

人工再生音が生体へ及ぼす影響

— 2種の求愛歌BGMがエンマコオロギの求愛・交尾行動へ与える効果—

宮本 富夫・真鍋 俊彦・赤羽 達雄

Effect of artificially reproduced sounds on living organisms

— Effect of the two kinds of BGM love song on courtship and/or mating behavior in a cricket, *Teleogryllus emma* —

Tomio Miyamoto, Toshihiko Manabe, and Tatsuo Akahane

Abstract

Influence of the two kinds of BGM love song, recorded in analog format and that in digital, on courtship and/or mating behavior of a cricket, *Teleogryllus emma*, was investigated to elucidate whether or not the sound recorded in digital format may have some harmful effects. The courtship and/or mating behavior were observed for 20 min. after putting a female and a male cricket in a pair state. Present observations have revealed that with BGM love song in analog sound, about 40% of the studied females commenced their mating behavior, “Senori-kodo” (mounting on the male partner) immediately after hearing the love song of their male partners, whereas in digital sound, only about 4% of the females showed such a behavior; and that about 30% of the males studied in analog sound skipped singing their love song prior to beginning their courtship, which is 3.5 times higher than that of observed in digital sound. However, there exists no essential difference in the overall success rates of courtship and/or mating behavior in between the two BGM love song series, in digital and in analog sound; about 92% success rate in digital sound versus about 93% in analog. Both rates are about 10% higher than that with no BGM. These findings indicate that the BGM love song in digital sound does not seem to have any harmful effects, and that BGM love song in analog sound seems to have some stimulating effect upon the early step of courtship and/or mating behavior of *Teleogryllus emma*. This possibly suggests that the sound recorded in analog format may be accepted more favorably as compared with that in digital format.

Key words: BGM love song; analog and digital format; courtship behavior; *Teleogryllus emma*

キーワード: 求愛歌BGM, アナログ音とデジタル音, 交尾行動, エンマコオロギ

提出年月日: 2006年1月16日 高松大学経営学部 (宮本富夫・真鍋俊彦), 高松短期大学音楽科 (赤羽達雄)

はじめに

日本の現代社会は、人工の音（人工音）による“音漬け社会”であるという（中嶋，1996；湯原，2004）。たしかに，多種多様な音，しかも人工音が私たちの生活環境に多く持ち込まれている。工場の操業に伴う音，自動車に代表される交通手段がもたらす音，建設作業に伴う音，商業活動に伴う音，サービスと称してスピーカから発せられる音，ラジオやテレビからの音，テープ・CD・MD・DVDプレーヤ等からの再生音等である。風の音，水の流れの音，雨の音，雪の音，嵐の音，生物由来の音といった，私たちの祖先誕生以来人類が慣れ親しんできた自然の音は片隅に追いやられている。人工音を身近な生活環境の中に溢れさせる傾向は日本において特にすさまじいように思える。

上のような可聴音に加え，私たちの聴覚器官では直接とらえられていないかもしれないが，電磁波の世界が私たちの周りに展開している。太陽から届く紫外線，可視光線，赤外線等の自然の電磁波。そして生活空間に張り巡らされた電線や照明器具を含む家電製品からの人工の電磁波。また，ラジオ・テレビ放送用の電磁波，携帯電話に代表される通信用の電磁波，人工衛星からの電磁波等が私たちの周りを飛び交う。人工の電磁波による“電磁波漬け社会”に私たちは住んでいるともいえそうである（宮越，2005）。

ところで，私たち人類の祖先は今から約600～700万年前にアフリカの地に誕生した（トゥーマイ猿人，Brunet et al.，2002）。この700万年に及ぶ時の流れのほとんどを，自然生態系の一構成者として自然の中に住み続けてきた。自然の可聴音を耳にしながら，自然の電磁波を受けながら，私たちの祖先は生きてきた。ほんの少し自然を改変した人工の環境を造り，その中で住み始めたのは，せいぜい今から一万年以前，農耕を始めた頃であろう。その頃，自ら考案した楽器を用い，人工音を楽しむ機会をもったことであろう。楽器は自然の素材をもとに作られたであろうから，音の中に自然の要素が多く含まれていたことだろう。このように考えると，人類が人工の可聴音や電磁波にあふれる世界を生活環境に実現させたのは，先進国においてでさえせいぜいこの数十年のことであるといえようか。

したがって，機械音に代表される多種多様な人工の可聴音があふれる世界，多種多様な電磁波が飛び交う世界に，好むと好まざるとにかかわらず，現代人は適応することを余儀なくされている。しかも，人類の歴史からみると非常に短い期間に，自然音の世界から人工音の世界へ，音環境における大きな変化に適応することが求められている。本来，音を楽しむとされる音楽の世界とて例外ではない。生演奏を楽しむかたわらで，レコード（1900

年前後) やテープ (1950年代) に記録された音を再生して楽しむから、CDに記録された音 (1982年ごろ)、MDに記録された音 (1993年ごろ)、DVDに記録された音 (2003年ごろ) を再生して楽しむへと変わりつつある。アナログ録音の再生を楽しむからデジタル録音の再生を楽しむへの移行である。このような音環境における量的にも質的にも急激な変化がどのような影響を私たちの生理活動にもたらすのであろうか。成人の精神的および身体的活動に、また高齢者のそれらの活動にどのような影響を及ぼすのであろうか。成長期にある子どもたちの精神発達に、行動に、そして生理状態にどのような影響を与えるのだろうか。早急にその影響の実体が把握されなければならないと考える。負の影響があった場合のことを想定するなら、人間を直接対象としてこういった影響の実体を明らかにする研究を進めるわけにはいかない。そこで、先ず、実験動物を人工音の音環境においた場合、彼らの生活行動にどのような影響が現れるかを調べ、明らかにする。次に、得られた観察結果をもとに、人間の生活行動への影響を類推する形で、人工音の音環境が私たち人間へどのような影響を及ぼしているかを評価したいと考えた。

音と密接に関係する行動様式をもつこと、その音が私たちの聴覚器官でとらえられる音量をもつこと、採集あるいは飼育しやすい動物であること等を条件として実験動物を探した。これらの条件を満たす材料のひとつとしてエンマコオロギを選んだ。エンマコオロギでは雄が求愛歌を歌い、雌がそれに応える形で求愛・交尾行動が進行する。種族の生命維持と深く関係するのが求愛・交尾行動であり、求愛歌は最初のステップを形成する (角 [本田], 2005)。求愛歌をアナログ録音し、求愛歌 (テープ音源) を作成する、これをデジタル編集して求愛歌 (CD音源) を作成する。これら2種の求愛歌音源を求愛歌BGMとして、エンマコオロギのペアに聞かせ、求愛・交尾行動への影響を調べた。[求愛歌BGM (テープ音源)] を聞かせる場合と [求愛歌BGM (CD音源)] を聞かせる場合とで、求愛・交尾行動においてある種の差異が観察されたので報告する。

1. 実験材料と方法

実験に用いたエンマコオロギ *Teleogryllus emma* は高松市西植田町において2002年8月下旬から10月初旬にわたって採集した。採集時に雌個体と雄個体とを分離し、それぞれ別の飼育容器 (プラスチック製、サイズ、20×12×12cm) に約20頭ずつ収容し、雌個体は6~11日、雄個体は3~9日実験室で飼育し、実験に供した。なお、精包を腹部の先端左側

にくっつけている雌個体は、既に交尾を終えている（既交尾である）と判定し、採集からはずした。共食いを防ぎ、縄張りを作りやすくするためのシェルターとして、丸めた新聞紙片を飼育容器内に入れた。エサとして、サンコーの飼育教材「スズムシのエサ」（三晃商会、大阪府箕面市）を与えた。水は湿らせたティッシュペーパーから吸飲させた。

雌個体について既交尾、未交尾であると外観から正確に判定することは困難である。精包を腹部の先端左側にくっつけている場合にはその雌個体を既交尾であると判定できるが、そうでないから未交尾であるとはいえない。このため、昨年行った予備実験の観察結果をもとに、雌個体を実験に供する前に6日以上飼育・観察し、産卵行動が観察された個体は実験グループから除外した。

エンマコオロギ雄は薄暗い環境下、すなわち照度が落ちてくると求愛歌を歌う。雌個体を認識すると、求愛歌を歌いながら後向きに雌個体の方へにじり寄る（求愛行動と呼ぶ）。雌個体の頭部下から自分の尾部をすべりこませる形で接近する。雌個体が雄個体に馬乗りしやすいかたちをとる。雌が雄の求愛行動を受容すると雌個体の雄個体への背乗り姿勢が成立するので、この一連の行動を背乗り行動と呼ぶこととする。背乗り行動に続き、雌個体の雄個体への背乗り姿勢が安定し、交尾姿勢となる。すると、雄個体は尾部をゆっくりと振動させながら、精子の入った包み、精包を雌個体の腹部左側の先端に近い部域にくっつける。雄個体が尾部を激しく振動させながら精包の移送を終える。雌個体が雄個体から離れ、交尾姿勢の解除となる（図1）。背乗り姿勢が安定し、交尾姿勢となるとほぼ例外なく精包の移送が行われる。

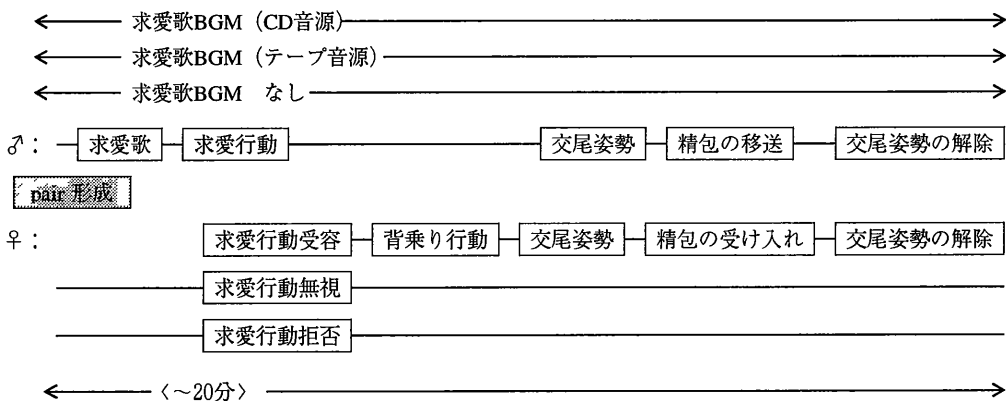


図1 エンマコオロギの求愛・交尾行動における雄および雌個体の一連の行動と求愛歌BGMの演奏条件の設定

前述の飼育容器にエンマコオロギ一ペアをいれ、雄個体が求愛歌を歌い、求愛行動を開始するやいなや、求愛歌の録音を開始した。求愛歌はISOMAX2 MICROPHONE (COUNTRYMAN ASSOCIATES)を用いて集音し、ステレオデッキTC-KA3ES (SONY)を用いてカセットテープMetal. ES (METAL BIAS 70 μ s EQ, SONY)に録音した。マイクロホンへの電源はSONY AC POWER SUPPLY AC-148Fによった。また、ステレオデッキはアンプSONY POWER AMPLIFIER SRP-X370Pを用いて作動させた。この過程を何回となく繰り返し、求愛歌BGM (テープ音源)を作成した。求愛歌BGM (CD音源)は、このテープ音源からパイオニアDATデッキ“D-07” (解像度: 16ビット, サンプル周波数: 96Hz)を用いてデジタル変換し作成した。

雌個体1頭と雄個体1頭を、用意した交尾用の容器 [ポリエチレン製の1000mlビーカー (TPX手付きビーカー), 底に湿らせたタオルペーパーを敷く, 図2]に移し、直ちに求愛歌BGMを流した。テープに録音した求愛歌 [求愛歌BGM (テープ音源)]とそれをCDに編集した求愛歌 [求愛歌BGM (CD音源)]の2種類の音源を用いた。求愛歌BGMはミニディスク パーソナルステレオシステムMDX-F3 (KENWOOD)で再生し、MULTIMEDIA SPEAKER SYSTEM Model No. A-002 (Juster)を経由して聞かせた。求愛歌BGMが求愛から交尾にいたる行動の各段階にどのような影響を及ぼすかを明らかにするため、雄個体の求愛歌の歌い始め、求愛行動の開始、これらに対する雌個体の反応行動開始について、実験開始時から経時的に要する時間を記録した。予備実験において、ほとんどのペアが20分以内に交尾を終了するという観察結果を得ているので、一連の求愛・交尾行動を20分間にわたって観察した (図1)。

雄個体が求愛歌を歌うことができない場合において、できる場合におけるよりも求愛歌BGMの効果があらわれやすいのではないかと考え、右翅のみを基部から外科的に切除した右翅切除雄を用意し、実験に供した。左翅のみをもった右翅切除雄を用いて上と同じ内容の実験を実施した。片方の翅を切除する方が、両方の翅を切除するよりもコオロギ雄個体へ与える障害の程度そのものが低くなるだろうと考えたこと、翅を切除された雄個体が求愛歌を歌っているか否かを判別しやすいということから右側の翅のみを切除する方法をとった。予想通り右翅切除雄は左翅のみを振るわせ、求愛歌を歌っているつもりと思える行動を示した。もちろん本来の求愛歌にはなっていないが、少なくとも実験容器内の空気を振動させているので、何らかの振動情報が雌個体へ伝えられていたものと推測される。

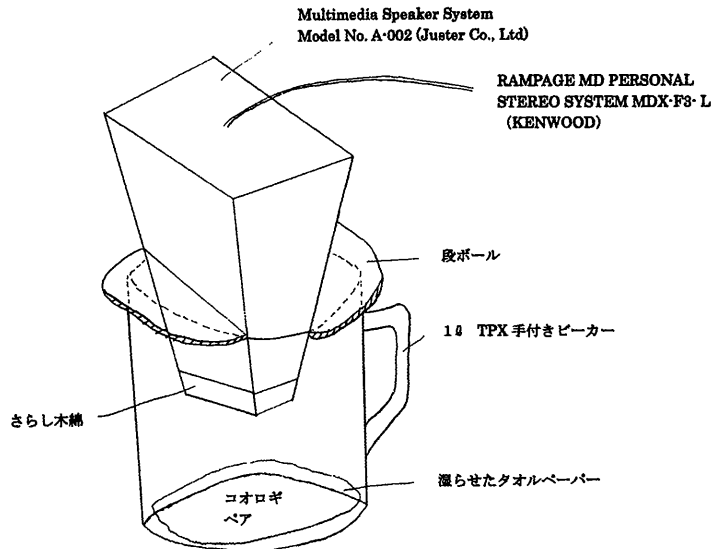


図2 エンマコオロギ ペアに「求愛歌BGM」を聴かせる装置の概要

2. 結果と論議

エンマコオロギの求愛・交尾行動の初期段階において、雄個体が求愛歌を歌う、求愛行動を起す、雄の求愛行動に対し雌個体が背乗り行動で応える、といった三段階の行動が観察される。求愛歌BGMがこれらの行動へ及ぼす効果を中心に観察結果をまとめた。一連の求愛行動について、雄個体と雌個体をペアにして実験容器内へ移した実験開始から雌個体の背乗り行動まで、最大20分わたって観察した結果を、正常翅雄と正常翅雌のペア群と右翅切除雄と正常翅雌のペア群とにわけ、それぞれ表1、2にまとめる。

表1のC列から明らかなように、求愛歌BGMなしの条件下で、正常翅雄と正常翅雌ペア群の約80%は、観察された20分以内に、雄個体の求愛行動に対し雌個体が背乗り行動で応えている。CD音源、テープ音源いずれの場合も、求愛歌BGMが流されると、雄個体の求愛行動に対し雌個体が背乗り行動で応えるペアの割合が求愛歌BGMなしの場合と比べ約10%増加し、約90%となっている。しかし、この場合、求愛歌BGMの音源の違いによる差異はほとんどあらわれていない。

次に、雄個体が求愛歌を歌うことなく求愛行動をとり、雌個体が背乗り行動で応える事例が予備実験において観察されていたので、このケースについて、求愛歌BGMの音源の

表1 エンマコオロギの正常翅♂と正常翅♀ペアの求愛・交尾行動に及ぼす求愛歌BGMの効果（ペア形成から20分間）

求愛・交尾行動の様式	求愛・交尾行動などを示したペアの割合（％）		
	求愛歌BGMあり		求愛歌BGMなし
	CD音源	テープ音源	
A. ♂が求愛歌を歌って求愛行動をおこし，♀が背乗り行動で応える	83.33 (20/24)	62.96 (17/27)	72.41 (21/29)
B. ♂が求愛歌を歌うことなく求愛行動をおこし，♀が背乗り行動で応える	8.33 (2/24)	29.63 (8/27)	6.90 (2/29)
C. ♂の求愛行動に対し，♀が背乗り行動で応える	91.67 (22/24)	92.59 (25/27)	79.31 (23/29)
D. ♂の求愛行動に対し，直ちに♀が背乗り行動で応える	4.17 (1/24)	40.74 (11/27)	6.90 (2/29)
E. ♂の求愛行動に対し，5秒以内に♀が背乗り行動で応える	12.50 (3/24)	44.44 (12/27)	17.24 (5/29)
F. ♂の求愛行動に対し，♀が拒否行動で応える	8.33 (2/24)	7.41 (2/27)	10.34 (3/29)
G. ♂の求愛行動に対し，♀が無視行動で応える	— (0/24)	— (0/27)	10.34 (3/29)

違いによる差異があらわれるか否かを調べ，まとめた（表1のB列）。求愛歌BGMを流さない条件下では，求愛歌を歌うことなく求愛行動をとる雄個体は約7％である。〔求愛歌BGM（CD音源）〕を流した場合は約8％で，流さない場合と比べ本質的な差異は見られない。しかし，〔求愛歌BGM（テープ音源）〕を流すと，こういった行動をとる雄個体は約20％増え，約30％となる。この知見は〔求愛歌BGM（テープ音源）〕がエンマコオロギ雄個体に対し，求愛歌を歌う必要性を減ずる方向においてある種の効果をもたらすことを示唆する。また，雌個体に対し，〔求愛歌BGM（テープ音源）〕が生求愛歌でないにもかかわらず，雄個体の求愛行動に応え，背乗り行動をおこさせることを示唆する。しかし，〔求愛歌BGM（CD音源）〕には，このような作用効果が観察されていない。

〔求愛歌BGM（テープ音源）〕が雌個体に雄個体の生の求愛歌を聴くことなく背乗り行動をおこさせる場合があるという前述の知見は，雄個体の求愛行動から雌個体が背乗り行動を開始するまでに要する時間が〔求愛歌BGM（テープ音源）〕を流すことによって短縮されることを予想させる。表1のD列に，雄個体の求愛行動に対し，直ちに雌個体が背乗り行動で応えたペアの割合，E列には5秒以内に背乗り行動で応えたペアの割合を示す。〔求愛歌BGM（テープ音源）〕が流されると，約40～44％の雌個体がごく短時間に背乗り行動にうつっている。〔求愛歌BGM（CD音源）〕が流された時の雌個体の反応

(4~12%)は、求愛歌BGMが流されなかった場合(7~17%)とほとんど変わらず、低いレベルにある。予想どおりである。これらの知見は[求愛歌BGM(テープ音源)]が雌個体の背乗り行動を促進する作用をもつ、すなわち雄個体の求愛行動に対する雌個体の反応を高めることを示唆する。しかし、一方で[求愛歌BGM(CD音源)]には[求愛歌BGM(テープ音源)]に見られたような効果がないことを示唆している。

雄個体の求愛行動に対し、雌個体が拒否行動をとるペアの割合は、求愛歌BGMを流しても、求愛歌BGMを流さない場合と比べ、ほんの少し減少するか、ほぼ同じレベルであった(表1のF列)。

求愛歌BGMを流さない条件下で、雄個体の求愛行動に対し、雌が無視する行動をとるペアが約10%見られたが、求愛歌BGMを流した場合には、このような無視行動はまったく観察されなかった。

右翅切除雄と正常翅雌のペア群についての観察結果を表2に示す。雄個体の求愛行動に対し、雌個体が背乗り行動で応えたペアは約57%であった(C列)。正常翅雄と正常翅雌のペア群の場合と比べ、約20%低くなっている。雄個体は、右翅切除のため、残された左翅のみを振動させて求愛歌を歌うこととなる。このため本来の求愛歌とは程遠い振動音、

表2 エンマコオロギの右翅切除♂と正常翅♀ペアの求愛・交尾行動に及ぼす求愛歌BGMの効果(ペア形成から20分間)

求愛・交尾行動の様式	求愛・交尾行動などを示したペアの割合(%)		
	求愛歌BGMあり		求愛歌BGMなし
	CD音源	テープ音源	
A. ♂が求愛歌(a)を歌って求愛行動をおこし、♀が背乗り行動で応える	68.42 (26/38)	55.81 (24/43)	51.35 (19/37)
B. ♂が求愛歌を歌うことなく求愛行動をとり、♀が背乗り行動で応える	10.53 (4/38)	20.93 (9/43)	5.41 (2/37)
C. ♂の求愛行動に対し、♀が背乗り行動で応える	78.95 (30/38)	76.74 (33/43)	56.76 (21/37)
D. ♂の求愛行動に対し、直ちに♀が背乗り行動で応える	15.79 (6/38)	30.23 (13/43)	13.51 (5/37)
E. ♂の求愛行動に対し、5秒以内に♀が背乗り行動で応える	21.05 (8/38)	37.21 (16/43)	16.22 (6/37)
F. ♂の求愛行動に対し、♀が拒否行動で応える	2.63 (1/38)	11.63 (5/43)	21.62 (8/37)
G. ♂の求愛行動に対し、♀が無視行動で応える	18.42 (7/38)	11.63 (5/43)	18.92 (7/37)

a) 残された左翅を振るわせている場合に求愛歌を歌っているとみなした。

ノイズとなっていることが想像される。このことが雌個体の背乗り行動を啓発しにくくさせている要因であると思われる。右翅切除雄と正常翅雌のペア群に求愛歌BGMを聞かせると、雌個体が背乗り行動で応えるペアが約20%増加している。増加の程度は正常翅雄と正常翅雌ペア群の場合の約2倍である。求愛歌BGMが雌の背乗り行動を促進させる効果を持ち、しかも、求愛歌を歌うことができない雄を含むペアについてその効果がより大きいといえそうである。雄個体が本来の求愛歌を歌うことができない、言い換えると、雌個体が本来の求愛歌を聞くことができないことが、BGM由来の求愛歌による雌個体の背乗り行動促進効果を高めているものと解釈される。この解釈が成立するなら、右翅切除雄と正常翅雌のペア群における雌個体は求愛歌BGMの音源による差異が検出されにくくなっているのではないかと想像させる。確かに、雄個体が求愛歌を歌うことなく求愛行動をとり、雌個体が背乗り行動で応える場合、雄個体の求愛行動に対し、直ちに雌個体が背乗り行動で応える場合、雄個体の求愛行動に対し、5秒以内に雌個体が背乗り行動で応える場合(表2のB, D, E列)について、正常翅雄と正常翅雌のペア群の場合と比べ、CD音源とテープ音源との差が少なくなっている。

興味深いのは、雄個体の求愛行動に対し、雌個体が拒否行動で応える場合、無視行動で応える場合の観察結果である。求愛歌BGMなしの条件下で、約22%のペアにおいて雌の拒否行動が見られた。[求愛歌BGM(テープ音源)]を流すと、約10%減少して約12%となっている。ところで、[求愛歌BGM(CD音源)]を流すと、約20%減少して約3%となっている。見かけ上は、CD音源の求愛歌がテープ音源のそれよりも雌個体の拒否行動を抑える効果をもっているように見える。雌個体が無視行動で応える場合は、求愛歌BGMなしの条件下で約19%、[求愛歌BGM(テープ音源)]を聞かせると、約7%減少して約12%になっている。ところが、[求愛歌BGM(CD音源)]を聞かせても、約18%で、聞かせない場合と変わっていない。ということは、[求愛歌BGM(CD音源)]を聞かせても無視行動をとる雌個体が減少しないので、その分拒否行動をとるに至らないが故に、[求愛歌BGM(CD音源)]を聞かせる条件下での拒否行動の割合が極端に低い3%レベルに留まっているといえそうである。いうならば、無視行動によってマスクされている、無視されるのだから拒否行動の起こりようがないということではなかろうか。事実、テープ音源を聞かせる条件下では、無視行動と拒否行動がほぼ同じ割合で観察されている。あわせて約23%である。CD音源を聞かせる条件下では、両者の値をあわせると、約21%となり、テープ音源の場合とほとんど差がない。このように考えてくると、雌個体が生の求

愛歌を聞くことができない条件下では、CD音源による求愛歌BGMが雌個体の無視行動を抑え、雄個体への注意を喚起する働きをもっているとはいえない。

そこで、[求愛歌BGM (テープ音源)] を聞かせるか、[求愛歌BGM (CD音源)] を聞かせるかで、比較的大きな差異が観察された行動のいくつかについて、正常翅雄と正常翅雌ペア群と右翅切除雄と正常翅雌ペア群とで求愛歌BGMの効果を比較すること試みた。まず、求愛歌を歌う段階までについて分析を試みた。求愛歌BGMを流すことが雄個体の求愛歌を歌うことを促進するのか、それとも妨げるのだろうか。求愛歌BGMと眼前の雄個体が歌う求愛歌とを聞いて雌個体による雄の求愛行動の受け入れや雌個体の背乗り行動が促進されるのか、それとも妨げられるのだろうか。求愛歌BGMのみを聞きながら、雌個体は右翅切除雄に対して求愛行動の受け入れ、背乗り行動をとるのだろうか。これらの行動に対し、求愛歌BGMの音源による差異が見られるのだろうか。

表3は、雄個体が求愛歌を歌うことなく求愛行動をとり、雌個体が背乗り行動で応えるケースについて両群で比較した結果をまとめたものである。表3から明らかなように、雄個体が雌個体を認識するやいなや求愛歌を歌うことなく直ちに求愛行動をとり、これに対し雌個体が背乗り行動で応えるケースが、求愛歌BGMなしの条件下での正常翅雄と正常翅雌のペア群で約7%、右翅切除雄と正常翅雌のペア群で約5%観察された。この知見は求愛歌を歌うことなく求愛行動を始める雄個体が5~7%いることを意味する。そして、

表3 エンマコオロギ♂が求愛歌を歌うことなく求愛行動をおこし、♀が背乗り行動で応えたペアの割合 (%)

ベ	ア	求愛歌BGMあり		求愛歌BGMなし
		CD音源	テープ音源	
正常翅♂と正常翅♀		8.33 (2/24)	29.63 (8/27)	6.90 (2/29)
右翅切除♂と正常翅♀		10.53 (4/38)	20.93 (9/43)	5.41 (2/37)

表4 エンマコオロギ♂の求愛歌に対し、直ちに♀が背乗り行動で応えたペアの割合 (%)

ベ	ア	求愛歌BGMあり		求愛歌BGMなし
		CD音源	テープ音源	
正常翅♂と正常翅♀		4.17 (1/24)	40.74 (11/27)	6.90 (2/29)
右翅切除♂と正常翅♀		15.79 (6/38)	30.23 (13/43)	13.51 (5/37)

雄個体による求愛歌や求愛歌BGMがなくとも、雄の求愛行動に対し背乗り行動で反応する雌個体が5～7%いることを意味する。これらの雌個体は雄個体による求愛歌を必要としていないと考えられる。[求愛歌BGM (テープ音源)] を流すと、正常翅雄と正常翅雌のペア群において、約30%の雄個体が求愛歌を歌うことなく求愛行動をとり、これに雌個体が背乗り行動で応えた。右翅切除雄と正常翅雌のペア群においても約21%について同様の傾向が観察された。しかし、[求愛歌BGM (CD音源)] を流した場合には、正常翅雄と正常翅雌のペア群について求愛歌を歌うことなく求愛行動をとる雄個体の割合は約8%で、求愛歌BGMを流さない場合とほとんど差がなかった。[求愛歌BGM (CD音源)] を流した場合の右翅切除雄と正常翅雌のペア群については、約10%の雄個体が求愛歌を歌うことなく求愛行動をとったが、その割合は[求愛歌BGM (テープ音源)] を流した場合の約半分にはすぎなかった。これらの知見は、[求愛歌BGM (テープ音源)] が、雄個体が求愛歌を歌わずに求愛行動に向かうことを促し、しかもこれに対し雌個体が背乗り行動をもって応えることを示唆すると解釈される。しかし、[求愛歌BGM (CD音源)] は、[求愛歌BGM (テープ音源)] のような著しい効果をもたらしていない。

求愛歌BGMを流すことが、求愛行動の受け入れ行動である雌の背乗り行動の開始をどの程度早めるのかを明らかにするために、雄の求愛行動に対し、直ちに雌が背乗り行動で応えたペアの割合を正常翅雄と正常翅雌のペア群と右翅切除雄と正常翅雌のペア群で比べた。結果を表4に示す。この表から明らかのように、[求愛歌BGM (テープ音源)] を流した正常翅雄と正常翅雌のペア群について、直ちに雌が背乗り行動で応えたペアの割合が約40%に達している。求愛歌BGMを流さなかった場合 (6.90%) の約6倍である。[求愛歌BGM (CD音源)] を流した場合には4.17%で、求愛歌BGMを流さなかった場合とほとんど変わっていない。[求愛歌BGM (テープ音源)] は雌の背乗り行動を促進するはたらきをもつといえそうである。しかしCD音源にはそのようなはたらきがないといえそうである。右翅切除雄と正常翅雌のペア群についても、程度の差はあれ、ほぼ同じ傾向が観察されている。ただし、右翅切除雄と正常翅雌のペア群について、求愛歌BGMを流さない条件下で13.51%の雌が直ちに背乗り行動で応えている。この値は正常翅雄と正常翅雌のペア群における場合の約2倍である。この知見を満足させる説明はいまのところ見あたらない。

表5は、雄個体の求愛行動に対し、5秒以内に雌個体が背乗り行動で応えたペアの割合を示す。表4に示された観察結果とほぼ同じ傾向が観察されている。これらの観察結果は、

表5 エンマコオロギ♂の求愛歌に対し、5秒以内に♀が背乗り行動で応えたペアの割合(%)

ペア	ア	求愛歌BGMあり		求愛歌BGMなし
		CD音源	テープ音源	
正常翅♂と正常翅♀		12.50 (3/24)	44.44 (12/27)	17.24 (5/29)
右翅切除♂と正常翅♀		21.05 (8/38)	37.21 (16/43)	16.22 (6/37)

表6 エンマコオロギ♂の求愛歌に対し、♀が無視行動で応えたペアの割合(%)

ペア	ア	求愛歌BGMあり		求愛歌BGMなし
		CD音源	テープ音源	
正常翅♂と正常翅♀		— (0/24)	— (0/27)	10.34 (3/29)
右翅切除♂と正常翅♀		18.42 (7/38)	11.63 (5/43)	18.92 (7/37)

[求愛歌BGM (テープ音源)] が求愛行動開始のごく早い段階においてより効果的な促進作用をもつことを示唆すると思われる。

雄個体の求愛歌，求愛行動に対し，雌個体が無視する行動をとる場合が観察されているので，雌個体の無視行動に対する求愛歌BGMの作用効果をまとめた(表6)。正常翅雄と正常翅雌のペアについて，求愛歌BGMなしの条件下で，生の求愛歌が聞えているにもかかわらず約10%の無視行動が観察されている。しかし，求愛歌BGMを流すと，CD音源，テープ音源いずれにおいても無視行動は観察されていない。[求愛歌BGM (CD音源)]，[求愛歌BGM (テープ音源)] とともに雌個体の無視行動を抑える作用をもつといえそうである。ところで，右翅切除雄と正常翅雌のペアについては，求愛歌BGMなしの条件下で約19%の無視行動が観察されている。正常翅雄と正常翅雌のペアについて観察された割合の約2倍である。右翅切除雄が求愛歌を歌うつもりで残った左翅を振動させ，このことによって発生する振動音が雌個体には単なるノイズとして受けとめられているからかもしれない。[求愛歌BGM (CD音源)] を流しても，無視行動をとる雌個体の割合は約18%でほとんど変わっていない。一方，[求愛歌BGM (テープ音源)] を流した場合には，無視行動が約7%減少している。[求愛歌BGM (テープ音源)] には，右翅切除雄の左翅振動にともなうノイズにもかかわらず雌個体の無視行動をある程度抑えるはたらきがあるといえそうである。[求愛歌BGM (CD音源)] にはこの種のノイズを抑えるはたらき

が弱いといえるかもしれない。

本研究で得られた知見は、[求愛歌BGM (CD音源)] に比べると、[求愛歌BGM (テープ音源)] がエンマコオロギ雌個体に対し、求愛歌を聴いてから背乗り行動を開始するまでの時間を短縮させる、雄個体の求愛行動を無視する行動をおこしにくくするなどの効果をもつことを明らかにしている。一方、雄個体に対しては求愛歌を歌うことなく求愛行動に向かわせる効果をもつことを明らかにしている。[求愛歌BGM (CD音源)] はデジタル方式で録音され、再生されている。一方、[求愛歌BGM (テープ音源)] はアナログ方式で録音され、再生されている。エンマコオロギはデジタル方式の求愛歌とアナログ方式の求愛歌とを聴き分けていると考えてよさそうである。求愛・交尾行動における両者による効果の違いから判断すると、アナログ方式で再生される求愛歌の方を、生の求愛歌により近いものとして受けとめているようである。エンマコオロギが子孫を残すという生物の至上の使命をはたしていくうえで、求愛・交尾行動の始まりとなる求愛歌は必須であり、本質的に重要である。求愛歌のような音が関係する重要な生物学的な過程には、アナログ方式がふさわしいといえそうである。

ここで、人にアナログ方式で録音された(テープ)演奏曲とデジタル方式で録音された(MD)ものを聴かせ、両者の受けとめ方の違いを調べた結果(赤羽ら, 2001年)を述べることは、意味があるかもしれない。演奏曲目はグリークの作曲による「ソルヴェイグの歌」で、T工業高等専門学校の2年生98名を対象に実施された。テープの音とMDの音とを区別された学生さんが98名中90名, 91.8%をしめた。この90名のうち約80%がMDの音に対し、好感を抱いている。きれいな音である, しっとりした音である, 深みのある音である, 安らぎを感じる音である, 好きな音であると受けとめている。デジタル方式で録音・再生された演奏を心地よい音として受けとめているといえそうである。エンマコオロギにおいて観察された反応とは正反対の調査結果である。人の場合には音楽としての音, エンマコオロギの場合には種族の生命維持に必須の音。一方は趣味, 他方は生存に関わる。生命活動への関わり方の程度の違いを反映しているのかもしれない。対象となった学生さんが, デジタル方式で録音・再生された音を聞かされて育ってきていることが関係しているのかもしれない。いずれにしても, 多くの人はデジタル方式の音とアナログ方式の音とを区別して受けとめているといえそうである。

ところで, 音楽療法に携わる人は, 常に生演奏を行い, アナログ方式であれ, デジタル方式であれ, 録音された音を音楽療法の主たる目的(能動的, 受容的共に)に用いること

はないという（日野原ら，2003；ハンス＝ヘルムート・デッカー＝フォイクト，2002）。なぜなら，セラピストとクライアントとのコミュニケーションとして音楽がもっとも効果的であり，音楽は一種の言葉であるとも考えられるから。音楽療法に携わる人の多くがもともと演奏家であり，それ故に生の演奏の素晴らしさを熟知し，生の演奏を凌ぐものはないというこだわりに近いものをもっていることが関係しているのかもしれない。音が人に与える影響力の素晴らしさと同時に怖さを知っているからかもしれない。たぶん，直感に近いかたちで，生演奏でなければならぬと感じ，それを実行されたのであろうと想像するが，この選択は適切であると思う。音楽療法を受ける対象者の多くの方は生命活動に関わる部分で音楽と関わっているわけだから。本研究で明らかにされたエンマコオロギでの知見は，デジタル方式よりはアナログ方式の方が適切であることを明らかにしている。ヒトとエンマコオロギという種の違いはあるにせよ，生命活動に関わる部分での音はせめてアナログ方式のものを採用するという配慮が必要ではなからうか。

おわりに

デジタル方式での録音・再生による音が私たちの生活空間に急速な広がりを見せている。確かに，人の若い世代にはデジタル方式で録音・再生される音楽がより好まれている。しかし，エンマコオロギの求愛・交尾行動においてはアナログ方式で録音・再生された求愛歌がデジタル方式のものとは比べ，より効果的であった。アナログ方式の音が好まれるという結果である。人の場合には趣味の世界における音。コオロギの場合は生命活動に必須の音。生命活動への関わりの程度における差異や種による音への反応の違いを反映しているだけだろうか。本研究で得られた知見を実験動物を替えて確かめること，人の世代を替えて確かめることを進めていきたい。

謝辞

本研究は，高等教育研究改革推進経費「音楽療法士養成に関わるプログラム開発のための基礎研究——人工音環境と生物の活動に関する研究——」による研究費補助を受けてなされた。

求愛歌BGM（CD音源）の作成にあたって助力をいただいた，高松短期大学音楽科助教

授 出木浦 孝氏に深謝する。また、要約、タイトルなどの英語表現は、宮本 美枝子氏に校閲していただいた。記して深謝したい。

引用文献

- 赤羽達雄, 真鍋俊彦, 宮本富夫 (2001) 未発表資料
- 角〔本田〕恵理 (2005) コオロギの歌が担う役割 遺伝 2005年11月号 p.55-59
- 中島 義道 (1996) うるさい日本の私「音漬け社会」との果てしなき戦い, 洋泉社
- 湯原 美陽子 (2004) 命の声を聴く, 生命尊重ニュース 2004年10月号 p. 2-3
- ハンス=ヘルムート・デッカー=フォイクト (加藤美知子訳) (2002) 魂から奏でる—— 心理療法としての音楽療法入門, 人間と歴史社
- 日野原重明監修 篠田知璋, 加藤美知子編集 (2003) 標準 音楽療法入門 —— (上) 理論編, 春秋社
- 宮越順二 (2005) 電磁波生体影響評価研究の現状ならびに電磁波生命科学の確立に向けて 放射線生物研究 40(4) p.385-404
- Brunet, M., F. Guy, D. Pilbeam, H. T. Mackaye, A. Likius, D. Ahounta, A. Beauvilain, C. Blondel, H. Bocherens, J. R. Boisserie, L. D. Bonis, Y. Coppens, J. Dejax, C. Denys, P. Douring, V. Eisenmann, G. Fanone, P. Fronty, D. Geraads, T. Lehmann, F. Lihoreau, A. Louchart, A. Mahamt, G. Merceron, G. Mouchelin, O. Otero, P. P. Campomanes, M. P. D. Leon, J. C. Rage, M. Sapanet, M. Schuster, J. Sudre, P. Tassy, X. Valentin, P. Vignaud, L. Viriot, A. Zazzo and C. Zollikofer (2002)
- A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, 418, 145-151