■特 集<構音の評価>

X線マイクロビームによる子音調音時の舌位置の分析

本多 清志

要 約: 調音観測装置のひとつに、細いX線ビームにより調音器官の表面に接着した金属球を追跡しその位置を記録するX線マイクロビーム装置がある。この装置を用いて記録した日本語と米語の発話資料に基づき歯茎音にみられる調音の変異を比較した。[t] や [s] などの歯茎音の調音には舌尖型 (apical) と舌端型 (laminal) のタイプがあるといわれる。この相違は発音の個人差であるが、[t] の場合に舌尖型を English [t], 舌端型を French [t] と呼ぶ区別もあり、言語差としてもみられるという。このような調音の亜型が、日本語と米語の間に存在するか否か、そのような変異の要因は何かを検討した。

索引用語: X線マイクロビーム装置, 歯茎音, 舌尖, 舌端, 日米比較

An X-ray Microbeam Analysis of Tongue Posture in Consonant Articulation

Kiyoshi Honda

Abstract: The X-ray microbeam system is an articulatory measurement system that tracks and records the positions of metal markers that are attached to articulatory organs including the tongue and jaw. In this work, articulatory data obtained with this system were used to examine articulatory variations of alveolar consonants in Japanese and English. Alveolar consonants often show apical and laminal variations. These are generally thought to be individual variations, but they are also known as language-specific variations, for a distinction is made between English [t] and French [t]. This study investigates these subtypes of [t] as well as [s] in Japanese and English, and discusses possible causal factors.

Key words: X-ray microbeam system, consonants, apical, laminal, comparison of Japanese and American English

はじめに

子音の調音に使われる場所は、舌尖の動きの巧妙さを反映して、舌尖近くの歯や歯茎に集中している。日本語では、歯音、歯茎音、後部歯茎音などがこれに相当し、摩擦音、歯擦音、閉鎖音、有音無声などの調音

様式の組み合わせを含めて7種類の子音がある。一般に、個々の子音の調音は、言語や話者に共通なものと認識されているが、音声学によれば同じ子音においてもいくつかの調音のタイプがあるとされ、われわれが観測したデータの中にも調音の亜型とよぶべきものがみられた。また、このような調音の亜型の現れかたが日本

語と米語の間でかなり異なることも次第に明らかになってきた¹⁾。この報告では、X線マイクロビーム装置を用いて収集した日本語と米語のデータベースを使用して、[t] および [s] の歯茎音にみられた調音の個人差と言語差を定性的に分析した。

音声学においては、歯音や歯茎音にいくつかのタイプの調音があることが知られている。服部²⁾によれば、[t] [d] では前歯の歯茎と舌尖との間の閉鎖が典型的なものであるが、(A)場所が同じでも舌尖が上へ曲がらず舌が扁平のまま閉鎖するものと(B)舌尖が上へ曲がって舌がやや凹形をなしつつ閉鎖するものとがあり、英語では後者が普通であるという。Malmberg³⁾はこれら2種をそれぞれ French [t], English [t] と呼んで、[t] [d] の調音に言語差があることを述べている。摩擦音 [s] [z] については、服部²⁾は舌端が上の前歯の歯茎付近で調音するものを普通とし、英語ではこのほかに舌尖が歯茎に向かって調音するものがあるとしている。Catford⁴⁾は、これらの亜型につき、舌尖を前者(A)のように使うものを apical、後者(B)のタイプの laminal と記載している。ここでは、この二型をそれぞれ舌尖型、舌端型と呼ぶこととし、X線マイクロビームデータベースの中から日本語と米語のサンプルを選んで、これらの調音亜型について個人差と言語差の傾向を調査する。

観測方法

X線マイクロビーム装置は、舌や下顎などの調音器官に接着したペレットと呼ばれる金属指標を追跡しな

がら発話時の調音運動を観測する装置であり、東京大学にて第1世代の装置が開発され⁵⁾、米国のウィスコンシン大学に第2世代の装置が設置された。この装置は、電子銃より発生した電子線を細いビームに成形し、これを金属板に照射することにより発生するX線をピンホールカメラの原理に基づいてX線ビームとして放出する。X線ビームの照射方向を計算機により制御し、ペレットの周囲のみを走査してX線検出器によりX線陰影を記録する。この陰影の中心を追跡しながら金属指標の座標値を算出する。

図1は標準的なペレットの装置位置を示している。ペレットは上下の口唇 (UL, LL), 下顎前歯 (Man_I) に1個ずつと、舌表面上に4個 (T1, T2, T3, T4) を設置するのが標準で、臼歯頬側に1個追加する場合もある。その他に、座標変換の基準点として、上顎門歯 (Max_I) と鼻背に2個 (Ref1, Ref2) 設置するが、通常は、上顎門歯と鼻背上部 (Ref1) の2点が基準点である。

発話の観測時には、モニター画面上に発話リストが表示され、被験者の押ボタンの合図に従いオペレータが観測プログラムを走らせると、ペレット初期位置の確認、開始音の出力、ペレットの追跡が自動的に行われる。発話記録の終了後に、口蓋の正中矢状面をペレットによりトレースし、口蓋形状を記録して実験を終了する。

ペレットの位置は観測時の頭位変化によって影響をうけるので、これを補正するために上顎咬合平面 (maxillary occlusal plane) を水平軸とした上顎前歯

図1 ウィスコンシン大学のX線マイクロビーム装置とペレットの配置(右下)

先端を原点とする座標系に観測データを変換し保存する⁶⁾。

発話資料

X線マイクロビーム装置を用いて収録した日本語と米語のデータベースより [ata] と [asa] を比較に用いた。被験者数は単語ごとに異なり、[ata] については、日本語話者で 14 人、米語話者では 19 人であり、[asa] については、日本語話者で 9 人、米語話者では 14 人である。男女比はほぼ均等である。これらの発話データにおいて、子音区間の中点における舌面上のペレット位置を定性的に観察した。

結果

単語中の子音中点における T1 と T2 の位置より、舌尖の調音位置と調音様式のタイプを分類した。T1 の前後位置の判定については、歯茎隆起を基準として、その前方を歯茎前部、歯茎隆起の頂を歯茎頂、後方を歯茎後部として三者に分類した。T1 は舌尖より約 1 cm 後方に設置されているので、ペレットデータからは舌尖の形を正確に知ることができない。そこで、T1 と口蓋輪郭との位置関係より、T1 あるいは T2 が歯茎や口蓋と接触する場合を舌端型、T1 と歯茎が接触しない場合を舌尖型とみなして二型に分類した。

図 2 と図 3 に日本語話者および米語話者の [ata] における [t] の代表例を示す。日本語話者 14 名のうち T1 が歯茎前部に向かう話者は 6 名、歯茎頂に向かう話者

は 6 名、T1 が歯茎後部に向かう話者は 2 名であった。また、舌尖の形については、T1 が口蓋歯茎部に接触する場合は 13 例でほとんどを占め、残り 1 例では T1 が前歯に接近し T2 が歯茎後部で口蓋と接触する調音がみられた。T1 が歯茎前部に接近する話者 6 名のうち 4 名は T1 に加えて T2 が口蓋前部に接触ないし接近する口蓋型というべき調音を示した。つまり、日本語話者では前歯ないし歯茎前部を調音点とする舌端型の調音が多くを占め、その中でも大きな調音のばらつきがみられた。米語話者では 19 名中 18 名で T1 が歯茎後部に向かう調音を示し、1 名のみに T1 が歯茎頂に向かう調音がみられた。舌尖の形については、T1 が口蓋と接触する場合は 9 例、接触しない場合が 10 例であった。これより米語話者では歯茎頂付近を調音点に用いる舌尖型の調音が多いことが分かる。なお、米語話者には、日本語話者にみられたような口蓋型の調音を示す例は全くみられなかった。

図 4 と図 5 に日本語話者と米語話者の [asa] における [s] の代表例を示す。いずれの言語においても T1 が歯茎部に接近し T2 が口蓋と離れた舌形状がみられた。日本語話者では、T1 が歯茎前部に向かう話者が 5 名で最も多く、歯茎頂に向かう話者が 2 名、歯茎後部に向かう話者が 2 名であった。舌尖の形については、T1 が口蓋と接触する例が 4 例、接触しない例が 7 例であった。米語話者では、T1 が歯茎後部に向かう話者が 14 人中 10 名で最も多く、歯茎頂に向かう話者が 2 名、歯茎前部に向かう話者が 2 名であった。舌尖の形

図2 日本語 [t] の代表例。(a)前方舌端型、(b)後方舌端型、(c)中間舌端型、(d)口蓋型

図3 米語 [t] の代表例。(a)舌端型, (b)舌尖型

図4 日本語 [s] の代表例。(a)前方舌端型, (b)後方舌端型

図5 米語 [s] の代表例。(a)舌端型, (b)舌尖型

については、T1 が口蓋と接触する話者が3例と少なく、接触しない話者が11例であった。日本語話者と米語話者における舌尖の位置を比較すると、日本語話者で前方に米語話者では後方に位置する傾向がみられた。また、どちらの言語においても舌尖型が多く、調音の変異は[t]に比べて少ない傾向があった。米語では大多数がこの型であるのに対し、日本語では舌端型もみられた。

考 察

日本語の閉鎖音[t]調音は多くは舌端型であるが、その中でも変異があり口蓋型と名付けた舌端型の極端化した調音もみられた。[t]の変異は閉鎖音の無音区間で生じるために音にはあまり反映されず、従って大きな調音のばらつきが許容されるためと考えられる。こ

れに対して、米語の[t]はほとんど舌尖型であり変異が少ない。このような[t]の言語差を説明するひとつの要因として、T1の位置にみられたように、口腔内における舌の位置が日本語話者では前方に、米語話者では後方にある傾向があげられる。日本語の[t]における口蓋型の発音は舌が口腔内の前方に位置している話者に多くみられるので、言語差と個人差がともに関係していると考えられる。

摩擦音[s]では日本語においても米語においても[t]ほどの変異がみられなかった。[s]では[t]と対照的に、子音区間において舌尖と歯茎部との間隙により[s]に特徴的な摩擦性雑音を生成するという調音上の制約のためと考えられる。とくに、[s]に口蓋型がみられない理由は、[s]が口蓋化すると[sh]に転化するため、そのような変異は摩擦音では生じることがない。舌尖

の形については、日本語では舌尖型と舌端型の二型があり、米語ではほとんどが舌尖型であったが、これも舌の前後位置に言語差がみられる傾向に関連していると考えられる。

以上のような歯茎音の調音にみられる変異の背景には、英語の無声子音が強い気音を伴うこと、頻繁に重子音化することなど、言語固有の性質が関与している可能性がある。一方、調音の変異に形態的な要因があるか否かについては、いまだに確証が得られていない。日本人に突顎が多いこと、あるいは前歯の裏面が凹んだ匙状歯をもつことなど、形態特徴との関連についても、今後検討する余地がある。

文 献

- 1) 本多清志：X線マイクロビームによる調音運動研究の動向。音声研究，2：8-18，1998。
- 2) 服部四郎：音声学。岩波全書，1950。
- 3) Malmberg, B. : Phonetics. New York : Dover Publications, 1963.
- 4) Catford, J.C. : A Practical Introduction to Phonetics. Oxford : Clarendon Press, 1988.
- 5) Kiritani, S., Itoh, K., & Fujimura, O. : Tongue-pellet tracking by a computer-controlled x-ray microbeam system. Journal of the Acoustical Society of America, 57 : 1516-1520, 1975.
- 6) Westbury, J. R. : On coordinate system and the representation of articulatory movements. Journal of the Acoustical Society of America, 95 : 2271-2273, 1994.

別刷請求先：〒 619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2

ATR 人間情報通信研究所

本多清志