

# 航空写真を活用した建築形態及び地域別の屋上緑化の潜在性に関する研究

Potentiality of Roof Greenery Analyzed from Aerial Photograph and GIS Digital Data of Architectural Space and the Form in Urban Area

平野加保里\* 朝廣 和夫\*\* 重松 敏則\*\* 上原 三知\*

Kahori HIRANO Kazuo ASAIRO Toshinori SHIGEMATSU Misato UEHARA

**Abstract :** In order to clarify the potentiality of roof greenery reevaluating from such construction forms as the higher multistoried ferroconcrete building and the lower residential house in urban area, the research was conducted by analyzing from aerial photographs and GIS data, in Fukuoka City, Kyushu. As the study areas, from 3 different type zones such as the central business and office zone, residential housing zone and the mixed zone, each 2 sample areas were selected at totally 6. Since the weight capacity is controlled by the law, the potentiality of roof greenery was revalued according to each construction type, and suitable greenery way within using grand-cover plants or shrubs were adopted them. The results are as follows: It was become apparent that every 3 type areas showed the similar potentiality of roof greenery around 30% of each total ground area. Furthermore, in case of the central business and office zone, since there were many multistoried ferroconcrete buildings, 44.1% of the roof greenery potentiality showed a possibility of using shrubs. Even in the zones and the residential housing zones, roofs of school and shopping buildings were considered to be able to allow using shrubs.

**Keywords:** Roof Greenery, Heat Island Phenomenon, Urban Revegetation, Ecological Network, Artificial Foundation

**キーワード:** 屋上緑化, ヒートアイランド現象, 都市緑化, エコロジカルネットワーク, 人工地盤

## 1. 研究背景及び研究目的

都市域では都市施設や建築物の建て込みにより、アスファルトやコンクリート面といった人工被覆面が増加する一方で、緑地や水面といった自然被覆面が減少している。近年、これを原因とする人工排熱量の増加、都市域での高温化現象は、一般の人々に広く認知されている。これらの対策には、都市内の各所にまとまりを持った十分な公園緑地を整備し、自然被覆面を回復することが、改善に寄与すると知られている。しかし、密集した都市内でこのような改善施策は困難であるため、屋上緑化が注目されている。屋上緑化は蒸散や被覆、被陰等による熱の緩和だけでなく、多面的効果<sup>1)</sup>が認められている。福岡市では、市街化区域内の500㎡以上の敷地面積に対する20%以上の緑化に関わる民間建築物の屋上緑化施設整備を行った場合、事業費20,000円/㎡を上限として、その1/2を助成し、最高で100万円まで助成するという独自の制度を平成14年に開始した。しかし、制度の利用実績は、初年度が5件、平成15年度が7件と、利用件数は増えているものの、今後、低層住宅等も含めた屋上緑化の導入が線・面として進まなければ、世界的な急務課題であるCO<sub>2</sub>排出削減や生物多様性国家戦略の一環としての環境共生都市の構築に対して、相応の効果は得られないと思われる。屋上緑化に関わる先行研究では、施工方法、熱緩和効果を検証した実験が、多く発表されており、軽量かつ薄層の緑化資材の開発により、一般の低層住宅屋根の緑化も可能となっている。しかしながら、建築形態に応じた屋上緑化が普及した場合、地域として、どの程度の緑化面積を担保できるのかという、緑化量の潜在力に関する研究は少ない。

本研究は、地域特性別に既存建築物の屋上緑化可能面積を求積し、建築用途に着目した場合の緑化可能性を地域別に考察する。さらに、付設可能な屋上緑化タイプを設定し、建築形態及び地域

特性毎に屋上緑化の潜在性を検証することによって都市全域の潜在量や得られる効果の推計に資することを目的とする。

## 2. 研究方法

### (1) 対象地の選定

本研究の対象地は、福岡市都心部の商業・業務地、および私鉄沿線の住宅地とし、平成15年撮影のカラー密着航空写真<sup>2)</sup>の実体視鏡<sup>3)</sup>を用いた目視判読により、中・高層建築物の多い商業地域、中・低層の建築物が混在する混在地域、低層の住居地域と、特異性の顕著な3つの区分から2箇所ずつ、合計6地域を選定した(図-1)。

ここで選定した対象地の地域特性を見るために、各対象地区内の屋上面積に対して建築用途別にみると、どのくらいの面積を占めているのかを図-2、表-1に示す。商業地域Aは、敷地内

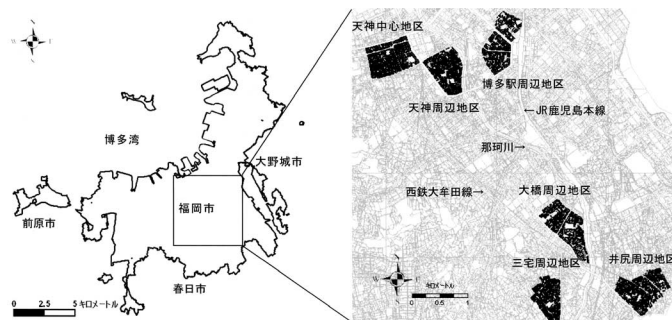


図-1 研究対象地

\*九州芸術工科大学大学院芸術工学研究科 \*\*九州大学大学院芸術工学研究院

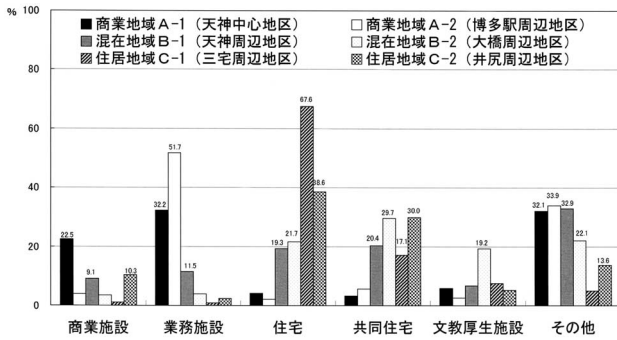


図-2 屋上総面積に対する屋上面積の割合 (建築用途別)  
表-1 対象地の概要

	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
敷地総面積 (ha)	45.5	45.7	38.3	46.1	29.9	47.4
屋上面積 (ha)	22.6	16.7	16.4	13.0	9.3	13.8

に商業施設もしくは業務施設のいずれかの総面積が全体の20%以上存在する天神中心地区、博多駅周辺地区である。住居地域Cは、住宅の総面積が屋上面積の30%以上存在する三宅周辺地区、井尻周辺地区である。そして混在地域Bは、上記のいずれの特徴も有さない中間的な割合を示す天神周辺地区、大橋周辺地区である。

## (2) 解析方法

本研究の内容は、①屋上緑化可能面積の解析と②屋上積載荷重を踏まえた緑化タイプ別の解析の2構成で行った。①の屋上緑化可能面積の求積は、まず、航空写真の目視判断から読み取ることができる屋上付帯物(機械室、クーリングタワーなど)を福岡市の建物GISデータ<sup>4)</sup>に図化し、それらを除いた屋上緑化可能面積を算出する。この解析データを用い、屋上面積・敷地総面積それぞれに対する屋上緑化可能面積の割合を示したグラフを作成し、地域毎の建築用途・規模の違いに着目し、比較考察を行う。

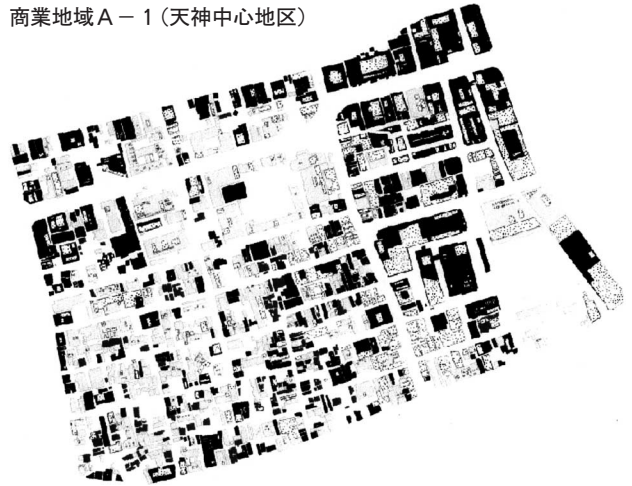
さらに②屋上積載荷重を踏まえた緑化タイプ別の検討は、次のような方法を用いた。まず、屋上緑化施工の基盤となる土壌・植物・排水層の個々の屋上積載荷重を文献により引用し、植栽基盤の指針荷重を検討する。そして建築基準法によって定められている許容積載荷重を考慮し、屋上緑化タイプを決定する。この基礎資料と①によって明らかになった結果を用い、屋上緑化可能面積における付設緑化タイプの割合をグラフ化し、地域毎の屋上緑化の潜在性について考察する。

## 3. 屋上緑化可能面積からみる潜在性について

屋上緑化可能箇所を建築用途別に示した平面図を図-3に、また、屋上面積の規模別に屋上緑化可能面積割合を示したグラフを図-4に示す。なお、紙面の関係から、図-3は、6つの対象地区のうち3地区のみを掲載した。屋上緑化可能箇所は、屋上付帯物を除いた部分であるが、屋上付帯物は一般に、陸屋根型の中・高層物に設置される。本結果では、商業地域Aの商業・業務施設に特に集中しており、図-4に示す屋上面積規模では501㎡以上の建築物において、28.9~31.1%の屋上付帯物が設置され、この規模の建築物の屋上緑化可能面積の割合は約7割程度である。

一方、住居地域Cに最も多くみられる低層住宅には、屋上付帯物がほとんどないため、図-4に示す三宅・井尻周辺地区の100㎡以下の建築物では、97.9~99.6%の屋上緑化可能面積率が得られた。なお、商業住居混在地域においては、両者の特徴が中間的に現れていると思われる。次に、対象地域ごとの総面積に対する屋上緑化可能面積の占める割合について図-5に示した。これを見ると対象地に対し、25.9~37.6%、約3割前後の緑化面積

商業地域 A-1 (天神中心地区)



商業・住居混在地域 B-1 (天神周辺地区)



住居地域 C-1 (三宅周辺地区)



### 屋上緑化可能箇所

- 商業・業務施設
- 住宅
- その他

### 屋上緑化不可能箇所

- 屋上付帯物

0 50 100 200メートル



図-3 対象地区毎の屋上緑化可能箇所 (建築用途別に分類)



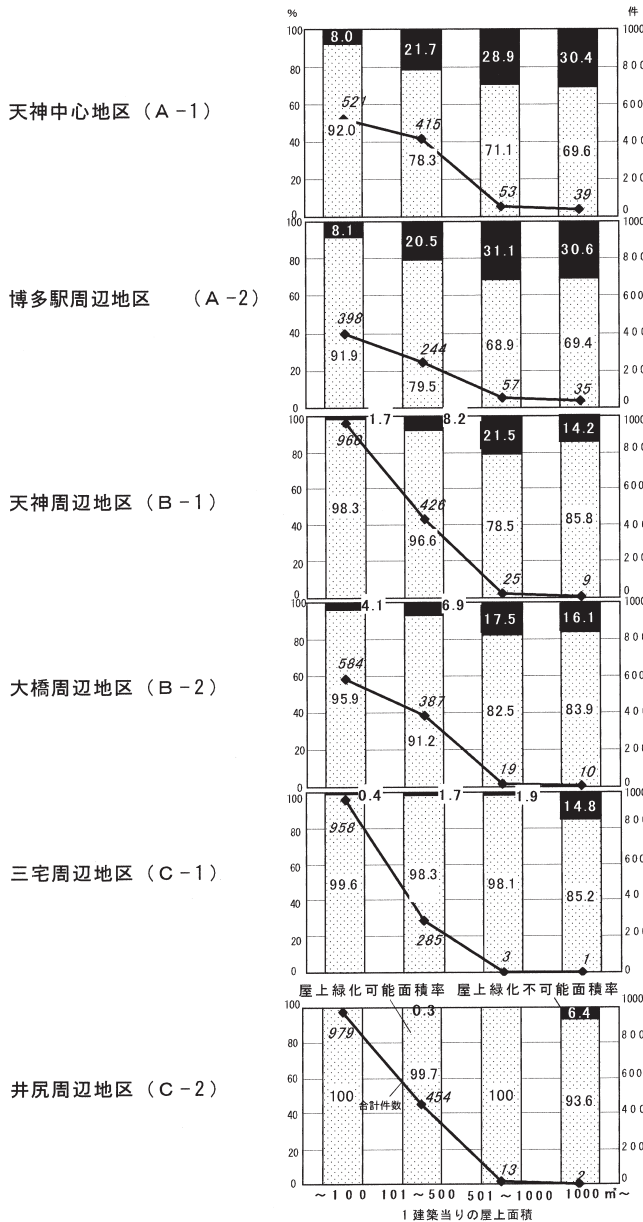


図-4 屋上面積に対する屋上緑化可能面積の割合

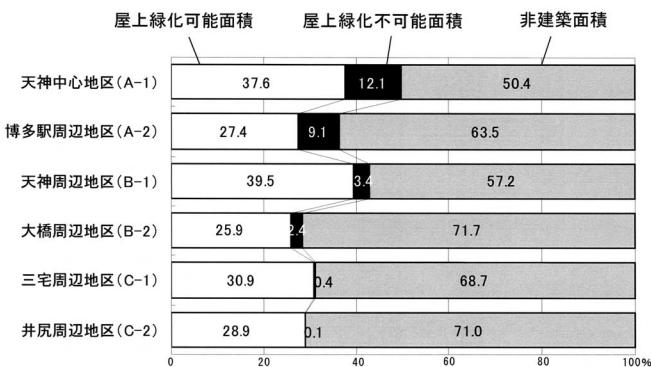


図-5 対象地区総面積に対する屋上緑化可能面積の割合

が確保できることが明らかとなった。個別にみると、商業施設を多く有する A-1, B-1 は、それぞれ 37.6, 39.5% と特に高い値が得られている。

#### 4. 屋上積載荷重を踏まえた緑化の潜在性について

##### (1) 屋上緑化タイプの設定

ここでは、前述の解析によって得られた地域特性及び建築用途別の屋上緑化可能面積のデータを用い、それぞれの建築に植栽可能な屋上緑化タイプを設定し、その潜在力を明らかにする。

まず屋上緑化施工の際、重量の多く占める植物、土壌、排水層の積載荷重を検討する。屋上緑化に利用する植物の荷重について、地被植物は  $1 \text{ kg/m}^2$ 、また、樹木については  $0.1 \text{ 本/m}^2$  の密度での植栽を試算すると、低木は  $10 \text{ kg/m}^2$ 、中木は  $200 \text{ kg/m}^2$  とされている<sup>5)</sup>。

一方これらを植栽する土壌、排水層の厚さ及び荷重については、現在、屋上緑化の施工方法として自然土壌工法、混合土壌工法、人工軽量土壌工法などがある。本論では、排水パイプ、排水パネルを用いることにより、屋上への負担が最も小さい人工軽量土壌工法を用いることとした。地被植物が生育していくための最低土厚、排水パネルの厚さは、それぞれ  $10 \text{ cm}$ 、 $2.6 \text{ cm}$  であり、それらの荷重は  $65 \text{ kg/m}^2$  である。同様に低木は  $20 \text{ cm}$ <sup>6)</sup>、 $2.6 \text{ cm}$  の厚さでその荷重は  $125 \text{ kg/m}^2$ 、中木は  $25 \text{ cm}$ <sup>6)</sup>、 $2.6 \text{ cm}$  の厚さが必要であり、その荷重は  $155 \text{ kg/m}^2$  となる。以上より、それぞれの緑化の総重量は、地被植物が  $66 \text{ kg/m}^2$ 、低木類が  $135 \text{ kg/m}^2$ 、中木類が  $355 \text{ kg/m}^2$  と設定した (表-2)。なお低木類、中木類ともに土壌厚が成長の制約条件となるため風倒や荷重の点からも大きな問題は無いと考えられる。

##### (2) 許容積載荷重について

屋上の積載荷重は、建築基準法施工令で許容積載荷重が定められている。学校や百貨店など人の出入りを想定した建物の場合には  $130 \text{ kg/m}^2$ 、住宅、事務所ビルなどは  $60 \text{ kg/m}^2$  と規定されている<sup>7)</sup>。この許容積載荷重は最低限の規定のため、実際は、相当の余裕を持って建築されている。本研究では、積載可能な緑化タイプとして、許容積載荷重  $60 \text{ kg/m}^2$  の建物には、地被植物の荷重  $65 \text{ kg/m}^2$  を、 $130 \text{ kg/m}^2$  の建物には低木の荷重  $135 \text{ kg/m}^2$  の積載が可能であると仮定して、算定することにした。建築物における屋上許容積載荷重の値は、個々に構造や既存屋上付帯物を検証しなければ分からないため、今回は重量がいっそう重くなる中木類を用いた緑化は適用しないこととした。

##### (3) 結果・考察

個々の建物の屋上緑化可能面積を積載可能な緑化タイプで全面緑化することとし、各対象地区の屋上緑化可能面積における付設緑化タイプの割合を図-6 に示した。低木類が  $44.1\%$  植栽可能な A-1 は、図-2 より商業施設の占める割合が最も大きい。商業施設は、屋上に対して人の出入りを想定し、他の建築用途よりも大きい耐荷重を設定しており、そのため緑積率の高い低木類を用いた緑化が期待できる。低木類が  $36.6\%$  植栽可能な B-2 は、

表-2 植栽基盤の指針荷重

	植物材料			人工軽量土壌工法			
	高さ	植生	重量	軽量土厚	排水マット厚	荷重	総重量
地被植物	15cm程度	芝 (ノシバ)	$1 \text{ kg/m}^2$	10cm	2.6cm	$65 \text{ kg/m}^2$	$66 \text{ kg/m}^2$
		リュウノヒゲ					
		シバザクラ					
低木類	150cm程度	サツキ	植栽時: $1.25 \text{ kg/m}^2$ 成木時: $10 \text{ kg/m}^2$	20cm	2.6cm	$125 \text{ kg/m}^2$	$135 \text{ kg/m}^2$
		ツバキ					
		もみじ					
中木類	200cm程度	オリーブ	植栽時: $25 \text{ kg/m}^2$ 成木時: $200 \text{ kg/m}^2$	25cm	2.6cm	$155 \text{ kg/m}^2$	$355 \text{ kg/m}^2$
		キンモクセイ					

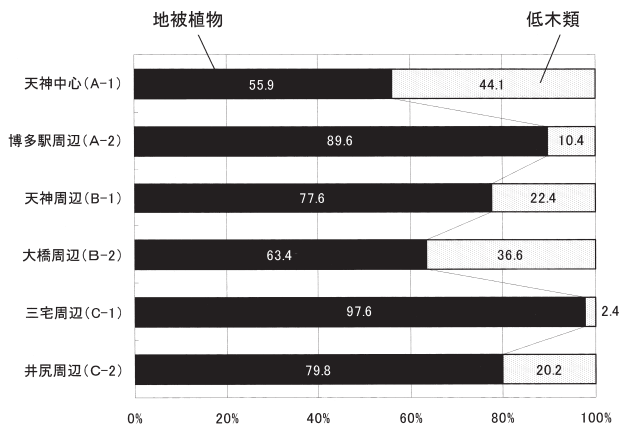


図-6 屋上緑化可能面積における付設緑化タイプの割合

図-2より文教厚生施設の割合が多い。これは文教厚生施設つまり学校の屋上に対しても他の建築用途より大きな耐荷重を設定しているからである。その他の対象地についても商業施設と学校の屋上面積が、低木類の緑化率に影響しており、B-1が22.4%、C-2が20.2%、A-2が10.4%と続き、図-2より住宅が最も多かったC-1は地被植物の緑化率が97.6%であった。

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、既存建築物を対象に潜在的な屋上緑化可能面積を算出するために、用途種別や場所の異なる6つの事例について、建物の質に応じた付設可能な屋上緑化量について検討した。対象地域内で中心商業地域として選定した2地区では、少数ながら1,000㎡を超える中・高層の商業施設や業務施設が点在している。これらの屋上は付帯物の面積を差し引いても、1棟当たりで相当な緑化可能面積が得られる。一方、戸建住宅の屋根は、個々の屋上面積は小さいが、図-4に示すように対象地区内に占める割合が多い。また1建物当たりの屋上面積や件数は、地区毎に異なっているが、地区内での屋上緑化可能面積の総量を算定すると、各地域とも3割程度確保できることが明らかになった。

また、算出した屋上緑化可能面積及び個々の建物の許容積載荷重から、付設可能な緑化タイプを検討した結果、地被植物のみの緑化の場合、積載荷重はほとんど考慮しなくてもよい。低層住宅のようにたとえ個々の屋上緑化可能面積が小さくても、総量としては大きくなるため、都市における重要な緑の資源となることが明らかになった。一方、既存建築物の屋上で低木類を用いた緑化を施工する事ができるのは商業施設や学校が対象となる。そのため商業施設はもちろん、学校の多い混在地域でも低木を用いた緑化が部分的に可能である。しかし学校や個人住宅も含め、今

後屋上緑化を普及していくには、法制度の整備による義務化や支援体制の確立が必要である。

一方、屋上緑化導入の際に最も留意すべき点は耐荷重の問題である。個々の建物によって、許容積載荷重は異なっているが、本研究で検討した屋上緑化の可能性を示した数値と、現在も研究が進んでいる土壌軽量化の施工技術を重ねて考慮することで、将来的には、既存建築物においても地被植物による全面緑化はもとより低木や中木類もバランスよく組み合わせることにより、積載荷重をコントロールし、目的に応じた屋上緑化が可能になることが期待される。また分類した対象地域毎に付設可能な緑化タイプは一律していなかった。屋上緑化の潜在性をより精度よく行うためには、建築用途に加え、地域制度として確立している用途地域別に、また建築構造別、階層別など地域特性の異なるあらゆる要素から、対象地を絞り込み、解析を行う事が望まれる。

#### 補注・引用文献

- 1) 断熱効果、冷暖房の省エネ効果、建築物の保護・劣化防止、都市型洪水の防水、防火・防災効果、騒音防止効果、大気汚染物の吸収効果、自然生態系の復活、癒しの効果など  
屋上緑化推進協会ホームページ  
<<http://roof-garden.org/igi-kouka2.html>>, 2003.10更新, 2004.1.7参照
- 2) 九州地理情報株式会社による撮影 (H15福岡市空中写真撮影/1:10,000)
- 3) 本研究には3倍を使用
- 4) H10 土地建物現況調査 (図画ごとに179画別に整理) シェイプファイルを使用
- 5) 植物荷重 (特に中・低木) に関しては、将来の成長分 (10年で樹木が2倍になることを想定し、さらに余裕をもたせている) を加味したものである。  
亀山章・三沢彰・近藤三雄・興水肇 (1989): 最先端の緑化技術: ソフトサイエンス社, 62pp
- 6) 植物荷重同様、土壌厚に関しても将来の植物の成長分に対応させた数値である。
- 7) 国土交通省住宅局建築指導課・建築技術研究会編 (2002): 基本建築基準法関係法令集: 建築資料研究社, 326pp
- 8) 橋大介・薬師寺圭他 (2001): シミズ建物緑化システムによる人工地盤緑化の設計・施工について: 清水建設研究報告書 73, 85-94
- 9) 坪松学・深沢竹彦 (2002): 航空機撮像データによる屋上緑化可能面積の評価に関する研究: 第16回環境情報科学論文集, 399-404
- 10) 屋上緑化研究会 (1995): 屋上利用ガイドブック: 創樹社, 157pp