

暑熱シェルターとしての緑陰の有効性

The effectiveness of tree shade as summer heat shelter

岡野通明*¹・萩野裕章*¹・高梨聡*¹・鈴木純*²Michiaki OKANO*¹, Hiroaki HAGINO*¹, Satoru TAKANASHI*¹ and Jun SUZUKI*²

* 1 森林総合研究所気象環境研究領域

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba, 305-8687

* 2 信州大学農学部

Faculty of Agriculture, Shinshu Univ., Nagano 399-4598

要旨：森林の持つ多面的機能の一つ、快適環境形成機能のうち木陰や緑陰のもたらす夏の気温低下等の気候緩和機能を活かして、現在また将来にわたって被害増加の懸念がある熱中症等暑熱による健康影響の減災を目指している。暑さ指数としても知られる WBGT (湿球黒球温度) を指標として、都市近郊林や公園緑地のような緑陰の温熱環境を観測し、日陰のない場合との比較を行って、緑陰の持つ潜在的な暑熱のシェルターとしての有効性を確認した。5月から9月の暑熱期に、晴天時の緑陰では概ね熱中症の危険度を1ランク下げるほど、つまり3℃以上、日向の草地より低くなった。やや疎な緑陰や曇天時においても同様の WBGT の低下が認められ、緑陰・木陰が暑熱シェルターとして十分機能することを示唆した。

キーワード：緑陰, 温熱環境, WBGT, 熱中症, 気候変動適応策

I はじめに

古来より我が国においても緑陰や木陰がもたらす気候緩和機能は経験的に良く知られており、旧街道筋の並木道やつる性の植物を棚状に仕立てた緑陰を造成し、暑熱をやわらげた例が数多ある。日常生活においても暑熱期に緑陰や木陰に涼を求めることは普遍的に行われている。また近年、その増加が懸念される熱中症等の暑熱による健康被害対策の啓蒙書にも、休憩は緑陰でとることや熱中症の恐れのある者を緑陰で休養させる内容が記されている。

IPCC の第4次報告書より、緩和策を厳重に実施しても気候変動(温暖化)は阻止できず、そのため適応策を駆使して厳しい気候変動時代を持続的に生きぬく術の重要性が説かれた。身近な緑陰・木陰の有する気候緩和機能を再評価し、その機能を熱中症等の暑熱による健康被害の減災に利用するべく、都市近郊林や公園緑地のような小さな林分の森林において WBGT 低下の効果を観測し、日向との比較により効果を検討した。

II 方法

森林総合研究所赤沼実験林(埼玉県鳩山町)において、都市近郊林や公園緑地を模した実験圃場を設置し、緑陰・木陰と日向(草地)の WBGT 等温熱環境指標が得られる微気象観測を実施した。主な解析に利用した数値は

ケヤキの小林分(南北 30m, 東西 10m, 植栽密度 約 4000 本/ha, 樹冠高 約 16m, 平均 DBH 21cm)の緑陰から得られた。

緑陰と日向の比較の他、住居屋内を想定した観測を赤沼実験林庁舎内において実施した。また緑陰の効果の普遍性を確認するため、赤沼実験林内のいくつかの小林分においても移動観測を行なった。

緑陰内と日向(草地)に気象観測用のやぐらを組み、屋内においては三脚等をやぐらとして、地上 1.5m の高さで測定した主な項目は、黒球温度(φ75mm グローブ温度計 MT-01GS 英弘精機)、乾湿球温度(通風式乾湿温度計 MH-021S 英弘精機)、全天日射量(全天日射計 MS-601 英弘精機)、紫外線量(紫外線日射センサー PCU-01 プリード)、樹冠温度(携帯型小型熱画像装置 CPA-0130A チノー)等である。これらセンサーからの信号はデータロガー(メモリーハイロガー LR8402 日置電気)に5分ごとに記録した。WBGT の算出はオフラインで行った。

III 結果と考察

対照値となる日向(草地)からの気温と WBGT の平均偏差の例を表-1 に示す。気温は、日向(草地)に比較して単木(テーダマツ)の陰で 0.4℃低く、緑陰(ケヤキ小林分)では 0.8℃低かった。WBGT では日向(草地)と比較して、単

木の陰で2.4℃、緑陰では3.4℃も低くなった。この事例は、日向と隣接する緑陰では、気温の差は小さいがWBGTの差は大きく、緑陰では暑さ指数が下がって涼しい温熱環境を得られていることを示す。気温が下がる以上にWBGTの低下がみられる理由は、緑陰・日陰における黒球温度の低下が著しいことで、それは樹冠による日射の遮蔽が大きいことに起因する。当該林の昼間、10時から14時までの日射の遮蔽率はおよそ0.8~0.9の間であった。

また緑陰・木陰で涼が得られる理由として、樹冠部の温度が葉の蒸散による気化熱により常に冷やされており、樹冠部より下向きへの再放射が少ないことによると経験的に考えられている。詳細な熱環境の把握には熱収支を解く必要があり今後の研究によって明らかにするが、今回の携帯型小型熱画像装置による観測では、樹冠温度は盛夏日中でも気温と同等か低いこともあり、下向き再放射が小さいことが予想された。

緑陰で認められたWBGTの3℃以上の低下は、緑陰に入るだけで熱中症の危険度を1ランク下げることが示唆され(1)、熱シェルターとして有効であることを示す。また大きな緑陰を作らない単木の影でも約2.5℃もWBGTを下げたことは、単木の木陰でさえ温熱環境緩和機能が高いことを示す。

図-1に对照区となる日向(草地)、緑陰および屋内の気温とWBGTの日変化の例を示した。前述のように日向(草地)と緑陰では、気温の差は大きくなく日変化のトレンドはほぼ同じである。一方WBGTではその差は大きく、日向(草地)と比較して緑陰では3~4℃も低下している。ここでもその差は熱中症の危険度に照合すれば1段階軽くなり、緑陰が昼間の太陽高度が高い時間帯に有効な暑熱のシェルターになりうる可能性を示している。

屋内の気温は、日向(草地)と緑陰と同様に推移しているが、WBGTでは高い日向(草地)と緑陰の中間を通る値となっている。屋内は、赤沼実験林庁舎内で観測された値であるが、窓は開け放っているが冷房装置のない住居を模している。WBGTでは、日向(草地) > 屋内 > 緑陰の順となり、屋内は日向より涼しいが、屋外の緑陰よりは暑いとなる。屋内では壁面や天井の温度が高く、そこからの熱放射を受けること、また窓を開け放っても緑陰内のように風が抜けることがないことがWBGTが下がらない理由と考える。この結果は、暑熱期の昼間、家屋内は緑陰より暑く感じ体への熱負荷が大きいことを示唆する。また緑陰は、家屋内において暑さを避けるより、さらに有効な暑熱のシェルターになりうることを示した。

総じて、緑陰や単木の木陰によってWBGTは効果的に

低減する。緑陰や単木の木陰による温熱環境の緩和機能(暑熱の低減)は、普遍的に認められる。それは熱中症指数(危険度)を1ランク下げるほどになる。暑熱期には、窓を開けて冷房運転しない屋内より、緑陰のほうがWBGTが下がり、身体への熱負荷が少なくなる事例も得ている。

以上のように緑陰には暑熱を緩和する機能があり、酷暑猛暑の際の有効なシェルターとして利用可能である。

謝辞

本研究は農林水産省委託「気候変動プロ」森林適応系・森林緩和系の一部として実施された。関係各位に感謝を申し上げる。

引用文献

- (1) 環境省環境保健部環境安全課 (2014) 熱中症を防ぐためには、熱中症環境保健マニュアル 2014 : 31-52

表-1. 对照区となる日向(草地)からの単木の影(テアマツ)と緑陰(ケヤキ小林分)の気温とWBGTの平均偏差

(2011年~2013年8月の晴天時 10:00~16:00)

測定区	気温	WBGT
对照草地	—	—
単木の陰	-0.4℃	-2.4℃
緑陰	-0.8℃	-3.4℃

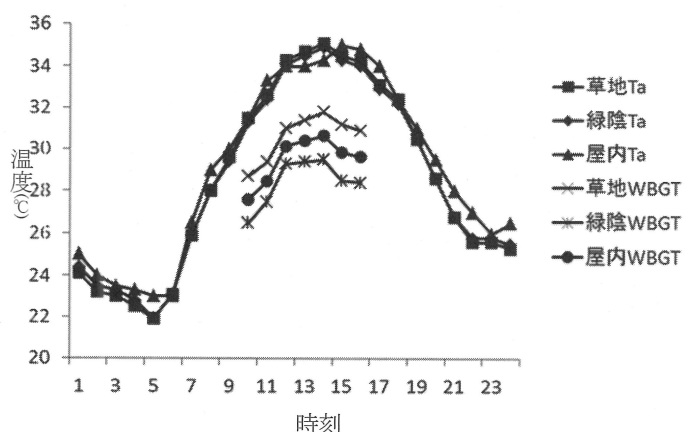


図-1. 暑熱期の昼間晴天時における对照草地(日向)と緑陰および屋内(赤沼実験林庁舎)の温度差 (2013年8月7日の例 Ta:気温)