

B-43 都市緑化による大気・熱環境改善と省エネルギー効果について

○平野勇二郎^{1*}・井村秀文¹・一ノ瀬俊明²

¹名古屋大学 大学院環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)

²独立行政法人 国立環境研究所 社会環境システム研究領域 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

* E-mail: hirano@1996.jukuin.keio.ac.jp

1. はじめに

都市緑地はヒートアイランド緩和効果や洪水防止、美的景観の向上、火災時の延焼防止などのさまざまな役割があるため、都市計画を行なう上で重要な要素である。とくに都市において夏季の暑熱環境の悪化は冷房用エネルギー消費量を増大させるため、ヒートアイランド緩和効果は重要である。ただし、著者が東京を対象としてヒートアイランド現象の空調・給湯用エネルギー消費量への影響評価を行ったところ、住宅地においてはヒートアイランド緩和により暖房・給湯用エネルギー消費量の増大をまねく危険性もあるため、慎重な検討が必要であるという結果を得た¹⁾。したがって現在進められている密集市街地を中心としたヒートアイランド緩和策は省エネルギー効果が十分に期待できるが、これを住宅地を含めた都市全体のスケールへ拡張する場合、冬季は寒冷化しないように配慮する必要がある。そこで本研究では、冬季は寒冷化しないヒートアイランド緩和策として落葉樹による緑化を取り上げ、市街地と住宅地を含む東京23区全域のスケールでのヒートアイランド緩和効果とその省エネルギー効果を評価することを目的とした。本

研究の評価方法を図-1に示す。本研究では、著者がすでに夏季・冬季を対象とした評価を行なった方法²⁾を原型とし、これに季節変化を表現できるように改良を加え、通年評価を行なう。

2. 緑化シナリオの設定

本研究では文献³⁾で設定した夏季の緑化シナリオに季節変化を与えることで緑化ケースの緑被率を設定した。文献²⁾では緑化シナリオは図-2の通りに、緑被率/非建ぺい率の割合の上位5%を既存施設における緑化の上限と仮定し、衛星リモートセンシングによる7月の緑被率データ⁴⁾と、地理情報システムデータから算出した(図-3)。このシナリオに従えば、東京23区全体では現状の緑被率は約13.4%、緑化後の緑被率は25.2%となる。現状の土地利用を維持することを前提とすれば、これは東京の地上緑化のほぼ上限であると考えられる。

また、落葉樹の効果を表現するために、植生の季節変化も評価に含める必要がある。そこでマルチテンポラル衛星データ⁵⁾を内挿し月別のデータとした。これに植生指標(NDVI)による緑被率推定手法⁶⁾を適用し、月別の緑

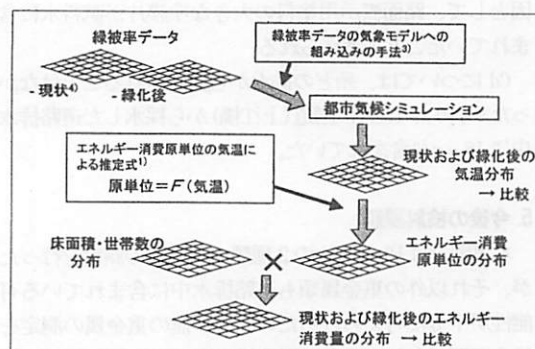


図-1 本研究の評価方法

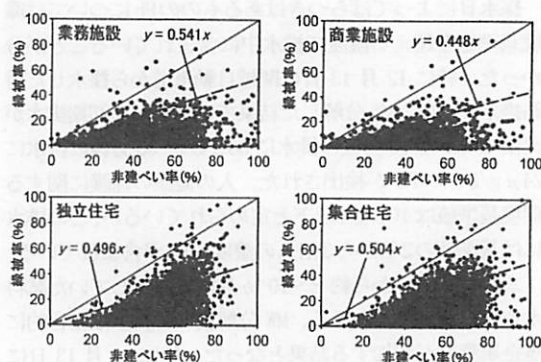


図-2 非建ぺい率と緑被率の散布図（7月）

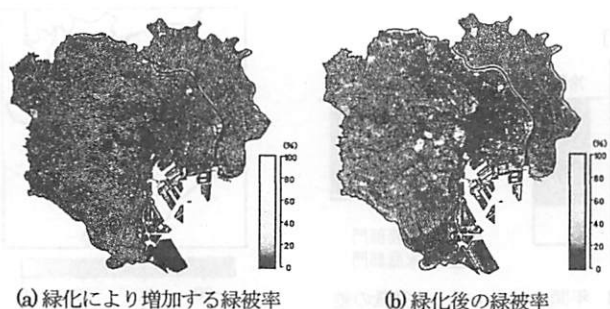


図-3 緑化シナリオ (7月)

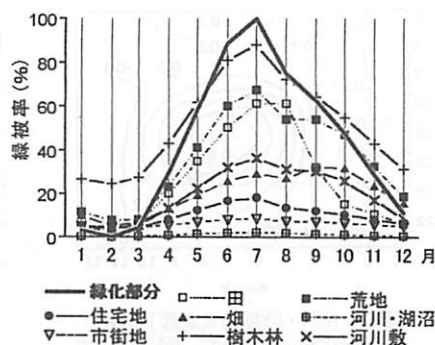


図-4 緑被率の季節変化パターン

被率データを作成した。これにより全メッシュについて個々の季節変化パターンが得られているが、ここでは土地利用別の平均値のみを図-4に示す。緑化された箇所に關しては、図-4に太線で示した季節変化パターンを適用した。これは図-4の「樹木林」の季節変化パターンの曲線を、2月、7月がそれぞれ緑被率0%、100%となるように線形変換したものである。「樹木林」とは、土地利用データの「山林・荒地」のカテゴリーから、自然環境GISのデータを用いて概ね樹木に覆われていると考えられるカテゴリーのみを抜き出したものである⁹⁾。

3. 緑化による気温低下効果のシミュレーション

前述した現状および緑化後の月別緑被率データを地表面被率データとして用い、コロラド州立大学メソスケールモデル (CSUMM) により気象シミュレーションを行った。緑被率データの気象モデルへの組み込みは文献³⁾の方法を用いた。落葉樹の効果を評価するにあたり、異なる季節の結果を比較するため、季節による気象条件の違いなども考慮する必要がある。とくに、地上風系はヒートアイランド形成に強く影響することが知られているため、季節風の影響は無視できない。そこでクラスター分析による関東平野の風系分類の結果⁹⁾を用い、対象期間を季節風の影響が明確である日と比較的静穏な日に分けて解析対象日を選択した。この計算結果をの各風系の月別出現頻度により加重平均したものの月別の気温データとして用いる。このシミュレーション結果の例を

図-5に示す。また緑化によるヒートアイランド緩和効果を明らかにするため、7月の計算結果の現状と緑化を行った場合の気温差を図-6に示す。図-6から、主に東京都区部の北西部において気温低下効果が大きく、沿岸部は内陸部と比較して気温低下効果が小さいという傾向が生じた。気温低下効果は図-6に矩形で示した中野付近のグリッドにおいて最大であった。このグリッドでは最大で約0.7℃の気温低下効果が生じた。このグリッドにおける気温低下効果の月別・時刻別変動パターンを図-7に示す。この図から、7月を中心とし主に日中に強い気温低下効果が生じていることが分かる。この検討から、冬季は寒冷化しないヒートアイランド緩和策として、落葉樹による緑化の効果を概ね再現できたと考えられる。

4. 空調・給湯用エネルギー消費量への影響

現状ケースと緑化ケースのそれぞれについて、図-1の方法で対象地域全体の部門別・用途別の年間消費量およびその差を算出した (図-8)。この結果から業務部門の冷房用エネルギー消費量の減少がとくに大きく、1340 [TJ/年]と算定された。暖房用・給湯用を含めた合計値では、家庭部門は約 80 [TJ/年]、業務部門は約 1170 [TJ/年]、両部門では約 1260 [TJ/年]の省エネルギー効果が期待できる。次に省エネルギー効果の空間分布について考察する

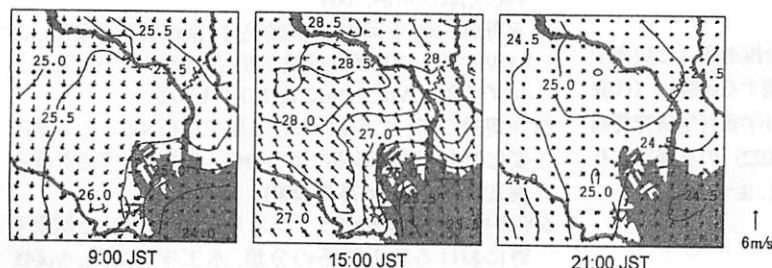


図-5 シミュレーション結果 (7月の静穏日の例)

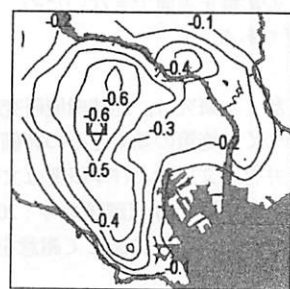


図-6 緑化による気温低下効果 (緑化後-現状, °C, 7月15時の例)

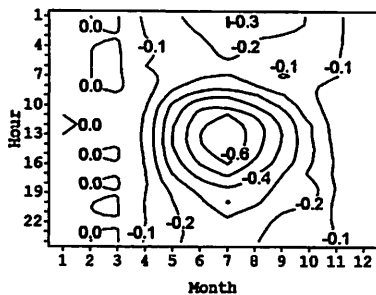


図-7 月別・時刻別気温低下効果
(緑化後-現状, °C, 図-6に□で
示したグリッドの例)

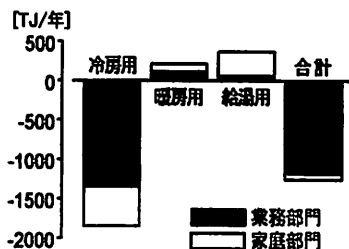


図-8 年間のエネルギー消費量の差
(緑化後-現状)

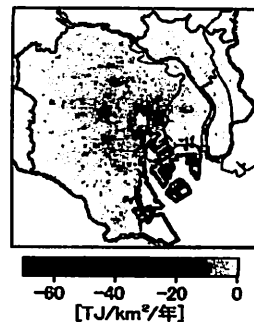


図-9 各グリッドの年間エネルギー
消費量の差 (緑化後-現状)

ため、両部門の空調・給湯の年間総消費量の変化分をメッシュ別に算出した(図-9)。この図から、広い範囲で省エネルギー効果が生じるのは丸の内付近であり、その他は新宿、池袋、渋谷付近に省エネルギー効果が大きい地域がある。グリッド単位で見た場合の省エネルギー効果のピークの大きさは、池袋、新宿、渋谷、丸の内付近の順となった。また省エネルギー効果の時間変化パターンについて考察するため、月別にエネルギー消費量の差を算出した(図-10)。この図から、業務部門においては7月を中心として4月から10月までの長期間にわたって省エネルギー効果が生じていることが分かる。一方、家庭部門においては省エネルギー効果は6月から9月までの間で生じており、変動幅は業務部門の半分程度である。また、給湯用エネルギー消費量の増大はより長期間にわたって生じているが、変動幅はさらに小さい。

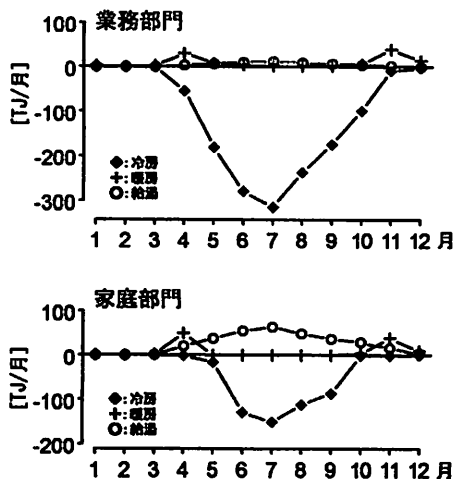


図-10 月別のエネルギー消費量の差
(緑化後-現状)

5. まとめ

本研究では東京都心部を対象とし、都市緑化によるヒートアイランド現象の緩和効果およびその省エネルギー効果の算定を試みた。この結果、緑被率を7%増やした場合、本研究で想定した計算条件下では約1260 [TJ/年]の省エネルギー効果が得られると算定された。ただし本研究の手法では気温と空調エネルギーのフィードバック効果や、都市キャノピー内の局所的な高温化の空調への影響を考慮できないため、今後、検証・精緻化が必要である。

謝 辞: 本研究は、地球環境研究総合推進費「低炭素型都市づくり施策の効果とその評価に関する研究」(代表者: 井村秀文) および本研究は文部科学省科学研究費補助金・若手研究(B)(課題番号: 20710022)の支援により実施された。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 平野勇二郎, 茅 陽一, 柴崎亮介: 都市ヒートアイラン

ド現象の空調・給湯用エネルギー消費への影響評価, 土木学会論文集, No.629/VII-12, pp.83-96, 1999.

2) 平野勇二郎: ヒートアイランド緩和策の気温低下効果とそのエネルギー消費量への影響 東京都心部の地上緑化を対象とした夏季・冬季のケーススタディー, 日本建築学会環境系論文集, No.591, pp.75-82, 2005.

3) Yujiro HIRANO, Yoshifumi YASUOKA and Toshiaki ICHINOSE: Urban Climate Simulation by Incorporating Satellite-Derived Vegetation Cover Distribution into a Mesoscale Meteorological Model, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol.79, pp.175-184, 2004.

4) 平野勇二郎, 安岡善文, 柴崎亮介: 都市域を対象としたNDVIによる実用的な緑被率推定, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.22, No.2, pp.163-174, 2002.

5) 平野勇二郎: 都市域における植生指標NVIとその季節変化の土地利用形態による特性, 日本建築学会計画系論文集, No.548, pp.75-82, 2001.

6) 平野勇二郎, 柴崎亮介: クラスタ分析を用いた関東平野における地上風系の分類, 水工学論文集, Vol.45, pp.235-240, 2001.