

〈一般研究課題〉 都市緑化による生活環境の熱的快適性の向上  
助成研究者 名古屋工業大学 小松 義典



## 都市緑化による生活環境の熱的快適性の向上

小松 義典  
(名古屋工業大学)

### 1. はじめに

これからの循環型の社会に対応した建築・都市では、快適性や機能性を維持したままに環境負荷の少ないまちづくりを考えていく必要がある。都市空間を構成する要素のなかでも、みどりは都市環境の改善に重要な役割を持っており、温熱環境等の悪化が深刻な大都市においては、その効果的な配置が求められている。

都市における緑の効果や、緑の持つ特性に着目した都市緑化計画は、自治体単位で行われている。名古屋市の計画は、平成13年3月に公表された「みどりの基本計画」<sup>1)</sup>のもとで、その取り組みが行われている。名古屋市では、花、水、緑に代表される都市空間にある自然を構成する要素のすべてを総称して“みどり”とし、みどりに親しみ、みどりを守り育て、心の豊かさが実現できる市民生活の実現をめざしている。

都市緑化の効果の一つに温熱環境の緩和があげられている。都市全体でみたときにヒートアイランド現象を抑制したり、小規模なクールスポットを創出したり、様々なスケールでのみどりの効果がみられる。筆者等は歩行空間の温熱環境というより小さなスケールに着目し、街路樹が提供する緑陰によって、歩行者が快適に都市空間を移動できるような街路樹の配置を検討してきた<sup>23)</sup>。夏季の歩行者はできるだけ建物や樹木による日影を選んで歩行している。建物に比して街路樹を増やすことは容易にできるように思われているが、信号や標識などとの競合や、地下埋設物などの障害に加えて、剪定等の維持管理の手間と費用などにより、飛躍的な増加は望めないのが現状である。

名古屋市では、道路空間は市域全体のおよそ2割を占めており、平成12年の調査<sup>4)</sup>では、道路の緑被率は約7%となっている。現状では、一定以上の幅員がある歩道が設置され街路樹の障害となる施設がない場所については、その大部分に街路樹が植樹されている。しかし、歩行者が連続した緑陰を移動できる歩道は十分ではなく、街路樹だけではなく、歩道に接する敷地の樹木を活用した歩行空間の改善が必要と思われる。

本研究では、歩道に面した敷地のみどりを活用した歩行空間の熱環境の改善策を考える第一歩として、地域社会の中核施設でもある公立小学校を対象として校地周辺部に植栽された緑被分布の特徴を明らかにする。また、校庭の樹木の樹高と隣接する歩道への緑陰の分布を解析し、歩行者へ効果的に緑陰を提供できる樹高と配置を示し、街路歩行者の暑熱環境改善に配慮した学校緑化計画を進めるための基礎資料の提供を行う。

## 2. 解析対象と解析データ

平成14年度の新学習指導要領の導入にともない、小中学校において「総合的な学習の時間」が設けられ、自然体験など、環境教育を重視するようになってきた。しかし、身近に緑の少ない都市環境の中で育つ子供にとっては、日常的な自然とのふれあいは少なく、豊かな自然環境の体験や理解を難しくしている。そこで近年、屋外教育環境整備事業に対する補助や、環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備推進に関するパイロット・モデル事業などが実施され、校庭の芝生化やビオトープの整備など、都市域の学校における緑化が進められようとしている<sup>5)</sup>。また、学校敷地は、災害時の避難場所、地域の交流の場など、多くの機能が期待されており、都市オープンスペースとして重要な位置付けとなっている。特に、都心を含めて都市に広く分布する小学校の緑は、減少を続ける都市の緑を保存し、地域の景観を形成する効果が大きい<sup>6)</sup>。このような背景から、街路樹を補完するみどりを提供する重要な施設の一つとして、小学校敷地を解析対象に設定した。

解析対象地域は名古屋市とし、表1に示す地図データと統計データを解析に使用した。解析は、数値地図2500に記載のある259校の名古屋市立小学校とした。また、紙面情報で入手した住宅地図等のデータはイメージスキャナによりデジタル化した後に、トレースによりベクトル化し、GISへの入力情報とした。

表1 解析データの概要

使用データ	作成者	用途	刊行年	スケール
数値地図2500・中部2	国土地理院	小学校敷地境界	2002	1/2,500
現況緑被分布図	名古屋市緑政土木局	緑被分布・種類	2000	1/2,500
都市計画基礎調査	名古屋市住宅都市局	街区、建物配置、土地利用	2001	1/2,500
都市計画基本図	名古屋市住宅都市局	プール配置	2000	1/2,500
住宅地図	ゼンリン	プール配置	2005, 2006	1/1,500
学校配置図	名古屋市教育委員会	小学校区	2005	1/25,000
定例統計調査	名古屋市教育委員会	生徒数	2005	-

## 3. 小学校敷地の接道状況

ここでは、街路樹等による緑化が困難な道路空間に対して、道路に接する学校敷地の緑が街路樹を代替することができると考え、小学校敷地と道路との位置関係を検討する。

敷地の接道状況は小学校の立地する街区に着目して評価する。対象小学校の立地する街区の周長、および、当該小学校の道路に接する敷地境界線の長さの和を求め、前者に対する後者の割合を接道率とした。接道率の算出は、都市計画基礎調査による街区データと同調査による土地利用データから小学校敷地を参照して行った。

接道率の算出結果を表2、各区の平均接道率を図1に示す。名古屋市全域では、接道率の平均は75%であり、学校敷地の多くが道路に接しており、接道率が90%以上の小学校も126校と全校数の約半分に達している。また、各区の接道状況を比較すると、中区の小学校の平均接道率が97%を超えており、東区や西区でも85%を超える高い接道率となっている。これは、区画整理された街区が多く、小学校が街区内部において、他の土地利用と混在せず単独的に立地しているためと考えられる。一方、守山区の接道率は56%と特に低く、昭和区や瑞穂区においても63%前後の低い接道率となっている。前者は緑地の多い郊外に立地し、街区割が大きいことによると考えられる。後者は学校敷地が区画整理されていない街区に立地していることが多いためと考えられる。

以上、区によるばらつきがみられるものの小学校敷地の接道率は平均して高く、敷地境界付近の緑が隣接する道路において街路樹等と同様の役割を分担できることが確認できた。特に歩行者数が多いと予想される都心部の区において接道率が高い小学校が多いことから、歩行空間の環境改善における効果が高いと考えられる。

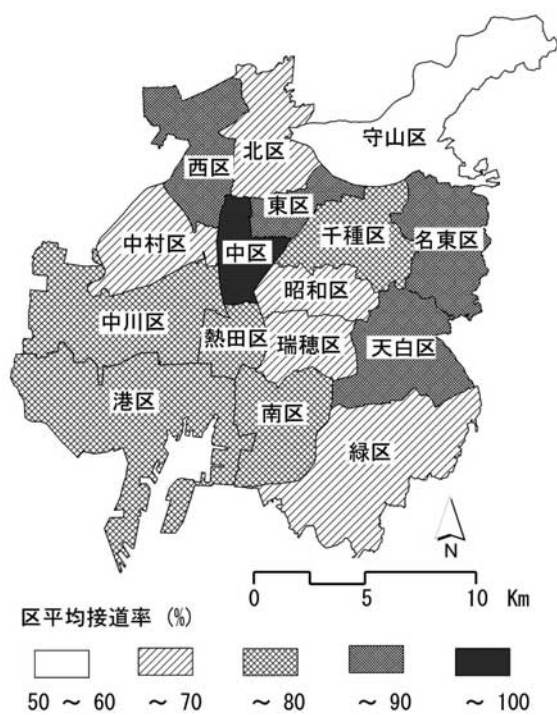


図1 各区の小学校の接道率

表2 各区の小学校数と接道状況

	学校数	平均接道率 (%)	接道率90%以上の学校数
全市	259	75	126
中区	11	97.2	10
西区	19	86.9	13
東区	9	85	6
名東区	19	81.1	12
天白区	16	81.1	11
南区	18	79.6	8
千種区	15	77.9	7
熱田区	7	77.9	2
中川区	24	72.9	14
港区	19	72.3	5
中村区	18	69.7	9
北区	19	68	6
緑区	25	67.3	10
瑞穂区	11	63.5	3
昭和区	11	63	5
守山区	18	56	5

#### 4. 小学校敷地の緑被分布

小学校敷地内における緑被の分布特性を解析し、敷地全体の緑に対する敷地境界付近の緑の位置づけを明確にすると共にその現状を把握する。評価指標として、学校敷地を分割して設定する対象範囲に占める緑被面積の割合で示される緑被率を用いている。

##### 4.1 評価対象範囲の設定

敷地境界付近の緑被特性を把握するため、境界から1mおきに1~10mの仮想境界線を設定し、各仮想境界線の外側 (Pエリア) と内側 (Iエリア) に学校敷地を分割することで評価対象範囲を設定した。



敷地境界線と仮想境界線との設定距離、および、仮想境界線で分割した各エリア設定の模式図を図2に示す。なお、図中の緑被については、日射遮蔽等による温熱環境の改善には樹高の影響が大きいことから、緑被地種別を高木、低木、芝草に大別して示している。

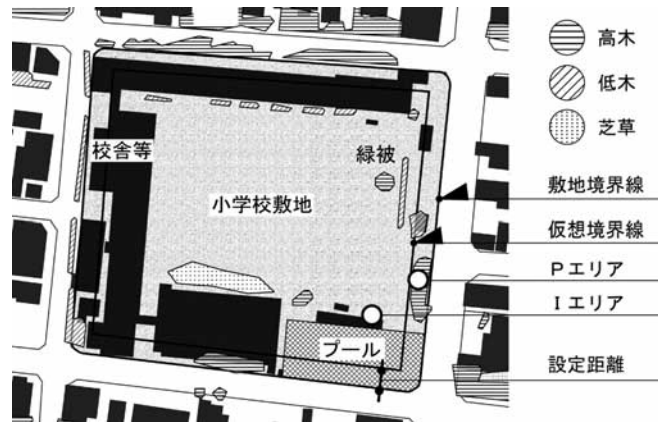


図2 評価対象範囲の模式図

#### 4.2 エリア毎の緑被率の比較

P、I各エリアにおける設定距離と緑被率の関係を、緑被地種別ごとに分類して図3に示す。なお、図中の緑被率は全小学校の平均値を用いた。

緑被率の全種別合計についてみると、Pエリアは、Iエリアに比べて20ポイント程度緑被率が高く、設定距離3mで最大値33.8%を示した後、徐々に減少し10mの範囲では22.8%となっている。これに対して、Iエリアでは設定距離が大きくなるにつれて緑被率は減少し、設定距離1mの緑被率でも約10%と低い値となっている。緑被地種別の構成に着目すると、両エリアとも、高木、低木、芝草の順で高い割合となっている。また、Pエリアでは高木の割合が特に高くなっており、敷地周辺部に高木が植栽される傾向が高いことがわかる。

以上、敷地境界付近の緑被率は敷地内部に比べて20ポイント程度高く、敷地内の緑が集中していることが分かる。また、その種別は高木の割合が高く、敷地境界に設けられた塀を越えて樹冠が存在し、街路樹の代替として歩行空間へ緑陰を提供したり、敷地周辺の道路等から見ることで緑として周辺地域の景観向上に寄与したりしていることが確認できる。

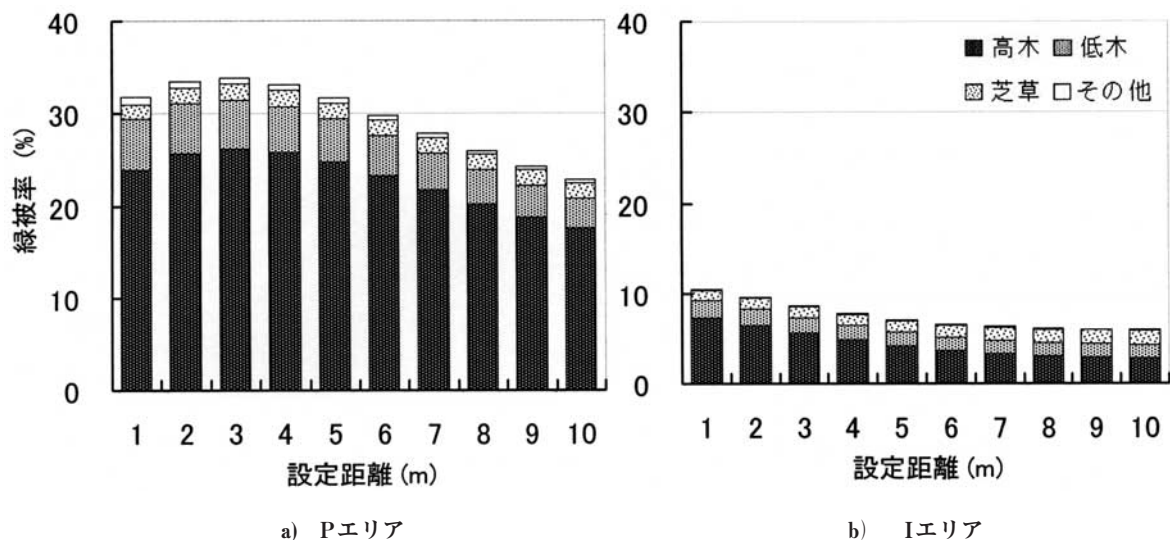


図3 設定距離による各エリアの緑被率と緑被種別の構成

## 5. 敷地境界付近の緑化可能地の解析

学外への影響の大きい敷地境界付近の緑化をさらに進めていくためには、敷地境界付近の利用現況を把握し、緑化が可能な場所の利用計画を見直していく必要がある。ここでは、緑化可能地として施設建物のない空地对象とし、敷地境界付近における建ぺい率を用いて考察を行う。また、敷地境界付近の建物施設の一つとしてプールに着目し、その立地特性を検討する。

### 5.1 建ぺい率と緑被率の関係

敷地境界線からの距離と、建ぺい率、および、緑被率との関係を図4に示す。建ぺい率は、設定範囲が内部に広がるにつれて増加している。緑被率も同様に、建ぺい率が16.3%となる3mまで緩やかに増加しているが、それ以降は減少し、8mに達すると建ぺい率と逆転している。また、敷地境界線から1mにおいても、建ぺい率は12.1%となっており、建ぺい地が境界に接近して存在していることがわかる。

### 5.2 プールの立地タイプと占有率

緑化可能地の検討では、プールについても建物と同様に建ぺい地として扱うことが適当であると考えた。都市計画基礎調査の建物にはプールは含まれていないため、都市計画基本図および住宅地図よりプールデータを作成し分析に用いた。その際、プールの占有地としてプールサイドも含めたが、地図中にプールサイドの記載のないものについては、一辺につき3mの標準的なプールサイド7)を設定した。また、室内プールや敷地外への設置、校地の移転等により、使用した地図データにプールが記載されていない小学校が15校あったため、これらは解析対象から外し、記載のあった244校を解析対象とした。

プールの位置が敷地境界付近における建ぺい率に影響をあたえるため、敷地境界線からの距離に着目して表3に示す3種類の立地タイプに分類した。各タイプのプールが設置された小学校の校数と敷地面積の平均値を表4に示す。また、校舎と一体化した屋上型以外のプールが設置された226校について、敷地境界付近の建ぺい面積に占めるプールの割合を求めて図5に示す。

表3 立地タイプの分類

分類	立地タイプの定義
内接型	敷地境界線から1m以内に立地する
非内接型	敷地境界線から1m以上離れている
屋上型	建物の屋上に立地する

表4 各立地タイプの校数と敷地面積

分類	校数(校)	敷地面積平均 (㎡)
内接型	204	11873
非内接型	22	16058
屋上型	18	11132

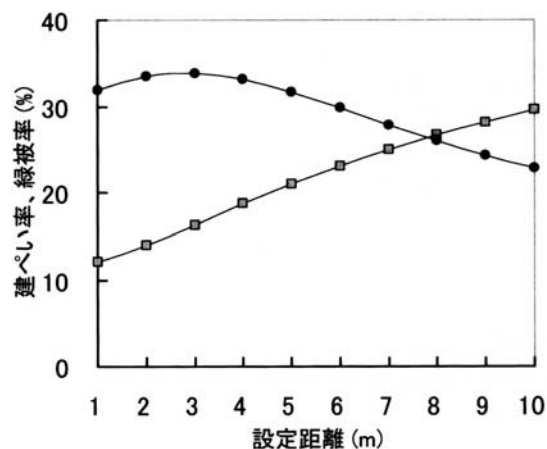


図4 敷地境界付近の緑被率と建ぺい率

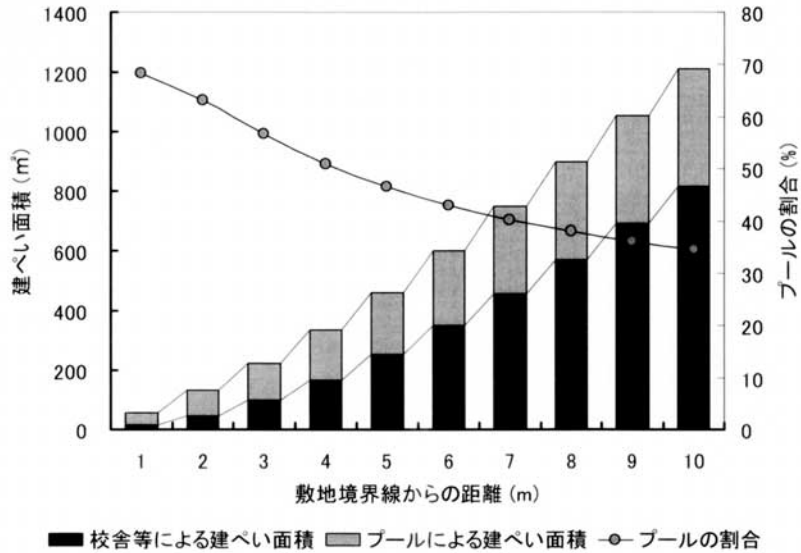


図5 建ぺい面積に対するプールの割合

敷地境界から離れるにつれ、校舎等による建ぺい地の増加に対し、プールによる建ぺい面積の増加は緩やかとなる。その結果、プールの占有率は徐々に下がっている。また、境界線から1mにおける値では、プールの割合が68.3%と高く、4mにおいても建ぺい地の約5割をプールが占めている。このことは、敷地境界付近の緑化を進めるために、同エリアの建ぺい地の利用計画を考える場合、プールの立地を見直すことが妥当であることを示している。

#### 5.4 各立地タイプの特徴

プールの立地タイプ別に、敷地境界付近において有する特徴を検討する。立地タイプ毎の建ぺい率と緑被率の関係を図6に示す。建ぺい率では、非内接型、屋上型とも内接型に比べて低減効果が認められる。緑被率については、非内接型に向上効果が見られる一方、屋上型では内接型を下回る結果を示した。また、表4に示すタイプ毎の平均敷地面積では、非内接型が高く、屋上型と内接型に大きな差は見られない。これらのことから、非内接型の立地タイプは比較的、敷地面積の大きな学校で採用され、敷地境界付近の緑被率向上に効果があることがわかる。

屋上型の学校において、建ぺい率の低減に伴う緑被率の向上がみられないため、屋上型のプールを持つ小学校を対象として、敷地面積に対する生徒人数の割合（生徒密度）を求め、その原因

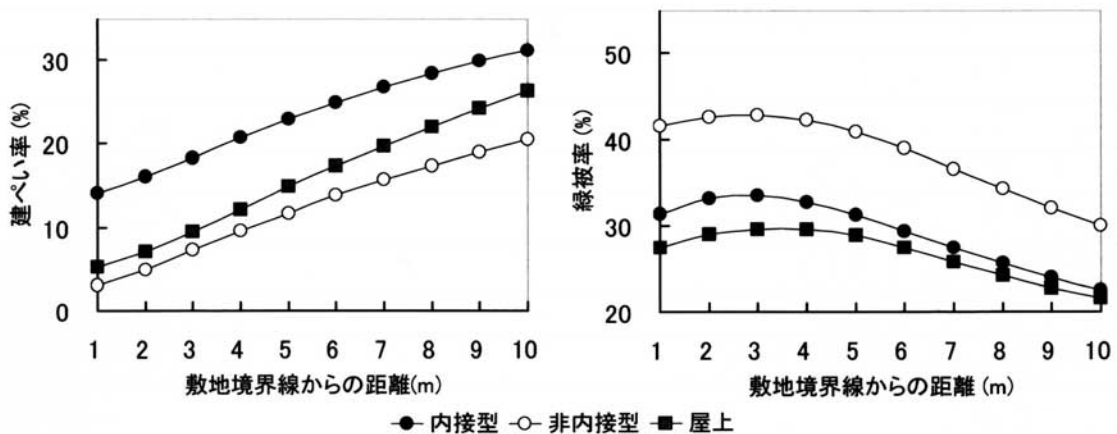


図6 各立地タイプの建ぺい率と緑被率

を考察する。図7に生徒密度と、境界線から3mにおける建ぺい率との関係を示す。これより、生徒密度が高い、即ち敷地の利用度が高いと考えられる小学校において、建ぺい率が低くなっても緑被率が向上していないことが分かる。これは、生徒密度が高い場合に、緑化以外の校地利用のために、敷地面積確保の手段としてプールの屋上化が採用された結果であると考えられる。このことは屋上型の学校の敷地面積が内接型と差が小さいことから類推できる。

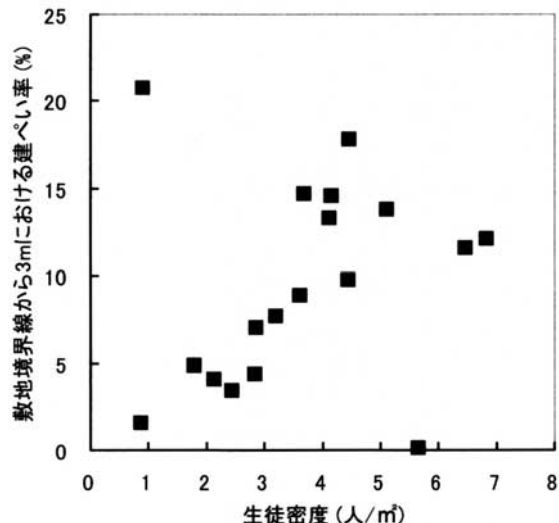


図7 生徒密度と敷地境界付近の建ぺい率

## 6. 小学校に隣接する歩道における日影

### 6.1 日影分布図の作成

日影分布図はCADを用いて、各要素を設定し歩道に落ちる日影を抽出する方法で作成した。対象校は、典型的な校舎配置と立地を有する学校として、校舎が北側に配置され、敷地が歩道に接している名古屋市立千早小学校（名古屋市中区新栄1丁目）とした。

建物は、都市計画基礎調査（縮尺1/2500）の各建物の階数データから建物高さを設定し、柱体状に作成した。設定した高さは、1階床下を600mm、各階高さを3,600mm、屋上の立ち上がりを1,000mmとした。対象校の校舎の階数は2であった。なお、体育館は12,400mm、プールは2,000mmに設定した。樹木は、図8に示す簡易モデルを用い、樹高は4,8,12mで設定した。位置と樹冠は、現地調査と平成12年度現況緑被分布図より決定した。歩道は都市計画基本図（縮尺1/2500）を用い、敷地に対する方位別に区別した。

太陽位置は、夏季日中を想定し、日時を8月1日、時刻を8,10,12,14,16時の5時刻として設定した。また、歩行者の顔から肩の高さにできる日影を把握するため、地表面から+1,500mmの位置で日影を求めた。一例として、14時の日影分布図を図9に示す。

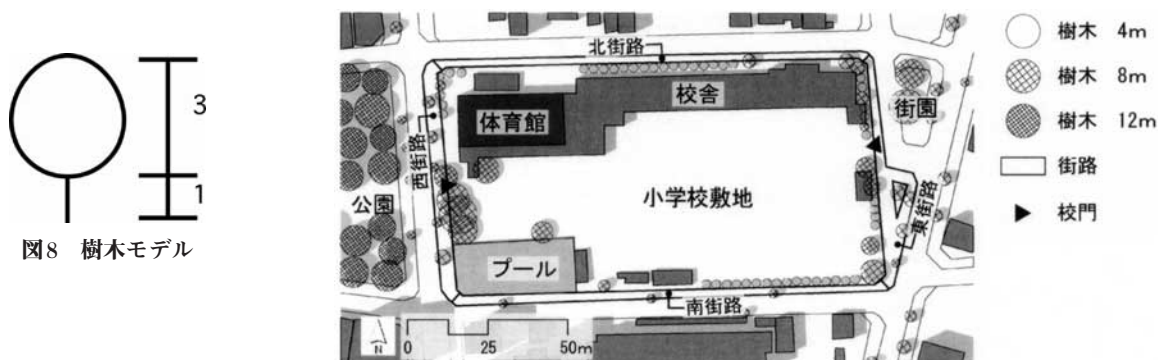


図9 14時の日影分布図



## 6.2 日影率の算出

歩行者への日影を評価するために、歩道における日影の割合を日影率として求める。敷地に対する4方位別に5時刻の日影率を算出した。また、太陽光の遮蔽物で日影の種類を分類した。各方位の歩道における時刻と日影率の関係を図10に示す。

北、南歩道の日影率は、時刻による変化が小さく、日影率を5時刻で平均した値でみると北8.5%、南8.2%と低い。これは、北歩道については、敷地北側の連続植栽の樹高が低く、樹冠も小さいためである。南歩道は、敷地内の日射遮蔽物の影響は受けず、高木の街路樹のみが影を落としている。一方、東、西歩道の日影率は時間による変化が大きく、各時刻において街路樹や学校樹木による日影の割合が高い。これは、東西に校門があることから、樹高、樹冠が大きい樹木が多いためであり、太陽の動きにあわせて、午前中は西で、午後は東で日影の形成に寄与している。特に、西歩道の樹木の樹冠は歩道にせり出しているため、正午を過ぎても日影を生じさせている。また、8時における西歩道の建物による日影は体育館によるものであり、高さの低いプール外壁による日影は少ない。

以上より、校舎、校門の配置から敷地東西側に植えられている比較的大きな樹木が、歩道に日影を提供していることが分かった。また、敷地北側では校舎配置による面積的制約からサイズの小さな樹木が選ばれていることが考えられる。

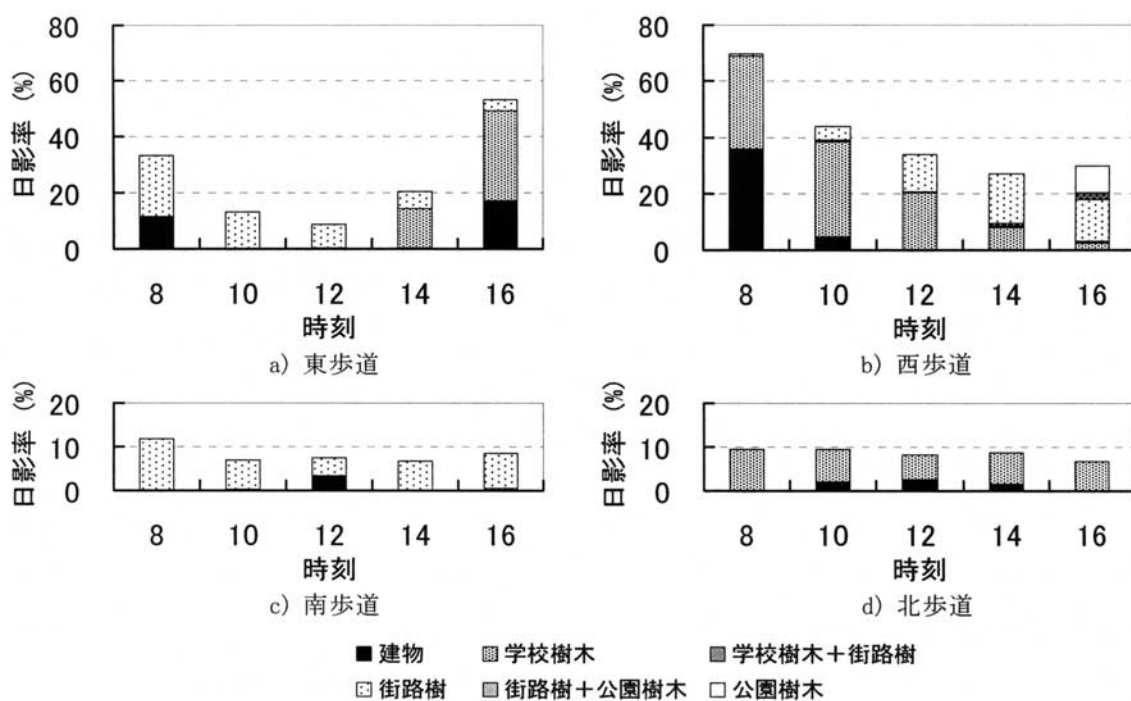


図10 遮蔽物別に求めた日影率

## 6.3 樹高と日影率の関係

樹木の成長に伴う日影の変化を把握するため、小学校敷地内の樹木の樹高を変化させた日影図を作成し、各歩道での日影率を算出した。樹木モデルは、樹冠の中心位置を固定し、樹高を前項の樹高設定（現況）から2mずつ現況+10mまで増加させた。日影図の一例として14時における各樹高設定の日影を図11に示す。



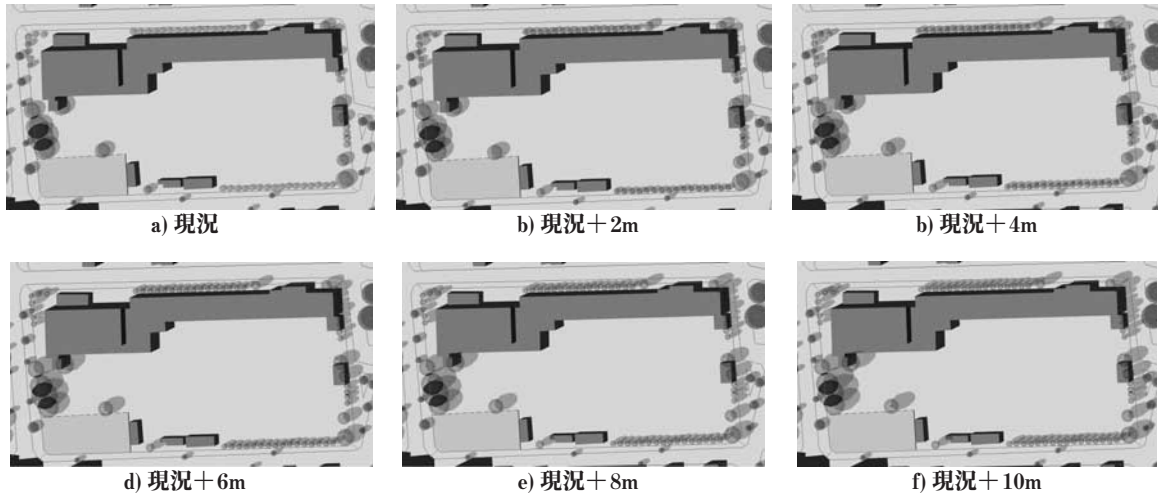


図11 樹高変化と日影分布との関係 (14時の日影図)

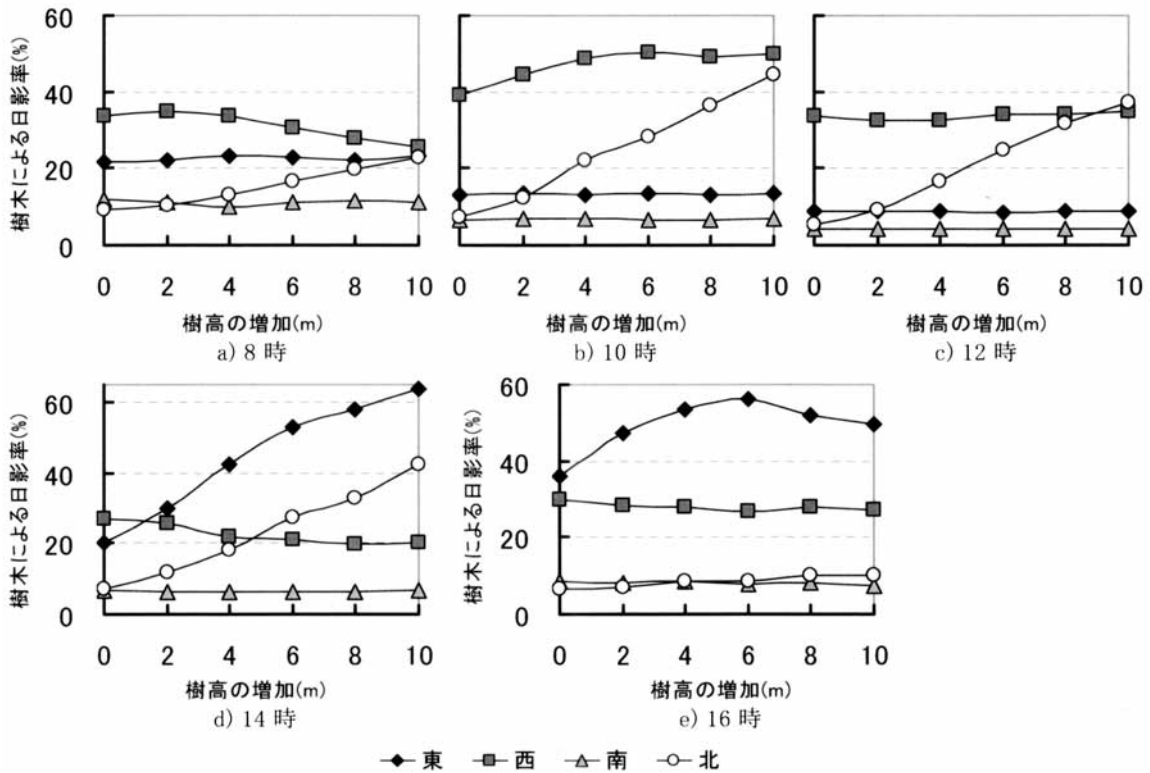


図12 樹高と樹木による日影率との関係

図12に5時刻の樹高の変化と各歩道の日影率との関係を示す。北歩道では樹高の増加に伴い、5時刻全てで日影率が大きな値となった。特に、10時、12時、14時といった昼間の時間帯で顕著であり、現況で樹高4mの敷地北側の連続植栽が2倍に成長し8mとなった場合(+4m)では、日影率の変化は10時で2.9倍、12時で3.1倍、14時で2.5倍であった。また、14時の東歩道において日影率が大きくなっている。これは、歩道幅員が広いため、敷地内の樹高の増加による影の伸びが日影率に反映したためである。一方、8時、14時の西歩道、16時の東歩道では、樹高の増加に対して、日影率が小さくなっている。これは、樹高の増加に伴い、樹冠部分の日影が敷地内側や

車道側に移ったためである。

以上より、日中、敷地北側の歩道の日影は、樹木の樹高に大きく影響することを示した。また、樹高が大き過ぎて樹冠下端の位置が高い場合、歩道の日影率が小さくなる場合があることから、歩道への緑陰が大きくなるような適切な樹高の管理、および、樹冠形状の管理が必要であることも分かった。

## 7. まとめ

本研究では、熱環境の悪化が深刻な都市において歩行空間の環境を改善している街路樹に着目し、道路専有物との競合等により街路樹を増やすことが困難な場所で、歩道に面した敷地のみどりが街路樹の役割を代替できると考え、道路に面し緑被率が高い施設の事例として小学校を対象に緑被分布の現況把握と緑化計画を進めるための基礎資料の整備を行った。

まず、小学校敷地が道路に面している割合を接道率として求め、接道率が高いこと、および、敷地周辺部の緑被率が高く、また、高木の植栽が多いことを明らかにした。これらより、検討対象とした小学校の緑被は、現況でも街路樹に近い役割を果たしていることを示した。

次に、緑化可能地を把握するために、敷地周辺部の建ぺい率および緑被率を検討し、敷地境界に接して配置されたプールが緑化の阻害要因のひとつになっていることを明らかにした。その解決策の一例として、プールをセットバックして配置する方法の有効性を示した。

最後に、小学校に隣接する歩道において、夏季の時刻・方位別の日影率、および、緑陰と樹高との関係を明らかにした。その結果、現況よりもさらに高い樹高が歩道の環境改善には必要であるが、高すぎても歩道への緑陰が少なくなることを示し、適切な樹高と樹冠形状を維持する管理が重要であることを示した。

今後は、中学校、高校、大学等の各教育施設やその他の公共施設、さらには、民有地へも対象を拡大した分析を行い、歩行者にとって快適な環境を実現する具体策の提案を行っていきたいと考えている。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、平成18年度研究開発助成（一般研究課題）を賜った財団法人日比科学技術振興財団に心から厚く御礼申し上げます。また、名古屋市緑政土木局から緑被分布図データを貸与していただきました。名古屋工業大学柴田雄介氏には、データ収集から解析まで多大な協力をいただきました。ここに記して深謝の意を表します。

## 文献

- 1) 名古屋市みどりの基本計画（花・水・緑 なごやプラン）、名古屋市、2001.
- 2) 越野加緒里・小松義典：歩行者の熱環境改善に着目した都市緑化の適地選定，日本建築学会東海支部研究報告集 44 (401) 2006.
- 3) 小松義典：リモートセンシングとGISを利用した都市緑化の適地選定，平成17年度特別研究報告書，財団法人名古屋都市センター，2006.

- 4) 名古屋のみどり平成12年度緑の現況調査報告書：名古屋市緑政土木局緑地部緑化推進課，2001.
- 5) 文部科学省ホームページ：<http://www.mext.go.jp/>
- 6) 緑豊かな学校づくり－屋外運動場等の芝生化・植栽－，文部省，ソフトサイエンス社，1999.
- 7) 建築設計資料 41 体育館・武道場・屋内プール，建築思想研究所，建築資料研究社，1993.
- 8) 柴田雄介・小松義典：名古屋市における小学校内緑被の分布解析，日本建築学会東海支部研究報告集 45 (373) 2007.
- 9) 柴田雄介・小松義典：日影による歩行者の熱環境改善に着目した小学校敷地内の樹木配置に関する研究，日本建築学会大会講演梗概集D1(665)2007.