

◆ 都市気候特集 ◆

都市における屋上緑化可能地の推定

藤原宣夫* 石坂健彦** 半田真理子***

1. はじめに

ヒートアイランド現象の発生する都市内において、緑地は相対的に低温域を形成することが知られており、都市緑化の推進がヒートアイランドの軽減策として期待されているところである¹⁾。しかしながら、我が国の大都市では、すでに土地利用は過密状態にあり、公園整備などによる緑地の創出は、用地の確保において、物理的にも予算的にも困難な点が多いといえる。

一方、屋上や橋梁上、壁面などの無土壌地の緑化、いわゆる特殊緑化といわれる分野の技術開発が進展しており、従来、緑化が困難と考えられていた空間での緑地の創出が可能となってきた²⁾。用地の取得の困難な都市においては、緑化用地として、このような特殊空間が着目される場所であり、特に屋上緑化など建築物上での緑化は、植物による低温域の形成のほか、植栽基盤の形成が建物の断熱にも寄与し、冷房効率の向上の点からも、ヒートアイランドの抑制に寄与するものとして期待されるものである³⁾。

本稿では、このような位置付けを有する特殊空間緑化の中から、屋上緑化に着目し、今後の緑化推進の基礎的資料とすることを目的として、実際の都市において、緑被地の現存量と屋上緑化が可能な空間の総量の推定を行った結果について報告するものである。

2. 推定方法

2.1 対象都市と区域

各地方を代表する大都市として、札幌、仙台、横浜、名古屋、大阪、神戸、広島、高松、北九州、福岡、東京区部の11都市を選定し、都市計画において規定される市街化区域を推定の対象区域とした。

2.2 緑被地現存量の推定方法概要

緑被地現存量の推定は、空中写真を用いて行うこととし、判読が可能な、高木の樹冠により被覆される土地の面積(高木緑被量)を求め、緑被地

現存量に代えることとした。そして、市街化区域全域にわたる判読は労力の点から困難であるため、土地利用形態が類似すると考えられる用途地域毎に、複数の調査区を設定し、調査区の高木緑被判読量から単位面積あたりの高木緑被量(原単位)を算出し、各用途地域の面積を乗じることで、市街化区域全体の高木緑被量を算出することとした。

調査区の選定に際しては、市街化区域全域の空中写真による概査から、典型個所とされる地点を選定し、1ha(100m×100m)を標準とする調査区を、各用途地域あたり3ヶ所(東京都区部については各5ヶ所)設定した。使用した空中写真は、1976~1990年の国土地理院撮影カラー空中写真である。また、都心部と周辺部、平野部と台地・丘陵部などの差異の平準化が図れるように、調査区の配置に配慮した。なお、都市公園には緑被が集中的に存在するため調査区に含めず、別に都市公園の原単位を設定し、用途地域の推定量に加えることとした。

表-1に調査対象都市の用途地域別面積と都市公園面積を示す。

2.3 屋上緑化可能地の推定方法概要

緑化可能性の高い建築物は、躯体構造が木造などに比べて堅固なコンクリート造や重量鉄骨造と考えられる。また、屋根構造については、瓦・スレート・金属葺などの軽荷重屋根より、コンクリートやALC(コンクリート床板)などの中・重荷重屋根の方が適しており、屋根傾斜は2/10程度までは緑化が容易と考えられる。

ここでは、このような条件を備えた建築物の屋根を「陸屋根等」と呼び、緑被の推定と同じ調査区、空中写真により、判読可能な10m×10m以上の屋根を抽出し、緑被の場合と同様に原単位を設定して、市街化区域での総量を推定することとした。なお写真判読では同時に棟数についても計数した。

また、より簡易な推定方法として、東京区部を除く10都市について、固定資産資料等の既存の行政資料を用いた推定を試行し、その妥当性について検討を加えた。

An Estimate of Total Area of Rooftops that are available for Planting Site in Major Cities of Japan

表-1 調査対象都市の用途地域および都市公園面積 (1990) (単位: ha)

都市名	第1種 住居専 用地域	第2種 住居専 用地域	住居 地域	近隣商 業地域	商業 地域	準工業 地域	工業 地域	工業専 用地域	都市公 園面積
札幌	8,611	5,235	5,157	1,292	774	2,445	344	246	1,246
仙台	5,112	2,044	5,527	938	892	810	340	1,441	631
横浜	13,815	4,338	6,235	1,372	1,825	1,386	1,738	1,827	977
名古屋	5,843	2,365	10,438	2,425	2,351	3,436	2,635	642	1,135
大阪	0	2,488	6,808	418	3,244	4,349	996	2,147	771
神戸	7,388	4,054	3,681	643	631	2,116	653	1,104	1,958
広島	2,963	1,986	5,658	756	591	1,238	557	296	573
高松	747	1,094	1,311	308	220	752	143	158	190
北九州	3,192	3,266	5,176	765	1,137	1,366	447	3,645	851
福岡	3,951	2,351	4,690	303	1,351	1,670	584	41	867
東京区部	11,895	12,025	10,352	4,001	6,228	9,861	1,303	1,163	2,753

3.1 高木緑被面積推定

各都市、各用途地域における調査区の高木緑被量判読結果を平均し、1haあたりの値に換算して原単位としたものが表-2である。この原単位に表-1の面積を乗じて合算し、市街化区域の総量を算出したものが表-3である。なお、都市公園の高木緑被量は、建設省が実施した1995年度末の全国調査資料から、市街化区域に位置することが多い住区基幹公園と都市基幹公園の樹林面積率の値を平均し、一律に公園面積の30%とした。

表-2 調査区高木緑被面積の1haあたり換算値 (単位: m²/ha)

都市名	第1種 住居専 用地域	第2種 住居専 用地域	住居 地域	近隣商 業地域	商業 地域	準工業 地域	工業 地域	工業専 用地域	平均
札幌	1,193	465	743	301	188	307	518	194	489
仙台	608	2,185	531	304	513	266	207	136	594
横浜	1,005	1,114	704	455	189	275	204	136	510
名古屋	1,283	1,336	1,076	390	417	426	258	759	743
大阪	—	667	107	69	124	158	188	92	201
神戸	1,190	795	1,509	197	117	194	137	147	536
広島	1,309	1,714	752	485	492	450	620	585	801
高松	1,014	1,050	995	529	473	865	537	548	751
北九州	1,244	1,102	549	617	119	655	342	140	596
福岡	1,401	1,119	1,331	260	343	365	624	177	703
東京区部	640	708	256	298	306	106	236	382	367

3.2 空中写真からの屋上緑化可能面積 (陸屋根等面積) 推定

緑被の場合と同様に原単位を算出したものが表-4である。また、同様に表-1の値を用いて市街化区域総量を推定したものが表-5である。ただし、一般に屋上には設備機器等が置かれ緑化不可能な部分があるため、並木⁴⁾の研究結果から、緑化可能な部分を屋上面積の86%とし、さらに都市公園の場合と同様にその30%が高木により被覆されると仮定して、すべての陸屋根等が緑化された場合の高木緑被面積を算出した。算出結果を現存緑地量 (高木緑被量推定値) と合わせ表-6に示す。

屋上緑化による緑被の増加可能性は、11都市において6~36%、平均13%となり、大阪(36%)、東京区部(35%)などの巨大都市でその貢献度合いが大きいという推定結果を得た。

3.3 既存行政資料からの屋上緑化可能面積 (非木造建築物屋根面積) 推定

推定に用いる行政資料は、都市計画関係の調査資料のほか、公表される固定資産概要調書である。

都市計画関係の調査により建ぺい率が明らかに

表-3 高木緑被面積推定値 (単位: ha)

都市名	第1種 住居専 用地域	第2種 住居専 用地域	住居 地域	近隣商 業地域	商業 地域	準工業 地域	工業 地域	工業専 用地域	小計	都市 公園	A 合計
札幌	1,027	243	383	39	15	75	18	5	1,805	374	2,179
仙台	311	447	293	29	46	22	7	20	1,173	189	1,363
横浜	1,388	483	439	62	34	38	35	25	2,506	293	2,799
名古屋	750	316	1,123	95	98	146	68	49	2,644	341	2,985
大阪	—	166	73	3	40	69	19	20	389	231	620
神戸	879	322	555	13	7	41	9	16	1,843	587	2,431
広島	388	340	425	37	29	56	35	17	1,327	172	1,499
高松	76	115	130	16	10	65	8	9	429	57	486
北九州	397	360	284	47	14	89	15	51	1,258	255	1,513
福岡	554	263	624	8	46	61	36	1	1,593	260	1,853
東京区部	761	851	265	119	191	105	31	44	2,367	826	3,193

されている場合、市街化区域面積に建ぺい率を乗じることにより、市街化区域の総屋根面積の近似値が求められる。一方、固定資産概要調書には、市全域の建築物の木造、非木造別の延床面積と棟数が記載されており、ここでは、非木造建築物が、上記の陸屋根等に相当するものと考え、固定資産資料を用いて市街化区域の総屋根面積を木造と非木造に按分することを試みた。

まず、市全域の値である固定資産資料の各値をDID人口(市街化区域人口とほぼ同等)の比率を用いて、市街化区域の値に換算したものを表-7に、また、市街化区域総屋根面積の算出結果を表-8左欄に示す。ただし、建ぺい率の調査資料は東京区部(1990年、30%)と札幌(1989年、20%)しか得られなかったため、大阪については東京区部の値、

他の都市については札幌の値を代用した。

次に、木造建築物の階数を設定し、延床面積を階数で除することにより木造屋根面積を求め、市街化区域屋根面積から減じたものを非木造屋根面積とした。木造建築物の階数は任意に設定したが、設定の条件は、木造建築物の階数は1以上となること、また、非木造建築物の総屋根面積から逆算して得られる非木造建築物階数は木造階数を上回ることを条件に1.1~1.6の範囲で試行を繰り返し、最も条件に当てはまる値として1.2を採用した。しかし、この場合でも北九州の非木造階数が木造階数を下回る状態が現れている(表-8中欄、右欄)。

このようにして得られた推定値と空中写真により得られた推定値を比較したものが表-9である。両方法により得られた値には、総面積、棟数、1棟あたり規模いずれにも大きな乖離があり、総面積では行政資料による推定値が大きな値(1.5~4.4倍、平均2.4倍)を示した。今回用いた行政資料による簡易推定の方法は、計算過程において、階数の矛盾等が生じたことから、妥当性が低いと言わざるを得ない。

その原因としては、建ぺい率の調査値が得られなかったこと、固定資産資料には、課税標準額(20万円)以下の建築物が含まれないこと、また、非木造建築物には緑化が困難な急傾斜の屋根の建築物が含まれることから、非木造と陸屋根等には差異があることがあげられる。なお、今回の比較資料をもとに行政資料の推定値に補正を加えることも考えられるが、空中写真を用いた方法についても調査区の選定による誤差が含まれることから、補正の有効性は低いと考えられる。

4. おわりに

1990年時点の都市計画資料と航空写真からの推定では、対象11都市の市街化区域において、高木緑被地が1haあたり201~801m²(平均571m²)、

表-4 調査区陸屋根等面積の1haあたり換算値 (単位: m²/ha)

都市名	第1種 住居専 用地域	第2種 住居専 用地域	住居 地域	近隣商 業地域	商業 地域	準工業 地域	工業 地域	工業専 用地域	平均
札幌	43	136	100	365	3,498	963	44	51	650
仙台	51	0	308	472	887	210	0	0	241
横浜	245	257	432	855	1,504	255	761	401	589
名古屋	84	355	147	480	1,029	274	980	689	505
大阪	—	203	91	855	883	682	1,213	84	573
神戸	65	496	168	357	1,965	430	1,535	736	719
広島	45	280	293	641	1,069	900	1,158	729	639
高松	189	39	98	630	1,145	36	1,004	399	443
北九州	42	207	240	503	1,378	288	438	347	430
福岡	104	44	34	1,531	1,895	462	773	376	652
東京区部	128	434	560	800	2,645	958	670	390	823

表-5 陸屋根等面積推定値 (単位: ha)

都市名	第1種 住居専 用地域	第2種 住居専 用地域	住居 地域	近隣商 業地域	商業 地域	準工業 地域	工業 地域	工業専 用地域	B 合計
札幌	37	71	52	47	271	235	2	1	716
仙台	26	0	170	44	79	17	0	0	337
横浜	338	111	269	117	274	35	132	73	1,352
名古屋	49	84	153	116	242	94	258	44	1,041
大阪	—	51	62	36	286	297	121	18	870
神戸	48	201	62	23	124	91	100	81	730
広島	13	56	166	48	63	111	65	22	544
高松	14	4	13	19	25	3	14	6	99
北九州	13	68	124	38	157	39	20	126	586
福岡	41	10	16	46	256	77	45	2	494
東京区部	152	522	580	320	1,647	945	87	45	4,299

表-6 屋上緑化による高木緑被の増加率

都市名	A 高木緑 被面積 推定値 (ha)	B 陸屋根 等面積 推定値 (ha)	C 緑化可 能面積 (ha) B×0.86	D 緑被 面積 (ha) C×0.3	屋上緑化に よる緑被の 増加率 D/A
札幌	2,179	716	616	185	0.08
仙台	1,363	337	290	87	0.06
横浜	2,799	1,352	1,163	349	0.12
名古屋	2,985	1,041	896	269	0.09
大阪	620	870	748	224	0.36
神戸	2,431	730	628	188	0.08
広島	1,499	544	468	140	0.09
高松	486	99	85	26	0.05
北九州	1,513	586	504	151	0.10
福岡	1,853	494	425	127	0.07
東京区部	3,193	4,299	3,697	1,109	0.35

屋上緑化可能な屋根が1haあたり241~823m²(平均569m²)存在した。また、すべての屋上緑化可能な屋根に公園同等の緑化が施されると仮定すると、6~36%(平均13%)高木緑被地が増加するとされた。この結果は、緑被地の増加施策としての屋上緑化の貢献可能性を示すものと考えている。

また、緑被地あるいは屋上緑化による温度低減量については、多くの研究が実施されているため、ここで行ったような施策としての実施可能量の検討結果と合わせシミュレーションすることにより、ヒートアイランドの低減施策としての屋上緑化の有効性の評価が可能となると考えている。

なお、本稿で報告した内容は、建設省土木研究

表-7 市域値(固定資産資料)から市街化区域値への変換(1991)

都市名	市域(固定資産資料より)				DID 地区 人口率	市街化区域(市域×DID人口率)			
	木造 延床 (ha)	非木造 延床 (ha)	木造 棟数 (万棟)	非木造 棟数 (万棟)		a 木造 延床 (ha)	b 非木造 延床 (ha)	c 木造 棟数 (万棟)	d 非木造 棟数 (万棟)
札幌	4,676	3,642	32.9	8.0	0.94	4,395	3,423	30.9	7.5
仙台	2,700	2,553	37.9	8.0	0.84	2,268	2,145	31.8	6.7
横浜	5,628	6,412	56.0	16.5	0.96	5,403	6,156	53.8	15.8
名古屋	4,590	6,504	53.0	19.8	0.97	4,452	6,309	51.4	19.2
大阪	4,490	9,136	69.4	38.7	1.00	4,490	9,136	69.4	38.7
神戸	2,460	3,771	28.2	21.4	0.92	2,263	3,469	25.9	19.7
広島	2,589	2,642	30.1	8.6	0.87	2,252	2,299	26.2	7.5
高松	894	913	12.2	4.0	0.68	608	621	8.3	2.7
北九州	2,132	2,640	25.0	9.6	0.89	1,897	2,350	22.3	8.5
福岡	2,440	3,272	25.8	7.8	0.94	2,294	3,076	24.3	7.3

表-8 階数の想定による1棟あたり屋根面積の算定

都市名	市街化区域屋根面積			木造屋根面積				非木造屋根面積			
	E 市街化 区域面 積 (ha)	F 建べ い率	G 市街化 区域屋 根面積 (ha) E×F	a 木造 延床 (ha)	H 想定 階数	I 総屋根 面積 (ha)	1棟あ たり屋 根面積 (m ²)	b 非木 造延 床 (ha)	J 計算 階数 b/K	K 総屋根 面積 (ha) G-I	L 1棟あ たり屋 根面積 (m ²) K/d
札幌	24,104	0.20	4,821	4,395	1.2	3,663	118	3,423	3.0	1,158	154
仙台	17,104	0.20	3,421	2,268	1.2	1,890	59	2,145	1.4	1,531	228
横浜	32,536	0.20	6,507	5,403	1.2	4,502	84	6,156	3.1	2,005	127
名古屋	30,135	0.20	6,027	4,452	1.2	3,710	72	6,309	2.7	2,317	121
大阪	20,450	0.30	6,135	4,490	1.2	3,742	54	9,136	3.8	2,393	62
神戸	20,270	0.20	4,054	2,263	1.2	1,886	73	3,469	1.6	2,168	110
広島	14,045	0.20	2,809	2,252	1.2	1,877	72	2,299	2.5	932	125
高松	4,733	0.20	947	608	1.2	507	61	621	1.4	440	162
北九州	18,994	0.20	3,799	1,897	1.2	1,581	71	2,350	1.1	2,218	260
福岡	14,941	0.20	2,988	2,294	1.2	1,911	79	3,076	2.9	1,077	147

表-9 両推定方法の比較

都市名	調査区からの推定値			行政資料からの推定値			両推定 値の比 K/B
	B 陸屋根 等面積 (ha)	M 陸屋根 等棟数 (万棟)	1棟あ たり屋 根面積 (m ²) B/M	K 非木造屋 根面積 (ha)	d 非木造 棟数 (万棟)	1棟あ たり屋 根面積 (m ²) K/d	
札幌	716	2.6	313	1,158	7.5	154	1.6
仙台	337	2.1	213	1,531	6.7	228	4.5
横浜	1,352	4.5	374	2,005	15.8	127	1.5
名古屋	1,041	7.6	147	2,317	19.2	121	2.2
大阪	870	5.1	315	2,393	38.7	62	2.8
神戸	730	3.7	273	2,168	19.7	110	3.0
広島	544	3.4	133	932	7.5	125	1.7
高松	99	0.9	112	440	2.7	162	4.4
北九州	586	3.4	154	2,218	8.5	260	3.8
福岡	494	3.5	181	1,077	7.3	147	2.2

所と(財)都市緑化技術開発機構が平成3年度から平成5年度までの3年間に実施した官民連帯共同研究「緑化空間創出のための基盤技術の開発」の一環として実施したものである。共同研究の全容と緑化可能量の推定結果については、その一部を共同研究報告等^{2),5)}により発表しているが、今般、当誌「土木技術資料」においてヒートアイランド関連の特集が組まれるにあたり、推定方法に修整を加え、再計算して報告した。

参考文献

- 1) 半田真理子：都市の熱環境に及ぼす緑地の効果に関する研究，土木研究所資料，第3578号，1998。
- 2) 建設省：官民連帯共同研究緑化空間創出のための基盤技術の開発報告書

(第一分冊) 概要，(第二分冊) 特殊空間緑化技術マニュアル(案)，(第三分冊) 資料編，1995。

- 3) 野島義輝：都市における植生からの蒸散による夏の温熱環境改善力に関する研究，京都大学提出学位論文，1998。
- 4) 並木裕：人口地盤緑化による波及効果、緑の読本，シリーズ25第28巻16号，pp.20-30，公害対策技術同友会，1992。
- 5) 半田真理子、石坂健彦：特殊緑地技術による緑の創造について，公園緑地，55-2，pp.118-121，日本公園緑地協会，1994。

藤原宣夫*



建設省土木研究所環境部
緑化生態研究室長
Nobuo FUJIWARA

石坂健彦**



同 緑化生態研究室主任研究員
Takehiko ISHIZAKA

半田真理子***



(財)公園緑地管理財団調査部長
(前 建設省土木研究所環境部長)
Mariko HANDA