

# 関東平野の雷雨発生時の気象状況

## RELATIONSHIP BETWEEN THUNDERSTORMS AND THEIR METEOROLOGICAL FACTORS IN THE KANTO PLAIN

谷岡 康<sup>1</sup>・福岡捷二<sup>2</sup>・尾崎友彦<sup>3</sup>・渡辺 毅<sup>1</sup>

Yasushi TANIOKA, Shoji FUKUOKA, Tomohiko OZAKI, and Tuyoshi WATANABE

<sup>1</sup>正会員 パシフィックコンサルタンツ(株) 東京本社 水工部 (〒163-07 東京都新宿区西新宿 2-7-1)

<sup>2</sup>正会員 P h. D 工博 広島大学教授 工学部 第四類 建設系 (〒739 広島県東広島市鏡山 1-4-1)

<sup>3</sup>正会員 (株) 建設技術研究所 大阪支社 水工本部 (〒540 大阪府大阪市中央区大手前 1-2-15)

In small urban rivers, floods occur almost every year not only because of typhoons but also concentrated heavy rain such as thunderstorms. To implement the flood control plan adequately and flood prevention activity quickly, it is necessary to understand characteristics of the concentrated heavy rain. In order to forecast the occurrence and movement of thunderstorms and deal with them, it is important to make clear the relationship between thunderstorms and their meteorological factors.

In this study, the relationship between thunderstorm occurrence and wind convergence is studied for the Kanto plain, which is the largest plain in Japan where the geometrical effect may not be included.

*Key Words: thunderstorm, the Kanto plain, meteorological condition.*

### 1 序 論

市街化の進んだ都市中小河川では、その流域の被覆状況、下水道の整備等から流出が速く大きくなってきており、雷雨等の局所的短時間の集中豪雨によって浸水被害を被っている。雷雨による集中豪雨は、およそ 10km の範囲で集中し、降り始めから 30 分程度で極めて大きい短時間雨量のピークを迎えることが多く、その発生位置や発生時刻を予測することが困難であり、気象状況と雷雨発生の関係についてもその密な観測データが得られなかったこともあり、明らかでない点が多い。

雷雨の発生及びその変動特性を気象の状況と関連付けて明らかにすることは、都市中小河川の治水対策や迅速・適切な水防活動を行う上で、重要な課題である。雷雨の発生に関しては、米谷<sup>1),2)</sup>の研究報告がある。ここでは、東京に発生した 1981 年、1985 年の雷雨の 2 事例をとりあげ、雷雨の発生は、

1 時間あるいは 30 分前に高温域が形成され、地上風の収束が生じていた場所に起きていると述べている。これは、東京都域内の風、気温と雷雨の関係であり、関東平野の広がりでの海陸風との関連までは述べていない。関東域の海陸風については、とくに大気汚染の問題と解決を目的として、多くの研究がなされており、その構造について調べられている、また、近年では、都市域のヒートアイランド現象についても観測、解析結果が報告されてきているが、雷雨等の集中豪雨の発生と関連付けられたものは少ない。近年話題となっている「環八雲」についての研究<sup>3)</sup>では、その積雲の発生は海風の収束とヒートアイランドの形成に起因するとされているが、雷雨の発生や特性までには結びつけられてはいない。

本文では、広大な関東平野を対象とし、1994 年の記録的猛暑となり雷雨が多発した 7 月～9 月のデータを基に、気象の状況、とくに地上風と雷雨の発生との関連について整理したのでここに報告する。

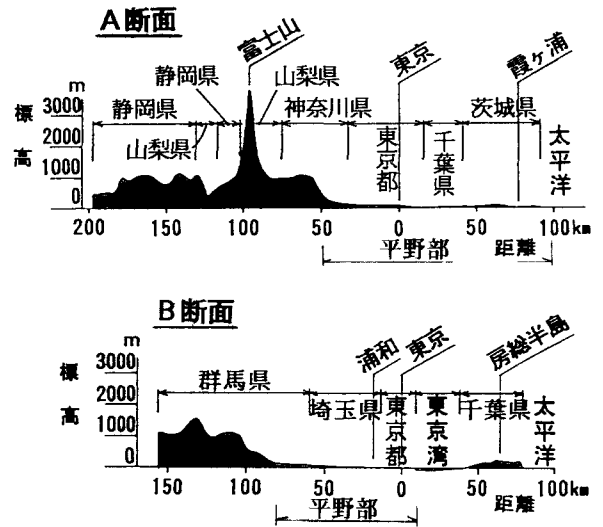
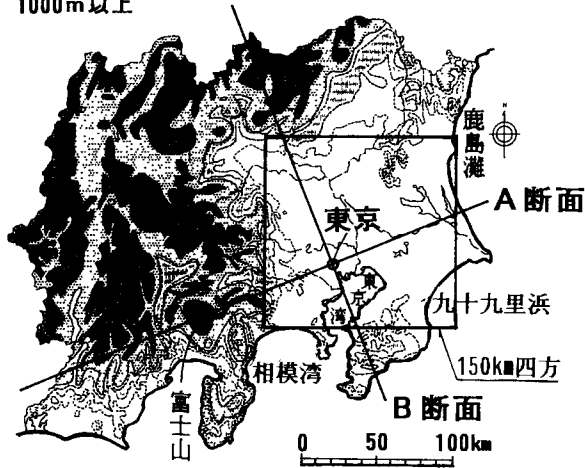
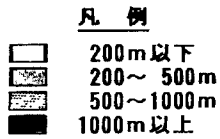


図-1 関東平野の地形

## 2 関東平野の地形と夏期の地上風概況

本州のほぼ中央、太平洋に面して広がる関東平野は、図-1に示すように、南東方向に外洋が広がり、中央南側に東京湾が存する。標高200mより低い平野部は、およそ150km四方に広がり、標高200mを超える山地部で急峻な地形となる。

本検討では、関東地方で猛暑を記録し、雷雨の多発した1994年の7月～9月の3ヶ月間を対象とする。3ヶ月間のAMeDASの各観測所の地上風、風向の時間毎の頻度を調べると、12時～21時と24時～9時でその風向の変化する傾向が見られ、6時と18時にそれが顕著となる様である。各観測所で3ヶ月間の6時、18時での風向の頻度を調べ、その頻度が多い風向を図-2に示す。6時には陸域から南海域へ向く、また逆に18時には、海域より内陸へ向く、おそらく海陸風による周期と考えられる地上風風向の日変化が見られる。平野部では、バラツキはあるもののおよそ様な風向を示しており、地形による影響は殆どみられない様である。

## 3 対象とした雷雨

1994年7月～9月の3ヶ月間のうち、東京に大きい雨量をもたらした4つの雷雨を抽出した。表-1に各々の降雨発生時の気象状況を示す。4雷雨のうちNo.1(7月7日)、No.2(7月18日)の2雷雨は、

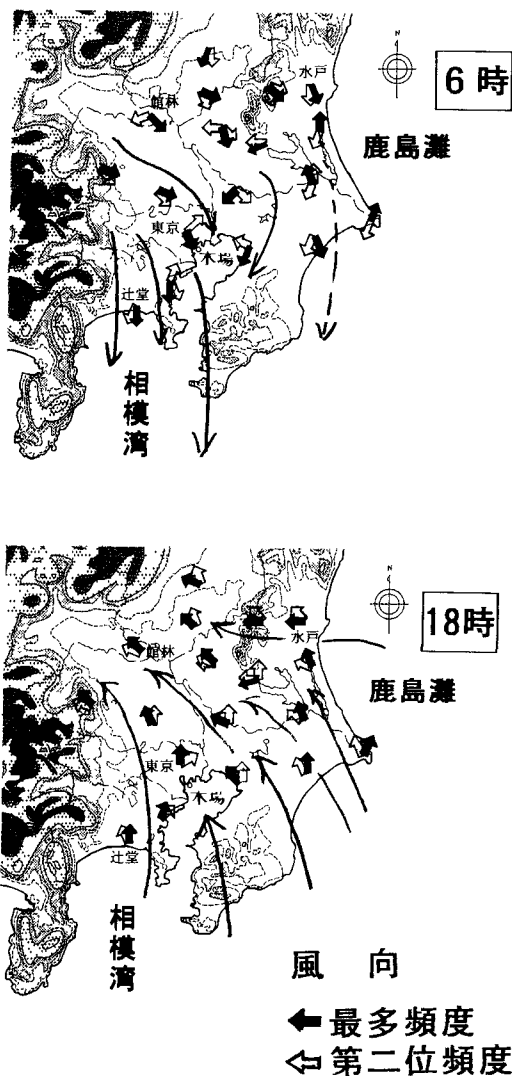


図-2 6時、18時の頻度の多い地上風向のパターン

表-1 対象とした雷雨と気象状況

No.	年・月・日	気象状況
1	1994年 7月7日	梅雨前線が本州中部まで南下し、東海から山陰にかけて停滞し、活発。
2	1994年 7月18日	北日本から前線が南下、関東・東海で激しい雨。
3	1994年 8月20日	北方を低気圧の谷が通過。関東地方に寒冷渦を伴い、広域において雷雨が多襲来。
4	1994年 9月2日	高気圧に覆われているが、日本上空に北日本を中心として寒気が入り、大気不安定。

前線により、また No.3(8月20日)の降雨は、上空の寒冷渦により、No.4(9月2日)は、寒気流入により関東全域を覆うような熱的な不安定域が形成されていたと考えられる。小倉<sup>9)</sup>によれば No.3(8月20日)の降雨は、「寒冷渦雷」と呼ぶのが適当と述べている。これらの雷雨を分類<sup>10)</sup>するとすれば、おそらく No.1, No.2 は前線による「界雷」、No.3 は上空と地上の気温差による「転倒雷」、No.4 は地上の高温化による「熱雷」か「転倒雷」と分類出来るであろう。対象とした雷雨は、様々な気象的不安定な場により発生している。

図-3に関東域に雷雨が発生する直前の地上風ベクトルと、その1~3時間後の5mm/hr以上を記録した雨域の範囲を示す。No.1の降雨では、鹿島灘から吹く風と東京湾、相模湾からの風との収束位置である東京に雨域が発生している。雨域のない範囲では風は弱い。No.2, No.3の降雨では雨域がある程度連続して発生しており、雨域の発生域以外ではほぼ一様の風向を示し、発生域で風向・風速の変化や収束がみられる様である。興味深いのは、①どの雷雨の発生時にも水戸方面(鹿島灘)から関東平野中心部に向かって風が吹いていること、②地上風系の乱れる位置、特に地上風の収束する位置に雷雨が発生している様であること、の2点である。平野部に比べ、山間部は比較的風向の乱れが大きく、地形による影響が考えられる。

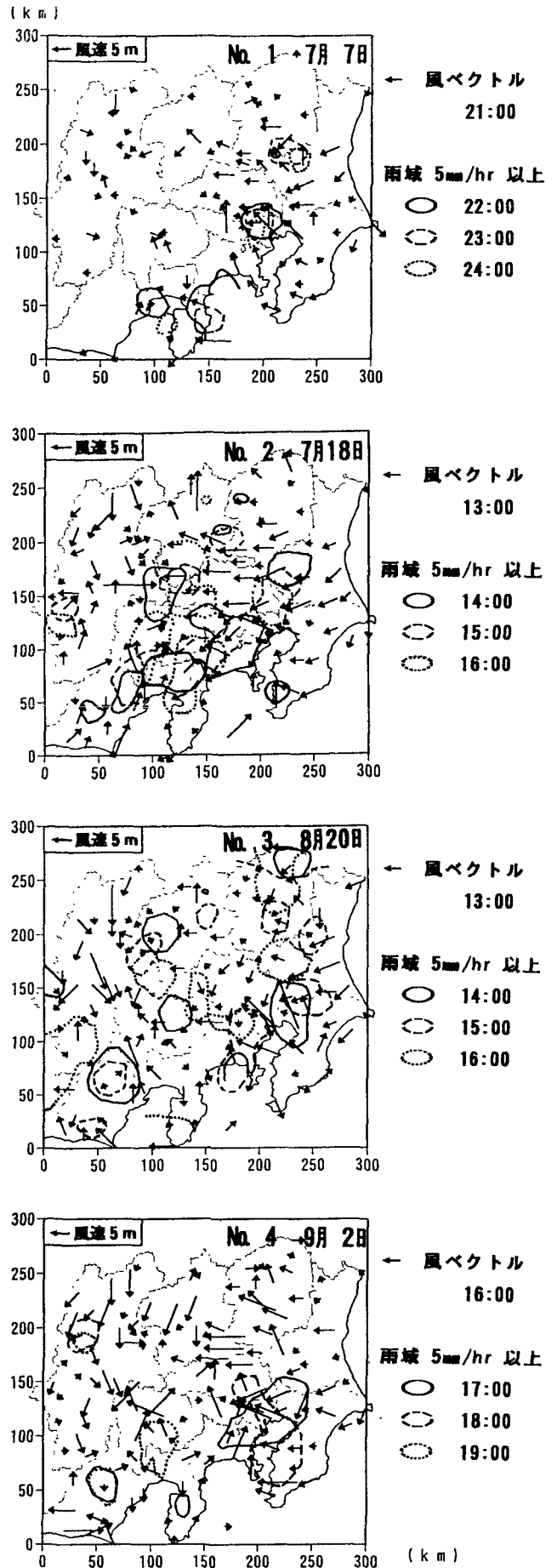


図-3 雷雨発生時の地上風と雨域の分布

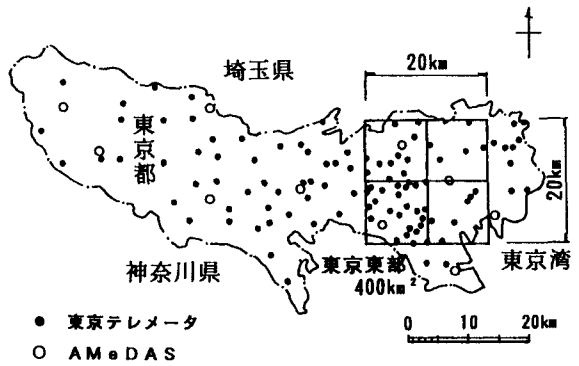
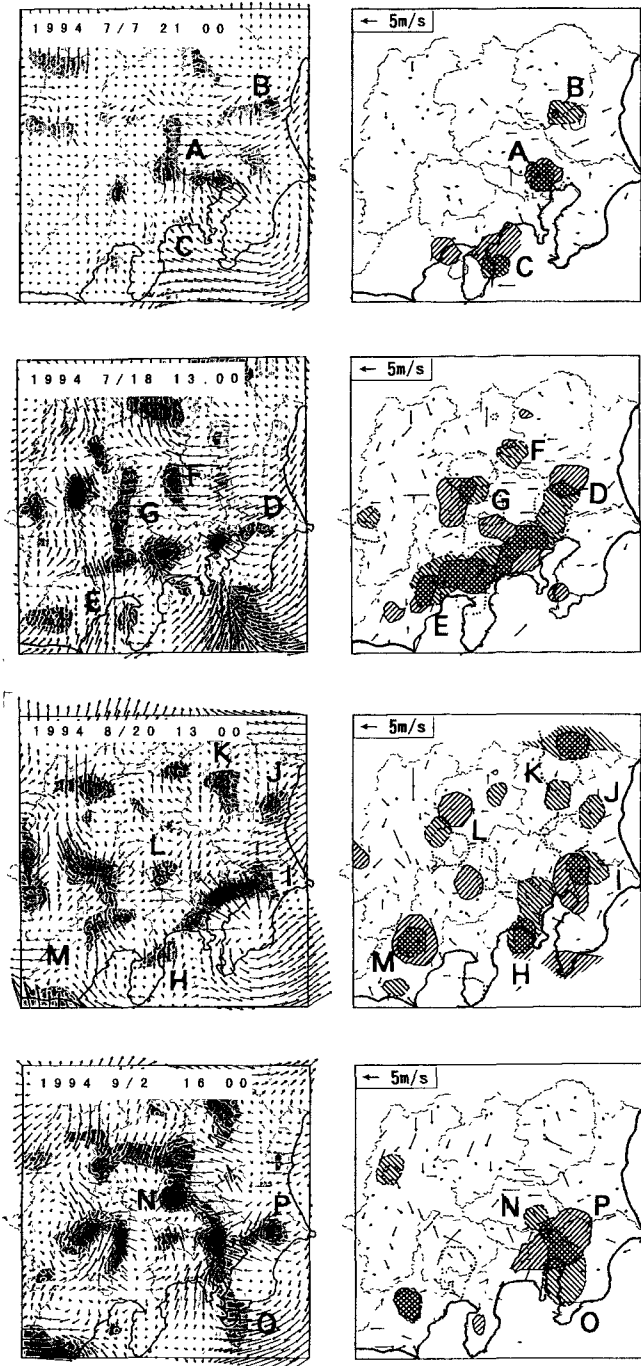


図-5 東京東部の範囲と雨量観測所

$$V = \partial u / \partial x + \partial v / \partial y \quad (1)$$

ここに、 $V$  ( $10^{-3} \text{ S}^{-1}$ ) は、風の収束・発散の強度を示す度数とし、 $u$ 、 $v$  (m/s) は  $x$ 、 $y$  方向の風速、 $x$ 、 $y$  (km) は南北方向の距離に相当する。本検討では対象領域を雷雨域の空間スケールや、地上風データの密度を考慮し、10km 四方の格子点を設定し、各地上風観測所の風向・風速を  $x \cdot y$  方向の  $u \cdot v$  として格子点に内挿し、各メッシュの風の収束度を計算した。ここで、図-4 (a)に空間的な地上風の収束位置を影で、(b)その後が発生する雷雨の雨域の位置をハッチで示す。細かな位置の差異はあるものの、大方風の収束位置とその1~2時間後の雷雨の発生位置は、図中A~Oで示す様によく似ている。D~E、I~H、N~Oにおいては、帯状の雷雨の発生位置と地上風の収束位置が、似ている様である。

山地域で図-4 (a)で示す風の収束があるのに、図-4 (b)の雷雨の発生がみられないのは、湿潤した海風が内陸まで届かなかったためか、地形性の風のバラツキによる風の収束域が計算上現れた結果として解釈出来るかと考えられる。次に、図-5に示す東京東部の20km 四方の風の収束度と、同じ20km 四方内の地上雨量計が記録した10分毎の最大雨量値の経時変化、加えて、図-2に位置を示した水戸・東京・辻堂の3地点の風ベクトルの変化を図-6に示す。抽出した4降雨においては、どれも東京の雨量が発生する以前に、水戸及び辻堂からは東京方向へ、東京では東京湾から内陸へ風が吹き、対象とした20km 四方内の風の収束度が高まり、その後雷雨が発生している様である。



(a)地上風の収束位置 (b)1,2時間後の降雨域

図-4 地上風の収束と雷雨の発生位置

#### 4 雷雨発生時の地上風の収束状況

地上風の収束度合の経時変化と雷雨の発生との関連について調べた。風の収束度は、甲斐ら<sup>9)</sup>が「環八雲」の研究で、地上風の収束を調べているのと同様に次式(1)を用いる。

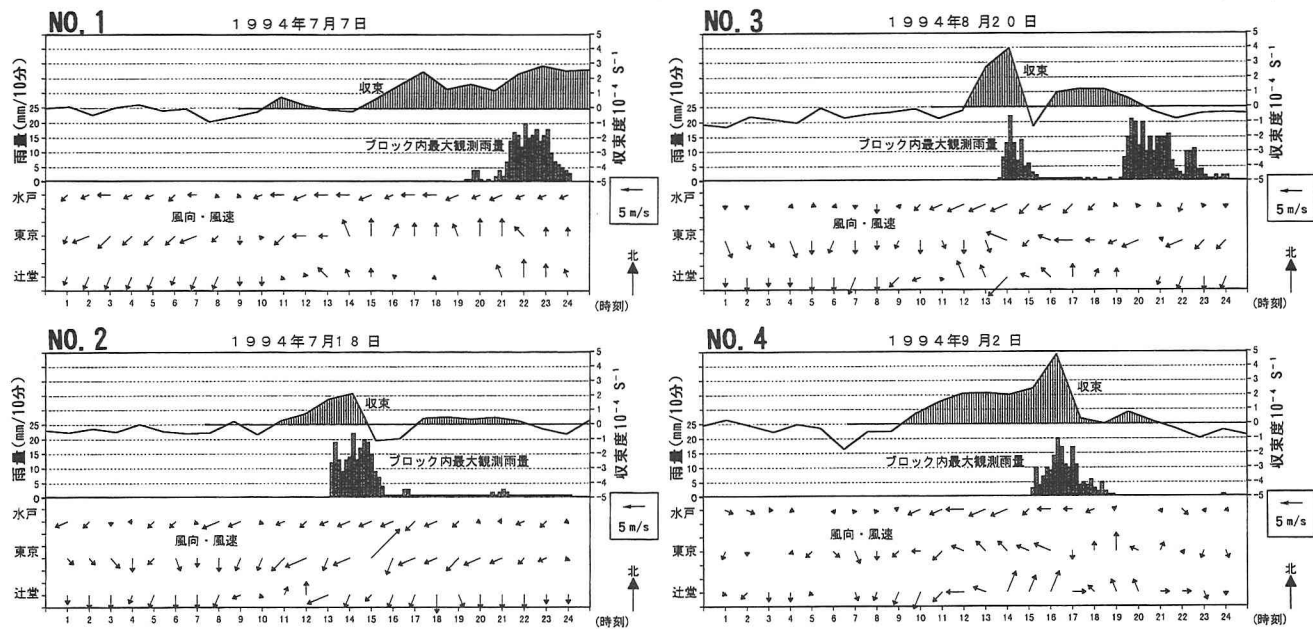


図-6 雷雨発生時と気象状況

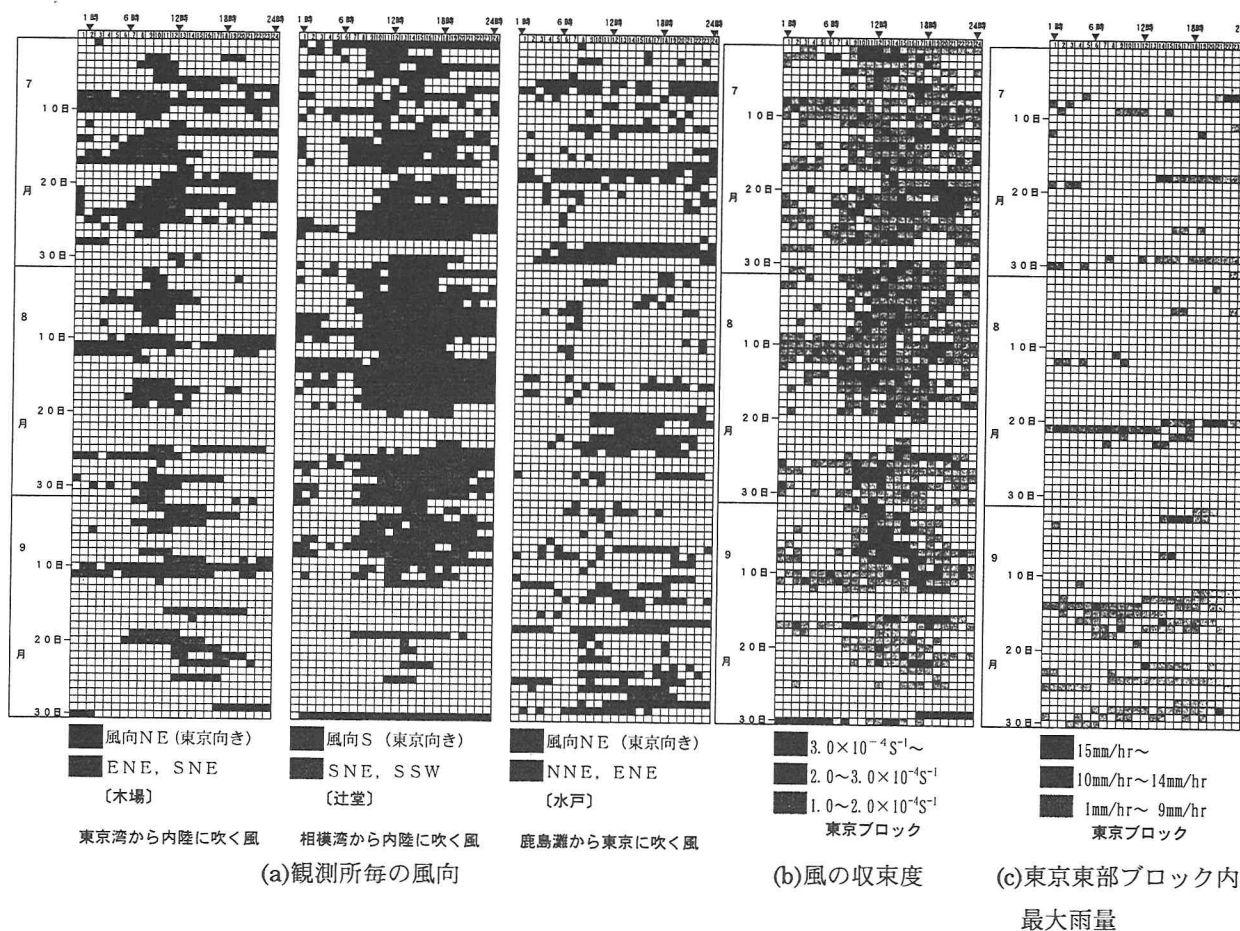


図-7 地上風の風向と収束度、雨量の関係

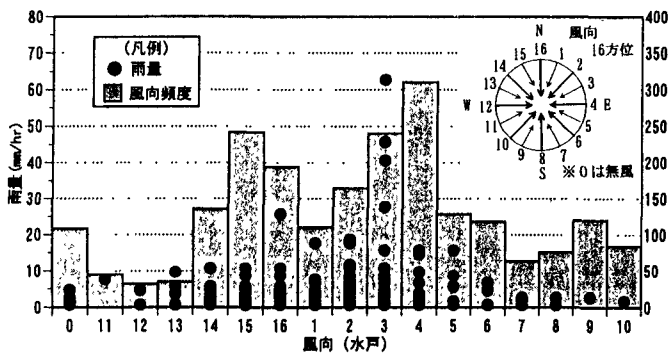


図-8 水戸の風向と雨量

図-7に3ヶ月間の毎時の(a)3地点の地上風の風向と、(b)東京東部での地上風の収束度、(c)東京東部のブロック内で最大を示す雨量を示す。図の縦軸は、7月～9月の3ヶ月間の日、横軸は、1～24時の時間を示す。(a)風向の対象観測所は、東京湾からの風向として木場、相模湾からの風向として辻堂、鹿島灘からとして水戸を対象とし、各々の観測所の風向で東京へ向かう方位の場合を影で示した。木場(東京湾から内陸に吹く風)は、6時から12、13時頃までに集中しており、およそ10日位の周期で起きている。また、辻堂(相模湾から東京へ向かう風)は、8時～20時頃に集中し、これも10日位の周期があるようにみとれる。水戸(鹿島灘から東京に吹く風)は、時刻的な集中はなく3～4日続けて吹くようである。とくに水戸から東京向きに吹く風は、辻堂から東京向きに吹く風のない時に起きている様であり、重なることは殆どない。3地点の東京に向かう風は、それぞれ相反しており、同時に起きることがないように見てとれる。また、これらはおよそ10日程度の周期をもっており、気圧の移動等の時空間スケールのひとつ大きい気象変動との関連が考えられる。(b)の東京東部の風の収束度を見ると、10時から18時に集中している様であり、辻堂(相模湾)からの風向が、東京に向いている時に強い収束が起きている様である。(c)の東京東部ブロックの雨量の発生をみると(b)の地上風の収束度が高くなる以降に、それも水戸(鹿島灘)からの風が向いている時に発生している様にみとれる。対象とした4つの雷雨では図-6で示した様に雨量発生前に地上風の収束がみられたが、(b)の収束度と(c)の雨量を比べると、収束が起きてても雷雨が発生しない場合も多くあることが分かる。また、水戸の風向と東京東部の雷雨の発生のパターンを見ると良く似ている様に見られる。これらのことから推定出来

るのはおよそ10日程度周期の大きなスケールの気象の場の不安定になる時期が訪れ、その時期に水戸(鹿島灘)から風が吹くと雷雨が発生している様であることである。図-8に水戸の風向とそのときに発生した東京東部での雨量(左軸)、また水戸の風向の頻度(右軸)を示す。水戸の風向は4(E)が最も多く、次に(NNW)が多いのに比べ、雷雨の発生は3(ENE)の風向時に極めて多い。東京向きでない15(NNW)のときには、頻度が大きいのに比べ、雨量はあまり発生していない。水戸(鹿島灘)から東京に向かう風が、東京の雷雨発生のひとつの起因となっている様にすらみとれる。

## 5 結論と今後の課題

関東平野の雷雨の発生に先立ち、(1)関東広域を覆うスケールの不安定な場が10日程度の周期で現れ、次に(2)海陸や陸内の平面的な温度の不均衡等による風の収束が起り、その近傍で雷雨が発生しているようである。この様な雷雨の発生は、地形での風の上昇による地形性降雨と異なり、気温の空間分布やそれに伴う5 m/s程度の微風の、それも鹿島灘、相模湾、東京湾からの海風の収束が起因している様で、特に水戸(鹿島灘)から東京へ向かう風と関連がある様である。今後は、山谷風の局地循環が関東平野の雷雨発生に及ぼす影響や、様々な気象条件による雷雨の時空間的な変動や分布の特性、を調べていくことを考えている。

## 参考文献

- 1) 米谷恒春:東京の都心を襲った顕著雷雨の発生に関する解析, 水理科学 Vol. 27, NO. 5, pp. 1-8, 1983.
- 2) 米谷恒春:昭和60年7月14日の東京を襲った集中豪雨の解析, 国立防災科学技術センター研究報告, pp. 1-7, 1986.
- 3) 甲斐憲次, 浦建一, 河村武, PARK ONO H-S:東京環状八号線道路付近の上空の発生する雲(環八雲)の事例解析1989年8月21日の例, 天気 Vol. 42, No. 71, pp. 417-427, 1995.
- 4) 小倉義光:猛暑の夏の雷雨活動, 天気 vol. 42, No. 6, pp. 393-396, 1995.
- 5) NHK放送文化研究所編:新版NHK気象ハンドブック, P. 102, 1995.

(1997. 9. 30 受付)