農村の音環境の動的計測手法に関する一試案

One Tentative Plan on the Dynamic Measurement of Acoustical Environment in Farm Village

山本徳司* 栗田英治* 重岡 徹*

Tokuji Yamamoto* Hideharu Kurita* Tetsushi Shigeoka*

(*農研機構 農村工学研究所)

(*National Institute for Rural Engineering)

I 緒言

グリーンツーリズム、都市農村の交流促進において、農村景観の質の向上は、重要な要件である。平成 16 年、「景観法」が制定され、各地で景観保全・形成の施策が展開しているが、その一方、耕作放棄地の拡大による農地の荒廃や生産の近代化に伴い、景観の質の低下は進んでいる。よって、景観資源を活かした地域活性化を推進していくためにも、農村景観の保全・形成は重要な課題となる。

しかし、その施策の大半は、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いる。

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、環境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、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^{注1)}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、音環境^{注2)}の評価の導入は重要となる。

これまで、景観保全・形成における音に関する研究では、主に都市地域の騒音低減やリラクゼーション効果が取り上げられ、個々の音源に対して、定量的な評価が行われているケースが多い。今後は、個々の音源を評価するのではなく、「サウンドスケープ」の考え方を導入し、快適と感じる音も、不快と感じる音もすべて含めた、空間全体の音環境の創造に努めるべきである。しかし、サウンドスケープに関しては、農村景観の保全・形成のた

めの定量的な計測手法もその評価手法も未だに定まっていない。

そこで、本研究では、農村の音環境を騒音計による移動計測をすることにより捉え、サウンドスケープの時間的・空間的な変動特性を音質評価指標によって把握する動的計測手法を提案し、モデル地区による試験計測より、その手法成立の可能性を探る。

II サウンドスケープについて

サウンドスケープは、カナダの現代音楽作曲家・音楽教育家 R.マリー・シェファールによって 1960 年代末に提唱された¹⁾。日本では鳥越けい子がシェファールの考え方を広め、「音の風景」と訳している。

音の研究では、これまで、家電製品、空調の音、せせらぎ音、生物の音等の個々の音源を対象としてきた。これは人に害のある音を遮断する、低減する、人に良好な音を選択することが命題となり、音が聞こえる環境全体を指す「音環境」そのものを調整する発想ではない。

サウンドスケープとは、音を「音の問題」として扱うのみではなく、音や聴覚を切り口として、人間の五感全体を呼び覚まし、日々の生活の中で世界をどう感じるか、その中でどの様に生活をするのかを問いかける概念である²⁾。よって、聴覚に配慮した景観整備を行うにあたり、周囲に存在する音の価値を見出し、音を社会や文化の枠組みの中で捉えようとする際、サウンドスケープは極めて重要な概念となる。これまでの音研究で、音源ごとに切り離され、快不快の観点から評価されていた音を、生活空間の音として捉え直すことが重要である。

これまでのサウンドスケープに関する研究は、サウンドスケープ協会や日本音響学会が成果を出すとともに、

日本建築学会でも実践利用として取り上げているが、日本音響学会、電子情報通信学会等^{3) 4)}では、計測技術や心理音響工学としての評価手法の追求はあるものの、生活文化として捉える視点は少ない。建築学会での生活環境における騒音認知の問題や都市公園での自然の音環境の認知問題が、実践の場でサウンドスケープを最も重視して捉えているが、計測方法に関する研究はない。また、造園学会やサウンドスケープ協会では、音の社会的・文化的意味に関する研究が主流であり、サウンドスケープの概念の重要性は提言されているものの、計量科学としての定量的な把握については不十分である。景観保全・形成等の計画手法としての科学的根拠には活用できていないのが現状である。

本論で、動的計測手法を提案する意義は、サウンドスケープとしての音環境の捉え方を踏まえ、計量化と人の生活観点からの音環境の評価を同時に満たす計測手法を確立することである。

III 音環境の動的計測手法と音質評価

1 従来の計測法

環境省による環境基本法や騒音規制法、環境アセスメント法によって定められている騒音計測の基準を見ると、現在の騒音計測は空間全体の広がりに対する見方は不明確である。環境騒音とは、特定地点での、主として交通騒音、生活騒音等、生活場所から発生する複合した騒音の総称であり、騒音の種類分布は時々刻々と変化している。そこでJIS Z 8731では、ある特定場所における騒音の状態を決定するため、騒音の表示及び測定方法を規定している。それには、騒音の許容限度、騒音環境を管理することができる基本評価量として等価騒音レベルの採用を推奨している。しかし、JIS基準に基づいた従来の騒音の計測手法は、特定地点における定量的な計測手法であり、空間全体の音の計測とはなっていない。

また、特定地点の集合としての取り扱いについても検討されていない。つまり、空間がどのような音環境にあるのかを総合的に評価する手法に適合した計測法ではない。

2 動的計測手法の提案

(1) サウンドスケープ概念の導入

本研究では、移動に伴って変化する音を捉えて、音環境の把握方法としての可能性を探る。これを動的計測手法と呼ぶ。具体的には、住民が日常生活で接触度が高い生活道路を移動して連続計測することで、生活観点から音環境を捉えることを試みる。

これまでの音環境の研究では、騒音計測を基本として、

対象地区で同時多点計測を行う場合がある。これは空間を均一的に捉えるものであり、音環境を多点に立って「眺める」という意味ではサウンドスケープの計測としての条件を満たしている。しかし、生活者は実際には、環境音を移動しながら聞いていることが多い。よって、サウンドスケープの概念を定量的に表現するためには、人の行動に伴う音の変化を一続きのものとする音環境のとらえ方が必要と考えた。また、動的計測手法は計測機器を同時に何台も使う必要が無いので、経済的で簡易ではあるが、移動中の突発音（特別なものを踏んだ音、観測者の咳払い等）を捉えることも多く、歩行速度調整、時間経過に伴う定常性^{注3)}の確保等デメリットも多い。

今回提案する手法は、JIS基準からは逸脱しており、かつその精度的な問題も十分に検証されていない。しかし、移動計測はサウンドスケープの計測法として有効であると仮定し、その可能性を追求した。計測の際に発生する足音や塀や家屋からの反射音など、これまでは計測におけるノイズとされていた音についても、人が活動する際には当然発生するものであり、人はそれらも含めて周囲の音を評価していると考え、評価の対象とした。

(2) 観測時期・基準時間帯・実測時間

観測時期は「騒音が1年間を通じて平均的な状況を呈する日を選定する」と、騒音に係る環境基準の評価マニュアル（環境省：平成11年7月）にある。この平均的な状況を呈する日としては、一般的には、秋季が良いとされるが、本論では、水田景観で卓越するカエルの鳴き声、屋敷林や畦畔木の蟬の鳴き声がどちらもピークではなく、夏休み期間に入り、子供達の遊ぶ声が突発音として入りにくい7月上旬（7月1日～20日）とした。サウンドスケープの概念から、生活音を音環境として捉えるのは原則とするが、突発音は定常性の観点から対象としないというルールを設定した。基準時間帯は、朝活動6時～8時、午前活動9時～11時、午後活動13時～15時、夕方活動16時～18時の4回とし、実測時間は20～30分程度とした。

(3) 計測方法と計測ルート

計測に当たっては、約150cmを高さ基準として、手で騒音計（小野測器製LA-5570）を持って歩き、瞬時値モード、インジケータ分解能0.2dB、平坦特性設定で、WAVデータを採取し、音質評価システム（小野測器WS-5160）で分析する。測定高さは、前出の評価マニュアルでは120cmが基準となっているが、手に持って歩きながら測定するため、息音を直接補足しないように設定した。また、コース上に2点から4点の歩行速度調整地点を設け、地点間の移動時間を決め、速度の調整をする。歩行速度は約100cm/secである。調整地点での時間差は区間距離

に関係なく、 $\pm 10\text{sec}$ を許容した。調整地点の設定方法は今回決めなかった。

計測ルートは、住民への聞き取りにより、集落内における代表的な音源が存在する地点で、住民が農作業を含め日常生活上よく利用する道路を抽出し、生活空間を網羅しながら、20~30分程度で一周できる時間に設定した。

3 動的計測結果の音質評価

(1) 音質評価の基本

音質評価とは音を人による感じ方に合わせて定量的に解析する技術である。

一般的な指標には、ラウドネス (Loudness)、シャープネス (Sharpness)、ラフネス (Roughness) などがある^{注4)}。

本研究では、最も一般的なラウドネスとシャープネスを利用した。

(2) 音環境の変動特性分析

音質分析を行い、移動中のラウドネス、シャープネスの連続的な変化を明らかにし、地域別の変動特性を把握するとともに、時間帯別・地域別のラウドネス、シャープネスの平均値、最大値、最小値の比較を行ない、変動パターンを解明する。

IV 動的計測モデル地域の音環境の概要

1 調査対象地の概要

音環境の変動特性の比較・分析を行うにあたり、空間形態の異なる3つのモデル地区を選定した。農村地域では棚田景観を有する中山間集落と区画整備水田を中心とした平地水田集落、比較対象として、都市地域については商業施設が多く、交通量も常に多い地域を選定した。以下に選定した各地域の特徴を挙げる。なお、農村地域については、この2つ以外に、都市近郊集落（茨城県笠間市太田集落）の音データも収集したが、結果は、平地水田集落と大差がなかったため、本論では本データの個別の考察は省いた。

2 中山間地域（新潟県十日町市兎口集落 図1）

図1 新潟県十日町市兎口集落
Fig.1 Utsukichi District Tokamachi City

図2 京都府亀岡市美濃田集落
Fig.2 Minoda District Kameoka City

図3 東京都六本木ヒルズ界隈
Fig.3 Roppongi Hills area Tokyo

緩やかな勾配の棚田と生活道路沿いに発達した10戸程度の家屋からなる集落である。道路はコンクリート舗装が施され、集落中央に位置する温泉施設に向かう車が多い。計測は集落入口からはじめ、舗装路から棚田の間を通る土の耕作道路を登る。ここでは水田に生息する生物の鳴き声や水音、周辺のスギ林から鳥の声が聞こえる。耕作道路から再び舗装された道路に出ると、蝉と鳥の声が中心となる。区画整理された急な勾配の棚田に囲まれた耕作道路を下る際には、水路の水音が大きい。その後、集落北側の道路を通って、集落入口に向かうが、ここでは、どの時間帯でも5台程度の車が通過し、道路沿いの民家の生活音や水路の音が聞こえた。(1351m)

3 平地水田地域（京都府亀岡市美濃田集落 図2）

平地部に水田、山裾に集落、その背後に里山がある。計測は集落の北東部にある溜池から始めた。集落沿いの水田周辺は砂利道で、測定者の足音が採取される。集落内の砂利道を通り南下する間は、民家からの犬や鶏の鳴き声、水路の水音が聞こえる。集落の西側は国道で乗用車を中心とした車両の通行がある。1回の計測の間に3~5台の自動車が通過した。宅地内に入ると、蝉の鳴き声が卓越する。時間帯によっては人の話し声が聞こえる。集落の東側は竹林が多く、竹林の風の音、落葉を踏み足音が収集される。遮る要素が無いため、平地部からの農作業、草刈りの音はどの場所からも聞こえる。(1699m)

4 都市商業地域（東京都六本木ヒルズ界隈 図3）

農村地域の比較対象として、商業地である東京都港区六本木ヒルズ界隈で計測を実施した。ルート設定は、住民への聞き取りではなく、昼夜変わりなく人通りが多く、裏道への通行者が多い地点も2カ所入れた。六本木ヒルズメトロハットから計測をはじめ、首都高速の高架に沿って、北東に向かって歩く。常に周囲に人の歩行音は聞こえる。道路を横断し、折り返すが、変わらず交通量が多い。主要道を離れ、わき道に入ると車両の通過音がなくなるため、明らかに騒音レベルは低くなる。植え込みや

施設など緑が存在する場所からは蟬などの虫の音が聞こえた。(1407m)

V 音環境の動的計測結果と評価

1 動的計測手法の可能性の検証

動的計測法が成立する条件は、基準時間帯での動的計測の定常性である。そこで、基準時間帯内で実測時間を変えた2回の計測の一致度を判定することとした。

変動の比較は、音圧としての物理量そのものを計測している騒音レベル(A特性)を用いる、兎口集落、美濃田集落の13時台の2回の計測と兎口集落の6時台の2回の計測を比較したところ、図4～6(見やすくするために、60秒移動平均のデータをプロットした)となった。どの程度一致するかを判断するために、コヒーレンス分析を行ったところ、図7のように、兎口集落の13時台、美濃田集落の6時台、13時台では、200秒周期まではコヒーレンスは0.5以上となり、一致している。ただし、兎口の6時台の計測については、1000秒以上でも、コ

図4 兎口集落の騒音レベル (13時台)
Fig.4 A-weighted sound pressure level in Uguchi District (between 13 and 15 o'clock)

図5 美濃田集落の騒音レベル (13時台)
Fig.5 A-weighted sound pressure level in Minoda District (between 13 and 15 o'clock)

図6 兎口集落の騒音レベル (6時台)
Fig.6 A-weighted sound pressure level in Uguchi District (between 6 and 8 o'clock)

図7 コヒーレンスの比較
Fig.7 Comparison of Coherence

ーレンスは0.5程度しか無く、2回の計測時の音環境は異なっていたと言える。

この結果より、基準時間帯内で、短時間で変動がある場合の動的計測の定常性の問題については、時間帯の設定と実測時間を今後検討する必要があるが、動的計測手法は、ある程度、日常の定常性のある音環境を計測していると考えて良いことが分かった。

図8 六本木ヒルズ界隈のラウドネス変動特性
Fig.8 Variability characteristics of Loudness in Roppongi Hills area

図9 兎口集落のラウドネス変動特性
Fig.9 Variability characteristics of Loudness in Uguchi District

2 時間帯・地域別にみた音環境の変動特性

(1) ラウドネスの動的計測結果からみた変動特性

60秒移動平均を算出することによりノイズを除去し、動的計測の音質変化を明確にした。これらの結果が図8、9であり、この図より地域別にラウドネスの変動特性を分析する。

六本木ヒルズ界隈では地点別変動の時間帯別の差は少なく、どの時間帯、どの地点でも同じような音質を出していることがわかる。音環境が変化するのは、同じ環境下での短い周期の変動があることを示す。それに

対して、兎口集落は時間帯によって、地点別で異なる音環境を捉えており、移動に伴って、ゆっくりとラウドネスの値を変える。

(2) シャープネスの動的計測結果からみた変動特性

ラウドネスと同様に、ノイズを除去し、動的計測の音質変化を明確にした。これらの結果が図10～12であり、この図より地域別にシャープネスの変動特性を分析する。

時間帯別かつ地点別に大きな差が生じているのは、兎口集落である。それに対して、六本木ヒルズ界隈は時間帯別にも地点別にも、大きな変化が生じなかった。地点別に見て大きな差が生じたのは、美濃田集落であった。

兎口集落は時間的・空間的に多様な音質特性を持っているのに対して、美濃田集落は空間的に多様な音質特性を有しているが時間帯的に多様な音質特性を持っていない。そして、最も多様性が低いのは六本木ヒルズ界隈の都市の音環境ということになる。

(3) 音質の最大値・最小値・平均値からみた変動特性

各時間帯の最大値、最小値、平均値をプロットしたものが図13である。地域別の時間帯変動特性の評価を行ったところ、ラウドネスの時間帯における最大値と最小値の差は、兎口集落が比較的小さく、六本木ヒルズ界隈が最も大きかった。時間帯毎における最大値と最小値の差は、地点によるラウドネスの差があることを示す。兎口集落はどの地点も静かになる時間帯が9時台にあるのに対して、美濃田集落は朝晩が静かで、昼間はうるさい地点がある。また、六本木ヒルズ界隈は一日中、うるさい場所もあれば静かな地点もあるという結果を示している。次に、シャープネスの時間帯毎における最大値と最小値の差を見たと、兎口集落、美濃田集落ともに、同じような傾向を示し、最大で3acum、最小で1acum程度と

なっているのに対して、六本木ヒルズ界隈だけが最大、最小の差が少ない。都市近郊農村の太田集落のデータも含め、日変化最大値（一日での指標値の平均の最大値と最小値の差の最大）と地点変化最大値（一時間帯での指

図10 六本木ヒルズ界隈のシャープネス変動特性
Fig.10 Variability characteristics of Sharpness in Roppongi Hills area

図11 兎口集落のシャープネス変動特性
Fig.11 Variability characteristics of Sharpness in Uguchi District

図12 美濃田集落のシャープネス変動特性
Fig.12 Variability characteristics of Sharpness in Minoda District

図13 音質の最大値・最小値・平均値からみた変動特性
Fig.13 Variability characteristics of the Maximum value, Minimum value, and Mean value of Sound quality

標値の最大値と最小値の差の最大)を整理したのが表1である。中山間地域の兎口集落と六本木ヒルズ界限では、音環境の音質の変動特性に大きな差がある。平地水田の美濃田集落は、その中間的な特徴を持っている。都市近郊農村の太田集落は、美濃田集落よりもさらに六本木ヒルズ界限の変動特性に類似しており、農村の音環境の都市化が、特にラウドネスの日変化において、進んでいると読み取ることができる。また、表1より、等価騒音レベル(A特性)では、十分に表現できなかった差が音質指標により明らかとなった。

表1 音質の変動特性
Table.1 Variability characteristics of Sound quality

		兎口集落 (中山間地)	美濃田集落 (平地水田)	六本木ヒルズ界限 (都市商業地)	太田集落 (都市近郊)
等価騒音 レベル (A特性)	日変化 最大	15.91	6.36	1.10	4.01
	地点変化 最大	26.30	34.10	26.00	36.10
ラウドネス	日変化 最大	5.01	2.77	1.89	1.81
	地点変化 最大	16.70	18.60	37.90	20.40
シャープネス	日変化 最大	0.63	0.14	0.02	0.22
	地点変化 最大	2.09	2.45	0.70	2.45

VI 結言 (動的計測の可能性)

基準時間帯内の音環境を同一とみなして動的計測を行った結果、ほとんどの基準時間帯において、定常性の高い音環境を捉えていた。また、音質評価の変動特性においては、ラウドネス、シャープネスともに変化が大きいのは兎口集落で、少ないのは六本木ヒルズ界限であることがわかった。これらの結果から、動的計測手法と音質評価の組み合わせで、生活規模の空間の音環境(サウンドスケープ)の違いを定量的に表現することができた。

但し、中山間地域において一部、時間帯によって異なる音環境を呈していたことから、この点については、動的計測上の問題点を整理し、改善する余地がある。

また、今回は、できる限り足音等を押さえて音採集したが、落葉を踏む音などはサウンドスケープとして積極

的に音環境として扱うことが必要となるが、計測者による違いや定常性を担保する工夫が必要となる。

さらに、季節による差、より多くの事例により、検証することが重要である(なお、同時期の過去3年間の定点計測結果との大きな差はなかった)。

以上のことから、検証事項はまだ残っているが、本手法はサウンドスケープの概念を音環境の計測方法に導入するための可能性と課題の明確化に寄与できたと考えられる。また、音質評価については、今回はラウドネス、シャープネスのみの指標を用いて評価を行ったが、今後はこれ以外の指標についても解析を行い、最終的には動的計測手法による音質評価指数のみでサウンドスケープのパターンを特定できる方法を開発していきたい。

<注釈>

注1, 2) 本論では、音源そのものは「環境音」と呼び、空間全体の音は「音環境」と表現した。

注3) ここで言う定常性とは「定常騒音」と同義ではない。むしろ、変動騒音であるが、基準時間帯で突発音が少なく、同様の音が採取できるということを示す。

注4) ラウドネスは、音の大きさを表す指標であり、ISO(国際標準規格)で規格化されている。単位は sone。シャープネスは、音の甲高さを表す指標であり、単位は acum。ラフネスは粗雑さを表す指標。それぞれ指標値は感じる程度の大きさを言う。

参考文献

- 1) R. マリー・シェファール(鳥越けい子ら訳)(2006):『世界の調律(サウンドスケープとはなにか)』.平凡社, 東京.
- 2) 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, 東京.
- 3) 中川紀壽・関口泰久・米倉正和(2002): ラウドネスによる人間の聴覚特性を考慮した騒音評価と騒音低減法. 日本機械学会講演論文集, No.025-1.
- 4) 野毛悟・吉川昭吉郎・藤原哲郎(1995): 道路騒音の計測・評価に対するラフネス, シャープネス等の適用について. 電子情報通信学会.

Summary

The improvement of the quality of rural landscape is an important requirement to promote of green tourism and exchange between town and rural regions. However, a present measure is scenic preservation that values the visual element. Therefore, it will be necessary to establish the evaluation method including not only the sight but also aural and sense of smell in the future. Then, the acoustical environment in rural regions was caught by the movement measurement with the sound level meter, and it proposed the dynamic measurement technique for understanding the target and the spatial change characteristic during that time according to the sound quality evaluation index in the present study.

Keywords

soundscape, rural landscape, sound quality evaluation, dynamic measurement technique, rural settlement

(2010年5月14日 受付)

(2010年10月3日 受理)