

トルコ語におけるストレスと母音の 音響特性との相関性*

福盛貴弘

1 序

ストレスを有する言語の一例として、英語では、ストレスを担った母音とそうでない母音とでは、母音の質 (vowel quality) に差があるとされている。例えば¹、*áccent* と *accént* とにおいては、それぞれ IPA 表記すると、[*æksənt*] と [*æks'ent*] というように書き分けられ、無強勢母音にはシュワーがあてられる。Lindblom(1963) の用語で、vowel reduction (母音の弱化)² と呼ばれる現象である。

トルコ語においては、ストレスの有無によって母音が弱化することはないといわれている³。Konrot(1980) では、単語内にある母音の F1 (第1フォルマント) と F2 (第2フォルマント) を計測し、その分布パターンから、ストレスの有無が母音に影響を及ぼさないことを示した。

しかし、トルコ語における F1、F2 のフォルマントの分布パターンだけが、ストレスの有無と母音の質との相関性を考える全ての要素ではない。声門下圧や呼

*本稿の作成にあたって、ご教示をいただいた城生佰太郎先生、三松国宏氏、島田武氏、中村絵里香氏に心よりお礼申し上げます。また、本稿でのインフォーマントである Engin Yazıoğlu 氏、ならびにご尽力いただいたトルコ共和国大使館にも、この場をかりて感謝の意を表したい。加えて、本実験には直接関わっていないが、間接的に様々な音声資料を提供いただいた Deniz Bökesoy 氏にもお礼申し上げます次第である。

¹城生 (1998:141) 参照。

²Laver(1994:157) では、vowel reduction は以下のように説明されている。

making the pronunciation of a vowel shorter, less loud, lower in pitch and more central in quality.

³Lees(1961) などによる。

気流量などの生理的要因、音響的側面では、ストレスに伴う基本周波数 (F0) やその上昇に顕著に対応する高次フォルマント、明瞭か否かを示す高次フォルマントの濃淡、また持続時間長⁴など多くの要因からストレスは構成され、それらが何らかの形で母音の質に影響を及ぼしていると考えらるべきである。Konrot(*ibid.*:70) では、フォルマントの分布パターンのみを扱ったにもかかわらず、

To summarize, spectrographic analysis of selected Turkish words did not show any consistent differences between stressed and unstressed vowel formant frequencies. This supports the claims that Turkish stress rules cannot be related to vowel reductions. Thus, it was concluded that no relationship between stress and "vowel quality" can be demonstrated for Turkish.

というように、"vowel quality" とフォルマントの分布パターンをほぼ同義に扱い、結論づけているところに不満を感じるのである。少なくとも、音響解析から検討していく場合、フォルマントの分布パターンにおいては、まず、F0 というトルコ語のストレスにおいて最も対応関係がある成分に対して、また、F3・F4 といった高次フォルマントの情報に対して、全く目が向けられていない。また、母音の質は周波数軸上でのエネルギー分布を大きな要因として決定され、それを聴覚あるいは音声知覚によって区別するものである⁵。この点を、音響解析から判断していくなら、フォルマントだけでなく、振幅スペクトル (line spectrum) も考慮すべきであろう。

以上の 2 点をふまえて、本稿では、Konrot(*ibid.*) における音響解析の不備を補うために、トルコ語のデータから、ストレスの有無と母音の音響特性との間に相関性がみられるかを検証することを目的とする。

⁴ 持続時間長については福盛 (1998-b) で扱った。結論を簡潔に申し上げると、ストレスがあるところは持続時間長も長くなるという相関性がトルコ語においてもみられた。ただし、後述する本実験の分析資料の範囲からは、最終音節が長くなる要因がストレスによるものか、開音節という音節構造によるものかを特定できないため、本稿では持続時間長については取り扱わないことにした。

⁵ American Standards Association(1960)、Moore(1989)、Kent & Read(1992) など参照。

2 方法

2.1 インフォーマント

氏名：Engin Yazıcıoğlu 氏

生年月日：1944 年 8 月 28 日

性別：男性

出身地・言語形成期 (5,6 ~ 12,13 歳) を過ごした場所：イスタンブール

2.2 録音場所・録音機材

録音場所は、トルコ共和国大使館（東京都渋谷区神宮前 2-33-6）4F にある Yazıcıoğlu 氏の事務室である。外部からの騒音もなく、内部の反響も比較的少ない部屋であった。録音機材は、SONY 社製 DAT TCD-D7 に、AGK 社製 D112 ダイナミックマイクロフォンを組み合わせた。録音レベルは 9 で、最大 12dB となるように設定した。マイクは、インフォーマントから約 30cm ほど離れた位置で、吹かれを避けるためにインフォーマントの正面に対し、やや斜めに設置した。

2.3 解析装置・解析方法

筑波大学人文・社会学系棟 B-613 音声実験室に設置されている KAY 社製 Multi-Speech を用いた。解析は、F0 ~ F4 までのフォルマント（単位 Hz）の計測と、F1 ~ F4 における振幅スペクトルを FFT によって算出し、各フォルマントに対応する最大振幅における dB 値の計測を行った⁶。

⁶ 振幅スペクトルの計測として、LPC 法・スペクトル包絡の積分値の算出等も考えられるが、本稿ではトルコ語という音響解析があまりなされていない素材を用いた研究であるところから、精度の高さよりまず特徴を見出すという意味で、線スペクトルによる算出を採択した。

表 1: 分析資料

無意味語 /a/		無意味語 /e/	
papa		pepe	
papapa		pepepe	
papapapa		pepepepe	
papapapapa		pepepepepe	
有意味語 /a/		有意味語 /e/	
baba	父	bebe	赤ちゃん
babada	父のところで	bebede	赤ちゃんのところで
babalarda	父たちのところで	bebelerde	赤ちゃんたちのところで
babalarında	彼の父たちのところで	bebelerinde	彼の赤ちゃんたちのところで

2.4 分析資料

フレームは、"Türkçe'de < > kelimesi var(/yok)."⁷「トルコ語で< > という単語がある (/ない)。」を用いた。調査語は、ストレスの有無と母音の音響特性との相関性をみるという点から、pa あるいは pe を繰り返した無意味語と、それに音環境に近い baba と bebe に接辞を付けた有意味語を抽出した。表 1 に調査語を示す⁸。

それぞれ項目ごとに上段から下段に向かって音節数が増加している。また、語末は開音節で統一している。データ件数は、無意味語が 10 回ずつ、有意味語が 3 回ずつ録音をとったので、計 104 件となる⁹。

3 結果

3.1 フォルマント値・最大振幅値

まず、フォルマント値ならびに、最大振幅値の計測結果を示す。各項目の横にふられている数字は、何音節目かを示すものである。その数字の横に計測結

⁷ 有意味語の場合は var、無意味語の場合は yok。

⁸ 基本的には、福盛 (1998-b) のデータを、転用した。そのデータの範囲の中で、単語内で同一の母音がならぶ方が、固有素性の差異を考慮せずすむため、本稿では、トルコ語において機能負担量の多い/a,e/のみをみていくことにした。

⁹ 有意味語と無意味語との個数の偏りは、基本的に福盛 (1998-b) において、有意味語は 3 回ずつの録音であったのに対し、無意味語は予備実験から本実験まであわせて 10 回相当分あったことに起因する。なお、声のかすれ・クリッピングなど不適当なデータは除外しているため、実際には 72 件が採択された。

表 2: F0 ~ F4 におけるフォルマント値 (1); 単位:Hz

無意味語			F0	F1	F2	F3	F4
papa	1	平均値	116	520	990	2250	3260
		標準偏差	4.46	24.49	41.35	57.18	345.20
	2	平均値	139	530	1070	2290	3300
		標準偏差	6.38	36.56	53.17	41.19	122.09
papapa	1	平均値	125	540	990	2350	3280
		標準偏差	11.94	66.23	55.86	94.38	116.73
	2	平均値	120	570	1010	2300	3300
		標準偏差	9.93	44.91	35.07	83.77	96.63
	3	平均値	130	550	1110	2320	3390
		標準偏差	7.42	36.15	43.09	67.13	160.46
papapapa	1	平均値	127	500	990	2250	3280
		標準偏差	10.57	49.50	48.33	60.18	185.12
	2	平均値	125	490	1020	2270	3260
		標準偏差	7.48	63.01	48.99	65.12	115.44
	3	平均値	120	500	1040	2280	3260
		標準偏差	10.16	45.34	29.76	32.04	153.79
	4	平均値	132	530	1060	2280	3300
		標準偏差	7.05	45.04	57.57	40.86	123.95
papapapapa	1	平均値	132	560	1040	2240	3330
		標準偏差	10.89	74.57	17.22	98.39	222.51
	2	平均値	129	480	1010	2260	3240
		標準偏差	11.27	39.83	55.74	70.62	179.52
	3	平均値	122	500	1010	2250	3220
		標準偏差	3.98	58.88	46.90	61.54	141.06
	4	平均値	119	520	1050	2230	3240
		標準偏差	8.72	31.46	46.33	64.39	151.84
	5	平均値	131	540	1090	2230	3310
		標準偏差	8.61	32.66	41.67	63.69	128.91

果を記す。各上段が加算平均値、下段が標準偏差である¹⁰。フォルマント値は、表 2～5 に、基本周波数にあたる F0 から左へ順に F4 までを記している。単位は、Hz である。最大振幅値は、表 6～9 に、F1 から F4 における振幅スペクトルから計測した値を示す。単位は、dB である。

¹⁰ 有意味語における /a,e/ 両項目の 5 音節語にあたる場所の標準偏差が ## で示されている。これは、諸事情により採択できるデータが 1 回分しかなかったため、標準偏差 0 と区別する意図でこのように記した。

表 3: F0 ~ F4 におけるフォルマント値 (2); 単位:Hz

無意味語			F0	F1	F2	F3	F4
pepe	1	平均値	112	420	1530	2300	3290
		標準偏差	4.41	15.49	12.25	51.93	229.93
	2	平均値	139	410	1630	2330	3340
		標準偏差	6.38	0.00	61.54	40.99	99.40
pepepe	1	平均値	122	440	1560	2300	3270
		標準偏差	6.07	47.61	94.59	58.55	247.98
	2	平均値	115	410	1570	2310	3210
		標準偏差	6.18	29.28	54.73	50.47	142.29
	3	平均値	137	420	1590	2330	3380
		標準偏差	10.14	22.89	68.03	67.54	123.69
pepepepe	1	平均値	122	390	1560	2300	3220
		標準偏差	5.10	69.99	44.08	65.78	208.31
	2	平均値	117	350	1570	2250	3330
		標準偏差	3.55	52.30	62.28	54.71	240.62
	3	平均値	112	390	1560	2250	3270
		標準偏差	4.58	37.39	65.03	65.68	221.17
	4	平均値	129	410	1580	2280	3350
		標準偏差	11.36	31.59	61.35	53.17	132.66
pepepepepe	1	平均値	125	360	1550	2240	3280
		標準偏差	7.20	32.51	39.20	111.30	192.54
	2	平均値	121	390	1540	2270	3180
		標準偏差	3.72	51.25	40.21	50.60	180.71
	3	平均値	116	400	1540	2270	3250
		標準偏差	7.31	41.83	68.53	65.93	171.78
	4	平均値	112	370	1570	2260	3100
		標準偏差	8.89	32.71	41.47	70.05	188.30
	5	平均値	132	410	1590	2340	3390
		標準偏差	8.76	29.66	31.41	50.89	124.70

表 4: F0 ~ F4 におけるフォルマント値 (3); 単位:Hz

有意味語			F0	F1	F2	F3	F4
baba	1	平均值	110	510	960	2410	3310
		標準偏差	4.16	17.32	45.83	95.04	40.41
	2	平均值	128	520	1080	2350	3450
		標準偏差	5.13	34.64	68.07	147.31	166.23
babada	1	平均值	112	510	950	2260	3050
		標準偏差	8.74	40.41	17.32	65.57	70.95
	2	平均值	112	490	1020	2250	2980
		標準偏差	5.69	56.86	110.00	20.82	138.92
	3	平均值	132	500	1250	2390	3350
		標準偏差	4.51	41.63	15.28	165.23	98.49
babalarada	1	平均值	116	420	1010	2260	3200
		標準偏差	3.61	5.77	40.41	32.15	156.20
	2	平均值	112	440	940	2350	3270
		標準偏差	3.00	25.17	75.72	40.00	41.63
	3	平均值	113	530	1170	2240	3350
		標準偏差	3.21	15.28	56.86	105.36	141.54
	4	平均值	127	500	1320	2510	3590
		標準偏差	2.00	5.77	66.58	40.41	75.50
babalarinda	1	平均值	104	490	910	2360	3150
		標準偏差	##	##	##	##	##
	2	平均值	107	490	1050	2550	3490
		標準偏差	##	##	##	##	##
	3	平均值	108	410	1390	2520	3450
		標準偏差	##	##	##	##	##
	5	平均值	129	500	1390	2520	3530
		標準偏差	##	##	##	##	##

表 5: F0 ~ F4 におけるフォルマント値 (4); 単位:Hz

有意味語			F0	F1	F2	F3	F4
bebe	1	平均値	109	410	1530	2340	3280
		標準偏差	4.95	0.00	0.00	63.64	63.64
	2	平均値	134	410	1600	2400	3350
		標準偏差	7.07	0.00	42.43	21.21	7.07
bebede	1	平均値	113	410	1450	2260	3190
		標準偏差	4.04	23.09	0.00	70.95	162.58
	2	平均値	116	400	1510	2320	3220
		標準偏差	4.16	51.32	32.15	100.17	144.22
	3	平均値	129	370	1590	2450	3460
		標準偏差	8.08	36.06	112.69	62.45	47.26
bebelerde	1	平均値	112	390	1530	2320	3360
		標準偏差	1.00	15.28	15.28	56.86	58.59
	2	平均値	114	410	1490	2320	3170
		標準偏差	5.20	17.32	105.83	125.83	47.26
	3	平均値	113	550	1360	2220	3550
		標準偏差	5.13	43.59	56.86	107.86	61.10
	4	平均値	126	360	1640	2420	3480
		標準偏差	2.08	20.00	43.59	30.00	37.86
bebelerinde	1	平均値	110	410	1580	2330	3050
		標準偏差	##	##	##	##	##
	2	平均値	109	410	1580	2380	3230
		標準偏差	##	##	##	##	##
	3	平均値	108	390	1700	2360	3490
		標準偏差	##	##	##	##	##
	5	平均値	127	330	1550	2440	3480
		標準偏差	##	##	##	##	##

表 6: 各フォルマントにおける最大振幅値 (1); 単位: dB

無意味語			F1	F2	F3	F4
papa	1	平均値	61	51	32	23
		標準偏差	1.63	0.75	6.92	6.09
	2	平均値	64	56	42	30
		標準偏差	3.78	2.25	8.45	8.02
papapa	1	平均値	59	53	35	28
		標準偏差	1.21	3.87	5.24	5.43
	2	平均値	58	51	32	26
		標準偏差	4.51	3.74	7.49	5.96
	3	平均値	58	54	39	29
		標準偏差	2.34	3.39	5.85	5.43
papapapa	1	平均値	60	54	35	27
		標準偏差	2.83	1.46	4.63	6.79
	2	平均値	58	53	37	24
		標準偏差	2.77	1.91	2.92	5.26
	3	平均値	56	50	35	24
		標準偏差	4.57	3.85	4.98	8.38
	4	平均値	58	54	38	27
		標準偏差	4.21	5.32	4.28	6.12
papapapapa	1	平均値	61	56	38	29
		標準偏差	3.29	2.80	4.32	3.76
	2	平均値	59	54	38	27
		標準偏差	3.76	3.33	4.96	5.49
	3	平均値	57	50	36	25
		標準偏差	4.54	2.80	4.45	5.42
	4	平均値	57	50	36	26
		標準偏差	4.45	3.60	6.43	6.65
	5	平均値	58	54	40	28
		標準偏差	4.86	3.67	5.72	6.85

表 7: 各フォルマントにおける最大振幅値 (2); 単位: dB

無意味語			F1	F2	F3	F4
pepe	1	平均値	59	43	38	23
		標準偏差	2.45	2.64	6.03	4.27
	2	平均値	62	52	47	31
		標準偏差	4.13	2.66	3.33	4.37
pepepe	1	平均値	58	45	38	26
		標準偏差	2.69	3.69	5.46	6.60
	2	平均値	55	44	37	22
		標準偏差	3.80	4.35	3.69	4.75
	3	平均値	58	46	40	28
		標準偏差	3.85	3.35	3.09	2.24
pepepepe	1	平均値	56	46	40	24
		標準偏差	2.03	2.62	3.48	3.96
	2	平均値	56	44	38	23
		標準偏差	2.45	4.44	3.41	4.66
	3	平均値	55	42	35	22
		標準偏差	2.45	5.31	6.36	4.93
	4	平均値	55	45	41	26
		標準偏差	3.01	3.01	4.11	3.89
pepepepepe	1	平均値	57	47	37	23
		標準偏差	2.66	3.56	2.74	3.13
	2	平均値	57	42	36	21
		標準偏差	2.51	5.59	3.35	3.39
	3	平均値	56	44	37	20
		標準偏差	2.61	3.87	2.88	4.68
	4	平均値	55	42	36	20
		標準偏差	3.67	6.38	4.22	4.55
	5	平均値	57	47	41	27
		標準偏差	4.36	2.79	6.03	6.42

表 8: 各フォルマントにおける最大振幅値 (3); 単位: dB

有意味語			F1	F2	F3	F4
baba	1	平均値	65	54	40	43
		標準偏差	3.61	4.58	4.36	3.06
	2	平均値	64	58	36	38
		標準偏差	3.79	4.73	7.55	10.54
babada	1	平均値	63	54	38	38
		標準偏差	1.15	3.51	2.65	2.89
	2	平均値	62	54	34	31
		標準偏差	1.53	1.73	7.21	6.24
	3	平均値	65	59	44	38
		標準偏差	1.00	2.08	1.73	3.21
babalarada	1	平均値	64	46	33	31
		標準偏差	1.53	7.21	3.21	3.06
	2	平均値	63	49	32	31
		標準偏差	1.53	2.00	5.20	3.61
	3	平均値	64	50	36	29
		標準偏差	1.53	6.24	8.39	3.61
	4	平均値	65	51	36	39
		標準偏差	1.15	4.58	10.26	6.03
babalarinda	1	平均値	66	54	40	43
		標準偏差	##	##	##	##
	2	平均値	65	58	45	38
		標準偏差	##	##	##	##
	3	平均値	62	49	41	34
		標準偏差	##	##	##	##
	5	平均値	67	59	45	40
		標準偏差	##	##	##	##

表 9: 各フォルマントにおける最大振幅値 (4); 単位: dB

有意味語			F1	F2	F3	F4
bebe	1	平均値	65	47	49	44
		標準偏差	0.71	4.24	4.24	1.41
	2	平均値	63	54	50	46
		標準偏差	4.24	0.00	1.41	2.83
bebede	1	平均値	63	48	46	43
		標準偏差	0.58	5.77	1.73	3.61
	2	平均値	61	46	41	35
		標準偏差	4.04	5.57	2.89	4.58
	3	平均値	62	41	35	36
		標準偏差	5.29	8.89	7.21	2.89
bebelerde	1	平均値	64	53	44	44
		標準偏差	1.00	3.21	6.56	4.51
	2	平均値	64	49	40	33
		標準偏差	1.73	0.58	1.53	2.52
	3	平均値	67	56	41	38
		標準偏差	0.58	0.58	5.03	4.73
	4	平均値	64	46	45	44
		標準偏差	2.08	3.00	3.21	3.06
bebelerinde	1	平均値	65	49	45	42
		標準偏差	##	##	##	##
	2	平均値	66	47	44	40
		標準偏差	##	##	##	##
	3	平均値	63	42	44	35
		標準偏差	##	##	##	##
	5	平均値	64	44	43	42
		標準偏差	##	##	##	##

3.2 音響ダイアグラム

次に、フォルマントの分布パターンを音響ダイアグラムで、図 1～8 として示した。下段のダイアグラムでは、縦軸に F1、横軸に F2 をとった形で、上段には、横軸は下段と同様の位置で F2 を、縦軸に F3、F4 をとれるように再配列した形で示している。なお、軸の目盛りは全て対数スケールである。各値を示す点については、以降共通であるので、先に説明しておく。○ (白三角等含む) はストレスのない音節の母音、● (黒三角等含む) はストレスのある音節の母音であることを示す。

3.3 振幅スペクトラム

最後に、振幅スペクトラムから計測した最大振幅値のグラフを図 9～16 に示す。横軸は、0～4,000Hz までをとり、各フォルマント値に対応できるようにした。縦軸は、0～70dB¹¹までをとり、各フォルマントごとの最大振幅値を示せるようにした。一般的な書き方としては、最大振幅から 0 までを直線で結ぶ形式、スペクトルの傾斜を曲線で示す形式などがあるが、ここでは、ストレスの有無との相関性を見やすくするため、便宜的に最大振幅値のところのみ点で示した。

4 考察

4.1 フォルマントの分布パターン

まず、/a/ について検討する。図 1,3,5,7 をみると、F1 が示す開口度からはとりたてて傾向性を見出すことはできないけれども、F2 においては、有意味語・無意味語を問わず、ストレスのある音節の母音の方がストレスのないところのものより、相対的に左寄りであることがうかがえる。左寄りであるというのは、

¹¹ 本実験結果では、最大でも 70dB 以上の値をとらなかったため、上限を 70dB にした。城生先生から、他言語では 70dB 以上の値が出ることもあるとのご教示を受けた。今後、他言語と対照して検討するためには、上限を増やした方がよいようである。

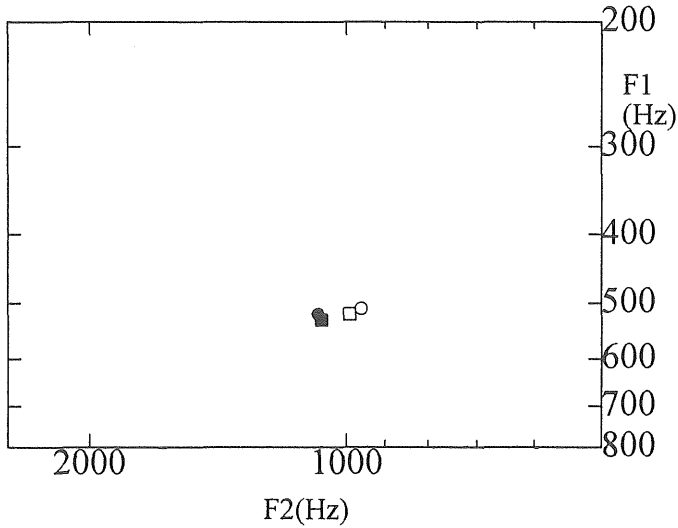
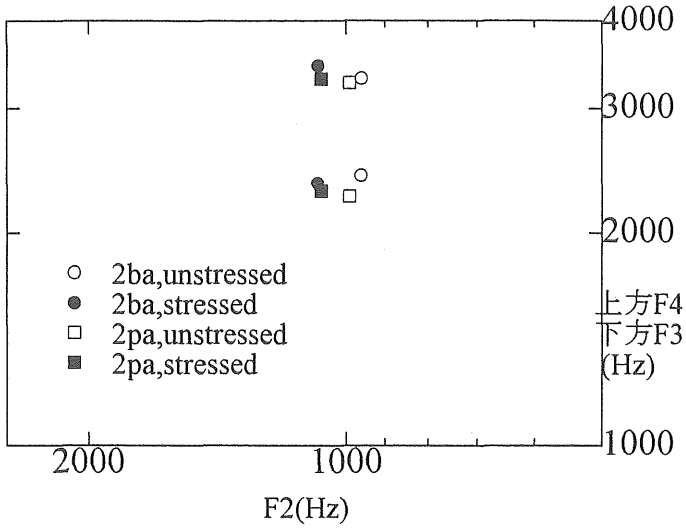


図 1:/papa/,/baba/の音響ダイアグラム

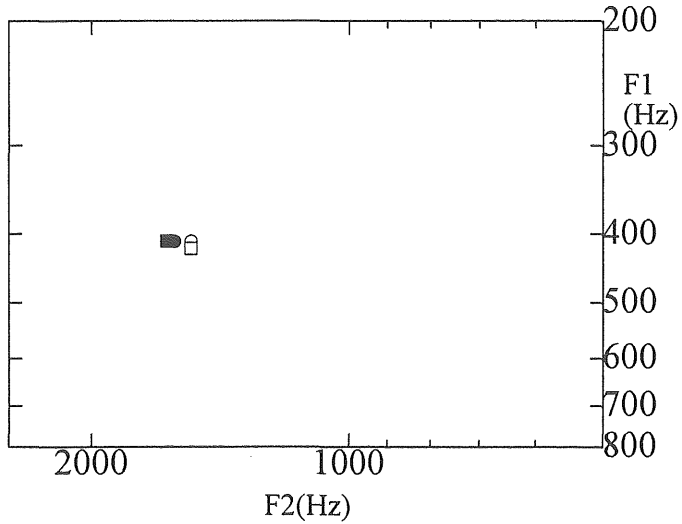
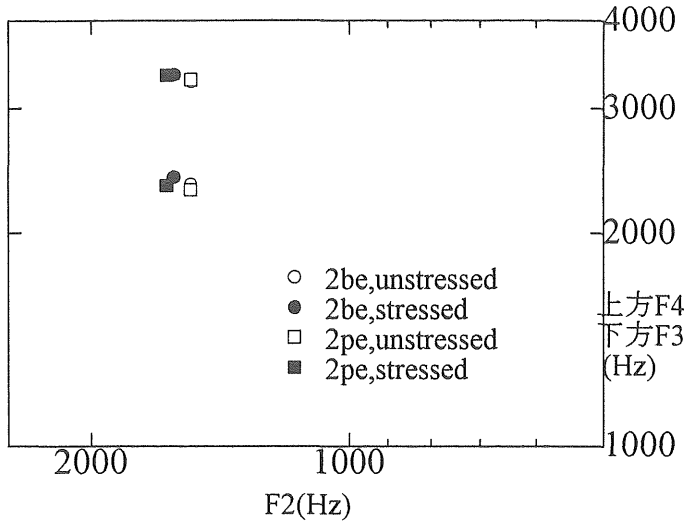


図 2: /pepe/, /bebe/ の音響ダイアグラム

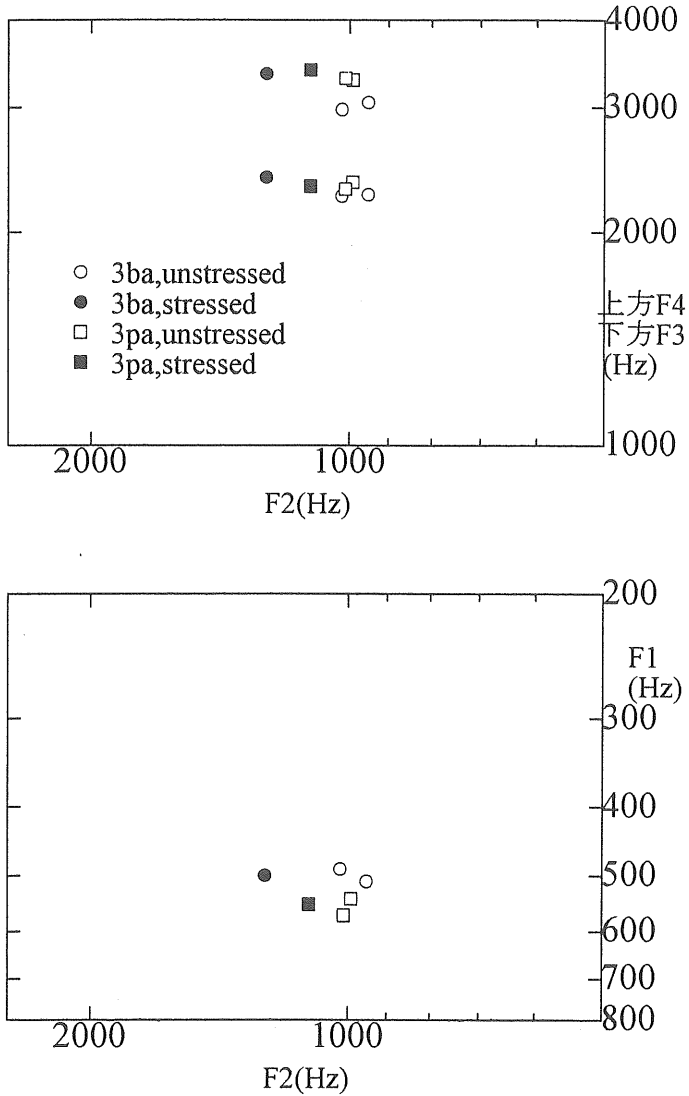


図 3: /papapa/, /babada/ の音響ダイアグラム

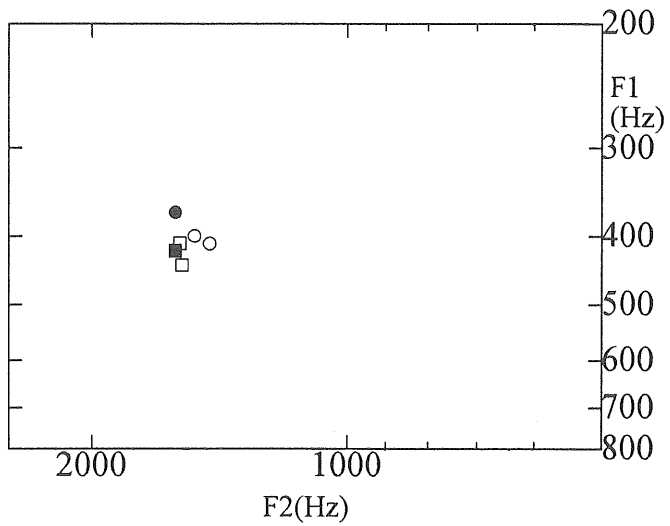
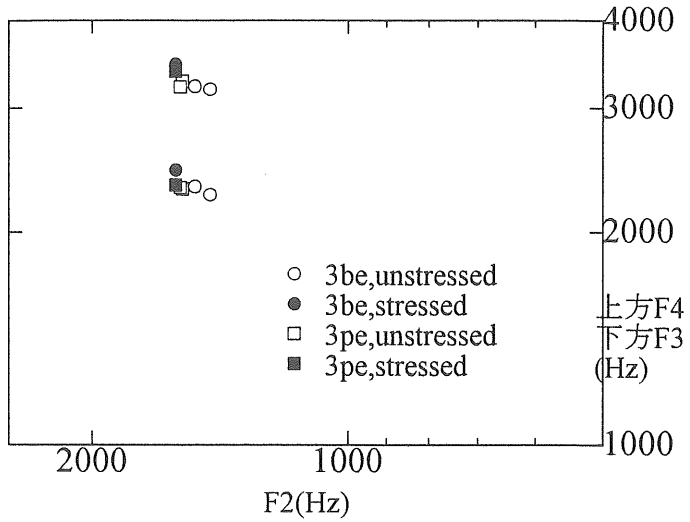


図 4: /pepepe/, /bebede/ の音響ダイアグラム

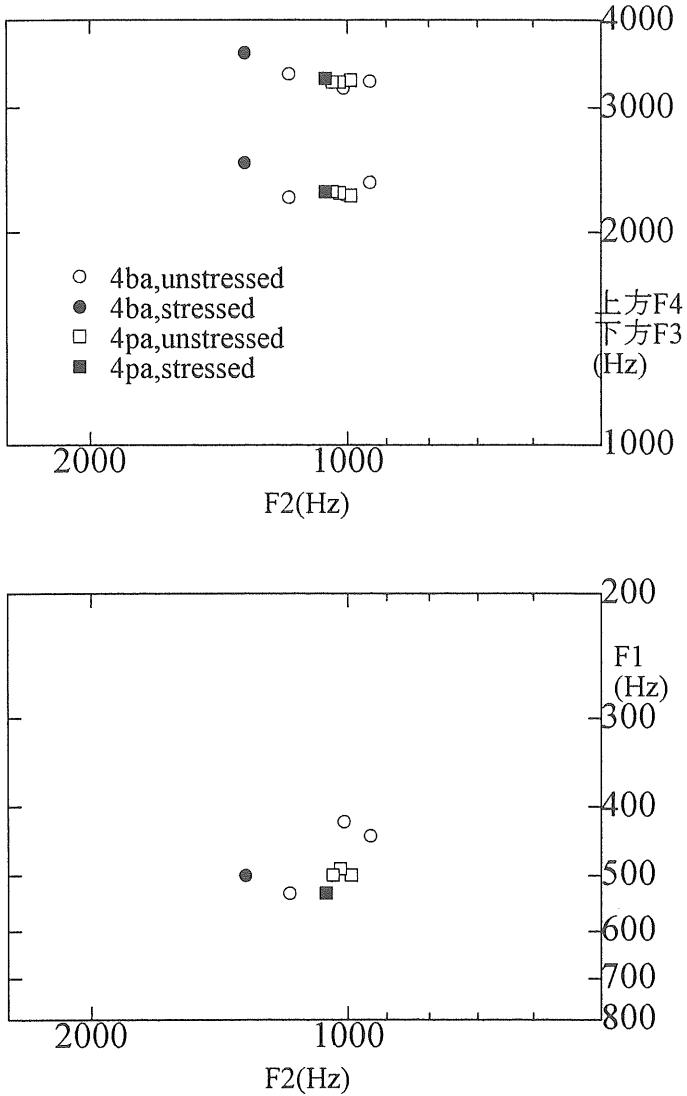


図 5:/papapapa/,/babalarda/の音響ダイアグラム

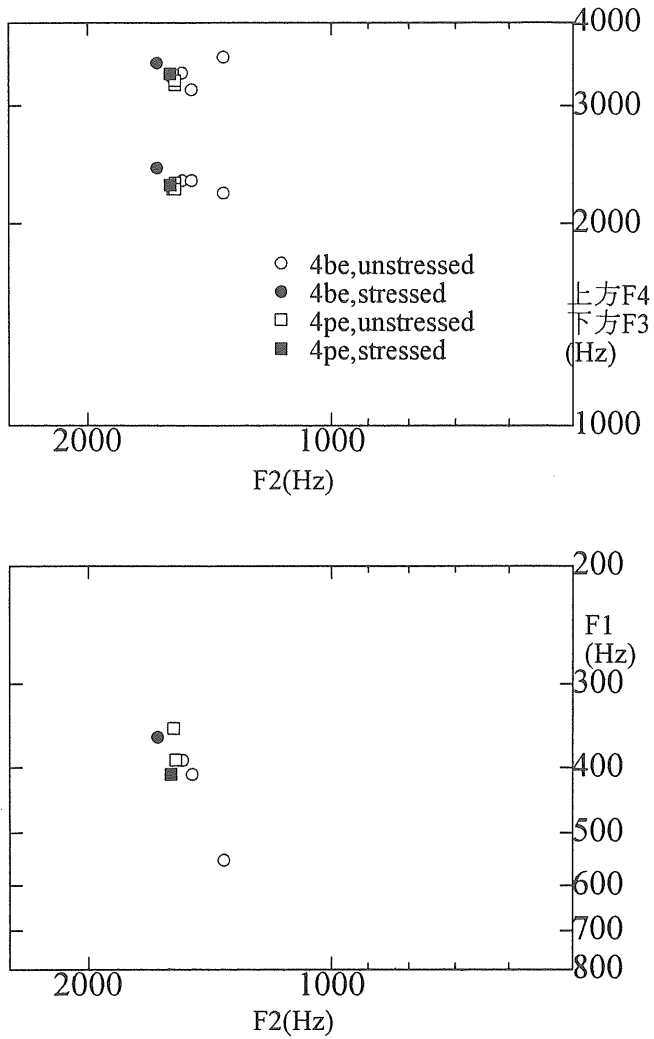


図 6: /pepepepe/, /bebelerde/ の音響ダイアグラム

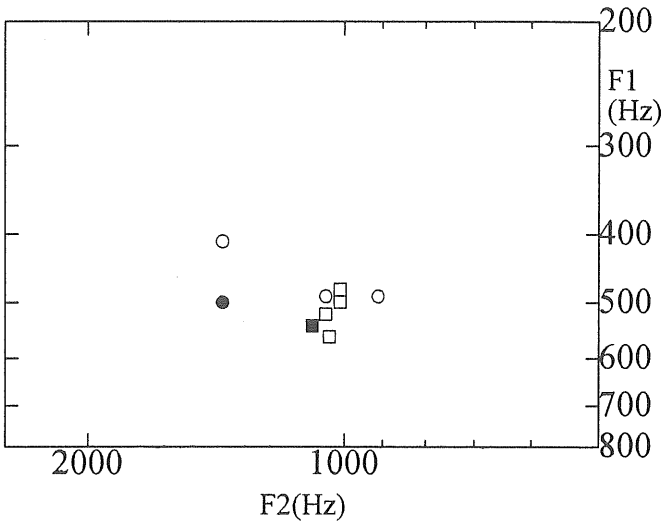
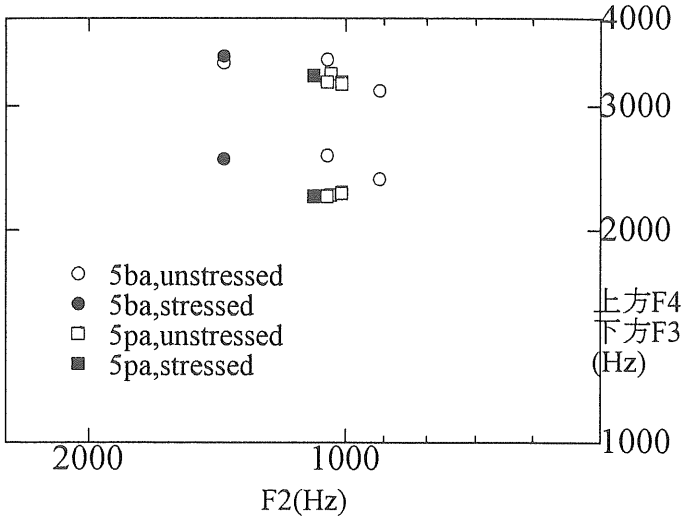


図 7: /papapapapa/, /babalarında/ の音響ダイアグラム

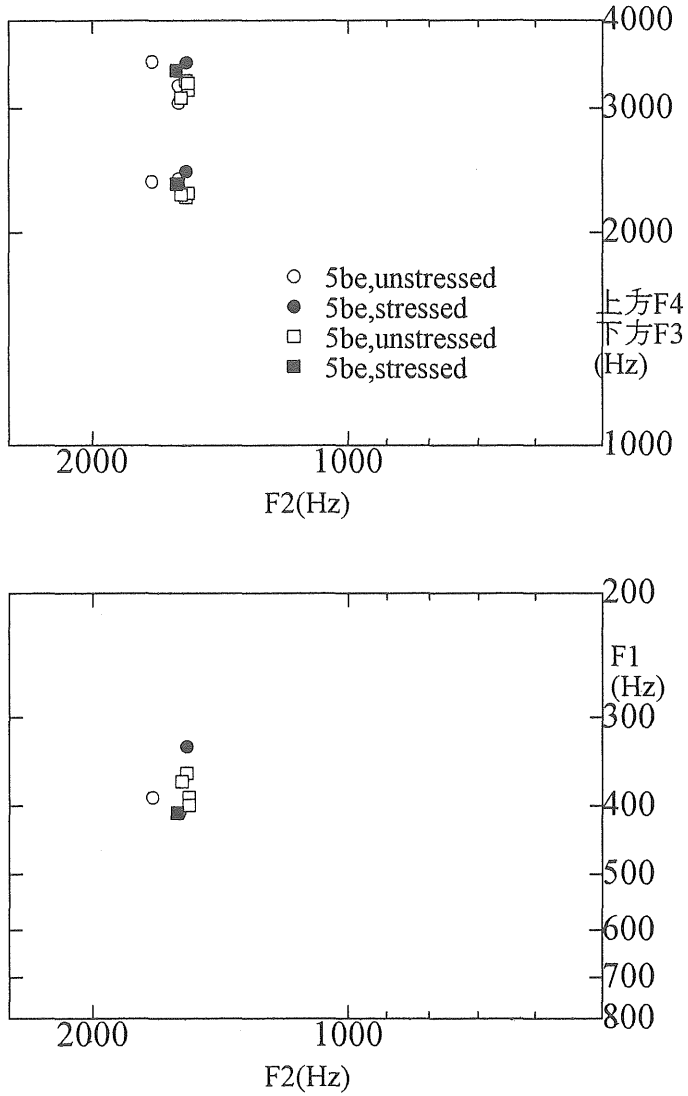


図 8: /pepepepepe/, /bebelerinde/ の音響ダイアグラム

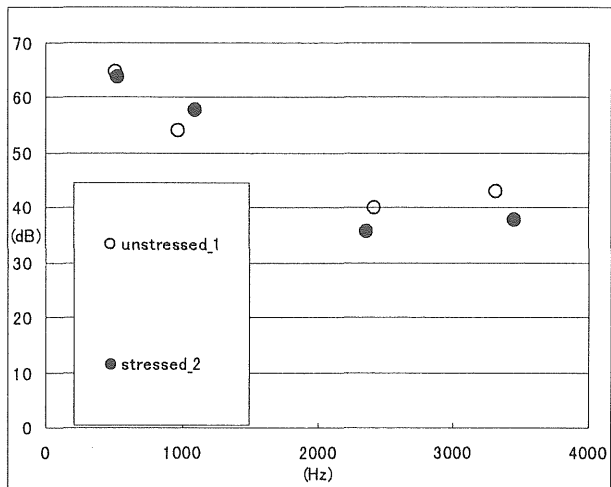
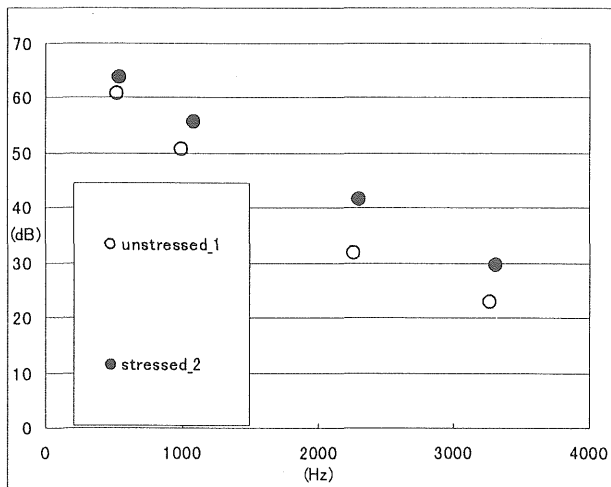


図 9: /papa/ (上段), /baba/ (下段) の振幅スペクトラム

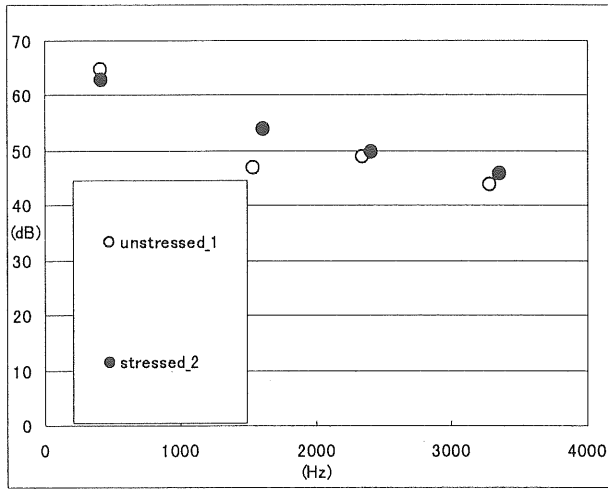
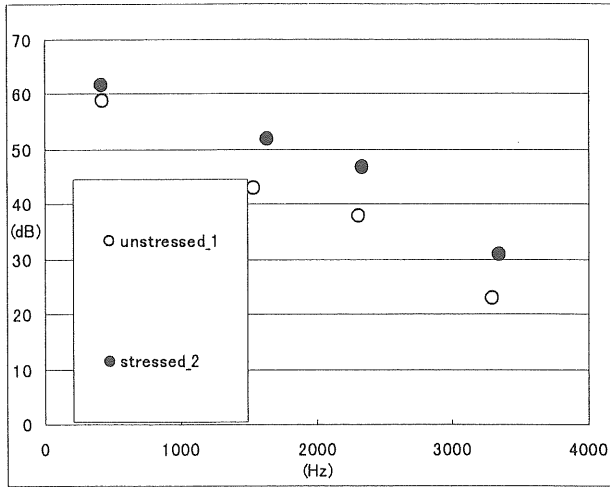


図 10: /pepe/(上段), /bebe/(下段) の振幅スペクトラム

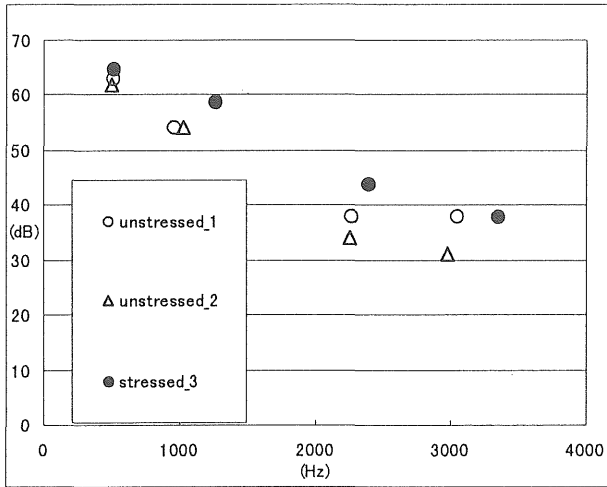
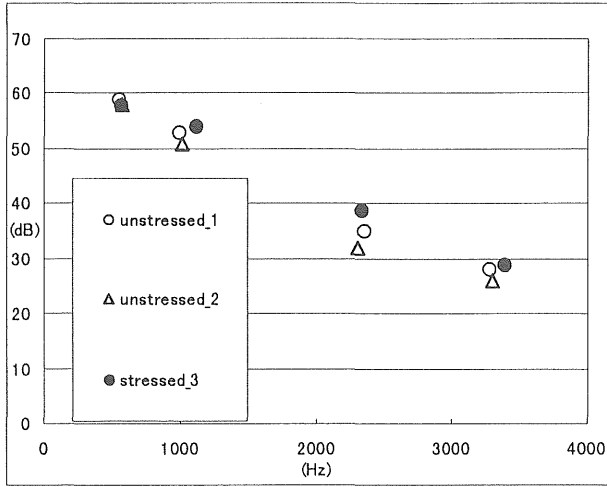


図 11: /papapa/(上段), /babada/(下段) の振幅スペクトラム

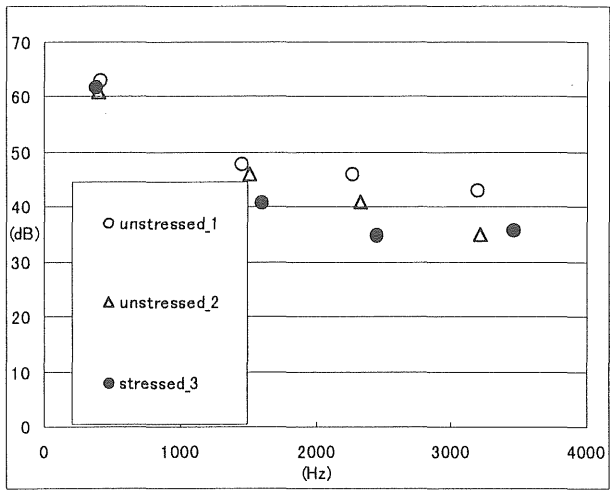
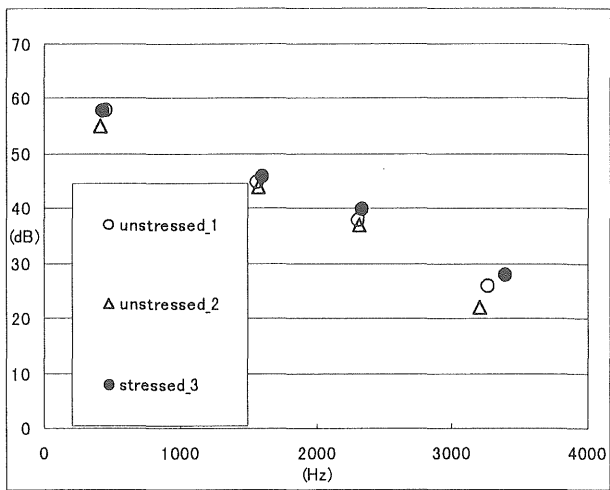


図 12: /pepepe/ (上段), /bebede/ (下段) の振幅スペクトラム

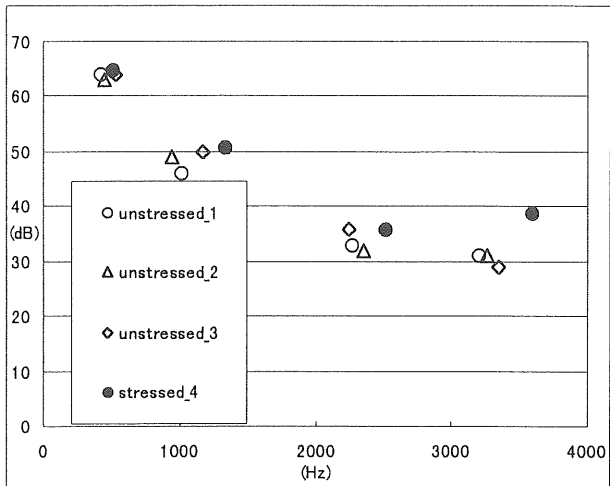
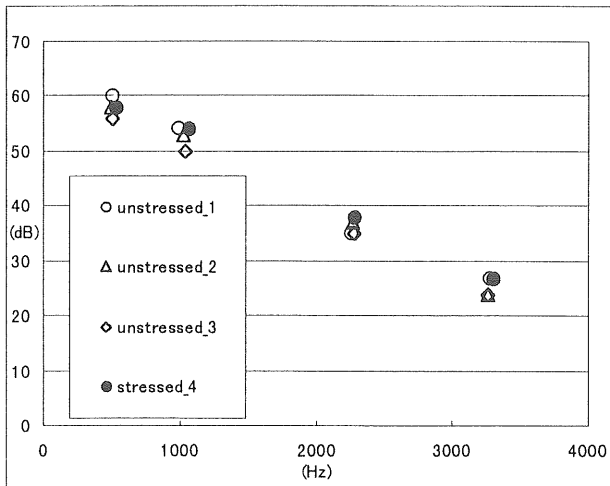


図 13: /papapapa/(上段), /babalarda/(下段) の振幅スペクトラム

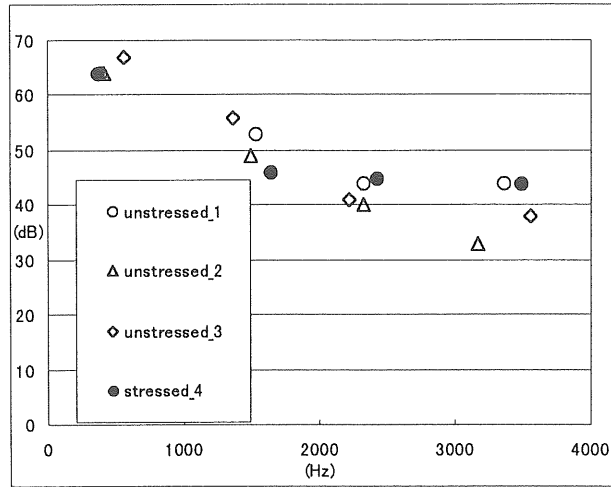
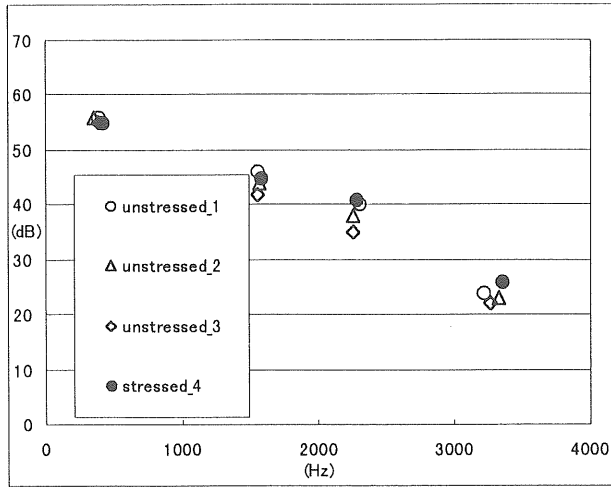


図 14:/pepepepe/(上段),/bebelerde/(下段) の振幅スペクトラム

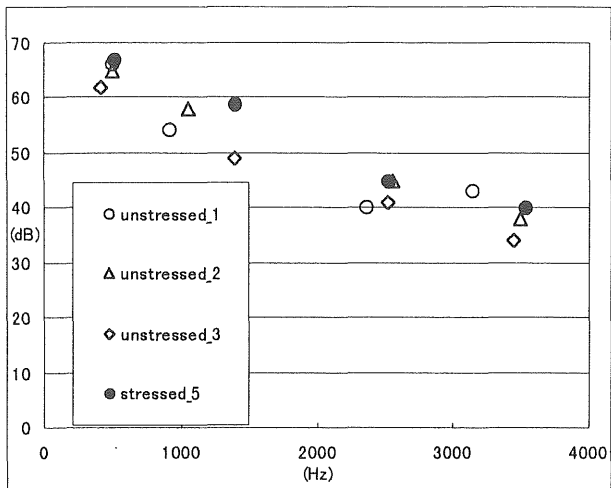
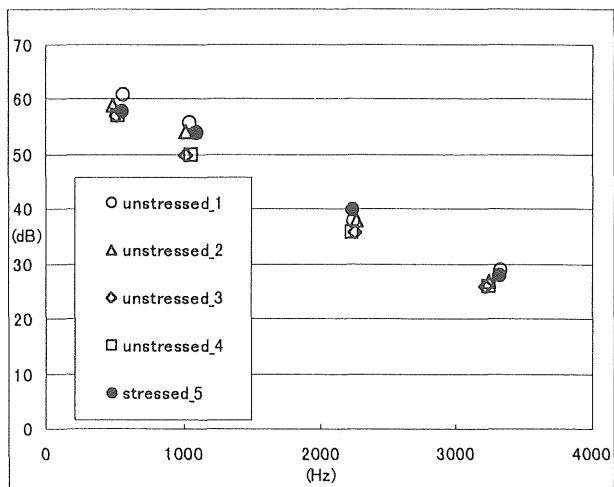


図 15: /papapapapa/ (上段), /babalarında/ (下段) の振幅スペクトラム

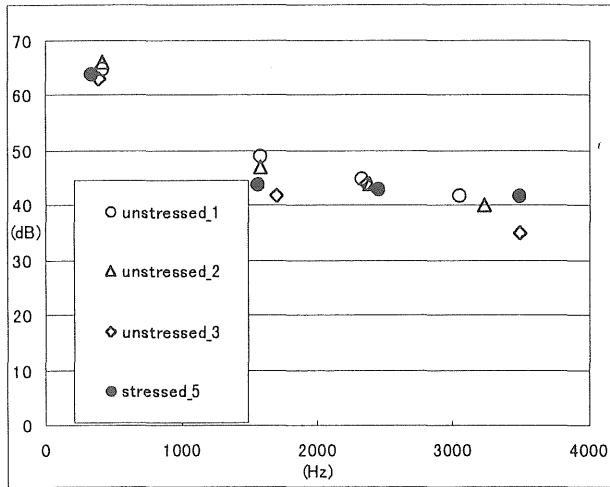
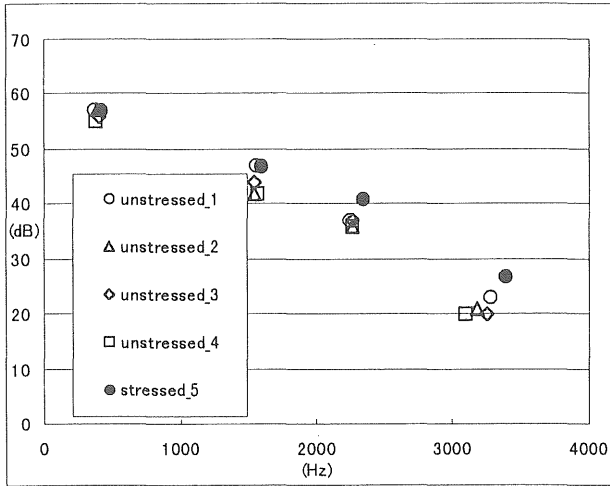


図 16: /pepepepepe/ (上段), /bebelerinde/ (下段) の振幅スペクトラム

いいかえれば、ストレスのある音節の母音の方が、ないところのものよりやや前寄りで調音されているということである。IPA 表記をすると、ストレスのない音節の母音がやや狭めの¹²[a]、ストレスのある音節の母音がやや狭めの [ɑ] という違いが書き分けられる。

また、ストレスのあるところは F0 が高い。そして、F0 の高さが影響して、微細ではあるが、高次フォルマント (F3・F4) の値が、ストレスのある音節の母音の方が高い傾向がある。ストレスと基本周波数との相関性がトルコ語においてもあてはまることは、Konrot(*ibid.*) や福盛 (1998-b) で示した。しかし、両者とも母音の質と F0 との関係という視点からは検討してこなかった。母音の質を検討するにあたって、高周波数成分への影響を考える上でも、F0 が高いという事実は改めて提示しておく必要がある。

次に、/e/を検討する。図 2,4,6,8 をみると、こちらも F1 から傾向性を見出すことはできない¹³が、F2 において、有意味語・無意味語を問わず、ストレスのある音節の母音の方が、相対的に左寄りだという特徴を見出すことができる。ただし、5 音節語が例外となっている。トルコ語の/e/は、[e] で表記される¹⁴。Schwartz et al.(1997) で示される [e] のフォルマント値、F1=565Hz、F2=1819Hz と比べると、本結果からみられる/e/は全体的に、開口度は狭く、舌位置は後寄りである。これを併せて検討すると、ストレスを伴うときの方が、より IPA の [e] に近い音、すなわちより明瞭な [e] を発出しようとしていると解釈できる。/a/同様、IPA 表記で書き分けると、ストレスのある音節の母音がやや狭めの [e]、ストレスのない音節の母音がやや狭めの [ɛ] となる。また、/a/同様、F0 は高くあらわれ、高次フォルマントも若干高くなっている。

以上の点から、同一個人における、一単語内でのストレスの有無とフォルマントの分布パターンとの関連を検討した。本結果の範囲から、ストレスのある音節での/a,e/についていえることとして、

1. F2 の値が相対的に大きい。すなわち、調音点が前寄りである。

¹²トルコ語の母音チャートは、開口度が IPA の母音で使われる範囲より狭く、全体的にチャートの中央にまとまった形となっている。この点を考慮して、「やや狭め」という修飾語を用いている。福盛 (1998-a:87) 参照

¹³トルコ語の/e/は、閉音節構造で音節末に/l,m,n,r/が来た時、[e] より広い [æ] となる。4 音節有意味語である *bebelerde* の *ler* はこれに該当するため、他の/e/と分布が異なる。よって、/ler/の/e/は考察からは除外した。

¹⁴服部 (1975)・Maddieson(1984)・竹内 (1989)・福盛 (1998-a) など

2. F0 が大きく、それに伴い F3・F4 の値が、微細ではあるが相対的に大きい。という 2 点をあげておく。

4.2 振幅スペクトル

ここでは、各フォルマントに対応する振幅値から検討していく。まず、図 9～16 を巨視的に見渡した上で、若干の例外 (baba・bebede) はあるものの、高次フォルマントにおいて、ストレスのある音節の母音の方が、ないところのものより相対的に値が大きい。これは、母音が明瞭に発音されているか、卑近な言い方をすれば「いい声」であるかどうかと関わっている。日本音響学会編 (1996:63) によると、

アナウンサーの声には、スペクトルの 3,000～4,500 ヘルツあたりにエネルギーの大きいところがあり、これがよく通る声を作り出している源であるといわれている。

と、記されている。「エネルギーの大きい」というのは、フォルマントが濃くあらわれている、スペクトルの振幅値が大きいなどの音響特性で実現されることである。これを本実験結果に照らして考えてみると、ストレスのある音節の母音の方が、ないところの母音より明瞭に発音されているといえる。同一個人内における一単語内での比較から、相対的にストレスの有無が、エネルギーの増減を伴うという事実を、本結果は示唆している。

図 9～16 をみると、F1 では顕著に差があらわれることは少なく、F2 においても概して値が大きいとはいいいにくい。しかし、高次フォルマントにおいては、比較的顕著にストレスのある音節の母音のエネルギーが大きい。この点を、振幅スペクトルの最大振幅値を示した点を直線で結ぶことによって得られる「傾き」の数値からも確認してみたい。傾きとは、フォルマント値を x 軸、最大振幅値を y 軸にとり、 $y = ax + b$ の式に代入して a の数値を求めた、周波数に対するスペクトルの変化率のことである。表 10 に示す。

傾きの数値によって示されることは、その絶対値が大きい程傾斜は急であり、小さい程傾斜はなだらかであるということである。結果を述べると、baba・bebede・babalarında の 3 つの例外を除いて、同一語内においてストレスのあ

表 10: 振幅スペクトルにおける振幅の傾きの値

項目/a/	順	傾きの値	項目/e/	順	傾きの値
papa	1	-0.0138	pepe	1	-0.0121
	2	-0.0121		2	-0.0103
papapa	1	-0.0116	pepepe	1	-0.0112
	2	-0.0120		2	-0.0115
	3	-0.0106		3	-0.0100
papapapa	1	-0.0123	pepepepe	1	-0.0110
	2	-0.0124		2	-0.0109
	3	-0.0117		3	-0.0114
	4	-0.0115		4	-0.0096
papapapapa	1	-0.0120	pepepepepe	1	-0.0117
	2	-0.0118		2	-0.0126
	3	-0.0116		3	-0.0124
	4	-0.0114		4	-0.0124
	5	-0.0111		5	-0.0099
baba	1	-0.0078	bebe	1	-0.0067
	2	-0.0099		2	-0.0058
babada	1	-0.0101	bebede	1	-0.0069
	2	-0.0131		2	-0.0091
	3	-0.0100		3	-0.0085
babalarda	1	-0.0112	bebelerde	1	-0.0071
	2	-0.0111		2	-0.0113
	3	-0.0122		3	-0.0099
	4	-0.0087		4	-0.0063
babalarında	1	-0.0085	bebelerinde	1	-0.0087
	2	-0.0089		2	-0.0090
	3	-0.0090		3	-0.0086
	5	-0.0093		5	-0.0067

る音節の母音の方が傾きの絶対値が小さく、傾斜がなだらかになるということがいえる。単に、ストレスがあるから最大振幅値が大きくなるということだけでなく、フォルマントが高次に行くに従って減少するエネルギーの度合いもゆるやかであることが、この傾きの値からいえるのである。

4.3 トルコ人女性話者・英語によるデータとの対照

ここでは、参考のため解析したデータを呈示し、本実験結果と対照する。まず、トルコ人女性話者¹⁵によるデータを示す。精密な対照はできないものの、年齢差・男女差を超えて再現性があるかどうかは暫定的に確認できる。/papá/に関して、上段にフォルマント値 (Hz)、下段に最大振幅値 (dB) を記したものを表 11 に示す。

表 11:トルコ人女性話者における papá のフォルマント値 (Hz) と
最大振幅値 (dB)

			F0	F1	F2	F3	F4
papá	a	Hz	246	730	1200	2700	3980
		dB		56	45	27	25
	á	Hz	277	780	1300	2900	3890
		dB		54	43	38	23

ストレスのある音節の母音の方が、F2 が若干大きく、調音点が前寄りになっている点、F3 の最大振幅値が大きい点、また傾きが a は-0.0094、á は-0.0085 と、áの方がなだらかである点など、本実験結果に沿った数値を示している。よって、一応の再現性は認めてよいだろう。

次に、英語と対照して検討する。英語は、ストレスを伴わないと母音が弱化すると先述した。この点を attribute の a と、átribute の á との計測結果¹⁶から捉えてみる。表 11 と同じ形式で、結果を表 12 に示す。

¹⁵本データは、別の実験で採録したデータの転用である。インフォーマントは Deniz Bökesoy 氏 (1971 年生・女性・Ankara) で、録音場所は、筑波大学人文社会学系棟 B613 音声実験室である。解析装置・解析方法は本実験と同様である。

¹⁶英語の資料は、島田武氏に、竹林滋・斎藤弘子 (1998) 『改訂新版 英語音声学入門』大修館書店の付属テープから、抽出していただいた。女性による発音であった。

表 12: 英語における a と á のフォルマント値 (Hz) と最大振幅値 (dB)

			F0	F1	F2	F3	F4
attribute	a	Hz	205	570	1790	2630	3850
		dB		56	41	29	21
átribute	á	Hz	284	1130	1740	2390	3860
		dB		67	56	45	38

フォルマントの分布パターンでは、F1・F3 に顕著な差がみられ、F2・F4 にはみられない。また振幅値は、ストレスを伴う á の方が、全てのフォルマントにわたって大きな値を示している。F1・F2 における振幅値では、ストレスの有無によって明確に差があるため、傾きを求める必要はなく¹⁷、全体のエネルギーが小さいという事実から、弱化という現象を定量的に捕捉できている。

以上の検討から、トルコ語において男女差を捨象した再現性が確認できた点、トルコ語は英語ほどストレスを伴わない母音が弱化しない点の 2 点を、本実験結果との対照からえることができた。これらからだけでは断言こそできないものの、少なくともトルコ語のストレスの有無は英語とは異なる特徴を有するものとして考えた方がよいようである¹⁸。

5 結論

トルコ語の/a,e/に関して、ストレスの有無が音響特性にどのような影響を及ぼすのかという点を、本実験範囲での音響解析の結果・考察からまとめる。

・フォルマントの分布パターンからは、ストレスのある音節の母音/a,e/においては、F1 にはとりたてて傾向性がみられないものの、F2 のフォルマント値が大きい、すなわち調音点が前寄りになる傾向性がみられる。また、ストレスに伴って F0 が高くなり、F3・F4 といった高次フォルマントのフォルマント値も F0 の高さに伴って、ストレスのない音節の母音/a,e/より微細ではあるが大きくなるという傾向性がみられた。

¹⁷トルコ語の場合は、F1・F2 がストレスの有無に関わらずほぼ同じなので、高次フォルマントにおける減衰を傾きから求めることができた。この英語のデータでは、傾きの値が示す意味が、本稿での検討基準とは異なるため、必要がないと述べたのである。

¹⁸英語については、Shimada(1996)を参照したが、現段階では英語・トルコ語を精密に対照するに至らなかった。しかし、同論文で指摘された英語のシュワーの F3/F2 比による特徴は、トルコ語ではあまり有効ではないことが推測できる。これについては、今後の課題となる。

・振幅スペクトルからは、高次フォルマントの最大振幅値が、ストレスのある音節の母音/a,e/の方が、ストレスのない音節の母音/a,e/より大きくなる傾向性がみられた。また、ストレスのある音節の母音/a,e/の方が、傾きの絶対値が小さく、傾斜がなだらかになる傾向性もみられた。

以上の傾向性が、今回の解析によってえられた。

6 今後の展望

今回の調査は/a,e/のみではあったが、比較的有益な結果が得られた。従って、他の母音についてもストレスの有無によってなにか特徴がみられるかを検討していく必要がある。しかし、今回えた結果は、Konrot(*ibid.*)で述べられたストレスと音響特性との間に相関性はないという見解に対する、反証となることは間違いない。ストレスの有無によって、母音の間こえが異なっているという判断が直観的にできるのに、音響解析の技術によって、その差異が示されなかった Konrot 博士の音響解析に対し、一つ一つのデータを丁寧に確認していくことによって、何らかの違いを発見できたという点が本研究の成果であったといえよう。

今後、本研究で得た結果を、音響のみにとどまらず、生理実験そして知覚・認知実験と照らし合わせ、より確固たる証拠を積み上げていくことが、この分野の発展につながるものだと考える次第である。

参考文献

American Standards Association 1960. *Acoustical Terminology* SI. New York:

American Standards Association

福盛貴弘 1998-a. 「現代トルコ語における母音の音響解析—個人語レベルでの母音の変動幅—」『一般言語学論叢』創刊号. 73-93 筑波一般言語学研究会

—, — 1998-b. 『トルコ語のアクセントにおける実験音声学研究』筑波大学文芸言語研究科中間論文

- 服部四郎 1975. 「母音調和と中期朝鮮語の母音体系」『言語の科学』6:1-22
- 城生佰太郎 1998. 『日本語音声科学』バンダイ・ミュージックエンターテイメント
- Kent, R.D. & C. Read 1992. *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego: Singular Publishing Group.
- Konrot, A. 1981. *Toward understanding Turkish stress: an acoustic and perceptual study*. Univ. of Essex. Dr. thesis.
- Laver, J. 1994. *Principles of phonetics*. Cambridge Univ. Press.
- Lees, R. 1961. *The phonology of modern standard Turkish*. Uralic and Altaic series 6. Bloomington:Indiana Univ. Press.
- Lindblom, B. 1963. Spectrographic study of vowel reduction. *Journal of the Acoustical Society of America*35:1173-81
- Maddieson, I 1984. *Patterns of Sounds*. Cambridge Univ. Press
- Moore, C..J. 1989. *An introduction to the psychology of hearing*, 3rd Ed. London:Academic Press.
- 日本音響学会編 1996. 『音のなんでも小事典』講談社
- Schwartz, J.L., L.J. Boë, N. Vallée & C. Abry 1997. The Dispersion-Focalization Theory of vowel systems. *Journal of Phonetics*25:255-286.
- Shimada, T. 1996. Quality variation of the English schwa. *Tsukuba English Studies*.15:187-207
- 竹内和夫 1989. 『トルコ語辞典ポケット版』大学書林

The relationship between stress and vowel quality in Turkish, with special reference to the acoustic analysis of /a,e/.

Takahiro FUKUMORI

This study defines vowel quality as formant frequency variation and maximum energy of line spectrum. An acoustic-phonetic analysis was made of the Turkish vowels /a and e/ (Istanbul dialect). The phonetic data were provided by a male native speaker's recording of a list of Turkish words in carrier sentences. The formant frequency variation and maximum energy of line spectrum were quantified. The values for F0, F1, F2, F3 and F4 of /a and e/ vowels and maximum energy of F1, F2, F3 and F4 were measured. The results showed that stressed vowels /a and e/ were slightly more frontal than unstressed vowels and the former had more energy than the latter. That is to say, stressed vowels which had the values for F2 and maximum energy of F3 and F4 were larger than unstressed vowels. Therefore, it appears there is a relationship between stress and vowel quality in Turkish.