

近畿アクセントの発話における喉頭制御について

——筋電図に基づく考察——

杉 藤 美 代 子

1. はじめに

日本語アクセントの生成と知覚の問題の究明を目的とする一連の研究のうち、この稿では近畿アクセントの生成に関する生理学的な側面を発音時の喉頭筋電図に基づいて検討する。

従来、アクセントの喉頭筋電図に基づく研究は、主に東京アクセントの話者を対象として行われて来た。しかし、近畿アクセントの話者をもその対象とする必要がある。その理由として次の点が挙げられる。すなわち、近畿方言は、アクセント型の種類が多く、特に拍の途中で音調の変化する型があること。また、高起式・低起式¹⁾の2種に分類されること等、東京アクセントに比して特異な性質を有する。その上、この方言が長い間日本の標準語であったために、通時的・共時的研究の土台と考えられている。^{2)~4)} その音韻論的な研究は多くなされたが、その裏づけとなるべき音響的あるいは生理的な面からの検討は従来殆ど行われていなかった。

近畿アクセントの音響的特徴については、筆者等により近畿方言の中でも主要な方言である大阪方言のアクセントのていねいな発音に関してすでに分析され、次のような結果が明らかにされた。すなわち、各アクセント型の特徴は、声立て、及びアクセントのそれぞれの2値の指令⁵⁾のうち、アクセント指令の始端と終端の時点により表現される。^{6)~9)} さらに、高起式・低起式の別は、アクセント指令の入力時点が発話の始点に先行するか遅れるかの差によることが示された。⁷⁾

その音響的特徴と、喉頭筋電図との関連についても言及されたが、^{10)~12)} それはここに示す実験資料の一部を対象として主に前筋との関連について述べたものである。その後、1名の話者を対象として近畿アクセントの喉頭制御に関して述べた¹³⁾が、今回は3名の話者を対象として各筋の活動と声の上げ下げとの対応関係につき検討し、また、音韻論の上で従来問題とされて来た近畿アクセントにおける高起式・低起式の生理学的機制に関して発話時の喉頭筋電図

に基づき検討を行った結果を報告するものである。

なお、ここで扱う筋電図は、すべて東京大学医学部音声医学研究施設の協力により得たものであり、筋電図の採取とその処理は広瀬肇博士に負うものである。

2. 近畿アクセントの特徴

近畿方言の2拍語のアクセントには現在4種類の型が存在する。これらは一般に史的研究の成果に基づき1類～5類の分類の名称により呼ばれるが、この稿ではすでに行った音響的分析の結果、その説明の便宜のために用いたA型～D型の名称を用い、1拍語の名称

表1 近畿アクセントの型の名称

| 型の名称 | 史的分類 | 例語 |
|---------|------|-------|
| A型 (〇〇) | 2、3類 | 橋、歌、花 |
| B型 (〇〇) | 5類 | 雨、春、秋 |
| C型 (〇〇) | 4類 | 箸、糸、肩 |
| D型 (〇〇) | 1類 | 飴、鼻、端 |

もこれに準じた。表1には2拍語に関してこれらの名称と史的分類による名称との対応関係を示した。

近畿アクセントの音韻論的特徴に関しては多くの検討がなされたが、その主なものについて説明すれば、その弁別の特徴は、次のように記述された。すなわち、“(1)高く始まるか、低く始まるか、(2)アクセント核があるかないか、(3)あるとすればどのモーラにあるか”。¹⁴⁾ この(1)に関しては、近畿アクセント型を高起式と低起式に分類する提案がなされた。¹⁾ 高起式とは、この稿で呼ぶA型及びD型(〇〇、〇〇)、低起式とはB型及びC型(〇〇、〇〇)を指すものである。これらの持つ特徴は、単語の発話において高く始まり、低く始まるだけでなく、文脈における先行単語の高、低にかかわらず、後続する単語の高起・低起の別が保持されるところにある。例えば、「長い飴」、「この箸」のような場合に〔nagaiame〕、〔konohaji〕であり〔ame〕や〔haji〕のそれぞれの第1拍の高または低が保持される。

そこで高起式・低起式の分類の提案に対して次のような反論がなされた。すなわち、両者は先行単語との関連においてのみ論じらるべきものであって、低起式とは、その直前にアクセントの滝(下げ)のある型の称であり、高起式とは、その直前にアクセントの滝のない型の称である¹⁵⁾とする。これによれば近畿方言の単語アクセントの持つ高起・低起の特徴は不明確なものとなる。

一方、近畿2拍語及び1拍語の音響分析の結果、高起式A型及びD型においては、アクセント指令の入力時点がいずれも発話の始点

に先立ち、低起式のB型及びC型では、いずれも発話より遅れ、高起式・低起式の別は、アクセント指令の入力時点の差として明確に示される。^{6)~9)} これは、各アクセント型の基本周波数パターンから、声帯音生成機構のモデルに基づいて抽出されたパラメータの値によるものである。

現実の発話における生理的機構については、アクセント生成の神経指令の応答としての喉頭筋の活動電位と、型の別との対応関係、さらに高起式・低起式の生理学的機制の有無について検討する必要がある。そこで、次のようにして実験を行った。

3. 実験の方法

3.1 被験者と検査語

被験者は、いずれも20才代の大阪方言話者(女性)、Y.I., M.M., S.S.の3名である。被験者Y.I.とM.M.は本人両親ともに旧大阪市内に生れ育った。Y.I.のみは自他のアクセントの録音の経験が多く、大阪アクセントの発話に自信がある。また、BKの放送劇団に属した経験から物を言うことに比較的馴れている。その上、予備実験を半年前に行ったので、実験時には余裕を以て自然な発音を行った。M.M.は、アクセントを間違わないようにと非常に緊張したと言う。また、S.S.は大阪市の東南部、八尾市(所謂河内弁地域)に生れ現在に至っている。実験時に平時よりも高い声で発音している。後に気づいたことであるが、緊張するとアクセント

発話時に顎を上下に動かす。すなわち、声を高める時にはやや上を向き低める時には顎をひく癖があり、実験時にこのような動作をした可能性が頗る大きい。

表2には検査語を示した。

これらの単語は、単語のみの場合と、「～にうつる」の文脈に入った場合と、それぞれ別々にランダム配列したリストに従い、自然な速度でいずれの場合も各12回読上げさせた。その発話時の喉頭筋電図を採取した。

表2 喉頭筋電図の採取時に発話を求めた単語

(各12回発話)

| 型 | 拍数 | 2 拍 語 | | 1 拍 語 | |
|---|----|----------|----------|-------|-------|
| A | 〇〇 | imi (意味) | iki (志岐) | i (胃) | e (餌) |
| B | 〇〇 | imi | iki (粋) | | |
| C | 〇〇 | imi | iki (息) | i | e (絵) |
| D | 〇〇 | imi | iki (往き) | i (井) | e (板) |

3.2 喉頭筋電図の記録と処理

3名の被験者のうちY Iについては、側輪状披裂筋、輪状甲状筋、胸骨舌骨筋の3種の筋からの筋電図を得た。他の2名の被験者については、輪状甲状筋と胸骨舌骨筋のみの記録を行った。これらの筋の名は簡単のため以下では次のような略称を用いる。

LCA—lateral cricoarytenoid (側輪状披裂筋)

CT—cricothyroid (輪状甲状筋)

SH—sternohyoid (胸骨舌骨筋)

筋電図の記録及び処理は次のようにして行う。

筋電図の誘導には、先が鉤になった太さ50ミクロンの針金電極を用い、これを経皮的に各筋に刺入する。各筋の筋電図は音声信号とともに多チャンネルFMデータレコーダに記録し、これを再生して電子計算機処理を行ったものである。¹³⁾¹⁴⁾すなわち原信号をA/D変換器を介して10kHzで標準化し、精度9 bitで量子化したのち、10 msecごとの積分値を求めるものである。

1回分の筋電図パターンについては、任意の発話から得られた積分波形を、さらに50~90 msecの時間幅で平滑化して、その時間カーブを求める。また、ある検査語について、平均的なパターンを求める場合には、その音声信号上の、特定の時点を基準として、筋電図及び音声包絡の加算平均を行う。

また、筋電図と声の上昇・下降との関係について検討を行うために、次のようにして基本周波数曲線を求めた。すなわち筋電図の記録に際し、音声信号をさらに別のテープレコーダーにも録音し、これを分析資料としてスペクトログラムを作製した。これに基づいて

基本周波数の時間カーブを求め、これを基本周波数曲線とした。12回発話の平均的な筋電図パターンと対比させるための基本周波数曲線は、各発話の20 msecごとの基本周波数を抽出しその平均値を求めて平均基本周波数曲線を作製した。

4. 結果と考察

4.1 各喉頭筋の動き

結果を述べるに先立って、上記の各喉頭筋についてその動きの概略を述べれば次のとおりである。

LCAは一種の声門閉鎖筋であるから、声立ての神経指令と関係がある。¹⁶⁾ CTは声の高さの調節に関与するとされており、この筋が収縮すると、輪状軟骨前面と甲状軟骨との間隔が短縮し、その結果声帯は後方へ牽引されることとなって、声帯の緊張が増すことが知られている。¹⁸⁾¹⁹⁾ SHは声の高さを下げる活動をも示すが、他に顎の開大、舌の下げや後方への動き、[k]の調音による筋活動に対応した活動を示し、また極端に高い基本周波数にも活動を示すことが知られている。¹⁹⁾ そこで、声を下げるには、CTの弛緩が重要であることは認められているが、SHがこれに関与するか否かについては議論のある所である。^{19)~28)}

上記3名の被験者についても、声の上昇・下降にCTの活動と弛緩が確認されるが、このほか、声の下降に際してSHの活動が認められた。さらに、3名の被験者中、2名の筋電図では発話に先立つ

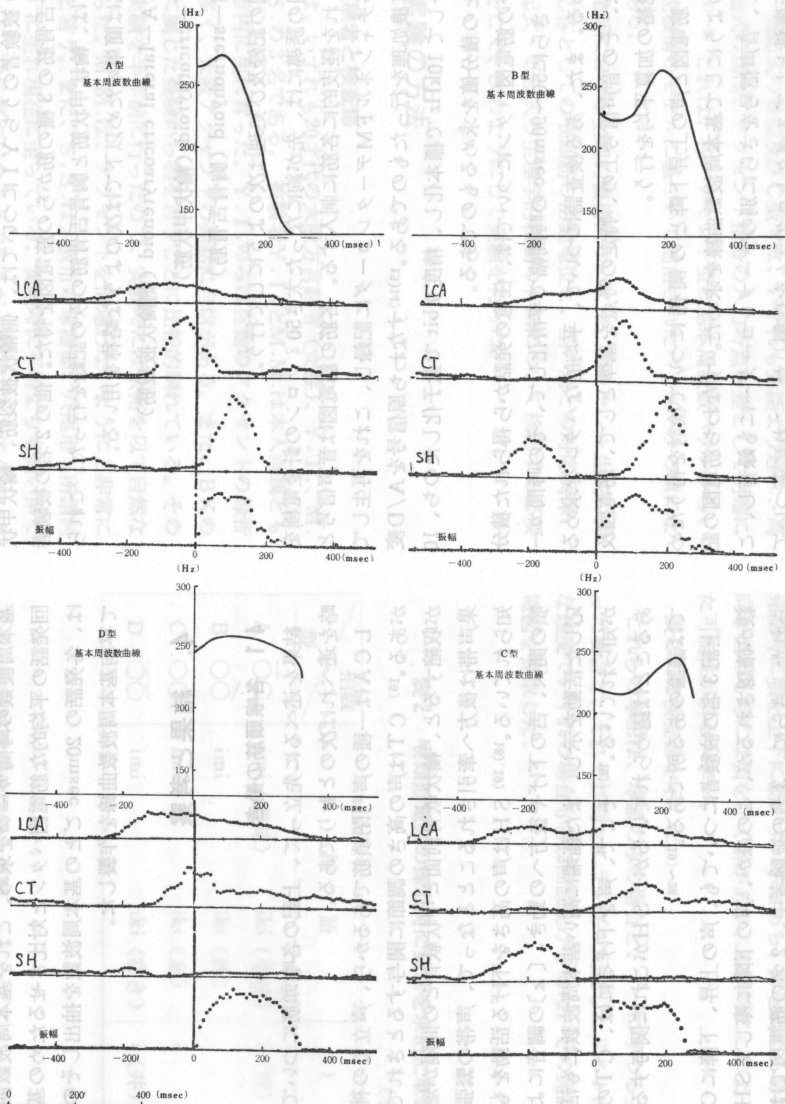


図1 /imi/, A~D型, 各1回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. YI)

SHの活動の有無が、低起式・高起式のアクセント型と明瞭な対応を示すことが認められた。

そこで次には最も典型的な筋電図のパタンを示すと思われる被験者Y・I.の資料についてまず検討する。

4.2 各アクセント型と筋電図との対応

図1は、/imi/の音素構成で4種のアクセント型各1回の発話時におけるLCA、CT、SHの筋電図と、各発話の音声信号の振幅とを、それぞれの発話の基本周波数曲線の下に示したものである。垂直の実線は、この図では発話の始点を示している。LCAは、発話より0.2~0.3秒ほど先立って活動が開始され、発話の終りまで続いている。これは各型に共通した所見であり、主として声立ての神経指令の応答と解釈される。次に各型におけるCT及びSHの活動を観察する。

高起式のA型の場合には発話に先立ちCTの活動が見られ、同じく高起式のD型の場合も同様である。A型の場合、CTの活動が終らぬうちにSHが活動し始め、これが、上段の基本周波数曲線に示した↓印を始点とする音調の急な下降と関係があると推測される。

一方、低起式のB型及びC型においては、発話の始点に先立つLCAの活動の始点にはほぼ相当する時点からSHが顕著な活動を示す点に着目したい。B型においてはSHの活動の低下に対応してCTが顕著な活動を示し、そのピークに先立ちSHが再び活動し始め、その振幅は大きい。この活動はB型の基本周波数曲線に見られる第

2母音の音調の急な下降と対応している。C型の場合もB型の場合と同様にSHに続いてCTの活動が見られるがB型の場合ほど顕著でなく、また、活動の弛緩はゆるやかでありその際にSHの活動は見られない。両筋の活動はどの型の場合も、各基本周波数曲線に見られる声の上げ下げの時間的位置とよく対応している。

従来声の下げはCTの弛緩によるものとされて来たが、この話者の場合には声の下げにあたってCTの弛緩の外にSHが関与することが明白である。

図2には、上記/imi/の各アクセントの型のそれぞれ12回の発話における各筋活動を加算処理した結果を示した。ここでは上部の基本周波数曲線も、発話の始点を軸として12回発話のスペクトログラムから抽出した基本周波数の平均値に基づいて示した。以下では、アクセントに直接関係のないLCAの筋電図は省き、CT、SHの筋電図のみを各アクセント別に示した。なお以下の図では、図1の場合と同様であるが、縦軸は縮小してある。この図においても声の上昇、下降に先立って、それぞれCT、SHが活動し、また低起式の型の発話に先立ってSHの活動が見られ、これらの筋の活動は、図1に示した各型につき1回の発話の場合と殆ど変らない。

次には1母音のみで3種のアクセント型を持つ1拍語/e/の場合、さらに/i/の場合について検討した。それらのEMGの活動パタンは類似のものであるから1例として、図3にはそれらのうち/i/の12回発話の筋電図を加算したものを示した。1拍語の場合にはB型を欠き、低起式はC型のみである。各型における各筋の活動パ

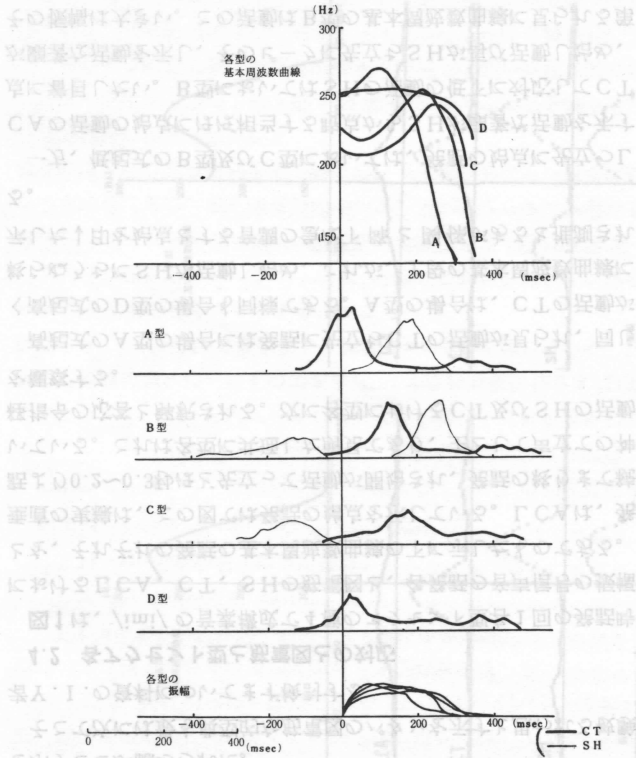


図2 /imi/, A~D型, 各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. YI)

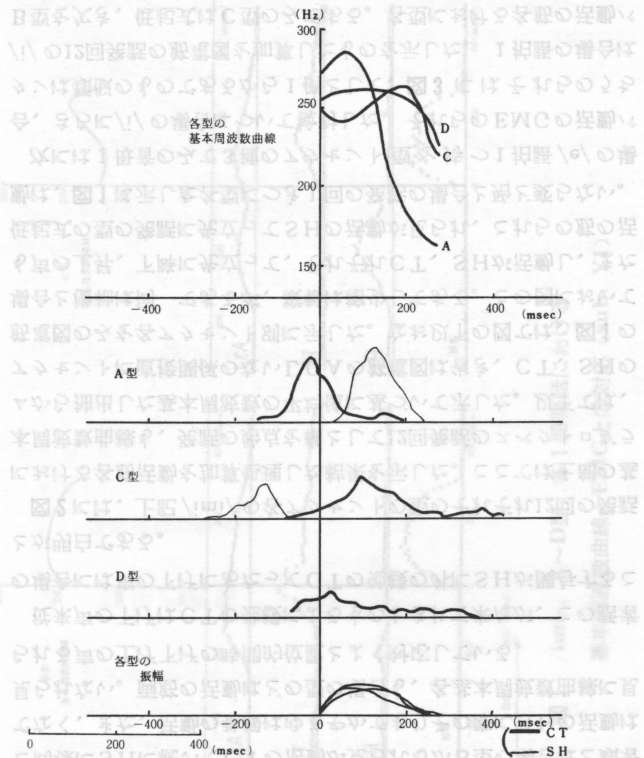


図3 /i/, A.C.D型, 各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. YI)

タンは/imi/の場合と酷似して居り、/imi/の場合、唇音/m/の喉頭筋電図への影響は皆無と思われる。

図4には無声子音が第2母音に先行する/iki/の音素構成による各型の筋電図を上記と同様の手法で示した。基本周波数曲線に見られる点線は無声子音の部分であり、単に第1母音の終りと第2母音の始めとを結んだものである。垂直の太線は第1母音の終りの時点を示している。無声子音/k/の介在する場合は、第1母音に先立つCTの活動パターンが、/imi/、/i/等の場合と異っている。すなわち、A型においてはCTの振幅がとくに大きく、B型とC型においてはCTが2つの山をなし、D型にもその傾向が見られる。これは子音/k/が介在するためと思われる。SHに関してはさきの例と同様、低起式のB、C型の発話に先立つ活動、及びA、B型の第2母音の下降音調に対応する活動が観察される。無声子音/k/の及ぼす影響を比較し観察するために図5には、/imi/と/iki/とのCTとSHとを、各型別にそれぞれ重ねて示した。A型の場合、後者では、CTの活動の振幅が大きい。これは、一見第1母音の高さに対応するように見える。しかし、D型のCTの活動の振幅も大きくこの場合は/imi/と/iki/の第1母音の高さに大差がないので、CTの活動が大きいのは後続する/k/の影響のあることも考えられる。

次に/iki/のB型では、さきのべたようにCTは2つの山をなすが、はじめの山の立上り時点は/imi/のCTの立上りの時点と大差はない。/imi/の場合にCTは立上りが緩慢な増大を見せているのに対して/iki/の場合は立上りから急に活動が増大し、無声部分

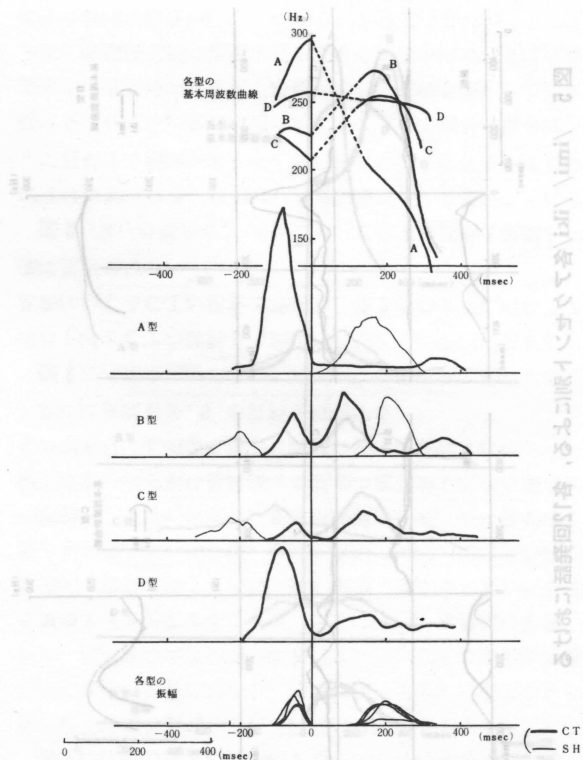


図4 /iki/, A~D型, 各12回発話における基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. YI)

図2 /imi/, /i/のCTの対応と基本周波数曲線との対応 (sub. YI) 及び、各12回発話における

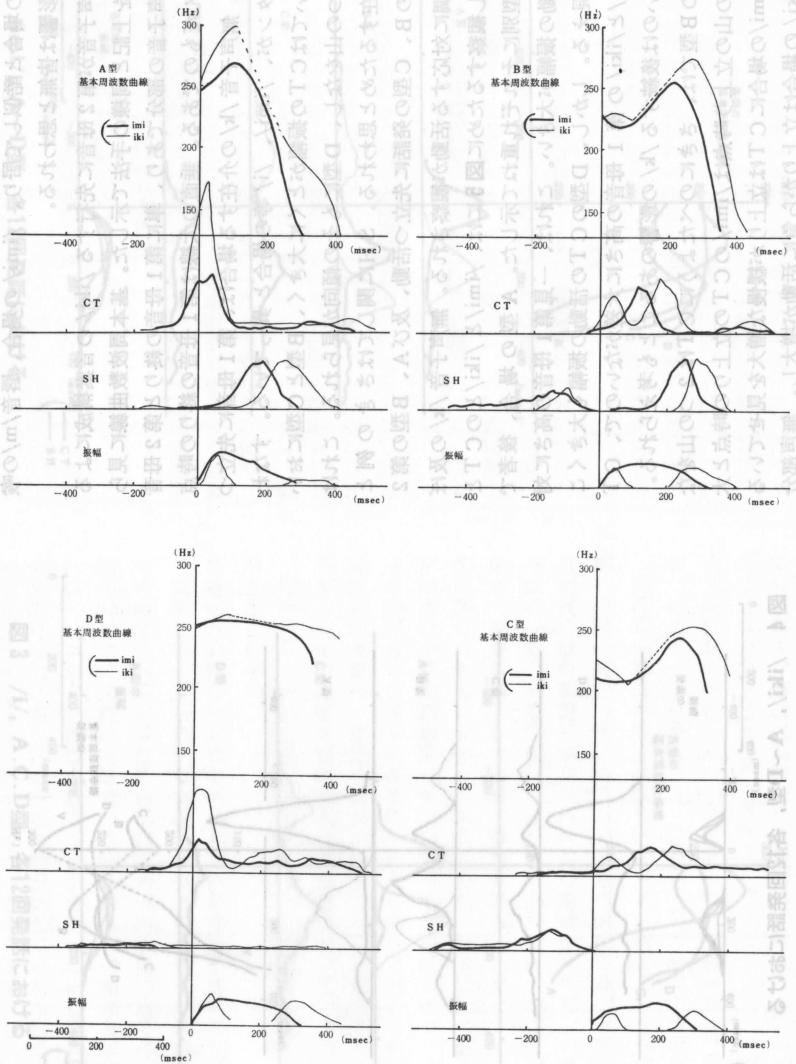


図5 /imi/ /iki/各アクセント別による、各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. YI)

で振幅が減少し、第2母音に先立ち再び活動が増大する。続いてSHが活動を示すが、基本周波数曲線に見られる声の下げの始点は、いずれの場合もCTの活動の頂点より10msecほどおくれ、SHの頂点にやや先立つ時間的位置にある。

/iki/と/imi/ C型の場合のCTの活動は、上記B型の場合よりややおくれ、振幅が小さく時間的変化が緩慢である。ことにB型の場合と異なり、C型においては発話の始点以後に両単語ともSHの活動は見られず、CTの曲線がなだらかに終る。いずれの型も各基本周波数曲線の上下りとCT、SHの活動とが類似の対応を見せて居り、CTの活動が一時低下する事が無声子音/k/の介在する場合の特徴であることを示している。

また、表2に示した単語は、すべて文脈中の場合にも上記と同様のCT及びSHの活動が観察された。B、C型においては、例えば、それぞれ/イキニウツル/、/イキニウツル/のように、アクセントが文脈に入ると変化するが、低起式であることに変わりはなく、いずれの場合も発話に先立ってSHの活動が見られる。

上記に示したようなCT及びSHの、声の上げ下げに対応する関係が、この話者にのみ見られる特殊なものか否かを調べるために、次には他の話者の資料について検討した。

図6にはYIと同じく旧大阪市出身者M.M.の/imi/の筋電図を示した。この場合も、A型では発話に先立ちCTの、続いてSHの活動が観察され、これらが声の上昇及び下降と対応する。また低起式のアクセント型の発話に先立ってSHの活動が観察される。各

基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. SS)

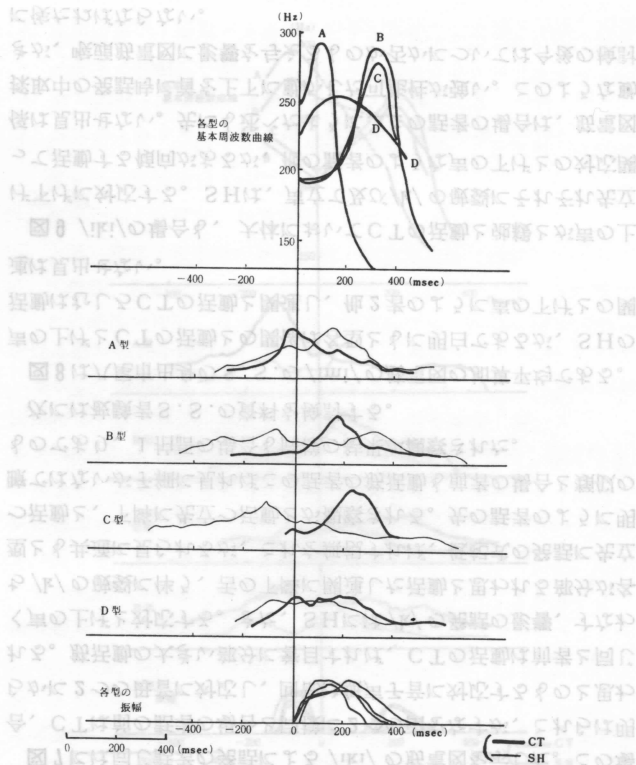


図6 /imi/, A~D型, 各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. MM)

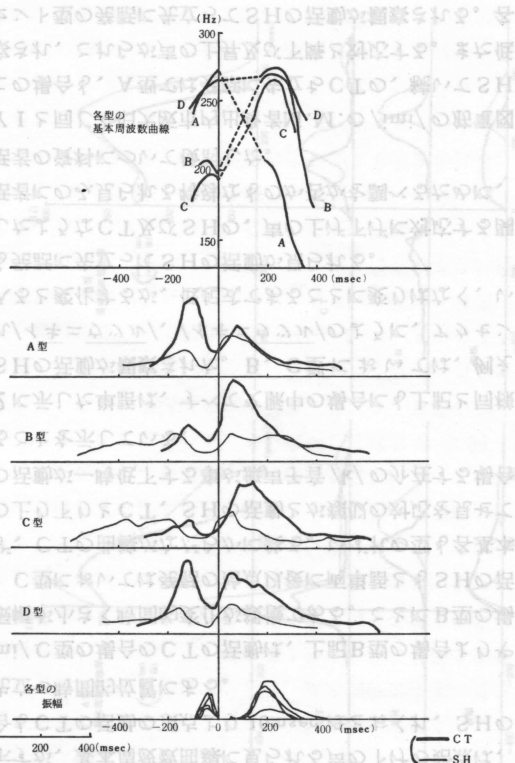


図7 /iki/, A~D型, 各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. MM)

筋の活動は上記の話者の場合と類似のものと言えよう。

図7には同じ話者の発話による /iki/ の筋電図を示した。この場合、CTは前の話者の場合と同様に2つの山をなすが、これらは明らかに2つの母音に対応し、凹部は無声子音に対応するものと思われる。筋活動の大きい部分に着目すれば、CTの活動は前者と同じく声の上げと対応する。また、SHには /k/ の発話の影響、すなわち /k/ の破裂に伴う、舌の下降に関連した活動と思われる部分が各型とも共通に見られるが、これを無視すれば、低起式の発話に先立つ活動と、下降に先立つ活動とが観察される。先の話者のように明瞭ではないが子細に見ればこの話者の筋活動も前者の場合と類似のものであり、1拍語の場合も同様の結果が観察された。

次には被験者S.S.の資料を検討する。

図8は八尾市出身のS.S.の /imi/ の筋電図の加算平均である。声の上げとCTの活動との関係は各型ともに明白であるが、SHの活動はむしろCTの活動と関連し、他2者のように声の下げとの関連は見出せない。

図9 /iki/ の場合も、大体においてCTの活動と弛緩とが声の上げ下げに対応する。SHは、声立て及び /k/ の破裂にそれぞれ先立って活動する傾向があるが、他の話者のような声の下げとの対応関係は見出せない。先にも述べたように、この話者の場合は、筋電図採取中の発話時に首を上下に動かした可能性が強い。このような動きが、喉頭筋電図に影響を与えるものか否かについては今後の検討に俟たねばならない。

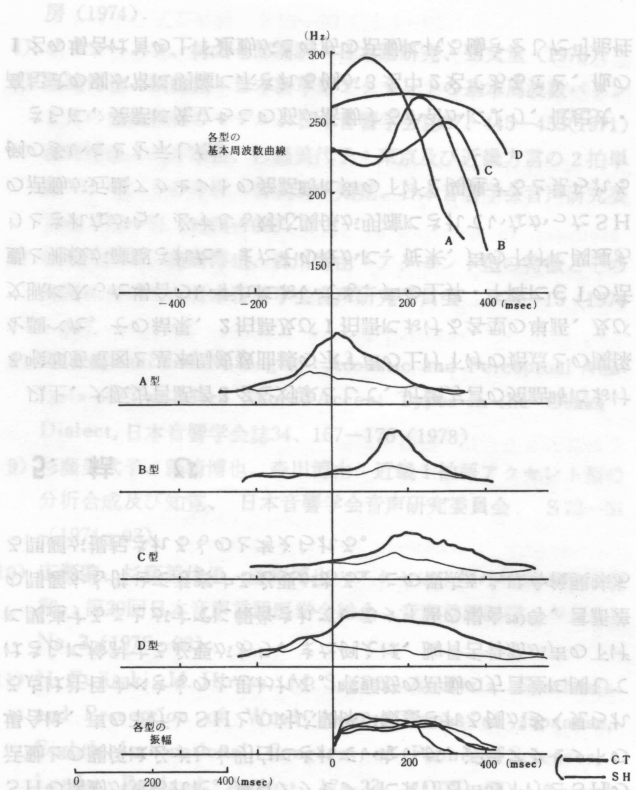


図8 /imi/, A~D型, 各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. SS)

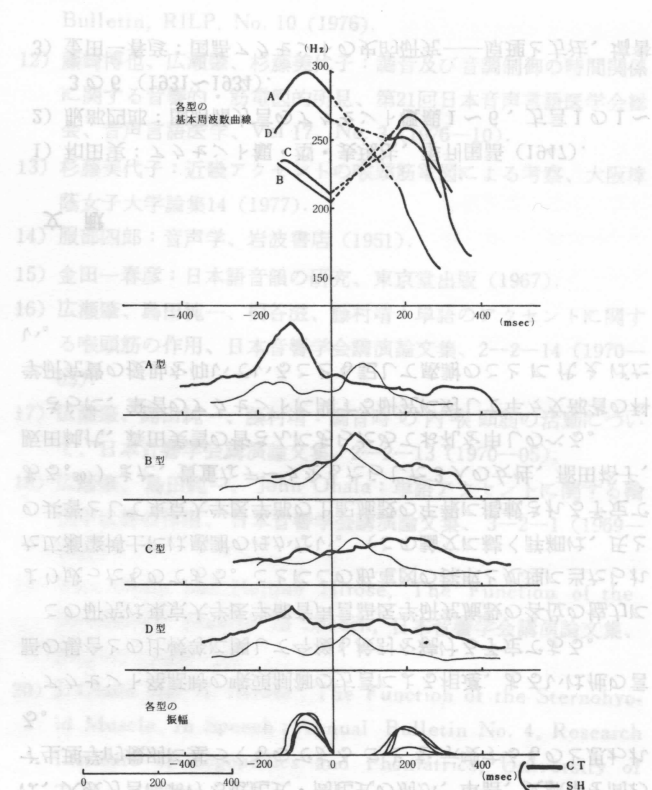


図9 /iki/, A~D型, 各12回発話における
基本周波数曲線とEMGとの対応 (sub. SS)

しかし、3名の筋電図のうち2名のものに、声の下げに対応するSHの活動が見られた。東京アクセントにおける声の下げとSHの活動との関係は必ずしも明白にされていないが、近畿アクセントの場合は、声の下げとSHとの対応関係が観察される例が多く見られる点は注目すべきものと思われる。喉頭筋の活動の方言差に関してはさらに検討する必要がある。また例えば、胸骨舌骨筋が声の下げに関連することがすでに報告されているタイ語の場合²⁹⁾等、言語差の問題をも併せて考察する必要がある。この観点からは今後興味ある問題が提起されるものと考えられる。

5. 結 び

以上、大阪方言話者3名を対象として、近畿方言の発話時における喉頭筋電図と基本周波数曲線の示す声の上げ下げの始点との関係を調べた。その結果、2拍語及び1拍語における各型の単語、及び文脈に入った場合のいずれにおいても、声の上昇・下降にCTの活動と弛緩が確認された。またそのほかに、従来、声の下げに関連ありとされながら、必ずしも対応関係が明確にされていなかったSHの活動が近畿アクセントの発話時に声の下げと関連すると見られる例の多いことを示した。

さらに、発話に先立ちこの筋が活動するか否かにより、低起式・高起式の別が常に明確に示される例が3名中2名であること、他の1名の場合は首の上下運動がこの筋の活動に代る働きをした可能性

もあることを述べた。上記のようなCT及びSHの筋活動の実態は、大阪方言における低起式・高起式の別が、単語、文脈中を問わず生理学的機別に基づくものであることを示唆するものと思われる。

アクセント発話時の喉頭制御の方言による相違、あるいは他の言語の場合との比較等に関して今後も検討を続ける予定である。

この研究は東京大学医学部音声言語医学研究施設の各位の協力により成ったものである。ことにこの筋電図の採取と処理に当たられた広瀬肇博士には感謝のほかない。(この論文に続く詳細は、氏との共著として東京大学医学部の上記施設の年報に掲載される予定である。³⁰⁾また、貴重なデータをもたらした3人の女性、稲田裕子、阪田純代、森田美雪の皆さんにあらためてお礼を申しのべる。

さらに、筆者のアクセントに関する研究に対して年々文部省の科学研究費の援助を仰いでいることも記して感謝のことに代えたい。

文 献

- 1) 和田実：アクセント観・型・表現法、季刊国語 (1947)。
- 2) 服部四郎：国語諸方言のアクセント概観1～6、方言1の1～3の6 (1931～1934)。
- 3) 金田一春彦：国語アクセントの史的研究——原理と方法、塙書

- 房 (1974).
- 4) ポリワノフ、村山七郎篤訳：日本語研究、弘文堂 (1976)。
 - 5) 藤崎博也、須藤寛：日本語単語アクセントの基本周波数パターンとその生成機構のモデル、日本音響学会誌27、445—453(1971)
 - 6) 藤崎博也、三井康義、杉藤美代子：東京及び近畿方言の2拍単語アクセントの分析・合成及び知覚、日本音響学会音声研究委員会S73—51 (1974—03)。
 - 7) 杉藤美代子、藤崎博也、森川博由：アクセント型の特徴とその知覚について、日本音響学会音声研究委員会 S74—15 (1974—04)。
 - 8) H. Fujisaki and M. Sugito : Acoustic and Perceptual Analysis of Two-Mora Word Accent Types in the Osaka Dialect, 日本音響学会誌34、167—176 (1978)
 - 9) 杉藤美代子、藤崎博也、森川博由：近畿1拍語アクセント型の分析合成及び知覚、日本音響学会音声研究委員会 S73—51 (1974—03)。
 - 10) 広瀬肇、杉藤美代子、藤崎博也：アクセント型の特徴と喉頭制御、第20回日本音声言語医学会総会、音声言語医学、Vol 6、No. 3 (1975—08)。
 - 11) H. Fujisaki, H. Hirose, M. Sugito : Analysis, Synthesis and Perception of Word Accent Types of Japanese, Eighth International Congress of Phonetic Sciences, Leeds, England, August 17~23, (1975—08), Annual Bulletin, RILP, No. 10 (1976)。
 - 12) 藤崎博也、広瀬肇、杉藤美代子：調音及び音調制御の時間関係に関する音響的・筋電図的所見、第21回日本音声言語医学会総会、音声言語医学、Vol 17, No. 3 (1976—10)。
 - 13) 杉藤美代子：近畿アクセントの喉頭筋電図による考察、大阪樟蔭女子大学論集14 (1977)。
 - 14) 服部四郎：音声学、岩波書店 (1951)。
 - 15) 金田一春彦：日本語音韻の研究、東京堂出版 (1967)。
 - 16) 広瀬肇、島田純一、桐谷滋、藤村靖：単語のアクセントに関する喉頭筋の作用、日本音響学会講演論文集、2—2—14 (1970—05)。
 - 17) 広瀬肇、島田純一、藤村靖：調音時の内喉頭筋の活動について、日本音響学会講演論文集、2—2—13 (1970—05)。
 - 18) 広瀬肇、島田純一、John Ohala：単語アクセントに関する輪状甲状筋の作用、日本音響学会講演論文集、3—2—1 (1969—10)。
 - 19) John Ohala and Hajime Hirose, The Function of the Sternohyoid Muscle in Speech, 日本音響学会講演論文集、3—2—2 (1969—10)。
 - 20) J. Ohala and H. Hirose : The Function of the Sternohyoid Muscle in Speech ; Annual Bulletin No. 4, Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, University of Tokyo, (1970)。

- 21) H. Hirose, Z. Shimada, and O. Fujimura : An Electromyographic Study of the Activity of the Laryngeal Muscles during Speech Utterances, Annual Bulletin No. 4, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo, (1970).
- 22) Z. Simada and H. Hirose : Physiological Correlates of Japanese Accent Patterns, Annual Bulletin No. 5, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo, (1971).
- 23) 藤村靖 : 発音の過程、音声言語医学、第12巻1号 (1971—4)。
- 24) 沢島政行 : 言語関連緒科学——音声生理学、国語年鑑昭和50年版、第一部展望 (1975—09)。
- 25) Z. Simada, H. Hirose, M. Sawashima, O. Fujimura : An EMG Study of Japanese Accent Patterns, Seventh International Congress on Acoustics, 21c14, Budapest, (1971).
- 26) M. Sawashima, Y. Kakita and S. Hiki : Activity of the Extrinsic Laryngeal Muscles in Relation to Japanese Word Accent, Annual Bulletin No. 7, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo, (1973).
- 27) 垣田有紀、比企静雄 : 単語アクセントの発声のための喉頭の制御——筋電図の解析と解剖的構造モデルによる検討、日本音響学会音声研究会資料 S73—50 (1974—03)。
- 28) 垣田有紀、比企静雄 : 東京方言の単語アクセントのための喉頭の制御、日本音響学会音声研究会資料 S75—59 (1976—03)。
- 29) Donna Erickson and Arthur S. Abramson : Electromyographic Study of the Tones of Thai, Haskins Laboratories Status Report on Speech Research, SR-31/32 (1972)。
- 30) M. Sugito, H. Hirose : An Electromyographic Study of The Kinki Accent, Annual Bulletin No. 12, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo (1978).