

修正基本周波数を用いたスペイン語発話のピッチの研究

Estudio de los tonos del español por medio de la frecuencia fundamental modificada

木村 琢也

Takuya KIMURA

0. はじめに

本稿では、複数の発話者の発音に見られるメロディー形 (configuración melódica) ⁽¹⁾や、同一人による複数の語や文の発音のメロディー形を実験音声学的に比較検討するための方法として、修正基本周波数 (frecuencia fundamental modificada, 以下FFMと略記) という数値を利用することを提案し、単純なメロディー形を示す発話について実際にこの数値を求めてこれを観察する。

1. スペイン語のアクセントに関する従来の実験音声学的研究

一般にアクセントの知覚には、母音の長さ (duración) ・基本周波数 (frecuencia fundamental) ・インテンシティー (intensidad) の三つの音響的要素が関与していると言われている。そこでスペイン語の場合にはこの三つのうちどの要素がアクセントの有無に最も重要に関わっているかを調べるために、従来いくつかの実験音声学的研究が行われてきた。その結果、最近では上記の三つの要因のうち基本周波数がスペイン語のアクセントの知覚に最も大きく関与しているということで大方の意見が一致している。

この結論自体は信頼できる。しかし、この結論をあまり単純に解釈すべきではない。例えば、どんな場合でもアクセントのある部分の基本周波数が高くそれ以外の部分の基本周波数が低いなどと考えたらもちろん大きな誤りである。ところが従来の実験音声学的研究のいくつかはこの点の認識を欠いている。これらの研究の特徴は、実験機器で求められる数値とアクセントの有無とをあまりにも単純にむすびつけて考えていることである。以下で二つの先行研究を簡単に紹介し、その問題点を考える。

1.1.1. Quilis, 1971⁽²⁾

この研究でQuilisは, estímulo, estimulo, estimulóなど、アクセントの位置のみによって区別されるさまざまな語のセットを

(1) 単独で

(2) Digo la palabra _____. の環境で

(3) Digo la palabra ____ otra vez. の環境で

という3種類の環境で5人のインフォーマントに読んでもらい、問題となる語の中の各母音の

(1) 基本周波数

(2) 持続時間

(3) インテンシティーの最高値

(4) インテンシティーのグラフが描く曲線と時間軸との間の面積 (=インテンシティーの時間についての積分)

を測定している。その結果、アクセントの知覚にとって一番重要な指標は基本周波数、二番目が持続時間であり、他の二つはほとんど関与しないというのがQuilisの結論である。

1.1.2. Enríquez et al., 1989

Quilis, 1971が話し手の立場からの研究とすれば、こちらは聞き手の立場からの研究といえる。ここでは, *límite*, *limite*, *limité*のような、やはりアクセントの位置のみによって区別される語のセットの発音を合成音声で作成して、それに対するインフォーマントの反応を調べている。その際、

(1) 持続時間

(2) 基本周波数

(3) インテンシティー

の三つの値が(3音節語の場合なら)三つの音節すべてを通じて同じもの、一つの音節だけ基本周波数が他より高いもの、一つの音節だけ持続時間が他より長いもの...など、さまざまな合成音声を聞かせ、どの音節にアクセントがあるように聞こえるかを答えてもらった。その結果、最も重要な要素はやはり基本周波数であり、その語のアクセント・パターンによっては持続時間が関与することもあるが、いずれにしてもインテンシティーの影響は無視できると結論している。

1.2. 問題点

上記二点の論文における実験のしかた、議論の進めかたを見ると、それらの筆者たちが次のような誤った暗黙の前提に立っていることがわかる。

(1) アクセントの知覚に関与する可能性のある音響特性は持続時間と基本周波数とインテンシティーの3つであり、しかもその中にアクセント知覚に最も大きく貢献する要因が一つある。

(2) 語のアクセントの音響的実体を調べるには、その語を単独で発したときの発音、またそれに近い二、三の環境での発音を調べれば十分である。

(3) アクセントの知覚に大きく関与する変数(例えば基本周波数)の値は、アクセントのある母音のほうが、アクセントのない母音におけるよりも高いはずである。

この三点に反論する。

(1) 音の性質を特徴づける基本的な物理特性は、基本周波数・振幅・倍音構造⁽³⁾の三つであり、インテンシティーは周波数の2乗と振幅の2乗の両方に比例する複合的な量である。⁽⁴⁾さらに、複合音⁽⁵⁾のインテンシティーはその音の倍音構造によって大きく影響されるたいへん複雑な数値である。簡単な例を出すと、耳には同じ強さに聞こえる[i]と[a]では通常[a]のほうがインテンシティーの値は大きい。このような事情を無視してインテンシティーについて単純な議論をするべきではない。

また、三つの数値のうち最も重要なものを一つ定めなければならないという理由もない。

(2) 同一の語でも、文中のどこに位置するか、その文がどのようなイントネーションで発せられるかによって、ピッチは非常に異なった変動のしかたをする。イントネーションと切り離してアクセントの音響的実体を論ずることはできない。

だからと言って、文中の発音ではなく一語だけを単独に発音した場合の基本周波数を測定すればイントネーションの影響を受けることなくアクセントの音響的実体を知ることができるかと思えるのも間違いである。そのような発音にも「一語を単独で発音したときのイントネーション」が厳然と存在し、それがピッチ変化に影響を与えている。

(3) アクセントのある音節でピッチが逆に下がる例は多い。この事実は Gili Gaya, 1924 において早くも指摘されているし、その後も多くの（機械を使っていない）研究で報告されている。実験機器を駆使した最近の研究がこの点を考慮に入れていないのは不可解である。

2. 新しい仮説

以上の考察から、次のように考えるべきであることがわかる。アクセントの存在はただちに何らかの決まった音響的变化を引き起こすものではなく、アクセントはひとつひとつの語の中の定まった音節についている抽象的なマークである。現実の発話の中でアクセントのある音節がどのような長さ・高さ・強さで発音されるかは、イントネーションの関与を得て初めて決まる。

以下、本稿では長さ・強さについては扱わず、高さのみを問題にするが、議論の前提として、アクセント・イントネーションと基本周波数との関係に関する次のような仮説を設ける。

スペイン語では、すべての語が決まったアクセント・パターン (patrón acentual) を持っている。例えば yo のアクセント・パターンは「強」、investigaciones のそれは「弱弱弱弱強弱」である。

一方、文は一個から数個、時には十数個のイントネーション・グループ (grupos entonativos) に分けて発せられる。イントネーション・グループの切れ目には発音上の休止 (pausa) があるとは限らず、むしろないことのほうが多い。各イントネーション・グループは一個以上の語から成っているため、それぞれのイントネーション・グループも決まったアクセント・パターンを持つことになる。

各イントネーション・グループは、それを含んでいる文の種類・その文中での位置・話者の感情などによって定まるイントネーション・パターン (patrón entonativo) を持つ。

イントネーション・パターンとアクセント・パターンは組み合わせあって、当該イントネーション・グループのメロディー形 (configuración melódica) を決定する。メロディー形は、イントネーション・グループを構成する各音節の相対的な高さを示す。

このメロディー形に、各話者の持つ声域や、イントネーション・パターンに含めることのできない個人的な癖などの偶発的な要素が加わったのが、現実の発話のピッチである。音声学実験機器はこれを測定して、基本周波数を割り出す。

以上が仮説の内容である。もちろんこれだけでは不十分であり、文アクセントや音節の縮約などの問題は今後かならず考慮に入れて行かねばならないだろう。また、イントネーション・グループの区切り方やイントネーション・パターンの種類などもほとんど未知であり、すべて今後の課題である。⁽⁶⁾しかし現時点ではとりあえずこの仮説に従って論を進める。

3. 修正基本周波数

スペイン語のアクセントに関する従来の実験音声学的研究の欠点のひとつに、音声分析器によっ

て得られた数値をそのまま検討しているという点がある。

基本周波数ひとつを取っても、機械測定で得られる数値には、前節で考察したように個人的な声の高さなどの言語外的な要素が含まれている。従って、複数の発話を比較しつつ偶発的な影響を捨象して言語内的な要素（すなわちメロディー形）を見やすくするためには、それなりの数値処理が必要になる。

次節でスペイン語のネイティブ・スピーカー 6 人の発音の基本周波数の測定結果を検討するが、個人的な声域の高さ・広さの違いによる影響を消すために、基本周波数の数値に次のような処理をほどこし、その結果得られた数値 f_{Mij} を修正基本周波数（frecuencia fundamental modificada, FFM）と呼び、これで比較することにする。

$$f_{Mij} = (f_{Lij} - m_{Li}) / s_{Li}$$

ここに f_{Mij} は第 i 発音者 ($i=1, 2, \dots, 6$) の第 j 測定ポイントにおける修正基本周波数、

f_{Lij} は第 i 発音者の第 j 測定ポイントにおける基本周波数の自然対数（ e を底とする対数）で

$f_{Lij} = \log_e f_{ij}$, (f_{ij} は第 i 発音者の第 j 測定ポイントにおける基本周波数（単位は Hz））、

m_{Li} は第 i 発音者のデータ全体における基本周波数の自然対数の平均値で

$$m_{Li} = (1/n_i) \sum_{j=1}^{n_i} f_{Lij}$$

(n_i は第 i 発音者についての測定ポイントの総数)

s_{Li} は第 i 発音者のデータ全体における基本周波数の自然対数の標準偏差で

$$s_{Li} = \{(1/n_i) \sum_{j=1}^{n_i} (f_{Lij} - m_{Li})^2\}^{1/2}$$

4. 実験

FFMを用いた観察の試みとして、私がおこなった実験について記す。発音者名は姓の頭文字のみを記すことにする。

4.1. 資料体

以下の6人の音声資料の有声音（母音と有声音）の部分の基本周波数を0.01秒ごとに測定し⁽⁸⁾それぞれの測定ポイントのFFMを計算した。合計測定ポイント数は3,097。このうち下線を引いた語のFFMを次節以降で検討するが、FFMの計算に必要な平均値・標準偏差の算出には下線部以外の部分の基本周波数もすべて用いている。

(1) L (男性)

原 誠, 「スペイン語入門」付属カセット・テープ, 岩波書店, 1979 より

pita (2回), tónico, Pepita, mínimo, manatí, beca, tapete, caminé, ideal (以上, 一語ずつの単独の発音) ¡Hola! Buenos días. Uno, dos, tres y cuatro.

(2) E (女性)

同上のカセット・テープより

pita (2回), tónico, Pepita, mínimo, manatí, beca, tapete, caminé, ideal (以上, 一語ずつの単独の発音) · Martes, jueves y sábado.

(3) J (女性)

Televisión Española 製作, "España al día", No.142, 28-I-1991 より

Las selecciones de España y Portugal se han enfrentado en Castellón en partido de fútbol amistoso, donde las fuerzas de ambos equipos se manifestaron similares, (文の途中まで)

(4) R (男性)

Carlos Rubio, 秋山 紀一 共著, 「CD ブックス・はじめてのスペイン語」, 岩波書店, 1991 より

Brasil, noche, dónde, kilo, América, Portugal, casa, tarde, foto (すべて一語ずつの単独の発音)

(5) P (男性)

塩田 洋子, 「エクスプレス・スペイン語」付属カセット・テープ, 白水社, 1987 より

casa, cama, alegre, tenedor, España, Carmen, amigos, señor, catedral (以上, 一語ずつの単独の発音) Buenos días. Yo soy Masao.

(6) C (女性)

同上のカセット・テープより

casa, cama, alegre, tenedor, España, Carmen, amigos, señor, catedral (以上, 一語ずつの単独の発音) ¡Hola, Masao! Bienvenido a España. Yo soy Carmen.

4.2. 分析結果

上記の音声資料の有声音の部分の基本周波数を測定し, それから算出した各母音部分のFFMの値を表1~8に示す。ここでは「強弱」のアクセント・パターンを持つ語を「pita型」, 「弱強弱」のアクセント・パターンを持つ語を「Pepita型」などと呼ぶことにする。

表の数値は母音部分のFFMの時間についての平均値である。例えば発音者Lによる pita (1回目)の発音のうち, 母音iの長さは0.14秒であった。従ってこの母音の中には14の測定ポイントがある。各ポイントの基本周波数の値は173, 163, 167, 168, 168, 170, 172, 172, 172, 171, 166, 156, 150, 153 (単位 Hz)であった。この値に対応するFFMの値はそれぞれ +1.118, +0.897, +0.987, +1.009, +1.009, +1.053, +1.096, +1.096, +1.096, +1.075, +0.965, +0.734, +0.589, +0.662であり, その平均は +0.956 = +0.96である。表1の pita(1)の最初の欄にはこの数値 +0.96 が記されている。

4.2.1. 語の単独の発音

語の単独の発音の分析結果を表1~6に示す。

強勢音節が高く, その他の音節が低いという傾向がすべての例に見られる。さらにくわしく見ると, paroxítone 語と proparoxítone 語の場合, 強勢音節と(無強勢)語末音節のFFMの数値はかなり安定していて, それぞれ +1.0 と -1.3 のまわりで変動している。

強勢音節よりも前の音節は, 強勢音節よりもFFMが低いという点ではすべての例で一致しているが, 数値自体はかなりまちまちである。

同じアクセント・パターンの語はほとんど同じFFMの変動を示す。例として tónico 型の4例のグラフを図1に示す。

図2は各型の平均値のグラフである。どの型も強勢音節でFFMが最高値を示しているが, oxítone 語 (señor 型と manatí 型)の強勢音節のFFMは他の型に比べると低い。この型の語の場合, アクセ

pi - ta(1)	ca - sa
L +0.96 -3.86	R +0.92 -1.09
E +1.21 -0.01	P +0.79 -1.14
	C +0.89 -0.95
pi - ta(2)	tar - de
L +0.80 -0.83	R +1.14 -1.37
E +1.29 -1.14	
be - ca	fo - to
L +0.69 -1.57	R +1.05 -1.36
E +0.31 -1.44	
no - che	ca - ma
R +1.48 -1.15	P +0.78 -1.35
	C +0.90 -1.19
dón - de	Car - men
R +0.96 -1.49	P +1.02 -1.77
	C +1.07 -1.15
ki - lo	
R +1.68 -0.98	
	平均 +1.00 -1.32

表1 pita 型 (単独の発音)

Pe - pi - ta	ta - pe - te
L -0.46 +0.85 -1.55	L -0.40 +0.68 -1.04
E +0.47 +0.82 -1.02	E +0.14 +0.69 -0.68
	a - le - gre
	P +0.24 +0.40 -1.38
	C +0.47 +0.89 -1.37
	Es - pa - ña
	P +0.71 +1.47 -1.31
	C +0.16 +1.07 -1.22
	a - mi - gos
	P +0.67 +0.68 -1.72
	C -0.52 +1.11 -1.67
	平均 +0.15 +0.87 -1.30

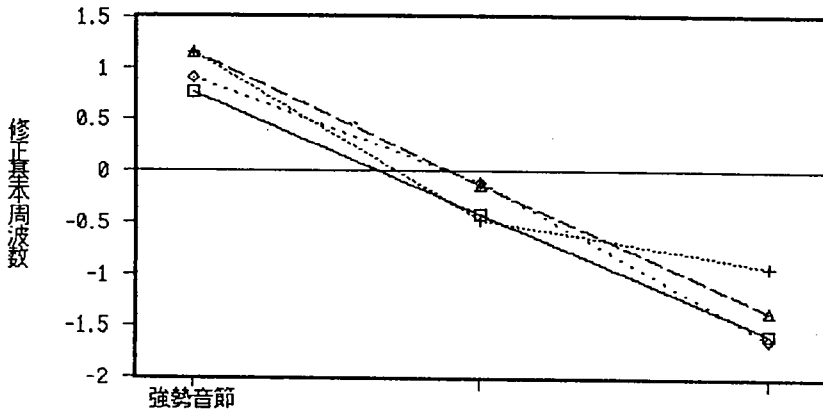
表2 Pepita 型 (単独の発音)

tó - ni - co
L +0.76 -0.43 -1.58
E +1.15 -0.48 -0.93
mí - ni - mo
L +0.91 -0.11 -1.62
E +1.15 -0.14 -1.36
平均 +0.99 -0.29 -1.37

表3 tónico 型 (単独の発音)

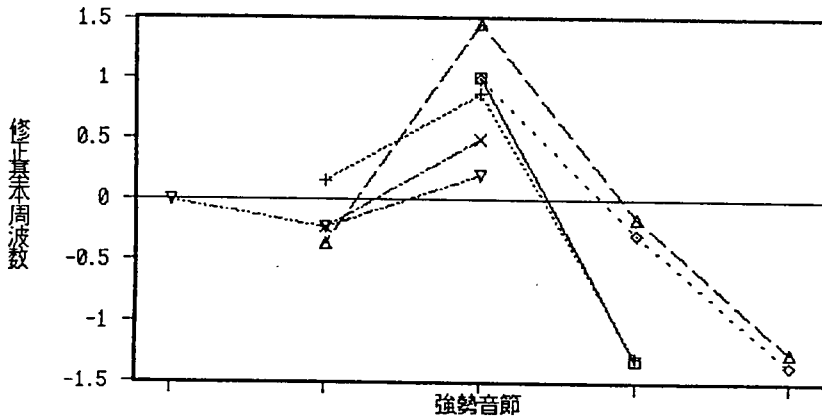
A - mé - ri - ca
R -0.37 +1.46 -0.16 -1.26

表4 América 型 (単独の発音)



□ tónico(L) + tónico(E) ◇ mínimo(L) △ mínimo(E)

図1 tónico型(単独の発音)の各発音(表3に対応)



□ pita型 + Pepita型 ◇ tónico型 △ América型 × señor型 ▽ manatí型

図2 各型(単独の発音)の平均(表1~6に対応)

ントのある語末音節の内部で顕著なピッチの下降が観察されるため、母音部分全体の平均値を見ただけでは実態がわかりにくい。そこで oxítóna 語に限り、語末音節の「前半」と「後半」に分けてそれぞれのFFMの平均値を計算した。表5、6のかっこ内の数値がそれである。ただし、ここでの「前半」・「後半」の分けかたは次に述べるとおりやや恣意的である。観察の対象になった oxítóna

	se	-	ñor
P	-0.19		+0.23 (+0.61, -0.13)
C	-0.37		+0.03 (+0.47, -0.41)

	ma	-	na	-	tí
L	-0.39		-0.08		+0.96 (+1.04, +0.89)
E	-0.05		-0.23		+0.54 (+1.05, +0.03)

	Bra	-	sil
R	-0.15		+1.21 (+1.21, -0.79)

	ca	-	mi	-	né
L	-0.39		-0.21		-0.24 (+0.36, -0.84)
E	+0.11		-0.32		-0.33 (+0.13, -0.78)

平均 -0.24 +0.49 (+0.76, -0.44)

表5 señor 型 (単独の発音)
かっこ内は強勢音節の「前半」と「後半」の平均

	i	-	de	-	al
L	-0.49		-0.14		+0.27 (+0.27, -1.33)
E	+0.18		-0.32		+0.11 (+0.11, -1.19)

	Por	-	tu	-	gal
R	+0.13		-0.60		+0.79 (+0.79, +0.51)

	te	-	ne	-	dor
P	+0.21		-0.57		-0.27 (+0.09, -0.63)
C	+0.72		+0.44		+0.27 (+0.62, -0.09)

	ca	-	te	-	dral
P	-0.17		-0.45		-0.21 (-0.21, -1.59)
C	-0.04		-0.13		+0.16 (+0.16, -1.33)
平均	-0.02		-0.24		+0.19 (+0.40, -0.58)

表6 manatí 型 (単独の発音)
かっこ内は強勢音節の「前半」と「後半」の平均

語は、母音で終わるもの、rで終わるもの、lで終わるものの三通りだが、このうち母音またはrで終わるものについては語末音節の母音部分のみを前半と後半とに二等分して計算した。しかしlで終わる語については、語末音節の母音部分全体を「前半」、子音[l]の部分「後半」と呼んでいる。このようにした理由は、[l]がかなり長く、ほとんど先行する母音と同じくらいの長さで発音されているからである。このいささか恣意的な分けかたによって、実際のピッチの下降の様子が見えやすくなる。図3を見られたい。

4.2.2. 語の単独の発音と文中での発音の比較

以上の観察結果からスペイン語では強勢音節が必ず高く発音されると結論してしまうのは早計である。これらの発音はすべて「語の単独の発音」の持つイントネーション・パターンの影響下にあることを忘れてはならない。

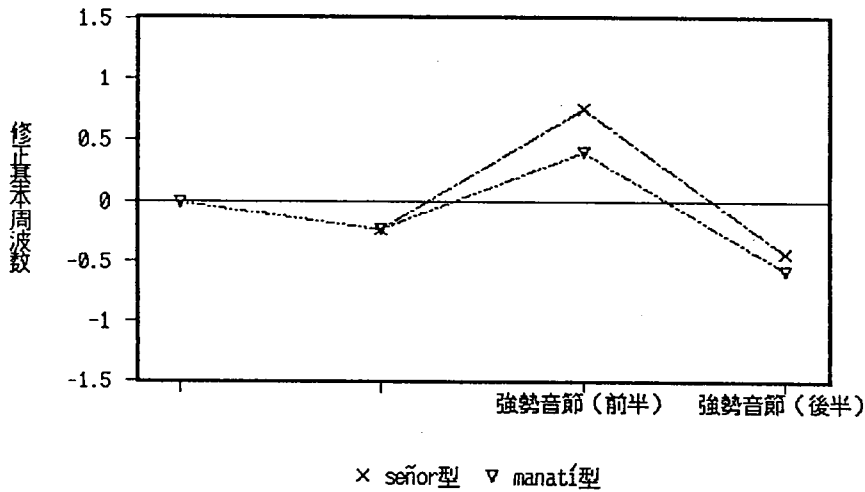


図3 oxítone 語の各型 (単独の発音) の平均 (表5, 6 に対応)

	Por	tu	gal
R (単独の発音)	+0.13	-0.60	+0.79
J (偽アクセント付き)	+1.45	+0.11	+0.03

表7 Portugal の二種の発音

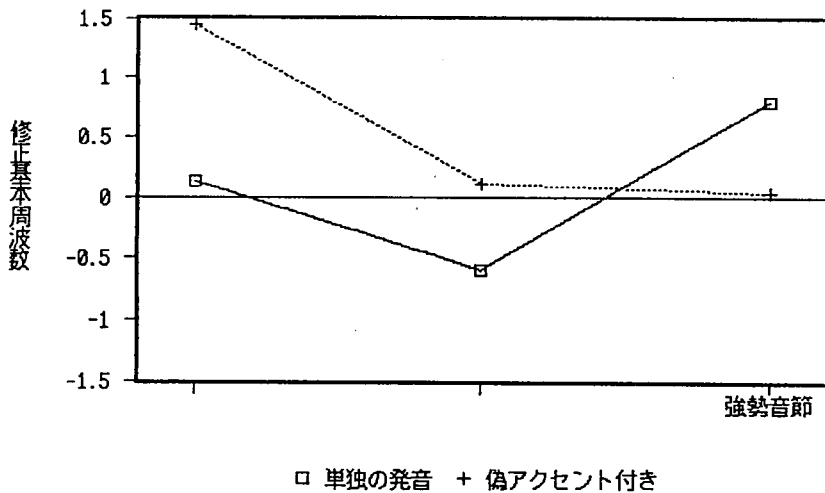
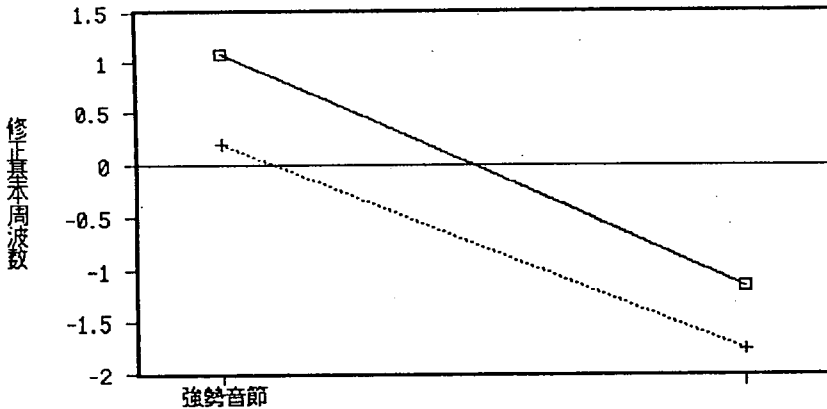


図4 Portugal の二種の発音 (表7 に対応)

	Car	men
C (単独の発音)	+1.07	-1.15
C (平叙文末)	+0.20	-1.76

表8 Carmenの二種の発音



□ 単独の発音 + 平叙文末

図5 Carmenの二種の発音(表8に対応)

そこで次に同じ語が異なる環境でどのようなメロディー形を示すかを見る。

4.2.2.1. 語の単独の発音と偽アクセントを持つ発音との比較

表7と図4は Portugal という語の2種類の発音における各母音のFFMである。一方は発音者Rによる単独の発音で、表6にも載っている。もう一方は発音者J(テレビ・アナウンサー)による、

Las selecciones de España y Portugal se han enfrentado en Castellón en partido de fútbol amistoso, donde las fuerzas de ambos equipos se manifestaron similares, a juzgar por el resultado final.

という文中での発音である。

この2種類の発音は非常に異なったメロディー形を示している。Jの発音では強勢音節 gal は高くなく、それよりも2つ前の音節 Por が非常に高くなっているのが特徴的である。今回は数値分析をしなかったが、この文中ではこれ以外に amistoso, similares の2語においても、強勢音節の2つ前の音節(それぞれ a, si) のピッチが高くなるという現象が観察される。このような「アナウンサーなどによるあらたまった発話の中で、イントネーション・グループ(文末を除く)の語の強勢音節の2つ前の音節が高く発音される現象」を私は偽アクセント(pseudoaccento)と呼んでいる。偽アクセントについて詳しくは木村, 1992を参照されたい。

同じ Portugal という語なのだから、アクセント・パターンはどちらも同じ「弱強弱」である。し

たがってここで見られるメロディー形の相違は、もっぱらイントネーション・パターンの違いに起因している。一方は「語の単独の発音」の持つイントネーション・パターン、他方は「アナウンサーなどのあらたまった発話における、文末でないイントネーション・グループの末尾と言う環境での発音」の持つイントネーション・パターンが現れているのだ。

4.2.2.2. 語の単独の発音と平叙文末での発音との比較

表8と図5は Carmen という語の2種類の発音における各母音のFFMである。一方は発音者Cによる単独の発音で、表1にも載っている。もう一方は同じ発音者による、

Yo soy Carmen.

という文中での発音である。

この2つのメロディー形は似ている。文中での発音のほうが全体が低くなっているが、一般に短い平叙文では文頭から文末までピッチがなだらかに下降していくことを考慮に入れれば、この2つの発音に現れているのは同じイントネーション・パターンだと言えそうである。あるいは、語の単独の発音は非常に短い平叙文であるという言い方もできよう。いずれにしても、もっと数多くの例を観察しなければ結論は出せない。

5. 結論と展望

言語音声のピッチの変化のしかたを決定する要因には、言語外的なものと言語内的なものがある。言語内的な要因は、スペイン語の場合、アクセントとイントネーションである。

音声学実験機器によって測定される数値はいつでも大きな変動を示すので、一見、完全に不規則なように見えることがある。しかし、聞き手は話し手のイントネーションから常に確実にその意味を受けとっているのだから、イントネーションには知覚可能な実体があるはずだし、そこからおそらくは有限個の有意な単位を取り出すことが可能なはずである。

実験音声学の立場からこの問題に取り組むとき、それぞれの数値の有意な部分と無意味な部分とを分けて考えることが不可欠になる。そのための試みのひとつとして、今回は修正基本周波数というものを考えたが、もとよりこれだけでは不完全であるし、データの数も全く足りない。しかし、今後数多くのデータを集めてそれを正しく解析することによって、価値ある情報が得られるものと思う。

注

- (1) 本稿中、初出時にゴシック体で記されている「メロディー形」, 「修正基本周波数」, 「アクセント・パターン」, 「イントネーション・グループ」, 「イントネーション・パターン」, 「偽アクセント」の六つの用語は、私の造語であるかまたは私が独自の使い方をしてる用語である。
- (2) この実験のあらましは Quilis, 1981, 330-332 でも見ることができる。なお、これに対する批判は川上, 1987 に詳しい。
- (3) 倍音構造とは各倍音の周波数とその強さのことで、ソナグラムなどで見ることができる。
- (4) 一般に波のインテンシティー I (単位 W/m^2) は

$$I = 2\pi^2 \rho v f^2 a^2 / 2$$

で表される量である。ここに、 π は円周率、 ρ は媒質の密度 (kg/m^3)、 v は波の速さ (m/s)、 f は周波数 (Hz)、 a は振幅 (m)。なお、音声分析器で測定される「インテンシティー」は通常デシベル (dB) を単位としているが、これは上記の I そのものではなく、

$$J = 10 \log_{10} (I/I_0) \quad (I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2)$$

で表される J である。(大槻, 1985, 99; 小橋, 1969, 83)。

(5) 複合音とは固有の周波数を持ちかつ倍音を持った音のことで、純音・雑音に対立する。人間の声は複合音である。

(6) その他、音響音声学的な数値である基本周波数と聴覚印象上の概念であるピッチとを区別しなくてよいかという問題もある。この問題は別個の考察を必要とするので、今回は不問に付す。

(7) ここで対数を計算する理由は、人間の感覚は刺激の対数に比例するという事実である。例えば、50Hzの音と100Hzの音の高さの差も、200Hzの音と400Hzの音の高さの差も、我々は同じ音程(1オクターブ)と知覚するが、周波数の差を計算すると前者は $100 - 50 = 50(\text{Hz})$ 、後者は $400 - 200 = 200(\text{Hz})$ で大きく異なる。ところがそれぞれの対数を計算すると、 $\log_e 50 = 3.912$, $\log_e 100 = 4.605$, $\log_e 200 = 5.298$, $\log_e 400 = 5.991$ であるから、 $4.605 - 3.912 = 0.693$, $5.991 - 5.298 = 0.693$ で、どちらの差も等しくなる。

なおここではパソコンでの計算が容易なように底を e として計算したが、実は底がどんな数であっても結果として求められるFFMには影響しない。以下これを証明する。

第 i 発音者の第 j 測定ポイントの基本周波数(Hz)を f_{ij} と書き、任意の1でない正の実数 a, b を考えて $\log_a f_{ij}$ を f_{Lij} , $\log_b f_{ij}$ を f_{Mij}' と書く。

a, b を底として計算した当該測定ポイントのFFMをそれぞれ f_{Mij} , f_{Mij}' と書くと、

$$f_{Mij} = (f_{Lij} - m_{Li}) / s_{Li} \quad \dots (1) \quad f_{Mij}' = (f_{Lij}' - m_{Li}') / s_{Li}' \quad \dots (2)$$

ここに(1)式中の記号の意味は本文中に同じ。(2)式中の記号も同様で(以下 $\sum_{j=1}^{n_i}$ を単に Σ と書く) ,

$$m_{Li}' = (1/n_i) \Sigma f_{Lij}' \quad s_{Li}' = \{(1/n_i) \Sigma (f_{Lij}' - m_{Li}')\}^{1/2}$$

ここで、

$$f_{Lij}' = \log_b f_{ij} = \log_a f_{ij} / \log_a b = f_{Lij} / \log_a b = f_{Lij} \log_b a \quad \dots (3)$$

$$\begin{aligned} m_{Li}' &= (1/n_i) \Sigma \log_b f_{ij} = (1/n_i) \Sigma (\log_a f_{ij} / \log_a b) = (1/n_i \log_a b) \Sigma \log_a f_{ij} = m_{Li} / \log_a b \\ &= m_{Li} \log_b a \quad \dots (4) \end{aligned}$$

(3), (4)より

$$f_{Lij}' - m_{Li}' = (f_{Lij} - m_{Li}) \log_b a \quad \dots (5)$$

これを用いると

$$\begin{aligned} s_{Li}' &= \{(1/n_i) \Sigma (f_{Lij}' - m_{Li}')\}^{1/2} = \{(1/n_i) \Sigma \{(f_{Lij} - m_{Li}) \log_b a\}^2\}^{1/2} \\ &= \{(\log_b a)^2 / n_i\} \Sigma (f_{Lij} - m_{Li})^2\}^{1/2} = s_{Li} \log_b a \quad \dots (6) \end{aligned}$$

(5), (6)を(2)に代入して

$$f_{Mij}' = (f_{Lij} - m_{Li}) \log_b a / s_{Li} \log_b a = (f_{Lij} - m_{Li}) / s_{Li} \quad \dots (7)$$

(1), (7)より

$$f_{Mij} = f_{Mij}' \quad (\text{証明終わり})$$

(8) 測定には株式会社 河合楽器製作所の KAWAI VOICE ANALYZING SYSTEM Ver 1.1 を使用した。

(9) 本研究の中で唯一この部分だけが、子音部分のFFMを取り扱っている。

引用文献

- Enríquez, Emilia - V., Celia Casado, Andrés Santos, 1989: La percepción del acento en español, *Lingüística Española Actual*, 11, 241-269.
 Gili Gaya, S, 1924: Influencia del acento y de las consonantes en las curvas de entonación, *Revista de Filología Esoañola*, 11, 154-177.

- 川上 茂信, 1987: スペイン語のアクセント——音声学と音韻論, 東京外国語大学大学院外国語学
研究科昭和61年度修士論文。
- 木村 琢也, 1992: スペイン語のあらたまった発話に見られる<偽アクセント>現象について, 『イ
スパニカ』, 36, 76-88.
- 小橋 豊, 1969: 「音と音波」, 基礎物理学選書 4, 裳華房。
- 大槻 義彦, 1985: 「理系のための物理」, 培風館。
- Quilis, Antonio, 1971: Caracterización fonética del acento español, *Travaux de Linguistique et de Littérature*,
9, 53-72.
- Quilis, Antonio, 1981: *Fonética acústica de la lengua española*. Gredos.