

臼歯部人工歯排列による左右非対称性が発音に及ぼす影響

大貫 武司 山森 徹雄¹⁾

Influence of Unilaterally Constricted Arrangement of Artificial Teeth on Pronunciation

Takeshi OHNUKI and Tetsuo YAMAMORI¹⁾

Asymmetric arrangement of artificial teeth with the natural dentition adversely affects articulation, in which the difference between of right and left configurations in the dental arch exerts a functional influence on the contact between a tongue and palate. A previous study showed that 4–5mm bilaterally constricted inner arrangement of upper molar teeth led to the habituation of sound production with particular monosyllables right after the set-up of constricted appliance. By contrast, in this study, the effect of the unilaterally constricted arrangement of artificial teeth on articulation was examined on the analysis of the time duration of consonant sounds in certain monosyllables. Five monosyllables /ki/, /shi/, /zi/, /chi/, /pi/ were examined with Computer Speech Labo®.

The results were as follows :

1. The effect of the unilaterally constricted arrangement appeared in monosyllables /ki/, /shi/, /zi/, /chi/.
2. The time duration of the consonant sounds were extended in 3–5 days after the placement of the artificially constricted appliance.
3. The time duration of consonant sound in /ki/, /shi/, /chi/ reverted to the value before the placement of the appliance in 7–14 days.
4. The extended time duration of consonant sound in /zi/ was still observed 14 days after the placement of the appliance with the constriction of 4 mm or more.

These results indicated that the unilaterally constricted arrangement of artificial teeth affected the articulation on alveolars and palatals with the succeeding vowel /i/.

Key words : constriction, dental arch form, pronunciation, consonant sound, time duration

緒 言

義歯は失われた口腔諸機能と審美性の回復を目的として装着されるが、その一方で、義歯を装着することによる発音障害が問題視されている。義

歯装着後の発音障害の原因としては、義歯に対して舌が即座に対応できないこと、粘膜と義歯床の質的違いに反射機構が障害されること、異物感が構音運動を妨げることなどが挙げられている¹⁾。また、義歯側の要因としては、義歯の維持・安定

受付：平成19年9月27日，受理：平成19年10月17日
奥羽大学大学院歯学研究科口腔機能学講座口腔機能回復学専攻
奥羽大学歯学部歯科補綴学講座¹⁾
(指導：清野和夫教授)

Ohu University Graduate School of Dentistry, Department of Oral Functional Science.
Division of Oral Rehabilitation
Ohu University School of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry¹⁾

のほか、義歯床の形態や厚さ²⁻⁴⁾、人工歯の排列位置⁵⁻⁷⁾などが考えられている。このうち、人工歯の排列位置と構音との関連については、人工歯列弓の形態が発音時の舌運動と関連することから古くより研究されてきた。金山⁵⁾は全部床義歯の人工歯列弓が狭窄した場合には構音が影響を受けることを報告し、桑原⁶⁾は/p/と/t/の後続母音が、倉知⁷⁾はフォルマント周波数が影響を受けることを報告した。また、海老原⁸⁾は、歯列の変化により、後続母音に/i/をもつ子音への影響により、順応が遅れることを報告した。これらの報告は、全部床義歯を対象としていることから、いずれも左右側を同時に狭窄させたことによる構音への影響を追究したものである。

一方、上顎の片側遊離端義歯における臼歯部人工歯は、義歯の支持・安定を重視して、歯槽頂間線の法則に則り排列されるのが一般的である。しかし、顎堤が吸収した症例では上顎の顎堤弓が口蓋側方向に狭窄されるため、歯槽頂間線法則に則って人工歯を排列すると、天然歯列よりも人工歯列が口蓋側へ移動することになる。その結果、左右側で異なる歯列弓の形態となり、機能時における舌と口蓋との接触に左右差が生じる。この左右差は舌の感覚に影響を及ぼし、正確に構音するための舌の位置付けに支障をきたすことが予想される。

そこで本研究では、上顎片側遊離端義歯を想定し、臼歯部の歯列を片側的に狭窄したときに、構音時の舌の位置付けに要する時間として子音継続時間を測定することにより、構音に対する歯列狭窄程度の影響とともに、人工歯排列時に考慮すべき左右非対称性の限界を検討することとした。

研究方法

1. 被験者

奥羽大学大学院歯学研究科に在籍する大学院生および奥羽大学歯学部教育職員で、健全歯列を有し、発音器官に異常のみられない者のなかから、本研究の趣旨に同意が得られた男性10名（平均年齢 28.2 ± 1.2 歳）を選択した。

2. 実験的歯列狭窄装置

上顎臼歯部において人工歯を口蓋側寄りに排列

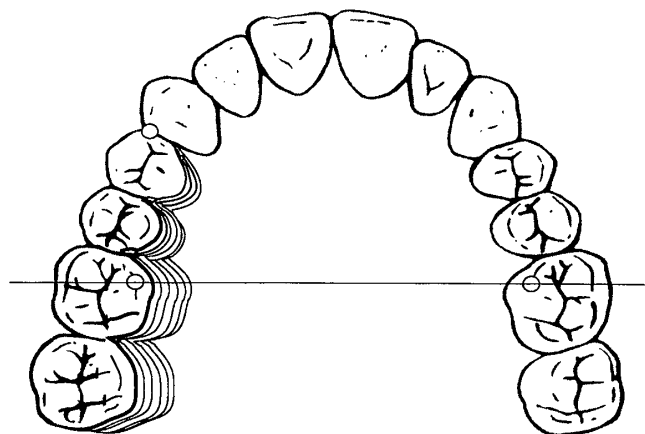


図1 歯列狭窄の設定

第1大臼歯口蓋側舌面を基準点とし、1 mmから5 mmまで舌面を口蓋側に移動させた5条件とした。犬歯遠心を回転中心として移行的形態とした。

したことを想定し、被験者の上顎臼歯部口蓋面に実験的歯列狭窄装置を製作、装着した。

1) 実験的狭窄装置の狭窄程度

狭窄程度は、左右側第一大臼歯近心舌側咬頭を結ぶ線上で、第一大臼歯口蓋面と交わる点を基準点とし、1 mmずつ5 mmまで舌面を口蓋側に移動させた5条件を設定した。犬歯から大臼歯に至る歯列の移行を考慮して、臼歯部口蓋面の形態は犬歯遠心点を中心として回転させた形態とした(図1)。

2) 実験的歯列狭窄装置の製作

まず、被験者の上顎歯列を個人トレーとシリコーン印象材(エグザファイン®: ジーシー)で印象し、超硬質石膏(ニューフジロック®: ジーシー)を注入して作業用模型を製作した。この模型上で、上顎小白歯と大臼歯の舌側面を技工用シリコーン印象材(ラボシリコーン®: 松風)で印象し、口蓋面形態の陰型を常温重合レジンで製作して、樹脂製指標とした。装置の後方維持は第二大臼歯の遠心側から頬側へ設置した維持腕に設け、前方の維持は犬歯および小白歯部の歯頸側アンダーカットに求めるよう設計した。作業用模型にステップバンドを施し、複模型製作用シリコーン印象材(デュプリコーン®: 松風)で印象して耐火模型を製作した。この耐火模型上で、狭窄の基準点に各狭窄条件に応じた厚さになるよう樹脂



図2 実験的歯列狭窄装置例
 a：1mm歯列狭窄装置の例(Co-Cr)
 b：5mm歯列狭窄装置の例(Co-Cr)

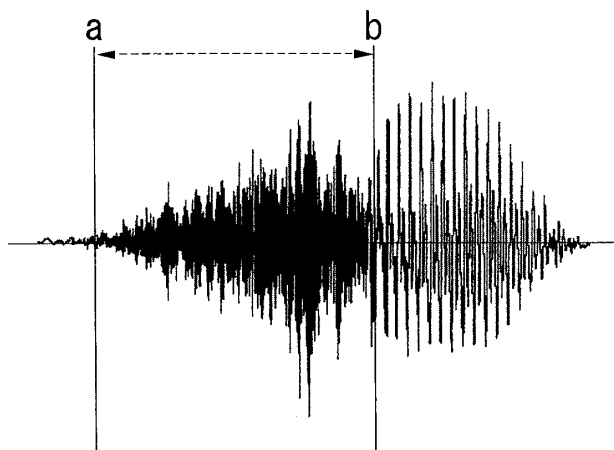


図3 子音継続時間の計測範囲
 a：開始点（先行子音開始点）
 b：終点（遷移部）

製指標を固着して蝟型を製作した。通法に従い埋没後、歯科鑄造用コバルトクロム合金（コバルタン®：デンツプライ三金）で鑄造した。鑄造体を掘り出し、サンドブラスト処理を施した後、仕上げ研磨し、実験的歯列狭窄装置とした（図2）。この装置を口腔内に試適し、下顎偏心運動時に支台装置が対合歯と咬合接触しないように咬合面側の形態を調整した。また、着脱が可能な範囲で、装置が機能時に動揺しないように調整した。

3. 音声資料と音声の取り込み方法

実験に用いた音声資料は、海老原⁹⁾が構音に影

響があると指摘した後続母音に/イ/をもつ子音、すなわち/キ/、/シ/、/ジ/、/チ/と桑原⁹⁾が指摘した/ピ/の5音とした。音声の記録に際しては、被検音の構音時に被験者の意識の介入を防ぐため、日本語単音節のなかから拗音と促音を除く62音のランダム表を作成した。音声の記録は遮音室において行い、コンデンサーマイクロフォン（C-48：SONY）を介して取り込み、DAT（TCD-D10：SONY）に記録した。

音声の取り込み順は各条件をランダム化した順序とし、ある条件における実験的歯列狭窄装置の装着前、直後、1、3、5、7、10、14日後の音声を記録した後、2週間のインターバルを置いて次の条件の実験的歯列狭窄装置を装着し、同様の期間における音声を記録した。

4. 音声の分析方法

記録された音声から子音継続時間を求めた。子音部の判定には、海老原⁹⁾、渡辺¹⁰⁾が報告した方法を参考に、子音開始部と子音から母音への移行部をコンピュータスピーチラボ（CSL4500：KEY）で分析した（図3）。

なお、本研究は奥羽大学倫理委員会の審査を受けて行われた。

結 果

破裂音で軟口蓋音の/キ/発音時における子音継続時間は、実験装置を装着直後にすべての条件で

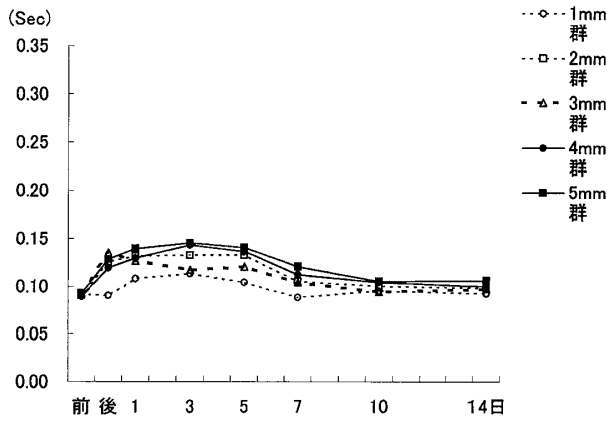


図4 /キ/発音時の子音継続時間

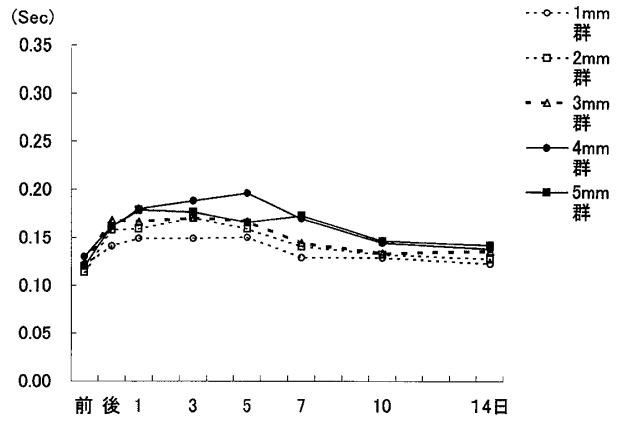


図7 /チ/発音時の子音継続時間

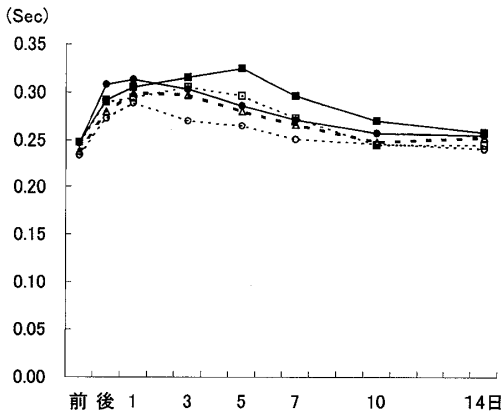


図5 /シ/発音時の子音継続時間

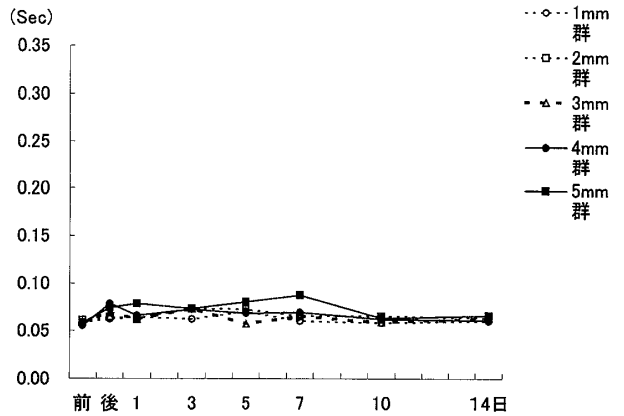


図8 /ピ/発音時の子音継続時間

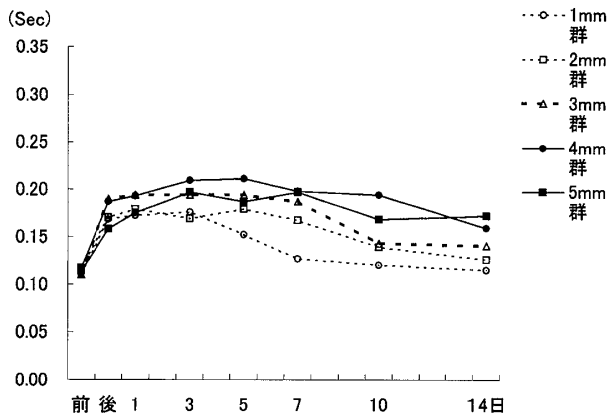


図6 /ジ/発音時の子音継続時間

5日後まで子音継続時間の延長がみられ、10日後に装着前の値に回復する傾向を示した(図4)。

無声摩擦音で歯茎音の/シ/発音時における子音継続時間は、実験装置を装着した直後に延長がみられたが、歯列狭窄が1mmでは3日目以降、2, 3, 4mm狭窄では5日後に短縮する傾向を示した。これに対して、5mm狭窄では子音継続時間が7日後から短縮する傾向を示し、14日後に回復することが示された(図5)。

有声摩擦音で歯茎音の/ジ/発音時における子音継続時間は、実験装置を装着して3日後まで子音継続時間の延長が続き、その後、1mm狭窄では7日後に、2mm, 3mm狭窄でも10日後には子音継続時間の短縮が認められた。しかし、4mm, 5mm狭窄では14日後に至っても装着前に比較して子音継続時間の延長がみられ、装着前の値にま

延長がみられた。歯列狭窄が1~3mmの場合は経時的に短縮し、7日後には装着前の値に回復した。それに対し、歯列狭窄が4mmと5mmでは

では回復しなかった（図6）。

無声摩擦音で歯茎音の/チ/発音時における子音継続時間は、1 mmから3 mm狭窄では装着直後から5日後まで延長がみられ、10日後には回復する傾向を示した。これに対して、4 mmと5 mm狭窄では子音継続時間の延長が7日後まで続いたが、その後は徐々に短縮し10日後には回復した（図7）。

破裂音で両唇音の/ピ/発音時における子音継続時間は、実験期間を通して実験装置装着による顕著な変化が認められなかった（図8）。

考 察

1. 実験方法について

歯の欠損に伴う異常構音は、主として上顎前歯部の欠損に由来する。今回設定した臼歯部欠損の場合は、欠損による異常構音が生じることは少なく、逆に義歯装着に伴う違和感に起因した構音障害が生じることが多い。義歯装着による構音障害の原因のなかでも、義歯を装着することによる口腔内環境の変化に舌が即座に対応できないこと、義歯の異物感により自由な構音運動が妨げられることなど、舌の順応の遅れが大きな要因となっている。特に、全部床義歯では臼歯部の人工歯排列位置や口蓋形態と発音との関連が研究されてきた^{10~15)}。また、部分床義歯においても、口蓋を横断する大連結子の形態と厚さ、および人工歯排列位置が発音に影響を及ぼすことが指摘されている^{16~19)}。この観点から、渡辺⁹⁾は部分床義歯の大連結子が構音に及ぼす影響を検討し、大連結子の走向位置は/キ/、/シ/、ナ行、ラ行の構音に影響するが10日目までには回復すること、/キ/は大連結子の厚さに影響を受けることなどを明らかにしている。一方、歯列狭窄との関係を検討した海老原⁸⁾は、歯列の変化により一時的に構音に影響を受けるが、全ての音声において14日目までには回復すること、後続母音に/イ/をもつ子音への影響が強く現れて順応が遅れること、歯列狭窄程度が強くなるほど軟口蓋音と歯茎音が顕著に影響を受けることを報告した。これらの結果から、義歯装着により影響を受けやすい単音節は後続母音に/イ/を持つ子音であるといえる。

母音/イ/は、発音時に中舌の舌背が硬口蓋に向かって上昇することにより発せられる前舌母音である。このとき、中舌の側縁は口蓋を圧するように接し、せばめを作る。これは、摩擦音との限界音であり、歯列が狭窄すると口腔内部の容積が変化してフォルマント周波数が影響され、構音障害が生じるものと考えられている。そこで、今回の実験では、後続母音に/イ/を持つ子音のなかから、特に舌の側縁が歯頸部歯肉から硬口蓋側に圧せられることにより構音される/キ/、/シ/、/ジ/、/チ/のほか、桑原⁶⁾が指摘した/ピ/を被検者として選択した。

発音の継続時間を測定した報告には、ダイナミックパラトグラフィーを用いた奥田ら²⁰⁾、松本ら²¹⁾の報告、サウンドスペクトグラフを用いた、倉知ら²²⁾、島田ら²³⁾、石神²⁴⁾の報告、音声波形解析法を用いた浜中²⁵⁾、萩原²⁵⁾、杉江²⁷⁾の報告がある。今回用いた音声波形から子音継続時間を求める方法は、海老原⁸⁾、渡辺⁹⁾の方法を参考に、子音開始部と子音から母音への遷移部を求めたものである。子音を構音する際に、舌は歯肉あるいは口蓋の調音点に接し声道を形成する。このとき歯列形態を急激に変化させると、舌の感覚に異常が生じて構音に至るまでの時間に変化が起こることが予想される。舌の感覚点は舌尖が最も密に存在し、舌背では前方よりも後方で密になると報告されている²⁸⁾。今回の実験のように、大臼歯部に向かって歯列狭窄を設定した場合には、感覚点が密に存在する舌の後方がより大きな影響を受けるものと考えられる。そこで、発音時の舌の位置づけに要する時間を測定すれば、左右非対称時の歯列狭窄と発音との関連を追跡できるものと考え子音継続時間を測定することにした。

2. 実験結果について

実験装置装着後における被検音発音時の子音継続時間をみると、/ピ/を除いて装着直後から子音継続時間の延長がみられた。これは、先行子音を構音するときに、母音/イ/の構音時よりも舌を硬口蓋に押し付ける力が強いことに起因しているものと考えられる。すなわち、単音節/キ/は、破裂音の軟口蓋音であり、発生時には奥舌が軟口蓋に接し、呼吸を蓄えたあとに一気にはきだすことに

より発せられる。このとき、奥舌が軟口蓋を強い力で圧迫することになる。単音節/シ/発音時の舌は、左右側の歯頸部と口蓋に位置し、中切歯部にせばめをつくり、その管のなかを呼気が摩擦通過することにより発せられる。そのとき、舌の側縁は口蓋を強く押すことになる。単音節/ジ/の発音は、先に述べた/シ/発音時よりも舌が口蓋に近づき、より強い圧で口蓋に押し付けることにより発せられる有声摩擦音である。また、単音節/チ/の発音時は、先に述べた破裂音と摩擦音の中間的な舌の運動がみられる。したがって、これらの単音節を構音しようとしたときに歯列が狭窄していると、舌の感覚に影響を与え、正確に構音するための舌の位置付けに時間を要し、そのことが子音継続時間に影響を与えたものと考えられた。

子音継続時間の経時的変化をみると、軟口蓋音の/キ/では、歯列狭窄が1～3mmの場合は経時的に短縮し、7日後には装着前の値に回復した。それに対し、歯列狭窄が4mmと5mmでは3日後まで継続時間の延長がみられ、装着前の値に回復するために10日間を要した。無声摩擦音で歯茎音の/シ/では、歯列狭窄1mmでは3日目以降、2、3、4mm狭窄でも5日後には短縮する傾向を示した。これに対して、5mm狭窄では子音継続時間の延長が7日後まで続いた。

全部床義歯を想定して実験した海老原⁸⁾は、今回と同様の単音節/シ/を被検音として用いているが、4mmと5mmの狭窄においても装着直後から順応が始まったと報告している。これに対して、今回の結果は、狭窄程度によるが、装着5日後あるいは7日後まで舌の順応が遅れることを示している。このことから、片側性の歯列狭窄の方が、舌の位置付けにとって不利な状況であることが伺える。

単音節/ジ/では、4mmと5mm狭窄の場合は14日後に至っても子音継続時間の延長が認められた。これは、/ジ/発音時には/シ/よりも舌背を口蓋に強く押し付ける必要があることから、/シ/よりも構音時の舌の位置付けに時間を要した結果と思われる。また、このとき舌の側縁が接する歯列に左右差が生じると、舌の感覚に強い影響が及んで、舌の位置づけに更なる時間を要したものと考

えられる。

無声破擦音で歯茎音の/チ/発音時の子音継続時間をみると、1mmから3mm狭窄では装置装着直後から5日後まで、4mmと5mm狭窄では7日後まで続いた。単音節/チ/の発音時は、先に述べた破裂音と摩擦音の中間的な舌の運動がみられる。舌が口蓋に圧迫されたときに歯列が存在すると、舌の感覚に左右差が生じ、正しい発音のための舌の位置づけに時間を要したものと思われる。また、順応するまでに期間を要したのは、構音に際して強い舌圧が求められることによるものと考えられた。

破裂音で両唇音の/ピ/発音時の子音継続時間をみると、装置装着による顕著な変化は実験期間を通して認められなかった。これは、/ピ/発音の破裂時に舌を口蓋に押し付けるとき、歯列の異物感はあるものの、調音点が口唇にあるため、構音そのものへの影響がなかったためと考えられた。

以上のことから、歯列形態に左右差があるときには、後続母音に/イ/をもつ単音節のうち、破裂音と摩擦音が子音継続時間に影響を受けることが示された。一方で、狭窄程度が3mmまでは自己学習の効果により経時的に順応がみられ、装着前の状態に近づく傾向が示された。今回の被験者は平均年齢が義歯装着者に比較して若く、順応しやすい年齢といえる²⁹⁾。実際の臨床では、義歯適応年齢である65歳以上の高齢者を対象とすることが多いため、順応には相応の期間を要するものと考えられる。また、義歯装着時の患者教育においては、義歯装着後の発音に対して根拠をもった正しい知識を提供することが必要であることが示唆された。

結 論

左右非対称の歯列狭窄が構音に及ぼす影響を子音継続時間をもとに検討した結果、

1. 単音節/キ/、/シ/、/ジ/、/チ/において歯列狭窄の影響が出現した。
2. 装着後3から5日後に向けて子音継続時間が延長する傾向がみられた。
3. /キ/、/シ/、/チ/では、装着後7～14日後に装着前の値に回復した。

4. 単音節/ジ/の子音継続時間は4 mm以上の狭窄では14日後に至っても継続した。

以上のことより、片側の歯列を狭窄させることにより、後続母音に/イ/を持つ歯茎音、軟口蓋音では子音継続時間が延長し、構音に影響することが明らかとなった。

謝 辞

稿を終えるに際し、終始ご懇篤なるご指導をいただきました奥羽大学大学院歯学研究科口腔機能学講座清野和夫教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究を遂行するにあたりご助言をいただきました口腔生理学分野の丸井隆之教授に感謝の意を表します。併せて、本研究にご協力をいただきました奥羽大学歯学部歯科補綴学講座の皆様へ深く感謝申し上げます。

本論文の要旨は、第42回奥羽大学歯学会（平成18年11月4日 郡山市）において発表した。

文 献

- 1) 覚道幸夫：床義歯の生理学；237 学建書院 東京 1978.
- 2) 桜井和人，荒井賢一，古沢典男，関根 弘：口蓋床の発音に及ぼす影響について．歯科学報 **58**；417-423 1958.
- 3) 吉川 弥：全口蓋床が破裂音構成におよぼす影響 歯科医学 **28**；167-207 1965.
- 4) 奥田貴之：実験的局部口蓋床の発音に及ぼす影響．補綴誌 **16**；362-380 1974.
- 5) 金山 昇：上顎臼歯部人工歯の排列位置が発音に及ぼす影響に関する研究—口蓋後方に調音点がある日本語について—．歯科学報 **87**；977-1004 1987.
- 6) 桑原 勉：義歯口蓋形態が音声に及ぼす影響についての基礎的研究．岐歯学誌 **9**；231-247 1981.
- 7) 倉知正和：日本語5母音の補綴学的分析．岐歯学誌 **9**；322-348 1981.
- 8) 海老原寛子：歯列の狭窄が発音に及ぼす影響．奥羽大歯学誌 **28**；169-178 2001.
- 9) 渡辺正宣：大連結子の設定位置が発音に及ぼす影響—パターンマッチングによる音声認識法を用いた分析—．奥羽大歯学誌 **27**；151-161 2000.
- 10) Pound, E. : Esthetic denture and their phonetic values. *J Prosthet Dent* **1**；98-111 1951.
- 11) Silverman, M. M. : Determination of vertical dimension by phonetics. *J Prosthet Dent* **6**；465-471 1956.
- 12) Allen, L. R. : Improved phonetics in denture construction. *J Prosthet Dent* **8**；753-763 1958.
- 13) Tanaka, H. : Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics. *J Prosthet Dent* **29**；16-28 1973.
- 14) Heartwell, C. M. and Rahn, A. O. : Syllabus of complete dentures 2nd ed. 294-306 Lea & Febiger Philadelphia 1974.
- 15) Boucher, C. O., Hickey, J. C. and Zerb, G. A. : Prosthodontic treatment for edentulous patients 7th ed. 274-381 Mosby Saint Louis 1975.
- 16) 金藤哲明：パラタル・バーの発音への影響について．九州歯会誌 **47**；188-207 1993.
- 17) 竹内英明：調音機能と補綴物との関係．パラタルバー設定位置が発音前の表情筋筋放電活動に及ぼす経日的変化様相．補綴誌 **38**；442-454 1994.
- 18) 羽田詩子：音声認識システムにおける補綴口蓋床評価への階層分析法の応用．補綴誌 **41**；363-373 1997.
- 19) Horshgen, J., Wisser, w., Berger, R. and Lotzmann, U. : The influence of major connectors of partial denture of phonation ; an instrument analysis of speech. *Folia Phoniatr logop* **56**；144-156 2004.
- 20) 奥田貫之，山下 敦，井上 宏，藤田孝之ほか：日本語単音のダイナミック・パラトグラフィについて．補綴誌 **18**；143-151 1972.
- 21) 松本直之，多田芳雄，佐藤修斎，市川哲雄ほか：発音のメカニズムに関する研究 第1報 正常有歯顎者．補綴誌 **28**；748-759 1994.
- 22) 倉知正和，石神 元，岡 俊男，島田卓也ほか：補綴物の音声学的順応へのアプローチ．補綴誌 **36**；810-816 1992.
- 23) 島田卓也，倉知正和，加藤泰二，木村拓郎ほか：実験的口蓋床装着者における学習効果の音声学的考察．補綴誌 **38**；540-547 1994.
- 24) 石神 元：実験的口蓋床装着者の順化に関する音声学的考察．補綴誌 **38**；683-695 1994.
- 25) 浜中一将：調音機能と補綴物との関係Ⅰ-1．実験的口蓋床が発音継続時間と，発音前の表情筋筋放電活動および舌圧とに及ぼす経日的変化様相．補綴誌 **34**；453-466 1990.
- 26) 荻原正明：調音機能と補綴物との関係Ⅱ-1．実験的口蓋床が発音前の内舌筋筋放電活動および下顎運動に及ぼす経日的変化様相．補綴誌 **34**；467-479 1990.
- 27) 杉江 弘：調音機能と補綴物との関係Ⅲ-3．パラタルバー設定位置が発音継続時間に及ぼす経日的変化様相．補綴誌 **39**；379-387 1995.
- 28) 大御雅文：口腔内の感覚点の分布について 第2報 成人の場合．歯科学報 **59**；843-853 1959.

- 29) Martone, A. L. and Black, J. W. : The Phenomenon of function in complete denture prosthodontics. An approach to prosthodontics through speech science reseach of prosthodontics significance. *J prosthet Dent* **12** ; 629-636 1962.

著者への連絡先：大貫武司，(〒963-8611)郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯科補綴学講座

Reprint requests : Takeshi OHNUKI, Department of Removable Prothodontics, Ohu University School of Dentistry

31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan