

東京都区内における雨の分布と 微雨日数の増加*

吉 野 正 敏**

1. ま え が き

都市気候に特有な現象の一つに、都市における降水量の増加があり、数多くの都市について、研究がすでに発表されている。しかし、これまでの研究結果は、後に述べる通り、かならずしも一致した結論に導かれてはいない。また、諸外国の結論が、降水量は多く、かつ都市の建造物・交通機関・汚染要因などの状態がかなり違うわが国の都市にも、そのままあてはまるかどうか、検討の必要がある。そこで、東京都区内において、極めて密度の高い観測網で観測した資料があるのでこれを使用し、さらに中央気象台および区内観測所の資料を用いて、東京近傍における降水日数や降水量の分布・累年変化などを調査した。

2. これまでの研究結果

大都市の降水について、現在、以下のような結論がえられている。(1) 市内においては、工場・家庭・交通機関のもたらす煤煙や細じんが凝結核の供給を多くするため、絶対湿度が低くても凝結現象が生じやすい。(2) 市内は市外よりもわずかではあるが高温で、気温垂直分布も不安定であるから、上昇気流が生じやすい。(3) 市内は建造物による摩擦が大きいため、大気の上昇滑走運動が大きい。以上のような理由によって雲量が多く、したがって降水量も多くなる¹⁾。このような結論は、プレーメン、モスコフ、ストックホルム、ヘルシンキ、ケルン、ミュンヘン、ブタペスト、シカゴ、セントルイス、その他多くの都市で、月または年の平均総量を資料としてえられている。しかし、降水量の調査では、降雨強度別、さらには降水の原因別に調査するのが重要である。たとえば、ミュンヘンでは弱い雨も強い雨も市内の方が多く、30年間(1901—1930)の年平均で、日量1mm以下の弱い雨では10—20日、日量30—40mmの強い雨で約1日だけ、市内がそれぞれ多い。しかし、さらに強

い雨では市内と市外の差はあまり明瞭でなくなる。

以上のような現象は、当然、都市の発展とともに明らかになってくる。弱い雨の日数は増加し、これに反して、強い雨の日数は減少するという報告が多い。たとえば、トリエステでは1841年から1940年までの100年間で10年ごとに区切ると、年の総量では増減が認められないが、弱い雨では約30日増加し、強い雨では10—20日減少している²⁾。

一方、これと違う統計結果が日本ではでている。たとえば、日本の6大都市における5年ごとに区切った平均年微雨日数には、1935年までの資料からでは増減の一定の傾向は認められなかった。しかし霧日数には増加の傾向があらわれた³⁾。また、東京の旧市域に臨時観測所を50地点設けて、10回の降雨を観測した結果では、市内と郊外の間に降水量の明瞭な差異を発見できなかった⁴⁾。

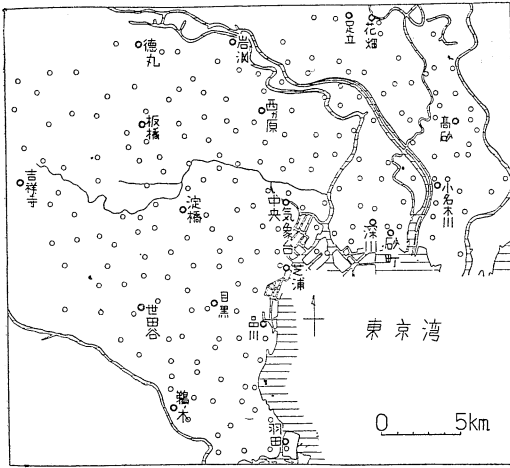
このように、わが国の都市については、雨量の増減の傾向はこれまで明らかにされてはいなかった。しかし、雲については、東京における1886—1895年と1929—1938年の10年間の月別雲量を比較すると、明らかに増加している⁵⁾。同じく、樺太の豊原においても市街地域と対応した明瞭な雲の分布が14カ月間の観測結果から示されている⁶⁾。したがって、先に述べたように、降水の原因別または強度別に、かなり長期間の資料について調査しないと、わが国については、はっきりした結論はえられないと考えられる。

3. 東京都区内の降雨頻度の分布

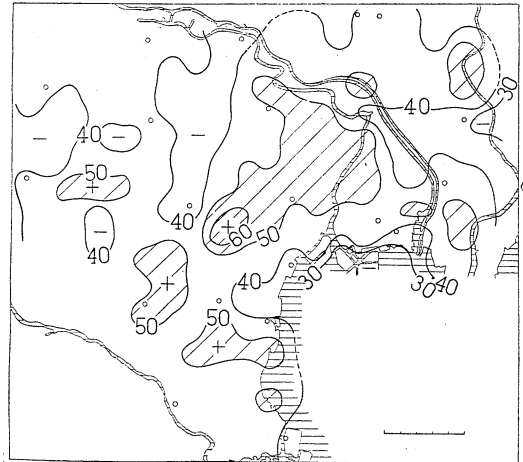
東京都区内における風の分布については、すでに報告した^{8),9)}。このとき使用した資料には、風の観測値と同時に、天気観測結果もあるので、それを今回利用した。したがって降水量は不明で、ただ天気現象としての雨である。この観測は、1943年9月から1945年8月に至る毎週火曜と金曜の10時と14時に行われた。観測地点は約1.5km²平方に1地点の密度で東京都区内に分布し、合計220地点あまりで(第1図)、それぞれ小学校(当

* 1957年2月、日本気象学会月例会にて発表

** 東京教育大学理学部地理学教室

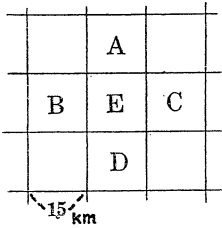


第1図 東京都区内における雨観測地点(白丸)の分布図。二重丸は区内の雨量観測所。



第3図 降雨頻度(%)の分布図。(1943年9月～1944年5月の間の38回の降水について)

時の国民学校)である。観測は、このために特別の講習を受けた教員が行った。1944年夏ごろから疎開や空襲がはげしくなるにつれて、欠測の地点が多くなるので、今回の報告では、1944年5月までの資料を用いた。この期間において、3地点以上が雨を記録した場合をとると38回となる。2地点以下の場合は、観測または記録の誤りとして取上げなかった。観測は上記の通り1日2回であるから、38回のうち、同日の10時と14時の場合ももちろんあり、日数としては23日になる。



第2図 space mean におけるメッシュの記号

から、メッシュ E の値としては、

$$E = (1/6)(A + B + C + D + 2E)$$

とした。この方法で各メッシュについて space mean の値をだし、これを分布図にした。(第3図)

この結果は、明らかに都心に頻度の大きい地域が広がっている。すなわち 60% の地域は麹町・赤坂付近に位置し、広い50%の地域はこれを取りまいて現在の千代田区・中央区から北東方の下谷・浅草を経て隅田川を越えて本所の1部にまで達している。また都心の大頻度地域の

つぎに、各地点について、38回のうち何回雨を記録したか頻度を求め、%でだした。これを分布図にすると、かなり閉曲線が多いので、平滑化するために space mean をした。すなわち、この場合1辺約 1.5km のメッシュに1地点ずつの値がある(第2図)

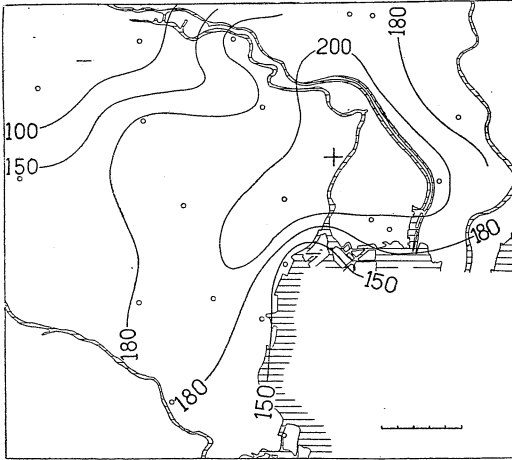
周辺に、50%以上の地域が部分的に散在している。これは当時の住宅密集地域とかなりよく一致している。たとえば、大井海岸から荏原の地域、玉川線三軒茶屋・駒沢・松陰神社の地域、中央線に沿う高円寺・阿佐ガ谷・荻窪の地域、千住の地域などである。しかし、江戸川に沿ってある南北2つの50%以上の地域はこれでは説明できない。これに対し、郊外および海岸沿いでは40%以下になり、深川の海岸では30%以下となる。また、板橋から淀橋に至る地域に40%以下の比較的少ない地域が広がっている。これは後で述べるが弱い雨のときに明瞭になる現象で、市街地の風上側に雲量が多く、風下側に少いのと同じ現象であろう。この調査地域の降雨は、南東・東・北東・北などの風向の場合が多い。

なお、以上のような分布が、都市の影響であることは、海岸部が最も頻度小さく、また風上の都市周辺部(深川・本所)で頻度の勾配が急で(等値線が接近している)、風下になる北西部・西部の周辺部では頻度の勾配がゆるやか、すなわち40%前後の地域が広いことで、明瞭である。

4. 東京付近の降水量・微雨日数の分布

以上に都心部に降雨頻度が大きいことが示されたが、これに関連して、秋から春までばかりでなく、他の時期(梅雨期・台風期)をも含めた期間の降水量や降水日数の状態について調査した。ただし、その資料は、上記の約200地点については求められないので、中央气象台および区内の雨量観測所19~20地点の資料を用いた。

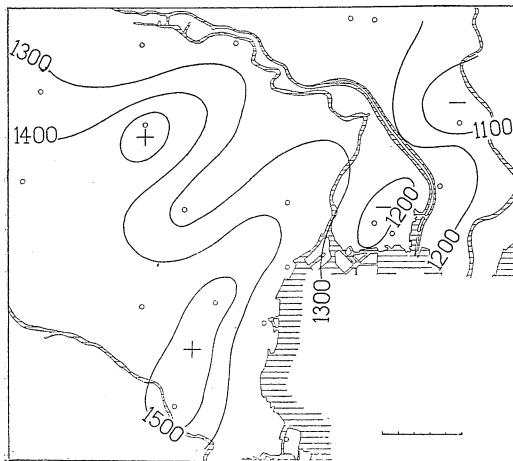
まず降水量について記す。降水頻度の詳細な分布を観測した上記の23日分の合計降水量の分布は第4図の通り



第4図 降水量（第3図と同じ降水について）の分布図。

である。荒川放水路・隅田川に挟まれたいわゆる下町地域から、下谷・浅草・日本橋・日比谷のいわゆる都心部が200mm以上で、明瞭に降水量の多い核心地域をなしている。これを囲んで旧市域が180mmとなり、海岸部や北西部の地域では150mm以下で少い。とくに、大泉・赤塚付近では100mm以下で極めて少い。最少地域と都心との差は150mmに達する。平均して、都心部で1日10mm程度の降水量のとき、郊外や海岸部では5~6mmである。このように第3図と第4図はよく対応している。

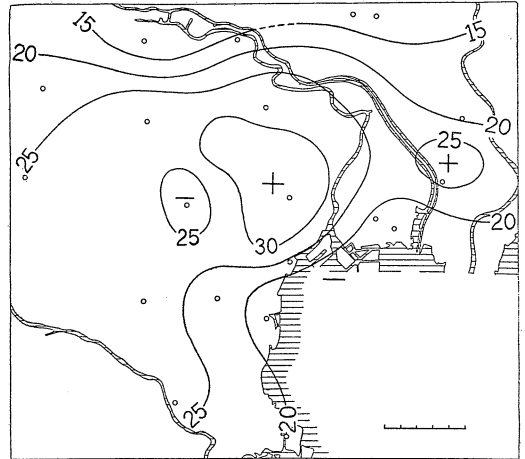
ところが、上記の23日分には台風による降雨や、梅雨期の降雨は含まれていない。そこで、区内の雨量観測所



第5図 1943年の総降水量の分布図。

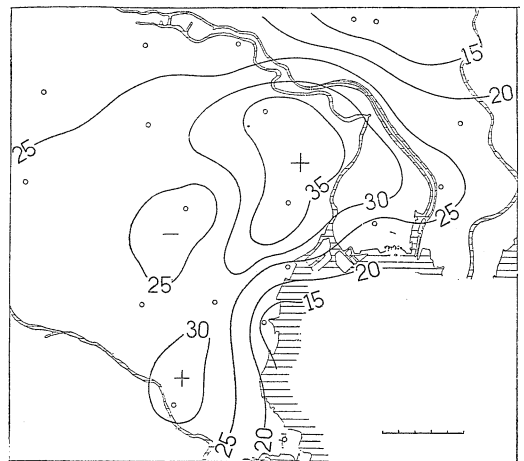
数が最も多かった1943年の年の降水量分布（第5図）を示すと都市地域との関連は認められない。地点数は少くなるが、他の年についても分布図を書いてみると結果は同じようである。

つぎに、微雨（0.1~1.0mm/day）の日数について少し調べてみる。上記の200地点の観測が続けられた1943年9月から翌年5月まで9カ月の合計微雨日数の分布は第6図の通りである。都心地域が30日、それを取りま



第6図 1943年9月~1944年5月の合計微雨日数の分布図。

いて都市地域が25日以上で、明らかに第3図または第4図と分布は似ている。これは当然である。そこでつぎに、1943年の総微雨日数の分布（第7図）をみると、都心部に35日以上の明瞭な核心地域があり、第6図と同じ分布



第7図 1943年の総微雨日数。

様式を示す。同じ年の総計でも年降水量の分布(第5図)とは違って、これには明らかな都市地域との関連が認められる。

以上の結果から、東京における都市の影響は、弱い雨の場合は年の総計についても明瞭であるが、強い雨をも含めると不明瞭になり、年降水量の分布には都市地域との関連は認められないことが判明した。これと同じ理由によって、短期間の何回かの降水量分布には、東京において⁵⁾も、その他の都市^{10),11)}においても、都市地域との関連は認められないのであろう。なお、さきに示した1943年総微雨日数の分布図(第7図)と、200地点による降雨頻度の分布図(第3図)とを比較すると、前者が10分の1以下の少い地点数で求められたにもかかわらず、いくつかの類似した結論がえられる。すなわち、(1)海岸付近はとくに少い。(2)核心部と海岸部との比は約2.5倍に達する。(3)南東・東・北東の周辺地域で頻度の勾配が急(等頻度線の間隔が小)で、西方でゆるやかである。

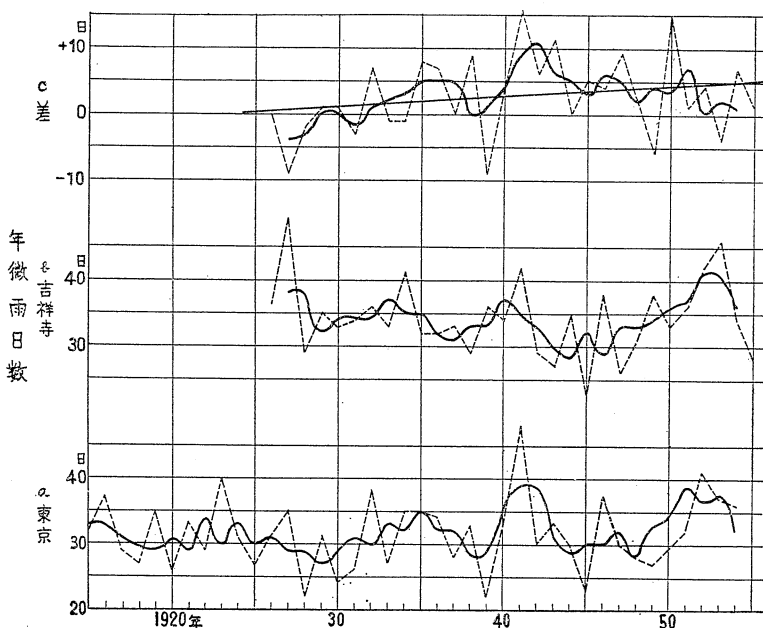
5. 都市の影響の長期傾向

弱い雨の日数は、上記のように1943~44年ごろの資料では明らかに都市の中心部で多く、周辺地域で少い。この現象は最近も続いているのだろうか、あるいは、都市

地域の拡張とともにますます傾向が強くなりつつあるのだろうか。東京の雨について、詳しい報告が最近行われた¹²⁾が、そこには、これに対する回答は見出されないで調査した。

そこで、ここでは中央気象台(開設1876年)および東京西方郊外の吉祥寺(開設1926年)の年微雨日数(0.1~1.0mm/dayの日数)と、年降水密度の年年変化によって、その長期変動を調査した。年降水密度とは、年総降水量を年降水日数で割った値で、日単位で雨の強さを表現する気候示数の1つである。

まず第8図には微雨日数の変化を示した。中央気象台の傾向(第8図a)をみると、(1915年以前は図示を省略)、最近では1941, 50, 52年などの大きい年がある。3年の移動平均をした値の傾向(実線)でも、1935年以後やや増加の傾向にあるようにみられるが、統計的にその傾向は有意でない。吉祥寺(第8図b)についても同様である。かりにこれらがある傾向をもっていたにても、それは大循環・低気圧発生頻度や経路などの長期変動いわゆる気候変動の結果かも知れない。そこで、そういう気候変動の原因が作用していても、直線距離約17kmの中央気象台と吉祥寺の2地点に、それ程大きく違った効果を及ぼすとは考えられないから各年について、2地点の微雨日数の差をだしその傾向を求めた。(第8図c)



第8図 年微雨日数の累年変化。a 東京, b 吉祥寺, c (東京-吉祥寺)の差。実線は3年移動平均値を示す。

実線はその3年の移動平均値の変化である。わずかではあるが、都心の中央気象台の方が微雨日数は多く、吉祥寺との差は年年増加しているようである。この長期傾向を直線とみて実験式を求めると

$$y = 0.172(x - 1925) + 0.234$$

で、相関分析の結果は危険率5%で有意である。ただし、 y は年微雨日数の2地点の差、 x は年である。この式によれば、1924年にはほぼ0、すなわち2地点間の差はなく、昭和時代になって平均して10年間に約2日ずつ、その差が増し、現在は5~6日のところである。しかし、この傾向線からの年によるばらつきはかなりあり、この2, 3年は続いて小さい。

つぎに降水密度であるが、これには、中央気象台・吉祥寺の2地

点とも一定の傾向は認められない。また、2地点の差については、負（都心の中央気象台が小）の年が18回、正の年11回、同じ年1回で、明らかに有意に都心において年降水密度の小さい年が多いことを示している。しかし、その長期変動は減少すなわち都心（中央気象台）が小さくなりつつある傾向は、図（省略）には不明瞭ながら認められるが、統計的には有意でなかった。これは前項に述べたように、強い雨を含めると、その分布に都市の影響が明らかにでないことと一致している。すなわち、長期傾向については、年微雨日数の都心と郊外の差は年々大きくなりつつあるが、強い雨も全部含めた年総降水量による年降水密度には、それが明瞭でないことが判明した。

6. 要約とあとがき

東京都区内における雨について、以下の結論がえられた。

(1) 微雨日数は、都心部に多く、周辺地域の海岸・郊外に少い。最多地域は最少地域の約 2.5倍（差の大きい年で）に達する

(2) 都心から周辺に向う微雨日数の減少は、南東・東・北東部で急、西方でゆるやかである

(3) 弱い雨の分布には上記のような都市地域との関連が認められるが、強い雨も含めた年降水量の分布にはそれが認められない

(4) 都心（中央気象台）と郊外（吉祥寺）との年微雨日数の差は、10年に 1.7日の割合で年増加の傾向にあり、平均して、現在約 5日の差である

(5) 年降水密度は、都心の方が小さい年が多い。しかし、その長期傾向は認められない

以上である。最後に、資料を使用させていただいた、気象研究所畠山久尚博士、東京管区気象台の各位には深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) Kratzer, P. A., 1956: "Das Stadtklima" Braunschweig, 123—131.
- 2) 福井英一郎・矢沢大二, 1957: 最近における都市気候研究の展望, 地理評, **30**, 36—54.
- 3) Polli, S., 1946: 100 Anni di Osservazioni Meteorologiche Eseguite a Trieste 1841-1940. Trieste, Istituto Geofisco, Pubbl., Nr. 214, 1—23. (原文未見)
- 4) 福井英一郎, 1943: 本邦六大都市における気候の変化, 気象集誌 **21**, 428—434.
- 5) ———・小泉義兵, 1938: 大東京における雨量の分布, 地理評 **14**, 465—487.
- 6) 氏家正子, 1939: 都市が気候におよぼす影響の1例, 天気と気候 **6**, 485—486, 559—562.
- 7) 畠山久尚, 1934: 豊原の空における雲の配布について, 気象集誌, **12**, 337—345.
- 8) 吉野正敏, 1955: 東京都区内の風向分布, 天気, **2**, 203—207.
- 9) ———, 1956: 小地域における風向分布の1特性気象と統計 **6**, 67—71.
- 10) Balchin, W. G. V., Pye, N., 1948: Local Rainfall Variations in Bath and the Surrounding District. Q. J. R. M. S. **74**, 361—378.
- 11) Kreutz, W., Schubach, K., 1952: Lokalklimatische Geländekartierung der Südlichen Bergstraße unter Besonderer Berücksichtigung der Gemarkung Heiderberg. Mitt. Deutsch. Wett. US-Zone, Nr. 13, 1—11.
- 12) 渡辺次雄, 1954: 東京の雨 (1)(2), 測候時報 **21**, 221—228, 251—255.