

篩骨洞の開放の程度が鼻音に与える影響*

☆福島侑希, 竹本浩典 (千葉工大), 北村達也 (甲南大),
△鴻信義, △武田鉄平, △小黒亮史, △大村和弘 (慈恵医大)

1 はじめに

鼻副鼻腔の形状は複雑であり, 音声の個人性の生成要因の一つである[1]。その形状を手術などで変化させると, 音声も変化する。

鼻副鼻腔手術における篩骨洞の開放は, 前篩骨洞の開放と同時に上顎洞や前頭洞を開放することが多い。前報では前後の篩骨洞のみを開放したが[2], 実際の手術に則した上顎洞や前頭洞の開放は行わなかった。そこで本稿では, 上顎洞や前頭洞の開放と, 前篩骨洞のみ, 前篩骨洞と後篩骨洞両方の開放が鼻音スペクトルに及ぼす影響を検討したので報告する。

2 材料・方法

2.1 被験者と CT 画像

被験者は成人の健常者男女4名 (NF1,NF2, NM1,NM2) で, 鼻音/m/発声時の声道形状を CT で撮像した。空間解像度は NF1,NF2 が $0.507 \times 0.507 \times 0.5$ mm, NM1 が $0.388 \times 0.338 \times 0.5$ mm, NM2 が $0.529 \times 0.529 \times 0.5$ mm であった。なお, 本研究は東京慈恵会医科大学附属病院の倫理委員会の承認を受けた (受付番号: 30-471(9492))。

2.2 鼻腔形状の抽出と模擬手術

Fig. 1 に CT 画像を示す。先行研究[3]に従って, 声門から外鼻孔までの声道形状を抽出した。その後, 医療用 CAD ソフト Mimics を使用し, 体組織を空気に置換することで部位を切除する模擬手術を行った。

Fig. 2 に模擬手術の様子と開放箇所を示す。前篩骨洞の開放では, 鉤状突起の切除と篩骨胞の開放を行った。後篩骨洞も含めた篩骨洞の開放では, 前篩骨洞の開放に加えて, 後方に残存する篩骨の蜂巢を全て開放した。前頭洞の開放では, 篩骨胞より上方に存在する蜂巢を全て開放した。上顎洞の開放では, 鉤状突起と膜様部を切除した。

2.3 分析モデル

Table. 1 に分析モデルとその開放箇所を示す。鼻副鼻腔形状の抽出のみを行ったモデル (ORG), 前篩骨洞 (AES), 前後篩骨洞 (ES), 前頭洞 (FS), 上顎洞 (MS) の開放を行ったモデル (計9種), 合わせて10種のモデルを4名分, 計40データを分析モデルとした。

2.4 伝達関数の計算

声道形状データの声門直上においた音源点から, 外鼻腔の正中面より下前方2cmの観測点までの20msのガウシアンパルス応答を時間領域差分法で計算した[4]。

Table. 1 分析モデルとその開放箇所

	篩骨洞		前頭洞	上顎洞
	前篩骨洞	後篩骨洞		
	鉤状突起	篩骨胞		
ORG				
AES	○	○		
AES+FS	○	○	○	
AES+MS	○	○		○
AES+MS+FS	○	○	○	○
MS	○			○
ES	○	○		
ES+FS	○	○	○	
ES+MS	○	○	○	○
ES+MS+FS	○	○	○	○

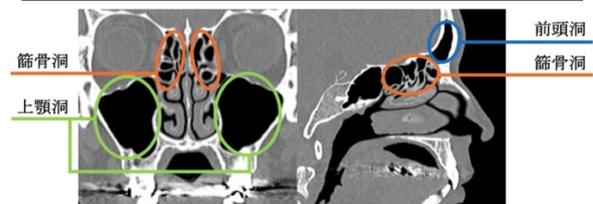


Fig. 1 NF1 の CT 画像
(左: 冠状断, 右: 矢状断)

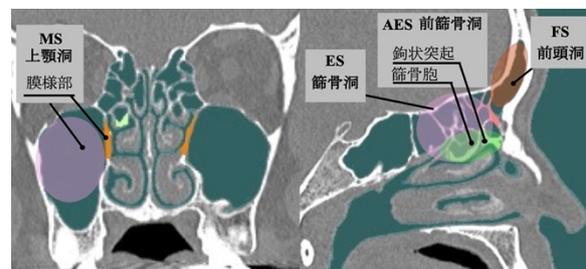


Fig. 2 模擬手術の箇所
(左: 冠状断, 右: 矢状断)

*Effects of degree of opening of the ethmoid sinus on nasal sounds, by FUKUSHIMA, Yuki, TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology), KITAMURA, Tatsuya (Konan Univ.), OTORI, Nobuyoshi, TAKEDA, Teppei, OGURO, Ryoji and OMURA, Kazuhiro (The Jikei Univ.).

3 結果・考察

Fig. 3にNF1, NM1のORGおよび前・後篩骨洞と前頭洞を開放したモデル(AES, AES+FS, ES, ES+FS)の伝達関数を示す。NF1のAESでは、ORGと比較して第1, 2ピーク(P1, P2)の間にディップ(▼)を生成した。他の被験者のAESでは、P1とP2の間のディップが僅かに変化のみであった。また、AESと比較してAES+FS, ES, ES+FSモデルでは、NF1のESで約2.3 kHzのピークが反転していることを除き、全ての被験者で伝達関数の概形が一致していた。

Fig. 4にNF1, NM1のORGおよび前・後篩骨洞と上顎洞を開放したモデル(AES, AES+MS, ES+MS), 上顎洞のみを開放したモデル(MS)の伝達関数を示す。全ての被験者のAES+MS, ES+MS, MSでは、ORGと比較してP1, P2間に深いディップ(▽)を生成した。このディップはAESの生成したディップより深い。また、これらのMSを含む3つのモデルは伝達関数の概形が一致していた。

Fig. 5にNF1, NM2のORG, MSと、前・後篩骨洞と上顎洞・前頭洞を開放したモデル(AES+MS+FS, ES+MS+FS)の伝達関数を示す。AES+MS+FS, ES+MS+FSはORGと比較して深いディップを生成した。このディップはMSと同様で、伝達関数の概形もMSと一致した。

以上の結果から、上顎洞を開放すると深いディップを生成し、これに比較すると前・後篩骨洞や前頭洞を開放しても伝達関数への影響ははるかに小さいことが明らかになった。

4 おわりに

本研究では、前・後篩骨洞, 上顎洞, 前頭洞の開放が鼻音スペクトルに与える影響を検討した。その結果、上顎洞の開放は鼻音スペクトルに非常に大きな影響を与えるが、前頭洞の開放や篩骨洞の開放の程度の影響は相対的に非常に小さいことが明らかになった。すなわち、副鼻腔の開放において篩骨洞の開放は副次的に行われるが、その影響はほとんど無視できるといえる。また、上顎洞の開放により、4名の被験者で共通して1 kHz付近に非常に深いディップが生成された。これは術後に患者が鼻の中の響きが大きく変化したと感じる要因である可能性がある。

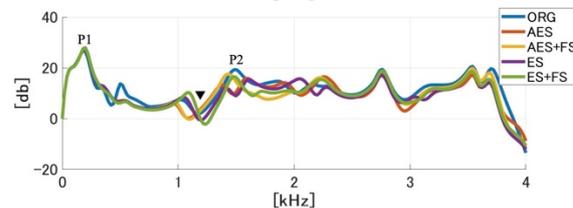
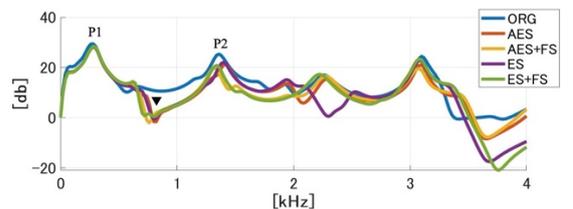


Fig. 3 伝達関数の比較1
(上段: NF1, 下段: NM1)

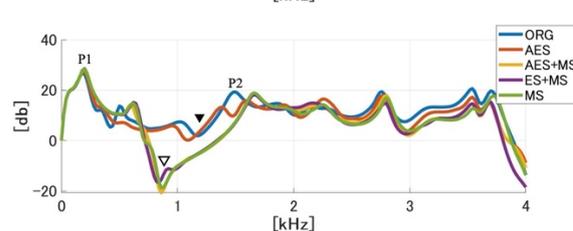
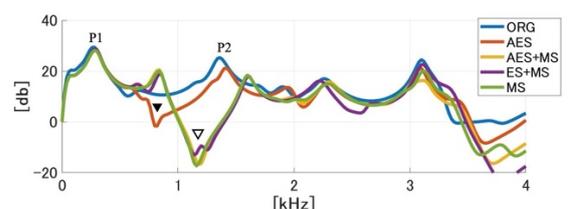


Fig. 4 伝達関数の比較2
(上段: NF1, 下段: NM1)

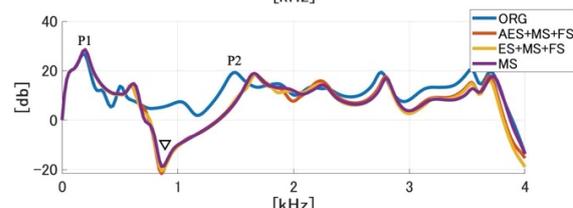
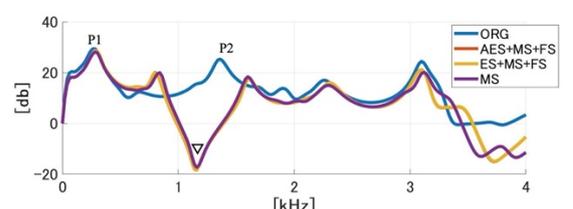


Fig. 5 伝達関数の比較3
(上段: NF1, 下段: NM1)

謝辞

本研究は SCAT 研究助成, JSPS 科研費 24K22312 の支援を受けた。

参考文献

- [1] K.Amion *et al.*, *Acoust. Sci. Tech.* 27, 233-235, 2006.
- [2] 福島他, 音講論 (春), 689-690, 2024.
- [3] 杉浦他, 音講論 (秋), 799-800, 2021.
- [4] Takemoto *et al.*, *JASA.* 128(6), 3724-3738, 2010.