

氏 名 大 脇 成 広  
学 位 の 種 類 博 士 (医 学)  
学 位 記 番 号 博 士 (論) 第 3 6 3 号  
学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当  
学 位 授 与 年 月 日 平 成 2 1 年 3 月 2 5 日  
学 位 論 文 題 目 Relationship between Transglottal Pressure and Fundamental  
Frequency of Phonation - Study Using a Rubber Model

(声門上下圧差と音声基本周波数の関係 - ゴム膜モデルでの実験-)

審 査 委 員 主 査 教 授 陣 内 皓 之 祐  
副 査 教 授 吉 田 不 空 雄  
副 査 教 授 犬 伏 俊 郎

## 論文内容要旨

※整理番号	367	氏名 (ふりがな)	(おおわきしげひろ) 大脇成広
学位論文題目	Relationship between Transglottal Pressure and Fundamental Frequency of Phonation Study Using a Rubber Model (声門上下圧差と音声基本周波数の関連について —ゴム膜モデルを用いた実験—)		
<p>研究の目的</p> <p>音声基本周波数が声門上下圧差に影響を受けることは過去にも報告があり、よく知られている。当教室では単位声門上下圧差あたりの音声基本周波数の変動 (<math>dF/dP</math>) と音声基本周波数の関係について報告してきた。これによると音声基本周波数を X 軸に、<math>dF/dP</math> を Y 軸にグラフを作成すると V 字型を示す。音声基本周波数は声帯の長さ、硬さ、厚みの変化により決まるが、実際には輪状甲状筋と甲状披裂筋によって調節されている。輪状甲状筋は声帯を伸長させることによって、甲状披裂筋は声帯振動部を硬くすることで音声基本周波数を高くしている。V 字型の右下がりの部分と右上がりの部分においてこれらの働きに変化が生じていると推察されるが、実際には輪状甲状筋、甲状披裂筋、声門下圧が複雑に働いている為それぞれの単独の働きを解明することには限界があり、モデル実験による検討が有用と考えた。当教室片岡らはゴム膜振動モデルを作成し、ゴム膜振動部の長さや質量を変化させて吹鳴実験を行い、吹鳴音について音声基本周波数と <math>dF/dP</math> を検討し、振動部の伸長で、音声基本周波数の上昇とともに <math>dF/dP</math> の減少を、振動部の質量減少で音声基本周波数の上昇とともに、<math>dF/dP</math> の増加を示し、V 字型グラフを再現した。しかし、V 字型の右下がりのグラフについてはゴム膜の伸長のみでは強い相関が得られず、V 字型の右下がり、すなわち音声基本周波数の低い帯域においては輪状甲状筋による声帯伸長以外の要素が関与すると考えた。今回、振動部に空気を注入することで振動部の硬さを調節することができるゴム膜モデルを新たに作成し、ゴム膜吹鳴実験を行った。空気を注入することで振動部の硬さを増すことはこの帯域での甲状披裂筋の働きをシミュレートするものと仮説をたて実験を行った。</p> <p>方法</p> <p>手術用手袋の指の部分を円柱状に切り取りこれを折り返し、上端を接着し密閉した。これに一箇所のみ振動部に空気を注入できる細いパイプを挿入した。ゴム膜に 2 本の針金を差し込み、伸展させ内腔に送気するとゴム膜が振動する。2 本の針金間の距離と注入空気量を増減させながら吹鳴音を記録して音声基本周波数と <math>dF/dP</math> 計算し、グラフを描いた。</p>			

- (備考) 1. 論文内容要旨は、研究の目的・方法・結果・考察・結論の順に記載し、2 千字程度でタイプ等で印字すること。
2. ※印の欄には記入しないこと。

### 結果

ゴム膜の長さ、空気注入量、音声基本周波数、 $dF/dP$  について得られた結果よりグラフを描いた。ゴム膜の長さを一定にして振動部に空気を注入した際の音声基本周波数と  $dF/dP$  の関係を示すグラフ (Fig6) ではゴム膜の伸長が 15 ミリ、15.5 ミリを除く長さで負の相関関係が見られ、右下がりのグラフが描けた。空気注入量を一定にしてゴム膜を伸長させた際の音声基本周波数と  $dF/dP$  の関係を示すグラフ (Fig7) では空気注入量が 0 ミリリットルの際を除けば負の相関関係が見られ、右下がりのグラフが得られた。空気注入量が多いほど右下がりのグラフが急峻となった。

実験結果を要約すると次の 3 点となる。

- 1 ゴム膜伸長も空気注入もともに音声基本周波数と  $dF/dP$  の間に負の相関関係が得られた。
- 2 ゴム膜伸長よりも空気注入によるほうが負の相関が強く表れた。
- 3 最大限に伸長、最大限に空気を注入した際に  $dF/dP$  値がマイナスとなった。

### 考察

今回の実験においてゴム膜振動部に空気を注入することで、長さを変化させることなく振動部の硬さを増加させることができた。生体においては輪状甲状筋と甲状披裂筋の働きによって音声基本周波数が決定されるが、甲状披裂筋の音声基本周波数の調節の役割についてはまだ論議されているところである。過去の報告では甲状披裂筋は声帯の硬さを上昇させることで音声基本周波数を高くしていると推測されており、ゴム膜への空気注入は甲状披裂筋の声帯の硬さを増す働きをシミュレートしていると考えられる。

生体での音声基本周波数と  $dF/dP$  の検討では  $dF/dP$  が負の値をとる帯域が観察されている。今回の実験においても最大限に空気を注入し、伸長させた時に  $dF/dP$  が負の値をとった。過去の振動部の長さを伸長させて両者の関係をみた報告では  $dF/dP$  が負の値をとるものではなく、生体においての  $dF/dP$  が負の値をとる帯域で甲状披裂筋の関与が考えられる。

### 結論

振動部に空気を注入することで振動部の硬さを変化させることができるゴム膜モデルを用いて音声基本周波数と  $dF/dP$  の関連を検討した。空気注入量を増すことで音声基本周波数の上昇とともに  $dF/dP$  の低下する関係が得られ、振動部の長さのみを伸長させた時よりも強い負の相関が得られた。これは生体においては甲状披裂筋が声帯の硬さを増加させて音声基本周波数を高くする働きを示唆するものと推察した。

## 学位論文審査の結果の要旨

整理番号	367	氏名	大脇成広
論文審査委員			
(学位論文審査の結果の要旨)			
<p>音声基本周波数は声帯の長さ、硬さ、厚みの変化で決まるが、これは輪状甲状筋と甲状披裂筋によって調節されている。本研究はそれぞれの筋の働きを検討する為、振動部の長さを変えることと、振動部の空気注入により硬さを調節することで、振動部の緊張を変えられるゴム膜モデルを用いて音声基本周波数と単位声門上下圧差あたりの音声基本周波数の変動巾 (<math>dF/dP</math>) の関係を検討し以下の結果を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 振動部の空気注入量を増すと音声基本周波数の上昇に伴い <math>dF/dP</math> は低下した。振動部の長さのみを変えた時より強い負の相関が得られた。生体において甲状披裂筋が声帯の硬さを増加させて音声基本周波数を高くする働きを示唆するものと考察した。</li> <li>2. 最大限にゴム膜を伸長させ、空気を注入すると負の <math>dF/dP</math> 値となった。甲状披裂筋が振動部の硬さを増加させた状態から、振動部の質量を減少させて音声基本周波数を増加させ始める移行点と考察した。ヒトの声の高さの調節機構を解明する上で新しい知見を提供するものである。よって、博士(医学)の学位論文に値するものと認められた。</li> </ol>			
(平成 21 年 2 月 19 日)			