

緑被によるヒートアイランド現象の緩和効果について

名古屋市緑政土木局緑地部緑地計画課

小林 弘幸

1. はじめに

都市における緑は、ヒートアイランド現象の緩和や二酸化炭素の吸収・固定など、生活環境を向上させる機能を有している。また、季節の移り変わりや都市固有の景観を形成し、動植物の貴重な生育・生息地にもなっている。さらに、災害時において雨水浸透・延焼防止機能を有し、避難地・避難路などの貴重なオープンスペースにもなる。

本稿は、平成2年から平成22年までの20年間の緑被率の推移から、名古屋の緑の現況と推移について示すとともに、都市緑化を進めた場合における緑被によるヒートアイランド現象の緩和効果について考察する。

(※1) 緑被率(%) = 市域における緑被地面積 / 市域面積

2. 緑被率調査の概要

(1) 本市の自然的状況

本市は、本州中央部、木曾・揖斐・長良の木曾三川によって開かれた濃尾平野に位置し、人口約226万人、面積約326km²、そのうち9割以上が市街化区域となっている。本市の気候は比較的穏やかとされているが、夏の平均湿度は70%を越すことが多く、冬は「伊吹おろし」と呼ばれる冷たい北西の季節風が吹き、平均気温は16.5℃(平成21年)である。

また、近年では平成12年9月の東海豪雨や平成20年8月末の豪雨など、局地的な豪雨とそれによる被害の発生が多くみられるようになってきている。

(2) 調査の目的と概要

調査の目的は、名古屋市の緑の現況と推移を把握し、市民の緑に関する意識の向上を図るとともに、都市環境を向上するための緑化推進の施策や保全すべき緑地の優先順位の決定など、今後の緑のまちづくり施策を効果的に進めていくための基礎資料とすることにある。

調査の方法は、市域全体を撮影した航空写真をもとに、市域の緑被地をデータ化し、GISを用いて他の土地利用データ等の地理情報と重ね合わせて考察を行うことにより、これまで平成2年(1990年)から5年おきに平成22年(2010年)まで、計5回の調査を実施している。

平成22年調査の結果は図-1であり、推移については図-2のとおりである。

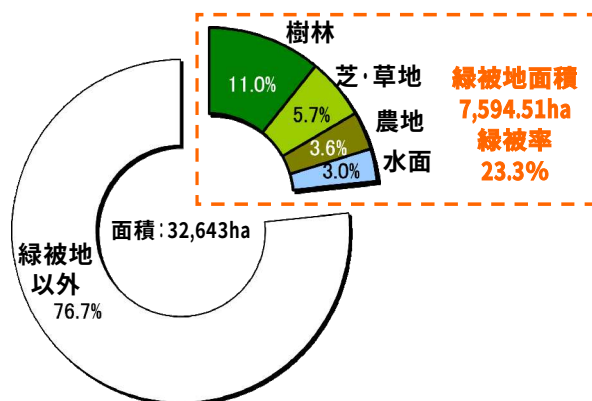


図-1 平成22年の緑被率

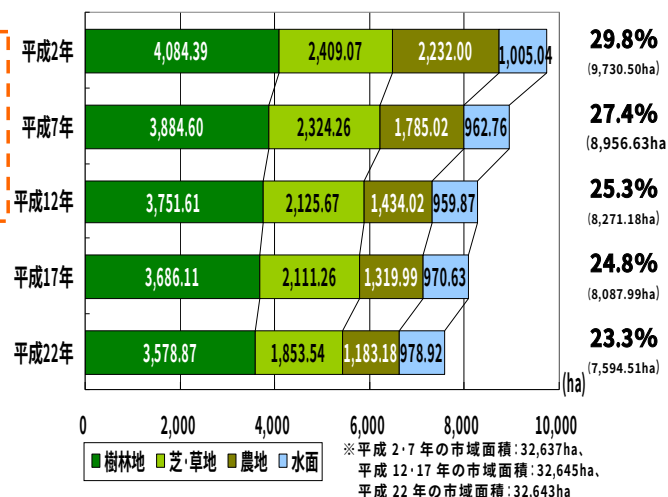


図-2 緑被率の推移

平成22年の名古屋市の緑被率は23.3%であり、調査を始めた平成2年と比較すると20年間で6.5ポイント減少、2,136haの緑が失われた結果となっている。

(3) 種別毎の緑被地の推移

緑被地は、「樹林地」（街路樹等も含む）、「芝・草地」、「農地」、「水面」の4種別としており、「水面」については、生態系、都市景観、レクリエーションなどの観点から緑と密接な関係であることから、本市では緑被地として扱っている。表-1の4種別の緑被率の推移をみると、「農地」は、平成2年の6.8%から3.6%となり3.2ポイント減と過去20年間の減少率が最も大きく、次いで「芝・草地」の7.4%から5.7%（1.7ポイント減）、「樹林地」の12.5%から11.0%（1.5ポイント減）、「水面」の3.1%から3.0%（0.1ポイント減）の順となっている。

これは、市の北東部の樹林地や西部・南西部一帯に広がる農地について宅地転用などの市街化が進行したことの影響が大きい。また、「芝・草地」については、区画整理事業などの大規模な造成後に生まれた建築等により、未利用地として草地で残っていた土地が利用されるようになったことが要因として考えられる。

さらに細種別にみると、ほとんどの項目が減少している中で「街路樹高木」と「芝地」の増加が確認できる。街路樹や公園・緑地等は「持続性のある緑」として担保された緑であり、都市の安全性・快適性等を支える重要な役割を發揮する。このことは、これまでの都市の緑の中核をなす公園整備及び道路緑化における緑地の確保が実を結んでいるといえる。

また、過去20年間全体を総括すると、緑被地の減少スピードがこれまで実施してきた緑地保全及び緑化推進の成果を大きく上まわったことが調査結果よりうかがえる。

表-1 細種別緑被率の推移

種別	細種別	緑被率 (%)		
		H2	H22	H2⇒H22
樹林地	高木	9.3	7.9	▲ 1.4
	低木	2.3	2.3	0.0
	竹林	0.6	0.3	▲ 0.3
	街路樹高木	0.3	0.4	▲ 0.1
	小計	12.5	11.0	▲ 1.5
芝・草地	芝地	1.7	2.1	▲ 0.4
	草地	5.7	3.6	▲ 2.1
	小計	7.4	5.7	▲ 1.7
農地	田	3.1	1.8	▲ 1.3
	畑	3.2	1.5	▲ 1.7
	果樹園	0.4	0.2	▲ 0.2
	その他農地	0.2	0.1	▲ 0.1
	小計	6.8	3.6	▲ 3.2
水面	河川	2.6	2.6	0.0
	ため池	0.5	0.4	▲ 0.1
	小計	3.1	3.0	▲ 0.1
合計		29.8	23.3	▲ 6.5

(4) 規模別の緑被地の推移

次に緑被地の規模について見てみる。図-3は「樹林地」の1箇所当たりの面積規模を「まとまり度」として整理したものである。この図から、まとまりのある樹林地の減少割合が大きく、樹林地の細分化が進んでいることがわかる。

なお、この傾向は、緑被地全体でみた場合も同様の結果となっている。樹林地の細分化の原因として、相続時に土地を分割されたり、経済的な負担から売却されるケースもあり、長年都市の中の貴重な緑となっていた土地が宅地化される場面も見受けられる。

木材を薪などにほとんど利用しなくなった現代において、都市の樹林地の果たす役割は都市環境を向上させる上で貴重なものとなっており、公共的に大きな役割を担う時代となっている。

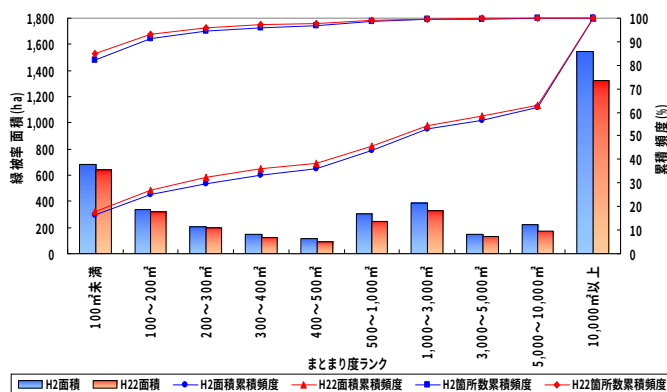


図-3 樹林地のまとまり度ランク

(5) 緑化地域指定状況と緑被率

本市では、平成20年から一定規模以上の建築工事を行う場合に緑化を義務付ける緑化地域制度を全国に先駆けて導入し、民有地において新たな緑を誘導し、中心市街地における有効な緑化に努めている（図-4）。そこで、緑化地域指定に準じた宅地緑化の状況を把握するため、用途地域別の視点から宅地内緑被率をみる。

図-5で示すように、低建ぺい率の区域では指定緑化率（※2）の最低限度以上の区域も見られるが、全体的には指定緑化率を下回る結果となっている。現況と指定緑化率との差が5ポイント以上の区域は、第1種低層住居専用地域（50%）、商業地域、準工業地域、工業地域等であり、この地域での

緑化を推進することが特に有効と考えられる。

今後、行政としては目指すべき都市全体の姿を視野に入れながら、市街地中心部の道路緑化や公園・緑地の確保など公有地の緑を充実させていくほか、民有地についてもオープンガーデンや生垣緑化、屋上・壁面緑化の促進など、市民・企業・行政が連携して地域の緑を育てることができるよう、積極的に働き掛けていく必要がある。

(※2) 指定緑化率=一定規模以上の建築工事を行う際に義務づけられている緑化率。用途地域等によって指定緑化率が異なる。

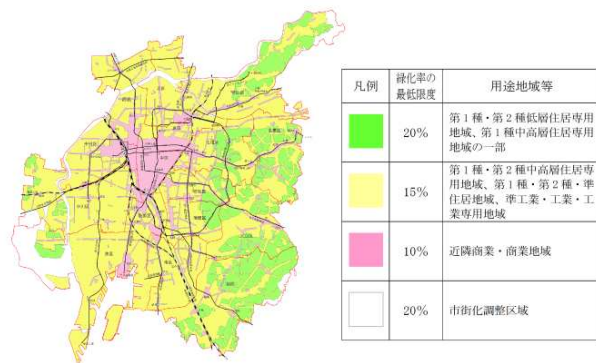


図-4 本市の緑化地域指定区域図

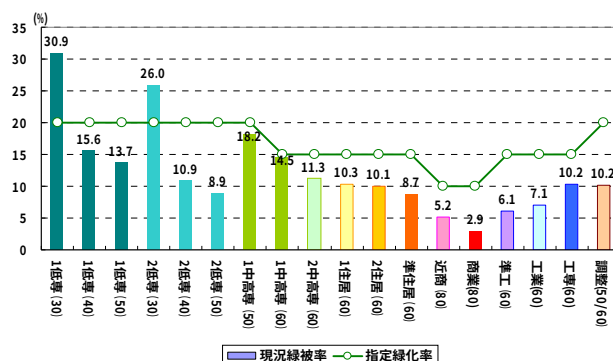


図-5 用途地域別緑化率の状況 ※カッコ内は指定建ぺい率

3. 緑被によるヒートアイランド現象の緩和効果

(1) 名古屋市におけるヒートアイランド現象の解析状況

ヒートアイランド現象など都市環境問題の研究は、気象学、造園学、都市計画学、建築学、土木学、医学、社会学、経済学など多方面からのアプローチが進められている。本市においては、平成5～6年にヒートアイランドに関する基礎的調査が行われ、その結果が平成8年に「ヒートアイランドに関する基礎的調査のまとめ」として報告されるとともに、平成12年には環境省との合同調査による「ヒートアイランド現象に関する調査」が実施されている。

また、民間・大学等からも「名古屋のヒートアイランド対策への提言」(平成16年：中部ニュービジネス研究会、名古屋工業大学)等がなされている。

これらにおけるヒートアイランドの状況の把握は比較的マクロな視点で行われており、本市全域を一体として扱われていることが多い。

(2) 衛星画像の解析による輝度温度の分布状況

衛星画像の加工(リモートセンシング)による輝度温度の把握により地表面温度の分布図を作成した。

図-6の分布状況から、市域内の温度分布について以下の点が示される。

○市街化度の低い地域で温度が低い傾向

地域レベルでみると、市街地調整区域である北東部や南西部の地域で温度が低くなっている。これらの地域は、それぞれ樹林地が多く残る地域と農業地域となっており、地域条件が異なるが位置や地形よりも市街化の状況が温度に大きく影響を与えやすいと考えられる。

○東部の丘陵地周辺で温度が低い傾向

地区レベルでは、分布状況にばらつきがあるが、東部の丘陵地周辺で相対的に温度が低くなっている。これは都市の中でも、まとまりのある樹林地の存在が温度の低減効果をもたらしたと考えら

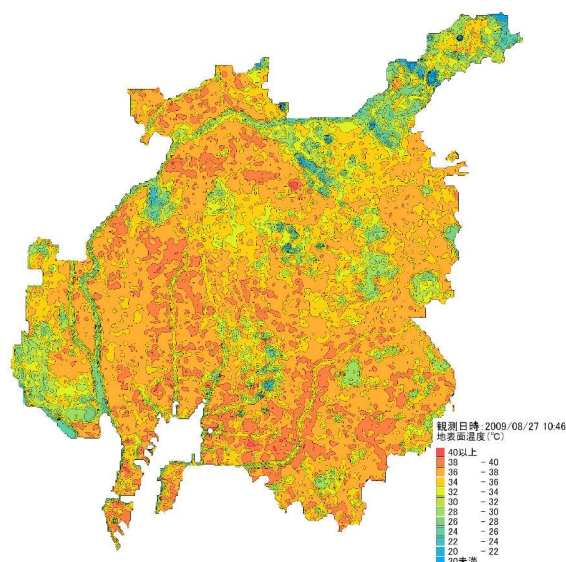


図-6 地表面温度の分布状況(2009.8.27)

れる。また、都心中心部でも、周辺区と比べて温度が若干低めになっている箇所があるが、これは画像データが午前 10 時台のビル影の影響と考えられる。

いずれにしても、緑被地の位置とボリュームが地表面温度の低減に大きく寄与していることが想定される。

緑被地データは、都市のヒートアイランド現象の実態解明と具体的対策を考える上で必要となる基礎データの一部である。ただし、ヒートアイランド現象のメカニズムは複雑であり、地表面の被覆、人工排熱、地形、気象条件などが相互に絡み合っている。

ヒートアイランド現象の対策については、省エネルギー等環境負荷の少ない事業活動・ライフスタイルの推進のほか、樹林地や水面の確保、地表面の緑陰化、建物等の屋上・壁面緑化、舗装の透水・保水化などといった、都市構造を水や緑と共生させて熱大気環境を改善する様々な手法が提案されている。

今後も一層公有地の緑化を進めつつ、屋上緑化・壁面緑化、駐車場緑化など市民・事業者の理解を得ながらヒートアイランド対策に取り組む必要がある。

（３）緑被地データと輝度温度の相関性の検証

本調査で得られた緑被率を用い、緑被率と温度の相関性について検証した。

① 緑被地データのメッシュ分類

オルソ地図を衛星画像と重ね合わせ、衛星画像と同位置に 90m メッシュを作成し、本調査で得られた緑被地を上記メッシュに分配した。

なお、前述のように高いビルに囲まれた地域ではビル影の影響が考えられるため、指定容積率 400%以上のメッシュは解析から除外した。

② 緑被率と輝度温度の関係

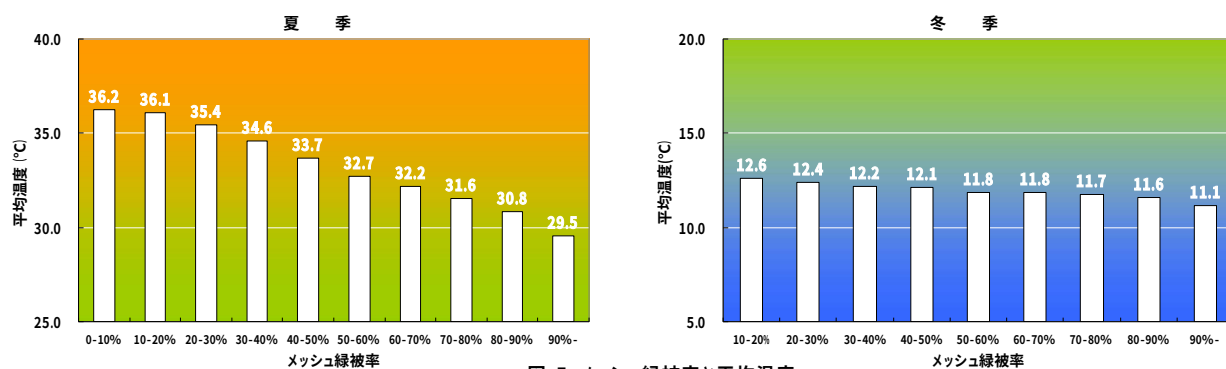


図-7 メッシュ緑被率と平均温度

図-7 で示すように、メッシュ内の緑被率が高まるにつれて夏季・冬季とも温度の低下がみられ、一般的には緑被地の多いところでは温度が低くなる傾向にある。特に、夏季では緑被率 10%未満のメッシュと同 90%以上のメッシュの間で平均温度に 6.7℃の差があり、緑被率 10%あたり約 0.7℃の低減効果が認められる。一方、冬季においては、温度の低減傾向が夏季ほど顕著ではなく、緑被率 10%未満のメッシュと同 90%以上のメッシュの間でも平均温度の差は 1.5℃であり、緑被率 10%あたり約 0.2℃に留まっている。

③ 緑被と輝度温度の相関性の分析

上記において、緑被率と温度の間に相関関係があることが想定されるため、全メッシュ（都心部は除く）について、温度と緑被率の関係を重回帰分析により検証した。

重回帰分析にあたっては、輝度温度（Ts）を目的変数とし、水面を除く緑被率（G）及び水面率（W）を説明変数とした式を導いた。

その結果、指定容積率 400%を除く全メッシュ（31,406 メッシュ）について下記の式を得た。

$$\begin{aligned} \text{夏季: } Ts &= 36.78 - 0.068 * G - 0.080 * W & (R=0.52) \\ \text{冬季: } Ts &= 13.10 - 0.024 * G - 0.007 * W & (R=0.31) \end{aligned}$$

Ts: 輝度温度 (°C) G: 水面を除く緑被率 (%)
W: 水面率 (%) R: 重相関係数

この結果からは、以下のように分析される。

(a) 夏季

水面を除く緑被率、水面率のいずれもが増加することによって温度の低減をもたらす。その度合いは各 10%あたりで、水面を除く緑被率 0.7°C、水面率 0.8°C 程度である。また相関係数からも、これらの関係については一定程度の相関関係があるものとみなされる。

(b) 冬季

夏季と同様に、水面を除く緑被率、水面率ともに、割合が増加することによって温度の低下が見られる。その度合いは夏季ほど強くない、水面を除く緑被率で 10%あたり 0.2°C 程度であり、水面率については同 0.07°C とほとんど影響を与えていない。

※相関係数 R と相関関係について
相関係数 R は -1 ~ +1 の値 (重相関の場合は 0 ~ 1) の値をとる。
R > 0.7 の場合: 相関関係がある。
0.7 > R > 0.3 ~ 0.4 の場合: やや相関が認められる。

(4) 緑化施策によるヒートアイランド現象緩和効果の検証

上記により得られた緑被地と輝度温度の関係式を用い、緑化施策の有無による緑被地の変化が地表面温度又は気温に与える影響についてシミュレーションを行った。

① シミュレーションの方法

(a) シミュレーションフロー

メッシュデータを用いて、宅地における緑化率の向上による温度変化を想定する。

その方法は、メッシュごとに目標とする緑化率を満たした場合の温度変化を図-8 のフローに従い、シミュレーションを行った。なお、温度及び影響式は、緑被地の影響が大きいこと、重相関係数が高いことから夏季のデータを用いた。

(b) 宅地内緑化の目標値

宅地内緑化率 (緑被率) の目標値については、緑化地域における緑化率を参考に、メッシュ全体で緑化地域の基準をクリアした場合 (ケース 1) 及び同 1.5 倍の値とした場合 (ケース 2) を設けた。

これは、緑化地域制度での指定緑化率で最低基準を示すものであることから、緑化地域の定める基準以上に緑化した場合についても検証した。

② シミュレーション結果

シミュレーション結果による温度低減状況は表-3 のように試算された。その結果、次のことが言える。

○緑化による温度低減効果は、全市的にケース 1 で平均 -0.17 ~ -0.23°C、ケース 2 で平均 -0.35 ~ -0.44°C と試算された。この結果は、必ずしも劇的な変化を伴うものではないが、場所別でみると現況より 2°C 近く下がる箇所も見られ、一定の効果があることが示された。

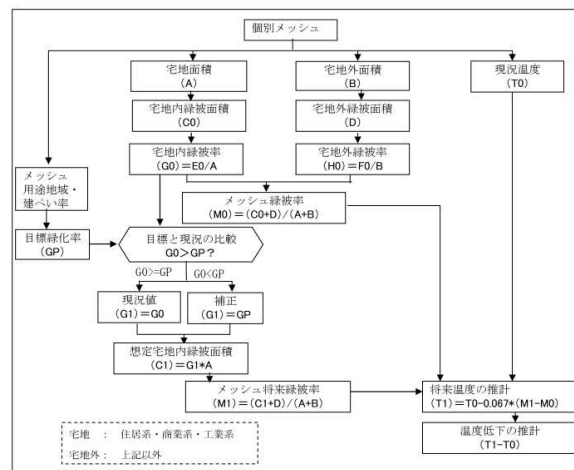


図-8 緑化施策による温度低減シミュレーションフロー

表-2 宅地内緑被率の目標数値

建 ぺ い 率 の 最 高 限 度 等	緑 化 率 目 標 値 (%)	
	ケース 1	ケース 2
～50%	20%	30%
50%～60%	15%	22.5%
60%～80%	10%	15%
80%～	10%	15%
市街化調整区域	20%	30%

表-3 緑化による温度低下効果

区 域	現 況 (°C)	想 定 温 度 (°C)		温 度 低 減 効 果 (°C)	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
西 部 地 域	35.56	35.33	35.13	-0.23	-0.43
中 央 部 地 域	35.87	35.64	35.43	-0.23	-0.44
東 部 地 域	34.62	34.45	34.27	-0.17	-0.35

○地域レベルでみると、緑が少なく比較的敷地にも余裕がある南部の工業地域等で緑化の効果が大きく示された。また、区画整理等の造成地で裸地となっている南東部でも緑化の実現性が高い。今後、これらの地域に対し、重点的に緑化施策を推進することで温度の低減効果が大きくなると推測できる。

○緑化による温度低減効果によってさらにエアコンの使用量が抑制され、その後排熱を減少させることが予想できることから、場所によっては今回シミュレーションで得られた結果以上の効果が期待できる。

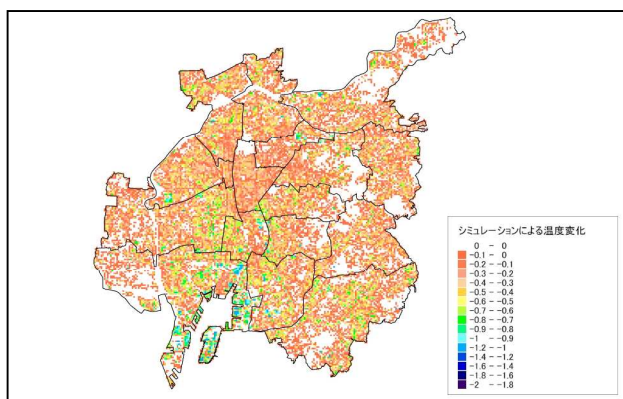


図9-1 宅地内緑化による温度低減シミュレーション(ケース1)
-緑化地域の基準をクリアした場合 市全域の緑被率:25.7%-

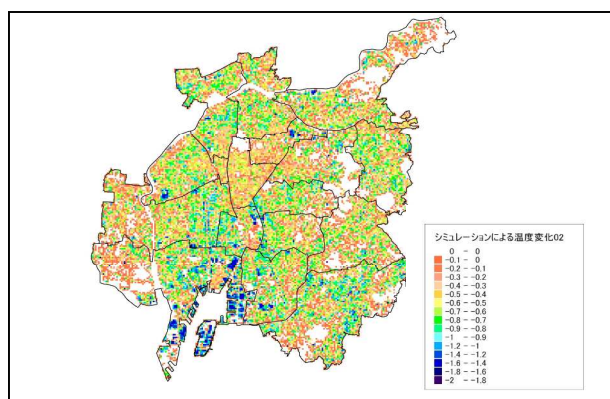


図9-2 宅地内緑化による温度低減シミュレーション(ケース2)
-緑化地域の基準の1.5倍の値とした場合 市全域の緑被率:28.5%-

4. まとめ

緑の現況を読むことは、その都市の姿を読みとくことでもある。これまでの調査結果から、本市の緑被率は20年間で6.5ポイントも減少しており、天白区1つ分の面積に相当する緑が失われている。緑被率の減少には市街化の進行が大きく影響している一方で、中心市街地において、わずかなではあるが緑被地の増加の兆しや保全が良好なものを見出すことができる。

緑被率は「緑の量」を平面的にみた指標として一般的であるが、オルソ写真の活用などによって、立体的に「緑の質」的な評価にも活用できるようになってきた。緑被率は都市の緑の量を計る上で大きな指標のひとつであることには違いないが、その都市の緑の姿について全てを評価し得るものではなく、今後は量から質への転換に向けて多様な評価指標が求められ、公園等個別施設などに応じて比較・評価できる指標を組み合わせる施策を展開していくことが重要となる。

21世紀をむかえ、少子高齢化の進行、良好な自然環境の減少、協働型社会形成への動きが進む中、経済・社会の構造改革を進めることが大きな課題となっており、これまでの人口・経済ともに右肩上がりの成長を前提とした社会から、環境共生型の持続可能な社会への転換が求められている。また、去年は名古屋で開催されたCOP10では生物多様性の保全について議論され、都市と環境との共生はますます重要視される。

そうした中で、地球温暖化やヒートアイランド現象への対応としても役割が大きい緑を街全体で増やしていくには、公園・道路・河川などの公共空間の緑のみならず、建築物の緑など民有地の緑化も含めることが重要になる。そこでの取り組みは行政のみではなく、市民、企業を始め多くの主体が参画することによってあらゆる空間の緑を確保し、それぞれが連携することで、低炭素都市の実現や災害に強い風格ある緑豊かなまちづくりにつなげていくものである。

参考文献： 1) 名古屋のみどり 緑の現況調査報告書, 2011年, p.119-129, 名古屋市