原 著

カラオケ歌唱による声質変化と水分摂取の関係

足立 千浪¹⁾ 吐師 道子²⁾ 城本 修²⁾ 土師 知行²⁾

要 約: カラオケ歌唱による声質変化の有無, 声質変化と水分摂取の関係を解明するため 1) 16 曲のカラオケ歌唱はその後の音声の jitter・shimmer・harmonic-to-noise ratio (HNR) に変化をもたらすか, 2) カラオケ歌唱中の水分摂取の有無はカラオケ後の音声の jitter・shimmer・HNR の変化程度に差をもたらすかを検討した. その結果, 16 曲のカラオケ歌唱はその後の低い声としやすい声の高さの発声に影響を及ぼすことが示された. しかし VE による喉頭所見では炎症や血腫等の著明な変化は見られず, カラオケ後の音響特徴の変化が血腫等に起因するものではない可能性が示唆された. また, 声の高さやパラメータを通じた水分摂取の効果は見られなかったが, 高い声での発声が水分摂取の有無に敏感である可能性が示唆された.

索引用語: 音声疲労, カラオケ, 水分摂取, 音響分析

Voice Quality Changes after Karaoke and Effects of Hydration

Chinami Adachi¹⁾, Michiko Hashi²⁾, Osamu Shiromoto²⁾ and Tomoyuki Haji²⁾

Abstract: The present study investigated 1) whether singing sixteen songs in karaoke results in changes in videoendoscopic observation or in jitter, shimmer and/or harmonic-to-noise ratio (HNR) in speech, and 2) whether water intake during karaoke has effects on the above changes. The results indicated that karaoke singing had an effect on jitter, shimmer and HNR in the vowel /a/ when produced in a low and comfortable pitch. No signs of inflammation or edema were found in the videoendoscopic observations. There was no consistent effect of water intake across all pitch conditions and voice perturbation measures; however, jitter and HNR showed effects of water intake in the high pitch condition, suggesting that high-pitched voices may be sensitive to the presence or absence of water intake during singing.

Key words: vocal fatigue, karaoke, hydration, stroboscopy

医療法人桂山会鶴飼リハビリテーション病院¹⁾: 〒453-0811 愛知県名古屋市中村区太閤通 4-1

県立広島大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科²⁾: 〒723-0053 広島県三原市学園町 1-1

¹⁾Ukai Rehabilitation Hospital: 4-1, Taiko-tori, Nakamura-ku, Nagoya, Aichi 453-0811, Japan

²⁾Department of Communication Sciences and Disorders, Prefectural University of Hiroshima: 1-1 Gakuen-cho, Mihara, Hiroshima 723-0053, Japan

2013 年 12 月 16 日受稿 2014 年 2 月 12 日受理

はじめに

カラオケの普及に伴い、カラオケポリープなど無理な歌唱による声帯の問題が報告され¹⁾カラオケ歌唱が声質変化を起こす可能性が示唆されている。カラオケ後の音声の音響特徴の変化について、石岡²⁾は15曲のカラオケ歌唱は声の聴覚的印象および shimmer, NHR に影響を及ぼすと報告している。しかし Yiu³⁾は約 100 分の歌唱では母音の jitter および shimmer に変化は見られないとしており、先行研究間で一致する結果は得られていない。

一方、声の衛生指導では、声帯保湿は PTP (Phonation Threshold Pressure) に影響するとされ、声帯保護のため発声時の水分摂取が推奨されている⁴⁾。Yiu³⁾は水分摂取によってより長く歌唱が可能であるとしている。しかし声質変化に伴う音響特徴の変化に対する水分摂取の影響は検討されておらず、カラオケ歌唱による音声疲労に対する水分摂取の影響は十分に解明されていない。

本研究では声質変化の音響的関連量である jitter (F0 ゆらぎ)・shimmer (振幅ゆらぎ)・HNR (調波対雑音比)に着目し、カラオケ歌唱のこれらの音響的特徴への影響と、これに対する水分摂取の影響を検討した。本研究の目的は 1) 16 曲のカラオケ歌唱はその後の音声の jitter・shimmer・HNR に変化をもたらすか、2) カラオケ歌唱中の水分摂取の有無は音声の jitter・shimmer・HNR の変化程度に差をもたらすか、の検討である。

方 法

1. 被験者

声楽の素養がなく、音声障害・声帯疾患のない、健康状態良好な女性大学生 8 名 (平均年齢 22 歳) とし、文書にて同意を得た。

2. 実験に使用した曲

2005 年以降のカラオケランキング^{5,6)}上位曲中、事前アンケートにて被験者全員が歌えるとした曲のなかから、「さくらんぼ/大塚愛」「ハナミズキ/一青窈」「タッチ/岩崎良美」「粉雪/レミオロメン」「気まぐれロマンティック/いきものがかり」「ムーンライト伝説/DALI」「アゲハ蝶/ボルノグラフィティ」「Best Friend/Kiroro」の 8 曲 (スローテンポ 4 曲, アップテンポ 4 曲) を選択した。

3. 実験環境

カラオケ歌唱実験は、広島県三原市内のカラオケ

ボックスにて行った。カラオケボックスは実験中、室温 25~30℃, 湿度 40% 以上に保たれた。カラオケの音量は、被験者をカラオケボックス内の定位置に座らせた状態で、実験に使用する「さくらんぼ/大塚愛」の最初の 1 フレーズの音量が被験者の右耳の位置で 72~76 dBA (fast 特性) になるように統一した。

4. 手続き

カラオケ歌唱実験に先立ち、被験者は温度 25~30℃, 湿度 40% 以上に保った部屋で 30 分間待機した。待機中は水分摂取・必要最低限度以上の声の使用を禁止した。待機後カラオケボックスに移動し、8 曲を 2 回、合計 16 曲を歌唱させた。

5. 録音

音声の録音はカラオケボックスにて、カラオケ開始直前、8 曲歌唱終了後、16 曲歌唱終了後の計 3 回行われた。カラオケルームの NC レベルは NC-35 (静かな部屋レベル) であった。

録音は単一指向性コンデンサーマイク (Blue Microphones Snowball) をノート PC に接続し、サンプリング周波数 44,100 Hz, 量子化ビット数 16 ビットで行った。口唇とマイクの距離は 6 cm とし、/a:/ 発声の際、マイクの位置で 80 dBA 程度の強さで発声させ、声質特徴計測の信頼性妥当性が保障される SN 比 30 dB を確保した⁷⁾。

6. 発話材料および発話課題

文章の音読、最も低い声 (Low) での /a:/ 発声 (3 秒程度) × 10 回、出しやすい声の高さ (Comf.) での /a:/ 発声 (3 秒程度) × 10 回、地声の範囲内の最も高い声 (High) での /a:/ 発声 (3 秒程度) × 10 回、最長母音発声 (出しやすい声の高さで、なるべく長い間 /a:/ と発声する) の 5 項目について録音を行った。Low, Comf., High 条件の録音順は録音 1 回目, 2 回目, 3 回目でカウンターバランスした。また、2 回目以降の Low, Comf., High 条件の録音では 1 回目の各条件の録音音声を聴かせ、同程度の高さで発声するように指示した。本研究では Low, Comf., High 条件での /a:/ 発声データを分析対象とした。

7. 歌唱条件

歌唱条件は水分摂取、水分非摂取、コントロールの 3 条件とし、カラオケ歌唱は水分摂取、水分非摂取の 2 条件で行った。水分摂取条件では、水 100 cc を 4 曲終了後、2 回目の録音終了後、12 曲終了後の計 3 回摂取させ、水分非摂取条件では 16 曲歌唱中水分を摂取させなかった。コントロール条件ではカラオケ歌唱をせず、音声の録音のみを行った。コントロール条件の

録音はカラオケ歌唱実験とほぼ同じ時間帯に45分間隔で3回実施した。被験者は1回目の録音開始30分前から録音終了まで温度25～30℃、湿度40%以上の室内で過ごし、録音開始30分前から3回目の録音終了まで水分摂取を禁止した。

各被験者は、2011年8月27日～9月30日の間、1日1条件計3日間実験に参加した。水分摂取条件、水分非摂取条件間ではカウンターバランスをとり、被験者の半数は水分摂取条件、水分非摂取条件の順に、半数は水分非摂取条件、水分摂取条件の順に実験を行った。また、水分摂取条件、水分非摂取条件の実験は最低7日の間隔を空けて行った。

8. videoendoscopy (VE)

被験者8名のなかから無作為に選択した4名について、カラオケ歌唱前(30分の待機終了後)、およびカラオケ歌唱終了後の2回、VEによる喉頭観察、記録を行った。観察および記録にはオリンパスメディカルシステムズ社(株)VISERA耳鼻咽喉ビデオスコープOLYMPUS ENF TYPE V2を使用した。また、永島医科器械(株)ストロボスコープLS-3Aを使用し、ストロボスコープによる声帯振動の観察も行った。

9. 音響分析

音響分析ソフトウェアPraat⁸⁾を用い、/a:/発声についてF0, jitter, shimmer, HNRを計測した。F0計測結果は狭帯域スペクトログラムによって確認し、計測値が一致しない部分は分析から除外した。

10. 統計処理

jitter, shimmer, HNRの3つの音響パラメータとLow, Comf., High条件の3条件による計9の組み合わせについてそれぞれ、歌唱条件、録音回数、被験者を要因とする3要因の分散分析を行った。jitter, shimmerについては、逆sin変換した値を分析に使用した。なお、jitter, shimmer, HNRという3つ音響パラメータとLow, Comf., Highという3つの声の高さによる計9の組み合わせは以降、表1のように表記する。

表1 音響パラメータと声の高さ条件の組み合わせの表記

パラメータ	声の高さ 条件		
	Low	Comf.	High
jitter	Low-jitter	Comf-jitter	High-jitter
shimmer	Low-shimmer	Comf-shimmer	High-shimmer
HNR	Low-HNR	Comf-HNR	High-HNR

結 果

1. カラオケ歌唱の声質への影響

以下の基準のいずれかを満たした場合、カラオケ歌唱の声質への影響が認められると判断した。

1) 歌唱条件、録音回数、被験者を要因とする3要因の分散分析において歌唱条件の主効果が有意であり、下位検定(Scheffe)でjitter, shimmerでは水分摂取条件または水分非摂取条件のいずれかがコントロール条件より高くなった場合、HNRでは水分摂取条件または水分非摂取条件のいずれかがコントロール条件より低くなった場合。

2) 条件の主効果は有意ではないが、回数と条件の交互作用が有意であり、コントロール条件では1～3回目の結果に明らかな変化がなく、水分摂取条件または水分摂取条件では録音回数の増加に伴い、jitter, shimmerでは上昇傾向、HNRでは下降傾向が見られた場合。

3 音響パラメータ×3つの声の高さ条件の計9の組み合わせのうち、基準1)を満たした組み合わせはLow-jitter, Low-shimmer, Low-HNR, Comf-shimmer, High-HNRであり、基準2)を満たした組み合わせはこれらに加えComf-jitter, Comf-HNRであった。Low-jitter, Low-shimmer, Low-HNRの結果を図1～3に示す。

Low-jitter(図1)はすべての主効果、すべての要因間の交互作用が有意であった($p < 0.05$)。コントロー

図1 Low-jitter: 歌唱条件および録音回数別 jitter (%) 平均値。縦軸は %jitter, 横軸は歌唱条件と録音回数を表す。歌唱条件は左からコントロール条件, 水分非摂取条件, 水分摂取条件を表し, 録音回数は①は録音1回目, ②は2回目, ③は3回目を表す。※は下位検定(Scheffe)にて条件間で有意差が見られた比較を示す($p < 0.05$)。

図2 Low-shimmer：歌唱条件および録音回数別 shimmer (%) 平均値。縦軸は %shimmer, 横軸は歌唱条件と録音回数を表す。歌唱条件は左からコントロール条件, 水分非摂取条件, 水分摂取条件を表し, 録音回数は①は録音1回目, ②は2回目, ③は3回目を表す。※は下位検定 (Scheffe) にて条件間で有意差が見られた比較を示す ($p < 0.05$)。

図3 Low-HNR：歌唱条件および録音回数別 HNR (dB) 平均値。縦軸は dB HNR, 横軸は歌唱条件と録音回数を表す。歌唱条件は左からコントロール条件, 水分非摂取条件, 水分摂取条件を表し, 録音回数は①は録音1回目, ②は2回目, ③は3回目を表す。※は下位検定 (Scheffe) にて条件間で有意差が見られた比較を示す ($p < 0.05$)。

ル条件より水分非摂取条件で jitter が高く, 歌唱を行った条件での声質の悪化を認めた ($p < 0.05$)。また歌唱条件と録音回数の交互作用が有意であり ($p < 0.05$)、コントロール条件では録音回数によって jitter に明らかな変化はないが, 水分摂取条件と水分非摂取条件では録音回数の増加に伴い上昇傾向が見られた。

Low-shimmer (図2) はすべての主効果, すべての要因間の交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。コントロール条件より水分非摂取条件, 水分摂取条件で shimmer が高く, 歌唱を行った条件での声質の悪化を認めた ($p < 0.05$)。また, 歌唱条件と録音回数の交互作用が有意であり ($p < 0.05$)、コントロール条件では録音回数によって shimmer に明らかな変化はないが, 水分摂取条件と水分非摂取条件では録音回数の増加に伴い上昇傾向が見られた。

Low-HNR (図3) はすべての主効果, すべての要因間の交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。コントロール条件より水分非摂取条件, 水分摂取条件で HNR が低く, 歌唱を行った条件での声質の悪化を認めた ($p < 0.05$)。また歌唱条件と録音回数の交互作用が有意であり ($p < 0.05$)、コントロール条件では録音回数によって HNR に明らかな変化はないが, 水分摂取条件と水分非摂取条件では録音回数の増加に伴い下降傾向が見られた。

Comf-shimmer, High-HNR もすべての主効果, すべての要因間の交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。

Comf-shimmer ではコントロール条件より水分非摂取条件, 水分摂取条件で shimmer が高く, High-HNR ではコントロール条件より水分非摂取条件で HNR が低く, 歌唱を行った条件での声質の悪化を認めた ($p < 0.05$)。

Comf-jitter, Comf-HNR は録音回数, 被験者の主効果, すべての要因間の交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。Comf-jitter では歌唱条件と録音回数の交互作用が有意であり ($p < 0.05$)、コントロール条件では録音回数により明らかな変化はないが, 水分非摂取条件で録音回数の増加に伴い jitter の上昇傾向が見られた。Comf-HNR においても歌唱条件と録音回数の交互作用が有意であり ($p < 0.05$)、コントロール条件では録音回数によって HNR に明らかな変化はないが, 水分摂取条件と水分非摂取条件では録音回数の増加に伴い下降傾向が見られた。

歌唱の影響についての結果を表2に示す。低い声としやすい声の高さの発声では, jitter, shimmer, HNR のすべてで歌唱の影響が認められた。

2. 水分摂取の効果

歌唱条件, 録音回数, 被験者を要因とする3要因の分散分析において歌唱条件の主効果が有意であり, 下位検定 (Scheffe) で jitter, shimmer では, 水分摂取条件が水分非摂取条件より高く, HNR では水分摂取条件より水分非摂取条件が低くなった場合, 水分摂取の効果ありと判断した。

図4 High-HNR：歌唱条件および録音回数別 HNR (dB) 平均値。縦軸は dB HNR, 横軸は歌唱条件と録音回数を表す。歌唱条件は左からコントロール条件, 水分非摂取条件, 水分摂取条件を表し, 録音回数は①は録音1回目, ②は2回目, ③は3回目を表す。※は下位検定 (Scheffe) にて条件間で有意差が見られた比較を示す ($p < 0.05$)。

3 音響パラメータ×3つの声の高さ条件の計9の組み合わせのうち, 上記基準を満たした組み合わせは High-jitter, High-HNR であった。

High-HNR (図4) はすべての主効果, すべての要因間の交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。水分摂取条件より水分非摂取条件で HNR が低く, 水分摂取による声質悪化の軽減を認めた ($p < 0.05$)。High-jitter ではすべての主効果, すべての要因間の交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。水分摂取条件より水分非摂取条件で jitter が高く, 水分摂取による声質悪化の軽減を認めた ($p < 0.05$)。

パラメータと声の高さ条件を通しての水分摂取の効果は見られなかったが, 高い声での発声では jitter, HNR に効果が認められた。なお High-shimmer では歌唱の影響も水分摂取の効果も認められなかった。

3. 個人差

被験者の主効果は3音響パラメータ×3声の高さ条件の計9の組み合わせすべてにおいて有意となり ($p < 0.05$)。歌唱条件および録音回数の各音響パラメータへの影響には個人差が認められた。

4. VE

4名の VE による喉頭所見にはカラオケ歌唱前, カラオケ歌唱後ともに, また水分摂取条件, 水分非摂取条件いずれの条件においても, 声帯の発赤, 腫脹, 血腫などの異常は認められず, ストロボスコープによる観察でも, はっきりとした声帯振動の変化は見られな

表2 歌唱の影響があった組み合わせ

パラメータ	声の高さ条件		
	Low	Comf.	High
jitter	主効果 交互作用	交互作用	なし
shimmer	主効果 交互作用	主効果	なし
HNR	主効果 交互作用	交互作用	主効果

かった。

考 察

音響パラメータと声の高さ条件の9の組み合わせのうち, 7でカラオケ歌唱後に音響特徴の悪化が見られ, 16曲のカラオケ歌唱はその後の音声の jitter・shimmer・HNR に変化をもたらすことが判明した。石岡²⁾ は, 15曲のカラオケ歌唱がその後の声の聴覚的印象および, shimmer や NHR といった音響特徴に影響を及ぼすと報告したが, 本研究の結果はこれを支持するものとなり, jitter, shimmer, HNR などに現れる声質の変化がカラオケという広く行われている娯楽で発生することが明らかとなった。特に低い声での発声ではすべてのパラメータで主効果および交互作用が有意, 出しやすい声ではすべてのパラメータで主効果または交互作用が有意であり, カラオケによる声質変化は特に低い声と出しやすい声の高さで出現することが明らかになった。

半数の被験者に実施した VE による喉頭所見では, 歌唱後には発赤, 腫脹, 血腫の出現などの明らかな変化は見られず, 声帯振動についても特に変化が見られなかったことから, 通常の耳鼻咽喉科診察で声帯に明らかな異常を認めなくても, カラオケ後の音声の音響特徴の変化が起こりうることを示された。また本研究の結果は西尾⁹⁾ が報告した成人女性の jitter%, shimmer% と比較して低く, 本研究で観察された変化は正常範囲内の変化であると考えられる。しかし本研究の2カラオケ歌唱条件は1週間の間隔において実施されており, 実施時間も45分程度であり, 本研究の結果から長時間かつ高頻度のカラオケ歌唱を繰り返した場合の変化の予測は困難である。頻繁に長時間のカラオケ歌唱を行った場合, また, 歌唱にアルコール摂取が伴う場合などでは健常範囲を超える変化が出る可能性は捨てきれず, カラオケヘビーユーザーにおける声質変化は今後も追跡されるべきであろう。

カラオケ歌唱による声質変化への水分摂取の影響は音響パラメータと声の高さ条件の組み合わせ9のうち2で観察され、この2つの組み合わせはいずれもHigh条件であった。音響パラメータや声の高さ条件を通じた水分摂取の効果は見られなかったが、高い声での発声は水分摂取の有無に特に敏感である可能性が考えられ、音声疲労研究において、声の高さを考慮する必要性を示唆している。

文 献

- 1) 三瀬和代, 田口亜紀, 豊島真理子, 他: 声帯結節に対する音声治療の臨床的検討. 日本音声言語医学, 49: 52-53, 2008.
- 2) 石岡佐織, 山口宏也, 羽生耀子: カラオケ前後の声質の変化. 音声言語医学, 41: 61, 2000.
- 3) Yiu EM and Chan RM: Effect of hydration and vocal rest on the vocal fatigue in amateur karaoke singers. J Voice, 17: 216-227, 2003.
- 4) 城本 修: 言語聴覚士の立場から—音声治療の効果に関するエビデンス—. 音声言語医学, 50: 136-143, 2009.
- 5) JOYSOUND: カラオケ年間ランキング, <http://joysound.com/ex/ranking/karaoke/total/year.htm>
- 6) うたウガ POWERED by UGA: 年別カラオケランキング, http://utauga.jp/ranking/rank_year.php
- 7) Deliyski DD, Shaw HS and Evans MK: Adverse effects of environmental noise on acoustic voice quality measurements. J Voice, 19 (1): 15-28, 2005.
- 8) Boersma P and Weenink D: Praat: doing phonetics by computer (Version 5.2.35) [Computer program], <http://www.praat.org/> (2010 年)
- 9) 西尾正輝, 田中康博, 新美成二: 加齢に伴う音声の変化—音響的手法を用いた解析—. 音声言語医学, 50: 6-13, 2009.

別刷請求先: 〒723-0053 広島県三原市学園町 1-1
 県立広島大学保健福祉学部コミュニケーション
 障害学科
 吐師道子