

歌唱における母音の発声方法の違いが音素長に与える影響*

☆深澤実紅, 戸田菜月, 竹本浩典 (千葉工大), 高橋純 (大阪芸大)

1 はじめに

歌がうまいと感じられる要因には、歌い手のフォルマントやビブラートの存在、音高の正確さなどが知られている[1,2]。一方で、各音素の継続時間長(音素長)が歌唱の印象に与える影響についての研究は限られており、例えば特定の子音の長さが歌唱のグルーブ感に影響を与えるという研究などがある[3]。

そこでわれわれは、子音と母音の音素長が歌のうまさに与える影響について研究を行ってきた。武島羽衣作詞・瀧廉太郎作曲の「花」をプロの声楽家(プロ)4名と声楽指導を受けたことのない学生(学生)22名が歌唱した音声を録音して音素長や発声タイミングを分析した[4]。その結果、プロでは語頭をはじめとして破裂音などの子音の音素長が有意に長く、破裂音の閉鎖区間が有意に短かった。また、小楽節の最初の音素の発声タイミングが有意に早かった。そして、学生の歌唱音声をプロの平均的な発声タイミングや音素長に変更して印象評価を行った。その結果、発声タイミングと音素長を変更すると評価は向上する傾向があったが、音高を楽譜通りに修正した上で同じ操作を行うと、評価は有意に向上した[5]。

しかし、歌い方を変えたときの発声タイミングや音素長の変化は明らかではない。特に、オペラ歌手では声楽的な技術を用いないで歌唱すると母音の発声方法が変わり、歌い手のフォルマントが弱まると思われる。そこで本研究では、プロのオペラ歌手が通常に歌唱した音声(声楽的歌唱)、できるだけ声楽的な技術を使わないで歌唱した音声(非声楽的歌唱)を比較する。さらに、母音/a/だけで歌唱した音声(母音歌唱)の発声タイミングも検討したので報告する。

2 材料と方法

2.1 歌声の収録

プロのオペラ歌手3名(バリトン1名:Bar, テノール2名:Ten1, Ten2)が武島羽衣作詞・

瀧廉太郎作曲の「花」を(1)声楽的歌唱,(2)非声楽的歌唱,(3)母音歌唱の3パターンで歌唱した音声を録音した。実験参加者は、MIDIで作成した「花」の伴奏をイヤホンで聴きながら1番を歌唱した。録音はiPhone(サンプリング周波数:44.1kHz,量子化ビット数:16bit)を用いて静穏な部屋で行った。

2.2 音素長と発声タイミングの分析

録音した音声にPraat[6]を用いて各音素のラベルを手動で付与し、音素長を計算した。また、各音素に対して楽譜で指示された発声開始時刻と実際の発声開始時刻の差(発声タイミング)を求めた。そして、声楽的歌唱と非声楽的歌唱で音素長と発声タイミングに対して分散分析を行い、Bonferroni法を用いて多重比較を行った。

3 結果と考察

3.1 長時間スペクトルの比較

Fig.1は声楽的歌唱と非声楽的歌唱の長時間スペクトルを示す。どちらも2.8kHz付近に歌い手のフォルマントが見られ、やや声楽的歌唱で高まりが大きい。歌声と話しほどの明確な差は生じなかった。

3.2 音素長の分析

Table 1は声楽的歌唱と非声楽的歌唱の音素長を3人の歌手で平均して比較した結果を示す。声楽的歌唱と非声楽的歌唱を比較して音素長が長い音素をピンクで示す。また、音素長に関して多重比較を行って5%で有意に長かったものを赤枠、有意に短かったものを青枠で示している。なお、「たとべき」の歌詞を「たとべき」としたのは、全ての歌手が「たとべき」と歌唱していたためである。

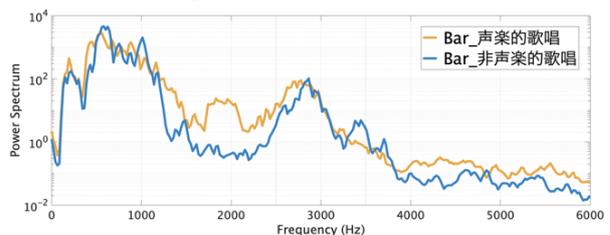


Fig. 1 Barの音声の長時間スペクトル

* Effects of vowel articulation differences on phoneme duration in singing voice, by FUKASAWA, Miku, TODA, Natsuki, TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology), and TAKAHASHI, Jun (Osaka University of Arts).

Table 1 平均の声楽的歌唱と非声楽的歌唱の音素長[ms]（声：声楽的歌唱，非：非声楽的歌唱）

歌詞	閉鎖区間		子音				母音				
	声	非	声	非	声	非	声	非	声	非	
は			170	151	694	728					
の			38	42	203	206					
る			45	53	667	567					
う						303	262				
ら			31	45	440	451					
ら			31	47	467	449					
の			54	58	666	660					
す			186	207	442	443					
み			65	54	438	433					
だ	34	41	26	26	456	422					
が	12	46	69	29	455	463					
わ			118	64	1371	1355					

歌詞	閉鎖区間		子音				母音				
	声	非	声	非	声	非	声	非	声	非	
の			175	133	669	665					
ほ	48	54	32	30	200	223					
り			37	43	554	541					
く	77	140	75	45	207	196					
だ	28	40	29	26	457	448					
り			33	41	455	437					
の			52	62	689	649					
ふ			136	123	688	661					
な			42	70	235	217					
び	32	46	35	24	383	373					
と	45	75	32	22	485	473					
が	0	37	89	42	1291	1285					

歌詞	閉鎖区間		子音				母音				
	声	非	声	非	声	非	声	非	声	非	
か			123	66	714	750					
い					239	241					
の			34	43	522	472					
し			178	120	221	218					
ず			75	56	643	624					
く	46	66	42	41	222	221					
も			51	47	446	435					
は			92	59	247	225					
な			54	48	887	908					
と	58	63	32	33	367	362					
ち	50	57	91	88	490	451					
る			55	45	1364	1386					

歌詞	閉鎖区間		子音				母音				
	声	非	声	非	声	非	声	非	声	非	
な			145	98	648	688					
が	54	48	75	45	208	209					
め			57	54	440	437					
を			72	53	396	408					
な			68	70	444	465					
に			61	51	414	432					
に			72	53	708	623					
た			59	56	428	413					
と	37	46	28	31	964	935					
き	46	47	28	25	384	402					
き	49	59	72	44	1596	1515					

Table 2 平均の発声タイミング [ms]

歌詞	声楽的歌唱		非声楽的歌唱		母音歌唱	
	声	非	声	非	声	非
は	-184	-126	-40			
の	-49	-41	-35			
る	-48	-54	53			
う	-127	-62	27			
ら	-51	-32	23			
ら	-63	-46	30			
の	-79	-83	39			
す	-183	-158	47			
み	-60	-44	3			
だ	-55	-18	-26			
が	-61	-26	10			
わ	-28	-27	88			

歌詞	声楽的歌唱		非声楽的歌唱		母音歌唱	
	声	非	声	非	声	非
の	-149	-89	25			
ほ	-36	-3	-24			
り	-37	-9	5			
く	-119	-25	-41			
だ	-28	-5	-19			
り	-55	-26	13			
の	-58	-9	0			
ふ	-129	-29	-12			
な	-78	-62	-14			
び	11	12	-16			
と	-33	-38	-2			
が	-51	-25	11			

歌詞	声楽的歌唱		非声楽的歌唱		母音歌唱	
	声	非	声	非	声	非
か	-98	-56	-23			
い	-10	-15	-47			
の	-29	-36	24			
し	-198	-161	-16			
ず	-22	-16	48			
く	-33	-29	-11			
も	-17	-15	7			
は	-84	-61	-8			
な	-21	-22	14			
と	-6	10	15			
ち	-52	-43	-15			
る	33	-5	11			

歌詞	声楽的歌唱		非声楽的歌唱		母音歌唱	
	声	非	声	非	声	非
な	-101	-108	-26			
が	-78	-47	-61			
め	-26	-35	-8			
を	-27	-38	57			
な	-74	-45	-40			
に	-43	-46	-14			
に	-78	-29	-26			
た	-57	-15	-22			
と	-43	-27	-18			
べ	-12	7	-13			
き	-26	6	24			

歌詞に含まれる 45 個の子音のうち、声楽的歌唱で音素長が長かったものは 29 個、短かったものは 16 個で、全体的には長くなる傾向がみられた。このうち、有意に長くなった子音は破裂音 7 個、わたり音 1 個であった。破裂音の /g/ に関しては、声楽的歌唱では鼻濁音化して閉鎖区間が消失したため、音素長が有意に長くなったと考えられる。

歌詞に含まれる 47 個の母音のうち、声楽的歌唱で音素長が長かったものは 31 個、短かったものは 16 個で、全体的には長くなる傾向があった。これらの変化に対して母音の種類や先行子音による特定の傾向はみられなかった。

3.3 発声タイミングの分析

Table 2 は 3 名の歌手による声楽的歌唱、非声楽的歌唱、母音歌唱の平均発声タイミングと楽譜で指示されたタイミングの差である。音楽家が発声タイミングのずれを知覚する 100 ms [7] より差が大きい部分を赤い文字、3 種類の歌唱で発声タイミングが最も早かった部分を黄色で示す。

声楽的歌唱では発声タイミングが平均約 61 ms 先行し、非声楽的歌唱でも平均約 39 ms 先行していた。両者の平均発声タイミングについて対応のある t 検定を行った結果、(t(46) = -5.48, p = 1.70 × 10⁻⁶) と有意差がみられた。一方、母音歌唱では、平均でわずか 0.1 ms しか先行しておらず、楽譜で示されたタイミングに極めて忠実であったといえる。母音歌唱と非声楽歌唱の発声タイミングについて対応のある t 検定を行った結果、(t(46) = 5.43, p = 2.07 × 10⁻⁶) と有意差がみられた。

これらの結果から、プロの声楽家は母音の

みで歌唱する場合は楽譜通りのタイミングで発声するが、歌詞を伴う歌唱では、子音を先行させて発声する傾向がみられた。そして、その先行の程度は非声楽的歌唱よりも声楽的歌唱の方が有意に大きかった。このことから、声楽的歌唱では音素全体の持続時間を確保し、言葉の明瞭性を高めるために、子音を意図的に早めに発声している可能性が示唆された。

4 まとめ

本研究では、プロのオペラ歌手 3 名が「花」を声楽的歌唱、非声楽的歌唱、母音歌唱したときの音素長や発声タイミングを分析した。

その結果、母音のみでの歌唱では楽譜通りのタイミングで発声されていたが、歌詞を伴う歌唱では、子音が楽譜のタイミングよりも先行して発声されていた。特に声楽的歌唱では、その先行の程度が有意に大きく、発声技術として子音の発声を早めることで、音素全体の持続時間を確保し、明瞭な歌詞伝達を実現している可能性があると考えられる。

謝辞

本研究では JSPS 科研費 23K11172 および 22K13773 の支援を受けた。また実験に参加していただいた全ての方々から感謝する。

参考文献

- [1] 齋藤ら, 音響学会誌, 64(5), 267-277, 2008.
- [2] Sundberg, Northern Illinois University Press, 1987.
- [3] 的場ら, 情処学研報, Vol.2014-MUS-102 No.12, 2014.
- [4] 深澤ら, 音講論 (秋), 1353-1354, 2024.
- [5] 深澤ら, 音講論 (春), 1355-1356, 2025.
- [6] Boersma, Glot International 5:9/10, 341-345, 2001.
- [7] 河瀬, 心理学評論, vol.57, pp.495-510, 2014.