

緑地を活用した循環型システムの評価と 意思決定の支援に関する考察 — 剪定枝葉等発生材のリサイクルを事例として —

堀江典子¹・萩原清子²

¹学生会員 東京都立大学大学院都市科学研究科・修士課程 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

²正会員 東京都立大学都市研究所・工学博士・教授 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

緑地を活用した様々な循環型の取り組みは多角的な検証が行われるべき段階にある。その評価にあたっては、複雑さを増す社会のなかでの合意形成と意思決定を支援するために、簡易でわかりやすく、多視点、多基準、多主体を前提とした評価手法が求められると考える。本研究では、剪定枝葉等発生材のリサイクルを取り上げて、客観的評価とステイクホルダーの属性化による主観的評価とを統合して総合的評価スコアを求める手法を検討し、江東区における剪定枝葉の利用方法に適用することによって、実用の可能性を示した。

Key Words : *recycling system, pruned branches and leaves, compost, decision aid, stakeholder, multi - criteria analysis, objective evaluation, subjective evaluation*

1. はじめに

近年、循環型社会の構築が指向されていく中で、国、自治体、公社公団、企業、NPO や各種団体等、さまざまな主体によって‘緑地’を何らかのかたちで活用し、各種廃棄物のリサイクルや環境負荷の軽減を図ろうという取り組みがなされてきている。

しかしながら、理念や必要性の未整理、システム上の不備、経済性や効率性の欠如、環境の向上をめざそうとする一方で環境負荷への配慮不足、人材や情報の不足、などといった問題を抱えていると思われる事例も少なくない。今後の方向性を見据えるためにも、取り組みの整理と多角的な検証、つまり評価が行われるべき段階にあると考える。

その際、どのような視点で評価はなされるべきであろうか。ここで考慮されなければならないのは、誰が、何のために評価するのか、つまり評価の主体と目的の問題である。緑地を活用した循環型の取り組みにおいては、事業主体としての行政や企業の役割が大きいのはもちろんだが、NPO や市民が担う役割、もしくは担うことが期待されている部分は拡大傾向にあり、それに応じて取り組みにかかわるさまざまな主体による合意形成と意思決定が重要な課題となってくる。

従来、行政が主導してきた様々な分野の公共事業にお

いても、地域住民、納税者としての市民、有権者としての市民の支持を得られるよう、説明責任を果たすことが必須条件になりつつあるように、どのようなシステムを選択していくかという意思決定を考えれば、誰が意思決定に参加するべきなのか、あるいは少なくとも誰の選好が意思決定に反映されるべきなのか、を検討することを避けては通れない時代に既にはいつている。社会が複雑さを増していくなかで、解析と判断の両局面をもつ意思決定を支援するうえで有用な評価が求められているのである¹⁾²⁾。

そこで本稿では、‘緑地’を活用した循環型取り組みのうち剪定枝葉のリサイクルを事例に、方法論として、システムの評価及びシステム選択における意思決定を支援することが可能となる評価手法について考察する。

2. 剪定枝葉等発生材のリサイクルの概要

(1) リサイクルの背景と経緯

近年、ゴミの削減、資源の有効利用と廃棄物の再資源化が求められるなかで、緑の分野においても特に剪定枝葉や伐採木の処理が課題として認識され、1985 年頃からこれら発生材のチップ化・堆肥化利用の取り組みが始まった。その後、野焼きの禁止や焼却場・埋立場への持込

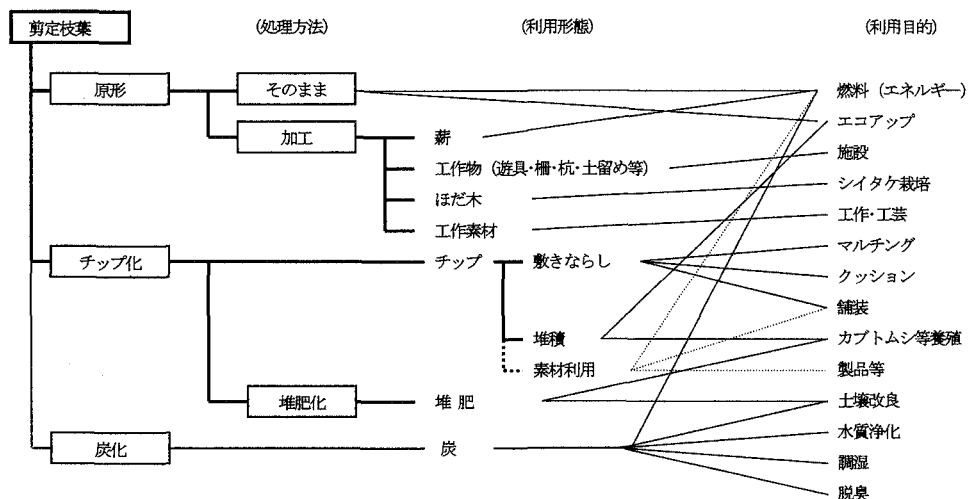


図-1 剪定枝葉の処理と利用

制限等もあり、ビジネスチャンスとして多くの企業がチップ化・堆肥化のための機械設備、プラントの開発に参入することとなり、いわゆる「緑のリサイクル」として急速に広がった。

さらに、「循環型社会形成推進基本法」(2001年1月施行)、「新生物多様性国家戦略」(2002年3月)、「建設工事に係る再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)」(2002年5月施行)、等々といった動きの中で、「緑のリサイクル」は、循環型社会、持続可能性、自然との共生、生物多様性等を実現する緑化技術として位置付けられつつある³⁾。また、リサイクルの対象となる発生材についても、当初のターゲットであった剪定枝葉や伐採木等だけでなく、花実から樹木の抜根、プランターの植替え草花からダムの流木に至るまで幅広い植物体に拡大され、総合的に捉えられるようになってきている。

(2) リサイクルの目的と方法

ここでは、多様な発生材のうち剪定枝葉を取り上げてリサイクルの方法について整理したい。特に剪定枝葉を取り上げる理由は、都市の緑の管理から生じる発生材として最も多量かつ継続的であるためであり、その発生量は、例えば東京都内から1年間に発生する剪定枝葉量は、生重量で6,870tと報告されている(H4東京都公園協会「都市内より発生する樹木の剪定枝葉の活用手法調査」より)。

剪定枝葉の処理と利用については図-1に整理した。

(3) 課題

以上のような現状から浮かび上がって来るのは次のような疑問である。まず機械の導入ありき、になっていないか? 経済的にはどうなのか? 本当に環境に好ましいのか? 公平性は考慮されているのか? 堆肥は無料配布でいいのか? 市民参加はどうか考えられているのか? 情報公開はどの程度行われているのか? 健康へのリスクはないのか? 環境教育との関連は? 等々である。

これらは、おそらく他のリサイクルにおいても共通の課題であり、ここで考察されるのは、システムの評価の必要性和、その際に複数の視点、複数の基準、そして複数の主体による評価が求められることである。

しかしながら、このような多視点、多基準、多主体を前提とした評価手法については、その複雑さ、あいまいさゆえに模索段階にあるといえる。

3. 評価手法の検討

以上を踏まえて、評価手法の検討を行った。評価手法の検討にあたっては、剪定枝葉のリサイクルを対象としているが、他の発生材、さらに他の分野のリサイクルシステムへの適用の拡大を意識している。

手法検討に際し最も留意した点は、簡易でわかりやすいことである。1でも述べたが、様々な人々が意志決定に参加する時代にあって、できるだけ多くの人々にとってわかりやすい、つまり感覚的に納得しやすいことが、合意形成を容易にすると考えるからである。

また、評価の過程で、どの部分にトレードオフが生じ、どの部分での補償的対策が求められるのかがわかりやすいことも必要である。これは、評価が、単に最終的にどの代替案を選択すべきなのかという最良の選択を示せばよいということではなく、むしろ、代替案選択にあたって考慮すべき多種多様な問題の所在を明らかにし、その上で選択すべき方向と、それに伴ってなされるべき対策の所在を明らかにすることにあるためである。

(1) 評価の目的

評価の目的は、各地で様々なかたちで取り組まれている剪定枝葉のリサイクルについて、多角的に検証を行い、望ましいリサイクルのあり方を明らかにすると同時に、どの方法を選択すべきなのかという代替案選択にあたっての問題の所在を明らかにし、意志決定と合意形成を支援することである。

(2) 評価の視点

2-(3)であげたように、剪定枝葉のリサイクルについては、未整理の課題が多い。しかしながら、循環型社会の構築、持続可能性、自然との共生、生物多様性、等々といった概念の中で位置付けていくのであれば、取り組みの妥当性を多角的な視点に照らし合わせることが不可欠であり、その過程で、効果のみならず負の影響についても可能な限り整理して明らかにすることが必要である。

前述の課題を整理すると、「環境」、「自治」、「教育」、「経済」、「健康」の5つのカテゴリと、これら全てにかかわる「理念性」に集約することができると考えられる(表-1)。そこで、これらの評価の視点とする。

なお、カテゴリの主な内容としてあげた項目の多くは、一つのカテゴリのみならず複数のカテゴリに関係する。例えば、環境リスクは「健康」や「経済」にも関連し、市民参加は「教育」にも関連している。

(3) 評価の基準

次に評価の基準についてであるが、3-(2)で設定した視点を踏まえながら、リサイクルの状況を要素に分解し、基準化していく。基準の設定にあたっては、まず考えられる要素を思いつくままにリストアップしながら、相互依存関係にある要素を統合して、相互独立関係にある基準項目に集約する。

さらに、評価の視点がもれなく反映されているかどうか、あるいはバランスがどうかマトリックスを作成することによって確認する(後述する。表-5参照)。このとき、基準間の重複を排除するうえで価値樹(value tree)⁴⁵⁾の作成が有効である。

表-1 評価の視点

カテゴリー	主 な 内 容
理念性	システムの目標、必要性等
環 境	環境への効果、環境負荷、環境リスク等
自 治	透明性、情報公開、市民参加、継続性等
教 育	環境教育等
経 済	処理コスト、機会コスト、技術性等
健 康	健康増進、健康リスク、作業の安全性等

表-2 評価の客観性と主観性

類 型	客観性 ⇄ 主観性	
I. 客観的評価	◎	△or×
II. 客観的評価に主観的評価を加味する	○	△
III. 客観的評価と主観的評価を併用する	○	○
	△	△
IV. 主観的評価に客観的評価を加味する	△	○
V. 主観的評価	△or×	◎

客観性： ◎ (完全に客観的データで示せる)

○ (ある程度客観的データで示せる)

△ (客観的データがないわけではない)

× (客観的データが存在しない)

主観性： ◎ (完全に主観的である) ○ (ある程度主観的である)

△ (主観的な余地がある) × (主観的な余地はない)

(4) 評価の主体 (客観性と主観性)

次に、3-(3)で設定した基準のそれぞれについて、誰が評価すべきかを検討する。評価の基準によって、客観的評価が可能であるものとそうでないものがある。その類型は表-2の通りである。

つまり、基準によって、客観的評価(評価主体による判断に差異が生じる余地がない)かあっても無視できる)を採択できる基準と、主観的評価(評価主体によって判断に差異が生じ得るかあるいは判断の差異を無視できない)が必要な基準とがあるということである。そこで、基準ごとに客観的評価と主観的評価の必要性の程度を示すことができる(表-5参照)。

ここで客観的評価については、何らかの指標、データに基づいて判断することになるわけだが、主観的評価については、次の段階として誰の判断がなされるべきかという問題に入ることになる。

(5) 客観的評価の方法

客観的評価は、客観的データを収集し、それによって判断する。この場合、判定は数値である必要はなく、標準の目安となる比較基準(全ての基準における判定を0とする)を想定し、それとの比較において、好ましさをー、ー、0、+、++で表す。ここで注意す

べきは、+-の判定が好ましさを表していることであり、数値の大小の方向とは必ずしも一致しないことである。また、--、-、0、+、++で表された判定は、次のように数値に変換することができる。

$$\begin{aligned} -- &\rightarrow -50, \quad - \rightarrow -25, \quad 0 \rightarrow 0 \\ + &\rightarrow 25, \quad ++ \rightarrow 50 \end{aligned}$$

客観的評価は、誰が行っても同じ判定になることが想定されており、逆にいえば、評価主体によって判定が異なってしまうような基準項目については、客観的評価ではなく、主観的評価が必要ということになる。

(6) 主観的評価の方法

主観的評価は、主体によって代替案に対する評価の判定が異なってしまうような基準項目について行う。

a) ステイクホルダーの範囲

主観的評価の主体はステイクホルダー(利害関係者)である。では、誰がステイクホルダーかという点、現代社会においては、社会全体がステイクホルダーになり得る。環境問題においては、特定の地域の環境問題が影響を及ぼす範囲を限定することは困難であり、影響の程度の違いは大きいにしろ、より広域な空間的、時間的影響を考慮に入れる必要がある。例えば、一地域における二酸化炭素の過剰な排出が、地球全体の温暖化要因として議論され、かつ将来世代への影響として議論されるとき、ステイクホルダーは空間的・時間的に拡大された人類全体になってしまうのである。

このような状況にあつては、ステイクホルダーを特定の個人、集団に限定し、他を排除することは好ましくない。とはいえ、ステイクホルダーの受ける影響の程度に違いがあるのは当然であり、影響の程度に応じて発言力を与えることが妥当であると考えられる。

b) ステイクホルダーの選好の把握

ステイクホルダーによる主観的評価はどのように把握できるであろうか。もちろん、個々のステイクホルダーへの直接インタビューから選好を確認することができれば確実かもしれないが、a)で述べたように、空間的・時間的に限定できない社会全体がステイクホルダーになり得る状況にあつては、何らかの方法でステイクホルダーの選好を把握して判断する方が現実的である。その方法の一つはアンケート調査を活用することであるが、コストがかかるうえに、様々なバイアスが生じるため、選好の把握方法として万能ではない。ここでは、ステイクホルダーの選好の把握方法として別の簡易で省コストな方法を提案したい。

それは、ステイクホルダーを立場や価値観の違いによって属性に分解し、属性ごとの選好を想定として把握しようとするアプローチである。

まず、ステイクホルダーの選好を明らかに左右する

と考えられる属性のカテゴリーとタイプを設定すると、ステイクホルダー S_n (ただし、 $n=1,2,\dots,N$ はステイクホルダーの数)は、次式のように属性の組み合わせとして表すことができる。

$$S_n = | Z_{ij} | \quad (1)$$

ただし、 $i=1,2,\dots,I$ は属性カテゴリー

$j=1,2,\dots,J$ は属性タイプ

次に、それぞれの属性による選好の違いを想定し、基準ごとに代替案に対する好ましきの度合いを判定する。判定は、客観的評価の場合と同様に、標準の目安となる比較基準と比べての好ましさを--、-、0、+、++(客観的評価の場合と同様に数値に変換可能)で表す。このとき、判定は属性のみを前提として行うが、それでも判定が困難と思われる場合は、属性の設定か基準の設定に問題がある可能性があり、フィードバックが必要となる。

c) 重み付け

ステイクホルダーによってなされた判断には、a)で述べたように、ステイクホルダーの受ける影響に応じた重み付けがなされるべきである。ここで用いられるウェイトとして、二つの方法を考えた。一方は分解されたステイクホルダーの属性の人数規模をウェイトとする考え方であり、他方は選好の揺れの幅をウェイトとするものである。前者(人数比ウェイトと呼ぶ)の場合は、統計資料等で把握できる年齢階層や居住形態や所得階層、あるいはアンケート調査などから属性ごとの人数比に推測可能な規模をあてはめることが可能である。後者(揺れ幅ウェイトと呼ぶ)は、選好スコアの最大値と最小値の間の距離をウェイトに反映させる方法である。これらによって、主観的評価スコアは、次の式で表すことができる。

$$\begin{aligned} VS_m^o = & w_{11} P_{11m}^o + w_{12} P_{12m}^o + \dots + w_{ij} P_{ijm}^o + \dots \\ & + w_{IJ} P_{IJm}^o \end{aligned} \quad (2)$$

o : 代替案($o=1,2,\dots,O$) m : 基準($m=1,2,\dots,M$)

VS_m^o : 代替案 o に対する基準 m における主観的評価スコア

w_{ij} : 属性カテゴリー i 、属性タイプ j の属性間のウェイト

P_{ijm}^o : 代替案 o に対する基準 m における属性カテゴリー i 、属性タイプ j による主観的評価スコア

(7) 客観的評価と主観的評価の統合

客観的データによる客観的評価 VO と、ステイクホルダーの選好による主観的評価 VS の統合については、多基準分析法を活用して行う。すなわち、(5)と(6)で求められた評価スコアから表-3を構成する。

表-3 総合的評価表

基準	基準間の ウェイト	代 替 案				
		O_1		O_k		O_o
C_1	w_1	S_1^1		S_1^o		S_1^o
$\vdots$						
C_k	w_k	S_k^1		S_k^o		S_k^o
$\vdots$						
C_K	w_K	S_K^1		S_K^o		S_K^o
Total	1	VT^1		VT^o		VT^o

ここで、基準 C_k のウェイトを w_k 、基準 C_k における代替案 O_o の評価スコアを S_k^o とすると、代替案 O_o に対する総合的評価スコア VT^o は次式で表せる。

$$\begin{aligned}
 VT^o &= w_1 S_1^o + \cdots + w_k S_k^o \cdots + w_K S_K^o \\
 &= \sum_{k=1}^K w_k S_k^o \quad (3)
 \end{aligned}$$

ただし、基準間のウェイトについては、基準項目毎の代替案に対する評価スコアの揺れ幅を用いて算出する。

$$w_1 + w_2 + \cdots + w_K = \sum_{k=1}^K w_k = 1 \quad (4)$$

客観的評価と主観的評価を併用する項目については、表-2の類型に応じ、平均を採用する等の判断をとる。

(8) 感度分析

最後に、評価の結果について感度分析を行う。

(9) 評価手法のまとめ

以上の評価手順をまとめたのが、図-2である。

4. 評価の適用—「江東区緑のリサイクル事業」におけるケーススタディ

次に、実際の事例に適用してみることによって、提案した評価手法の有効性を検討する。事例として、「江東区緑のリサイクル事業」における剪定枝葉の利用方法について取り上げ、剪定枝葉の利用形態に着目して評価を試みる。

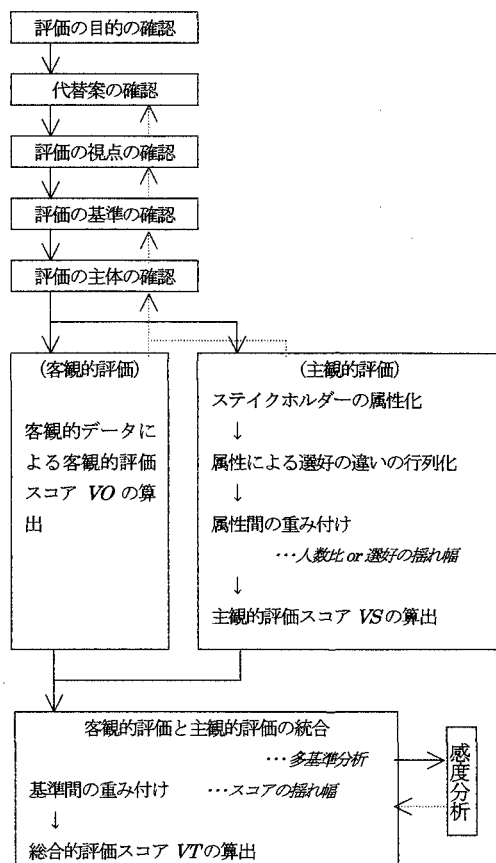


図-2 評価の手順

(1) 事業の概要

江東区は、他の自治体に先駆けて剪定枝葉のチップ化・堆肥化に取り組み、1990 年より「江東区緑のリサイクル事業」として、区の管理する街路樹と公園からの発生材(剪定枝葉・刈り草・落ち葉)の全てを、また、翌年からは学校など区の管理する施設全体からの発生材のリサイクルを実施してきた。これはゴミ削減の必要性もさることながら、元々埋立地が多いうえに度重なる水害、震災や戦災等による被害を受け、さらに瓦礫等の混入、固結化、乾燥化、アルカリ化、養分の不足といった都市型土壌としての問題を抱えているために、土づくりの必要性が高く認識されていたことによる。

江東区においては、健康な植物育成、植物の生理特性の尊重、環境負荷の軽減、土壌環境の保全、生物多様性の回復、協働関係の重視、未来への継承を緑地管理の基本方針としており、「緑のリサイクル」をそのための柱として位置付けている^④。

表-4 各代替案の作業条件等

代替案	処理	リサイクル				
		比較基準	チップ敷きならし	チップ堆肥化	原木利用	生き物達の炭化利用
運搬	回収、運搬	については、すべて同じとする。				
処理	焼却所でチップでチップ化粉砕処理	チップ等を使用し最低限の炭化処理規模	チップの堆肥化処理(4-6ヶ月)、切込加工、炭名加工	炭名加工	炭名加工	炭名加工
	焼却処分チップの堆肥化処理(4-6ヶ月)、切込加工、炭名加工	炭名加工	炭名加工	炭名加工	炭名加工	炭名加工
	ま	し、熟成促進材等補助材が必要	加工後乾燥させる			
利用	なし	公園緑地で公園緑地の土壌改良、イベント遊具、杭・柵・土留、公園・学校内の小川や他の	の敷きならし	時に区民・無形価値	工作材料、他	エコスペース
他	CO ₂ 発生	3-6年で堆肥化中に臭い発生の可能性	発生可能性あり	必要に現界あり	臭い発生	
	炭化可能	購入肥料増減の可能性				

発生した剪定枝葉は、作業者によって潮見運動公園内のリサイクルヤードに運搬され、形態及び状態によって選別され、それぞれの利用にまわされる。

ここでは、利用方法の詳細については省略し、評価手法の適用に入ることとする。

(2) 評価の適用

a) 評価の目的の確認

評価の目的は、剪定枝葉の利用方法を検証し、代替案選択にあたっての問題の所在を明らかにし、意思決定を支援することである。

b) 代替案の確認

チップ敷きならし利用、チップ堆肥化利用、原木利用、生き物達のすみかとしての利用、炭化利用、そして比較基準としてのゴミ処理(焼却)を代替案とした。

代替案評価の前提として、回収及び運搬についてはいずれの代替案も同じであるとし、各代替案の作業条件等について表-4に整理した。

c) 評価の視点の確認

評価の視点として環境、自治、教育、経済、健康、及び理念性をあげた。

d) 評価の基準の確認

評価の基準を設定し、評価の視点との対応を表に整理したところ、いずれの視点についても数項目の基準に反映されていることから、バランスが取れており妥当であると判断した(表-5)。

e) 評価の主体の確認

評価の客観性と主観性について、基準ごとにどちらを採用すべきかを整理した。ここでは、表-2で示した類型のうち、簡略化のためⅠとⅡについては客観的評価を、ⅣとⅤについては主観的評価を、Ⅲについては客観的評価と主観的評価の併用を採用することとした。その結果が表-5で網かけをしてある部分である。

f) 客観的評価

客観的評価を採用する基準について、それぞれ収集

表-5 「江東区緑のリサイクル事業」における剪定枝葉の利用方法に対する評価の基準と主体

基準		視点						評価主体
		理念性	環境	自治	教育	経済	健康	
理念	目的・重要性	○	○	○	○	○	○	○
	需要(利用可能性)	○	○	○	○	○	○	△
	公平性	○	○	○	○	○	○	○
有効性	循環効果	○	○	○		○		△
	土壌改良・肥効果	○	○				○	△
	エコアップ効果	○	○		○		○	○
	環境教育効果	○	○	○	○			○
	美観		○					△
コスト	処理コスト					◎		◎
	機会コスト					○		○
作業性	作業の難易性					○		○
	作業の安全性					○	○	○
環境負荷	エネルギー消費	○	○			○		◎
	騒音・振動		○				○	○
	臭気		○				○	○
	粉塵		○				○	○
	大気・水・土壌の汚染		○				○	○
リスク	病虫害等の発生		○				◎	○
	有害物質等の発生		○				◎	○
透明性	情報公開			◎	○			○
	市民参加	○		◎	○			○
継続性	安定性(体制・法令等)			◎				○
	実績・事業評価			◎				○

したデータから定量的に数値で表示することも考えられるが、その場合にはどのデータの数値で代表させるかという問題やデータの不確実性といった問題も生じる。ここでは3・(4)で述べたように「客観的評価とは評価主体による判断に差異が生じる余地がないかあっても無視できる」という考えから、ゴミ処理(焼却)との比較でー、ー、0、＋、＋＋の5段階の判定をおこなったうえで(表-6)、3・(5)に従い数値化した。この判定は、行政資料の他、リサイクルヤード及び利用先の現地調査や担当者へのヒアリング等、筆者が江東区緑のリサイクル事業のパンフレット^⑧の制作等にかかわった過程で得た知見に基づいている。

g) 主観的評価

主観的評価を採用する基準についてステイクホルダーの属性を設定したうえで、属性ごとの選好を想定して各代替案に対する基準項目の判定をー、ー、0、＋、＋＋の5段階で行ったうえで(表-7、表-8参照)、3・(5)に従い数値化した。

表－6 客観的評価スコア表

基準	ゴミ処理	敷きならし	堆肥化	原木利用	緑地利用	炭化利用
目的・重要性	0	+	++	+	+	+
需要(明可認)	0	0	0	—	—	—
公平性	0	0	0	0	0	0
循環効果	0	++	++	+	++	++
土壌改良・施肥効果	0	+	++	0	+	+
CO2削減効果	0	+	+	0	++	++
環境教育効果	0	+	+	+	++	+
美観	0					
処理コスト	0	—	—	0	+	—
機会コスト	0	0	+	0	0	0
作業の難易性	0	—	—	—	—	—
作業の安全性	0	—	—	—	0	—
エネルギー消費	0	+	+	+	++	+
騒音・振動	0	—	—	0	0	0
臭気	0	0	—	0	0	—
粉塵	0	—	—	0	0	—
大気・水・土壌汚染	0	+	+	+	+	+
病虫害等の発生	0	—	—	—	—	0
有害物質等の発生	0	+	+	+	+	0
情報公開	0	+	+	++	++	+
市民参加	0	0	+	++	++	+
安定性	0	0	0	0	0	—
実績・事業評価	0	+	+	+	+	0

スティックホルダーの属性は次のように設定した。

一般的にはヤードの周辺住民がスティックホルダーになるが、江東区ではヤードが住宅地から離れているため、無視できることとした。

リサイクルされた堆肥は区民に無料配布されており、堆肥利用者か否かを属性とした。人数比については住宅統計調査報告(H10)において江東区の一戸建・長屋建と共同住宅の割合がそれぞれ19.2%、79.8%であることから、堆肥利用の有無の人数比を20:80として設定した。

原木利用についても一部は無料で提供されており、利用者か否かが属性となり得る。人数比については、現在は学童中心の利用になっているので、江東区の年少人口が11.37%(H12)であることから、利用の有無の人数比を10:90として設定した。

江東区ではまちに自然を呼び戻す取り組みとして、発生材を生き物達のすみかとなるよう区内の公園や学校に設置したエコスペースで利用している。しかし、人によっては虫や不快生物が増えることを好まない場合もあることから、このような生物多様性回復の試みを好むか否かを属性とした。人数比については、江東

表－7 人数比ウェイトによる主観的評価スコア表(部分)

基準	スティックホルダー属性	人数比		代替案					
		人数	ウェイト	ゴミ処理	敷きならし	堆肥化	原木利用	緑地利用	炭化利用
目的・重要性	堆肥	する	20	0.0500	0	0	++	0	0
	利用	しない	80	0.2000	0	0	0	0	0
	原木	する	10	0.0250	0	0	0	++	0
	利用	しない	90	0.2250	0	0	0	0	0
	生物多様性	好む	70	0.1750	0	+	+	+	++
	好まない	30	0.0750	0	—	—	—	—	0
	情報	あり	40	0.1000	0	+	+	+	+
	アクセス	なし	60	0.1500	0	0	0	0	0
	計	400	1.0000	0	5.00	7.50	6.25	7.50	6.88

表－8 揺れ幅ウェイトによる主観的評価スコア表(部分)

基準	スティックホルダー属性	揺れ幅		代替案					
		人数	ウェイト	ゴミ処理	敷きならし	堆肥化	原木利用	緑地利用	炭化利用
目的・重要性	堆肥	する	2	0.2222	0	0	++	0	0
	利用	しない	0	0.0000	0	0	0	0	0
	原木	する	2	0.2222	0	0	0	++	0
	利用	しない	0	0.0000	0	0	0	0	0
	生物多様性	好む	2	0.2222	0	+	+	+	++
	好まない	2	0.2222	0	—	—	—	—	0
	情報	あり	1	0.1111	0	+	+	+	+
	アクセス	なし	0	0.0000	0	0	0	0	0
	計	9	1.0000	0	2.78	13.89	13.89	2.78	8.33

区のデータではないが、千代田区の「環境に関する意識調査」(H10)における「自然観察が好き」71.3%や、墨田区における意識調査(緑のアンケート調査)の回答などを参考に、生物多様性の試みを好むか否かの人数比として70:30を設定した。

緑のリサイクル事業についての江東区の目的意識は明確であるが、区民にどの程度理解され支持を得られるかは、事業に関する情報によるところが大きいと考えられる。そこで、区が実施している広報活動や情報開示に対して、区民の側からの情報アクセスの有無という点を属性とした。人数比については隣接する墨田区の住民意識調査における区広報紙の閲読状況42.8%(H14)、インターネット利用者25.5%(H12)等から、情報アクセスの有無の人数比を40:60として設定した。

なお、属性間の重み付けは人数比ウェイトと、揺れ幅ウェイトとの両方で試算し、比較した。

h) 客観的評価と主観的評価の統合

判定結果をまとめたのが表-9である。客観的評価と主観的評価の統合が必要な基準項目である「目的・重要性」「公平性」「エコアップ効果」「環境教育効果」「市民参加」「実績・事業評価」については、客観的評価と主観的評価のスコアの平均を採用した。また「美観」については主観的評価のスコアをそのまま採用し、他の項目については客観的評価のスコアを採用した。

基準間の重み付けにはスコアの揺れ幅ウェイトを用い、各代替案の総スコアを算出した。

i) 感度分析

今回は主観的評価における人数比ウェイトと揺れ幅ウェイトによる順位への影響をみた。

(3) 考察

評価の結果、表-9に見られるように、総合的評価スコアは高いほうから順に、「生き物達のすみかとしての利用」「原木利用」「チップ敷きならし利用」「チップ堆肥化利用」「ゴミ処理」「炭化利用」であった。主観的評価スコアの高かった「チップ堆肥化利用」が総合評価で順位を下げているのは、基準間の重み付けで処理コストのウェイトが高くなったことによる。この結果は、リサイクルにおけるカスケードシステムの合理性という観点からも、また感覚的にも概ね納得できる順位であると考えられる。

この評価結果を意思決定に反映させるにあたっては、理想的には順位の高い利用方法を優先して選択していくことを原則としていけば良いことになるが、「生き物達のすみかとしての利用」「原木利用」とも需要（利用先）にはもともと限界があるので、そこで利用しきれない相当量を「チップ化利用」「堆肥化利用」にまわすという考え方をとるという方針での合意形成が可能になる。実際この考え方は、現在江東区で実施されている「緑のリサイクル事業」の実施方針の妥当性を裏付けるものであるが、今後、堆肥化の処理コストが改善されれば、江東区がこの事業の主要目的として掲げている土づくりのための堆肥化に対するより積極的な合意が得られることになると考えられる。

また、主観的評価における重み付けで人数比ウェイトと揺れ幅ウェイトによる結果を比較すると、表-7と表-8の比較からもわかるように揺れ幅ウェイトが人数の多少に関係なく強い選好をより強調する方向に働くのに対して、人数比ウェイトでは人数比の大きいステイクホルダーの属性の選好が強調されるため少数の人々の強い選好が大きく影響することにはならない。その結果総合的評価スコアにおいて、揺れ幅ウェイトよりも人数比ウェイトを用いた場合の方が、算出されたスコアのレンジが小さくなり、それが基準間スコア

表-9 「江東区緑のリサイクル事業」における剪定枝葉の利用方法に対する総合的評価スコア

[主観的評価に人数比ウェイトを使用した場合]

基準	揺れ	ウェイト	式煙	敷きならし	堆肥化	原木利用	チップ堆肥	炭化利用
目的・重要性	28.75	0.0380	0	0.57	1.09	0.59	0.62	0.61
需要（利用可能性）	50.00	0.0661	0	0.00	0.00	-1.65	-1.65	-3.30
公平性	4.38	0.0058	0	0.00	-0.03	-0.01	-0.01	0.00
循環効果	50.00	0.0661	0	3.30	3.30	1.65	3.30	3.30
土壌改良・庭園効果	50.00	0.0661	0	1.65	3.30	0.00	1.65	1.65
エコアップ効果	36.88	0.0487	0	1.13	1.22	0.58	1.80	1.74
環境教育効果	31.57	0.0417	0	0.69	0.69	0.70	1.32	0.70
美観	6.88	0.0091	0	0.02	0.03	0.03	-0.03	0.00
処理コスト	75.00	0.0991	0	-2.48	-4.96	0.00	2.48	-4.96
機会コスト	25.00	0.0330	0	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00
作業の難易性	50.00	0.0661	0	-1.65	-3.30	-1.65	-1.65	-3.30
作業の安全性	25.00	0.0330	0	-0.83	-0.83	-0.83	0.00	-0.83
エネルギー消費	50.00	0.0661	0	1.65	1.65	1.65	3.30	1.65
騒音・振動	25.00	0.0330	0	-0.83	-0.83	0.00	0.00	0.00
臭気	25.00	0.0330	0	0.00	-0.83	0.00	0.00	-0.83
粉塵	25.00	0.0330	0	-0.83	-0.83	0.00	0.00	-0.83
大気・水・土壌汚染	25.00	0.0330	0	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
病虫害等の発生	25.00	0.0330	0	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	0.00
有害物質等の発生	25.00	0.0330	0	0.83	0.83	0.83	0.83	0.00
情報公開	50.00	0.0661	0	1.65	1.65	3.30	3.30	1.65
市民参加	28.75	0.0380	0	0.00	0.63	1.09	1.08	0.61
安定性	25.00	0.0330	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.83
実績・事業評価	19.37	0.0256	0	0.46	0.50	0.42	0.42	0.09
TOTAL	756.58	1.0000	0	5.35	4.14	6.71	16.76	-2.04

[主観的評価に揺れ幅ウェイトを使用した場合]

TOTAL	795.61	1.0000	0	5.86	-5.59	8.12	17.15	-0.72
-------	--------	--------	---	------	-------	------	-------	-------

でのウェイトに反映されている。今回は代替案の順位に影響を与える違いではなかったが、人数比の設定によっては異なる結果を生じる可能性もあり、感度分析のあり方とあわせて検討する必要があると考えられる。

主観的評価にいずれのウェイトを採用するかは、ステイクホルダーとしてより強い選好をもつ（または影響を受ける）人々の意思を反映させるべきか、あるいはより多くの人々の意思を反映させるべきかという問題である。だが、評価目的に代替案選択にあたっての問題の所在を明らかにすることが含まれている以上、どちらを採用する場合でも、その過程でどの属性タイプに配慮や対策が必要かを明示することが重要となる。

なお、基準間の独立性については、3-(3)で述べているように、相互依存関係にある要素を統合して設定するよう努めたうえで加法独立と効用独立を仮定して評

価スコアの統合を行っているが、加法独立性の仮定は現実の選好状況を反映しない場合が多く規範的モデルとしては使えても記述的モデルとしては問題が多いことが指摘されている⁹⁾¹⁰⁾。今回のケーススタディではこの点での厳密性は保留されており、理論的整合性の確認については今後の課題である。

5. 意思決定支援の可能性

今回の江東区緑のリサイクル事業における剪定枝葉の利用方法についてのケーススタディは、定性的な判定に基づいた評価ではあるが、多視点、多基準、多主体を前提としたうえでの選択すべき利用方法の優先順位を示すことができた。また、評価の過程で、例えば「堆肥化利用」と「炭化利用」では処理コストと作業の難易性(手間)という基準でスコアが低いこと、生き物達のすみかとしての利用に否定的な属性の存在の可能性などを組み込むことができた。

このように本手法は、システム選択の際に、多視点、多基準、多主体という複雑な社会のなかでの問題の在りかをマッピングする手段として活用することが可能で、どの属性タイプへの配慮や補償的対策を考えればよいかといった、必要な対策の所在を明示することができる。

評価手順自体も、ブラックボックスになりがちな特殊なコンピューター・ソフトウェアを必要とせず、せいぜい電卓程度で計算可能である容易さから、一般の市民が自分で評価を試みることも可能である。多主体間の合意形成には、感覚的にもある程度納得できることが大切であり、そのために本評価手法をたたき台として利用しながら認識を共有していくことで、意思決定支援が可能であると考えられる。

6. おわりに

本研究においては、剪定枝葉のリサイクルを取り上げて、緑地を活用した循環型システムの評価と意思決定支援に対して、ステイクホルダーの属性化を用いた簡易な手法の可能性を示した。今後は、今回提案した手法の理論的整合性を確認しながら、他の事例への適用等により、手法の実用性と有用性を高めていくことが必要であると考えている。

参考文献

- 1) 瀬尾美巳子, 福地崇生: あいまい環境下のモデリングと意思決定, 京都大学出版会, 2002, pp.5-12
- 2) 瀬尾美巳子: 多目的評価と意思決定, 日本評論社, 1984, pp.1-19
- 3) 西川清: 緑のリサイクル事業推進の展望と課題, 環境緑化新聞, 2002.10.1, pp.4
- 4) Department for Transport, Local Government and the Regions: Multi Criteria Analysis :A Manual, 2001
- 5) 林清忠: 農業の意思決定分析—多基準と多主体のマネジメント—, 養賢堂, 2000, pp.20, pp.41-43
- 6) 江東区土木部水辺と緑の課みどりの係: 緑のリサイクルって何? 江東区の緑を管理する人のための手引き, 2001
- 7) 東京都建設局公園緑地部: 植物系廃棄物有効利用調査報告書, 1999
- 8) P.ネイカンブ, ヴァン・デルフト, P.リートヴェルト: 金沢哲雄, 藤岡明房訳: 多基準分析と地域的意思決定, 勁草書房, 1989
- 9) 田村坦之編: 大規模システム・モデリング・制御・意思決定, 昭晃社, 1986
- 10) 田村坦之, 中村豊, 藤田眞一: 効用分析の数理と応用, コロナ社, 1997

EVALUATION AND DECISION AID FOR RECYCLING SYSTEM BY EXPLOITING GREEN OPEN SPACE —A CASE STUDY OF RECYCLING SYSTEM FOR PRUNED BRANCHES AND LEAVES—

HORIE Noriko · HAGIHARA Kiyoko

Attempts to exploit green open space in some way are growing in recent years, and are getting into the stage of verification. It is necessary for them to be inspected. In order to evaluate these attempts, and to support decision making, we need more lucid technique, which has multi-frame, multi-criteria, and multi-subject. In this paper, we took up pruned branches and leaves, and discussed such kind of approach, which integrates objective evaluation and subjective one. In addition, we applied this approach to a case in Koto-ku, Tokyo, and tried to show the practicability.