

健常者の鼻音化率における男女差

濱岡 佑帆[†]

キーワード： 鼻音化率、男女差、キツツキ文、破裂口音、破裂鼻音

1. はじめに

鼻音化率 (Nasalance score) とはナゾメータ (Nasometer) によって計測される値であり、主に口唇口蓋裂等を患う患者の経過観察等に用いられている(平田他 2002, 緒方他 2003, 近藤他 2003)。健常者を対象にナゾメータ検査を行った研究は僅少であり、鼻音化率における男女差については明らかになっていない点が多い。

日本語では Ito et al. (2007)、宮本・武内 (2007)、Mishima et al. (2008)、五味 (2011)、SUZUKI et al. (2022)が、鼻音が含まれていない分析資料において女性被験者の鼻音化率は男性被験者よりも高いことを報告している。他の言語では英語、カナダ英語、カナダフランス語、日本語、アラビア語などで同様の報告が確認されている。しかし鼻音化率に男女差がないと述べている研究も散見される。(Litzaw and Dalston 1992, Kavanagh et al. 1994, Mayo et al. 1996, Tachimura et al. 2000)

日本語における鼻音化率の研究の問題点は、鼻音を含んだ分析資料を用いていないことである。アメリカやカナダを中心とした英語、南米のスペイン語、そのほかヨーロッパ言語における鼻音化率の研究では、分析資料として鼻音を全く含まない文、鼻音と口音を含む文、鼻音の多く含む文の 3 種類を用いていることが多い。一方日本語ではキツツキ文と呼ばれる鼻音が全く含まれていない短文、「あいうえお」といった母音単独(V)や破裂音と母音(CV)といった単音を分析資料として実験を行っている研究がほとんどである。そのため鼻音が含まれた文や音節において鼻音化率がどのような特徴を持つのかといった研究は発展途上にある。そこで本研究では日本語を母語とする健常者男女の鼻音化率における男女差について鼻音を含んだ分析資料と含まないものを用意し、2つの実験を行い検討することを目的とした。実験 I では短文、実験 II は無意味語を使用する。

2. 実験 I

実験 I では、3つの短文(キツツキ文・バランス文・鼻音文)を用いて健常者男女における鼻音化率の男女差を検証する。

2.1 方法

2.1.1 被験者情報

言語形成地や年齢が鼻音化率に影響を与えるか否かは研究者によって意見が異なる。そのため本実験では言語形成地・方言が鼻音化率に与える影響を考慮し、言語形成地が西関東地域 (群馬県・埼玉県・神奈川県・千葉県・東京都)である 20代の男女各 20名 (男性被験者平均年齢 21.0歳・女性被験者平均年齢 21.0歳) にご協力いただいた。

[†]大東文化大学大学院外国語学研究科日本語文化学専攻博士課程後期課程

2.1.2 分析資料

舘村他(1999)が鼻音を全く含まないキツツキ文を作成し鼻音化率に関する研究を行ったことから、多くの先行研究にて次のキツツキ文が分析資料として使用されている。

- (1) きつつきが きをつつく
- (2) すくすく そだつ
- (3) てを たたく
- (4) てが とどく

しかしながらキツツキ文の(1)のみを使用している場合やその他の文を組み合わせている場合、文に若干の変更を加えている場合も確認できる(平田他 2002, 緒方他 2003, 宮本・武内 2007)。本研究では(1)に修正を加えた(5)をキツツキ文として使用する。さらに Rochet et al. (1998) は鼻子音とその他の子音のバランスが取れたバランス文(英仏語ともに鼻音の割合 14%)と鼻音が多く含まれた鼻音文(英語 31%・仏語 28%)を用いて実験を行った。この実験を参考に、本研究では(6)バランス文、(7)鼻音文を作成し、鼻音を含む文における鼻音化率の男女差を検討することにした。以下に実験 I において使用した分析資料を提示する。

- | | | |
|----------------|---------|-----------------------------|
| (5) キツツキがキをつつく | コツコツつつく | キツツキ文 (拍 : 0.0%・音素 : 0.0%) |
| (6) ミミズクがミをつつく | コツコツつつく | バランス文 (拍 : 17.6%・音素 : 9.7%) |
| (7) ミミズクがミをまもる | コツコツまもる | 鼻音文 (拍 : 41.1%・音素 : 22.6%) |

2.1.3 録音・分析方法

Pentax Medical 社製 Nasometer6500 でハンドルマイクによって音声を録音した。ハンドルマイクを着用するときには地面と水平になるように指示した。ハンドルマイクには遮音板の上と下にマイクロフォンがついており、上は鼻腔からのエネルギー、下は口腔からのエネルギーを別々に収録する。鼻音化率の計算式は次の通りである。

$$\text{Nasalance score} = \text{An} / (\text{An} + \text{Am}) * 100\%$$

音声は一文ごとに保存された。録音は大東文化大学日本語学科共同研究スペースにて行われた。あらかじめホワイトボードにすべての分析資料を書いておき、数回練習を行った後、録音を開始した。被験者には通常の発話速度で読み上げること、アクセント等は気にせずに読み上げることがを伝えた。分析資料(5)を 3 回読み上げたのちに(6)を 3 回読み上げ、(7)を 3 回読み上げた。

分析は Pentax Medical 社製 Nasometer6500 を用いた。一文における平均鼻音化率を求めたのちに、(5)・(6)・(7)それぞれの 3 回ずつの平均鼻音化率を算出した。分析には 360 のデータが使用された。

2.2 結果

以下の表 1 に計測結果を提示する。表中の括弧内は標準偏差を指す。またレンジはその分析資料における最低値と最高値を指す。表 1 の結果をもとに男性被験者と女性被験者によって発話されたキツツキ文・バランス文・鼻音文の鼻音化率に有意な差があるのか、性別を要因、キツツキ文・バランス文・鼻音文を水準として 1 元配置分散分析によって検証した。その結果、男性被験者の場合、 $F(2, 38) = 302.72 (p < 0.01)$ となり、ホルム法を用いた多重比較の結果、キツツキ文<バランス文、キツツキ文<鼻音文、バランス文<鼻音文であり、それぞれの鼻音化率に

有意な差が確認された。女性被験者では、 $F(2, 38) = 181.44$ ($p < 0.01$) であり、ホルム法を用いた多重比較の結果、キツツキ文<バランス文、キツツキ文<鼻音文、バランス文<鼻音文となり、男性被験者と同様の結果となった。

次にキツツキ文・バランス文・鼻音文の鼻音化率における男女差をウェルチの t 検定を用いて確認した。キツツキ文における鼻音化率の男女差は $t(26) = 2.0904$ ($p < 0.05$) となり、女性被験者の鼻音化率は男性被験者よりも有意に高いことが確認された。一方でバランス文と鼻音では、 $t(33) = 1.2624$ ($0.10 < p$) と $t(37) = 0.6469$ ($0.10 < p$) となり、バランス文と鼻音文においては鼻音化率の男女差に有意な差は見られなかった。

表 1 実験 I における計測結果(%)

	男性	女性
キツツキ文	12.9 (3.6)	16.9 (7.7)
レンジ	7.0 – 20.3	5.7 – 36.7
バランス文	31.6 (5.7)	34.6 (8.3)
レンジ	20.3 – 44.7	20.0 – 54.3
鼻音文	39.9 (7.4)	41.6 (8.4)
レンジ	21.3 – 53.3	28.7 – 57.7

2.3 考察

Seaver et al. (1991) と Leeper et al. (1992) では Nasal passage と Rainbow passage(口音と鼻音)のどちらかまたは両方において女性被験者の鼻音化率は男性よりも有意に高いことを述べている。一方で Rochet et al. (1998) では鼻音を含む文では女性被験者の鼻音化率は男性よりも高くなるが、鼻音を含まない文では男女の鼻音化率に有意差はないと報告している。

日本語での先行研究はすべて鼻音を含まない文を用いて実験が行われており、前述したようにいくつかの研究にて鼻音を含まないキツツキ文における鼻音化率は女性被験者の方が男性被験者よりも有意に高いことが示されている。実験 I では日本語での先行研究と同様にキツツキ文にのみ鼻音化率に有意な男女差が検出されると予測しており、その通りの結果となった。これらの原因は声帯の長さや咽頭閉鎖などの生理学的な違いが一因と考えられる。しかし現在まで立証されてはいない。また男性被験者と女性被験者それぞれの平均した鼻音化率では男女差に有意な差がみられたが、個人別ではキツツキ文において男性被験者よりも鼻音化率が低い女性被験者も確認されており、また女性被験者より高い鼻音化率を持つ男性被験者もいる事実も見逃すことはできない。音響的な原因とともに生理学的な原因をさらに追究する必要があるだろう。

3. 実験 II

実験 II では、破裂口音と破裂鼻音のミニマルペアを作成し、破裂口音の鼻音化率に男女差があるのか、破裂鼻音の鼻音化率に男女差があるのか検証した。

3.1 方法

3.1.1 被験者情報

言語形成地が西関東方言地域である 20 代の男女各 20 名（男性被験者平均年齢 21.0 歳・女性被験者平均年齢 21.1 歳）にご協力いただいた¹。

3.1.2 分析資料

調音位置が同一である破裂口音と破裂鼻音のミニマルペアを作成し分析資料とした。以下に提示する。

- (8) 両唇音[aba ama]
- (9) 歯茎音[ada ana]
- (10) 軟口蓋音[aga aŋa]

3.1.3 録音・分析方法

録音は実験 I と同様に大東文化大学日本語学科共同研究スペースにて行われた。あらかじめホワイトボードにすべての分析資料を書いておき、数回練習を行った後、録音を開始した。ミニマルペア[aba ama]を一つのデータをして録音した。(8)を 5 回読み上げた後、(9)を 5 回、(10)を 5 回読み上げてもらった。

録音・分析には Pentax Medical 社製 Nasometer6500 を用いた。[aba]の平均鼻音化率を計測し、1 被験者につき 5 回の平均鼻音化率の平均値をその被験者の[aba]における鼻音化率とした。同様の計測を[ama][ada][ana][aga][aŋa]でも行った。600 の音声データが分析に使用された。

3.2 結果

表 2 に計測結果を提示する。表中の括弧内は標準偏差を指す。またレンジはその分析資料における最低値と最高値を指す。はじめに[aba ama]、[ada ana]、[aga aŋa]の破裂口音と破裂鼻音の鼻音化率に有意な差があるのか性別を要因とし分散分析を用いて検証した。その結果、[aba ama]の男性被験者では $F(1,19)=316.31$, ($p<0.01$)、女性被験者では $F(1,19)=194.80$, ($p<0.01$)となり破裂鼻音の鼻音化率は破裂口音よりも有意に高いことが分かった。同様の分散分析を[ada ana]、[aga aŋa]でも行ったところ、破裂鼻音は破裂口音よりも鼻音化率が有意に高いという結果になった²。

表 2 実験 II の計測結果(%)

	男性	女性		男性	女性		男性	女性
aba	12.9 (4.7)	18.4 (9.7)	ada	17.0 (6.2)	21.6 (10.8)	aga	17.8 (5.5)	23.0 (11.3)
レンジ	4.4 – 19.0	5.4 – 38.6	レンジ	4.8 – 25.6	8.0 – 42.6	レンジ	6.2 – 27.4	5.6 – 44.0
ama	40.7 (6.6)	45.9 (10.0)	ana	45.5 (8.2)	50.9 (9.5)	aŋa	44.6 (8.1)	47.4 (12.2)
レンジ	26.0 – 49.2	26.6 – 63.4	レンジ	26.6 – 59.2	27.8 – 66.0	レンジ	30.6 – 63.2	20.0 – 65.8

次に[aba ada aga][ama ana aŋa]の組み合わせで、鼻音化率に有意な差があるのか分散分析を行った。男性被験者の[aba ada aga]は $F(2,38)=21.18$ ($p<0.01$)で[aba][ada]と[aba][aga]の鼻音化率に有意な差があるが、[ada][aga]間にはなかった。[ama ana aŋa]では $F(2,38)=10.27$ ($p<0.01$)で[ama][ana]と[ama][aŋa]の鼻音化率には有意な差があるが、[ana][aŋa]間には有意差は確認されな

¹ 男性被験者 20 名は全員実験 I、実験 II に参加している。女性被験者はデータ欠損等の理由による実験 I に参加していない 2 名が実験 II に参加している。また実験 I を終えた後に実験 II の読み上げを行った。

² [ada ana]男性被験者： $F(1,19)=208.88^{**}$, ($p<0.01$)、女性被験者： $F(1,19)=183.73^{**}$, ($p<0.01$)
[aga aŋa]男性被験者： $F(1,19)=183.43^{**}$, ($p<0.01$)、女性被験者： $F(1,19)=71.67^{**}$, ($p<0.01$)

かった。女性被験者では[aba ada aqa]は男性被験者と同様の結果となった($F(2,38)=7.71, p<0.01$)。一方で[ama ana aṅa]では、 $F(2,38)=2.88 (p<0.10)$ となり、それぞれの鼻音化率に有意差はないという結果になった。

最後に[aba][ama][ada][ana][aga][aṅa]それぞれの鼻音化率に男女差があるのかウェルチの t 検定を用いて確認した。[aba] ($t(27) = 2.2284, p < 0.05$)・[ama] ($t(32) = 2.372, p < 0.05$)では女性被験者の鼻音化率は男性被験者よりも高いことが分かった。[ana] [aga]は有意傾向のみ確認された³。[ada]・[aṅa]における鼻音化率の男女差に有意差は見られなかった⁴。

3.3 考察

実験 II は、[aba ama] [ada ana] [aga aṅa]という破裂口音と破裂鼻音のミニマルペアを用いて鼻音化率の男女差を検証することを目的とした。当初実験 I の結果を踏まえて破裂口音、破裂鼻音ともに鼻音化率に男女差は検出されると予測していたが、両唇音である[aba]と[ama]のみ鼻音化率に有意な男女差が認められた。そのほかは有意傾向または有意差はなしという結果であり、予測とは異なる結果であった。両唇音が歯茎音、軟口蓋音と比較して鼻音化率が有意に低い原因として調音位置が口腔内ではないことが考えられる。舌による口腔内の阻害がなく、両唇による開放時に口腔内の気流がそのまま口腔マイクに伝達しやすくなるのではないかと推測される。また[aba][ama]のみ鼻音化率に有意な男女差が検出された原因は現状不明であるが、両唇開放時の強さ、声帯周辺の筋肉・構造の違い等が考えられる。これらの問題は音響音声学的側面ではなく、生理学的な側面から考察していく必要があるだろう。

4. まとめ

本研究では、健常者男女の鼻音化率について 2 つの実験を行い、鼻音化率における男女差の有無に関して考察した。実験 I ではキツツキ文・バランス文・鼻音文の 3 種類の短文を用いて鼻音化率の男女差を検証した。その結果、鼻音を全く含まないキツツキ文のみ女性被験者の鼻音化率は男性被験者よりも有意に高くなった。この結果は、健常者男女における鼻音化率の標準値の設定に寄与できるだろう。

実験 II では破裂口音と破裂鼻音のミニマルペアを用いて、鼻音化率に男女差があるのか実験を行った。破裂口音、破裂鼻音ともに男女差があることが予測された、[aba][ama]は 5%水準で女性被験者の鼻音化率は男性被験者よりも高いことが分かった。そのほかの分析資料では有意傾向有りまたは有意差なしという結果であった。これらの結果は生物学的男性と生物学的女性の身体的な構造の違いや、被験者数や分析資料の少なさに起因する可能性も考えられる。

今後の課題として実験 I では知覚実験を行うことが挙げられる。鼻音が含まれていないキツツキ文において鼻音化率が高い男性の音声はそうではない男性と比較して女性らしく聞こえるのか、鼻音化率が低い女性の音声はどのように聞こえるのか検証する必要がある。また実験 II では母音[a]のみを使用してミニマルペアを作成したので、異なる母音で破裂口音と破裂鼻音を挟むことによって鼻音化率に変化が生じるのか観察したい。また被験者数を増やすことが実験 I と実験 II 共通の課題である。本研究は生物学的性別によって被験者を分け実験を行った。今後、このような研究を積み重ねることで、社会的性別によって分けられる様々な性の人々を対象に Nasometer を用いた実験を行い、彼らの音声的特徴を分析することが可能になるだろう。Nasometer の人文科学分野への応用、そして音響音声学的男女差における一つの指針となることを期待する。

³ [ana] ($t(37) = 1.8661, 0.05 < p < 0.10$)、[aga] ($t(27) = 1.781, 0.05 < p < 0.10$)

⁴ [ada] ($t(30) = 1.6126, 0.10 < p$)、[aṅa] ($t(32) = 0.8361, 0.10 < p$)。

【参考文献】

- D'haeseleer, Evelien, Kim, Bettens, Sarah, D. Mets, Valerie, D. Moor, & Kristiane, V. Lierde (2015) Normative data and dialectical effects on nasalance in Flemish adults. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*. 67: 42-68.
- 福本雅美・館村卓・平田創一郎・小堀博子・原久永・野原幹司・藤田義典・米田真弓・和田健 (1998) 「Nasalance score の標準値の決定—100 人の健常者から得られた資料による検討—」『第 43 回日本音声言語医学会総会』14.
- 五味暁憲 (2011) 「鼻咽喉閉鎖不全の診断の根拠となる客観的開鼻声検査基準値の設定」.
- 平田創一郎・和田健・館村卓・原久永・野原幹司・佐藤耕一(2002) 「関西方言話者におけるナゾメータ検査での日本語被検文と鼻咽喉閉鎖機能不全の評価」『日本口蓋裂学会雑誌』27: 14-23.
- Ito, Michie, Yukiko Takei, Miru Takami, Michiko Shimooka, Chisako Inoue, Tomoko Tominaga, Toko Hayakawa, Chisato Nagura, Nagato Natsume & Tatsushi Kawai (2007) Nasalance scores of Japanese adults and children with non cleft palate. *Aichi-Gakuin dental science*. 20: 11-18.
- Kavanagh M, Fee E, Kalinowski J, Doyle P, & Leeper H (1994) Nasometric values for three dialectal groups within the Atlantic provinces of Canada. *Journal of Speech- Language Pathology and Audiology*. 18: 7-13
- Mayo R, Floyd LA, Warren DW, Dalston RM, & Mayo C (1996) Nasalance and nasal area values: cross-racial study. *Cleft Palate Craniofacial Journal*. 33(2) :143-149.
- 丸山和孝(2006) 「話者認識技術に基づく知覚的女声度の自動推定」東京大学修士論文.
- 宮本靖子・武内和弘 (2007) 「ナゾメータを用いた鼻音性評価の試作」『電子情報通信学会技術研究報告 SP106』614 : 37-42.
- Mishima,Katsuaki, Asuka Sugii, Tomohiro Yamada, Hideto Imura & Toshio Sugihara (2008) Dialectal and gender differences in nasalance scores in a Japanese population. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 36: 8-10.
- Leeper, H., Rochet, A., & Mackay, I (1992) Characteristics of nasalance in Canadian speakers of English and French. In: Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing. Banff, Alberta, Canada, 49-52
- Litzaw LL, & Dalston RM (1992) The effect of gender upon nasalance scores among normal adult speakers. *Journal of Communication Disorders*. 25:55-64.
- 緒方祐子・中村典史・窪田泰孝・笹栗正明・菊田るみこ・白砂兼光・大石正道(2003) 「ナゾメータ検査による口蓋裂患者の鼻咽喉閉鎖機能評価：鼻咽喉閉鎖機能の客観的評価基準の検討」『日本口蓋裂学会雑誌』28(1): 9-19
- Rochet, Anne Putnam, Bernard L. Rochet, Elizabeth A. Sovis & Dallyce L. Mielke (1998) Characteristics of nasalance in speakers of western Canadian English and French. *Journal of speech-language pathology and audiology*. 22: 94- 103.
- Seaver EJ, Dalston RM, Leeper HA, Adams LE (1991) A study of nasometric values for normal nasal resonance. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 34: 715-721.
- 館村卓・平田創一郎・福本雅美・和田健 (1999) 「境界線上の鼻咽喉閉鎖不全状態における内視鏡所見と nasalance score の乖離—Palatal Lift Prosthesis (パラタルリフト)作成過程に伴う nasalance score の変化—」『音声言語医学』40 : 104- 113.
- Tachimura, Takashi, Chihiro Mori, So-ichiro Hirata & Takeshi Wada (2000) Nasalance score variation in normal adult Japanese speakers of mid-west Japanese dialect. *The Cleft palate-craniofacial journal*. 37(5) : 463- 467.