

音は人間が生活を営む場合に、情報伝達収集手段として身近で不可欠なものである。そのため人間の音に対する関心は深く、その研究は昔から活発に行なわれており、研究対象としては最も古いものの一つであろう。音に関する初期の研究は、人間になじみの深い楽器に関して行なわれる事が多かったが、その中で、一七四五年にドイツのオルガン奏者 Sorge が、また一七五四年にイタリアのバイオリン奏者 Tartini が、それぞれ独立に、異なる音程で二つの強い音を同時に出すと、その差の音程の音が発生することを発見している。この差音は、楽器を小さな音で弾く場合にはほとんど発生せず、また我々の聴覚の特性によりあたかもその音が存在するかのように聞える、いわゆる「うなり」の音でもなく、物理的に存在している音であることは後の実験で明らかにされた。そしてこの差音は Tartini の音と呼ばれていた。

その後、この Tartini の音は興味ある物理現象として一部の理論物理学者により研究されていたが、工学の分野ではあまり注

目されなかった。しかし一九六三年に米国の Westervelt が、二つの強力な超音波を同時に放射したときに生成される差音成分 (Tartini の音) は、この強力超音波の持つ指向性よりもさらに鋭い指向特性を持ち、この現象を応用すると、従来の音響工学では不可能とされていた小型で指向性の鋭い低周波送波器が実現可能であることを理論的に導いたことにより、Tartini の音は工学上も大きな関心を集めるようになった。この Westervelt の導いた結果は、直ちに実験的に検証され、さらに潜水艦等のソーナーステムに應用されてソーナーの一大転換期を迎えるに至った。そしてこのような音波の送波方式は、パラメトリックアレー送波方式と

私の研究

非線形音響工学

渡辺好章

呼ばれた。さて、私が現在最も興味を持っている研究分野は、音響学の一領域である非線形音響工学と呼ばれている分野であるが、この分野はパラメトリックアレーに代表されるような強力な音波の特異な現象を研究対象としている。

一般に「非線形」という言葉は、二つの量が正比例しないような場合を意味するが、ここでの非線形の内容も伝搬媒質 (例えば、空気とか水) の物性上の特性を意味している。すなわち、日常我々が耳にする音波の音圧は、百万分の一気圧程度であり、この大きさは静圧である一気圧に対して十分無視しうる程小さい。このように音圧が微小である場合には、音圧が二倍になれば、密度の変化分も二倍になるという具合に、伝搬媒質の音圧と密度の關係は十分な精度で正比例しているとみなすことができる。このような振幅の微小な音波を一般に線形領域の音波と呼んでいるが、通常の音響学は、この線形領域の音波をその研究対象にしている。

これに対して、音圧が静圧に対して無視できない程度に大きくなると、伝搬媒質の音圧と密度の關係は單なる比例關係とみなすことができなくなる。そのため、線形領域の音波ではあまり目立たなかった媒質の物性上の二次的な効果が無視できなくなり、音波は線形領域では観測されないような、伝搬に伴う音圧波形のひずみ、あるいはひずみの結果としての Tarini の音の発生等の特異なふるまいを示すようになる。このような特異な現象を総称して音波の非線形現象と呼んでいるが、この現象は音圧が大きい程、また同じ音圧であれば周波数の高い程起り易い事が分っている。このような音波の非線形現象を研究対象とする分野を線形音響学と対峙して、非線形音響学と呼んでいる。

しかし、音波の非線形現象は、媒質の二次的な効果により生ずるために、原理的に電力効率が悪いという欠点がある。そのため、最初はこの技術の応用範囲は、軍事目的等の特殊な分野だけに限られると考えられていたこともあり、日本ではあまり精力

的な研究は行なわれていなかった。ところが近年急速に発達した測定機器及び信号処理技術と、このような音波の非線形現象を組み合せたシステムを考えると、このシステムは電力効率は悪くても情報収集の効率という観点に立てば、線形音響学を利用したシステムに比較しても十分に優れていることが認識され始め、この特長を生かして種々の方面への応用を考える試験的な研究が各国で活発に行なわれるようになって来ている。

私達の研究室でも、大振幅の音波が伝搬する場合に発生する二次的な差音、和音等の非線形効果を計算機を用いて予測、推定する手法の開発を行なっており、この信号処理技術を、海底探査等の海洋開発に役立てようと計画している。そしてこの計画を実行するための基本的な特性を得るために、船上から海底に向けてパラメトリックアレー送波方式を用いて音波を送波する海上実験を既に行なっている。その結果によると、高い周波数である一次波は泥等の海底の表層から反射し、同時に差音である二

次波は周波数が低いため泥の層は通り抜けて、その下にある固い岩盤から反射してくることが観測されており、この方法を用いると一回の音波の送波により、海底に関するより高度な情報を得ることが期待できそうである。

以上述べたように、非線形音響学というのは、音波の非常に特殊な現象を扱う分野ではあるが、本来非線形な關係にある音圧と密度の關係を、人間が扱い易いという理由で比例關係として近似しているのが線形領域の音響学であると考ええると、非線形音響学の方が音波をより自然に忠実な姿で捉えているという事もできる。このような事を考えながら海底からの反射信号、特に Tarini の音に相当する差音成分信号を船上のオシロスコープで観測していると、私にはこの信号が、我々のより自然に忠実な音の取り扱いに積極的に呼応してくれる地球の声のように思え、自然界の、素直なおおらかさの一面を垣間見るよううでまた感慨深いものである。

現代の資本主義経済において、経済活動に占める政府部門の役割は大きい。しかし、経済活動の大部分は、現在もなお、民間部門の活動に負っている。この民間部門を構成する各経済主体（企業と家計）の経済活動の調整は、いうまでもなく、市場の価格調整機構によっておこなわれている。すなわち、資本主義経済においては、民間部門のどの経済主体も、経済全体の秩序を考慮することなく、独自に、各個別経済主体の判断にもとづいて経済活動を営んでいる。それにもかかわらず、国民経済全体としての経済秩序は保たれている。この個別的な経済主体の活動を国民経済全体として秩序あるものとならしめているのが、とりもなおさず、市場の価格調整機構である。また、この市場の価格調整機構の働らきを通して、経済資源をいかに配分するかといった経済問題の解決が計られており、このことが、資本主義経済の特質の一つでもある。さらに、需給の変動にともなう、伸縮的に変動する市場価格を与件とし、各個別経済主体が、市場価格を判断材料に、独

自に意思決定をおこない、各個別経済主体間の競争を通して経済問題の解決が計られている場合、経済厚生上からみた良好な成果が期待できるのである。

私の研究

市場構造の変化と価格硬直性

岡 本 昌 幸

しかし、資本主義経済の発展にともない、市場支配力をもつにいたるまで巨大になった寡占企業が出現し、市場の価格調整機構が有効に働らいているとは見難い市場が多数出現している。

この寡占的大企業の出現による市場構造の変貌は、市場価格が需給変

動によって決定される、いわゆる市場決定型の価格とは別に、供給要因の変動によって強く影響されているコスト決定型の価格を生み出すことになった。

このコスト決定型の価格には、当然、寡

占企業の経営戦略と市場支配力が反映されており、超過利潤を含みやすく、その価格は、競争市場で決定される価格より高くなる。さらに、寡占企業によって成立している市場では、寡占企業間の相互依存関係が存在し、価格水準の決定において、寡占企業間に共謀・協調行動がおこなわれやすく、価格変動の少ない硬直的な価格となりやすい。従って、寡占市場で決定され、硬直性を特徴とするコスト決定型価格からは、市場機構の充実な働らきを期待することははやでなくなる。

この市場の価格調整機構を阻害する硬直的価格の問題を取り上げ、実証的に分析したものとしては、「管理価格論争」として知られているミーンズ(G. C. Means)の研究を中心とした一連の研究がある。

管理価格という経済術語自体は、ミーンズが定着させたものであるが、ミーンズがいわんとするところは、現実の市場価格の中に、企業（寡占企業）による管理的行為により設定された価格があり、それらの価格は、下方硬直性を特徴とする、というも

のであった。

ミーンズは、企業の管理的行為によって設定された価格の存在とその特質を裏証分析したのであるが、その分析に關し、計量分析したサンプル産業の選択に恣意性が強いとする反論、価格硬直性の測定方法が不適当であるといった問題点が指摘され、管理価格の存否とその特質に關する研究が以後続出した。

特に、最近の管理価格——価格硬直性の研究では、市場の寡占化にともなう市場機構の喪失の検討といった観点から、寡占企業をして価格設定行為を可能ならしめようと考えられる市場構造要因を陽表的に価格方程式に取り込んだ分析がおこなわれ、価格變動にどの様な要因が影響を与えているのかを明らかにすることに主眼が置かれてきている。

日本経済においても、多くの市場で寡占的大企業が存在しており、管理価格の存在が類推できるのである。このことを日本の製造工業を対象に、筆者がおこなった裏証分析の結果で示そう。

まず、市場構造要因として、市場集中度——寡占企業の市場支配力を示す指標とみなすことができる——を取り上げ、市場集中度の高低と価格硬直性との関連を、急激な需要變動が起つた第一次オイルショック時までの十年間を対象期間に、種々の分析をおこなった。その結果、兩者の間には有意な關係が多数存在した。例えば、価格硬直性の一指標である価格變動頻度に關しては、寡占化した産業の方が變動頻度は小さい。また逆に、集中度の高きで価格硬直性の存在を判別することが出来、他の種々の市場構造要因に比べ、特に集中度の高きが、価格硬直性と密接に関連を有していたことが示せる。さらに進めて、価格變動率をもとに變動要因を分析してみると、原材料費用の變動がその大きな要因となつていることが明らかとなる。すなわち、この結果は、コストの變動を価格に反映させたコスト決定型価格が、多数の市場で存在していることを示唆しているといえる。

日本経済は、その後、オイルショックによる石油価格及び海外一次産品価格の高騰

に起因する景氣後退・不況現象を示すが、この不況期においても卸売物価は上昇し続ける。この期間の卸売物価の變動を市場集中度を中心に分析してみると、寡占産業グループの価格が硬直化していることが示せ、コスト・プッシュ作用が卸売物価を上昇させ、スタグフレーションを起こさせた一因と考えられるのである。

以上のように、日本経済においても、市場の寡占化は、コスト決定型の管理価格と結びつき、市場価格の伸縮性を失わせ、經濟問題の良好な解決を妨げている可能性が大きい。このことは、将来の日本經濟の良好な發展の為に産業の寡占化に關する研究、対策がより一層必要とされることを示している。

(大學經濟学部教授)

数年前の夏、アメリカの西海岸を旅した時のことです。シャトル、サンフランシスコがこちらより涼しいのは当然のことですが、ロスアンゼルスに至っても、それ程暑さを感じないのには皆が驚きました。

気温は京都とさほど変わらないのに湿度が低いのです。そのため汗の蒸発が妨げられないから暑くないのです。被服衛生学に関わりのある私にとっては、これは当り前のことなのですが、汗をどんどんかく夏に、その蒸発がスムーズに行われるか否かが、これ程快適さに差を生じるのだという体験は、やはり大きな驚きでした。

人間は、気温が上ったり、スポーツをしたりして体が暑くなると発汗します。これは一定体温を維持するための放熱が、伝導、対流、輻射、不感蒸泄だけでは追いつかなくなるからだということは、皆さまもご存知の通りです。しかし体熱放散の汗への依存度が、どれ程大きいかは、あまり一般には知られてないようです。人体が暑さを感じない、いわゆる発汗の認められない時にも、体熱放散の約25%は不感蒸泄、す

なわち皮膚あるいは呼吸器からの水蒸気発散によって放出されていますが、この水分蒸発による放熱の比率は、気温が上昇し、発汗が始まると顕著に増加します。生理学者らの実験によって、気温32度では約50%に、34・5度になると殆どどの放熱は水分蒸発に依存するようになることが認められています。

私の研究

衣服と汗

馬 杉 一 重

また、身体の一部別発汗量の測定から、発汗量は軀幹部に多く、四肢部に少ないことも明らかにされています。

そのようなわけで、衣服の体温調節作用を検討する場合には、着衣時の汗の蒸発による放熱は無視することのできない問題なのです。

特にむし暑い夏を、何とか快適にと願わ

ずには居られない日本人の衣生活にとつては、どうしても避けられない課題の一つです。

また、先に述べましたように、発汗が認められない時にも不感蒸泄があり、この水分が寒い冬に凝縮によってオーバーなどを湿らせて、その保温効果を減少させてしまうといった問題も生じてきます。

これらの問題の解明には、着衣時の不感蒸泄、汗の蒸発過程の科学的把握が必要であり、すでに内外の研究者によって、種々の検討がなされてきています。

しかし、衣服の種類、着衣方法と汗の冷却効率との関係については、まだこれから解明されていかねばならない問題が多く残されています。

この種の研究は、出来れば実際に着衣した被験者について測定するのが望ましいのですが、着衣時の汗の冷却効率は、衣服の種類、着方、環境条件以外に、被験者の体格、発汗の個人差などによっても大きく左右されるので、私は、この研究の第一歩として模型装置(Sweating Cylinder と命名)

を作り、これを用いた恒温恒湿室内での実験結果から、種々の着衣条件と汗の冷却効率との関連の検討を試みてきました。

まだ、その途上にあるので、中間的な報告に過ぎませんが、これまでに把握した概要は次の通りです。

① 着衣時は、その材質、着衣枚数、衣内ゆとりのいかにかわからず、裸体時に比べて冷却効率は減少します。

② 蒸発量、蒸発による放熱量は、比較的薄手の布地の場合、材質による差異は殆んど認められません。これは無風、あるいは微風速下では着衣布自体よりも布外側静止空気層の蒸発抵抗の方が大きいと考えられます。

③ しかし冷却効率には着衣布の材質による差異が認められます。これは布に付着する汗の量が材質によって異なるからです。

④ 着衣枚数の増加は、その材質いかにかわからず冷却効率を低下させます。

⑤ これらの結果は、環境の変化によって、多少変化しますが、この問題については、まだ検討中です。

以上の考察は、あくまでもモデル実験によるもので、実際に人間が着衣した場合とは異なるものであることは言うまでもありません。

それで、最近、卒論の学生の中に、この問題に興味を持つ者が与えられると協力してもらって、恒温恒湿室の中で汗を流してもらおう着用実験による、衣服と汗の研究も行っています。

これまでは主として夏に若い女性たちが一般に着用している、ごく普通の衣服についての検討を行ってきましたが、その結果からは、これらの実験に用いた衣服の間には、素材、型を問わず、汗に関しての性能にはそれ程大きな差は認められていません。

いわゆる健康な大人が、その日の天候に合わせて着ている衣服には、余程気温が高いか、あるいは激しいスポーツをするのであれば汗の面からも問題はないと言えるのではないのでしょうか。

しかし、母親にさせてもらっている赤ん坊や幼児の服、家族あるいは看護人に着せ

てもらっている老人や病人の衣服のように、自分の着ごちに合わせて着脱するところが出来ない人々の衣服には、問題があるのではないのでしょうか。

特に、体表面積当りの発汗量が、成人に比べて非常に多い子供の服については、衣服と汗の面から検討していかなければならない問題が多く残されていると思われます。

たまたま小児科医の弟が、すぐ隣で開業したため、受診にくる子供の病気の大半が風邪であることを知ったことも、この思いを強くされた原因の一つです。もちろん子供に限らず、なぜ風邪をひくのかという問題は、容易に解明されることではありませんが、衣服の大切な機能の一つが体温調節であり、体が冷えることが風邪の原因の一つであることから、これも「衣服と汗」の研究に関わりをもった一人の人間としての課題だと思っています。このことのために、も大いに汗を流して励んでまいりたいと思っています。

(女子大学助教授)