

喉頭支持機構に関する音声学的研究

雨 森 良 幸

Some Studies on the "Suspending Mechanism of the Larynx"

The regulatory mechanism of the pitch of the singing voice has been reported by many authors, but the role played by the extrinsic muscles in the function of the vocal cords has not been researched so actively, and those muscles were believed to take some parts in the so-called "frame function".

A.A. Sonninen (1956) noted that in addition to the sternohyoids, sternothyroids, thyrohyoids and omohyoids, a great number of other muscles might be included in the external laryngeal musculature. However he recognized little signification of those muscles to the function of vocal cords.

In some previous papers the present author emphasized the importance of suprahyoids in the pitch regulation of the vocal cords showing the results of some experiments on animal (dog) and human body. The author dissected the hyoid muscles, and stimulated each of them during constant pitch singing, and observed some regular changes of the singing pitch. That is, stimulation of the suprahyoids caused the pitch to raise, and of the infrahyoids to lower. Through many other experiments the author considered that the extrinsic muscles which participated in the pitch regulatory mechanism in phonation were not merely the infrahyoids and sternothyroids but the suprahyoids also participated in it, and in addition to those muscles, the hyoid bone, the sternum, the mandible, the styloid process and others which made the above-mentioned whole musculature tighten, related to the pitch regulation in some regular manner. The author distinguished whole of them as "SUSPENDING MECHANISM OF THE LARYNX".

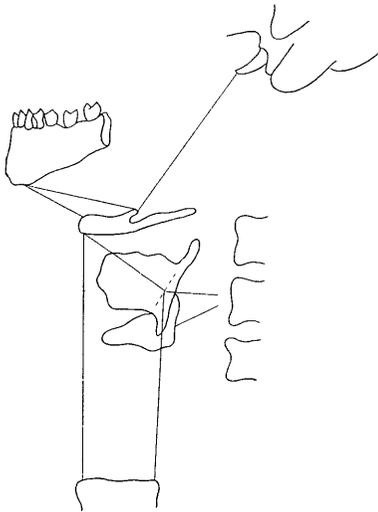
This paper consists of 2 parts; the 1st is a report of the roentgenological observation on the suspending mechanism of the larynx, and the 2nd is a consideration on the significance of the suspending mechanism of the larynx in the pitch regulation or the articulation of human voice.

As the results of above experiments it may be concluded that the suspending mechanism of the larynx is an indispensable system to support the pitch regulatory mechanism in human voice.

Yoshiyuki AMENOMORI

声の pitch 調節機序については多くの研究があるが、声帯機能に關与する extrinsic muscles については、いわゆる“frame function”に關与する筋肉として、とくに胸骨甲状筋の作用を重視する傾向がある。すなわち、胸骨甲状筋の収縮によって甲状軟骨の tilting がおこり、それが声帯の長さを変化させて声の pitch の変化を招くというのである。

しかし著者は、甲状軟骨の変位 (tilting, 上方または下方への変位, など) は、胸骨甲状筋ばかりでなく、舌骨甲状筋・胸骨舌骨筋・顎二腹筋等の収縮によっておこるものであることを、生体の発声時において確認し、しかも、それらの筋の E.M.G. では high pitch の発声時に、どの筋にも毎常高電圧持続性放電を認めることが出来ること、また、舌骨を上方に引く筋の収縮は pitch を著明に上昇させ、舌骨を下方に引く筋の収縮は pitch を著明に下降させ得ること、などを実験的に明らかにして、このような甲状軟骨の変位に關係のある筋群および、これらの支点となる骨・軟骨等を総括して“喉頭支持機構”と命名した (第1図)。



第1図 Suspending mechanism of the larynx. (Amenomori)

音声器官の運動の研究には、2つの方向があり得る。1つは、われわれの音声器官が如何に運動するか、それは如何に運動させ得るか、という点を研究することであり、他は、われわれが音声言語行動を営むに際し音声器官を如何に運動させるか、という点を研究することである (服部：音声学より)。著者は、第1の方向、つまり喉頭支持機構の運動の一般法則については大略を既に発表している。本著では、第2の方向、つまり、喉頭支持機構の「社会的習慣的型」にはまった運動を究明し、その成績を資料として音声機能におけるこの機構の意義について考察を加える。

〔その1〕 喉頭支持機構の発声時の態度に関するX線学的研究

第1章 実験方法

1) X線装置及び撮影条件

コンデンサー方式の間接撮影装置を使用し、撮影条件は二次電圧 68 KV, 二次電流 180 mA.

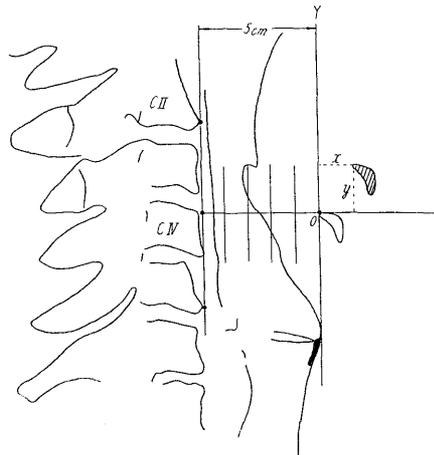
2) 実験方法

被験者：口腔・咽喉頭に病的变化を認めず、日本語母音を明瞭に発声出来、1 オクターブ以上の声域を有する 25才～34才の男子 11名、女子 8名.

実験条件：被験者は頭部、胸部をそれぞれ X線撮影装置の暗箱に固定し、音声種は日本語母音「ウ」、「オ」、「ア」、「エ」、「イ」をすべて 2 秒以上継続発声させて発声中期に撮影する.

3) 分析方法

フィルムを引伸装置で方眼紙上に拡大投影し、まず無発声安静呼吸時の頭蓋底・頸椎・下顎骨・口腔咽喉頭腔の投影像を出来るだけ正確に描画する。この際第 2・第 4 頸椎の前縁を結ぶ切線を方眼紙の縦線に一致させその軸に直角な横線上に舌骨体上縁が来るようにする。分析上の数値を統一するため舌骨体上縁と椎骨間の距離は 5 cm と定める。これを原図とし、この図の上に分析すべき一連のフィルムを順次投影し、頸椎（特に棘突起）・頭蓋底・咽腔後壁の陰影の一致するものにつ



第 2 図

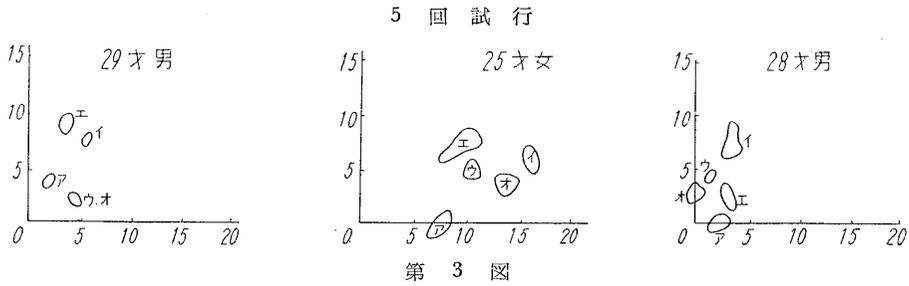
いて分析する部分を描画する。舌骨体の変位は原図の舌骨体上縁 O を原点とする座標上に図示し、舌骨の変向(回転)・下顎骨の回転等はこれらの座標軸を基準線として示し、舌・口腔・咽喉頭腔は全体の形の差異として図示する (第 2 図).

第 2 章 実 験 成 績

I 発声時における舌骨の態度

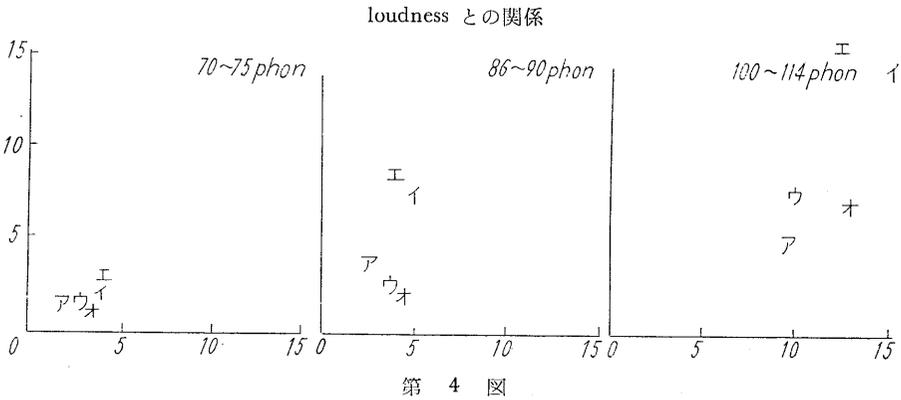
舌骨の変位変向は母音種・音高および loudness によって異なる.

1) 話声位音高 (男 B~c, 女 a~c'), loudness 85 phon で、各母音を明瞭に発声する場合母音種によって舌骨体の位置に差が認められる。19例について行った舌骨座標のちらばりを見ると、その差は明瞭でなく、ただ「ア」の場合の変位が原点および X 軸に近い、すなわち舌骨低位であることが推定出来るのみであるが、同一被験者毎に 5 回宛試行の成績

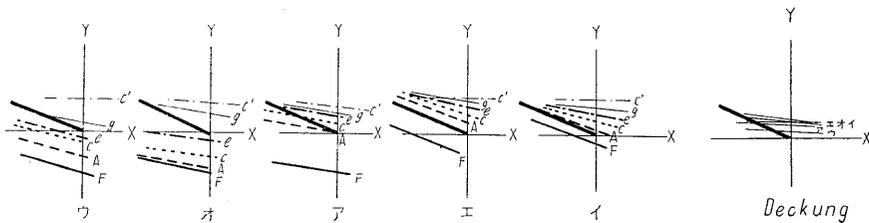


ではその差が明瞭である。すなわち座標のちらばりの母音差は明瞭であり、傾向としては「ウ」, 「オ」, 「ア」群は「エ」, 「イ」群よりも変位が少ない (第3図)。

loudness との関係を見ると、弱声程変位が少く強声では多い。弱声では5母音間の差が不明瞭になる (第4図)。



舌骨の変向 (回転) は loudness・音高を一定とした場合母音種によって差がある。「ウ」, 「オ」, 「ア」群は「エ」, 「イ」群よりも前後軸 (舌骨体上縁と小角を結ぶ線) が水平に近づく。すなわち「エ」, 「イ」では小角が上り舌骨全体としては下に向くが、「ウ」, 「オ」, 「ア」では小角の位置が低く全体として水平方向に近づく (第5図)。

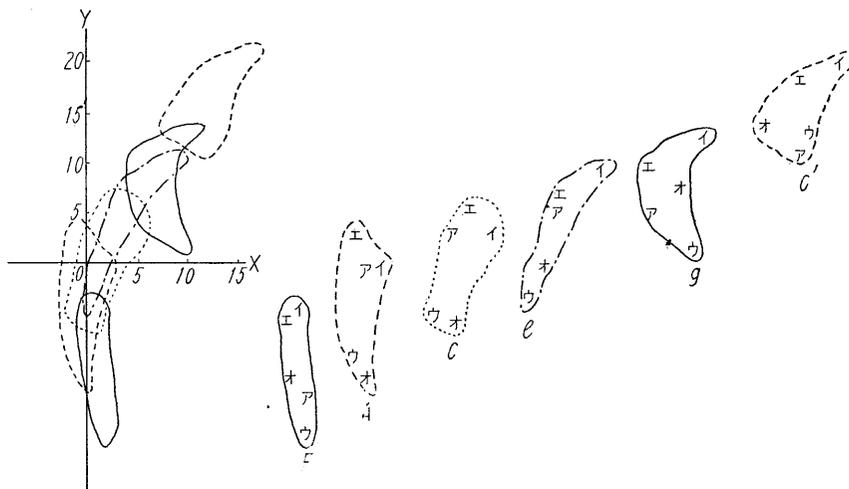


第 5 図

2) 諸種音高の場合

音高上昇とともに舌骨体が順次前上方に変位することは被験者の如何に拘わらず認めら

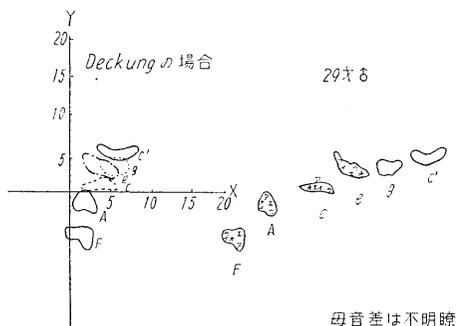
音高と母音種との関係



第 6 図

れることであるが、その変位がX軸より下方から始まるものと上方から始まるものがある(第6図)。後者は歌唱音域がせまい被験者の成績である。しかし両者とも各自の中音域では「ア」の場合の音高による変化は「エ」、「イ」よりも範囲がせまく、しかも同音高の「エ」、「イ」に比べて低位である。また音高上昇の際の舌骨の上昇率は母音により差があり「ア」では小、「エ」、「イ」では大である。

音高変化と舌骨の変向との関係は、低音域および中音域では母音差が認められるが、高音域ではその差が消失し、一般に舌骨前後軸が水平化する傾向が認められる(第5図)。これは舌骨体の高さとの関係があるように見え、「エ」、「イ」のように低音域から高位にありしかも音高上昇に対する上昇率の大きい母音種では、早くから水平化する傾向が認められる。



第 7 図

3) “Deckung” の場合

母音差による舌骨体の位置の差は少く、音高上昇による変化の度も僅少で、舌骨の変向にも著明な差は認められない(第5, 7図)。

II 発声時における下顎骨の態度

話声の時の開口角は「ア」、「オ」、「エ」、「ウ」、「イ」の順に小となるが、各母音と

も音高の上昇とともに開口度が減少する。一般に「ア」では変動範囲が小である。“Deckung”ではすべて変動が少い。

Ⅲ 発声時における舌の態度

母音発声時の舌の形には差があるのは勿論であり、「ウ」、「オ」、「ア」では咽頭後壁に向かって隆起し、「エ」、「イ」では硬口蓋に向かって隆起する。

1) 諸種音高の場合

どの母音でも音高上昇とともに隆起部の位置が変わる。「ウ」、「オ」では上方に向い、「エ」、「イ」では前上方または前方に向う変位が見られる。「ア」では音高上昇による変化は舌全体の軽度の上昇、時には咽頭後壁への隆起部の軽度の接近が見られる程度である。また低音から中音にかけては母音種による特徴に著明な変化はないが、高音域では特に「エ」、「イ」においてこの変化の連続性が乱れることが多い。この連続性の乱れは、「エ」、「イ」の場合では比較的低い音高から始まり、「ウ」、「オ」、「ア」の場合ではそれより高い音高から始まる。一般には舌骨が高位で、音高上昇ともなう舌音の上昇率が高い母音種ほど早く乱れ始める。「ア」ではこの乱れが認められないことが多い。

2) “Deckung”の場合

舌の形の変化、隆起部の移動等は殆んど認められず、全般に「ア」の場合に似ている。

Ⅳ 発声時における喉頭腔の態度

1) 諸種音高の場合

声門の高さは母音種によって差があるが個人差もまた大きい。しかし何れの場合も音高上昇とともに順次上昇する。声門の前後軸とX軸との角度も母音種によって差があり、音高上昇との関係は低中音域では著明な変化は認められないが、声門の上昇率の高い母音「エ」、「イ」等では高音域における水平化が早くから始まる。声門の前後径は音高上昇とともに延長し、甲状軟骨前端の陰影が前上方に移動する(第8図)。

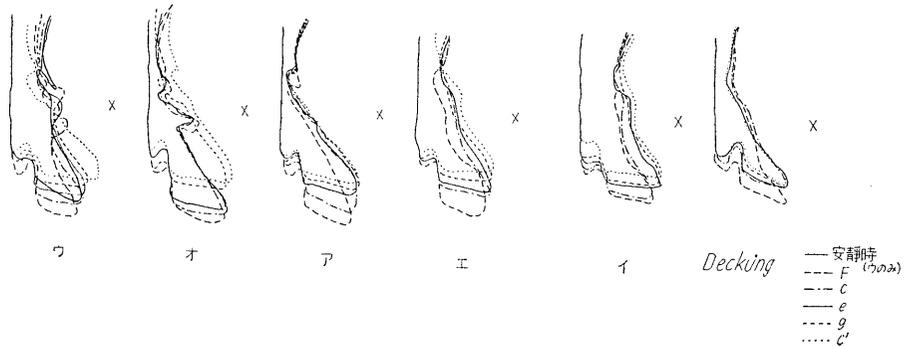
2) “Deckung”の場合

声門の高さ、前後軸とX軸との角度、前後径等すべて変化が少い(第8図)。

Ⅴ 発声時における喉頭上腔および下咽頭腔の態度

喉頭上腔と下咽頭腔を1つの管として見ると、「ウ」、「オ」、「ア」では細長であり「エ」、「イ」では広く短い。X軸の高さにおける前後径は「ウ」、「オ」、「ア」では安静位より小、「エ」、「イ」では大であることが多い。

1) 諸種音高の場合



第 8 図

音声上昇とともに各母音ともその形が順次広く短くなる。高音域ではその変化の連続性が乱れることが多いが、「ア」の場合は乱れが少い（第 8 図）。

喉頭蓋軟骨上端の陰影も音高上昇とともに上昇し且つ前方に移動し、舌の動きと平行的関係が認められる。

2) “Deckung” の場合

音高、母音種とも変化は極めて少い（第 8 図）。

第 3 章 総括ならびに考按

喉頭支持機構が喉頭を定位に保持する機構であり、しかもそれに参加する筋、特に舌骨を上および下に引く筋の相互の力の釣合いによって定められる舌骨の位置ならびに変向（回転）が、甲状軟骨の保持される位置ならびに tilting の程度を支配して、声の pitch の規則的变化を招来させる重要な因子となることは、著者が既に報告したとおりである。したがって舌骨を中心として総括ならびに考按をすすめる。

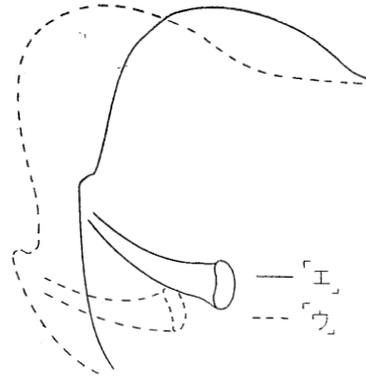
I 舌骨の変位変向に影響する因子

日本語母音の継続発声時には、舌骨は母音種および音高に応じて一定の変位変向を示すが、その方向から考えると舌骨を上方向に引く力が大きく働いていると思われる。舌骨は上方では下顎骨・茎状突起・乳様突起とそれぞれ筋を介して連絡している。茎状突起・乳様突起とそれぞれ連絡する茎状舌骨筋・顎二腹筋後腹の舌骨の変位変向におよぼす影響については解明出来なかったが、支配神経（主な外喉頭筋は殆んど舌下神経の支配下にあるが、上記の 2 筋は顔面神経の支配下にある）、筋の走向ならびに筋の大きさから考えると、これら二筋が舌骨の変位変向に対して主役を演じているとは思われない。これに反して下

顎骨はそれ自体広範囲の回転運動が可能であるから、舌骨に対する影響もまた大きいと思われる。舌の運動が舌骨を動かす可能性については、開口器で開口角を一定にした後、自由に舌を動かさせると、舌の動きが僅少であっても舌骨の移動を触診出来るから、舌の運動は舌骨の変位変向に影響すると考えられる。

「ア」の開口角は5母音中最大である。すなわち、下顎骨の顎二腹筋前腹および頤舌骨筋の附着部が低位にある。したがって「ア」発声時に舌骨が低位にあることは、開口角と舌骨の位置との関係を示すものである。

舌の隆起部の位置は、「ウ」、「オ」、「ア」ではいづれも後部であり（奥舌母音）、「エ」、「イ」では前部にある（前舌母音）ことは、舌骨前後軸の水平化の程度と関係があると思われる（第9図）。

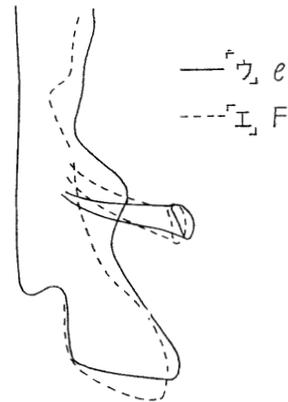


第 9 図

したがって舌骨は開口角と舌の形の両者の影響を受け、各母音毎に構音器官の差に対応する規則的な変位変向を行なうものと考えられる。この間の関係は明確でないが、開口角は舌骨体の位置に、舌の形は舌骨の変向に対して影響を与える傾向が強い。“Deckung”は喉頭を安静呼吸時と同じ低位におき、舌背を低くし、外喉頭筋の緊張をゆるめて発声することによって行なわれることは、広く認められている事実²¹⁾であるが、この場合には音高が変わっても舌の形、開口角には変化が少く舌骨の変位変向にも著明な変化はおこらない。

II 舌骨の変位変向によって影響を受ける因子

声門は、音高・母音種によってその高さおよび傾斜が異なる。高さの変化は舌骨体の位置に関係があるように思われる。また声門の傾斜は舌骨の変向角の変化とは関係がなく、むしろ甲状軟骨・輪状軟骨の後端の上下方向変動の影響を受けるものと思われる（第10図）。この変動範囲を限定するものとしては、いわゆる“Trachealzug”²²⁾が考えられる。また輪状咽頭筋には発声時の収縮が認められないとされてはいるが、筋固有の弾性によって喉頭を後方に固定していることは当然考えられることである。声門後端の高さはこれらの静的な力によって規定され、この範囲内では



第 10 図

喉頭の位置調節は甲状軟骨平衡系（舌骨甲状筋および胸骨甲状筋）を介して舌骨体変位の影響を受けることになる。同様に声門の傾斜も主として甲状軟骨平衡系の影響を受けると考えられる。すなわち輪状軟骨の上および下方変位の限界附近では、舌骨体の変位は主に声門の傾斜に影響し、輪状軟骨の変動範囲内では、舌骨体の変位はむしろ声門の高さに影響するものと想像される。声門の傾斜については、低音域ではその前後軸が前下方に向き、高音域では水平方向に向う傾向が強く認められ、中間の音域では傾斜の度合もそれらの中間を示し、音高が変わっても傾斜の度合の変化も僅少であることがわかる。また「ア」のように広い音域にわたり喉頭の上および下方変位の少ない場合は全域にわたり傾斜の変化も少ない。一方甲状軟骨の *tilting* および輪状甲状関節の *gliding* が声帯の長さを変化させ得ることは知られているから、舌骨体の変位は甲状軟骨平衡系の平衡状態を変化させ、結局声門（喉頭）の高さおよび傾斜を変化させるものと考えられる。しかし、その平衡状態は“Trachealzug”等の影響も受けるから、これらの相互関係によって定められる平衡状態の変化は甲状軟骨と輪状軟骨との関係位置の変化を来し結局声帯の長さに影響することになる。

喉頭上腔および下咽頭腔は、「エ」、「イ」のように舌骨の前上方への変位が著しい場合には広く短く、「ア」のように舌骨の変位が少い場合には細長であることから考えれば、その長短は声門の位置の上下変動によるものであり（この変動は主に舌骨体の変位による）、その広狭は舌骨の変位変向と関係があるように思われる。

Ⅲ 音高調節に関する一考察

“Deckung”の際には、舌骨体の変位は少く、声門の高さおよび傾斜は音高が変わってもほとんど変化せず、しかも声門前後径の変化もほとんど認められない。これに甲状軟骨の *tilting* によらないかまたはよることの少ない音高調節様式があることを意味する。

音高と喉頭の上下変動との関係は、Merkel, Scheier, Fischer, Kenyon, Negus 等³⁹⁾によってX線の観察がなされており、すべての学者が、音高上昇とともに喉頭上昇が認められると記している。音高の生理的調節機構（声門における物理的条件を調整する音高調節の2次の因子）については、Schilling³⁹⁾等は甲状軟骨の *tilting* によって声帯の長さが変わるとし、作図的に説明を行なっている。ところが、これらの説とは反対に、音高上昇には必ずしも喉頭の上昇を必要としないと云う意見も少なくない。例えば音高上昇と喉頭上昇との相関について最初に言及したといわれる Garcia できえも、喉頭低位でも高音発声が可能であると記し、また Hellat の喉頭の視診・触診の成績では、喉頭の上昇を認められるものと認められないものがあるとし、また Panconcelli-Garcia 等は100例中63例に喉頭

上昇, 37例に下降を観察したと云っている³³⁾。Sonninen は、喉頭の上昇が認められない場合の声帯の長さの変化の機序を、輪状甲状関節の gliding によって甲状軟骨が前方または前下方に移動して、甲状披裂間距離が延長することによると説明している。

文献的に認める上述の2説は、本篇の実験成績によってもうなずける。すなわち、構音器の影響によって舌骨が著明な上昇を来した場合は、同時に喉頭の上昇が認められ、この時の声門の前後軸は音高上昇とともに水平化する傾向が明らかである。ところが構音器が舌骨の位置にあたる影響が少い時は、音高による喉頭の上昇も僅少であるか、またはX線写真の分析では認められない程度であり、この時は声門の前後軸の傾斜の変化は少い。これに関する Sonninen の gliding 説を支持し得る積極的所見は得られず、同時に否定し得る所見も得られていない。私は上述の事実から、いずれの説も正しいものであり、それぞれ一面の真理を述べているものと推測する。すなわち舌骨の変位の少い「ア」や“Deckung”の時には輪状甲状関節の gliding や内喉頭筋の internal tension の変化等によって音高の生理的調節が行なわれ、舌骨の変位の多い場合は甲状軟骨の tilting による調節が参加するのではないかと考える。舌骨の上方牽引で音高が上昇することは既に報告したとおりであるが、それは舌骨の変位が音高を変化させる可能性を示すものであった。したがって舌骨の変位が多い場合は甲状軟骨の tilting (声門の変向) が音高調節に参加し、舌骨の変位が僅少な場合はその参加がなく、内喉頭筋による音高調節が主となると考えられる。

次に上記の2つの調節様式の得失を考察すれば、甲状軟骨の tilting および上昇(声門の変向および喉頭の上昇)は舌骨体変位の影響を受ける。ところが舌骨体の変位は開口角、舌の形等すなわち構音器の影響を受けるのであるから、結局声門の変向および喉頭の上昇は構音器によって規定されることになる。しかし構音器による影響は当然母音種によって違うから、音高調節の機序は複雑になる。したがって音高調節を円滑に行なうためには、舌骨体変位量の多い音声種は好ましくないことになり、日本語母音特に「エ」、「イ」等の標準発声法では十分な調節が困難で“Deckung”や「ア」のような音声種がより適当であると云うことになる。

IV 舌骨の音声器官としての意義

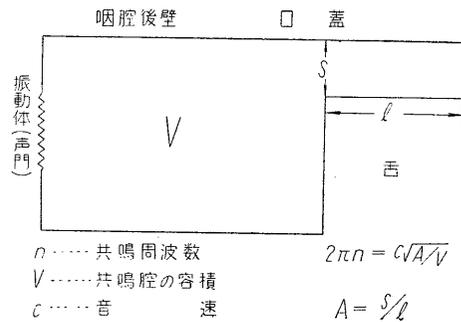
舌骨の変位変向は下顎骨・舌等の構音運動の影響を受けるが、一方喉頭上腔・下咽頭腔の形状に影響をおよぼして共鳴腔の形を決定する。また、声門の位置および傾斜にも影響して音高調節に関与するが、いずれも2次的な変化であり、音声器官として主体的な意義

はない。しかし、如何なる音高調節様式であっても舌骨は喉頭を一定位に保持するためには必須であり、また咽頭口腔の肋材的機能を果し、さらに舌の基礎となって舌構音を可能にする点等から、舌骨の必要性は重視されねばならない。

V 基音高変化が語音調節機序におよぼす影響

従来、一般には基音高が変化しても共鳴腔は変化しないと考えられている。しかし前述の如く音高上昇とともに下顎骨の上方向回転（開口角の減少）、舌の変形および舌背の頂点の位置の変動が一定の秩序の下に行なわれていることは明瞭である。

下顎骨の上昇（開口角の減少）は音高上昇に対応するから、その動きは舌骨の上昇を介して喉頭の上昇や声門の水平化を来し音高の上昇にも影響する。この場合舌背の上昇も舌骨の上昇を介してこれに参加し、さらに下顎骨の上昇（口腔が狭くなる）による口腔共鳴腔の変化を補償するために、舌と口蓋あるいは舌と咽



第 11 図

頭後壁との相対的位置を変化させて発語明瞭度を保持するものと考えられる。

また、附属管腔を第11図のように単純な共鳴器として考えると、このような首のある場合の共鳴周波数 n は、共鳴腔の容積を V 、 c を音速とすれば、 $2\pi n = c\sqrt{A/V}$ で表わされる。また S を首の口の面積、 l を首の長さとするれば、 $A = S/l$ で表わされる¹⁰⁾。したがって n を一定に保持するためには $\sqrt{S/lV}$ を一定にせねばならない。すなわち音高上昇には喉頭の上昇（ V の減少）が見られるから、舌背の上昇（ S の減少）、狭窄部の増大（ l の増大）によって補償せねばならないことになる。実際は音高上昇とともに狭窄部の上方移動（「ウ」、 「オ」の場合）あるいは前方移動（「エ」、 「イ」の場合）による下咽頭腔、喉頭上腔の延長および下咽頭腔が広くなることにより V の変化が少くなり、さらに舌背の上昇等によって共鳴周波数を出来るだけ一定に保持するものと考えられる。

上記の説明ですべての成績が完全に解明されるわけではないが、基音高が変化する場合、発語明瞭度を保持しようとするれば経験的に共鳴腔の形を変化させるものであり、しかも一定の秩序を以って行なわれると考えられる。なお、母音の種類によりそれらの変化の程度が違う点については適当な説明をつけ難いが、おそらく発語明瞭度を保持するための構音器官の運動自体に相当な母音差があることによる、と理解してよいのではなかろうか。い

ずれにしても、母音発語明瞭度を保持しながら音高を変化させる場合には、構音器官を経験的に変化させており、それが秩序的な音声器官の運動として観測され得るのであろう。したがって、発音機構の観察の場合でも構音の影響を考慮し、使用母音種を一定にして比較検討することが必要である。

第4章 結 語

日本語母音およびその“Deckung”の継続発声時のX線写真から、舌骨・下顎骨・舌・咽喉頭腔等の状態およびそれらの相関について検討し、次の結論を得た。

- 1) 舌骨は、舌、下顎等の構音運動の影響を受けて、それぞれの母音種に対応する秩序的な変位変向を行なう。
- 2) 母音の発語明瞭度を保持しながら音高を変化させる場合、同じ母音でも音高変化に対応する下顎骨の回転および舌の形の規則的な変化が認められ、舌骨もその影響を受けて秩序的に変位する。
- 3) 舌、下顎等の構音運動は舌骨を介して咽喉頭腔を変化させ、音高調節の様式に影響を与える。
- 4) 音高の調節の様式には甲状軟骨の tilting が著明に参加する場合と、その参加が不明瞭な場合とがあり、前者では舌骨の変位変向が明瞭であり、後者では不明瞭である。

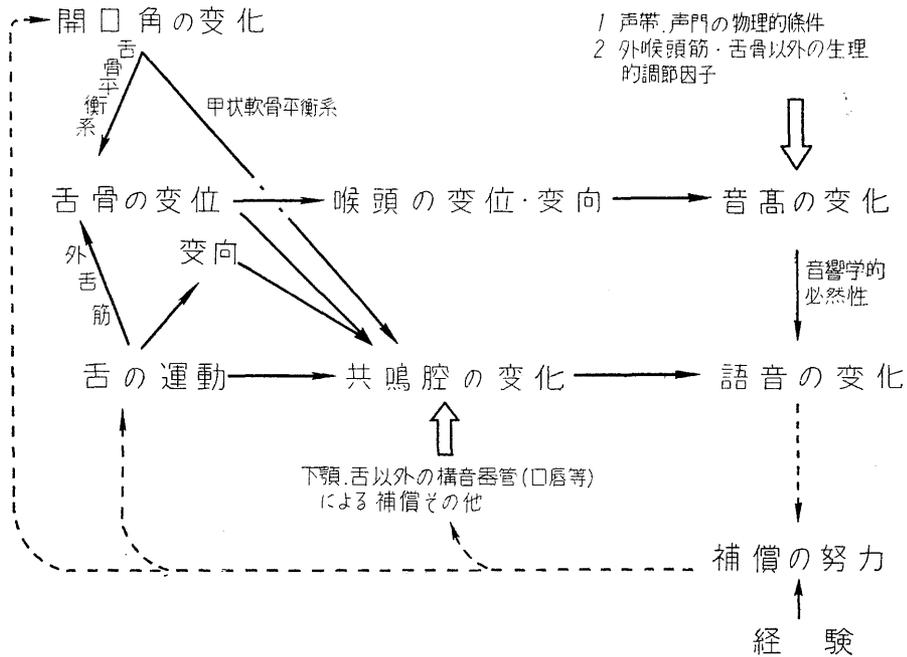
〔その2〕 音声機能における喉頭支持機構の意義に関する考察

（歌声の発声法に関する研究 序説）

声楽を基礎から学ぶ人々は、人間の発声および構音器官の構造・生理について教えられる。しかし、これらの知識は、スポーツにおけるスポーツ生理学程には重視されず、単なる知識に終るきらいがあるが、その責任の一半は、音声生理学自体にあると云っても過言ではない。すなわち、発声法の良否はおろか歌声の生理学的一般法則すらも明確にすることが出来ないからである。著者は喉頭支持機構に関する音声生理学的研究を通じて、歌声の生理的一般法則について若干の知見を得たものと信ずるので、今後の研究の序章としてあえて公表するものである。

I. 音声機能における喉頭支持機構の意義

人の音声器官の態度に関するX線の分析と喉頭支持機構に関する既述の知見を総合すれば、第12図に示す如き関係が成立する。



第 12 図

例をあげて説明すると、「エ」、「イ」等の母音を明瞭に発声して基音高を変化させる場合、舌骨は大きく変位する。これは下顎骨および舌の変化が大きいことを意味するから、喉頭の変位変向が大きいと同時に、共鳴腔の変化もまた大きいことを示している。共鳴腔の変化が大きければ語音の音色の変化も大きい訳であるから、それを補償する努力もまた大きくなる。音高が高くなれば、下顎骨および舌はその発声運動の限界に近づくから（それ以上舌背が上がったり、開口角が小になったりすると発声困難になるから）、「ア」のような舌骨の変位変向が少い場合に比べて、「エ」、「イ」では一定以上の高音での発声が困難であったり、また母音発語明瞭度の変化が認められるのである。「Deckung」の場合は舌骨の変位変向が少く、しかも母音発語明瞭度を保持する必要もなく、したがってその補償も不要であるからそのための下顎骨、舌の運動は行なわれない。またこの場合の音高調節は喉頭の変位変向によるよりも、むしろ他の調節因子によることが大きいと思われるが、この

図によればこれらの関係も説明出来る。

喉頭支持機構の態度から見た音高調節の方法には、少くとも2つの様式が存在が考えられる。すなわち、(1) 下顎骨および舌骨の変位が少く、甲状軟骨の変位変向も小で、各平衡系の見かけ上の平衡点（舌骨および甲状軟骨）が安静位に近い場合と、(2) 下顎骨、舌骨の変位が多く、喉頭の上昇が著明で、平衡点が安静位と比して著しい差を認める場合、とである。前者は声門の位置および傾斜の、音高による変化が少く、したがって支持機構の平衡状態も見かけ上同程度のままであるが、後者は声門の位置および傾斜の変化が大きく音高とともに平衡状態が変化する。

ところが、平衡状態の変化はそれ自身音高を変化させる可能性を持っていることは、著者の動物実験および人の舌骨牽引実験で確認されている。一方、舌骨の変位は母音種によって異なるから、この時には声門の位置および傾斜にも差が生じている筈である。したがって、音高の変化は母音種の影響も受けることになる。この場合同一の音高を保つためには、声門の位置および傾斜の差によって生ずる音高の差を、内喉頭筋その他の調節因子によって補うものと考えられる。この様な二重調節の様式は音高が乱れやすいと想像される。一般に音程の乱れない発声法として、音声器官を出来るだけ安静位に近い状態に保持することによって発声することが要求されるが、これは声楽家達が経験から作り出した定説であり、実験成績もまたこれを裏付けるものである。

喉頭支持機構は、母音構音の影響に対応して共鳴腔を調節し、その影響およびその時の舌骨平衡系（舌骨上筋群と胸骨舌骨筋）の平衡状態によって決定された舌骨の位置によって、音高調節の様式に影響を与えるものであり、広い音域で安定した発声を行なうには、この機構は常に安静状態に近い一定の平衡状態を保持することが好ましい。すなわち、構音の際の下顎、舌の特徴的運動の影響を受ける喉頭支持機構の変化は、音程の乱れの少い音声を得るには不適當であり、むしろ秩序的な構音運動の影響を受けることが少い平衡状態の方が適當であると考えられる。

II. 歌声の発声法に関する考察

歌声の発声練習は、(1) 楽典事項を正しく知ること、(2) 音程の正しいこと、(3) リズムの正しいこと、に主眼をおいて行なわねばならないとされている⁹⁾。

音程の正しさは、特にその音を継続発声している間に、音高が上ったり下ったりゆれ動いてはならないとされているから、標準日本語発声⁴⁰⁾の様な明瞭な発声法で練習するこ

とは不適當であり、本研究で採用した“Deckung”の発声法がよいことがわかる。

“pronunciation”については、「アー」で練習することを推奨する指導者が多いが⁹⁾、「ア」は舌骨の変化が少く、しかも音声器官が全体として安静位に近いことからもうなずける。ただし、これには異論⁹⁾もあり、『日本人では口蓋彎曲度が少いから、「アー」では音が平板になる。円味をおびた美しい音のためには「ウー」の方がよい』とする人があるが、その目的のためには止むを得ないことであろうし、「エ」、「イ」を使用するよりは、はるかに適當である。しかし、実際に歌うことばは各種母音を含んでおり、これらの母音は長くのばして発声出来る点から、歌の「メロディー」を運ぶ役割を持っている。言いかえれば、子音は特別の場合を除き瞬間的であるから、長くのばせる母音が歌の時間的経過の大部分を占めているのである⁹⁾。したがって、これらの母音が明瞭に区別出来るように歌わなければ、意味のわからない音になってしまう。声楽の指導では pronunciation の明瞭さを要求し、特に合唱では普通の話しことば以上に各母音の特徴を強調することを教えられるのは当然であるが、同時に、『舌を低位におき、力を入れず、開口度をあまり変化させないようにせよ⁹⁾』と云われるのは、一見極めて不合理である。ところが歌唱の場合の母音の pronunciation の方法は、会話の場合とは違うようである。これに関する長谷川¹⁰⁾の記述をぬき書きすると、

『会話発音では母音三角形の左の辺を下るにつれて口の形が変わるばかりでなく舌の位置が上ることになっているが、歌う場合には子音発音に必要な瞬間を除き、舌が上るとは舌根を硬くするから禁物である。舌根が硬くなるとのどの方まで肉がしまり共鳴がわるくなるからだ。だから歌う際には口の形だけで「エ」と「イ」の音を作るのが良い。』

という。また話しことばに関する田代¹⁰⁾の記述を引用すると、

『「ア」の標準音 あご 下へ十分開く。舌 力をぬいて自然に平におく。

「イ」の標準音 あご 殆ど開かない。舌 舌先を上あごへ出来るだけ近づける。

「ウ」の標準音 あご ほとんど閉じる。唇 すぼめてややまる口にする。

舌 奥を盛りあげる。

「エ」の標準音 あご 「ア」と「イ」の間ぐらいに開く。唇 両端を左右へ引く。

舌 舌先が軽く上がる。

「オ」の標準音 あご 「エ」と同じ位の開き。唇 しぼって丸める。

舌 奥を盛り上げる。』

であると云う。pronunciation には個人差および社会的習慣的な型の差があるが、歌の

「メロディー」をはこぶ母音部について見ると少くとも標準日本語話声と、歌声の構音器官の運動には差があり、歌声の場合は開口角の変化も少なく舌の形も出来るだけ安静位に近く、しかも母音種および音高の変化による母音明瞭度の補償は、口裂の形等によって行なわれるものと思われる。近來テレビジョンの普及によって、多くの職業歌手の歌唱時の姿勢を至近距離から観察出来るが、これらの中でいわゆる「クラシック」の歌手達では上述の方法で歌っていると思われる場合が多い。またこれらの歌手では高音発声時に頭部を前傾（あごを少し引いた姿勢）する傾向が観察される場合があるが、これは下顎と胸骨間の距離すなわち舌骨平衡系の両端の距離を短縮し、高音域における舌骨の上昇、ひいては喉頭の上昇、および声門の水平化を抑制し、音程の乱れないしかも円滑な音高調節を行なうために合目的な姿勢の一つであると考えられる。

音程練習は弱声で行なうべきであるとされているが^{9,24)}、弱声では舌骨の変位が少いから、喉頭への影響を考えれば当然であろう。品川²⁴⁾は児童発声の方法として次のように記している。

『弱声で歌うということは、聴覚的に質の美を中心と考えるだけでなく、生理的にも重要な意義がある。それは、弱声で歌おうとする努力が、実は声帯と附属器官の調和的な使用法を自然に会得することになるから、弱声時代を充分重視して欲しい。そしてこの期間中に、美しい声に付いての概念と方法を、会得出来るよう指導しなければならない。』

児童発声は成人発声と同一に考えてはならないとされているが、本研究の成績からみれば、弱声が声帯と附属器官の調和に最適であり、成人発声においてもこのような方法が適切であると考えられるのである。

頭声・胸声の分け方は、現在では主として感覚的な分類であり、実験条件の上で区別することは困難である。しかし音響学的には、一般に頭声は母音性が少なく、声質は音楽的とされているが、本研究の“Deckung”の場合には、(1) いわゆる頭声発声と、(2) 本質的には胸声であるが、これをただ柔かく丸味のある声で歌った場合、とが含まれていると思われる。頭声発声法も、「のど」に力を入れず、呼吸位の状態に喉頭を保持し、しかも母音性が少いとされているから、本研究はいわゆる頭声発声の合理性をも併せて説明していると考えてよい訳である。

参考文献：省略。

本文中の文献番号については、下記論文を参照のこと。

雨森：耳鼻臨床 53；117～144, 1960。