

屋外・半屋外空間における物理環境測定と主観評価について

屋外空間 半屋外空間 物理環境
主観評価

正会員 ○石井 仁*1
同 西名 大作*2
同 原 直也*3
同 秋田 剛*4

1. はじめに

近年、建築物に付帯する屋外・半屋外空間は既存の公園や緑地などとともに、憩いの空間として重要視されてきている。そのような空間に対して、建築計画学の視点からの検討¹⁾は行なわれているが、温熱環境や光環境、音環境などの建築環境工学の視点からの研究^{2), 3), 4)}は蓄積が多いとはいえない。これは屋外の物理環境を制御することが困難であること、人々の物理環境に対する許容度が、屋内に比べ屋外・半屋外空間では広がるものと予想されることなどが理由として考えられる。しかし、物理環境要素を計画段階から配慮することによって、より快適な屋外・半屋外空間を創造することが可能であると考えられる。

以上から憩いある空間の計画手法について、建築環境工学的な検討を行うことを目的として、複合商業施設における屋外・半屋外空間において5月、8月、11月に物理環境の測定、被験者による主観評価を実施した。

2. 調査概要

2.1 調査対象施設および調査地点

調査対象施設は、広島市の中心市街地に立地した大規模複合商業施設である。敷地北側にホテル棟、南側に商業棟があり、それら中央に商業施設を階段状に含んだアトリウム空間が設けられている。アトリウム6階には屋外空間として空中庭園があり、商業棟の東側敷地には広場があり、大型映像装置が設置されている。また地下1階には地下街などへ通じる部分にサンクンガーデンがある。アトリウム、広場、サンクンガーデンには休憩スペースが設けられている。

調査地点は、屋外空間として1階の広場(木陰・日なた)および6階の空中庭園の3地点、半屋外空間として6階と3階のアトリウムおよび地下1階のサンクンガーデンの3地点を選定した。図1に各調査地点風景を示す。調査は2006年8月7日、2006年11月17日、2007年5月13日に実施した。

2.2 物理環境の測定概要

表1に物理環境の測定概要を示す。気温、湿度、グローブ温度は小型データロガーを各調査地点に設置して10分間隔で連続測定した。なお空中庭園と広場に関しては日なたと木陰の2箇所にもロガーを設置した。他の



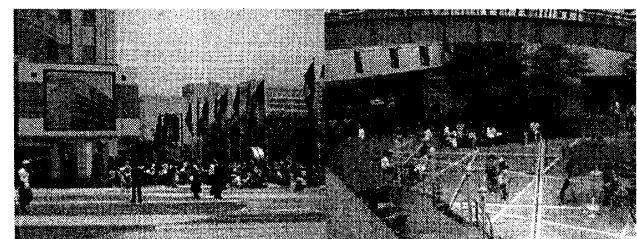
a. 空中庭園：6F

b. アトリウム：6F



c. アトリウム：3F

d. 広場（木陰）：1F



e. 広場（日なた）：1F

f. サンクンガーデン：B1F

図1 調査地点風景

表1 物理環境の測定概要

| | 測定項目 | 測定機器, 測定位置 |
|--------|----------|---------------------|
| ・ 温熱環境 | 気温 | 小型温湿度データロガー, |
| | 湿度 | アスマン通風乾湿計 (h=80cm) |
| | グローブ温 | 小型温度データロガー (h=80cm) |
| ・ 光環境 | 気流速 | 熱線風速計 (h=80cm) |
| | 水平面照度 | 照度計 (h=150cm) |
| | 鉛直面照度 | 照度計 (h=150cm) |
| ・ 音環境 | 等価騒音レベル | 騒音計 (h=80cm) |
| | 時間率騒音レベル | 騒音計 (h=80cm) |
| | 音事象 | 測定用紙に記入 |

Study on Environmental Measurements and Psychological Estimation in Outdoor and Semi-Outdoor

ISHII Jin, NISHINA Daisaku, HARA Naoya, AKITA Takeshi

表2 主観評価の調査項目

| | | |
|----------------------|--------------------------------------|-------|
| ・空間の使い心地 | 使い心地に対する満足度 | 7段階評価 |
| | 使い心地に対する不満 | 自由記述 |
| | 温冷感 | 9段階評価 |
| ・環境要素の評価 | 座面の接触温冷感, 乾湿感, 明るさ感, 周囲のうるささ感, 7段階評価 | |
| | 空気清浄度 | |
| | 温冷感, 乾湿感, 明るさ感, 周囲のうるささ感, 7段階評価 | |
| ・環境要素の許容 | 周囲のうるささ感, 空気清浄度 | 7段階評価 |
| ・環境要素の感覚 | 風, 日ざし, におい | 4段階評価 |
| ・景観の印象 | 活動性, 審美性, 開放性, 親密性 | 7段階評価 |
| ・総合的な快適性 | | 7段階評価 |
| ・「心地よい」「気持ちよい」と感じる事項 | | 自由記述 |

物理環境測定は、被験者の主観評価調査と並行して実施した。その際、アスマン通風乾湿計を用いて気温と湿度の測定を実施した。

2.3 被験者主観評価の調査概要

表2に主観評価の調査項目を示す。調査項目は、窪内ら⁴⁾のアンケート調査項目を援用した。主観評価調査は5月、8月は4回、11月は3回行った。11月は降雨により屋外空間での調査は1回のみ実施した。調査は6階空中庭園から地下1階サンクンガーデンまでを順次階下に移動しながら実施した。広場に関しては、日なたと木陰の2箇所で調査を行い、計6地点にて主観評価を実施した。被験者は各調査地点に10分間滞在して、滞在開始時と滞在10分経過時の計2回、主観評価を行った。なお本報は滞在10分経過時の主観評価について報告している。空間の使い心地、景観の印象に関しては滞在10分経過時のみ評価を実施した。

3. 結果および考察

3.1 物理環境の測定結果

図2に各調査地点における気温およびグローブ温の変動を示す。3階アトリウムは各月を通して気温、グローブ温の変動幅が最も小さい地点であった。空中庭園、広場（日なた）、サンクンガーデンはグローブ温に日射による影響が認められた。3階アトリウムは他の地点よりも月ごとの気温較差が小さかった。5月はアトリウム空間以外では他の月よりも気温の日変動が顕著であった。

図3に各調査地点の水平面照度の変動を示す。屋外空間では日没後の照度低下が著しく、半屋外空間では照度が徐々に低下する傾向が伺える。3階アトリウムは照度の日変動が小さく、一方、空中庭園や広場（日なた）は日変動が大きい傾向であった。

図4に各調査地点の等価騒音レベルの変動を示す。各月とも空中庭園は他の調査地点よりも騒音レベルが低く、広場の2地点は他に比べ若干高い傾向であった。空中庭園およびアトリウムの2地点は8月の騒音レベルが他の月よりも低い傾向であった。

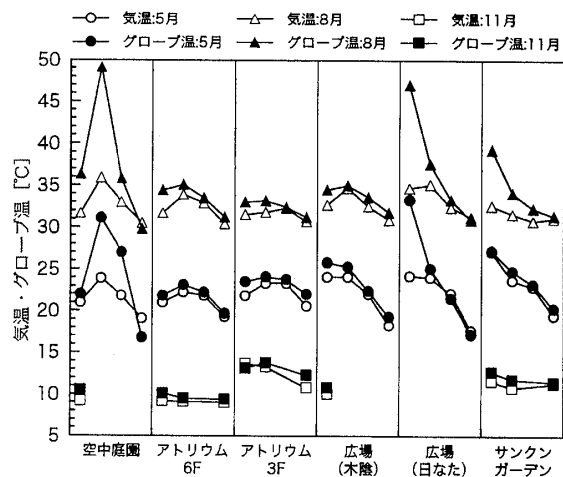


図2 気温およびグローブ温の変動

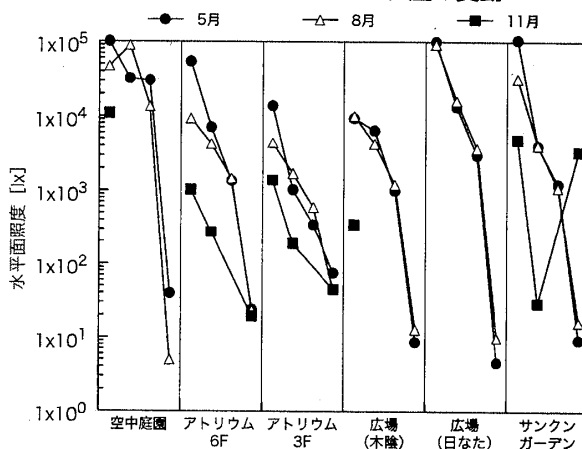


図3 水平面照度の変動

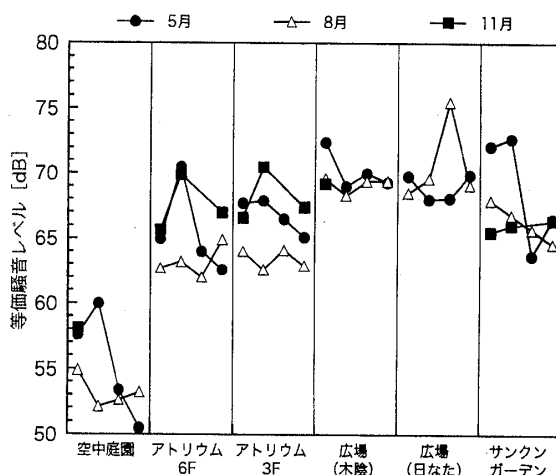


図4 等価騒音レベルの変動

3.2 被験者主観評価の調査結果

図5に各調査地点の温冷感の変動を示す。すべての調査で最も暑い側に評価がされたのは、8月の広場（日なた）であった。11月の空中庭園と6階アトリウムと広場（木陰）は最も寒い側の評価であった。3階アトリ

ウムは調査月によるの評価の変化が最小であった。5月と8月において、空中庭園以外の調査地点では1日の温冷感変動の傾向は異なっており、8月は4回目の評価が3回目の評価よりも暑い側であった。

図6に各調査地点の明るさ感の変動を示す。3階アトリウムでは照度が低下するにつれ評価が明るい側になる傾向であった。空中庭園や広場（日なた）は他の調査地点よりも、1日の評価の変動が顕著であった。一方、アトリウム2地点およびサンクンガーデンは、1日での評価の変動が小さい傾向であった。

図7に各調査地点のうるささ感の変動を示す。空中庭園は他の調査地点よりも各月とも概して静か側の評価であり、広場の2地点はうるさい側の評価であった。地上に近い調査地点ほどうるさい側に評価がされる傾向が認められる。

図8に各調査地点の総合的快適感の変動を示す。各調査地点とも5月の日中は概して快適側の評価であった。8月の広場（日なた）は調査月中、最も不快側の評価がされた。5月および8月の広場（日なた）は一日における評価の変動が著しかった。3階アトリウムは他の

地点に比べ調査月による評価の差が小さく、各月とも概して快適と評価されていた。

3.3 物理環境と許容度の関係

図9に気温と温冷感の許容度の関係を調査地点ごとに示す。気温はアスマン通風乾湿計による測定結果である。温冷感の許容度は気温に対して釣鐘状の分布傾向を示している。しかし18～20℃付近では許容度の評価に分布が認められ、気温以外の温熱環境要素が影響を及ぼしていることが一因として考えられる。温冷感の許容度には、屋外・半屋外の地点による顕著な傾向は認められない。回帰分析によると最も許容できるという評価が予測されるのは、気温24.5℃の場合である。

図10に水平面照度と明るさ感の許容度の関係を調査地点ごとに示す。およそ100lx以下になると許容度が低下し、それ以上の照度では許容度がほぼ一定となる傾向が認められる。明るさ感の許容度には、屋外・半屋外の地点による顕著な傾向は認められない。

図11に等価騒音レベルとうるささ感の許容度の関係を調査地点ごとに示す。騒音レベルが高いほどうるささ感の許容度が低下する傾向が認められる。広場や空中庭

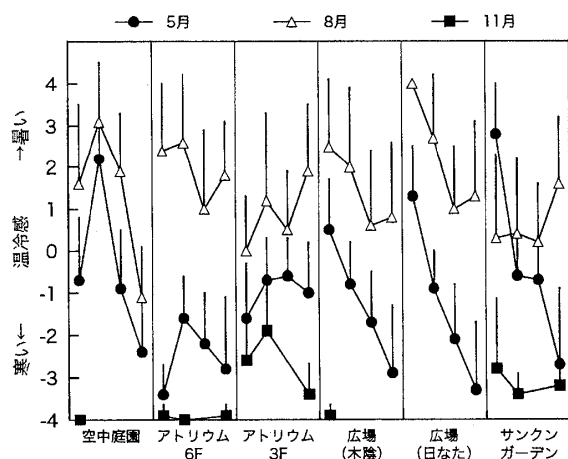


図5 温冷感の変動（平均および標準偏差）

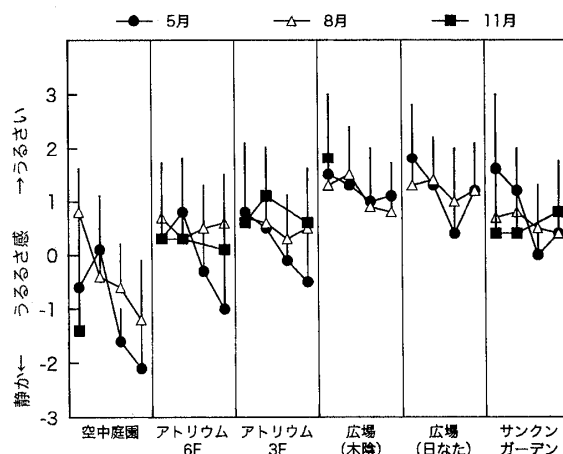


図7 うるささ感の変動（平均および標準偏差）

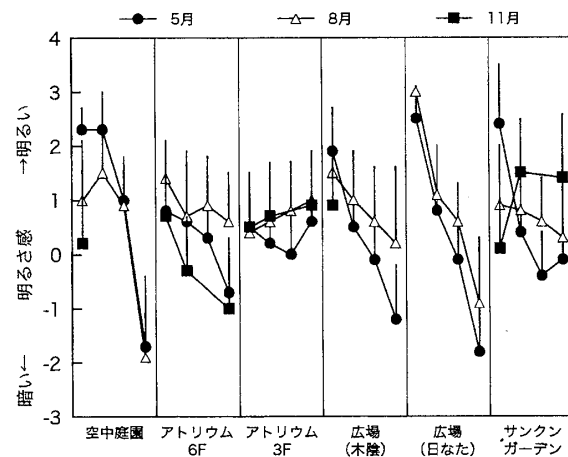


図6 明るさ感の変動（平均および標準偏差）

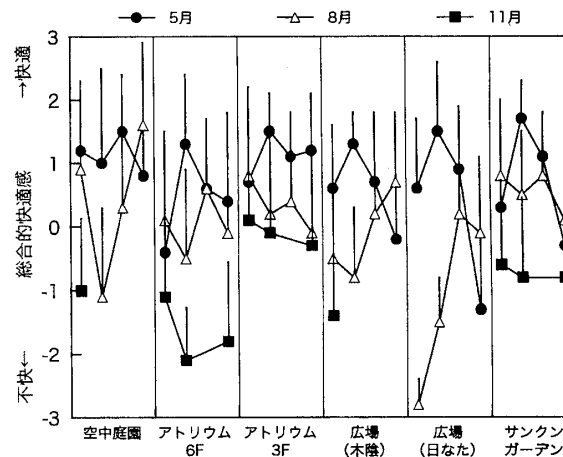


図8 総合的快適感の変動（平均および標準偏差）

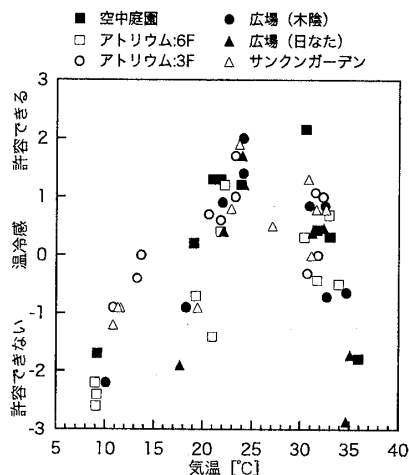


図9 気温と温冷感の許容度

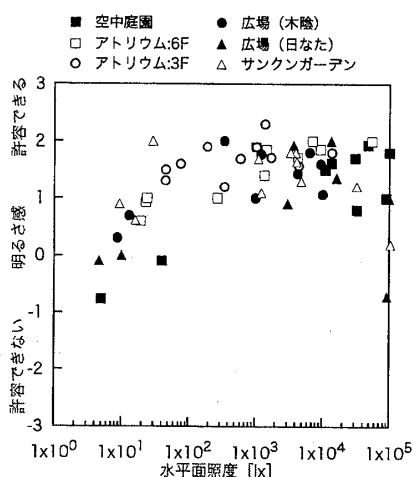


図10 水平面照度と明るさ感の許容度

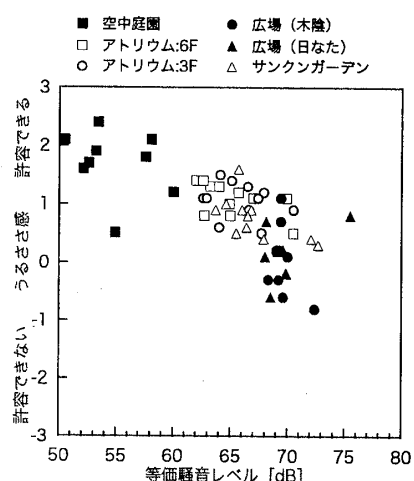


図11 騒音レベルとうるささ感の許容度

園などの屋外空間は、騒音レベルが同程度であっても許容度に差が認められる。これは交通騒音や大型映像装置からの音声などは、騒音レベルによらず許容し難い音であると考えられ、今回の屋外空間では音環境の量的側面に加え、質的側面が許容度に影響を及ぼしたことが推察される。

3.4 総合的快適感に影響を与える要因

総合的快適感を従属変数に、環境要素の許容、環境要素の感覚ならびに景観の印象を独立変数にとり調査地点ごとに重回帰分析（ステップワイズ法）を行った。分析結果を表3に示す。各調査地点とも温冷感の許容度が総合的快適感の影響を与えていることが認められる。このことから屋外・半屋外空間における総合的な快適性には主に温熱環境が作用することが考えられる。広場（木陰）では、温冷感の許容度に次いでうるささ感の許容度も総合的快適感に影響を与えていることが認められる。交通騒音や映像装置からの音声などが温熱環境に加え、総合的快適感に作用していることが推察される。また親密性が影響を与えている調査地点も認められ、総合的快適感には物理環境要因のみでなく、空間の印象も影響を与えていることも考えられる。今回の調査では総合的快適感に影響を与える要因について、屋外空間と半屋外空間による明確な傾向は認められなかった。

4. まとめ

本報は近年、憩いの空間として重要視されてきている屋外・半屋外空間について建築環境工学的視点から検討を行うことを目的として、広島市中心部に立地する複合商業施設において、5月、8月、11月に実施した物理環境の測定結果および被験者による主観評価の調査結果について報告した。

*1 岐阜大学教育学部 准教授・博士（工学）

*2 広島大学大学院工学研究科 教授・博士（工学）

*3 関西大学環境都市工学部 准教授・博士（工学）

*4 東京電機大学未来科学部 准教授・博士（工学）

表3 重回帰分析の結果

| 調査地点 | 評価項目 | 標準偏回帰係数 | 調整済み決定係数 |
|----------|-----------|---------|----------|
| 空中庭園 | 温冷感の許容度 | 0.71 | 0.66 |
| | 親密性 | 0.23 | |
| アトリウム：6F | 温冷感の許容度 | 0.73 | 0.62 |
| | 審美性 | 0.13 | |
| | 親密性 | 0.11 | |
| | 活動性 | -0.14 | |
| アトリウム：3F | 温冷感の許容度 | 0.75 | 0.49 |
| | 開放性 | 0.25 | |
| | 乾湿感の許容度 | -0.20 | |
| 広場（木陰） | 温冷感の許容度 | 0.65 | 0.56 |
| | うるささ感の許容度 | 0.21 | |
| | 活動性 | -0.14 | |
| 広場（日なた） | 温冷感の許容度 | 0.71 | 0.75 |
| | 親密性 | 0.25 | |
| サンクンガーデン | 温冷感の許容度 | 0.58 | 0.55 |
| | 親密性 | 0.29 | |

本研究は、環境工学委員会 環境心理生理運営委員会 感覚・知覚心理小委員会 屋外空間の心理生理評価WGにおける活動の一環として遂行された。

【引用文献】

- 例えば、積田洋，上田寛：休憩行為に関する嗜好空間の分析 その1，日本建築学会計画系論文集，第591号，pp.87-94，2005
- 中野淳太ほか8名：半屋外を含む連続空間における温熱環境評価の研究 その1，日本建築学会大会学術講演梗概集D-2，pp.375-376，1998
- 後藤邦彦ほか5名：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その1，日本建築学会大会学術講演梗概集D-2，pp.383-384，2002
- 窪内佑子，相良和伸，山中俊夫，甲谷寿史，樫原未知：都市のオープンスペースにおける利用者の環境評価に関する研究（その3），日本建築学会大会学術講演梗概集D-1，pp.873-874，2004

*1 Assoc. prof., Fac. of Educ., Gifu Univ., Dr. of Eng.

*2 Prof., Graduate School of Eng., Hiroshima Univ., Dr. of Eng.

*3 Assoc. prof., Fac. of Eng. Sci., Kansai Univ., Dr. of Eng.

*4 Assoc. prof., School of Sci. and Tech. for Future Life, Tokyo Denki Univ., Dr. of Eng.