

資料 2 - 3 街路樹ケース検討のための事前調査

街路樹ケースの入力条件の設定に当たっては、街路樹の整備に関する制約条件等について文献調査及び地方公共団体の担当部局へのヒアリングによる情報収集を行った上で、ケース設定を行った。本資料では各項目の調査結果をまとめた。表 1 に調査項目を一覧で示す。

表 1 街路樹ケースの考え方、調査項目

調査項目	目的
1. 街路樹の機能の整理	街路樹が持つ様々な機能を整理し、本調査で着目する機能を明確にする。
2. 街路樹整備に関する規制及び考え方の整理	街路樹整備の規制内容を把握し、街路樹整備の基本的考え方を整理する。
3. 地方公共団体等へのヒアリング調査	街路樹整備の規制等にもとづく具体的な街路樹整備の手法や留意事項、維持管理の視点を含めた街路樹選定の考え方などを整理する。
4. 樹木が風に与える影響に関する文献調査	街路樹が風に与える影響について既往の研究事例などを収集し、街路樹が街路空間の総合的な温熱環境に及ぼす効果を整理する。

1. 街路樹の機能の整理

下記の書籍を参考に、街路樹の機能を整理した。

「道路緑化技術基準・同解説」(社団法人 日本道路協会、昭和 63 年 12 月)

「道路緑化ハンドブック」(山海堂、平成 11 年 3 月)

「TOKYO 道路のみどり 2010」(東京都)

街路樹の機能の整理に当たっては、街路樹を包含する道路緑化について機能全体を整理した上で(表 2)、街路樹に関連する機能を抽出した。街路樹の機能としては、下記 5 点がある。

①景観向上機能

街路樹自体が装飾物となり景観を向上させる機能と景観的に好ましくないものを隠す目隠しの機能がある。

②生活環境保全機能

自動車騒音に対する障壁となる機能と NOx 等を吸着するといった大気の浄化機能がある。

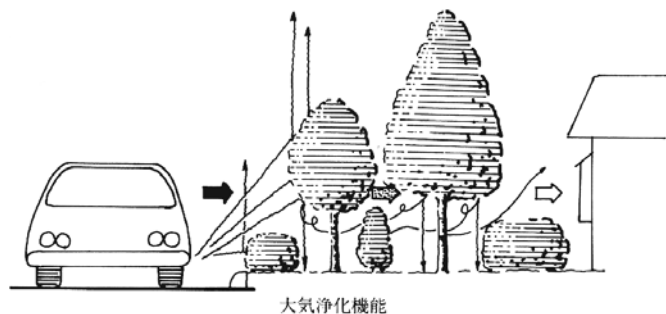


図 1 生活環境保全機能のイメージ 資料) 道路緑化技術基準・同解説

③緑陰形成機能

日射の遮蔽、蒸散による顕熱の潜熱化、放射冷却の抑制、風速低減といった機能がある。

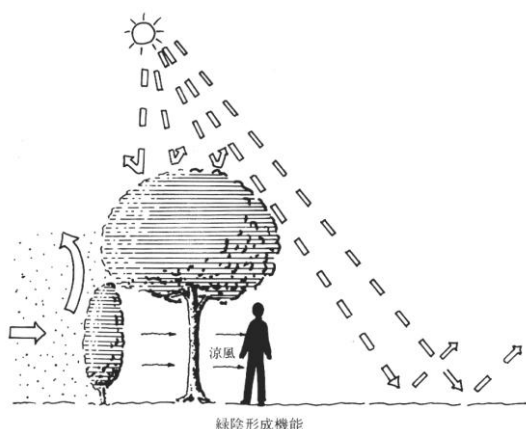


図 2 緑陰形成機能のイメージ

資料) 道路緑化技術基準・同解説 (左図)、TOKYO 道路のみどり 2010 (右図)

④交通安全機能

視線を誘導し、道路の進行方向を分かりやすくさせる機能がある。



図3 交通安全機能のイメージ 資料) TOKYO 道路のみどり 2010

⑤防災機能

風速の低減による飛砂等の効果、火災の延焼を防ぐ機能がある。

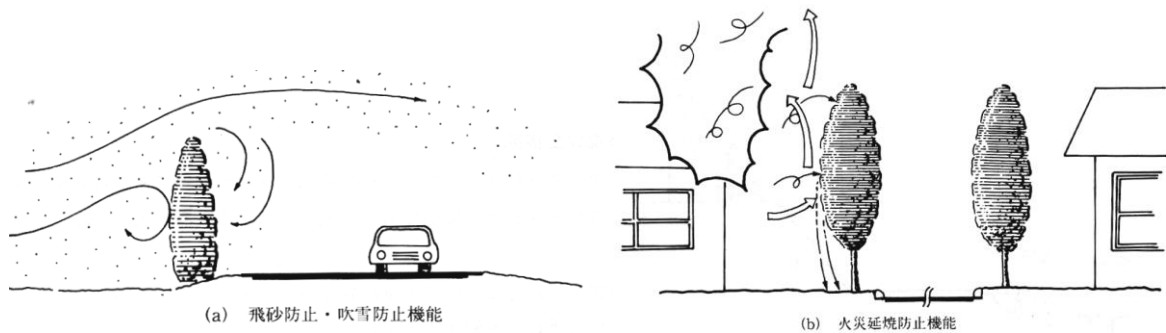


図4 防災機能のイメージ 資料) 道路緑化技術基準・同解説

以上のように街路樹には様々な機能があるが、今回の検討では緑陰形成機能に焦点を当て、街路樹がもたらす暑熱環境の緩和効果について検討を進めるものとする。

表2 道路緑化の機能の整理

主要な機能	内 容		備 考
景観向上機能	①装飾機能	姿・形の美しい植物の導入によって景観の向上を図る。⇒植物が景観の主対象	シンボルツリー等
	②遮蔽機能	景観的に好ましくないものを植物で遮蔽することにより景観の向上を図る。プライバシーを守るために、外部から内部を見透かせないように視線や視界を遮蔽するほか、車などの排ガスを防ぐ機能もある。	遮音壁周囲の修景植栽等
	③景観統合機能	装飾機能と遮蔽機能が合わさって景観にまとまりをもたらす機能。⇒植物が景観の主対象	街路樹の並木等
	④景観調和機能	道路に植物を導入することにより、道路と周辺自然との間で景観上の同化融合を図る機能。	トンネル坑門や橋台修景植栽等
生活環境保全機能	①交通騒音低減機能	自動車交通騒音に対して道路植栽が障壁となることにより、物理的に、あるいは視覚的・心理的にその低減をもたらす機能。⇒この機能は視覚的・心理的な低減効果も含めた総合的な効果として評価されるもの。	環境施設帯等 〔視覚的、心理的效果含む〕
	②大気浄化機能	植物の呼吸作用や吸着作用によって大気を浄化し、自動車交通による大気汚染の影響を緩和する機能。実質的に大きな効果が期待できるのは、植樹帯等に列状に密に植栽された道路植栽によって道路空間の汚染大気が直接居住空間等へ流れるのを防ぎ上空に拡散希釈させる機能。	植物の呼吸・吸着作用 (NOx、粉塵等)
緑陰形成機能	微気象緩和機能として説明されるもの。樹木の枝葉が上空を覆うキャノピー(天蓋)効果によって寒暖や乾湿等の変化を緩和し、道路利用者に快適な空間を提供するもの。 具体的には、夏季の日中に樹木の枝葉が直射日光を遮ることによる直接的な効果、直射日光による路面温度の上昇や照り返しを枝葉で防ぐ効果、葉の蒸散活動による気化熱の収奪効果、冬季の夜間に放射冷却現象による気温の低下を緩和し、降霜を防ぐ効果がある。その他、樹幹や枝葉は強風を抑制し、砂塵の発生を抑える働きをする。		街路樹の並木等
交通安全機能	①遮光機能	対向する自動車の前照灯からの光線を中央分離帯等の道路植栽により遮り、眩光を防止する機能。車道に沿って植栽された道路植栽は、沿道の住宅や家畜舎に対する前照灯の影響を防止することが出来る。	分離帯植栽等
	②視線誘導機能	道路の線形が複雑で走行方向の予知が困難な場合、あるいは濃霧や吹雪等の異常気象のために道路の線形を視認し難い場合において、車道の線形に沿って規則的に植栽された道路植栽によって自動車運転者にその地形や線形をわかりやすくさせ、安全を図る機能。	街路樹の並木等
	③交通分離機能	低木や生垣などを植栽することにより、交通弱者である歩行者や自転車利用者を自動車交通から分離し、車道を横断したり車道への立ち入りを防止する機能。	歩道植樹帯・中央分離帯植栽等
	④指標機能	姿や形が特徴的な樹木を植栽することにより、道路利用者に対して位置や場所を確認させる機能。ランドマーク機能とも呼ばれる。	ランドマーク植栽等
	⑤衝撃緩和機能	低木の密植により、車道逸脱車両に対して道路敷外への逸脱を防止するとともに、衝突による衝撃を緩和する機能。	植栽帯等
自然環境保全機能	沿道の貴重な既存植生に対して、道路建設に伴う地形の改変や自動車交通による生育環境の変化を緩和したり、風の吹込みや日照の入り込みによる林内の乾燥を防止する機能。その他に道路法面等における土壌浸食を防止し、植生の回復を図る機能に含まれる。		路側植栽、法面植栽等
防災機能	①防風機能 (飛砂防止・吹雪防止)	植栽によって風向きを変えたり、風速を減衰させることにより強風を防ぐだけでなく、風により飛んでくる土ぼこりや塩分、雪などを防ぐ機能。	街路樹の並木等
	②防火機能	火災面からの熱に対して、樹木が放出する水蒸気で保護膜をつくり、放射熱を遮断し燃焼を緩和する機能。	

※：街路樹に関する項目については着色している

2. 街路樹整備に関する規制及び考え方の整理

下記の参考文献より、街路樹整備に関する規制及び考え方を整理した。

参考文献1：「道路緑化技術基準・同解説」（社団法人 日本道路協会、昭和63年12月）

参考文献2：「平成22年度道路工事設計基準」（東京都、平成22年4月）

参考文献3：「道路緑化ハンドブック」（山海堂、平成11年3月）

1) 街路樹の植栽間隔

- ・街路樹（高木※）の植栽間隔は、文献により多少異なるが、およそ6～10mが一般的である（表3）。

表3 高木の植栽間隔

文献名	植樹間隔
道路緑化技術基準・同解説	6～10m
平成22年度道路工事設計基準	6～8m（広幅員かつ樹冠が大きい樹種の場合：10～12m）
道路緑化ハンドブック	8m（必要に応じて間隔を縮小）

（※）樹高の定義は表4の通りである。

表4 樹高の定義

文献名	高木	中木	低木
道路緑化技術基準・同解説 ^{*1}	3m以上	1～3m	1m未満
平成22年度道路工事設計基準 ^{*2}	3m以上	中木A：2以上～3未満m 中木B：1超～2未満m	1m以下

*1：植栽時、*2：生長後

- ・植樹柵を設置する場合は、歩道等の両端部の位置を決定した後、隣接する樹木の樹冠が触れ合わない程度を目安に、間を均等割りして納まりよく配置する。（参考文献1）
- ・道路に並行する樹列は、同一樹種又は二種交互でおおむね500m以上連続することが望ましい。大規模な交差点等で街路樹の連続が不可能な場合や沿道状況・道路構造等が変化する場合には樹種を変えることができる。ただし、街区の途中における樹種の変更は避ける。（参考文献2）

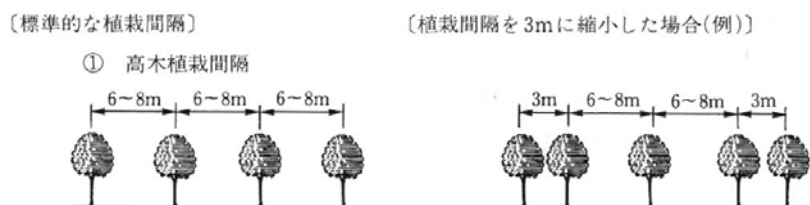


図5 高木の植栽間隔（参考文献3）

2) 植樹可能な道路の幅員

- ・歩道の幅員は道路構造令（改正：平成 15 年 7 月 24 日政令第 321 号）で定められており、歩道の幅員は、歩行者の交通量が多い道路では 3.5m 以上、その他の道路では 2 m 以上とされている。
- ・また、植樹帯の幅についても記載があり、幅員は 1.5m を標準とするとしている
- ・植樹帯の幅員は 1.5m（1～2m）を標準とすることが望ましい。（参考文献 1）
- ・歩道に植樹柵を設置する場合は歩道の幅員+1.5m を確保することが望ましい。（参考文献 1）
- ・グリエ（根元周囲に設置する格子状の柵）等の設置により歩行者の安全かつ快適な交通空間が確保される場合は、所定の幅員以下の歩道等においても植樹柵を設置することができる。（参考文献 1）

3) 建築限界

- ・樹木の形状は、道路構造令（改正：平成 15 年 7 月 24 日政令第 321 号）による建築限界により制約を受ける。但し、街路樹は 1 本 1 本の形が異なり、必ずしも建築限界内に収まるとは限らない。しかし、剪定整枝可能なこと、成長により年月が経てばクリアランスがとれるようになること等から、植栽時にはある程度妥協している部分がある。よって、将来建築限界を満足できる樹種選び及び管理が必要である。（参考文献 3）

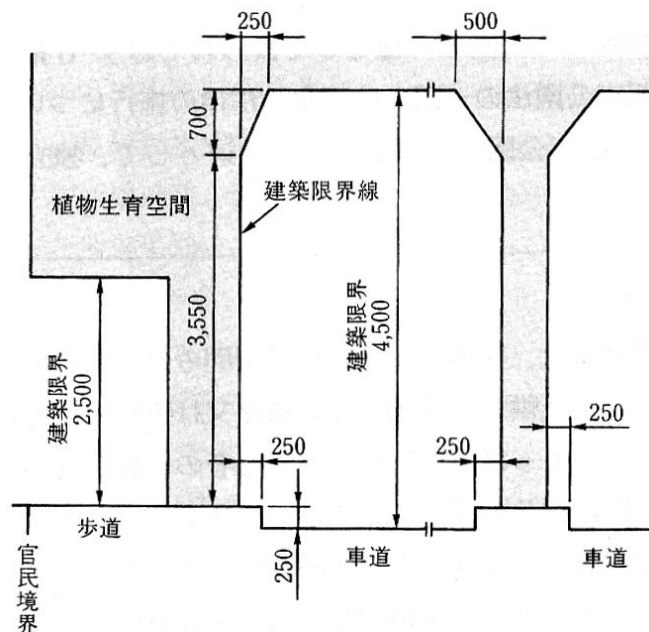


図 6 建築限界（参考文献 3）

4) 競合施設

- ・既存道路の歩道等に植栽を行う場合は、街路照明灯等の施設との競合を避けるなどの対応が必要である。(参考文献3)

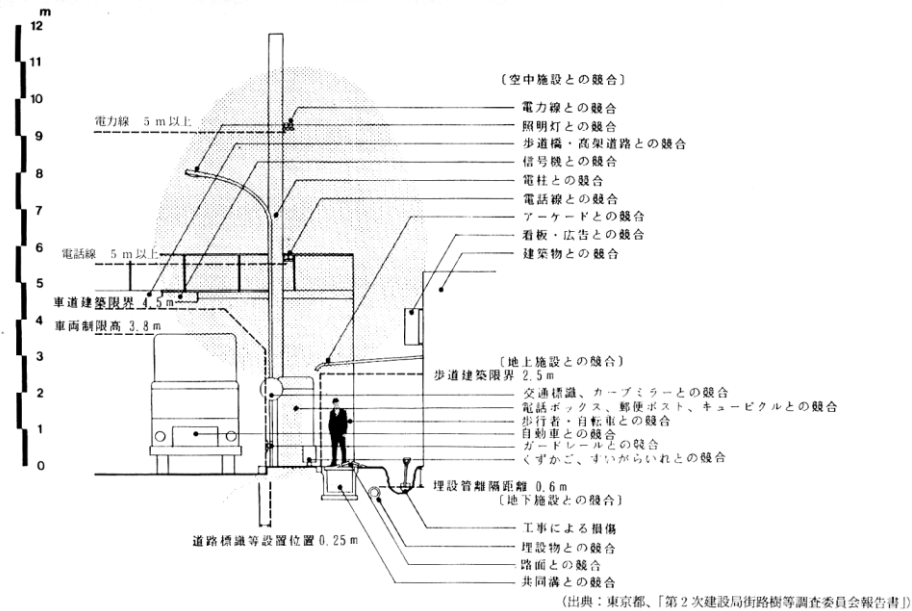


図7 競合施設図 (参考文献3)

5) 樹種の選定

- ・樹幹は直幹であること。(参考文献2)
- ・実際の道路緑化における樹種選定においては、サイズの適正性、維持管理能力、住民の要望、周辺の道路緑化との調整等を勘案する。(参考文献3)
- ・高木の樹種選定において整理すべき設計条件及びそれに対する樹種特性がまとめられている(表5)。(参考文献2)

6) 交差点における植樹

- ・ 交差点や合流部付近においては、十分な交通視距を確保し、交通の安全を図る必要がある。
(参考文献1)
- ・ 交差点内(歩道幅員に十分な余裕があり、交通の視距に影響がない隅切り部等の場所)においては、高木を主体とした緑陰を創り出すことに配慮した植栽は可能である。(参考文献2)
- ・ 交差点部における高木の植栽位置は、車道沿いの歩道植樹帯では、交差点の曲線部分や隅切りの起終点から10.0m以上離す。ただし、交差する道路の幅員が狭くて自動車の通行が少なく、交通安全上特に支障がないと認められる場合にはこの限りではない。(参考文献3)

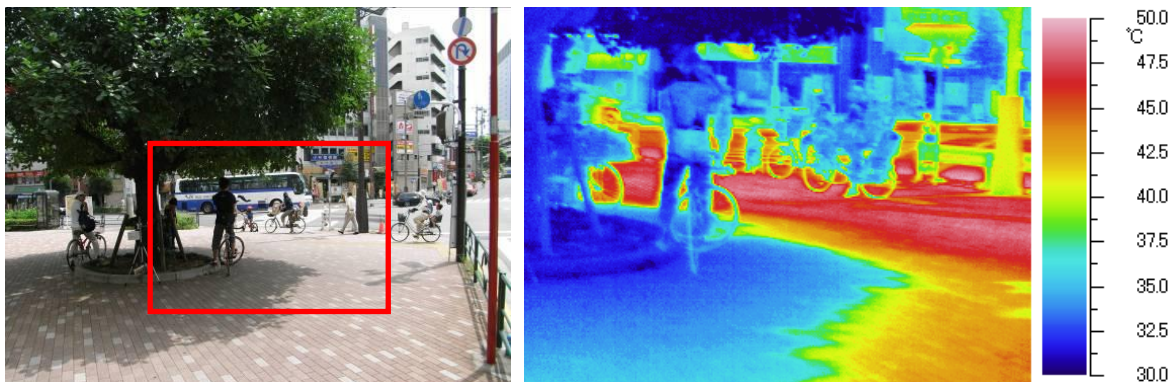


図8 交差点における緑陰の創出例
(左図内の赤枠は右図熱画像の範囲を示す)

3. ヒアリング調査

ヒアリング調査は、東京都及び横浜市に対して実施した。東京都は、首都圏における街路樹整備を主導していることから、街路樹整備の一般的な考え方や手法等についての情報を聞くため選択した。また、横浜市は緑化地域制度により民有地の緑化を推進していることから、民有地における緑化の考え方を聞くために選択した。

質問事項と回答内容について、以下それぞれの要点を記す。

1) 東京都建設局 公園緑地部計画課 道路緑化計画係 (2010年11月30日 14:30~16:00)

①交差点における街路樹整備について

- ・交差点内 (図9: 網掛け部分) には植樹できない。
- ・その外側であり、歩道幅員・建築限界等の条件が満たされていれば植樹は可能。

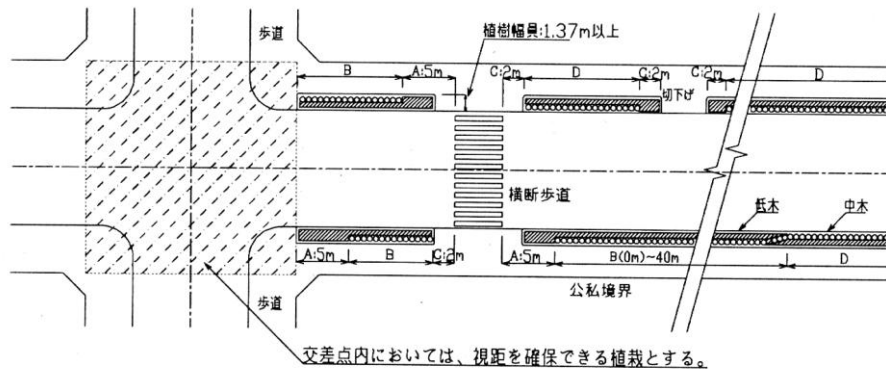


図9 交差点位置図 資料) 平成22年度道路工事設計基準, 東京都

②街路樹の移植について

- ・幹回り60cm(直径20cm相当)以上の樹木は移植しないため、始めから生長した高木を設置することはできない。

③歩道における街路樹整備について

- ・歩道幅員3m以下の道路には植樹できない(東京都福祉のまちづくり条例による制約)。

④樹種の選定について

- ・基本的に、歩道幅員及び建築限界による選定を行うが、住民の意向等も配慮する。
- ・ハナミズキは増えてきている。生長が遅いため、維持管理の側面からも管理しやすい。
- ・イチョウやプラタナス、ケヤキ等はやや減少傾向にある。

⑤街路樹の役割について

- ・緑陰形成は街路樹の大きな役割であると認識している。
- ・この夏には緑陰が不十分であるという問い合わせがあった。

⑥維持管理について

- ・虫や落ち葉等は苦情が多い。

2) 横浜市 道路局 道路部 施設課 (2010年11月22日 15:30~17:00)

①交差点付近における街路樹整備について

- ・「交通の支障となる場所」には植栽地（植樹柵等）を設置できない。
- ・高木の植栽については、設置基準で「車道沿いの歩道植樹帯では、交差点の曲線部分や隅切りの起終点から10.0m以上離す。ただし、交差する道路の幅員が狭くて自動車の通行が少なく、交通安全上特に支障がないと認められる場合にはこの限りではない。」としている。
- ・車道沿いではなく、隅切りラインなど視認性・安全性に支障がない場所の植樹柵であれば、交差点部の高木の植栽は可能。

②既存道路における街路樹整備について

- ・高木を植栽可能な歩道幅員は3.5m以上（有効歩道幅員が2mの場合）、植栽間隔は標準10m（ケヤキなどの葉張りがある樹種については15m以上）である。
- ・道路付帯施設（照明灯、信号、標識等）や道路占用物（電柱、防犯灯、公衆電話、郵便ポスト、パーキングメータ等）と競合する位置には、街路樹の植栽は基本的には行わない。

③民有地の高木の樹冠について

- ・民地の樹木が道路上に張り出している場合は、建築限界（歩道2.5m、車道4.5m）より低い枝を切除してもらうよう、所有者に申し入れている。
- ・道路管理者としての立場からは、交通の妨げとならないこと、信号や標識等の認識の邪魔とならないことを基本的な考えとしている。

④落葉樹と常緑樹について

- ・落葉樹は季節感もあり、また冬の日当たりも良いため、導入は多い。
- ・常緑樹は防塵効果などの機能を重視している幹線道路沿いなどで導入している。

⑤樹種の選定について

- ・植樹の費用面、植樹地点の熱環境等への適応性、剪定や落葉対策などの維持・管理面、住民の希望など、総合的に樹種を検討する。
- ・例えば、ハナミズキは導入費用が比較的高く、夏の暑さに強くない。イチョウの葉は堆肥化に時間を要するなどの特徴を踏まえる必要がある。
- ・また、比較的狭い場所でも植樹が可能できれいな花が咲くサルスベリや常緑であっても明るい感じのするシマトネリなどは住民の人気が高いと考えられる。

⑥剪定と落ち葉対策

- ・剪定や落ち葉清掃などの予算の確保が難しく、剪定は1回/3年、落ち葉清掃は基本は住民に任せることとしている。
- ・そのため、落ち葉に関する苦情などがある場合には、落葉が始まる前に剪定することになる。

4. 樹木が風に及ぼす影響

夏季熱環境から見た街路樹の効果は、樹冠による日射遮蔽果、葉からの蒸散による潜熱放散といった改善効果だけでなく、樹冠が風速を低下させることによる悪化影響が指摘されている。以下では、街路樹が風や体感温度に及ぼす影響について、実測、数値シミュレーション、風洞実験によって評価している研究事例などから知見を整理する。

1) 屋外の実測による研究事例

① 樹冠が繁茂している時期と落葉した時期の比較

東京 23 区内の 100 箇所の風速観測地点の露場近傍に落葉樹がある地点を対象に、基準風速との比を通年で評価したところ、葉が繁茂する時季には、落葉する冬季にくらべて 2 割程度、風速が低下する¹。(右図)

② 街路樹が街路の風に及ぼす影響

仙台市の広瀬通り定禅寺通りを対象に、街路内の風の状況などを調べたところ、街路樹が繁茂して街路が樹冠で覆われている定禅寺通りの街路空間では、道路方向の風が卓越する²。

2) 数値シミュレーションによる研究事例

① 樹木の密度の違いが温熱快適性に及ぼす影響

放射を練成させた CFD シミュレーションにより、樹木が温熱環境に及ぼす影響を調べたところ、街区の全面に樹木を配した場合には風速が低下するとともに湿気が増大することで温熱快適性が悪化 (SET*が上昇) する³。

② 街路樹が街路空間の風に及ぼす影響

街路樹の樹冠底面の高さが低い (1.7m) より高い (2.7m) 方が歩行者空間の風通しを阻害することなく、快適性の向上 (SET*が低下) に効果的である⁴。街路樹が道路と垂直方向の風の流れを抑制し、歩行者空間への排出ガスの流入を小さくする⁵。

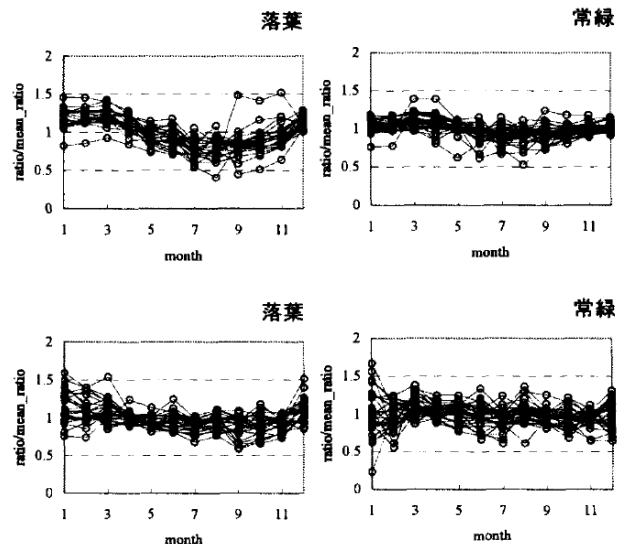


図 10 基準化月別風速比の変化
(上段：NNW、下段：SW)

¹ 藤本栄行、中村修、植松康、宮下康一、猿川明、赤星明紀：樹木が風環境の評価結果に与える影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国)、2008 年 9 月

² 菊池文、持田灯、幡谷尚子、吉野博、田畑侑一、渡辺浩文、十二村佳樹：街路樹と自動車の走行が街路空間の風・熱環境と乱流拡散性状に与える影響に関する研究 その 1 実測概要と風環境・乱流拡散性状の実測結果、日本建築学会東北支部研究報告会、2007 年 6 月

³ 吉田伸治：樹木の植栽が都市の風通しや温熱環境に及ぼす影響、日本風工学会誌、33 巻 4 号、2008 年 10 月

⁴ 佐々木澄、持田灯、吉野博、岩田達明：街路樹が仙台中心部街路空間の風環境と熱・空気環境に及ぼす影響の解析 (その 1) 植栽状況の違いによる温熱快適性の変化、日本風工学会誌、第 99 号、2004 年 4 月

⁵ 岩田達明、持田灯、吉野博、佐々木澄：街路樹が仙台中心部街路空間の風環境と熱・空気環境に及ぼす影響の解析 (その 2) 植栽状況の違いによる流れ場・拡散場の変化、日本風工学会誌、第 99 号、2004 年 4 月

3) 風洞実験による研究事例

風洞実験により、複数の樹種で風速と抵抗係数の関係を調べたところ、風速の増加による抵抗係数の変化は少なかった。ただし、強風になると樹形が大きく変化する樹種（タブ）は、抵抗係数が減少する⁶。

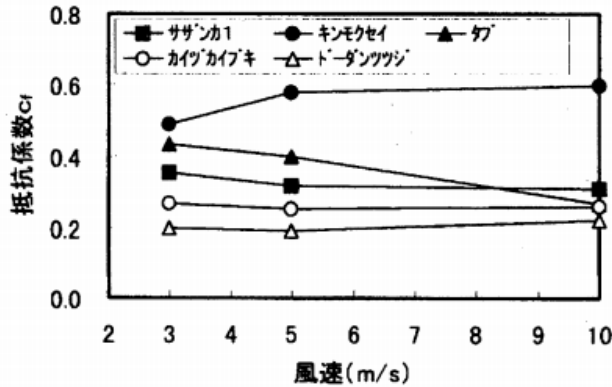
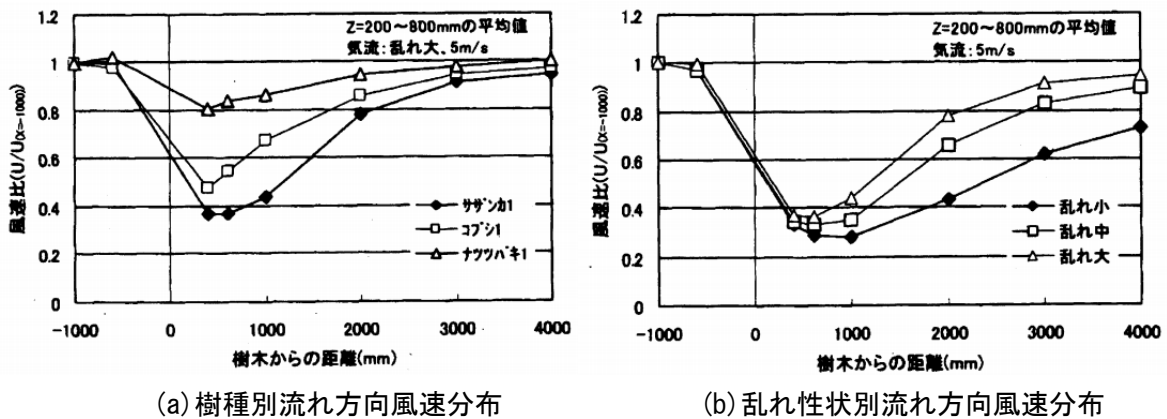


図 11 樹種別風速と抵抗係数の関係

乱れ性状の大きい気流では、乱れ性状の小さい気流で実験した場合よりも、樹木の抵抗係数が小さい。乱れ性状の大きい気流では、樹木の後流域での風速の回復が早い。また、全葉面積の異なる樹種（サザンカ：1.32 m²、コブシ：0.94 m²、ナツツバキ：0.50 m²）で樹冠による風速低下と風下域での風速の回復を見ると、全葉面積の大きなサザンカで風速低下が大きく、風速の回復に距離を要する⁷。



(a) 樹種別流れ方向風速分布

(b) 乱れ性状別流れ方向風速分布

図 12 樹種や風の乱れ性状が風速に与える影響

⁶ 神山健二、成田健一、大橋征幹：樹木の抵抗係数に関する風洞実験，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），1999年9月

⁷ 神山健二、大橋征幹、成田健一：葉面積密度を代表面積とした樹木の抵抗係数に関する風洞実験，日本建築学会環境系論文集、第578号，2004年4月

5. 事前調査結果の整理

歩道における街路樹整備では、現状の整備状況を基に、樹木が風に与える影響を勘案しつつ、街路樹が作り出す緑陰の効果を把握できるように、街路樹整備の規制・考え方に基づいて樹木位置・間隔や樹種、樹冠の大きさを設定する。

①植樹位置・間隔の設定

(a) 既存街路樹が6～10m間隔で整備されている場所

- ・植樹間隔はそのままとし、街路空間の日射遮蔽を促進するためには、樹冠の大きさを変える（維持管理方法の変更）などで対応する。

(b) 植樹されていない、又は樹冠が小さくシミュレーション上表現されていない場所

- ・歩道等の両端部の位置を決定する（交差点部から5m以上離す）。
- ・植樹間隔が6～10mになるように等間隔に配置する。
- ・植樹位置に標識等の競合物がある場合は、植樹を避ける。

②樹種の設定

街路樹ケースで設置する樹種は、高木に分類されるものから、下記基準（3点）を基に候補を選定した（表6）。

- ・日本国内及び東京都内で一般的に街路樹として活用されている（上位10位以内）
- ・管理上の負担が大きい（実施可能性が高いもの）
- ・シミュレーションでの再現ができる
（吉田他(2006)⁸により樹木の日射透過性能及び風に与える影響が既知のもの）

⁸ 吉田 伸治，中井 敦，大岡 龍三：樹木の成長，樹種の違いが樹冠の葉面積密度・光学的深さに及ぼす影響：実測に基づく街路樹の日射遮蔽効果の評価手法に関する研究，日本建築学会環境系論文集，605，2006年7月

表6 街路樹ケースに用いる樹種の候補（候補となる樹種に着色）

樹種名	全国順位 (※1)	東京都 順位(※2)	落葉樹/ 常緑樹	管理上の 負担(※3)	シミュレー ションでの 再現の可否	検討候補 樹種
イチョウ	1	1	落葉樹		○	○
サクラ類	2	3	落葉樹		○	○
ケヤキ	3	6	落葉樹		○	○
ハナミズキ	4	2	落葉樹			
トウカエデ	5	4	落葉樹			
クスノキ	6	7	常緑樹		○	○
モミジバフウ	7	—	落葉樹			
ナナカマド	8	—	落葉樹			
プラタナス類	9	5	落葉樹	大きい	○	
日本産カエデ類	10	—	落葉樹			

※1 「国土技術政策総合研究所資料 わが国の街路樹VI」（国土交通省 国土技術政策総合研究所、平成21年1月）

※2 「TOKYO 道路のみどり2010」（東京都）

※3 地方公共団体へのヒアリング結果を参考に記載

以上より、樹種の候補として、「イチョウ」、「サクラ類」、「ケヤキ」、「クスノキ」を選定した。これらの樹種のうちから、表5を参考に、設置する歩道の幅員に適した樹種を選定する。

③樹冠の大きさの設定

敷地境界、建築限界及び建築物との競合の観点から設定する最大値、及び現状値を目安に、複数段階の樹冠サイズを設定する。

