利用者の感性に基づいた大谷採石地下空間群の利用形態に関する検討

宇都宮大学大学院　学生会員　○多田　海成
宇都宮市役所　非会員　佐藤　大地
宇都宮大学大学院　正会員　清木　隆文

1. はじめに

(1) 研究背景

栃木県宇都宮市大谷地区では，古くから建築資材として用いられている大谷石の採石が盛んに行われてきた．その結果，大谷石採石後には採石跡地下空間が多数形成されたが，それらの多くは放置され荒廃している．本研究室では，これらの採石跡地下空間を貴重な空間資源と捉え，地下空間の特性や環境負荷等に着目した，大谷採石地下空間の有効性を検討する研究 [1]が行われてきた．近年では宇都宮市による地下空間を用いた実証実験や，事業化が計画されており，大谷採石地下空間の利用を含めた大谷地区の活性化を図る動きがある．そういった動きの中，本研究室は，大谷地区で行われている実験や観測，イベントなどに参加・協力し，観測結果の整理・検討などによって大谷採石地下空間の有効性について研究を進めている．

(2) 研究目的

本研究では，地下空間が多数存在する大谷という地区全体に着目し，大谷地区全体を地下空間の有効利用により活性化を図ることを目的としている．一般的に人々は地下空間に対して，暗い，狭い，怖い，じめじめしているなど，負のイメージを抱いている．そのような負のイメージを緩和し，利用者がより快適と感じる空間として地下を利用しようとする場合，心理的，あるいは感性的な観点を取り入れる必要がある．そこで本研究では，利用者が大谷採石地下空間に対してどのようなイメージを持つかについて分析するために，SD 法(semantic differential scale method)[2),3)]に基づいた感性アンケート [4)]を実施する．この感性アンケート [4)]によって，利用者の大谷採石地下空間に対するイメージを抽出し，利用者の意向について調査・検討を行う．また，大谷採石地下空間は主に柱房式と長壁式という 2 種類の構造を持つ．その 2 種類の構造に着目して，同様の感性アンケートを行い，構造のみに着目したイメージの抽出を行い，地下空間内で感じる快適性に関するイメージ及び構造の違いによる被験者のイメージの比較・検討を行い，構造の違いによる最適な地下施設を選定し，最終的に大谷地区の活性化を図ることを本研究の目的とする．

2. 利用者意向の抽出を目的としたアンケート調査

本研究ではSD法に基づいた感性アンケート調査を実施し，まず利用者の意向について調査・検討を行う．アンケート結果を，まずはSDプロフィールに整理することで，大谷採石地下空間に対するイメージの概略の傾向を属性ごとに比較する．その後，「快適性」を目的変数とした重回帰分析によって，快適性に相関のある形容詞の抽出を行うことで，大谷採石地下空間に対する利用者の意向を分析する．

(1) アンケート概要

今回用いたアンケートを**図-1**に示す．アンケートの被験者は，2013年11月5日に（公社）地盤工学会関東支部栃木県グループが支部創立10周年のイベントとして大谷地区にある大谷資料館の地下空間内で開催された，「OHYA UNDERGROUND SYMPOSIUM ～地下があるから、できること～」に参加した方を対象にアンケートに回答して頂いた．

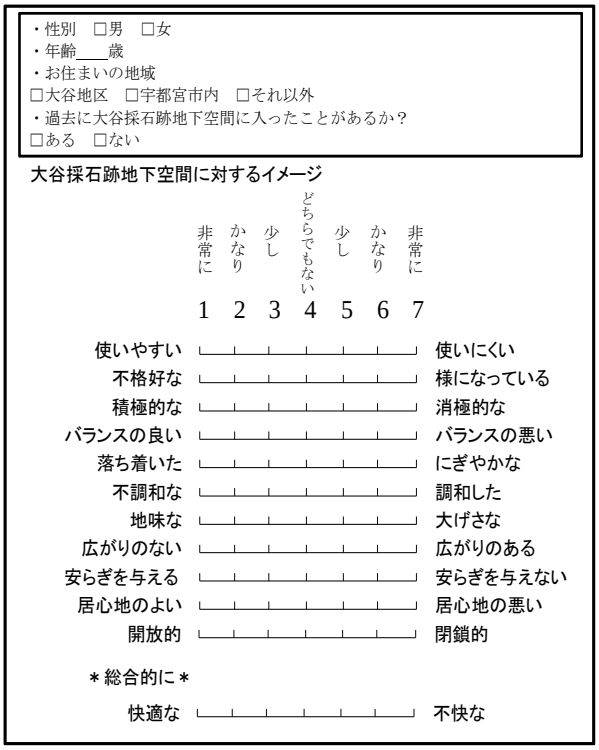

図-1　アンケート用紙

キーワード　地下空間　有効利用　大谷　アンケート
連絡先　〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科 岩盤工学研究室
TEL：028-689-6218　E-mail：mt136430@cc.utsunomiya-u.ac.jp

本研究で用いた形容詞対は，地下空間の感性的な評価を試みた既往の研究において，Kasmer の環境評価尺度 [5]と呼ばれる形容詞対の中から適切と考えられる 25 種の形容詞対を選択し，それらを用いたアンケート結果を因子分析することで，因子負荷量が大きい 8 種の形容詞を選定したものを参考にした．アンケートの被験者は，このシンポジウムに参加した大学生，事業者，一般住民等から構成される 48 名である．全サンプル 48 件の中から，解答欄に未記入欄が一つでもあるものを取り除き，有効サンプル数を 38 件とした．

(2) アンケート結果

得られたアンケート結果を良いイメージで捉えられる場合を7，悪いイメージで捉えられる場合を1とし，被験者の回答の平均得点，標準偏差を求めた．そのアンケート結果を**表-1**に示す．アンケート結果のSDプロフィール(SD法により得られた結果の平均得点を折れ線グラフにし，得点の高い順に並べたもの)を，**図-2**に示す．

(3) 重回帰分析による分析結果

本研究では，「快適性」に強く関係する形容詞の尺度を抽出するために，アンケート結果を用いた重回帰分析を行う．重回帰分析を行うにあたって，説明変数 x_1～x_{11} と目的変数 y を**表-2** のように定めた．

有効サンプルとした 38 件の全データを用いた重回帰分析を行った．その結果を(1)式に示す．

$$y = 0.274x_1 + 0.411x_5 + 0.183x_{10} + 0.631 \quad (1)$$

重相関係数は 0.723，自由度調整済みの決定係数は 0.479 である．P 値は 0.0319＜0.05 より，有意水準 5%で有意差がある．この結果から，「使いやすさ：x_1 」「落ち着きのある：x_5」「居心地の良さ：x_{10}」が，快適性に比較的強い影響を与えていると考えられる．

地下空間経験のありのアンケート結果に対する重回帰分析の結果を(2)式に示す．

$$y = 0.320x_1 + 0.400x_5 + 1.245 \quad (2)$$

重相関係数は 0.681，自由度調整済みの決定係数は 0.421 である．P 値は 0.017＜0.05 より，有意水準 5%で有意差がある．この結果から，「使いやすさ：x_1 」「落ち着きのある：x_5 」が，快適性に比較的強い影響を与えていると考えられる．

ここで，地下空間経験のない重回帰分析の結果に対しては，サンプル数が少ない結果となったためここでは割愛させていただく．

表-1 平均得点と標準偏差

	全データ		地下空間経験あり		地下空間経験なし	
	平均得点	標準偏差	平均得点	標準偏差	平均得点	標準偏差
使いやすさ	3.974	1.636	4.000	1.743	3.900	1.370
格好	5.132	1.298	5.107	1.343	5.200	1.229
積極性	4.395	1.424	4.250	1.531	4.800	1.033
バランス	4.237	1.125	4.214	1.228	4.300	0.823
落ち着き	5.895	0.863	5.821	0.945	6.100	0.568
調和	4.842	1.103	4.821	0.983	4.900	1.449
地味	4.763	0.971	4.786	1.031	4.700	0.823
広がり	5.605	1.534	5.429	1.665	6.100	0.994
安らぎ	4.737	1.589	4.643	1.638	5.000	1.491
居心地	4.421	1.328	4.250	1.378	4.900	1.101
開放感	4.026	1.602	4.143	1.799	3.700	0.823
快適性	4.947	0.899	4.857	1.008	5.200	0.422

表-2 重回帰分析の説明変数を目的変数

	(min.rate) 1 ⇔ 7 (max.trate)
X_1	使いにくい ― 使いやすい
X_2	不格好な ― 様になっている
X_3	消極的な ― 積極的な
X_4	バランスの悪い ― バランスの良い
X_5	にぎやかな ― 落ち着いた
X_6	不調和な ― 調和した
X_7	大げさな ― 地味な
X_8	広がりのない ― 広がりのある
X_9	安らぎを与えない ― 安らぎを与える
X_{10}	居心地の悪い ― 居心地の良い
X_{11}	閉鎖的な ― 開放的な
y	不快な ― 快適な

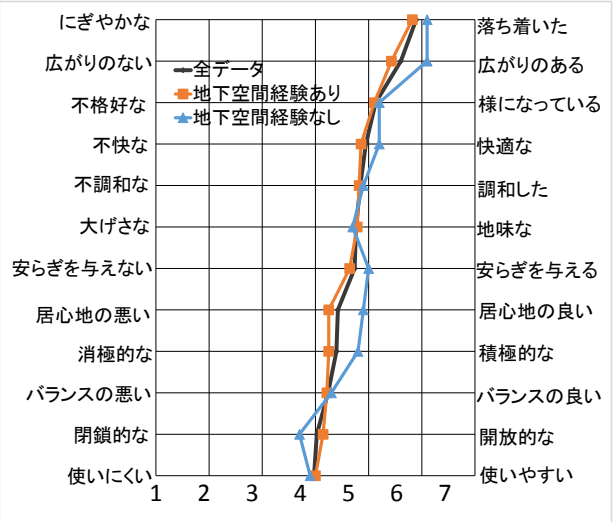

図-2 SD プロフィール

3. 柱房式・長壁式の各構造に着目したアンケート調査

第2章で述べた利用者の意向の抽出を目的としたアンケートに対し，ここでは大谷採石地下空間の構造のみに着目する．柱房式と長壁式という2種類の構造において，それぞれ被験者が各構造に対してどの程度の感性の差が生まれるか検討するため，**第2章**と同様の感性アンケートを実施した．

(1) アンケート概要

先で述べたアンケートと同様の感性アンケートを宇都宮大学工学部建設学科建設工学コースの 1 年生 40 名，2 年生 40 名を対象にして 2014 年 11 月 20 日

に実施した．アンケート調査の実施には，事前に地下空間の特徴などは説明せず，構造の種類である柱房式，長壁式などの言葉の意味を説明し，各構造の画像のみを被験者の見せ回答して頂いた．実施した感性アンケートは**図-1** に示したアンケート用紙を各構造に対して用いた．また，アンケート調査の際に用いた画像を**図-3** に示す．画像はそれぞれ *A*, *B*, *C* が柱房式，*A'*, *B'*, *C'* が長壁式の画像となっており，*A*，*A'*が正面から見た画像，*B*，*B'*が斜めから見た画像，　*C*，*C'*が角を曲がって見た画像となっており，事前にこれらの画像を説明し，アンケートを実施した．回収したアンケートは 80 件であり，全サンプル数 80 件のうち解答欄に未記入欄が一つでもあるものを取り除き，有効サンプル数を 72 件とした．

(2) アンケート結果・考察

得られたアンケート結果を良いイメージで捉えられる場合を7，悪いイメージで捉えられる場合を1とし，被験者の回答の平均値を求めた．アンケート結果の平均得点と標準偏差を表-3，SDプロフィール**図-4**に示す．**図-4**より，柱房式と長壁式の構造において，柱房式の得点が長壁式の得点を上回った項目が7つに対し，長壁式の得点が柱房式の得点を上回った項目が3つであることに対して，被験者は柱房式の構造に良いイメージを捉えている傾向が読み取れる．「使いにくい－使いやすい」「消極的な－積極的な」の形容詞を「活動性[6]」の形容詞として解釈すると，柱房式の構造の方が利用しやすい(したい)または，活用しやすい（したい）とイメージする傾向があると考えられる．「広がりのない - 広がりのある」「閉鎖的な - 開放的な」の形容詞の得点では比較的大きな差が生まれた．この「広がりのない - 広がりのある」「閉鎖的な - 開放的な」という形容詞は「空間性[6]」を示す形容詞として考える．柱房式は長壁式に比べ，広大な空間と認識する傾向があると解釈でき，また，長壁式は柱房式に比べ，窮屈な空間と認識する傾向があると解釈できる．

また，「不格好な－様になっている」「大げさな－地味な」といった形容詞は「評価性 [6]」，さらに「にぎやかな－落ち着いた」「安らぎを与えない－安らぎを与える」「不快な－快適な」といった形容詞は「快適性 [6]」を示す形容詞として解釈すると，今回行ったアンケート結果は，必ずしもどちらかが有効利用に際して優位な構造であると判断に至らなかったことを示す．

(3) 重回帰分析による分析結果

第2章と同様に柱房式，長壁式それぞれの構造の「快適性」に強く関係する形容詞の尺度を抽出するために，アンケート結果を用いた重回帰分析を行う．

柱房式の構造において，有効サンプルとした72件のデータを用いた重回帰分析を行った．重回帰分析を行うにあたって先のアンケートと同様に，説明変数はx_1～x_{11}，目的変数はy（**表-2**）とした．その結果を(3)式に示す．

$$y = 0.343x_{10} + 0.195x_8 + 0.244x_4 + 1.224 \qquad (3)$$

重相関係数は 0.714, 自由度調整済みの決定係数は 0.489 である．P 値は 0.0023＜0.05 より，有意水準 5 %で有意差がある．この結果から，「居心地の良さ：x_{10} 」「落ち着き：x_5 」「バランスの良さ：x_4 」が，快適性に比較的強い影響を与えていると考えられる．

表-3　平均得点と標準偏差

	柱房式		長壁式	
	平均得点	標準偏差	平均得点	標準偏差
使いやすさ	4.514	1.424	4.056	1.423
格好	4.556	1.124	4.097	1.165
積極性	4.437	0.874	3.778	0.892
バランス	5.056	1.342	4.556	1.137
落ち着き	3.833	1.482	5.056	1.019
調和	4.153	1.096	4.264	0.949
地味	3.847	0.763	4.653	1.037
広がり	4.681	1.718	3.778	1.794
安らぎ	3.694	1.307	4.125	1.278
居心地	4.264	1.151	4.167	1.075
開放感	4.903	1.629	3.528	1.744
快適性	4.833	1.113	4.250	1.135

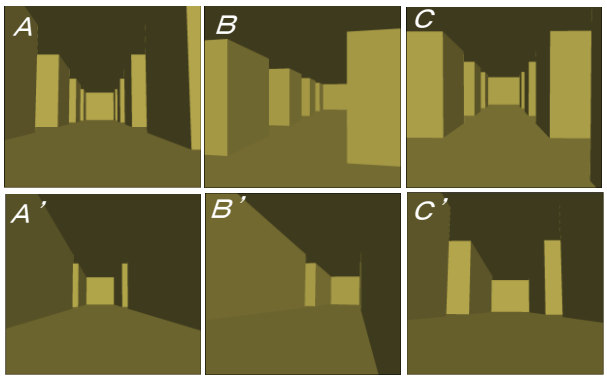

図-3　アンケートに用いた画像

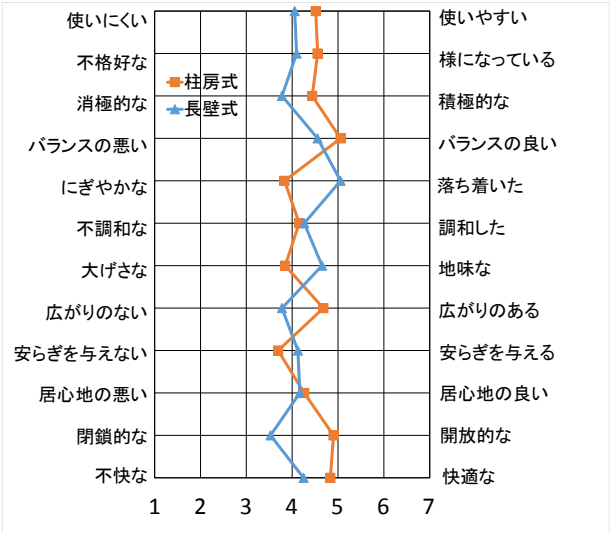

図-4　SD プロフィール

長壁式の構造において,有効サンプルとした 72 件のデータを用いた重回帰分析を行った結果を(4)に示す.

$$y = 0.500x_{10} + 0.305x_2 + 0.919 \quad (4)$$

重相関係数は0.595, 自由度調整済みの決定係数は0.336である．P値は0.0020＜0.05より，有意水準5 %で有意差がある．この結果から，「居心地の良さ：x_{10}」「様になる：x_2」が，快適性に比較的強い影響を与えていると考えられる.

(4) 各構造に対する相関の検討について

各構造それぞれについて12項目に対する相関係数を**表-4**に示す．相関係数は一般的に，± 1 に近づくと相関関係が強くなり，0 に近づくと弱くなる[7]. 今回行ったアンケートにおいて, 弱い相関がある : x_1, x_2, x_4, x_6, x_9, やや弱い相関がある：x_3, x_7, x_{12}, やや強い相関がある：x_5, x_8, x_{10}, x_{11} という結果となった．やや強い相関がある各項目はそれぞれ地下空間の「空間性」「快適性」を示す項目であり，それらに対しては構造形式が違うが互いに関連性があるということができる．反対に，「活動性」「評価性」を表す項目については，相関係数の基準点である ± 0.5 よりも下回ることから構造形式は違うが互いに関連性は小さいということができる.

4. まとめ及び今後の課題

(1) まとめ

本研究では，地下空間内で行った利用者の意向の抽出を目的としたアンケート，また，地下空間の構造のみに着目したアンケートを実施した．利用者の意向の抽出を目的としたアンケートにおいて, SD 法などによってアンケート結果を分析すると，アンケートの被験者は，大谷採石地下空間に対して全体的に好印象を抱く傾向が見られ，「落ち着いた」「広がりのある」, 居心地の良い」といった形容詞が快適性に比較的強い影響をもたらす分析結果なった.

構造のみに着目したアンケートにおいて，被験者は柱房式の構造の方がより広大であると感じる傾向があり，また，利用，活用しやすいと感じる傾向が見られた．このことから，不特定多数の人の出入りが想定される地下施設の場合は，柱房式の構造，特定の人の出入りが想定される地下施設の場合は長壁式の構造を持つ地下空間を施設として有効活用すると，人々の生理的，または心理的の部分における地下空間の負のイメージは軽減されるのではないかと考える.

(2) 今後の課題

本報文では各 SD プロフィールにおける比較，分析を行ったが，地下空間の構造の違いによる最適な施設の想定を今後検討する必要がある．そのためには，柱房式と長壁式の各 SD プロフィールからそれぞれに相関のある形容詞の抽出，因子分析による共通因子の抽出により，利用者の意向を把握する必要がある．さらに，柱房式・長壁式における「評価性」「快適性」をより解釈するためには，さらに別な形容詞対を用いて分析する，またはアンケート調査以外における分析方法を考える必要がある.

また，実際に大谷地区に点在する採石地下空間群に対して，それぞれ群になった地下空間を施設群として想定し，各施設群の熱特性の優位性を検討する．施設群の配置は，施設の利便性，または必要な度合いなどで決定し，これより， 互いの地下空間施設群の熱特性がどのように作用し優位と働くか明確にし，大谷採石地下空間の有効性が，どの程度有用であるのか検討する．施設の想定では，本報文では載せていない，実際に地下空間に入った方へのアンケートの結果を含めた 3 つのアンケートによって施設想定することを今後の課題とする.

表-4 各構造に対する相関係数

	相関係数
使いやすい : x1	−0.139
様になっている : x2	−0.117
積極的な : x3	−0.393
バランスの良い : x4	−0.048
落ち着いた : x5	−0.572
調和した : x6	−0.188
地味な : x7	−0.495
広がりがある : x8	−0.604
安らぎを与える : x9	−0.238
居心地の良い : x10	−0.560
開放的 : x11	−0.671
快適な : x12	−0.479

参考文献

(1) 井上 達也 : 環境負荷と利用者の意向に着目した大谷採石地下空間の有用性評価に関する研究(平成24年度 宇都宮大学大学院工学研究科博士前期課程学位論文), 2013.

(2) Osgood,C.E. , Suci,G.J. and Tannenbaum , P.H. : The Measurement of Meaning, University of Illinois Press, 1957.

(3) 岩下 豊彦 : SD法によるイメージの測定, 川島書店, 1983.

(4) 今泉 暁音, 近江 桃, 向井 かおり, 清水 則一, 色と形が地下空間イメージに与える影響に関する考察, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第 17 巻, 土木学会, pp.51-56, 2012.

(5) 土木学会地下空間研究小委員会（編集者, 日比野敏) : 地下空間とデザイン（地下空間と人間 4), pp.62-64, 1995.

(6) 今泉 暁音 : 感性と力学を融合した地下空間形状のデザイン手法に関する基礎的研究(平成 22 年度 山口大学大学院理工学研究科博士論文), 2010.

(7) 菅 民郎 : らくらく図解 アンケート分析教室, オーム社開発局, 2007.