

ソノグラフによる声楽発声の考察

大 原 豊 彦

Toyohiko ŌHARA

A Study from Sonograph on the Musical Vocalization

Abstract: In this paper, it is tried to study of three points in question, as follows:

1. Of the patterns of beautiful voice in the correct vocalization.
2. Of the change of voice's tone color and its overtones structure.
3. Of the overtones structure of vowels in the musical vocalization.

はじめに

最近では楽器音の分析研究が種々の測定器を使って盛んに行われているが、次々と発表される電子オルガンの新機種も、その成果のあらわれであろう。

音声の分野でも、分析器を使っているような研究が行われているが、指紋とともに科学捜査の決め手になった声紋の研究などはその一例であり、その他医療面でも盛んに活用されているようである。

しかし、残念なことに声楽発声の分野において、これら分析器を使った研究例は案外と数が少なく、その参考資料や文献も、われわれのまわりには殆んどないといった現状である。

日本で唯一の声楽発声の研究者の集りである日本声楽発声学会も、発足以来、声楽家、声楽指導者、音声学など幅広い層からの参加を得て、それなりの成果をあげてきたが、学会での討論や学会誌の論文の中にも、音響学的な側面からの考察意欲が不足しているということは、一つの大きな盲点であろう。

声楽を学ぶ、というのは自分の声を楽器として開発していくことであるが、器楽畑の人が楽器音の分析研究をする必要度に比べ、声楽研究者が声の分析研究をする必要度が劣るという理由は見当たらない。むしろ声楽面での利用の方が、その発展の可能性が強く感じられる。

声楽発声に科学的なデータの裏付けをし、音声生理学と両輪になって進むことが、現在なお模索をつづけている日本声楽界にとって、新しい展開への道が開けてくるような気がする。

たゞ、これまで声楽研究面での盲点であった理由として、次のことが考えられる。

第一の理由は、測定器（筆者の場合はソノグラフ）が高価で、誰もが手軽に購入して使用できない点である

う。電子計算機にいたっては論外で、器械の単価はいうに及ばず、それを使って数秒間の音の分析をするだけで何十万円も費用がかかるというのでは、その利用がおいそれとできないのも仕方ないことである。

第二の理由は、音響学者など科学者からの疑問点に答えられるだけの精密な客観的資料が整えにくいことであろう。

仮にレコードの声をサンプルとして取扱う場合、その録音された声が、すべてを同例において分析の対象例となり得るか、観点を変えれば大変重大な問題である。科学者は、先ずレコードに入る前の録音の条件など微妙なちがいを問題にする。しかしわれわれ声楽研究者がそのレコードから聴きとれる声は、確かにディスクであり、ドミンゴであり、テバルディなのである。レコードをとおして極く微妙な音色の差をわれわれは聴きわけている。

つまり、筆者がここで云いたいのはこうである。「分析器がわれわれ熟練した声楽研究者の能力程度か、やゝそれに勝るぐらいの判別ができれば、そして、今まで各人のかんにだけ頼っていた音色を図形としてその説明が行われれば、一応の成果として、その利用法を評価してもよいのではなからうか。」

実際に、筆者自身、録音器材のちがいが、録音する部屋の大きさのちがいが、マイクからの距離のちがいが、などその条件の差異についてもよく吟味しテストを繰返してみたが、例えば倍音構造についていっても、それが条件によってその比率が大きいくずれることのないことが証明された。

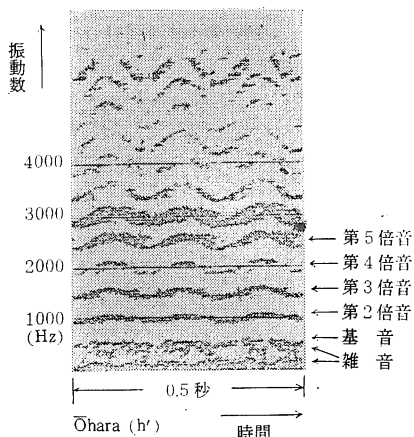
そして筆者の行ったソノグラフによる分析例は、あるときは筆者の能力よりも鋭く問題点をとらえる反面、またあるときは期待に反して鈍感な反応しか示さなかったりしたが、全般的にいって、少なくとも熟練した声楽研

高声域であり、しかも声の変り目であるところから声に破たんをきたし、それが波形にはっきりあらわれている。

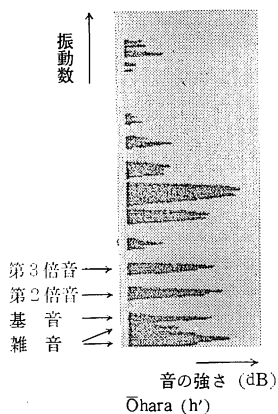
第7図では1音に1回のビブラート、第8図では、喉のコントロールが思うにまかせず(g')から(gis')に上るとき、2回の中途になり波形が大きく乱れている。

こゝでビブラートと速いスケールの歌唱との関係について述べてみたい。

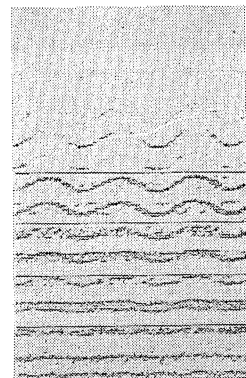
安定した声は、ビブラートの波一つと一音が一致したとき、その音形がピタリときまり、安定した歌唱になる。すなわち、1秒間に8個の音符を歌うのに、ビブラートを8回つけられるようであれば、このスケールは安定してきこえ、それができなければ、不正確で不安定な歌唱になる。



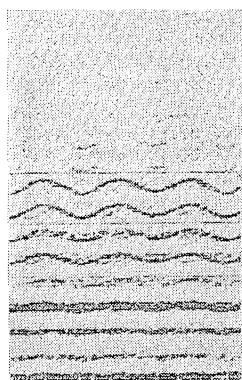
第1図(分析特性—高域強調)



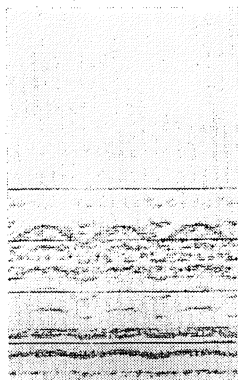
第2図(分析特性—平坦)



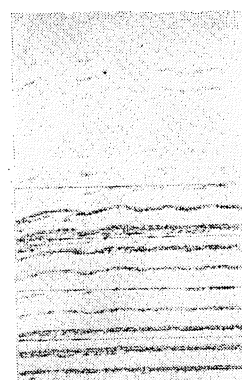
第3図(高域強調)



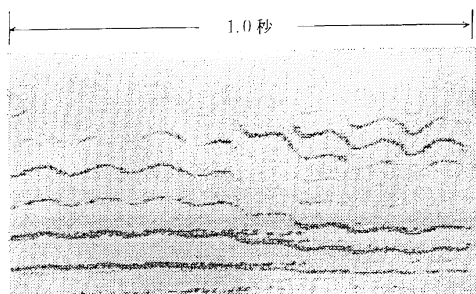
第4図(平坦)



第5図(高・強)



第6図(高・強)



ファスラーの付属レコードより

第7図(高・強)

譜例3, を歌うときにそれがおきる。



また、ビブラートの波二つで一つの音を歌うのも同じことがいえる。この場合は当然音が二倍の長さになり、ゆっくりした動きになる。

2. やわらかい声のパターン

声やわらかいということは、無理のない合理的な発声が行われていると考え、分析の結果を考察してみた。

声の音色を論ずるには、まず母音のフォルマントについて理解していなければならない。すなわち、ア母音とエ母音とでは、同じピッチ、同じ強さで歌っても倍音構造が異なり、それを見ただけで、やわらかい声とか、かたい声とか速断できない。しかし同じア母音だけを比べてみると、人によって千差万別であるものの、われわれが耳で聴いてやわらかい声とかたい声の判別ができるのと同様に、分析されたパターンからもそれらしい模様を推測することができる。

第9図は筆者の声で、ア母音からエ母音に変えて歌ったもので、その倍音構造も徐々になっていくのがわかる。

第10図も筆者の声で、あごをあげ、喉頭部全体を力んで出したものである。フースラーのアンザッツでいうとNo. 1 の声といえる。

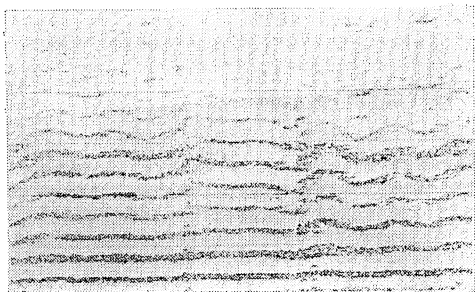
第11図も同じく筆者の声であるが、フースラーのアンザッツでは No. 6 の声にすべくあごをやゝ下げ、喉の奥を開き（喉頭懸垂機能をできるだけ働かせて）発声したものである。

第12図は学生B、の声、第13図は Franco Corelli の声。両者のちがいはそのパターンに歴然と記録されている。

次に同じ人の声で、力んだ声とやわらかい声を比べてみる。第14図は (cis') のピッチで、さすがの Nicola Monti も征服できなかった声域であろうか、その声には強度の力みを感じられる。それに反して第15図は、実にやわらかい声であり、パターンにも偶数倍音が強く、やわらかい音色の典型としての定説が証明されている。

声のやわらかさが第15図のように偶数倍音の強い形であらわれるのは、モンティを除いてはまれである。第14図、15図には右側にセクションをつけたが、倍音の強さが一層明確に比較できる。

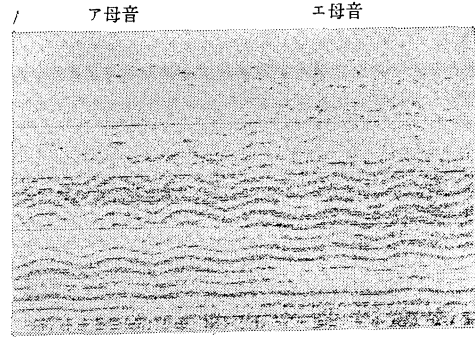
やわらかい声とは、筆者の推測によると、第16図のフィッシャー・ディスカウのパターンにみられるように、ア母音において、1500Hz から 2000Hz 付近の倍音の弱い区域があるのが、そのタイプではなかろうか。



(g') (gis') (a')

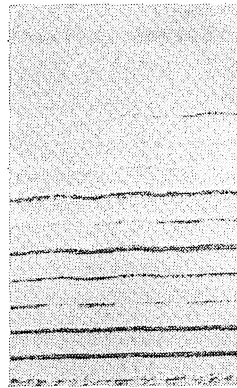
Ohara (g', gis', a').

第8図



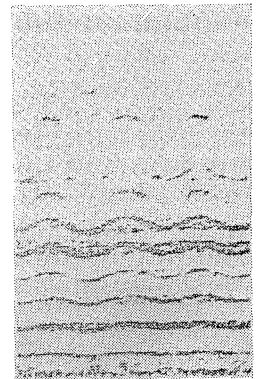
Ohara (a)

第9図 (高・強)



Ohara (c')

第10図 (高・強)



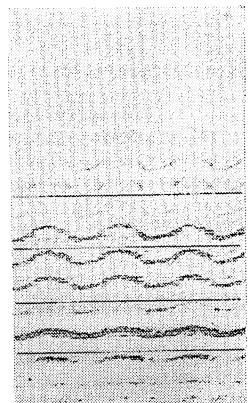
Ohara (c')

第11図 (高・強)



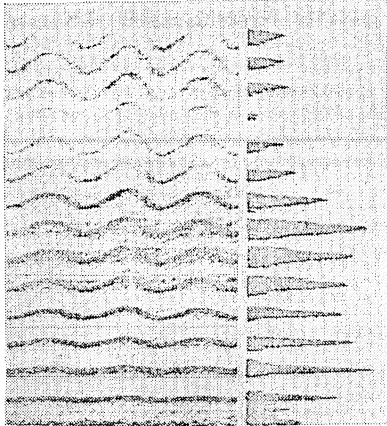
学生B (b')

第12図 (高・強)



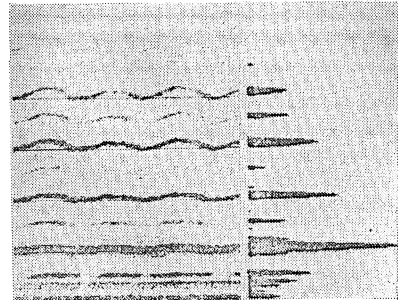
Corelli (b')

第13図 (高・強)



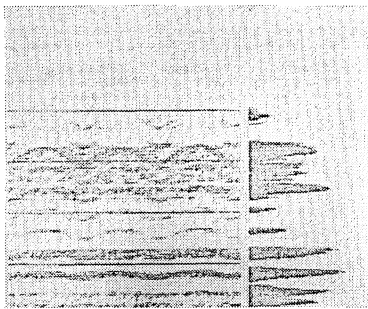
Monti (cis²)

第14図



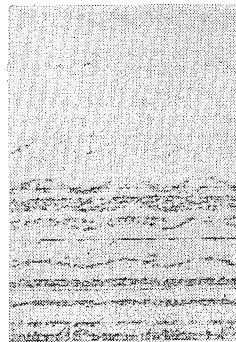
Monti (a')

第15図



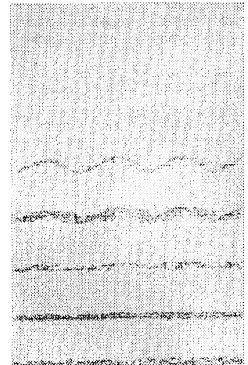
F-Dieskau (fis')

第16図 (高・強) ……パターンのみ



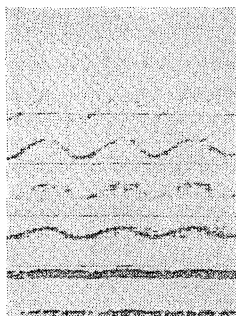
Domingo (fis')

第17図 (高・強)



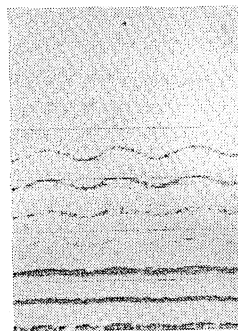
Tebaldi (b')

第18図 (高・強)



Ameling (g²)

第19図 (高・強)



Freni (des²)

第20図 (高・強)

第17図は Placido Domingo の (fis') であるが、第16図のディスクとよく似ている。なお、第16、17図とも波形が黒っぽく汚れて見えるが、これは声自体が乱れているのではなく、録音ホールの残響とマイクの特性が関係してこのように見えるものと思われる。

最後に女声のやわらかい声の数例を示す。

第18図は Renata Tebaldi、第19図は Elly Ameling、第20図は Mirella Freni、第21図は Montserrat Caballé のパターンである。

3. つやのある声のパターン

フースラーのアンザッツの No. 4 について、フースラー自身、次のようにいっている。「その声は純粹の頭声、すなわち、隠蔽された音色である」。また須永義雄氏は「漂うような音色」といっているが、この声を筆者が発声したのが第22図である。この声は、やわらかいがつやのない声としてこゝで取り扱うことにする。

第23図には、同じく筆者の声で、アンザッツ No. 4 に、そのまゝのフォームでつやをつけた声である。結果的には No. 6 がまじった声にしたつもりである。この声のピッチは (c²) で、男声の最高声域に属し、滅多に用いない声であり一般的な例にはなりにくい。実験的には興味のある結果が出たのでこゝに示した。

図でみるように、つやのついた声の第23図には、第6倍音の強くなっているのがはっきりわかる。また、基

音、第2倍音、第3倍音の強さの比率が変わったことにも注意して欲しい。

次に、テノール歌手の最高声域の声をみてみよう。

第24図がドミンゴ、第25図は Carlo Bergonzi、第26図は Mario Del Monaco、第27図は Giuseppe Di Stefano である。

これを見ると、ステファノのパターンだけ他とやゝ異なっているのがわかる。すなわち、他の3人に比べ、第6倍音以上が薄くなり、倍音構造が3000Hz付近から急に弱まっている。ステファノの声からうける(h')の、やゝあれた感じの声が、このパターンはとらえているのではなかろうか。

また、筆者の声の第22図と比べてみると、筆者のは、基音と第2倍音が、第3倍音よりも強いが、ステファノは第3倍音が方が強い。

基音と第2倍音付近の周波数域の強い音色とは、あとで述べる母音の倍音構造でも説明するが、一言でいうと、ウ母音の音色であり、やわらかいことやゝこもったひびきのする声である。

ステファノの声は、そのやわらかさの要素もないまま、第6倍音以上の周波数域に、ドミンゴなどにみられる強さが減衰しているということは、やはり問題のある声という他はない。

次にパパロッチィと Alfredo Kraus のパターンをみよう。ドミンゴなどと異なり、第8倍音までが濃い線となっている。この二人の声はレコードで聴く限り、ドミンゴ、ベルゴンツィ、モナコがやゝバリトンのなひびきであるのに比べ、やゝ硬質の、いかにもテノールらしいひびきをする。図形も、やはり異なった模様を描き出している。

第28図がパパロッチィ、第29図がクラウスである。

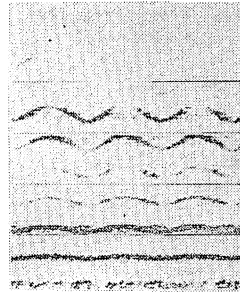
ドミンゴなどのパターンにみられる強い周波数域は、倍音でいえば二本の線の入る区域といえるが、パパロッチィなどは、これが四本も入る周波数域をもち、この強い周波数域の広いことは、どんな音色の構成に関係があるのか、更に突込んだ説明を試みたいものである。

以上「正しい発声による美しい声のパターン」についていろいろ考察を加えたが、1.安定している声、については、パターンを一べつただけで誰にでもはっきり見分けがつくと思う。

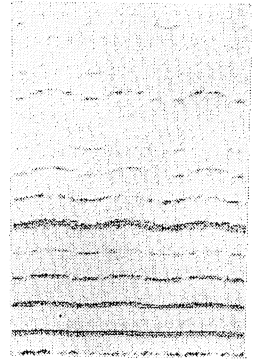
しかし、2.やわらかい声、と、3.つやのある声、については、まだまだ資料が不足しており、また分析方法にもっと適切なやり方があるかも知れず、今後の研究の進め方次第では、意外な結果が出るかも知れない。独善に陥ることがないように地道にこつこつと多くのデータを集めたいと思っている。

問題点 II 声の音色の変化とその倍音構造について

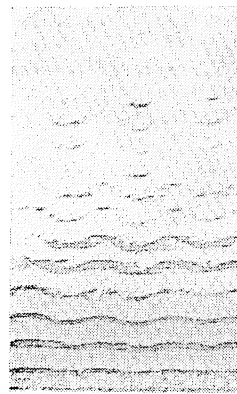
発声指導が一番わかりやすく、多くの教師が口にする言葉に、「あくびをするような感じで口の奥を開け」というのがある。仮に音程が跳躍するときでも、それにつれて口の奥の状態が変化するようでは、大切な美しいひびきまで変わってしまうことになる。



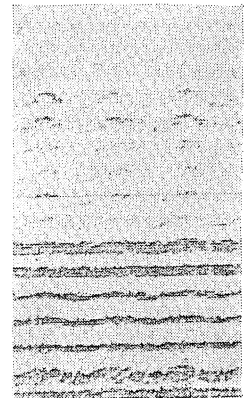
Caballé (des')
第21図 (高・強)



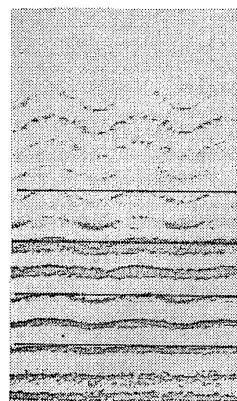
Ohara (c')
第22図 (高・強)



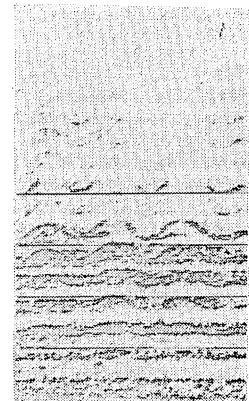
Ohara (c')
第23図 (高・強)



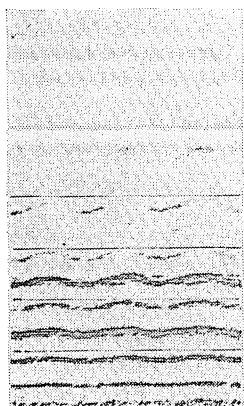
Domingo (h')
第24図 (高・強)



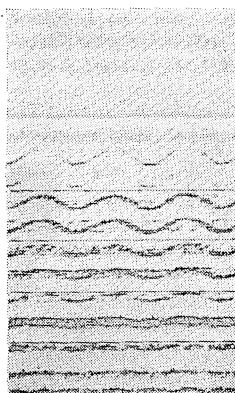
Bergonzi (h')
第25図 (高・強)



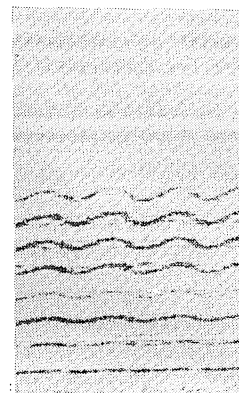
Del Monaco (h')
第26図 (高・強)



Di Stefano (h')
第27図 (高・強)

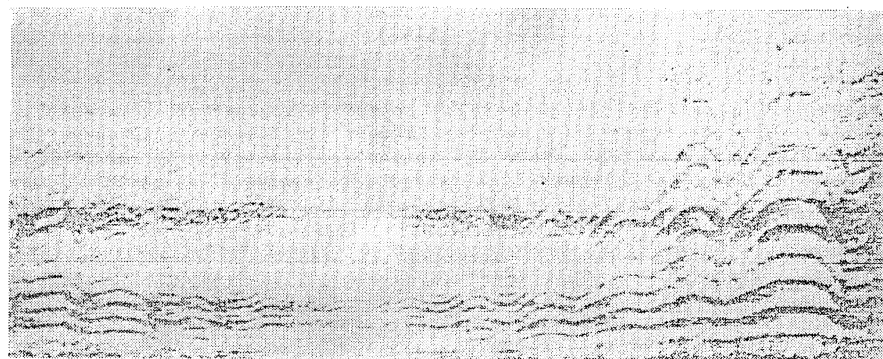


Pavarotti (h')
第28図 (高・強)



Kraus (b')
第29図 (高・強)

1.0 秒



(e') (c') (g) (e) (c) (e) (g) (c') (e') (g') (c'') (g')

Ohara (e' ~ c ~ c'' ~ g')
第30図 (高・強)

歌詞をメロディーにつけて歌うときも、当然子音や母音の変化が激しくなるが、いちいち喉の奥の拡がり変わるようでは、声楽発声とはいえず、それは会話時の発声と同じである。

第30図は、譜例4、を筆者がア母音で歌ったものである。(実音はオクターブ低い)

譜例4



これをみると、音程、強弱のちがいににかかわらず、一定の周波数域がいつも強い、と推測しても、大きな誤まりを犯したとはいえないであろう。そして、このことと喉の奥(口腔、鼻腔、咽頭腔など)―第31図参照―が一定の拡がりを保っていることは密接な関連があるものと思われる。

ために、正常な発声から鼻へ抜いた声を第32図で示

す。次にア母音から口を閉じハミングにした声を第33図に示す。両方とも筆者の声である。

第34図には、ドミンゴの声を二つ (fis') と (h') をならべた。若干のくいちがいはあるが、大体において同一の強い周波数域をもっていると考えてもよさそうである。

第35図は、ディスクアウのものである。

次に、独特の発声スタイルをもっている、Ferruccio Tagliavini の声にメスをあててみたい。彼の声は人によって好き嫌いが極端で、その評価の異なることが多い。また、彼は好、不調の波が激しいともいわれているが、筆者も彼の発声に対しては、やはり大きな疑問点を感じざるを得ない。

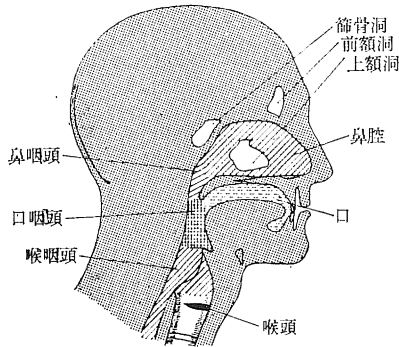
第36図から第39図までが、タリアビーニの声であるが、第36図は既出の歌手達と大差はない。

第37図では、一定の強い倍音の周波数域がやゝ高くな

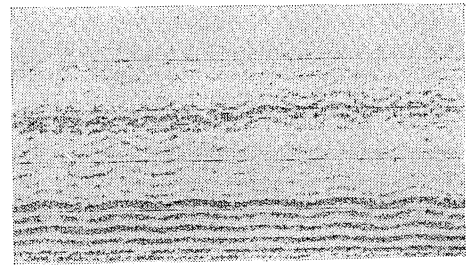
っている。(ただし、第36図はア母音、第37図はオ母音で、母音のフォルマントの関係で、やゝ比較がむづかしい)。

第38図はピアノシモでオ母音。第39図はピアノシモのエ母音であるが、第38図においては4000HZ付近まで濃くなっており、はじめにいったように、音程、強弱のちがいにかわらず、大体において一定の周波数域が濃くあらわれる、ということと結果的に矛盾する。

以上のようなことから推測してみると、タリアビーニは最高音の(h')では喉頭の位置を下げ、喉の奥を開き、フースラーのアンザッツでいえばNo.6の要素をかなり加えた声といえるが、ピアノシモのときはこれと異なり、特殊な喉の状態で共鳴をつけているのではなからうか。恐らくある部分が相当せまくなっていると思われるが……。

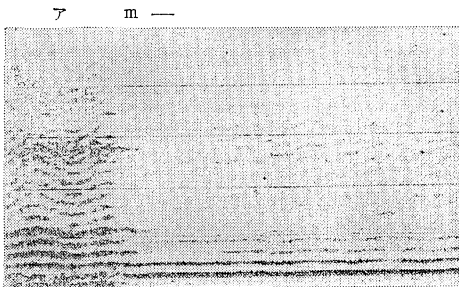


第31図 (合唱辞典, 音楽之友社発行) より



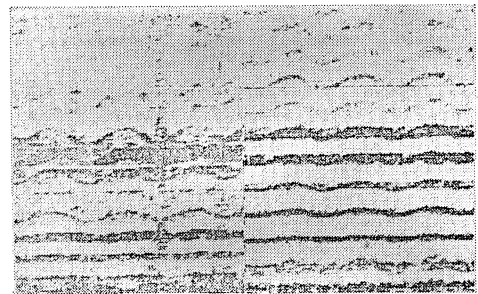
Ohara (a) 鼻に抜けた声

第32図



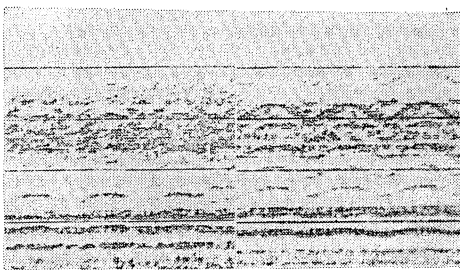
Ohara (a) ア母音から口をとじてm-にする

第33図



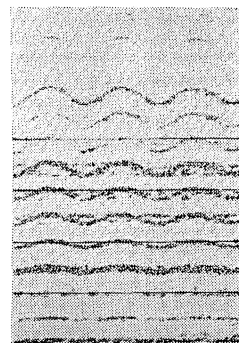
Domingo (fis') (h') (高・強)

第34図 (高・強)



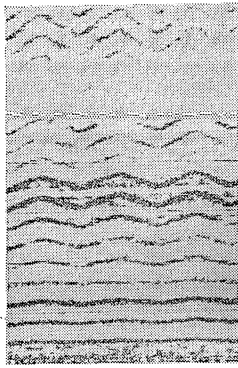
Dieskau (cis') (fis')

第35図 (高・強)

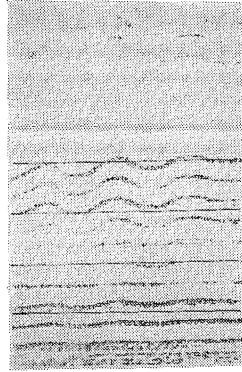


Tagliavini (h')

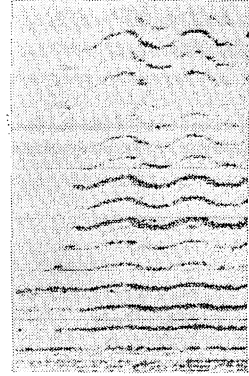
第36図 (高・強)



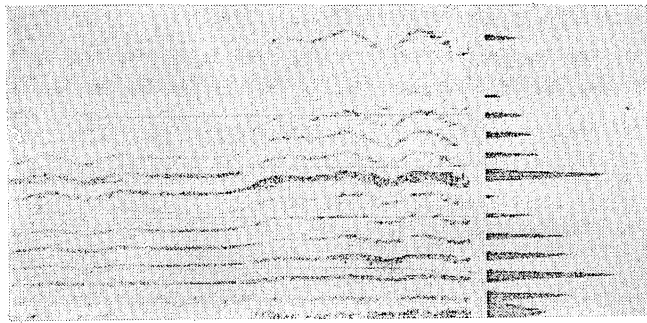
Tagliavini (fis') オ母音
第37図 (高・強)



Tagliavini (fis') オ母音 P P
第38図 (高・強)



Tagliavini (g') エ母音 P P
第39図 (高・強)



Ohara (f') (g') (g')
第40図 (高域強調) パターンのみ

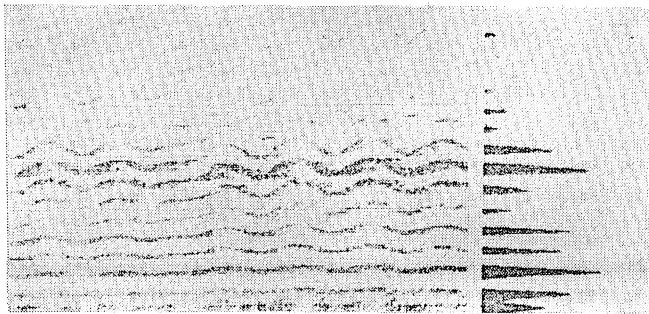
次にチェンジした声 (めくれた声ともいう) について考察してみる。

音を上げていく際、ある音から上は、そのままの発声では力んでしまう。そこでやわらかく発声するために、ある方法を用いて声をチェンジさせる。

第40図は (f') から (g') に上るのに、チェンジしないで、そのまま力んで押上げたもの。第41図は同じ音程

をチェンジしたものである。パターンの右に (g') の音のセクションを付加したが、それでわかるように、チェンジしない声は (g') になったとき、強い周波数域 (濃い倍音線を含む区域) が (f') のときよりも狭くなる。一方、チェンジした声は、する前の (f') と同じ範囲の強い周波数域を保っている。

次に、力んだ状態からだんだんリラックスしていった筆者の声を示す。

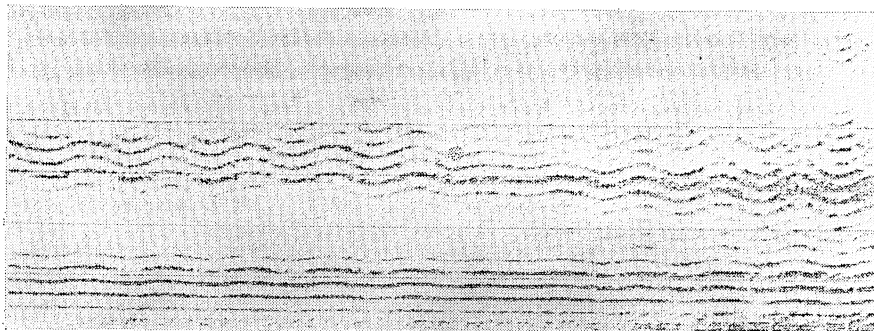


Ohara (f') (g') (g')
第41図 (高域強調) パターンのみ

第42図は、のどぼとけを挙げ、あごを突出したまま声を出し、徐々にあごを下げ喉の力みをとっていったものであるが、強い倍音線群が高い位置からだんだん低い方へ移動しているのがわかる。

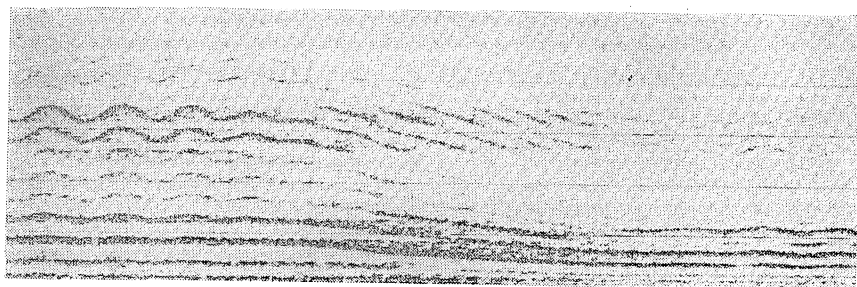
このように、チェンジした声、リラックスした声は、共鳴腔に一定の拡がりを与え、強い倍音の周波数域を広く、かつ低く保つこと、その特徴を示しているのではなからうか。

最後に、共鳴腔の広さが音程の下行にもかかわらず一定の状態に保たれている



Ohara (c') あげたあごをだんだん下げていく。

第42図 (高・強)



Bergonzi (g' ~ a)

第43図

と思われる例を示す。

第43図は、ベルゴンツィのパターンである。譜例5、をア母音で歌ったもの。(実音はオクターブ低い)



これをみると、音がずり下っても、一定の周波数域の倍音の強さが大体同じ比率で構成されていることがわかる。

問題点 III 声楽発声における母音の倍音構造について

普段の会話の声は、その倍音構造について、母音のフォルマントの定義にあるように、数値の上でも一応確定しているが、声楽発声の母音については、まだ殆んど手が見つけれられていないようである。

そこで歌唱時と会話時の母音の比較を試みた。両方とも (f) のピッチにあわせたが、第44図は筆者の歌声、第45図は、広島県出身の44才、成人男子の声である。

二つのパターンを比べると、歌唱時の特徴は 2200Hz から 3400Hz あたりにかけて濃い倍音群があり (ウ母音はやゝ薄いが)、これが会話時と異なる、美しいひび

きとなってあらわれていると考えられる。

第46図はピッチを (d') にした筆者の歌声

第47図はピッチを (a') に上げた筆者の歌声であるが、ピッチが上ると倍音の間隔が広くなり、(d') ではまだ母音相互のちがいが判別できるものの (a') では発声の困難さも加わり、イ母音はエ母音に、ウ母音はオ母音に極めて近くなる。

第48図と第49図は女声歌手、カバリエの (des^o) の声である。前者はエ母音、後者はオ母音で、筆者の (a') よりピッチが高いのに倍音構造のちがいが割合よく出ている。会話時の母音のフォルマントは女声の方が男声より、やゝ高いところに位置するといわれているが、そのことが、カバリエの母音の明確さとなってあらわれているのであろう。そして両図とも、3200Hz 付近に共通の強い周波数域があり、統一された美しいひびきを読みとることができる。また、第49図のように、第2倍音付近の周波数の強いのは、オ母音とウ母音の特徴である。

第50図では、女声歌手、Beverly Sils のパターンを示す。このピッチ (d''') では倍音の間隔が最大に拡がり、パターンをみた目からも、その濃淡模様で母音のフォルマントをみつけ出すことができなくなる。なお、実際に聞えてくる声も母音性がなくなり、何の母音で歌

っているのかわからない。

次に筆者の声で譜例6，を歌ったものを，
第51図（エ母音），第52図（オ母音）のパ
ターンで示す（実際はオクターブ低い）。



これをみると，オ母音はア母音と類似して
いるが，エ母音はそれらと異った，特徴のあ
る波形模様を描いている。しかし両方に共通
していることは，ある音の高さまでは，音程
の高音，低の強弱（低い音は弱くなる）にか
くわらず，その濃淡は大体同じ周波数のと
ころにあると思われ，その倍音構造の比率が大
きくくずれることはないようである。

以上の分析データから考察するに，母音性
の判別は当然のこととはいえピッチが高くな
るほどむつかしくなり，ちょうどパターンで
倍音の濃淡の区別がつきにくくなった時と一
致するようである。このことは器械（ソノグ
ラフ）と人間の耳の限界点が同じところであ
ると考えられて面白い。

また，美しいひびきをもった明快な母音の
パターンはどんな模様を示すのか，今までの
データからは証明できそうにないが，少な
くとも次のことはいえそうである。

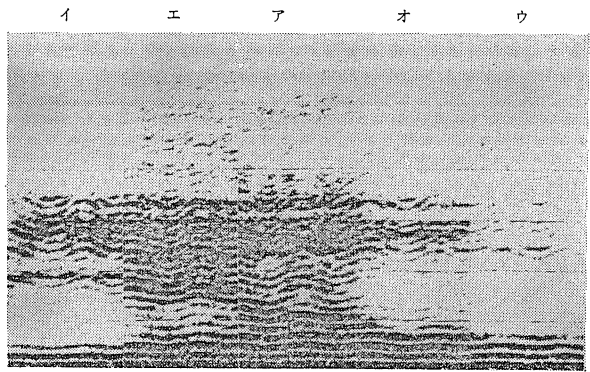
すなわち，美しいひびきは 2200Hz から
3400Hz 付近の倍音構造と密接な関係があ
り，また母音の明快さは，それよりも低周波
数域と関連がありそうである。

お わ り に

今回は，三つの問題点を提起し，その第一
に，正しい発声による美しい声のパターンに
ついて考察したが，本来なら問題点，Ⅱ，
Ⅲ，もこの中に含めて論じられて然るべきこ
ともかも知れない。

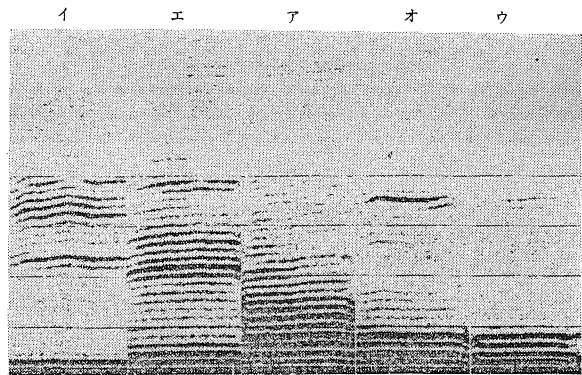
しかし，今後の研究の進め方として，問題
の焦点を小さく絞り，精度の高いデータを集
め，更に深い考察を加えていきたいと考え，
これからの課題として取組む，という意図も
あって，問題点Ⅱ，声の音色の変化とその倍
音構造，問題点Ⅲ，声楽発声における母音の
倍音構造，の章を設けた。

さしあたって問題点Ⅱ，では各共鳴腔の広



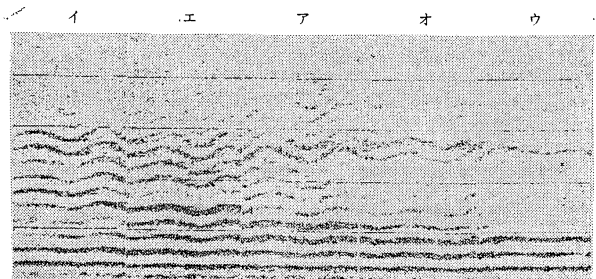
Ohara (f)

第44図



44歳成年男子 (f)

第45図



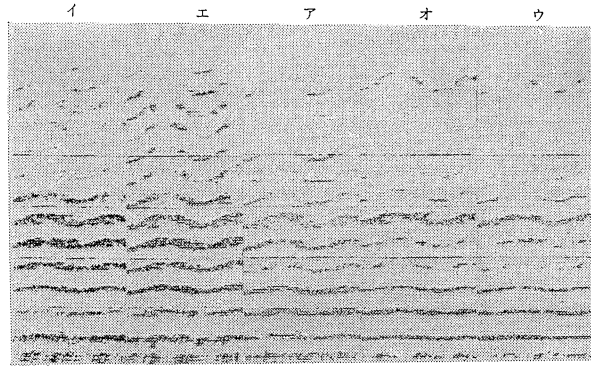
Ohara (d')

第46図

さの変化と特定周波数域の関係について調べてみたい。

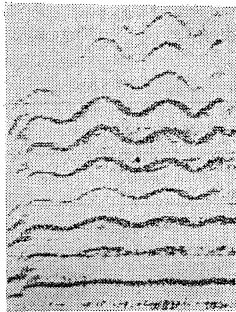
また、問題点Ⅲ，では日本語の母音をいかに美しく共鳴させるかという，われわれ日本の声楽研究者にとって最も大事な，しかも興味のある問題にもぶつかってみたいと思う。

なお，本研究を進めるについては，当学部理科教育研究室の井藤芳喜先生に幾多の助言と，理科教育研究室備えつけのソノグラフ使用の配慮を頂き，本稿を終えるにあたって深く感謝の意を表したい。

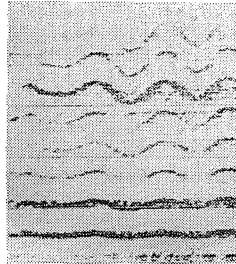


Ohara (a')

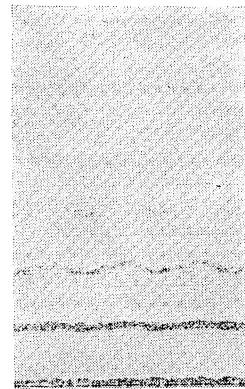
第47図



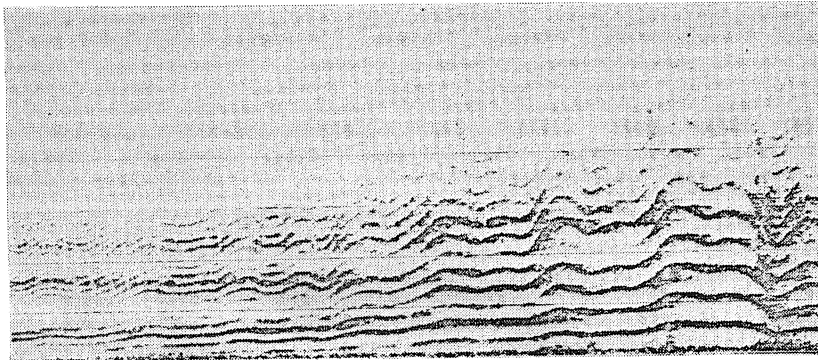
Caballé (des'') エ母音
第48図 (高・強)



Caballé (des'') オ母音
第49図 (高・強)

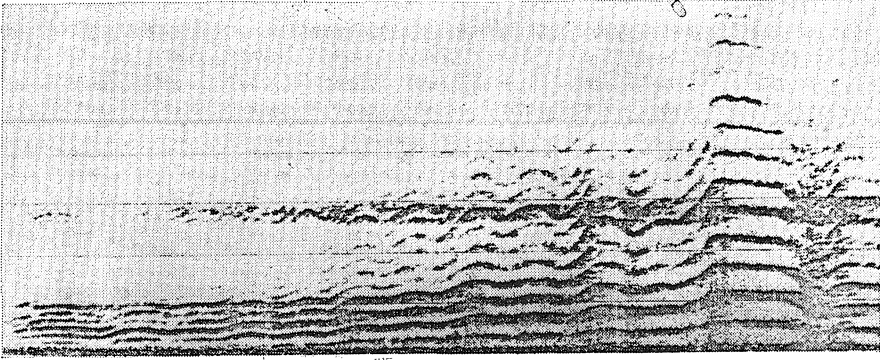


Sills (d'')
第50図 (高・強)



Ohara (c~c''~g') エ母音

第51図



Ōhara (c~c''~g') オ母音

第52図

参 考 文 献

1. F. Husler & Y. Rodd-Marling, Singen (木下武久訳)
2. 須永義雄, 声楽発声指導の基礎 (日本声楽発声学会編)
3. 安藤由典, 楽器の音響学, (音楽芸術・昭和43年1月~6月号, 音楽の友社)
4. 大原豊彦, Husler の Ansatz タイプの応用について, (昭和49年6月, 中国地区教育大学音楽学会研究発表)
5. Angel AA 8841 (F. Corelli)
6. // AB 9376 (N. Monti)
7. London SLC 2289 (P. Domingo)
8. // SLC 7037 (R. Tebaldi)
9. Angel EAA 80075 (E. Ameling)
10. // AA 9341 (M. Freni)
11. // EAA 80181 (M. Caballé)
12. // IPA 90036 (C. Bergonzi)
13. London SLC 7036 (M. Del Monaco)
14. Angel AB 9312 (G. Di Stefano)
15. // ASC 5107 (A. Kraus)
16. RCA RED 2029 (F. Tagliavini)
17. Seven Seas SR 5077 (//)
18. Angel IPA 90034 (B. Sils)

参 考 レ コ ー ド

1. London SLC 2130 (R. Pavarotti)
2. // SLX 4101-2 (D. Fischer-Dieskau)