

IV—6 都市空間の開放性に関する基礎的研究 (その2)

北見工業大学 正員 ○中岡良司
北見工業大学 正員 森 弘

1. はじめに

都市空間の開放性とは、オープンスペース(=非建ぺい空間)の立体的表現にほかならない。オープンスペースは、その利用効果に価値を認める段階から、次第にその存在効果に価値を認める段階へと評価が変わろうとしている。すなわち、緑地に関してはレクリエーション等の利用ばかりでなく防災、スプロール防止など都市空間の制御といった非建ぺい空間そのものの機能的効果が認められてきており、又、日照に関しては日射の直接効果とともに戸外における一定程度の非建ぺい空間の存在が、通風、騒音防止、プライバシー保護、開放感など居住に関する総合指標としての役割を担っているという認識につながってきている。このように、オープンスペースは本来的に空間そのものとして考えられるべき性質のものであるのに対し、今日まで、多くの都市計画においてその平面的側面である「土地」を単位としてのみ利用するにとどまっている。

本研究は、都市を空間的側面から把握し、より開かれた空間構成をめざすなかで都市環境のアメニティを向上させることを目的としているが、基礎的段階での課題はオープンスペースの空間的評定尺度を確立することにある。その代表的指標としての天空比は、天空の広がり性を示し開放感(=圧迫感)に対応する物理量として主に建築工学の分野で利用されているが、その多くが魚眼写真を用いた算出法に拠っていることから、指標としての性質が明らかにされぬまま現在に至っている。本論文は、前出(その1)に引き続き、天空比の性質を種々の側面から検討するとともに、新たに開発した魚眼解析手法による天空比の算出を報告する。

2. 開放性指標としての天空比

天空比とは、当該地点から見える空がその地点に張る立体角の、全天空の立体角2 π (ステラジアン)に対する比を百分率で表わしたものである。したがって、当該地点から見える空の多少を示す指標であり天空量ともよばれる。立面形態の障害物がある地点に張る立体角は、球面幾何学の応用によって数式化が可能であり(詳細については(その1)参照)、計算機を用いた天空比の算出への道を展いた。以下、幾何学的算出法によって得られた建物と天空比の2, 3の関係について述べてゆく。

(1) 建物周辺の天空比の分布

建物をその周囲から眺めた場合、建物はたかだか1面ないし2面の立面によって構成されているので、各立面に幾何学的算出法を適用することで天空比が求められる。図-1は、ある建物モデル(40 $\times$ 20 $\times$ 20 $^{\circ}$)周辺の等天空比線を示したものである。より大規模なモデルを想定すれば、都市部の街区モデルと考えることもできよう。建物周辺の壁面からの等距離線A1, A2, A3を仮定すると、壁面の大きさと建物までの距離が複雑に関係していることがわかる。また、2面を望む角地では天空比は大幅に向上している。次に、建物中心からの等距離線C1, C2を仮定すると、遠距離になるほど周囲の天空比の変化は小さくなることわかる。このように、建物周辺の天空比は建物の規模、形態、距離によって大きく変化する。

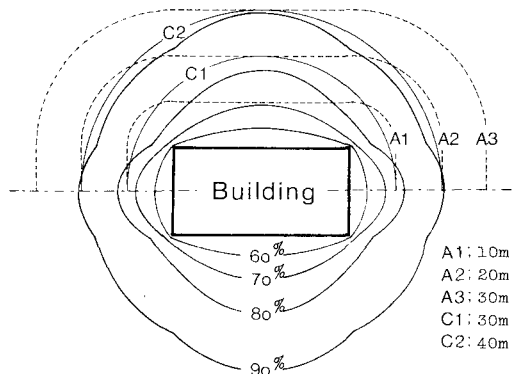


図-1 建物周辺の等天空比線

(2) 距離別にみた立面規模と天空比

同じ立面形態の建物の場合、規模の増大は天空比をどれほど減少させるであろうか。立面形態を正方形と仮定し、立面中心に直交する線上での立面からの距離別に、立面面積と天空比の関係を示した(図-2)。天空比は立面面積の増大に伴って緩やかな下降線をたどるが、その変化は立面に近いほど大きく立面から離れるにつれていっそう緩やかとなる。すなわち、天空比には立面の規模以上に立面までの距離の影響が大きいといえる。

(3) 立面形態別にみた距離と天空比

同じ立面面積をもつ9種の立面形態モデルを設定し、距離と天空比の関係を検討する。モデルの形態を表-1のようにとり、図-3は中心軸を揃えたその立面図である。前項と同様に、距離は図-3の点Oに直交する線上を移動する視点と立面との距りとした。また、関係を明確にするため、立面面積は大きく設定した。図-4は、距離の増加に伴う天空比の増大を示したものである。各形態モデルを比較すると、最も天空比の高かったのは辺長比1:5の高層ビル型モデルであり、逆に、最も天空比の低かったのは辺長比2:1のモデルであった。また、辺長比1:1モデルと4:1モデルは全く同一の天空比であった。以上の2点については次項で考察する。いずれのモデルも、立面から離れるにつれて天空比は向上するが、その割合は距離が増大するにつれ鈍化する。30mの距離においては、いずれの形態もほぼ10%程度の障害でしかない。より小規模な一般の建物面では、その距離はさらに短縮されるだろう。しかしながら、これは建物一棟の立面についての値である。

表-1 立面形態モデル (立面面積 S)

モデル	辺長比 (幅:高さ)	幅	高さ
A	1 : 5	$\sqrt{5 * S}$	$\sqrt{S / 5}$
B	1 : 4	$\sqrt{4 * S}$	$\sqrt{S / 4}$
C	1 : 3	$\sqrt{3 * S}$	$\sqrt{S / 3}$
D	1 : 2	$\sqrt{2 * S}$	$\sqrt{S / 2}$
E	1 : 1	$\sqrt{S}$	$\sqrt{S}$
F	2 : 1	$\sqrt{S / 2}$	$\sqrt{2 * S}$
G	3 : 1	$\sqrt{S / 3}$	$\sqrt{3 * S}$
H	4 : 1	$\sqrt{S / 4}$	$\sqrt{4 * S}$
I	5 : 1	$\sqrt{S / 5}$	$\sqrt{5 * S}$

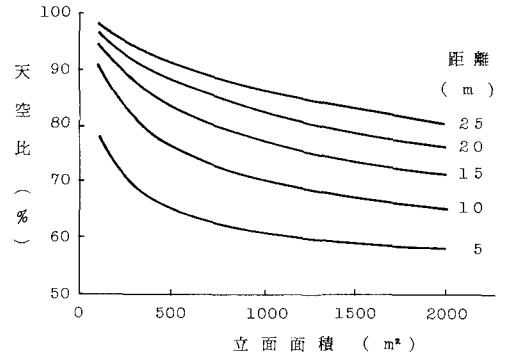


図-2 立面面積と天空比

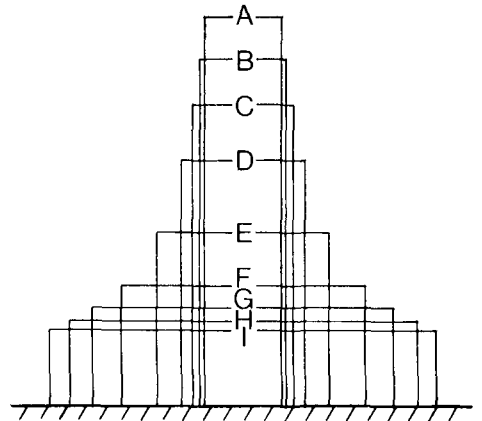


図-3 立面形態

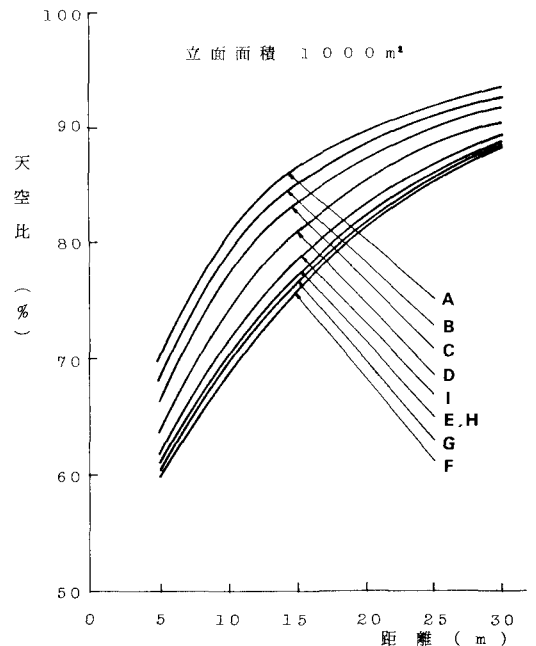


図-4 立面からの距離と天空比

(4) 視線と立面形態の関係

前述したように、辺長比2:1の立面形態は最も視線を遮り、辺長比1:1と辺長比4:1の立面形態の天空比は同一である。これは、立体角の次のような性質によっている。まず、図-5において、 $a'b':a'c'=2:1$ であるが、地面を軸とする線対称点 a' , b' を考えると $aa'bb'a'$ は正方形となり、視点 O から各頂点までの距離は最も短く、張る立体角は他のいずれの形態よりも大きい。このことから、立面面積 S において、視線を最も遮ぎる形態は視点 O を中心とする半径 $R(=\sqrt{S/\pi})$ の半円形(ドーム形)であるが、これは特殊な用途の建物に限られるので、一般建築物においては幅と高さの比が2:1の形態が天空比に最も強く影響するといえる。同様に、図-6において、線対称点 $a'b'ef'$ 点を考えると、 $aa'bb'a'$ と $ee'ff'e'$ は点 O に関する点対称図形で合同であるから、視点 O への立体角は等しくなり、当然、天空比も等しくなるわけである。

3. 魚眼解析手法による天空比の算出

幾何学的手法による天空比の算出は、計算が簡単である反面、立面が重複して見える場合、重複形態が複雑になり処理が困難となる。とはいえ、現実の都市空間は複数個の建築物が連続しているのが普通であるから、より一般化した算出法が必要である。そこで、魚眼撮影手法をもとにした魚眼解析手法を新たに開発した。

(1) 魚眼解析手法の原理

魚眼撮影手法は画角180°の魚眼レンズで撮影した魚眼写真に射影方式に応じた立体角算定図を重ねてその割合を算定するものであるのに対し、魚眼解析手法では視点からの等立体角発光線が対象物によって遮られるか否かを判断しその数から構成比を算出する。図-7は、その解法を示す立面図、平面図である。視点 O からの等立体角発光線 R (水平角 α , 垂直角 β)は、まず、平面において線分 ab との交点を水平角 α で判断し、仮りに交点 e が存在したときは、立面における鉛直線 ee' との交点を垂直角 β で判断する。全ての発光線についてこのプロセスを繰り返し、全発光線に占める非遮へい線の割合を求めればその点における天空比が得られる。頂点数20以上の正多面体は存在しない(オイラーの多面体公式)ので、発光線間の角度は歪むが分割数を増すことで近似させることができる。いま、水平分割数50, 垂直分割数20とした場合、発光線総数は 50×20 本であり算出する天空比の精度は0.1%となる。その算出にあたって平面への投影を行なわないので射影方式は必要ない。

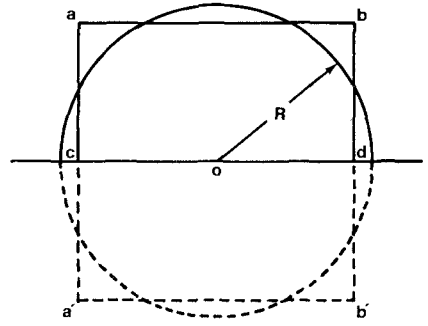


図-5 形態モデル F

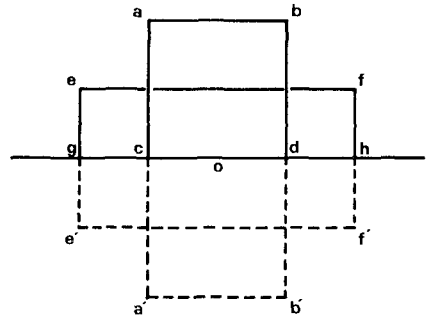


図-6 形態モデル E, H

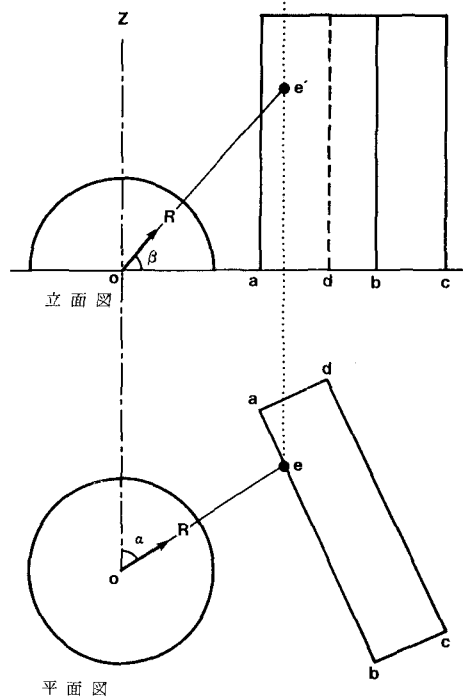


図-7 魚眼解析解法図

(2) 地形モデルと天空比

魚眼解析手法は立面のいかなる重複も処理可能である。そこで、適用例として簡単な地形モデルを用いて天空比を求めてみる。入力データは図-8に示す100m×100mメッシュ格子点5×5の標高であり、中央に位置する0点での天空比を求める。計算は、隣り合う格子点2点によって構成される立面毎に実行され、最終的にいずれの立面によっても遮ぎられない光線数を数え上げる。M×Nメッシュの場合、対象となる立面数は各点毎に2MNであり、このモデルでは $2 \times 4 \times 4 = 32$ 面を処理することになる。表現の都合上、データを過大な数値としたため0点での天空比は67.9%であった。実際に、どの角度の視線が遮ぎられたのかを現わしたのが

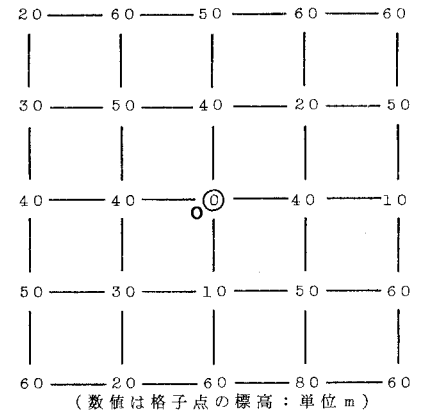


図-8 地形モデル

図-9である。これは、光線(視線)の半球面上の位置を世界図の経度、緯度の交点になぞらえて、方眼図法(等割円筒図法)で表現したものである。すなわち、図中の1点

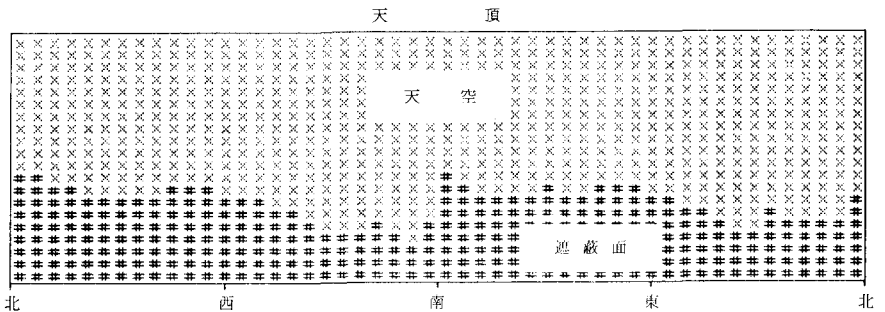


図-9 半球投影図(方眼図法)

が1本の光線に対応している。この表現によって、遮へい面の位置が明確となり現実の風景と対応させることができる。南を中心に作図することで、今後、太陽軌道を描き込めば日照時間、日影時間の算出も可能となろう。以上の魚眼解析手法ならびに方眼図法は、地形モデルに限ることなくより一般の構造物に適用可能な方法である。

なお、実際の地形モデルとして、北見市周辺の 3.4×2.6 の1kmメッシュ各格子点での天空比を算出した結果、北見市市域においては、わずかの山岳地域を除き、いずれも90%以上の高い天空比を得た。すなわち、天空比に及ぼす地形の影響は極めて小さく、それだけ構造物による影響を十分検討する必要があると考えられる。

4. おわりに

都市の開放性に関する指標には、天空比に限らず天空率、日影時間などが考えられねばならない。また、建ぺい率、容積率などもここに加えられる。今回は、立面や単純なモデルによる天空比の算出が中心となったが、今後はより現実的なデータによる検討や関連指標との関係を深めてゆきたい。

参考文献

- 1) 中岡良司; 都市空間の開放性に関する基礎的研究(その1), 土木学会北海道支部論文報告集, 第34号, 1978
- 2) 中岡良司; 都市空間の構成に関する視覚的分和法, 北海道都市学会研究発表会梗概集, 1980
- 3) 中岡良司・森弘; 都市内緑地の視覚的効用に関する研究, 土木学会北海道支部論文報告集, 第36号, 1980
- 4) 高橋鷹志; 集合住宅地の景観評価に関する研究, 住宅建築研究所報, 1979
- 5) 日本建築学会編; 日照の測定と検討, 彰国社, 1977
- 6) 日本図学会編; 図形科学ハンドブック, 森北出版, 1980