

II-40

衛星データによる降雨域の推定

室蘭工業大学工学部 正 員 藤間 聡

室蘭工業大学大学院 学生員 井形 淳

1. はじめに

雨が我々の生活環境にどのような影響を与えるかという問題は、今日まで様々な分野で研究されてきた。特に雨の予知は農業、工業、商業など産業を問わず、重要な情報として大きな影響力を持っている。四季を通じて豪雨、台風などは各分野に大きな被害をもたらすものである。それは土木工学の分野においても無関係ではない。1991年9月、日本を襲った台風19号は最大級のエネルギーを持つ大型の台風であった。近年まれにみる強風を伴ったこの台風は、東から移動してきた寒冷前線を巻き込んで、東海地方に大雨をもたらした。幸い移動速度が速かったため本道への被害は軽微なものであったが、全国各地の交通機関、及び農作物への被害は甚大で、その規模は史上最大といわれている。またそれ以外にも、トンネル建設工事現場の水没事故は、災害に対する判断の難しさを痛感させるものであった。

現在、本学地域共同研究開発センターにおいて、気象衛星ひまわりと海洋気象衛星ノアの気象画像データ及び気象ファックスの受信装置が設置されており、定時観測によって様々な気象情報の入手、蓄積を行っている。本研究では、これらの情報から雲の画像を解析し、降雨の予測を行うことを目的としているが、その第一歩として降雨域推定の可能性について検討を行った。

2. 気象衛星及び気象衛星データ受信システムの概要

現在、降雨を予測するために、気象観測所や船舶の気象情報によって天気図を、ラジオゾンデなどの観測から高層天気図を作り、数時間後の大気の状態を予想するのが一般的となっている。また、地域気象観測網(A MeDAS)が整備され、非常に多くの地点で気圧、気温、風向などの気象情報を観測することができる。これらの地上観測以外にリモートセンシングによる気象の観測がある。これは人工衛星を用いた宇宙空間からの気象観測であり、地表からの観測、測定とは全く質の違う多くの情報を得ることができる。特に地球上を見下ろす広範囲の情報を扱うため、気象現象のような非常に大きなスケールの現象を総合的に解明することができる。このようリモートセンシングの例として気象衛星ひまわりを用いた天気予報があり、これは現在では天気予報の情報源として欠くことのできないものである。今回、降雨域を予測するために気象衛星ひまわりの画像データを受信するシステムが設置された。

気象衛星は大きく2種類に分けることができる。一つは赤道上空約36000kmの静止軌道を周回する静止気象衛星で、気象衛星ひまわりはこれに相当する。他方地球の両極を結ぶ軌道を周回する極軌道気象衛星で、海洋気象衛星ノア、アメリカのTIROS-Mシリーズ、ソビエトのMeteorなどがある。静止気象衛星は地球の自転に合わせて周回するので、常に地球の同じ面を捉えることができ、また他の気象衛星よりはるかに長い寿命を有するので、特定地域の雲の動きや台風の移動を観測するには適している。しかし高高度を周回するため、広範囲の情報に適する反面、地域ごとの細かい情報を捉えられない。更に、赤道上空からの映像しか撮影できないため、高緯度の画像が歪んでしまうという欠点がある。一方極軌道気象衛星は静止気象衛星の1/30~1/40程の打ち上げ高度で周回する衛星で、距離分解能に優れ、静止気象衛星では捉え切れない細かい画像を得ることができる。この気象衛星の欠点は、極軌道を周回するため観測回数に限られること、常に同じ地域を撮影できないことである。このため、刻々変化する気象現象を追跡するには、静止気象衛星からの情報を基にし、その距離分解能の低さをその他の情報で補う必要がある。

本研究では主に気象衛星ひまわり（略称GMS）のデータを使用する。GMSシリーズは日本の気象を追跡するために打ち上げられた気象衛星で、1978年4月から運用が開始され、現在ひまわり4号が稼働中である。GMSの画像は東経140°の赤道上空の静止衛星軌道から半径約6000kmの範囲の雲の分布を撮影することができる。前述のように、日本は緯度が高いため赤道からの画像は歪んで見えるが、これを日本付近が見やすいように画像解析し、修正した情報を提供している。本学地域開発共同センターでは、このGMSの情報をLR-FAX信号としてパーソナルコンピュータPC-9801RXを用いて受信し、ディスプレイ表示、データ保存、データ解析を行っている。一つの画像の情報量が480Kバイトと膨大になるため、データの保存は光ディスク（1024Mバイト）を使用している。このシステムで受信される画像データには赤外画像、可視画像（日中）、赤外強調画像（夜間）、及び地球全域を4分割表示した画像があり、最初の3つの画像は毎時間ごとに、最後の画像は3時間ごとに送画される。これらの画像データは皆、反射率を64段階の輝度に分けた画素の集合として表示されている。他の情報源としては1日4回送られてくる気象ファックスがある。気象ファックスには地上天気図、様々な高度の高層天気図、台風情報などの種類があり、必要な情報を選択して入手している。気象ファックスは天気図として大気の状態を予想する以外に、GMSデータとの合成を行い、雲と気圧の状態の相関を調べることも可能である。

現在は各種気象情報の蓄積を行っており、雲の種類や移動の仕方から、降雨パターンを調査しているが、降雨に関係があるのは寒冷前線と台風である。寒冷前線は寒気と暖気の境界面を寒気が押し進める前線で、突風やしゅう雨を伴う。台風は夏期から秋期にかけて日本を通過する移動性熱帯低気圧で、通過の際に暴風と豪雨をもたらす。降雨一般について知る第一歩として、この2つ降雨成因について雲の動きを調査した結

ひまわり4号 1991/09/24 09:00 可視画像

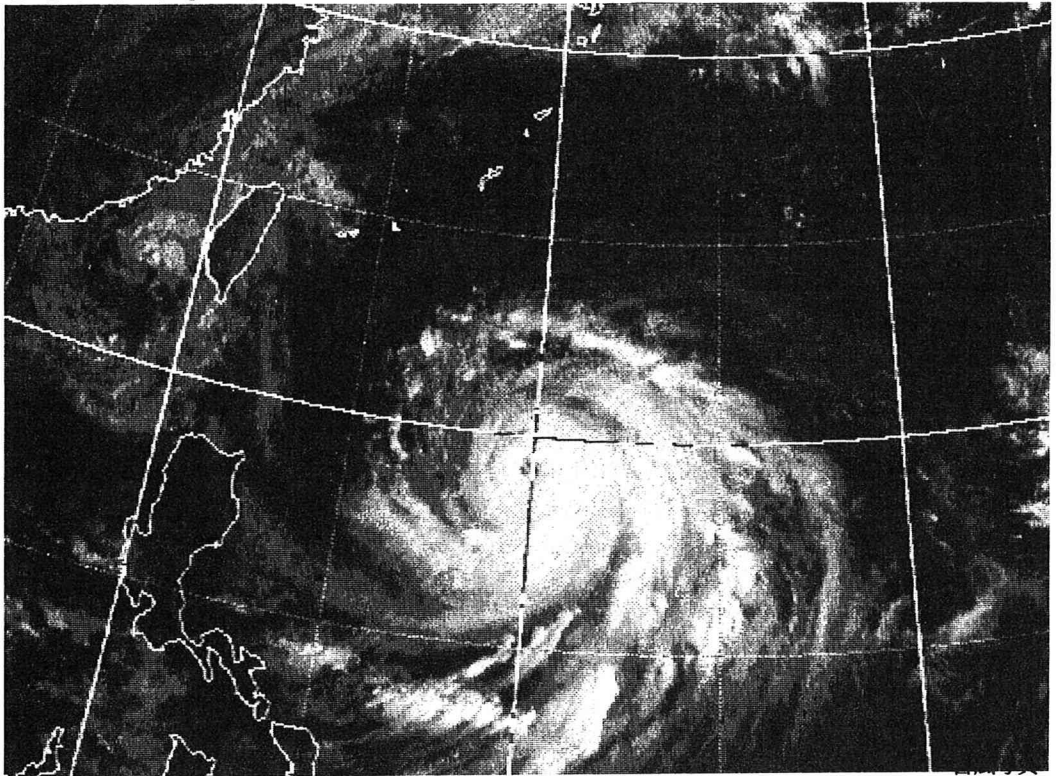


写真1 台風19号

果、1991年に発生した寒冷前線には大雨を伴うものがないため、同年日本に襲来した台風の中で最も大型であった台風19号を解析対象とした。

3. 台風19号の概説

台風19号は1991年9月16日9時、北緯15° 東経 159° のマーシャル諸島付近で発生した。発生時の中心示度は1000mbで通常の台風より東寄りの発生位置であった。このことが台風の発生から北へを進路を変えるまでのいわゆる台風の発達期を長くし、台風19号の勢力を強めたものと思われる。台風19号は南東季節風に乗って毎時28.8kmの速度で西北西に移動、温暖な赤道付近の海上から水蒸気を吸収して徐々に成長し、9月23日19時には中心示度 925mbまで発達した。その後南西季節風の影響を受け北西に進路を変えながら毎時14.4 kmの速度で移動し、26日には宮古島付近に、27日には朝鮮半島の南方に到達した。ここで南西からの強い偏西風の影響を受けて北北東に転向し、毎時91.0kmの平均速度という、通常の2倍の速度で日本海を通過した。この間次第に勢力を弱めながら28日には北海道に襲来し、その後間もなく消滅が確認された。この本年度最大規模の台風19号は農作物に大打撃を与え、その他東海道新幹線を不通にするなど交通機関にも大きな影響を与え、我が国に多大な被害を与えた。

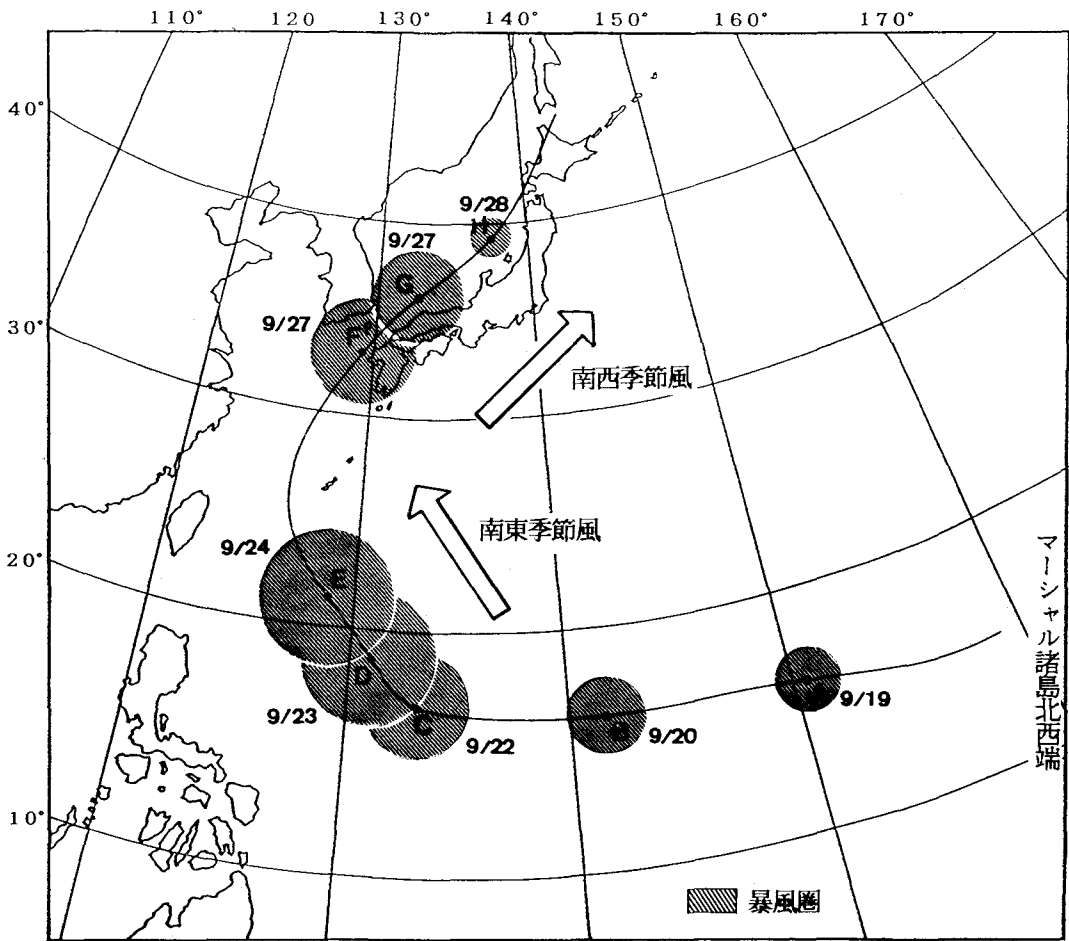


図1 台風19号の進路と暴風圏

表1 台風19号の進路と規模

日 時	地点	中心示度	台風半径	最大風速	移動速度	移動方向	暴風半径
9月16日13時		1000 mb	— km	23.3m/s	28.8km/h	西 北 西	— km
9月17日13時		965 mb	— km	42.4m/s	14.4km/h	西 北 西	— km
9月18日13時		960 mb	— km	44.5m/s	10.8km/h	西 北 西	— km
9月19日8時	A	955 mb	— km	46.5m/s	14.4km/h	西 北 西	160 km
9月20日19時	B	955 mb	367 km	46.5m/s	25.2km/h	西 北 西	170 km
9月21日19時		945 mb	476 km	50.2m/s	— km/h	—	— km
9月22日19時	C	935 mb	496 km	53.7m/s	14.4km/h	西 北 西	240 km
9月23日19時	D	925 mb	516 km	57.0m/s	14.4km/h	北 西	300 km
9月24日19時	E	925 mb	496 km	57.0m/s	12.6km/h	北 西	310 km
9月25日19時		940 mb	496 km	52.0m/s	14.4km/h	北 北 西	200 km
9月26日8時		940 mb	396 km	52.0m/s	28.8km/h	北 北	— km
9月27日13時	F	935 mb	356 km	53.7m/s	36.0km/h	北 北 東	240 km
9月27日19時	G	940 mb	355 km	52.0m/s	54.0km/h	北 北 東	190 km
9月28日13時	H	950 mb	265 km	48.4m/s	99.0km/h	北 東	100 km
9月28日19時		970 mb	消滅	40.2m/s	81.0km/h	東 北 東	— km

備考：—はデータが無いことを示す。

4. 台風19号の暴風圏の推定

本研究は台風19号の暴風圏を気象衛星ひまわりのデータと気象ファックスから推定する。暴風圏は台風全域の中で、平均風速25m/s 以上になる範囲を台風の中心からの距離で表したものである。暴風半径は経験式(1)式を用いて求めることができる¹⁾。

$$\frac{r/r_o}{\{1 + (r/r_o)^2\}^{3/4}} = V / \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad (1) \quad P(r) = P_w - \frac{\Delta P}{\{1 + (r/r_o)^2\}^{1/2}} \quad (2)$$

ここに r は暴風半径、 r_o は台風の水平方向の大きさを表す定数、 V は風速、 ΔP は中心示度と周囲の気圧差、 ρ は空気密度である。暴風半径の求め方は、まず空気密度 $\rho = 1.06 \text{ kg/m}^3$ とし、適当な r を仮定して、それに対応する気圧差 ΔP をファックスの天気図から読み取る。これらの値を(1)式に代入し、風速が暴風速 $V = 25 \text{ m/s}$ になるまで繰り返す。ここで計算の中で用いる r_o は(2)式を用いて算出した。(2)式は台風の気圧の分布を表す経験式で、 P_w は台風域外の気圧、 $P(r)$ は暴風半径 r に対応する気圧である。本式で得られる r_o は台風の推移によって大きく変動する。本解析において r_o を試行した結果、 r_o は20～30の範囲に取ると、台風の1000mb等圧線の半径と暴風半径との関係に、およそ一致することが分かった。したがって本研究では r_o を27として、台風19号の暴風半径の推移を推定した結果を図1に示す。台風19号の暴風半径は低緯度地域を西進する間に徐々に成長し、転向して日本を通過する際には勢力の衰退が見られる。

5. 結 び

以上の結果から通常推定が困難な台風の暴風半径をひまわり衛星データと気象ファックスを用いることによって推定することが可能となった。

本研究では観測データが限られているため台風の暴風圏の推定のみであったが、今後は衛星データを更に蓄積し、これまでの成果を検証するとともに雨域の推定を行う予定である。

参考文献 1) 気象の辞典、東京堂出版