戸建住宅における緑化促進のための 施策の評価・検討

臼井 聖奈*・佐藤 真行**・大西 暁生***

*非会員 東京都市大学学部生 環境学部環境創生学科 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西 3-3-1)

E-mail: g1361018@tcu.ac.jp

**非会員 神戸大学准教授 人間発達環境学研究科 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴甲 3-11)

E-mail: msat@port.kobe-u.ac.jp

***正会員 東京都市大学准教授 環境学部環境創生学科 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西 3-3-1)

E-mail: onishi@tcu.ac.jp

日本では高度経済成長期において都市の開発が進むことによって都市環境問題の一つであるヒートアイランド現象が悪化していった。そして、この現象を緩和させるため、都市内において緑化が推奨された。しかし、近年、屋上と壁面の緑化の施工面積は減少傾向ないしは横ばいに転じている。本研究では、戸建住宅において緑化を促進することを目的に、愛知県名古屋市中においてWEBアンケート調査を実施し、人々が緑化を施工する場合の条件（施工場所や樹種など）を把握するとともに、施工する場合の助成金額と支払い負担額のバランスを把握した。そして、現在実施されている緑化助成が本当に妥当なものかどうかを評価・検討した。

Key Words : heat island phenomenon, web questionnaire survey, conjoint analysis, willingness to pay

1. はじめに

日本では、高度経済成長期において都市開発が進むことによって都市内の緑が失われ、住宅やオフィスビル、また道路などが増えることで、地表面はコンクリートやアスファルトで覆われていった。そのため、都市環境問題の一つであるヒートアイランド現象が悪化していった。環境省では、ヒートアイランド現象の対策の一環として都市緑化を推奨してきた¹⁾。これは、ヒートアイランド現象の発生原因である人工的な材質で作られた屋根や外壁を緑で覆い、太陽光の熱の放射を緩和し、また樹木による日陰などを設けることで気温の上昇を抑えることを目的としていた。しかし、平成24年に行われた国土交通省の調査²⁾によると、都市緑化の中でも屋上緑化の施工面積は平成12年～平成20年にかけて増加したものの、平成21年以降は減少傾向に転じている（図-1）。また、壁面緑化も同様で、施工面積は一旦増加傾向にあり平成20年と平成23年には大きく面積を広げたものの、その後減少傾向ないしは横ばいに転じた（図-2）。

一方で、住宅の屋根部分等を使用する太陽光発電の導入量は、平成4年から現在に至るまで約23年間増加傾向にある。そして、今後もその導入量は増加し続けると予測されている。太陽光発電はヒートアイランド現象の緩

図-1 屋上緑化の施工面積と施工件数

※本図は、国土交通省のデータ²⁾をもとに作成している。

図-2 壁面緑化の施工面積と施工件数

※本図は、国土交通省のデータ²⁾をもとに作成している。

表-1 太陽光発電の導入量

質問項目	当てはまる：当てはまらない
①省エネ、省CO2に貢献するため	63.1% : 36.9%
②電力料金を節約するため	91.4% : 8.6%
③電力料金の値上げに備えたいと思ったため	52.9% : 47.1%
④売電による収入を得るため	81.7% : 18.3%
⑤災害、停電時の非常用の電源とするため	49.8% : 50.2%
⑥東日本大震災後の電力不足を受けた節電のため (平成23年以降に設置した682名のみ表示)	38.1% : 61.9%

※本表は、環境省のデータ³⁾をもとに作成している。

和策には当然つながらないものの、戸建住宅の屋上空間などを有効活用する方法として注目されている。平成26年に、環境省の委託業務報告書において示されている「太陽光発電に関する国内消費者向けアンケート³⁾」

(2009年～2014年の間に既築住宅において太陽光発電設備を設置した人を対象)の中では、太陽光発電の導入目的に関する質問に対して、表-1のような結果が得られている。これを見ると、導入目的について「②電力料金を節約するため」や「④売電による収入を得るため」に「当てはまる」とした回答が91.4%と81.7%となっており、他の項目と比べて圧倒的に高いことが分かる。このことから、今後も導入が増えると予想される太陽光発電には金銭的メリットがあり、それを人々が感じていることが伺える。それに対し、屋上緑化をはじめとした緑化の効果は、ヒートアイランド現象の緩和などの都市環境や景観などの生活環境の質の向上に関わるものが主であり、施工後の金銭的メリットは無いに等しい。さらに、維持費は緑化の施工後にかかる費用であるため、緑化に関する支出は施工後も続く。実際に緑化を行った場合にかかる維持費を除く施工費用を調査したところ、平均で屋上緑化が5～6万円/㎡、壁面緑化が8～10万円/㎡である。また、維持費は1回あたり屋上緑化が1,500円/㎡、壁面緑化が6,000円/㎡かかる⁴⁾。緑化に関する助成金は多くの自治体で行われているものの、47都道府県すべての自治体ではなく助成金額にも大きな開きがある。40の区・市(付録1)を対象に助成金の平均金額を算出すると屋上緑化が2万4,000円/㎡、壁面緑化は1万5,000円/㎡であった(付録2)。また、上限は30万円～50万円の自治体が多い。施工金額と助成金額を比較すると、施工した際の負担金額が大きいことが分かる。

ここで、住宅の緑化に関する既往研究をいくつか紹介する。深見ら⁵⁾は、ヒートアイランド現象の対策として、水と緑の保全・再生や人工排熱の削減などの実施シナリオを提案し、そのシナリオ下において、どの程度のヒートアイランド現象緩和効果があるのか、また、対策費用とそれによってもたらされる便益(例えば気温低下による空調機器の電力削減)の関係から各対策の実施がどの程度有効なのかについて検討した。また、平山ら⁶⁾は屋上緑化を施工した集合住宅の住民・周辺住民を対象に、仮想市場法(CVM: Contingent Valuation Method)により

生理・心理面を含めた屋上緑化による効用を定量的に分析し、この結果を踏まえた上で現在行政が行っている屋上緑化義務化条例と屋上緑化面積を対象とした容積率割増制度の妥当性、また両制度併用時の妥当性について評価している。さらに、加藤・有川⁷⁾や加藤ら⁸⁾の研究では階層分析法(AHP: Analytic Hierarchy Process)を用いて、まず建物緑化が人々にどのような印象を与えているのかを評価し、次に企業が建物緑化する際にビオトープや緑化効果表示設備、体験農業などの9つの付属施設等の中からどれを併用して採用すると人々にとって好印象になるのかを検討した。そして、CVMによって屋上緑化と壁面緑化の施工面積ごとに緑地管理費に対する支払意思額(WTP: Willingness to pay, 以降WTPとのみ称する)を算出し、またそれらが意匠デザインの影響を受けているのかどうかを検討した。しかし、これらの研究では、屋上緑化の効用を計る対象が集合住宅であり、かつWTPの算出対象が緑化を可能とする建物全般であるため、実際に施工を行う際に自らの意思決定で施工を行うことができない範囲も対象として含まれている。また、算出されたWTPは緑地を管理するうえで必要な維持費であり、緑化を行う際に必要となる施工費については検討されていない。さらに、緑化施工に関する制度について検討されているが、都市緑化保全法と建築基準法のみであり、各自治体で行われている緑化施工に関する助成金については検討されていない。これらのことから、実際に施策が進まない理由として、住民は緑化の便益については理解しているものの、施工する際の初期費用に対するマイナスイメージがあることから、施工を実施するという意思決定につながっていないと考えられる。

本研究では、このような既往研究を参考にしつつも、緑化を促進するためにどの程度の助成金が必要になるのか、また現在の助成制度の妥当性も含めて評価・検討する。そのため、愛知県名古屋市の戸建住宅に住む家族を対象にWEBアンケート調査を実施した。本アンケート調査では、人々が緑化を施工する際の条件(施工場所と樹種など)を把握するとともに、施工する場合の助成金額と支払い負担額のバランスを明らかにすることを目的としている。最終的には、現在実施されている緑化助成をある程度勘案しながら、それが本当に妥当なのかどうかを評価・検討する。

2. 分析方法

2.1 アンケート調査

本研究では、平成27年12月3日～4日に名古屋市の戸建(持ち家)住宅に住む家族を対象に、WEBアンケート調査を実施した。本アンケートは、「仮に新しく住まい

を購入することになった場合」を想定し、この住宅の緑化に対するWTPを把握するために行った。まず、戸建住宅の緑化に期待できる効果を説明した後に、WTPに関して回答してもらうように設計した。WEBアンケート調査の対象世帯はランダムに抽出している。

2.1.1 戸建住宅の緑化によって期待できる効果

戸建住宅の緑化によって期待できる効果は2つの項目に分け説明した。1つ目は、5つの樹種（常緑高木、落葉高木、常緑低木、落葉低木、多年草）ごとに木材の物質質量とCO₂吸収量について説明した（図-3）。常緑高木と落葉高木については、その高木のメリットとデメリットについても記載してある（図-3）。2つ目は、生活環境の質に関する8つの効果について説明した（表-2）。これらの期待できる効果をWTPの回答の前に説明することで、緑化の効果や目的を適切に認識したうえで、次項に述べるWTPに関する質問に回答できるようにした。

2.1.2 WTPに関する質問

前項の緑化の効果を説明した後、WTPに関する質問を行った。アンケートの選択肢は1設問につき4つである。固定された5つの属性に対し3つの選択肢にはそれぞれ異なる条件を用意し、その中から最も望ましい条件の組み合わせとなる選択肢を選んでもらう離散選択型実験あるいは表明選択法¹⁰⁾（付録3）と呼ばれる方式を用いた。選択の強制性をなくすために、ここで選択肢の4つ目には選択しないという選択肢を設けた。また、設問ごとにその選択肢の施工面積のイメージ図を提示した（図-4）。5つの属性とそれぞれの水準は、以下の根拠により表-3のように設定した。ここでは、対象が戸建（持ち家）住宅の

図-3 木材の物質質量とCO₂吸収量

表-2 緑化による8つの効果

I	断熱効果	V	都市洪水の防止
II	省エネ効果	VI	大気浄化
III	ビル寿命延長	VII	生態系の保護
IV	クールダウン効果	VIII	菜園都市

図-4 アンケートの設問例

表-3 選択肢の属性と水準

属性	水準
屋上緑化	12,24,36,48(m²)
壁面緑化	0,20,40,60(m²)
その他の緑化	0,8,16,24(m²)
メイン	常緑,落葉,草
価格	50,100,150,200,250,300(万円)

住民であり、かつ新しく住まいを購入することを想定しているため、屋上緑化と壁面緑化の条件設定には延床面積約100m²の二階建てを対象として、その半分の面積を施工すると仮定した。その他の緑化に関しては駐車場の面積が平均一台12m²であることから、二台用の駐車場を対象としている。これらの水準にもとづき、SPSSを用いて直交計画を生成することによって質問票における選択肢（プロファイル）を生成した。本研究の設定で直交計画を実行すると1シートでプロファイルが32通り生成された。シートを3つ生成することで、それぞれのシートは32間の選択肢となる。回答者には8問ずつ区切る4パターンの設問セットをランダムに割り当て回答してもらった。

2.2 コンジョイント分析

本研究では、コンジョイント分析を用いて緑化に対するWTPを推計する。上記のアンケート方式は、コンジョイント分析の中でも選択型実験と呼ばれるものであり、複数の選択肢の中からもっとも望ましいもの一つを選択するという回答形式が現実の購買行動に類似しているため回答しやすいことからバイアスが小さい形式として消

図-5 ネステッドモデルでの入れ子構造

費者選好分析にしばしば応用されている¹¹⁾。選択型コンジョイントでは、離散選択モデルによるデータ解析が必要となるが、本研究では条件付きロジットモデル（Discrete choice (multinomial logit) model）とネステッドロジットモデル（Nested multinomial logit model）で推定を行う。このモデルを定式化するために、まず、ランダム効用関数を想定する。

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

U_{in} は個人 n が施工の選択肢 i を選んだときの効用を表す。式（1）のように観察可能な部分 V_{in} と観察不可能な部分 ε_{in} からなるのがランダム効用モデルであり¹²⁾、 ε に独立で同一の第一種極値分布（IIDDEV1）を想定すると条件付きロジットモデルが得られる。 V_{in} は、施工の属性の線形結合からなると想定し、次の線形モデルを考える。

$$V_{in} = \beta_{roof} \cdot X_{roof} + \beta_{wall} \cdot X_{wall} + \beta_{other} \cdot X_{other} + \beta_{cost} \cdot X_{cost} \quad (2)$$

ただし、 X_{roof} は壁面緑化、 X_{wall} は壁面緑化、 X_{other} はその他の緑化のそれぞれの量を表し、 X_{cost} は初期費用を表す。それぞれの変数にかかる β は推定すべき係数である。線形の効用関数を想定することによって、属性間のトレードオフは係数比で表現される。特に本研究では、それぞれの緑化タイプに対するWTPを推計することを目的としている。したがって、各緑化の係数を費用の係数で除して得られるそれぞれの緑化値タイプに対するWTPに注目される。

また、本研究ではシンプルな条件付きロジットモデルだけでなく、入れ子構造を想定したネステッドロジットモデルによっても推定を行う。住宅緑化では、通常は行うか行わないかが第一段階の意思決定となり、行うとしたらどのような緑化を行うかを決定するという段階を踏むと考えられる。これを考えると、本研究の調査票において回答者が直面する4つの選択肢のうち、3つの選択肢は緑化のプロファイルであるのに対して1つの選択肢は緑化を行わないという選択肢であるため、前3者と後1者は性質の異なる選択肢であると考えられる。そうしたことから、ネステッドロジットモデルでは、図-5のような入れ子構造を想定する。この入れ子構造は、まず第1段

として緑化を行うか行わないかを意思決定し、緑化を行うならば第2段として、1～3のうちどのプロファイルを選択するかを意思決定する選択過程を表現している。

3. 分析結果

3.1 アンケート調査結果

アンケートの集計結果を表-4に示す。サンプル数は1,000件、正常回答は764件、抵抗回答は236件だった。抵抗回答とは、個人に関するアンケートの際に「緑化をしない」と回答した者を意味している。しかし、抵抗回答者のなかには、WTPについての回答の際は4つの選択肢のうち「選択しない」以外の選択肢を回答している（いくらかの支払意思を示している）場合があった。つまり、本アンケートの前提である「仮に新しく住まいを購入することになった場合」は緑化を行うが、現在の住まいには緑化を行うつもりはないと考えて選択した可能性があるため、WTPの推計には必要な回答であると判断し、抵抗回答を含んだデータを使用した。

また、ランダムに抽出した対象世帯の区別の世帯数と緑被率¹³⁾を表-5に、居住年数別の世帯数を表-6に示す。守山区、中川区、千種区、緑区のような住宅地においてサンプル数が多いことが分かる。また、名古屋市で人口が最も多い緑区のサンプル数が一番多いことから、それぞれの区のサンプル数の割合は概ね妥当であると考えられる（区ごとのサンプル数と人口との関係は相関係数において0.88であった）。緑被率については、瑞穂区、西区、中区、東区、南区、熱田区など商業施設が集中している地域や工場地帯においてその割合が低かった。

表-4 アンケートの集計結果

	サンプル数	正常回答	抵抗回答	抵抗回答発生率
合計	1,000	764	236	31%

表-5 区別の世帯数と緑被率

対象区	世帯数(件)	緑被率(%)
港区	41	28.1
守山区	93	41.9
昭和区	49	16.2
瑞穂区	59	15.8
西区	61	17.3
千種区	56	24.8
中区	18	14.6
中川区	95	24.9
中村区	69	16.3
天白区	69	30.7
東区	17	12.9
南区	52	14.1
熱田区	43	14.7
北区	67	21.6
名東区	75	27
緑区	136	26.9

表-6 居住年数別の世帯数

居住年数(年)	世帯数(件)
1年未満	3
1～5	191
6～10	158
11～15	149
16～20	138
21～25	92
26～30	107
31～35	59
36～40	49
41～45	27
46～50	14
51～55	4
56～60	7
61～65	1
66～70	1

※世帯数とはアンケートのサンプル世帯の数を意味している。

3.2 コンジョイント分析結果

表-7にコンジョイント分析結果を示す。この結果から分かるように、まず壁面緑化の係数及びWTPは負を示している。つまり、戸建住宅の壁面緑化に対するWTPはなく、施工するつもりがないことを意味している。

平成24年の全国屋上・壁面緑化施工実績調査²⁾によると（図-1と図-2を参照），壁面緑化の施工件数は近年減少傾向ないしは横ばいに転じているものの、屋上緑化の施工面積の傾向とは異なり、その施工面積が著しく大きくなる年（平成20年や平成23年）がある。また、平成23年までの施工件数の増加は屋上緑化の施工件数と比較すると急激に伸びている。このことから、表-7のような壁面緑化の係数及びWTPが負となるような結果は予想することができなかった。しかし、壁面緑化の施工件数が最も高かった年は平成23年で580件であり、これは屋上緑化が2番目に施工件数が少なかった平成13年の591件とさほど変わらない件数である²⁾。壁面緑化は屋上緑化に比べて、施工後の外観の雰囲気が大きく変わる。そのため、メンテナンスを怠るとすぐにそれが外観に表れ、緑で覆われることで建物が古い印象となるデメリットが考えられる。逆に、WTPが最も高かったのがその他の緑化である。その他の緑化は、主に駐車場を対象に施工することを想定している。そのため、芝をメインとした緑化になり、空いているスペースには樹木や花などガーデニングを楽しむように緑化ができる。また、駐車場緑化は比較的施工面積が小さく、芝がメインとなることでメンテナンスが楽になることなどがWTPの結果に反映されたと推測される。

以降のWTPの推計については、表-7の推定結果が条件付きロジットモデルとネステッドロジットモデルでさほど変わらないこと、またIIA（independence from irrelevant alternatives）特性を異なるレベルで緩和しモデルの推計精度を大きく改善している¹⁴⁾ネステッドロジットモデルの結果のみを使用する。

表-7 コンジョイント分析結果

Discrete choice (multinomial logit) Model			
属性	係数	判定	WTP(万円/㎡)
屋上緑化	0.00738	***	1.45
壁面緑化	-0.00129	*	-0.25
その他の緑化	0.01087	***	2.13
価格	-0.0051	***	
Nested Multinomial Logit Model			
属性	係数	判定	WTP(万円/㎡)
屋上緑化	0.00775	***	1.39
壁面緑化	-0.00108	*	-0.19
その他の緑化	0.0145	***	2.61
価格	-0.00556	***	—

***: 1%有意 ** : 5%有意 * : 10%有意

3.3 WTPと助成金

緑化に対する助成制度の内容は実施している自治体によって異なるが、多くの場合は助成金額に上限がある。一般的な上限の設定には2通りあり、施工金額の合計に対しいくら助成するというものと、施工金額の合計の何割までを助成するというものである。助成金額を決める際、施工金額に応じてその2つを基準に設定していることが多い。この2つの上限設定の組み合わせは自治体によって異なるため、本研究ではそれらを別々に計算したうえで、実際に緑化を行った場合に生じる施工金額とWTPを比較し、助成金額の妥当性について評価・検討する。この際、使用した条件①と条件②における施工面積、施工金額、助成金の上限の各値は表-8のように設定した。施工面積についてはアンケートの選択肢を作成する際に設定した値を用いた。また、屋上緑化と壁面緑化の施工金額については1章で記載した平均施工金額⁴⁾の中間値を、またその他の緑化の施工金額については40の区・市の中で施工実績が把握できた23の区・市の平均値を用いた。WEBアンケート調査の対象地は名古屋市であるが、助成金額についてこの市の情報のみを使用すると1つのパターンに偏る検討になる。そのため、今回は助成金について、40の区・市を対象に算出された平均値を使用することで、より広範な傾向を反映することとした。WTPについては、屋上緑化とその他の緑化ともにWEBアンケート調査結果から算出されたものを使用するが、壁面緑化については正のWTPが観察されなかったことから施工はしないものとした。

今回、助成金の妥当性について検討するにあたって実際に緑化した場合を想定し、屋上緑化とその他の緑化の施工面積を組み合わせた16の施工例（表-9）を作成した（表-8の屋上とその他の施工面積の組み合わせが16通りになる）。それに対し、それぞれの助成金額の上限を当てはめ検討していく。この16の施工例は2つのタイプに分類され、施工例1と施工例7は2つのタイプの代表例である。タイプ1（◎）は施工例1を含み、本研究において助成金の妥当性を検討した結果、施工例7が属するタイプ2（☆）以外の施工例すべてがこれに該当する。また、タイプ2（☆）は条件②の場合、すべての上限金額の設定において差額が発生する施工例である。今後の比較を分かりやすくするため、施工例1はタイプ1の中から最も施工面積の合計が大きい施工例、施工例

表-8 助成金額の上限に関する条件と施工条件

条件①: 合計金額に上限がある				
上限50万円	上限100万円	上限200万円	上限300万円	
条件②: 施工金額の何割を助成				
3分の1	2分の1	3分の2		
施工場所	施工金額(万円)	施工面積(㎡)		
屋上	5.5	48	36	24
壁面	9			0
その他	2	24	16	8

表-9 16の施工例

1	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	48	264	66.9
	壁面	0	0	0
	その他	24	48	62.6
	合計	72	312	129.5
2	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	48	264	66.9
	壁面	0	0	0
	その他	16	32	41.7
	合計	64	296	108.6
3	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
☆	屋上	48	264	66.9
	壁面	0	0	0
	その他	8	16	20.9
	合計	56	280	87.8
4	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
☆	屋上	48	264	66.9
	壁面	0	0	0
	その他	0	0	0
	合計	48	264	66.9
5	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	36	198	50.2
	壁面	0	0	0
	その他	24	48	62.6
	合計	60	246	112.8
6	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	36	198	50.2
	壁面	0	0	0
	その他	16	32	41.7
	合計	52	230	91.9
7	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
☆	屋上	36	198	50.2
	壁面	0	0	0
	その他	8	16	20.9
	合計	44	214	71.0
8	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
☆	屋上	36	198	50.2
	壁面	0	0	0
	その他	0	0	0
	合計	36	198	50.2
9	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	24	132	33.5
	壁面	0	0	0
	その他	24	48	62.6
	合計	48	180	96.0
10	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	24	132	33.5
	壁面	0	0	0
	その他	16	32	41.7
	合計	40	164	75.2
11	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	24	132	33.5
	壁面	0	0	0
	その他	8	16	20.9
	合計	32	148	54.3
12	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
☆	屋上	24	132	33.5
	壁面	0	0	0
	その他	0	0	0
	合計	24	132	33.5
13	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	12	66	16.7
	壁面	0	0	0
	その他	24	48	62.6
	合計	36	114	79.3
14	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	12	66	16.7
	壁面	0	0	0
	その他	16	32	41.7
	合計	28	98	58.5
15	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
◎	屋上	12	66	16.7
	壁面	0	0	0
	その他	8	16	20.9
	合計	20	82	37.6
16	施工場所	施工面積(㎡)	施工金額(万円)	WTP(万円)
☆	屋上	12	66	16.7
	壁面	0	0	0
	その他	0	0	0
	合計	12	66	16.7

表-10 16の施工例の差額

1	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	133	1/3	78.5
	100	82.5	1/2	26.5
	200	-17.5	2/3	-25.5
	300	-117.5		
2	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	137.4	1/3	88.7
	100	87.4	1/2	39.4
	200	-12.6	2/3	-10.0
	300	-112.6		
3	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
☆	50	142	1/3	98.9
	100	92.2	1/2	52.2
	200	-7.8	2/3	5.6
	300	-107.8		
4	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
☆	50	147	1/3	109
	100	97	1/2	65.1
	200	-2.9	2/3	21.1
	300	-102.9		
5	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	83.2	1/3	51.2
	100	33.2	1/2	10.2
	200	-66.8	2/3	-30.8
	300	-166.8		
6	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	88.1	1/3	61.4
	100	38.1	1/2	23.1
	200	-61.9	2/3	-15.2
	300	-161.9		
7	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
☆	50	93.0	1/3	71.6
	100	43.0	1/2	36.0
	200	-57.0	2/3	0.3
	300	-157.0		
8	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
☆	50	97.8	1/3	81.8
	100	47.8	1/2	48.8
	200	-52.2	2/3	15.8
	300	-152.2		
9	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	34.0	1/3	24.0
	100	-16.0	1/2	-6.0
	200	-116.0	2/3	-36.0
	300	-216.0		
10	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	38.8	1/3	34.2
	100	-11.2	1/2	6.8
	200	-111.2	2/3	-20.5
	300	-211.2		
11	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	43.7	1/3	44.4
	100	-6.3	1/2	19.7
	200	-106.3	2/3	-5.0
	300	-206.3		
12	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
☆	50	48.5	1/3	54.5
	100	-1.5	1/2	32.5
	200	-101.5	2/3	10.5
	300	-201.5		
13	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	-15.3	1/3	-3.3
	100	-65.3	1/2	-22.3
	200	-165.3	2/3	-41.3
	300	-265.3		
14	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	-10.5	1/3	6.9
	100	-60.5	1/2	-9.5
	200	-160.5	2/3	-25.8
	300	-260.5		
15	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
◎	50	-5.6	1/3	17.1
	100	-55.6	1/2	3.4
	200	-155.6	2/3	-10.3
	300	-255.6		
16	条件①(万円)	差額(万円)	条件②	差額(万円)
☆	50	-0.7	1/3	27.3
	100	-50.7	1/2	16.3
	200	-150.7	2/3	5.3
	300	-250.7		

表-11 施工例 1

施工場所	施工面積(m ²)	施工金額(万円)	WTP(万円)
屋上	48	264	66.9
壁面	0	0	0
その他	24	48	62.6
合計	72	312	129.5

図-6 施工例 1 の条件①の推計結果

図-7 施工例 1 の条件②の推計結果

7はタイプ 2の中から施工面積の合計が施工例 1の約半分の面積の施工例を選んでいる。以後、助成金の妥当性を評価・検討するため、16の施工例のそれぞれの差額について条件①と条件②における推計結果を表-10に示す。本研究での「差額」とは、施工金額から WTP と助成金額を差し引いたものである。

まず、屋上緑化 48m²とその他の緑化 24 m²の施工例 1 について推計結果を説明する (表-11)。

図-6 に、施工例 1 及び条件①における WTP、助成金、差額の推計結果を示す。この結果、助成金額の上限を比較すると 100 万円以下になったときに WTP と助成金額の合計が施工金額を下回る。実際に緑化を行おうとすると希望する範囲の緑化が行えない、または差額分を住民が負担することになる。そのため、助成金額が 100 万円だった場合は WTP と差額で 211.5 万円、50 万円だった場合は 261.5 万円を支払う。つまり、施工費用の約 68% ～約 84%を住民が負担することになる。

図-7 に、施工例 1 及び条件②における WTP、助成金、

差額の推計結果を示す。この結果、助成金額の上限が 2 分の 1 以下になった場合、助成金額と WTP の合計が施工金額を下回る。この場合も、実際に緑化を行おうとすると希望する範囲の緑化が行えない、または差額分を住民が負担することになる。そのため、助成金額が合計施工金額の 2 分の 1 (今回は 156 万円) だった場合は WTP と差額で 156 万円、3 分の 1 (今回は 104 万円) だった場合は 208 万円を支払う。つまり、施工費用の 50%～約 67%を住民が負担することになる。これらのことから住民が施工例 1 を実際に行う場合、施工金額に対し WTP と助成金だけで施工を可能にすることが出来る助成金額、すなわち住民にとって過剰な負担を感じない金額の助成金額の上限設定は「200 万円以下または 3 分の 2 以下」になる。具体的には施工金額から WTP を差し引いた分すべてを助成金で補おうとした場合、183 万円～192 万円が助成金として必要になる。

次に、屋上緑化 36 m²とその他の緑化 8 m²の施工例 7 である (表-12)。

表-12 施工例 7

施工場所	施工面積(m ²)	施工金額(万円)	WTP(万円)
屋上	36	198	50.2
壁面	0	0	0.0
その他	8	16	20.9
合計	44	214	71.0

図-8 施工例 7 の条件①の推計結果

図-9 施工例 7 の条件②の推計結果

図-8に、施工例7及び条件①におけるWTP、助成金、差額の推計結果を示す。この結果、施工例7に関しても施工例1と同様に上限が100万円以下になった場合に助成金額とWTPの合計が施工金額を下回る。施工例7についても、この場合は実際に緑化を行おうとすると希望する範囲の緑化が行えない、または差額分を住民が負担することになる。そのため、助成金額が100万円だった場合はWTPと差額で114万円、50万円だった場合は164万円を支払う。つまり、施工費用の約53%～約77%を施工する住民が負担することになる。

図-9に、施工例7及び条件②におけるWTP、助成金、差額の推計結果を示す。この結果、条件②は条件①とは異なる結果となった。条件②の場合は全ての条件内容で助成金額とWTPの合計が施工金額を下回る結果となった。つまり、条件②の全ての条件内容で差額が発生する。この理由は、施工例7の施工金額の合計が施工例1に対し約100万円少ないことが考えられる。この場合、条件②のときはどの内容であっても実際に緑化を行おうとすると希望する範囲の緑化が行えない、またはWTPに加え差額分を住民が負担することになる。そのため、助成金額が3分の2（今回は142.7万円）だった場合はWTPと差額で71.3万円、2分の1（今回は107.0万円）だった場合は107.0万円、3分の1（今回は71.3万円）だった場合は142.6万円を支払う。つまり、施工費用の約33%～約67%を住民が負担することになる。また、条件②の場合で施工例1（図-7）と施工例7（図-9）を比較してみると、費用に対する負担金額は施工例1と施工例7の合計金額に対する負担金額の割合に大きな違いは無い。しかし、これは条件②の内容が合計施工金額の「何割」を助成するという様に、「割合」で設定しているため、これは当然の結果と言える。そこで、合計施工金額の2分の1を助成した場合の差額について金額で比較してみると、施工例1の場合は差額が26.5万円だったものの、施工例7の場合は差額が36.0万円となり、施工例1よりも9.5万円多く負担することが分かった。つまり、上限が同じ条件と内容にも関わらず、施工例1に対し施工金額が少ないはずの施工例7の方が、緑化を行う際にWTP以上の金額を支払わなければならない可能性が生じることを意味している。

このことから、本来、施工面積が小さく施工金額が少ないものほど、WTPに近い費用を支払うことで施工が実現すると考えやすいが、実際の助成金の設定の仕方では施工面積が小さく施工金額が少ないほど、それ以上の施工面積や施工金額の場合より多く差額分を支払わなければならないため、施工の実現が難しいことが分かった。

4. まとめ

本研究では、WEBアンケート調査を実施し、ここで得られたデータをもとに、戸建住宅への緑化に対するWTPを算出し、そこから現在の緑化の施工金額に対する助成金の妥当性を評価・検討した。すなわち、実際に緑化を施工した場合を想定し、その施工金額であるといくら助成され、また住民がいくら負担するのか、さらに実際に施工が実現しやすいのかどうかを評価・検討した。

この結果、助成金の上限設定が割合の場合、施工金額によって助成金額が大幅に変わる可能性があることから、施工金額が小さいからといって必ずしもWTPと助成金だけで施工が可能になるわけではない。これは、3章で施工例1と施工例7の条件②について比較した際、施工例7の施工金額が施工例1より低いにも関わらず、その差額は約10万円多かったことから分かる。また、施工金額によってはWTPと差額が同じ金額になる場合もある。前述したが、差額とは施工金額からWTPと助成金額を差し引いたものであり、好意的に支払うWTPとは違い、施工する際に「支払わなければいけない」と負担に感じ、消極的に支払う金額であると言える。

つまり、このような場合、緑化の施工面積が比較的小さく、仮に緑化の施工に興味を示したとしても、返って「損をしてしまう」と感じ、施工の実施を考え直してしまう可能性がある。こうした緑化助成に関する課題が本研究によって分かった。

今後の課題を以下に示す。

- 1) 緑化の施工にも様々な組み合わせ（施工場所や樹種など）が存在することから、最も望ましい助成制度を選定するにはさらに様々なパターンを想定し考察する必要がある。WTPには回答者の属性、居住地、人々の嗜好（趣味や休日の過ごし方など）などの様々な要因が関わっている。そのため、こうしたWTPの決定要因を考慮しながら、さらに詳細に分析を行っていきたい。
- 2) WEBアンケート調査の際に緑化を行う理由と行わない理由について質問したところ、緑化を行わない理由の約52.5%が現在の環境に満足しているためと回答し、約24.2%が手間がかかるためと回答していた。このことから、緑化が進まない理由として、助成金額が少ないことのみが原因であるとは一概には言えないことが分かった。そのため、今後はヒートアイランド現象の深刻化とその対策の重要性を周知することによって住民の環境に対する意識とのギャップを埋めること、また緑化した際の手間についての理解を進めることで、緑化の施工面積やWTPを増やすことが可能になると考えられる。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金（研究課題番号：JP26340104、代表：大西暁生）の助成のもとで行われた。

付録

- 1) 40の区・市（愛知県：名古屋市、岡崎市、瀬戸市、碧南市、刈谷市、安城市、西尾市、常滑市、大阪府：大阪市、知多市、尾張旭市、田原市、三次市、長久手市、東京都：豊島区、荒川区、杉並区、千代田区、品川区、中央区、台東区、墨田区、北区、新宿区、大田区、目黒区、足立区、世田谷区、板橋区、港区、葛飾区、練馬区、神奈川県：横浜市、川崎市、横須賀市、藤沢市、茅ヶ崎市、逗子市、厚木市、海老名市）
- 2) 環境省の国内制度事例
（https://www.env.go.jp/air/report/h21-06/03_3.pdf）では、全国の屋上緑化助成金額は1～5万円／㎡であり、多くの自治体が2万円／㎡を採用しているとして、このことから、今回の助成金額の2万4000円／㎡という設定は1～5万円／㎡の約半分の金額であり、かつ2万円／㎡との差額がさほど大きくないことからある程度妥当な金額であると考えられる。
- 3) Louviere 2000に詳しい。
<http://www.amazon.co.jp/dp/0521788307>

参考文献

- 1) 環境省：ヒートアイランド対策大綱 2004、
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=5450&hu_id=4837
- 2) 国土交通省：平成 24 年 全国屋上・壁面緑化施工実績調査 2015、
www.mlit.go.jp/report/press/toshi10_hh_000204.html
- 3) 環境省：太陽光発電に関する国内消費者向けアンケート 2015、
<http://www.env.go.jp/earth/report/h27-01/>

- 4) 環境省：ヒートアイランド対策マニュアル 3 章 建物に対するヒートアイランド対策技術の導入 2012、
http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/manual_01/05_chpt3.pdf
- 5) 深見和彦、久保和幸、木内豪、吉谷純一、末次忠司、河原能久、小林裕明、吉田武、伊藤正秀、新田弘之、城戸浩：ヒートアイランド現象軽減対策効果の定量化と費用便益評価に関する研究、土木研究所報告 (216)、pp. 1-41、2010.
- 6) 平山豪、中井 検裕、中西 正彦：CVM による東京都における屋上緑化推進施策の評価、都市計画論文集、Vol.38、pp.595-600、2003.
- 7) 加藤真司、有川智：建物緑化の社会的便益費用の把握に関する研究、ランドスケープ研究、Vol. 73(5)、2010.
- 8) 加藤真司、石井儀光、有川智、金甫炫、鈴木弘孝：階層分析法を用いた建物緑化の宣伝効果研究、日緑工誌、Vol. 37(1)、183-186、2011.
- 9) 加藤真司、鈴木弘孝、鈴木雅和：屋上緑化の社会的便益と意匠デザインの関連性研究、日緑工誌、Vol. 38(1)、130-133、2012.
- 10) 栗山浩一、庄子 康、柘植 隆宏：初心者のための環境評価入門、勁草書房、2013.
- 11) Boyle, K. J., T. P. Holmes, M. F. Teisl, and B. Roe : A Comparison of conjoint analysis response formats, *American Journal of Agricultural Economics*, 83, pp.441-454, 2001.
- 12) 依田高典：ブロードバンド・エコノミクス、第 4 章 離散選択分析、2006、
<http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/~ida/> 離散選択分析のサーベイ - C-faculty.
- 13) 大和田道雄、中川由雅、岩田充弘、櫻井麻里、梅田佳子：名古屋市における熱帯夜の分布と緑地効果について、愛知県教育大学研究報告、Vol. 56（自然科学編）、pp.19～24、2007.
- 14) （一社）交通工学研究会：やさしい非集計分析（第 1 版 6 刷）、丸善出版株式会社、2013.

(2016.4.7 受付)

EVALUATION AND EXAMINATION OF MEASURES TOWARD PROMOTING PLANTING GREEN AT DETACHED HOUSES

Seina USUI, Akio ONISHI and Masayuki SATO

Heat island phenomena which is one of presentative urban environmental issue has been worsen by developing urban area under high economic growth period in Japan. In order to mitigate this phenomena, green planting has been promoted. However, construction area of planting green on rooftop and wall have been decreasing or steady recently. But, the reason of this trend has not been understood clearly. The aim of this study is to promote green planting of detached houses. Firstly, we carried out the Web questionnaire survey targeted to Nagoya city of Aichi prefecture. Through this survey, we acquired information of required conditions for planting green, such as construction area, types of planting tree or green and so on. Secondly, we estimated the possible amount of WTP (willing to pay) for construction of planting green. Finally, we evaluated and examined whether the grants of planting green are efficient for promoting green planting or not.