

農村地域資源が有する環境音の評価手法の開発

— 地域資源保全のための音質と感情・行動誘因評価の定量化に関する研究 —

山本徳司*・栗田英治*

目 次

I 緒 言	59	5 感情誘因の実験方法	63
II 感情・行動誘因を捉える意義	60	6 行動誘因の実験方法	63
III 環境音の音質評価方法	61	V 感情・行動誘因因子と音質の関係	63
1 音質評価について	61	1 音質評価結果	63
2 音質評価の指標	61	2 感情誘因実験の結果と考察	64
IV 感情・行動誘因実験の方法	61	3 行動誘因実験の結果と考察	65
1 対象環境音の概要	61	4 音質による落ち着き特性評価手法の考案	67
2 計測方法	62	VI 結 言	68
3 音質評価の分析	62	参考文献	68
4 対象音の選定と被験者	62	Summary	69

I 緒 言

平成22年3月に閣議決定された「新たな食料・農業・農村基本計画」においては、農村の振興施策として、農村が有する多面的機能を将来に渡って十分に発揮していくため、「国と地方の適切な役割分担の下、農業・農村の6次産業化により農村経済の活性化を進めつつ、これらの地域が抱える不利な農業生産条件を補正し、生活条件の整備を含めた集落機能の維持と生態系や景観を含む農村環境の保全等を支援していくことが必要である。」と記載されている。特に、中山間地域等の農村振興において、グリーンツーリズム、都市農村の交流促進は重要な課題であり、交流ターゲットの拡大、交流人口の促進、第6次産業との連携において、農村の景観資源や生物資源等、教育・保健休養に関わる機能の質の向上は重要な要件となる。これまでの景観施策では、平成16年に「景観法」が制定され、各地で景観保全・形成が進められ、農林水産省においても、同年の「美の里づくりガイドライン」に引き続き、平成18年には「農業農村整備事業における景観配慮の手引き」、平成22年には景観配慮の初の技術書となる「農村における景観配慮の技術マニュアル」をとりまとめ、景観保全・形成を支援している。

その一方で、耕作放棄地の拡大による農地の荒廃や生産システムの近代化による景観の大きな変化、生物多様性の低下等の問題により、五感としての景観の質も低下しつつある。

景観資源や生物資源等の環境に関わる地域資源を活かした地域活性化を推進していくためには、農村景観の保全・形成は重要な課題となる。しかし、現在の景観法による各地での農村景観保全・形成の施策の大半は、土地利用、建築物の形状・色彩、工作物の意匠の規制・措置等、視覚要素への配慮が中心となっており、聴覚要素としての音量や音質の配慮、聴覚要素と視覚要素との適正な関係、音質とその配置の課題となるサウンドスケープとしての配慮は触れられておらず、嗅覚や触覚等の五感全体の適正な保全としての景観配慮についても言及されていない。

人は農村景観を視覚要素だけではなく、匂い、音、温度、湿度等の五感を総合して評価し、空間としての心地よさを得ている。そのため、現在の視覚要素のみを重視した景観保全・形成は五感を満足させる施策とはなっておらず、生活の質の側面からも不十分である。特に、聴覚は視覚と同様、人体に大きな影響を及ぼし、農村生活においては、多種の虫の音、鳥の声等、都市生活とは明らかに異なる環境音が、景観の評価に影響を与えていることから、聴覚要素に配慮した景観保全・形成のためにも、聴覚要素の評価の導入は重要となる。

そこで本研究では、音を聴取した時の人の感情・行動誘因を捉えることで、環境音を評価する方法を提案し、

* 農村環境部景観整備研究室

平成23年1月18日受理

キーワード: 景観, 音質, 環境音, SD法, 地域資源, ラウドネス, シャープネス

景観における聴覚要素配慮のための指標の策定を行う。感情については、環境音の刺激に対する様々な感情の発現を読み取り、行動については、アフォーダンス理論を考慮し、環境音の刺激に対する仮想行動を捉える。感情・行動の両面からの誘因を捉えることで、人の感覚を考慮した環境音の評価ができると考える。

本研究によって開発された環境音の評価手法は、地域資源保全の効果の評価に利用できるだけでなく、農業水利施設や農業用施設の環境性能の向上に資する技術として活用できる。

II 感情・行動誘因を捉える意義

環境音の心理生理評価に関する研究は、日本音響学会、サウンドスケープ協会、騒音制御工学会、日本建築学会等における古くからの課題である。国際的な音響心理学の権威である難波氏らはすでに1960年代より様々な音響心理に関する研究を進め、1970年代までに多くの成果を発表している。ここでは、1990年代以降、上記学会等に発表されたいくつかの研究をレビューすることで、環境音の心理生理評価の将来的課題について探る。

1990年代前半では、都市地域における交通騒音等が住民に与えるストレスについての研究が多く発表されている。兜らの「感覚と公害騒音とストレス」の研究はその一つで、騒音苦情発生率が騒音ストレスを反映していると考え、東京都心部や周辺小都市について調査・検討したものである。また、楳塚らは、「実際の都市交通騒音と脳波活動」において、騒音レベルに対する心理アンケートによって評価するのではなく、脳波、血圧、呼吸といった人の生理反応の評価を行っている。小田らも「現代的音楽聴取が脳波ならびに循環機能に及ぼす影響」で、音楽聴取時の脳波、血圧、心拍数、呼吸などに及ぼす影響を調べ、心拍数と呼吸数が興奮的音楽聴取時において増加傾向を示すことを明らかにしている。1990年代前半の主たる研究は、環境音の快適性評価とストレスや身体への直接的な影響の定量化問題が中心となっている。すでにこの時代に生理反応として脳波を評価指標として利用する方法が取られているが、対象が騒音である点、心理生理への負の影響評価の研究が多いことが特徴である。しかし、アメニティーサウンドの観点からの評価研究が行われていない訳ではない。1993年、佐々木は「音環境に関わるアメニティーの考え方」において、アメニティーが音量で決まるものではなく、その場にいる個人、集団の心の安静、楽しさ、快適の度合いから評価することが重要であると説明し、音を物理量で捉えるのではなく、感性の問題として取り扱うことの重要性を指摘している点は興味深い。

環境音の評価研究は、音響の物理性評価の研究と音に対する心理的特性の評価の研究に分かれる。前者は、音圧や周波数、ゆらぎ等の物理特性の指標策定に関する研

究であり、後者は、騒音に対する心理事象をSD法や心理アンケートにより読み解く研究である。2000年代では、環境音の心理的特性に関する論文が多く見受けられる。SD法を用いた心理的評価方法に関する研究では、細田らの「環境音の視・聴覚情報の効果に関する研究」、谷畑らの「街の空間構成と環境認知に関する研究」等がある。谷畑らは、環境音の有無が町のイメージに及ぼす影響を明らかにしている。環境音がある場合とない場合の印象を抽出するため、動画と環境音の両方を提示する場合と、動画のみ提示する場合の条件においてSD法を行っている。その結果、町の環境音は「にぎわい」に関する印象を高める反面、「落ち着いた」心地よい印象を下げる傾向があることを明らかにしている。また、視覚的な情報に左右されやすい印象には音の影響が表出しないことも明らかにし、さらに、視覚・聴覚要素の印象が同じ場合はその印象が強調される共鳴現象を確認している。感情の取り扱いについては、「落ち着いた」「にぎわい」など限定的ではあるが、視聴覚の複合刺激に対する評価を行っている点は重要である。

音聴取時の生理反応に関する研究は、近年になり急激に進んでいる。脳内酸素を計測し、評価している研究としては、亀井ら(2007)の「打楽器音楽の感性評価における近赤外分光法による酸素化ヘモグロビン変化の定性的モデル」の論文がある。亀井らの研究では、近赤外分光法(NIRS)を活用し、打楽器音楽の感性評価における酸素化ヘモグロビン(oxyHb)変化の定性的モデルと心理計測で得られた感性評価との関係性を明らかにしようとした。定性的なモデルの構築に留まっているが、打楽器音楽の聴取時に抱く感性と脳活動状態との間には固有の関係が存在することを明らかにしており、有意義な研究成果と見る。近赤外分光法による計測機器が1990年代後半になってようやく脳神経分野を中心に利用され始めたことを考えると、音響心理学分野ではかなり早くから使われ始めたと言える。また、宮崎は総合的な生理反応を分析している。「森林セラピーの生理的効果の科学的解明」において、自然由来の小川のせせらぎの聴取は、血圧が優位に低下し、左前頭部の脳活動も優位に低下して生体がリラックスすることを明らかにした。

環境音の評価研究は、騒音を対象とした快適性の評価問題から始まり、視聴覚の複合刺激問題、現在では自然音のリラゼーション効果や適正な音環境デザインなどの研究に発展している。ところが、これまでの環境音の生理心理評価研究の対象地域は、都市域が中心で、農村地域については自然音に限られている。また、心理生理反応の指標と音質評価との関係性については十分に研究が進んでおらず、どのような音質からどんな感情が生まれてくるかについて、明らかになっていない。そこで本研究では、農村地域での環境音のデザインについて基礎的知見を得ることとしたい。これらの研究より得られた知見は、農業用水路の景観としての環境性能の確保にも

活用できるものとする。

III 環境音の音質評価方法

1 音質評価について

音質評価とは心理音響技術を使用し、音を人による感じ方に合わせて定量的に解析する技術のことを言う。従来の物理量に基づく機械的な評価に対し、人の感覚に基づくこの音質評価技術は、生活環境に人間性を加味していく評価方法となる。

心理音響評価量は、人間の耳の構造や聴覚神経の働きを調べ、多くの人間に聴感実験を行った結果から導き出されたものである。聴感実験とは実際に人間が音を聞き、どのように感じたか、その反応を調べることである。しかし人間は、その人の年齢や経験、実験時の体調や、温度・湿度など周囲の環境によって少しずつ音に対する反応が異なる（音の伝播条件も周辺の建物の配置や規模、素材によって変化する）。そこで多くの被験者に対して試験を行い、それらを統計処理することで心理音響評価量が求められてきた。これら音質評価の基盤となっている心理音響技術は、工学、医学、心理学などの広い分野を駆使した技術である。心理音響評価のパラメータは数多くあり、対象とする音によって使い分けたり組合せたりして使いこなす技術が必要である。特に心理学に関係する点では、人の嗜好や社会環境により感性に違いが出るなど、課題が残されている。

心理音響技術に基づく音質評価は、当初自動車の車室内音を評価するために用いられたものである。なかでも音の大きさの評価量であるラウドネスは、ドイツの E.Zwicker によってラウドネス指標として形成され、ISO（国際標準規格）で規格化されている。1998 年には家電機器業界で騒音の表示に関する基準が定められ、騒音の表示には騒音レベルの他にラウドネスを用いるように記されている。

2 音質評価の指標

心理音響評価量には、ラウドネス、シャープネス、ラフネス等がある。そのうち、本研究では、ラウドネス、シャープネスの 2 つの指標を使う。ラフネスの計算方法はまだ提案段階で、規格化されていないこと、「粗さ」と心理的効果との関係性が不明確であること、代表となる 2 指標での簡易的な評価法を得なかったことを考慮して、今回はラフネスの指標は採用しなかった。

a ラウドネス

ラウドネス (Loudness) は、音質評価を表す諸量の内、音の大きさを表す。聴覚感覚についてみると、物理的な測定量である音圧レベルに最も強く依存しており、騒音の評価量として一般的に使用されている騒音レベル (A 特性音圧レベル A-weighted Sound Pressure Level) は聴覚を模倣するため 40dB の純音ラウドネス特性 (等感曲線

ISO R226) を近似した周波数の重みづけを施された音圧レベルとして考え出された。しかし同じ音の大きさで 2 つの純音 (正弦波で表される音) を聞いた場合、周波数が離れていると 2 倍の大きさとして聞こえるが、接近した周波数の音の場合は 2 倍の大きさでなくそれより小さい音として聞こえる。いわゆるマスキング効果により、聞こえ方は異なる。騒音レベルは純音のラウドネス曲線の重みづけをして求めた量を表しているため、通常の騒音のように色々な周波数を含んだ音の場合には、人が感じる音の大きさと一致しない。そこで、より聴感にあった音の大きさを求めるため、マスキング効果 (小さい音が大きい音で聞こえなくなる現象) を考慮した方法としてラウドネスと言う指標が考えだされ、定常騒音に関するラウドネスの算出方法として ISO 532 で規格化された。

単位は sone で、音圧レベル 40dB の音の大きさを 1sone とし、正常の聴力を持つ人が、1sone の n 倍の大きさと判断される音の大きさを n sone とする。

筆者は、景観評価の観点から見た場合に、ラウドネスを「大きさ」と表現すると物理量の意味が強いので、「うるささ」と呼ぶのが妥当ではないかと考えている。

b シャープネス (音の鋭さ)

シャープネス (sharpness) は、音質評価を表す諸量の内、音の鋭さ・甲高さを表し、広域を強調したラウドネスと普通のラウドネスとの比として算出される。一般的にラウドネスは迫力感を表すのに対して、シャープネスは無機感・金属感 (かたい、耳障りな、甲高い) との関係が高いとされる。純音の場合は、周波数を比較することで音の高さを比較できるが、広い範囲に周波数成分があると簡単に比較できない。そこで、シャープネスを計算してどちらが甲高いかを表す。計算方法は、ラウドネススペクトルの面積の重心を求め、重心から下側に向かって垂線を下ろし、周波数の原点 (0Hz, 0Bark) から垂線を下ろした点までの距離を求める。この距離が長いほどシャープネスは大きくなる。実際には、聴感と合致させるための補正として重み係数を使用する。ラウドネスに対し、周波数 (臨界帯域: critical-band rate) 毎に重み係数をかけ、その後にラウドネススペクトルの重心を求めるとシャープネス値 (acum) が得られる。

IV 感情・行動誘因実験の方法

1 対象環境音の概要

対象とする環境音は、山村地域、中山間地域、都市近郊地域、都市地域の 4 地域から 12 音を選定した。農業地域の経済地帯区分による分割と言うよりは、空間的な構造に違いのある対象から選定した。

山村地域は、民家が少なく、日常生活音が入りにくい溪流沿いや林地を設定し、溪流 (群馬県水上市 - 溪流木の根沢)、散策林地 (新潟県十日町市 - ブナ林美人林) を選定した。中山間地域は、生活音が多少ある里山や田

畑を設定し、棚田（新潟県十日町市－兎口集落棚田・静岡県菊川市－倉沢集落棚田）、小河川（新潟県十日町市－浦田集落小河川）、茶園（静岡県菊川市－牧ノ原台地茶園）、親水水路（群馬県甘楽町－雄川用水水路）を選定した。都市近郊地域は、日常の生活音が多く聞こえる市街地を設定し、市街地（茨城県笠間市－太田集落市街地）、農村部丘陵地（茨城県笠間市－太田集落丘陵地）、水利施設（群馬県高崎市－長野堰用水円筒分土工）を選定した。都市地域では、日常の生活音が多く聞こえる商業地（東京都港区－東京駅丸の内口・東京都新宿区－新宿駅南口）を選定した。

本論文では、空間全体の音源の集合体を「音環境」と呼ぶ。これはサウンドスケープそのものを言う。それに対して、「環境音」とは、音環境の中から部分的に切り出された音を指し示すこととした。よって、「環境音」は特定の音源に近い概念の音であるが、一つの音源を対象とはしていない。本研究において評価対象とした音は環境音であり、空間全体の音環境としてのサウンドスケープではない。音空間の代表的な音となる特定の水の音や虫の音などが特徴的かつ統合的に聞こえる場所の音である。Table 1 に評価対象となる環境音に収録された音の種類をまとめた。

2 計測方法

小野測器の精密積分型騒音計（LA-5570）を用い、選定した環境音を計測した。

騒音計測の指針となる JIS Z 8731（環境騒音についての基本的測定方法）では、定常音を計測するため10分間×5回計測と規定されている。本研究においても同様の計測方法により環境音を計測した。

基準時間帯は、日常生活で一般的な音が計測できる日中9:00～15:00に行った。曜日、当日の特別な事情（流水音なら水量、季節、気温、天候による生物音の違い）によって採取される環境音は異なるが、本研究では、空間の代表的な音を捉え、評価することが目的ではなく、

環境音の心理評価のための対象音を捉えることが目的であるため、対象に突発音やノイズ等の非定常音が入らないように配慮した。測定場所や測定高さ等の条件は、騒音計測 JIS Z 8731 に基づいて行った。

3 音質評価の分析

音質評価を行うに当たっては、計測した10分間の音の中から等価騒音の中央値を示す回を取り出し、ノイズ除去のため、計測初めから1分毎に3分間ずつ（0～3分、1～4分、2～5分、3～6分、4～7分、5～8分、6～9分、7～10分）に分解し、この単位毎に音質解析し、ラウドネス、シャープネスを算出する。そして、10分間を通して8つの音質評価のデータから、最も平均的で、安定しているラウドネス値、シャープネス値が得られた時間分のデータを心理実験に用いることとする。音質解析に当たっては、小野測器の WS-5160 音質評価ソフトウェアを使用した。

4 対象音の選定と被験者

音質評価から算出したラウドネス値、シャープネス値を参考に、様々な音質の環境音が満遍なく含まれるように、対象音を A、B の2グループに分けた。これは、12の環境音全てを対象に被験者に評価してもらおうと、評価が長時間となる上、多数の音を聴かせることによる聴覚ストレスが発生するためである。評価対象音は、解析で使った3分データの内、中央の2分を編集し、6音連続で聴かせた。

A グループ：「溪流木の根沢、太田集落市街地、牧ノ原台地茶園、兎口集落棚田、新宿駅南口、雄川用水水路」

B グループ：「長野堰用水円筒分土工、太田集落丘陵地、ブナ林美人林、倉沢集落棚田、東京駅丸の内口、浦田集落小河川」

音質解析は3分間で行っているが、SD法の因子抽出のための試験を繰り返した結果、2分間で評価できると

Table 1 地域別環境音の概要
List of target environmental sounds

地 域	所 在 地	計 測 日 時	発 生 源
溪流木の根沢	群馬県水上市	2008/7/16	水量多い。鳥・蟬の鳴き声、飛行機
ブナ林美人林	新潟県十日町市	2008/7/17	松之山の観光ブナ林。鳥（キツツキ）、蟬、飛行機、自動車、人
兎口集落棚田	新潟県十日町市	2008/7/17	鳥、蟬、水、蜂、偶に自動車
浦田集落小河川	新潟県十日町市	2008/7/17	水量普通。鳥、蟬、水、蜂、自動車
倉沢集落棚田	静岡県菊川市	2008/8/6	蟬、鳥、自動車
牧ノ原台地茶園	静岡県菊川市	2008/8/6	蟬、鳥、自動車、プロペラ
太田集落市街地	茨城県笠間市	2008/8/14	蟬、人、飛行機、電車、自動車
太田集落丘陵地	茨城県笠間市	2008/8/19	蟬、鳥、人、自動車、飛行機
雄川用水水路	群馬県甘楽町	2009/7/18	小雨、水量普通。鳥（スズメ）、自動車、水
長野堰用水円筒分土工	群馬県高崎市	2008/7/17	長野用水円筒分水堰。自転車、バイク、人、鳥、ヘリコプター
東京駅丸の内口	東京都港区	2008/9/6	自動車、人、工事
新宿駅南口	東京都新宿区	2008/9/6	人、自動車、電車、ビジョン

判断できたことと、実験時間を出来る限り短縮して、被験者の聴覚ストレスを軽減することを目的として、2分間を設定した。

被験者は、環境音を聴取した時の反応をできる限り明確にするため、慣れによる反応や年代のバラつきが出ないことを考慮し、日常的に農村の環境音に接した経験が全くない東京在住の大学生計18名とした。

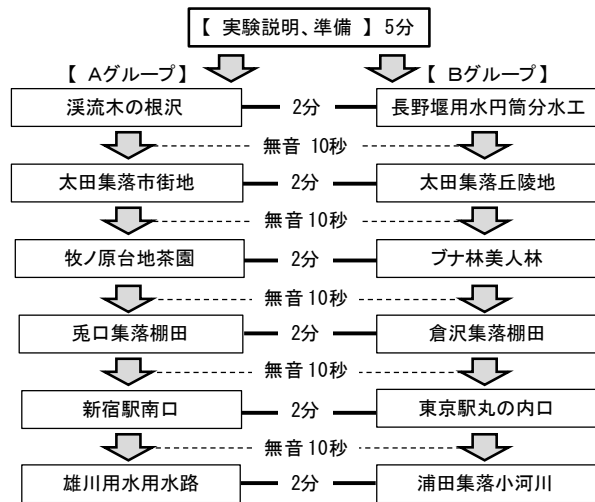


Fig.1 感情行動因子評価実験の流れ

Flow of evaluation experiment of feelings and actions cause

5 感情誘因の実験方法

SD法による因子抽出実験では、感情・情緒的意味誘引に関する項目として、「楽しい」「親しむ」「やすらぐ」「快適な」「危険な」等に関する形容詞尺度を多数準備した。そこで、試験を繰り返し、相関が高いものどうしは1つにまとめるとともに、どちらでもない判断とな

る不適当な尺度は削除した。そして最終的に、「爽やかな-鬱陶しい」「陽気な-陰気な」「落ち着かない-落ち着く」「イライラする-和む」「親しみのある-親しみのない」「悲しい-楽しい」「安全な-危険な」「怒りたくなる-優しくなる」の8つの尺度に絞り込んだ。評価尺度は、「非常にある」「かなりある」「ややある」「ややない」「かなりない」「非常にない」の6段階とした。

6 行動誘因の実験方法

行動を誘因する因子についても、SD法を用い、感情誘因と同様の実験を行う。行動誘因に関係する項目についても、試験を行い、環境音を聴取した時に、仮想行動を誘因する動詞を準備した。最終的に、「注意深く聞きたくなる」「走ったり、歩いたりしたくなる」「'ぼうっと'したくなる」「近づきたくなる」「眠りたくなる」「手で触れたい」「その場で休みたくなる」の7個に絞り込んだ。評価尺度は、感情よりも想起されにくいので、「非常にある」「ややある」「ややない」「非常にない」の4段階とした。

Fig.1 に感情・行動誘因実験の流れを示す。

V 感情・行動誘因因子と音質の関係

1 音質評価結果

Table 2 に12地域の環境音を音質解析し、等価騒音レベル(A特性)、ラウドネス、シャープネスの平均値を整理した。

ラウドネス値が大きい環境音は、長野堰用水円筒分土工、溪流木の根沢、東京駅丸の内口などであり、シャープネス値の大きい環境音はブナ林美人林、兎口集落棚田、倉沢集落棚田であった。

Table 2 景域音の音質
Sound quality of soundscape

地域	山間		中山間			
地名						
Loud [sone]	26.70	3.40	2.30	10.80	10.20	4.90
Sharp [acum]	1.26	2.97	2.02	1.27	2.35	1.61
Laeq [dB]	70.50	52.20	53.90	57.40	63.30	47.70
地域	都市近郊			都市		
地名						
Loud [sone]	11.30	5.10	19.80	30.70	17.70	26.30
Sharp [acum]	2.49	1.69	1.37	1.30	0.84	0.98
Laeq [dB]	67.30	48.20	66.60	72.30	64.10	70.70

環境音により、ラウドネス値、シャープネス値は様々であるが、平均値で見ると、山間、中山間地域の環境音は、都市地域、都市近郊地域の環境音に比べて、ラウドネス値は小さく、シャープネス値は高い傾向にあった。但し、地域は便宜的に分けているがこの地域分類が環境音の特性と対応しているということではない。

A 特性騒音レベルとラウドネス値は相関があると言われるが、x軸に等価騒音レベル (A 特性)、y軸にラウドネス平均値をプロットすると、Fig.2のように明らかな相関が認められた。しかし、等価騒音レベルが同じように 65dB 程度である親水水路の雄川用水用水路と農村部丘陵地の太田集落市街地では、ラウドネス値では約 10sone 程度異なっている。

つまり、等価騒音レベルでは同じ値を示すが、親水水路は農村部丘陵地より「うるさく」聞こえていると読み取れる。

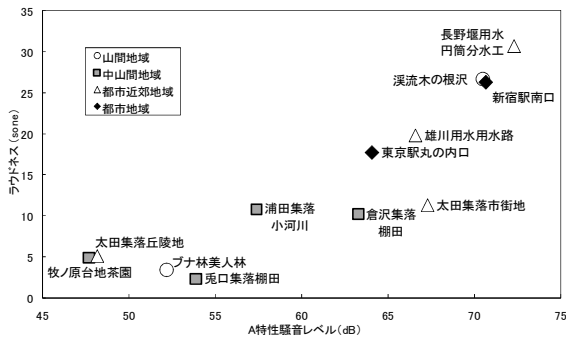


Fig.2 騒音レベル (A 特性) とラウドネス値の関係
Relation between noise sound level (A characteristic) and sound quality of Loudness

2 感情誘因実験の結果と考察

a 感情因子抽出

SD 法の結果を因子分析し、Table 3、Table 4 に因子負荷量、固有値を示す。主因子法を用い、おおよその因子の解釈ができたので、無回転とする。感情誘因に関する項目からは「落ち着く」と「うきたつ」と表現できる2つの因子が抽出された。

第一因子は、「さわやかな-鬱陶しい」「落ち着かない-落ち着く」「イライラする-和む」「親しみのある-親しみのない」「安全な-危険な」「怒りたくなる-優しくなる」という項目が抽出され、爽やかで、落ち着きがあって、親しめるという意味を統合すると、「落ち着く」と総称できる。心が落ち着く「沈静」に当たる因子と言えり。

第二因子は、「陽気な-鬱陶しい」「悲しい-楽しい」という項目が抽出され、陽気で、楽しいという意味を統合して、「うきたつ」と総称できる。こちらは、「沈静」の反対で、「興奮」に当たる因子と言えり。

この第二因子以降の固有値は1以下となり、累積寄与率も第二因子までで約95%となっている。したがって、

この第二因子までが感情評価の基本軸といえる。

Table 3 感情項目の因子負荷量
Factor loadings of feeling items

感情形容詞対	落ち着く	うきたつ
鬱陶しい-爽やかな	-0.945	0.158
陽気な-陰気な	-0.191	0.956
落ち着く-落ち着かない	0.974	-0.203
和む-イライラする	0.958	-0.283
親しみのない-親しみのある	-0.671	0.542
悲しい-楽しい	0.258	-0.918
安全な-危険な	-0.906	0.386
優しくなる-怒りたくなる	0.938	-0.255

Table 4 感情項目の因子分析における固有値、寄与率、累積寄与率

Eigen value, contribution rates and the total contribution rates of the factor analysis on feeling items

No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	6.157	0.770	0.770
2	1.401	0.175	0.945
3	0.235	0.029	0.974

b 感情因子発現の相違

Fig.3 は、12 地域の環境音の感情因子「落ち着く」「うきたつ」における因子得点を散布図にして整理したものである。第一因子「落ち着く」の因子得点が高い環境音は牧ノ原台地茶園、兎口集落棚田であり、因子得点が高い環境音は溪流木の根沢、新宿駅南口、長野堰用水円筒分水工、東京駅丸の内口であった。第二因子「うきたつ」の因子得点が高い環境音は太田集落市街地、新宿駅南口、太田集落丘陵地であり、因子得点が高い環境音は溪流木の根沢、長野堰用水円筒分水工、東京駅丸の内口であった。

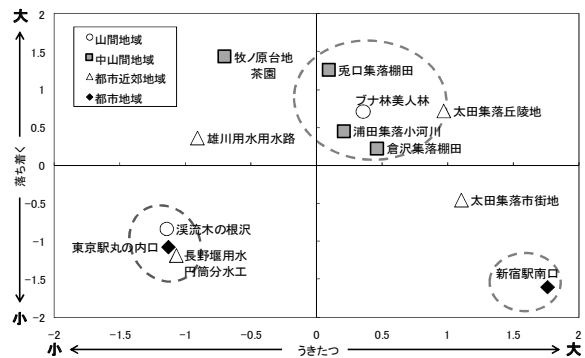


Fig.3 感情因子得点散布図
Scatter diagram of feeling factor score

この結果、12の環境音を3つのグループに分けることができた。ブナ林美人林、牧ノ原台地茶園、浦田集落小河川、太田集落丘陵地、兎口集落棚田は、「落ち着く」が高くなっており、中山間地域を中心とした農村の音が

多く存在していた。溪流木の根沢、長野堰用水円筒分水工、東京駅丸の内口は、「うきたたない」「落ち着かない」が卓越していた。しかし、新宿駅南口は、東京駅丸の内口とは異なり、「落ち着かない」は同じ評価であるが、「うきたつ」と評価されている。新宿駅南口の環境音は、その音源の大半が人の声であるため、「落ち着かない」が、心躍る「うきたつ」音になっていたと考えられる。

以上のことより、第一因子が高い音は、中山間地域の農村の音が多い。低くなると都市の音が多くなる。また、第二因子の「うきたつ」は音色の影響を強く受けやすく、地域にとらわれない。

c 感情因子と音質評価指標との関係

Fig.4 は、x 軸に「落ち着く」の評価値、y 軸にラウドネス値をプロットしたものである。「落ち着く」とラウドネス値との相関係数は 0.7 と比較的高かった。

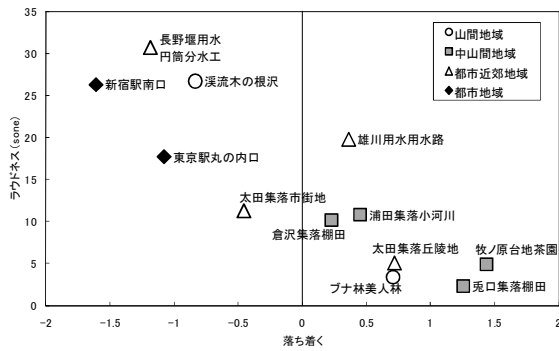


Fig.4 「落ち着く」とラウドネス値の関係
Relation between feeling factor "Quietness" and sound quality of Loudness

「落ち着く」は、ラウドネス値が低くなる程、評価が高くなり、ほぼ 15sone 以下になるとプラス側に評価される。また、「落ち着く」とシャープネス値の関係を示したものが Fig.5 であるが、1.5 ~ 2.0acum 付近で評価が反転している。シャープネス値が 1.5 ~ 2.0acum の時に「落ち着く」の評価は最も高くなっているが、シャープ

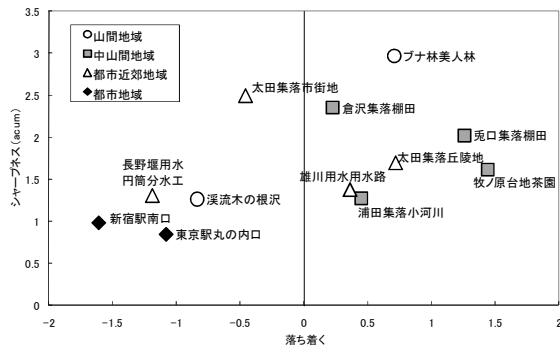


Fig.5 「落ち着く」とシャープネス値の関係
Relation between feeling factor "Quietness" and sound quality of Sharpness

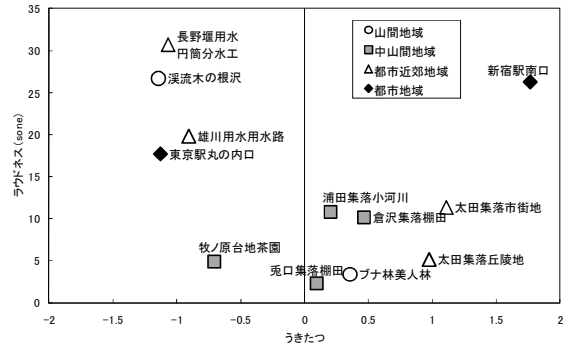


Fig.6 「うきたつ」とラウドネス値の関係
Relation between feeling factor "Excitement" and sound quality of Loudness

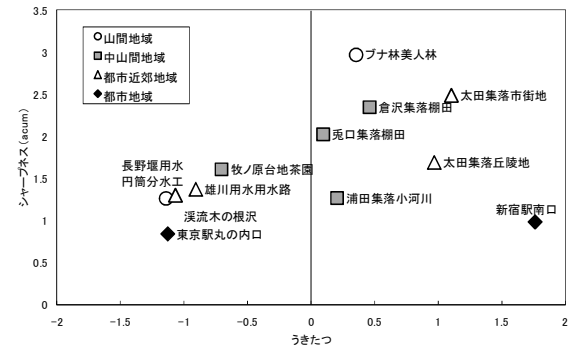


Fig.7 「うきたつ」とシャープネス値の関係
Relation between feeling factor "Excitement" and sound quality of Sharpness

ネス値は高ければ落ち着きの評価が上がるのではなく、適正な範囲があることが明らかになった。「落ち着く」とシャープネスの相関係数は低かった。

Fig.6 は x 軸に「うきたつ」の評価値、y 軸にラウドネス値をプロットしたものである。「うきたつ」の評価が低いとラウドネス値は高く、「うきたつ」の評価が上がるにつれラウドネス値は下がり、評価が 0 で、ほぼ中間的评价となる。そこからは、ラウドネス値が上がるにつれ「うきたつ」の評価は上がる。新宿駅南口のラウドネス値 25sone を除けば、15sone 以下になると「うきたつ」の評価が高くなる。「うきたつ」とシャープネス値の関係は Fig.7 である。この場合も、新宿駅南口を除けば、シャープネス値が 1.5 ~ 2.0 acum 程度までは、正の相関が認められるが、「落ち着く」の因子ほど明確な傾向は確認できない。

「うきたつ」の評価は、ラウドネス、シャープネスの音質指標だけでは評価できない音となっている。この 2 指標だけで、感情因子を捉えることには無理があるのかもしれない。

3 行動誘因実験の結果と考察

a 行動因子抽出

感情誘因実験と同様に SD 法の結果を因子分析し、因子を抽出した。Table 5, Table 6 に因子負加量をまとめ

た。主因子法を用いた無回転の結果であり、バリマックス回転を施したが、十分な解釈はできなかつた。固有値を考慮すると、統計的な意味を有するのは第二因子までではあるが、「走ったり、歩いたりしたくなる」は-0.763の因子負荷量を持ち、第一、第二因子とは明らかに異なる意味が抽出されている。この行動は、後述するアフォーダンス理論での「基礎定位システム」とも呼応すると考えられることから、少し無理矢理であるが解釈をし、行動因子の抽出は3つとした。

Table 5 行動項目の因子負荷量
Factor loadings of action items

行動動詞	休息行動	接触行動	静止行動
注意深く聞きたくなる	0.752	-0.509	0.342
走ったり、歩いたりしたくなる	-0.261	0.095	-0.763
'ぼうっと'したくなる	0.768	-0.525	0.342
近づきたくなる	0.371	-0.920	0.052
眠りたくなる	0.887	-0.368	0.300
触れたいくなる	0.405	-0.858	0.247
その場で休みたくなる	0.700	-0.506	0.482

Table 6 行動項目の因子分析における固有値、寄与率、累積寄与率

Eigen value, contribution rates and the total contribution rates of the factor analysis on action items

No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	5.598	0.800	0.800
2	0.881	0.126	0.926
3	0.401	0.057	0.983

第一因子は、「注意深く聞きたくなる」「'ぼうっと'したくなる」「眠りたくなる」「その場で休みたくなる」という項目を含んでおり、休息を誘引する因子と解釈でき、「休息行動」と総称した。

第二因子は、「近づきたくなる」「触れたいくなる」という項目を含んでおり、接触を誘引する因子と解釈でき、「接触行動」と総称した。

第三因子は「走ったり、歩いたりしたくなる」という項目のみであり、動くか止まるかを誘引する因子と解釈でき、「静止行動」と総称した。

また、固有値は第二因子目で1以下となっているが、累積寄与率約95%までを取り、3因子を行動評価の軸として捉えた。

アフォーダンス理論では、いくつかの重要な行為システム群があるとされている。エドワード・S・リードは、基礎定位システム、知覚システム群、移動システム、欲求システム、操作システム、相違行為システム群、遊びシステムに分解している。システムを簡単に紹介すると以下のようなになる。

基礎定位システム：身体の諸部分を静止させておくこと
知覚システム群：見る、聞く、嗅ぐ、味わう、触れる等の特別な探索的活動

移動システム：ある場所からある場所への移動

欲求システム：生命を維持するために、呼吸、摂食、体温調節などを通じて環境との恒常的な関係を持っており、その機能を担っている

操作システム：基本は手を使った行為

相違行為システム群：他の動物（人）との相互行為

遊びシステム：知覚や純粋な行為に基づくものではない行為

そして、本研究で示した行動誘因の3因子（接触行動、静止行動、休息行動）では、接触行動は「知覚システム群」、静止行動は「基礎定位システム」と「移動システム」、休息行動は「欲求システム」に位置づけられる。操作システムや遊びシステムについても行動誘因として今後捉えるべき行為ではあるが、本研究では、身体だけを対象とした行動誘因だけを対象とした。

b 行動誘因の多様性

12の環境音の因子得点を**Table 7**にまとめた。この表では各環境音の因子得点が+1以上の場合は「○」、-2以下の場合は「×」として整理した。第一因子の「休息行動」が高い環境音は「牧ノ原台地茶園」「太田集落丘陵地」「ブナ林美人林」「倉沢集落棚田」であり、低い環境音は「溪流木の根沢」「太田集落市街地」「新宿駅南口」「東京駅丸の内口」であった。第二因子「接触行動」が高い環境音は「太田集落市街地」「浦田集落小河川」であり、低い環境音は「長野堰用水円筒分水工」「東京駅丸の内口」であった。第三因子の「静止行動」が高い環境音は「兎口集落棚田」であり、低い環境音は「新宿駅南口」「太田集落丘陵地」「倉沢集落棚田」であった。環境音によって誘引される行動が異なっていることがわかった。以下に、行動因子の特徴を示した。

Table 7 環境音別の行動因子得点
Action factor score of environmental sounds

環境音	行動(行動想起)	休息行動	接触行動	静止行動		
溪流木の根沢	-1.216	×	-0.225	-	0.059	-
ブナ林美人林	1.004	○	-0.053	-	0.855	-
兎口集落棚田	0.401	-	0.489	-	1.564	○
浦田集落小河川	-0.322	-	1.854	○	-0.015	-
倉沢集落棚田	1.833	○	-0.248	-	-1.831	×
牧ノ原台地茶園	1.117	○	-0.428	-	0.858	-
太田集落市街地	-1.225	×	1.222	○	0.025	-
太田集落丘陵地	1.165	○	0.236	-	-1.029	×
雄川用水用水路	-0.490	-	0.298	-	0.985	-
長野堰用水円筒分水工	-0.283	-	-1.213	×	-0.656	-
東京駅丸の内口	-0.888	-	-1.978	×	0.491	-
東京駅南口	-1.098	×	0.045	-	-1.306	×

音観察結果から筆者が定性的に評価するところでは、「休息行動」を誘引する環境音は、やすらぎ感が強く、開放感があり、静かな自然の音を中心であると考えられる。この行動は、無機質な音では想起されにくいと思われる。「接触行動」を誘引する環境音は、生物の鳴き声に適度な生活音がある安心感、親しみ感が強い音と考えられ、「静止行動」を誘引する環境音については、車両や人の動きが伴う音は、動きを誘因する傾向があるようだ。

c 行動因子と音質評価指標との関係

第一因子「休息行動」の評価値をx軸に、ラウドネス値をy軸に取り、プロットしたものがFig.8である。ラウドネス15soneを境に、「休息行動」の評価が変わる。同様に、「休息行動」とシャープネス値との関係はFig.9に示されるが、休息行動の評価はほぼ1.5acumよりシャープネス値が高い場合は休息行動を誘引し、それよりシャープネス値が低いと休息行動は誘引されない傾向がある。太田集落市街地が例外値となっていることや、全体的にデータがばらつくのは、やはり、行動についての因子分析が十分分解できていない結果であろう。また、「接触行動」「静止行動」とラウドネスとシャープネスには関係性は見られなかった。

4 音質による落ち着き特性評価手法の考案

以上の結果を踏まえると、音質によって、環境音の心理特性の1つである「落ち着く」を評価できると考えた。説明変数 x_1 をラウドネス値、 x_2 をシャープネス値、目的変数 y を感情の第一因子「落ち着く」として、重回帰分析を行ったところ、次の式が重相関係数0.805が得られた。

重回帰直線 $y = 1.603 - 0.094x_1 - 0.162x_2$
 y : 「落ち着く」の評価値
 x_1 : ラウドネス値 ($0 < x_1 < 35$)
 x_2 : シャープネス値 ($0 < x_2 < 3.5$)

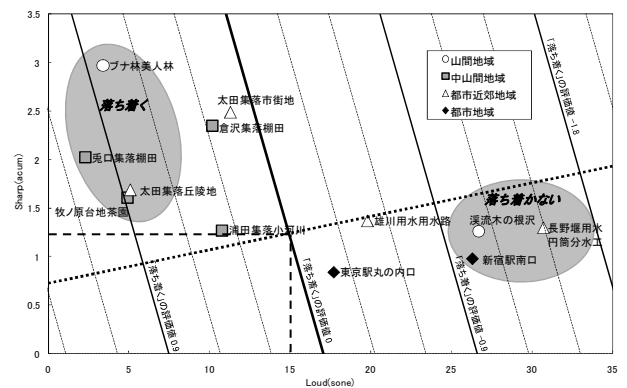


Fig.10 「落ち着く」の特性図
Diagrams of "Quietness" characteristic

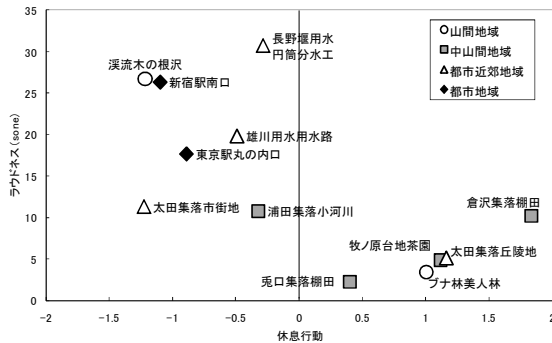


Fig.8 休息行動とラウドネス値の関係
Relation between action factor "Rest action" and sound quality of Loudness

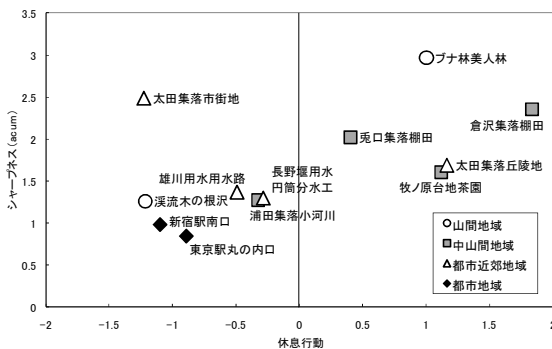


Fig.9 休息行動とシャープネス値の関係
Relation between action factor "Rest action" and sound quality of Sharpness

この重回帰直線を用いて等評価線を作成したところ、Fig.10となった。「落ち着く」の評価値0の傾斜線より右側は評価が低く、左側は評価が高い。この結果より、「落ち着く」の評価が高い環境音は、中山間地域の農村の音であり、評価が低い音は都市や都市近郊の環境音であることがわかる。「落ち着く」の評価が最も高い環境音は中山間地域の「兎口集落棚田」であり、そのときの音質は、ラウドネス2.3sone、シャープネス2.0acum程度となっていた。次いで、「牧ノ原台地茶園」、「太田集落丘陵地」と続いている。「ブナ林美人林」はシャープネスが非常に高いため、順位は4番目だが、「落ち着く」の評価値では、先の2音とほぼ同程度といえる。「落ち着く」の評価値が最も低い環境音は「長野堰用水円筒分水工」であり、ラウドネス30sone、シャープネス1.3acumであった。次いで「溪流木の根沢」、「新宿駅南口」あたりの評価が低い。

今回対象とした環境音のデータ以外に、様々な地域で様々な環境音を採取したところ、ほとんどの場合、Fig.10の「落ち着く」の評価値0の傾斜線と、それと交差する右下がりの波線で囲まれる右下と左上にデータは集まり、それ以外の環境音は本計測手法の範囲では計測されなかった。そこで、重複を避け、同年度に採取した環境音だけを対象に分析したのが今回の調査である。そ

のことを踏まえて、環境音の目的変数 y 「落ち着く」の正負が逆転する代表的地点をおおよそ選択すると、交差する点のラウドネス 15sone, シャープネス 1.2acum 付近である。農村地域の音環境設計において、落ち着きのある環境音としては、ラウドネスほぼ 15sone 以下, シャープネスほぼ 1.5 ~ 2.0acum 程度に入ることができることが重要である。但し、ラウドネス値, シャープネス値が共に高い, または共に低い音は, 対象とした 12 地域の環境音にはなかったが, このような環境音が存在するかしないかは, もう少しサンプル数を増やす必要がある。

VI 結 言

本研究では、農村景観における聴覚的な適正デザイン、水利施設等の農村地域資源が有する景観としての環境性能の適正化を図るため、環境音の評価手法の確立を目的とし、心理評価指標として SD 法を用い、環境音聴取時の感情・行動誘因を捉えるとともに、心理評価に対する音質評価を比較した。

その結果、環境音は、感情誘因の因子としては、「落ち着く」「うきまつ」の2つの因子、行動誘因の因子としては「接触行動」「静止行動」の2因子と、参考として「休息行動」を入れた全3因子から構成されていることが明らかになるとともに、これらをラウドネスとシャープネスの音質評価指標によって表すことができた。

また、2つの音質指標と感情誘因因子の1つである「落ち着く」特性の関係を式で表現することを考案した。これにより、ラウドネス、シャープネスを設定するだけで、環境音の「落ち着く」、情緒的沈静の効果を評価することができ、これらの評価手法を利用すれば、農業水利施設や集落内にある多様な地域資源が有する環境音の聴覚的景観性能の設計指針となる可能性が見えてきた。

ラウドネスとシャープネスは、「落ち着く」の評価に関するおおよその指標値となるが、まだこの2指標だけでは表現できていない感情・行動誘因因子もあると考えられる。今回は、情緒的沈静の評価指標としてはある程度使えるものとなったが、音から受ける感動や楽しさ等の興奮の評価指標については十分分析できなかった。今

後、サンプル数を増やすとともに、音質の指標についても、他の指標や工夫が必要となると考える。

参考文献

- 1) 細田誉二・加藤雅裕・津田宏之 (2003) : 環境音の視・聴覚情報の効果に関する研究, 関東学院大学 建築設備工学研究所報, 27, 71-77
- 2) 石山武 (1993) : 道路交通騒音に関する住民反応の分析～第2報 被害感に影響を及ぼす要因について～, 自動車技術会学術講演前刷集
- 3) 兜真徳 (1991) : 特集 感覚と公害 騒音とストレス, かんきょう (東京), 16(5), 6-9
- 4) 亀井且有 (2007) : 打楽器音楽の感性評価における近赤外分光法による酸素化ヘモグロビン変化の定性的モデル, 立命館大学アート・リサーチ, 7, 61-69
- 5) 榎塚忠穂 (1994) : 実際の都市交通騒音と脳波活動, 日本人間工学会, 30 (特別号), 258-259
- 6) 宮崎良文 (2006) : 森林セラピーの生理的効果の科学的解明, 森林技術
- 7) 農林水産省 (2010) : 新たな食料・農業・農村基本計画
- 8) 小田聡ら (1992) : 現代音楽聴取が脳波ならびに循環機能に及ぼす影響, *Neurosciences*, 18, 83-86
- 9) Reed, E. S. (細田直哉訳) (2000) : アフォーダンスの心理学, 新曜社
- 10) 佐々木実 (1993) : 音環境に関わるアメニティーの考え方, 騒音制御, 17(4), 169-172
- 11) Schafer, R. M. (鳥越けい子ら訳) (2006) : 世界の調律, 平凡社
- 12) 谷畑義則・久保田純美・平本一雄・末繁雄一 (2006) : 環境音とまちの印象の関係についての分析～街の空間構成と環境認知に関する研究その4, 日本建築学会学術講演梗概集 (関東), 133-134
- 13) 鳥越けい子 (1997) : サウンドスケープ [その思想と実践], 鹿島出版会

Development of Evaluation Method of Environmental Sound that is One of Regional Resources

– Research on quantity evaluation of relation between Feelings and Sound quality of Environmental sound for Regional resources management. –

YAMAMOTO Tokuji and KURITA Hideharu

Summary

An aural design in the farm village landscape is examined. Feelings and actions cause when listening to an environmental sound by using the semantic differential method to establish the evaluation approach of an environmental sound are caught.

As a result, it was clarified to an environmental sound to be composed of three action factors of “Contact action”, “Geostationary action”, and “Rest action” and two Feeling factors of “Quietness” and “Excitement”. Moreover, the relation between the evaluation of the factor and sound quality of Loudness and Sharpness was able to be clarified.

It proposed to express the relation between “Quietness” that was one of the factors of feelings and sound quality by the expression. As a result, a quiet effect of an environmental sound can be evaluated only by setting the Loudness and Sharpness. If these evaluation approaches are used, it becomes the indicator of the design of an aural performance of an environmental sound in the waterway and the village.

Keywords : landscape, sound quality, environmental sound, semantic differential method, regional resources, loudness, sharpness