

原 著

小児の開鼻声の定量的評価

—スペクトラムエンベロープの傾きを用いて—

平井 沢子¹⁾ 岡崎 恵子²⁾ 荒井 隆行³⁾

要 約 : 小児の開鼻声の定量的評価を試みるため開鼻声の音響的特徴を調べた。対象は、口蓋裂および口蓋裂以外の先天性鼻咽腔閉鎖機能不全症患者 39 例 (以下 CP 群とする) と対照群の健常児 152 例で、年齢は 4～8 歳である。音声資料は日本語の 5 母音を用いた。まず CP 群の発話について言語治療士が聴覚判定を行い、開鼻声の程度を 3 段階評価した。次に対象が単独発話した /i/ について、ケプストラム分析を行いスペクトラムエンベロープを求めた。さらにその第 1 フォルマントから第 2 フォルマントに相当する範囲における、特定の周波数帯域に対して引いた回帰直線の傾きの絶対値 (= スペクトラムエンベロープの傾き) を、CP 群内あるいは対照群との間で比較した。その結果、1) 健常群と開鼻声「あり」、2) 健常群と開鼻声「軽度」にあり、3) 開鼻声「あり」と開鼻声「なし」、4) 開鼻声「あり」および「軽度」にありと開鼻声「なし」の症例間で有意差がみられた。

索引用語 : 開鼻声, 小児, 音響分析

A Quantitative Evaluation of Hypernasality in Children

—using the slope of spectrum envelope—

Sawako Hirai¹⁾, Keiko Okazaki²⁾, Takayuki Arai³⁾

Abstract : This study investigated the acoustical characteristics of hypernasality in children for a quantitative evaluation.

The subjects consisted of an experimental group of 39 children with repaired cleft lips or palates and congenital velopharyngeal incompetence, and a control group of 152 normal children. Ages ranged from 4 to 8.

The materials consisted of 5 Japanese vowels. Speech therapists were requested to make auditory evaluations of the utterances of the pathological group in terms of degree of hypernasality using three-level rating scale : severe, mild and absent. The isolated vowels /i/ uttered by the subjects were analyzed acoustically by cepstrum analysis.

¹⁾千葉県こども病院形成外科 : 〒266 千葉県千葉市緑区辺田町 579-1²⁾昭和大学形成外科 : 〒142 東京都品川区旗の台 1-5-8³⁾上智大学大学院理工学研究科 : 〒102 東京都千代田区紀尾井町 7-1¹⁾Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Chiba Children's Hospital : 579-1, Heta-Cho, Midori-Ku, Chiba-Shi Chiba-ken, 266.²⁾Department of Plastic and Reconstructive Surgery, School of Medicine, Showa University : 1-5-8, Hatanodai, Shinagawa-Ku, Tokyo 142.³⁾Department of Engineering and Science, Sophia Graduate Institute : 7-1, Kioi-Cho, Chiyoda-Ku, Tokyo 102.

原稿受理 : 1993 年 9 月 3 日

Measurement was made of the absolute value of the regression coefficient of the regression line for the spectrum envelope (=the slope of spectrum envelope) of certain bands.

Significant differences were found between the following groups:

- 1) The control group and the group judged to have severe hypernasality ($p < 0.01$).
- 2) The control group and the group judged to have mild hypernasality ($p < 0.05$).
- 3) The groups which were judged to have severe hypernasality, and that in which judged hypernasality was judged absent ($p < 0.01$).
- 4) The groups which were judged to have severe and mild hypernasality, and that in which hypernasality was judged absent ($p < 0.05$).

Key words : hypernasality, children, acoustic analysis

I. はじめに

開鼻声の主因である鼻咽腔閉鎖機能不全は、音声言語の習得に重大な影響を与えるため、出生後から構音発達の時期にあたる小児期における開鼻声の判定は特に重要である。

開鼻声の判定においては、聴覚判定が最も重要かつ簡便であるが、主観的な判断であるため、聴覚判定と関連する客観的な測度が必要である。開鼻声の客観的評価法には、開鼻声そのものを音響分析し、音響的特徴をパラメーターとするものと、開鼻声に伴う生理学、空気力学的現象に注目する方法がある。前者は開鼻声という音声そのものを分析している点で直接的であるのに対し、後者は間接的であるといえる。また、前者は患者に対する侵襲がなく、自然な発話に近い状態を評価できるという点で優れているといえる。したがって、判断の指標となる客観的な測度が、発話の音響分析によって得られることが望ましい。

開鼻声に関しては多くの音響学的研究がなされてきた。しかしながら、これらの研究結果は多様であり、判定のための客観的指標は確立されているとはいえない。

そこで本研究においては、開鼻声の判定が特に重要である小児を対象とし、聴覚判定と関連する開鼻声の音響的特徴を調べた。

II. 対象および音声資料

1. 対象

対象は、昭和大学形成外科言語室に入室した口蓋形成術後の口蓋裂患者、および口蓋裂以外の先天性鼻咽腔閉鎖機能不全症 (congenital velopharyngeal incompetence; CVPI) の患者 39 例で、知的発達および聴力に問題がなく母音について嗄声および構音障害が認められない者である (以下 CP 群とする)。対照とした健

常群は、東京あるいは横浜在住の小児 152 例で、知的発達、聴力および構音器官の器質、機能に問題がなく、嗄声および構音障害が認められない者である。対象の年齢と性別を表 1 に、CP 群の裂型を表 2 に示した。

2. 音声資料

音声資料は日本語の 5 母音/a/, /i/, /u/, /e/, /o/ である。開鼻声の聴覚判定において一対比較法による判定を行うため、5 母音を復唱で単独および連続発話させ、検査者の発話と被検査者の発話が一対比較の形になるようにした。また、音声の入力ができるだけ一定になるように発話させた。録音は、カセットコーダー TCM-5000 EV (SONY) とダイナミックマイクロフォン F-PV 16 (SONY)、あるいはデジタルオーディオテープレコーダー TCD-D 10 (SONY) とデジタル音声用の付属マイクロフォン (SONY) を使用し、比較的騒音の少ない部屋で行った。

III. 実験方法

1. 聴覚判定

聴覚判定は言語治療士 10 人が独立に行った。サンプルテープは、音声資料のうち CP 群のものを、順序がランダムになるように配列して作成し、教示および記入用紙とともに各言語治療士に配布した。判定を行った

表 1 対象の年齢と性別

	健常群	CP 群	計
4 歳	0 (0)	7 (5)	7 (5)
5 歳	70 (36)	11 (6)	81 (42)
6 歳	43 (20)	12 (7)	55 (27)
7 歳	39 (18)	8 (4)	47 (22)
8 歳	0 (0)	1 (1)	1 (1)
計	152 (74)	39 (23)	191 (97)

() : 内女子数 ; 単位 : 例

表2 CP群の年齢, 診断名別の症例数

	両側唇顎口蓋裂	片側唇顎口蓋裂	軟口蓋裂	粘膜下口蓋裂	CVPI	計
4歳	1(1)	2(1)	1(1)	3(2)	0(0)	7(5)
5歳	1(1)	2(0)	0(0)	6(4)	2(1)	11(6)
6歳	2(1)	3(1)	1(0)	4(4)	2(1)	12(7)
7歳	0(0)	2(0)	0(0)	3(2)	3(2)	8(4)
8歳	0(0)	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)
計	4(3)	10(3)	2(1)	16(12)	7(4)	39(23)

() : 内女子数 ; 単位 : 例

日時, 場所および判定に使用した器材は一定しないが, 教示と記入方法を統一した。判定は, 開鼻声「あり」(+), 「軽度であり」(±), 「なし」(-)の3段階評価とした¹⁾。また, 1週間後に同じ手続きで再び聴覚判定を行い, 個人内の判定の信頼度の指標とした。

2. 音響分析

音声資料は, 健常群とCP群が単独発話した/i/である。音響分析の条件を表3に示した。音声資料をサンプリング周波数16kHz, 16bit量子化によって, デジタル信号に変換し, ディスクに記録した。さらに, 音声波形の定常部に128msのハミング窓をかけた後, ケプストラム分析を行い, スペクトラムエンベロープを求めた。

IV. 結果

1. 聴覚判定

聴覚判定の結果, 10名の言語治療士の検査者内一致度は, 61.5~89.7% (平均80.0%)であった。検査者間一致度の平均は, 1回目の判定が72.3%, 2回目の判定が73.1%であった。

2. 音響分析

予備実験においてケプストラム分析によって得られたスペクトラムエンベロープを, 健常群とCP群のうち開鼻声「あり」とされた症例とで比較した。その結果, 第1フォルマントから第2フォルマントに相当する帯域における形状の相違が最も顕著であった(図1 a, b)。そこで, この範囲における特定の周波数帯域間の, インテンシティの相対的な変化を表す量として, スペクトラムエンベロープに対して回帰直線を引き, 回帰係数(dB/kHz)の絶対値をパラメーターとして鼻音性の定量化を試みた。以下, この回帰係数の絶対値をスペクトラムエンベロープの傾きとする。

予備実験から, スペクトラムエンベロープの傾きは, この帯域のうちの3つの区間において, 健常群とCP

表3 音響分析の条件

サンプリング周波数	16 kHz
量子化	16 bit
分析窓	ハミング窓
窓長	128 ms
分析方法	ケプストラム分析
リフタ窓	方形窓
リフタ長	2 ms

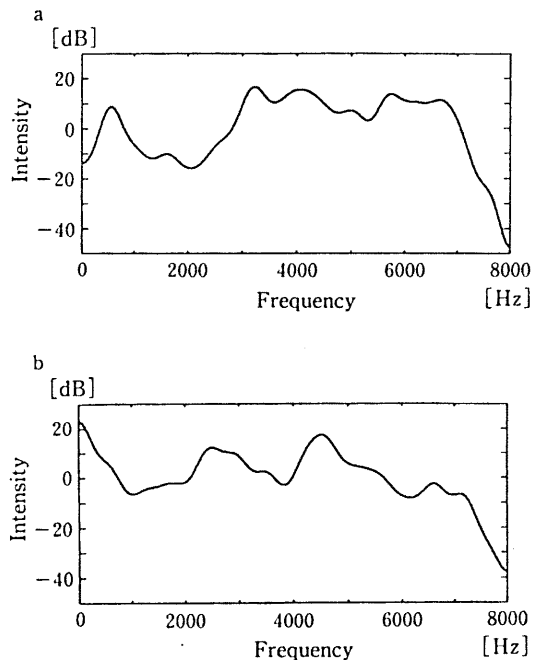


図1 a : 健常群の1例が単独発話した/i/のスペクトラムエンベロープ
b : CP群のうち開鼻声「あり」とされた症例が単独発話した/i/のスペクトラムエンベロープ

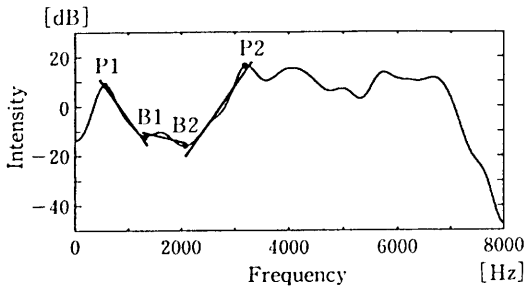


図2 健常群の1例が単独発話した/i/のスペクトラムエンベロープ上のP1, B1, B2, P2およびP1-B1, B1-B2, B2-P2における回帰直線

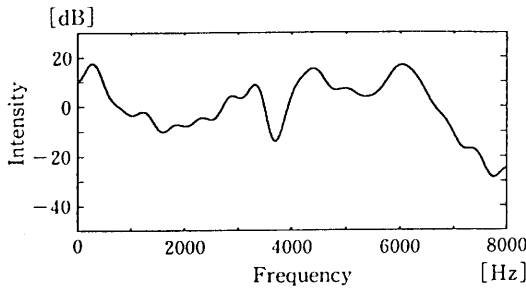


図3 CP群のうち開鼻声「あり」とされた症例が単独発話した/i/のスペクトラムエンベロープ。この図のように開鼻声「あり」とされた症例では、P1, B1, B2, P2を決定することが難しいものがほとんどであった

群の間で相違が大きいことが予測された。3つの区間は、図2の4点で区切られる。4点は、第1フォルマントあるいは第1フォルマントを構成するピークのうち、最も中心周波数の高いピーク(P1)、P1よりも周波数が高くかつP1に最も近いボトム(B1)、第2フォルマントあるいは第2フォルマントを構成するピークのうち、最も中心周波数の低いピーク(P2)、そしてP2よりも周波数が低く、かつ最もP2に近いボトム(B2)である。

P1, B1, B2, P2は、CP群のスペクトラムエンベロープ上では決定することが困難であったので(図3)、健常群のスペクトラムエンベロープから求めた。そしてこの4点に対応する周波数の平均値を、健常群とCP群の両方のスペクトラムエンベロープに適用してその傾きを算出した。また年齢と性別によりこれらの平均値が異なったため(表4 a), 年齢および性別の平均値を用いた(表4 b)。CP群の4歳, 8歳児には、それぞれ健常群の5歳, 7歳児の値を用いた。さらに個人差による影響を減らすため、各区間とも始点

表4 a: 健常群のP1, B1, B2, P2に対応する周波数の平均値の年齢と性による分散分析結果(有意確率)

	年齢による主効果	性による主効果	年齢および性による主効果
P1	0.0004**	0.6650	0.1825
B1	0.0138*	0.6527	0.8211
B2	0.0038*	0.0035*	0.1657
P2	0.0712	0.0109*	0.0919

* : p<0.05, ** : p<0.01

表4 b: 健常群の年齢, 性別のP1, B1, B2, P2に対応する周波数の平均値

		P1	B1	B2	P2
5歳 (N=70)	男(N=34)	411	1291	2212	3325
	女(N=36)	442	1261	2392	3536
6歳 (N=43)	男(N=23)	416	1302	2451	3399
	女(N=20)	394	1325	2461	3368
7歳 (N=39)	男(N=21)	367	1471	2089	3472
	女(N=18)	357	1417	2368	3588

N: 症例数 (単位: Hz)

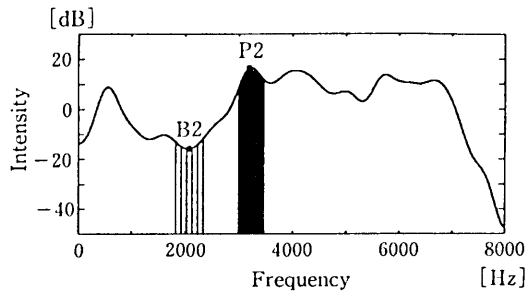


図4 健常群の1例が単独発話した/i/のスペクトラムエンベロープ上の始点と終点の取り方。これは、始点がB2, 終点がP2の例である。

P1, B1, B2は、3点に対応する周波数の平均値に対し、平均値-標準偏差×1/2から平均値+標準偏差×1/2の範囲において6点を用いた(図4)。同様に、終点B1, B2, P2も3点に対応する周波数の平均値に対し、平均値-標準偏差×1/2から平均値+標準偏差×1/2の範囲において、20点を用いた(図4)。そして、おのおのの区間につき6×20=120通りのスペクトラムエンベロープの傾きの絶対値を求め、

その平均値を各区間の傾き, R_{P1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-P2} とした。

音響分析には, 聴覚判定において検査者間で70%以上の一致が得られた症例を用いた。

1回目の判定と2回目の判定で, 開鼻声の程度別に R_{P1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-P2} を比べたところ, Wilcoxon検定により開鼻声「あり」, 「軽度」にあり, 「なし」の症例とも, R_{P1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-P2} に有意差はみられなかった ($p > 0.05$)。さらに, 検査者内一致度が平均80.0%と高かったことから, 今回は聴覚判定において, 検査者間で70%以上の一致が得られた症例の多かった2回目の判定結果を使用した。2回目の判定で, 検査者間一致度が70%以上であった症例は25例で, 開鼻声「あり」とされた症例が10例, 「軽度」にあり」とされた症例が8例, 「なし」とされた症例が7例であった。

Wilcoxon検定により R_{P1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-P2} を比較

した結果を表5に示した。すなわち, 健常群とCP群のうち開鼻声「あり」とされた症例の間で R_{P1-B1} , R_{B2-P2} に有意差がみられた ($p < 0.01$)。同様に, 健常群とCP群のうち開鼻声「軽度」にあり」とされた症例の間で R_{B2-P2} に有意差がみられた ($p < 0.05$) が, 健常群と開鼻声「なし」とされた症例の間ではいずれのパラメーターにも有意な差はみられなかった。

さらに, 聴覚判定による開鼻声の有無と R_{P1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-P2} との関連を調べたところ, 開鼻声「あり」とされた症例と開鼻声「なし」の症例の間で R_{P1-B1} に有意差がみられた ($p < 0.01$)。一方, 開鼻声「あり」の症例と開鼻声「軽度」にあり」の症例の間, および開鼻声「軽度」にあり」の症例と開鼻声「なし」の症例の間では, これら3つのパラメーターに有意差はみられなかった ($p > 0.05$)。そこで, 開鼻声「あり」の10例に開鼻声「軽度」にあり」の8例を加え, これら18例と

表5 R_{P1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-P2} の比較

			R_{P1-B1}	R_{B1-B2}	R_{B2-P2}
健常群 (N=152)	MEAN		26.37	3.86	21.48
	SD		6.88	2.75	6.15
	VAR		47.30	7.57	37.83
	MAX	**	47.52	12.64	38.11
	MIN		12.61	0.33	2.44
CP群 (N=25)	開鼻声あり (N=10)	MEAN	19.05	6.49	13.18
		SD	4.73	4.89	8.02
		VAR	22.39	23.89	64.24
		MAX	27.63	14.08	29.36
		MIN	13.26	1.56	1.31
	軽度」にあり (N=8)	MEAN	23.49	5.75	17.47
		SD	8.67	4.39	4.72
		VAR	75.20	19.26	22.26
		MAX	37.27	13.56	23.86
		MIN	11.24	1.03	8.78
	開鼻声なし (N=7)	MEAN	29.07	4.34	21.57
		SD	6.32	2.37	8.26
		VAR	39.89	56.14	68.15
		MAX	41.50	8.72	33.91
		MIN	22.69	1.41	7.00
開鼻声あり + 軽度」にあり (N=18)	MEAN	21.02	6.16	15.09	
	SD	7.12	4.69	7.08	
	VAR	50.73	21.97	50.13	
	MAX	37.27	14.08	29.36	
	MIN	11.24	1.03	1.31	

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, N : 症例数

(単位 : dB/kHz)

開鼻声「なし」の7例について、 R_{F1-B1} , R_{B1-B2} , R_{B2-F2} を比較した。その結果、両群の間で R_{F1-B1} に有意差がみられた ($p < 0.05$)。

V. 考 察

1. 開鼻声に関する音響学的研究

先行研究において報告された開鼻声の音響的特徴は、おおよ以下の5点にまとめられる。すなわち、1) 基本周波数成分の変化、2) 第1フォルマントの変化、3) 基本周波数、第1フォルマント以外の周波数成分の変化、4) 反共鳴に関するもの、5) extra-resonanceに関するものである。

基本周波数に関しては、周波数値の上昇^{2,3)}、インテンシティーに関しては、増強⁴⁻⁶⁾、減弱^{3,7)}、変化はない^{8,9)}、あるいは大きな変化はないがまれに強調されている¹⁰⁾という報告がある。周波数値の上昇は、鼻咽腔が開いているために低下したインテンシティーを、適正に保つための発声努力によるものと考えられている¹¹⁾。しかし孤口⁹⁾は、一定の音源で、声道に鼻腔を結合したモデルを用いて開鼻声を合成した場合には、基本周波数に変化がみられなかったことから、基本周波数の変化は開鼻声の本質的な特徴ではないといっている。

第1フォルマントの中心周波数、インテンシティー、および帯域幅の変化に関する報告は多く、この領域の変化を開鼻声の第一義的な音響的特徴と考える見方もある¹¹⁾。その特徴としては、中心周波数の上昇^{5,11-13)}、インテンシティーの増強^{6,9)}、減弱^{6,10-12,14)}、帯域幅の拡大^{11,12,15)}が報告されている。今井ら¹⁶⁾は鼻音化の音響的特徴を、第1フォルマントの変化そのものではなく、第1フォルマントの変化により母音/i/としての音韻自体が影響を受けることであると考えている。

基本周波数、第1フォルマント以外の周波数成分の変化のうち中心周波数については、第3フォルマントの上昇あるいは下降が報告されている¹⁰⁾。しかし、Hattori et al.¹⁷⁾は、[i]の鼻音化の程度を強くしても、フォルマント周波数の位置は変わらなかったとっており、Delattre¹⁸⁾も、フォルマントの中心周波数の移動によって鼻音性を知覚することはないと結論づけている。また、強調されている共鳴周波数帯に関しては、250 Hzと第2フォルマント¹⁷⁾、2000 Hz¹²⁾、第3フォルマント¹⁹⁾、第4フォルマント¹⁰⁾が報告されている。

インテンシティーに関しては、減弱が報告されている。その周波数帯は、すべてのフォルマント^{10,18)}、第2フォルマント^{20,21)}、500 Hzと[i]の鼻音化の程度を強くした場合に第2、第3、第4フォルマント¹⁷⁾、第3フ

ォルマント^{2,17,20)}、高周波数域²⁵⁾、3500 Hzと、第4フォルマントよりも高域¹⁰⁾が報告されている。このほかHouse and Stevens¹¹⁾は、第2フォルマントのインテンシティーの変化、第3フォルマントの消失、高周波数域のフォルマントの不規則性およびスペクトラムの構造の変化、母音の全体的なレベルの低下を認めている。特に高周波数域のインテンシティーの減弱について、Hattori et al.¹⁷⁾は個人差が大きいことを指摘している。また、Schwartz¹⁴⁾はこうした倍音のインテンシティーの相対的な変化が鼻音性の特徴であるといっている。

さらにフォルマントの帯域幅の変化については、増大が認められている^{2,11)}。

反共鳴の出現に関して孤口⁹⁾は、日本語母音/a/, /e/, /i/を鼻音化した場合に著明にみられたと報告している。またSedláčková⁶⁾は、子どもの開鼻声で反共鳴を認め、開鼻声の程度が重くなるほど反共鳴の程度も強かったといっている。反共鳴の出現位置に関しては、1000 Hzと2000 Hz¹⁰⁾、250 Hz¹⁸⁾、700あるいは900~1800 Hz¹¹⁾、500 Hzあたり¹⁷⁾が報告されている。このほか今井らは¹³⁾は、日本語母音/i/のスペクトラムエンベロープ上、第1フォルマントと第2フォルマントの間の1000 Hz付近に、反共鳴の対としてのピークを認めている。

Extra-resonanceは通常のフォルマント間のfill、あるいははっきりした共鳴を示さない弱く散漫なスペクトラムとして報告されている^{10,11,14,17)}。House and Stevens¹¹⁾は、こうしたスペクトラム上の付加的なピークを開鼻声の重要な特徴であると考えている。孤口⁹⁾は、高周波数域のフォルマント間のfillを鼻腔結合によるextra-resonance、あるいは反共鳴の高音域における配分現象ととらえている。しかしながらこうした現象は、低音域に現れるextra-resonanceあるいは反共鳴に比べると、鼻音性を特徴づける決定的な要素とはみなし難いといっている。

以上みてきたように、先行研究の結果は多様であり、矛盾しているものさえある。こうした研究結果の多様性の理由として、対象の相違が考えられる。すなわち、開鼻声か否かという相違以前に、年齢や性別といった生物学的な違いによる音声の音響的特徴の相違が考えられる。基本周波数やフォルマントは、声帯の長さや声道全体の長さを反映するため^{22,23)}、対象が年齢や性別に関して異なれば、基本周波数やフォルマントも異なることが考えられる。したがって、対照群との音響的特徴の相違が、対象の属性によるものか、開鼻声によるものかをみきわめる必要がある。

2. 音響分析結果について

今回の研究結果においては、CP群のうち開鼻声「あり」とされた症例では、健常群に比べて、350～450 Hz 付近のインテンシティーと 1200～1500 Hz 付近のインテンシティーの差、および 2000～2500 Hz 付近のインテンシティーと 3300～3600 Hz 付近のインテンシティーの差が小さかった。したがって開鼻声では、健常群と比べた場合 350～3600 Hz 付近において各周波数帯域間のインテンシティーの変動幅が小さいことがわかった。

先行研究においても、開鼻声では健常群の発話と比べた場合、第1フォルマントから第2フォルマントに相当する帯域のインテンシティーが増減することが報告されている^{13,21)}。先行研究では、第1フォルマントのピークのインテンシティーレベルを基準とした場合のデシベル値を比較している。したがって、第1フォルマントの絶対的な変動が明らかでない以上、これらの研究におけるインテンシティーの増減は、第1フォルマントとの相対的な変動を示していることになる。一方、インテンシティーの相対的な変動という点からみれば、今回の研究でもほぼ重なる周波数帯域でみられたことから、こうした特徴、すなわち、第1フォルマントから第2フォルマントに相当する範囲におけるインテンシティーの相対的な変動が、開鼻声の音響的特徴である可能性が示唆されたといえる。こうした結果は、倍音のインテンシティーの相対的な変化が鼻音化音声の特徴であるとする Schwartz¹⁴⁾の説を支持するものである。

3. 聴覚判定と音響分析結果について

今回の研究では、健常群とCP群のうち開鼻声「あり」とされた症例、健常群と開鼻声「軽度」にあり」とされた症例、開鼻声「あり」とされた症例と開鼻声「なし」とされた症例、開鼻声「あり」および「軽度」にあり」とされた症例と、開鼻声「なし」とされた症例の間で、 R_{P1-B1} かつ R_{B2-P2} 、あるいは R_{P1-B1} 、 R_{B2-P2} のいずれかに有意差がみられた。こうした結果は、これらのパラメーターが聴覚判定による開鼻声の有無と対応していることを示しているといえる。

聴覚判定と音響分析の関連については、先行研究においても、ほぼ同じ周波数帯域において、開鼻声のスペクトラムエンベロープ上インテンシティーの相対的な変動がみられ、これを表すパラメーターと聴覚判定とが対応していた¹³⁾。したがって、第1、第2フォルマント間のインテンシティーの相対的な変動が、聴覚判定と関連する開鼻声の音響的特徴であることが考えられる。

このほか、フォルマントの中心周波数の変動と聴覚判定が関連していたという報告もあり^{24,25)}、インテンシティー以外のパラメーターと聴覚判定との関連は今後研究すべき課題であると考えている。

また、音声資料は単独発話の/i/のみとしたが、ほかの母音の場合や、同じ/i/でも文、連続発話、あるいは自由発話の場合についても今後検討を加える必要がある。

VI. 結 論

今回の研究によってCP群のうち開鼻声「あり」とされた症例では、単独発話の/i/のスペクトラムエンベロープ上、健常群に比べ、350～3600 Hz 付近において周波数帯域間のインテンシティーの変動幅が小さいことがわかった。したがって、4～8歳児では、第1フォルマントから第2フォルマントに相当する範囲におけるインテンシティーの相対的な変動が、聴覚判定と関連する開鼻声の音響的特徴であることが考えられる。以上の結果から、単独発話された/i/の音響分析を行うことで、開鼻声という音声そのものを客観的に評価することができる可能性が示唆されたといえる。

この論文は上智大学大学院外国語学研究所言語障害研究コースの修士論文として発表しました。終始にわたりご助言、ご指導いただきました、上智大学クロード・ロベルジュ教授、菅原勉教授、東京学芸大学飯高京子教授、昭和大学形成外科加藤正子先生、ご協力いただきました言語治療士の先生方、資料の収集をさせていただきました小学校、幼稚園、保育園の諸先生に謝意を表します。

本論文の要旨は、第38回日本音声言語医学会において発表した。

文 献

- 1) 福迫陽子, 相野田紀子, 阿部雅子・他: 口蓋裂の言語治療. 医学書院, 1983.
- 2) Dickson, David Ross: An acoustic study of nasality. *Journal of Speech and Hearing Research*, 5: 103-111, 1962.
- 3) Rampp, Donald L., Counihan, Donald T.: Vocal pitch-intensity relationship in cleft palate speakers. *The Cleft Palate Journal*, 7: 846-857, 1970.
- 4) Bennett, C. G., Largent, M. D., Edwards, L. E.: Study of the oral conditions with an oscillographic analysis of isolated vowel sounds of repaired cleft palate children. *Folia Phoniatrica*, 18:

- 261-268, 1966.
- 5) 平野 実：口蓋裂音声の音声学的研究. 耳鼻臨床, 56 : 124-168, 1963.
 - 6) Sedláčková, E. : Ein beweis der Nasalität mit hilfe der akustischen analyse. Folia Phoniatica, 25 : 9-16, 1973. [猪塚恵美子訳]
 - 7) Nakata, Kazuo. : Synthesis and perception of nasal consonants. The Journal of the Acoustical Society of America, 31 : 661-666, 1959.
 - 8) Flint, R. : Fundamental vocal frequency and severity of nasality in cleft palate speakers. master's thesis of oklahoma, 1964. [Rampp and Counihan (1970) より引用]
 - 9) 菰口英夫：母音の鼻音化に関する実験的研究. 日本耳鼻咽喉科学会会報, 75 : 809-819, 1972.
 - 10) Smith, Svend. : Vocalization and added nasal resonance. Folia Phoniatica, 3 : 165-169, 1951.
 - 11) House, Arthur S., Kenneth, N. Stevens. : Analog studies of the nasalization of vowels. Journal of Speech and Hearing Disorders, 21 : 218-232, 1956.
 - 12) Fant, C. G. M. : Acoustic theory of speech production. Mouton, 1960.
 - 13) 今井 徹, 中村進二, 平原達也・他：口蓋裂音声の鼻音性の定量的評価. 日本音響学会誌, 41 : 69-76, 1985.
 - 14) Schwartz, Martin, F. : The acoustic study of normal and nasal vowel production. : The Cleft Palate Journal, 5 : 125-140, 1968.
 - 15) 竹内章司, 粕谷英樹, 城戸健一：鼻音性の音響関連量について. 日本音響学会誌, 31 : 298-309, 1975.
 - 16) 今井 徹, 中村進二, 平原達也・他：合成音声を利用した口蓋裂音声の鼻音性の評価—各種音響パラメーターの比較検討—. 日本音響学会誌, 42 : 685-689, 1986.
 - 17) Hattori, S., Yamamoto, K., Fujimura, O. : Nasalization of vowels in relation to nasals. The Journal of Acoustical Societies of America, 30 : 267-274, 1958.
 - 18) Delattre, P. C. : Personal communication ; also, paper read before modern language association, Chicago, Ill., December 27, 1955 entitled : two acoustic correlates of nasality studied by Synthesis. [House and Stevens (1956) より引用]
 - 19) Tarnózy, Thomas. : Resonance data concerning nasals, laterals and trills. Word, 4 : 71-77, 1948.
 - 20) Hanson, Marvin L. : A study of velopharyngeal competence in children with repaired cleft Palates. The Cleft Palate Journal, 1 : 217-231, 1964.
 - 21) 片岡竜太, 高橋浩二, 今井智子・他：幼小児における開鼻声の定量的評価法について. 電子情報通信学会, 技術研究報告, SP 88-37 : 1-8, 1988.
 - 22) 栗田茂二郎：声帯の成長, 発達と老化—とくに層構造の加齢的变化—. 音声言語医学, 29 : 185-193, 1988.
 - 23) 粕谷英樹, 鈴木久喜, 城戸健一：年齢・性別による日本語5母音のピッチ周波数とホルマント周波数の変化. 日本音響学会誌, 24 : 355-364, 1968.
 - 24) 岡崎恵子, 鬼塚富久子：開鼻声の判定—音響分析と聴覚判定の比較—. 言語障害教育に関する基礎的・応用的研究, 上智大学国際言語情報研究所, 1990.
 - 25) 鬼塚富久子：口蓋裂患者の開鼻声の音響分析と聴覚判定との比較. 聴能言語学研究, 7 : 55-63, 1990.

別刷請求先：〒266 千葉県千葉市緑区辺田町579-1

千葉県こども病院形成外科

平井沢子