

# …平成10年度助成研究より…

## 細胞が発信・応答する細胞音波 バイオソニックスの研究

東海大学 開発工学部  
教授 理学博士

松橋 通生

### 1. 細胞音波

私達の周囲には騒々しい音響や、激しい振動や、強い電磁波が満ちていて、その騒々しいものの種類は時代と共に変わって来てはいるものの、こういう強い、破壊的な波動を我々の細胞は生命の発生以来もう二、三十億年も受け続けて、結構しぶとく生き延びてきた。生物細胞はこういう強い力には存外抵抗性があり、いわば感受性が鈍い。しかしその一方で、静寂な空間の中でしか感じられないごく微弱な波動が細胞達に重要な影響を与え、細胞達はこれらの影響の下に進化と生存を続けてきた。このメカニズムの全貌が明らかになれば生物学の体系にも大きな塗りかえが行われるし、また一方で波動の物理学の認識も新しい展開を見るかも知れない。本文では私達の見出した、音波の今まで知られていなかった不思議な働きを紹介する。

音波の生物細胞に対する働きというと、聴覚器官に関するものを除けば、植物が話しをする、酵母に音楽を聴かせて発酵を助ける、とか云う巷間の俗説しかなかった。俗説という理由の一つは、まず彼らの用いる音響がかなり強いもので、細胞はそれらに結構鈍感な事である。そうでなければ此の騒々しい環境下で生きてゆけない。もう一つの理由は、実験の方法が科学的基準を満たしておらず、定量性と再現性に乏しいことである。しかし人間の総合的な感覚は存外鋭敏なので、少数回の怪しげな実験でも、真実の現象を捕らえている可能性は否定できない。

私どもはこれらの俗説を初め眼中に置いていなかった。しかし生物の本来の性質を解明する生物学そのものの目的と方法論で偶然に微弱な音波の生物作用を掴み取るに至った。

色々紆余曲折はあったが、私達が細胞音波 (BIOSONICS) と名付けた微弱な音波を見出したのは次のような三つのストラテジーによる(図1)。第一に細胞の集団から発せられる音波シグナルを厚さ1mmぐらいの鉄板を通じて他の細胞に聴かせ、後者の増殖の促進または阻害を測定することである。第二に発信されている細胞音波を超高感度マイクロホンで捕らえ、フーリエ解析してそのスペクトルを得る(枯草菌では9kHzとその倍音)。そして最後に、スピーカ、圧伝素子等から種々の周波数の音波を発振させてこれを細胞に聴かせ、増殖の促進や阻害を測定するのである。

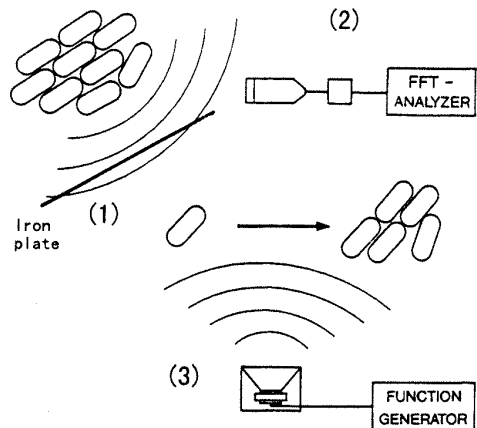


図1 細胞音波測定ストラテジー

しかしこの様な体系的なやり方が確立するまでは、勘に頼った手探りの探索に大いに時間を使った。しかし幸運にも、此の間に私達がたまたま音波に強い感受性（要求性）を持つ新しい好炭素細菌を分離したことと、生物に対して極めて特異な作用をする炭素素材（黒鉛や炭素繊維）等の物質に出会ったことの2つが決定的な意味を持った。

## 2. 炭や地球環境物質の発振する音波シグナル

炭や黒鉛などの炭素素材は山林に撒くと土壤細菌の発育を促進して植物の生育を助けるとか、汚水中に設置すると有機物の迅速な分解を助けるということが見出され、何やら不思議な作用があることが知られていた。木炭は土壤の水はけをよくし、汚水中の物質を吸着する力が強いので、そのようなことが効いているのだらうと考えるのが容易で、これらのことが真の作用を隠す盲点となった。

好炭素菌を普通なら生えられないような高い濃度の塩（例えば塩化カリ）を含んだ固形寒天培地に蒔く。すると当然死んでしまうが、寒天表面の一部に黒鉛や木炭の粉末をごくわずかの量、蒔いておくと、好炭素菌は死なないどころか、炭素粉末の周りに活発に生えてくる。しかも日が経つにつれて、炭素粉末から遠くはなれたところまで増殖が進むのである。何か炭素とその周りの大きな菌の集団から念力のようなものが遠くへ及んでいるような感じである。そこ

で次は炭素粉末や炭素繊維を固形寒天培地から離して別のプラスチック・シャーレに置いて、好炭素菌を蒔いた寒天培地の入ったシャーレを重ねてみる。それでもやや時間は掛かるが炭素からの念力は立派に別の容器の好炭素菌に通じて、炭素をおかない寒天培地の上に好炭素菌の集落が続々と生育してくる。所がこの2つ重ねた容器を一緒にアルミホイルでおおってしまうと、もう好炭素菌は生えることがない。アルミホイルを通ることの出来ない弱い電磁波のようなものが炭素を活発化していることが分かる。この様な外からくる物理エネルギーを私達は「天の声」と呼んだ。

さて次はこの「天の声」が何であるかと云うことと、それがどうやって何に変わるのかを明らかにしなければならない。しかし私達が研究を始めた1995年の春から秋にかけて、「天の声」は静岡県のアート地区ではびったり止まってしまって、黒鉛は全く遠隔効果を示さなくなった。こうなると電磁気や音響の物理学に強くない私達は此の現象の解析は無理で、研究は開店休業になった。ただ「天の声」はブリキ缶やアルミホイルで遮蔽されるがプラスチックでは遮蔽されないことから電磁波の一種であろうと云うことと、それから作り出されるシグナルは2枚のプラスチック・シャーレの間に同じ径の鉄板をサラララップでくるんだものをクッションにして挟むと伝わらなくなることから、シャーレの機械的振動または音波であろう、という所まで推論できた。しかし光のパルスが有色の物質に

当たると空気の膨張・収縮に変わって音響を発する現象が、今から120年前に電話の発明者のベルによって見出されているので、此の光音響転換の原理を使って赤外線のパルスから生じた音波を好炭素菌に受けさせてバイオアッセイしてみようということになり、それは大変うまくいって、「天の声」をまねることが出来たが、それだけでなく光音響転換で発生した極めて微弱な音波が好炭素菌の増殖を促進することを証明できたのは大きな収穫であった。

こうなってみると炭ばかりでなく、光や赤外線を吸収して音波に変えることが出来る物質はすべて細菌の増殖作用があっておかしくない。事実、炭素ほどではないが、木材や、土壌、砂、鉱物、ある種の金属など、地球表面のほとんど

のものが外部エネルギーを転換して増殖促進のシグナル（超音波と思われる）を出していることが分かった。これだけでも大変感動的であったが、更に重要な発見は、菌を生やす時の媒体にする固形寒天培地のような柔らかい固形物質もまた、菌や細胞の増殖に大きな影響を与えているということであった。

### 3. 柔らかい固体の出す（音波）シグナルの重要性

炭や砂などの出すシグナルは殆ど好炭素菌とその近縁の細菌にのみ効力があつたが、固形寒天は大腸菌のような他の細菌、酵母その他の広い生物種に有効であつた(図2)。これは炭素などの固い固体の出す超音波と柔らかな固形寒天

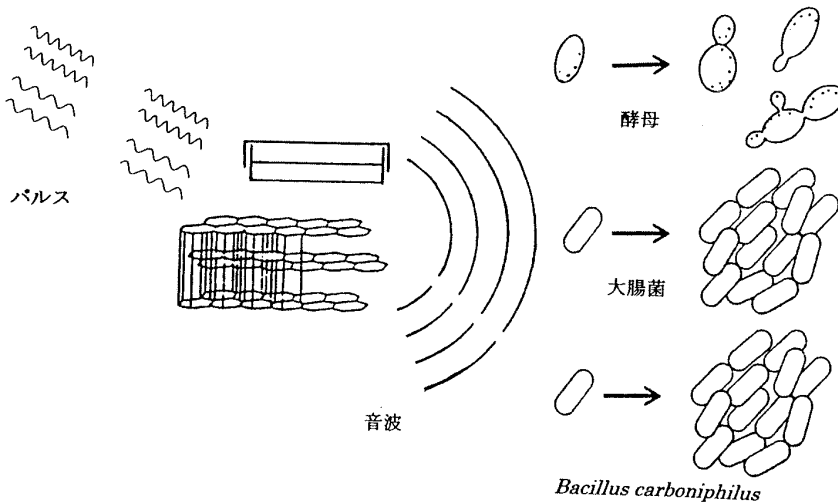


図2 黒鉛と寒天の発信する（音波）シグナル

などの出す超音波の周波数等の性質が著しく異なることを意味する。これが細菌やマイコプラズマなどの病原体が動物の組織を好んで増殖したり、酒母が適量あると酒酵母がよく繁殖したりするという、よく知られている現象をびつたりと説明するのではないか。更に我々の細胞1つ1つが寄り集まって大きな固体を形成することも。この様に、固い固体と柔らかい固体と(図2)、それから生きている細胞同士と(図1)、この様な音波シグナル網に囲まれて我々は二、三十億年を生き抜いてきたのだなあ、と改めて懐いを興す。

#### 4. これからの課題

音響学に関係してられる読者の皆さん、音響とは殆ど全く耳に聞こえないほんの小さなものが、生物の世界でこんなに大事な働きをしているのですよ。それからまだ言う間がありませんでしたけれど、大腸菌O157の感染の治療も、人を愉快にしたり真剣にしたりする精神療法も、この小さな音響の活躍する分野かも知れません。どうです、一緒に研究してみませんか？

本研究に対してサウンド技術振興財団から誠に適切な時期に有り難い助成を頂きましたことに対し、心より感謝申し上げます。

