

植栽形態と仮想的テリトリーを考慮した 街路の空間密度評価

小木 学¹・深堀 清隆²・窪田 陽一³

¹学生会員 埼玉大学大学院理工学研究科博士前期課程環境システム工学系専攻
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:s07me205@mail.saitama-u.ac.jp

²正会員 博士(学術) 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:fukahori@mail.saitama-u.ac.jp

³正会員 工博 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:y1kubota@env.gse.saitama-u.ac.jp

街路植栽は、環境やゆとりなどの面において人工的な都市空間の中の重要な構成要素である。しかし近年では、防犯などの観点から視認性や監視性を高めることが望まれている。このようなことを踏まえ、本研究では仮想的テリトリーという概念を用い、街路空間を歩行者に対する心理的意味、物理的意味の側面から分類し、植栽の形態と開放感の関連を考察した。また、植栽による開放性の低下を抑制し、開放感を高く保った上で緑をより多く感じられるような植栽の形態を検討するため、心理評価実験を行った。その結果、植栽を街路空間内にできるだけ分散させ、高木と低木をうまく組み合わせることで、両者のバランスを保てることが示された。

Key Words : street vegetation, spatial density, Virtual Territory, openness, CG

1. 序論

(1) 研究の背景

近年、都市空間は、再開発などにより高層・高密化を続け、街路空間においても、電線・電柱、看板、植栽、街灯、防護柵などの空間構成要素が乱立し、乱雑で粗悪な景観となっていることが多い。これまでは、このような街路景観の密度を評価するための指標として、建物高さ、容積率、建蔽率、隣接道路幅員等の都市計画的な指標が主に利用されてきた。しかし、街路上に空間構成要素が多数配置されている現在の都市空間において、このような建物や街路の形状のみが生活者が実際に体感している密度感を決定付けているとは考えにくい。また、人間が体験しているのは、3次元の空間を捉え直した透視形態であり、3次元形態に関する指標がこの透視形態を適切に表わしているかは疑問である。そこで、これら構成要素が人の密度感に及ぼす影響を考えた上で、透視形態を考慮し、街路形状に応じた適切な空間構成要素の数や配置などを検討する必要がある。

また、歩行者は、テリトリーという形で場所に意味を付与したり、パーソナルスペースという占有意識を持つ

た空間を自分の周囲に持って街路空間を移動していると考えられる。一般的に、パーソナルスペースやテリトリーという概念は、人と人との関係や人と場所との関係に応じて変化する距離や空間として知られている。Hallは、人の空間使用に関する研究をプロクセミックス（近接学）とし、人間関係の程度に応じて密接、個体、社会、公衆距離の4つの距離帯を定義した¹⁾。このようなパーソナルスペースは、人の移動に伴って移動し、明確な境界線は見られず、距離帯や空間の大きさは環境に応じて変化する。一方のテリトリーは、他者の侵入を許さないような占有者の領域として、境界線を明確に表したものである。例えば、場所的な分類としては、占有意識の程度に応じて、寝室、居間、溜まり場、公共の場などの生活空間が主に挙げられている²⁾。公共の場としての街路空間内でも、歩行者にとっての空間の利用可能性、あるいは距離感などに応じてテリトリーのような空間が広がっていると考えられる。本研究では、このような意識的な空間が歩行者が実際に通行している歩道空間のみではなく植栽帯や道路対岸の空間、あるいは車道空間などにも広がっていると考えられる。このような空間に構成要素が無秩序に配置されることは歩行者のパーソナルスペースあ

るいはテリトリーとなりうる空間を阻害し、空間を窮屈に感じさせ、歩行者の体感する密度感を増していると考えられる。逆に考えれば、構成要素の配置を工夫し、この歩行者の占有意識のある空間を広く感じさせることによって、街路空間を開放的に感じさせることができる。本研究では、実際には利用不可能な場所に対しても広がる歩行者のイメージ的な占有空間について仮想的テリトリーという概念を定義し考察した。

今後、仮想的テリトリーによる重みを考慮した街路空間の密度感の推定・推測を行うための基礎的な知見を得るために、街路空間構成要素として、主に植栽に着目し、形状や配置などによる仮想的テリトリーへの影響や人の密度感への影響などを検討する。

(2) 街路植栽の特徴と現状

街路植栽は、環境、ゆとりなどの面から人工的な都市空間の中において、重要な自然物である。温暖化対策、遮音、生態系の多様性などの環境面、さらには火災の延焼防止などの防災面を考えれば、できるだけ多くの樹木を植えた方がよい。また、最近では、緑を使った環境にやさしいみちづくりなど街路における緑のあり方について関心が高まっている。

しかし、一方では植栽に関する課題も残っている。近年では、子供を周辺から監視しやすくするというような防犯の観点があり、また、商店街においては商売上の問題から、街路の監視性や視認性を高めるために枝下高を高くしたり低木の高さを抑えるといった動きも見られる。したがって、単に樹木を密に植えればよいのではなく、安全性と緑量とのバランスを保った植栽法が望まれる。確かに、物理的に本数を減らせば開放性や視認性を増すことはできる。しかし、それによって街路にゆとりをもたらすための緑が減ってしまえば植栽の持つ特徴がうまく生かされないだろう。

そこで、本研究では、仮想的テリトリーの概念を用い、開放性を確保するための植栽手法を検討すると共に、視覚を通して人の感じる緑の量を緑量感とし、開放性と緑量感のバランスを保つ植栽手法の検討も併せて行った。

(3) 既存研究の整理

既存研究では都市の開放性を計測する方法として視覚的可視領域率を定義し、人が街路に立ったときに見渡すことができる空間の体積を指標化したもの³⁾などがある。しかし、それらは街路形状と建物の形状のみに着目したものが多く、その他の構成要素による影響は考慮されていない。また、このような、実空間の体積を求める研究はあるが、単に広い空間が見渡せれば開放的とはい切れぬ。

また、Stampsらは、生物は、生存のために、相手からは見えにくく自分からは相手が見えやすい安全な場所を好むという「眺望—隠れ場理論」⁴⁾を活用して環境心理学的観点から障壁における透過性、移動性、隙間の位置や幅などと囲われ感や安心感などとの関連を議論している⁵⁾⁶⁾⁷⁾。しかし、室内や広場などのCGを用いて実験をしたものが多く、街路空間での分析はあまり行われていない。

そこで、本研究においては、街路空間を対象として場所の持つ意味合いにも着目し、単純な空間の体積によらない開放性への影響要因の検討を行う。

また、街路植栽に関する研究では、CGのアニメーションを用いて街路樹の樹冠幅、樹形、配置間隔と景観評価との関連を分析したもの⁸⁾などがあるが、それらは主に、高木に着目したものが多く、特に低木に着目して開放性への影響などの分析を行ったものはほとんどみられない。そこで、本研究では、低木をも含めた植栽形態が開放性や緑量感に与える影響の分析を試みる。

(4) 研究の目的

街路において緑量感を確保しつつ開放感を高めることは、植栽デザインの重要な課題の一つである。開放感を高めるためには、当然、植栽の量を減らし周辺空間の視認性を高めることが有効である。しかし、もし視対象となっている緑自体に空間としての性質やテリトリアリティを付与できるとするならば、緑を見せつつ開放的に見せる可能性があると考えられる。そこで本研究は仮想的テリトリーの概念を提案しつつ、①緑量感と開放性の関係性を定量的に把握する、②高木、低木のいくつかの植栽配置から仮想的テリトリーがどのように成立しうるかについて解釈を示す、の2点を研究目的とする。

2. 街路における仮想的テリトリー

(1) 仮想的テリトリーの概念

街路空間にテリトリーの考え方を導入したものとして、オスカーニューマンの例があるが、例えば文献⁹⁾では、防犯性を考える上でPublic, Semipublic, Semiprivate, Privateの区分を行い、住民の空間への関与の仕方が防犯性能に大きく関わることが示されている。一方、本研究においては、開放性を考えるために、人間が歩行のために利用する街路空間に、テリトリーの概念を適用する。対人関係を基にした一般的なテリトリーの概念は、空間的な意味合いや場所などによって占有意識の程度が変わる。ここでは、街路空間において、歩行者に対する意味合いの違いなどによって空間を分ける。

また、場所や物体の持つ意味に着目した概念としては、アフォーダンス¹⁰⁾や仮想行動¹¹⁾がある。アフォーダンスは、環境や物が人に対して与える行為の可能性で、例えば、いすであれば自ずと座れるというイメージができるということを示す。一方の仮想行動は、実際に行動しなくとも、その行動を想像によってなぞることができるというものである。中村は親水象徴という概念を提唱しているが¹²⁾、これは視対象としての水辺の場の視覚特性から心理的なアクセシビリティを導く概念であり、アフォーダンスという認知の働きに着目して、想定される実行動の前に成立しうる仮想行動に大きな意義を付与したものと捉えられる。

本研究では、この仮想行動論を拡張するために、仮想行動を支える対象場の空間的特性や視覚的特性に検討を加え、視点から離れた場所までを含めてテリトリアリティの概念を適用して新たなレベル区分を設ける。テリトリアリティの考え方により、想像上で自分が占有する空間としての居心地やその場への関与の仕方など新たな意義を付与できるとともに、そのレベル区分や視覚的特性が、風景から感じ取る開放感などの総合的な心理尺度、仮想行動の様態、最終的には実際の行動に影響すると考える（図-1、2参照）。

例えば、実際に歩行者が利用する空間として、歩道がある。しかし、歩行者が実際に利用し得ない空間、例えば、植栽帯にある低木の上に広がる空間、中央分離帯の空間、対岸に位置する空間などについても、イメージとしてはそこに空間があることによって仮想的に滞留、通行などの行動ができる。そのような仮想的な意味を持つ空間となることで、距離的に歩行者から遠い場所、物体が置かれた場所であっても歩行者の体感する空間の広がりを補助的に増加させる効果を持つと考える。

つまり、仮想的テリトリー（Virtual territory）とは、歩行者が持っている対人関係に対するパーソナルスペースとは別の、視対象となる空間や物体に対するイメージ上のテリトリーである。言い換えれば、街路を歩行している歩行者が、実際に、あるいはイメージ上において行動できると認識できる空間である。

次に、仮想的テリトリーの概念を考えるにあたり、利用可能性やイメージのしやすさなどといった歩行者にもたらす心理的なレベル区分と歩行者の空間の利用法や物理的形態などによる街路形態のもつ空間的な分類を行う。

(2) 心理的意味から見た仮想的テリトリーのレベル区分

歩行者に対する距離、歩行者による利用可能性などを考慮して次のようなレベル区分を行った（表-1）。ここでは、空間が、仮想的テリトリーレベルⅠからレベルⅢになっていくにつれて、歩行者の利用可能性やイメージ

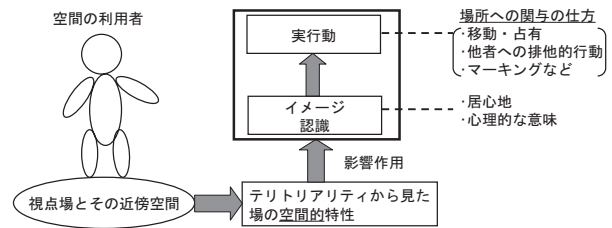


図-1 一般的なテリトリアリティの考え方

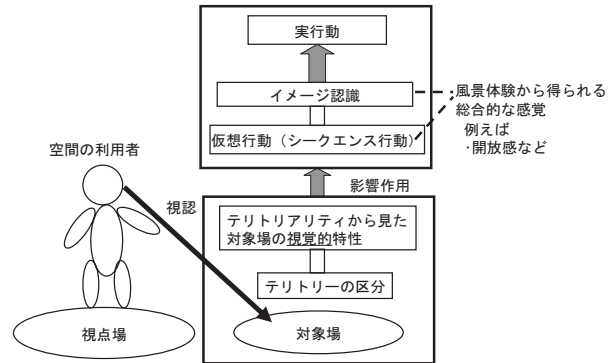


図-2 本研究における仮想的テリトリーの考え方

の多様性などが薄れ、その空間が歩行者の心理的な空間の広がりを与える補助的な影響が小さくなると仮定する。

a) 仮想的テリトリーレベルⅠ：Substantial Territory Level

このレベルの空間は、歩行者が実際に利用する可能性の高い空間である。街路においては、一般に、歩道がこれに当てはまる。自分の占有できる空間として認識しやすく、使用しているイメージもしやすい。

b) 仮想的テリトリーレベルⅡ：Potential Territory Level

このレベルは、歩行者にとって、物理的には使用可能だが、通常は使用しない空間である。使用可能性やイメージの多様性は、レベルⅠよりも低下する。また、距離的に歩行者から遠い場所もこれに当てはまり、例えば、対岸に位置している歩道などはこれに当てはまる。

c) 仮想的テリトリーレベルⅢ：Imaginary Territory Level

このレベルは、通常は物理的に歩行者が利用し得ない空間で、イメージ上でのみ行動が可能な領域である。この段階まで来ると、空間に補助的な広がりを与える効果は基本的に薄れるが、どのような仮想行動をイメージさせられるかで効果は異なると考える。

(3) 街路横断面構成からみた空間的分類

ここでは、物理的空間形態を考慮して次のような空間的分類を行った（表-2）。

a) 物理的空間形態

物理的空間形態を基に、街路空間を分類すると、歩道

空間、車道空間、沿道空間に分けられる。ここでは、歩道と植栽帯等を合わせて歩道空間、車道と中央分離帯等を合わせて車道空間とする。また、沿道空間には、建物や広場などが考えられる。

b) 歩行者の利用形態

街路においての歩行者の行動には、歩行、滞留(目的を持ってとまる)などがある。ここで、滞留には、座る、待ち合わせをするなどの行動が考えられる。また、車道など歩行者にとっては、一部の横断以外は、一般的には利用しない空間も存在する。しかし、車道空間については、物理的形状のみならず交通量などの影響もある。交通量の多い大通りでは危険な空間を歩くような仮想的なイメージは成立しにくい。一方、コミュニティ道路のようにデザインによって心理的にも物理的にも歩車共存が考慮されているような街路では十分仮想的テリトリーが成立すると考える。このような交通状況やデザインによる詳細な空間特性を踏まえた、仮想的テリトリーの空間的分類は今後の課題である。

c) 歩行者の仮想行動

街路空間には、物理的に利用できない空間や物理的には利用可能だが、一般的には利用しない空間がある。そのような空間であっても、イメージ上では利用できると認識できる空間があると考え、これを仮想行動空間とする(図-3)。例えば、低木上の空間には実際にはあまり上らないが、イメージ上では、歩いたり、座って休んだりという歩行や滞留をすることができる空間である。例えば、後述の図-5においては、低木が低く、平たくなっているため上を歩くというイメージや上に座るというようなイメージができる。また、後述の図-28においては、緑の面が歩行者に対して斜めになっており、寄りかかったり、座ってくつろぐようなイメージを抱かせる。ここで、イメージ上で歩行できる空間を仮想歩行空間、滞留できる空間を仮想滞留空間とする。仮想的テリトリーは、歩道に加えて、このような仮想歩行空間や仮想滞留空間にまで広がるものである。

(4) 仮想的テリトリーを考慮した植栽の効果

ここでは、一般的な街路において、空間の広がりには大きな影響を及ぼすと考えられる歩道空間、車道空間の境界部に着目する。その中でも、近年環境保全や防災の観点からも注目が集まっている植栽について考える。本研究では、仮想的テリトリーの考えを用いて緑豊かな街路というゆとりを保ちながら、開放性の低下を抑えることはできないかを検討する。以下、低木や高木の形状や配置が歩行者に対する仮想的テリトリーの広がりにも与える影響について考える。

表-1 仮想的テリトリーの心理的レベル区分

分類	歩行者の利用可能性	利用イメージのしやすさ	空間の広がりへの補助
仮想的テリトリーレベルⅠ: Substantial Territory Level	高	高	高
仮想的テリトリーレベルⅡ: Potential Territory Level	物理的には利用可能だが、通常は利用しない	中	中
仮想的テリトリーレベルⅢ: Imaginary Territory Level	利用しない	低	低

表-2 仮想的テリトリーの空間的分類

物理的空間形態	一般的な利用形態	該当空間の例
歩道空間	歩行 滞留 利用しない	歩道 植栽間、ベンチなど
車道空間	歩行 滞留	横断歩道 中央分離帯
沿道空間	歩行 滞留	建物、広場 広場、オープンカフェなど
物理的空間形態	歩行者の仮想行動	該当空間の例
歩道空間	仮想歩行 仮想滞留	対岸の歩道 低木などの構成要素上
車道空間	仮想歩行 仮想滞留	車道、中央分離帯 中央分離帯
沿道空間	仮想歩行 仮想滞留	建物内、広場など 広場など

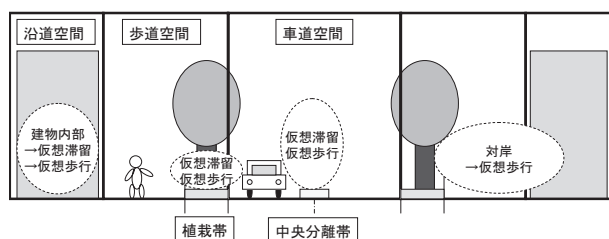


図-3 一般的な街路横断面構成と仮想行動の可能性

a) 低木の形状による影響

鉛直方向で見ると、高くなるにつれてその物体の上に広がる空間に物理的に侵入しにくくなり、イメージ上でもその上で滞留することは考えにくくなる。また、高くなるに連れて、物体に視線が遮られ、周囲に対する視認性が低下する。そのため、仮想的テリトリーによる空間の広がりへの補助という役割が薄れる(図-4)。

例えば、平坦型の低木の場合(図-5)には、低木は平面的に認識される。この場合、低木上に十分な空間ができ、実際には上にのるという行動はしないまでも、歩行や滞留をするイメージはしやすくなる。このとき、歩行者に対する仮想的テリトリーのレベルは、物理的には可能だが、一般には行わないレベルⅡとなる。

一方で、生垣(図-6)のように幅が狭く高さが高くなるにつれて、物理的にも上にのることは困難になり、また、そのようなイメージもしにくくなる。これにより、植栽上の空間は仮想的テリトリーとしての空間の広がりに対する補助的な役割が低下し、植栽自体も壁や境界線の意味を持つようになる。このとき、利用可能性やイメージのしやすさが低下するのに伴い、仮想的テリトリーのレベルは、ⅡからⅢへと低下する。また、植栽自体が壁となることで対岸の歩道などの視認性も阻害される。これにより、対岸の歩道を歩くというイメージがしにくくなり、対岸の歩道を自分の仮想的テリトリーに取り込

むことができず、開放性が低下すると思われる。

しかし、交通量の多い道路の場合には、歩行者にとっては危険と判断される車道空間が隠されることで安心感も生まれることになる。低木形状が快適性と開放性低下のどちらに影響するのかについては、今後、交通量などの道路状況をも含めた判断が望まれる。

b) 植栽のテクスチャーによる影響

イメージ上で座ったり休むような仮想行動を考える場合は、植栽等のテクスチャーの影響も考えられる。芝生のようになめらかな場合にはレベルがⅢ、場合によってはⅡとなることもある。また逆に、バラのようにトゲのあるものではレベルⅢでも仮想行動が極めてイメージしにくくなることもありうる。

c) 高木の樹冠の形状による影響

高木に関しては、特に、樹冠の形状によって枝下の空間のあり方や空間の広がりを与える影響が異なる。仮想的テリトリーは、鉛直方向の広がりも持つと考えると、樹冠の存在で、普段は認識しにくい鉛直方向の空間が認識しやすくなり、仮想的テリトリーとしての空間に鉛直方向の広がりをもたらす。例えば、ケヤキなどキャノピーを形成する樹形では、枝葉が高い位置にあるため、鉛直方向の空間の広がりをもたらす効果が期待される（図-7）。一方、樹高が低く枝葉が低いところまで垂れ下がっている場合には、視認性を阻害し、鉛直方向に対する空間の広がりを感じにくくなる（図-8）。

d) 高木の配置による影響

配置間隔が狭くなるにつれて、高木間の空間を歩くという行動やイメージがしにくくなる。一方で、滞留空間としては、高木間の空間が歩くための空間と分離されることで立ち止まりやすくなる。したがって、仮想行動空間を含めた歩行者の仮想的テリトリーは、歩行空間としてはレベルがⅠからⅡ、Ⅲへと低下するが、滞留に関しては、イメージや行動がしやすくなりレベルは上昇すると考えられる（図-9）。両者とも歩行者にとっての仮想的テリトリーになりうるが、やはり歩行のための空間が広く感じたほうが空間を広々と感じると予想される。そこで、仮想的テリトリーの考え方においても配置間隔は広く取るほうが開放性を高める上では有効と考える。また、中央分離帯などに植栽を施すことでその空間の存在を認識させやすくすることができると思われる。それによって中央分離帯を自分の仮想的テリトリーに取り込み、空間に広がりをもたらすことができると考える。

e) 境界の影響

歩道内に植栽がある場合（図-10③の写真参照）、実質的な歩行空間である仮想的テリトリーレベルⅠの空間の中に物体が侵入したとを感じる。あるいは、物体があることによって、その部分でのレベルⅠの歩行空間が狭く

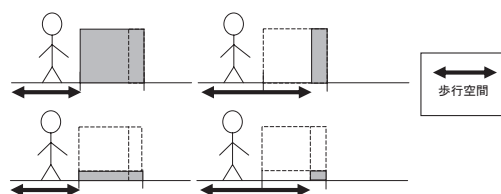


図-4 低木の幅、高さの変動とそれに伴う歩行空間の変化



図-5 平坦型の低木の例



図-6 生垣型の低木の例



図-7 キャノピーを形成しているケヤキ



図-8 歩行者の視線を阻害している植栽の例

なるという捉え方もできる。いずれにせよ、植栽が入ったことで窮屈に感じると予想される。そこで、低木や段差などで物理的にレベルⅠの実質的な歩行空間と分離した場合（図-10の①）を考えると、植栽のある空間の仮想的テリトリーレベルがⅡあるいはⅢになり歩行する上では、直接影響を受けない空間となる。そのため、植栽があることによる開放感の低下は多少緩和できると予想される。一方で、低木が植えられることにより、実質的な歩行空間が減少することにもなり、空間を分けたことで開放的になるか窮屈になるかは次のf)で述べるように、歩道の幅員にも影響を受けると思われる。

また、歩道が狭い場合など、低木の植栽が困難な場合がある。この場合、視覚的に空間を分離することを考える（図-10の②）。歩道と植栽のある空間との間に境界を明示する、あるいは舗装材を変化させて、高木のある空間をレベルⅠの歩行空間と異なる空間として認識させることができる。これにより、多少は開放感の低下を緩和できると考える。

f) 幅員の影響

仮想的テリトリーに対する高木の配置、あるいは境界の影響は、歩道の幅員の影響を大きく受けると考えられる。建物のセットバックが行われている場合（図-10の③）など歩道として利用できる空間が広い場合には、高木が密に植えられても、もともとの歩行空間が広いため、ある程度の開放性は保たれる。しかし、歩道が狭い場合は、高木により空間が分節されることで、道路対岸への視認性が阻害され、空間の広がり補助的な役割が得ら

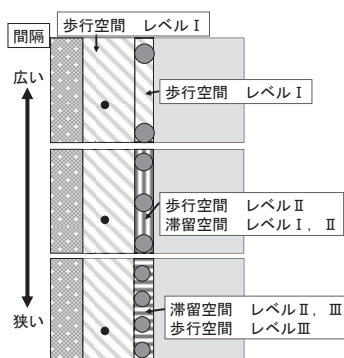
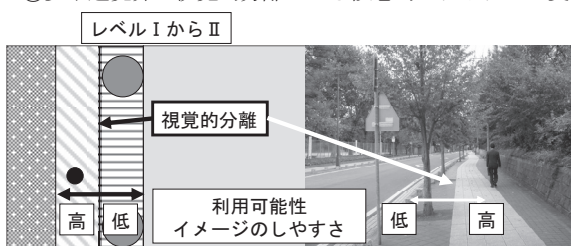


図-9 高木間隔による仮想的テリトリーの変化

①歩車道境界の物理的分離による仮想的テリトリーの変化



②歩車道境界の視覚的分離による仮想的テリトリーの変化



③歩道幅員の変化による仮想的テリトリーの変化

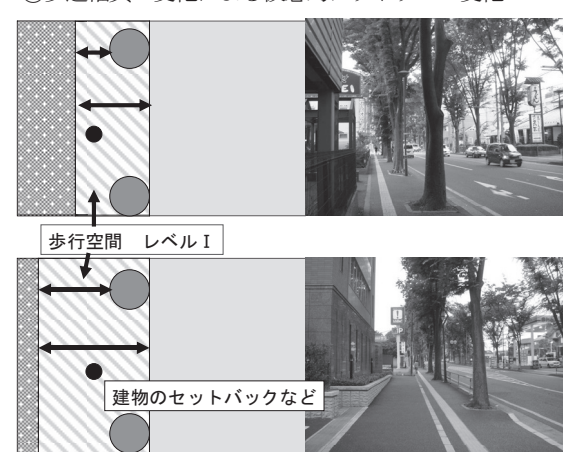


図-10 幅員・境界の変化による仮想的テリトリーの変化

れず、窮屈に感じやすくなると予想される。また、歩道内に直接、高木が植えられた場合、歩道が広いときにはもともとの歩行空間が広いのでものが入ったことによる面積、空間の体積の減少は感じにくい。しかし、歩道が狭い場合には、ものが仮想的テリトリーに入り込むことによる仮想行動空間（歩行空間）の面積、あるいは空間の体積の減少の割合が大きくなる。そのため、開放性がより低下すると予想される。また、高木のある場所でレベル I の歩行空間が減少するととらえると、幅員が狭い

ほうが広い場合よりも空間の減少割合が大きくなるために窮屈に感じると考えることもできる。いずれにせよ、街路のスケールにあった植栽を施すことが重要である。

3. 心理評価実験

(1)目的

ここでは、次の2つの事柄を実験の主な目的として、CG画像による評価実験を行った。①前章で定義した仮想的テリトリーが空間の開放感にどのような影響を及ぼすか様々な植栽形態について検討すること。②緑の量と質の両立を保つため、物理量と透視形態での見え方の違いに着目し、開放感を保った上でできるだけ多くの緑を感じることができる植栽手法の検討を行うこと。

(2)評価モデルの作成

本研究では、評価対象モデルはコンピューターグラフィックス(以下CG)を用いて作成した。CGにより、多くの植栽パターンについて評価でき、評価対象とする要因以外の環境を等しくできるので、要因の効果を見やすい。

a)対象街路の選定

対象とする街路は、多くの植栽の配置パターンが試せるような比較的広幅員の街路として商業地の広幅員街路を想定し、四種1級の都市型道路と設定した(表-3)¹²⁾。

b)対象樹木

対象とする樹木は、「わが国の街路樹」¹³⁾を参考に樹形が異なり、日本で用いられている本数が多いものを表-5のように4つ選んだ。モデルは、CGソフトを用いて、実際の樹木の写真などを参考に作成した。樹高は、対象とする樹木の現実の大きさ等を考慮し、10mとした。また、樹冠幅に関しては、樹木の写真などから樹高・樹冠幅比(樹高と樹冠幅の比率)を取り、自然樹形に近付けるように作成した(表-5)。

c)画像の作成

視点の位置は、歩行者の目線として地上から1.5m、画角は60度コーン説¹⁴⁾などをもとに水平方向60度、垂直方向46.8度とした。その際、視点の位置を歩道中央に固定し一番手前側に見える高木の位置や大きさが等しくなるように視点を取った。また、視点から一番手前に見える高木までの距離は最小の配置間隔を考慮し5mとした。

(3)実験方法

まず実験1では、樹種を一定にし、高木の配置、低木の形状、配置による開放感、緑量感評価への影響を調べた。次に、実験2では、樹形を変化させたモデルを用いて、樹形による影響を見た。

表-3 街路の条件設定

道路種別	4種1級
用途地域	商業地
建蔽率	80%
容積率	400%
建物高さ	20m
街路幅員	26m
歩道幅員	5m
車線数	4(片側2車線)
車道幅員	7m×2
中央帯幅	2m

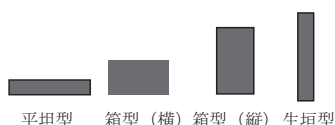


図-11 低木断面形状

表-4 低木の条件設定

低木形状	高さ(m)	幅(m)	断面積(m ²)	低木配置
平坦型	0.2	1.2	0.24	連続
箱型(横)	0.4	0.8	0.32	高木間
箱型(縦)	0.8	0.4	0.32	根締め
生垣型	1.2	0.2	0.24	

表-5 高木の条件設定

樹種	樹形	樹高(m)	樹冠幅(m)	樹高樹冠幅比
イチョウ	円錐形	10	4.5	0.45
ケヤキ	歪形状	10	8	0.8
トウカエデ	卵円形	10	4	0.4
クスノキ	球形	10	6	0.6

a) 画像の提示方法

画像は、A4の用紙にカラー印刷して被験者に提示した。この際、用紙をA4としたのは、できるだけ大きく、かつ並べ替えを行う際に見比べやすいようにするためである。

b) 評価方法

本研究では、11段階評定尺度法による評価を行った。その際、評価尺度としては、「街路が開放的に感じるの」は、「緑豊かに感じるの」という開放感、緑量感を用い、それぞれ「開放的に感じる(10)から、開放的に感じない(0)」、「緑豊かに感じる(10)から緑が豊かに感じない(0)」までの11段階で評価してもらった。また、実験の際には、スケール感をつかんでもらうため、一般的な駅前などの大通りを歩いているようなイメージをしてもらうように説明した。

c) 被験者への注意事項

この実験では、実際の物理量によらない人の感覚を見るため、画像内の樹木本数等の物理量を数えるのではないということを説明した。また、提示した画像は、CG画像作成時の画角と被験者が評価する際に画像を見る際の画角をそろえるため、画像を視点から約25cm離して見てもらうと共に、1枚1枚見比べてもらい、より正確な尺度が得られるように配慮した。

(4) 実験1

a) 目的

本実験の目的は、植栽手法が歩行者の開放感、緑量感に与える影響を調べることである。

b) 要因

変動させる要因としては、高木は樹木の種類を一定

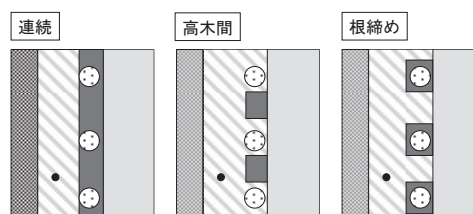


図-12 低木配置の平面模式図

表-6 実験1における植栽形態要因とカテゴリー

樹種	配置間隔(m)	分離帯植栽	形状	配置
イチョウ	5	あり(間隔10m)	平坦型	連続
	10		箱型(横)	高木間
	15	なし	箱型(縦)	根締め
	20		生垣型	

表-7 実験2における植栽形態要因とカテゴリー

高木			低木	
樹種	配置間隔(m)	分離帯植栽	形状	配置
イチョウ	5	あり(間隔10m)	平坦型	連続
ケヤキ	10		箱型(縦)	
トウカエデ	15	なし		
クスノキ	20			

(イチョウ)にして、配置間隔を5, 10, 15, 20mの4段階に変化させた。ここで、樹種をイチョウにした理由は、日本で最も多く利用されている樹種というためである¹³⁾。低木に関しては幅、高さ、配置を変え、体積(断面積)が一定で形が違うものが2組できるようにした(表-4、図-11, 12)。これは、空間内にあるものの体積が一緒でも人の感じる空間密度には違いがあるかを調べるためである。また、中央分離帯植栽については、高木の間隔を10mで一定にして、中央分離帯植栽の有無での判断とした(表-6)。これらの組み合わせから、すべての組み合わせを行うと約240通りとなり、被験者の負担が大きすぎて正確な評価が行えなくなる。そこで、あまり現実的でないものを除き、62枚の画像を作成した。

c) 実験の実施

- 実験日時 H19年2月2日から2月8日
- 被験者 埼玉大学の学生22人(男19人, 女3人)

(5) 実験2

a) 目的

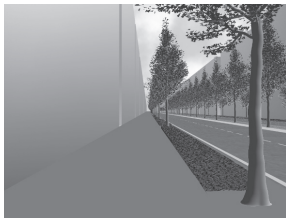
本実験の目的は、樹種(樹形)の歩行者に対する緑量感、開放感への影響を見ることである。

b) 要因

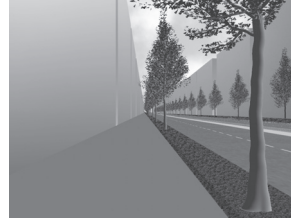
実験では、表-7のような要因の組み合わせから選んだ38枚の画像で評価してもらった。ここで、樹冠幅が5mを超えるケヤキ、クスノキについては最低の植栽間隔を10mとした。

c) 実験の実施

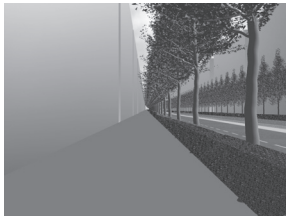
- 実験日時 H19年2月9日から2月11日
- 被験者 埼玉大学の学生13人(男10人, 女3人)



(i) 実験画像 (①の例)
イチョウ, 間隔 20m
分離帯植栽あり,
低木: 平坦型, 高木間



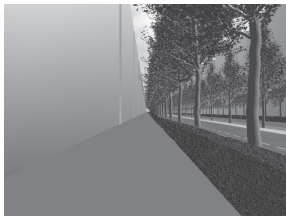
(ii) 実験画像 (②の例)
イチョウ, 間隔 20m
分離帯植栽なし,
低木: 平坦型, 連続



(iii) 実験画像 (③の例)
イチョウ, 間隔 5m
分離帯植栽なし,
低木: 箱型(縦), 連続



(iv) 実験画像 (④の例)
イチョウ, 間隔 5m
分離帯植栽なし,
低木: なし



(v) 実験画像 (⑤の例)
イチョウ, 間隔 5m
分離帯植栽あり,
低木: 箱型(縦), 連続

図-13 実験画像の例
(注: ①から⑤は図-14 における
プロット位置を示す)

(6) 実験結果

被験者の評価点の平均を緑量感・開放感評価点として算出し, 分析を行った. また, 緑量感と開放感を軸とした評価点のプロット図(図-14, 15)から全体的に緑量感と開放感の間には負の相関関係が見られた. 回帰の分散が大きくないことから, 開放感, 緑量感ともに高める植栽形式は, 今回の画像の組み合わせの中では見出しにくい. 次に, 各要因の影響について詳細に見ることとする.

(7) 考察

仮想的テリトリーと開放性の関連については4章で述べ, ここでは, 実験結果について, 主に緑量感と開放感の関係や物理量と透視形態の関連について考察を行う.

a) 緑量感と開放感の関係

まず, 実験1の結果を基に, グラフ上で同じような位置に分布している評価モデルのパターンを大きく5つに区分して傾向を見る(図-14).

まず, 理想としていた開放感, 緑量感の両方が高まるというバランスのとれたパターンとしては, 明確なもの

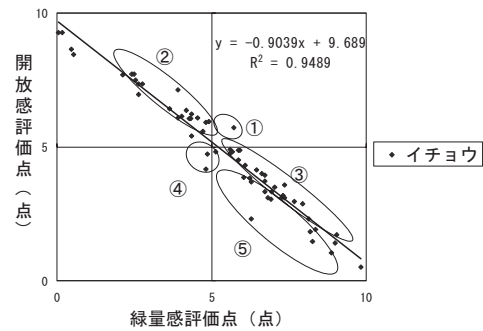


図-14 緑量感と開放感の相関 (実験1)

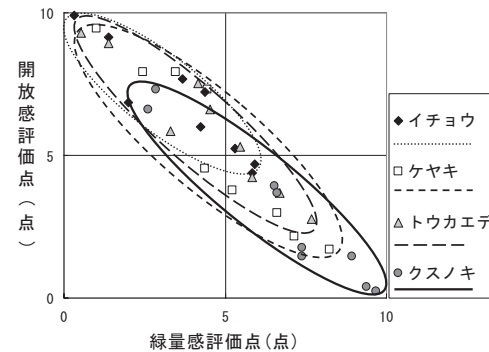


図-15 緑量感と開放感の関係 (実験2)

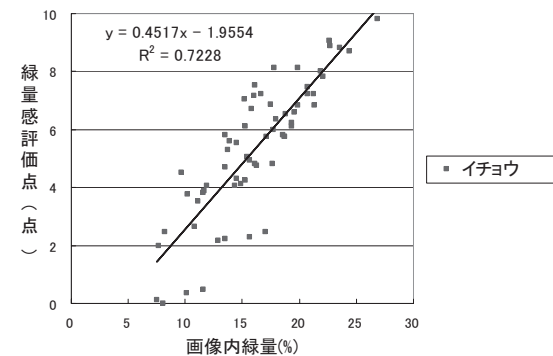


図-16 画像内緑量と緑量感の相関 (実験1)

はなかったが, 最もバランスの良いものとしては, 高木の間隔が20mと広く, 平坦型・高木間配置の低木を組み合わせたもので, 中央分離帯植栽ありのものであった(図-14の①, 図-13 (i)).

その近辺で, ①と比べて開放感は同程度が高いが, 緑量感が少し低下するものには, 図-14の②があり, それらの多くは, 高木の間隔は広いが, 歩車道分離の位置の高木と低木の組み合わせによるもので, 中央分離帯に植栽していないものである(図-13 (ii)). 同様に, 緑量感が高く, 開放感が少し低下するものには, 図-14の③がある. そこには, 高木が密になっているものと, 箱型(縦)や生垣型など低木の高さが高くなっているものとの組み合わせのもの(図-13 (iii))が多く見られる. 逆に, 開放感, 緑量感ともに低下させるもの(図-14の④)では, 歩車道分離の位置の高木のみで間隔が密のものがある(図-13 (iv)). 同様に, 間隔が密のもので

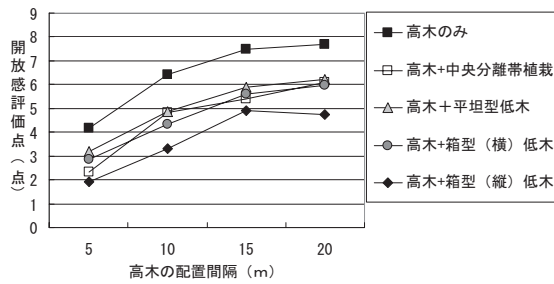


図-17 高木の配置間隔と開放感の関係

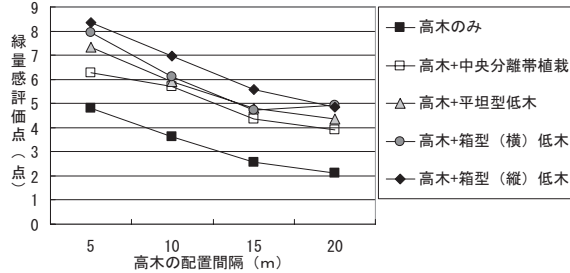


図-18 高木の配置間隔と緑量感の関係

は、図-14の⑤に位置するものが多く、それらは緑量感が高めるが、開放感大きく低下させている（図-13（v））。また、低木のみや低木と中央分離帯植栽の組み合わせでは、緑量感に関する評価が全体的に低かった。

以上より、樹木を一箇所の植栽帯に集中して植えるのではなく、植える場所を街路空間内でできるだけ分散させることで緑量感、開放感のバランスの取れた街路になると思われる。開放感を低下させないためには、高木の間隔をできるだけ広く取り、低木を平面的に見せることが有効と考えたが、この結果から、それらの組み合わせによって開放感の低下を抑え、単独では不足しがちな緑量感を補足することができると考えられる。

b) 画像内の緑の面積の割合と評価との関係

画像内の全ピクセル数に占める緑のピクセル数の割合を画像内緑量（％）とすると、画像内緑量と被験者が感じた緑量である緑量感評価点との間には、ある程度高い相関が見られた。この結果からも、人の感覚は、2次元的な視覚像に依存していると思われる（図-16）。

c) 高木の影響

高木の間隔との関係では、間隔が広がるほど開放感が高く、緑量感は低下した。

また、樹形による違いでは、球形で最も緑量が多く感じ、円錐形で最も緑量が低く感じるという傾向が見られた（図-15）。また、盃状形、卵円形は、全体的に幅広く分布している。開放感については、球形で最も評価が低く、円錐形で最も評価が高いというように、緑量感とほぼ反対の結果が得られた（図-15）。

特に、球形に関しては、ボリューム感のある樹形で緑量が大きく、多用するとうっそうとした印象になる¹⁰⁾という特性を持つといわれているように、この実験でも緑

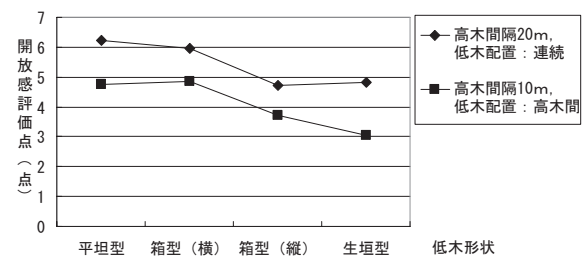


図-19 低木形状と開放感の関係

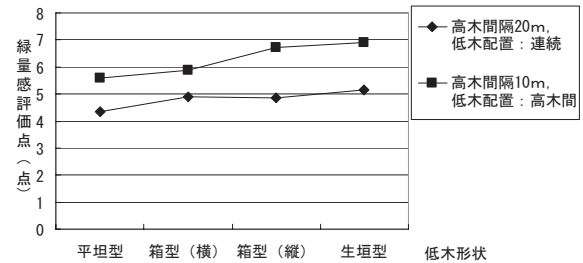


図-20 低木形状と緑量感の関係

量が多く感じ、かつ開放性が低いという傾向が見られた。

d) 低木の影響

低木の形状では、同体積(断面積)のもので比較すると、低木形状の平坦型と生垣型では、高さの低い平坦型のほうが生垣型よりも開放性が高かった。緑量感に関しては、体積が同一であるにもかかわらず、生垣型のほうが評価が高かった。また、箱型(縦)、箱型(横)に関しても、同様の傾向が見られ、低木の緑量感、開放感、は、幅よりも高さの影響が大きいということが予想される（図-17, 18, 19, 20）。また、生垣型は、それよりも体積の大きな箱型(縦、横)と比べて、開放感が同程度が低く、緑量感が高いという傾向が見られた。したがって、緑量感と開放感の両方を高めるということではないが、実際の体積が少なくても緑をより豊かに感じさせることができる可能性は示せた。

4. 植栽と仮想的テリトリーの考察

ここでは、3章の実験結果を踏まえ、植栽形態と仮想的テリトリーの関連について考える。

(1) 配置による影響の分析

配置による影響では、図-17からも分かるように、高木の間隔が狭くなるにつれて開放感の評価が低下する。仮想的テリトリー概念からすると、2章でも考えたように、間隔が狭くなるほど歩行者に対する仮想的テリトリーレベルが低下する。また、植栽のもたらす視覚的な効果を考慮すると、植栽同士の間隔が近くなるにつれて群化の影響などにより樹幹が柱から壁としての認識へと



図-21 実験画像
イチョウ、間隔 20m



図-22 実験画像
イチョウ、間隔 5m



図-23 実験画像
イチョウ、間隔 20m
分離帯植栽あり



図-24 中央分離帯で対岸への
視線が阻害されている

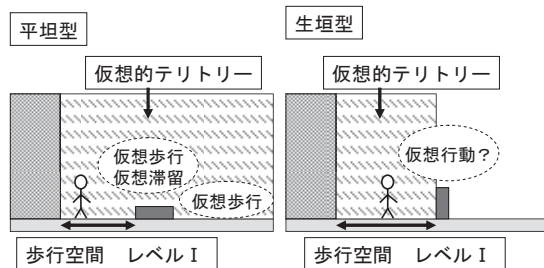


図-25 低木形状と仮想的テリトリーの関係

変わることになる（図-21、22参照）。このことによって、仮想行動空間としての車道空間や対岸の空間が見えにくくなり、空間の広がりや付加的な認識が低下し、開放感の低下につながったともいえる。

このことは、図-19からわかるように、低木に関してもいえる。低木が高くなるほど車道空間や対岸が見えにくくなることで、開放感は低下したといえる。

また、中央分離帯の高木によって、開放性が低下するという傾向が見られた。高木は、中央分離帯近傍の空間の存在を分かりやすくし、仮想的テリトリーを広げることができるのではという予測もあったが、それに反した結果となった。その理由としては、中央分離帯の植栽によって、逆に対岸や反対側の車道の空間が認識しにくくなり、街路幅員が対岸までであるのではなく、中央分離帯の位置までしかないような錯覚を受けたということが考えられる（図-21、23）。したがって、中央分離帯を仮想的テリトリーに取り込むよりも、対岸の歩道を仮想的テリトリーに取り込む方が開放性に影響したと予想される。また、今回の実験では用いなかったが、中央分離帯に生垣状の低木を植えた場合（図-24）には高木の場合と比べて、対岸の歩道などの部分が完全に隠されてしま

い、仮想行動空間としての対岸の空間が認識されず、仮想的テリトリーとしての付加的な空間が減少し、開放性が低下する可能性がある。

(2) 歩行空間の大きさの変動に関する分析

歩行空間についてみると、低木がない場合をのぞいて、低木が平坦型から、生垣型になるにつれて、実際に歩行できるレベルⅠの空間は大きくなる。歩くことができる空間が広いほうが歩行者にとっては開放的と思われるが、実験の結果では、逆に実際の歩行空間が狭いはずの平坦型の方が開放的に感じられている。

この結果について仮想的テリトリーの観点から解釈を行う。低木の形状が平坦になることで、レベルⅠのテリトリーは限定されるが、一方、視認できる空間は増す。その視認性を前提として、そこにレベルⅡやⅢの仮想的テリトリーが形成されることが開放性を高めていると解釈できる。対岸の歩道は距離が離れるが、歩行者のための空間であるレベルⅡもしくは植栽によるレベルⅢが形成される。また車道は通常はレベルⅢと考えるが、今回の映像では車両を再現していないのでレベルⅡとの認識も成立しうる。一方、近景に存在する低木の形状も仮想的テリトリーの成立状況にかかわっていると考えられる。透視形態上、視点の近傍にある緑の面の存在は重要と考えられるが、そこにレベルⅢの仮想的テリトリーが形成できるかどうかは観点となる。低木が平坦な場合は、上を歩いたり座ったりといった仮想行動がしやすく、生垣は緑の壁という認識となり仮想的テリトリーは成立しにくい（図-25）。

以上を総合すると、仮想的テリトリーによる解釈では、生垣ではレベルⅠの空間がより多いがその他の仮想行動可能な空間が遮蔽される。平坦な低木では仮想行動のできるレベルⅡやⅢがより多い。

実験結果を説明するためにはレベルⅡやⅢの存在がより効いていることを示す必要があるが、今回はその根拠となるデータは示せていない。また開放感は空間の視認性が確保されているかにより容易に説明できると考えられる。仮想的テリトリーの意義を示すためには、空間の視認性が等しい条件において開放感が異なる状況を実験で示し、仮想的テリトリーの成立状況の違いが空間量による基本的な開放感を補正しようとの仮説を立証する必要があるが、これは今後の課題である。

(3) 仮想的テリトリーと視覚的効果を考慮した低木の植栽形態の考察

仮想的テリトリーという概念を考えると、歩行者にとっては歩車道境界などの他空間との境界部でのデザインが重要になってくる。そこで、仮想的テリトリーの概念

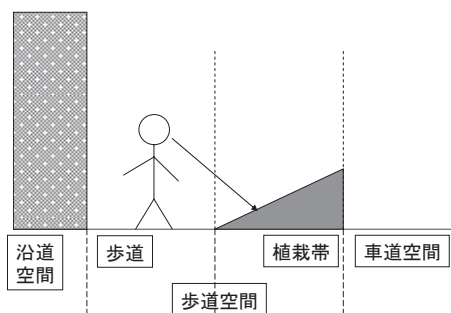


図-26 緑を歩行者に向かって斜めに見せる低木断面の模式図

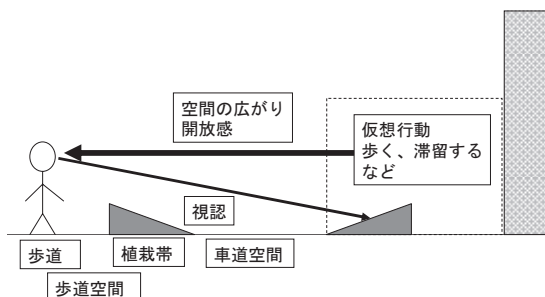


図-27 緑を対岸側に斜めに見せる低木断面の模式図



図-28 植栽の面を斜めに見せる事例



図-29 植栽の面の車道側を下げる事例

や視覚的効果など実験の結果も踏まえつつ、今後、デザインへ応用することを目的として、主に低木についての植栽形態の考察を行う。ここでは、前述したように緑量感と開放感のバランスを保つことを前提とした提案を行う。

実験結果の傾向としては、低木のみや低木と中央分離帯植栽のみの場合には緑量感があまり感じられないという結果であった。また、高木の本数を増やすことで緑量感は増すが、開放感もまた大きく低下するという結果が得られた。

以上より、高木と低木の適切な組み合わせが大切で、特に低木の使い方が重要と考えられる。低木は心理実験の結果から、高さを抑えた方が、開放的に感じられるという傾向がみられた。しかし、その反面、高さを抑えると緑量感はあまり感じられないという結果にもなった。

そこで、開放感と緑量感を両立させるための1つの案として、低木を斜めに傾けるという方法の有効性を検討する。心理実験では見えている緑の量と緑量感の間にはある程度の相関関係が見られた。この結果も踏まえ、ここでは、箱型などの単純な形状ではなく、低木の表面を

歩行者に対して斜めに見せることで視覚的効果により緑を多く感じさせることを考える(図-26)。

まず、歩行者のいる側の低木が歩行者に向かって斜めになっている場合を考える。図-28は、沿道側に植栽があるものだが、このような斜めの植栽が歩車道分離の位置にある場合を考える。この形状では、視覚的に考えると、面が歩行者に対して向かっているため、垂直や水平に立っているものよりも面全体が視界に入りやすく、緑の面を有効に見せることができる。

また、仮想的テリトリーの観点からも有効と考えられる。低木上の空間について考えると、歩行者に対して壁としてではなく、緩やかな斜面となっており、その上で座って休んだり寝転んだりというような滞留するイメージがしやすくなる。これにより、その上の空間を歩行者にとっての仮想的テリトリーに組み込むことができる。

また、対岸などに対する視認性も確保され、対岸の歩道なども仮想的テリトリーに取り込み、空間の補助的な広がりを得ることができる。これにより、開放感が増すと考えられる。

一方、図-27、29のように植栽帯の緑の面を傾ける場合に車道側を下げる手法もある。これは車両に向けて緑を見せるという考え方であるが、対岸側に緑の面を向けることにもなる。基本的には低く平坦であるので、歩行者には手前の低木が壁としてではなく緑の領域として見える。同時に対岸側では歩行者の足元を隠しつつ緑の面を見せられるので、仮想的テリトリーとなる空間の誘目性が高まり、植栽帯を含めた歩道空間を仮想的に歩く感覚が得られやすい。このとき、歩行者と対岸の空間の間には、歩行者が余り利用しない空間である車道があるが、対岸の空間を歩くなどのイメージを持つことで、歩行者の仮想的なテリトリーが車道も含めた対岸まで広がることになる。つまり、対岸に仮想的テリトリーができることで歩行者と対岸の仮想的テリトリーで挟まれた空間も歩行者の感じる空間の一部として捉えることができ、歩行者の感じる開放性を高めることができると考えられる。また、この場合には視覚的にも対岸の歩道の人工的な舗装を隠す効果などもあり街路全体としてみると緑が豊かに見える可能性もある。こちらのデザインは、対岸における仮想行動性に着目したデザインということもできる。

しかし、いずれの場合でも、車道空間や対岸の仮想行動空間といった仮想的テリトリーとしての空間の広がりや阻害しないために、高さや幅のバランスや斜面の角度などを十分に考慮する必要がある。今後、この概念を実践的に用いるためには、これらの要因についても具体的に検証を行うことが望まれる。それらの低木と高木の効果的な組み合わせから緑量感や開放感の高められる街路とすることができると考える。

5. 結論

(1) まとめ

本研究は、仮想的テリトリーという概念を用いて、主に街路植栽の形態の変化による歩行者の開放感や密度感に対する影響の考察を試みたものである。

ここでは、開放感は空間の視認性により基本的に決定されると思われるが、それに加えて仮想的テリトリーの区分や成立状況に応じて、開放感が補正されるとの仮説を設けた。また、仮想的テリトリーという概念から、歩行者に対する意味合いや距離などに応じて街路空間を物理的、心理的側面から分類した。心理評価実験では、画像の提示方法などに街路全体の歩行体験を通した評価としては視点移動を考慮していないなど多少問題点はある。しかし、今回は視覚的な影響も考慮して、街路空間や植栽を人がどのような構図として見ているときに開放的で、緑豊かに感じられるかという基礎的な知見を得ることはできた。心理実験の結果から緑量感と開放感のバランスを保った街路とするためには、高木を歩車道分離の位置や中央分離帯の位置などに分散させて植え、低木を平面的に見せることが有効であるという傾向が見出せた。

(2) 今後の課題

今回の分類は、テリトリーに関するもののみであったが、歩行者の移動を考慮すると、移動に伴って変化するパーソナルスペースすなわち、歩行者からの距離を定量的に考慮した空間についても検討する必要がある。

空間の密度感評価を行う上で心理的レベル区分や空間の持つ意味合いを明確にすると共に、仮想的テリトリーの持つ重みは何かを考えることが必要である。想定でき

るものとしては、仮想行動の多様性、実現可能性、歩行者からの距離の違いなどがあり、今後の検証が期待される。

参考文献

- 1) Hall, E.T. (著), 日高敏隆, 佐藤信行(訳): かくれの次元, みすず書房, 1970
- 2) 渋谷昌三: 人と人との快適距離 パーソナルスペースとは何か, 日本放送出版協会, 1990
- 3) 蕭乃聖, 佐藤誠治, 有馬隆文, 金徑希: 可視領域に着目した都市街路の開放性に関する研究—大分市の街路におけるケーススタディー—, 第33回日本都市計画学会学術研究論文集, 1998
- 4) Appleton, J.: *The Experience of Landscape Revised Edition*, John Wiley and Sons Ltd, 1996
- 5) Stamps, A. E., III.: Visual Permeability, Locomotive Permeability, Safety, and Enclosure, *Environment and Behaviour*, Vol.37, pp.587-619, 2005
- 6) Stamps, A. E., III., Smith, S.: Environmental enclosure in urban settings, *Environment and Behaviour*, Vol.34, pp.781-794, 2002
- 7) Stamps, A. E., III., Krishnan, V.V.: Spatioussness and boundary roughness, *Environment and Behaviour*, Vol.38, pp.841-872, 2006
- 8) 山下秋朝, 佐藤誠治, 小林祐司, 姫野由香: 街路景観における街路樹の構成と心理評価に関する研究—CGアニメーションを用いた評価分析—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2001
- 9) Newman, O.: *Creating Defensible Space*, 1996
- 10) J.J. ギブソン(著), 古崎敬, 古崎愛子, 辻敬一郎, 村瀬旻(共訳): 生態学的視覚論, サイエンス社, 1985
- 11) 中村良夫: 風景学入門, 中公新書, 1982
- 12) 新谷洋二: 都市交通計画第2版, 技報堂出版, 2003
- 13) 藤原宣夫, 武田ゆうこ, 米澤直樹: わが国の街路樹Ⅴ, 国総研資料第149号, 2004
- 14) 篠原修, 景観デザイン研究会: 景観用語辞典, 彰国社, 1998
- 15) 倉田豊: 緑のデザイン, 日経技術図書株式会社, 1990

(2008. 4. 11 受付)

The evaluation of spatial density considering the form of vegetation and Virtual Territory

Manabu Ogi, Kiyotaka Fukahori and Yoichi Kubota

Street vegetation is an important component of man-made urban space. Yet, visual volume of greenery is preferred, maintenance of higher visibility level is vital for crime prevention. In this research, using the concept of Virtual Territory, street space was classified in terms of psychological and physical meaning to the pedestrian considering the relation between the form of vegetation and the openness. A psychometric experiment was carried out to investigate potential vegetation forms that maintain a higher openness, with the increase of vegetation volume. Results show that, combination of street trees and usage of low bushes has the potential for attaining a good balance between openness and visual volume of the greenery.