

国立国語研究所学術情報リポジトリ

撥音の実験音声学的研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-06-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 高田, 正治, TAKADA, Masaharu メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15084/00001313

撥音の実験音声学的研究

高 田 正 治

1 はじめに

標準語の音韻体系の中で特別な位置を占める撥音は語頭に立つことがなくつねに母音に後続して現われ、ほとんどすべてのフォネムに先行することができる有声の鼻音である。そして、撥音の調音は、そのおかれている環境による影響、とくに後続音による逆行的な同化作用をつよくうけてさまざまに変化する。それについての一般的な説は、p, b, mの前では[m]に、t, d, dz, n, c, rの前では[n]に、k, g, ŋの前では[ŋ]に、母音やj, w, hの前では鼻音化母音に、sの前では[ɲ]または[ʒ]に、そして休止の前では[N]として実現されるとしている。しかし、これは内省を主とした観察結果によるものであり、撥音調音時のさまざまな声道の実態が客観的に明らかにされているとはいいがたい。そこで、このたび、その実態の一部を、主としてX線映画の声道正中断面資料によって観察し、そこからえられた結果について若干の考察を加えたのでここに報告する。

2 資料・方法

今回、計測の対象とした資料は、国立国語研究所で作成した16mmX線映画「日本語の発音」の第1部および第3部の中の、つぎの3種類のものである。なお、()の中の数字はこのX線映画フィルムの中に入っている整理番号を示す。

資料I 撥音を構成要素としているつぎの無意味音節列。なお、この報告では多種多様な撥音を一括してNで表すことにする。

(a) a[̃]N i[̃]N u[̃]N e[̃]N o[̃]N (1-33)

(b) a^ˈNa i^ˈNi u^ˈNu e^ˈNe o^ˈNo (1-34)

(c) a^ˈNpa a^ˈNta a^ˈNsa a^ˈNcja a^ˈNra a^ˈNka (1-35)

一般に、(a)の語末のNにおける調音では、[n]のように舌さきで閉鎖が形成されるばあいもあるが、ここであげたNはそのような調音ではなく、舌の奥の部分が調音に参加するタイプのものである。

資料Ⅱ 1個の母音フォネームだけからなる次の無意味音節。

(d) a^ˈ: i^ˈ: u^ˈ: e^ˈ: o^ˈ: (1-1)

(e) ā: ī: ū: ē: ō: (3-3)

資料Ⅲ CV^ˈ:CV というフォネームの組合せからなる次の無意味音節列。

(f) ma^ˈ:ma mi^ˈ:mi mu^ˈ:mu me^ˈ:me mo^ˈ:mo (1-8)

(g) na^ˈ:na ni^ˈ:ni nu^ˈ:nu ne^ˈ:ne no^ˈ:no (1-18)

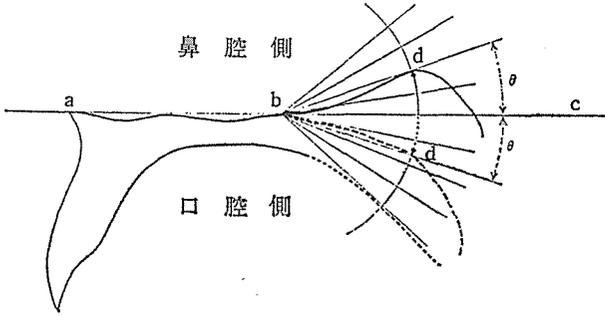
(h) ŋa^ˈ:ŋa ŋi^ˈ:ŋi ŋu^ˈ:ŋu ŋe^ˈ:ŋe ŋo^ˈ:ŋo (1-26)

この発話資料は、1発話セット当たり約5秒という時間制限のもとに、できるだけ規範的に発音したものである。なお、各発話セットごとに計算した無意味音節列（または、無意味音節）1個当たりの平均発話所要時間は、(a)で0.38秒、(b)、(c)、(d)で0.45秒、(e)で0.40秒、(f)で0.48秒、(g)で0.50秒、(h)で0.35秒となっていた。

発話者は、琉球大学教授上村幸雄氏（前国立国語研究所 話しことば研究室長。東京生れ、東京育ち）であり、このX線映画は1967年に東京大学音声言語研究施設の沢島政行・広瀬 肇両氏のご好意によって撮影された16mm映画であって、撮影速度は24フレーム/秒である。

上記の発話資料の大部分は、発話区間のすべてがトレースされ、声道各部の内径の計測を主としておこなったが、撥音と深い関係をもつ軟口蓋の下降の程度は、図1に示したように上顎骨の前鼻棘先端 a と硬口蓋後端の鼻腔底部の一点 b とのあいだを結ぶ直線 a—c に対する角度で表すことにした。このばあい b を中心とする計測用の円弧をもうけ、その円弧と軟口蓋の上面とが交叉する点 d と円弧の中心 b を結ぶ直線 b—d と、上述の直線 a—c とが

図1 口蓋帆上昇度の計測法をしめす図

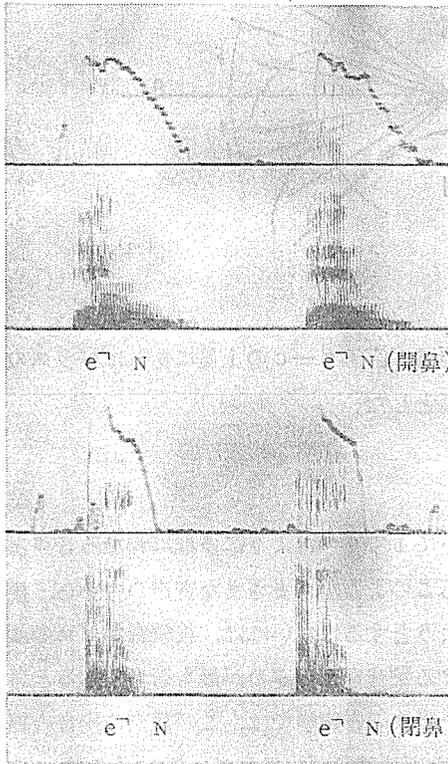


つくる角度 θ を測定した。なお、点dが直線a—cの上側にあればプラスの値とし、下側にあればマイナスの値とした。

3 結果

撥音は、後続する音の種類によって1で述べたように多種にわたる音声として実現する。撥音がかかえているこのようなさまざまな音声の中から、撥音としてより根源的なものを求めようとするばあいには、後続音がゼロのばあいのもの、つまり、語末に位置する撥音をえらぶのが最も適当であると考えられる。ところが内省を主とした従来の音声学では、この語末の撥音の調音点については[N]、[ŋ]、鼻母音などの諸説が出されている。そこで、このような語末の撥音を客観的に明らかにするため、このX線映画の資料I—(a)のV^hN型の声道正中断面像からNの調音点を求めてみることにしたが、この映画の静止像では軟口蓋の後端部が不鮮明なため正確な観察がおこなえなかった。しかし、その部分のうごきがある程度みえてくる動画状態での観察のたすけをかりて調音点を求めてみると、口蓋垂に奥舌面との閉鎖を形成しようとするかの如きうごきがかすかにみられ、調音点はどちらかといえば[ŋ]よりも[N]に近いものとして観察された。なお、このようなX線映像だけでは、その調音点における閉鎖の有無を確かめきれないので、鼻を指でふさいだ状態でのa^hN、i^hN、u^hN、e^hN、o^hNの発話を、他の3名の被験者に

図2 開鼻時（上図）と閉鼻時（下図）における $V^{\neg}N$ 型のソナグラムの例



よって調べてみることにした。その結果は、図2のソナグラムで示されているように、鼻を閉じないでふつりに発音したときに現われていたNの音響パターンが、閉鼻時にはほぼ欠落してしまふ傾向がほとんどの例でみられた。このことから、 $V^{\neg}N$ 型のNでは軟口蓋と奥舌のあいだで閉鎖あるいは閉鎖に近い状態が形成されていることが推定できる。

$V^{\neg}N$ 型のNにおけるこのような[N]的な調音形成に直接関与する奥舌と軟口蓋の両者のうごきを、この資料I—(a)を動画状態にして観察してみると、奥舌よりも軟口蓋の方がより活発に、そして、広範囲にわたって

うごいていることがわかり、舌よりも軟口蓋の方がより調音者(articulator)的で、より主役的な役割をはたしているような印象をつよくうける。このような傾向は、 $V^{\neg}N$ 型ほどきわだっていないが、資料I—(b)の $V^{\neg}NV$ 型や資料I—(c)の $V^{\neg}NCV$ 型のNにおいても、その痕跡がみられることから、このような性質を、本報告で対象とした資料以外の多くの拗音のばあいでも共通してもっているものと予測される。拗音調音時の軟口蓋にみられるこのようなうごきは、拗音にとって必要な条件の一つとしての鼻音性の獲得とふかくかわりをもっている重要なものなので、本報告では、軟口蓋の下降ピーク時点を拗音の調音上の峰（目標到達時点）とみなすこととして、以下に、当資

図3 V¹N, V¹NV, V¹NCV 型の無意味音節列における軟口蓋と咽頭後壁の距離 (V-1) と, 軟口蓋下降度 (V-2) と, 喉頭の咽頭腔への出口の幅 (LX) の時間的变化

図 3-1

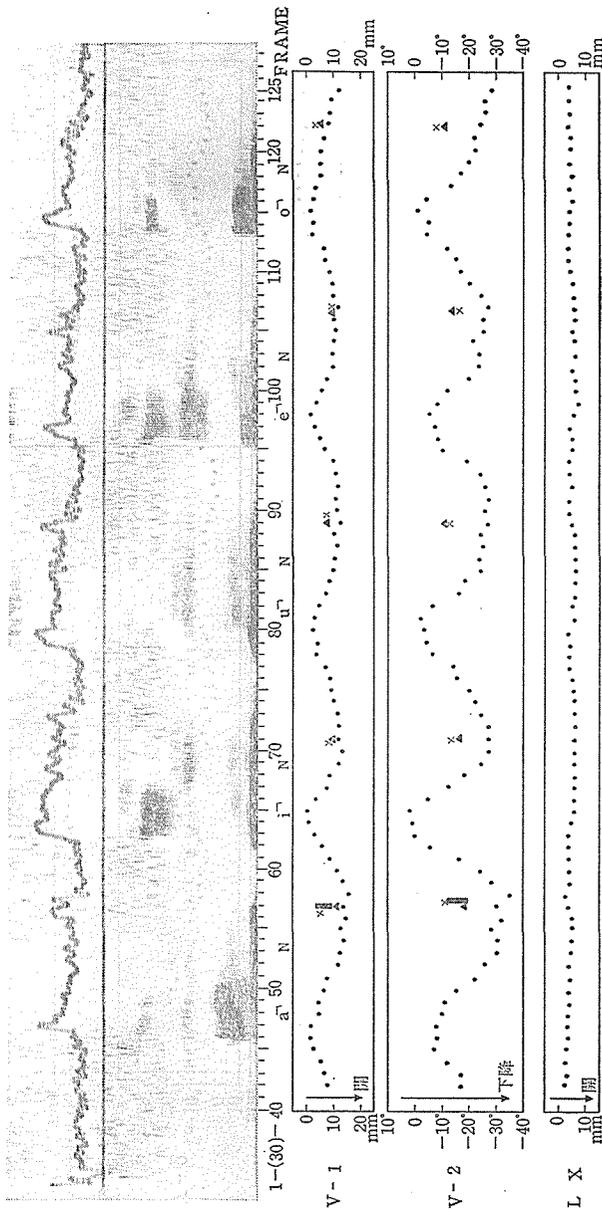


图 3-2

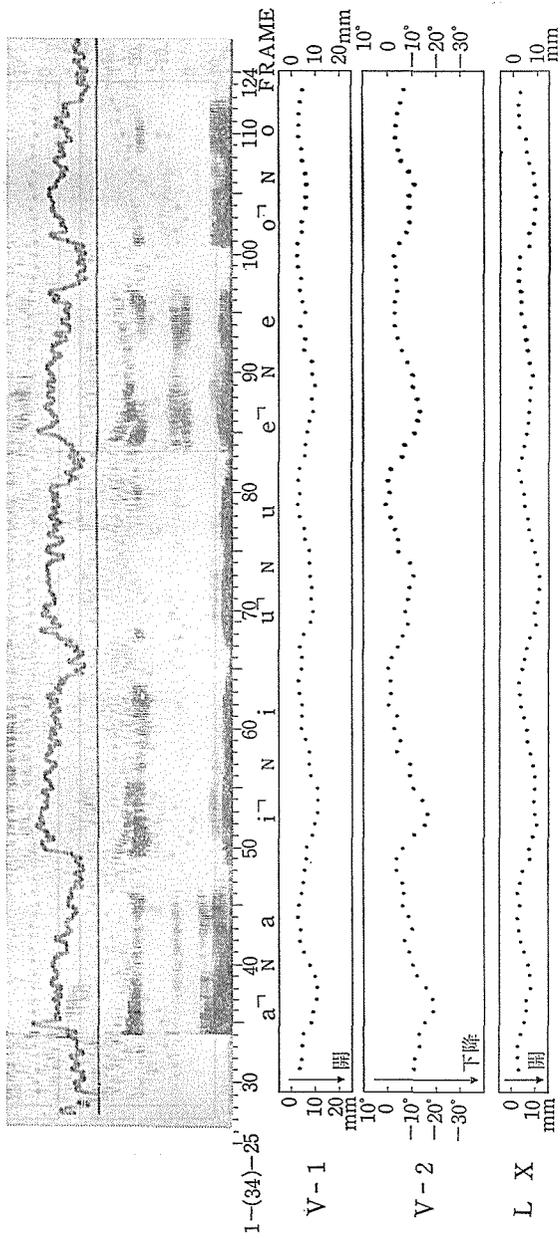
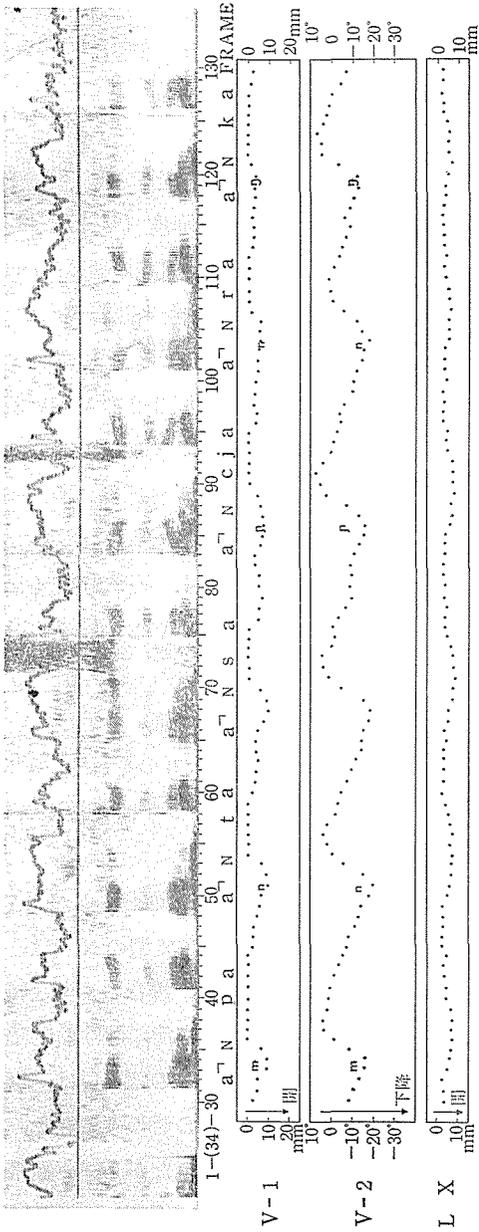


図 3-3



料の $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$, $V^{\neg}NCV$ 型の撥音における観察結果を、各調音器官ごとに述べていくことにする。

3.1. 軟口蓋

3.1.1. 軟口蓋下降度

資料Ⅰ—(a), (b), (c)の各発話における軟口蓋下降度 (V-2), および軟口蓋と咽頭後壁とのあいだの距離 (V-1), および喉頭腔の咽頭腔への出口の幅 (LX) についての、X線映画の各フレームの値を当該音声のソナグラムに当てはめたものが図3-1~3である。なお、図3-1の $V^{\neg}N$ 型の V-1, V-2 の時系列分布図の中に書きこまれている▲印は、図3-2の $V^{\neg}NV$ 型の5個のNにおけるピーク値を、それぞれの対応する $V^{\neg}N$ 型のNの部分に示したものであり、 $a^{\neg}N$ のNの部分だけに書きこまれている■印は、図3-3の $V^{\neg}NCV$ 型の6個のNにおけるピーク値が分布する範囲を示したものであり、×印は資料Ⅱ—(e)の5個の鼻母音からえられたV-1, V-2の値(平均値)を示している。また、図3-3下の $V^{\neg}NCV$ 型のV-1, V-2の時系列分布の $a^{\neg}N$ paのNの部分に書きこまれているmの文字の位置は、資料Ⅲ—(f)の $ma^{\neg}:m$ aの二番目のmのV-1, V-2のそれぞれの値(平均値)を示している。同様に、 $a^{\neg}Ncja$ のnは資料Ⅲ—(g)の $ni^{\neg}:ni$ の二番目のnのそれを、 $a^{\neg}Nta$, $a^{\neg}Nra$ のnは $na^{\neg}:na$ の二番目のnのそれを、 $a^{\neg}Nka$ のŋは資料Ⅲ—(h)の $\eta a^{\neg}:\eta$ aの二番目のŋのそれを示している。

(1) この図3から、撥音における軟口蓋の下降運動のピークが、 $V^{\neg}N$ 型のNではその出わり付近に、そして、 $V^{\neg}NV$, $V^{\neg}NCV$ 型のNではその入りわり付近に現れている傾向がよみとられる。一方、撥音のような特殊なフォネムを構成要素としていない音節連続の個々の音節における調音上の峰を、このX線映画の他の部分で概観してみると(このばあいは、当該音節の音節主音は母音であるので、母音の調音者としての舌のうごきを、ソナグラムを参照しながら——つまり、音響との対応をとりながら——観察することにした)、① 休止の直前に位置する音節のばあいの調音上の峰は音節末に、

(2) そして、語中の音節のばあいのそれは当該音節の母音の中央付近に現れる傾向がみられる。この結果と、上述の三つの型の撥音における調音上の峰の位置とを比較してみると、 $V^{\uparrow}N$ 型の N におけるそれは①と同じであるが、 $V^{\uparrow}NV$ 、 $V^{\uparrow}NCV$ 型の N におけるそれは①、②のいずれのタイプにも属していない。このような比較をとおして、撥音の音節としての独立性にふれてみれば、 $V^{\uparrow}N$ 型の語末の N は独立的であるが、 $V^{\uparrow}NV$ や $V^{\uparrow}NCV$ 型の語中の N は独立的であるとはいいいにくい。なお、 $V^{\uparrow}NV$ 、 $V^{\uparrow}NCV$ 型の N で、調音上の峰が N の入りわたり付近にみられるのは、これらの N が先行母音と比較的かたく結合していることを示しているものと考えられる。

(2) 3種類の撥音のあいだでの軟口蓋下降度のちがいを図3で概観してみると、 $V^{\uparrow}N$ 型の N のそれが最も大きく、 $V^{\uparrow}NV$ 型、 $V^{\uparrow}NCV$ 型の N および鼻母音のそれは $V^{\uparrow}N$ 型の約 $1/2$ 程度の下降度となっている傾向が全体をとおしてみられる。なお、 $V^{\uparrow}N$ 型、 $V^{\uparrow}NV$ 型のそれぞれのグループの中では、 $O^{\uparrow}N$ 、 $O^{\uparrow}NO$ の下降度が最も小さく、 $a^{\uparrow}N$ 、 $a^{\uparrow}Na$ のそれが最も大きくなっている。そして、 $V^{\uparrow}NCV$ 型のグループの中では $a^{\uparrow}Nka$ の N の下降度が最も小さくなっている。この $a^{\uparrow}Nka$ の結果は、後続する k の調音の影響によるものと考えられる。また、 $V^{\uparrow}NV$ 型の N における軟口蓋下降度と鼻母音のそれとがほぼ同程度となっているという上記の結果が、母音に先行する N が鼻母音的であるとする従来からの説を受入れているように思われるが、しかし、動画のたすけをかりた観察結果によると、 $V^{\uparrow}NV$ 型の N における口蓋垂先端付近のうごきには、鼻母音にはみられない口蓋垂音 $[N]$ の調音を指向するかの如きうごきが見られるし、また、後述するように軟口蓋以外の舌や下あごなどにも撥音独自のうごきが見られ、母音に先行する N を単純に鼻母音でおきかえることには抵抗をおぼえる。なお、この $V^{\uparrow}NV$ 型の前後の母音は、 N の影響をうけて鼻音化母音となっているようすが、図3-2の V-1、V-2 の時系列分布に示されているが、その軟口蓋下降度は、規範的な単独の鼻母音におけるそれほど大きくなっていない。そして、この下降度は、 N に後続する母音よりも先行する母音の方が大きくなっており、 N の影響が結合の密な先行母

音によりふかくくいこんでいることがわかる。

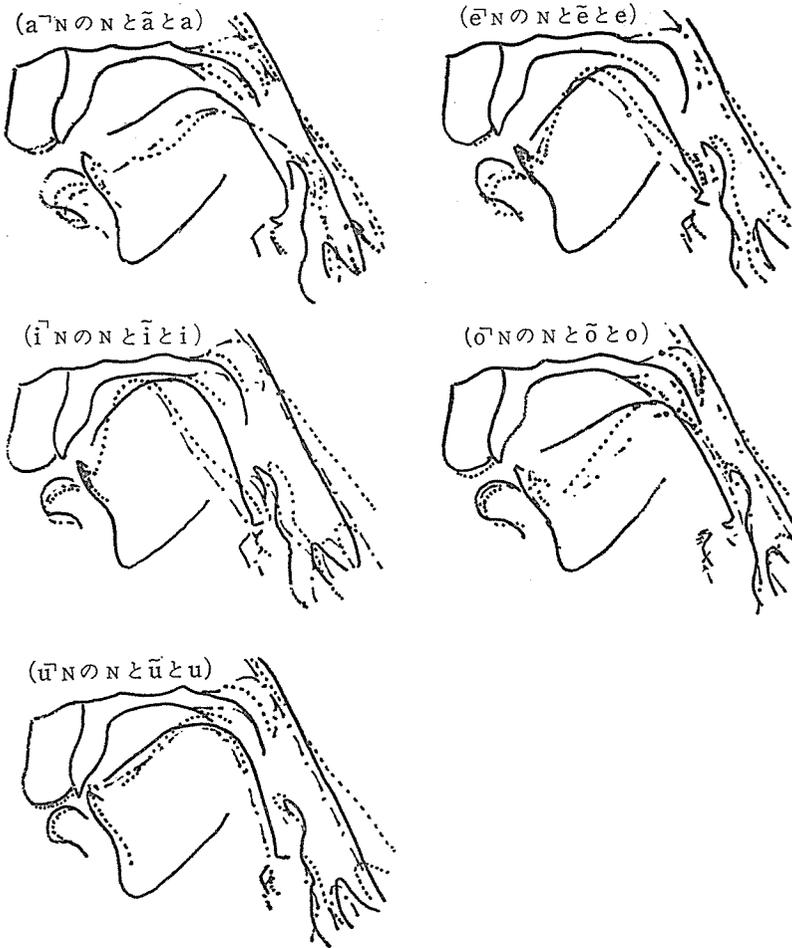
(3) $V^{\sim}N$, $V^{\sim}NV$, $V^{\sim}NCV$ 型の N における軟口蓋下降度の時間的変化は, N の区間内で下降あるいは上昇をつづけ, そこから平坦な定常状態を見出すことはむずかしい。一般に, $V^{\sim}NCV$ 型の N を音声表記するばあいには, N に後続する C と対をなす鼻子音 (以下, \tilde{C} と略す) を用いるが, この \tilde{C} を構成要素とする $CV^{\sim}:CV$ 型の無意味音節列 (以下, $\tilde{C}V^{\sim}:\tilde{C}V$ と略す) の 2 番目の \tilde{C} における軟口蓋下降度の時間的変化を資料 III—(f), (g), (h) で観察すると, [m], [n], [ŋ] におけるそれには上記の N でみられたような大きな変動がみられず, ほぼ平坦な定常状態がつづいている。このことから, $V^{\sim}NCV$ 型の N は, その軟口蓋下降度の時間的変化の側面において \tilde{C} とは異った性質をもっていることがわかる。

3.1.2. 軟口蓋と咽頭後壁とのあいだの距離

(1) $V^{\sim}N$, $V^{\sim}NV$, $V^{\sim}NCV$ 型における $V-1$ (軟口蓋上面と咽頭後壁とのあいだの呼吸通路の最狭部の正中断面上の広さ) の時間的変化は, 図 3 に示されているように $V-1$ のそれとほぼ相似の傾向を示しているが, その時間的変化の振幅は $V-2$ の角度のばあいのそれと比べて小さなものとなっている。また, この 3 種類の撻音のあいだでの $V-1$ のちがいを図 3 で概観してみると, $V^{\sim}N$ 型の N が最も大きく, $V^{\sim}NV$ 型, $V^{\sim}NCV$ 型の N および鼻母音のあいだではあまり差がなく, $V^{\sim}N$ 型のばあいよりわずかに狭くなっている傾向が全体をとおしてみられる。

(2) $V^{\sim}N$ 型, $V^{\sim}NV$ 型のそれぞれのグループの中では, $a^{\sim}N$, $a^{\sim}Na$ の N が最も広く, $o^{\sim}N$, $o^{\sim}NO$ の N で最も狭い傾向がみられる。また, $V^{\sim}NCV$ 型のばあいでは, $a^{\sim}Npa$, $a^{\sim}Nta$, $a^{\sim}Nsa$ の N が広いグループに属し, これらの半分くらいの値で $a^{\sim}Nka$, $a^{\sim}Nra$ の N が狭いグループを作っている。また, $V^{\sim}NCV$ 型の $a^{\sim}Nsa$ 以外の 5 例の N について, それぞれの C と対をなす \tilde{C} を含む $\tilde{C}V^{\sim}:\tilde{C}V$ 型の 2 番目の \tilde{C} の $V-1$ との比較をすると, 図 3-3 の分布図および図 6 のように, N は対応するそれぞれの \tilde{C} と同程度であるか, あるいはやや広い傾向がみられ, 後続子音によって N には \tilde{C} とはことなった撻音

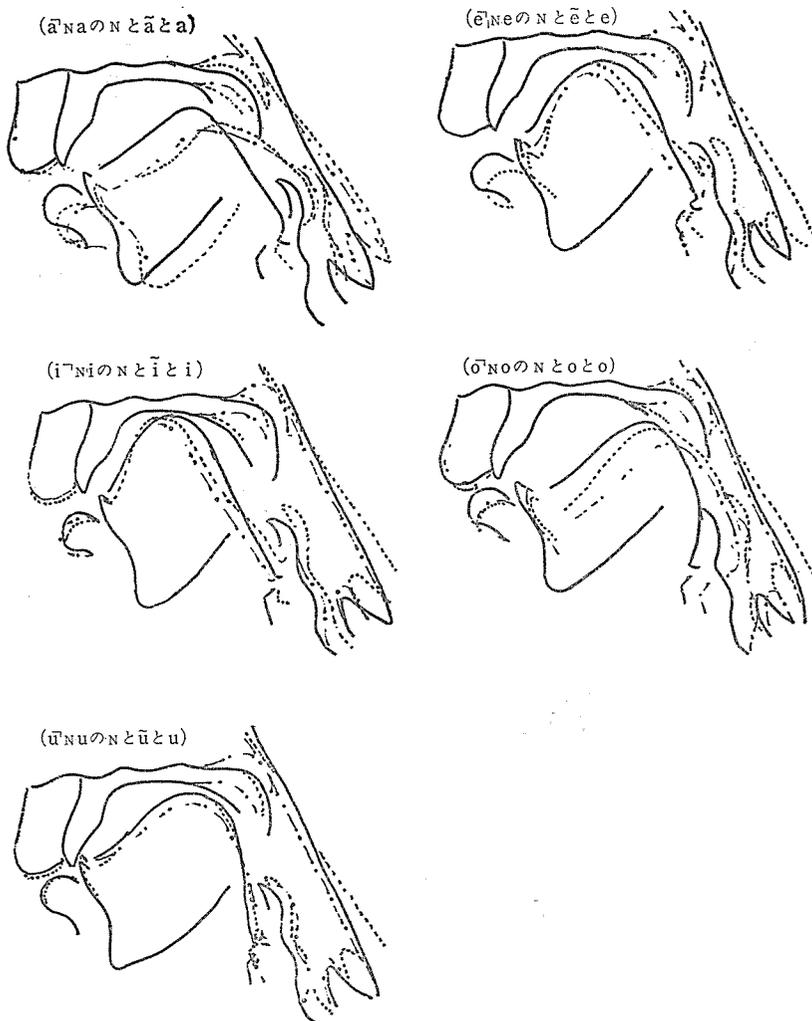
図4 V¹N型のN(実線)と鼻母音(点線)と単独母音(鎖線)との声道の比較



的な性質が、このV-1の側面でさえられているようである。

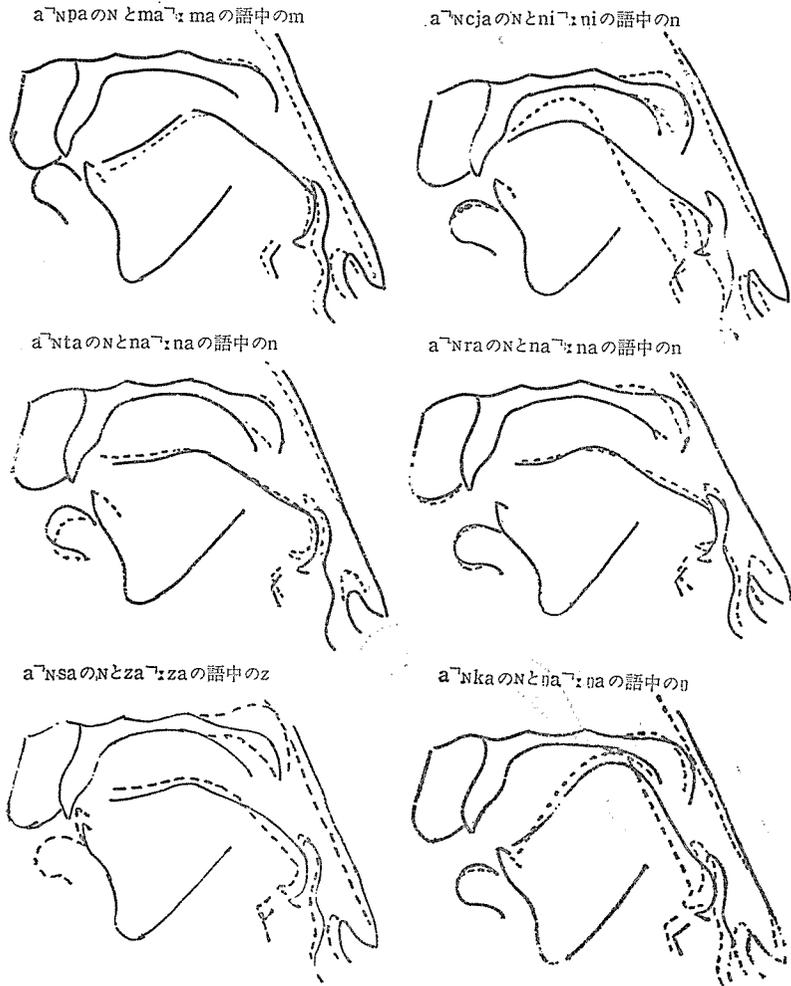
(3) V¹NCV型のNにおけるV-1の時間的変化は、軟口蓋の上昇にともなうて、Nの入りわたりから出わたりへかけて減少をつづけ、Nのソナグラムパタンの終端付近で後続子音のための閉鎖にたどりついているようすが図3-3からよみとられる。このようなN区間内でのV-1の時間的変化からは平

図5 $V^{\top}NV$ 型のN (実線) と鼻母音 (点線) と単独母音 (鎖線) との声道の比較



平坦な定常状態を見出しにくく、軟口蓋下降度のばあいと同様に、そこには語中の \tilde{C} における平坦なうごきとはことなった姿が示されている。

図6 V^hNCV 型の N (実線) と $\tilde{C}V^h\tilde{C}V$ 型の語中の \tilde{C} (点線) との声道の比較
 (但し、左下の a^hn^hsa は例外)



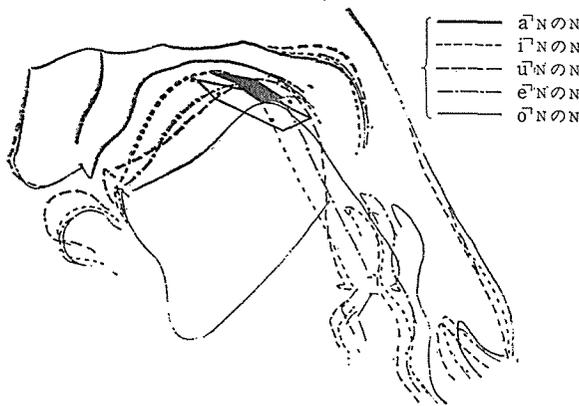
3.2. 軟口蓋以外の調音器官

軟口蓋以外の調音器官について撥音調音時の特徴を見出すため、資料 I—(a)の V^hN 型の五つの N の軟口蓋下降ピーク時点における声道正中断面図と、

資料Ⅱの規範的な単独の母音および鼻母音の定常部中央付近における声道正中断面図とを比較したものが図4である。また、図5は、資料Ⅰ—(b)の $V^{\uparrow}NV$ 型の N について、同様に、資料Ⅱの単独の母音および鼻母音と比較したものであり、図6は、資料Ⅰ—(c)の $V^{\uparrow}NCV$ 型の N と、資料Ⅲの $\tilde{C}V^{\uparrow}:\tilde{C}V$ 型の2番目の \tilde{C} とのあいだで、同様に比較したもの（但し、 $a^{\uparrow}Nsa$ のばあいには、 $[z]$ に近い声道として、ここでは仮りに $za^{\uparrow}:za$ の2番目の z の声道を比較の対象とすることにした）である。これらの比較図は、不動の構造物としての上顎を、重ねあわせの基準部として作られている。これらの図から、次の点を指摘することができる。

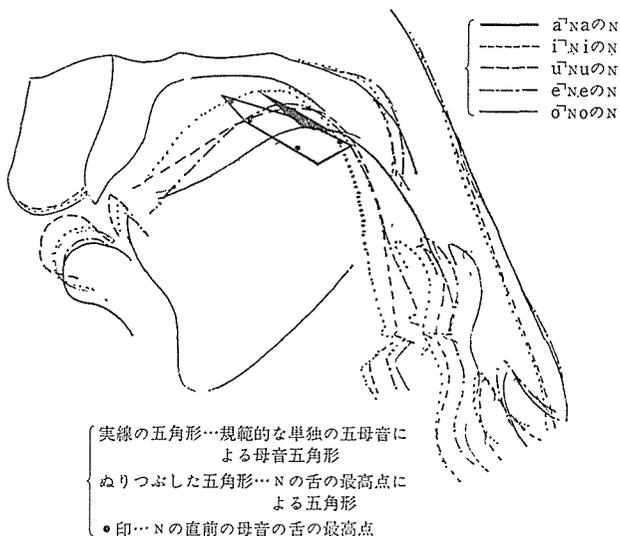
(1) $V^{\uparrow}N$, $V^{\uparrow}NV$ 型の N における舌の最高点（この報告では、上門歯先端と、上の歯列に入っている金属の入れ歯の下端とを結ぶ軸を水平面として、舌の最も高い点を求め、それを舌の最高点とした）を、単独の鼻母音および母音のそれと比較すると、 $a^{\uparrow}N$, $o^{\uparrow}N$, $a^{\uparrow}Na$, $o^{\uparrow}NO$ の N では前上方へ、 $i^{\uparrow}N$,

図7 $a^{\uparrow}N$, $i^{\uparrow}N$, $u^{\uparrow}N$, $e^{\uparrow}N$, $o^{\uparrow}N$ の五つの N の声道の比較



{ 実線の五角形…規範的な単独の五母音による母音五角形
 { ぬりつぶした五角形… N の舌の最高点による五角形
 • 印… N の直前の母音の舌の最高点

図8 a^ㄊNa, i^ㄊNi, u^ㄊNu, e^ㄊNe, o^ㄊNoの五つのNの声道の比較



e^ㄊN, i^ㄊNi, e^ㄊNe のNでは後方への変化がみられるが, u^ㄊN, u^ㄊNuではそのような変位がほとんどみられない。なお, 図4, 5の中に示されているNの声道パターンは, 軟口蓋下降運動がピークに達したフレームのものであるが, このフレームにおける舌も, 当該Nのための舌の運動のピークにはほぼ達している。

(2) 図4のV^ㄊN型の5個のNにおける舌の最高点をむすんで五角形を作ってみると図7のようになり, 同様に, 図5のV^ㄊNV型の5個のNのそれによって作った五角形は図8のようになる。これらを, 両図に書きこんだ規範的な単独の5母音による母音五角形と比較してみると, V^ㄊN, V^ㄊNV型のいずれの拗音五角形も母音五角形のu [u]付近で作られており, これらのNにおける舌がそれぞれの先行母音の位置 (●印) から単独母音のu付近を指向してうごいたことがわかる。そして, このV^ㄊN型とV^ㄊNV型の二つの拗音五角形の大きさを比べてみると, 前後の母音の影響をうける環境下にあるV^ㄊNV型の拗音五角形の方が前後にやや大きめとなっている。

なお、呼気段落末に位置する撥音は、休止状態への復帰過程で調音され、調音器官には撥音のための格別の努力を要しないという説もあるが、ここで対象としている V^1N 型の五つの N は、いずれも N の音響パタンのおわりまで、舌が上述のように $[u]$ 付近を指向しており、そして、 a^1N , i^1N , u^1N , e^1N のそれぞれの N の直後の小休止における舌は、次に発音する V^1N 型の V のためのうごぎを開始している。また、この a^1N から o^1N までの一連の発話セットの最後に位置する、つまり、呼気段落末に位置する o^1N の N の舌は、その音響パタンがおわった直後で $[u]$ 指向のための努力を抛棄したかの如く下降を開始し休止状態に移行しており、この資料に関する限りでは上記の説は受けいれにくい。

N におけるこのような $[u]$ 付近を指向したうごぎは、 V^1N 型の N にとっては口蓋垂音 $[N]$ の調音点における閉鎖を容易にさせるためのものであろうし、 V^1NV 型の N にとっては、それがふつうの鼻母音とはことなった撥音的な鼻母音の音価をつくりだすために役立っているように思われる。

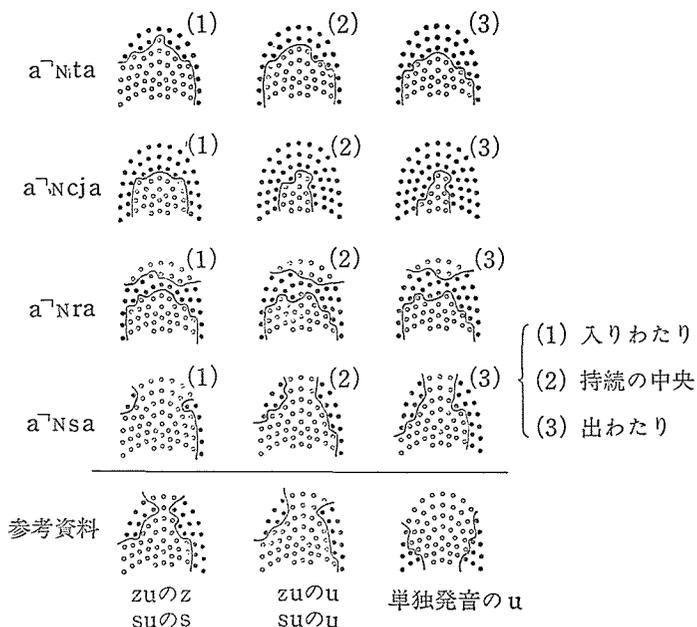
なお、ここで対象にしている V^1NV 型の N は前後に同一の母音が配されたばあいだけのものであり、ことなった母音にはさまれたばあいの N の舌の実態はここでは不明であるが、そのような音声環境下におかれた N における舌の移行軌跡 (N の先行母音から後続母音へ向っての) は、ことなった母音をむすぶ最短経路とはならず、やはり単独母音の $[u]$ の方向へシフトしたものになると予測される。

(3) あいづちの時によく発せられる「ウン」の調音上の実態は、この X 線映画資料の中にそれが収録されていないので、その客観的な観察はここではできないが、「ン」の他に「ウン」と、かな 2 文字で表記されることが多いのは上記のような V^1N , V^1NV 型の N における舌の $[u]$ 指向的な性質と関連があるように思われる。(約 15 分間の対話場面に出現した、肯定の意味を表わすあいづちの 105 個の「ウン」の長さの分布が、この 15 分間の中の明示的な言語形式の音声区間からえられた拍の平均値の 2 倍付近に集中していたという調査結果とも関連して)

(4) V¹NCV 型の N の調音についての従来からの一般的な説は、N が p, b, m の前では [m] に、t, d, n, r の前では [n] に、k, g, ŋ の前では [ŋ] に、s の前では [ɲ] または [ʒ] になるとされている。この X 線映画資料の中で調査対象とすることができる a¹Npa, a¹Nta, a¹Nsa, a¹Ncja, a¹Nra, a¹Nka の 6 個の N の調音点の実態は、舌さき付近の X 線映像が不鮮明であるために、a¹Npa, a¹Nka 以外のものについては正確にとらえることができない。しかし、動画状態の観察や、静止像における前舌前部付近の姿が na¹:na, ni¹:ni, za¹:za の 2 番目の子音のそれに似ていることから (図 6 参照)、a¹Nta, a¹Nsa, a¹Ncja, a¹Nra では舌さきで閉鎖あるいは狭窄が形成されているといえそうである。なお、a¹Npa の N では唇の閉鎖が、そして、a¹Nka の N では中舌と軟口蓋とのあいだでの閉鎖が、この X 線映像からよみとりうる。

(5) また、V¹NcV 型の N で、このような閉鎖あるいは狭窄が形成されるタイミングについては、従来から、N の入りわりからあるとか、N の出わり付近にあるとか、あるいは閉鎖子音が後続するばあいでも N の区間内で、口腔内に閉鎖をほとんど作らなくても容易に発音できる単語がある、というようにさまざまな説で出ている。この X 線映像上で観察が可能な a¹Npa の N[m] のくちびるの閉鎖開始時点をソナグラム上で求めてみると、それは直前の母音と N のほぼ境界に求められる。一方、a¹Nta, a¹Ncja, a¹Nra の舌さきの閉鎖開始時点は、N のための閉鎖形成に関係していると思われる前舌部分の上昇運動が、すでに直前の母音区間の中央付近からみられることから、N の入りわり付近では閉鎖が形成されている可能性が大きい。なお、後日、ダイナミックパラトグラフ (リオン KK 製、DP-01 型。調音時における舌と口蓋との接触状態の時間的変化をしらべる装置で、直径 1 mm の金電極 64 個が配置された厚さ約 1 mm の人工口蓋を被験者の上あごに装着し、調音時の舌と口蓋との接触の有無を、その電極の on-off で検出するようになっている。舌と口蓋の接触の情報は毎秒 64 フレームのこまかさで得ることができ、その個々のフレームの時間軸上の位置をソナグラム上に指定することもできる。この装置のことを、以下で DP と略す。) によって収録した同

図9 V¹NCV 型のNCのダイナミックパラトグラム



一話者によるこの3個の無意味音節列の数回の発話では、いずれのばあいも直前の母音とNの境界で閉鎖がほぼ完成されている(図9)。なお、他の話者による同じ無意味音節列の発話時のDPの結果であるが、発話速度をはやめてみても、Nにおけるこのような舌さきの閉鎖形成のタイミングに変化が認められなかった。また、筆者のふつうの発話状態で、Nのための舌さきの閉鎖が形成されていないかの如く内省された単語(たとえば、神田 *kanda* や、親任 *siNniN* の語中のNなど)の数回の発話をDPで観察してみると、舌さきにおける閉鎖がNの入りわたり付近から必ず現われてしまっていた。なお、このばあい、舌さきの閉鎖を故意につくらないようにして発音してみると、Nのあとにみじかいポーズが必ず挿入されてしまっているのがソナグラムによってよみとられた。このばあいのみじかいポーズは、後続する子音からの逆行的同化作用を断ちきるために、やむをえず現われたものと考えら

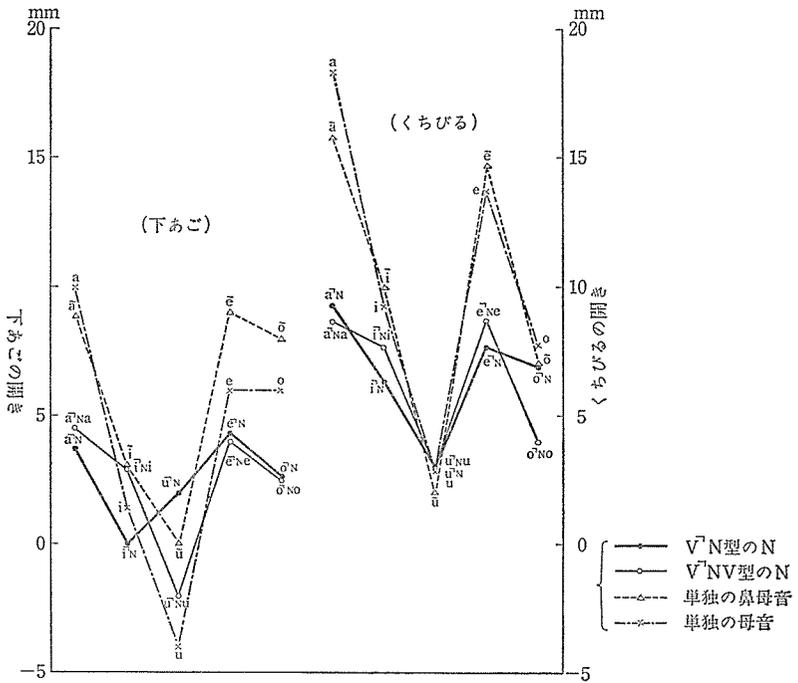
れる。

(6) $V^{\sim}NcV$ 型の 6 個の無意味音節列のそれぞれの N を DP でしらべてみると、 $a^{\sim}Npa$ 、 $a^{\sim}Nka$ の N のばあいは、当然のことながらこの調査の対象からはずされてしまう（人工口蓋でしらべることが可能な範囲が、歯茎から高口蓋付近までであるので、ガ行音のうち ηa 、 ηo の子音における閉鎖は、ふつう DP ではとらえられないし、 $a^{\sim}Npa$ の N [m] の閉鎖はくちびるであるので）が、その他の 4 個の無意味音節列の N からは図 9 に示す DP パタンがえられた。 $a^{\sim}Nta$ 、 $a^{\sim}Ncja$ 、 $a^{\sim}Nra$ の N は、大ざっぱに [n] として一般に簡略音声表記されるが、図 9 のように、 $a^{\sim}Nta$ では [n] 的であるが、 $a^{\sim}Ncja$ では [n] に近く、 $a^{\sim}Nra$ では [ŋ] とでも表記したくなるようなパタンが示されている。また、 $a^{\sim}Nsa$ の N では、su、zu の子音や単独母音の u のパタンよりも、su や zu の母音の [ɯ] に最も近いパタンが現われている。なお、DP では観察困難な $a^{\sim}Nak$ の N を X 線映画で観察すると、N の持続中に中舌は上昇をつづけており、その上昇にともなって口蓋垂音 [N] に近い状態から軟口蓋音 [ŋ] の状態へと移行しているうごきがみられる。

(7) $a^{\sim}Nta$ の N と、 $na^{\sim}:na$ の二つの n の 3 者のあいだで、舌と口蓋の接触面積の広さおよびその接触パタンを、DP によって比較してみると、 $na^{\sim}:na$ の二番目の n よりも一番目の n の方が $a^{\sim}Nta$ の N により似ているし、また、弾き音 [f] に先行する $a^{\sim}Nra$ の N と、 $ra^{\sim}:ra$ の二つの r とを DP で比較してみると、 $a^{\sim}Nra$ の N は $ra^{\sim}:ra$ の一番目の r（あるいは、その r の準備段階）に現われることの多い閉鎖の持続（母音間の r では現われにくい）における DP パタンによく似ているし、また、同一話者による他の DP 資料の中にあった「本陣」 $hoNzĩn$ 、「半蔵」 $haNzo$ の語中の N では閉鎖が形成されることから、子音に先行する N には語頭型の鼻子音の持続部がおきかえられているといってもさしつかえないようである。

$V^{\sim}NcV$ 型の C にとって、上述のような環境が C の直前に用意されていることは、その c がちょうど語頭に位置しているばあいの状態に近くなっていることになるし、また、全般的に、 $V^{\sim}NCV$ 型の C における DP の接触面積

図10 $V^1N \cdot V^1NV$ 型の N, 単独の鼻母音, 単独の母音における下あご及びくちびるの開き



の広さが、同一の c を構成要素とする $CV^1:CV$ 型の二番目の c よりも広く、一番目の c のそれに近い傾向がみられることから、撥音に後続する子音は、語中に位置してはいるものの、その子音が語頭に現われるばあいの性質を、先行する撥音によって与えられているようである。

なお、一般に、呼気段落のあたりに位置する p, t, k などの無声破裂音の閉鎖持続時間を、ソナグラムなどの音響レベルでよみとることは不可能であるため、呼気段落間のポーズの長さの計測を正確におこなえないばあいがあるが、このようなばあい、同一話線内で撥音に後続する当該子音があれば、その子音の閉鎖持続時間は計測可能であるから、その値によって呼気段落頭の問題の子音の閉鎖持続時間を推定するのが、上述の撥音に後続する子音の特徴からもっとも適当であると考えられる。

(8) 図4, 5の声道から, 下あごおよびくちびるの開きを計測し(くちびるの開きは, 上下のくちびるのあいだの最短距離を計測した。また, 下あごの開きは, 上門歯先端と, 上の歯列の第2小臼歯に充填された金属の入れ歯の最下端とをむすぶ線を計測基準軸とし, その軸と下門歯先端との最短距離を計測した。なお, 上下の歯が深く咬合し下門歯先端がこの基準軸より上方にきたばあいには, その計測値をマイナスの値とした), $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$ 型の N におけるくちびるの開きおよび下あごの開きと, 規範的に発音した単独の母音および鼻母音におけるそれとを比較したものが図10である。この図から, 広母音と組合わさった N における下あごの開きが, その広母音を単独に発音した母音や鼻母音のそれの $1/3$ 程度となっているのが目立ち, この $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$ 型の10個の N が, 単独に発音した u から i の開きの範囲に, ほぼ集中しているようすがよみとられる。また, くちびるの開きも同様に, $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$ 型の10個の N が, 単独に発音した u から i の開きの範囲に集中している。 $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$ 型の N の下あごやくちびるにおけるこのような i , u と同程度の小さな開きは, 捲音調音時における舌の[u]指向的なうごきを助けるためのものであると考えられる。なお, このような計測結果をもたらした図4, 5の中の捲音の声道パターンは, 軟口蓋下降運動がピークに達したフレームのものであるが, このフレームの下あご, くちびるの開きも当該捲音のために最も狭まった状態にほぼ達していることが, このX線映画のフレームを追った観察からよみとることができる。一方, 後続する子音と対をなす鼻子音が現われている $V^{\neg}NCV$ 型の N では, $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$ 型におけるこのような軟口蓋の下降運動と同期した下あごやくちびるのうごきは現われず, 下あごやくちびるの閉方向へのうごきのピークは, 後続子音の調音と関連して N の出あたり付近に現われる傾向が図11でみられる。

(9) soft voice あるいはゆるみ声とかかわりをもつとされている喉頭腔の広さの状態を, この三つの型の捲音についてしらべるため, 喉頭の咽頭腔への出口の幅をX線映像の正中断面上で計測(図12の a-b 間の距離)してみた。その計測結果が図3-1~3の三つの LX である。この $V^{\neg}N$, $V^{\neg}NV$, $V^{\neg}NCV$

図11 V[^]NCVにおける下あごとくちびるの開き

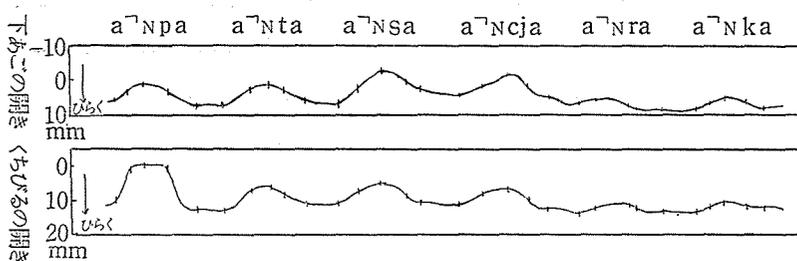
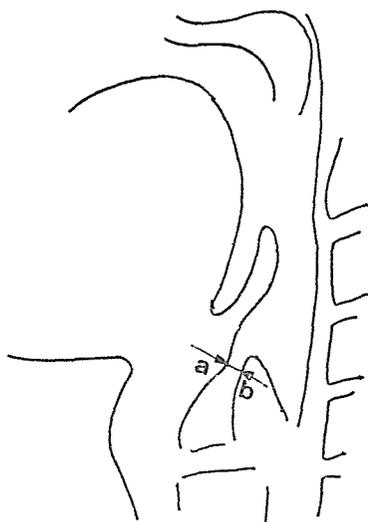


図12 LXの計測部位



型の三者のあいだで、Nの部分のLXの値を比較してみると、3-1のV[^]N型と3-3のV[^]NCV型の両者のそれは、ほぼ同程度となっていることがわかるが、両者のこの値は、日本語の五母音の中でゆるみ母音とみなすことのできるu[ɯ]のLXとほぼ同程度でもある。一方、口腔内で閉鎖あるいは狭窄がはっきり用意されないという点でこの両者とは調音方法が異なるV[^]NV型のNの値は、この両者のそれよりもやや広めとなっている、このNの喉頭がよりゆるんだ状態となっていることがわかる。

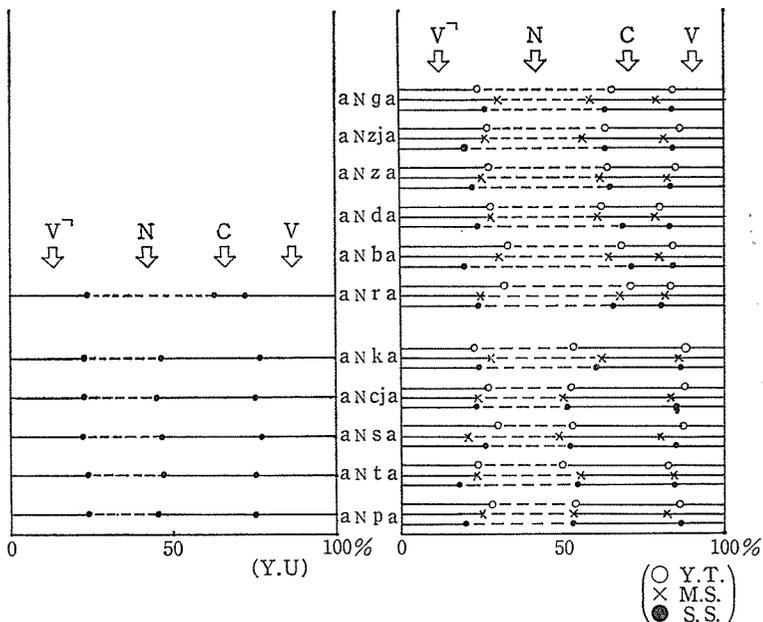
3.3. 撥音の持続時間

標準語の撥音は、ふつう語頭に立たず、つねに先行母音に付随して現われ、音節としての独立性がよわいが、音数律のうえでは独立した一つの単位、つまり拍あるいはモーラといわれているものをみとめることができる。このような撥音が、物理的にどのような長さをもっているかをしらべるため、この報告で扱っているX線映画およびDP資料としてのV¹N, V¹NV, V¹NCV型の音声を計測してみた。なお、この計測に際して、Nの前後の音素境界の決定は、主としてソナグラムのフォルマントパタンの推移およびソナグラムの上部に併記されている音声の強さの推移とを総合しておこなった。なお、この作業が音響レベルだけでは困難なばあいには、DPの接触パタンの推移を随時参照することにした。

(1) 図3-1のV¹N型と、図3-2のV¹NV型のソナグラムから、2拍からなるV¹N型のばあいでは、それぞれの無意味音節列がほぼ二つに等分されているのがよみとられ、また、3拍からなるV¹NV型のばあいのそれは、ほぼ三つに等分されているのがよみとられ、それぞれのNは、平均拍長（当該無意味音節列の長さ÷当該無意味音節列の拍数）とほぼ等しくなっていることがわかる。

(2) 一方、図3-3のCを含んだV¹NCV型のNの長さは、V¹N型やV¹NV型のNのような等時的な割合をもっていないようなので、この型については特にDPの4回分の音声を計測の対象に加え、その平均値によって図13の左図を作ってみた。なお、この図の各音素の時間占有率は、（当該音素の長さ÷当該無意味音節列の長さ）×100によって求めた。この図から、Nの占有率は、無声子音p, t, s, c, kの前で約24%（平均拍長の約70%の長さ）であり、有声子音rの前では約40%（平均拍長の約20%増の長さ）となっており、後者のNは前者のNの約1.7倍と長くなっている。ただし、後者がa¹Nr a¹例だけで少なすぎるので、他の3名の話者によって、ここで対象としているV¹NCV型の6例の他に、cがb, d, z, zj, gであるばあいの資料

図13 $V^{-1}NCV$ 型における音素別時間占有率（右図は、他の3名による追加資料）の結果



(2回ずつの発話)を採録し計測してみた(図13の右図)。この追加資料の結果は、無声子音に先行するNと有声子音に先行するNの両グループの平均値の差が1.4倍と、上述の $a^{-1}Nra$ の結果に比べてやや小さめになっているが、やはり、無声子音に先行するNよりも有声子音に先行するNの方が長めである傾向が示されている。

なお、図13の左図の、 $V^{-1}NCV$ 型のそれぞれの拍の時間占有率は、 $a^{-1}Nra$ では、a(24%)、N(40%)、ra(9%+28%=37%)となっており、三つの拍はおおよそ1:1.7:1.6の長さの割合で並んでおり、 $a^{-1}Npa$ 、 $a^{-1}Nta$ 、 $a^{-1}Nsa$ 、 $a^{-1}Ncja$ 、 $a^{-1}Nka$ の5者全体の平均値は、語頭のaが23%、Nが24%、最後の拍が54%(30%+24%)となっており、三つの拍はおおよそ1:1:2の長さの割合で現われている。

また、この図13の隣りあうフォネームを二つないし三つまとみると、それぞれのグループの長さがほぼそろってくるのがよみとられ、このような単位で日本語の等時的な制御がおこなわれているようにもみえるが、この点に関しては、なお、分析用資料をつみかさねた上で、後日、報告したいと思っている。

4 あとがき

X線映画を主な資料として、標準語の撥音調音時における声道の実態の一部を明らかにすると共に、そこからえられた若干の特徴について上述のごとき考察を加えたが、今後の課題として次の点をあげることができる。

- (1) ここでえられたX線映画による結果は、あくまで一人の話者によるものであるので、多くの標準語の話者によってたしかめられるべきである。
- (2) この報告で対象とした撥音を含む資料は、限られた先行音・後続音と組み合わせただけのものであり、また、アクセントも頭高アクセント型のばあいだけに限られていたので、他のアクセント型のばあいや、他の先行音・後続音との組合せのばあいについても調べられるべきである。
- (3) この報告では、口蓋垂付近のX線映像が不鮮明であったため、[N]の調音の実態を正確にとらえることができなかった。今後、他のより確実な方法によって、より客観的な観察がおこなわれることが望ましい。

最後に、本報告をまとめるにあたり、さまざまな形でかわりをもたれた上村幸雄氏（琉球大学）、沢島政行氏、広瀬 肇氏（東京大学）および国立国語研究所内の関係諸氏に謝意を表します。

<参考文献>

- 1 上村幸雄：現代の音韻，講座国語史 Vol. 2，大修館（1972）
- 2 上村幸雄：X線映画による母音の発音の研究，国立国語研究所報告60（1978）
- 3 服部四郎：音声学，岩波書店（1954）
- 4 佐久間鼎：日本音声学，京文社（1927）

- 5 天沼寧他：日本語音声学，くろしお出版（1978）
- 6 沢島政行他：調音時の口蓋帆の運動，音響学会音声研究会資料（1976）
- 7 米田正人：談話行動の分析，国立国語研究所研究発表資料（1980）
- 8 川上 奏：日本語音声概説，桜楓社（1977）
- 9 Chiba, T., kajiyama, M. : The Vowel its nature and structure, kaiseikan
（1941）
- 10 野元菊雄：国語の音韻の特色，国語教育のための国語講座 Vol.2，朝倉書店
（1959）
- 11 金田一春彦：撓ねる音・つめる音，国語と国文学 Vel.411,（1958）
- 12 有坂秀世：音韻論，三省堂（1940）