

モンゴルの歌唱法「ホーミー」の音響的特徴の解析

武田昌一 糸賀昌士

帝京技術科学大学 情報学部

一人の歌手が2声を同時に発声して歌っているように聞こえる「ホーミー」がどのようなスペクトルの特徴を持っているか検討した。まず、共振位置の違いにより分類された5種類のホーミーを対象に解析を行った結果、高音部に対応するスペクトルの急峻なピークが共通の特徴として見られた。次に、ホーミー歌唱法で日本語の [i], [u], [e], [o] の音を発声したデータを解析した結果、第1, 第2ホルマントがそのホーミーの音韻性を決定していることがわかった。更に、連続的に高音部の音高を変化させたデータについてスペクトルの特徴を調べた結果、スペクトルの調波構造に起因して、高音部の音高を滑らかに変化させることが困難であることもわかった。

ANALYSIS OF ACOUSTICAL FEATURES OF MONGOLIAN SINGING "KHŌŌMIJ"

Shoichi Takeda and Masashi Itoga

Faculty of Informatics

Teikyo University of Technology

2289-23 Uruido, Ichihara-shi, Chiba 290-01, Japan

This paper discusses spectral features of biphonic singing "Khōōmij". The analysis results for five types of Khōōmij show that acute peaks corresponding to the higher-pitch voice in the spectra are the common features. The analysis of Japanese vowels in Khōōmij singing then clarifies that phonemic properties are determined by the first and second formant frequencies. Finally, the analysis of the spectral features of Khōōmij in which the pitch of the higher-pitch voice is gradually varied shows that it is difficult to vary smoothly the pitch of the higher-pitch voice due to harmonic structures of spectra.

1 まえがき

モンゴル民族音楽の歌唱法「ホーミー」は、一人の歌手があたかも2声を同時に発声して歌っているように聞こえるという特徴を持っている^{(1),(2)}。ホーミーは、発声法の違いにより5種類に分類される。筆者らは、まずこれら5種類のホーミーを対象に、それぞれのホーミーの間でスペクトル的にどのような特徴の共通性あるいは差異があるかを調べることを目的として音響的解析を行った⁽³⁾。次に、ホーミー音の音韻性とはどのような特徴によって決定されるのか、ということ、および、高音部は任意の音階で発声可能か、ということについても検討した⁽⁴⁾。本稿では、これらの検討結果について報告する。

2 ホーミーについて

ホーミーの生成過程については、1983~1984年に村岡らが、別音源説、変調説、および共振説の3つの仮説を立てて、どの仮説が有力か音響分析的な検証研究を行った結果を発表している^{(1),(2)}。この研究より得られた結論は、次の共振説を支持するものであった。すなわち、「ホーミーは同時に2つの音が発せられる歌唱法ではなく、声帯波が低音のうなり声として聴取され、舌と上顎により形成される口腔内のQの大きい音響共振器によって強調された声帯波の高次倍音が高音部の第2の声として聴取されるものである。歌手はピッチのほとんど変動しない声帯波を持続的に発しつつ、舌と上顎との位置関係を変化せしめて音響共振器の共振周波数を調節してメロディーを歌っている。」というものであった。この研究以前に行われたホーミーの音響分析に関する研究においても同様に共振説を支持する結論が得られている^{(5),(6)}。最近になり、ホーミーがブームになり始めてきた。すなわち、ポップス等民族音楽以外のジャンルの音楽家が積極的にホーミーを取り入れるようになり、素人の間でも発声法を習得しようとするホーミー愛好家が増えつつある。モン

ゴルからのホーミー歌手も頻繁に来日し、CDの録音も活発に行われている^{(7),(8)}。このような状況下で、ホーミー音データの入手も容易になり、しかも多様なデータの入手が可能になっている。前述の研究^{(1),(2)}においては「腹ホーミー」と呼ばれる1種類のホーミーを対象としている。しかし今日では、ホーミーの種類は、①鼻のホーミー、②口と鼻のホーミー（ハリフラー）、③声門のホーミー（ボービル）、④胸のホーミー、⑤喉のホーミー、の5種類あるとされており、これらすべてのデータが伴奏なしの声のみで入手可能である⁽⁹⁾。またホーミーは男性しか発声出来ないと言われていたが、今日では女性のホーミー歌手も出現している。

3 スペクトル解析

ホーミーの特徴を調べるために3種類の解析実験を行った。

最初の実験では、上記5種類のホーミーを解析の対象とし、それぞれのホーミーの音響的特徴の共通性と差異について検討するとともに、村岡らの研究結果^{(1),(2)}と比較する。

二番目の実験では、日本人歌手が日本語母音で発声したホーミー音声データを用いて、ホーミーの音韻的特徴を調べる。

三番目の実験では、高音部の音高を連続的に変化させたホーミー音声データを用いて、そのスペクトルの時間変化の特徴を調べる。

分析条件は、サンプリング周波数を16kHz、分析窓長を30ms（Hamming窓）とした。

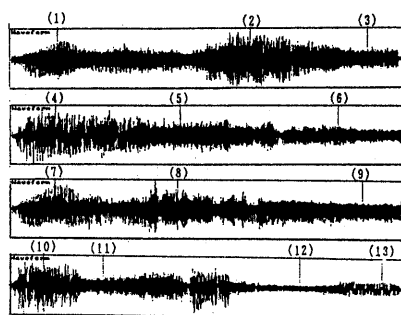


図1 ホーミー音声波形（図中の番号は観測点を表す）

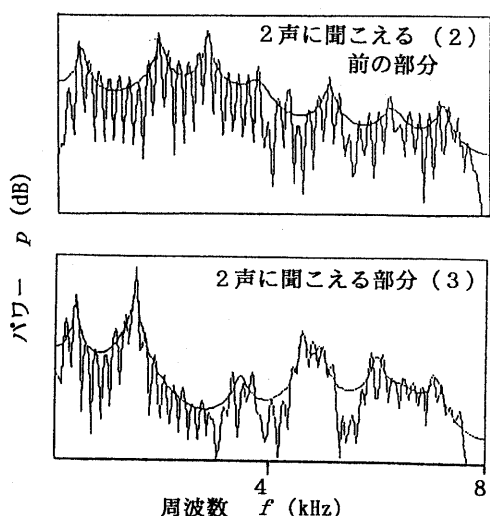


図2 口と鼻のホーミー波形のスペクトル
(括弧内の番号は観測点を表す)

3. 1 5種類のホーミーのスペクトルの特徴

音声試料は、CD(7)の冒頭に録音されているモンゴル人の男性歌手が発声した上記5種類のホーミーであるが、一呼吸での発声回数は4回である。それぞれのホーミーはこの4回発声の中に振り分けられており、前記①～⑤の順番に収録されている。すなわち、1回目の前半が鼻のホーミー①、後半が口と鼻のホーミー②、2回目が声門のホーミー③、3回目が胸のホーミー④、4回目が喉のホーミー、となっている。

このような分類の問題点として、5種類のホーミーの呼称は、歌手が共振させていると思っている部位の名称に由来しているが、実際にその部位で共振が起っているという保証は無い、ということが挙げられる。本研究では、上記4回発声において聴覚的に異なって聞こえる数箇所を選び、その音声スペクトルを観察することにより特徴を解析する。試料のホーミー波形と観測点を図1に示す。

(1) 共通の特徴

図2～図5にホーミー波形のスペクトルの例を示す。図より、2声に聞こえるところでは、高音部に対応する顕著なスペクトルのピークが見られる。すなわち、このピークは第2ホルマ

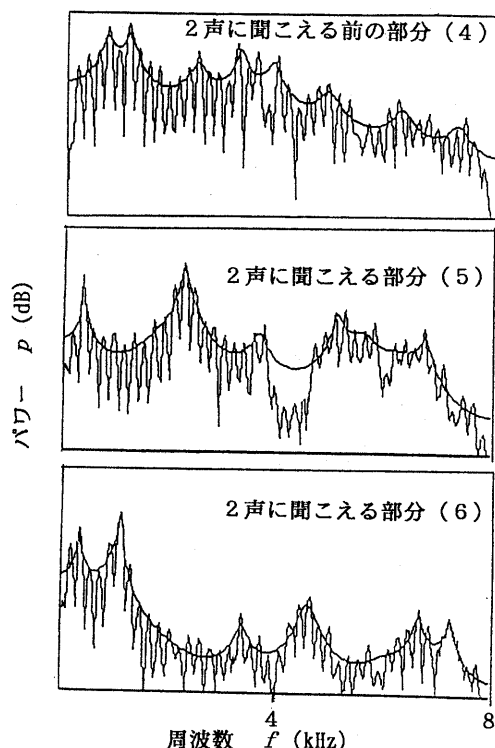


図3 声門のホーミー波形のスペクトル
(括弧内の番号は観測点を表す)

ントに対応しており、第2ホルマントのパワーが顕著に増大している、ということができる。これは5種類のすべてのホーミーにおいて、2声に聞こえるところに共通した結果である。また、ソナグラム(図6)より、低音部(基本周波数)がほぼ一定であるのに対し、高音部が変化してメロディーを歌っていることが確認できる。以上の結果は村岡らの解析結果^{12,13)}と一致している。

ただし聴覚的には、高音部の聞こえにとって第2ホルマントのパワーの増大以外に、ホルマント周波数の揺らぎ(変調)も重要であるという報告もある¹⁴⁾。このことの解析的解明は別の機会に譲りたい。

(2) 種類ごとの差異

表1は図1に示した各観測点におけるホーミー音の特徴をまとめたものである。なお表中には、参考までに、当該ホーミー音の聞こえを最も近いと思われる単音の発音記号で示してある。2回目の発声に属するホーミー音(観測点(5))

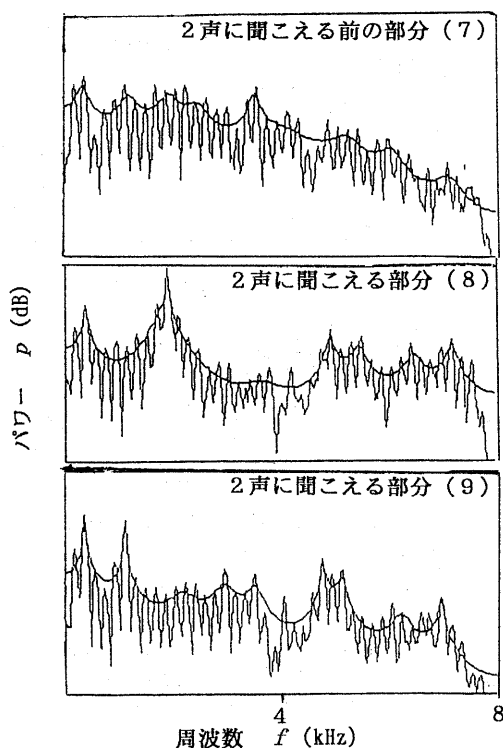


図4 胸のホーミー波形のスペクトル
(括弧内の番号は観測点を表す)

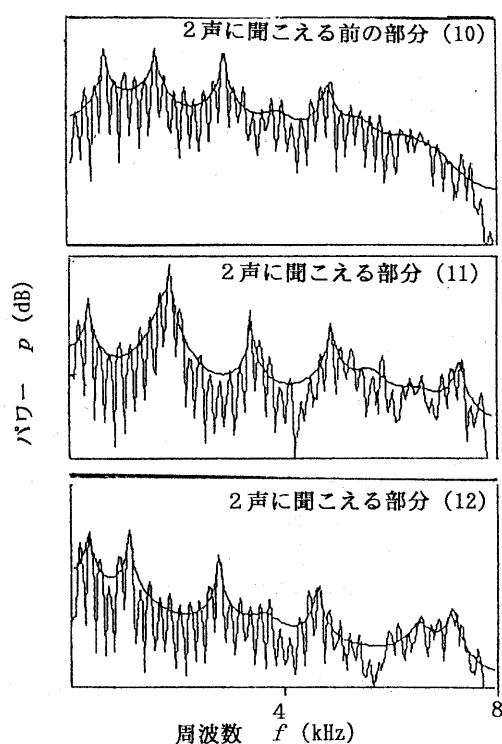


図5 喉のホーミーの波形のスペクトル
(括弧内の番号は観測点を表す)

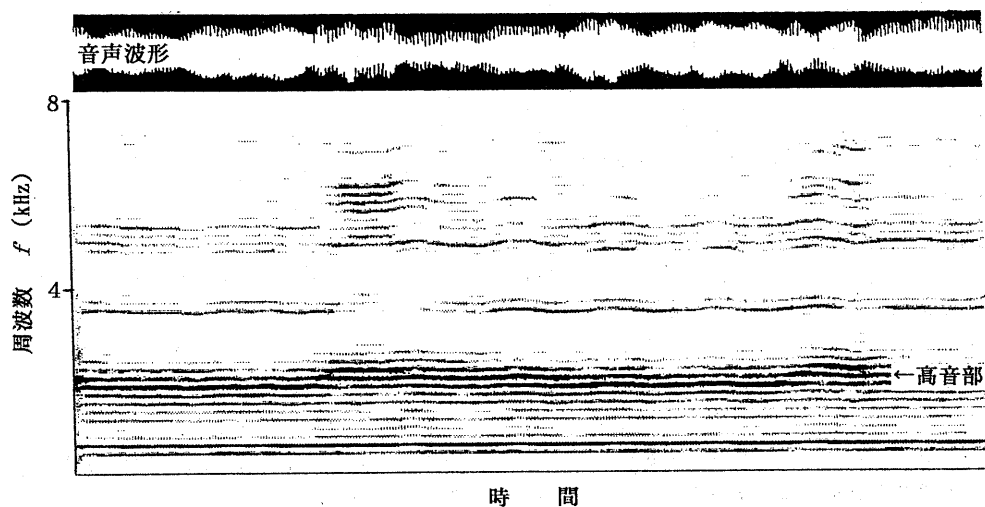


図6 ホーミー音声のソナグラム

のみに他のホーミー音との違いが見出せる。主な違いは、①高音部の共振周波数（すなわち高音部の声の周波数）は他の場合より600~800Hz

程度高い、②音の聞こえが[i]あるいは[u]と[o]の中間音（他の場合は[u]ないしは[y]）である。

図7は、各観測点のうち2声に聞こえる点に

表1 5種類のホーミー音の主な特徴
(括弧内の番号は観測点を表す)

発声	1回目		2回目	3回目	4回目
ホーミー名称	鼻	口と鼻	声門	胸	喉
2声に聞こえる前の部分	(1) [u] [ɤ]	(2) [ɯɯ]	(4) [ɪ] [e]	(7) [u] [ɤ]	(10) [e] [ɛ]
2声に聞こえる部分 (発音記号の下 の数字は高音部 の共振周波数 (kHz)の観測値の例)		(3) [y] 1. 4	(5) [i] 2. 2	(8) [y] 1. 6	(11) [y] 1. 8
			(6) [u]と[o] の中間 1. 1	(9) [u] 1. 1	(12) [u] 1. 0
					(13) [y] 1. 5

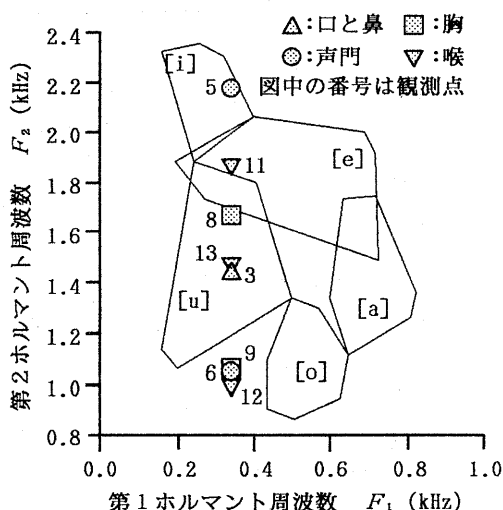


図7 各種ホーミー音の F_1 および F_2
(モンゴル人歌手発声)

における第1および第2ホルマント周波数の値を $F_1 - F_2$ 図上に示したものである。図より、高音部の共振周波数のみからはホーミーの種類の違いを決定づける明確な特徴の差異は見出せない。

3. 2 ホーミー音の音韻性

前節で述べたモンゴル人の歌手が発声したホ

ーミー音のうちには、聞こえが日本語の[i]あるいは[u]に近い音もあったが、スペクトルのどこが、日本語[i]や[u]と違うのか、更にこれら日本語の音韻のどこを変化させれば[i]や[u]の音韻を保持したホーミー音になるのか、等の問題が未解決であった。そこで今回は日本人のホーミー歌手が日本語母音[i], [u], [e], [o]を①通常の発声で→②ホーミー音で→③通常の発声で、の順に一呼吸で連続的に変化さ

せて発声した音声を収録し、解析した。収録の際、歌手にはできる限り通常の発声の音韻を変化させずにホーミー音へ変化させるように指示した。そのため、[a]におけるホーミーも試みたが、発声が困難で、収録から除外した。

解析結果を以下に示す。

(a) [i]における変化 図8に通常の発声の[i]のスペクトル(図8(1)および(3))と対応するホーミー音のスペクトル(図8(2))を示す。参考までに、図中にケプストラム法で求めたスペクトル包絡を表示してある。図より、[i]におけるホーミー音は、第2ホルマントのパワーを増大させることにより実現させていることがわかる。この場合、第3ホルマント以上でスペクトル構造に変化が見られる。

(b) [u]における変化(図9) [u]におけるホーミー音は、第2ホルマントのパワーを増大させるのみでなく、周波数を増大させることにより実現させている。この場合の第2ホルマント周波数は2.0kHzであり、[u]寄りの[i]の値となっている。この場合も[i]の場合と同様に、第3ホルマント以上でスペクトル構造に変化が見られる。実際の聞こえも[i]と[u]の中間に聞こえ、音韻性に変化が見られる。

(c) [e]における変化(図10) [e]におけ

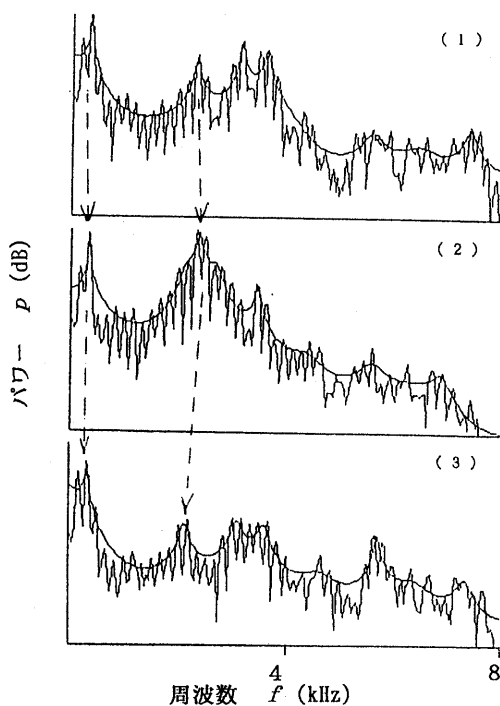


図8 [i]のスペクトル ((1)通常発声→
(2)ホーミー→(3)通常発声の順)

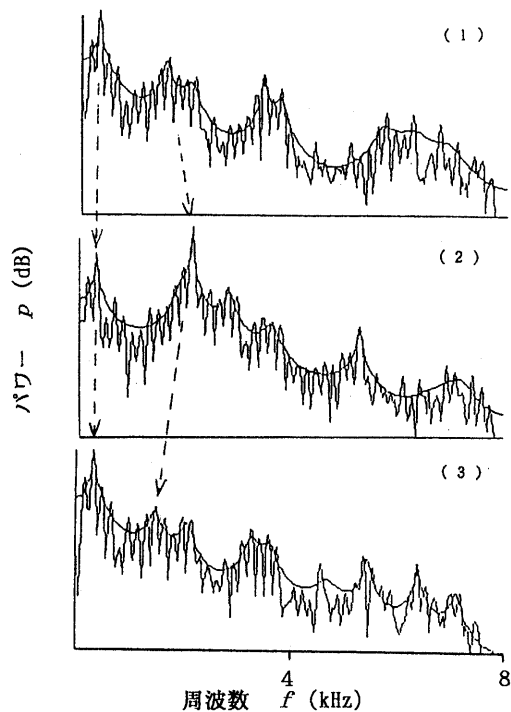


図9 [u]のスペクトル ((1)通常発声→
(2)ホーミー→(3)通常発声の順)

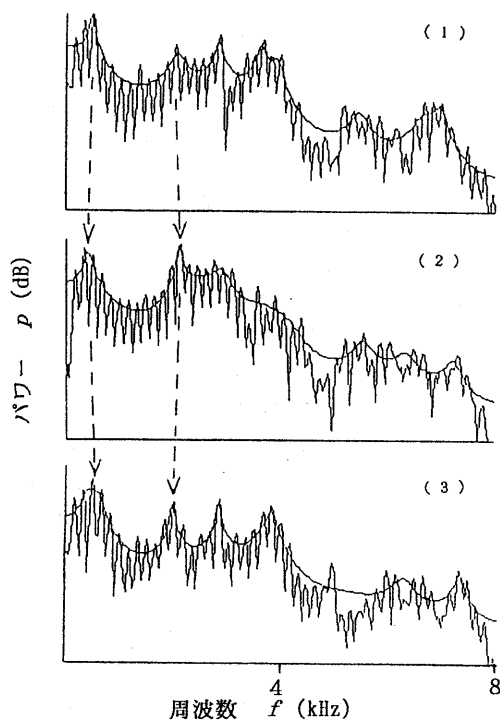


図10 [e]のスペクトル ((1)通常発声→
(2)ホーミー→(3)通常発声の順)

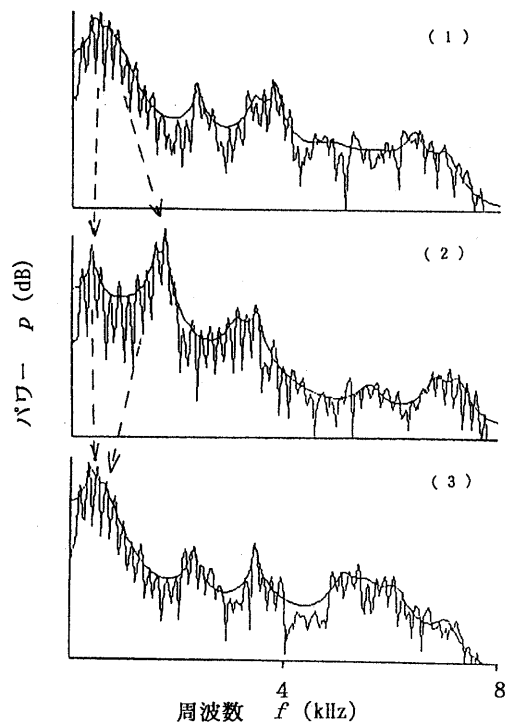


図11 [o]のスペクトル ((1)通常発声→
(2)ホーミー→(3)通常発声の順)

るホーミー音は、第2ホルマントのパワーを増大させるのみでなく、第2ホルマント周波数を増大させ、かつ第1ホルマントを周波数を減少することにより実現させている。すなわち、[i]に近いホルマントの組合せに変化している。

(d) [o]における変化(図11) [o]におけるホーミー音は、スペクトルの形状に最も大きい変化を伴って実現させている。すなわち、第1、第2ホルマント周波数の組合せが、[i]に近い[u]に変化しており、またそのように聞こえも変化している。

以上の結果を日本語母音 F_1 - F_2 図の上に描くと図12に示すようになる。図より、いずれの音韻の場合も、ホーミー音に変化する場合、程度の差こそあれ、[i]の方向に引きずられるような音韻の変化が伴うことがわかる。逆にホーミー音から連続的に通常の発声の音韻に戻る場合、スペクトルはほぼ元の音韻に復元する。

3.3 ホーミー音の音高の連続性

「ホーミーの高音部は任意の音階で発声可能か」という問題は、「高音部に対応する第2ホルマントの周波数を連続的に変化させることが出来るか」という問題に帰着する。もし高音部が声帯波の高次倍音が共振により増幅されて実現されるという「共振説」^{〔1〕,〔2〕}が正しいな

らば、基本周波数が一定値の場合、高次倍音は基本周波数の整数倍の離散的な値しか取り得ないので、高音部の周波数を連続的に変化させることは困難なはずである。そこで、前記の同じ日本人のホーミー歌手に、出来るだけ滑らかに高音部の声の高さを変化(上昇および下降)させてホーミー音を発声するように指示して得た音声を使用して、スペクトルの解析を行った。

図13は、音高上昇時において、約2秒間隔で順にスペクトルをとったものである。図より、第2ホルマントのピークが移動して音高を変化させていることがわかる。基本周波数はほぼ一定である。第2ホルマントは基本周波数の整数倍の範囲で変化しており、ソナグラム(例えば図6)の変化を観察すると基本周波数の整数倍でない部分は、発声せずに飛び越す形になっている。音高下降時にも同様のことが言える。この結果は、ホーミーの高音部では任意の音階で歌うことが困難であることを示すものであり、ホーミー歌手もその事実を指摘している。女性の場合、基本周波数が男性より高いため、スペクトルの調波構造が更に粗になり、一層音階のコントロールが困難で、これが女性が殆どホーミーを歌わない一つの理由であると考えられる。

3.4 特定音階における音韻の任意性

以上の実験の結果から、第2ホルマント周波数が変化すれば音韻も変化的ることより、一般に高音部でメロディーを歌う場合、任意の音韻で歌えるわけではなく、その音階特有の音韻で歌うという制約が加わることになる。実際のホーミーの歌唱においても音階により音韻が変化しており、発声者は音階によってそれを使いわけていると思われる。

4 おすび

5種類のホーミーを含む音声波形を解析した。2声の部分では高音部に対応するスペクトルの急峻なピークが共通して見られた。また、ホーミーの種類によるスペクトルおよび聞こえの差

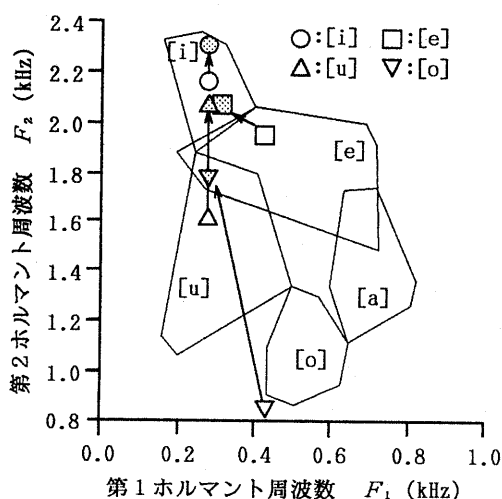


図12 通常発声→ホーミー発声変化時のホルマント遷移(塗りつぶしはホーミー)

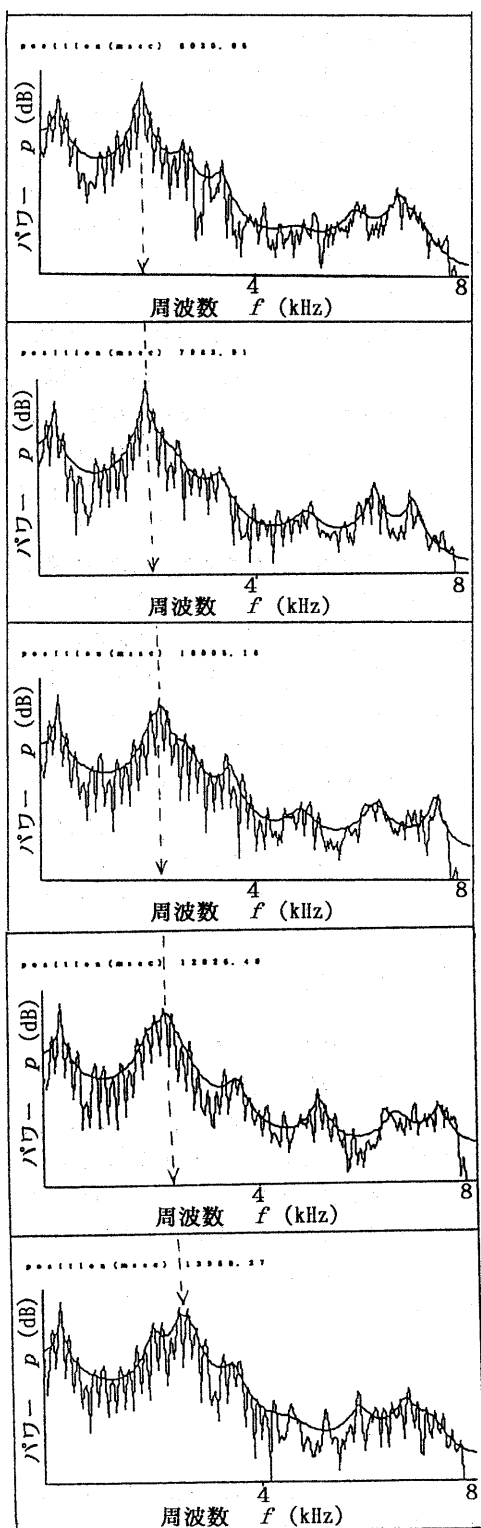


図1-3 上昇音高ホーミー音声の
第2ホルマント周波数の変化

異は、一部のデータに見られた。

次にホーミー音の音韻性および高音部音階の任意性をスペクトルの解析により調べた。その結果、高音部は第2ホルマントの共振により実現されるという事実により音韻性に制約があること、およびスペクトルの調波構造に起因してとりうる音階にも制約があること、がわかった。今後は女性のホーミー音の解析も手掛けたい。

謝 辞 研究を遂行するにあたりご指導ご援助頂いた帝京技科大中村勲教授、ホーミー音を発声して下さった同大長沼大介助手、ホーミーに関する情報を提供して頂いたホーミー歌手ゲンデンビリーン・ヤブガーン氏、民族音楽プロデューサー星川京児氏、キングレコード(株)徳田克信氏、(株)ブランクトン川島恵子社長、同落合裕子氏に心から謝意を表する。また実験に協力してくれた研究室学生佐藤雄樹君、上田康夫君に深謝する。

文献およびデータ

- (1) 村岡輝雄, 我妻幾久寿, 堀内正人, “モンゴル歌唱「ホーミー」の音響分析,” 音講論集 2-3-9, pp.385-386 (1983年10月).
- (2) 村岡輝雄, 我妻幾久寿, 土金由幸, 堀内正人, “モンゴル歌唱「ホーミー」とその特徴について,” 音楽音響研資 MA84-1, pp.1-6 (1984年).
- (3) 武田昌一, 糸賀昌士, 佐藤雄樹, 上田康夫, “モンゴルの歌唱法「ホーミー」の音響的特徴の解析,” 音講論集 2-7-15, pp.605-606 (1992年10月).
- (4) 武田昌一, 糸賀昌士, “モンゴルの歌唱法「ホーミー」の音韻および音高の違いによるスペクトルの差異について,” 音講論集 2-3-3, pp.499-500 (1993年3月).
- (5) G. Sumi, “An acoustical consideration of Xöömij,” Musical Voices of Asia, pp. 135-141.
- (6) Tran Quang Hai and D. Guillo, “Original research and acoustical analysis in connection with the Xöömij style of biphonic singing,” Musical Voices of Asia, pp.162-173.
- (7) CD: “超絶のホーミー～モンゴルの歌,” キング KICC 5133.
- (8) CD: “モンゴルの響き(I) ホーミーとオルティンドー,” ビクター VICG-5211.
- (9) 杉村信彦, 山田真司, 中山一郎, “モンゴルの伝統的歌唱法「ホーミー」にみる同時的分凝,” 音講論集 3-7-2, pp.355-356 (1993年3月).