

咬み合わせ治療による発声改善における歌声の変化の分析

大塚 拓弥[†] 岩井 修平[†] 中西 啓太[†] 安藤 正遵[‡] 千崎 一義[‡] 大川 茂樹[†]

[†]千葉工業大学 工学部 未来ロボティクス学科 [‡]安藤歯科クリニック

1 はじめに

人間は、肺から放出された空気を喉頭で音に変化させ、咽頭、口腔内で声の特徴となる響きを付加している。口腔内で行われる調音において、歯は非常に大きな影響を与える。歯の不正咬合は咀嚼機能障害や摂食機能障害などの障害を引き起こすことが知られている。歯学界では、歯の並びが首や肩のこりなどの不定愁訴を引き起こす要因となることが知られている。また、咬み合わせ治療を行うことにより、不定愁訴の改善に加え、発声に変化することが指摘されている。我々はこれまで、なぜ咬み合わせ治療が発声に変化を与えるかについて検証を行ってきた [1]。

著者の1人である安藤は、1989年から咬み合わせ治療を行っており、なぜ咬み合わせ不正が首や肩のこりなどの不定愁訴と呼ばれる症状を引き起こすのかについて検証してきた。その過程で、声を職業とする患者から発声が明瞭になるという評価を繰り返し受けたことを機に、他の著者と共同で咬み合わせ治療と音声の関係についての研究を開始した。

これまで、話声において周波数フォルマントの分析などを行い、咬み合わせ治療が明瞭度に変化をもたらすことを確認した [2]。また、話声に比べ音の響きをより重視する歌声に着目した分析も行われ、高音域の倍音構造の増加がみられることを確認している [3]。しかし、歌声は話声に比べ口腔内の形を強く意識するため、咬み合わせ治療により口腔内の環境が変化し、響きや表現に多くの違いが生じると考えられる。本稿では、歌の表現する部分に着目し、子音を発声している長さや歌唱フォルマントについて比較を行い、治療による効果の検証をする。

2 咬み合わせ治療による発声改善

声帯で作られた音は喉頭や口腔、鼻腔を通して声へと変化する。特に、口腔は軟組織である舌や頬粘膜と、硬組織である歯が共存している体内の中でも珍しい部分である。硬組織である歯が尖っていると、軟組織である舌や頬粘膜は自衛行為としてその部分を無意識に避ける。従って、舌根に緊張が発生して舌の運動領域を狭めたり、頬粘膜が歯との接触を避けるために口の

開け幅を狭めたりする。その結果、顎関節症や首、肩のこりなどを引き起こすと共に、発声にも影響を与えると考えられる。また、口内をリラックスさせ、喉の奥を開くことが理想と言われている歌声に対しては、これらの現象は非常に大きな障害になり、響きや表現へ影響を引き起こす。

本研究での咬み合わせ治療は、歯の表面を調整し、口の中での舌の運動領域を広げるために、歯の表面を薄く研磨する0.1mm程度の調整を行うものである。治療の流れとしては、治療前に口腔内写真の測定や音声録音を行った上で、斜めになった歯の調整や側面が鋭い歯を僅かに削るなどの作業を行う。そして、再度治療後に口腔内写真の測定や音声録音を行う。これら治療前の測定から治療後の測定までは3時間ほどかけて1日で行われている。なお、被験者の人体利用に関しては、ヘルシンキ宣言（2008年）を遵守している。

本研究では治療前と治療後に録音した音声データのうち、歌声を録音したものについて比較分析を行う。歌声の音声データについてはボイストレーニングを受けている男声3名、女声6名の計9名であり、いずれも自身の発声に何らかの不安を抱えていた。使用楽曲は「The Beatles」の「Yesterday」の一部分で、全データの録音時間は40秒から70秒となっている。

音声の録音には、Focusrite社プリアンプ VoiceMaster Pro と Apple社 MacBook Intel Core 2 Duo, Digidesign社 ProTools を使用し、サンプリング周波数は16kHz、量子化は16bitで行った。また、録音時はヘッドセットマイクロフォンを口から3~5cmの位置に設置し、治療前後で差が出ないようにしている。

3 分析と結果

前述の通り、咬み合わせ治療により話声で明瞭度の違いが生じることがわかっている。本稿では治療前後の歌声の変化に着目し、歌声特有の特徴量として、子音を発声している長さや歌唱フォルマントについて分析を行う。

3.1 音素継続時間の比較

ある音素から次の音素に完全に移行するまでの時間を音素継続時間とし、各データについて音素継続時間を求め、治療前後で比較を行う。この時、治療前後で音素の区切り方が変わらないように注意を払いながら手作業で音素継続時間を求めた。

A study on change of singing voice by dental treatment
OTSUKA Takuya[†], IWAI Shuhei[†], NAKANISHI Keita[†],
ANDO Masayuki[‡], SENZAKI Kazuyoshi[‡], OKAWA Shigeki[†]
[†]Dept. Advanced Robotics, Chiba Institute of Technology
[‡]Ando Dental Clinic

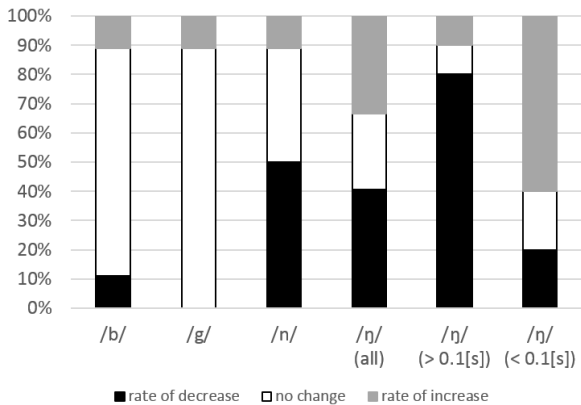


図 1: 治療前後での音素継続時間の変化

分析結果のうち、一部の音素の継続時間を治療前後で比較した結果を図1に示す。/b/や/g/などの破裂音の継続時間には変化がみられなかったのに対し、/n/や/ŋ/の鼻腔音の継続時間には減少傾向がみられた。特に、/ŋ/は治療前の継続時間が0.1秒以上の長い箇所は減少傾向となり、0.1秒以下の短い箇所は増加傾向となった。これらの鼻腔音の音素は、響きの位置を口腔から鼻腔に移動し、口腔へ戻す必要がある。従って、咬み合わせ治療により舌根の緊張がほぐれ、響きの位置の移動が行いやすくなったことが考えられる。また、/s/の継続時間は治療前に比べ標準偏差の値に減少傾向がみられた。これは咬み合わせ治療により舌全体の緊張がほぐれ、舌尖の遷移が行いやすくなり、/s/の発声時の口腔内の形が統一化され、継続時間のばらつきが抑えられたと考えられる。

3.2 歌唱フォルマントの比較

「yesterday」という単語は今回録音したデータのうち序盤と中盤、終盤の計3箇所にある。和歌山大学の河原らが開発したTANDEM-STRAIGHTにより、5msごとに基本周波数とSTRAIGHTスペクトルを求めた。3箇所の「yesterday」のうち/eɪ/の部分について、治療前後で基本周波数などの条件がなるべく等しくなる点のSTRAIGHTスペクトルと、継続時間全体の長時間スペクトルについて比較を行う。

図2に男声の治療前後の短時間のSTRAIGHTスペクトルと長時間スペクトルの包絡線の例を示す。男声において長時間のスペクトル包絡および短時間のSTRAIGHTスペクトル共に、半分以上に3kHz付近のピークがより大きくなる傾向がみられた。歌唱フォルマントは口腔から喉頭にかけての空間を大きく確保することにより生じると考えられているため、治療により喉の奥をより大きく開けることができるように

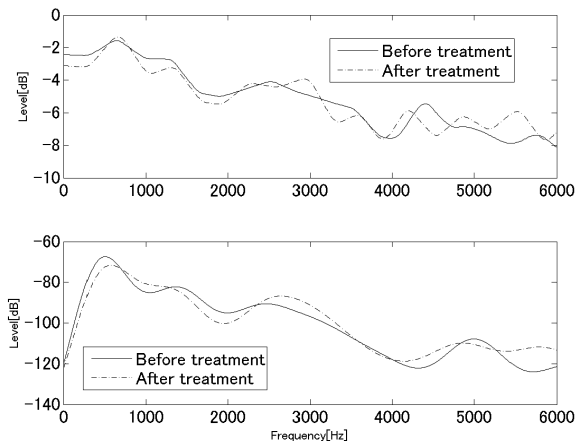


図 2: スペクトル例 (上:短時間, 下:長時間)

なったことが考えられる。女声においては、4kHz付近のピークに上昇がみられたものが存在したが、多くのデータには大きな違いは生じなかった。

4 まとめ

本稿では、咬み合わせ治療が歌声にどのような影響を与えるかについて検証を行った。その結果、鼻腔音の継続時間が減少傾向にあること、摩擦音の継続時間が安定したことが確認され、子音の発音が行いやすくなった可能性がみられた。また、響きの指標として使われることの多い歌唱フォルマントにも着目し分析を行ったところ、3kHz付近のピークに増加傾向がみられ、響きに変化を与えることが確認できた。これらは咬み合わせ治療により、口腔内の筋肉の使い方や、舌の動き、口の開けやすさが変化したことにより生じた事象であると考えられる。今後、他の要素による分析を進めると共に、歌声と話声の両音声での比較などについても分析を行う予定である。

参考文献

- [1] 安藤正遵他, “咬み合わせ治療による発声改善,” 信学技報, SP2009-65, pp.19-24, (2009)
- [2] 行川史将他, “咬み合わせ治療による発声改善における音声の静的・動的特徴量の分析,” 音講論秋, pp.427-428, (2011)
- [3] 安藤正遵他, “咬み合わせ治療による発声改善～そのメカニズムと歌声への応用～,” 音講論秋, pp.425-426, (2011)