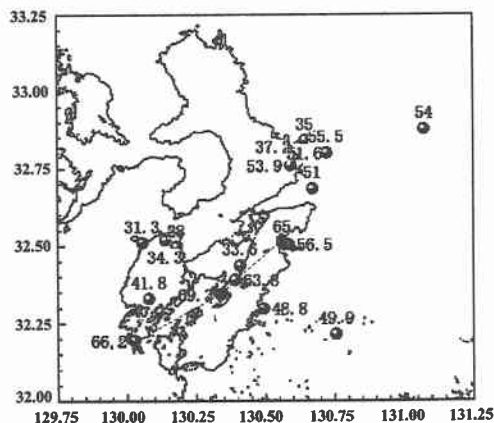
なお、今回の台風で最も強い風を観測したのは、鹿児島県の甑島列島の鹿島村役場である。そのときの自記記録を図一に示す。図一の矢印を付した (A) の時間帯は風速計のレンジを 0-90 m/s に、それ以外は 0-30 m/s として設定してある。また、図では左向きに時間経過を取っていることに注意されたい。台風の眼は 2 時 40 分ごろから 3 時 30 分過ぎの間に通過したとされる。そして、吹き返しによって、午前 3 時 42 分に最大瞬間風速 83.9



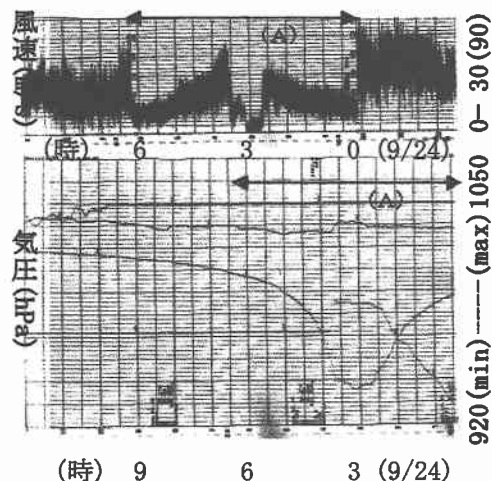
図一 九州各地の測候所で観測された、台風 9918 号通過時の最大瞬間風速

* 正会員 理 修 熊本大学助手 工学部環境システム工学科
** 正会員 工 博 熊本大学教授 工学部環境システム工学科
*** 正会員 博(工) 熊本大学助手 工学部環境システム工学科
**** 正会員 熊本大学技官 工学部環境システム工学科

単位 (m/s)



図一2 熊本県不知火海周辺域で観測された、台風9918号通過時の最大瞬間風速



図一3 鹿児島県鹿島村役場で観測された風速の自記記録(上)と気圧の自記記録(下)

m/sを観測したのである。また、台風の眼にあたる時間帯に1度30 m/sを超える突風が吹いているが、以降に述べるように今回の台風の内部構造によるものと考えられる。

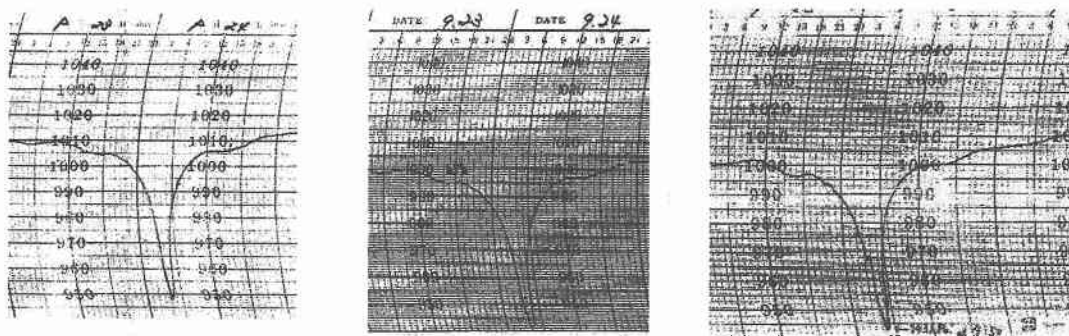
3. 台風9918号の気圧場

83.9 m/sという猛烈な突風を記録した鹿島村役場の気圧の自記記録を図一3の下図に示す。下図と上図の(A)は同じ時間帯に対応している。目盛は上限が1050 hPaに、下限が920 hPaに設定されているので、1目盛が2 hPaより少し大きくなることに注意を要する。最低気圧は午前3時5分に937.0 hPaを記録しているが、その前後で気圧の変化が非対称である様子が伺われる。台風の前面の気圧の変化率が、 -32 hPa/h 程度であるのに対し、台風の後面の気圧変化率は、 65 hPa/h に達する。台風の進行速度は、9月24日午前1時から午前4時まで約35 km/hとほぼ一定だったことから、気圧傾度は後面で約1.8 hPa/kmと非常に急峻だったことが分かる。また、中心付近の気圧の下がり方が2段階になっていることも容易に見て取れる。

台風の上陸地点付近の天草下島の新和町消防分署(北緯32度21分37秒、東経130度10分58秒)、河浦町役場(北緯32度19分49秒、東経130度04分51秒)、天草町消防分署(北緯32度22分30秒、東経130度00分00秒)の気圧観測記録を図一4に示す。河浦町の観測記録(図一4中央)では、比較的滑らかな気圧の時間変化を呈している。だが、新和町の記録(図一4左)では、鹿島村の記録とは対称的に、中心付近で気圧が上昇している様子が現われている。また、天草町の記録(図一4右)では、午前3時ごろにPressure Dipが観測されている。

4. 静止気象衛星(GMS-5)赤外画像データと気象レーダーの画像から見た台風9918号の中心付近の構造

前述のように、風速や気圧の自記記録から、台風の複



図一4 天草下島で観測された気圧の自記記録。左より新和町消防分署・河浦町役場・天草町消防分署の記録

雑な内部構造を示唆する挙動が観測されている。そこで、気象衛星画像と気象レーダーの画像を用いて、台風の中心付近の構造について言及する。

(1) 静止気象衛星 (GMS-5) 赤外画像データ

現在稼働中の静止気象衛星 (GMS-5) では、可視光線画像のほかに、3種類の波長帯 (IR-1: $10.5\text{--}11.5\mu\text{m}$, IR-2: $11.5\text{--}12.5\mu\text{m}$, 水蒸気: $8.5\text{--}9.5\mu\text{m}$) の赤外放射を観測しており、輝度温度情報を256階調で表わしている。これらの生データを0.1度メッシュの赤外輝度温度に変換したものを、京都大学防災研究所より入手した。ここでは、IR-1データを用いた結果について記述する。

図-5に九州上陸直前 (9月24日2時40分・日本時間) の日本周辺の衛星画像を示す。図中の白い領域は、

輝度温度の低い領域で雲が掛かっている領域にあたる。図-5において、台風9918号の眼がかなりはっきりと現われているが、良く見ると、円形ではなく楕円、もしくは多角形状になっているように見える。そこで、台風の中心付近の輝度温度を取り出したものを図-6に示す。図-6によれば、270 K以上の極大点が1つある他に、250 K前後の渦状の極大が2ヶ所確認される。これらが台風の眼の中を回転することによって、目の壁 (eyewall) が強化されたと考えられる。

(2) 気象レーダー

GMS赤外画像データで見えた、台風の中心の複数からなる渦構造について、さらに詳しく見るために、気象

GMS-IR1 (99' 9/23 17:00 GMT)

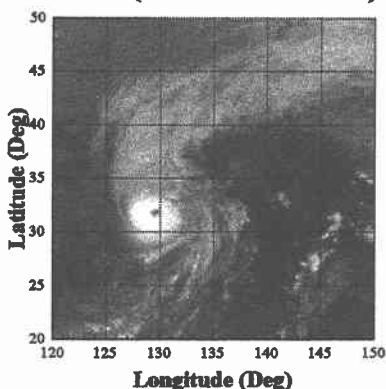


図-5 気象衛星GMS-5の赤外画像から見た台風9918号の全体像

GMS IR-1 1999-9-23 17:00 GMT

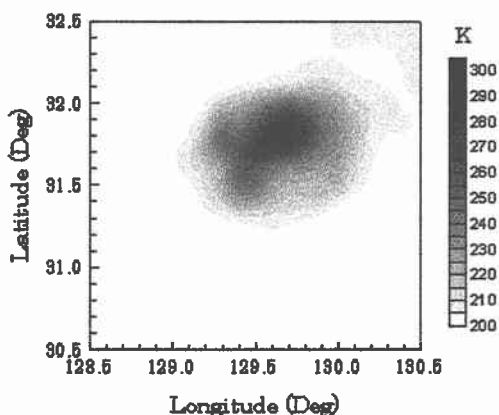
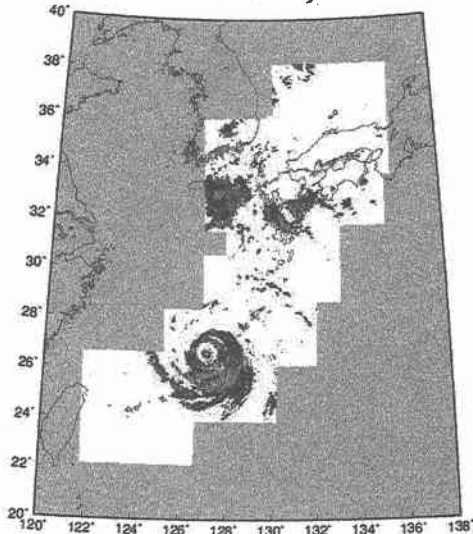


図-6 台風18号の中心付近の赤外輝度温度分布

1999/9/23/ 0:00 JST



1999/9/24/ 4:37 JST

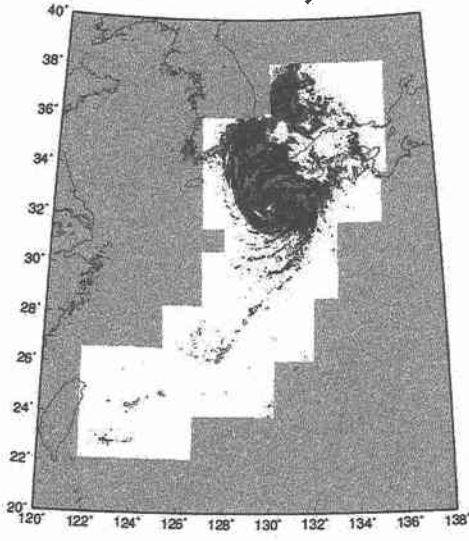


図-7 気象レーダーで捉えた台風9918号。左) 沖縄近海に停滞時、右) 天草上陸時

レーダーの合成画像を入手した。図-7に西日本7ヶ所(松江・広島・福岡・種子島・名瀬・沖縄・石垣島)の気象レーダーの合成画像を示す。ここで表わされているのは、エコー強度の合成画像であるため、降水量そのものではないことに注意が必要である。

まず、天草上陸時の状況(左側)から見て行くと、台風目の少し南西側に無色の領域が見える。この領域は徐々に眼に近づきつつ、反時計回りに回転している。このような、相対的に乾燥した空気塊が中心へと巻き込まれて行くことによって、気象衛星画像で観測されたような眼の中の渦状構造へと発達する可能性が指摘される。

時間を遡って、沖縄本島付近に停滞していた時の図(図-7左側)を見ると、眼がきれいな同心円状の2重眼になっている様子が見える。だが、このような形状の2重眼がどのようなプロセスで発達してきたのかは、鉛直構造について調べる必要があるが、今後の課題として残されている。

5. 台風9918号に伴う熊本県の被害分布

前章まで述べてきた、台風9918号の特性に伴って発生した熊本県における被害について、以下に定義する被災率 p_i を用いて考察を加える。

$$p_i = D_i / N_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 N はある地域における被災戸数、 N は対象地域の総世帯数を表わす。添え字の i は、全壊・半壊・一部損壊といて被災レベルを意味する。 p_i はその被災レベルに応じて、全壊率・半壊率・被害率と呼ぶ。また、全壊率と半壊率を足し合わせたものを全・半壊率として、本研究で扱うものとする。

熊本県内各市町村別の住家の全・半壊率分布を図-8に示す。この図によれば、0.1%以上の高い前・半壊率の領域が、台風の進路(図中の太線)の南東側20~30 kmに帯状に分布している様子が現われている。

より詳細な被害分布を把握するために、各市町村の地区別の前・半壊率分布を同様に作成した。ここでは、その1例として、熊本市の場合について紹介する。図-9に、熊本市の小学校校区別の全・半壊率の分布を示す。0.5%以上の高い全・半壊率が南部の有明海寄りの校区に集中している。その一方で、北部の沿岸域の校区では、ほとんど被害が報告されていない。

同じ沿岸域の校区で明暗の差が出たのは、地形の影響にあると考えられる。図-10に国土地理院数値地図を基にして作成した、熊本市内の標高分布と熊本市内で観測された最大瞬間風速の分布を示す。北西部の沿岸域には、金峰山を中心とした山地地形が有明海沿岸域までせり出しており、住家はその谷間に沿って集中している。一方、南部は熊本平野が広がっており、北部とは対照的である。

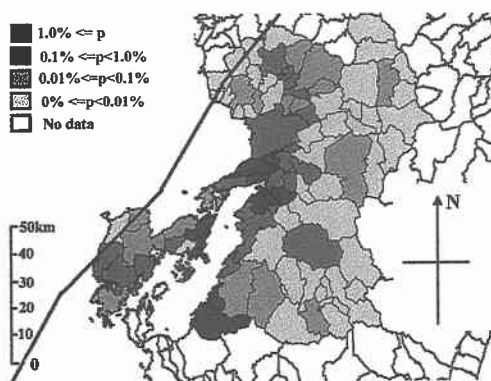


図-8 台風9918号に伴う、熊本県の市町村別全・半壊率分布

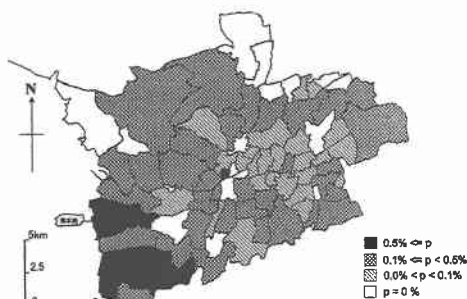


図-9 熊本市の校区別全・半壊率分布

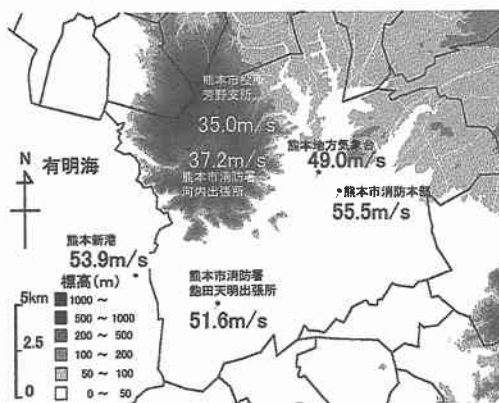


図-10 熊本市内で観測された最大瞬間風速(数値)と標高分布(国土地理院・数値地図より作成)

このような地形分布を反映して、市内の南半分の低地では最大瞬間風速が50 m/s以上に達しているものの、北東部の山地では最大瞬間風速は40 m/s以下である。このように、局所的な地形分布の影響が最大瞬間風速場に影響を与え、その結果被害分布に反映される形となったことが、熊本市の場合について明らかになった。

6. 結 語

本研究の主要な結論は以下の通りである。

- (1) 台風の中心付近の構造：眼の内部での気圧・風速の変動をもたらすものとして、気象衛星やレーダー画像で現われた2重眼の構造が挙げられる。
- (2) 台風の進路：台風の持つ最大風速領域が不知火海の中を最長の経路で進むという、最悪のルートをとった。その結果として、吹き寄せ効果が最大作用する形となり、不知火海沿岸域の高潮被害をもたらす一因となった。
- (3) 局所スケールの被害分布：同じ自治体内でも、地形分布とそれに伴う土地利用分布によって最大瞬間風速が10 m/s以上変動し、その結果、地区別の被害分布のパラツキに反映される。

また、台風の中心付近の構造や地形分布がどれだけ最大

瞬間風速を支配するかという点については、数値シミュレーションを用いた検討が必要である。これらについては、今後取り組むべき課題である。

謝辞：気象資料の収集及び、被害調査にあたっては、京都大学防災研究所、林泰一助教授・丸山敬助教授・石川裕彦助教授に多大なるご協力を賜りました。また、熊本県内の各市町村役場・消防署・運輸省熊本工事事務所、並びに熊本地方気象台には、台風9918号に関連する貴重な資料をご提供頂きました。ここに、謝意を申し上げます。

参 考 文 献

- 自然災害研究班（代表：光田 寧）(1992)：1991年台風19号による強風災害の研究，平成3年度文部省科研費突発災害調査研究成果報告（総合研究（A）03306022），369 p.
- 日本気象学会編（2000）：気象研究ノート第197号，286 p.