

都市気温に及ぼす緑地の影響

札幌市での調査事例

鈴木 悌 司 前 崎 武 人

はじめに

夏の日中、樹林内に入ると涼しく感ずることは、誰しもよく経験していることである。このように、森林が地域の気象を緩和させることについては、森林気象の分野で、かなりくわしく調査研究が行なわれてきている。

一方、最近都市への人口の集中化がすすんでいるが、こうした都市の膨張はその地域の気候に人為的な影響を与えて、いわゆる都市気候を形成するにいたっている。このように人為的影響を受けた気候は、都市住民の生活環境としては決して好ましいものではない。このため、都市気候に対して森林のもつ気象緩和機能を発揮させようとする考えが広まってきている。

ここでは、こうした都市気象のうちとくに都市の気温は周辺地に比べてどのように変化しているか、またそうした変化に対して都市あるいはその周辺にある森林その他の緑地がどのような影響を及ぼしているかについて述べることにする。

都市の気温の分布

都市の内外の気温の差と原因

都市の気温が周辺地域それぞれに比べて高くなることは、ヨーロッパの大都市で 19 世紀初めころから認められていた。それが 20 世紀になって都市の発達と同時に、精度の高い気象観測機器が開発されたことなどによって明らかになってきた。

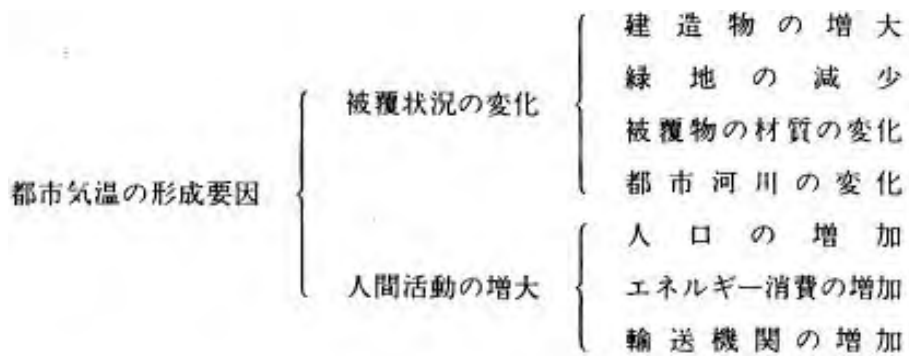
いま、世界の大都市について、都市とその郊外の気温の差の年平均値をみると表 - 1 のようである。年平均値としたのは、気温差が季節や時刻によってもちがってくるからである。この表からわかるように、都市内のほうが明らかに高温になっている。

こうした都市の高温化の原因について、成蹊大学の後教授らは、つぎのようにまとめている。

表 - 1 都市内と郊外の年平均気温の差

都 市 名	温度差	統計期間
東 京	0.5 °C	1913~1916
パ リ	0.7	1816~1860
モ ス ク ワ	0.7	1910~1926
ミュンヘン	1.4	1820~1850
ストックホルム	0.7	1915~1929
セントルイス	0.35	1920~1924
フィラデルフィア	0.8	1920~1920
ワシントン	0.6	1920~1929
シカゴ	0.7	1932~1937
ニューヨーク	1.1	1917, 1918 1920~1927
ロンドン	0.5 °F	1813~1816

(大後 1972)



これらの気温形成要因のなかで、エネルギー消費の増大が与える影響はかなり大きく、気象研究所の土屋巖氏が東京について推定した結果によると、夏の場合で太陽放射エネルギーの10～15%、冬期では太陽放射エネルギーよりも多いくらいであるとされている。

都市内の気温水平分布

都市内の気温は周辺地域に比べてかなり高くなっていることがわかったが、それがどの程度か、また水平的にどのように分布しているのだろうか。この問題については、これまでに自動車による移動観測や、最近では赤外線放射温度計をとりつけたヘリコプターによる観測などによって、日本の各地で調査が行なわれている。

ここでは、われわれが昭和47年7月に、札幌市を対象として、自動車による移動観測法によって行なった調査結果を例にとって説明してみよう。

調査は7月26日から29日までのうちの3日間に、自動車の地上高1.5mの位置にサーミスタ型温度計をとりつけ、時速20～30kmで走りながら測定した。測定点は全部で62点で、図-1に黒丸で示した。

観測時間は日によって若干異なるが、ほぼ午前10時から午後2時までのあいだである。この時間内に当然、温度変化がおこる。そこで、札幌管区气象台、林試北海道支場、農業試験場の3つの地点の気温記録紙から観測時間中の平均気温を求め、観測時刻の気温との差を補正量として、これを各観測値に加えて補正温度とした。

このうち7月29日の結果から、観測期間中の平均気温を1の等温線によって図化する

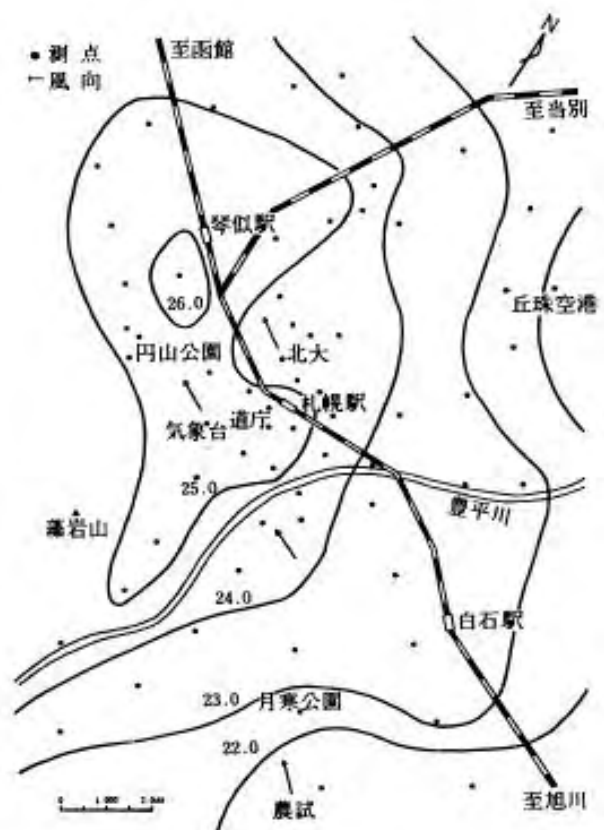


図-1 札幌市の気温分布
(昭和47年7月29日 10時-14時 の平均気温による比較)

と図 - 1 のようである。図で示されるように、あきらかに都市内外で 3 ~ 5 の気温差がみられ、等温線のパターンは地図上の市街地とほぼ対応していることがわかる。また、都市内の高温部は、“熱の島” (ヒート・アイランド) と呼ばれ、都市の中心域に生じやすいが、図のように風の影響によって風下に移動する現象がみられる。

緑地による気温緩和効果の程度

こうした気温分布と緑地との関係について、東京教育大学の福井教授は、つぎのような関係をあきらかにしている。すなわち、東京都内の 7 地点について、昭和 28 年 7 月と 8 月の晴天 36 日の最高気温 (T) と測点を中心とした半径 500m, 1km, 2km の円内のそれぞれの緑地 (G), 商工業地 (I), 水面 (W), 住宅地 (H), 緑地および畑地 (B) の百分率との間につぎのような関係式を求めている。

$$\begin{aligned} 500\text{m} \quad T &= 40.7 - 0.11G - 0.01I - 0.12W - 0.08H - 0.10B \\ 1,000\text{m} \quad T &= 43.5 - 0.09G - 0.06I - 0.24W - 0.16H + 0.34B \\ 2,000\text{m} \quad T &= 6.0 - 1.51G + 0.61I + 0.09W + 0.26H + 1.09B \end{aligned}$$

式中の G の係数はいずれも負を示している。これは緑地が多いほど夏の日中の最高気温が低いことを示すものである。とくに半径 2 km の場合には、緑地の影響は他のどの項の影響よりも大きいと報告している。

このことから、都市の気温と地表被覆の関係がうかがわれるが、われわれが行なった札幌市の調査結果を検討するとつぎのようである。

ここでは、森林のほか芝生、畑地、水田などを含めた広い意味での緑地の地表占有率を緑地率とし、航空写真をもちいて、測点を中心とする一辺が 200, 300, 500, 1,000m の正方形について 5% 単位で判読した。

7 月 29 日の調査結果から、午前 10 時から午後 2 時までの平均気温と緑地率との相関図を描くと図 - 2 のようになる。これからわかるように、緑地率と気温との間に負の相関関係が認められる。

そこで、観測日、緑地率測定単位別に回帰式および相関係数を求めると表 - 2 のようである。表からわかるように、いずれの日も緑地率と地温との相関係数は負となり、その値は 0.43 ~ 0.60 の範囲にあり 5% 水準で有意である。

したがって、今回の調査でも緑地が夏の日中気温を低下させる作用をもつことが確認された。その程度は、緑地率 50% の場合には 0.7 ~ 1.0、100% の場合には

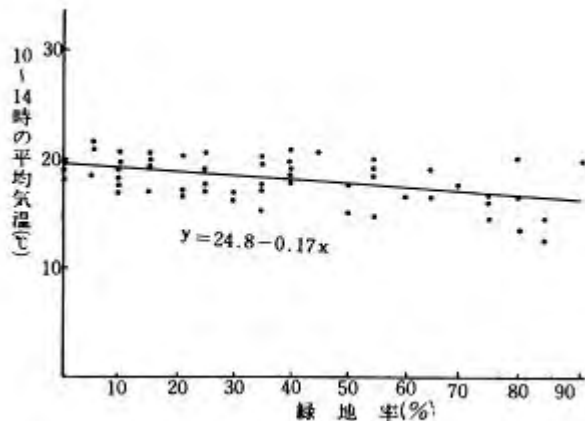


図 - 2 緑地率と気温の関係 (7月29日 200m 平方)

1.5 ~ 2.0 ほど夏の日中気温が低くなるわけである。

表-2 異なる単位面積による緑地率と気温との回帰式および相関係数

月 日	区 分	緑 地 率 測 定 単 位 面 積 (m平方)			
		200	300	500	1,000
7月26日	回帰式	$y = 26.9 - 0.16x$	$26.7 - 0.16x$	$26.9 - 0.17x$	$27.0 - 0.18x$
	相関係数	-0.433	-0.551	-0.594	-0.473
	28	回帰式	$y = 25.5 - 0.12x$	$25.5 - 0.12x$	$25.5 - 0.15x$
	相関係数	-0.435	-0.455	-0.483	-0.496
29	回帰式	$y = 24.8 - 0.17x$	$24.8 - 0.19x$	$24.9 - 0.22x$	$24.8 - 0.20x$
	相関係数	-0.465	-0.500	-0.588	-0.593

〔注〕 y ; 気温℃, x ; 緑地率10%

このことは、札幌管区气象台 (X ; 緑地率 10%) と農業試験場 (Y ; 緑地率 80%) との最高気温からも確められる。昭和 47 年の 7, 8 月における両者の最高気温の平均値は、25.8 , 24.7 で、また、X と Y との間には

$$Y = 0.85 X + 2.80$$

の一次式の関係が認められた。

この期間の最高気温の最大は、ほぼ 30 であり、この場合には緑地率 10% あたり約 0.24 , 最高気温の平均値では約 0.16 ほど最高気温は低下することになる。この値は、前の値をほぼ包括する範囲である。

気温緩和に及ぼす緑地の作用

こうした都市気温の低下に及ぼす緑地の効果は、さまざまな作用によっていることが考えられる。これまでの調査結果によると、都市内の緑地、とくに森林は太陽光線の遮断、樹木の蒸散作用などによって日中では林外より 2 ~ 3 低い冷気を保っている。こうした森林内の冷気が、高温化した周辺部に影響を及ぼすことが考えられる。

図 - 3 は、気象研究所の土屋巖氏が、昭和 47 年 8 月に東京都内にある白金自然教育園周辺の地表面温度を高度約 300m からヘリコプターにつんだ赤外線温度計によって測定した結果の一部である。

この図からわかるように、樹林地は、周囲にくらべてかなり低温である。さらに、図の 7, 8, 10 の道路の温度は 10 が最も高い 44 で、8 は最も低い 38 を示しているが、この測定時刻風が南寄りであったことから、園内で冷却さ

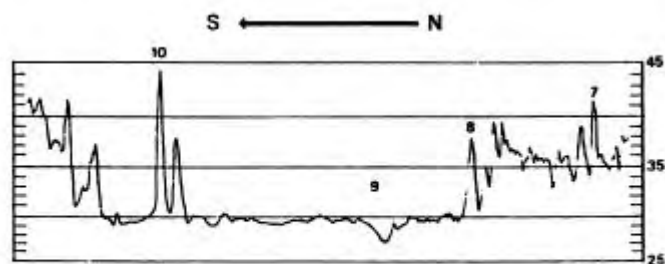


図-3 白金自然教育園周辺の地表面温度(13時)(土屋 1972)
7, 8 道路 9 樹林地 10 道 路

れた空気の移流による冷却効果があったとみられている。

都市内にある森林には、このような冷気を周辺地に流出して都市気温を低下させるいわば間接的な効果のほか、森林や緑地の存在そのものが都市の気温上昇をさまたげる直接的な役割がある。つまり、都市においての高い気温は、前に述べたように建造物やアスファルト道路からの輻射熱、人の生活活動や工業生産活動による放熱などによって生じるものであり、また森林などの緑地はコンクリートなどよりも日射に対して熱しにくい性質をもっており、緑地の増大はこうした地表部の比熱の増加と熱エネルギー源の減少によって必然的に都市気温の上昇を緩和することになるわけである。

おわりに

以上のことから、森林やその他の緑地は、熱エネルギー源の減少や林内冷気の流出による周辺気温の冷却作用などによって都市の気温上昇を緩和していることが理解される。

もちろん、都市の全般的な気象は、その都市の地理的位置や地形的条件などによって大きく支配されており、多少の森林の存在などによって大きく影響されることはないであろう。しかし、局所的には上述したような気温緩和効果を発揮するし、さらに大気浄化、防火などの公益的機能をかねそなえているので、将来における都市の造成にあたっては、こうした森林などの緑地をできるだけ多くとり入れることが必要であると考えられる。

なお、このとりまとめにあたっては、本年3月に当林業試験場が報告した「生活環境における緑地機能の実証的調査研究報告書」を参考とした。

(自然保護科)

