

超音波画像診断法による口蓋形状の造影について*

○北村達也（甲南大），孫静，林良子（神戸大），能田由紀子，前川喜久雄（国語研）

1 はじめに

超音波画像診断法は比較的安価で使用法も簡便なため，調音運動観測に導入しやすい手法である．この手法により調音運動を観測する際には，一般に超音波プローブ（以下，プローブ）を下顎に上向きで固定する．プローブから発せられた超音波ビームが舌表面にて反射することによってその輪郭が可視化されるが，口蓋には超音波ビームが届かないため造影されない．しかし，調音運動にとって口蓋の形状や舌との位置関係は重要であるため，超音波画像診断法でも口蓋を造影する工夫が行われてきた．

その主な方法は，口腔内に水やゼリーなどをふくんだ状態で撮影するものである．これにより，（うまくいけば）超音波ビームは舌表面および口腔を通過し，口蓋にて反射する．先行研究では様々な媒質を試みた末に水やゼリーを採用しているのであろうが，その過程は論文に記載されていない．また，得られた口蓋形状の妥当性を MR 画像や CT 画像との比較した研究があるが，明確な結果は得られていない．

そこで，本研究では超音波画像診断法による口蓋の可視化に適した媒質を探索するとともに，MR 画像上の口蓋との比較を試みる．

2 口蓋造影に適した媒質の検討

2.1 方法

神戸大学および国立国語研究所に設置された超音波画像診断装置（GE Healthcare, LOGIQ e Premium）にて超音波画像を取得した．マイクロコンベックスプローブ（8C-Rs）の先端に超音波ゼリーを塗布し，ヘッドセット（Articulate Instruments, UltraFit Headset）[4]あるいは実験参加者自身の手で保持し，下顎に上向きで固定した．撮影は B モード，フレームレート 66 fps にて行った．得られた映像を超音波診断装置の HDMI ポートから出力し，

Table 1 Visibility of palate in US images with respect to medium for participant A.

Excellent	3k
Good	2a, 2b, 2c, 3j
Fair	3l
Poor	1, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g, 3i,

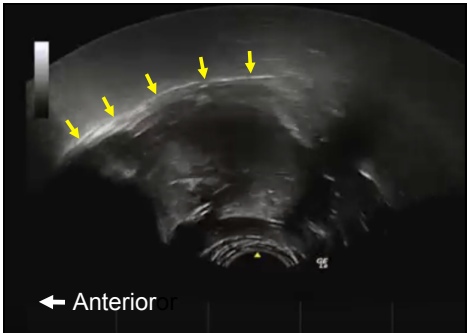


Fig. 1 Ultrasound image acquired while participant A held crush-type jelly made from Konnyaku in the mouth. Yellow allows indicate the palate.

ビデオキャプチャ（IO Data, GV-HUVC）を介して PC に入力した．そして，OBS Studio を用いて MP4 形式にて録画した．

以下の状態，あるいは媒質（食品）を口腔内に保持した状態にて，口蓋が造影されるかを調査した．(1) 舌を口蓋に接触させる（飲水前），(2a) 水，(2b) 弱炭酸飲料（スコール），(2c) 強炭酸飲料（コーラ），(3a) 木綿とうふ，(3b) 魚肉ソーセージ，(3c) やわらかいゼリー，(3d) ドリンクタイプのゼリー，(3e) パン，(3f) スライスチーズ，(3g) プリン，(3h) バナナ，(3i) アロエ入りヨーグルト，(3j) スライスこんにゃく，(3k) クラッシュタイプこんにゃくゼリー（マンナンライフ ララクラッシュ），(3l) 水ようかん．

実験参加者 1 名（男性）（以下，A と呼ぶ）が上記の全条件にて撮影し，その他の 5 名が一部の条件にて撮影した．

* Visualization of the palate by ultrasound imaging, by KITAMURA, Tatsuya (Konan Univ.), SUN, Jing, HAYASHI, Ryoko (Kobe Univ.), NOTA, Yukiko and MAEKAWA, Kikuo (NINJAL)

2.2 結果

実験参加者 A の結果を Table 1 に示す. この実験参加者の場合, クラッシュタイプこんにゃくゼリー (3k) を使用した際に口蓋が最も明瞭に見えた. このときの超音波画像を Fig. 1 に示す. 図の左側が前方で, 口蓋の輪郭を黄色の矢印にて示している. 同じゼリーでも, (3c), (3d) では口蓋が造影されず, 媒質の素材や水分量が関連していることが示唆される.

先行研究の通り, 水でも口蓋が造影された. 炭酸水の場合は口腔内で気泡が上昇する様子が観察された.

ただし, 媒質による口蓋造影効果には個人差が見られた. 実験参加者 A にて口蓋が明瞭に造影されたクラッシュタイプこんにゃくゼリーが他の実験参加者では同様の結果が得られず, 水の方が明瞭に造影されるケースもあった.

なお, 飲水等により舌と口蓋が十分に濡れた状態にして舌を口蓋に接触させると口蓋が造影されることが多く, また媒質を飲み込む瞬間に最も良好に造影されることが多いことを付記しておく.

3 MR 画像との比較

3.1 方法

実験参加者 1 名 (女性) (以下, B と呼ぶ) が口腔内に水を保持した状態で超音波画像を取得し, この実験協力者の 3 次元 MRI データ [5] における口蓋形状と比較した.

3.2 結果

実験参加者 B の超音波画像と矢状断面の MR 画像をそれぞれ Fig. 3 および Fig. 4 に示す. Fig. 4 の MR 画像の断面は, Fig. 3 に見える口蓋形状を参考に選択した. Fig. 4 にて赤の曲線で示した特徴的な形状を持つ口蓋が, Fig. 3 でもかなり明瞭に観察できることがわかる.

超音波画像診断法では, MRI と異なり, 撮像断面を厳密に指定するのが難しい. また, 多くの場合, フレーム間で画像や画質が安定せず, 生体組織間の境界もあいまいなことがある. 従って, 現段階では, 得られた超音波画像のどのフレームを選び, どの線を口蓋と見なすのかは作業者の判断に強く依存し, 恣意性が高いと言わざるを得ない.

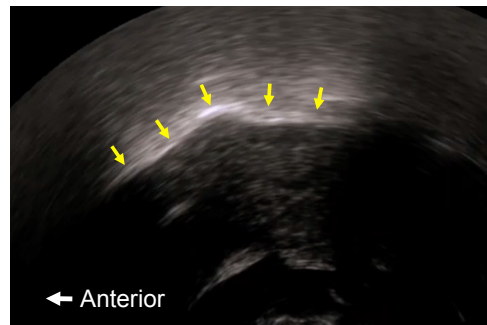


Fig. 2 Ultrasound image acquired while participant B held water bolus in the mouth. Yellow arrows indicate the palate.



Fig. 3 Sagittal MR image of participant B.

4 おわりに

本研究では, 超音波断層法により口蓋形状を造影する方法を検討した. 口蓋の情報は調音観測にとって不可欠なものである. 再現性の高い計測手段を実現するために, 今後も撮像パラメータの探索や媒質の検討を続ける予定である.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (Nos. 20H05630, 20H01265, 20H00291, 23K00544) の支援を受けた. ご助言をいただきました前橋工科大学溝口愛先生に感謝いたします.

参考文献

- [1] Epstein & Stone, *JASA*, 118, 2128—2131, 2005.
- [2] Whalen *et al.*, *JSLHR*, 48, 543—553, 2005.
- [3] Meilke *et al.*, *Coyote Papers*, 14, 96—107, 2005.
- [4] Pucher *et al.*, *Speech Commun.*, 123, 83—97, 2020.
- [5] 前川, LRW2021 発表論文集, 96—107, 20-21.