

薬草教室だより

平成 29 年 7 月 12 日発行 第 4 号

東京都薬用植物園 〒187-0033 東京都小平市中島町 21-1 Tel042(341)0344

植物と音  
～暮らしの中の音とやすらぎ～

福原博篤（工・医博）  
株式会社エーアール 代表  
瀋陽薬科大学 環境科学系 教授  
昭和大学江東豊洲病院こどもセンター兼任講師  
法政大学 生命科学部 講師

## (1) 視覚と聴覚

環境を把握するには、人の五感が大切。  
五感のバランスが取れていないと不安定。

視覚的印象で音に対する感覚、聴こえるもののイメージは大きく異なる。

① 曲線と多くの色で構成されているもの

② 直線と少ない色で構成されているもの

①と②は視覚刺激が異なる。

短時間では②の方が刺激が強く、長時間では①の方が人に調和する刺激として反応する。

同一場所でも、時間・季節により聴こえるものの印象が異なる。

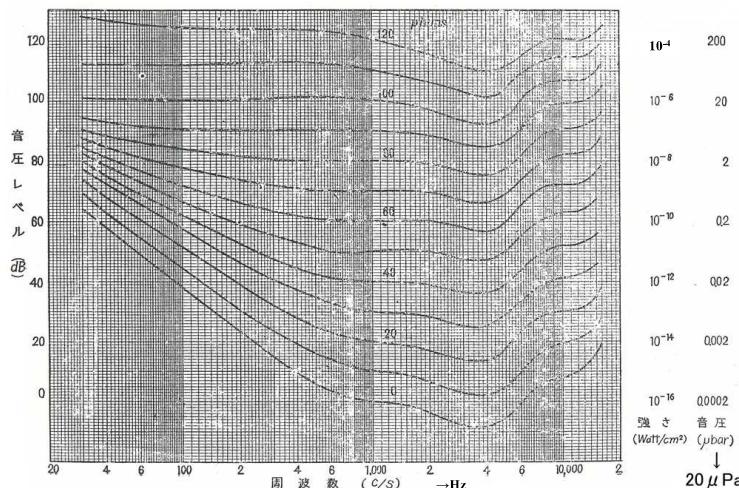
自然の残る農村・里山



西新宿高層ビル群

## (2) 耳ときこえ

1933年アメリカのベル電話研究所でフレッチャー(H.Fletcher)らは下図に示すような実験結果を発表した。これは1000Hzの純音を基準とし、1000Hzの音の一定の感覚レベルの音と等しく聞こえる他の周波数の純音の感覚レベルの関係を求めたものである。



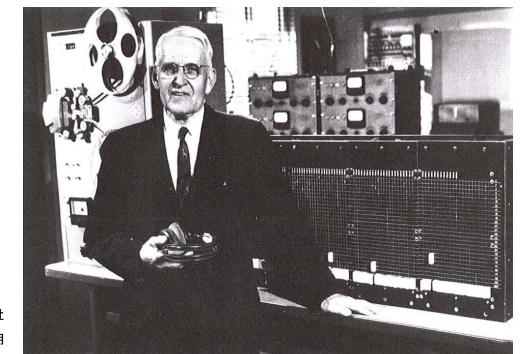
自由音場における純音の大きさの等感曲線

(Fletcher and Munson, 1933)

実験は恒常法により数名の若い被検者を対象とし、試験音、標準音の順で各1秒ずつ0.5秒間隔で音を出し、いずれが大きいかを判断させ、大きいという判断が50%あったときの両音の感覚レベルを求め、大きさの等しい点を求め、カーブを描いたものである。

自由音場において、被検者の正面1mの距離に置かれたスピーカからの音と受話器からの音の大きさが等しい時の両条件の音圧をそれぞれ測定し、受話器聴取条件下的等感度曲線を示す数値に換算して得た。なお、4000Hz以上で曲線が細かく曲がっているのは、被験者の頭や首による回折の影響であるとされている。

この曲線はフレッチャー・マンソン(Fletcher and Munson)曲線と呼ばれ、当時のアメリカ標準協会で正式に採用され、騒音計の設計資料や音の大きさの計算資料として用いられた。図の曲線に付けた数字は大きさのレベル(ラウドネスレベル:Loudness Level)で単位はphonを用いる。



ベル電話研究所におけるH.フレッチャー

ジョン・R・ビアース著 村上陽一郎訳「音楽の科学」日経サイエンス社

1989年11月 P180より引用

### (3) 視聴感覚から見た人と屋敷林・里山の関係

#### 3-1. 屋敷林の生い立ち

農業が派生・発展するにつれ、人々は農耕に適した特定の地域に居を構え、定住化が進んだ。定住化に伴い住居の維持管理、保全が不可欠なものとなり、気象環境条件から住居等の保護のため、江戸初期には屋敷林に相当するものが発生していたようである。屋敷林は敷地内の周囲や内部に多種の樹木群を植林したもので、屋敷内という私たちの生活の場に隣接している植物で構成された空間である。屋敷林は日本各地の平野や台地における農村集落の景観的な要素を持っており、その地域の気象環境条件に合わせて育成してきた。三浦修氏の「二次植生の保護と保全」(季刊地理学 Vol.47 p216-220 Quarterly Journal of Geography 1995)によると、屋敷林は五つの類型があるとしている。その中で自然樹形の針葉樹や広葉樹を用い、個体数の多い自然地形の高木群により森の相観を持つ屋敷林は植栽された樹木や竹林がそよぐことにより音が発生する。その音は樹種や樹林の濃さにより音の大小、音色の違いがある。そのため視覚のみでなく音の側面からも豊富な環境資質を持っているといえる。

#### 東京・多摩地区の屋敷林



北側の農耕地から見た屋敷林  
(現在は農耕地が販売用植木の育成地になっている) 2015.12撮影



屋敷林内の落葉樹、常緑樹、孟宗竹  
を植えている屋敷林。  
椎茸栽培用榠木もある 2015.12撮影

#### 3-2. 関東地方における屋敷林の例

次ページ写真は東京・多摩地区旧街道に接した農家の屋敷林の例である。この地域は江戸初期の用水整備が為される以前は崖線や里山からの湧水が利用できる地域以外は水が乏しく、水田がなかった。そのため農家は街道に面した住居の北および西側に森林の様相を呈した屋敷林を造り、日常生活を円滑に営むため、屋敷林の背後に広い耕作地である畠を配している。屋敷林は多くの樹種と樹木で構成されており、防風や土埃を防ぐことと、日照の調整を行ってきた。また林内には果樹も植樹し、椎茸栽培の榠木を置くなどし、生活に密着した林となっている。なお、多摩地区の屋敷林は隣接地との境界にほとんどの家が櫻を植えており、その内部に広葉樹と針葉樹を混植し竹も配していることが多い。後ページ写真に示すとく櫻は20mを超える大木になっており、少なくともこのような形態の屋敷が江戸時代より以前からあったものと思われる(農家によっては15代以上続いている家もある)。

#### 3-3. 東北地方における屋敷林の例

##### 南相馬の屋敷林 2016.4撮影

宮城、福島地方で「いぐね」と呼ばれる屋敷林。この地方独特の風「やませ(山背)」に対応するため、主として杉と竹で風の当たる方向に林を配置している。

農業を営んでいたほとんどの家が古くから屋敷林を持っていた。しかし、東日本大震災で発生した津波により海岸に接した平野部の屋敷林はほとんど失われてしまっている。



岩手北上川沿い盆地の一角花巻 高台から見た屋敷林 いぐね 2017.5撮影



屋敷林はその地域ごとに風の強さや風向が異なり、その地域にあった風に強い時期に防風効果のある樹木類を日照のことも考え、樹木を配置した人工林である。

### 3-4.里山

里山とは集落や人里に隣接した樹林帯で、人間の営みの影響を受けた生態系が混在する領域である。

1759年6月に尾張藩の作成した文書「木曽御材木方」<sup>\*</sup>に「村里家居近き山をさて里山と申候」という文があり、初めて「里山」という言葉が現れたとされている。

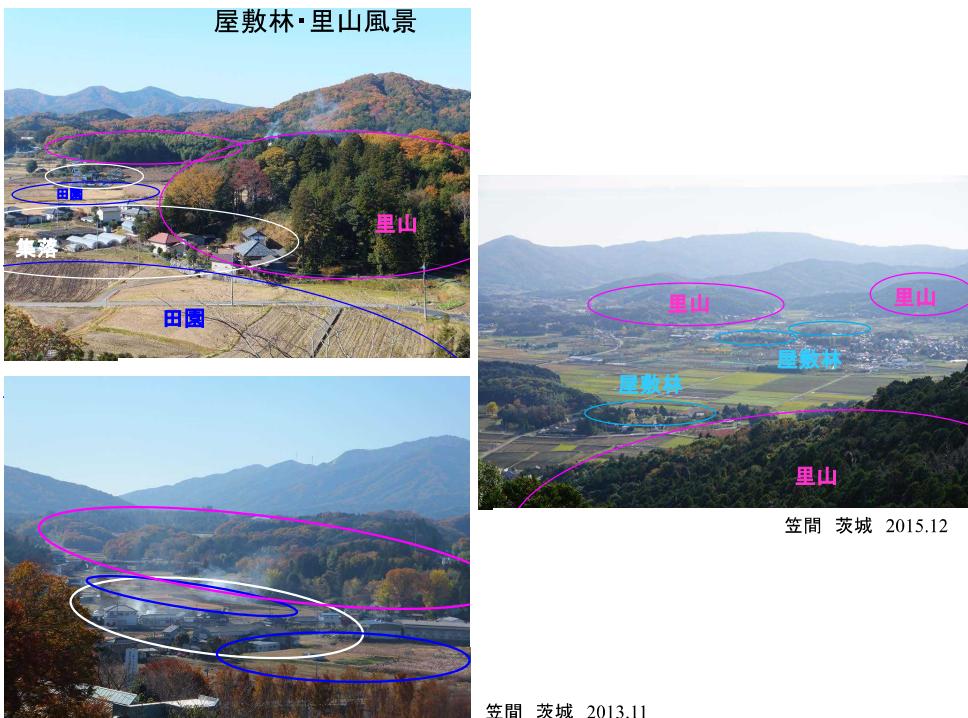
我が国においては縄文時代にはすでに人の手が継続的にに入る森が出現していたようで、同時代の人が近隣の森に栗や漆の木を植えていたことも明らかにされている。

しかしながら、天武天皇の時代(670年代)から800年代までに乱伐により畿内の森林破壊が進行し、同地域の相当部分の森林が失われ、1000年頃までは四国の森林も失われ、さらに500年を経た時には日本列島全体で約25%の森林が失われたといわれている。このような森林破壊は木材供給の逼迫と、山林火災の増加、台風時の被害の激甚化、河川氾濫の増加等をもたらした。このような危機的状況から脱却するために1666年以降徳川幕府は森林保護政策を施し、森林の回復、伐採規制、流通規制を行った。その結果我が国の森林資源は回復の方向に、里山の持続可能な利用が実現に向かった。

ところが近代明治維新前後に木材の盗伐、乱伐が横行、その後社会の安定により一時期森林の回復傾向が見られたものの、太平洋戦争で物資の不足による大木の供出で再び禿山が出現した。

\*江戸期 宝暦9年(1759年)徳川政史研究所蔵

屋敷林・里山風景



1950年頃から始まった家庭用燃料も化石燃料化により薪、木炭はほぼ姿を消した。また化学肥料の普及、使役家畜の急激な減少、消滅で里山の経済価値が失われた。

1960年代になると経済価値の無くなった里山は多摩ニュータウン、千里ニュータウン等に代表されるように次々と宅地化され、消滅した。

現代における人口の都市への集中化、近代化により同地域に住む人の人間性が軽薄化され、ストレスを内包した社会構造が形成した。しかしながら環境保全と人間性の両立が叫ばれ始めた昨今、里山は私たちの生活には、五感の再調整を図る上で間接、直接に必要不可欠な存在であると気づかされる。

2017年2月10日日本経済新聞「明日への話題」というコラムに法隆寺管長大野玄妙氏が自然破壊と人の業と題し、仏教者としての考え方を述べているので、その一節を紹介する。

温暖化に歯止めをかけようとする国際的な取り組みが盛んだ。それ自体、有意義であり、異論は無い。ただ、仏教者としても一枚向こうに思いをはせてみる。人は自然を壊さずには生きていけない。都市に住み、家電製品や先端技術に囲まれ快適な暮らしを送る。それ自体が自然と遠い。こういえば納得する人は多いだろう。だがそれだけではない。野山を開き、田畠を耕し、作物を育てる。こうした自然と寄り添う農業でさえ、原野を造り変える営みという点で、自然を壊しているのだ。人はかくも深い業を背負っている。こう考えると、誰しも人間が嫌になるだろう。しかし、自棄的になってしまふ始まらない。ただ、限りある自然とどう向き合っていくか、という考えは大切だ。この自覚があるとないとで人間の質は違ってくるだろう。小さな行為が人を大きくなると私は思うしうそ信じたい。

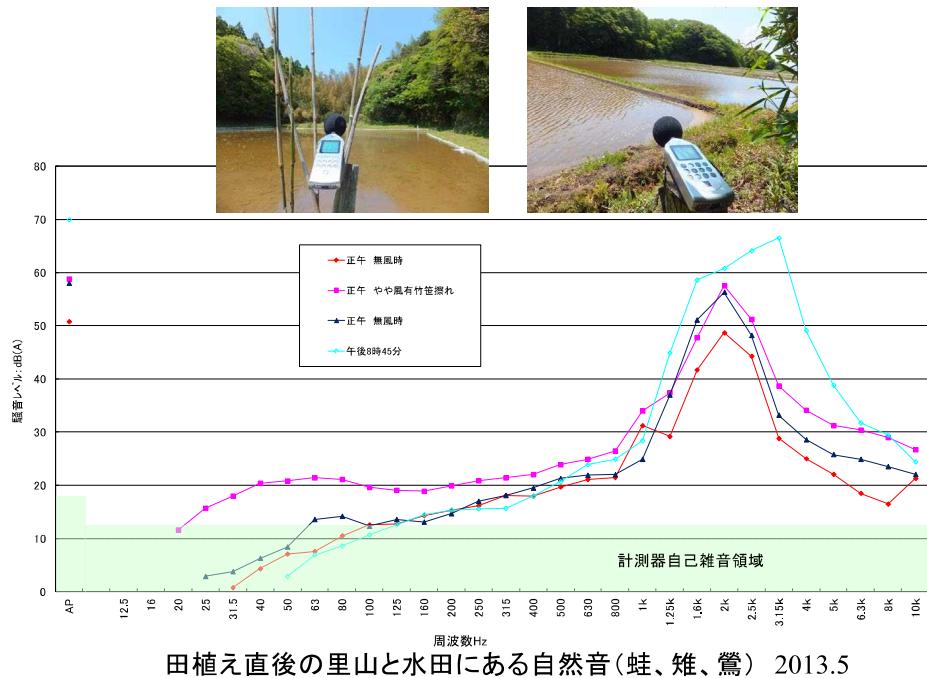
里山は地域の人々が日常の生活に必要な場所として大切に保管されてきた。日常生活に無くてはならない里山は燃料として薪を確保する場所でもあった。食用のための果実やタケノコなどの収穫、椎茸栽培やキノコの収穫も可能なように落葉広葉樹、常緑樹、杉、ヒノキや松などの針葉樹、更には竹などが混在したり、樹種ごとにある程度分離して生育していることが多い。

季節によっては防風林になつたり、西日の影響を避ける役割も果たしていた。また飲料水や洗濯の用水としての湧き水もある。

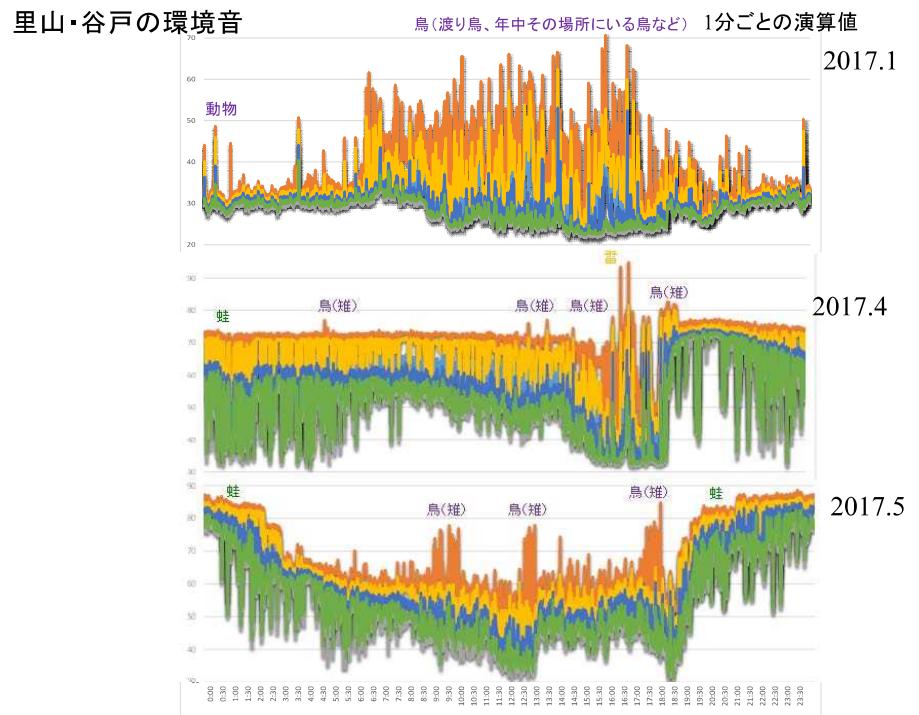
里山には人々が日常出入りし、下草刈り、道の整備、倒木の片付け、落ち葉を肥料として用いる腐葉土化のための収集などの活動の場でもあった。そのため人の気配や匂いを感じる場所もあり、鹿や猪、猿、兔など人にとっての害獣との緩衝エリアとしての役目も果たし、最近大きな問題となっている田畠を荒らす動物による食害も起きることはほとんどなかった。

また屋敷に近いことから風や雨に打たれて発生する音が聞こえ、気候や気象状況も把握することが出来る情報源にもなった。しかしながら、近年里山が活用されず、管理が行き届かなくなり次第に荒れつつある。そのため前に述べたような里山の役割、効果が薄れているが再度里山の見直しを行い、地域の宝として保護、管理を充実させるべきであろう。ここで里山を構成する樹種が風によって発生する音の特徴について示す。

## (5) 里山の季節と音



## 里山・谷戸の環境音



## (6) 生活と音

陶土を碎くための臼の音(唐臼)…生活のための安心感

江戸時代・刻の鐘、寺の鐘…騒音公害

主要な情報

鐘の音が聞こえる範囲が1つのコミュニティ

物売り・廃品回収…騒音公害

風物詩、季節感、環境整備の意識

各人、各家庭から聞こえてくる音で人の関係、家の中の雰囲気などを感じたり、親密感を覚えたりする。

## 水音と唐臼の土を細かく碎く音(大分日田皿山小鹿田焼)



生活に必要な食器を主体とした陶器の製作販売で江戸時代より生活が営まれてきている。焼き物の家を継ぐのは一人のみと決まっており、それが現在も踏襲されている。山からの溪流を樋で引き、写真のような唐臼を自然の力により動かしている。地元の人たちはせせらぎの音に加えて、水の重みで杵を持ち上げるための水が一杯になるときにギーという音、その後唐臼の水が掃ける周期的なザーという音とゴトンという杵が陶土の臼に落ちて土を碎く音が生活に根付いた音としてある。

山間にある小鹿田の集落ではそこそこにある唐臼の音がいつも心地よい音として耳に届いており、集落の人々には子供の頃から馴染みの音風景で、欠かせないものとなっている。



陶土粉碎用唐臼(大分)

## (7) 音具

生活に必要な音…鹿おどし

農業から趣味(茶道)の世界へ

季節を感じる音…風鈴(夏の清涼感)

他の季節、時間により騒音苦情

聴く音…水琴窟 江戸時代静か→現在は聴こえない

低騒音環境教育→騒々しい環境から静かな環境

音の彫刻…彫刻に音の出る工夫や橋の欄干あるいはゲート等に音の発生する仕掛けを設ける。Sound scape designの一つ。

## 機織の音(村山大島紬)2009.10



多摩地区では絹織物が盛んであった。家では女性が家事以外の時間に機織をし、紬を作成。そのときの音が「トントン カラリ トンカラリ」という擬音でその地域の歌(武蔵村山音頭)にまで残つており、古⽼の話では⽣活に根ざした村⼭の⾳として今でも耳に残つてゐることである(現在機織はほとんど廃れてしまつてゐる)



### 7-1. 日本の音具

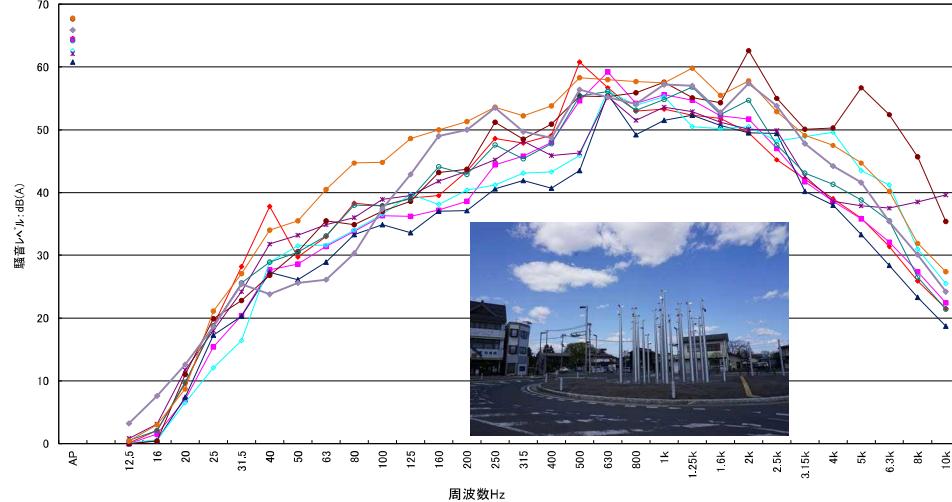
日本では庭にしつらえられた「鹿おどし」「蹲」「水琴窟」夏庭先につるされた風に揺れる涼しげな音の風鈴、ヨーロッパで発展した窓辺のかぜの通り道に置かれた「エオリアンハープ(Aeolian Harp)」(ギリシャ神話の風神の名前アイオロスに由来)の奏でる音、バリ島の風車、「ピンジャカン(Pinjakan)」や田螺の風鈴「クリンチンガン」、亡くなった人の寂しさを紛らすために祠の傍に立てられた「スナリ(Sunari)」等、水の流れや風の揺らぎを活用し、音を奏でるものが多い。日本の鹿おどしはもともと田畠に害を与える獣を驅るため、山間部の田畠周辺に設け、山水、清水、湧き水と竹、石を利用した道具であった。しかし山間に響く余韻のある音が日本人の心に受け入れられる音であったため、庭の中に設けられるようになった。

水琴窟は江戸時代に発展した水を利用した音具で、特に茶道に由来し、手を洗うための蹲に使用した水を利用し、地中から微かに湧き出るようにその人にしか聞こえないくらいの小さな音がサウンドスクリーンとして気持ちをお茶の世界に導くための音具であった。

日本の周辺の国々でも伝統的な音具があると思われるが、今後の調査で明らかにしていきたい。



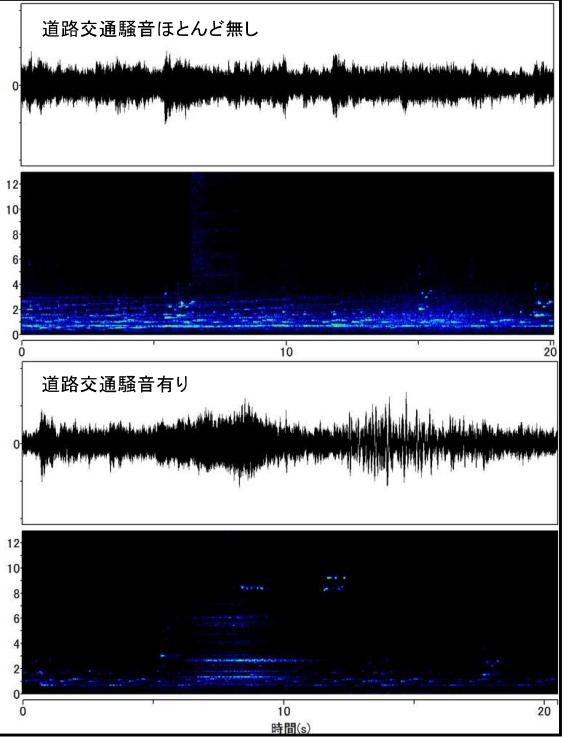
音の彫刻 岩手花巻駅前 音の特性 2017.5



平成6年に設置されたモニュメントは駅利用者から気持ち悪い音（音楽？）とか駅周辺の商店、住民から耳障り音でうるさい等の苦情が出たことである（花巻市都市政策課談）。そのためモニュメント中心部で聞こえる程度の音量にし、現在に至っている。それぞれの塔の頂部に同じ材料で作られた風車があり、風が吹くとそれが回転し、かえって回転に伴う駆動音のほうが耳に聞こえるときもある。このような音の出る彫刻を設置する場合、設置者側、デザイナーと設置される場所の周辺の住民との間の十分なる協議を行い、全体のコンセンサスが取れた上で設置することが必要であることと、保守点検を定期的に行うための費用を確保し、計画を進める必要がある。

## 7-2.音の彫刻 岩手花巻駅前

サウンドスケープデザインと称して今から20年ほど前全国各地に後写真のような「音の彫刻」がいたるところに設置された。このモニュメントは「風の鳴る林」として宮沢賢治の故郷花巻を表しているらしいが、時刻ごとにステンレス柱の地面から50～60cmの高さのところに仕掛けられたスピーカーから音楽が奏でられる。音楽は数メートル離れるとほとんど耳では感知できなく、50cm程度の距離ではシンセサイザーを使った音楽が60～70dB程度の音量で耳に届く。しかしながらロータリー外側の道路を自動車が走行したり横断歩道の音響信号が鳴っている時にはその距離でもほとんど音楽を耳で捉えることができない。音量はモニュメント管理者と製作者の意図の下に制御されている音量なのか。



## 7-3.バリ島の音具

インドネシアのバリ島は同国がイスラム教を国教として定めているにもかかわらず、唯一ヒンズー教が同化され、バリヒンズーとして独特の風習が数百年に渡り脈々と受け継がれてきた島である。

バリ島では人々の生活が神に祈り、祭りと共にあることも過言ではなく、1年中島のどこかで祭礼が催されている。祭礼にはガムラン音楽をはじめとし、祈りの声、人々の歓声がある。

貿易風が一年中吹いていることから風を利用した「クリンチンガン」という風鈴が快い音で人々の耳に届く。この風鈴はバナナの葉を風で受け、田螺の殻を釘を舌として鳴らすものである。

また2枚の羽根で風車として風を受け、それを回転に変え、軸に付けた竹製のハンマーで軸と平行に置かれた筒状の竹を打ち鳴らす「ピンジャカン」がある。いずれの音具もこの地方で探ることのできる材料を用い、島民が工夫を重ねて作り上げたものである。

また「スナリ」という風笛がある。これは亡くなった人の弔うため、祠の側に長い竹を立て、自然風により笛が鳴るように工夫したものである。音は各節間に○や△、□等の穴を開け、それに風が当たり、微かな音色で鳴るものである。この音は亡くなった人が一人寂しくないように必要であるという家族、友人の配慮によって立てられる。

大人の遊びとして鳩飛ばしがある。ただバリの鳩飛ばしは鳩の首に「風笛」を付け、数十羽を一斉に飛ばすことで鳩が上空を廻りながら飛ぶ。天空から微かにヒュルヒュルという音が聞こえる。風笛は鳩の飼い主がそれぞれ工夫を凝らして竹や金具、動物の骨等で造り、それぞれ別の音色が出る。天空を舞う鳩が奏でる自然の音楽である。



田螺の風鈴「クリンチンガン」



鳩の首に付けられた風笛



風車スタイルの「ピンジャカン」



亡くなった人への音の贈り物「スナリ」

## (8) 環境音とSound scape

環境音の耳による調査

当初: 音の種類、音があることが判らない

→判断できない

何度もくり返す(1~2年間)

必要な音か不必要的音か。

気になる音、どうして気になるか考え始める

→環境のあるべき姿へと問題意識を持つようになる

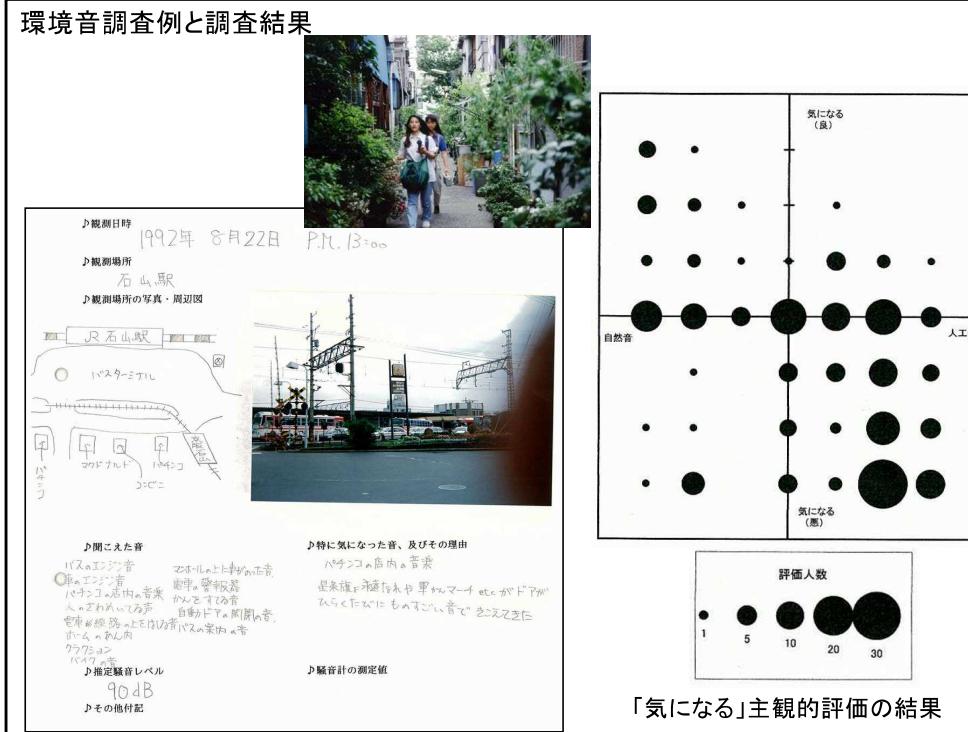
### 8-1. 耳で捉える環境風景(音環境風景)

人口の集中化が進むことにより街の規模が大きくなり、都市化されていく。都市化された中で生活する人々は利便性、機能性を求めつつも、次第に人と人とのつながり、コミュニティが希薄の方向に向かう。

近代化された都市では数多くの音があふれ、街全体としては音量が増大化する。しかしながら人々は音量増大の元である個々の音源を認知することが困難となり、音に対する意識も混沌としてくる。次に示す写真は1990年初頭に開始し、約25年間、1年に2回行った「環境音調査」の一部を示したものである。環境音調査は筆者が教鞭を取っていた某音楽大学の学生が調査したものである。調査者である学生は自分の印象に残っている場所に出向き、5~10分程度その場所に立ち止まり、聞こえた音を記述する。次に聴こえた音としてピックアップされた音を好きな音、嫌いな音に分け、それぞれの理由を記述する。続いて調査期間中の平均的な音のレベルがどの程度であったか感覚的な音量をデシベルで示し、最後に調査開始から終了までの時間、騒音計で測定し、得られた値を記述する。なお音調査中は騒音計測定値を決してないように指示しておく、という方法で調査、記述したものである。

調査を行った学生個々により微妙に異なるが、初回調査時多くの学生が音を耳で採取(採聴?)することが出来ず、2~3個の音しか記述できない。つまりそこに存在する音の種類を聞き分け、何の音か、どのような音か書くことが出来ない。また音量の記述にも100デシベルとか200デシベルとか、常日頃新聞やTV等で見聞きしているものの、音の測定単位であるデシベル(dB)の概念をあまり理解していない。しかしながら調査の回数を重ねるにつれ、多くの音を採聴出来るようになり、それらの音の必要性やその音の持つ意味まで考えた記述となる。まさに自身の耳のイヤークリーニング(Ear Cleaning)が成され、音に対する認識も変化する。また日本人である調査者は約25年間、1/4世紀経ても水音は良い、好きな音としてピックアップされている。

## 環境音調査例と調査結果



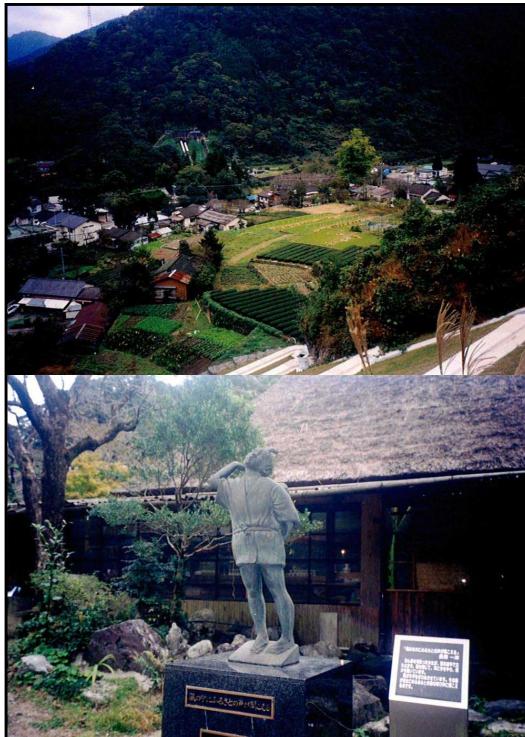
## (9) 音とまちづくり

(8)の調査を広げることにより、歴史・文化・現在のその地域のイメージから音と対比

その地域ごとの音風景、イメージが必要だと感じる

まちづくり(都市のデザイン)に五感から考察し、特徴を生かすことの大切さが認識される(環境要因の大切さ)

→官・民・学それが対等に検討し住民参加型のまちづくりがスタート→将来まで大切にされる



## 国主導型の治水計画、地域改造

五木の子守唄で有名な熊本の山奥。五木の集落をダムの底に沈め、治水事業を推進。しかしながら、情勢の変化により、現在とのところ川辺川ダムの計画は中止（休止？）集落の人たちは写真を撮っている地点に新しく離壇状の整地されたところに住む予定であった。しかし、中止宣言の前まではほとんどの住民は写真的地域に住んでしまってはいた。下写真の銅像は、五木の子守唄をイメージした彫刻であり、山間の寒村、いかにもその子守唄に合うような地域である。耳に聞こえる音はほとんど自然の音であるが、その音が子守唄の風景によく合うように感じられる。



住民参加型のまちづくり

東京の郊外、多摩地区の一市のまちづくり委員会。役所および市の指定した委員会、コンサルタントでの構成ではなく、可能な限り各地域の意見を取り入れようとしている。市を4つの区分に分け、それぞれの地域ごとにその地域に住んでいる人たちを主な構成員とした委員会を作り、音風景まで考えた街作りを進めた。上は各地域選出の人たちの合同委員会の様子。下は4つに分けた各地域の特徴(歴史遺産、住んでいる人たちの特徴、過去の歴史(特に第二次世界大戦、少年航空兵が養成され戦場に配置された)史跡、東京の水甕のひとつを人工の湖として建設した時の跡、小児から老人までの医療施設など)種々の特徴を持つ。それに加えて、それぞれの地域の音文化等を複合的に検討し、これからの中市の在り方を検討。

## (10) 聽く耳(受動型でなく能動型)

### 音の地図(サウンドマップ)

→日本の場合、環境省が後援し各地方自治体で調査

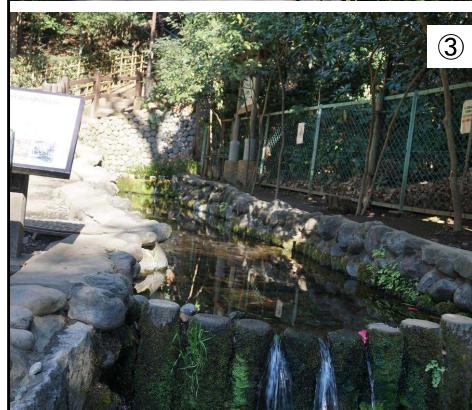
→以前と現在の聴こえる音の違い、範囲

→環境の現状を認識し、改善する

### 日本の音風景100選

→地域ごとに認識されている音、歴史的な音など

(他に名水100選、においなど)



①屋敷地外部に配されている林。崖線からの湧水を生活用水として活用(東京・国分寺お鷹の道)

②水や林を祭るための祠(東京・国分寺お鷹の道)

③崖線からの湧水。落水や流れを作り視覚と音の両感覚で安らぎを覚える(東京・国分寺お鷹の道)

2015.12撮影

### 里山の原点 大分・国東・田染荘(たしふのしょう)

八幡宮の総社である宇佐神宮の支配下にあった国東半島は六郷満山文化として神仏混交の場所であり、平安時代の地形、田園開墾風景がそのまま残っている日本でも稀な地域である。人と里山、開墾した水田が一体になり現在にまで田染荘は700年の時を経て現在に至っている。この荘園を含む国東半島宇佐地域(宇佐市、豊後高田市、姫島村、国東市、杵築市、日出町)一帯は2013年5月に国際連合食料農業機関(FAO)より世界農業遺産に認定された。山間部尾根付近に広がる原木シイタケ栽培用クヌギ林が、少ない降水を涵養することが出来る保水力豊かな土壤を生み出し、地域全体の農林水産業の要になっていることが世界に認められた。



①世界農業遺産指定小崎地区遠景



②展望台より

## (11) 音からみた人と自然の調律融合

### 11-1. ゆらぎとは

自然界に存在するものには時間経過に対し何らかの動きがある。

たとえば、“空気の流れ、風”“温度、湿度”“水の流れや動き”“樹木のかたちや山の稜線”“樹木、葉の季節による色合いや落葉具合”など。また我々の生態系の中でも呼吸、血流、心拍等々も同じである。

これらの動きには強弱があったり、高低があつたり乱れの違いがあつたりする。このような変動を「ゆらぎ」という。

「ゆらぎ」を時間的な変化、つまり時間と共に前の特徴が失われてゆく過程を自己相関関数で表現したり、時間的に変化する形を描いてそれをいろいろな周波数成分に分解(パワースペクトル密度)、表現することが出来る。このような現象を電気信号に変換し、周波数の関数として表し、ゆらぎの特性として示すことが可能である。

ゆらぎの現象には大きく以下の3通りがある。

①時間経過とともにエネルギーが繰り返し変動する振幅ゆらぎ

②時間経過に応じて周波数が変動する周波数ゆらぎ

③時間経過により変動が周期的なテンポ・リズムのゆらぎ

これらのゆらぎを周波数の関数として数値やグラフで表したもののがゆらぎ特性といわれている。

自然界にはフラクタル構造、フラクタル分布に従うような現象が数多くある。また時間軸上でフラクタルになるような現象も多くあり、 $1/f$  雑音もその例である( $f$ : frequency 周波数)。このようにフラクタルの概念は空間的な構造のみならず、時間的な変動や大きさの分布に關することにおいても、複雑な現象を扱うときには欠くことの出来ない重要な役割を担っている。

今まで述べたことを結論付けると、

$$\text{フラクタル構造} = 1/f \text{ ゆらぎ}$$

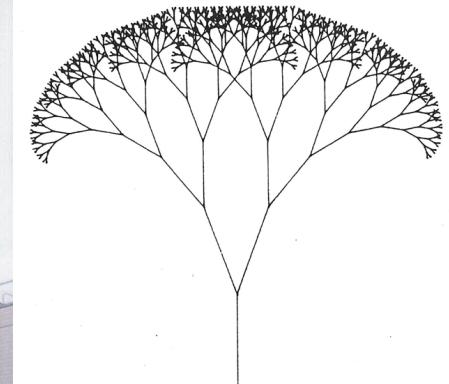
となる。ここで $1/f$  は自然の中に深く存在している基本的なゆらぎの性質である。

フラクタル分布は両対数グラフで直線になり、数式で現すと関数型がいつでもべき乗になるのでべき分布とも呼ばれる。

フラクタル構造を特徴付けるのに重要な役割を果たしたフラクタル次元に対応し、フラクタル分布の場合にはべきの指数、つまり両対数グラフで得られた直線の傾きがその分布を定量的に特徴付けることになる。

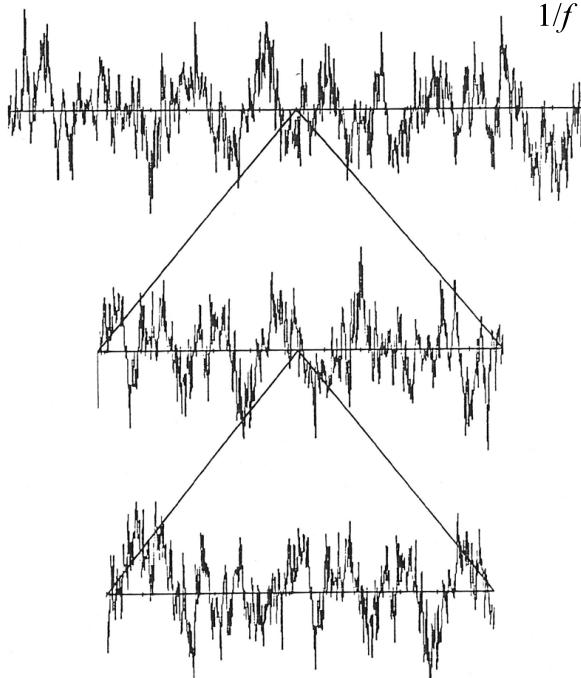
以降で実際にいろいろの場所、現象を分析し、ゆらぎ特性で示す。なお、11-2、11-4のゆらぎ特性図中に示している直線が上に述べた関数である。

## 自己相似性・フラクタル・ $1/f$ ゆらぎ



無限に枝分かれを続けるパターン  
実際の樹木とよく似た形状を示す

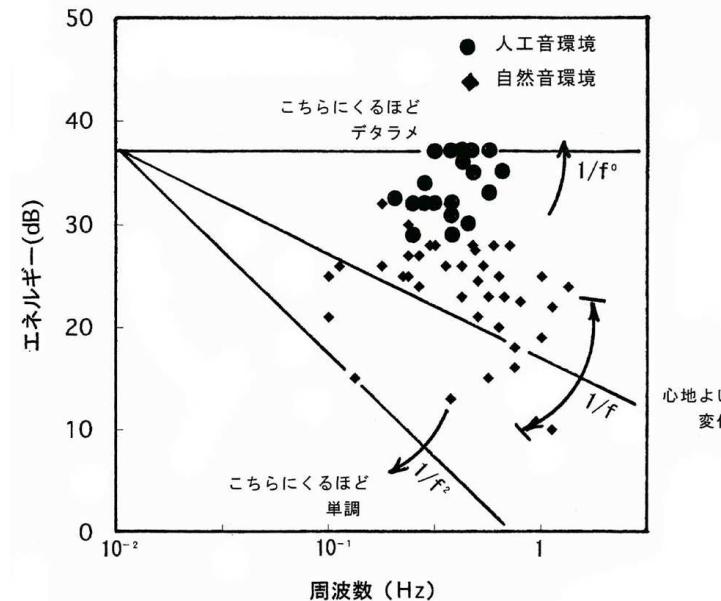
$1/f$  ゆらぎ雑音の自己相似性



$1/f$  ゆらぎを示す雑音の時間波形

上部図の一部を拡大(中部図)さらにその一部を拡大しても基本的には同じような形状特性を示す。これも自己相似性である。

## 11-2. 音のゆらぎ特性からみた人工音環境、自然音環境の特徴



環境音の周波数ゆらぎ特性分布

### 11-3.風による樹木、葉、草等で発生する音

四季のある日本では落葉樹や草は春に芽吹き、柔らかな葉を広げ、柔らかな緑色となる。夏には緑の濃さが増し、葉も硬くなる。秋にはそれらが紅葉し、冬には落葉する。草においても春の柔らかな風になびく状態から冬場にはそれらが枯れ、硬い感じで残っている。

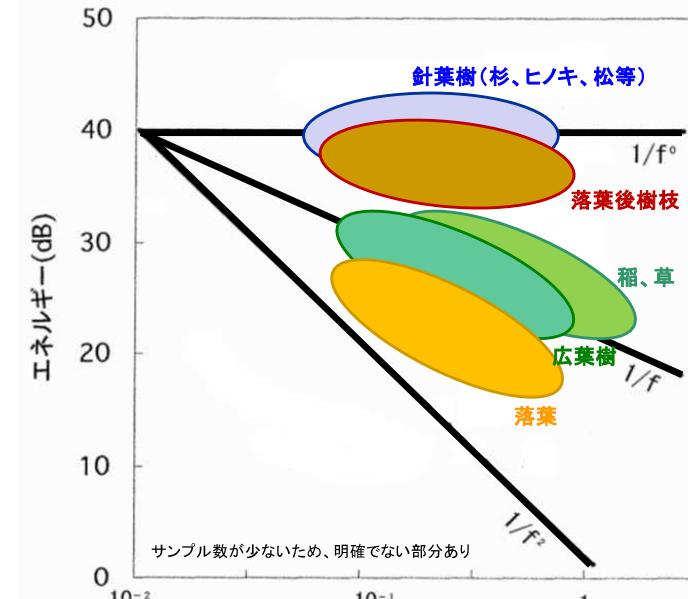
それらに対し、常緑広葉樹は常に緑の濃さが同じであり、それぞれの樹木により一部落葉しつつ、芽吹き、それを繰り返している。針葉樹も色合いとしては四季ほとんど変わらず、竹林についても同じである。これらの樹木や草は風によりざわめきが発生する音の質は落葉樹や草では春の柔らかい状態と夏、秋、冬で微妙に私たちに聞こえてくる音の質が異なる。

次ページに示した音の特性は落葉樹や草、稻等春から初夏にかけて柔らかい時には風により発生する音は人に優しい音として捉えられる $1/f^0$ に近い特性を持っているが、晩秋から冬には $1/f^0$ に近い特性に変化する傾向がある。

常緑広葉樹は1年を通じてほぼ $1/f^0$ に近い特性を示すものの、耳で受け取る印象はやや大きな音に感じる。

針葉樹の類は葉の一つ一つが細く硬いことから、割合高い周波数の音を発生しつつも全体としては $1/f^0$ に近いような特性である。しかしながら松類の発生する音は「松籠」と言われるように独特の音として耳に入る。それに対し杉やヒノキの類の音は強風時、時と場合によっては恐怖を感じるような「ゴーッ」というような音にも聞こえる。

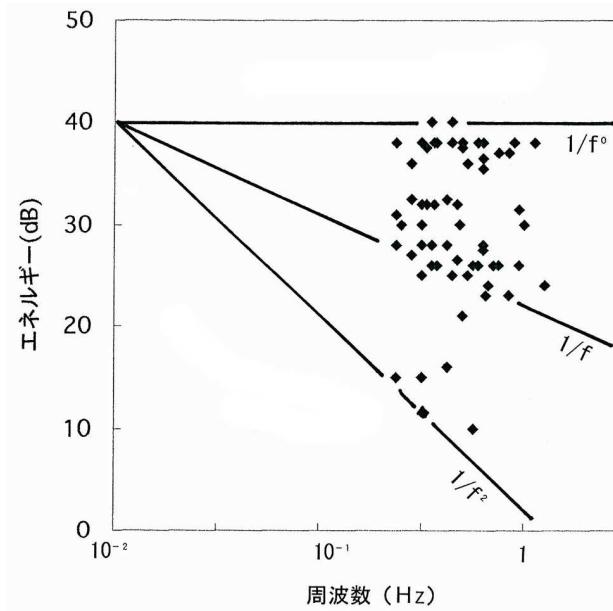
このように私たちは里山や里海と共に生活をしており、これらの植物が四季折々微妙に異なった音を発生していることを耳で感じ、目で見ていることから大切な環境要素としても捉えるべきではなかろうか。



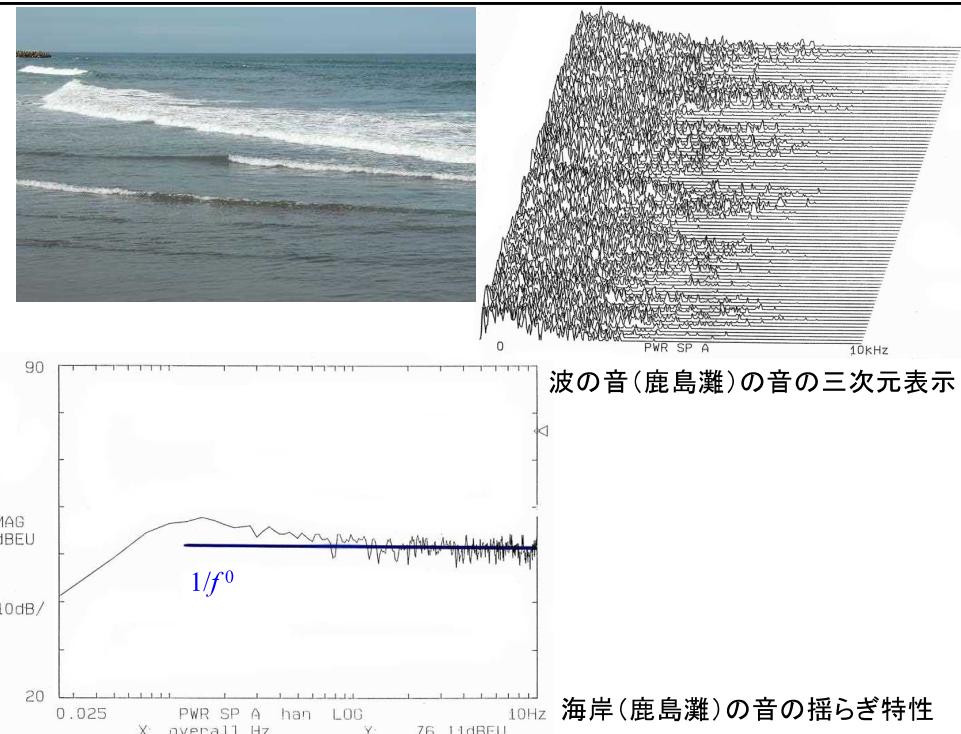
風による樹木、葉、草等で発生する音のゆらぎ特性

### 11-4.水の形態と発生する音のゆらぎ特性

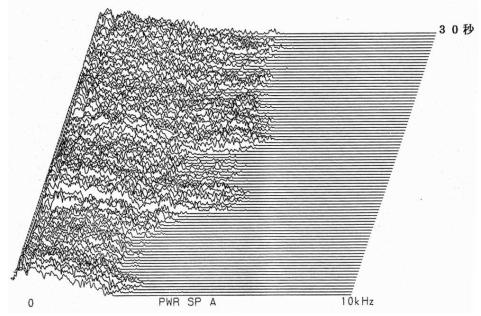
自然に出来た渓流や少量の落水で発生する音は $1/f^0$ に近い特性を示すことが多い。それに対し、大水量の落水(滝)や人工のせせらぎと称する流れはほぼ $1/f^0$ に近い特性を示す。しかしながら人の手で造った水の流れ、落水も数百年前に造られた名園と称されて現在も残っている場所で発生する水音はほぼ $1/f^0$ ゆらぎ特性を示すことが多い。



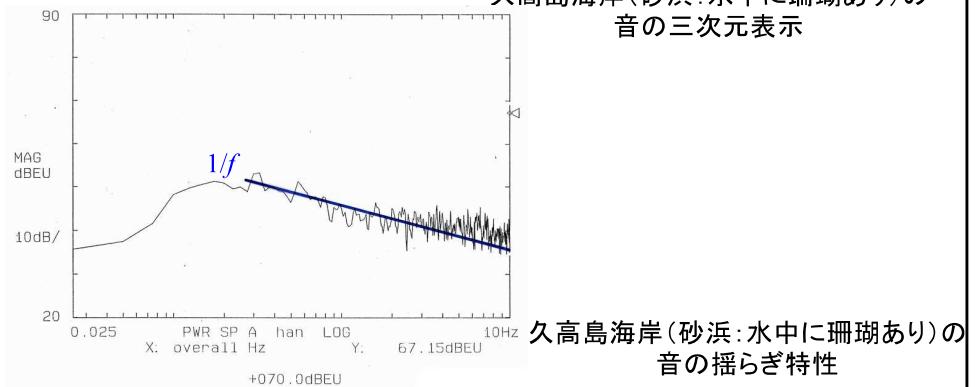
水音の周波数ゆらぎ特性分布



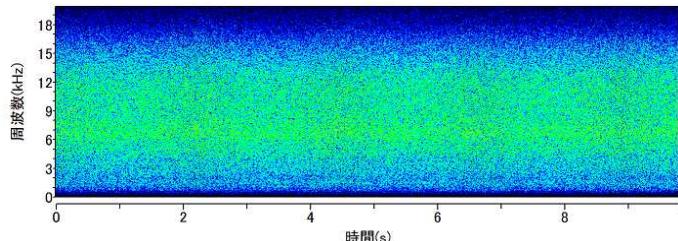
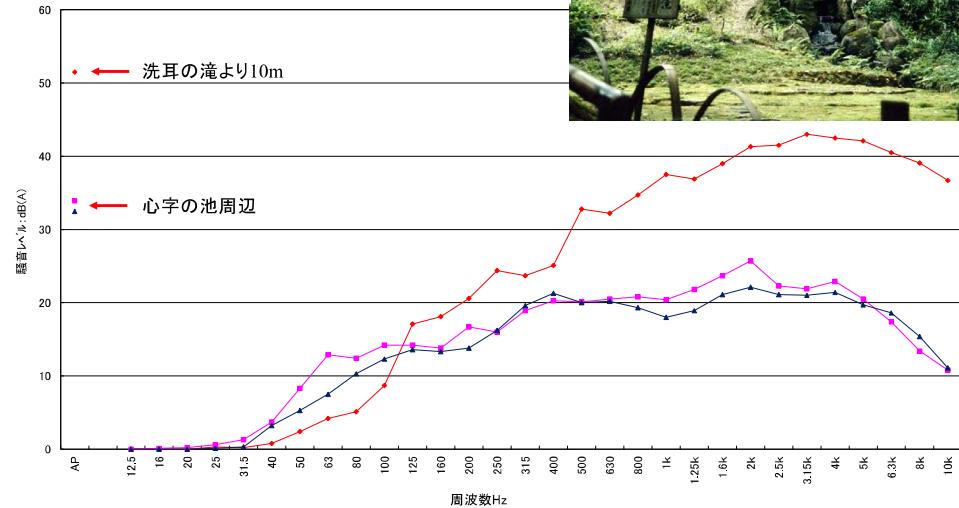
海岸(鹿島灘)の音の揺らぎ特性



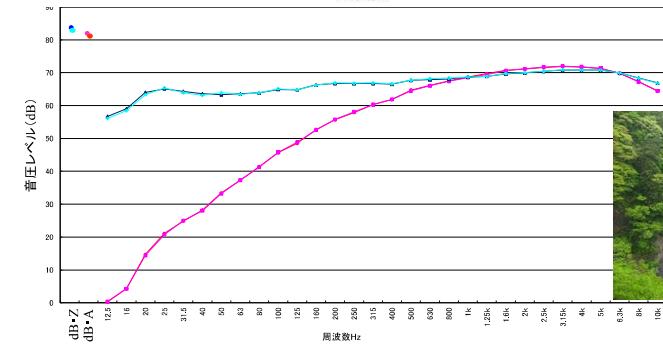
久高島海岸(砂浜:水中に珊瑚あり)の音の三次元表示



西山公の御山荘に取分け候たる事也 御園といふもの一重もなし 御砌(みぎり)の岩根より飛泉(たき)ほど走り水声聞くに清くこれぞ浮世の耳をも洗うべし(桃源遺事より)



サウンドスペクトログラフ(声紋分析)



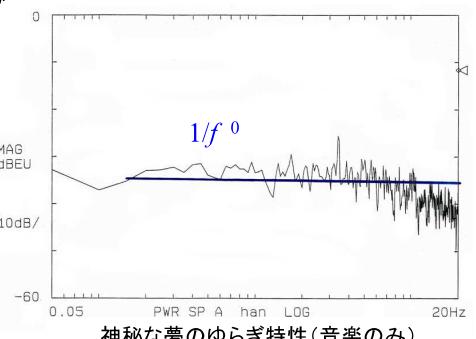
岩肌に沿って流れ落ちるため大きな音であるが、耳に優しいほぼピンクノイズに近いスペクトルを示している。

袋田の滝(2014.5.5)

## (12) ゆらぎ音の応用

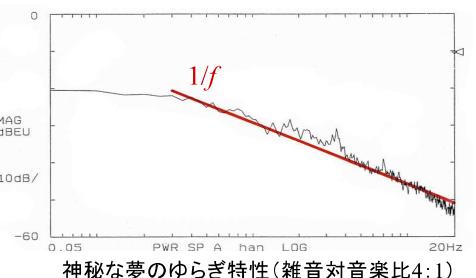
### 12-1. 音楽の種類とゆらぎ特性、人の反応

人はいろいろな音楽に対して反応し、音楽の種類や聞く人の年齢によってその趣向が異なる。また体調により音楽の好みも変わってくる場合がある。ロックのような速いテンポで大音量のものは聴覚的に刺激が強く、嫌悪感を覚える場合もある。しかしながら、このような音楽を $1/f^0$ ゆらぎ雑音とミックスし、音楽的な意味を薄め、音量も低減することにより人の反応は変わってくる。他の音楽についてもBGM的な要素で用いる場合、 $1/f^0$ ゆらぎ雑音と調整することで本来の作業に集中し、作業効率の向上に繋がる。



### 提示音のゆらぎ特性の変化

ロックである「神秘な夢」はその楽曲のみの場合、 $1/f^0$ の特性を示す。それに対し、ゆらぎ雑音を重畳することにより次第に $1/f$ の特性に近づき、 $1:4$ の比率(1:音楽4:ゆらぎ雑音)の場合、綺麗な $1/f$ の特性に提示音は変化する。



## 12-2.野菜等植物育成への応用

### 一般のハウスとゆらぎ音ハウスによる野菜の生育比較

#### 基本条件

- ◆ 肥料、栽培計画は同じ
- ◆ 施肥の成分は同じ
- ◆ ハウス管理→天候に左右される
  - ① 30°C以下にハウス内を保つ(通風管理)
  - ② 水管理…各野菜によって異なる

#### 対象野菜

<トマト>

- ・定植後、灌水を控える
- ・1段目の実がピンポン玉位になってから灌水を行う

<メロン>

- ・定植後、灌水を控える
- ① 茎の大きさが大きい
- ② 花の大きさが大きい
- ③ 花が大きいと実も大きくなる
- ④ 灌水量が一般よりも20~30%多い

一般的のものは水を多くすると<木ボケ>する。

※生長に向かう

↓  
落花し木が生長

#### ◆ 最も印象的なこと

ハウスメロンの場合、1本の幹が2本に分かれ、それぞれの1本に2つ実を付ける。  
その実の大きさも一般のものより直径で約20%大きい。

#### ◆ 土の見た感じ…両方ともほぼ同じ

手で触った時の土の柔かさ

一般には灌水をするため次第に絞まり固くなる  
ゆらぎ音ハウスは深い所まで手で掘れる

一般に有機の土は深い所まで手で掘れるが、ゆらぎの場合更に深い所まで柔かい感じで掘れる。

#### ◆ 収穫後の根の状況確認

- ・一般に比べ横根(地表面より約30cm~50cmの位置)の根量が2倍くらい多い
- ・横根の太さ(先端に近くても太い)が違う
- ・根の針具合 一般:半径1~1.5メートル  
ゆらぎ:半径2~3メートル

#### ◆ メロンの規格=秀・優・良

メロン栽培で長い経験があるが、糖度20%を確保できたものは「ゆらぎ音刺激ハウス」のみ

ゆらぎ音刺激による野菜栽培、ミニトマト、チンゲン菜等でも行い、良好な結果が得られた。

#### ⑤ ゆらぎの場合光合成能力が良いため、5日程早く収穫しても良い

- ・花が咲き始めて灌水管理を行う
- ・着果確認したら灌水を増す
- ・縦ネットが出始めたら水を控える
- ・横ネットが出始めたら水を増す
- ・収穫する10日程前より水をやらない
- ・完熟まで実を付けておいても木がもつ

#### メロンの見方

- ・ネットの形状=一般よりも良い形状  
(視観:盛り上がりがはっきり→木が丈夫じゃないとダメ)
- ・糖度(糖度計)=一般は17~18度なのにに対し19~20度  
(市販品:15度以上でOK)
- ・食感=一般的のものより滑らか(タカミメロンの一般的なものより2ランク上)
- ・肉質=品種以上のきめ細かさに感じた



同時期に植え込んだ苗が次第に生長している。この時期までは両ハウスとも大きな差異はない。



いずれのハウスのメロンも活発に生長している。しかし揺らぎ音ハウスの方は茎も葉っぱも大きくなつた。そのため木ボケし、着果しないのではないかとS氏は思い、連絡が来た。写真左のようにまったく足の踏み場が無いように生長している。

揺らぎ音  
提示ハウス



写真のようにハウスメロンの場合、1本の幹が2つに枝分かれし、それぞれに1つの実を付けるようにする。S氏は枝の生長が活発で且つメロンも大きいため、管理するのに苦心した様子。収穫も従来のものより数日早く可能となり、大きく綺麗な姿のみでなく、糖度も非常に高い。



表面から数十cmまでは細い根が円周状に張っており、根量も多い。また地中方向へも非常に深い位置までその根が到達している。従来ハウスのものに比べるとそれぞれの根の太さ及び根が張っている長さが1.5倍以上。

現在若手農家が鹿児島でゆらぎ音刺激によりアスパラを対象として栽培を行いつつある。