

44. クールアイランドの視点から見た都市緑地の環境経営モデル

Administration Model for Urban Green Spaces in terms of Cool Island Effect

馬渕 泰*・東浩太郎*・那須清吾*

Yasushi MABUCHI, Kohtaro AZUMA, Seigo NASU

ABSTRACT: Recently, participation of NPO in the management of the urban green spaces has been increasing rapidly. In these organizations (NPO), the operation and maintenance of urban green spaces including procurement of materials and employment of engineers has been managed by the fee from the residential community and the subsidy from the local government. This is a new concept of environmental management that the effect of the urban green spaces will be managed considering environment as “Resource” for generations and generations. There is little case where an environmental quality is examined as administrative resources. The purpose of this study is to propose and evaluate an environmental administration model of the urban green spaces which has a good cool island effect and a harmonization between management method and cost and needs of the local community of the urban green spaces.

Key Words : Urban green spaces, Cool island effect, Environmental administration model, Willingness to pay

1. 背景

現在、地方自治体の財政状況を見てみると、自治体の自前の税収は歳費全体の3割程度で、他は政府からの地方交付金でまかなわれている事例が多く、地方自治体の財政はほとんどが赤字となっている。その対策として、政府は行政のスリム化による行政運営の効率化を目指して、「民間にできることは民間に」、「地方にできることは地方に」の基本理念のもとに、「三位一体改革」を打ち出し地方や民間への各種権限の委譲、地方交付金の見直しに取り組み始めている。

都市緑地行政においては、2002年の自然公園法改正により公園管理団体制度が適用されたことにより抜本的な改革がスタートした。指定管理者制度とは、分権型社会の推進、住民ニーズの多様化といった社会変化や住民意識の変化に伴い、公の施設の管理についても民間事業者の発想・手法を取り入れることで経費の節減に加え、利用者に対するサービスや満足度の向上を図ろうとするものである。これにより、これまで政府や地方自治体が担当してきた公園内の登山道等施設の補修、風景地保護協定に基づく自然風景地の保護管理や公園利用者への情報提供などが公益法人、NPO法人等の民間団体でも自由な意思により担当できるようになった。都市緑地の維持管理に指定管理者制度を導入している事例としては、NPO法人「フュージョン長池」による東京都長池公園を対象としたものや、栗駒国定公園「NPO法人須川の自然を考える会」、(NPO法人)グラウンドワーク三島による国定公園と国立公園、都市公園の環境管理事例^{1),2)}など、近年増えつつある。近年、地方自治体の財政が逼迫している中で、これらの指定管理者団体においても公共に頼らない自主経営の必要性が高まっている。指定管理団体の運営財源については、一般に設置団体からの委託料や補助金、利用料金、趣旨賛同者による会費や募金収入が主たる収入源であり、支出面として除草や散水、施肥、ゴミの廃棄、施設改修など環境管理やそれに要する人件費があげられる。しかし、施設が地域住民にとって必要以上の規模であったり、都市緑地整備や維持管理に多大な経費がかかる場合、収入と支出のバランスは崩れ、運営そのものが立ち行かなくなる危険性が高い。よって、都市緑地整備に当たっては、都市緑地の公益的機能を把握し、地域住民が望む整備の方向性と整備や維持管理にかかるコストのバランスを考慮したうえで、都市緑地の整備方針を決定していく必要がある。

一方、都市緑地整備などの環境施策等の評価モデルを見てみると、CVMやトラベルコスト法を用

*高知工科大学 社会マネジメントシステム・センター Center of Excellence for Social Management Systems, Kochi University of Technology, Tosayamada-cho, Kami, Kochi, JAPAN, 782-8502

そこで本論では、既存の環境経営概念とは異なった、環境という“資源”をもとにして、都市緑地が持つ効用を次世代に渡り維持管理していく“新しい環境経営”モデルを提案する。さらに、その適用モデルとして都市緑地の熱環境緩和効果（クールアイランド効果）に着目し、クールアイランドを効果的に機能させるとともに、都市緑地整備や維持管理コストと地域住民のニーズを両立させる都市緑地のあり方を導出する都市緑地経営モデルについて検討する。

2.2 環境経営の分析モデル

環境経営の可能性の検討に当たっては、利潤の配分法や運営組織の特性を考慮し、利潤を必要としないNPO型と、利潤を必要とする一般企業型の2通りから構成される。

(1) 利潤を必要としない経営モデル（NPOを想定）

図3に、都市緑地を整備することによる収入と支出の関係図を示す。この場合、 T_0 に相当する土地被覆割合により整備された都市緑地は、コストと収入が C_0 円となりバランスが取れる。NPOの組織を想定し利潤を生み出す必要がないとした場合、単純に、収入と支出の均衡点Pが経営成立の分岐点となる。経営主体が自治体の場合、この支払い意思額は税金あるいは料金となり、その水準を住民に問うことが必要である。

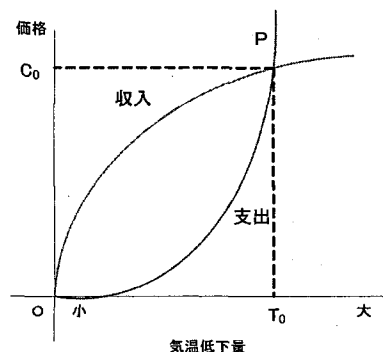


図3 都市緑地を整備することによる収入と支出の関係図

(2) 利潤を必要とする経営モデル（一般企業を想定）

民間企業が環境経営を実施していくことを想定して環境経営の可能性について検討する場合、市場メカニズムの概念を導入し、社会的利益の最大化をもたらす都市緑地の環境経営に関して限界分析の考え方をを用いる。限界コストと限界支払い意思額は、平均的な1地域住民の供給曲線と需要曲線をあらわしている。図4に、都市緑地を整備することによる需要と供給の関係を示す。図4中の需要と供給の均衡点である点Qは、社会的総余剰が最大となる土地被覆の組み合わせである。このとき、矩形 QC_dOT_1 の範囲は、都市緑地の年間あたりの整備コストと管理コストの合計である。これに対して、 QC_dC_s の範囲は点Qの土地被覆を整備することによる社会的総余剰であり、このうち、 QC_dC_1 は T_1 ℃低下させる都市緑地を整備することにより地域住民が得られる効用（消費者余剰）、三角形 QC_sC_1 は都市緑地経営を担当する民間企業が C_1 円を地域住民から徴収することにより得られる利潤の最大値である。民間企業が都市緑地を環境資源として経営を実施する場合、地域固有の需要曲線と供給曲線を導出し、その均衡点に近づける計画を選択することにより、効果的な経営を実施することが可能である。仮にNPOなど利潤を必要としない組織による経営を実施する場合は、この三角形 QC_sC_1 に相当する利潤を整備や維持管理に転用することが可能であり、100%転用を仮定し金利を無視すると図3の収入と支出の均衡点Pと一致する。

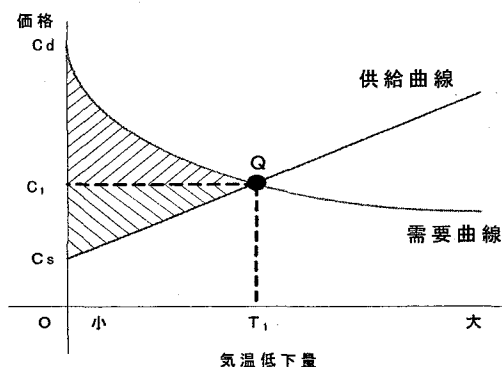


図4 都市緑地を整備することの需要と供給曲線の関係図

3. 地域の熱環境を改善するための都市緑地整備における環境経営モデルの適用

経営における資源とは、①資金、②人材、③物理的資源などが考えられ、これらを効果的に組み合わせることで創造されるのが環境効果である。都市緑地のクールアイランド効果は都市緑地の整備（資金）、維持管理（人材）、クールアイランド効果（物理的資源）の組み合わせにより効用を発揮するものであり、クールアイランド効果は経営対象になりえる。そこで、本論では、都市緑地のクールアイランド効果を経営対象とした場合の環境経営の可能性について、架空のシナリオを想定して検討した。

なお、環境経営システムを適用して都市緑地のクールアイランド効果の経営可能性を検討していく際に、より現実な検討を想定するために、都市緑地のクールアイランド効果以外の公益的効果である地球温暖化抑制効果、景観向上効果の2種の公益的機能について土地利用上の制約関数を設定した。次に、経営主体が都市緑地を経営する場合、収入面と支出面のバランスにより経営分析を行うのが一般的である。そこで、収入面としては住民が都市緑地を設置することによる気温低下に対するWTPとし、支出面としては都市緑地の整備コストと管理コストの合計と設定し、土地被覆面積を指標として

関数化する。最後に、都市緑地の環境経営システムより経営を成立させるための都市緑地整備のあり方について検討する。

3.1 クールアイランド効果の効用関数の設定

都市緑地を整備する側にとっての効用は整備することにより得られる収入であり、都市緑地の公益的機能を享受する地域住民から税金あるいは料金として得る。クールアイランド効果の視点から見た都市緑地に対するWTPの推定に当たっては、夏季の空調機を使用することによる電気料金に着目し、都市緑地を設置した場合に周辺の気温が低下することによる電気料金節約量を、都市緑地のクールアイランドに対するWTPと仮定し算定する。これは、住民が実際に得ることができる生活コスト削減額であり、厳密に住民の支払い意思額とは異なる。例えば、気温が十分に低い場合には住民はもっと低い支払い意思額を示すと考えられるからである。しかし、ここでは、仮にWTPとしても良いと仮定して話を進める。

3.2 検討モデル

クールアイランド効果に対するWTPの推定手順は、はじめに、AMeDAS気象観測データを用いて検討対象地域の夏季の平均的な毎時気温を算出し、室内伝熱モデルを用いて冷房の設定温度ごとの冷房使用電気料金を推定する。

次に、対象地域に都市緑地を設置した場合における気温低減ポテンシャルを推定し、都市緑地がある場合の冷房の設定温度ごとの冷房使用電気料金を推定する。さらに、両者の冷房使用電気料金の差をとることにより、都市緑地を設置した場合の冷房の設定温度ごと電気料金節約量が算出され、省エネルギーアンケートで回答者が選択した設定温度を考慮することで、住民一人当たりの電気料金節約量を推定する^{4)~7)} (図5)。

都市緑地の環境コストは、建設工事標準歩掛 ((財) 建設物価調査会、平成 14 年 8 月)⁸⁾ により植栽工に関する標準的な歩掛りと、月間積算資料 ((財) 経済調査会、平成 14 年 6 月)⁹⁾ より、材料や人件費の標準単価を引用し、都市緑地の整備コストと維持管理コストの和により推定した。

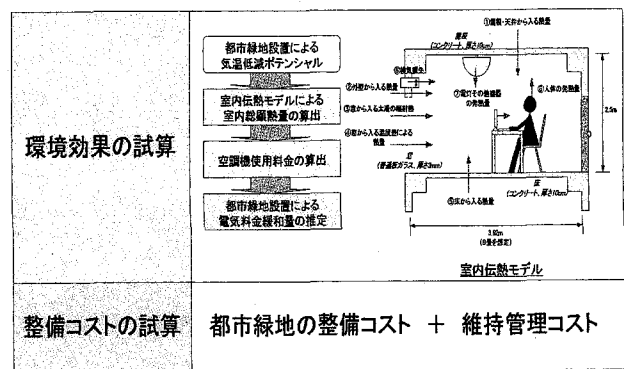


図5 都市緑地の環境効果・整備コストの試算法

3.3 都市緑地の環境経営分析

3.3.1 環境経営システムにおける検討シナリオ

検討に当たっての設定条件は、1km 四方の住宅地の中に現在 20ha のアスファルトで被覆された未利用地が存在し、地域住民を 15,000 人として、この 15,000 人に対して都市緑地を設置したことによる各種の効果を享受すると仮定し検討を行った。

<環境経営システムの検討に当たっての前提条件>

- 1km四方の区画内に、20haのアスファルトで構成された未利用地を想定し、そこに20ha以内の都市緑地を設置する
- 1km四方の区画内には15,000人が住居する
- 都市緑地の設置による効果は1km四方に住居する住民のみに享受され、その効果を維持管理するために必要なコストは1km四方に住居する住民のみが負担する
- 都市緑地設置における償却期間を50年とし、毎年均等に償却していく
- 環境的な効用は、地球環境、景観、都市熱環境の3種均等とする

<都市緑地設置に当たっての土地被覆上の制限条件>

- 都市緑地の芝地面積をx1、水面をx2、樹林地をx3として、
- 地球環境(CO₂吸収効果)
都市緑地設置により、地区のCO₂排出量を0.5%削減
 $0.00097 \times 1 + 0.0001 \times 2 + 0.0032 \times 3 \geq 50t$
- 景観
地域住民が都市緑地に期待する効用を想定
 $2.5 \times 1 - 3.0 \times 2 + 5.0 \times 3 \geq 200,000 \text{ m}^2$
 $x1:x2:x3 = 1:0.5\text{以上}:1.25\text{以上}$

3.3.2 クールアイランド効果保全の視点から見た都市緑地の環境経営分析

はじめに、土地被覆の制限条件下において、単位温度低減ポテンシャルあたりの効果的な整備コス

トを検討した。その結果、以下に示す直線 ℓ において単位気温低下量あたりのコストが高い。

$$\begin{aligned} \ell: x_1 &= 2x_2 = 0.8x_3 \\ x_1 &\geq 10,000 \end{aligned} \quad \dots \quad (1)$$

ここで、効率的な土地被覆の組み合わせが式(1)に示すとおり (x_1, x_2, x_3) 空間において直線となる理由は、本論において設定した気温低減モデルが線形（一次）であることによる。今後、地域の気温などの環境条件の影響をさらに厳密に考慮していくことにより気温低減モデルは線形にならないものと考えられる。

直線 ℓ 上における土地被覆面積と気温低減ポテンシャル、コストの関係を図6に示す。

検討シナリオにおける整備と管理コストを総計した一人当たりの総コストと地域住民の一人当たり支払い意思額の均衡点を分析すると、図6に示すように、費用対効果の高い土地被覆の組み合わせである直線 ℓ 上の芝地面積5ha、水面面積2.5ha、樹林地面積6.3haの点Pが気温低減ポテンシャル1.64℃で、50年均等償却を仮定した場合、管理費込みで一人当たりの年間発生コストと住民一人あたりから得られる収入がともに1082.6円、15,000人の総計では1624万円となり、検討シナリオにおける環境経営が成立する限界であることが示された。よって、上記の土地被覆構成に近づく都市緑地整備計画がNP0型の環境経営にとって必要となる。

次に、民間企業が環境経営を実施していくことを想定して環境経営の可能性について検討する。はじめに、整備+管理コストの限界値と支払い意思額の限界値との均衡分析を行った。図7に都市緑地整備における気温低減ポテンシャルと需要曲線、供給曲線の関係を示す。この場合、需要と供給曲線の均衡点Qの時の土地被覆構成である芝地3.0ha、樹林地3.8ha、水面1.5haにより都市緑地を整備した場合、気温低下量が1.09℃の効用が得られる。この場合のクールアイランド効果保全の視点からの一人当たりの整備+管理コストは592.7円、15,000人総計では889万円となり、都市緑地の整備費用は都市緑地を経営することによる企業の利益は、図7中のCQBで囲まれた範囲であり、年間9311円と試算された。

本論で示した需要及び供給関数は、ある温度環境における気温低下量に対する関数である。今後、温度環境が低い場合には一定温度低下量に対する供給コストの上昇及び需要（支払い意思額）の低下を考慮した関数を用い、さらに精度の高い均衡分析が望まれる。

4. 都市緑地の環境経営モデル実現への課題

本論で提案した都市緑地経営モデルには、都市緑地のクールアイランド効果の定量化から予測、環境経済評価までの評価モデルを総合して導出している。よって、都市緑地経営モデルを一般化していくに当たっての改良点は、これらの検討項目を見直すことにより得られる。以下に、経営モデルの精度向上に向けての課題を示す。

(1) クールアイランド効果の効用曲線の見直し

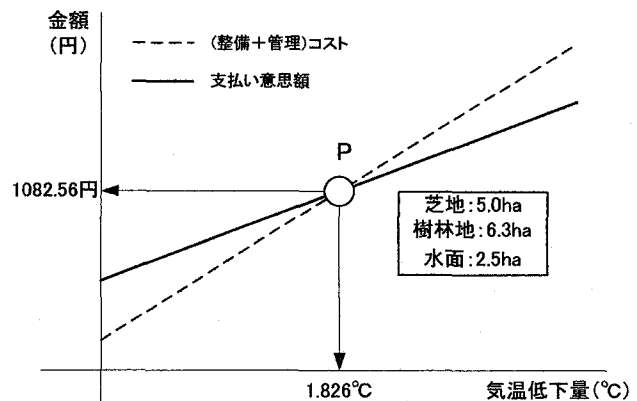


図6 検討シナリオにおけるコストとWTPの関係図

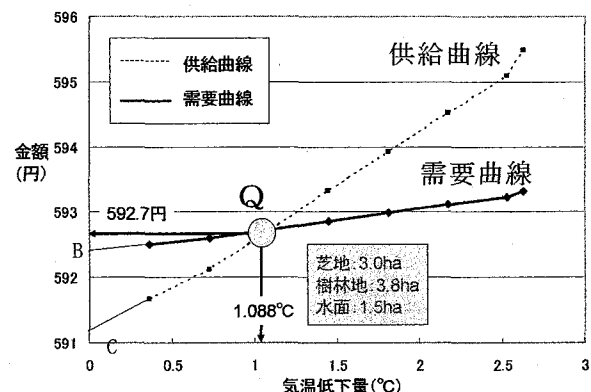


図7 都市緑地整備における気温低下量と供給曲線、需要曲線の関係

本論で提示した都市緑地の環境経営モデルにおけるクールアイランド効果に対する住民が持つ効用は、都市緑地を設置することによる地域の気温低下効果により各家庭の空調機の電気料金が削減されるとして算定した。よって、人間の温度に対する嗜好性が入らず、図7に示すように温度が上昇するにつれて直線的に効用が変化する結果となった。しかし、人間の温度に対する価値を検討すると、個人にとって快適な気温があり、快適気温に近づくにつれて温度に対する効用は増加するが限界効用は逆に減少し、快適温度以上に気温が低下すると逆に効用は減少する特性を有するものと考えられる。そこで、モデルの改良点としては、都市緑地のクールアイランド効果にアンケート調査を実施し、気温に対する住民の効用関数をより詳細に設定する。

(2) クールアイランド効果関数の精度向上

本論では、クールアイランド効果を植物や水面からの蒸発散（潜熱フラックス）の視点から評価した。しかし、クールアイランド効果には、樹木が生育し影ができることによる顕熱フラックスの減少効果や、水面へ熱量が蓄えられることによる気温の平滑化効果（夏季に太陽熱を蓄熱し、秋季から冬季にかけて熱を大気中へと拡散する効果）が考えられる。また、都市気象に影響を与える因子としては、顕熱による気温上昇効果や地中熱流量などが考えられる。潜熱フラックスの増加効果以外と顕熱、地中熱流量の視点を加えた総合的な熱環境評価モデルの構築が必要である。

(3) 都市緑地の整備及び維持管理のコスト関数の精度向上

本論では、都市緑地の整備や維持管理にかかるコスト関数の設定に当たって、樹林地・芝地については建設工事標準歩掛による植栽工に関する標準的な歩掛りと、月間積算資料による材料や人件費の標準単価を引用して推定し、水域は池の設置コストを面積で除する手法により推定した。コスト関数の精度を向上させるためには、都市緑地の整備及び維持管理事例を多数収集し、都市緑地の植栽工の内訳、管理内容を分析していく。

(4) 生態系保全効果や防災効果など他の公益的機能を踏まえた総合的な都市緑地経営モデルの構築の必要性

本論で提示した都市緑地経営モデルは、都市緑地のクールアイランド効果の保全のみの視点から検討したものである。その結果、クールアイランド効果の効用のみでも都市緑地の維持管理コストを十分カバーでき、維持管理を目的とした環境経営モデルが成立できることを示している。今後は、本モデルに改良を加えるとともに、生態系保全効果や防災効果、景観効果などの評価を加え、都市緑地が持つ各種公益的機能を踏まえた総合的な都市緑地経営モデルへとバージョンアップしていく。

<参考文献>

- 1) 富永一夫, “NPOぽんぽこ”, 日本放送出版協会, 2000
- 2) グラウンドワーク三島, “アクションで展開”, NPO法人グラウンドワーク三島, pp111-130, Sept. 2003
- 3) 高原栄重, “都市緑地Ⅰ「都市緑地の計画」”, 鹿島出版会, pp. 64, 1986
- 4) 近藤純正, “水循環の気象学”, 朝倉出版, pp. 128-138, 2000
- 5) (財)省エネルギーセンター, “省エネルギー対策実態調査-家庭編- 平成15年度版”, 2005
- 6) 今木清康, “空気調和工学”, 産業図書(株), pp37-55, 1993
- 7) 馬淵泰, 中田智子, 村上雅博, “多様な植生を持つ雨水調整池の熱環境緩和効果によるCO2排出削減量の推定”, 水文・水資源学会2004年研究発表会概要集, pp62-63, 2004
- 8) (財)建設物価調査会, “建設工事標準歩掛”, pp500-503, 2002
- 9) (財)経済調査会, “月間積算資料”, pp892, 2002